

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Транспортна інженерія»
(назва факультету)

Кафедра «Прикладна механіка та матеріалознавство»
(повна назва кафедри)

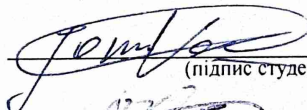
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»
(ступінь вищої освіти)

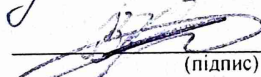
на тему: Модернізація автоцистерни для перевезення світлих нафтопродуктів
за освітньою програмою «Автомобілі та автомобільне господарство»
зі спеціальності: 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

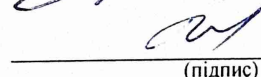
Виконав: студент групи: АГ1811

Керівник:

Нормоконтролер:


(підпис студента)


(підпис)


(підпис)

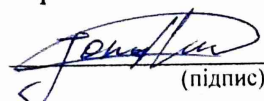
/ Велоз Круз Джонні Роберто /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Володимир ЧЕРКУДІНОВ /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Олександр ПОСМІТЮХА /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

Дніпро – 2022

Український державний університет науки і технологій

Факультет транспортної інженерії кафедра «Прикладна механіка та матеріалознавство»

Спеціальність «Автомобільний транспорт»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ (підпис)

” ____ ” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи на здобуття ОКР «бакалавр»

студента групи АГ1811
(номер групи)

Велоз Круз Джонні Роберто
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: «Модернізація автоцистерни для перевезення світлих нафтопродуктів»

Затверджена наказом по університету № 16 ст від ” 10 ” листопада _____ 2021 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи 01.06.2022 р.

3. Вихідні дані до бакалаврської роботи:

Автомобільна цистерна місткістю 8 м.куб. на базі автомобіля КАМАЗ. Вантаж – світлі нафтопродукти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) Вступ. 1. Огляд і аналіз існуючих конструкцій автоцистерн. 2. Розрахунок автомобільної цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів. 3. Аналіз шляхів зниження інерційних навантажень під час руху автоцистерни

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) 1) Огляд існуючих конструкцій автоцистерн 2) Загальний вигляд автоцистерни на базі КАМАЗ. 3) Автомобільна цистерна до та після модернізації 4) Вибір та аналіз основного та додаткового обладнання для автоцистерни. 5) Пропозиції щодо антикорозійної обробки автоцистерни. 6) Аналіз шляхів зниження інерційних навантажень під час руху автоцистерни

6. Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва розділів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання розділів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ.		
1	Огляд і аналіз існуючих конструкцій автоцистерн.	10.04.2022	виконано
2	Розрахунок автомобільної цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів		
3	Аналіз шляхів зниження інерційних навантажень під час руху автоцистерни	10.05.2022	виконано
	Загальні висновки та рекомендації.		
	Бібліографічний список.	01.06.2022	виконано

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2021 року

Керівник завдання _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кількість томів: 1

В пояснювальній записці всього 64 сторінок

Найменування роботи: «Дослідження параметрів безпеки при експлуатації спецавтотранспорту для перевезення небезпечних наливних вантажів»

Ілюстрації: схем 3, рисунків 25

графіків 2, фотографій -

таблиць 4.

Ключові слова:

автомобільна цистерна, небезпечний наливний вантаж, схема, обичайка, горловина, зливна арматура, параметри, взаємодія, дослідження, методика, моделювання, технологія.

Текст реферату:

Для транспортування наливних небезпечних вантажів використовуються різні види транспортних засобів.

Дорожнє перевезення світлих нафтопродуктів автоцистерною, на відміну від інших перевезень автомобільним транспортом, є складним процесом, чим зумовлена необхідність застосування особливого обладнання, використання дозволів, погоджень маршрутів руху, особливих навичок водіння, забезпечення супроводу тощо.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи зконструйований резервуар автоцистерни для перевезення двох видів продукції без її змішування, тобто встановлена герметична перегородка в середині цистерни, яка розділяє її навпіл.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОЦИСТЕРН	7
1.1 Деклараційний патент UA 17645	7
1.2 Деклараційний патент UA35360	11
1.3 Деклараційний патент UA98940	14
1.4 Деклараційний патент UA 137361	18
2. РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЬНОЇ ЦИСТЕРНИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ	21
2.1 Визначення місткості цистерни	21
2.2 Визначення геометричних розмірів цистерни	23
2.3 Вибір конструкційних матеріалів	25
2.4 Визначення розрахункового тиску у цистерні	26
2.5 Розрахунок товщин стінки обічайки та днища	28
2.6 Розрахунок основних навантажень	29
2.7 Розрахунок стійкості цистерни на перекидання	32
2.8 Вибір насосного обладнання	34
2.9 Устаткування цистерни	36
2.10 Опис технологічних операцій	49
2.11 Антикорозійна обробка цистерни	51
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	54
3.1 Вимоги нормативних актів щодо перевезення небезпечних вантажів автоцистернами	54
3.2 Організація ліквідації аварійної ситуації з небезпечним вантажем	60
ВИСНОВОК	65
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	66

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Велоз Д.Р.									
Перевірив		Черкудінов								4	67
								УДУНТ, гр. АГ2021			
Н. контр.		Посмітюха									
Затв.		Ракша									

ВСТУП

В даний час для транспортування енергоносіїв використовують залізничний, водний, автомобільний та трубопровідний транспорт. Найбільш зручним та вигідним видом перевезення небезпечних вантажів є автомобільний транспорт.

Автотранспортом можна перевозити всі типи вуглеводневих рідин. У нашій країні його застосовують для транспортування нафтопродуктів та зріджених вуглеводневих газів.

Автомобільний транспорт використовується для завезення нафтовантажів споживачам, що віддалені на невелику відстань від джерел постачання (наливних пунктів, складів та баз). Наприклад, автотранспортом відвантажуються нафтопродукти з нафтобаз до автогосподарств, на автозаправні станції та сільські склади пального.

Основними перевагами автомобільних перевезень є:

- висока маневрова рухливість, що дозволяє швидко зосереджувати транспортний засіб у необхідній кількості і в потрібному місці;
- здатність доставки вантажів від складу відправника до складу одержувача без додаткових перевалок у дорозі;
- вища швидкість доставки вантажів, а в деяких випадках і більш короткий шлях перевезення;
- широка сфера застосування за видами повідомлень, можливість доставки вантажу невеликими партіями.

Одним із видів автомобільного транспорту, призначеного для перевезення небезпечних вантажів, є автоцистерна (АЦ), які значно спрощують наше життя. Вони зосереджено багато механізмів, які зменшують час зливу, час наливу, збільшують безпеку.

Зовні автоцистерна є закритий резервуар, який встановлюється на вантажний автомобіль, замість кузова, або як причіп. Об'єм резервуару коливається від 4 куб. до 40 куб.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					5

Найчастіше у виробництві використовується високовуглецева та нержавіюча сталь, алюміній, міцний пластик.

Основна комплектація включає обладнання для завантаження, вивантаження вантажу, що перевозиться, і контролю його стану під час перевезення.

Автоцистерни можна розділити за типом шасі. Найпопулярніші в Україні: ГАЗ, МАЗ, КАМАЗ, КРАЗ, Ford, Scania, Hyundai, ISUZU, JAC.

Також автоцистерни відрізняються такими характеристиками:

- за механізмом заповнення та спорожнення;
- за виглядом кріплення до шасі;
- за внутрішньою конструкцією;
- за класом вантажів для перевезення та ін.

Найчастіше автоцистерни використовуються для доставки та перевезення продуктів нафтопереробки. Бензовози - для транспортування бензину та інших "світлих" нафтопродуктів (гасу, ДП), мазутовоз - мазути, нафтовоз - нафти тощо. Також широко застосовуються паливозаправники, бітумовози, поливомийне обладнання.

У виробництві транспорту для нафтопродуктів діють суворі норми герметичності та пожежної безпеки.

Використовуються такі протипожежні та антиаварійні засоби:

- вогнегасники та ящики з піском;
- іскрогасники;
- захищене екрановане проведення;
- донні клапани, що запобігають витоку;
- хвилерізи всередині резервуару;
- сигнальні вогні та написи.

Паливозаправники затребувані в агросекторі, будівельній промисловості, для державних служб та ін.

						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бітумовози перевозять в прогрітому стані до 200°C. Завдяки цистерні з термоізолюючою конструкцією необхідна температура підтримується навіть без підігріву.

Метою данної роботи покладено модернізація автомобільної цистерни місткістю 8 м. куб. для перевезення світлих нафтопродуктів.

Тобто маємо автоцистерну на базі автомобіля КАМАЗ місткістю 8 м. куб. АЦ має один відсік для транспортування нафтопродуктів. Також відомі швидкісні та масові характеристики для данного автомобіля.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи необхідно зконструювати резервуар АЦ для перевезення двох видів продукції без її змішування, тобто встановити пегородку в середині цистерни, яка розділяє її навпіл.

З урахуванням цього, необхідно перевірити конструктивні розміри стінок цистерни, вибрати апаратуру та обладнання для закачування та зливання вантажу окремо з кожної секції, запропонувати гідросхему та дати пораду щодо антикорозійного покриття внутрішньої поверхні цистерни.

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ АВТОЦИСТЕРН

1.1 Деклараційний патент UA 17645. Автомобільна цистерна Брауде С. С.; Коритнік Л. П. Товариство з обмеженою відповідальністю "Автоімпульс"

Найбільш близьким аналогом пристрою, що заявляється, вибраним як прототип, є автоцистерна, що містить шасі та установлену на ньому ємність, яка має горловину з кришкою, запобіжний пристрій у вигляді перфорованого стакана з розміщеним в ньому поплавцем і укріплений на кришці повітровід, з'єднаний з приводом.

Принцип заповнення ємностей відомих автоцистерн полягає в створенні вакууму у них всмоктуючим колектором двигуна.

Для заповнення рідиною ємності запускають двигун шасі, який всмоктуючим колектором створює через повітровід розрядження в ємності, за рахунок цього засмоктується рідина та заповнює ємність.

По мірі заповнення рівень рідини піднімається до перфорованого стакана з поплавцем, який знаходиться в стакані. При подальшому заповненні поплавець спливає та через шток поступово відкриває підпружжений запірний елемент при цьому ємність сполучається з атмосферою. Тиск в ємності підвищується до атмосферного.

Основний недолік відомої конструкції автоцистерни полягає в тому, що у всмоктуючий колектор двигуна потрапляють бризки рідини та туман з крапельками рідини, що зменшує довготривалість праці двигуна.

Засмоктування рідини у всмоктуючий колектор двигуна обумовлено тим, що тиск повітря в ємності при відкритті запірного елемента при підніманні поплавця не може досягти значення атмосферного тиску раптом.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення автоцистерни, в якій шляхом зміни конструкції виключається можливість влучення вологи у всмоктуючий колектор двигуна.

						Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За рахунок цього підвищується надійність двигуна. Поставлена задача вирішується тим, що автоцистерна, яка містить шасі та установлену на ньому ємність, яка має горловину з кришкою, запобіжний пристрій у вигляді перфорованого стакана з розміщеним в ньому поплавцем і укріплений на кришці повітровід, з'єднаний з приводом, згідно з корисною моделлю, постачена краплеуловлювачем, при цьому повітровід виконаний з двох частин, з'єднаних краплеуловлювачем, а привод виконаний у вигляді реверсивного насоса, зв'язаного з двигуном шасі.

Наявність краплеуловлювача, захищає від влучення вологи. Виконання приводу у вигляді реверсивного насоса захищає двигун шасі, а також допомагає при розвантаженні автоцистерни.

В автоцистерні краплеуловлювач може бути виконаний у вигляді бачка з вмонтованим екраном та зливним краном.

Автоцистерна містить шасі 1, установлену на ньому ємність 2 з горловиною 3 і кришкою 4, на котрій укріплений повітровід 5. Автоцистерна постачена запобіжним пристроєм у вигляді перфорованого стакана 6, у якому розміщений поплавець 7. В кришці 4 є отвір з запірним елементом (на кресленні не зображений), а поплавець 7 зв'язаний з цим елементом за допомогою підпруженого штока (не зображений).

Краплеуловлювач 8 виконаний у вигляді бачка та об'єднує повітровід 5 з повітроводом 9, який з'єднаний з реверсивним насосом 10. Реверсивний насос 10 встановлений на шасі 1 і може обертатися від двигуна шасі (на кресленні не зображений).

Краплеуловлювач 8 має екран 11 та зливний кран 12.

Ємність 2 має пристрій 13 для усмоктування та злива рідини.

Автоцистерна працює наступним чином.

При усмоктуванні рідини в ємність 2, шланг опускають в рідину, яку засмоктують, та відкривають кран пристрою 13. Включають двигун шасі, від

						Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якого включається насос 10, що створює розрядження в ємності 2. В наслідок цього засмоктувана рідина заповнює ємність 2.

По мірі заповнення ємності рідина потрапляє в перфорований стакан 6 і поплавець 7 спливає, при цьому пружина стискується та запірний елемент піднімається та повітропровід 5 сполучається з атмосферою, засмоктує повітря з атмосфери та рівень вже засмоктаної рідини постійний. Після цього закривають кран пристрою 13.

Момент заповнення ємності контролюється візуально по оглядовому вікну, яким обладнуються сучасні автоцистерни.

Якщо в процесі роботи насоса 10 бризці потрапляють в повітропровід 5, то в краплеуловлювачі 8 б'ють у екран 11 і стікають на дно краплеуловлювача та виводяться періодично через зливний кран 12.

Транспортування рідини здійснюється звичайним способом.

Злив рідини здійснюють наступним чином. Переставляють шланг повітропроводу 9 на насосі 10 з усмоктування на нагнітання. Відкривають пристрій 13 і включають двигун, який за допомогою насоса 10 здійснює додатковий тиск, що допомагає зливу рідини з ємності 2.

Тиск контролюється запобіжним клапаном.

Використання корисної моделі дозволяє підвищити надійність двигуна автоцистерни в зв'язку з тим, що виключене влучання вологи в його всмоктуючий колектор.

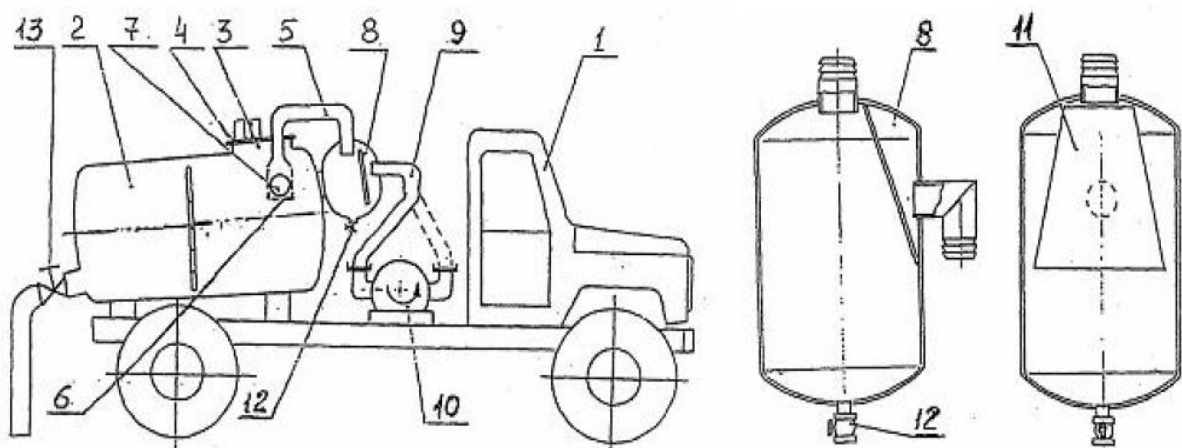


Рис.1.1 Схема автомобільної цистерни. Деклараційний патент UA17645

					Арк.
					10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.2 Деклараційний патент UA35360. Автоцистерна.

