

Бакалаврська робота
БР. АТ – 32.00.00.000 ПЗ
Група АТ-22-1

Юрчук Дмитро Михайлович
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Юрчук Дмитро Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Проект дільниці технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів для відновлення кузова з аналізом сучасних технологій зварювання кузовних елементів

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Юрчук Дмитро Михайлович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Захара Ігор Ярославович доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ

2026

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Юрчук Дмитро Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема** Проект дільниці технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів для відновлення кузова з аналізом сучасних технологій зварювання кузовних елементів, затверджена наказом по університету від _____ № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20.06.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: Виконати розрахунок виробничої програми дилерський центр «Toyota» в Івано-Франківській. Необхідні вихідні дані для розрахунку річної виробничої програми СТО взяти за даними підприємства.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ
 1. Технологічний розділ
 2. Аналіз аспектів, що впливають на ефективність відновлення кузова легкових автомобілів
 3. Технологічний розділ
 4. Охорона праці і техніка безпекиВисновки
5. Перелік посилань на джерела
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 1. Тема, мета, та об'єкт дослідження -2 слайди
 2. Опис проблеми дослідження -3 слайди
 3. Технологічний план дільниці -1 слайд
 4. Науково-дослідницька частина -3 слайди
 5. Охорона праці -1 слайдВисновки

Керівник

_____ / Ігор ЗАХАРА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

_____ / Дмитро ЮРЧУК /
Особистий підпис Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	16.04.2026 р.	
1. Технологічний розділ	24.04.2026 р.	
2. Аналіз аспектів, що впливають на ефективність відновлення кузова легкових автомобілів	10.05.2026 р.	
3. Технологічний розділ	20.05.2026 р.	
4. Охорона праці і техніка безпеки	04.06.2026 р.	
Графічна частина (презентація).	14.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	17.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	20.06.2026 р.	

Бакалавр

Особистий підпис

Дмитро ЮРЧУК

Розшифровка підпису

Керівник проекту

Особистий підпис

/ Ігор ЗАХАРА /

Розшифровка підпису

Анотація

У роботі розглянуто сучасні методики відновлення пошкоджених ділянок кузова легкового автомобіля після дорожньо-транспортних пригод. Систематизовано основні технологічні етапи ремонту, що включають рихтування, відновлення геометрії кузова, виконання зварювальних робіт та заміну окремих елементів, а також підготовку поверхні до фарбування і нанесення лакофарбового покриття. Особливу увагу приділено аналізу методів з'єднання пошкоджених поверхонь, серед яких зварювання, механічне кріплення, склеювання та рихтування без фарбування. Наведено характеристику основних технологій зварювання (Spot, MIG/MAG, TIG), визначено їхні переваги та обмеження. Показано, що вибір конкретної методики ремонту залежить від матеріалу кузова, ступеня пошкодження та економічної доцільності відновлення.

Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення методів діагностики пошкоджень, оптимізації ремонтних процесів та розробки інженерних рішень, спрямованих на підвищення безпеки і ефективності відновлення транспортних засобів. Практичне значення роботи полягає у формуванні системного підходу до аналізу пошкоджень та вибору оптимальних технологій ремонту, що забезпечує підвищення експлуатаційної надійності автомобілів і зниження ризиків для пасажирів.

Ключові слова: кузов, легковий автомобіль, технологічний процес, ремонт, зони кузова, MIG-паяння.

Abstract

The paper examines modern methods of restoring damaged areas of a passenger car body after road accidents. The main technological stages of repair are systematized, including straightening, restoring the body geometry, performing welding work and replacing individual elements, as well as preparing the surface for painting and applying a paint and varnish coating. Particular attention is paid to the analysis of methods for connecting damaged surfaces, including welding, mechanical fastening, gluing and straightening without painting. The main welding technologies (Spot, MIG/MAG, TIG) are characterized, their advantages and limitations are determined. It is shown that the choice of a specific repair method depends on the body material, the degree of damage and the economic feasibility of restoration.

The results of the study can be used to improve damage diagnosis methods, optimize repair processes and develop engineering solutions aimed at increasing the safety and efficiency of vehicle restoration. The practical significance of the work lies in the formation of a systematic approach to damage analysis and the selection of optimal repair technologies, which ensures increased operational reliability of cars and reduced risks for passengers.

