

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовів легкових автомобілів з дослідженням деформації кузова в процесі ДТП

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Василь АНТОНЮК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Олег ЛЯШУК

(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 Антонюку Василю Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовів легкових автомобілів з дослідженням деформації кузова в процесі ДТП

Керівник роботи Ляшук Олег Леонтійович., 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 кузовів легкових автомобілів

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)

Огляд пошкоджень деталей кузова – 1А1.

Категорії пошкоджень кузова – 1А1.

Класифікація лакофарбових покриттів – 1А1.

Методи механічного відновлення ушкоджених ділянок кузова автомобіля – 1А1.

Стенда для правки кузовів автомобілів. – 1А1.

Результати наукових досліджень – 3А1.

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	29.12.24р	

Студент

(підпис)

Антонюк Василь Михайлович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ляшук Олег Леонтійович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення технологічного процесу ремонту кузовів легкових автомобілів з дослідженням деформації кузова в процесі ДТП».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра доктор технічних наук, професор Ляшук Олег Леонтійович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 66 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: деформація, безпека, точність, структура, обладнання.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Огляд конструкції кузовів сучасних автомобілів.....	7
1.2 Аналіз зварювальності матеріалів кузовів автомобілів.....	10
1.3 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 Опис технологічного процесу ремонту автомобільних кузовів за допомогою зварювання.....	13
2.2 Розробка проектної технології.....	19
2.3 Деталізація встановленого процедурного порядку ремонтного зварювання.....	23
2.4 Підготовка та фарбування деталей кузова легкового автомобіля.....	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	33
3.1 Технічне завдання на створення стенда для відновлення геометрії кузова автомобілів.....	33
3.2 Технічна пропозиція.....	35
3.3 Конструкторське проектування запланованого стенда.....	43
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	47
4.1 Теоретичні дослідження.....	47
4.2 Аналіз як метод перевірки випробувань.....	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	57
5.1 Характеристика системи вентиляції та заземлення.....	57
5.2 Безпека життєдіяльності людини на виробництві.....	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Через високу частоту дорожньо-транспортних пригод, ремонт кузовів легкових автомобілів є актуальним напрямком, що потребує ретельного дослідження та постійного вдосконалення технологічних процесів. Особлива увага у цьому контексті приділяється дослідженню деформацій кузова, які виникають внаслідок ДТП. Це важливо для розроблення ефективних методів ремонту, які б забезпечили відновлення міцності кузова та його геометричної точності.

З метою удосконалення існуючих технологій ремонту, ця кваліфікаційна робота спрямована на аналітичне вивчення та практичне застосування різноманітних методів діагностики та відновлення деформованих кузовів. Інтеграція сучасних наукових підходів та інноваційних матеріалів може значно підвищити ефективність ремонтних процесів і якість відновлення. Ключовим аспектом роботи є не тільки відновлення пошкоджених елементів, але й забезпечення відповідності ремонтованих кузовів нормативним вимогам безпеки.

Ця робота включатиме теоретичні дослідження та експериментальні випробування, щоб визначити найбільш оптимальні методи ремонту, які можна було б адаптувати для широкого застосування у ремонтних майстернях. Через це, результати дослідження матимуть важливе практичне значення і можуть бути рекомендовані для впровадження на автомобільних підприємствах, що спеціалізуються на ремонті та відновленні кузовів легкових автомобілів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд конструкції кузовів сучасних автомобілів

Кузов автомобіля типу легковик служить основою для монтажу компонентів і систем, котрі відповідають за пересування транспортного засобу та комфортабельність пасажирів. Крім основної функції, кузов створює достатній простір для акуратного розміщення людей та вантажів, а також забезпечує базовий рівень їхньої безпеки. Він також витримує механічні навантаження та експлуатаційні впливи, які генеруються роботою основних вузлів і систем автомобіля. На рисунку 1.1 представлено типову схему кузова з несучою конструкцією.



Рис. 1.1. Несуча структура кузова автомобіля.

Структурно цей кузов формується з декількох ключових елементів: днища, передньої, середньої та задньої частин, бокових панелей, а також зварених секцій моторного простору і багажного відділення. Компоненти, такі як двері, капот та кришка багажника, монтуються на кузов, забезпечуючи доступ усередину автомобіля для пасажирів і можливість зберігання вантажу, а також доступ до певних технічних елементів і систем. Структурні елементи кузова виготовляються переважно із штампованих деталей, де основний

матеріал - це сталь з товщиною близько 0,8 мм. Для підлоги можуть використовувати більш товсту сталь. Лицьові частини кузова формують на прес-виробництвах із сталі марок 08 кп та 08Ю, а хімічний склад цієї сталі представлений у таблиці 1.1.

Таблиця 1 - Вміст хімічних елементів у сталі 08 кп, %.

Вуглець	Марганець	Кремній	Нікель	Мідь	Сірка	Фосфор
0,05-0,11	0,25-0,5	0,03	до 0,25	до 0,25	0,04	0,035

В структурі сталі 08 кп, крім вуглецю, присутні деоксидуючі компоненти, такі як кремній та марганець. Ці елементи, інтегруючись у феритну матрицю, сприяють збільшенню міцності металу. Додатково, ця сталь містить такі небажані домішки як сірка та фосфор, які вносять свій вплив на характеристики матеріалу: сірка, утворюючи сполуку FeS, провокує явище червоноламкості, а фосфор, розчиняючись у фериті, може спричинити холодноламкість. Вуглець залишається ключовим компонентом, який значною мірою визначає основні властивості сталі: із зростанням його концентрації збільшуються твердість та міцність матеріалу, тоді як пластичність та ударна в'язкість знижуються. З огляду на те, що більшість деталей кузова виробляють методом холодної штампування, важливим є використання пластичної сталі з низьким вмістом вуглецю. Механічні параметри сталі 08 кп детально викладені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Механічні характеристики сталі 08 кп.

Межа міцності, МПа	Межа текучості, МПа	Відносне подовження, %	Відносне звуження, %
324	196	33	60

Сталь 08Ю класифікується як вуглецева якісна сталь, що використовується для виробництва деталей за методом холодної штампування, зокрема для формування виробів зі складною та особливо складною геометрією. Концентрація хімічних елементів у цьому типі сталі зафіксована у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Хімічний склад сталі 08Ю.

Вуглець	Марганець	Кремній	Нікель	Мідь	Сірка	Фосфор
до 0,07	0,2-0,35	до 0,01	до 0,06	0,02-0,07	0,04	0,035

В складі сталі 08 кп, крім вуглецю, присутні такі деоксидуючі агенти як кремній і марганець. Ці елементи, інтегруючись у структуру фериту, сприяють підвищенню міцності матеріалу. Натомість, сталь 08 Ю також містить домішки сірки та фосфору, але їхня концентрація значно нижча порівняно зі сталлю 08 кп. Для детального аналізу механічних параметрів сталі 08 кп наведено таблицю 1.4, де представлені основні механічні властивості листової сталі 08 Ю з товщиною від 0,5 до 1,5 мм.

Таблиця 1.4. Механічні властивості листової сталі 08 Ю з товщиною від 0,5 до 1,5 мм

Межа міцності, МПа	Межа текучості, МПа	Відносне подовження, %	Відносне звуження, %
255-350	205	34	60

Під час експлуатації автомобіля кузов піддається не тільки механічним впливам, але й атмосферним впливам та температурним коливанням. Ударні навантаження, які виникають під час дорожньо-транспортних подій, також відчутно впливають на стан кузова. Використання автомобіля взимку особливо вимагає збільшення уваги до зчеплення коліс з дорогою, для чого застосовуються різноманітні хімічні реагенти, зазвичай це суміші солей. Один з прикладів таких реагентів - BIONORD UNIVERSAL, який містить хлориди кальцію і натрію, карбамід та форміат натрію. Незважаючи на використання інгібіторів корозії у деяких формулах, корозійний вплив на кузов автомобіля продовжує бути значущим.

Кумулятивний вплив усіх згаданих факторів може спричинити ушкодження компонентів кузова автомобіля. У випадку, коли пошкодження вийшло за межі лакофарбового покриття та вплинуло на сам метал, необхідне зварювання може стати неминучим етапом відновлення. Важливо врахувати, що кузови автомобілів зазвичай виготовляються за допомогою зварювання. На виробництві при створенні кузовів переважно використовують метод контактного точкового зварювання. У процесі ремонтних робіт, як зазначено у вступному розділі, застосовують ацетилен-кисневе зварювання та механізоване зварювання у середовищі вуглекислого газу. [7]

Зварювання використовується для ремонту різних типів пошкоджень кузова. Максимально великі ушкодження кузова зазвичай виникають під час ДТП. Особливо небезпечними є зіткнення лоб в лоб або бічні удари. Внаслідок цього кузов та його конструктивні елементи піддаються сильним навантаженням, які можуть спричинити деформації, змінюючи первісну геометрію панелей кузова та несучих структур. Це може викликати зміни у геометрії дверних отворів та вихід стійок із вихідних положень. При менших ударних навантаженнях на кузов можуть виникнути деформації, які не виявляються візуально. Такі деформації можуть проявитися у важкості закривання дверей, а також можуть вплинути на управління автомобілем. Для точного вимірювання деформацій в таких випадках застосовують інструментальний контроль, використовуючи стенди та калібри.

Якщо ушкодження кузова автомобіля, що сталися внаслідок дорожньо-транспортної пригоди, не піддаються виправленню методом випрямлення, то потрібно замінити пошкоджені деталі. У таких випадках необхідно провести зварювальні роботи. Крім того, зварювання стає необхідним, коли корозія приводить до розширення пошкоджень на значну площу.

1.2 Аналіз зварювальності матеріалів кузовів автомобілів

Давайте розглянемо зварювальність матеріалів, що використовуються для кузовів автомобілів. Зварювальність представляє собою багатоаспектну технологічну властивість металевих матеріалів, зумовлену цілим рядом чинників. Загальне визначення зварювальності, згідно з яким метал вважається зварювальним на певному рівні в рамках окреслених процесів і цілей, якщо в результаті зварювання досягається металева цілісність в рамках належного технологічного процесу. Також зварювані елементи мають відповідати технічним вимогам, як з точки зору їх індивідуальних якостей, так і з точки зору їх впливу на загальну конструкцію, яку вони формують.

Фундаментом методів оцінювання зварюваності, що застосовуються у практиці, є аналіз концентрації хімічних елементів у металі, призначеному для зварювання. Для сталі 08кп, яку ми розглядаємо, склад хімічних елементів

представлений у таблиці 1.1. Застосування розрахункових залежностей дозволяє для сталі обчислити так званий еквівалент вуглецю, що є критерієм для визначення ефективності можливості зварного з'єднання. Наприклад, визначення еквіваленту вуглецю для заданої сталі 08кп можливе за формулою:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}, \quad (1.1)$$

Після завершення розрахунків відбувається аналіз отриманих даних показника еквіваленту: якщо величина еквіваленту вуглецю не перевищує 0,2, така сталь віднесена до категорії легкозварюваних; коли значення еквіваленту вуглецю лежить в діапазоні від 0,2 до 0,35, сталь розглядається як задовільна для зварювання; якщо показник еквіваленту вуглецю знаходиться між 0,35 і 0,45, сталь класифікується як обмежено зварювальна; значення показника еквіваленту вуглецю, що перевищує 0,45, вказує на труднощі зварювання сталі. У Європі для встановлення розміру вуглецевого еквіваленту застосовують певну залежність:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (1.2)$$

Японські стандарти включають методику розрахунку, яка базується на визначеній залежності:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14}, \quad (1.3)$$

Інститут зварювання Великобританії рекомендує використовувати таку залежність для проведення розрахунків:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Cr + Mo + V}{10} + \frac{Ni}{15}, \quad (1.4)$$

Сталі, що легко зварюються, не вимагають додаткового підігріву ані перед зварюванням, ані під час нього. Вони також не потребують термічної обробки після зварювання. Результати розрахунків за формулою (1) вказують на те, що в найгіршому сценарії легування еквівалент вуглецю складає 0,26, що класифікує дану сталь як легкозварювальну. [5]

1.3 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Описати детально технологічний процес ремонту кузовів автомобілів за допомогою зварювання, з акцентом на типи використовуваних матеріалів, специфікації обладнання та техніки безпеки. Розробити проектну технологію для ремонту кузовів, включаючи вибір методів зварювання, планування робочих етапів та оцінку часу на кожен етап. Деталізувати процедурний порядок ремонтного зварювання, створивши чіткий поетапний план дій з відповідними рекомендаціями щодо контролю якості на кожному етапі. Описати процес підготовки та фарбування деталей кузова легкового автомобіля, з особливою увагою до вибору фарб та технік нанесення.

Сформулювати технічне завдання на створення стенда для відновлення геометрії кузовів автомобілів, визначивши ключові параметри та очікувані результати. Розробити технічну пропозицію для стенда, включаючи огляд потенційних матеріалів, розрахунки стійкості та ефективності конструкції. Провести конструкторське проектування запланованого стенда, детально описуючи всі елементи конструкції та їх взаємозв'язки. [1]

Здійснити теоретичні дослідження, включаючи аналіз наукової літератури та патентів, для ідентифікації новітніх методів і матеріалів у галузі ремонту автомобільних кузовів. Аналізувати як метод перевірки випробувань стенда і ремонтних технологій, забезпечуючи документування всіх результатів і їх наукове обґрунтування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Опис технологічного процесу ремонту автомобільних кузовів за допомогою зварювання

Початковим етапом технологічного процесу ремонту кузовів на підприємстві є їх очистка від забруднень. Для цієї мети застосовується спеціалізоване обладнання - апарат високого тиску OERTZEN E 500-30, зображення якого наведено на рисунку 2.1.



Рис. 2.1. Обладнання високого тиску.

На наступному етапі здійснюється видалення вузлів і агрегатів, які ускладнюють ремонтні роботи по кузову . У випадках, коли потрібно зняти великогабаритні та важкі компоненти, може застосовуватись спеціалізоване устаткування. Для вузлів та агрегатів, розміщених під днищем транспортного засобу, можливе використання автомобільного підйомника, рисунок 2.2.

Для заміни великої за площею ділянки застосовують спеціальний технічний підхід. На першому етапі виконують розмітку, яка має свої особливості: лінія різу наноситься крейдою або маркером із залишенням запасу до сусідньої панелі. Розмір цього запасу зазвичай становить від 15 до 20 мм.

Для видалення дефектної ділянки можуть використовуватись різні методи. Зокрема, можливе використання кисневого різання. Також ефективними є механічні способи видалення, такі як застосування абразивного відрізного круга, що забезпечує високу швидкість роботи, або використання ножиць для різання металу.