Медведський О. В. Державна агроекологічна академія України

Винахід належить до транспортної техніки, а саме до автоцистерн і може бути використаний для транспортування води, рідким органічних добрив та інших рідин.

Вже відома автоцистерна, до складу якої входить автомобільне шасі, на якому встановлені циліндрична місткість і вакуумна установка, напірно-вакуумна магістраль, яка з'єднана із горловиною місткості, у якій розташований запобіжний пристрій у вигляді пінопластового поплавка, сполученого з кінцевим вимикачем за допомогою штоку, забірний трубопровід, який під'єднаний до нижньої частини заднього днища, виливний пристрій.

Недоліком даної автоцистерни є низька експлуатаційна надійність.

Також відома автоцистерна, до складу якої входить автомобільне шасі, на якому встановлені циліндрична місткість і вакуумна установка, напірно-вакуумна магістраль, яка з'єднана із горловиною місткості, в якій розташований запобіжний пристрій у вигляді двох гумових кульок, одна із яких знаходиться у дротяній корзині, а інша – в трубці, забірний трубопровід, який під'єднаний до центру заднього днища, виливний пристрій.

Недоліком цієї автоцистерни є недостатня надійність роботи.

Ще відома автоцистерна, до складу якої входить автомобільне шасі, на якому встановлені циліндрична місткість і вакуумна установка, напірно-вакуумна магістраль, яка з'єднана із горловиною місткості, в якій розташований запобіжний пристрій у вигляді перфорованого стакана, в середині якого знаходиться з'єднаний із запірним пристроєм пінопластовий поплавок, забірний трубопровід, який під'єднаний до нижньої частини заднього днища, виливний пристрій.

Недоліком вищезгаданої автоцистерни є низька експлуатаційна надійність роботи.

В основу винаходу автоцистерни поставлено задачу шляхом зміни просторового розташування забірного трубопроводу і обладнання горловини

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цистерни вакуумним контролером автономного керування забезпечити надійний захист вакуумної установки від робочої рідини.

Поставлена задача досягається тим, що у автоцистерні, до складу якої входить автомобільне шасі з встановленою на ньому місткістю циліндричної форми та вакуумною установкою і вакуумною магістраллю, забірний трубопровід під'єднано до зігнутого півколом трубчастого патрубка, який закріплений у верхній частині циліндра, а вільний його кінець знаходиться всередині місткості, горловина обладнана вакуумним контролером автономного керування, який контролює заповнення цистерни тільки до зрізу патрубка забірною трубопроводу, просторове розташування якого не дозволить робочій рідині потрапити у вакуумну установку через вакуумну магістраль.

Крім того, з метою захисту місткості від руйнування о ній підтримується безпечний для її цілісності вакуумметричний тиск, а з метою повноти використання вантажопідйомності автомобільного шасі, зріз патрубка забірною трубопроводу монтується в місткості на максимально допустимій висоті від дна.

Технічна суть і принцип дії запропонованої автоцистерни пояснюється кресленням, на якому схематично зображена автоцистерна, загальний вигляд

Запропонована автоцистерна складається з автомобільного шасі 1, вакуумної установки 2, місткості 3 із горловиною 4, до якої під'єднана вакуумна магістраль 5 з вакуумним контролером автономного керування 6, забірною трубопроводу 7, сполученого з патрубком 8. які в сукупності утворюють забірну магістраль.

Вищезгадана автоцистерна працює таким чином. Запускають двигун автомобільного шасі 1, опускають забірний трубопровід 7 у колодязь 9 з робочою рідиною І включають в роботу вакуумну установку 2 Контролером встановлюють у місткості 3 вакуумметричний тиск, який регламентований гідрравлічними втратами напору у забірній магістралі і достатній для заповнення місткості тільки до нижнього зрізу патрубка 8.

						Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі відсмоктування повітря із місткості 3 вакуумною установкою 2 у забірній магістрапі наводиться допустимий для самозавантаження перепад тиску і в місткість 3 почне надходити робоча рідина із постійною подачею. Як тільки рідина підніметься до рівня зрізу патрубку 6, виникає протитиск В наслідок цього гідравлічні втрати напору у забірній магістрапі збільшуються на величину втрат напору для подолання цього протитиску. Це призводить до зупинки процесу самозавантажування, оскільки його продовження можливе тільки при підвищенні вакуумметричного тиску в місткості 3, який, в свою чергу, залишається незмінним. Припинення наповнення місткості 3 на рівні зрізу патрубка 8 виключає надходження робочої рідини у вакуумну магістраль 5 далі у вакуумну установку 2. Момент заповнення місткості 3 визначають за оглядовим склом 10 Після цього відключають вакуумну установку 2, виймають з колодязя 9 і вкладають на автомобільному шасі 1 забірний трубопровід 7 й транспортують рідину до місця призначення, де її виливають через виливний пристрій 11.

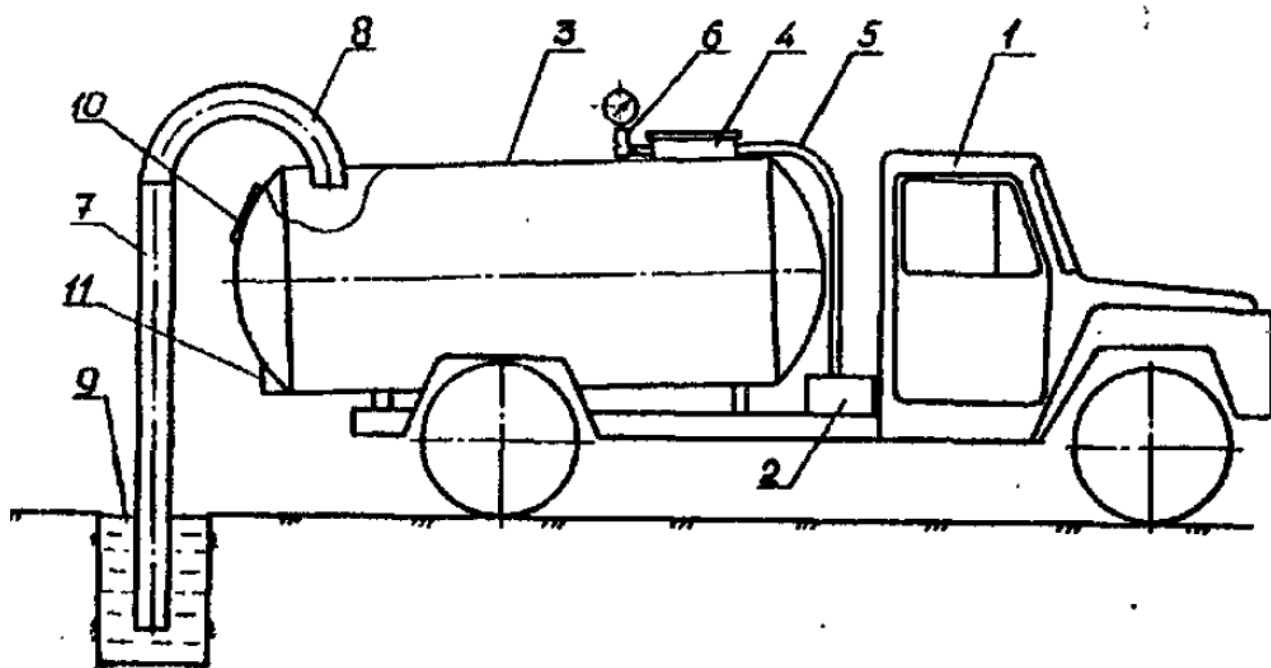


Рис.1.2 Автоцистерна. Деклараційний патент UA35360.

					Арк.
					13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.3 Деклараційний патент UA98940. Автоцистерна. Бутко В. І.

Корисна модель належить до галузі автомобілебудування, а саме до розробки автоцистерн, призначених для перевезення рідин, споживчі якості яких залежать від температури зберігання, наприклад молока.

Відома автоцистерна з холодильною установкою. Така установка забезпечує охолодження рідини, підтримання потрібної температури при її перевезенні. Але для її функціонування потрібні електрична енергія і холодоагент. Це потребує дуже потужних акумуляторів і до того ж збільшує вагу обладнання, тому застосування таких автоцистерн доцільне лише для перевезень на великі відстані.

Відома автоцистерна, до складу якої входить автомобільне шасі зі встановленою на ньому циліндричною місткістю із забірним трубопроводом та горловиною, до якої під'єднано вакуумну магістраль. Горловина цистерни обладнана вакуумним контролером автономного керування, забірну магістраль під'єднано до задньої верхньої частини циліндричної поверхні місткості. Така цистерна забезпечує надійний захист вакуумної установки вакуумним контролером від попадання рідини, що перевозять. Але оснащення автоцистерни таким обладнанням доцільне лише при завантаженні її через забірну магістраль. При завантаженні автоцистерни через наливні горловини необхідність у такому обладнанні відпадає, що спрощує конструкцію автоцистерни, робить її більш надійною.

Найбільш близькою за суттю і конструктивним рішенням є автоцистерна, що включає шасі, яке має привод на всі колеса і дозволяє перевозити вантажі масою до 1000 кг і встановлену на цьому шасі двосекційну ємність, що складається з трьох окремих корпусів, одного зовнішнього і розміщених всередині його двох внутрішніх корпусів, простір між зовнішнім і внутрішніми корпусами заповнений пінополіуретаном, внутрішні корпуси - це дві абсолютно ідентичні ємності, виготовлені з харчового алюмінію, кожна ємність має зливний отвір, поєднаний із трубою з нержавіючої сталі, а труба закінчується встановленим в ній запірним краном, через який здійснюється злив рідини з

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					14

ємності, кожна ємність має люк, через який відбувається налив рідини і який закривається кришкою, двосекційна ємність стоїть на дерев'яних брусах і кріпиться до шасі хомутами.

Така автоцистерна дозволяє перевозити вантажі із важкодоступних районів по шляхах без твердого покриття зі збереженням споживчих якостей рідин, але має обмеження по масі вантажу до тисячі кілограмів. До того ж має низьку стійкість, обумовлену конструкцією колісного шасі. Звичайне кріплення хомутів до шасі не відповідає вимогам до кріплень при різких динамічних навантаженнях: гальмуванні, об'їзді перешкод, що виникають під час руху.

Була поставлена задача удосконалення конструкції автоцистерни для підвищення стійкості і міцності кріплення ємності до шасі автоцистерни з подальшим поліпшенням динамічних характеристик автоцистерни, забезпечення простоти її складання і ремонту, з підвищенням надійності збереження споживчих якостей рідин під час транспортування і підвищення корисної вантажопідйомності.

Поставлена задача вирішується тим, що автоцистерна включає колісне шасі і закріплену хомутами двосекційну циліндричну ємність, яка складається з трьох окремих корпусів, одного зовнішнього і розміщених всередині його двох внутрішніх корпусів, причому простір між зовнішнім і внутрішніми корпусами заповнений теплоізоляційним матеріалом, внутрішні корпуси - це дві абсолютно ідентичні ємності, виготовлені з харчового алюмінію, кожна ємність має зливний отвір, поєднаний зі зливною трубою із нержавіючої сталі зі встановленим на кінці запірним краном для зливу рідини з ємності, кожна ємність має люк для наливу рідини, споряджений кришкою.

Автоцистерна містить надрамник, до якого закріплена хомутами двосекційна циліндрична ємність, виконаний з кронштейнами, які мають овальні прорізи для з'єднання, колісне шасі споряджено кронштейнами, які мають круглі прорізи, надрамник приєднаний до колісного шасі болтовим з'єднанням через вказані кронштейни, а як теплоізоляційний матеріал використаний базальт.

						Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Краще, коли надрамник виконаний у вигляді несучої конструкції із трубних та швелерних елементів, і за довжиною дорівнює щонайменше проміжку між крайніми хомутами, а за шириною дорівнює щонайменше діаметру зовнішнього корпусу двосекційної циліндричної ємності. Краще, коли овальні прорізи в кронштейнах для з'єднання мають розмір, паралельний осі автоцистерни, $H=2d$, а перпендикулярний осі автоцистерни розмір $h=d+2$ мм, де d - діаметр болта. Краще, коли зливні труби покриті теплоізоляційним матеріалом. Краще, коли колісне шасі має привод на задні колеса.

Наявність надрамника обмежує динамічні деформації ємності під час руху. Була використана оптимальна схема розташування кріплення і її реалізація, що вибрана з урахуванням мінімізації силових дій на ділянки кріплення надрамника до колісного шасі і забезпечення точності виконання кріплення.

Виконання ємності двосекційною і форма її днищ визначалась розрахунковим шляхом для забезпечення мінімізації силових зусиль на стінки ємності під час руху і потім це рішення проходило експериментальну перевірку. При наповненні і опорожненні двосекційної циліндричної ємності дотримувались того, що ближня до водійської кабіни секція наповнювалась першою, а вивільнялась останньою. Це сприяє поліпшенню динамічних характеристик автоцистерни і безпеці під час руху і гальмування.

Використання як теплоізоляційного матеріалу базальту додає надійності збереженню споживчих якостей рідин, бо базальт має високу вібростійкість, не відшаровується і не змінює своїх властивостей під час транспортування.

Простота виконання і відповідність функціональному призначенню автоцистерни призводить до виключення надлишкових пристроїв, зменшення маси пристроїв для зберігання рідини і підвищення корисної вантажопідйомності автоцистерни. Корисну модель ілюструють креслення, що доповнюють і уточнюють опис, але не обмежують дії патенту.

На рис 1.3 показано 1 - водійська кабіна; 2 - колісне шасі; 3 - двосекційна циліндрична ємність; 4 - хомут; 5- зовнішній корпус ємності; 6 - внутрішній

						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корпус ємності; 7 - теплоізоляційний матеріал; 8 - люк; 9 - кришка; 10 - надрамник; 11 - кронштейни, які мають овальні прорізи для з'єднання; 12 - кронштейни, які мають круглі прорізи для з'єднання; 13 - болтове з'єднання; 14- зливна труба; 15 - запірний кран.

