

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу ремонту паливних баків з дослідженням структурної міцності та навантаженням тиску

Виконав: студент 6 курсу, групи МАМ-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Роман
ПОДУСОВСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Іван ГЕВКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«12» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Подусовському Роману Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу ремонту паливних баків з дослідженням структурної міцності та навантаженням тиску

Керівник роботи Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2024 року № 4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту паливних баків

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Паливний бак – 1А1. Параметри відновлення паливних баків – 1А1.

Оптимізація вибору устаткування та адаптацій для впровадження технологічного процесу – 1А1.

Результати наукових досліджень – 3А1.

Результати моделювання методом скінченних елементів – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	21.11.24р	
2	Технологічний розділ	28.11.24р	
3	Конструкторський розділ	03.12.24р	
4	Науково-дослідний розділ	12.12.24р	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.12.24р	
6	Оформлення графічної частини	19.12.24р	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	27.12.24р	

Студент _____
(підпис)

Подусовський Роман Ігорович _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Гевко Іван Богданович _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення технологічного процесу ремонту паливних баків з дослідженням структурної міцності та навантаженням тиску».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н. проф. Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 66 сторінки формату А4 та 7 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова: структурна, міцність, методи, відновлення, випробування.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Існуюча технологія ремонту паливних баків та її недоліки.....	7
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	18
2.1 Обґрунтування послідовності, змісту та режимів технологічного процесу.....	18
2.2 Вибір технологічних та допоміжних матеріалів.....	23
2.3 Проектний технологічний процес ремонту паливних баків.....	31
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	34
3.1 Оптимізація вибору устаткування та адаптацій для впровадження технологічного процесу.....	34
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	47
4.1 Теоретичне дослідження.....	47
4.2 Результати досліджень.....	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	57
5.1 Ідентифікація небезпечних і шкідливих факторів при наплавленні під шаром флюсу.....	57
5.2 Методи і засоби санітарної обробки одягу та індивідуальних засобів захисту.....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	64
ДОДАТКИ	

ВСТУП

У сучасних умовах експлуатації транспортних засобів питання безпеки та надійності паливних систем виходить на перший план. Паливні баки як основний елемент паливної системи автомобіля відіграють ключову роль у забезпеченні його функціональності та безпеки. Регулярний вплив механічних навантажень, корозійних процесів та динамічних впливів в процесі експлуатації зумовлює необхідність постійного удосконалення технологічних процесів їх ремонту та обслуговування.

Ця кваліфікаційна робота магістра присвячена удосконаленню технологічного процесу ремонту паливних баків, з особливим акцентом на аналізі структурної міцності та навантаженнях тиску. Основна увага приділяється розробці нових методів оцінювання міцності матеріалів паливних баків та впровадженню більш ефективних технологічних рішень для їх відновлення та підвищення терміну служби.

Дослідження поєднує теоретичні аспекти механіки деформівних тіл та матеріалознавства з практичними заходами щодо оптимізації процесів ремонту. Метою роботи є не тільки забезпечення структурної цілісності паливних баків під час їх експлуатації, але й зниження ризиків виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних з паливною системою.

Таким чином, впровадження розроблених технологій і методів дозволить значно підвищити безпеку та ефективність використання транспортних засобів, а також сприятиме зменшенню економічних витрат на обслуговування та ремонт паливних систем.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Існуюча технологія ремонту паливних баків та її недоліки

Регулярний контроль за станом паливних систем є важливим елементом для забезпечення їх надійності та безпеки. Це передбачає впровадження заходів для запобігання проникненню сторонніх об'єктів і витоків, що є важливими для збереження якості палива в баку. Регулярні огляди, які проводяться систематично, допомагають виявити навіть незначні пошкодження. Такі дефекти, як мікротріщини або проблеми з механічними з'єднаннями, можуть призводити до витоків палива, що загрожує безпеці як водія, так і вантажу. Особлива увага приділяється процесам зварювання та кріпленню деталей, зокрема болтам і заклепкам, які мають забезпечувати герметичність з'єднань. Вжиті заходи з обслуговування паливної системи допомагають запобігти потраплянню вологи та агресивних хімічних речовин, що, у свою чергу, сприяє підтриманню оптимального тиску в паливному баку, що є критично важливим для забезпечення безпеки на дорозі.

Для покращення довговічності функціонування та підвищення щільності паливного резервуара застосовується комплекс різноманітних методів. Серед них особливу увагу заслуговують наступні:

Вибір герметичних матеріалів високої якості, таких як спеціалізовані гумові компоненти та стрічки, розроблені для створення повної непроникності.

Використання інноваційних фіксуєючих елементів, зокрема високоміцних заклепок, що значно підвищує міцність з'єднань і стабільність конструкцій.

Проведення профілактичної підготовки внутрішньої поверхні, що включає нанесення захисних покриттів після монтажу всіх фіксуєючих елементів. Ці покриття, стійкі до впливу палива, утворюють надійний бар'єр, значно покращуючи герметичність.

Цей набір заходів, спрямований на детальну обробку та точність виконання, дає змогу значно подовжити термін експлуатації паливного контейнера та забезпечити його ефективну роботу.

Використання вдосконаленого підходу, який поєднує надійні ущільнювальні матеріали з передовими технологіями обробки, ефективно подовжує термін служби паливних резервуарів та значно покращує їхню непроникність.

Ремонтний процес розпочинається з ретельного забезпечення доступу до зони пошкодження, що є основою для успішного відновлення герметичності бака. Він включає низку операцій, спрямованих на усунення можливих витоків палива, які можуть бути виконані як з внутрішньої, так і з зовнішньої частини пошкодженого з'єднання. Досягти високої ефективності цих процедур можна лише за умови точного визначення місця або потенційної зони витoku, що обов'язково веде до покращення якості та тривалості експлуатації паливних ємностей.

Для ефективного вирішення проблем, пов'язаних з порушенням герметичності, необхідно застосувати комплексний підхід, що складається з кількох ретельно спланованих і точно виконаних етапів. Ці етапи потребують високої кваліфікації та акуратності в процесі їх виконання. Спочатку важливо забезпечити вільний доступ до зони пошкодження, що є критично важливим для подальших операцій. Наступним кроком, використовуючи відповідні діагностичні методи, необхідно точно визначити або оцінити точне місце витoku, що дозволить вибрати найбільш ефективний підхід до його усунення.

Основою всього відновлювального процесу є виконання клепальних робіт, які забезпечують стабільність і міцність з'єднань. Для підвищення герметичності та запобігання подальшим витокам ці основні маніпуляції доповнюються низкою спеціалізованих процедур.

Для досягнення абсолютної герметичності з'єднань і запобігання повторенню подібних проблем у майбутньому надзвичайно важливо не лише правильно обрати методи ремонту, а й точно дотримуватися визначеної послідовності операцій. Цей етап є вирішальним для того, щоб точно визначити джерело несправності і максимально ефективно усунути проблему.

З метою забезпечення безперебійної роботи паливного резервуара необхідно виконати комплексний набір операцій. Процес починається з детальної підготовки, яка включає обережне та вибіркове усунення всіх

об'єктів, що можуть ускладнити доступ до дефектної зони. Зокрема, знімні конструкційні елементи мають бути оперативно демонтовані.

Наступним етапом є детальне очищення, в процесі якого активно використовуються вологі тканини для точного визначення місця витоків, шляхом усунення всіх слідів палива. Це важливий крок, оскільки він дозволяє чітко локалізувати джерело проблеми.

Також необхідно провести ретельну перевірку стану захисного покриття, адже від його цілісності залежить ефективність усунення витоків.

Отже, процедура усунення витоків палива в резервуарі включає кілька взаємопов'язаних етапів: від усунення перешкод, через глибоке очищення, до детальної оцінки стану захисного покриття. Усі ці дії разом забезпечують відновлення надійного та безпечного функціонування паливного резервуара.

На останньому етапі відновлення робота здійснюється з максимальною точністю, де через високоточне зварювання деталей усуваються пошкодження, раніше виявлені в герметичному шарі, що дозволяє відновити його необхідні захисні функції. Наступним важливим етапом є детальний огляд цього шару для виявлення місць, де втратився його рівень непроникності, що є ключовим для забезпечення довготривалої експлуатації. Використання методики, яка поєднує точковий ремонт і докладну оцінку стану герметика, сприяє значному зниженню витрат часу та значно спрощує процес технічного обслуговування, тим самим продовжуючи термін служби герметичного шару.

Крім того, важливим є ретельне відкачування всього палива не лише з основної системи, але й з усіх знімних контейнерів, із точним фіксуванням будь-яких слідів витоків у відповідних документах. Цей крок має велике значення в загальному процесі.

Далі проводиться ретельний огляд усієї внутрішньої поверхні бака для виявлення дефектів, таких як дрібні тріщини або серйозні відшарування. Це може бути чітким сигналом для негайного проведення ремонтних робіт.

Для досягнення повної герметичності бака необхідно вжити низку важливих заходів, зокрема зосередивши увагу на місцях навколо пошкоджених кріпильних елементів. Ці заходи сприятимуть запобіганню можливих витоків і збереженню паливної системи в належному стані.

Аби забезпечити ідеальний стан вашого автомобіля, важливо регулярно проводити технічне обслуговування та ремонт. Особлива увага приділяється ретельному обстеженню та відновленню паливного баку, що є ключовим аспектом догляду за транспортним засобом. Виконання всіх процедур в оптимальних умовах, із строго контрольованим кліматом від 10 до 25 градусів Цельсія, сприяє досягненню найкращих результатів.

Для якісного усунення пошкоджень та уникнення витоків слід слідувати встановленій методиці, яка включає акуратно виконані та детально продумані етапи зварювання деталей.

Спершу необхідно розпочати з ґрунтового очищення, прибираючи будь-які сліди старого герметика, при цьому розширюючи чисту ділянку на відстань 30 до 40 мм довкола ушкодженого місця. Це вкрай важливо для створення ідеальних умов у вказаній зоні.

Далі слід перейти до критично важливого процесу демонтажу та пристосування, який розпочинається з обережного видалення зіпсованих заклепок, вимагаючи вашої уваги. Особлива увага приділяється підготовці отворів під нові болти, з урахуванням обмеженого простору. Можливо, вам доведеться вибирати болти другого класу або звертатися до більш спеціалізованих та підходящих моделей для досягнення оптимального з'єднання.

Фінальний акцент ставиться на ретельному очищенні та забезпеченні надійного захисту ремонтованої секції, що підкреслює ключову важливість цих заходів у процесі відновлення. Вищевказані етапи є критично важливими для ефективної реалізації зварювальних робіт, забезпечуючи довготривалість і надійність виконання.

Передусім, необхідно ретельно очистити поверхню від усіх залишків герметика та дрібних фрагментів металу, що утворились під час свердління. Останній крок включає ретельне видалення всіх газів з оброблюваної ділянки за допомогою нефрасу, що забезпечує запобігання будь-яким забрудненням, які можуть виникнути.

Після завершення очистки надзвичайно важливо дозволити поверхні відпочити, залишивши її сохнути природним чином на 15-20 хвилин. Такі

кроки критично важливі для створення міцної герметизації паливного бака, що запобігає можливості витоків у майбутньому в зоні ремонту.

Для забезпечення оптимального захисту та підтримання надійної роботи, рекомендуємо ретельно дотримуватись наступних інструкцій: насамперед необхідно якісно нанести сучасний герметик на болти, що є ключовим для створення ефективного бар'єра.

Вкрай важливо правильно підбирати використовувані клиновидні шайби, з особливою увагою до асортименту різноманітності за висотою. Це забезпечує оптимальне регулювання тиску.

Завершальний етап, що виконується з особливою акуратністю, включає багаторазове нанесення герметика в зоні зварювання за допомогою пензля:

Починаючи з основного шару, який залишають висихати протягом двох до трьох годин.

Далі настає більш тривалий період очікування - до шести годин, необхідний для повного висихання другого, фінального шару.

Кожен з цих етапів має за мету ефективно запобігти можливим витокам і підвищити надійність з'єднань завдяки ретельно реалізованим заходам та використанню високоякісних матеріалів. Необхідно звернути увагу, коли завдання стоїть у докладному і досконалому відновленні та збереженні герметичності, особливо це важливо для паливного бака. Потрібно уважно застосувати низку критично важливих дій, спрямованих на взаємодію з ущільнювальними механізмами. Ці дії можна описати наступними етапами:

Передусім, важливо обережно демонтувати всі елементи ущільнення, що включає точне зняття кришок та заглушок, а потім обережне вилучення гумових ущільнювачів.

Наступним кроком, який не терпить зволікань, є ґрунтовне очищення усіх з'єднувальних поверхонь. Це необхідно для повного виключення присутності слідів раніше використовуваних герметизуючих засобів, що є критичним для уникнення будь-яких потенційних витоків.

Важливо не лише оновити покриття герметиком, але й забезпечити його нашарування над попереднім шаром на значну відстань від 40 до 50 мм. Це критично необхідно для забезпечення тривалої герметичності.

Акуратно виконана підготовка та уважне монтаж нової ущільнювальної прокладки, стійкої до агресивного впливу палива, є ключем до непроникності системи та запобігання витокам. У випадках, коли вирішено відновити вже використану прокладку, важливо провести її ретельне очищення. Точне дотримання процедур заміни ущільнювачів, зокрема прокладок люків, гарантує їх ідеальний стан і захистить паливний бак від небажаних проникнень.

Під час проведення робіт з установки ущільнювачів неминуче потрібно використання спеціалізованих клеїв, зокрема типів 88 НП чи 88 Н. Це вимагає активних дій з формування отворів під болти. Ретельний розгляд питань, пов'язаних із паливними системами авто, демонструє складнощі, які з'являються під час спроб швидкого зливу палива.

Типові фактори, що викликають порушення герметичності паливних ємкостей, включають:

Виявлені дефекти в індивідуальних елементах кріплення, зокрема заклепках та болтах.

Виникаючі проблеми під час монтажу демонтованих компонентів, таких як панелі та люки.

Виклики в забезпеченні надійного кріплення обтікачів.

Зосередження уваги на особливостях використання спеціалізованих клейових складів під час монтажу прокладок та наголошення на важливості детально виконаних зварювальних робіт для збереження герметичності паливних систем є ключовим. У процесі ґрунтовного вивчення систем автомобілів регулярно виявляються слабкі місця, які призводять до проникнення вологи та палива. Ці уразливі ділянки, як правило, стосуються недостатньої герметичності в життєво важливих районах, зокрема в областях зварювання каркасних елементів, місцях контакту шовних з'єднань, а також на ділянках, де відбувається кріплення пристроїв за допомогою різноманітних кріплень, особливо у місцях інтенсивних навантажень. Ефективна боротьба з витокami і негерметичністю у системах автомобіля вимагає не тільки точного визначення місця та характеру витoku, але й урахування ключового розташування таких елементів, як клапани, насоси та датчики, часто знаходяться в епіцентрі проблем через своє стратегічне положення в місцях

з'єднань. Глибокий аналіз і увага до деталей є вирішальними для забезпечення надійної захисту від небажаного проникнення рідин в систему.

У сценаріях, коли компоненти бензобаків неминуче піддаються регулярним циклічним випробуванням на напругу, пошкодження через втому матеріалу є не рідкістю. На відміну від цього, ушкодження, спричинені статичними навантаженнями, трапляються значно рідше. Втома матеріалів має глибокі наслідки для структур, сприяючи їхньому раптовому і нежданому руйнуванню. Все починається з малопомітних на перший погляд змін, які, незважаючи на свою зловісну важливість, часто залишаються без уваги до трагічного фіналу. Послідовність причин і наслідків цієї проблематики могла б бути переказана інакше.

Фактори, що викликають виснаження матеріалів, являють собою комплексну проблему, наявність якої пояснюється появою мікроскопічних тріщин під впливом інтенсивних навантажень або раптових стрибків у структурі матеріалу, що особливо помітно в місцях, найбільш схильних до напруження. Ці мікропошкодження, невидимі для ока, можуть накопичуватися з часом. Дрібні тріщини можуть швидко збільшуватися в розмірах, що раптово призводить до втрати цілісності та працездатності структурних компонентів. Через те, що явні ознаки втоми матеріалів відсутні до настання моменту критичної несправності, ризик раптового руйнування робить дане явище надзвичайно небезпечним. Так, підступність втомного руйнування полягає в його непередбачуваності та труднощах у виявленні до того, як станеться незворотний збій, що робить своєчасне виявлення та запобігання проблеми надзвичайно важливим. [3]

В процесі глибокого і всебічного аналізу, експертами було виявлено, що протидія зносу та руйнуванням, спричиненим втомою, неодмінно вимагає особливо ретельно підібраних і акуратно реалізованих умов. Незважаючи на те, що комплексні та детальні дослідження міцності та функціональності критично важливих частин паливних систем регулярно та ретельно проводяться протягом усього їх терміну служби, іноді стикаються з несподіваними відмовами цих компонентів. Зокрема, можливі випадки утворення тріщин, передбачити які

заздалегідь виявляється надзвичайно складно. Задача технічного обстеження полягає в тому, щоб максимально рано виявляти такі дефекти.