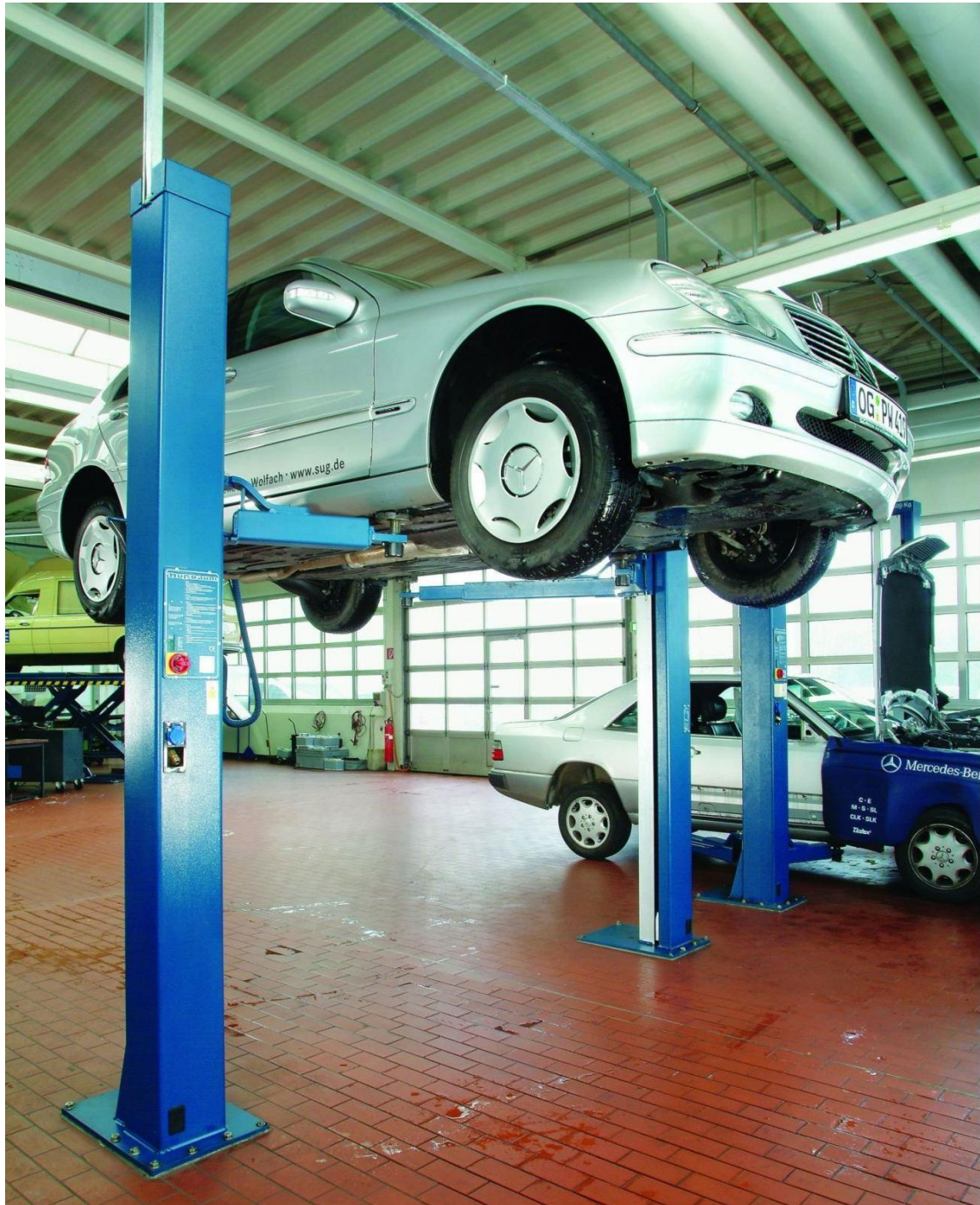


Рис. 2.2. Підйомник для легкового автомобіля

Наступним етапом є видалення зварних точок шляхом висвердлювання за допомогою дреля (рисунок 2.3). Для демонтажу смуг застосовуються плоскогубці та тонке зубило. Послідовність виконання робіт така: спочатку

металевою щіткою видаляється лакофарбове покриття для точного визначення розташування зварних точок. Далі центр кожної зварної точки позначається за допомогою керна. Потім виконується висвердлювання зварних точок і видалення смуг. У разі потреби фланці, що залишилися, можуть бути піддані додатковому рихтуванню. Заключним етапом є очищення поверхні від залишків забруднень та знежирення із застосуванням уайт-спіриту, ацетону або інших органічних розчинників.



Рис. 2.3. Висвердлювання зварних точок.

Для заміни кузовної панелі підготовка проводиться у кілька послідовних етапів. Спочатку здійснюється візуальний огляд фланців на кузові. Вони мають бути повністю очищені від залишків лакофарбового покриття та інших забруднень. Аналогічний контроль проводиться і для нової панелі.

Після цього перевіряється відповідність геометричних параметрів кузова та замінної панелі. Панель попередньо встановлюється на штатне місце, після чого проводиться оцінка збігу геометрії. У разі виявлення невідповідностей використовується рихтувальний молоток для корекції.

Також здійснюється перевірка якості присадкового матеріалу та контролюється використання захисного газу. У процесі зварювання застосовується вуглекислий газ як захисне середовище.

Після завершення контрольних операцій переходять до виконання зварного шва.

На авторемонтних підприємствах найчастіше застосовується механізоване зварювання у середовищі вуглекислого газу. Основними параметрами, що визначають режим зварювання в цьому випадку, є:

- напрямок і величина зварювального струму;
- рівень напруги на зварювальній дузі;
- діаметр та швидкість подачі присадкового дроту;
- швидкість виконання зварного шва;
- інтенсивність подачі вуглекислого газу.

Для зварювання кузовних дефектів в умовах середовища вуглекислого газу на авторемонтних підприємствах широко застосовується кремніймарганцева дрiт марки Св-08Г2С. Зазвичай цей дрiт має омiднене покриття для підвищення його антикорозійних властивостей та якості зварювального процесу. Хімічний склад зазначеного дроту представлений у таблиці 2.1, тоді як механічні характеристики наплавленого металу (зварювального валика) наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1. Хімічний склад дроту марки Св-08Г2С.

Марка дроту	Склад елементів в %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
				Не більше			
Св-08ГС	0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	0,2	0,25	0,03	0,03

Таблиця 2.2. Механічні характеристики металу шва, отриманого під час зварювання низьковуглецевої сталі у середовищі вуглекислого газу.

Матеріал електродного дроту	σ_T , МПа	σ_B , МПа	$\delta\%$	ψ %	a_H МПа при темпер. в °C		a_H після механічного старіння МПа
					-20	+20	
СВ-08ГС	300	500	22	50	45	100	40

Режими зварювання, наведені в таблиці 2.3, забезпечують формування зварних з'єднань відповідно до вимог. Для цього використовується оміднений зварювальний дріт діаметром 0,8 мм марки Св-08Г2С.

До зварювального дроту висуваються наступні вимоги:

граничне відхилення діаметра від номінального значення допускається не більше ніж на 0,08 мм;

допустима овальність дроту - 0,08 мм;

поверхня дроту повинна бути вільною від іржі, забруднень і технологічних мастил;

дріт проходить перевірку технічним контролем підприємства. [10]

Таблиця 2.3. Параметри режиму механізованого зварювання в середовищі вуглекислого газу для деталей товщиною 1 мм.

№	Параметр режиму зварювання	Значення параметра
1	Сила зварювального струму, А	90...130
2	Напруга на дузі, В	19...21
3	Швидкість зварювання, м/год	14...16
4	Витрата газу, л/хв	8...10
5	Виліт зварювального дроту, мм	5...10

Під час проведення візуально-розмірювального контролю виконують перевірку зварних швів на відповідність їхніх форми та розмірів, а також оцінюють відсутність недопустимих дефектів на поверхні. Процедура контролю охоплює 100% зварних швів. Для проведення оцінки застосовуються спеціалізовані інструменти, такі як лупа з 4-кратним збільшенням та універсальний шаблон зварювальника УШС-3.

Для виконання ремонтного зварювання кузовних вузлів підприємство використовує шланговий напіваавтомат для дугового зварювання в середовищі захисних газів за технологією (MIG/MAG) - Сварог REAL MIG 200. На рисунку 2.3. представлено зовнішній вигляд цього обладнання. Діапазон сили зварювального струму пристрою становить від 30 до 200 А, а вага апарата - лише 13 кг. Однією з ключових переваг цього обладнання є вбудований механізм подачі присадкового дроту, що значно покращує мобільність і

зручність роботи зварювальника. Дріт, що використовується, може мати діаметр до 1 мм.



Рис. 2.4. Зварювальний напівавтомат Сварог REAL MIG 200.

Зварювальний напівавтомат Сварог REAL MIG 200 призначений для виконання ручного електродугового зварювання із застосуванням штучних електродів, а також для роботи з порошковим зварювальним дротом. У режимі зварювання штучними електродами допустимий діаметр електродів може становити до 4 мм.

Метою цієї випускної кваліфікаційної роботи є вдосконалення якості зварних з'єднань при ремонті кузова легкового автомобіля та підвищення ефективності ремонтного процесу.

У ході аналізу проблематики були детально вивчені операції типового технологічного процесу зварювання кузовних дефектів, а також виявлені слабкі місця, які негативно впливають на його реалізацію.

Основні недоліки використання ручного дугового зварювання із застосуванням дроту суцільного перерізу полягають у наступному:

низька швидкість виконання зварювальних робіт;

складні умови роботи для зварювальника;
нестабільність якості отриманих зварних з'єднань;
підвищені втрати електродного матеріалу через його вигорання,
розбризування та залишкові відходи.

2.2 Розробка проектної технології

Методика вибору техніки зварювання. Питання оптимізації процесу зварювання за допомогою дроту з непористого металу в атмосфері інертних газів було вивчене у ряді наукових праць, ініційованих дослідженнями таких вчених, як Б.Є. Патон, Д.О. Дудко, І.І. Заруба, А.Г. Потап'євський, Н.Г. Дюргеров, Ю.М. Сараєв, А.Ф. Князькова. У контексті застосування дугового зварювання з використанням плавкого електроду в інертних газах, звичайно виокремлюють три основні механізми передачі електродного металу: крапельне зварювання, струменеве зварювання та зварювання з короткими замиканнями. Численні наукові роботи зосереджені на підвищенні ефективності автоматизованого зварювання, а саме на зменшенні розбризування металу і збільшенні обсягів виробництва. [9]

Імпульсне керування дуговим зварюванням забезпечує наступні переваги: ефективно знижує розкидання електродного металу під час зварювання; різко підсилює здатність дуги до проплавлення; забезпечує точне формування зворотного валика заданих параметрів; мінімізує термічний вплив на зону зварювання; істотно знижує ризик виникнення дефектів у вигляді підрізів, порозитету, несплавлень і непроварів. Оперативний досвід застосування імпульсного управління дуговим зварюванням показує, що структура зварних з'єднань істотно відрізняється і має значні переваги порівняно з тією, що утворюється при використанні традиційної стаціонарної дуги, дивіться малюнок 2.5 та малюнок 2.6.

Ключовими характеристиками імпульсної дуги, зображені на малюнках 2.7 та 2.8.:

регулярне чергування імпульсів струму з частотою, що обумовлена швидкістю подачі дроту та звичайно коливається від 30 до 330 Гц;

однократний перенос краплі електродного металу в зварювальну ванну за кожен імпульс;

динаміка імпульсу струму, яка має мінімальні та максимальні рівні, де максимальні показники струму відповідають ситуаціям із довшою дугою;

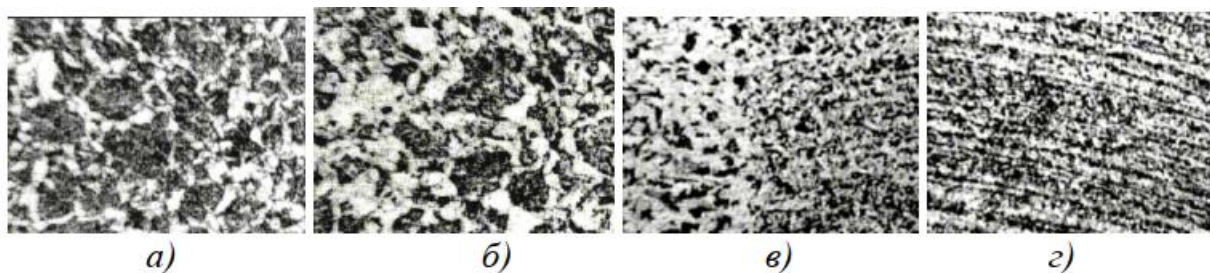


Рис. 2.5. Конфігурація матеріалу після застосування постійного режиму зварювання.

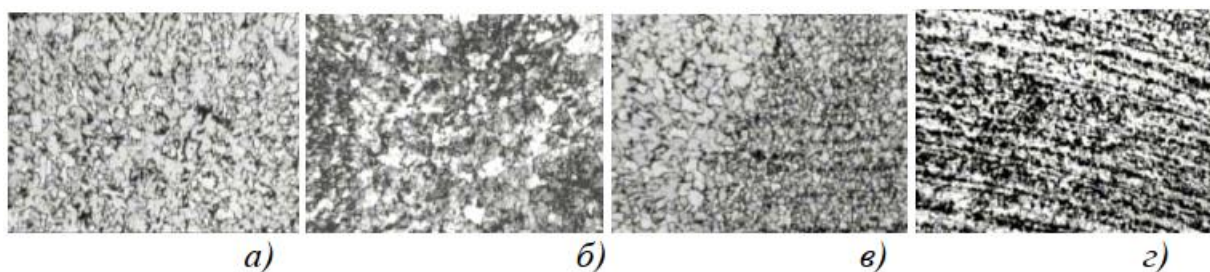


Рис. 2.6. Конфігурація матеріалу після застосування імпульсного режиму зварювання.

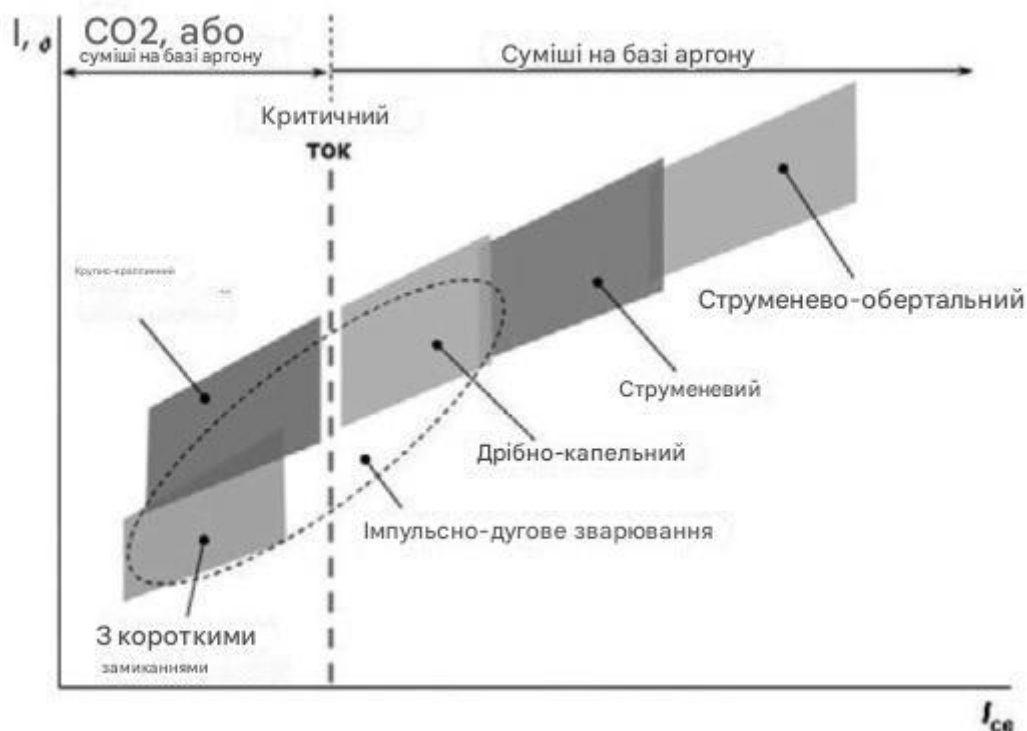


Рис. 2.7. Вплив налаштувань режиму зварювання на характеристику перенесення металу.

мінімальні значення струму, звані "нижнім струмом", забезпечують стійке горіння дуги, що сприяє очищенню поверхонь деталей, які зварюються.

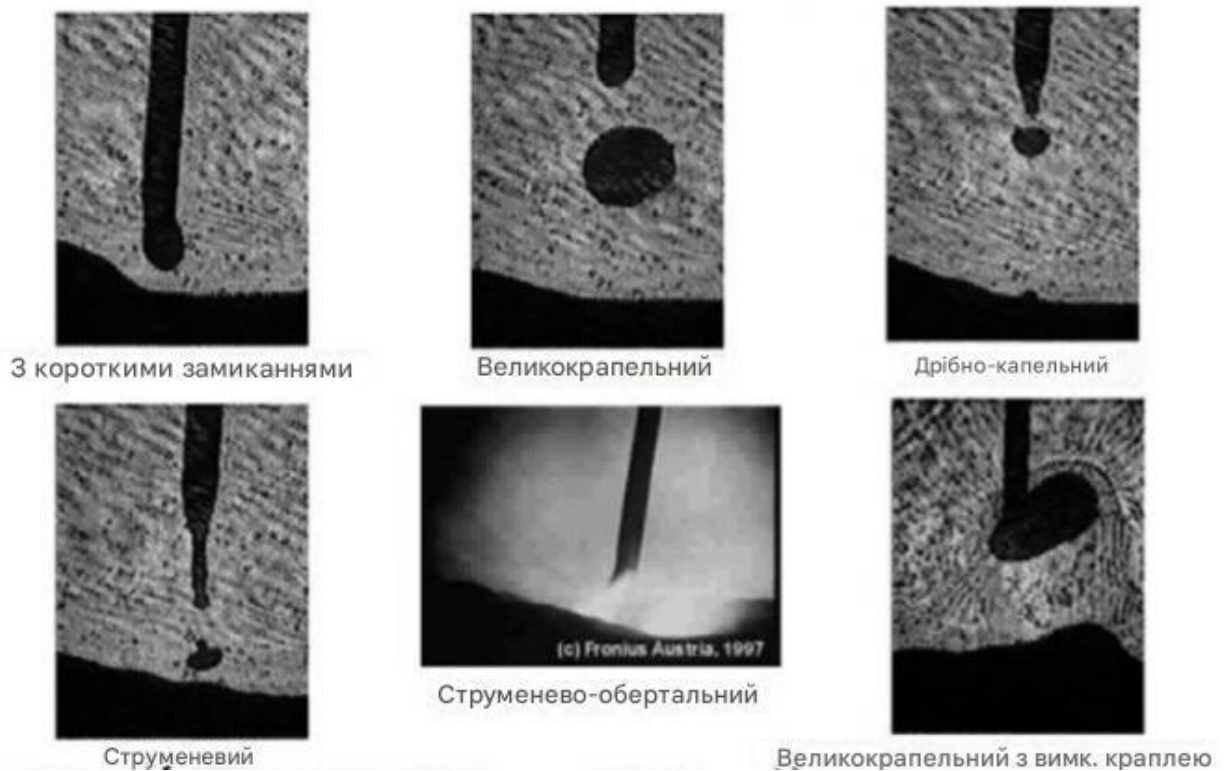


Рис. 2.8. Принципові способи переносу металу в умовах автоматизованого зварювання.