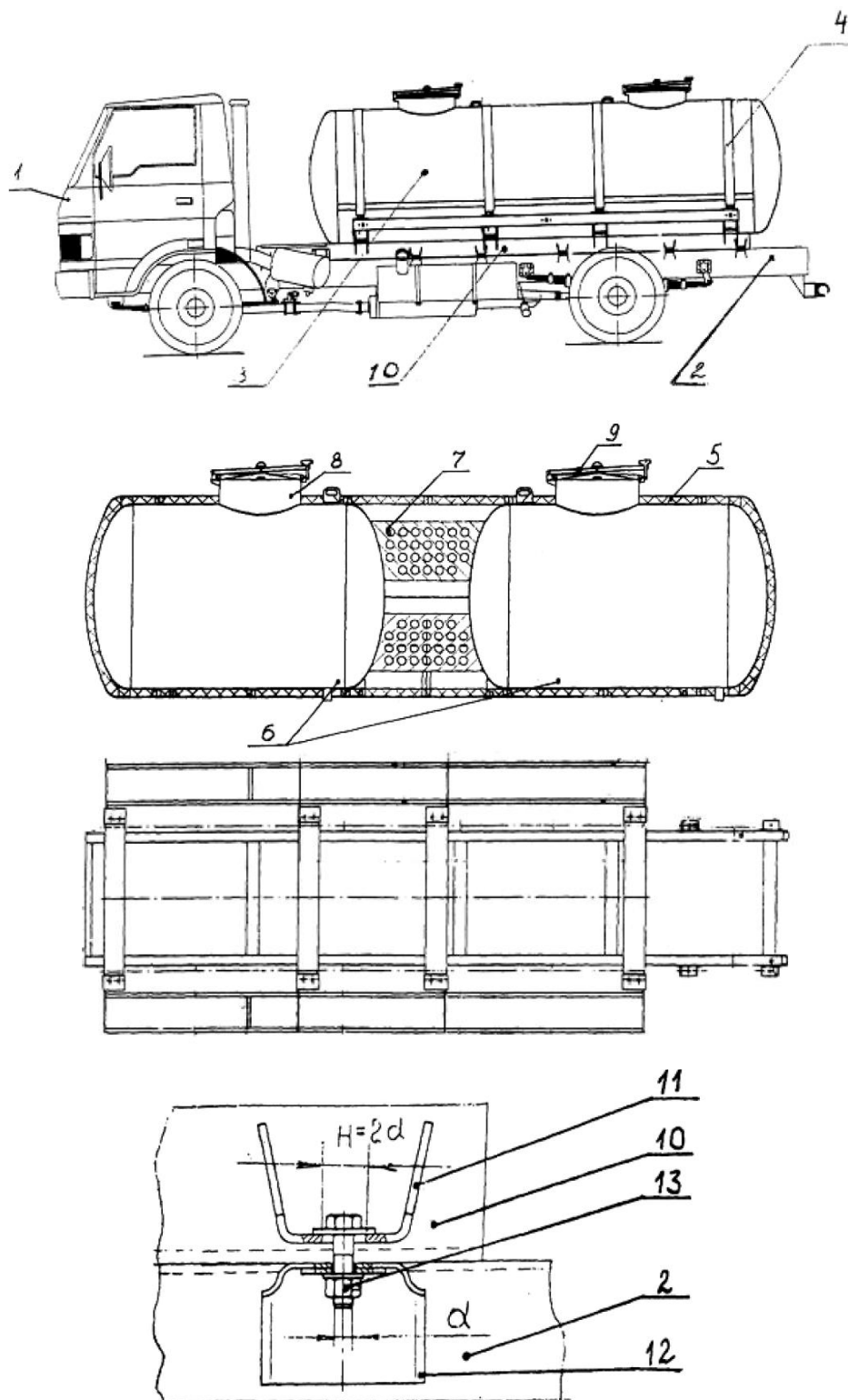


Рис 1.3 Деклараційний патент UA98940. Автоцистерна

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	17

**1.4 Деклараційний патент UA 137361. Автоцистерна термоізоляційна.
Брицький П. П., Брицький П. П., Козлов П. В., ТОВ "КОМПАНІЯ ТІТАЛ"**

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення конструкції цистерни для транспортування та короткочасного зберігання рідин, в якій внаслідок нового виконання корпусу автоцистерни забезпечується - максимальне збереження температурного режиму рідин, які перевозяться; підвищення стійкості автоцистерни до механічних впливів; підвищення ремонтпридатності та скорочення часу проведення ремонтних робіт в будь-яких мовах.

Поставлена задача вирішується тим, що запропонована автоцистерна термоізоляційна для транспортування і короткочасного зберігання харчових рідин, яка містить поперечні передню і задню стінки; бічні стінки, які проходять позовжньо та прикріплені до передньої і задньої стінок; днище, яке проходить позовжньо, і верхню частину, яка проходить позовжньо, прикріплену до передньої стінки, до задньої стінки і до кожної із бічних стінок, при цьому верхня частина, днище, бічні стінки і передня і задня стінки формують внутрішній простір цистерни, а верхня частина забезпечена заливним отвором з заглушкою; систему з множини взаємно з'єднаних позовжніх перегородок і поперечних перегородок у внутрішньому просторі, виконану з можливістю контролю нахилу хвилі рідини в щонайменше одному із позовжнього або поперечного напрямків, при цьому система перегородок містить:

щонайменше одну позовжню перегородку у внутрішньому просторі автоцистерни;

щонайменше одну поперечну перегородку у внутрішньому просторі автоцистерни;

отвори для дозованого перетікання рідини в щонайменше одній із позовжніх і поперечних перегородок, в якій, згідно з корисною моделлю, верхня частина, днище, бічні стінки, передня та задня стінки сформовані з панелей сендвічного типу, вказана панель має зовнішню та внутрішню

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обшивки, які виконані з листа або листів поліпропілену, та середній шар з листа або листів екструдованого пінополістиролу, що має суцільно стичні зі вказаними обшивками поверхні, причому листи обшивок по периметру спаяні між собою, а між зовнішньою та внутрішньою обшивками додатково встановлено ребра-зв'язки.

Переважно, товщина зовнішньої обшивки становить 5мм, товщина внутрішньої 12мм, а середній шар має товщину 100мм.

Крім цього, подовжні перегородки і поперечні перегородки у внутрішньому просторі проходять від днища до верхньої частини, і встановлені таким чином, щоб формувати щонайменше дев'ять відсіків.

Крім того, отвори для дозованого перетікання рідини, які виконані на подовжніх та поперечних перегородках у внутрішньому просторі, розташовані біля верхньої частини і біля днища та по площі складають 5% від площі перегородки.

Переважно, щонайменше одна перегородка виконана з технологічними люками.

Крім цього, верхня частина має робочу площадку з огорожею по периметру.

Крім цього, на робочій площадці виконано знімний люк для доступу до внутрішнього простору автоцистерни, люк для огляду стану переливу автоцистерни та люк доступу до обладнання: рівнеміра, датчика температури, датчика рівня автоцистерни.

Крім цього, на задню стінку автоцистерни виведені штуцер заправки/зливу води та штуцер забору води з цистерни.

Крім цього, на задню стінку автоцистерни виведені штуцер для підключення дизельного обігрівача та штуцер для підключення електричного обігрівача.

Основна відмінність запропонованої конструкції цистерни це те, що цистерна являє собою цистерну в цистерні з прошарком між ними у вигляді теплоізолятора – екструдованого пінополістиролу товщиною 100мм.

					Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

За рахунок використання матеріалів з низькою теплопровідністю, з яких виконані верхня частина, днище, бічні, передня та задня стінки не допускається зміна температури рідини більш ніж на 2°C протягом більше 10 годин при різниці температури рідини і навколишнього середовища 30°C - згідно з розрахунковими та експериментальними даними.

Виконання зовнішньої та внутрішньої обшивки з поліпропілену, який має високу теплоутримуючу здатність, забезпечує зниження теплопровідності цистерни.

Відомо, що екструдований пінополістирол має низьку теплопровідність (0,029-0,034) та мінімальне водопоглинанням (0,2-0,4%) і тому він не зволожується, і, відповідно, не втрачає своїх теплозахисних властивостей.

Виконання автоцистерни з тришарової сендвіч-панелі, в якій листи зовнішньої, внутрішньої обшивки та середнього шару герметично спаяні по периметру, виключає доступ, а відповідно і теплообмін навколишнього повітря з внутрішніми стінками цистерни.

Виконання автоцистерни з тришарової сендвіч-панелі підвищує живучість і надійність силової конструкції в ситуаціях дорожньо-транспортних аварій, оскільки подібна багатошарова конструкція здатна ефективно поглинати і розсіювати енергію удару і тим самим охороняти від руйнування цистерну. Окрім того, при кульових і осколкових ураженнях не відбувається розриву тришарової оболонки і після проходження кулі крізь лист поліпропілену - вихідний отвір набагато менше діаметра кулі, оскільки поліпропілен має високу в'язкість. Ремонт таких уражень може проводитись методом стикового зварювання або пайки в будь-яких умовах, що значно скорочує час ремонту.

Ще однією перевагою запропонованого технічного рішення є те, що конструкція цистерни має високу (до 100%) корозієстійкість та лугостійкість. Це пояснюється тим, що поліпропілен виявляють в результаті своєї неполярної структури як високомолекулярні парафінові вуглеводні надзвичайну стійкість до впливу хімічних речовин та інших середовищ. Вони стійкі до водних розчинів солей, кислот і лугів.

						Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей матеріал є стійким до розчинників аж до температури 60°C, в разі застосування ароматичних і галогенних вуглеводнів, деяких масел, жирів і воску відзначається прискорене старіння матеріалу. До температури 60°C швидкість старіння незначна. Матеріал стійкий проти сильних окислювачів, якими є азотна кислота, озон, олеїн, перекис водню та інші.

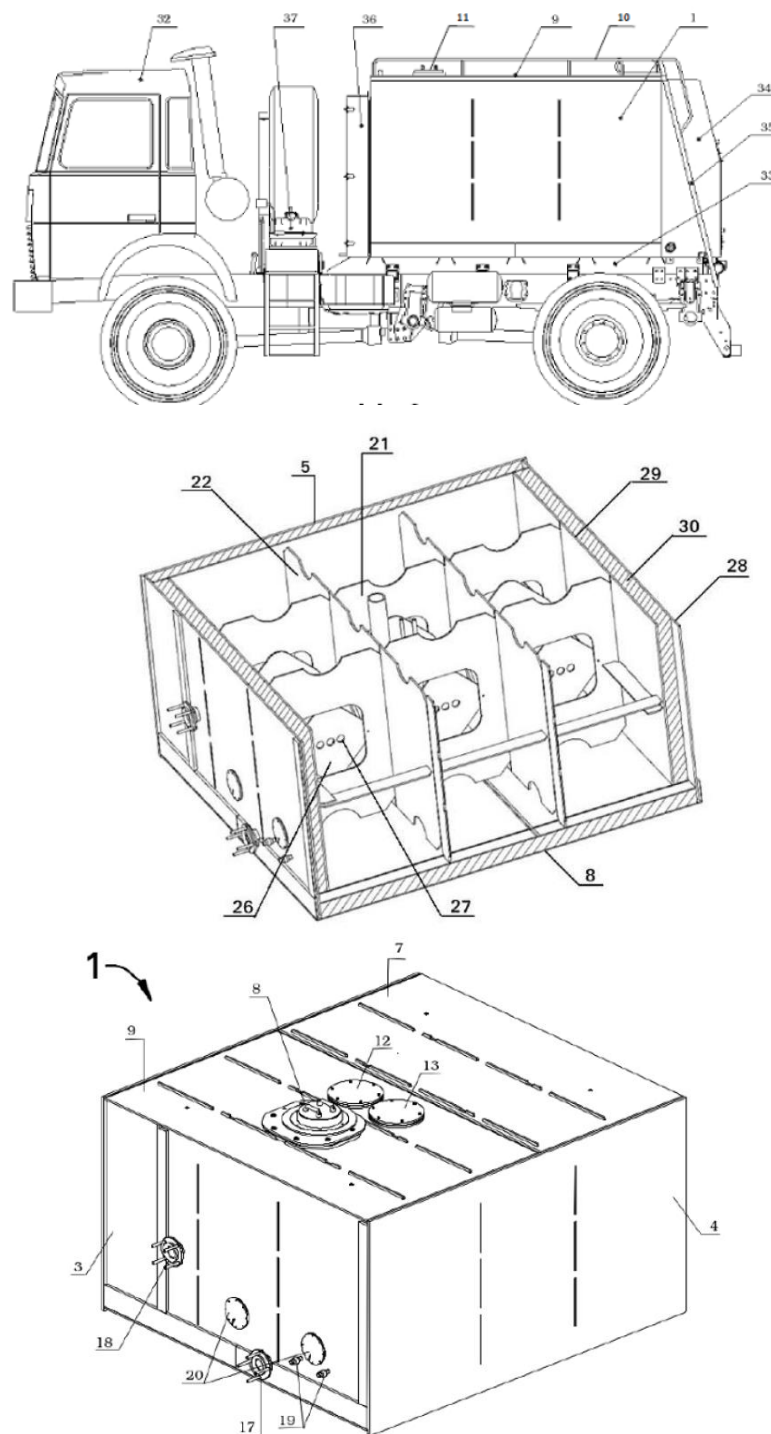


Рис.1.4 Декларативний патент UA 137361. Автоцистерна термоізоляційна

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	21

2 РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЬНОЇ ЦИСТЕРНИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ

Згідно завдання до дипломного проекту, необхідно спроектувати автоцистерну (АЦ) для перевезення світлих нафтопродуктів, на шасі автомобіля КАМАЗ, максимальним обсягом вантажу, що перевозиться 8 м³. Можливість перевезення 2 вида вантажу водночас.

2.1 Визначення місткості цистерни

Геометрична місткість цистерни повинна бути більшою за експлуатаційну на величину розширення нафтопродуктів (НП), обсягу невибраного залишку та обсягу займаного внутрішнього обладнання, м³:

$$V_T = k_V \cdot V_{\text{э}} \cdot (1 + k_T), \quad (2.1)$$

де k_V – коефіцієнт, що враховує обсяг невибраного залишку та обсяг, який займає внутрішнім обладнанням цистерни;

$V_{\text{э}}$ – експлуатаційна місткість цистерни;

k_T – коефіцієнт, що враховує обсяги температурного розширення НП.

Коефіцієнт, що враховує обсяг невибраного залишку та обсяг, який займає внутрішнім обладнанням цистерни:

$$k_V = \frac{V_{\text{э}} + 1,3}{V_{\text{э}}}, \quad (2.2)$$

де

$$k_V = \frac{9,5 + 1,3}{9,5} = 1,137.$$

Коефіцієнт, що враховує обсяг температурного розширення НП:

$$k_T = \beta_{\text{НП}} \cdot \Delta t_{\text{МАХ}}, \quad (2.3)$$

						Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\beta_{\text{ПР}}$ – відносний коефіцієнт температурного розширення НП ($0,00102\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$);

$\Delta t_{\text{МАХ}}$ – максимальний експлуатаційний перепад температури (35°C).

$$k_T = 0,00102 \cdot 35 = 0,0357.$$

$$V_r = 1,137 \cdot 9,5 \cdot (1 + 0,0357) = 11,187 \text{ м}^3.$$

Обчислене значення геометричної місткості має бути більше ніж гранична місткість цистерни.

Знайдемо граничну місткість цистерни:

$$V_{\text{П}} = \frac{m_{\text{Б}} - m_{\text{ОБ}}}{\rho_{\text{ПР}}}, \quad (2.4)$$

де $m_{\text{Б}}$ – допустима вантажопідйомність транспортної бази, т;

$m_{\text{ОБ}}$ – маса спеціального обладнання, т;

$\rho_{\text{ПР}}$ – щільність НП, що перевозиться, т/м^3 .

Вибираємо в якості видів палива бензину, що перевозяться водночас, марки АІ-95 неетильований з щільністю 0.75 т/м^3 та бензин АІ-98 із щільністю 0.78 т/м^3 [1].

Для проектування АЦ приймаємо шасі автомобіля КамАЗ 53215.

Допустима вантажопідйомність 12000 кг .

Технічні характеристики базового шасі КамАЗ 53215:

- колісна формула: 6×4 ;
- споряджена маса: 7500 кг ;
- повна вага: 19650 кг ;
- Довжина шасі: 7190 мм ;
- ширина шасі: 2500 мм ;
- Висота шасі: 2850 мм .

На АЦ маса спеціального обладнання по відношенню до вантажопідйомності транспортної бази, що допускається, становить при використанні вуглецевих і легованих сталей $20 \dots 32\%$:

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{OB} = 0,2 \cdot m_B, \quad (2.5)$$

$$m_{OB} = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ т.}$$

$$V_{II} = \frac{12-2.4}{0,78} = 12,3 \text{ м}^3.$$

Перевіряємо виконання умови:

$$V_{II} < V_{II},$$

$$11,187 < 12,3,$$

умова виконується.