Інформація структурована так, що її сприйняття стає простішим:

Ефективне запобігання ушкоджень, які виникають через матеріальну втому, вимагає введення і суворого дотримання визначених заходів та умов. У ситуаціях безперервного використання, вміло розроблені конструкції, які антиципують можливі проблеми, виявляють чудову здатність до витривалості. Вони мають унікальну стійкість, яка дозволяє їм продовжувати функціонування, навіть при наявності дефектів. Ця видатна характеристика, яка є основою їхнього дизайну, відома як принцип безпечного руйнування. Вона акцентує, що не кожен дефект чи тріщина зумовлює негайне руйнування конструкції. У наш час, зокрема, підсилюється роль технічного нагляду, завданням якого є не тільки виявлення невидимих оку дефектів, але й запобігання їх швидкому розповсюдженню. Завдяки систематичним випробуванням на втому та перевіркам функціональності критично важливих частин паливних систем, діагностика має на меті мінімізувати ризики, пов'язані з руйнуванням, яке може бути як повним, так і частковим, викликаним непередбачуваними тріщинами.

Отже, з найвищою обережністю та передбачливістю здійснюється моніторинг та зварювання деталей, аби запобігти потенційним загрозам стабільності та безпеки систем на протязі всього періоду їхньої служби. Необхідно уважно стежити за низкою важливих аспектів, що мають істотний вплив на цілісність та надійність конструктивних елементів, зокрема у машинобудуванні. Одним з ключових моментів є вплив підвищених температур, особливо коли вони впливають нерівномірно на компоненти автомобілів. Це неминуче призводить до змін у структурі використовуваних матеріалів, що особливо критично при зварюванні деталей, адже такі зміни можуть піддати ризику структурну цілісність. Проте виявлення ознак втоми та пошкоджень не завжди свідчить про неминуче наближення кінця експлуатаційного періоду об'єкта. З адекватним підходом до дизайну та розробкою стратегій для забезпечення безпеки при потенційному руйнуванні, можливо продовжити експлуатацію навіть за наявності деяких дефектів. Це

передбачає, що ефективно реалізовані заходи з підтримання та посилення структурної міцності можуть істотно продовжити життя конструкцій.

Ключовим фактором також є розуміння, що механічні властивості матеріалів, які використовуються в машинобудуванні, схильні до значних коливань під впливом температурних змін. Відтак, необхідно всебічно і ретельно аналізувати вплив температур на матеріали, задіяні під час зварювання та інших монтажних процесів, аби гарантувати їх довговічність та надійність. Збільшення температурних показників зазвичай негативно впливає на критичні властивості, такі як здатність витримувати деформації без руйнувань та ефективно протидіяти зовнішнім впливам, що безпосередньо впливає на міцність та тривалість служби у складі різних конструкцій. З метою досягнення більшої міцності та надійності компонентів, вкрай важливо дотримуватися певних методик на стадіях проектування та ремонту, включаючи:

Розробка конструкцій із мінімізацією внутрішніх напружень, що значно покращує спроможність матеріалів протистояти навантаженням.

В рамках процесів проектування та реставрації компонентів механізмів, зокрема елементів критичної важливості, таких як паливні баки, яким ставляться високі вимоги до довговічності та надійності, виявилися особливо ефективними техніки, націлені на кваліфіковане вдосконалення геометрії деталей. Важливим аспектом є обережне та продумане збільшення закруглень і забезпечення плавних перехідних зон між сегментами різної щільності, що дозволяє елегантно захистити механізм від непотрібних тріщин і зайвого навантаження в найбільш уразливих місцях. Таке обережне керування процесом зварювання елементів значно знижує ризик раптового розпаду матеріалу через високі напруги, що безпосередньо сприяє збільшенню строку служби деталей і підвищує загальну надійність конструкції.

З метою підвищення захисту паливних резервуарів від протікань, критично важливим є збільшення їх герметичності. У цьому контексті особливо ефективними є самовулканізуючі герметики, які можна застосовувати різними способами для досягнення оптимального результату:

Детальне покриття внутрішніх швів,

Ретельна обробка зовнішніх швів,

Створення рівномірного покриття поверхні методом заливки.

Використання кожного з цих методів окремо забезпечує ефективну герметизацію, проте їх комбіноване впровадження значно підсилює герметичність, що веде до максимального зниження ризиків витоків палива.

Враховуючи новітні технології, спрямовані на збільшення терміну служби з'єднувальних елементів, таких як болти та заклепки, слід відзначити ефективність методів зміцнення поверхневої стійкості через пластичну деформацію. Ці методи ефективно вирішують проблеми герметичності, індукуючи стискальні напруження у верхньому шарі, що допомагає запобігти витокам.

Впровадження цих інноваційних стратегій сприяє значному підвищенню ефективності паливних систем, гарантуючи їх оптимальне використання та стабільність функціонування на протязі тривалого часу.

Через численні причини матеріали втрачають свої властивості, зокрема через розрив зв'язків на молекулярному рівні та подібні процеси. Зауважено, що активне застосування компресійних зусиль може значно пом'якшити наслідки цих порушень. У процесі, коли відбувається пластична деформація матеріалу, його щільність значно збільшується, що сприяє зниженню впливу мікроскопічних пор, дрібних тріщин та інших аналогічних дефектів на міцність матеріалу, ефективно підвищуючи його здатність протистояти зносу.

Що стосується витоків у паливних резервуарах, то причини їх виникнення різноманітні і вимагають детального вивчення.

У виробничому процесі та використанні автомобілів стикаються з численними перешкодами, що погіршують якість матеріалів. До них відносяться не тільки руйнування на молекулярному рівні, але й інші подібні проблеми, які різко знижують стійкість матеріалів до зовнішніх впливів. [2]

Щоб зменшити наслідки цієї деградації, активно використовуються техніки, що підсилюють структуру виробів. Основні стратегії включають застосування компресійних технологій для зниження рівня ушкоджень та підвищення щільності матеріалів шляхом пластичної деформації. Ці підходи мають на меті боротьбу з такими мікроскопічними дефектами, як мікропори та

тріщини, що суттєво збільшує стійкість матеріалів до різноманітних ушкоджень.

Отже, системний і цілеспрямований підхід до обробки деталей, зокрема впровадження прецизійного зварювання та інших сучасних технологій, значно підвищує довговічність і надійність компонентів автомобіля. Такий підхід дозволяє ефективно усунути поширені проблеми, що виникають через природний знос матеріалів і дію експлуатаційних навантажень.

Поява тріщин зазвичай зумовлена втомою матеріалу, тоді як погіршення якості захисного покриття в зонах з'єднань може бути спричинене як виробничими недоліками, так і недостатнім або некоректним обслуговуванням транспортного засобу під час його експлуатації.

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Обґрунтувати послідовність, зміст та режими технологічного процесу ремонту паливних баків, включаючи визначення основних етапів та ключових параметрів роботи. Провести вибір технологічних і допоміжних матеріалів, необхідних для реалізації процесу ремонту, з урахуванням їх фізико-хімічних властивостей та впливу на якість кінцевого продукту. Розробити проєктний технологічний процес ремонту паливних баків, що базується на сучасних методах та підходах.

Оптимізувати вибір устаткування та адаптацій для впровадження технологічного процесу ремонту. Забезпечити максимальну ефективність і безпеку технологічного процесу за рахунок інтеграції спеціалізованих адаптацій для різних етапів ремонту.

Провести теоретичне дослідження, спрямоване на аналіз процесів, що впливають на якість та довговічність ремонту паливних баків. Оцінити результати експериментальних досліджень для підтвердження ефективності запропонованих рішень та їх практичного застосування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування послідовності, змісту та режимів технологічного процесу

Для забезпечення якісного відновлення захисного покриття під час монтажу нових ремонтних елементів необхідно дотримуватися чітко визначеної послідовності технологічних операцій:

На початковому етапі слід повністю видалити старе лакофарбове покриття у зоні проведення ремонту. При цьому зону очищення потрібно розширити мінімум на 30 мм за межі ділянки, де буде встановлено новий елемент.

Якщо в процесі виконання робіт буде виявлено сліди корозії, їх усунення є обов'язковим. Після цього на поверхню потрібно нанести свіжий шар лакофарбового покриття для створення надійного захисного бар'єра.

У випадку, коли ремонтні елементи виготовлені з алюмінієвих сплавів, вони повинні пройти антикорозійну обробку. Це може включати локальне оксидування, що забезпечить додатковий захист матеріалу від можливого руйнування в умовах експлуатації.

Здійснення цих процедур потребує максимальної точності та уваги до деталей, що є необхідним для забезпечення тривалої ефективності та надійності захисту після завершення ремонтних робіт.

Ключовим моментом є акуратне нанесення лакофарбового покриття виключно на визначені компоненти. Особливу увагу слід приділити тому, щоб процес фарбування не виходив за межі конструкції автомобіля, уникаючи потрапляння покриття на його зовнішні поверхні.

Запровадження захисних заходів для кріпильних елементів, що є невід'ємною частиною паливних систем, відіграє ключову роль у забезпеченні їхньої функціональної надійності. Використання сучасних методик під час монтажу цих компонентів дозволяє досягти високоякісної ізоляції, що значно підвищує загальну стійкість і довговічність конструкції.

Під час встановлення кріплень, які піддаються значним навантаженням, використовуються спеціалізовані герметики. Вони акуратно наносяться під головки болтів, що гарантує максимальний рівень герметичності. У випадку монтажу міцних заклепок ці ж герметики ретельно наносяться на заздалегідь підготовлені отвори, що забезпечує додатковий захист і сприяє тривалій експлуатаційній стійкості системи.

Під час встановлення ремонтної пластини на зовнішню частину кузова автомобіля необхідно виконати ряд ключових технологічних заходів для забезпечення її довговічності та естетичної гармонії. На першому етапі важливо ретельно очистити і підготувати поверхню, використовуючи спеціальні хімічні склади, які утворюють захисний шар оксидної плівки, що підвищує стійкість до корозійних процесів.

Далі наноситься антикорозійний ґрунт ЕП-0215, який повинен пройти процес ретельного висихання, що триває протягом 24 годин. Цей етап є надзвичайно важливим для забезпечення міцного зчеплення подальших покриттів із поверхнею.

Остаточний етап включає фарбування: зовнішню сторону пластини фарбують у тон, який повністю відповідає загальному кольору автомобіля. Такий підхід не тільки захищає деталь від зовнішніх впливів, але й забезпечує гармонійний зовнішній вигляд транспортного засобу, демонструючи увагу до деталей і високий рівень виконання ремонтних робіт.

На початковому етапі захисту кріпильних елементів від корозійного впливу необхідно чітко дотримуватися певних рекомендацій, розроблених фахівцями. Перш за все, слід обережно демонтувати всі кріплення, які зазнали значних пошкоджень унаслідок корозії. Цей процес включає ретельне видалення уражених частин із застосуванням наждачного матеріалу для максимально якісного очищення поверхні.

Ділянки кріпильних елементів, які мають незначні пошкодження, потребують особливої уваги. Їх необхідно обробляти з великою обережністю, забезпечуючи ідеальну чистоту поверхні, що дозволить досягти надійного зчеплення з іншими частинами болта. Під час цього етапу важливо контролювати, щоб товщина видаленого шару не перевищувала 0,2 мм,

оскільки дотримання цього параметра гарантує оптимальні умови для подальших ремонтних робіт.

Після ретельного очищення кріпильних елементів від усіх слідів корозії наступним етапом є відновлення на них електролітного захисного шару.

Особливо важливо в галузі машинобудування уникати використання кріпильних елементів, які зазнали корозійного ураження глибиною понад 0,2 мм, оскільки такі компоненти вже не здатні забезпечити необхідну надійність і високу якість з'єднань. Це може стати причиною несподіваних відмов у роботі механізмів.

При виявленні корозії на таких елементах, як гайки або болти, необхідно негайно вжити заходів для її усунення. Ці заходи можуть відрізнятися залежно від ступеня пошкоджень:

У разі втрати початкової форми різьби на гайках через агресивний вплив корозії рекомендовано замінити такі елементи на нові, що відповідають високим стандартам якості.

Особливо актуально це для критично важливих частин, які виконують ключові функції у механізмах або конструкціях, де надійність має першочергове значення.

У випадках, коли корозія зосереджена лише у верхніх шарах, оптимальним вибором є застосування спеціалізованого засобу ВПТ-1. Ця речовина, завдяки своїм унікальним властивостям, активно протистоїть окисленню металів, не лише елімінуючи іржу, але й створюючи на поверхні деталей стійкий до зносу фосфатний захисний шар. Такий підхід дозволяє відкласти необхідність застосування більш складних методів, таких як гальванічні покриття, забезпечуючи простий та ефективний спосіб захисту.

На наступному етапі ремонтного процесу необхідно провести обробку кріпильних елементів за допомогою спеціалізованої ґрунтовки ЕП-0215. Важливість цього етапу не можна недооцінювати, оскільки вона забезпечує додатковий захист кріпильним елементам, значно продовжуючи їхній термін служби та підвищуючи загальну надійність системи.

Фінальний етап цього комплексного процесу захисту полягає в дбайливому застосуванні лакофарбових матеріалів на кріпильні деталі після їх

встановлення на автомобіль. Ця процедура не тільки підсилює захист усієї системи, але й забезпечує естетично привабливий зовнішній вигляд, надаючи транспортному засобу глянцевого, витонченого фінального штриху. Відповідно, для гарантування тривалості та надійності кріпильних елементів при появі перших симптомів корозії, критично важливо обирати метод обробки з особливою обережністю. Майстерно виконане нанесення захисних шарів істотно збільшить експлуатаційний період цих компонентів, уникаючи їх раннього зносу.

Під час детального розбирання та для збереження цілісності конструкцій при видаленні болтів необхідно суворо дотримуватися визначеної послідовності дій:

Передусім, критично важливо звертати особливу увагу на болти з ознаками корозії, щоб мінімізувати шанси на їхнє пошкодження. У випадку виявлення таких болтів, їх потрібно акуратно демонтувати, знижуючи тим самим ризик їх зламу. Одним із вирішальних заходів безпеки, який підвищує надійність з'єднань, є чергове видалення болтів, при цьому строго забороняється виймати більше ніж половину болтів одночасно у одному сполученні. Такий підхід значно зміцнює стабільність конструкції.

Коли заміна болтів стає необхідною, важливо використовувати лише нові комплектуючі, які відповідають високим стандартам якості. Щодо реставрації та складання деталей, необхідно ретельно слідувати інструкціям, зазначеним у "Навчальному посібнику з капітального ремонту", під час монтажу болтів та гайок. Стійкість кріплення забезпечується завдяки використанню спеціального герметика, що затвердіває після установки, що сприяє підвищенню міцності та цілісності конструкції.

При аналізі ефективності усунення корозійних дефектів значну увагу приділяють капілярному аналізу та електромагнітним технікам дослідження, які вирізняються своєю високою точністю в діагностиці обсягів ушкоджень. Пропоновані тут рекомендації спрямовані на забезпечення ефективного та безпечного проведення ремонтних робіт, що дозволяють забезпечити тривалу міцність та надійність конструкцій. Для точного визначення товщини матеріалу після його очистки від корозії варто вдаватися до використання сучасних

технологічних рішень. У цьому аспекті ультразвуковий апарат CL - 204 є видатним інструментом, спеціально розробленим для подібних завдань. Окрім того, на ринку доступні численні інші пристрої, здатні забезпечити надійні дані щодо глибини корозійних пошкоджень після їх видалення.

У комплекті інструментів для точних вимірювань значне місце відведено таким приладам, як мікрометр, лінійка та штангенциркуль. Варто також звернути увагу на годинникові індикатори, які істотно важливі за їх здатність забезпечувати високу точність у визначенні глибини корозійних уражень. Серед інструментів цієї категорії особливо виділяються моделі ІЧ-2, ІЧМ-2 та ІЧ-5.

Зосередження уваги на детальному вимірюванні пошкоджених ділянок є вирішальним, адже це дозволяє мінімізувати ризики помилок, які можуть виникнути через неоднорідність оброблюваної поверхні. Основною метою таких вимірювань є точне визначення максимальної глибини корозійного впливу, що допоможе отримати вірогідні дані для аналізу актуального стану матеріалу.

Коли безпосереднє вимірювання глибини корозії є недоступним через брак відповідного устаткування, фахівці часто звертаються до альтернативної техніки - формування відбитків. Ця процедура включає первинне нанесення на оброблювану поверхню шару пластиліну або герметика, який було заздалегідь оброблено мастилом для полегшення подальшого відокремлення. Коли покриття достатньо затвердіє, його акуратно знімають, щоб могли провести аналіз залишеного відбитка.