Були вивчені методи підвищення продуктивності автоматизованого зварювання у захисних атмосферах. За результатами аналізу науково-технічних даних було вирішено застосувати технологію зварювання з імпульсним управлінням дуги, для чого рекомендується використовувати апарат, див. малюнок 2.9. Цей апарат під'єднується до звичайного джерела електроживлення для зварювальної дуги постійного струму.

Імпульси від генератора 8 підсилюються з допомогою підсилювача потужності 9. Підсилений сигнал спрямовується до баз транзисторів 10 та 11, що тимчасово активуються. Водночас, сигнал з виходу інвертуючого елемента 7 передається на інший підсилювач потужності 6, а звідти - на базу транзистора 5. Через проходження через інвертуючий елемент, сигнал блокує транзистор 5. Таким чином, струм зварювання теке через активні транзистори 10 та 11, досягаючи рівнів імпульсного струму. Під час паузи транзистори 10 та 11 блокуються, а транзистор 5 активується, через нього протікає струм паузи.

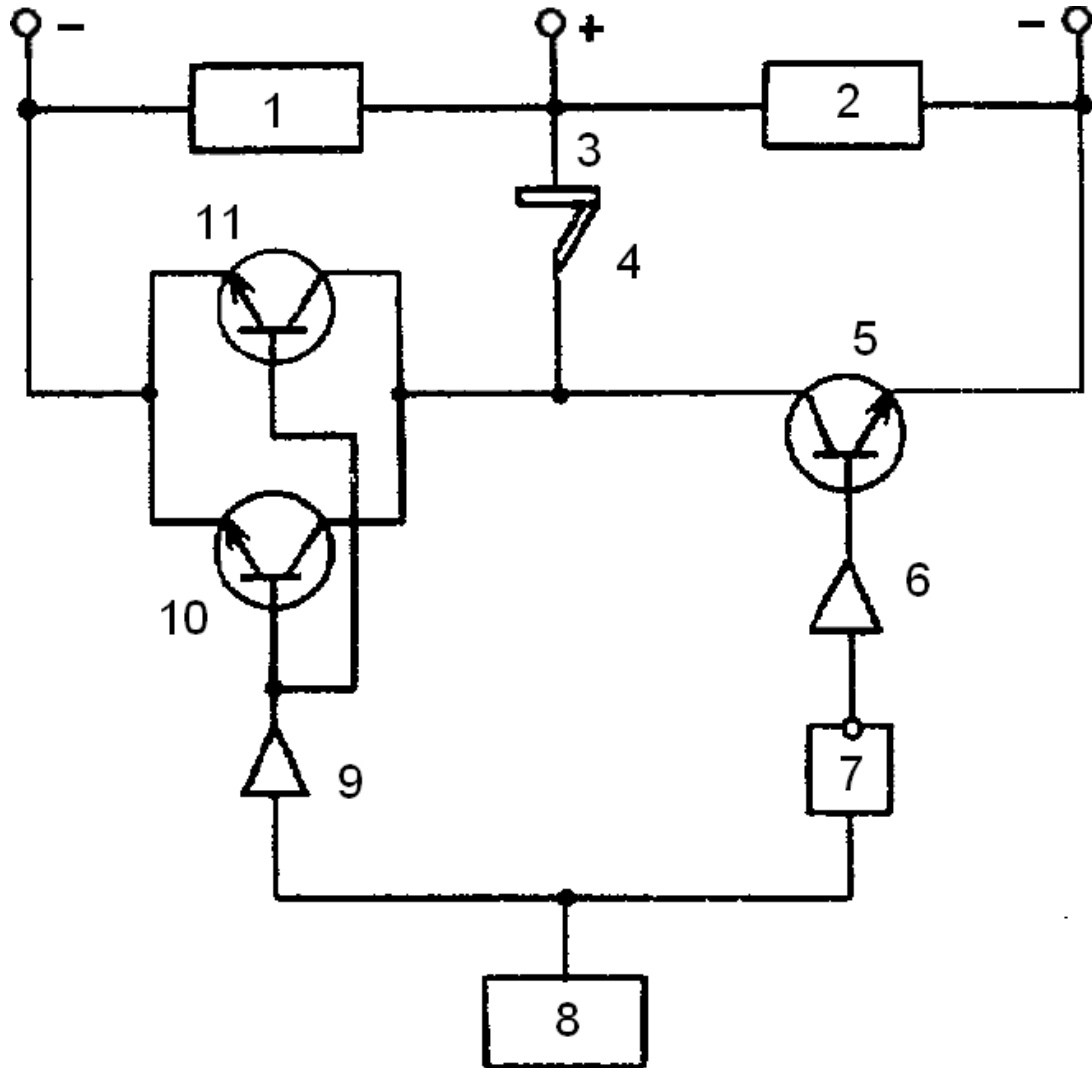


Рис. 2.9. Апаратура для імпульсного управління зварювальною дугою:

1, 2 – компенсаційні фільтри; 3 – об'єкт зварювання; 4 – зварювальний електрод; 5, 10, 11 – елементи транзистори; 6, 9 – блоки підсилення потужності; 7 – перетворювач сигналу; 8 – імпульсний генератор.

Частота роботи генератора може коливатися в межах від 50 до 300 герц. Таким чином, ми встановлюємо параметри зварювання. Частота імпульсів дорівнює 100 герц. Імпульсний струм становить 120 А, а струм паузи – 60 А. Змінювати тривалість імпульсів струму та пауз можна шляхом коригування відповідних налаштувань генератора імпульсів. Приймаємо, що тривалість імпульсів струму та пауз буде однаковою. Споживання захисного газу встановлено на рівні 8 літрів за хвилину. Для захисту зварювальної ванни та перегрітого металу використовуємо газову суміш (Ar 70% + CO₂ 30%). Встановлюємо напругу на дузі в 22 вольти. [3]

2.3 Деталізація встановленого процедурного порядку ремонтного зварювання

Ініціація процедури ремонтного зварювання розпочинається з очищення кузова автомобіля. Для цього застосовують апарати для миття під високим тиском, згідно з рисунком 1.1. Наступний етап включає елімінацію залишків фарби та лаку з фланцевих поверхонь деталей, які прилягають до замінюваних сегментів. Завершувальним кроком цієї стадії є інспекція кузова контролером, який також розробляє технічну документацію для подальших ремонтних робіт. Важливою особливістю ремонту кузова є його унікальність пошкоджень, що виключає можливість стандартизації технологічного процесу зварювання для всіх випадків.

Контроль за допоміжними зварювальними матеріалами проводиться систематично. Вимоги до якості зварювального дроту визначаються стандартом. Пакування таких матеріалів здійснюється відповідно до технічних умов. Необхідно наявність сертифікатів якості від виробника для підтвердження відповідності зварювального дроту встановленим нормам. Очищений та намотаний на касети зварювальний дріт має зберігатися в приміщеннях з обмеженим доступом, де температура утримується на рівні не нижче +15 °C. На кожній касеті повинно бути нанесено маркування нестираємою фарбою у легкодоступному для перегляду місці. Важливо забезпечити, щоб під час намотування дроту на касети не виникало згинів. Залежно від специфікацій поставки, зварювальні дроти можуть мати різні обробки: поліровку, міднення або світлення.

Процес заміни кузовної панелі розбивається на декілька ключових кроків. На початку, на ушкодженій панелі маркером або олівцем викреслюють периметральну лінію розрізу. Цю лінію планують так, щоб у місцях зварювання з іншими панелями зберіглись полоси широкі на 20-30 мм. Наступним кроком є вирізання пошкодженої деталі за допомогою абразивного круга або металевих ножиць. Залишки матеріалу усувають, висвердлюючи зварні точки за допомогою дреля, дивіться рис. 2.3, і видаляють полоси з допомогою плоскогубців та долота. Далі, металевою щіткою зчищають лакофарбове

покриття, щоб чітко визначити місця зварних точок. За допомогою керна відмічають центр кожної зварної точки, після чого виконують висвердлювання і видалення полос. У випадку необхідності, фланці коригують для ідеального вирівнювання. Завершальним етапом є очищення від забруднень та обезжирення за допомогою уайт-спіриту, ацетону або іншого органічного розчинника.

Далі слідує монтаж нової панелі та її точна настройка відповідно до геометричних параметрів кузова. Для проведення механізованого зварювання, що включає формування невеликих зварних швів та прихваток, застосовується зварювальний дріт з неперервним перетином марки Св-08Г2С із діаметром 1,2 мм.

Здійснюють формування зварних швів відповідно до технологічного плану та у встановлених режимах, які були описані раніше. Наступним кроком є проведення візуально-вимірювальної перевірки. В процесі цього контролю здійснюється оцінка зварних швів на точність форми і розмірів, а також на відсутність дефектів, що заборонені стандартами. Охоплення візуально-вимірювальним контролем становить 100%. Використовувані інструменти для такого контролю включають лупу з чотириразовим збільшенням та універсальний шаблон для зварювальників УШС-3.

У разі, коли результати контролю виявляються задовільними і відповідають усім вимогам до ремонтуваного кузова, він переходить до фази фарбування.

2.4 Підготовка та фарбування деталей кузова легкового автомобіля

Етапи виконання роботи фарбуванням крила легковика (див. рис. 2.10), на якому раніше були виправлені незначні вм'ятини. Ці дефекти уже усунуті, але далі потрібно провести шпаклювання перед фарбуванням.

Перед проведенням шпаклювання слід спершу відзначити та підготувати ділянку ремонту, видаливши з неї залишки старої фарби. Далі, поверхню потрібно зашліфувати за допомогою абразивного паперу з грануляцією Р120, після чого ретельно очистити оброблену ділянку за допомогою спеціального

розчинника та паперових серветок. Застосовувати можна аерозольні склади, які слід ретельно витерти до сухого стану, або використовувати дві типи серветок: вологу, змочену в обезжирювачі для нанесення, і суху для остаточного очищення.



2.10. Деталь крило.

Для досягнення ідеально рівної поверхні використовують універсальну шпаклівку, що відзначається високою адгезією як до всіх видів металів, так і до різних типів цинкових покриттів. Перед застосуванням до шпаклівки додають 3% тверджувача, ретельно змішуючи матеріал на шпателі з використанням рубаючих і вдавлюючих рухів для досягнення однорідної консистенції, як показано на рисунку 2.11.



Рис. 2.11. Техніка змішування шпаклівки.

Нанесення шпаклівки вимагає багатошарового підходу: спочатку наносять тонкий шар, що ретельно притискається до поверхні деталі. Це необхідно для глибокого проникнення матеріалу у всі нерівності та шліфувальні сліди, що сприяє оптимальній адгезії (див. рис. 2.12). Другий,

значно товщий шар, наноситься з метою домогтися рівної і гладкої поверхні (див. рис. 2.13).

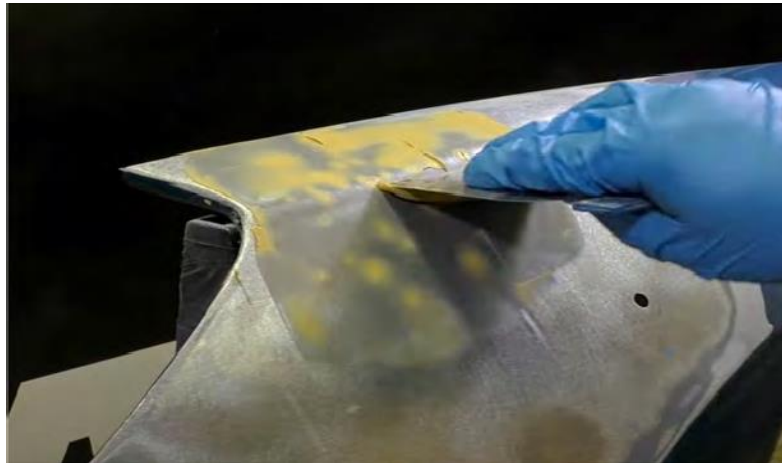


Рис. 2.12. Перший шар шпаклівки.

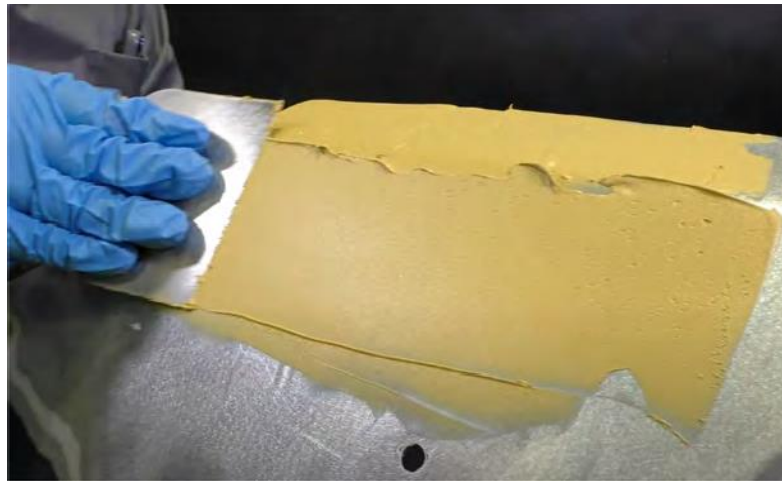


Рис. 2.13. Другий шар шпаклівки.

Видаляємо всі нерівності та формуємо зовнішнє ребро так, як воно було спочатку зігнуте. Далі потрібно дати час для висихання шпаклівки, який зазвичай не перевищує 30 хвилин при температурі 20 градусів. Для прискорення процесу можна використовувати інфрачервону сушку, але включати її можна лише після 10 хвилин природного висихання.

Після того, як сушка буде завершена, застосовуємо шліфувальну машину з абразивним диском P120 для первинного вирівнювання поверхні (див. рис. 2.14). Це дозволяє значно скоротити час, який б знадобився на ручне шліфування. [12]

Застосовуємо виявник (див. рис. 2.15), а за допомогою ручного шліфувального інструменту з абразивною стрічкою P120 обробляємо поверхню

(див. рис. 2.16). Цей процес дозволяє не тільки вирівняти поверхню, а й одночасно сформувати ідеально рівне ребро крила.



Рис. 2.14. Попереднє вирівнювання поверхні.

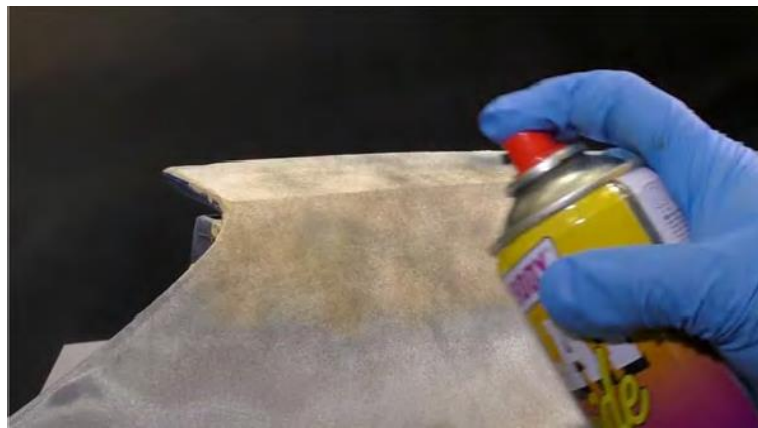


Рис. 2.15. Нанесення виявлювача.