2.2 Визначення геометричних розмірів цистерни

В даний час випускаються цистерни з обичайками циліндричної, еліптичної, трапецеїдальної та прямокутної форм. Для проектованої цистерни вибираємо еліптичну форму обичайки, так як вона має достатню міцність, високу стійкість і добре вписуються в транспортні габарити.

Площа поперечного перерізу цистерни f_{II} визначається за формулою:

$$f_{II} = h \cdot l, \quad (2.6)$$

де h - Висота цистерни, 2м;

l - Ширина цистерни, 2,5м.

Підставляємо значення у формулу (1):

$$f_{II} = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ м}^2 \quad (2.7)$$

Довжина цистерни $L_{II} = 5\text{м.}$

Приймаємо також плоску форму днища.

2.3 Вибір конструкційних матеріалів

Вибір конструкційних матеріалів виготовлення цистерни та її устаткування визначається кількома чинниками. Найбільш важливими технологічними властивостями, які необхідно враховувати при виборі

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкційних матеріалів, є: зварюваність, оброблюваність тиском та різанням. Крім зазначених чинників щодо доцільності застосування тих чи інших конструкційних матеріалів необхідно враховувати їх вартісні показники.

Для виготовлення цистерн для нафтопродуктів, обладнання та деталей кріплення найчастіше застосовуються сталі 10ХСНД, 09Г2С, Ст3сп. Так як сталь марки Ст3сп є більш дешевою, доступною, для проектованої цистерни вибираємо саме її. Також ця марка сталі має гарну зварюваність і високі механічні показники [1].

Хімічний склад у % матеріалу Ст3сп наведено у таблиці 1.

Таблиця 2.1

Хімічний склад у % матеріалу Ст3сп [ГОСТ 380-2005]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
До 0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	До 0,3	До 0,05	До 0,04	До 0,3	До 0,008	До 0,3	До 0,08

Механічні та фізичні властивості матеріалу наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Механічні та фізичні властивості матеріалу Ст3сп

Межа міцності $[\sigma_B]$, МПа	Межа плинності $[\sigma_T]$, МПа	Відносне подовження δ_5 , %	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см ²	Модуль пружності E, 10 ⁵ МПа
380-490	255	26	108	2,0

Допустиме напруження $[\sigma]$, МПа, для обраної марки стали визначаємо за наступною формулою:

$$[\sigma] = \sigma \cdot \eta, \quad (2.8)$$

де σ - допустиме напруження, МПа;

η - Поправочний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації цистерни.

При розрахунку цистерн, призначених для утримання вибухо- та пожежонебезпечних продуктів, приймають $\eta = 0,8$.

За нормативне напруження приймають менше з двох значень:

						Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma = \frac{\sigma_B}{n_B}; \quad (2.9)$$

де σ_B - мінімальне значення межі міцності, МПа;

n_B - коефіцієнт запасу за межею міцності ($n_B = 2,6$)

$$\sigma = \frac{\sigma_T}{n_T}, \quad (2.10)$$

де σ_T - Мінімальне значення межі плинності, МПа;

n_T - Коефіцієнт запасу за межею плинності ($n_T=1,5$).

Підставляємо дані у формули

$$\sigma = \frac{445}{2,6} = 171,15 \text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{255}{1,5} = 170 \text{ МПа};$$

Отже, за нормативне приймаємо значення - $\sigma = 170 \text{ МПа}$.

Підставляємо його у формулу (2.8) і визначаємо

$$[\sigma] = 170 \cdot 0,8 = 136 \text{ МПа}.$$

2.4 Визначення розрахункового тиску у цистерні

Під розрахунковим тиском розуміють найбільший робочий тиск, що виникає в цистерні в процесі її експлуатації: при виконанні технологічних операцій із заповнення та випорожнення цистерни; під час руху автотоцистерни із заповненою цистерною; при зміні обсягу продукту цистерні під впливом перепаду температур та інших.

Розрахунковий тиск визначають за такою формулою:

$$P_P = P_V + K_B \cdot P_C + K_T \cdot P_D, \quad (2.11)$$

де P_V – тиск насичених парів нафтопродукту, що перевозиться (прийmemo тиск 0,05 МПа);

K_B - коефіцієнт вертикальних навантажень, лежить в межах 2,9...3,5;

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P_c - гідростатичний тиск, що визначається висотою наливу продукту, МПа;

K_r - Коефіцієнт горизонтальних навантажень, становить близько 10...12% від величини вертикальних динамічних навантажень;

P_d - Розрахунковий динамічний тиск, МПа.

$$P_c = \frac{\rho_{np} \cdot g \cdot h}{1000000}, \quad (2.12)$$

де h - висота наливу нафтопродукту, м.

Прийmemo висоту наливу, що дорівнює 0,95 від повної висоти цистерни - 1,9 м;

ρ_{np} - щільність продукту, що транспортується, кг/м³;

g - прискорення вільного падіння, м/с².

$$P_c = \frac{760 \cdot 9,81 \cdot 0,95}{1000000} = 0,0070 \text{ МПа.}$$

Тепер ми можемо визначити величину коефіцієнта горизонтальних навантажень K_r :

$$K_r = 0,1 \cdot P_c, \quad (2.13)$$

$$K_r = 0,1 \cdot 0,0070 = 0,00070 \text{ МПа;}$$

Розрахунковий динамічний тиск РД визначаємо за такою формулою:

$$P_d = \frac{m_{np} \cdot v_{\max}^2}{2 \cdot S_T \cdot f_{\text{ц}} \cdot 1000000}, \quad (2.14)$$

де m_{np} - Маса продукту в цистерні, кг;

$v_{\max}$ - максимальна швидкість, що розвивається автоцистерною.

Для цього шасі дорівнює 120 км/год або 33,3 м/с.

S_T - гальмівний шлях автомобіля, м.

Маса продукту визначається як:

$$m_{np} = V_{\text{ц}} \cdot \rho_{np}, \quad (2.15)$$

						Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де V_9 - експлуатаційна місткість цистерни, м³;

$$m_{np} = 18 \cdot 760 = 13680 \text{ кг};$$

Для автомобілів з пневматичним приводом гальм гальмівний шлях S_T визначається за такою формулою:

$$S_T = 0,11v_{\max} + 0,0085v_{\max}^2, \quad (2.16)$$

$$S_T = 0,11 \cdot 33,3 + 0,0085 \cdot 33,3^2 = 130,8 \text{ м};$$

$$P_d = \frac{13680 \cdot 33,3^2}{2 \cdot 130,8 \cdot 5 \cdot 1000000} = 0,58 \text{ МПа.}$$

$$P_p = 0,05 + 3 \cdot 0,007 + 0,0007 \cdot 0,58 = 0,071 \text{ МПа.}$$

2.5 Розрахунок товщин стінки обічайки та днища

Товщину стінки цистерни b , мм можна визначити за такою формулою:

$$b = \frac{P_p \cdot D_{\text{вн}}}{2 \cdot \sigma \cdot \lambda}, \quad (2.17)$$

$D_{\text{вн}}$ - Внутрішній діаметр цистерни, мм;

σ - Допустиме напруження, МПа;

λ - Коефіцієнт, що враховує міцність зварних швів. Для автоцистерн беруть рівним 0,1.

Допустиме напруження вибирають найменше з двох значень:

$$[\sigma] = 0,75\sigma_T, \quad (2.18)$$

де σ_T - межа текучості, МПа.

$$[\sigma] = 0,5\sigma_B, \quad (2.19)$$

де σ_B - межа міцності, МПа.

Знайдені значення:

$$[\sigma] = 0,75 \cdot 255 = 191,25 \text{ МПа};$$

$$[\sigma] = 0,5 \cdot 455 = 227,5 \text{ МПа};$$

Приймаємо $\sigma = 191,25 \text{ МПа}$.

						Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b = \frac{0,071 \cdot 2000}{2 \cdot 191,25 \cdot 0,1} = 6,3 \text{ мм.}$$

Відповідно до ДСТУ 50913-96 цистерни еквівалентним діаметром більше 1.8м повинні мати еквівалентну товщину стінок 6 мм і плюс 1 мм на корозію, тому приймаємо товщину стінки 7 мм, а товщину днища на 1...2 мм більше товщини обичайки, тобто 8 мм.

2.6 Розрахунок основних навантажень

Кільцева напруга внутрішнього тиску визначається за такою формулою:

$$\sigma_K = \frac{P_p \cdot D}{2 \cdot b}, \quad (2.20)$$

$$\sigma_K = \frac{0,088 \cdot 3,5}{2 \cdot 6,3} = 0,024 \text{ МПа}$$

Розтягуюча (меридіальна) напруга

$$\sigma_M = \frac{P_p \cdot D_{вн}}{4 \cdot b}, \quad (2.21)$$

$$\sigma_M = \frac{0,088 \cdot 3,5}{4 \cdot 6,3} = 7,78 \text{ МПа.}$$

Напруга вигину від дії розподіленого навантаження визначається як:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{\max}}{W}, \quad (2.22)$$

де $M_{\max}$ – максимальний згинальний момент у перерізі цистерни, Н·м;

W - Момент опору вигину, м³.

Максимальний згинальний момент

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{2}, \quad (2.23)$$

де q – розподілене навантаження, Н/м;

l - Довжина котла цистерни, мм.

						Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розподілене навантаження

$$q = \frac{l}{(m_{np} \cdot g + m_{ц} \cdot g)}, \quad (2.24)$$

m_{np} - маса продукту в цистерні, кг;

$m_{ц}$ - маса спеціального обладнання автоцистерни без продукту, кг.

$$q = \frac{5}{(13680 \cdot 9,81 + 13800 \cdot 9,81)} = 0,00002 \text{ Н/м.}$$

Таким чином, максимальний згинальний момент дорівнюватиме:

$$M_{\max} = \frac{0,00002 \cdot 5^2}{2} = 0,00025 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Момент опору вигину

$$W = \frac{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2 \cdot b}{4}, \quad (2.25)$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 6,3}{4} = 9,89 \text{ м}^3.$$

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{0,00025}{9,89} = 0,49 \text{ МПа}.$$

Визначимо наведену напругу вигину σ_{прив}, МПа:

$$\sigma_{\text{прив}} = \sqrt{\sigma_{\text{ниж}}^2 + \sigma_{\text{вер}}^2}, \quad (2.26)$$

де σ_{ниж} – сумарна напруга вигину у нижній частині цистерни, МПа;

σ_{вер} – сумарна напруга вигину у верхній частині цистерни, МПа.

Сумарна напруга вигину в нижній частині цистерни σ_{ниж} та верхній частині σ_{вер} визначаються за такими формулами відповідно:

$$\sigma_{\text{ниж}} = \sigma_M - \sigma_{\text{из}},$$

$$\sigma_{\text{вер}} = \sigma_M + \sigma_{\text{из}},$$

$$\sigma_{\text{ниж}} = 7,78 - 0,43 = 7,35 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{вер}} = 7,78 + 0,43 = 8,21 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_{\text{прив}} = \sqrt{(7,35)^2 + (8,21)^2} = 11 \text{ МПа}.$$

						Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення міцності цистерни має виконуватись така нерівність:

$$\sigma_{прив} \leq [\sigma],$$

$11 \leq 191,35$ - перевірка виконується.

Визначимо розтягуючу напругу в днищі цистерни:

$$\sigma_3 = \frac{P_p \cdot R}{2 \cdot l}, \quad (2.27)$$

де R - внутрішній радіус днища, мм;

l - Товщина днища цистерни, мм. Приймаємо 8мм.

Підставляємо значення формулу:

$$\sigma_3 = \frac{0,071 \cdot 1,743}{2 \cdot 8} = 0,95 \text{ МПа.}$$

Визначимо силу тиску рідини на дно при гальмуванні цистерни

$$V = P_{уд} \cdot \frac{m_{пр} \cdot D^2}{m_{ц.полная}}, \quad (2.28)$$

де $P_{уд}$ - сила удару рідини о днище цистерни, 0,3 МПа;

$m_{ц.повна}$ - повна маса автоцистерни разом з нафтопродуктом.

Знаходимо силу тиску рідини на дно при гальмуванні цистерни, підставивши значення формулу

$$V = 0,3 \cdot 10^6 \cdot \frac{5395 \cdot 200^2}{27480} = 1,46 \text{ МПа/м}^2.$$

Тоді середній тиск на дно при гальмуванні

$$P_1 = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2}, \quad (2.29)$$

$$P_1 = \frac{4 \cdot 1,46}{3,14 \cdot 2^2} = 0,46 \text{ МПа.}$$

Тоді напруга на розтягування, що виникає в днище цистерни при гальмуванні, буде визначатися за такою формулою:

$$\sigma_{дн} = \frac{P_1 \cdot R}{2 \cdot l}. \quad (2.30)$$

						Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{\partial n} = \frac{0,46 \cdot 1,743}{2 \cdot 5} = 0,054 \text{ МПа.}$$

Визначимо найбільшу напругу в днищі цистерни:

$$\sigma_{\partial n}^{max} = \sigma_3 + \sigma_{\partial n}, \quad (2.31)$$

$$\sigma_{\partial n}^{max} = 0,95 + 0,054 = 1 \text{ МПа.}$$

Для забезпечення міцності цистерни має виконуватись така нерівність:

$$\sigma_{\partial n}^{max} \leq [\sigma].$$

Перевіряємо:

$1 \leq 136$ - перевірка виконується.

2.7 Розрахунок стійкості цистерни на перекидання

Порушення стійкості цистерни у поздовжньому та поперечному напрямку можливе при аварії (характерно для порушення поздовжньої стійкості). До випадків поперечного порушення стійкості відноситься бічне ковзання та перекидання, які можуть виникати при русі по похилій площині та радіусу від впливу бічного тиску.

Імовірність бічного перекидання залежить від співвідношення ширини транспортної бази та висоти центру тяжіння, вона оцінюється коефіцієнтом бічної втоми проти перекидання

$$K_y = \frac{B}{2 \cdot z}, \quad (2.32)$$

де B - ширина колії, м.

У нашому випадку дорівнює 22 м;

z – висота центру тяжіння. У разі становить приблизно 1,5 м.

$$K_y = \frac{2,2}{2 \cdot 1,96} = 0,56.$$

Прискорення перекидання

$$a_o = g \cdot K_y, \quad (2.33)$$

$$a_o = 9,81 \cdot 0,56 = 5,5 \text{ м/с}^2.$$

						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість перекидання

$$v_o = 3,6\sqrt{a_o \cdot R}, \quad (2.34)$$

де R - радіус повороту, $R = 25$ м.

$$v_o = 3,6\sqrt{5,5 \cdot 25} = 49,55 \text{ м/с.}$$

Швидкість ковзання цистерни при повороті

$$v_{ск} = 3,6\sqrt{y \cdot g \cdot R}, \quad (2.35)$$

де y - коефіцієнт зчеплення шин з дорогою. Прийmemo рівним 0,5.

$$v_{ск} = 3,6\sqrt{0,5 \cdot 9,81 \cdot 25} = 39,8 \text{ м/с.}$$

При повороті бічний зсув виникає раніше, ніж перекидання

$$v_{нов} = v_o - 0,5v_o, \quad (2.36)$$

де v_o – гранична швидкість автомобіля, 120 км/год.

$$v_{нов} = 120 - 0,5 \cdot 120 = 60 \text{ км/год.}$$

Перекидальний момент

$$M_{оп} = \frac{z \cdot v_{нов}^2}{R_3}, \quad (2.37)$$

$$M_{оп} = \frac{1,96 \cdot 60^2}{1,94} = 1785,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Утримуючий момент визначається як:

$$M_{y\partial} = \frac{m_{ц.повна} \cdot B}{2 \cdot g}, \quad (2.38)$$

$$M_{y\partial} = \frac{13680 \cdot 2,2}{2 \cdot 9,81} = 1533,9 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Умова стійкості виконується при дотриманні наступної умови:

$$M_{y\partial} > M_{оп},$$

$$1533,9 \text{ Н} \cdot \text{м} < 1785,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Умова не виконується, отже встановимо обмеження швидкості автоцистерни на повороті до 50 км/год.

						Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8 Вибір насосного обладнання

Потрібна продуктивність насоса

$$Q_{mp} = \frac{n \cdot V}{0,3}, \quad (2.40)$$

де n – кількість відсіків;

V - Місткість кожного з відсіків, м^3 ;

$$Q_{mp} = \frac{2 \cdot 9}{0,4} = 45 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Тоді секундна витрата

$$q = \frac{Q_H}{3600}, \quad (2.41)$$

де Q_H - Номінальна витрата, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$q = \frac{45}{3600} = 0,0125 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Діаметр трубопроводу

$$D_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot w}}, \quad (2.42)$$

де w – швидкість перекачування. Для розрахунку беруть 2 м/с .

$$D_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0061}{\pi \cdot 2}} = 0,089 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартний діаметр труби – 100 мм .

Діаметр та число напірно-всмоктувальних рукавів визначаємо за ГОСТ Р50913-96.

Число напірно-усмоктувальних рукавів: 2.

Зробимо уточнення швидкості перекачування

$$w = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot D_{mp}^2}, \quad (2.43)$$

$$w = \frac{4 \cdot 0,0125}{3,14 \cdot 0,100^2} = 1,6 \text{ м/с}.$$

Визначимо число Рейнольдса для даного режиму перекачування:

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_e = \frac{w \cdot D_{mp}}{\eta}, \quad (2.44)$$

де η – кінематична в'язкість нафтопродукту, що перекачується. Прийmemo рівної кінематичної в'язкості бензину - 0,6 с.

$$R_e = \frac{1,6 \cdot 0,100}{0,6 \cdot 10^{-4}} = 2285,71.$$

Т.к. R_e знаходиться в межах $1500 \leq R_e \leq 2400$, режим перебігу рідини перехідний.

Визначимо тиск у всмоктувальному трубопроводі

$$P_{вс} = P_A + \rho \cdot g \cdot h_{налива} - \frac{\rho \cdot w^2}{2 \cdot g} \left(1 - \xi + \lambda \frac{L}{D_{mp}}\right), \quad (2.45)$$

де P_A - Атмосферний тиск, 0,1 МПа;

ξ - коефіцієнт місцевих втрат;

λ - коефіцієнт гідравлічного опору;

L - Довжина всмоктуючого трубопроводу. Прийmemo рівною 3 м відповідно до ГОСТуР 50913-96.

Коефіцієнт гідравлічного опору λ можна визначити за такою формулою:

$$\lambda = \frac{0,3164}{R_e^{-0,25}}, \quad (2.46)$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{2285,71^{-0,25}} = 0,4103.$$

Коефіцієнт місцевих втрат складається з гідравлічного опору напірного трубопроводу. У нашому випадку:

$$\xi = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5, \quad (2.47)$$

де n_1 - Опір входу - 0,45;

n_2 - Опір фільтра грубої очистки - 0,5;

n_3 - Опір засувки - 0,47;

n_4 – опір двох трійників – 1,3х2;

n_5 - Опір виходу - 0,81.

						Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\xi = 0,45 + 0,5 + 0,47 + 1,3 \cdot 2 + 0,81 = 4,83.$$

$$P_{ec} = 0,1 \cdot 10^6 + 0,76 \cdot 9,81 \cdot 3,45 - \frac{0,76 \cdot 1,6^2}{2 \cdot 9,81} \cdot (1 - 4,83 + 0,4103 \frac{1}{0,1}) = 0,1 \text{ МПа}.$$

Визначимо втрати у нагнітальному трубопроводі:

$$h_n = \left(\lambda \frac{L}{D_{mp}} + \xi \right) \frac{w^2}{2 \cdot g}, \quad (2.48)$$

$$h_n = \left(0,4103 \frac{1}{0,1} + 4,83 \right) \frac{1,6^2}{2 \cdot 9,81} = 51.$$

2.9 Устаткування цистерни

Технологічне обладнання включає цистерну для палива, насос, гідравлічну систему трубопроводів з арматурою, пневматичну систему управління, роздавальний рукав з наконечником, рукав для перекачування, приймальний рукав 5, електричне та протипожежне обладнання, контрольно-вимірювальні прилади 2. Привід насоса здійснюється від двигуна автомобіля через коробку відбору потужності та карданний вал.

Цистерна з листової сталі, рамної конструкції, калібрована. Зверху цистерни розташовані наливні горловини, в нижній частині - відстійникиводовідділювачів. Усередині цистерни встановлено поплавкові показники рівня. На кришках горловин є дихальні клапани із фільтром. Управління технологічним обладнанням (пневмозасувками, насосом, шланговим барабаном) централізоване, пневматичне, здійснюється з кабіни, розташованої ззаду.

Нижче наведено докладніший опис основного обладнання автоцистерни.

Клапан дихальний

Клапан дихальний УД 2-80 (рис.2.1), пристрій з пневмоуправлінням, призначений для системи відведення парів із цистерни при заповненні та зливі нафтопродукту. Під час транспортування нафтопродукту виконує функцію дихального клапана. При перекиданні цистерни запобігає витoku

						Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нафтопродукту в навколишнє середовище, а вогневий запобіжник захищає від проникнення полум'я.

Пристрій дихальний УД 2-80 виконує такі функції:

- відкривається при тиску повітря;
- запобігає небезпечному підвищенню тиску в цистерні;
- запобігає небезпечному зниженню тиску в цистерні;
- Забезпечує герметичність цистерни у разі її перекидання.

Пристрій дихальний призначений для експлуатації в районах з помірним кліматом за температури навколишнього повітря від мінус 45 до плюс 50 °С.

Вогневий запобіжник, що входить до складу дихального пристрою захищає від проникнення полум'я.

Технічні характеристики дихального клапана представлені у таблиці 2.3.

При збільшенні тиску всередині резервуару (автоцистерни) парів палива понад 0,25 кгс/см² (це відбувається в результаті закачування палива або при його температурному розширенні) клапан тиску піднімається, стискаючи пружину. Пари палива через зазор між корпусом та кришкою виходять в атмосферу. Тиск у резервуарі (автоцистерні) знижується і після досягнення 0,25 кгс/см² клапан тиску під дією пружини закривається.

Таблиця 2.3

Технічні характеристики дихального клапана УД 2-80

Найменування показника	УД 2-80
Пропускна спроможність	45...55
Робочий надлишковий тиск, МПа	0,005...0,0063
Робочий вакууметричний тиск, МПа	0,0015...0,0025
Надлишковий тиск повного відкриття, МПа	0,0080...0,0100
Вакууметричний тиск повного відкриття, МПа	0,0025...0,0032
Температура довкілля, °С	-40...+50
Маса, кг, не більше	3,7

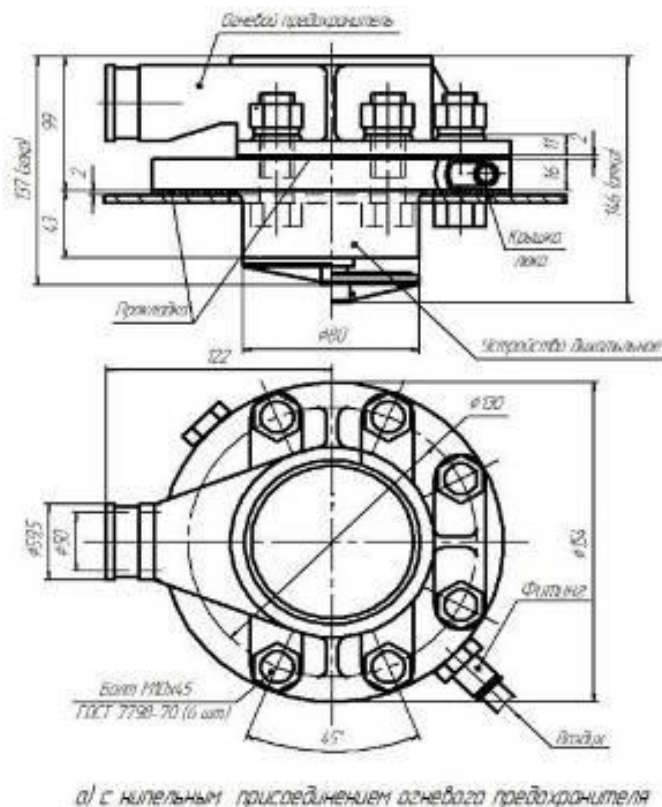


Рис. 2.1 Клапан дыхальный УД 2-80

Насос.

На проектуваній автоцистерні доцільно застосування самовсмоктуючого насоса СЦЛ 20/24. Вибраний насос не тільки відповідає вимогам надійності, але й також має невелику вагу. Алюмінієвий метал значно зменшує масу насоса, що є важливим показником будь-якого обладнання для автоцистерни. Такі насоси призначені для перекачування чистих, без механічних домішок рідин: бензину, гасу, дизельного палива та інших нейтральних рідин в'язкістю не більше $2 \cdot 10^{-5}$ м²/с температурою від мінус 40 до 50°C і щільністю не більше 1000 кг/м³.

Всмоктуючий фланець насоса виконаний у корпусі насоса, напірний – у ковпаку, що кріпиться до корпусу насоса. Корпус колеса має осьовий підвід до відцентрового колеса. Відведення від вихрового колеса забезпечують кришка корпусу та проміжна кришка, яка поділяє внутрішню порожнину корпусу на дві частини. Вал спирається на шарики підшипники, які закриваються кришками (задньою глухою та передньою з розточуванням під вал).

					Арк.
					38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Герметичність насоса забезпечується гумовими кільцями та торцевими ущільненнями.

Таблиця 2.4

Технічні характеристики насосу

Частота обертання, об/хв	1450	1700
Подача, м3/год	32	45
Натиск, м	54	45
Потужність, кВт	18,5	24
ККД насоса, %	33	
Допустимий кавітаційний запас, м	1,5	5
Висота самовсмоктування, м	5,5	
Габаритні розміри, мм	478x460x285	
маса, кг	35	

Торцеве ущільнення закріплюється на валу насоса за допомогою штифта. Кільце, що обертається, притискається до нерухомого пружиною, забезпечуючи герметичність. Герметичність між валом і кільцем, що обертається, забезпечується гумовим кільцем. Герметичність між нерухомим кільцем та корпусом ущільнення забезпечується гумовим кільцем.

Нерухоме кільце стопориться щодо корпусу ущільнення циліндричним штифтом.

Витік рідини відводяться через отвори в корпусі ущільнення та корпусі насоса.

Перед пуском у насос заливають робочу рідину. У момент пуску рідина, що є в насосі, захоплюється відцентровим колесом і по перекладному каналу відкидається в ліву порожнину корпусу насоса до вихрового колеса, яке частково витісняє рідину в ковпак. За рахунок витісненої рідини в насосі утворюється вакуум і з всмоктуючої лінії надходить повітря.

У корпусі повітря змішується з рідиною, що перекачується, утворюючи емульсію, яка витісняється вихровим колесом в ковпак. При проходженні емульсії через повітропровід повітря відокремлюється від рідини і збирається у верхній частині ковпака, рідина надходить назад в камеру вихрового колеса.

Цей процес відбувається безперервно до тих пір, поки всмоктувальна

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					39

лінія насоса не звільниться від повітря і рідина, що перекачується, не надійде в насос. При проходженні через відцентрове колесо і колесо вихрове рідина, що надійшла в насос, набуває механічної енергії надходить у напірний трубопровід. Звільнене місце негайно заповнюється новою порцією рідини. Цей процес під час роботи насоса відбувається безперервно.

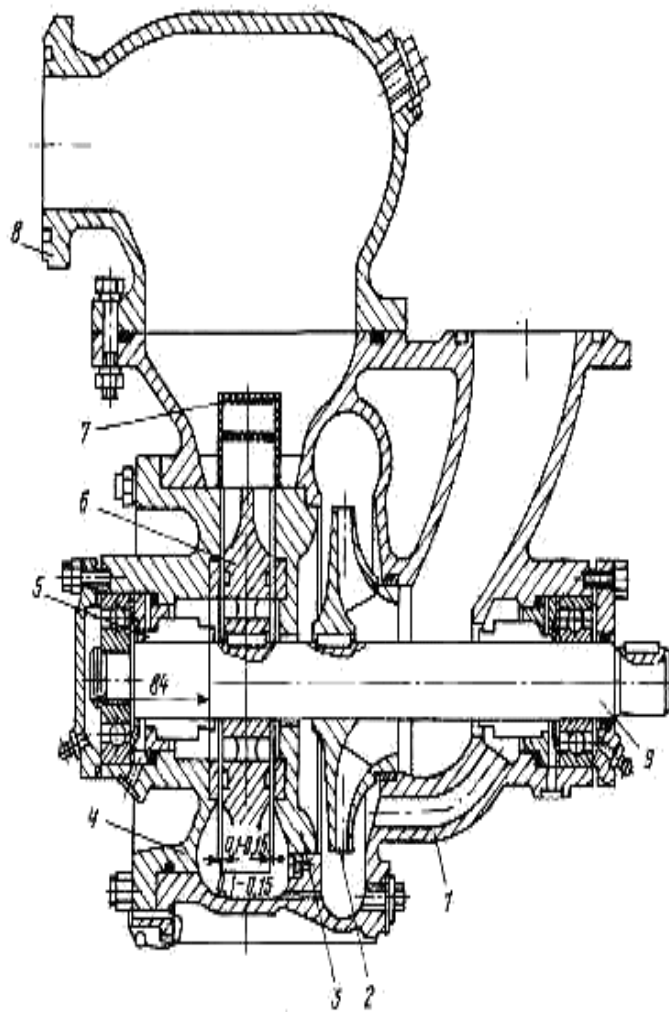


Рис.2.2 Загальний вигляд насосу СЦЛ-20-24

1 - корпус насоса; 2 - відцентрове колесо; 3 - проміжна кришка; 4 - кришка корпусу; 5 - торцеве ущільнення; 6 - вихрове колесо; 7 - повітропровід;
8 - ковпак;

					Арк.
					40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Донний клапан

Донний клапан Ф100 Civason (рис.2.3) призначений для нижнього зливу НП. Конструкція донного клапана проста, забезпечує безпеку, захист навколишнього середовища, дозволяє використовувати донний клапан у поєднанні з іншими виробами.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики донного клапана

Робочий тиск, бар	5
Максимальна пропускна здатність, л/хв	2 500
Операційний тиск повітря, бар	3 - 7,5
Зовнішній діаметр, мм	222
Умовний прохід, мм	100
Діаметр по кріпильних отворах, мм	190
Діаметр по сітчастому фільтру, мм	149
Температура експлуатації, °С	-40...+50



Рис. 2.5 Донний клапан Ф100 Civason

Встановлюється на автомобільних засобах транспортування та заправки світлих НП.