У цьому методі, що впроваджується кваліфікованими спеціалістами, спочатку здійснюється ретельна підготовка поверхні за допомогою розділювального засобу, після чого вона вкривається шаром пластиліну або герметика. Застосування такого підходу є вимушеним кроком через відсутність стандартних вимірювальних інструментів. Коли матеріал повністю затвердіє, його обережно знімають для подальшого детального аналізу. За допомогою сучасного вимірювального обладнання проводиться ретельне дослідження, яке дозволяє з значною точністю оцінювати обсяг пошкоджень, завданих корозією. Презентований метод дозволяє докладно визначити стан уражених областей,

що має вирішальне значення для ефективного вирішення проблеми корозії.

Особливу увагу приділяють своєчасному виявленню та активному усуненню корозійних проявів, що сприяє запобіганню їх подальшому розповсюдженню та уникненню можливих незворотних наслідків від продовженого використання ушкоджених деталей.

Навіть незначна присутність корозії на поверхні може викликати серйозне ушкодження структури. Такий ризикований феномен не тільки створює загрозу безпеці експлуатації, але й істотно знижує надійність. Внаслідок цього, стабільність конструкції стає сильно порушеною; безпека використання матеріалів піддається сумніву; а процес деградації матеріалу прискорюється.

2.2 Вибір технологічних та допоміжних матеріалів

Під час розвитку процесів асемблювання паливних резервуарів, що використовуються у різноманітному транспорті - від особистих авто до вантажівок і спеціалізованого обладнання, стає критично важливим використання лазерної зварювальної технології. Цей передовий метод забезпечує виняткову адаптивність, дозволяючи працювати з широким асортиментом матеріалів, включно зі сталлю, алюмінієм, та різноманітними полімерами. Втім, не дивлячись на високий рівень точності та надійності з'єднань, із часом можливе погіршення цілісності паливних баків під впливом сильних експлуатаційних навантажень. Деформації, тріщини, вм'ятини та пробійни часто призводять до втрати герметичності цих важливих компонентів. Використання пошкоджених паливних баків строго заборонено через зростаючі ризики, що стосуються безпеки, потенційної шкоди для навколишнього середовища та технічних засобів, а також значні фінансові втрати для власників такої техніки.

Якщо у вашому авто раптом стане відчутним запах бензину, критично важливо негайно звернутися до сервісного центру для детального обстеження та виявлення причини проблеми. Часом, можливо, виявити, що мінорні пошкодження паливного баку, як от неглибокі тріщини чи ізольовані

ушкодження, піддаються виправленню. Проте, варто розуміти, що глибокі пошкодження або значні ушкодження внаслідок корозії часто можуть бути несумісними з ремонтом, зокрема, це стосується компактних паливних резервуарів. В таких випадках, коли кошторис на заміну резервуара значно перевищує вартість його реставрації, може стати необхідним звернення до складніших і передових методів відновлення. Серед таких методів вирізняється лазерне зварювання, що дозволяє ефективно і якісно відновлювати деталі.

У галузі технологій та наукових досліджень, особливо в аспекті оптимізації паливних систем, велике значення мають роботи провідних експертів.

На рисунку 2.1 представлено схему аналізованого та реставрованого паливного бака. Оновлення функціональності паливних резервуарів має критичне значення для продовження їхнього терміну служби та підвищення безпекових стандартів, що слугує ключовим фактором у забезпеченні їх довготривалого використання. Сучасні технології відкривають широкі можливості для вибору оптимального способу відновлення, ґрунтуючись на унікальних характеристиках ушкоджень і поточному стані кожного резервуара. Важливість таких інновацій виходить за рамки звичайного технічного обслуговування, вносячи істотний вклад у всю галузь та суспільство загалом завдяки підвищенню довговічності та зменшенню ризиків у надзвичайних ситуаціях. [12]

Глибина досліджень у цій сфері підкреслює складний і багатогранний характер завдання щодо оновлення паливних резервуарів, акцентуючи увагу на критичній необхідності комплексного підходу та постійного вдосконалення застосовуваних процесів. Ефективно здійснена модернізація, яка використовує останні досягнення у сфері зварювання та ремонту, забезпечує не лише продовження терміну служби обладнання, але й значно підвищує рівень безпеки, вносячи суттєвий вклад у забезпечення стабільності та надійності в енергетичному секторі та за його межами.

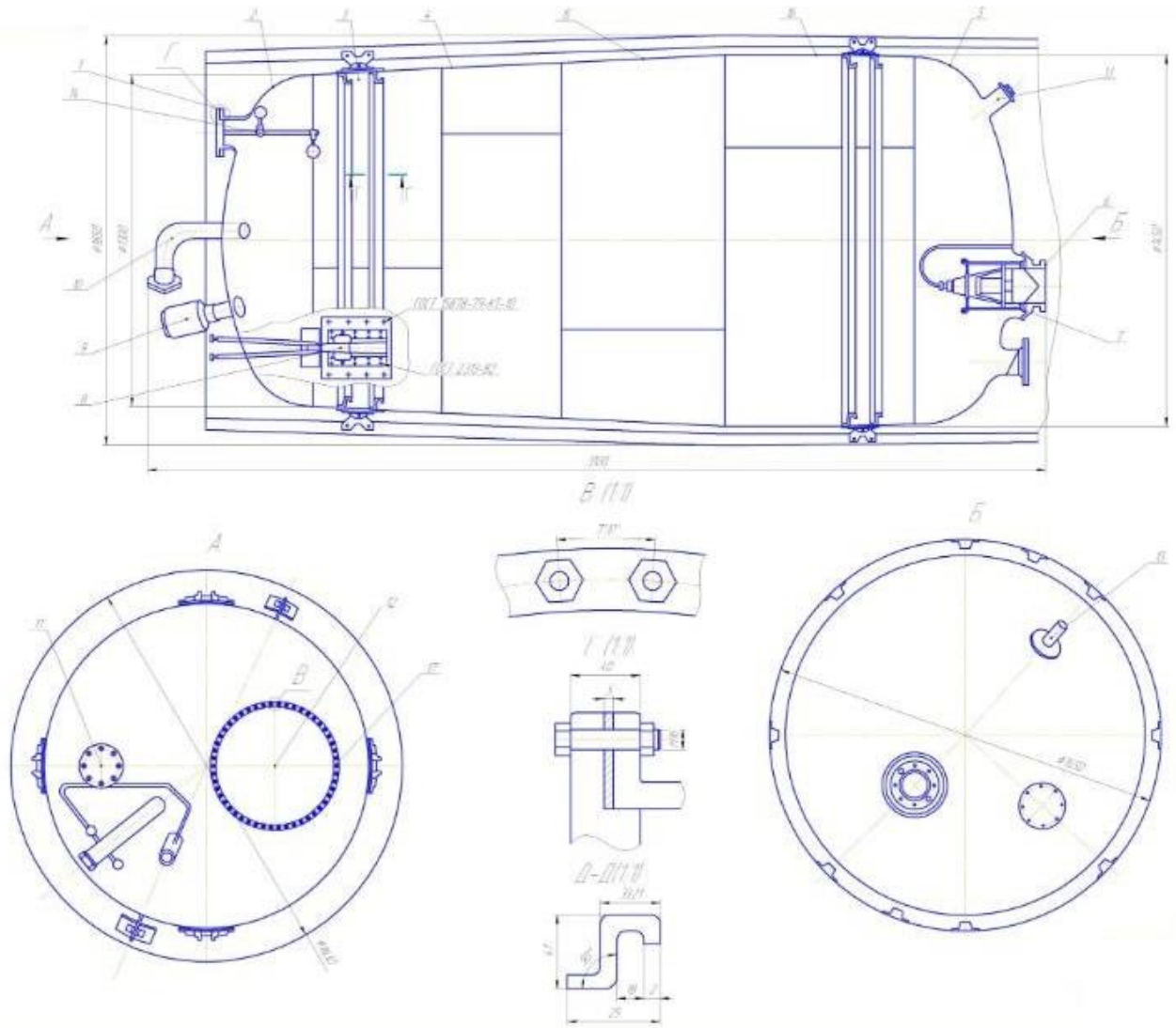


Рис. 2.1. Паливний бак.

Дослідження вказує на наступні ключові аспекти, пов'язані з відновленням функціональності:

Реставраційні процедури є комплексними і вимагають детального аналізу та залучення у процес, оскільки кожен етап має свої особливості.

Необхідність у застосуванні інтегрованого підходу, який передбачає постійне оновлення та застосування передових технологій, є очевидною.

Наголос на забезпеченні безпеки є життєво важливим, адже це забезпечує захист не лише для промисловості, але й для суспільного блага.

Методи відновлення потребують адаптації в залежності від рівня зношування та поточного стану об'єктів.

Роль цього процесу критично важлива для продовження експлуатаційного періоду паливних баків і забезпечення їх надійної роботи.

Забезпечення безпеки та зниження ризиків витоку палива вимагають відповідального підходу, який включає два критичні етапи: ретельний огляд паливних баків перед їхнім введенням у експлуатацію та їх перевірку після завершення поїздок. Вимоги щодо підтримки герметичності паливних систем транспортних засобів ґрунтуються на двох основних принципах:

Виявлення будь-якої неполадки, що призводить до витоку, не означає автоматичну заборону на подальше використання транспорту. Передумовою продовження експлуатації є активне моніторинг та оперативне усунення проблеми протягом наступного запланованого технічного обслуговування.

Коли виявляється витік палива, це не обов'язково зупиняє водіння, але дозволяє тимчасове використання транспорту до ліквідації проблеми, що повинно бути здійснено або під час перепочинку між поїздками, або у ході планового технічного обслуговування. Відповідно, для забезпечення безпечної експлуатації автомобіля є життєво необхідним утримувати паливні баки в надійному та герметичному стані, реагуючи оперативно та ефективно на будь-які сигнали про можливі витоки. [9]

У процесі відновлення паливних баків активно впроваджуються новітні технології, які включають два основні, відмінні один від одного методи. Перш за все, загальновживане зварювання відіграє ключову роль у ліквідації таких дефектів, як тріщини та отвори, що часто є наслідком корозії чи механічних ушкоджень. При цьому важливо обрати правильний вид зварювання – електродугове чи газове, з використанням матеріалів вищої якості, що забезпечують відмінні результати реставрації. Другий метод включає застосування спеціалізованих ремонтних компаундів, що дозволяють швидко усувати малі тріщини та проколи без потреби в затратних зварювальних процедурах.

Значення боротьби з поширенням корозії на поверхні паливного бака є важливим, оскільки це допомагає запобігти подальшій деградації його структури. Розмаїтість доступних методів лікування цієї проблеми демонструє існування багатьох стратегій, кожна з яких має свої переваги і адаптується згідно з типом ушкоджень та вимогами до ремонтного процесу. Реставрація паливних баків, особливо зі значними ушкодженнями, може вимагати

комплексних заходів, включно з частковою або повною заміною пошкоджених частин. Процедура зазвичай включає кілька важливих етапів: від демонтажу ушкодженого бака і підготовки необхідних кріплень до інсталяції нової частини. Під час проведення цих робіт важливо забезпечити високий рівень точності, не втрачаючи з уваги технічні деталі процесу і суворо дотримуючись заходів безпеки, що стосуються роботи з паливними системами, для забезпечення безпечного та надійного використання резервуара.

Окрім того, для чіткого розуміння результатів ремонтних робіт, пов'язаних із виправленням неполадок паливних баків, вкрай важливо систематично використовувати таблиці. Ці таблиці мають забезпечувати точну і детальну інформацію про:

екзактну кількість та конкретні типи виявлених дефектів;

методи та техніки, використані для ремонту, зокрема такі як зварювальні процедури;

загальну суму коштів, витрачених на виконання ремонтних дій.

Застосування таблиць дає можливість не лише впорядковано та зрозуміло подати інформацію про виконані ремонтні роботи, але й виділити результативність проведених відновлювальних заходів. Такий підхід робить отримані дані наочними, що значно спрощує їх аналіз (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Способи реставрації паливних баків.

№	Тип пошкодження	Метод відновлення
1	Тріщина на дні бака	Зварювання
2	Пробоїна у бічній стінці	Ремонтний компаунд
3	Повна заміна бака	Заміна

Для збільшення терміну служби паливних ємностей їх відновлення є не лише ефективним, а й економічно вигідним рішенням. Важливо ретельно підходити до вибору методу ремонту, зосереджуючи увагу на типах пошкоджень, а також враховувати технічні аспекти й заходи безпеки, які є ключовими для успішного виконання цього процесу.

Регенерація паливних резервуарів здійснюється за кілька етапів:

На першому етапі фахівці проводять детальний огляд резервуара з метою ідентифікації та оцінки ступеня пошкоджень.

Початковим завданням є очищення поверхні бака, що виконується із застосуванням спеціалізованих високоефективних засобів, здатних усунути різні види забруднень, включаючи бруд, мастильні плями та інші забруднення.

Для усунення іржі та корозії, які порушують цілісність матеріалу, важливо застосовувати спеціалізовані хімічні склади або інструменти, створені для вирішення подібних завдань. Цей етап є критично важливим, оскільки він формує міцну та надійну основу для наступних стадій відновлення.

Фінальним кроком підготовчих робіт стає вирівнювання поверхні за допомогою високоякісної шпаклівки. Цей процес дозволяє ретельно усунути дрібні недоліки та нерівності, які могли залишитися після попередніх етапів ремонту. Досягнення ідеальної рівності та гладкості поверхні є вирішальним чинником для успішної підготовки до фінального етапу - виконання зварювальних робіт. [1]

Після завершення нанесення шпаклівки важливо забезпечити її ретельне вирівнювання та полірування. Для цього застосовуються абразивні матеріали, такі як наждачний папір, або шліфувальні машини, які дозволяють досягти максимально гладкої поверхні. Завершальним кроком у цьому процесі є нанесення захисного покриття на поверхню паливного бака. Це покриття не лише ефективно запобігає майбутньому впливу корозії, але й значно подовжує термін служби резервуара, підвищуючи його надійність у процесі експлуатації.

До таких удосконалень належить не лише підвищення надійності та довговічності паливних резервуарів, але й значне зменшення ризиків витоків палива, а також запобігання можливим технічним несправностям.

Під час усунення дефектів у паливних баках широко застосовують спеціалізоване обладнання, що забезпечує якісний та безпечний ремонт. Серед найефективнішого обладнання слід виділити:

Шліфувальні пристрої та точильні апарати, які з високою точністю видаляють іржу, корозійні ураження та різноманітні дефекти на поверхні бака.

Гнучкі вали з універсальними функціональними можливостями, які використовуються для ретельного очищення важкодоступних місць від корозії та іржі, забезпечуючи комплексний догляд за станом паливного резервуара.

Завдяки впровадженню інноваційних технологій і вдосконаленню ремонтних процесів вдалося суттєво покращити надійність паливних резервуарів, збільшити їх експлуатаційний термін і забезпечити високий рівень безпеки та довговічності під час використання.

Процес глибокого відновлення та комплексного технічного обслуговування резервуарів передбачає застосування широкого спектра обладнання, включаючи спеціалізовані пристрої. Зокрема, високою ефективністю у вирішенні таких завдань, як усунення тріщин, виправлення деформацій та заміна пошкоджених компонентів, відзначаються інверторні машини, призначені для магнітно-імпульсного зварювання, а також різні високоточні апарати для зварювальних робіт.

При необхідності усунення залишків застійного палива та інших забруднень ключову роль відіграють потужні поршневі насоси, що працюють у поєднанні зі станціями високого тиску. Вони забезпечують глибоке очищення та підготовку резервуарів до подальших етапів обслуговування. Для детального аналізу стану резервуарів і виявлення дефектів застосовують високопродуктивні інспекційні камери разом із потужними освітлювальними пристроями, які дозволяють провести ретельну візуалізацію та діагностику прихованих пошкоджень.

Якісне очищення резервуарів також потребує використання компресорів, які спрямовують струмені стисненого повітря з високою точністю, що забезпечує максимальну ефективність процесу. Не менш важливим є правильний вибір повітряних фільтрів та осушувачів, які забезпечують повне видалення часток забруднень і залишкової вологи з повітряного потоку під час виконання технологічних операцій. [16]

Для забезпечення стабільної роботи та подовження терміну експлуатації технічного обладнання важливо завчасно комплектувати набір запасних частин. У цьому комплекті мають бути передбачені такі елементи, як клапани, захисні кришки та ущільнювальні прокладки. Їх наявність дозволяє швидко та ефективно усувати несправності, відновлюючи працездатність обладнання у разі пошкоджень або значного зношення компонентів.

Фахівці, які займаються технічним обслуговуванням паливних резервуарів, мають бути оснащені надійним захисним спорядженням. До його складу обов'язково входять засоби індивідуального захисту, такі як окуляри, рукавички, респіратори, а також додаткові елементи для забезпечення особистої безпеки під час виконання ключових робіт. При виборі такого спорядження слід враховувати інструкції виробників паливних резервуарів, особливості їх експлуатації та специфіку палива, яке використовується для заправки баків.