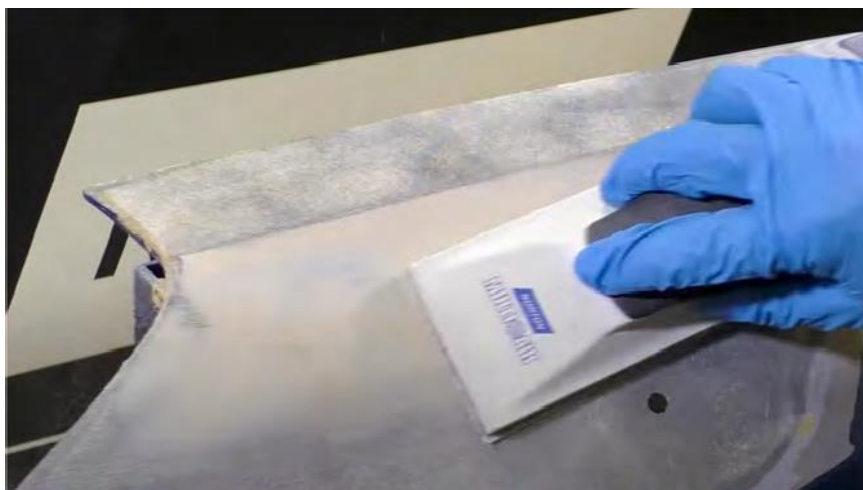


Рис. 2.16. Шліфування за допомогою рубанка.

Проведення контролю за якістю поверхні здійснюється вручну: у випадку наявності нерівностей необхідно здійснити повторне нанесення шпаклівки та шліфування аж до отримання ідеально рівної поверхні. Після процесу шліфування поверхня стає дуже запиленою. Основний спосіб видалення пилу

полягає у продуванні за допомогою стисненого повітря на останньому етапі очищення. Відразу після застосування обезжирювача слід ретельно протерти поверхню на сухо та продути стисненим повітрям.

Наступний крок - фінальне нанесення шпаклівки, яку тягнуть тонким шаром по площині, захоплюючи ділянку трохи більший, ніж було оброблено спочатку, для створення кінцевої коректної геометрії деталі. Після висихання деталей ручно обробляється за допомогою абразивних матеріалів P120 та P180. Виявник сприяє точному контролю за процесом шліфування. Знижуємо ризики в районі ремонту, використовуючи абразив P280, а потім завершуємо обробку всієї деталі абразивом P320. Шліфувальний войлок використовується для обробки країв деталі та важкодоступних місць.

Завершальним етапом є контрольний перегляд поверхні деталі. На шпаклівці не має бути пор, а перехід до металу повинен бути гладким (див. рис. 2.17).



Рис. 2.17. Крило після шпаклівки та шліфування.

Початкова підготовка крила до ґрунтування проходить у декілька етапів: спочатку ми очищуємо деталь, використовуючи стиснене повітря, після чого застосовуємо обезжирювач та видаляємо залишки бруду за допомогою серветки, потім знову продуваємо поверхню повітрям. Перший етап ґрунтування полягає у захисті металу від корозії та забезпеченні кращої адгезії наступних покриттів; для цього ми використовуємо прозорий кислотний ґрунт, який вирізняється відмінними антикорозійними властивостями та високою адгезією до різних видів металів. Наносимо два шари цього ґрунту, роблячи

п'ятихвилинну паузу між нанесеннями, з відстані 15-20 сантиметрів від поверхні. Потрібно дочекатися 30 хвилин, щоб ґрунт повністю висох.

Для фінального етапу готуємо акриловий ґрунт-наповнювач, який допомагає заповнити усі дрібні недоліки та вирівняти поверхню. Цей ґрунт зазвичай є двокомпонентним. Для його приготування спершу виливаємо потрібну кількість основного компоненту в змішувальний посуд, потім додаємо затверджувач та розчинник. Після ретельного перемішування через фільтр тонкої очистки переливаємо ґрунт у фарбопульт, готуючи його до нанесення.

Для аплікації ґрунтового покриття застосовуємо фарбопульт із соплом діаметром 1,8 мм, встановлюємо тиск на рівні 1,6 бар та тримаємо фарбопульт на відстані 15 см від оброблюваної деталі (див. рис. 2.18).



Рис. 2.18. Процес нанесення першого шару ґрунту-наповнювача.

Після аплікації першого шару важливо дочекатися, що розчинник повністю випарується з поверхні деталі. У процесі сушіння деталь стає матовою. Далі наносимо другий, середній за товщиною шар, і після потрібної витримки додаємо ще один шар на ремонтвану зону. Процес сушіння займає 30 хвилин при температурі 60 градусів або 4 години у природних умовах.

Завершивши сушіння, розпочинаємо шліфування. Спершу, використовуючи ручний абразив Р320, обробляємо зону, де було здійснено шпаклювання. Застосовуємо виявник для кращого контролю шліфування поверхні. Для подальшого шліфування користуємося шліфмашинкою з ходом 3 мм та абразивом Р400 на м'якій основі, яка забезпечує якісну обробку деталі. Місця, важкодоступні для шліфмашинки, обробляємо спеціальною шліфувальною губкою з градацією Р500 та Р600 (див. рис. 2.19).



Рис. 2.19. Шліфування важкодоступних місць за допомогою губки софт тач.

Фарбування деталі включає кілька важливих кроків. Починаємо з того, що ретельно продуваємо поверхню компресованим повітрям, очищаючи як зовнішню, так і внутрішню частини. Також не забуваємо очистити від пилу підставку, на якій знаходиться деталь.

Потім переходимо до обезжирення за допомогою спеціалізованого засобу, обробляючи спочатку лицьову сторону деталі, потім її краї та внутрішні отвори.

Для захисту нижньої частини крила використовуємо антигравійний аерозоль. Місце нанесення цього засобу відділяємо малярською стрічкою і покриваємо решту поверхні захисним папером. Далі склад ретельно струшуємо перед застосуванням і наносимо три тонкі шари з інтервалом у 10 хвилин між ними з відстані 30 см, що забезпечує формування рівномірної структури покриття.

Перед самим фарбуванням знову виконуємо обезжирення, використовуючи водно-спиртовий розчин, що допомагає видалити залишки солей та інші забруднення. Використання антистатичної серветки дозволяє ефективно усунути мікрочастинки пилу з поверхні, підготовлюючи її до ідеального фарбування.

Процес фарбування розпочинаємо із заливання профільтрованої базової емалі у фарбопульт, оснащений дюзою діаметром 1,3 мм (див. рис. 2.21). Надалі аплікуємо два шари емалі середньої товщини під тиском 1,6 бар. Дистанція між фарбопультом та об'єктом становить 15 см, при цьому час висихання між шарами - 15 хвилин (див. рис. 2.22).

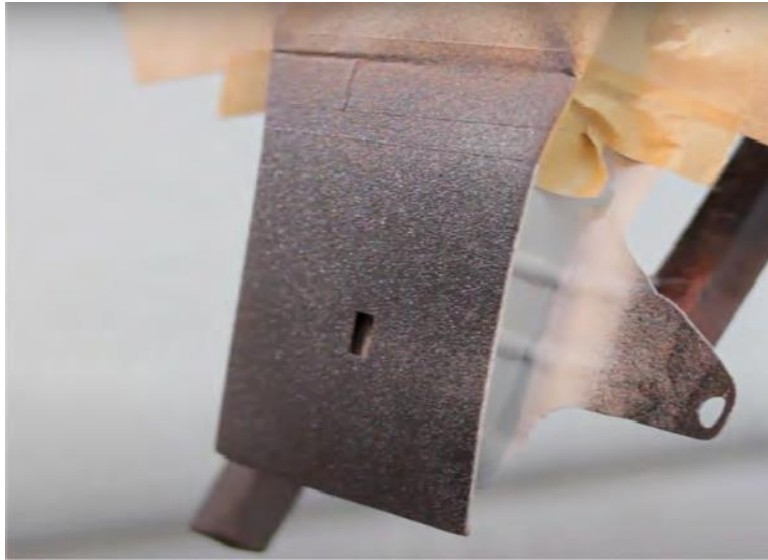


Рис. 2.20. Нанесення захисного шару.



Рис. 2.21. Процес наповнення фарбопульту базовою емаллю.



Рис. 2.22. Процес нанесення базової емалі перший шар.

На фінальному етапі наносимо додатковий вирівнювальний капельний шар. Для цього зменшуємо тиск у фарбопульті до 1,2 бар і збільшуємо відстань до деталі до 30 см, при цьому переміщаємо фарбопульт повільніше, ніж під час основного фарбування. Даємо фарбі 15–20 хвилин на висихання, після чого деталь буде готова до нанесення лаку та подальшого сушіння (див. рис. 2.23).



Рис. 2.23. Деталь після нанесення базового покриття.

Готуємо лаковий склад, змішуючи лак з відверджувачем за вказаними пропорціями та додаємо 5% розчинника, добре все перемішуємо. Заливаємо отриману суміш у фарбопульт із дюзою 1,4 мм, а потім наносимо два шари лаку, з тиском 1,8 бар на відстані 15–20 см від деталі, з десятихвилинною паузою для сушіння між шарами.

Закінчивши лакування, деталь сушимо протягом 30 хвилин за температури 60 градусів; в умовах природного середовища при температурі 20 градусів процес сушіння триває від 9 до 11 годин.

Проводимо інспекцію обробленої деталі. Поверхня має бути чистою, без пилу, інших забруднень чи слідів розтеченого лаку (див. рис. 2.24).



Рис. 2.24. Деталь після нанесення лаку та сушіння.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Технічне завдання на створення стенда для відновлення геометрії кузова автомобілів

Запропонований стенд розробляється для виконання ремонту автомобілів масою до 3500 кг, з колією шириною від 1200 до 1600 мм та мінімальним кліренсом 100 мм. Основна сфера застосування обладнання включає невеликі автотранспортні підприємства (АТП), станції технічного обслуговування (СТО), а також автосервісні пункти з асфальтобетонним покриттям у зоні робіт, пов'язаних із кузовним ремонтом.

Робоча зона передбачає використання в закритих приміщеннях, обладнаних як природним, так і штучним освітленням відповідно до нормативних вимог. Приміщення оснащене припливно-витяжною системою вентиляції, що забезпечує підтримку температурного режиму в межах 15–25 °С. Підлогове покриття виконане з бетону.

Для живлення обладнання передбачено доступ до електромережі з напругою 220 В і 380 В змінного струму частотою 50 Гц, а також до джерела стисненого повітря з тиском 0,6 МПа. Підключення всіх інженерних комунікацій виконується на стандартній висоті, що відповідає вимогам до зручності експлуатації.

Під час експлуатації слід забезпечити можливість регулярного щомісячного технічного обслуговування та контролю стану обладнання. Розроблене обладнання вважається перспективним для впровадження у виробничий процес і має високий потенціал використання.

Дослідження наукового характеру в рамках цього проекту не проводилися, а створення експериментальних зразків не здійснювалося.

Виготовити стенд в єдиному екземплярі для первинного тестування та використання. Передбачити можливість виробництва до 10 одиниць на рік з метою реалізації для зовнішніх замовників. Конструкція стенда має бути виконана з модульних агрегатів, що дозволить спростити його обслуговування

та ремонт. Забезпечити надійну роботу обладнання до необхідності проведення ремонтних робіт.

Ключовий параметр станда - обмеження за габаритними розмірами автомобіля. Орієнтовні розміри рами: довжина - 3000 мм, ширина - 900 мм, висота платформи в робочому стані - 200 мм. Максимальна маса автомобіля, для якого призначений стенд, становить 3500 кг, а власна маса станда - 1100 кг.

У конструкції силових пристроїв слід передбачити використання ручного гідроприводу, здатного забезпечити зусилля гідроциліндра до 10 тонн. Це дозволить ефективно відновлювати геометрію кузова і рами автомобіля навіть у випадках значних деформацій. Варто забезпечити простоту та швидкість встановлення автомобіля на стенд, а також його жорстку фіксацію за спеціально передбачені точки на днищі. Такий підхід унеможливить зсув автомобіля під час виконання ремонтних робіт.

Обов'язково забезпечити жорстке з'єднання тягнучого елемента силового пристрою з рамою або кузовом автомобіля. Як основний тягнучий механізм пропонується застосовувати ланцюгову передачу.

Для зменшення часу і вартості обслуговування станда в його конструкції необхідно використовувати уніфіковані вузли та стандартні компоненти. Крім того, стенд має бути пристосованим для транспортування, що передбачає встановлення коліщаток, розрахованих на відповідну вантажопідйомність.

Для станда слід передбачити надійну роботу протягом гарантійного періоду безвідмовної експлуатації, який становить один рік. Ремонт поза встановленими строками допускається не частіше ніж у 1% випадків від загальної енергоємності повного циклу роботи. Перед початком експлуатації необхідно проводити ретельну перевірку справності обладнання, цілісності його конструкції та стану зварних швів.

Конструкція станда має бути максимально цілісною, що передбачає мінімізацію кількості з'єднань. Для забезпечення високої надійності конструкцію необхідно повністю виготовити з металу. Геометричні параметри перерізу рами повинні гарантувати її міцність і стійкість до експлуатаційних навантажень.

Дизайн стенда повинен мати чітку конструктивну структуру, що дозволить наочно демонструвати принципи його роботи. Важливо також забезпечити гармонійне поєднання стенда з інтер'єром приміщення. Конструкція рами не повинна мати скруглених кутів. Фарбування компонентів передбачає синій колір для рами та жовтий для силових механізмів.

Передбачено, що під час експлуатації можливе потрапляння пилу, який необхідно регулярно видаляти під час планового технічного обслуговування. Загальна собівартість виготовлення стенда не повинна перевищувати 110 тисяч гривень.

Етапи та послідовність розробки. Проведення аналізу та вибір оптимальних параметрів, конструктивних схем і типів конструкцій, що відповідають вимогам до майбутнього стенда.

Розробка загальної компоновки, яка включає створення ескізного проєкту з наступною деталізацією до робочого варіанту.

Формування повного проєкту, що охоплює три ключові стадії: ескізне планування, технічне проєктування та створення робочої документації.

Готовий стенд підлягає обов'язковим випробуванням, які проводяться у присутності спеціальної комісії. Завдання комісії полягає у перевірці відповідності стенда критеріям безпеки, його повної працездатності та готовності до серійного виробництва. Це забезпечує високий рівень надійності обладнання перед його впровадженням у виробничий процес.

3.2 Технічна пропозиція

На основі технічного завдання передбачено створення стенда, призначеного для відновлення геометрії кузова легкового автомобіля.

Конструкція стенда складається з металевої рами, доповненої напрямними лапами із затискачами, а також баштовим силовим пристроєм із ручним гідроприводом, який генерує необхідне тягове зусилля. Завдяки такій конструкції стенд забезпечує швидкий і зручний монтаж автомобіля з можливістю його жорсткої фіксації. Тягнучий елемент силового пристрою

закріплюється безпосередньо до кузова або рами автомобіля, використовуючи міцну ланцюгову передачу, що забезпечує високу стійкість до розриву.

Особливістю конструкції є застосування уніфікованих вузлів і стандартних деталей, що дозволяє зменшити витрати на виробництво, транспортування та технічне обслуговування обладнання. Завдяки мобільності стенда забезпечується легкість його переміщення в межах робочої зони.

Вся конструкція стенда виконана з металу, що гарантує надійність і довговічність під час експлуатації. Для підвищення міцності і стабільності мінімізовано кількість з'єднань. Переріз рами розрахований на витримування високих робочих навантажень, що забезпечує її стійкість у найскладніших умовах експлуатації.

Аналіз існуючих аналогів показав, що на ринку представлений серійний стенд для відновлення геометрії кузова автомобілів, який зображено на рисунку 3.1. Цей стенд включає раму з ножичним підйомником, обладнаним гідравлічним приводом для підйому конструкції, чотири універсальні затискачі для надійної фіксації кузова, чотири опорні платформи для коліс і силову башту, що також має гідравлічний привід.



Рис. 3.1. Стенд для правки кузова GLOBALJIG KOALA.

Алгоритм встановлення автомобіля на стенд. Підйом конструкції здійснюється за допомогою ножичного підйомника, що забезпечує підняття до необхідної робочої висоти.

Колеса автомобіля розташовуються на спеціальних опорних платформах, обладнаних обмежувачами. Далі встановлюються універсальні затискачі для фіксації кузова, які надійно закріплюються.

Після завершення фіксації кузов автомобіля, разом із платформами, підіймається ножичним підйомником до заданого рівня для виконання ремонтних робіт.

Переваги станда. Баштова конструкція дає змогу виконувати ремонтні роботи по всьому контуру рами, забезпечуючи доступ до будь-якої її частини.

Забезпечується можливість прикладення зусилля без зміни напрямку вектора, що спрощує виконання силових операцій. Встановлення автомобіля на стенд є швидким і зручним, що значно скорочує підготовчий час. Функція підйому автомобіля дозволяє здійснювати детальний огляд пошкоджень, що підвищує якість діагностики перед ремонтом.

Недоліки станда. Підйомний механізм має складну конструкцію, що ускладнює його виробництво та обслуговування. Обмежена вантажопідйомність не дозволяє працювати з транспортними засобами великої маси. Відсутність мобільності конструкції унеможливорює її транспортування до інших локацій. Невелика кількість напрямків, у яких може бути прикладено зусилля, знижує гнучкість виконання ремонтних робіт.