Keywords: body, passenger car, technological process, repair, body zones, MIG-brazing.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	7
1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Вибір та обґрунтування вихідних параметрів для станцій технічного обслуговування.....	8
1.2 Визначення кількості постів ТО і ПР.....	11
1.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО.....	13
2. АНАЛІЗ АСПЕКТІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ КУЗОВА ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ.....	16
2.1. Матеріали для виготовлення кузова легкового автомобіля.....	16
2.2. Аналіз пошкоджень кузова автомобілів, що потребують реставрації.....	17
2.3. Методики відновлення пошкоджених ділянок кузова автомобіля.....	18
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	24
3.1. Технічний проект зварювальної дільниці.....	24
3.2. Розробка пристрою.....	26
3.3. Опис процесу і результатів MIG-пайки під час ремонту автомобілів.....	28
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	31
4.1. Вимог техніки безпеки під час зварювальних робіт.....	31
4.2. Основні небезпечні фактори під час зварювальних робіт.....	32
4.3. Вплив на навколишнє середовище зварювальних робіт.....	33
ВИСНОВКИ.....	35
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА.....	36

					БР.АТ-33.00.00.000 ПЗ				
Змін.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Юрчук Д.М.				Проект дільниці технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів для відновлення кузова з аналізом сучасних технологій зварювання кузовних елементів	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.	Захара І.Я.						6	52	
Реценз.						ІФНТУНГ, АТ-22-1			
Н. контр.	Криштопа С.І								
Затверд.	Криштопа С.І.								

Вступ

Дилерський центр «Toyota» в Івано-Франківській області з червня 2008 року функціонує як офіційний представник японського автомобільного концерну, дотримуючись єдиних стандартів компанії, що ґрунтуються на принципі «Customer First» — «Клієнт на першому місці». За час діяльності понад 600 клієнтів стали власниками автомобілів Toyota, а кількість транспортних засобів, що перебувають на технічному обслуговуванні, перевищує 1 500 одиниць. Основним завданням центру є не лише реалізація модельного ряду автомобілів, але й забезпечення комплексного сервісу, включаючи тест-драйв, страхування, кредитування, встановлення додаткового обладнання та проведення технічного обслуговування. Високий рівень послуг підтримується завдяки кваліфікованим співробітникам, які пройшли спеціальне навчання у навчальних центрах «Тойота Україна» та «Тойота Мотор», що гарантує якісне обслуговування та індивідуальний підхід до кожного клієнта.

Об'єкт дослідження — діляниця технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів офіційного дилерського центру «Toyota» в Івано-Франківській області.

Предмет дослідження — процеси відновлення кузова та застосування сучасних технологій зварювання кузовних елементів у межах діяльності сервісної діляниці.

Мета роботи — розробка проєкту діляниці технічного обслуговування і ремонту легкових автомобілів з відновленням кузова та аналіз сучасних технологій зварювання кузовних елементів для підвищення ефективності та якості сервісного обслуговування.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір та обґрунтування вихідних параметрів для станцій технічного обслуговування

1.1.1 Вихідні дані для розрахунку:

Модель автотранспортних засобів: Toyota Corolla

Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО в рік: $N = 1025$ автомобілів.

Тип СТО: універсальна.

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_p = 18000$ км .

Кількість заїздів автомобіля на СТО в рік: $d = 3$ заїзди [3].

Режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну.

Кількість автомобілів, що продаються в рік – 185 авт./рік.

Решта даних будуть прийняті в процесі розрахунку.

1.1.2 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО.

Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для Toyota Corolla проводжу за формулою:

$$T_p = N_{\text{ТОіПР}} \cdot L_p \cdot t / 1000. \quad (1.1)$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t = 1,8$ люд-год/1000 км [3];

$N_{\text{ТОіПР}}$ - кількість заїздів для ТО і ПР, $N_{\text{ТОіПР}} = 853$ авт.

$$T_{\text{ТОПР1}} = 1025 \cdot 18000 \cdot 1,8 / 1000 = 33273 \text{ люд-год.}$$

Розрахунок річного об'єму прибирально-мийних робіт на СТО проводжу за формулою:

$$T_{\text{ПМ}} = \left(\sum L_p \times k \times t_{\text{ПМ}} \right) / 1000. \quad (1.2)$$

$$T_{\text{ПМ.1}} = (1027 \cdot 18000 \cdot 0,8 \cdot 0,5) / 1000 = 7394,4 \text{ люд-год.}$$

де k – кількість заїздів для миття на 1000 км; приймається $k = 0,8 \dots 1$;

$t_{\text{ПМ}}$ - трудомісткість прибирально-мийних робіт.