Під час оцінки стану відновленого паливного бака особливе значення має візуальний контроль, який спрямований на виявлення найменших недоліків. До них належать дрібні подряпини, мікроскопічні сколи, перші ознаки корозії або навіть незначні деформації чи зміщення компонентів. Такі дефекти можуть свідчити про потенційні проблеми з довговічністю виконаного ремонту або недостатньо ретельне проведення відновлювальних робіт. Завдяки візуальному методу можна оцінити якість зварювання деталей і переконатися у мінімальному впливі на структурну цілісність бака.

Для уникнення можливого забруднення, яке може включати пил, залишки мастил, бруд або інші сторонні речовини, відновлений бак проходить комплексну перевірку. Цей процес виходить за межі звичайного візуального огляду і може включати використання спеціалізованого обладнання, наприклад, для лабораторного аналізу або апаратів, що працюють на основі магнітних технологій. Такий підхід дозволяє забезпечити бездоганний технічний стан паливного бака після завершення відновлення.

Для гарантування абсолютної герметичності та виключення дефектів, таких як пористість, застосовується метод ретельного пресування паливних резервуарів. Ця процедура передбачає заповнення бака рідиною, наприклад, водою або спеціальними контрастними розчинами, після чого на резервуар здійснюється контрольований тиск. Метою випробування є перевірка міцності та щільності матеріалу, а також підтвердження здатності резервуара витримувати такі навантаження без проявів витоків чи структурних порушень.

Щоб забезпечити максимально високий рівень якості при відновленні паливних баків, необхідно суворо дотримуватися затверджених стандартів та

технічних регламентів. Цей підхід включає не тільки дотримання правил безпеки та санітарних норм, але й використання матеріалів і обладнання найвищого класу на всіх етапах технологічного процесу.

Компанія повинна не лише забезпечувати високий рівень підготовки своїх працівників, залучених до процесу відновлення паливних резервуарів, але й впроваджувати механізми постійного моніторингу якості їхньої роботи. Для цього необхідно реалізувати систему регулярної оцінки професійних навичок, організацію безперервного навчання та сертифікації персоналу. Це дозволяє гарантувати, що рівень компетентності співробітників відповідає сучасним стандартам і вимогам галузі.

2.3 Проєктний технологічний процес ремонту паливних баків

У рамках детального дослідження, яке мало на меті глибоке вивчення властивостей обробки матеріалів із використанням лазерних технологій, було визначено, що пріоритетним є застосування обладнання, здатного виконувати високоточне лазерне зварювання. [11]

З цією метою було впроваджено інноваційну установку TruLaser Cell 7040, оснащену потужним CO₂-лазером TruFlow 7000, який функціонує на основі стабільного газового розряду. Така технологія дозволяє забезпечити безперервний і стабільний робочий процес, що є ключовою умовою для отримання продукції високої якості.

Обраний тип обладнання вирізняється своєю надзвичайною точністю та бездоганною якістю зварних з'єднань. Це має вирішальне значення для ремонту паливних баків, де кожен елемент з'єднання повинен відповідати найвищим стандартам безпеки та надійності. Усі аспекти виконання зварювальних робіт проходять суворий контроль відповідно до регламентів (див. таблиці 2.2, 2.3).

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики лазерної установки.

Потужність, Вт	6000
Мінімальний розмір плями в зоні обробки, мм	0,1
Довжина хвилі випромінювання, нм	1060
Максимальна швидкість лазера під час зварювання, м/хв	10

Для проведення дослідження в якості основного матеріалу було обрано алюміній (Al). Товщина пластини з алюмінію становить відповідну величину, визначену умовами експерименту.

Таблиця 2.3 – Технічні параметри вибраного матеріалу.

$R_{отр}$	$T_{пл}, оС$	$T_{кип}, оС$	$\lambda_T, \frac{Вт}{см \cdot оС}$	$\rho, \frac{г}{см^3}$	$a, \frac{см^2}{с}$	$c, \frac{Дж}{г \cdot оС}$
0,85	1450	2720	0,9	8,9	0,23	0,44

Інтенсивність потужності лазерного випромінювання визначається за наступною формулою:

$$E_0 = \frac{P_0}{S_0} = \frac{4 \cdot P_0}{\pi \cdot d_0^2} = \frac{6000}{\pi \cdot (0,01)^2} = 76396625,82 \text{ Вт/см}^2;$$

Розрахунок температури на поверхні в центральній точці плями під час стаціонарного нагрівання здійснюється за наведеною нижче формулою:

$$T_0 = \frac{E_0 \cdot (1 - R_{отр}) \cdot r_0}{\lambda_T} + T_H,$$

$$T_H = 20 оС$$

$$T_0 = \frac{76396625,82 \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,005}{0,9} + 20 = 63683 > T_{пл} = 1450, оС$$

Розрахуємо оптимальну густину потужності лазера, необхідну для досягнення плавлення алюмінію в центральній зоні плями, тобто за умов, коли:

$$E_0 = \frac{(T_{пл} - T_0) \cdot \lambda_T}{(1 - R_{отр}) \cdot r_0} = \frac{(1450 - 20) \cdot 0,9}{(1 - 0,85) \cdot 0,005} = 171600 \text{ Вт/см}^2;$$

У такому випадку необхідна потужність визначається як:

$$P_0 = \frac{E_0 \cdot \pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{171600 \cdot \pi \cdot 0,01^2}{4} = 134,7 \text{ Вт.}$$

Розрахунок температури нагрівання алюмінієвої пластини виконується за наведеною нижче формулою:

$$T = \frac{E_0 \cdot r_0^2 \cdot (1 - R_{отр})}{2 \cdot \lambda_T \cdot h} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot a}{r_0 \cdot v_{ск}} + T_H,$$

$$T = \frac{76396625,82 \cdot 0,005^2 \cdot (1 - 0,85)}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot 0,23}{0,005 \cdot 10} + 20 = 639,92 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При такій потужності лазер не має можливості зварити алюмінієву пластину завтовшки 6 мм. [15]

За заданих параметрів потужності та швидкості зварювання максимальна товщина пластини, яку може зварити лазер, буде дорівнювати:

$$h = \frac{E_0 \cdot r_0^2 \cdot (1 - R_{отр})}{2 \cdot \lambda_T \cdot (T - T_H)} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot a}{r_0 \cdot v_{ск}}$$

$$h = \frac{76396625,82 \cdot 0,005^2 \cdot (1 - 0,85)}{2 \cdot 0,9 \cdot (2720 - 20)} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot 0,23}{0,005 \cdot 10} = 0,137 \text{ см}$$

$$= 1,37 \text{ мм.}$$

Виберемо покриття ФС-1М (алюмохромфосфат) як тонку плівку, що має коефіцієнт поглинання $A = 0,9$.

$$T = \frac{E_0 \cdot r_0^2 \cdot A_{покр}}{2 \cdot \lambda_T \cdot h} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot a}{r_0 \cdot v_{ск}} + T_H ;$$

$$T = \frac{76396625,82 \cdot 0,005^2 \cdot 0,9}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot 0,23}{0,005 \cdot 10} + 20 = 3739,53 \text{ } ^\circ\text{C}$$

У цьому випадку лазер, що ефективно використовується, має здатність з'єднувати окремі частини в єдину конструкцію на потрібну висоту пластини, як показано при зазначених параметрах:

$$h = \frac{E_0 \cdot r_0^2 \cdot A_{покр}}{2 \cdot \lambda_T \cdot (T - T_H)} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot a}{r_0 \cdot v_{ск}}$$

$$h = \frac{38198312,91 \cdot 0,05^2 \cdot 0,9}{2 \cdot 2,21 \cdot (2520 - 20)} \cdot \ln \ln \frac{2,25 \cdot 0,7}{0,05 \cdot 1,5} = 0,826 \text{ см} = 8,26 \text{ мм.}$$

За таких умов, коли температура перевищує точку випаровування, завдяки високим абсорбційним властивостям використаного матеріалу та потужності лазерної обробки, стає можливим зварювання алюмінієвих елементів з покриттям, яке характеризується високим рівнем поглинання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Оптимізація вибору устаткування та адаптацій для впровадження технологічного процесу

Використання технології лазерного зварювання, відомої своєю швидкістю та ефективністю, відкриває перспективи для досягнення видатних результатів у роботі з нержавіючою сталлю, зокрема у виготовленні різних видів резервуарів. Цей метод особливо цінний завдяки використанню волоконних лазерів, які гарантують високу точність та якість металевих зварних з'єднань. Нержавіюча сталь, зі своїми винятковими характеристиками, залишається ключовим матеріалом у широкому спектрі промислових застосувань, що робить лазерне зварювання найкращим варіантом для обробки. У цьому аналітичному огляді основна увага приділена особливостям застосування лазерного зварювання для виробництва металевих резервуарів, виокремлюючи головні переваги цієї технології.

У контексті виробничої галузі, де первинними критеріями є якість та продуктивність, лазерне зварювання виокремилося як особливо ефективний метод. Ця технологія дозволила численним підприємствам, що спеціалізуються на виготовленні різноманітних компонентів та виробів, значно прискорити виробничі операції та підвищити якість фінальної продукції. Зокрема, лазерне зварювання відкриває нові можливості для створення складних, високоточних зварних конструкцій, що сприяє розвитку інноваційних інженерних рішень.

Однією з ключових переваг лазерного зварювання є його здатність мінімізувати передачу тепла до суміжних зварюваних елементів, що забезпечує їх захист від пошкоджень та збільшує довговічність і надійність готової роботи. Ці особливості не лише сприяють прискоренню виробництва та підвищенню якості продукції, але й створюють передумови для розробки нових виробів з винятковими характеристиками.

У процедурі лазерного зварювання, яка виконується завдяки передовому використанню лазерного проміння, компоненти, що з'єднуються, проходять значне перетворення. На початковому етапі велика частина світлового потоку,

що генерується квантовим лазером, дбайливо відображається від поверхні, але інша його частка глибоко проникає внутрішні шари, ефективно підвищуючи температуру і перетворюючись на рідину для створення стійкого зварного з'єднання. Цей майстерно створений луч, пройшовши через досконало налаштовану систему фокусування пристрою, перетворюється в концентрований потік екстраординарної міцності. З незрівнянною концентрацією енергії, яка значно перевершує теплові можливості альтернативних джерел (приблизно 10^6 Вт/см²), цей метод відкриває можливості для зварювання деталей неймовірної товщини - від декількох мікрометрів до кількох сантиметрів, гарантуючи надзвичайну міцність матеріального з'єднання.

Аналізуючи різні методи зварювання порівняно з лазерною технологією, особливо такі популярні методи, як TIG і MIG, можна стверджувати, що застосування лазера значно спрощує і прискорює процес зварювання, не втрачаючи при цьому в якості. Цей підхід ідеально відповідає потребам сучасного виробництва, орієнтованого на високу продуктивність і прихильність до інновацій.

У галузі застосування лазерних технологій, значні успіхи досягнуті при роботі з широким спектром матеріалів, від титану і його сплавів до алюмінію, магнію та різних сортів сталі. Основною перевагою лазерного променя є його висока точність і здатність до тонкого фокусування, що різко відрізняє його від звичайних світлових пучків. Завдяки його монохроматичності та когерентності, лазер може спрямовувати потрібну кількість теплової енергії точно на місце нанесення, де діаметр впливу є мінімальним, що ідеально підходить для точних зварювальних робіт. В секторі промислової обробки матеріалів, лазери на основі CO₂ вирізнялися як виняткові інструменти, здатні ефективно працювати з широким асортиментом матеріалів. Їх використання у процесах виробництва внесло революційні зміни, радикально змінивши підходи до зварювання.

Лазерне зварювання, яке перевершує всі очікування, продемонструвало видатні досягнення, завдяки своїм унікальним властивостям. Цей процес відзначається особливою тонкістю та делікатністю, що дозволяє формувати з'єднання, стійкі до навантажень, але невидимі на вигляд. Обладнання, яке

використовується у лазерному зварюванні, забезпечує простоту управління та високий рівень комфорту при експлуатації, забезпечуючи неперевершену точність. Це значно знижує ризик деформації зварюваних деталей, та втілює ідеал досконалості зварних швів. Завдяки можливості працювати з широким спектром матеріалів, лазерне зварювання впевнено займає лідируючі позиції серед сучасних зварювальних технологій. [4]

Екіпіровані лазерними модулями з потужністю від 20 до 200 ват та характерною довжиною хвилі випромінювання 10.6 мікрометрів, ці системи вражають своєю винятковою делікатністю у роботі з різноманітними неметалічними матеріалами. До них належать такі матеріали, як дерево, різні види пластику та звичайний картон, які виявляються особливо ефективними завдяки мінімальному енергоспоживанню. Однак, функціональність цих систем значно розширюється при взаємодії з металами, включно з алюмінієм, міддю та корозійностійкою сталлю. У ситуаціях, коли необхідне зварювання металів, CO₂ лазери активізуються з значно збільшеною потужністю, часто досягаючи кількох кіловат, і проявляють високу майстерність у зварювальних процесах, забезпечуючи надзвичайну ефективність.

Обладнані здатністю до довготривалої та чіткої взаємодії з різноманітними поверхнями, ці лазери ефективно здійснюють маркування. Вони знаходять широке застосування не лише в обробці матеріалів, але й у медичній сфері, де використовуються для хірургічних втручань і в офтальмології, а також для точних вимірювань відстаней. Серцевиною дизайну деяких лазерних систем є використання газової суміші, що переміщується з надзвичайною швидкістю, перевищуючи швидкість звуку, що охолоджується і швидко виводиться з активної зони до системи охолодження. Ця інновація підвищує ефективність і продовжує термін служби обладнання.

Імплементация передових методик у галузі лазерних технологій, на прикладі застосування CO₂-лазерів із активним продольним насосуванням, кардинально змінила підходи до збільшення потужності цих устроїв. Такі системи нині можуть виробляти енергію від 1 до 3 кВт, що демонструє значне посилення їхньої продуктивності та підкреслює важливу роль у прогресі

сектора. Ці досягнення, досягнуті внаслідок відмови від застарілих обмежень, революційно підвищують продуктивність використання лазерних систем.

Завдяки досягненням у розробці лазерних технологій, спостерігаємо не тільки значне підвищення потужності, але й розширення функціональних можливостей цих пристроїв (див. рисунок 3.1). Сучасні лазерні системи забезпечують ідеальну точність обробки, що критично важливо для виробництва складних компонентів, таких як деталі паливних баків, де вимагається досконалість збірки та бездоганна якість зварювальних швів. Ці передові технології широко використовуються у розробці та застосуванні лазерних систем, відкриваючи нові горизонти для зварювання деталей та створення високоточних компонентів.

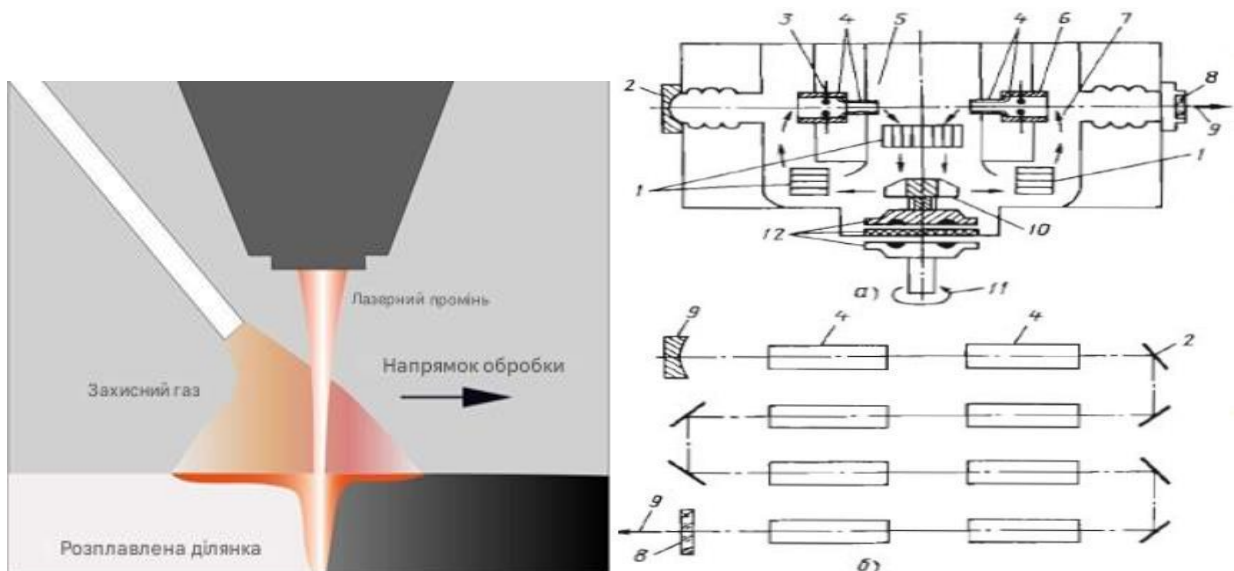


Рис. 3.1. Схема швидкодіючого продольного лазера, застосованого в лазерному технологічному комплексі для зварювання «Лагус-31»:

а - газорозрядна та технологічна схеми; б - схема оптичної системи; 1 - теплообмінні установки; 2 - дзеркала оптичного резонатора; 3 - анодні блоки; 4 - кварцева секція газорозрядної трубки; 5 - катоди (заземлене обладнання); 6 - керамічна секція газорозрядної трубки; 7 - напрям газових потоків; 8 - вихід для спостереження; 9 - лазерне випромінювання, що виходить; 10 - система вентиляції; 11 - механізм приводу вентилятора; 12 - магнітний зчеплювач.