Відомий також стенд для рихтування кузова автомобіля, який представлений на рисунку 3.2. Він являє собою жорстку раму з синхронно піднімальними важелями, оснащеними затискачами для фіксації кузова в чотирьох точках. Конструкція включає силовий пристрій із гідроциліндром, підкатний візок і трапи для встановлення автомобіля на стенд.

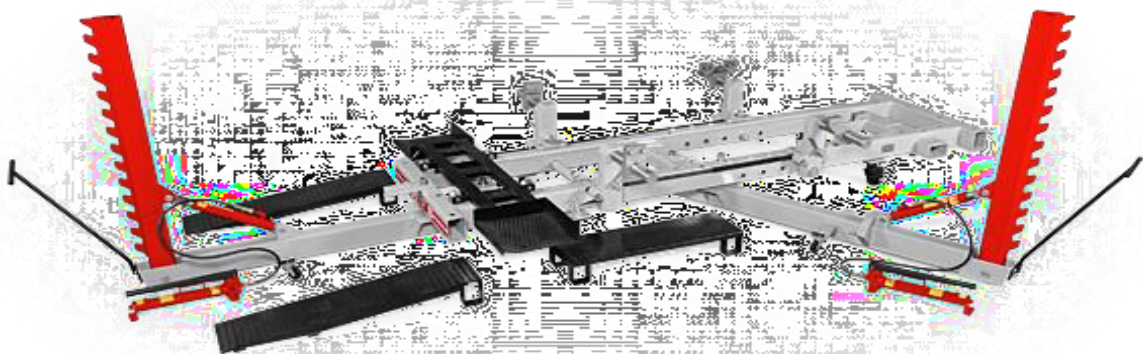


Рис. 3.2. Стенд для правки кузова SIVER B (ЕКСПЕРТ 2000).

Переваги стенду. мобільність стенду; два вектори прикладання зусилля; можливість встановлення на стенд автомобіля в аварійному стані.

Недоліки стенду. зміна кута витягування при виконанні тягнучого дії; малий спектр обслуговуваних автомобілів; мала вантажопідйомність.

Аналіз конструктивних особливостей стендів-аналогів показав, що жоден з них не відповідає повністю встановленим у технічному завданні вимогам, що обумовлює необхідність розробки нової конструкції.

Обговорюються два потенційні підходи до дизайну стенду: один передбачає можливість підняття автомобіля на певну висоту, інший - використання без підйому. В першому випадку конструкція рами передбачає її монтаж на стаціонарну базу з подальшим підійманням за допомогою ножицевого ліфта з гідроциліндром. В другому сценарії рама комплектується колесами для полегшення переміщення.

Головною перевагою першого варіанту є можливість проведення глибокого аналізу пошкоджень транспортного засобу завдяки забезпеченню кращого доступу до його нижньої частини. Однак, цей підхід спричиняє збільшення використання металу в конструкції, що веде до ускладнення загальної конструкції та зниження вантажопідйомності стенду. Враховуючи ці аспекти, більш вигідним видається застосування стенду, який не передбачає підйому автомобіля, оскільки це дозволяє уникнути згаданих складнощів і потенційно знижує вартість виробництва.

Описуються альтернативні методи конфігурації елементів для стенду: основою є рама, яка виконує критичну роль у забезпеченні структурної цілісності, впорядкованості компонентів, а також забезпечує можливість простої заміни чи встановлення комплектуючих і механізмів. Для рами пропонуються два основних варіанти конструкції:

Платформна конструкція. Лонжеронна конструкція, виконана з прямокутних труб. Основною перевагою платформної конструкції є здатність автомобіля безперешкодно заїжджати на стенд, що істотно спрощує і прискорює процес ремонту. Проте, така конструкція характеризується підвищеною складністю виробництва та високою вартістю, обмежує діапазон

розмірів ремонтованих автомобілів та не дозволяє встановлювати на неї автомобілі в аварійному стані.

Ревізований дизайн рами значно вирішує проблеми, які спостерігалися у попередньому варіанті. Додатковими перевагами цієї версії є зменшена металоємність, що сприяє зниженню загальної ваги, а також забезпечує більшу компактність і мобільність стенда. Водночас, основним недоліком залишається відносно повільний процес установки автомобіля на стенд. [4]

Загалом, оновлена конструкція рами демонструє переваги, які роблять її більш вигідною для впровадження у виробництво. Вона рекомендована для деталізації в ескізному проекті та подальшому проектуванні.

Затискачі, інтегровані в стенд, забезпечують швидке розміщення і надійну фіксацію автомобіля, унеможливаючи його випадкове переміщення. Це забезпечує стабільність під час роботи з кузовом автомобіля, що є критично важливим для точності виконання ремонтних робіт.

Для забезпечення функціональності стендів з рихтування кузовів пропонуються наступні типи затискачів:

Затискачі на принципі лещат, розміщені на циліндричних напрямних, що дозволяють швидке закріплення автомобіля. Проте, їх використання обмежене до певних типів транспортних засобів через статичність конструкції напрямних.

Затискачі на стійках, також на принципі лещат, що забезпечують більшу універсальність і можливість адаптації до різних моделей автомобілів. Цей варіант вільний від обмежень першого варіанту, рекомендований для деталізації у проектних роботах.

Щодо силових пристроїв, які забезпечують необхідне тягове зусилля та можливість легкої інтеграції з автомобілем, пропонуються:

Конструкція з відхиляючимися стійками, що надає гнучкості в розміщенні і використанні на стенді.

Вежева конструкція, що стабілізує пристрій і спрощує його експлуатацію завдяки фіксованій основі.

Основні переваги першого варіанту конструкції включають її простоту та легкість у використанні, економічність матеріалів і здатність швидко змінювати

напрямок прикладеної сили. Це робить такий стенд зручним у швидких налаштуваннях.

Втім, серед мінусів цієї моделі слід відзначити недостатню надійність структури та можливість відхилення вектора тяги в процесі ремонтних робіт, що може впливати на якість відновлення кузова автомобіля.

На відміну від першого, другий варіант конструкції позбавлений цих недоліків і пропонує додаткові переваги, зокрема можливість розміщення силового обладнання навколо всієї рами. Це забезпечує більшу гнучкість і ефективність при виконанні комплексних ремонтних операцій, оскільки усуває потребу в повторному переміщенні автомобіля на стенді. Така можливість робить цей варіант ідеальним для детального проектування і подальшого впровадження в виробництво.

Наразі другий варіант конструкції силового пристрою визначається як більш функціональний і підходящий для реалізації у виготовленні ескізного проекту та наступних етапах проектування.

Детальна концепція основних елементів стенда включає: Рама, зібрана з двох подовжніх та чотирьох поперечних балок, виготовлених з металевого прямокутного профілю з трубчастим перетином 100x60x4 із сталі Ст3, поєднаних зварними швами. Дві подовжні і дві поперечні балки утворюють основу рами, тоді як інші дві балки, розташовані внутрішньо, сприяють підвищенню жорсткості структури. Вертикальні отвори, пробурені по периметру рами, слугують для кріплення напрямних лап з затискачами та силового пристрою. З метою оптимізації переміщення та зберігання, рама обладнана колесами. Лапи, зроблені з двотавра №20, приєднуються до рами двома болтами і служать напрямними, по яких можуть переміщатися стійки з затискачами. Кожна лапа призначена для однієї стійки, яка кріпиться двома болтами. Отвори на напрямних лапах дозволяють регулювати положення стійки, адаптуючи стенд до різних моделей автомобілів, що розширює спектр обслуговуваних типів транспортних засобів.

Затискачі та стійки для ремонтних робіт. Виготовлені з високоміцної сталі Ст3, затискачі та стійки є невід'ємною частиною стенда. Конструкція затискачів включає дві металеві пластини товщиною 10 мм, що стискаються за

допомогою трьох болтів для надійного захоплення. Одна з цих пластин фіксується на задній частині стійки за допомогою двох болтів, забезпечуючи стабільність утримання. Стійки сконструйовані з аналогічних пластин, з'єднаних зварним швом, що забезпечує їх міцність і довговічність. Нижня частина кожної стійки формована у вигляді напямної лапи, що дозволяє легке переміщення по довжині стенда. [2]

Силовий пристрій для стенда. Використовується сучасний аналог моделі D547, представлений на рисунку 3.3. Цей пристрій має телескопічну конструкцію з внутрішнім гідроциліндром односторонньої дії, здатним генерувати тягове зусилля до 10 тонн. Це забезпечує не тільки високу ефективність роботи, але й дозволяє швидко адаптувати стенд під різні моделі автомобілів завдяки легкості монтажу та регулювання силового пристрою.

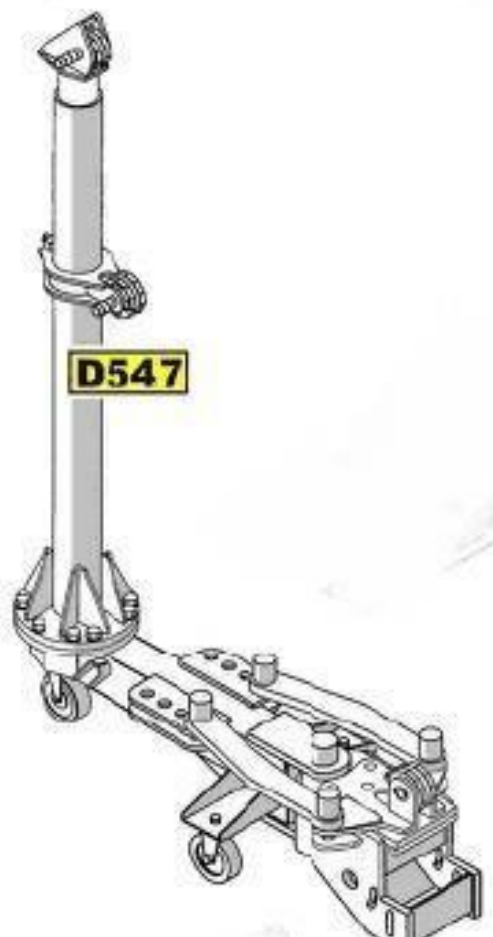


Рис. 3.3. Силовий пристрій для стенда D547.

Гідроциліндр монтується у спеціалізоване вузлове гніздо внутрішньої частини металевої труби. Понад штоком циліндра розташована телескопічна труба з кінцевою платформою, оснащеною зірочкою для кріплення ланцюга, що спирається на два роликові підшипники. У процесі роботи, активний висув

штока спричиняє рух труби, забезпечуючи належний натяг ланцюга. Конструктивні особливості силового пристрою включають мобільну стрілу та кріпильний корпус, які фіксуються до основи рами трьома болтами. Силова вежа може переміщатися горизонтально відносно точки прикріплення, що дозволяє адаптувати її положення під час роботи. Додаткові балки забезпечують необхідну жорсткість конструкції, коли силова вежа зазнає бічних навантажень. Все обладнання встановлене на колесах для забезпечення легкої мобільності та швидкої установки.

Для стенда передбачено використання литих поліамідних коліс з вантажопідйомністю до 4 тонн, що забезпечують оптимальну підтримку і стійкість конструкції під час експлуатації, згідно з даними Таблиці 3.1 і представлені на рисунку 3.4.

Таблиці 3.1. Основні параметри колісних опор.

						
Діаметр колеса, мм	Ширина колеса, мм	Висота, мм	Розмір панелі, мм.	Кріпильні отвори, мм	Діаметр отворів, мм	Вантажопідйом- ність, кг
150	45	235	200x250	160x210	17	1200
200	50	280	200x250	160x210	17	2000
250	60	334	200x250	160x210	17	2400
270	70	362	200x250	160x210	17	2500

6702-RPR



6707-RPR



Рис. 3.4. Колеса литі поліамідні.

З таблиці 6 випливає, що діаметр коліс повинен становити 150 мм.

По завершенню відбору усіх компонентів конструкції стенду для випрямлення кузовів автомобілів, ми розробляємо компоновочний план розташування елементів конструкції (рисунок 3.5).

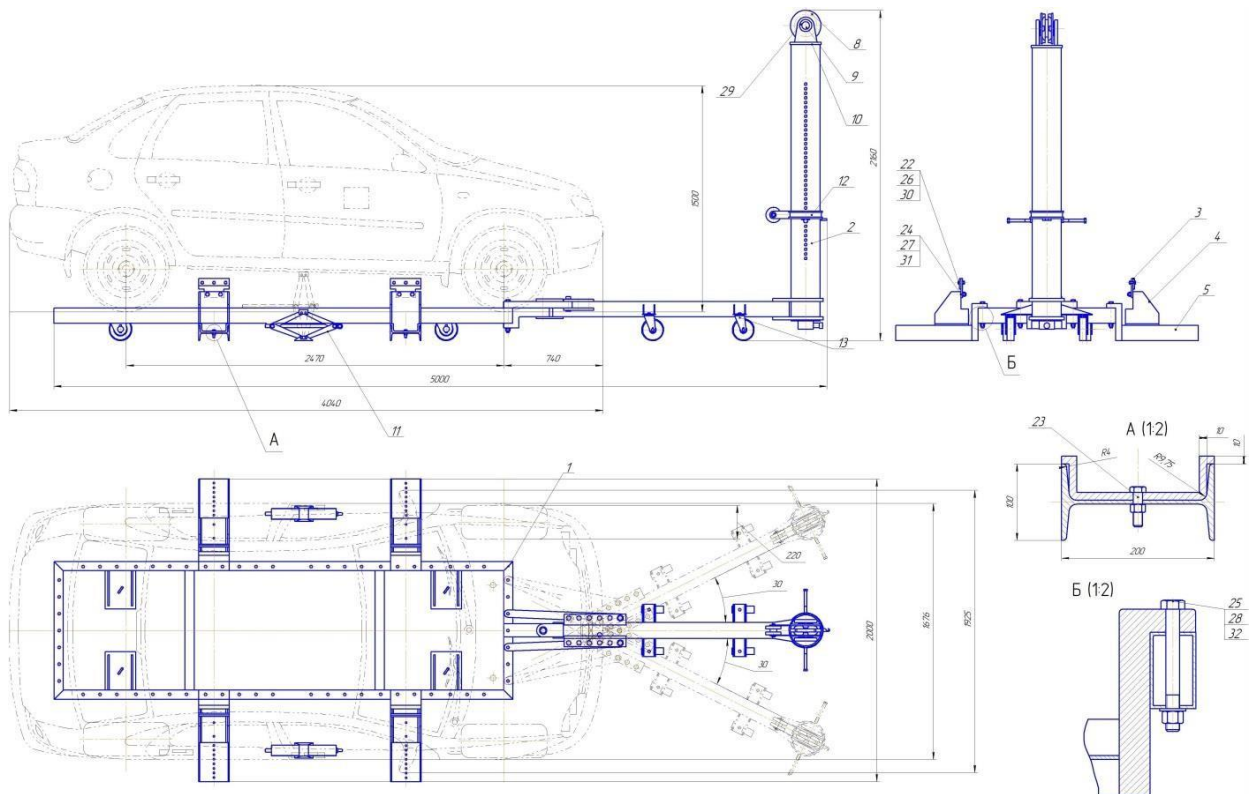


Рис. 3.5. Схема компоновки стенда для правки кузовів автомобілів.

1 – рама; 2 – силова вежа; 3 – затискач; 4 – стійка; 5 – напрямна лапа; 6 – кріпильний корпус; 7 – платформа для гідроциліндра; 8 – зірочка; 9 – штифт; 10 – кришка; 11 – домкрат; 12 – затискач напрямного блоку та ланцюга; 13 – коліщатко; 14 – штуцер; 15 – гідроциліндр; 16 – напрямний блок; 17 – втулка; 18 – рухома стріла; 19 – втулка; 20 – балка жорсткості; 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32 – кріпильні елементи; 29 – підшипник.

3.3 Конструкторське проектування запланованого стенда

Визначення діаметру гідроциліндра. Величина сили, що діє на шток гідроциліндра, розраховується згідно з наступною формулою:

$$F_n = m \cdot g \quad (3.1)$$

$$m = 10000 \text{ кг}; g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^2.$$

$$F_n = 10000 \cdot 9,81 = 98100 \text{ Н}.$$

Ефективна рушійна сила визначається за формулою:

$$F_n = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot P \cdot \eta_{Mex}, \quad (3.2)$$

$d = 0,7 D$; $P = 28 \text{ МПа}$; $\eta_{Mex} = 0,95$.