Донний клапан є запірною арматурою, що встановлюється на дні цистерни. Захисна сітка донного клапана перешкоджає проникненню бруду, сторонніх предметів як при зливі, так і при наливі НП. Технічні характеристики донного клапана представлені таблиці 2.5.

						Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фільтр попереднього очищення.

Фільтр Ду80, DN-80, призначений для очищення палива від великих механічних домішок та бруду. Фільтр має швидкознімний механізм кріплення кришки картриджа. Фільтруючий елемент складається з корпусу, перфорованих пластин та металевих сіток. Фільтр картридж є розбірним, що дозволяє зробити ретельне очищення.

Таблиця 2.6

Технічні характеристики фільтра

Умовний діаметр, мм	80
Потік, л/хв	1000
Сітка фільтра, міш.	80
Розмір частинок, що проходять, мм	не більше 0,18



Рис. 2.6 Фільтр Ду80, DN-80.

Обмежувач рівня наливу

Обмежувач рівня наливу 784.00.00.00 (рис.2.7) призначений для подачі сигналу про перевищення граничного рівня продукту в цистерні за її нижнього завантаження. Обмежувач рівня працює у поєднанні з пневматичним донним клапаном та набірним блоком керування, які заплутуються від пневматичної мережі автомобіля.

						Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При заповненні цистерни до певного рівня обмежувач подає пневматичний сигнал на закриття донного клапана, через який йшло заповнення цистерни. Технічні характеристики обмежувального клапана представлені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Технічні характеристики обмежувального клапана

Робочий надлишковий тиск мережі автомобіля, МПа	0,55
Мінімальне занурення трубки, мм	50
Максимальне занурення трубки, мм	150
Температура довкілля, °С	-40...+50
Маса, кг, не більше	3,2



Рис. 2.7 Обмежувач рівня наливу

Перепускний клапан.

Клапан перепускний (рис.2.8) встановлений в напірному патрубку насоса і призначений для повідомлення напірної магістралі насоса з всмоктуючим при збільшенні тиску напірної магістралі вище гранично допустимого. Корпус клапана литий із алюмінієвого сплаву. У корпус заармовано сидло клапана, якого пружиною притиснутий клапан. Пружину 5 регулюють відповідний для даної системи тиск гайкою 4. При підвищенні тиску в напірному трубопроводі

більш зазначеного, клапан відкривається і перепускає частину рідини назад у всмоктуючий трубопровід насоса. В цьому випадку насос працює "на себе". Оскільки насос у проєктованій АЦ має привід від двигуна автомобіля, установка перепускного клапана є обов'язковою [8].

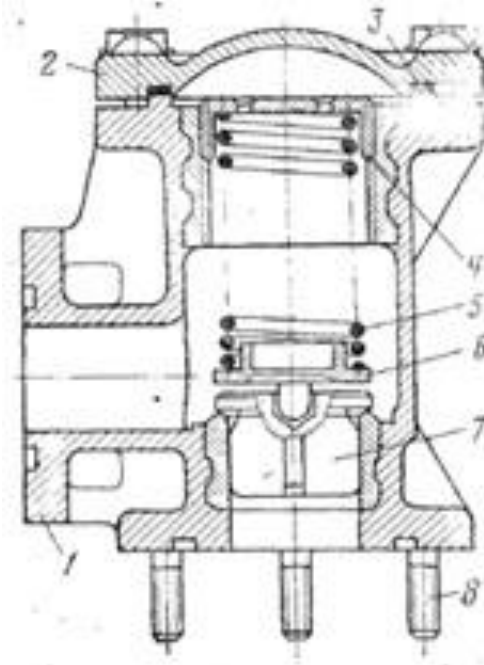


Рис. 2.8 Перепускний клапан

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – прокладка; 4 – гайка; 5 – пружина;
6 – напрямна; 7 – клапан; 8 – шпилька

Манометр «РОСМА» корозійностійкий та вібростійкий.

Манометри встановлюються з метою регулювання надлишкового тиску та вакууму в цистерні. У цьому випадку встановлено манометр РОСМА. Принцип дії приладу ґрунтується на зміні деформації пружини під дією тиску. Шкала приладу чорна, з відмітками та цифрами, покритими світним складом постійної дії.

Основна наведена похибка даного манометра становить близько 1%. Даний прилад має гарну стійкість до негативних температур – інтервал роботи становить від -60 до +50 °С. Також, він має малу масу – не більше 0,2 кг. Діапазон вимірів – 0,1-1,6 МПа. Діаметр корпусу становить близько 100мм, тобто пристрій дуже компактний (рис.2.9) [8].

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	44



Рис.2.9 Манометр РОСМА

Кран кульовий ДУ-80.

Кульові крани відносяться до запірної арматури та мають невеликі габарити, малий гідравлічний опір та високі експлуатаційні якості. Завдяки цьому кульові крани набули широкого застосування на різних трубопроводах, у тому числі і на трубопроводах великих діаметрів.

Таблиця 2.8

Технічні характеристики крана шарового ДУ-80

Робочий тиск	До 1,6 МПа
Температура робочого середовища	до + 200 С
Вага	2,3 кг
Виробник	Росія

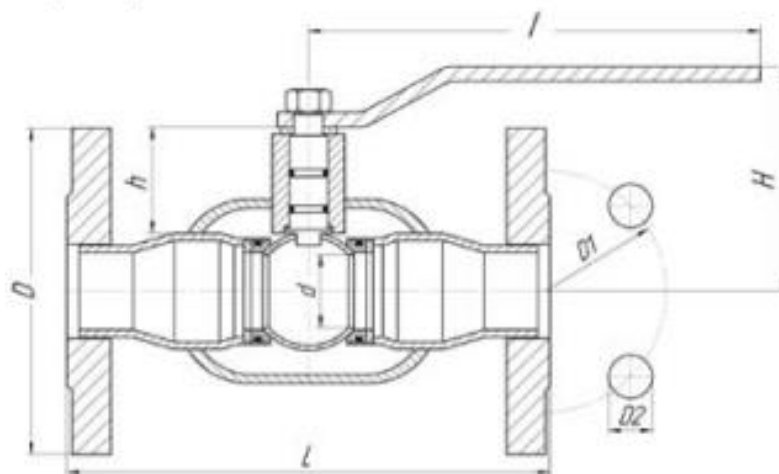


Рис. 2.10 Кран шаровий ДУ-80

Крани призначені для трубопроводів, що транспортують воду, нафту, газ і т.д. Фланцеве з'єднання можуть встановлюватися на трубопроводі в будь-якому робочому положенні.

Клапан малих подихів K5852

Клапан дихальний (малих дихань) K5852 для впускання/випуску повітря, запобігає зниженню тиску в автоцистерні при транспортуванні світлих нафтопродуктів, а також забезпечує герметичність цистерни при її перекосах, аж до перевероту. Клапан встановлюється на кришці люка автоцистерна [7].

Таблиця 2.9

Характеристики K5852

робочий надлишковий тиск, МПа	0,0063 – 0,0080
робочий вакуумметричний тиск, МПа	0,0025 – 0,0032;
надлишковий тиск повного відкриття затвора, МПа	0,0080 – 0,0100
вакуумметричний тиск повного відкриття затвора МПа	0,0032 – 0,0050
Температура довкілля, °С	-40...+50



Рис. 2.11 Клапан K5852

Наливний люк.

Кришка горловини (рис. 2.12) призначена для оснащення АТЗ з верхнім та нижнім наливом НП та авіаційних палив, встановлюється на автомобільних засобах транспортування та заправки НП. Заливний люк має механізми подвійного відкриття: перший – натисканням на педаль, другий – натисканням на важіль. Перший етап – попереднє відкриття для скидання можливого внутрішнього тиску у відсіку та другий етап – остаточне відкриття. Вона виконує функцію скидного клапана, який необхідний у разі механічного впливу на котел цистерни, при якому різко змінюється об'єм відсіку і необхідно скидати продукт на величину зміни об'єму для збереження герметизації. Зразки кришки люка із встановленими на ній приладами у закритому стані піддаються випробуванням на спеціальному стенді за методикою європейського стандарту.

Таблиця 2.10

Технічні характеристики наливного люка

найменування показника	Наливний люк
Діаметр заливної горловини, мм	300
Температура довкілля, °C	-40+50
Матеріал кришки люка	Сталь 09Г2С ГОСТ 27772-88



Рис. 2.12 Наливний люк

Рівномір герконовий магнітний поплавковий ПМП-118

Рівнемір ПМП-118, ПМП-138 є складовою вимірювальної системи «СЕНС» і в комплект входить магнітний поплавковий перетворювач ПМП-118 (ПМП-138), вторинні пристрої: блок живлення БП-9В-1А, сигналізатор МС-К-500-2. Також можна використовувати різні інші прилади, що підтримують протокол вимірювальної системи СЕНС.

Пристрої ПМП здійснюють вимірювання рівня та температури, перетворює та обчислює, і відображає числові значення параметрів контрольованого середовища. Вимірювання рівня рідкого середовища виконується за допомогою поплавця з інтегрованим магнітом, який впливає магнітним полем на чутливі елементи (геркони). Геркони розташовані в ряд з інтервалом, який забезпечує безперервний вимір. Вимірювання температури є багатоточковим, з використанням інтегральних датчиків температури, однаково розподіленим по довжині напрямної (трохи більше 8 точок). Для обчислень середньої температури рідкого середовища застосовуються показання датчиків температури, які перебувають під поверхнею рідкого середовища, а температури пари - над поверхнею.

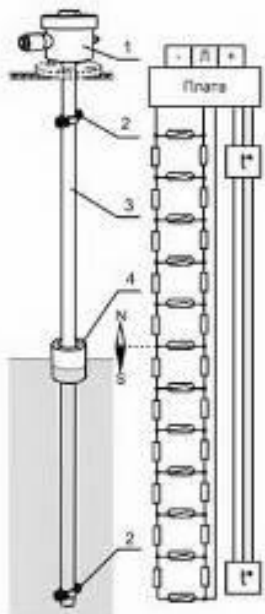


Рис. 2.13 Рівнемір герконовий магнітний поплавковий ПМП-118

1 – Корпус; 2 – Верхній та нижній обмежувач поплавця;

3 – напрямна; 4 – поплавець

					Арк.
					48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Пристрої ПМП - можна встановлювати не більше восьми порогових значень вимірюваних або обчислювальних параметрів (рівня, температури, об'єму, маса, процентного заповнення та ін), при досягненні яких передаються команди управління вторинними пристроями вимірювальної системи СЕНС.

2.10 Опис технологічних операцій

АЦ може здійснювати кілька різних операцій з перекачування наливу та видачі НП. На малюнку 17 представлена гідравлічна схема АЦ.

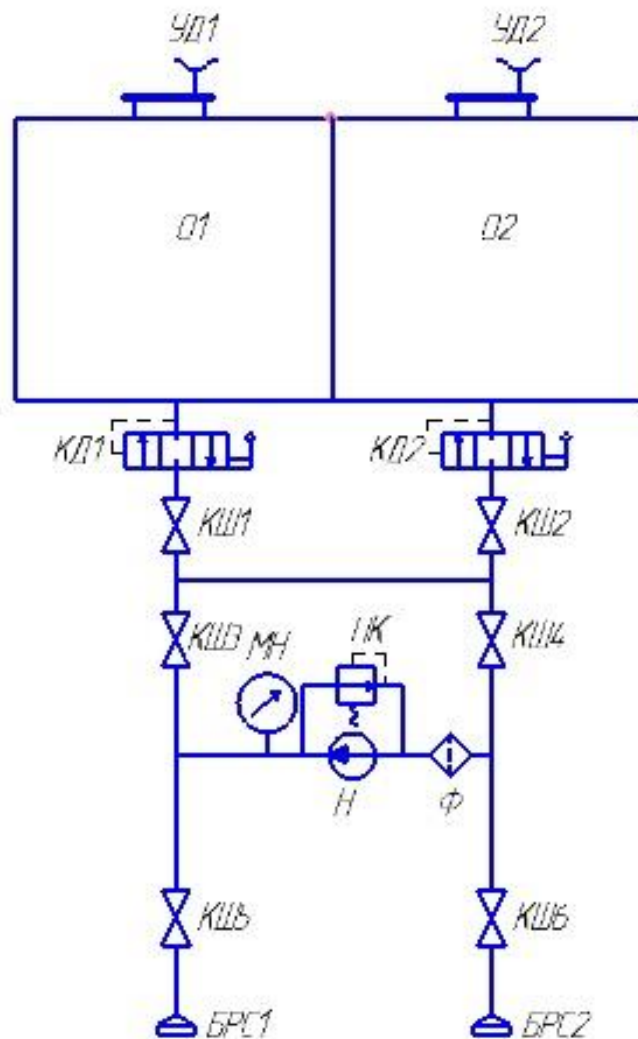


Рис. 2.14 Гідравлічна схема

УД1-УД2 - Дихальний пристрій; 01-02 - Відсіки автоцистерни, КД1-КД2 - Клапан донний, КШ1-КШ6 - Кран кульовий, Ф - Фільтр грубої очистки, Н -

					Арк.
					49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Насос, ПК - Клапан перепускний, МН - Манометр, БРС1-БРС2 - Швидкороз'ємне з'єднання.

Послідовність дій для виконання технологічних операцій:

- для зливу цистерни своїм насосом, двох відсіків разом, необхідно відкрити клапан донний КД1, КД2, відкрити кран кульовий КШ1, КШ2, КШ4, КШ5, слив буде відбуватися через швидкороз'ємне з'єднання БРС1, інші крани повинні бути закриті;

- для зливу палива з першого відсіку своїм насосом, потрібно відкрити клапан донний КД1, кран кульовий КШ1, КШ4, КШ5, слив буде відбуватися через швидкороз'ємне з'єднання БРС1, інші крани повинні бути закриті;

- для зливу з другого відсіку своїм насосом потрібно відкрити клапан донний КД2, кран кульовий КШ2, КШ4, КШ5, слив буде відбуватися через швидкороз'ємне з'єднання БРС1, інші крани повинні бути закриті;

- для зливу цистерни самопливом із двох відсіків разом, необхідно відкрити потрібно відкрити клапан донний КД1, КД2, кран кульовий КШ1, КШ2, КШ3, КШ4, КШ5, КШ6, слив буде відбуватися через швидкороз'ємне з'єднання БРС1, БРС2;

- для зливу самопливом з першого відсіку необхідно відкрити клапан донний КД1, кран кульовий КШ1, КШ3, КШ5, слив буде відбуватися через швидкороз'ємне з'єднання БРС1, інші крани повинні бути закриті;

- для зливу самопливом з другого відсіку необхідно відкрити клапан донний КД2, кран кульовий КШ2, КШ4, КШ6, слив буде відбуватися через швидкороз'ємне з'єднання БРС2, інші крани повинні бути закриті;

- для нижнього наливу цистерни, за допомогою власного насоса, необхідно відкрити кран кульовий КШ6, КШ3, КШ1, КШ2 і донний клапан КД1, КД2, кран кульовий КШ5 і КШ4 повинні бути закриті. Якщо необхідно наповнити перший відсік, то при такій же схемі закрити кран кульовий КШ2 і донний клапан КД2, якщо ж необхідно заповнити другий відсік - закрити кран кульовий КШ1 і клапан донний КД1;

						Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для перекачування палива насосом автоцистерни, необхідно відкрити КШ6, КШ5, вхід рідини буде проводиться через БРС2, вихід речовини, що перекачується через БРС1, всі інші крани повинні бути закриті.

2.11 Антикорозійна обробка цистерни

Проблема корозії та захисту внутрішніх поверхонь цистерн виникла у повоєнний період, коли цистерни стали зазнавати масових корозійних руйнувань у зв'язку з перевезеннями сирої високосірчистої нафти.