Ці устаткування відзначаються високою продуктивністю у широкому спектрі процедур обробки та термічної обробки матеріалів, зокрема при

лазерному зварюванні металів товщиною до декілька міліметрів. Лазерне зварювання ефективно для деталей різних розмірів, проте особливо корисним воно є для обробки матеріалів із товщиною від 5 до 10 мм. Області застосування такого зварювання включають:

- з'єднання елементів, форма та розміри яких мають залишатися незмінними під час процесу;

- виготовлення великих конструкцій із низькою жорсткістю, які мають шви в складнодоступних місцях;

- роботу з елементами, що складно зварюються, а також з різнорідними матеріалами; з'єднання тонких пластин, плівок, дротів та інших легко деформуємих деталей;

- застосування в ситуаціях, де використовуються матеріали з високою теплопровідністю. [14]

Технологія лазерного зварювання набула широкого застосування в різних галузях, зокрема у виробництві електроніки, радіоелектроніці, приладобудуванні, машинобудуванні, виготовленні годинників, а також у медицині та механіці. Підвищення швидкості насосування в лазерних системах спричиняє збільшення числа активних центрів, що в свою чергу веде до зростання струму I_p та, відповідно, до збільшення потужності випромінювання W_l , яка є пропорційною до I_p .

Оснащені передовими характеристиками, такі лазери мають здатність досягати потужності в 1 кВт на метр і більше. Однією з ключових особливостей цих лазерів є їх здатність працювати в автономному режимі, зокрема завдяки охолодженню газу поза межами резонатора та генерації енергії у присутності каталізатора, що робить їх придатними для застосування у наукових та промислових дослідженнях. В області лазерних технологій, розвиток та використання багатопроменевих неперервних газорозрядних CO₂-лазерів, як-от "ІГЛАН-3", відкривають нові можливості для детальної обробки матеріалів. Ці пристрої, що генерують квантове випромінювання, ефективно використовуються у різних галузях електронної промисловості, включаючи точне зварювання керамічних пластин та регулювання резисторів.

Їхні високо оцінені можливості при зварюванні тонких металічних елементів, які мають товщину менш ніж один міліметр, походять від переваг лазерного зварювання, що забезпечує високу точність та надійність з'єднань. Важливим компонентом у дизайні таких лазерів є охолоджувана лазерна трубка, через яку повільно прокачується газова суміш. Це дозволяє ефективно усувати продукти дисоціації, як CO, та розсіювати надлишкове тепло через стінки резонатора, значно покращуючи стабільність роботи лазера. Проте, варто відзначити, що продуктивність таких лазерних систем напряму залежить від геометричних параметрів резонатора, особливо від його довжини. Саме довжина резонаторної трубки критично впливає на вихідну потужність лазера, що стає ключовим обмеженням під час проектування та використання.

В процесі розробки та використання лазерних систем, зокрема використовуваних для зварювання паливних баків, критично важливо аналізувати складні зв'язки між геометричними параметрами резонатора та ефективністю вироблення лазерного випромінювання. Це вимагає детального розуміння фізичних процесів, які відбуваються усередині лазерних систем, та їх оптимізації для забезпечення найкращої продуктивності та ефективності у специфічних умовах використання. Схематичне зображення лазера "Іглан-3" представлено на рисунку 3.2.

Під час глибокого аналізу удосконалення лазерних систем, оснащених можливістю уповільненого повздовжнього переміщення газу, було встановлено, що суттєве збільшення потужності можливе завдяки застосуванню передових методів зміни траєкторії газоподібного робочого елементу. [10]

Зміщення робочого середовища в напрямку, перпендикулярному до потоку розряду, значно оптимізує процес охолодження, що є ключовим для подолання існуючих обмежень у потужності.

Глибокий аналіз досліджень показує, що впровадження нестандартних підходів може забезпечити значне збільшення потужності розряду до кількох кіловат на метр. Це стає можливим за умови підтримання загального тиску в системі на рівні близько 100 мм ртутного стовпа. Такий тиск суттєво перевищує стандартні параметри, характерні для систем із традиційним продольним

напрямком руху повітря або газу, відкриваючи нові можливості для підвищення ефективності та продуктивності лазерних систем через оптимізацію методів прокачування.

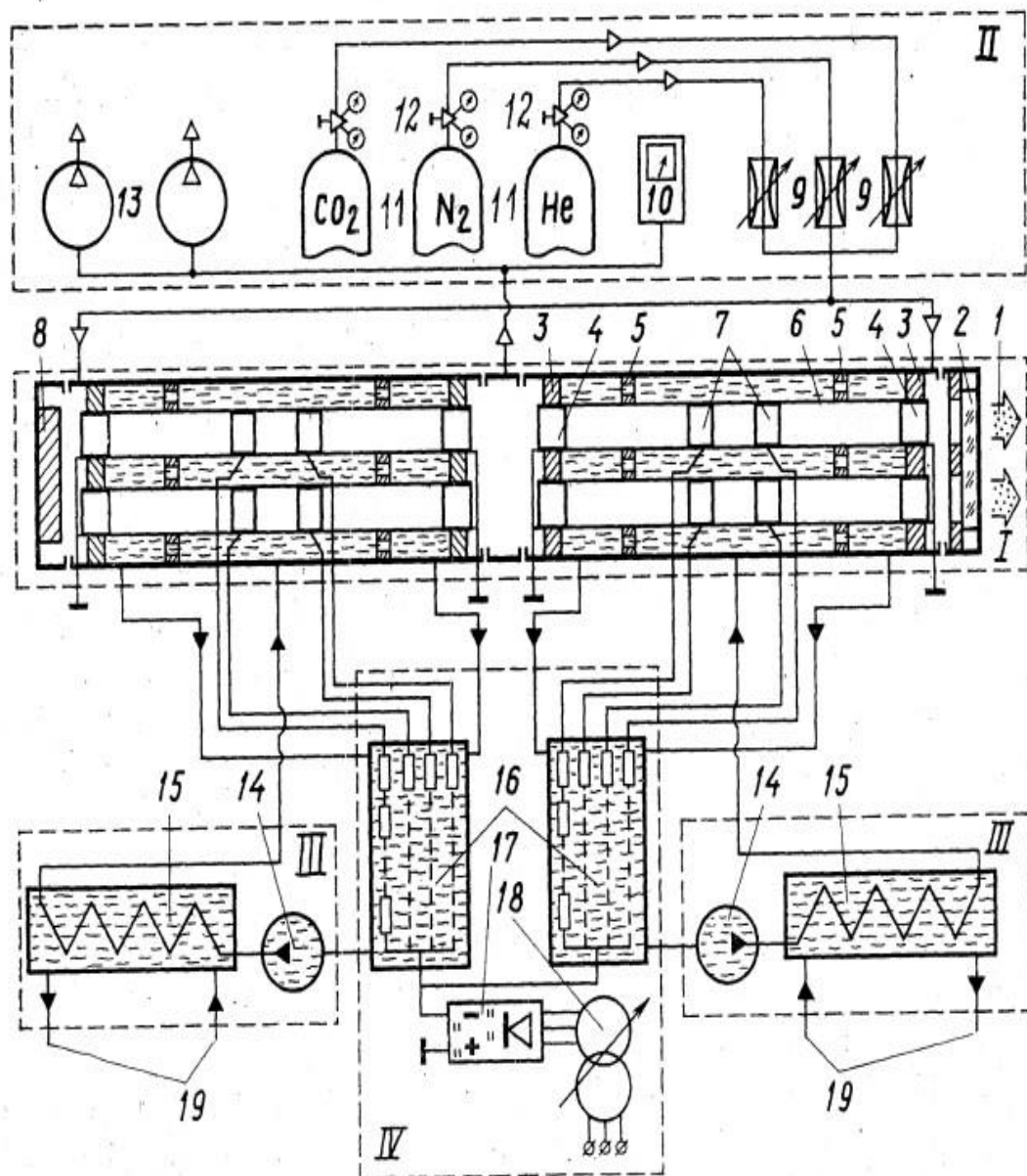


Рис. 3.2. Схема лазера "Іглан-3" включає наступні компоненти:

1 - лазерні пучки; 2 - охолоджуване дзеркало на виході; 3 - ущільнювач-сепаратор; 4 - анод; 5 - сепаратор; 6 - газорозрядна трубка; 7 - катод; 8 - охолоджуване непрозоре дзеркало; 9 - припливні клапани; 10 - вакуумметр типу ВДГ-1; 11 - циліндр з робочим газом; 12 - редуктори; 13 - вакуумний насос; 14 - насос для масла; 15 - теплообмінник; 16 - резервуар з баластними опорами; 17 - випрямляч; 18 - регульований високовольтний трансформатор; 19 - система подачі та відведення охолоджувальної води.

У сфері сучасної металообробки, зокрема у виробництві паливних баків, використання лазерів із вуглекислим газом (CO₂), потужність яких варіюється від одного до двадцяти кіловат, є надзвичайно актуальним. Це пояснюється їхньою здатністю виконувати зварювання з високою точністю та значною потужністю, що суттєво покращує якість і надійність зварних з'єднань, необхідних у високотехнологічних галузях.

Зважаючи на сучасні тенденції, традиційні методи зварювання, що ґрунтуються на використанні продольного розряду і раніше активно застосовувалися в лазерних технологіях, поступово втрачають свою актуальність. Їхня низька ефективність та необхідність суттєвого вдосконалення або заміни стають усе більш очевидними.

Використання лазерного зварювання, особливо в роботі з компонентами критичного значення, такими як паливні баки, вимагає застосування надзвичайно точних і надійних технологій. Саме тому результати, отримані завдяки потужним CO₂ лазерам, стають визначальними. Вони не лише дозволяють удосконалювати існуючі методи зварювання, але й забезпечують можливість внесення важливих змін для підвищення точності та продуктивності лазерного випромінювання, що суттєво впливає на покращення якості та довговічності зварних конструкцій.

Ці лазерні установки активно застосовуються для вирішення широкого спектра завдань, серед яких не лише високоточне зварювання металевих конструкцій, але й роботи, спрямовані на зміцнення та покращення фізико-механічних характеристик металевих поверхонь. До таких завдань належать процеси термічної обробки та внесення легувальних елементів для оптимізації властивостей матеріалів.

Зокрема, ці технологічні розробки ідеально підходять для виробничих циклів, що включають виготовлення паливних баків. Лазерна техніка, що використовується для зварювання компонентів, забезпечує надзвичайну точність з'єднань. Ця точність має ключове значення для забезпечення герметичності баків та їхньої здатності протистояти впливу експлуатаційних навантажень і часу.

Схематичне зображення технологічного лазера ТЛ-3 наведене на рисунку 3.3.



Рис. 3.3. Технологічний лазер ТЛ-3.

Сучасні технології лазерного зварювання, які стають дедалі важливішими для промислового виробництва, зосереджені на впровадженні новітніх рішень для оптимізації конструкції лазерних систем. Одним із перспективних підходів є вдосконалення газорозрядних камер, де анод виготовлений із кількох сегментів, а катод виконаний у формі трубки.

Особливу роль у забезпеченні ефективності переміщення газів відіграє вентилятор, встановлений діаметрально. Він працює як потужний перекачувальний механізм, що сприяє підвищенню продуктивності та стабільності роботи лазерної системи.

У процесі проведення детальних досліджень було виявлено, що спеціально розроблена конструкція оптичного резонатора, яка демонструє високу стабільність у горизонтальній площині газових потоків, але має певну нестабільність у вертикальній площині, відіграє ключову роль у формуванні лазерного променя високої якості.

Цей резонатор генерує лазерне випромінювання з відмінними характеристиками, зокрема показник $M2$ становить 1.5, а потужність сягає 3

кВт. Завдяки цьому інженерному рішенням вдалося суттєво підвищити ефективність процесу лазерного зварювання. Особливо це актуально при виготовленні паливних баків, де необхідно забезпечити надзвичайну точність виконання та бездоганну якість зварних швів.

Для значного збільшення лазерної потужності, яка перевершує можливості стандартних TE CO₂-лазерів, застосовуються передові технології. Основою цієї техніки є використання імпульсної напруги, яка накладається на електроди, у поєднанні з оптимізацією тиску робочого газу для досягнення максимальної ефективності.

Імпульс, тривалість якого становить близько 10^{-6} секунд, істотно підвищує продуктивність лазерної системи. Це рішення виявляється особливо дієвим у промислових умовах, де важливі висока ефективність і стабільність роботи лазера.

У сучасних наукових дослідженнях значний акцент зроблено на розробці методів, які спрямовані на ефективне запобігання утворенню дугових розрядів під час лазерного зварювання деталей, особливо у критично важливих процесах, таких як виробництво паливних баків. Ці новаторські підходи не лише підвищують якість зварних з'єднань, але й сприяють покращенню безпеки та надійності виробничих технологій.

Досягнення стабільності робочого середовища забезпечується завдяки процедурі попередньої іонізації, яка дозволяє заздалегідь створити оптимальні параметри перед активацією основного імпульсу системи. Цей метод базується на точному регулюванні тиску до рівнів, що дорівнюють або наближаються до атмосферного, що є вирішальним аспектом для мінімізації ризиків нестабільності процесу. [13]

Такий підхід є надзвичайно важливим, враховуючи високу енергетичну ефективність, яка досягає рівня 10-50 Дж/л і реалізується завдяки використанню кожного літра об'єму в цих системах. Подібні пристрої, зокрема ТЕА-лазери, характеризуються видатною потужністю і знаходять широке застосування у швидкісній обробці матеріалів, особливо для виконання високоточної та продуктивної зварки деталей.

Зокрема, такі лазери широко використовуються в галузях, де необхідно здійснити інтенсивний та миттєвий вплив на матеріал. Це включає процеси, такі як лазерне нанесення маркування або з'єднання металевих компонентів шляхом зварювання.

Такі технології вирізняються здатністю забезпечувати глибокий і високоточний вплив на матеріали завдяки використанню потужного та ретельно налаштованого енергетичного впливу.

В умовах інтенсивного виробництва, реалізованого на лінії Han's Laser, надпотужні лазерні апарати для маркування демонструють вражаючі технічні характеристики та високу ефективність.

Розширена робоча зона цих пристроїв у поєднанні з сучасною сканувальною системою дозволяє досягати виняткової швидкості обробки матеріалів, що робить їх незамінними у високопродуктивних виробничих процесах.

Завдяки інноваційній системі відведення, яка оснащена трубами великого діаметра та стратегічно розташована у зоні інтенсивної роботи, продукти згоряння, що утворюються під час процесу, ефективно видаляються. Це не лише сприяє підтриманню чистоти, але й забезпечує високий рівень безпеки у виробничому середовищі.

Технологія демонструє широкий спектр застосувань: вона ефективно працює з багатьма неметалевими компонентами і знаходить активне використання, зокрема, у текстильній галузі.

Основні технічні характеристики лазерного маркера CO₂-T500/T300.

Довжина хвилі випромінювання, мкм: 10.6 мкм. Вихідна потужність, Вт: 500/300. Площа маркування, мм: 600×600. Охолодження: Водяне. Габарити (Д×Ш×В, мм): Оптична система: 2115×730×1400. Система управління: 1020×570×960. Система охолодження: 800×555×1028. Вага (кг): Оптична система: 350. Система управління: 172. Система охолодження: 105.

У галузі промислового виробництва лазери на основі вуглекислого газу від компанії TRUMPF, відомі під брендом TruFlow, здобули репутацію ефективного інструменту для багатофункціональної обробки матеріалів, демонструючи виняткову універсальність у своєму застосуванні. Ці лазери

успішно виконують широкий спектр завдань - від зварювання до обробки та модифікації поверхонь, адаптуючись до роботи як з плоскими, так і з тривимірними об'єктами.

Особливу увагу привертає модель TruFlow 7000, яка використовує CO₂ і відзначається високою адаптивністю завдяки параметрам потужності в діапазоні від 2 до 20 кВт і довжині хвилі 10,6 мкм. Це дозволяє з надзвичайною гнучкістю обробляти різноманітні матеріали, серед яких не лише метали, а й органічні сполуки, композитні матеріали та скло, відкриваючи нові перспективи для їх практичного застосування.