Діаметр циліндра визначається за формулою:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{F_n \cdot 4 \cdot 1,42}{P \cdot \eta_{Mex} \cdot \pi}}, \quad (3.3)$$

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{98100 \cdot 4 \cdot 1,42}{28 \cdot 0,95 \cdot 3,14}} = 81 \text{ мм}.$$

Серед стандартних варіантів гідроциліндрів вибираємо діаметр, що найбільше відповідає потребам, який складає 80 мм. Розрахунок товщини стінок циліндра здійснюється наступним чином: товщина стінок силового гідроциліндра обчислюється відповідно до встановленої формули:

$$F_n = \frac{p \cdot D}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sigma_s}{n} - p \right) \cdot \varphi} + C, \quad (3.4)$$

$\sigma_s = 60 \text{ кг/мм}^2$; $n = 3$; $p = 28 \text{ МПа}$; $\varphi = 1$; $C = 0,05$.

$$F_n = \frac{2,85 \cdot 80}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{60}{3} - 2,85 \right) \cdot 1} + 0,05 = 5,31 \text{ мм}.$$

Товщина плоского днища обчислюється згідно з наступною формулою:

$$S = 0,405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (3.5)$$

$\sigma = 30 \text{ кг/мм}^2$.

$$S = 0,405 \cdot 80 \cdot \sqrt{\frac{2,85}{30}} = 10 \text{ мм}. \quad (3.6)$$

Функціонування циліндра здійснюється за рахунок подачі рідини у підпоршневий простір поршня, отже, обчислення витрати проводиться спеціально для цієї поршневої порожнини. Витрата робочої рідини для поршневої порожнини розраховується відповідно до наступної формули:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot \eta_{об}} \cdot V, \quad (3.7)$$

$\eta_{об} 0,98;$

$$V = \frac{S}{t}, \quad (3.8)$$

$S = 300 \text{ мм}; t = 30 \text{ сек.}$

$$V = \frac{0,3}{30} = 0,01 \text{ м/с},$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4 \cdot 0,98} \cdot 0,01 = 0,000051 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Визначення руйнівного навантаження на зварний ланцюг здійснюється на основі відповідної формули:

$$S_{раз} = k S_{\max}, \quad (3.9)$$

$k = 8;$

$$S_{раз} = 8 \cdot 100000 = 800000 \text{ Н}.$$

Діаметр стрижня ланки ланцюга розраховується згідно з формулою:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot S_{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}}, \quad (3.10)$$

$[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2.$

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 100000}{3,14 \cdot 160}} = 19,9 \text{ мм}.$$

Згідно із наданими параметрами, ми вибираємо зварну калібровану ланцюгу 16x49, де діаметр становить 16 мм, внутрішня довжина ланки - 49 мм, ширина ланки - 53 мм, а маса одного погонного метра ланцюга - 5,8 кг.

Для зварених ланцюгів зірочки зазвичай виготовляються методом лиття з чавуну чи сталі. Ланки ланцюга вкладаються у спеціально призначені для цього гнізда на зірочці, які формуються за контуром ланки, що надає зірочці багатогранну форму.

Діаметр початкового кола зірочки визначається за формулою:

$$D_{H.O.} = \sqrt{\left[\frac{t}{\sin\left(\frac{90}{z}\right)} \right]^2 + \left[\frac{d}{\cos\left(\frac{90}{z}\right)} \right]^2}, \quad (3.11)$$

$$D_{H.O.} = \sqrt{\left[\frac{45}{\sin\left(\frac{90}{5}\right)} \right]^2 + \left[\frac{16}{\cos\left(\frac{90}{5}\right)} \right]^2} = 146,6 \text{ mm},$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Теоретичні дослідження

У рамках випробувань зіткнення автомобіля, методики, які застосовує в дослідженнях автомобільних ремонтів, призначені для аналізу пошкоджуваності та ремонтпридатності. Оцінювання цих аспектів проводиться на нових авто за допомогою методу, який відтворює типові аварії, що відбуваються при середніх та низьких швидкостях, таких як рух у міських умовах. Залежно від типу автомобіля, ідентифікуються два типи моделей: одна з великою кількістю пошкоджень, що свідчить про погану пошкоджуваність, інша - з меншими пошкодженнями, що свідчить про хорошу пошкоджуваність.

Оцінюючи пошкоджуваність та ремонтпридатність, які класифікуються після тестів зіткнення передніх та задніх частин авто на швидкості 15 км/год зі схиленою стіною, як показано на рис. 4.1. Оцінки пошкоджуваності та ремонтпридатності поєднуються для використання у розрахунку вартості ремонту. Вони класифіковані від 1 (найнижчий) до 26 (найвищий) рівнів.

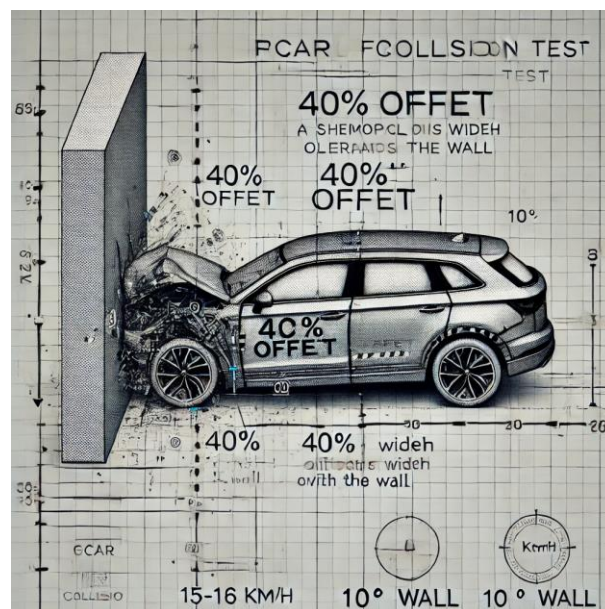


Рис. 4.1. Модель дослідження зіткнення.

Відновлення листового металу. Вимірювання кузова автомобіля здійснюється як у діагональному, так і в прямому напрямках для точного визначення зони виправлення та рівня пошкоджень. Застосування кисневого апарату для зварювання дозволяє термічно обробляти або механічно

вирівнювати деформовані ділянки за допомогою спеціалізованого обладнання для роботи з металом, такого як селет. Вирівнювання довжин, кутів і висот обох боків виконується для забезпечення їх конгруентності.

Модифікація після розрізання. Вирізання деталей проводиться у формах "Г" або "Z" на зазначених виробником місцях зварювання для подальшого ремонту каркаса за допомогою кисневого зварювача, електричної пили та плазмового різача. Виготовлення нових частин відбувається у формах, ідентичних вирізанним елементам. Далі вони зварюються встик, шліфуються та фарбуються відповідно до показань на рис. 4.2 та рис. 4.3. [8]

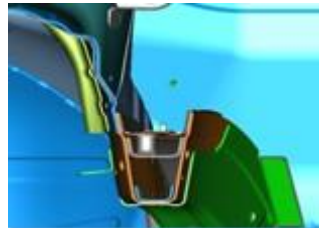


Рис. 4.2. Передній каркас.

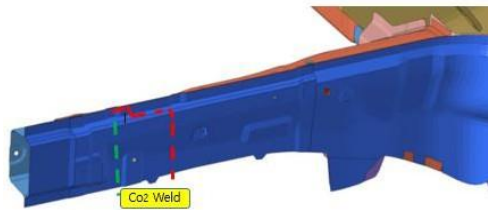


Рис. 4.3. Структура переднього каркаса та конфігурація зварних швів після відновлення

Після аналізу даних CAD для створення моделі методом скінченних елементів, були застосовані різні випробувальні методики та матеріалознавчі характеристики, включаючи розтягні тести та визначення змінних. Процес включає аналіз та оцінювання з використанням методик випробувань, які передбачають порівняння та верифікацію даних про зіткнення та фактичних даних транспортного засобу.

Процедура аналізу та верифікації в автомобільній індустрії структурована в декілька важливих кроків, які можна описати наступним чином:

Використання монококової конструкції для досягнення точності моделювання.

Детальне очищення середньої секції та передньої частини рами для забезпечення ідеальної чистоти проекту.

Проективне моделювання фронтальних зіткнень з використанням оболонкових елементів, Solid, і перевірка елементів в одновимірному просторі.

Аналіз матеріалів, визначення меж властивостей, умов контактної взаємодії та налаштування початкових параметрів швидкості для точного моделювання.

Підготовка зразків для тестування з використанням звичайних і CO2 методів та оцінка технічних характеристик транспортного засобу.

Інтеграція даних CAD у процес аналізу матеріалів та врахування різних припущень та умов для забезпечення точності в результатах.

Застосування для фронтального захисного бар'єра з фіксованим 40%-ним зміщенням та нахилом у 10 градусів.

Визначення оптимальних методик тестування зіткнення та ключових водійських змінних, які впливають на процес.

Оцінка базового стану автомобіля, аналіз жорсткості при зіткненні, швидкості деформації, та рівнів поглинання енергії.

Аналіз впливу на безпеку пасажирів та оцінювання жорсткості зіткнення на підставі матеріалів, використаних у конструкції автомобіля.

Ці кроки спільно сприяють глибокому розумінню характеристик автомобіля під час аварійних ситуацій і є ключовими для розробки технологій, що підвищують безпеку автомобілів.

Тестовий автомобіль розглядається як цілісний, а в автомобілях, що ремонтувались після аварій, фіксується термічна деформація через зварювання. Залишкові напруги в моделі CAE зазвичай не беруть до уваги через складність їх оцінки. Для аналізу стійкості при зіткненнях, напруг, швидкості деформації та енергопоглинання застосовують матеріали, ідентичні до тих, що використовуються в тестових автомобілях.

Розтягні випробування з метою визначення змін у міцності транспортного засобу, що потрапив у аварію, спершу підтверджують матеріал та місцезнаходження деталей кузова, після чого вирізають тестову ділянку в однакових умовах. Тоді готують зразок для розтягні випробувань. Початково передня рама складається з внутрішнього та зовнішнього шарів, тому перевіряють наявність деформацій та дефектів, а внутрішні та зовнішні листи

на тестовій ділянці розрізають за допомогою пневматичної пили, щоб уникнути термічної деформації матеріалу. Потім досвідчений механік проводить зварювання встик, після чого виконується тест на розтяжну міцність.

Жорсткість рами автомобіля, яка є основною структурною частиною кузова, значно зменшується після ремонтних робіт, що передбачають зварювання та різання, які проводяться внаслідок пошкоджень у ДТП. Дослідження підтвердили, що механічна міцність відновленої конструкції помітно поступається міцності нового автомобіля. Проте рівень цих змін може варіюватися залежно від якості зварювального шва, напрямку виконання зварювальних робіт, а також професійності спеціаліста, який виконував ремонт.

Передня рама, яка має багат шарову конструкцію, зазнає додаткового зниження міцності, якщо внутрішній шар рами після ремонту не був належним чином з'єднаний із зовнішнім листом. Таке нехтування може суттєво вплинути на здатність конструкції витримувати навантаження порівняно з її початковим станом.

4.2 Аналіз як метод перевірки випробувань

У зв'язку з особливостями поведінки транспортного засобу під час зіткнення, відтворення умов аварії для тестування відремонтованих автомобілів є дуже складним завданням, що ілюструється на рис. 4.4.

Для точного визначення методу ремонту рам, зварювальних технік і вибору робочих зон на одному транспортному засобі необхідно було б провести велику кількість випробувань із використанням різних автомобілів і об'єктів. Однак через низку обмежень, таких як дефіцит тестових зразків, нестача простору для проведення випробувань, висока вартість експериментів, проблеми з повторюваністю тестів і складність аналізу отриманих даних, більшість досліджень здійснюється шляхом аналітичного моделювання. Цей підхід дозволяє оцінювати властивості конструкції без необхідності багаторазового руйнування автомобільних компонентів.

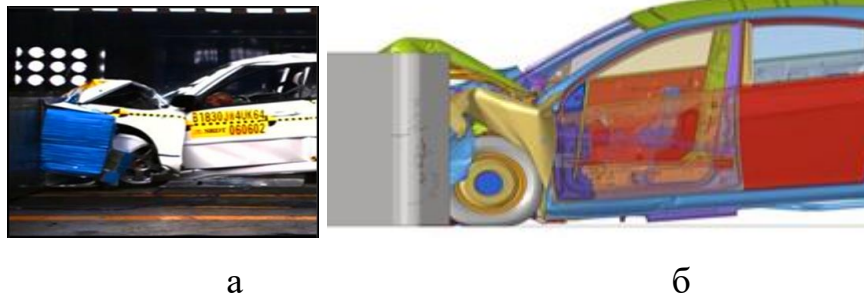


Рис. 4.4. Тест зіткнення а реальний автомобіль. б модель для аналізу.

Деформація та реакція сили при різних швидкостях для автомобілів у початковому та відремонтованому стані. У цьому дослідженні виконано порівняння транспортного засобу, відновленого після аварії методом зварювання в зоні передньої рами, для оцінки об'єму деформації та реакції сили залежно від швидкості руху. Результати, представлені на рис. 5, дозволяють вивчити вплив швидкості на механічні характеристики автомобіля після ремонту.

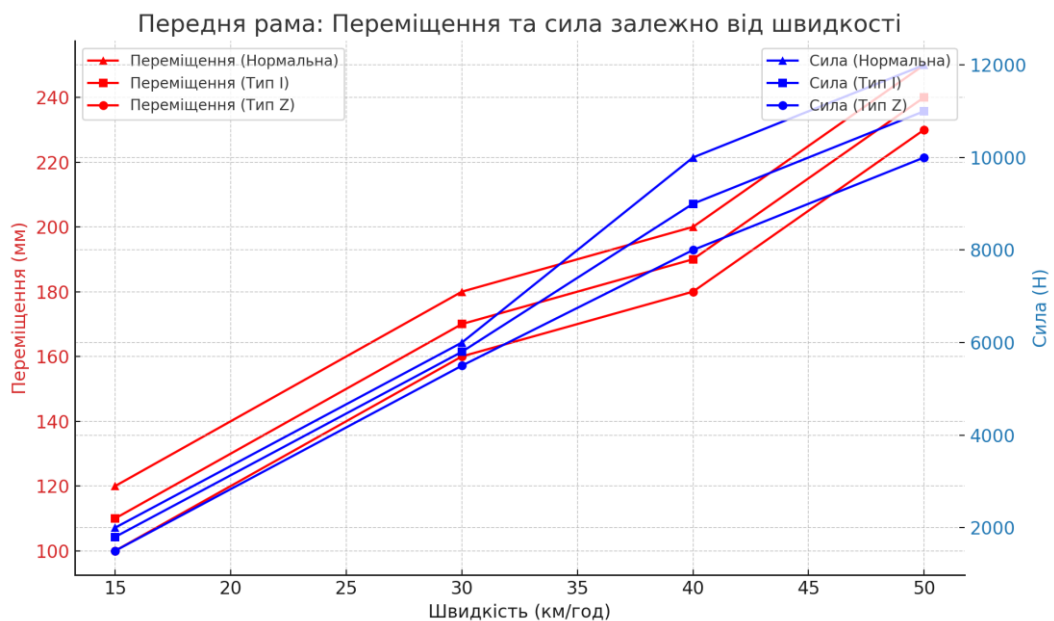


Рис. 4.5. Взаємозв'язок швидкості автомобіля з об'ємом деформації передньої рами.

Співвідношення сили до переміщення. При аналізі переміщення транспортного засобу та прикладеної сили (що відповідає здатності конструкції поглинати енергію) під час тесту зіткнення за різних швидкостей було встановлено наступне. Для швидкостей до 40 км/год передня рама демонструє майже однакові характеристики у силі та переміщенні як для цілісного, так і для відновленого автомобіля. Однак при швидкостях понад 40 км/год

спостерігаються суттєві розбіжності у реакції, що свідчить про зниження ефективності енергопоглинання у відремонтованих рам.

Аналіз динаміки зіткнень: F-D залежність для передньої рами. Для оцінки впливу швидкості на деформаційні властивості передньої рами було побудовано F-D криву (сила проти деформації), яка демонструє, як різні режими швидкості впливають на здатність конструкції витримувати навантаження та поглинати кінетичну енергію під час зіткнення. Цей аналіз є критично важливим для подальшого вдосконалення методів ремонту та підвищення безпеки автомобілів.

У ході дослідження, яке порівнювало автомобіль із непошкодженою передньою рамою та автомобіль із рамою, відновленою після аварії за допомогою зварювання, було виявлено, що на швидкостях до 40 км/год різниця у силі (здатності до поглинання енергії) та переміщенні є мінімальною. Однак при швидкостях, що перевищують 40 км/год, сила суттєво зменшується. Аналіз діаграми F-D свідчить про те, що у транспортному засобі, відновленому після аварії, при швидкості 30 км/год відбуваються серйозні зміни - кузов втрачає свою цілісність внаслідок деформації рами. Це проілюстровано на рис. 4.6, рис. 4.7, рис. 4.8, рис. 4.9 і рис. 4.10.