Щорічні збитки від корозії внутрішньої поверхні цистерн, що перевозять близькосхідну нафту, становили 150 тис. дол. для кожної нафтопереробної компанії за, а швидкість виразкової корозії часом досягала 3,2 мм/рік.

Характер та ступінь корозії металевої поверхні цистерн обумовлена багатьма факторами: природою вантажів, що перевозяться; частотою їхньої зміни; режимами миття цистерн, і навіть кліматичними умовами експлуатації.

Нафта і нафтопродукти самі не є корозійно-активними, але волога, що міститься в них, насичена киснем повітря, і сірчані сполуки, присутні в багатьох сортах нафти, викликають інтенсивну корозію металу. При цьому найбільшим корозійним руйнуванням піддається газова зона поверхні цистерн (через взаємодію металу з киснем і сірководнем у тонкій плівці вологи) та горизонтальні поверхні, зокрема днище.

Найбільш ймовірною причиною руйнування горизонтальних поверхонь автоцистерн є комплексний вплив частого миття гарячою водою. Підвищений вміст нафти активних сірчистих сполук, зокрема сірководню, у присутності якого утворюються сульфіди заліза, посилюють корозію стали.

Крім того, сірководень в результаті взаємодії з киснем окислюється до сірчаної кислоти, яка підкисляє воду (підтоварна вода), що знаходиться під шаром нафти, до $pH=2-3$. Глибина корозійних руйнувань у танках, що виникають під впливом сірчистих з'єднань, становить кілька міліметрів на рік.

Так, у разі підвищення температури від 5 до 30 °C швидкість корозійного руйнування цистерн збільшується в 3-4 рази. З численних методів захисту від корозії (використання корозійностійких конструкційних матеріалів,

						Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протекторний захист, введення інгібіторів корозії у воду та нафтопродукти та ін.) найбільш ефективним і поширеним захистом є застосування лакофарбових покриттів, так як при цьому полегшуються умови експлуатації і зберігається якість вантажів, що транспортуються.

Розповсюджена методика покриття епоксидними розчинами. У зв'язку з відсутністю вітчизняних епоксидних смол застосовують в основному китайські, тайванські та корейські аналоги; нелеткі активні розріджувачі гліцидилові ефіри - лапрокси; затверджувачі - поліетиленполіамін (ПЕПА), низькомолекулярні поліаміди (ПО-200, ПО-300), аміноімідазоліни (І5М, І6М та ін), аміноефірний затверджувач ДТБ-2, амінофенольний АФ-2; пігменти, наповнювачі, пластифікатори, тиксотропні та інші функціональні добавки. Рідкі епоксидні ЛКМ складаються з двох компонентів: один компонент містить епоксидну смолу, другий – затверджувач. Затвердіння відбувається після змішування компонентів у звичайних умовах протягом 24-72 год. Нагрівання до 80°С значно прискорює затвердіння покриття (до 1,5 год).

Такі розчини здатні утворювати товстошарові покриття: товщина одного шару затверденого покриття може становити до 200 мкм. Для отримання якісного захисного покриття необхідно наносити на дуже ретельно підготовлену поверхню. Як правило, для нанесення цих ЛКМ необхідна попередня підготовка поверхні до ступеня Sa2% або St3.

Система таких покриттів складається з епоксидної ґрунтовки та верхнього покриття загальною товщиною 300-400 мкм (рис. 2.15).

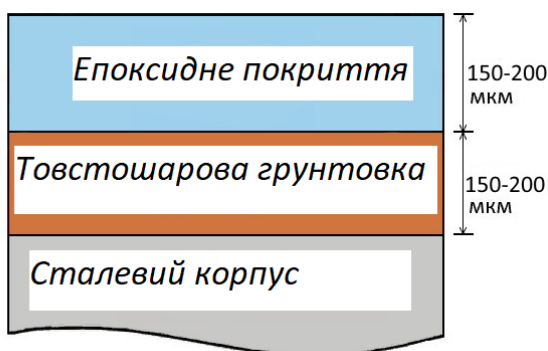


Рис. 2.15 Структура покриття паливної цистерни на основі безрозчинної епоксидної емалі

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Під час нанесення таких покриттів необхідно стежити за температурою, вентиляцією і товщиною плівки. Температуру сталевій поверхні необхідно підтримувати постійному рівні.

У північних широтах зовнішні поверхні ємностей можна покривати пінополіуретанами, а вентиляцію проводити за допомогою підігрітого осушеного повітря. Слід уникати чергування перевезень певних вантажів.

Якщо система покриття була схильною до набухання і механічної напруги, наприклад після перевезення вантажу, що випаровується, або після очищення парою, то водонепроникність покриття підвищилася і завантажувати відразу після цієї речовини, що абсорбує вологу, не слід. Саме тому захист ємностей, призначених для перевезення хімічних речовин, є найскладнішим процесом, який потребує ретельного опрацювання рецептури покриття, проведення випробувань, виготовлення, підготовки поверхні, а також суворого контролю процесу нанесення покриття. Зазвичай такі емалі наносять шляхом безповітряного розпилення. Важкодоступні місця, мають складну геометричну форму, і навіть зварні шви зазвичай очищають і шліфують з допомогою механічних абразивних речовин, та фарбують пензлем.

						Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ІНЕРЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІД ЧАС РУХУ АВТОЦИСТЕРНИ

Особливістю транспортних засобів для перевезення рідин є можливість переміщення вантажу, що транспортується, відносно резервуару цистерни. Іншою їх особливістю є високе розташування центру мас вантажу над дорогою.

Коливання рідкого вантажу всередині резервуара призводять до істотного зниження поздовжньої та поперечної стійкості та керованості та збільшують навантаження на конструкцію цистерни.

Найбільший вплив на керованість та стійкості автоцистерн надають такі фактори, як геометрія резервуара, висота центру тяжіння, рівень завантаження, поперечний і подовжній напрямки зміщення центру тяжіння вантажу під час руху по кривій, гальмуванні, маневрах зміни смуги руху, а також властивості динамічної взаємодії рідини із конструкцією. Вплив переміщення рідини на динаміку транспортного засобу істотно зростає зі збільшенням маси транспортного засобу та його розмірів.

Внаслідок аварій, що відбуваються при експлуатації рухомого складу, що перевозить рідкі вантажі, завдається значних збитків втрата вантажів, навколишнього середовища та здоров'ю людей. Тому проблема забезпечення безпеки руху транспортних засобів, що перевозять рідини, дуже актуальна. У зв'язку з цим розробляються заходи щодо зниження впливу коливань рідини всередині резервуарів на динаміку транспортного засобу.

Перший спосіб передбачає установку внутрішніх перегородок.

Другий полягає у зміні форми резервуара цистерни.

Третій варіант заснований на введенні у підвіску базового шасі або у кріпленні цистерн до рами автомобіля спеціальних елементів з метою зміни жорсткості.

У розділі виконано аналіз методів модернізації конструкції кузова цистерни, спрямованих на забезпечення безпеки їх експлуатації.

Методи демпфування коливань рідини резервуарах цистерн. Основним способом обмеження рухливості рідини в цистернах є встановлення

						Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внутрішніх перегородок. Метою їх введення є демпфування поздовжніх та поперечних коливань рідини.

Пристрої, призначені для гасіння коливань рідини, що відрізняються схемами установки перегородок. Існують технічні рішення, в яких перегородки передбачається встановлювати горизонтально, вертикально або під кутом до поздовжньої осі цистерни. Одні автори пропонують жорстко кріпити перегородки до резервуару цистерни, іншими розроблені варіанти з рухомим їх кріпленням. Самі перегородки можуть бути жорсткими або гнучкими.

Досвідом експлуатації автоцистерн встановлено, що найкращі динамічні якості мають цистерни, всередині резервуарів яких встановлена система поздовжніх та поперечних хвилерізів. Проте заведені конструкції мають дуже суттєвий недолік: через велику кількість внутрішніх перегородок ускладнюється технічна експлуатація резервуарів. Тому розробляються технічні рішення щодо забезпечення демпферування коливань рідини шляхом установки не великої кількості додаткових елементів.

На початковому етапі створення конструкцій цистерни всередині резервуарів встановлювали плоскі перегородки. Простота виготовлення зумовила широке їх застосування. Проте недостатня ефективність плоских перегородок зумовила створення конструкцій, у яких з метою підвищення ефективності гасіння коливань використовуються перфоровані перегородки, що мають спеціально підібраний профіль.

Наприклад, у цистерні з метою підвищення ефективності гасіння коливань кожен волноріз виконаний гофрованим, причому до кожному гребеню прикріплена вертикальна пластина 7, як це показано на рис. 3.1. Така конструкція дозволяє збільшити опір руху рідини і тим самим забезпечити гасіння її кінетичної енергії.

Інший підхід при встановленні перегородок пов'язаний з перенаправленням потоку рідини при гальмуваннях та розгонах цистерн. Він пов'язаний з різного виду похилих або закруглених перегородок.

						Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

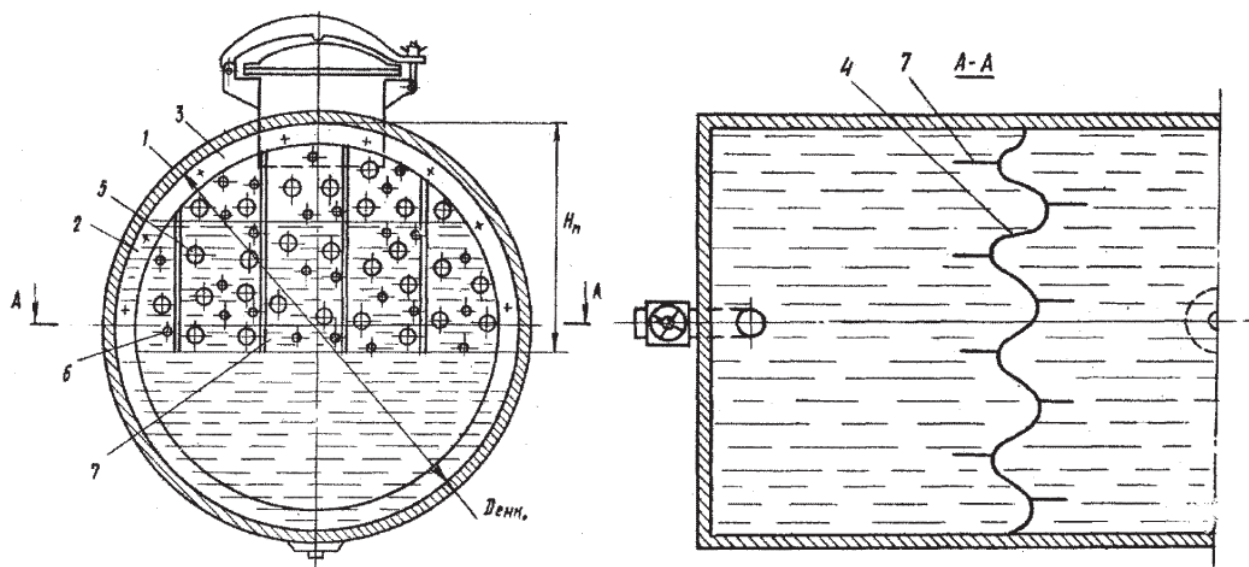


Рис. 3.1 Цистерна з гофрованими хвилерізами

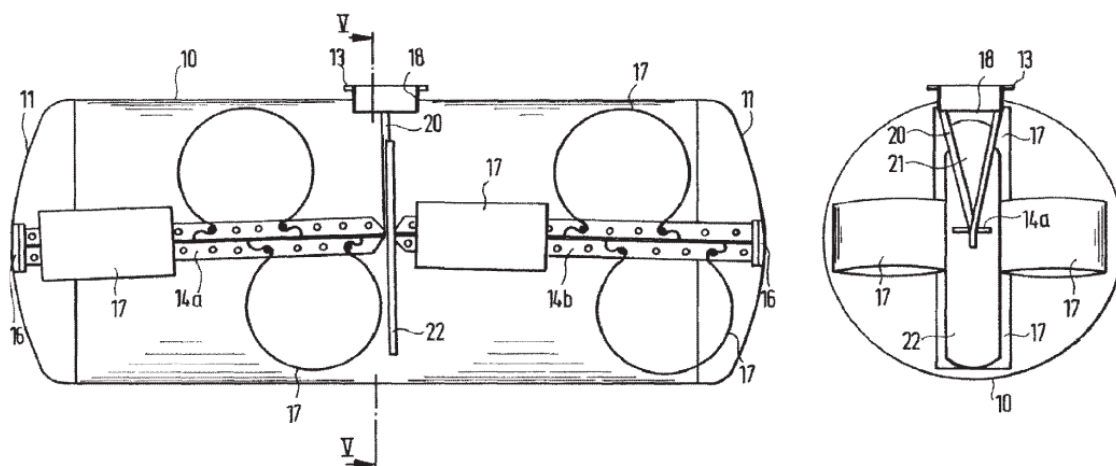


Рис. 3.2 Цистерна з Ω -подібними обичайками

Є технічні рішення, мета яких зменшити коливання рідини чи зовсім їх припинити. Наприклад, з метою зниження навантажень на корпус цистерни, що виникають внаслідок коливань рідини, перфоровані перегородки пропонується шарнірно прикріплювати до бокових стінок корпусу і з'єднувати між собою за допомогою пружинно-натяжних пристроїв, як представлено на рис. 3.3.

Використання шарнірів дозволяє зменшити напругу в місцях кріплення перегородок до резервуару. Ефективність гасіння кінетичної енергії рідини збільшується за рахунок перетікання рідини через отвори в перегородках та деформації пружних елементів пружинно-натяжного пристосування.

До недоліків останніх пристроїв треба віднести наявність рухливих деталей, які можуть передчасно вийти з ладу під час транспортування хімічно активних рідин, до яких відноситься більшість вантажів, що транспортуються.

Як зазначалося вище, одним із способів утримання динамічних якостей цистерн є зміна форми їх резервуарів. Щоб зафіксувати обсяг рідини, пропонується через оглядовий люк вставляти гумовий мішок, яка при частковому заповненні цистерни надувається і запобігає перетіканню рідини за рахунок накладання зв'язків на її вільну поверхню.

Один з підходів пов'язаний з підбором оптимальної форми резервуару цистерни, при якій забезпечує її стійкість у широкому діапазоні рівнів заповнення. Аналіз, виконаний у ряді зарубіжних робіт та наших дослідженнях дозволив оптимізувати форму резервуару.

Як цільову функцію обрано перекидний момент, що діє на цистерну при її русі по повороту. На рис. 3.4 представлені результати мінімізації обраної функції, відповідальні різним рівням заповнення резервуару, в порівнянні з циліндричним резервуаром.

Проте зміною конструкції резервуару та його форми не вичерпуються можливості з угодженням динамічних якостей транспортних засобів.

У числі способів покращення експлуатаційних властивостей автомобіля є пропозиції, пов'язані з оптимізацією кріплення цистерни до рами.

Наприклад, технічна пропозиція для зниження динамічних впливів та запобігання розшарування суміші, що перевозиться.

Велика кількість різних конструктивних рішень показує, що створена широка гама конструкцій, призначених для поліпшення динамічних характеристик цистерн, особливістю яких є переміщення вантажу, що транспортується всередині резервуарів. Ці конструкції можуть задовольнити самому широкому діапазону вимог транспортних підприємств. Однак таке різноманіття каже і про те, що досі не вироблений оптимальний спосіб демпфування коливань рідини у цистернах.