Лазерні системи TruFlow, які вирізняються високою точністю та простотою у використанні, є незамінним інструментом у сучасному промисловому виробництві. Завдяки своїй універсальності та здатності виконувати широкий спектр завдань, зокрема складні операції лазерного зварювання, ці системи стали ідеальним вибором для виготовлення паливних баків із винятковою точністю. [8]

Особливі характеристики випромінювання, притаманні цим системам, дозволяють значно розширити межі традиційних технологічних процесів. TruFlow успішно використовується як для виконання двовимірних і тривимірних зварювальних операцій, так і для високоефективного лазерного різання, відкриваючи нові можливості у сфері промислової обробки матеріалів.

Використання цих лазерів не лише спрощує процес створення паливних баків, а й дозволяє значно підвищити рівень якості та точності з'єднання матеріалів. Завдяки цьому технологія лазерного зварювання, реалізована за їхньою участю, стає надзвичайно перспективною для впровадження у новаторських проєктах у сфері промислового виробництва.

Кожен виробничий етап, виконаний із використанням цих високопродуктивних лазерів, демонструє їхню виняткову універсальність і незамінність у сучасних технологічних процесах.

Детальні технічні характеристики лазера TruFlow 7000. Типова стабільність потужності при номінальній потужності: $\pm 2\%$. Безперервно регульований діапазон потужності: 350 Вт - 7000 Вт. Якість випромінювання

(стандартне виконання): 0,55 / 1,82 (К/м²). Довжина хвилі: 10,6 мкм.

Налаштовувана тривалість імпульсу: 10 мкс ... безперервне випромінювання.

Конструкція. Розміри генератора випромінювання (Ш × В × Г): 1185 мм × 615 мм × 1150 мм. Розміри генератора ВЧ і системи управління (Ш × В × Г): 2000 мм × 2100 мм × 800 мм.

Установка. Температура навколишнього середовища (стандартне виконання): 5 °С - 35 °С

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Теоретичне дослідження

Паливний бак призначений для зберігання викопного палива і подачі його до паливного насоса. Його основні функції включають:

Збереження палива необхідної якості, запобігання витокам та мінімізація випаровувань. [19]

Безпечне заповнення бака без ризику виникнення іскор.

Наявність засобу для перевірки рівня палива.

Регулювання внутрішнього тиску через вентиляцію для випуску парів.

Подача палива до паливного насоса, який транспортує його до камери згоряння.

Прогнозування можливих пошкоджень і забезпечення заходів для безпеки у випадку аварії.

Паливний бак, виготовлений з поліетилену високої щільності (HDPE), використовується для пасажирських транспортних засобів. Встановлення бака на шасі автомобіля відбувається за допомогою металевих смуг та болтів, які кріпляться з обох сторін шасі.

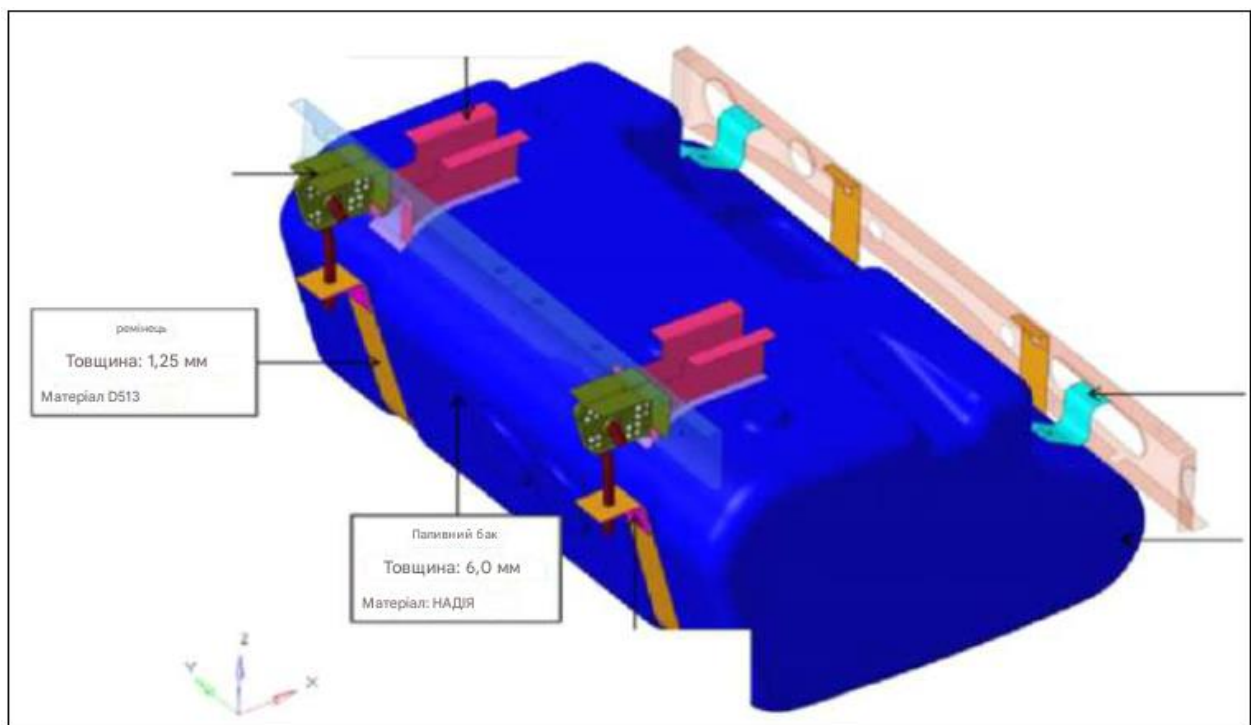


Рис. 4.1. Деталізація кріплення пластикового бака для палива.

Розглянуто новий проєкт пластикового паливного бака та його кріплення як альтернатива традиційним металевим бакам для відповідності стандарту BSVI. [20] [21]

Проблематика: Для досягнення зростання ефективності і безпеки пластикових паливних баків необхідно розширити дослідження у сфері матеріалознавства та технік моделювання. Важливо вивчати вплив тривалого використання на фізичні властивості пластику, особливо під впливом змін температур, хімічного складу палива та механічного навантаження в різних дорожніх умовах. Крім того, розробка нових композитних матеріалів, які зможуть краще протистояти умовам експлуатації, може суттєво підвищити довговічність та безпеку паливних баків. Використання передових технік вимірювання та аналізу, таких як динамічний мікромеханічний аналіз, дозволить глибше зрозуміти вплив динамічних навантажень на структурну цілісність паливних баків.

Досягнення цієї мети вимагає комплексного підходу, який включає дослідження різних сценаріїв навантаження, що мікроавтобус може зазнати під час експлуатації, включаючи зіткнення, коливання швидкості та різні дорожні умови. Важливим аспектом є також аналіз впливу вібрацій та ударів, що є критичними для визначення міцності кріплення бака. Застосування методу скінченних елементів (FEA) дозволяє моделювати поведінку матеріалу під час таких навантажень та визначити місця потенційної концентрації напружень та деформацій.

Крім того, оцінка міцності паливного бака має включати аналіз втомної міцності, щоб забезпечити його тривалу роботу без руйнувань або витoku палива. Важливо враховувати можливість виникнення мікротріщин від постійних механічних навантажень, які можуть з часом призвести до критичних пошкоджень. Результати таких аналізів повинні бути порівняні з даними реальних випробувань прототипів для перевірки точності теоретичних моделей та визначення необхідних коректив у дизайні або матеріалі для забезпечення максимальної надійності паливних баків у реальних умовах експлуатації.

Для забезпечення повного спектру валідації, лінійний статичний аналіз допомагає визначити реакції структури під стандартними навантаженнями, в

той час як нелінійний статичний аналіз розглядає більш складні взаємодії, такі як контакт між компонентами і великі деформації, які можуть виникати під час експлуатації. Аналіз втоми необхідний для оцінки довговічності паливного бака та його компонентів під повторюваними навантаженнями, що є критичним для забезпечення безпеки та надійності в умовах реального використання.

Цифрове моделювання в Creo надає можливість детально розглянути кожен аспект дизайну паливного бака, від товщини стінок до розташування кріплень, що дозволяє оптимізувати конструкцію для мінімізації ваги при збереженні структурної міцності. Використання болтів і металевих смуг для монтажу забезпечує надійне приєднання бака до шасі, що критично важливо для безпеки під час руху. [25]

Крім того, просимулювати заправлення бака до 60 літрів дозволяє перевірити поведінку конструкції при максимальному навантаженні, включаючи вплив рідинної динаміки палива на внутрішні стінки бака під час руху. Це допомагає виявити потенційні слабкі місця в конструкції, які можуть потребувати додаткового посилення або зміни в матеріалах для забезпечення оптимальної довговічності та функціональності.

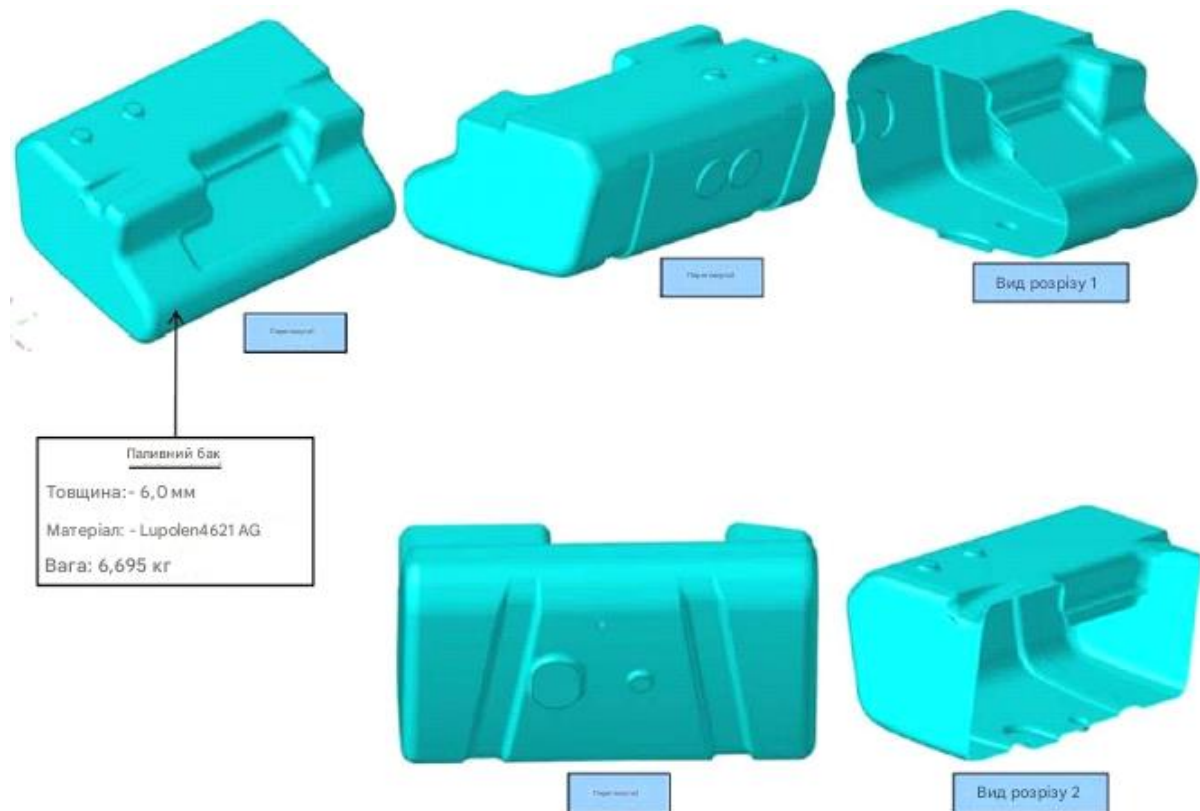


Рис. 4.2. Пластиковий бак для палива.

Паливні баки для Winger BSVI мають пройти через специфічні умови випробувань, відповідно до стандартів OMS.

Випробування на здатність утримувати вакуум: вакуум застосовується до 250 мм рт. ст. (-0.333 бар). Випробування на тиск – виявлення витоків: застосовується внутрішній тиск у 0.3 бар. Тестування циклу вакууму, тиск застосовується в циклах від +4.6 кПа (+0.046 бар) до -4.6 кПа (-0.046 бар). Застосовується внутрішній тиск у 1.3 бар. Тест імпульсного тиску: застосовується внутрішній тиск від 0 МПа до 0.03 МПа (0.3 бар). Випробування на вібрацію: проводиться відповідно до стандарту JIS1601-1995.

Випробування на здатність утримувати вакуум: бак має витримати 250 мм рт. ст. (-0.333 бар) без колапсу. Випробування на тиск – виявлення витоків: корпус бака не повинен тріснути або протікати. Тестування циклу вакууму: не допускається тріщин або постійних деформацій протягом 10 000 циклів випробувань. Корпус бака не повинен тріснути або протікати. Бак повинен витримати 100 000 циклів без утворення тріщин. Випробування на вібрацію: не повинно бути витоків та структурних пошкоджень бака. [22]

Переформульовані критерії прийняття за допомогою CAE.

Випробування на здатність утримувати вакуум не встановлюють конкретних цілей для визначення максимально допустимої деформації. Результати комп'ютерного моделювання показують можливі деформації за різних навантажень, тому рішення про прийняття має бути ухвалене на основі цих даних у співпраці з інженером-випробувачем. Допустимий рівень пластичної деформації становить менше 80% від відсотка подовження при розриві. Умови навантаження під час випробувань охоплюють:

Випробування на витривалість до вакууму;

Випробування на тиск – виявлення витоків, де внутрішній тиск становить 0,3 бар;

Випробування на тиск – циклічне навантаження, де тиск змінюється від +4.6 кПа до -4.6 кПа;

Випробування на надлишковий тиск з внутрішнім тиском 1.3 бар;

Імпульсне випробування тиском, де максимальний термін служби перевищує 100,000 циклів;

Випробування на вібрацію, де максимальне напруження не повинно перевищувати межу витривалості матеріалу.

Критерії прийняття для випробувань включають:

Без тріщин або витоків в корпусі бака під час випробувань на тиск;

Відсутність тріщин або постійних деформацій після 10 000 циклів випробувань на тиск-вакуум;

Структурна цілісність і відсутність витоків при випробуванні на вібрацію.

Структурний аналіз пластикового паливного бака визначає вплив навантажень на фізичні структури та їх компоненти. Під час дослідження проводились ітерації дизайну, спрямовані на покращення першої природної частоти паливного бака і кріпильних скіб за допомогою FEA для легкових автомобілів. Зміни товщини матеріалів та монтажних скіб враховувались для забезпечення відповідності вимогам FOS, зосереджуючись на оптимізації продуктивності та надійності кріплення бака. [17] [18]

4.2 Результати досліджень

Модель методу скінченних елементів та умови прикладання - аналіз переднавантаження болтів (крутний момент затягування).

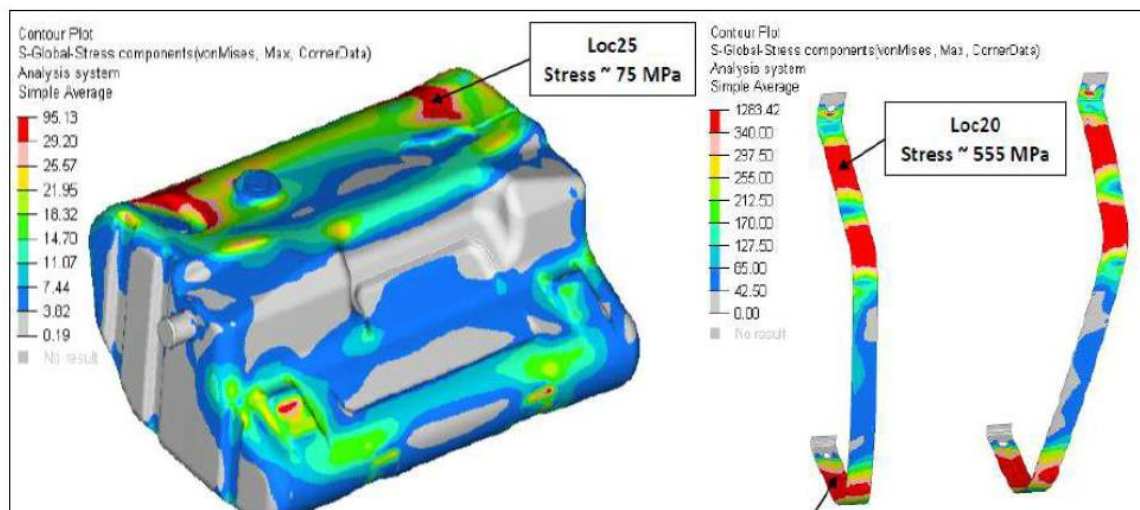


Рис. 4.3. Конструкція за методом скінченних елементів та умови граничних навантажень - аналіз навантаження болтів.

Аналіз навантаження на болти.