Загальний об'єму прибирально-мийних робіт на СТО:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трудомісткість робіт по передпродажній підготовці Toyota Corolla :

$$T_{III} = A_{II} \times t_{III}, \quad (1.3)$$

де A_{II} - кількість автомобілів, що продаються $A_{II}=185$;

t_{III} - трудомісткість передпродажної підготовки. Приймається $t_{III} = 3,5 \dots 4,5$ люд-год.

$$T_{III} = 185 \cdot 3 = 555 \text{ люд-год.}$$

Сумарна трудомісткість робіт по передпродажній підготовці:

$$T_{III}=561+518=1079 \text{ люд. год.}$$

Річна трудомісткість робіт з гарантійного обслуговування автомобілів T_{20} визначають за формулою:

$$T_{20} = A_{20} \times L_{20} \times t_{20} / L^P_{20}, \text{ люд-год,} \quad (1.4)$$

де A_{20} - кількість автомобілів, що перебувають на гарантійному обслуговуванні (приймають за даними СТО) $A_{20}=561$ авт.;

L_{20} - гарантійний пробіг, встановлений заводом-виготовлювачем для даної марки, $L_{20}=100\,000$ км;

L^P_{20} - річний пробіг автомобіля (приймають за даними СТО автомобілів або заводу-виготовлювача) $L^P_{20}=18000$ км;

t_{20} - трудомісткість одного ПТО (періодичного обслуговування) $t_{20}=2,9$ люд. год.

$$T_{201} = 561 \cdot 100000 \cdot 2,9 / 18000 = 9038 \text{ люд-год.}$$

Сумарний обсяг гарантійного ТО і ремонту T_{20+P} буде дорівнювати:

$$T_{20} = T_{201} + T_{202} = 9038 + 7803 = 16842, \text{ люд. год.}$$

Загальний обсяг робіт T_3 по СТО для Toyota Corolla буде складатися з суми робіт по основній діяльності $T_{TO,PR}$, обсягу передпродажної підготовки T_{III} , обсягу прибирально-мийних робіт T_{PM} , обсягу ТО і ремонту автомобілів, які перебувають на гарантії T_{20+P} :

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{31} = T_{TO, ПР1} + T_{ПП1} + T_{ПМ1} + T_{201} \text{ люд-год.} \quad (1.5)$$

$$T_{31} = 33274,8 + 561 + 7394,4 + 9038,3 = 50268,5 \text{ люд. год.}$$

1.1.3 Кількість явочних робітників розраховують за формулою:

$$P_{я} = T / \Phi_{я}, \text{ чол.} \quad (1.6)$$

де $\Phi_{я}$ – річний фонд робочого часу явочного ремробітника, $\Phi_{я} = 2070$ год.

1.1.4 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{ш} = P_{я} / \epsilon, \text{ чол.;} \quad (1.7)$$

де ϵ – коефіцієнт штатності, $\epsilon = 0,9$. [3]

Розподіл трудомісткості робіт і кількості виробничих робітників зведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

Назва робіт	П, %	Т, люд.год	Ф _я , год.	Р _я , чол.			ε	Р _ш , чол.		
				ДП1	ДП2	Раз.		ДП1	ДП2	Раз.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Діагностичні	4	1714	2070	0,8	0,8	1,6	0,9	0,9	0,8	1,8
ТО в повному обсязі	10	4287	2070	2,1	1,9	4,0	0,9	2,3	2,1	4,4
Масильні	2	857	2070	0,4	0,4	0,8	0,9	0,5	0,4	0,9
Регулювальні та встановлення кутів коліс	4	1714	2070	0,8	0,8	1,6	0,9	0,9	0,8	1,8
Регулювальні та встановлення гальм	3	1286	2070	0,6	0,6	1,2	0,9	0,7	0,6	1,3
ТО і ПР системи живлення і електротехнічні роботи	4	1714	2070	0,8	0,8	1,6	0,9	0,9	0,8	1,8
Шиномонтажні і вулканізаційні роботи	1	428	2070	0,2	0,2	0,4	0,9	0,2	0,2	0,4
ПР вузлів і агрегатів	12	5144	2070	2,5	2,3	4,8	-	2,8	2,5	5,3
Кузовні (бляхарні, зварні, мідницькі)	30	12862	2070	6,2	5,7	11,9	0,9	6,9	6,3	13,2
Малярні	25	10718	2070	5,2	4,7	9,9	0,9	5,8	5,3	11,0
Оббивні і арматурні	5	2143	2070	1,0	0,9	2,0	0,9	1,2	1,1	2,2

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Разом	100	33273	-	21	19	40	-	23	21	44
ЩО:		2218		1,1	0,8	1,9	0,9	1,2	0,9	2,1
Прибиральні	30		2070							
Мийні	55	4066	2070	2,0	1,5	3,5	0,9	2,2	1,7	3,8
Обтирочні	15	1109	2070	0,5	0,4	0,9	0,9	0,6	0,5	1,0
Всього:	100	7394	-	4	3	6	-	4	3	7
Разом по СТО:	-	-	-	-	-	46	-	-	-	51

1.1.5 Визначення кількості службовців.