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

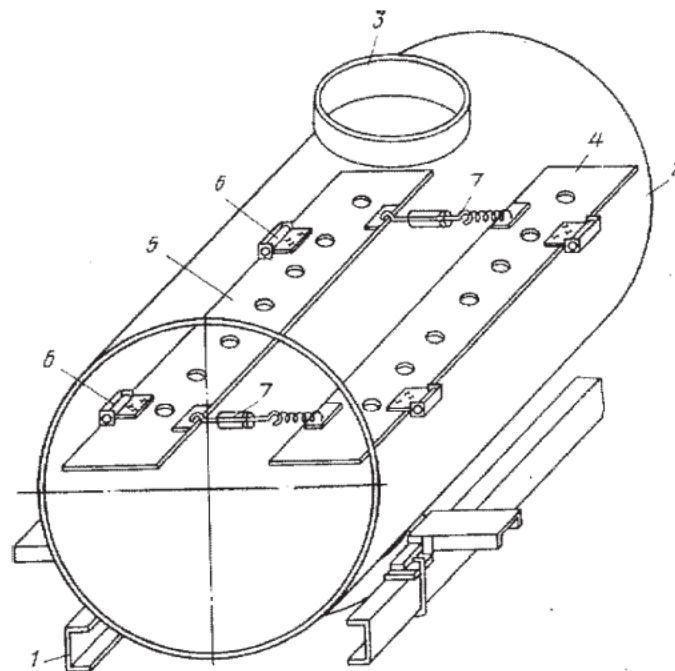


Рис. 3.3. Цистерна з шарнірно-закріпленими горизонтальними перегородками

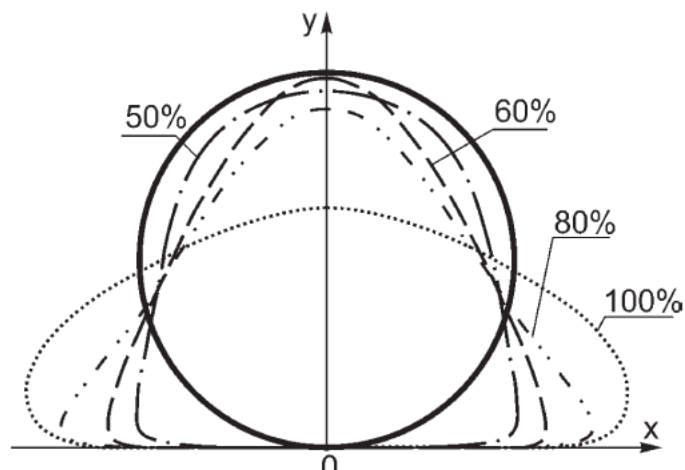


Рис. 3.4. Результати оптимізації форми резервуару цистерни при різних рівнях заповнення

Вирішення задач про оптимізацію динамічних властивостей та міцності автоцистерн. Створена теоретична база дозволяє вирішувати складні завдання механіки твердих та деформованих тіл, до яких належить дослідження руху цистерн.

Для повного обліку явищ, що відбуваються при перехідних режимах руху автоцистерн, необхідно використовувати модель рідини як суцільне

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

середовища. Основним засобом для вирішення завдань гідромеханіки на сьогоднішній день є нелінійні диференціальні рівняння.

Аналітичне рішення названих рівнянь досі не підлозічено, тому для аналізу перетікання в'язкою рідиною у резервуарах використовують чисельні методи.

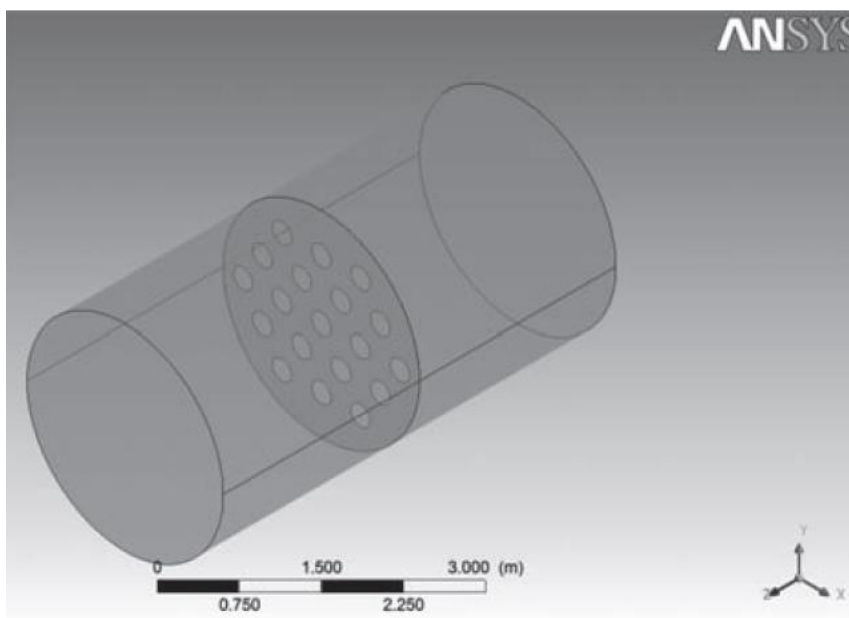


Рис. 3.5 Модель резервуару цистерни з перфорованою перегородкою

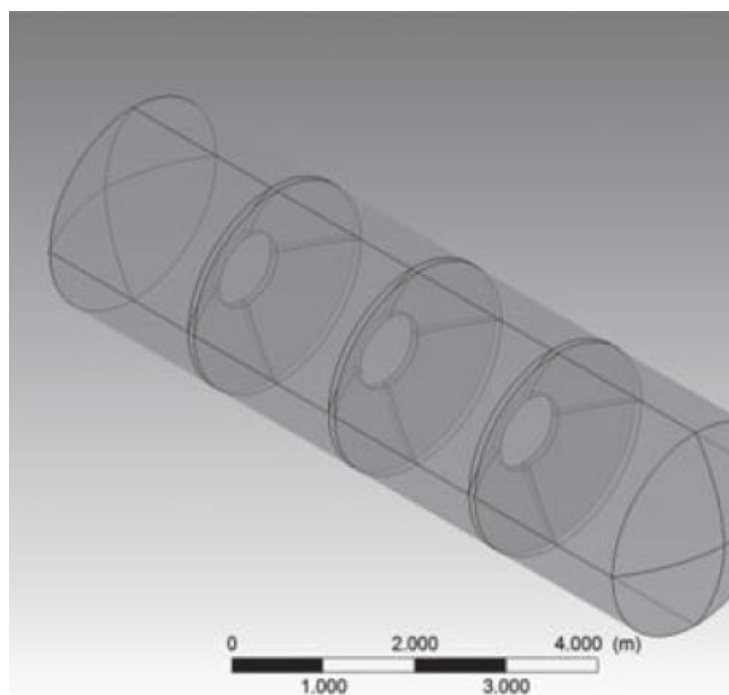


Рис. 3.6 Модель резервуару цистерни з сферичними перегородками

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Крім покращення експлуатаційних якостей частково заповненої автоцистерни внутрішні перегородки збільшують міцність і жорсткість цистерн, що дозволяє знизити загальну масу ємності за рахунок застосування тонших стінок.

При експлуатації цистерн через деякий час починають з'являтися тріщини у місцях з'єднання перегородок з оболонкою резервуара. У випадку, якщо вантаж, що перевозиться, був злитий з однієї внутрішньої ємності, сусідня ємність залишалася заповненою, при різкому гальмуванні цистерни внаслідок стисливості рідини відбувається гідроудар, що призводить до короточасного значного збільшенню тиску рідини на перегородку. Саме воно може викликати втомне руйнування оболонки резервуара.

У зв'язку з цим метою роботи став вибір конструкції перегородки, що забезпечує мінімум напруг у конструкції.

Для розрахунку сил тиску рідини на котел цистерни, викликаних гідравлічним ударом, необхідно розглядати процес поширення хвиль у повністю завантаженій циліндричній ємності з урахуванням стисливості рідини. Оцінка сил тиску на котел може бути отримана в результаті використання одновимірної моделі течії з урахуванням акустичного наближення.

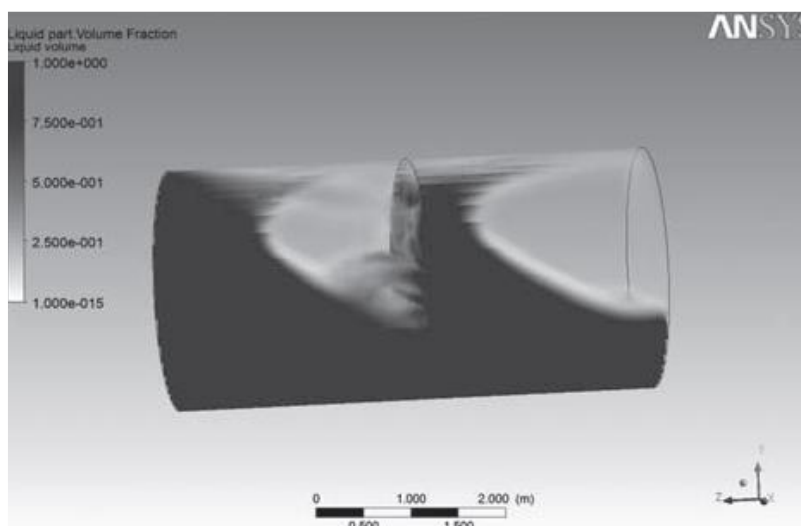


Рис. 3.7 Перетікання рідини через перфоровану перегородку

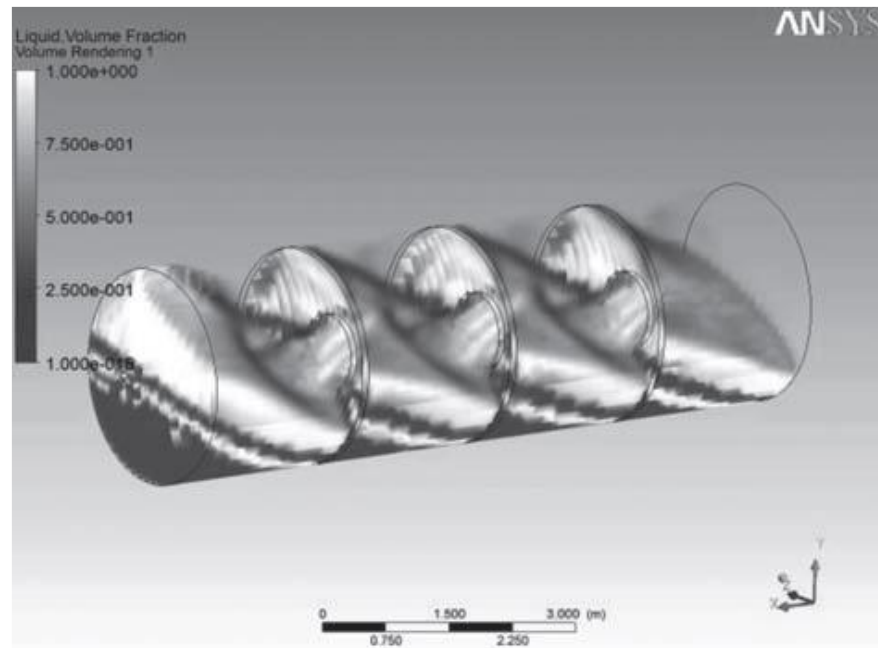


Рис.3.8 Перетікання рідини через отвори у перегородках при одночасному повороті та гальмуванні в момент 0,75 с після початку руху цистерни

						Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Модернізована АЦ призначена для перевезення світлих нафтопродуктів, дорогами загального користування та роздачі палива на АЗС як самотливам, так і через власний насос. Воно є економічно вигідним, універсальним та зручним засобом транспортування палива.

В процесі розрахунків були скориговані швидкісні характеристики руху автомобіля в кривих з 60 км/год до 50 км/год. Це обумовлене небезпекою перекидання автоцистерни.

Проведений аналіз та підбір додаткового обладнання для наповнення, вивантаження та контролю за рівнем вантажу.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи зконструйований резервуар АЦ для перевезення двох видів продукції без її змішування, тобто встановлена герметична перегородка в середині цистерни, яка розділяє її навпіл.

Розрахунок цистерни по навантаженням як для ємності для транспортування світлих нафтопродуктів забезпечує безпеку палива, що доставляється. Обладнання, встановлене на цистерну, відповідає вимогам стандарту, тому воно доступне і внаслідок цього легко замінюється.

Запропоноване вирішення проблеми корозії та захисту внутрішніх поверхонь цистерн так, як цистерни стали зазнавати масових корозійних руйнувань у зв'язку з перевезеннями високосірчаних нафтопродуктів.

						Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 51866-2002 Палива моторні. Бензин неетильований. Технічні умови. - Введ. 31.01.2002: Стандартінформ, 2002. - 42 с.
2. ДСТУ 2651:2005 Сталь вуглецева звичайної якості. Технічні умови. - Натомість 380-88; Введіть. 01. 01. 1998. Стандартінформ, 1998. - 8 с.
3. ГОСТ 5520-79 Прокат листової з вуглецевої, низьколегованої та легованої сталі для котлів та судин, що працюють під тиском. Технічні умови. - Натомість ГОСТ 5520-69; введ. 01.01.1980. Стандартінформ, 1980. - 16 с.
4. Кашканов А.А., Ребедаило В.М. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 164 с.
5. ЗАКОН УКРАЇНИ Про перевезення небезпечних вантажів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 28, ст. 222.) (Із змінами, внесеними згідно із Законами № 124-IX від 20.09.2019, ВВР, 2019, № 46, ст.295.)
6. ДОПОГ. Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів. Європейська економічна комісія.
7. Міністерство інфраструктури України. Директорат з безпеки на транспорті. Аналіз аварійності на транспорті України 2018-2020 роки.
8. Лисютин А.М. Обоснование эффективности и условий перевозок опасных наливных грузов в контейнерах-цистернах: автореф. дис. канд. техн. наук. Новосибирск, 2011.
9. Кузеев И.Р., Диньмухаметова Л.С., Пояркова Е.В. Прогнозирование безопасности эксплуатации сварных конструкций в условиях нефтесодержащих сред // Нефтегазовое дело. 2011. № 6. С. 254-262.
10. Савченко А.В. Моделирование теплозащитных свойств гелеобразующих систем при ликвидации пожаров в резервуарных парках хранения нефтепродуктов / А.В. Савченко, О.А. Островерх // Проблемы пожарной

						Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2016. – Вып. 39. – С. 243 – 249.
Режим доступа к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1054>.

11. В. В. Глущенко, Р. О. Кайдалов, М. А. Подригало, С. А. Соколовский. Энергетический подход к оценке устойчивости автомобилей-цистерн против опрокидывания // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. 2015. Вип. 2 (26).

12. Афонін М. О. Врахування дорожніх умов при створенні технологічних схем перевезень небезпечних вантажів / М.О. Афонін // Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства». – Кременчук: КрНУ, 2018. – С. 90-91.

13. Ковтун В.А. Исследование влияния геометрических параметров элементов конструкции цистерны на ее прочностные характеристики при модернизации пожарных автомобилей / В.А. Ковтун, С.Г. Короткевич, В.А. Жаранов // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 81–90.

14. Кулаковский Б.Л. Устойчивость автоцистерны против заноса и опрокидывания при движении по кругу с поперечным уклоном / Б.Л. Кулаковский, Максимов П.В //Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь, : сб. науч. тр./ НИИ ПБ и ЧС. – 2010, №2 (12). – С. 26–33.

						Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		