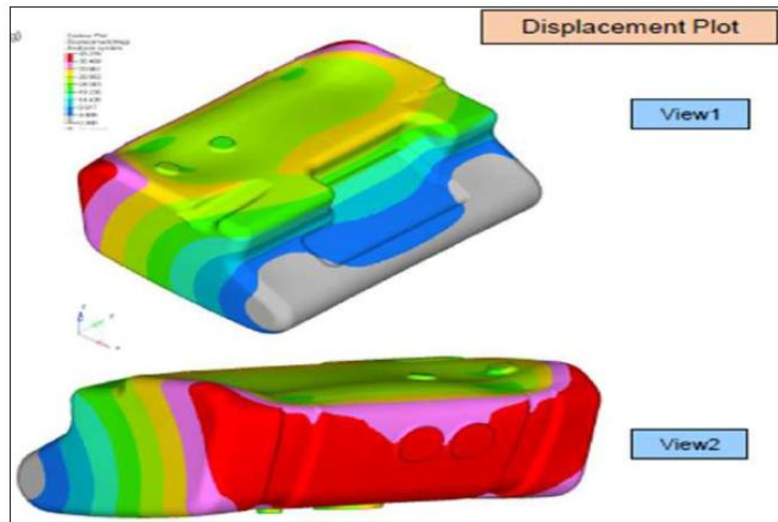


Рис. 4.4. Дослідження попереднього навантаження болтів.

Проведення аналізу переднавантаження болтів у конструкції паливного бака. [23] [24]

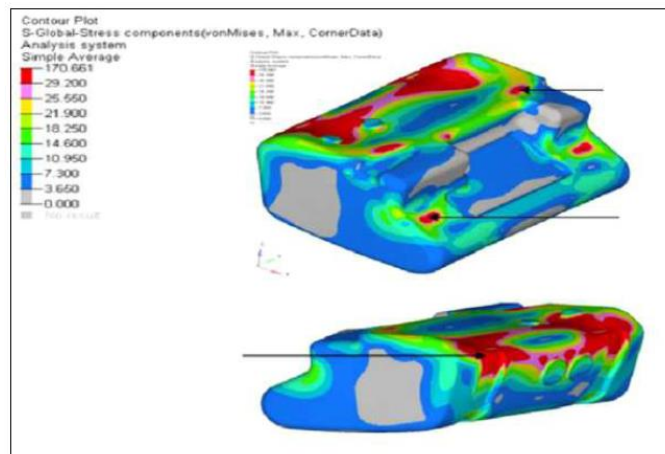


Рис. 4.5. Аналітичний огляд попереднього навантаження болтів у паливному баку.

Аналіз початкового навантаження болтів для смуги та кронштейнів.

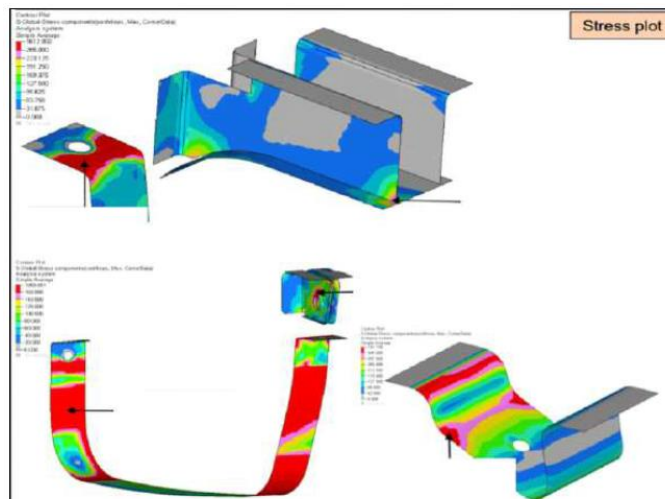


Рис. 4.6. Дослідження попереднього навантаження болтів у скобах і стрічках.

Розроблена модель за методом скінченних елементів та установлені граничні умови для базового проекту, призначені для проведення динамічного аналізу відповідно до стандартів JIS. Визначення резонансної частоти базової конструкції в умовах заповнення бака паливом на 75%.

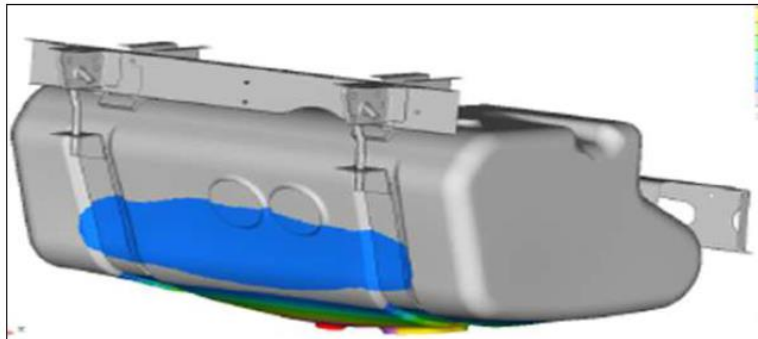


Рис. 4.7. Тестування резонансної частоти на базовій моделі.

Випробування на визначення резонансної частоти за першою концепцією.

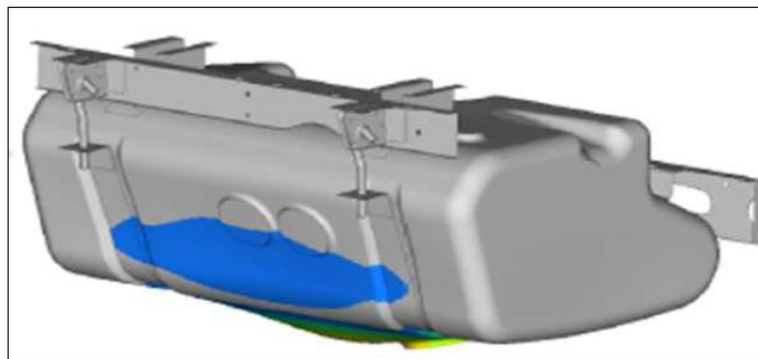


Рис. 4.8. Тестування резонансної частоти першої концепції при 75% заповненні паливом.

Тест на міцність при вібраціях 33 Гц при наповненні паливного бака на 75%.

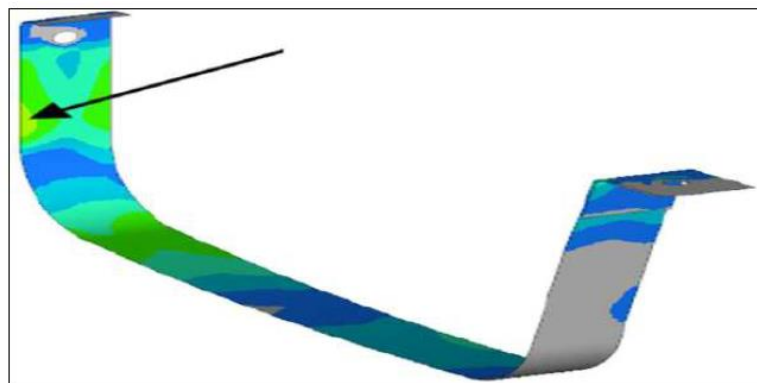


Рис. 4.9. Тест на витривалість вібрацій при частоті 33 Гц з 75% заповненням палива.

Результати моделювання методом скінченних елементів для другої концепції відповідно до стандартів OEM.

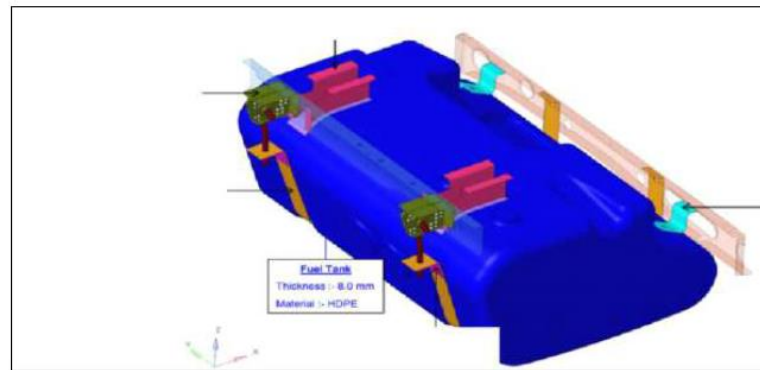


Рис. 4.10. Результати моделювання методом скінченних елементів для другої концепції, відповідно до стандартів OEM. Рис.

Випробування на визначення резонансної частоти за другою концепцією при наповненні паливного бака на 75%.

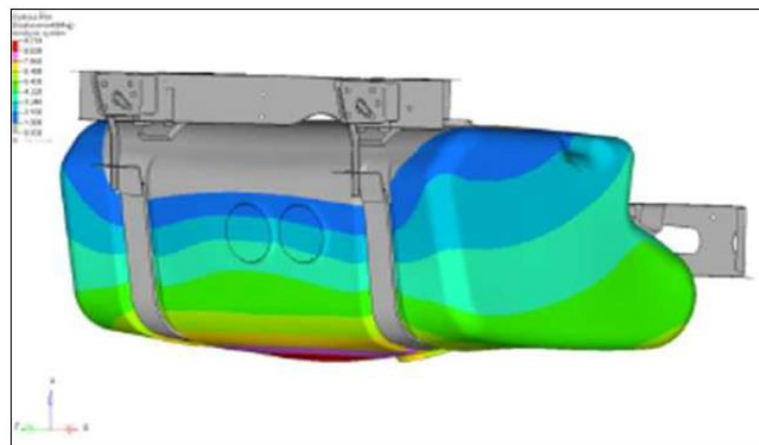


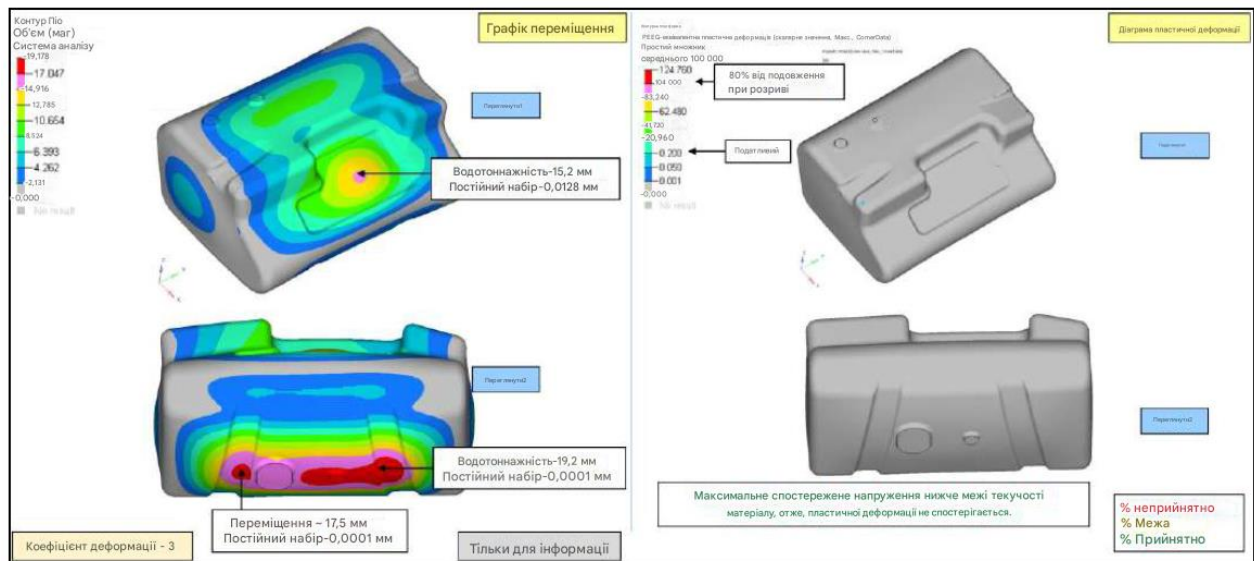
Рис. 4.11. Тест на виявлення резонансної частоти другої концепції при 75% заповненні паливом.

Зсуви у верхній та нижній частинах паливного бака складають 15,2 мм та 19,2 мм відповідно. Залишкові деформації у верхній та нижній частині бака становлять 0,0128 мм та 0,0001 мм відповідно. Приблизна пластична деформація в цих частинах бака складає 0,2%. [5] [6] [7]

Оскільки максимальне спостережуване напруження є нижчим за межу текучості матеріалу, пластичні деформації не виявлено.

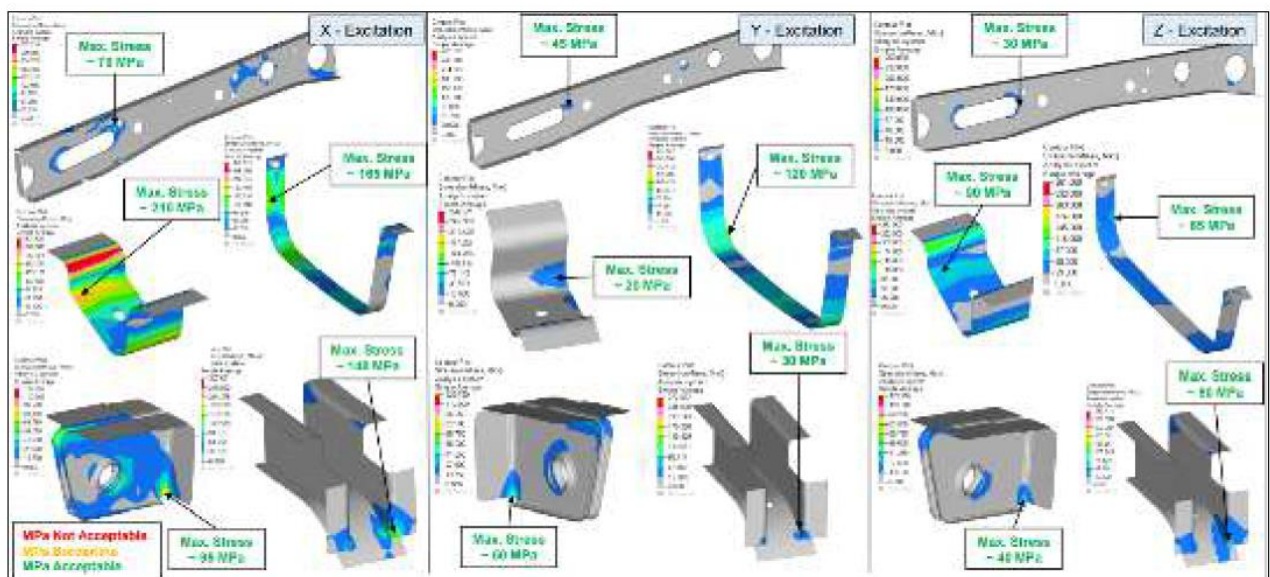
Структурний аналіз пластикових паливних баків для мікроавтобусів включає оцінку впливу навантажень на фізичні структури та їх елементи. Аналіз тиску паливних баків є ключовим у базовому дизайні, що сприяє

удосконаленню кріплень бака через декілька ітерацій дизайну, базуючись на архітектурі базової моделі.



У даному дослідженні оптимізація пластикового паливного бака реалізована за допомогою методу скінченних елементів. Також представлено методику для підвищення першої природної частоти бака та кріплень у легкових автомобілях, використовуючи FEA. У баку бензин збирається на дні, і внаслідок випаровування тиск газів впливає на внутрішню сторону бака. Зміна температури змінює об'єм бензину, тим самим регулюючи тиск і вакуум усередині.

Проведено аналіз базового дизайну, а подальші удосконалення були реалізовані через дві ітерації. Зокрема, відбулися зміни в матеріалі та товщині стрічки кріплення та стінок бака.



Таблиця 4.1. Властивості матеріалів бака та стрічки.

№	Ітерація	Назва деталі	Матеріал	Товщина (мм)	Щільність (кг/м ³)	Модуль Юнга (МПа)
1	Базовий дизайн	Паливний бак	HDPE	6	945	1370
		Смуга	D513	1.25		175/280
		Пластина	DD1079	2.5		250
		BKT1	D513	1.2		175/280
		BKT2	E34	1.6		250
		BKT3	DD1079	1.6		250
2	Концепція 1	Паливний бак	HDPE	6	945	1370
		Смуга	E34	3.15		175/280
		Пластина	E34	2.5		175/280
		BKT1	D513	1.2		175/280
		BKT2	E34	1.6		250
		BKT3	DD1079	1.6		250
2	Концепція 2	Паливний бак	HDPE	8	945	1370
		Смуга	E34	3.15		175/280
		Пластина	E34	2.5		250
		BKT1	D513	1.2		175/280
		BKT2	E34	1.6		250
		BKT3	DD1079	1.6		250

Зазначене максимальне деформування баку під час тестування на тиск вказує на необхідність його проектування з урахуванням таких екстремальних умов. Зміни товщини стрічки та оболонки бака сприяли поліпшенню частотних характеристик. Початкова оптимізація була зосереджена на конструкції бортика, за якою послідувало коригування товщини стрічки та пластикової оболонки, щоб задовольнити вимоги до структурного навантаження та тиску в баці.