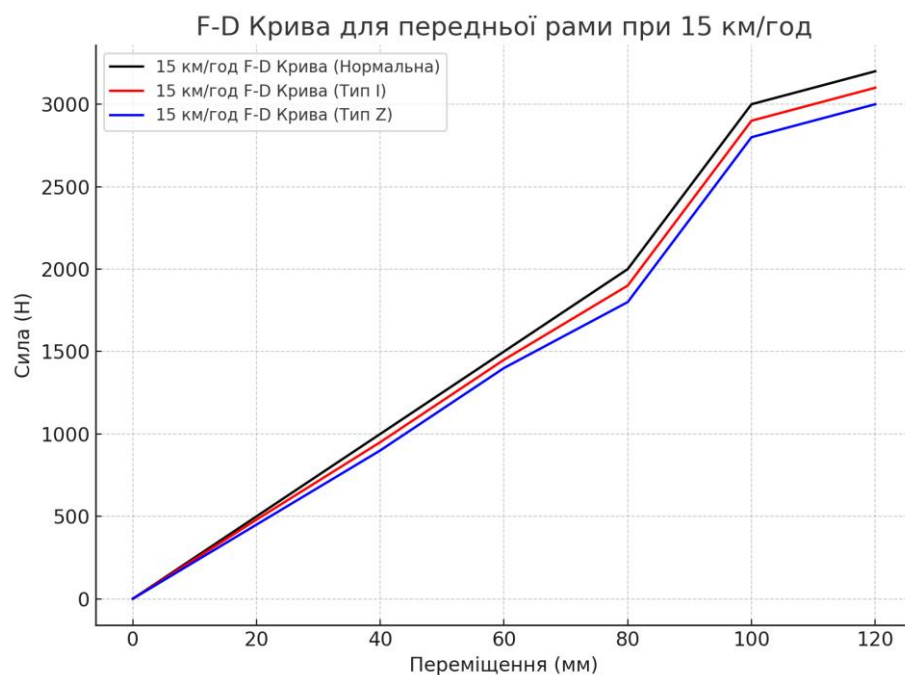


Рис. 4.6. F-D залежність (сила-деформація) передньої рами при швидкості 15 км/год.

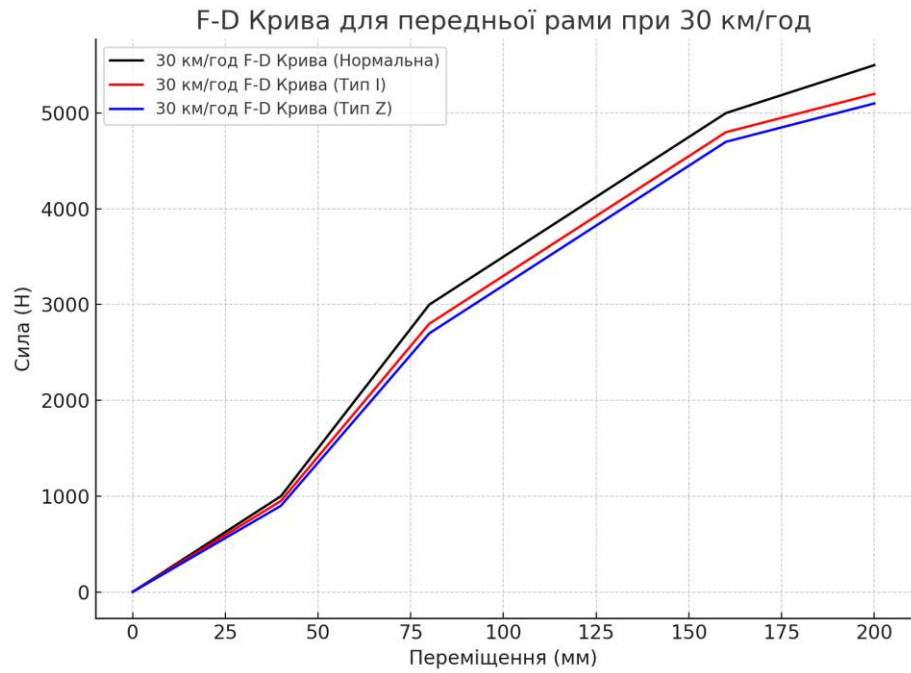


Рис. 4.7. F-D залежність передньої рами при швидкості 30 км/год.

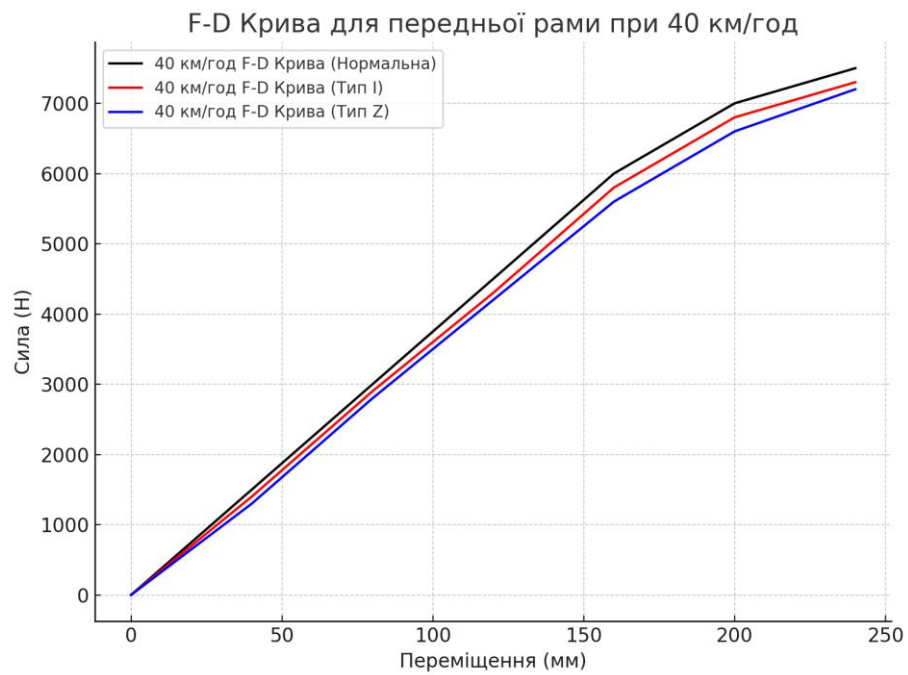


Рис. 4.8. F-D залежність передньої рами при швидкості 40 км/год.

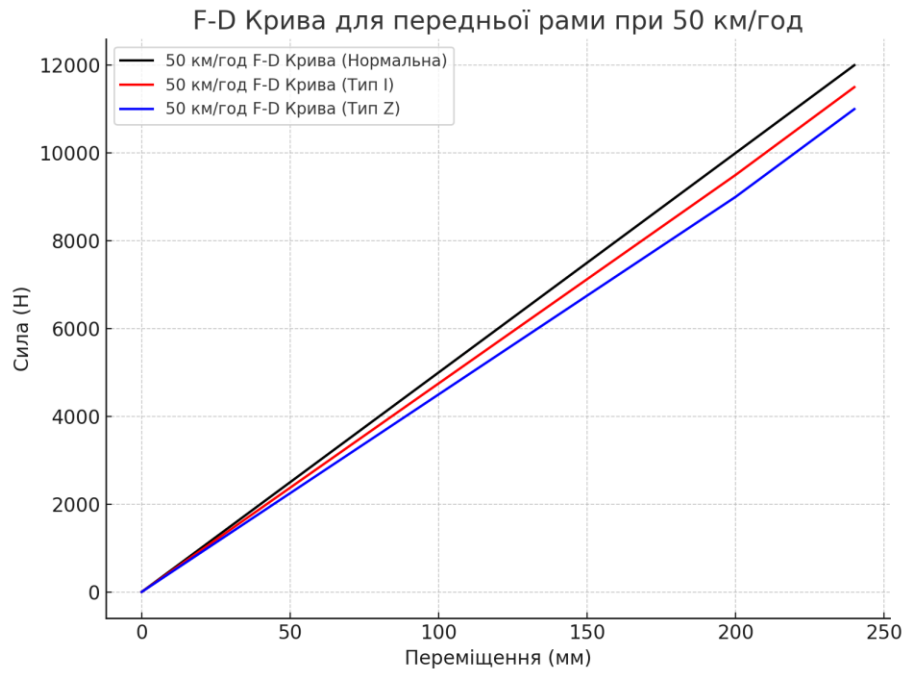


Рис. 4.9. F-D залежність передньої рами при швидкості 50 км/год.

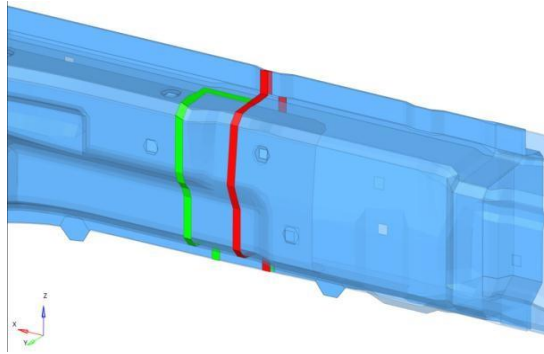


Рис. 4.10. Варіанти типів зварювальних з'єднань для передньої рами: форма I або Z.

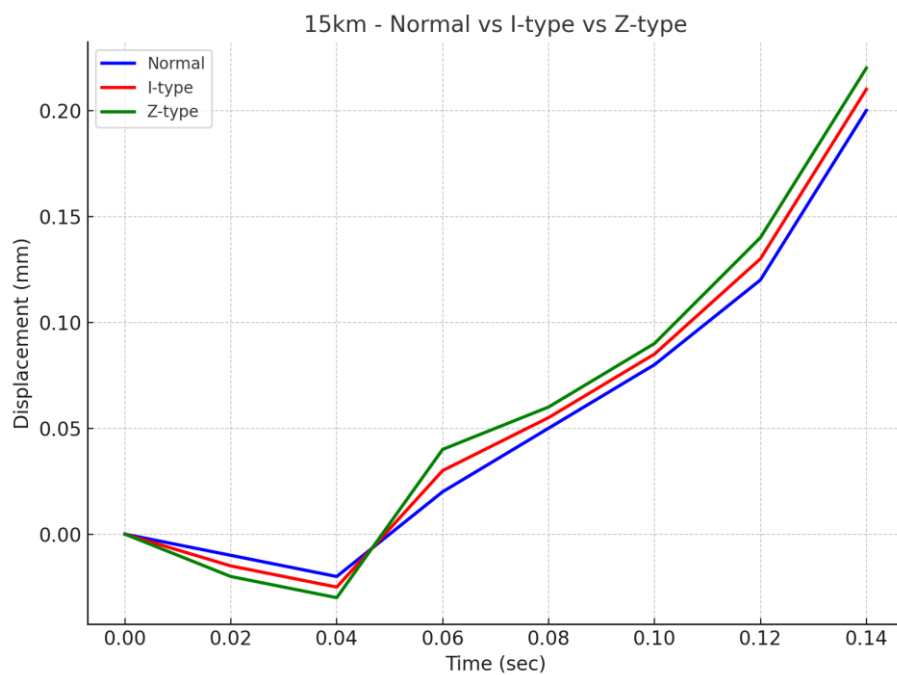


Рис. 4.11. Переміщення передньої рами при швидкості 15 км/год.

Ці спостереження демонструють, що відновлений автомобіль має нижчий коефіцієнт поглинання енергії у порівнянні з цілісним транспортним засобом. Відповідно, у випадку зіткнення на більш високих швидкостях відновлений автомобіль, ймовірно, зазнає більш суттєвих деформацій, що створює значно більшу загрозу для безпеки пасажирів. [6]

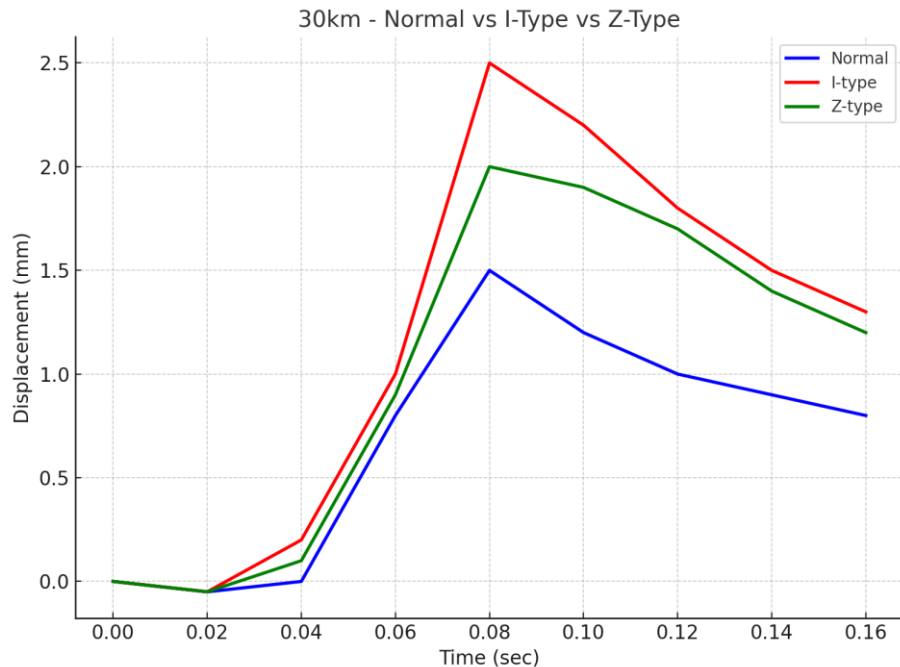


Рис. 4.12. Переміщення передньої рами при швидкості 30 км/год.

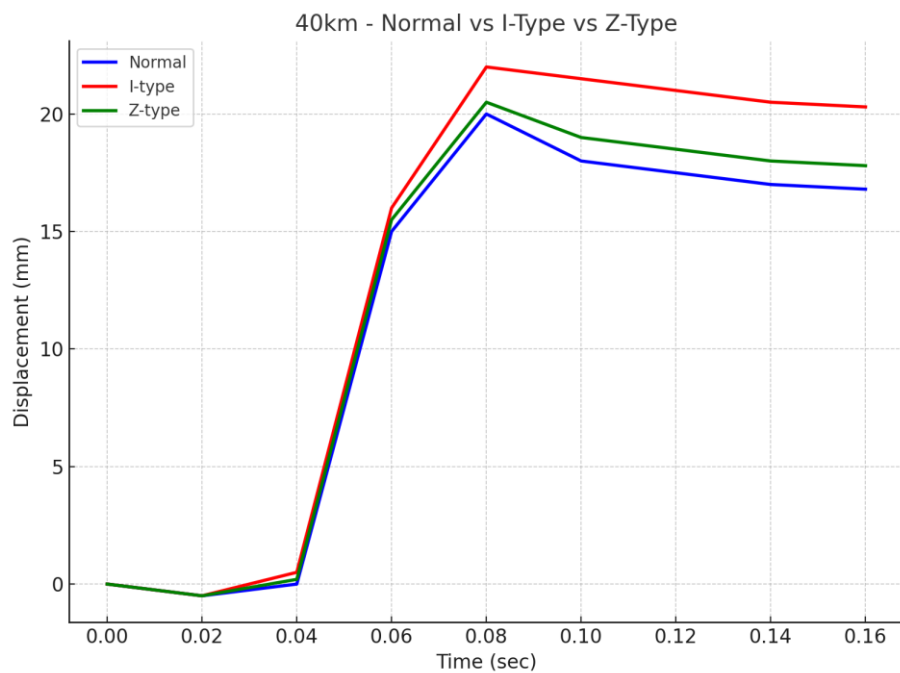


Рис. 4.13. Переміщення передньої рами при швидкості 40 км/год.

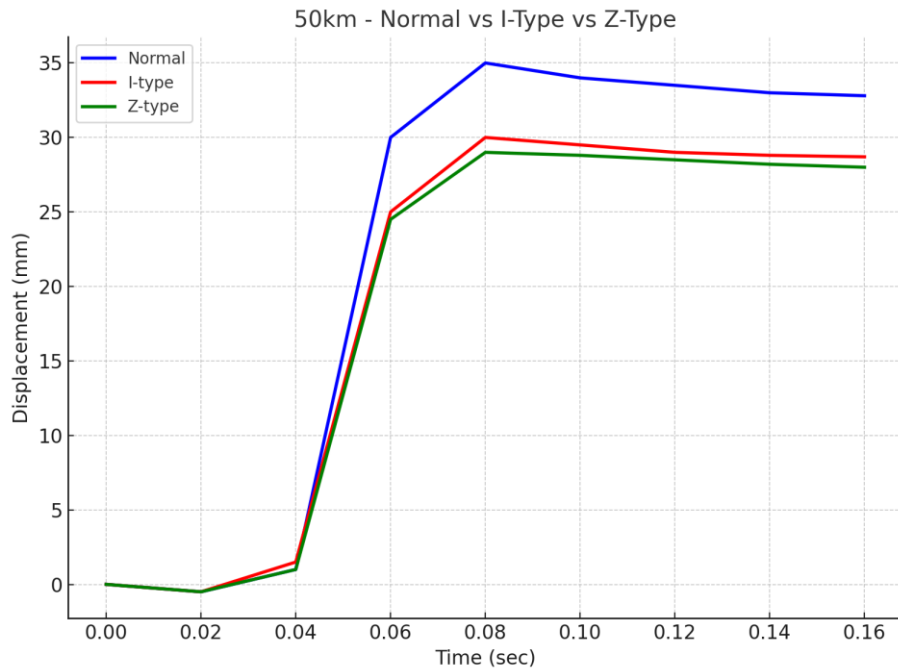


Рис. 4.14. Переміщення передньої рами при швидкості 50 км/год.