Концепція 2 була вибрана для кінцевого дизайну і впровадження, що свідчить про стратегічний підхід у виборі та оптимізації конструкції.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Ідентифікація небезпечних і шкідливих факторів при наплавленні під шаром флюсу

При дуговому зварюванні на електрозварювальника діють шкідливі і небезпечні хімічні, фізичні та психофізіологічні фактори виробничого середовища.

Несприятливу дію шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я працівників і спричинені ними професійні захворювання у зварювальному виробництві можна розділити на 3 групи:

Захворювання, спричинені дією хімічних факторів (хімічних речовин).

Захворювання, спричинені дією фізичних факторів (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум).

Захворювання, спричинені дією психофізіологічних факторів (фізичне навантаження, одноманітні, часто повторювані рухи, вимушена поза).

При зварюванні причинами травматизму також може бути: відсутність транспортних засобів для транспортування важких деталей і виробів; несправність транспортних засобів; несправний інструмент: кувалди, молотки, гайкові ключі, зубила і т. п., відсутність захисних окулярів при очищенні швів від шлаку; відсутність спецодягу і інших захисних засобів.

Серед виробничих факторів найбільшу загрозу для здоров'я та життя зварювальників становить зварювальний аерозоль, від якого і досі зварювальник захищений дуже слабо. Вплив зварювального аерозолю на організм призводить до бронхолегеневих захворювань зварювальників. Це перш за все пневмоконіоз, що виявляється у зварювальників, які відпрацювали у зварювальних виробництвах понад 15 років, і хронічний бронхіт, що виникає вже через 5 років праці за професією зварювальника.

Крім того, є дані які свідчать про те, що наявність у складі зварювального аерозолю канцерогенних речовин шестивалентного хрому і нікелю може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань органів дихання.

Наслідками дії зварювального аерозолі можуть бути різноманітні отруєння шкідливими речовинами. До них у першу чергу належать інтоксикація (отруєння) марганцем, що характеризується ураженням центральної нервової системи. Наявність у повітрі високих концентрацій монооксиду вуглецю може бути причиною як гострого, так і хронічного отруєння. Вплив оксидів азоту в закритих приміщеннях може проявлятися розвитком набряку легень. Підвищений вміст твердих та газоподібних сполук фтору в зварювальному аерозолі призводить до ураження слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, бронхів, розвитку бронхопневмонії. До супутніх захворювань, причиною яких є зварювальний аерозоль, належать функціональні порушення центральної нервової та серцево-судинної систем, алергічні захворювання, статеві ускладнення тощо.

При наплавленні під шаром флюсу спектр променевої енергії складається з інфрачервоних променів довжиною більше 1,05 мкм, променів Роста (1,5...0,7 мкм), світлових променів 0,7...0,4 мкм та ультрафіолетових променів 0,1...0,4 мкм. Ультрафіолетове випромінювання може викликати професійну хворобу очей – електрофтальмію та опіки відкритих частин тіла – іскри, бризки розплавленого металу.

Основними причинами ураження електричним струмом можуть бути доторкування до відкритих струмопровідних частин, перехід напруги на корпус обладнання.

В останні роки почала збільшуватись кількість випадків виявлення у зварювальників професійного раку, частка якого у структурі професійної захворюваності перевищила 5%. Крім того, фіксуються бронхіальна астма (близько 3%), хронічна інтоксикація марганцем (0,05-1,3%), а також отруєння газовими складовими зварювального аерозолі (1-2%).

Серед супутніх, так званих професійно зумовлених захворювань, що виявляються у зварювальників із вперше зареєстрованою профпатологією, становлять функціональні та патологічні зміни у серцево-судинній системі (41-43%), функціональні розлади центральної нервової системи (30-40%), фарингіти (20-30%), шлунково-кишкові захворювання (8-14%), деякі офтальмологічні хвороби (5-10%). Захворювання опорно-рухового апарата

(кістково-м'язова патологія) реєструються у 8-9% зварювальників, неврит слухового нерва – у 5-6% зварювальників.

Комплексний характер негативного впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на здоров'я зварювальників, а також тяжкості і напруженості праці потребують дотримання вимог безпеки праці та проведення різноманітних оздоровчих заходів.

5.2 Методи і засоби санітарної обробки одягу та індивідуальних засобів захисту

Дезактивація одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту проводиться вибиванням і витрушуванням, миттям або протиранням (прогумованих і кожних виробів) водяними розчинами миючих засобів або водою, а також стиркою за спеціальними режимами з використанням речовин для дезактивації.

Дезактивація хлопчатопаперового, суконного і шерстяного одягу і в'яленого взуття проводиться витрушуванням і вибиванням, а також чисткою щітками. Якщо названими способами ступінь зараження одягу не можливо понизити до допустимих величин, то він підлягає дезактивації шляхом стирки за відповідною технологією.

Дегазація одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту здійснюється кип'ятінням, пароаміачною сумішкою, стиркою і провітрюванням.

Дегазація кип'ятінням проводиться в бучильних установках БУ4М або інших ємностях для верхнього одягу, шерстяного одягу і головних уборів з штучного хутра (шубнохутрові і шкіряні вироби цим способом проводити дегазацію не можливо).

Дегазація способом стирання основана на розкладу і змиванню отруйних речовин водяними розчинами миючих засобів при високих температурах. Дегазації стиркою піддаються вироби з хлопчатопаперових тканин, а також ватяний одяг. В якості миючого розчину використовується 0,3 %й водяний розчин порошку СФ2У (СФ2).

Дегазація провітрюванням (природна дегазація) може бути використана для всіх видів одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту, особливо в

випадках їх зараження отруйними речовинами. Вона проводиться при наявності часу і при відсутності інших засобів дегазації. Дегазація провітрюванням найбільш швидко проходить в літніх умовах при температурі 1825 °С.

Дезинфекція одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту здійснюється обробкою пароповітряною або пароформаліновою сумішкою, кип'ятінням, замочуванням в розчинах для дезинфекції (або протиранням ними), стиркою.

Обробка пароповітряною сумішкою використовується для дезинфекції всіх видів одягу і індивідуальних засобів захисту, крім шубнохутрових, шкіряних і валяних виробів, які підлягають обробці пароформаліновою сумішкою в відповідності з інструкціями експлуатації дезінфекційнодушових автомобілів (ДДА) і дезінфекційнодушових причепів (ДДП).

Обробка кип'ятінням використовується для дезинфекції виробів з хлопчатопаперових тканин і індивідуальних засобів захисту, виготовлених з резини і прогумованих тканин. Дезинфекція кип'ятінням проводиться в бучильній установці БУ4М, дезінфекційних бучильниках і в різних підручних засобах (баках, котлах, бочках і т. д.).

Дезинфекція замочуванням в розчинах для дезинфекції підвергаються вироби з хлопчатопаперових тканин і індивідуальні засоби захисту. Дезинфекція одягу і індивідуальних засобів захисту, заражених вегетативними формами мікробів, проводиться замочуванням в 5%му водяному розчині фенолу, лізолу або нафталізолу (при зараженні вірусом натуральної віспи концентрація збільшується до 8%), 3%му розчині моноклораміну або в 2,5 %му розчині формальдегіду протягом 1 год. При зараженні споровими формами мікробів замочування проводиться в 10 %му розчині формальдегіду протягом 2 год.

Дезинфекція одягу і індивідуальних засобів захисту методом стирки проводиться за спеціальними технологіями.

Для дегазації і дезинфекції хлопчатопаперового одягу, індивідуальних засобів захисту і брезентів, а також предметів домашнього побуту призначена бучильна установка БУ4М.

Основні тактикотехнічні характеристики БУ4М:

ємність бучильного чану 450 л,
об'єм ємності для води 2570 л (бак для води на 570 л і резервуар з тканини на 2000 л),
вантажопідйомність підйомного пристосування 300 кг,
продуктивність насосу БКФ4 60 л/хв.,
час розгортання (згортання) без встановлення сушила 2832 хв.,
середня продуктивність по дегазації (дезинфекції) хлопчатопаперового одягу за 10 год. роботи літом 320 компл., зимою – 240 компл., розрахунок – 4 чол.

Станція обеззаражування одягу СОО створюються на базі механічних пралень, пралень самообслуговування, фабрик і ательє хімчисток, дезінфекційних відділень бань і санітарних пропускників. Призначаються для обеззаражування одягу і індивідуальних засобів захисту. Заражених радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами.

Розчин для дезактивації приготавлиється на основі порошку СФ2У (СФ2) шляхом розчинення останнього в воді з розрахунку отримання 0,15%-го розчину (на двадцяти літровий бідон (каністру) – 30 г, на сто літрову бочку 150 г, на цистерну ємністю 6000 л – 9 кг).

Розчин для дегазації № 1 представляє собою 5%ий розчин гексахлормеламіну (ДТ6) або 10%ий розчин дихлораміну (ДТ2, ДТХ2) в дихлоретану і призначається для дегазації Vгазів, отруйних речовин типу іприт і для дезінфекції. Температура замерзання розчину – 35 °С.

Розчин для дегазації № 2ащ представляє собою водний розчин 2% їдкого натру, 5% моноетаноламіну і 20% аміаку і призначається для дегазації отруйних речовин типу зоман. Температура замерзання розчину – 40 °С.

Розчин для дегазації № 2бщ представляє собою водний розчин 10% їдкого натру і 25% моноетаноламіну; призначається для дегазації отруйних речовин типу зоман. Температура замерзання розчину – 30 °С.

При відсутності розчинів для дегазації № 2ащ і № 2бщ для дегазації озброєння і техніки, які заражені отруйними речовинами типу зоман, може використовуватися 2025%ий водяний розчин аміаку або 510%ий водяний розчин їдкого натру.

Водяна суспензія ДТС ГК використовується в дегазаційних машинах і комплектах для дегазації озброєння і техніки, які заражені Vгазами і іпритом.

Водяні кашки ДТС ГК і хлорного вапна використовуються для дегазації і дезинфекції грубих металевих, гумових і дерев'яних виробів. Кашки готуються шляхом ретельного перемішування двох об'ємів ДТС ГК або хлорного вапна з одним об'ємом води.

Для дегазації отруйних речовин можуть бути використані розчинники: діхлоретан, бензин, гас, дизельне паливо і спирт, а також 0,3%і водяні розчини миючих порошків СФ2У, "Дон", "Ера" і інші. Всі вказані розчинники і розчини не знищують отруйні речовини, а тільки сприяють змиванню їх з зараженої поверхні.

Речовини, які використовуються для виготовлення розчинів для дегазації: гексахлормеламін, діхлорамін, діхлоретан, їдкий натр, аміачна вода, моноетаноламін, ДТС ГК, хлорне вапно.

Для дезинфекції озброєння і техніки використовуються розчини формальдегіду, фенолу і його похідні (крезол, лізол і нафтазол); розчини для дегазації № 1, № 2аш, № 2бщ; суспензії і кашки ДТС ГК і хлорного вапна; водяні розчини порошку СФ2У (СФ2). [26]

Водні розчини миючих засобів в відношенні до хвороботворних мікробів володіють слабкою дією і використовуються тільки для пониження засівання мікробами поверхонь і нейтралізації токсинів.

Для дезинфекції озброєння і техніки, що заражена вегетативними формами мікробів, використовується 35 %й розчин формальдегіду, 1 %а суспензія ДТС ГК, 2 %й розчин монохлораміну.

Для дезинфекції озброєння і техніки, що заражена споровими формами мікробів, найбільш ефективним є 17.2%-ий водяний розчин формальдегіду (формаліну), що тримає 10 % за масою монохлораміну Б. З початку готується 20 %ий водяний розчин монохлораміну (20 кг монохлораміну на 80 л води); суміш ретельно перемішується до повного розчинення монохлораміну. Потім перемішуються рівні об'єми отриманого розчину і формаліну.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Загально-технічний розділ визначає поточний стан технології ремонту паливних баків, що є важливим етапом для виявлення її недоліків та можливостей для вдосконалення. Адекватна ідентифікація проблем у цій частині демонструє науково-технічний підхід автора до формулювання задачі.

Технологічний розділ забезпечує систематизований підхід до обґрунтування етапів і режимів процесу ремонту паливних баків. Зміст демонструє аналітичний рівень підготовки автора, спрямований на досягнення ефективності технологічних операцій. Це свідчить про практичну спрямованість дослідження та обґрунтованість вибору матеріалів. Описує впровадження нових або вдосконалених технологій у ремонт, що є важливим для підвищення якості та довговічності роботи паливних баків.

Конструкторський розділ проваджує оптимізацію устаткування демонструє практичну орієнтацію роботи. Це свідчить про готовність автора впроваджувати розроблені технології в реальних виробничих умовах.

Науково-дослідний розділ демонструє вміння проводити аналітичну роботу, спираючись на теоретичні підходи, що дозволяють глибше зрозуміти основні аспекти технологічних процесів. Одержані результати дозволяють оцінити ефективність запропонованих рішень. Розділ чітко показує досягнення автора у виконанні поставлених завдань.

Кваліфікаційна робота магістра характеризується високим рівнем структурованості, логічністю викладення матеріалу та практичною орієнтацією. Зміст розділів свідчить про глибоке розуміння технологічних процесів, конструкторських рішень та питань охорони праці. Окремо варто відзначити науково-дослідний підхід автора до вирішення завдань, спрямованих на підвищення ефективності ремонту паливних баків.

Робота демонструє здатність автора впроваджувати нові технологічні рішення, враховуючи сучасні вимоги до якості, безпеки та довговічності автомобільних систем. Вона має значну практичну цінність і може слугувати базою для подальших досліджень у галузі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
3. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383 с.
4. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
5. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn. - COMMUNICATIONS, 2022. - Vol. 24, № 3, P. 247-258. (Scopus).
6. Sakhno, V.P.,Yashchenko, D.M.,Marchuk, R.M.,Marchuk, N.M.,Lyashuk, O.L.. Research of a truck train movement when driving semi-trailer by slow downing wheels of one axis pin on the mode. International Journal of Automotive and Mechanical EngineeringOpen Access Volume 17, Issue 1, 1 January 2020, Pages 7749-7757 <https://www.scopus>.
7. Information Technologies Use in the Study of Functional Properties of Wheeled Vehicles. Lyashuk O., Stashkiv M., Lytvynenko Iaroslav, Sakhno V., Khoroshun R. CEUR Workshop Proceedings. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2023. Ternopil 22 November 2023 до 24 November 2023. 3628, с. 370-381. <https://www.scopus>.
8. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням

математичних методів теорії планування експерименту. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – № 2 (21). Луцьк: 2023. - С. 135 – 144.

9. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 276 с.

10. Comprehensive Assessment Of Technical Condition Of Vehicles During Operation Based On Harrington's Desirability Function. Aulin V., Rogovskii I., Lyashuk O., Titova L., Hryniv A., Mironov D., Volianskyi M., Rogatynskyi R., Solomka O., Lysenko S. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology Center. Ukraine. Том 1. Випуск 3(127), 2024. с. 37-46.

11. Rogatynskyi, R., Lyashuk, O., HevkoI., Horoshyn, R., & Shevchuk, V. (2023). Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 28, 115-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.11>

12. Ляшук О. Л., Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Хорошун Р. В., Кашканова Г. Г., Антонюк О. П. Модель проходження повороту автомобілем . Вісник машинобудування та транспорту, ВНТУ.- No2(18) 2023.- С. 91-97.

13. Синтез підвіски автотранспортних засобів/ І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, Р.М. Рогатинський, А.Й. Матвіїшин, Р.В. Хорошун/ Центральноукраїнський науковий вісник. Технічна наука. -№ 8(39)_I, 2023.-С. 153-164.

14. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research, No. 26 (2022). С 93-103.

15. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>. (Scopus).

16. Ляшук О. Л., Клендій В. М., Хорошун Р. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2018. 302 с.

17. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин Збірник наукових праць. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск № 8(39)_II. - Кропивницький. - 2023. - С. 175-189.

18. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. - 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. - 400 с.

19. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.

20. Plastic fuel tank design challenges and improvements proposed with structural strength analysis & pressure loading using FEA. Avinash Nikam and Mahendra Petale. International Journal of Automobile Engineering 2022; 3(1): 22-29.

21. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф.Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.

22. Паливний бак URL:
https://www.wikiwand.com/uk/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D0%BA

23. Самостійна діагностика і усунення несправностей паливного бака URL:
<https://avtoin.kirovograd.ua/259-samostijna-diagnostika-i-usunennja-nespravnostej.html>.

24. Ремонт бензобака своїми руками - все про авто URL:
<http://autopark.pp.ua/5008-remont-benzobaka-svoyimi-rukami-vse-pro-avto.html>.

25. Професійне відновлення пластикового бака URL:
<https://plasticagro.com/rembak>.

26. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.