Відносне переміщення, зафіксоване між автомобілем у початковому стані та транспортним засобом із передньою рамою, відновленою шляхом зварювання у формах I та Z, було проаналізовано на основі даних, наведених у рис. 4.11, рис. 4.12, рис. 4.13 та рис. 4.14.

Результати аналізу, проведеного у вузлі, вказують на те, що цілісний автомобіль демонструє більший рівень переміщення порівняно з відновленим. Крім того, порівняння зварювальних форм I та Z виявило перевагу форми Z у контексті відносного переміщення, що свідчить про її більш ефективні механічні властивості в даному тестуванні.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика системи вентиляції та заземлення

Основним завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.

Вентиляцією забезпечується видалення із повітря забруднень і зниження температури нагрітого повітря, та забезпечення подачі свіжого повіря.

По способу переміщення повітря вентиляція буває природною і технічною. Також можливе поєднання природної і механічної вентиляції (змінна вентиляція) в різноманітних варіантах.

В залежності від того, для чого служить система вентиляції, - для подачі чи видалення повітря з приміщення чи для того і для іншого одночасно, вона може називатися приточною, витяжною, та приточно-витяжною.

Повітрообмін при природній вентиляції відбувається внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і повітря ззовні, а також внаслідок дії вітру.

Різниця температур повітря всередині і ззовні приміщення, викликають поступання холодного повітря в приміщення і витіснення теплого повітря з приміщення. При дії вітру з вітряної сторони приміщення створюється пониження тиску, внаслідок чого проходить витяжка теплого чи забрудненого повітря з приміщення; з протилежного боку споруди створюється залишковий тиск повітря і свіже повітря поступає в приміщення на зміну повітря яке витягується. Робота деяких витяжних вентиляційних пристроїв в вагомій мірі залежить від цих факторів.

Природна вентиляція виробничих приміщень може бути організованою і неорганізованою.

При неорганізованій вентиляції поступання і витіснення повітря відбувається через нещільності і пори стін та обшивки, та через вікна квартир, спеціальні проміжки для вентиляції.

Організовано вентиляція виробничих приміщень здійснюється аероцією і дефлекторами.

Аероція – це організована природня вентиляція, яка здійснюється в холодному приміщенні за рахунок повітряного тиску, а в гарячих цехах – завдяки сумісній чи роздільній дії гравітаційного і вітрового тиску.

Аероція здійснюється наступним чином. В приміщенні цеху, обладнаного трьома рядами отворів (1,2,3) з кватирками в літній період відкривають кватирки отворів 1 і 3 (рисунок 5.1а). Свіже повітря поступає в приміщення через нижні отвори 1, які розміщені на невеликій висоті від підлоги (1-1,5м), а виходить через отвори 3 в верхній частині приміщення.

Поступання зовнішнього повітря в зимовий час здійснюється через отвори 3, розміщені на висоті 4,7 м від підлоги (рисунок 5.1б). Дана висота приймається з таким розрахунком, щоб холодне повітря, опускалося до робочої зони, встигало достатньо прогрітися за рахунок перемішування з теплим повітрям приміщення. Міняючи розміщення кватирок, можна регулювати повітрообмін приміщення.

Дифлектори являють собою спеціальні насадки, які встановлюють на витяжних повітропроводах які використовують енергію вітру.

Дифлектори використовуються для видалення забрудненого повітря з приміщення порівняно невеликої площі і об'єму, також для місцевої вентиляції.

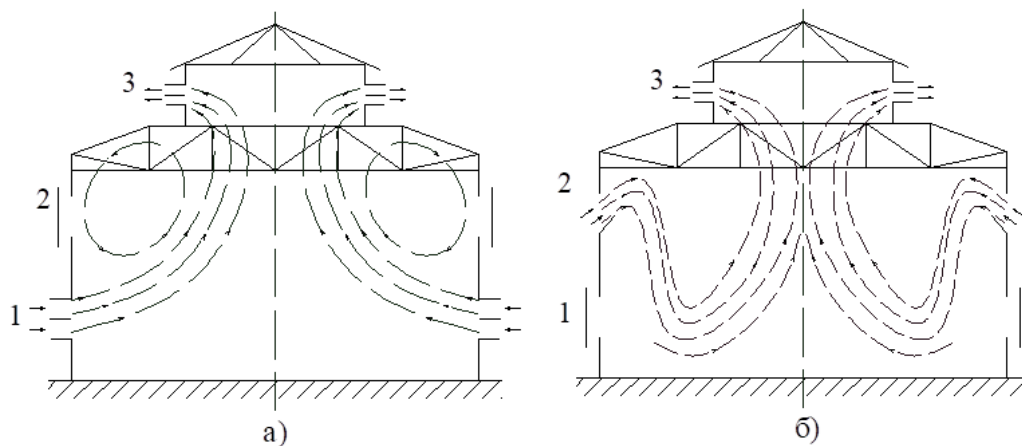


Рис. 5.1. Система вентиляції приміщення:

1, 2, 3 – вентиляційні отвори; а, б – відкриті вентиляційні отвори в теплу і холодну пору року.

В системі механічної вентиляції рух повітря спричиняється вентиляторами і в деяких випадках – ежекторами. Установки приточної вентиляції зазвичай складається з наступних елементів: повітрезабірного

пристрою для забирання чистого повітря; вони встановлюються ззовні приміщення в тих місцях, де місткість шкідливих речовин мінімальна (чи відсутня зовсім); повітрепроводу, по якому повітря подається в приміщення; фільтрів для очищення повітря від забруднень; колориферів, в який холодне повітря нагрівається; центробіжного вентилятора; приточних отворів, через які повітря подається в приміщення.

При роботі витяжної системи вентиляції чисте повітря поступає в приміщення через нещільності в конструкції приміщення. В ряді випадків ця обставина є вагомим недостатком даної системи вентиляції, так як неорганізоване надходження холодного повітря може нанести шкоди здоров'ю працюючих (сквозняки).

Місце розміщення приточної і витяжної вентиляції і повітрепроводів, отворів і насадок, а також кількість повітря яке подається і відсмоктується в однаковій мірі згідно вимог. Місце для відбирання свіжого повітря відбирається з урахуванням напрямку вітру, з безвітряної сторони по відношенню до отворів витяжної вентиляції, і не ближче чим 3 м від них, подалі від місць забруднення.

Захисним заземленням називають заздалегіть з'єднані з землею металічні частини устаткування, які не знаходяться під напругою в звичайних умовах, на які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки.

Основним призначенням захисного заземлення є ліквідація небезпеки ураження людей електричним струмом при наявності напруги на конструктивних частинах електроустаткування тобто при «замиканні на корпус».

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруги доторкання і крок, обумовлений замиканням на корпус. Це досягається зниженням потенціалу заземленого устаткування, а також вирівнювання потенціалів за рахунок піднімання потенціалів основи на якій стоїть людина, до потенціалу, близького за величиною до потенціалу заземленого устаткування.

Заземлячим пристроєм називається сукупність заземлювача – металевих провідників, які знаходяться в безпосередньому контакті з землею, і

заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустаткування з заземлювачами. Розрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносні (чи концентровані) і контурні (чи розсіяні).

Виносні заземлюючі пристрої характеризуються тим, що заземлювач його винесений за межі площадки, на якій розміщене устаткування яке заземлюють, чи зосереджене на деякій частині цієї площадки.

Недоліком виносного заземлення є віддаленість заземлювача від устаткування, внаслідок чого коефіцієнт дотику $\alpha=1$. Тому цей тип заземлення застосовується при малих величинах напруги замикання на землю.

Перевагою такого типу заземлення є можливість вибору місця розміщення електродів з найменшим опором ґрунту.

Контурне заземлення характеризується тим, що його заземлювачі розміщуються по контуру площадки на якій знаходиться заземлювальний пристрій, чи розподілюється по всій площадці по можливості рівномірно.

Безпека при контурному заземленні забезпечується вирівнюванням потенціалу на території до такої величини, щоб максимальні значення напруги дотику і крок не перевищували допустимих це досягається шляхом відповідного розміщення одиночних заземлювачів.

Всередині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається звичайним чином через металоконструкцію, трубопровід, кабелі і подібні їм провідні предмети, зв'язані з розгалуженою мережею заземлень.

Розрізняють заземлювачі штучні і призначені виключно для мети заземлення і природні, які знаходяться в землі металічні предмети іншого призначення.

Для штучного заземлення застосовують звичайно вертикальні і горизонтальні електроди.

В якості вертикальних електродів використовують сталі труби діаметром 3 – 5 см, і кутник розміром 40 x 40 до 60 x 60 мм довжиною 2,5 – 3 м. В останні роки знаходять застосування сталі прутки діаметром 10 – 12 мм і довжиною до 10 м.

Для зв'язку вертикальних електродів і в якості самостійного горизонтального електрода використовують полосову сталь перерізом не менше як 4 x 12 мм чи сталь круглого перерізу діаметром не менше 6 мм.

Для встановлення вертикальних заземлювачів попередньо викопують траншею глибиною 0,7 - 0,8 м, після чого з допомогою механізмів забивають трубу чи кутник.

В якості природніх заземлювачів можна використовувати: прокладені в землі водопровідні труби, і інші металеві предмети, завдяком трубопроводів з мастилом чи пальним.

Природні заземлення як правило володіють низьким опором розтікання струму і тому використовуються з метою економії коштів на встановлення спеціального заземлення.

Захисному заземленню підлягають захисні і робочі металеві частини конструкцій і устаткування які не повинні знаходитися під напругою.

В приміщеннях і цехах з підвищеною небезпекою заземлення є обов'язковим при нормальній напрузі в 86 В, чи 110 В. А в приміщеннях без підвищеної небезпеки при напрузі 500 В.

5.2 Безпека життєдіяльності людини на виробництві

Як показує практика, жодна система чи операція не гарантує абсолютної безпеки. Та все ж доки ми не маємо 100% безпеки, ми намагаємося, наскільки це можливо наблизитися до цієї мети. З плином часу різні заходи та методи, які використовуються для вирішення відповідних задач, удосконалюються, збільшуючи наші можливості у дослідженні систем, визначенні небезпек, виключенні або контролі за цими небезпеками, зниженні ризику до прийнятого рівня при роботі з цими системами. Аналіз небезпек починають з грубого дослідження, яке дозволяє в основному ідентифікувати джерела небезпек. Потім при неохідності, дослідження можуть бути поглиблені і може бути виконаний детальний якісний аналіз. Методи цих аналізів та прийоми, які використовуються при їх виконанні, відомі під різними назвами. Нижче наведені основні з цих загальних інструментів, типів аналізу:

- а) попередній аналіз небезпек (ПАН);
- б) системний аналіз небезпек (САН);
- в) підсистемний аналіз небезпек (ПСАН);
- г) аналіз небезпек робіт та обслуговування (АНРО).

Попередній аналіз небезпек – це аналіз загальних груп небезпек, присутніх в системі, їх розвитку та рекомендації щодо контролю. ПАН є першою спробою в процесі безпеки систем визначити та класифікувати небезпеки, які мають місце в системі. Проте в багатьох випадках цьому аналізу може передувати підготовка попереднього переліку небезпек.

ПАН звичайно виконується в такому порядку:

- а) вивчають технічні характеристики об'єкта, системи чи процесу, а також джерела енергії, що використовується, робоче середовище, матеріали; встановлюють їхні небезпечні та шкідливі властивості;
- б) визначають закони, стандарти правила, дія яких розповсюджується на даний об'єкт, систему чи процес;
- в) перевіряють технічну документацію та її відповідність законам, правилам, принципам і нормам безпеки;
- г) складають перелік небезпек, в якому зазначають ідентифіковані джерела небезпек (системи, підсистеми, компоненти), чинники, що викликають шкоду, потенційно небезпечні ситуації, виявлені недоліки.

Після того, коли виявлені крупні системи об'єкта, які є джерелами небезпеки, їх можна розглядати окремо і досліджувати більш детально за допомогою інших методів аналізу, перелік яких приведено вище.

Статистика свідчить, що більше половини всіх електротравм становлять опіки. Вони важко піддаються лікуванню, тому що глибоко проникають у тканину організму. В установках напругою до 1 кВ найчастіше спостерігаються опіки контактного виду при дотиканні тіла до струмопровідних частин. При проходженні через тіло людини електричного струму в тканинах виділяється тепло в кількості, яку можна визначити [17]:

$$Q = I_A^2 \cdot R_A \cdot t \quad (5.1)$$

де I_A – струм який проходить через тіло людини, А;

R_A – опір тіла людини, Ом;

t – час проходження струму, с.

Опіки можливі при проходженні через тіло людини струму більше 1А. Тільки при великому струмі тканини, які уражаються, нагрівають до температури 60 – 70 °С і вище, при якій згортається білок і з'являються опіки.

В електроустановках при зварюванні струм набагато вищий і тому опіки можуть виникнути при випадковому наблизненні частин тіла людини до струмопровідних частин на небезпечну відстань при цьому збільшується напруга електричного поля і внаслідок ударної іонізації діелектрика (повітряного проміжку) опір цього проміжку зменшується, його “пробиває” електричний розряд – електрична дуга, температура якої досягає приблизно 4000 °С. Електричний струм протікає через дугу і тіло людини. За такої високої температури і великої кількості тепла, яке виділяється при проходженні струму через тіло, потерпілий одержує тяжкі опіки, його м'язи скорочуються, дуга і ланцюг струму обривається.

Майже у всіх випадках включення людини в електричний ланцюг на її тіло в місцях дотикання спостерігалися електричні знаки сіро – жовтого кольору круглої або овальної форми.

При опіках від впливу електричної дуги можлива металізація шкіри частками металу дугової плазми. Уражена ділянка шкіри стає твердою, набуває кольору солей металу, які потрапили в шкіру.

Електролітична дія струму виявляється у розкладанні органічної рідини, в тому числі і крові, яка є електролітом, та в порушенні її фізико-хімічного складу.

Біологічна дія струму виявляється через подразнення і збудження живих тканин організму, а також порушення внутрішніх біологічних процесів.

Механічна дія струму призводить до розриву тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту, а також порушення рухової функції і миттєвого вибухоподібного утворення пари з тканинної рідини і крові.

Внаслідок дії електричного струму або електричної дуги виникає електротравма. Електротравми умовно поділяють на загальні і індивідуальні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Загально-технічний розділ включає детальний огляд конструкцій кузовів сучасних автомобілів та аналіз зварювальності їхніх матеріалів. Висновки даного розділу формують основу для постановки завдань у подальших етапах розробки.

Технологічний розділ ретельно описує процеси, включаючи підготовку до зварювання і фарбування деталей кузова. Розроблені процедури спрямовані на оптимізацію та підвищення ефективності ремонтних робіт.

Конструкторський розділ містить розробку станду для відновлення геометрії кузовів, що включає технічні завдання, пропозиції та детальне проектування станду. Цей розділ демонструє інноваційний підхід до створення обладнання для відновлення автомобілів.

Науково-дослідний розділ включає теоретичні дослідження та аналітичні методики для перевірки випробувань, що забезпечують наукове обґрунтування використаних технік і технологій.

Розділ охорони праці та безпеки висвітлює заходи з вентиляції, заземлення та загальної безпеки на виробництві. Цей розділ підкреслює важливість створення безпечних умов праці.

Робота являє собою комплексне дослідження, яке демонструє високий рівень знань автора в області ремонтних технологій автомобільних кузовів і є цінним внеском у розвиток даної галузі. Пропоновані розробки можуть бути використані на практиці, що робить кваліфікаційну роботу релевантною і актуальною для сучасних виробничих потреб.

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. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
3. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
4. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
5. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
6. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
7. 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.
8. 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.
9. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. -. 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. - 400 с.
10. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.
11. Lyashuk, O., Levkovich, 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).

12. 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.

13. 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.