Загальне значення службовців підприємства зведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2- Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, Р _с , чол.
1	2
Загальне керівництво	2
Техніко-економічне планування	1
Організація праці і зарплата	1
Бухгалтерський облік, фінансова діяльність	2
Матеріально-технічне постачання	2
Виробничо-технічна служба	2
МОП	2
Пожежно-сторожова охорона	2
Кадри	1
Спеціаліст з маркетингу (для станцій, які здійснюють продаж автомобілів)	2
Спеціалісти з менеджменту	1
Всього	18

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{шпр}} + P_{\text{с}} = 51 + 18 = 69 \text{ чол.}$$

1.2 Визначення кількості постів ТО і ПР

1.2.1. Визначаю кількість постів ТО і ПР:

$$X_{\text{ТОПР}} = T_{\text{ТОПР}} \cdot K_{\text{п}} / (\Phi \cdot P_{\text{ср}} \cdot \eta), \quad (1.8)$$

де $T_{\text{п}}$ – трудомісткість постових робіт на СТО, люд.-год.;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{\text{п}}=0,8$;

$P_{\text{ср}}$. – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{\text{ср}}=3$;

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

$$X_{\text{ТоіПР}}=33274,8 \cdot 0,8 / (2070 \cdot 3 \cdot 0,93)=5 \text{ пости.}$$

$$X_{\text{ТоіПР}}=X_{\text{ТоіПР1}}+X_{\text{ТоіПР2}}=5+4=9 \text{ постів.}$$

1.2.2 Визначаю кількість постів прибирально-мийних робіт:

$$X_{\text{ПМ1}}=N_{\text{д}} \cdot \varphi / (D_{\text{пр}} \cdot \Pi_{\text{у}} \cdot \eta)=36 \cdot 1,1 / (8 \cdot 5 \cdot 0,93)=1,1 \text{ постів.} \quad (1.9)$$

$$X_{\text{ПМ}}=X_{\text{ПМ1}}+X_{\text{ПМ2}}=1,1+0,8 \approx 2 \text{ пост.}$$

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт, $N_{\text{д}}=36$ авт.

$\varphi_{\text{що}}$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на мийку;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

1.2.3 Визначаю кількість постів прийому автомобілів:

$$X_{\text{П}}=N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot \varphi / (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{П}} \cdot A_{\text{П}}), \quad (1.10)$$

де $T_{\text{П}}$ – кількість годин роботи поста на добу;

$A_{\text{П}}$ – пропускна здатність поста прийому автомобілів, авт./год.

$$X_{\text{П1}}=1027 \cdot 3 \cdot 1,1 / (305 \cdot 8 \cdot 3)=0,5 \text{ пости.}$$

$$X_{\text{П}}=X_{\text{П1}}+X_{\text{П2}}=0,5+0,4=1 \text{ пост.}$$

1.2.4 Визначаю кількість автомобілемісце зберігання готових автомобілів:

$$X_{\text{Г}}=N_{\text{д}} \cdot T_{\text{П}} / T_{\text{В}}, \quad (1.11)$$

де $T_{\text{В}}$ – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

$$X_{\text{Г1}}=3 \cdot 8 / 10=3 \text{ автом. місць.}$$

$$X_{\text{Г}}=X_{\text{Г1}}+X_{\text{Г2}}=3+3=6 \text{ автом. місць.}$$

Кількість постів для передпродажної підготовки визначають на основі трудомісткості передпродажної підготовки $T_{\text{ПП}}$ за формулою:

$$X_{\text{ПП1}}=T_{\text{ПП}} / D_{\text{р}} \times n \times t \times \varphi \times P=561 / (305 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1)=0,2 \text{ пости.}$$

$$X_{\text{ПП}}=X_{\text{ПП1}}+X_{\text{ПП2}}=0,2+0,2=0,4, \text{ приймаю 1 пост.}$$

Визначаю кількість постів гарантійного обслуговування:

$$X_{\text{ГО}}=T_{\text{Г0}} \cdot K_{\text{п}} / (\Phi \cdot P_{\text{ср.}} \cdot \eta),$$

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{Г0}$ – трудомісткість гарантійного обслуговування на СТО, люд.-год.;

$K_{п}$ - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{п}=0,8$;

$P_{ср.}$ – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{ср.}=2$;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

$$X_{Г01}=561 \cdot 0,8 / (2070 \cdot 2 \cdot 0,93) = 0,1 \text{ пост.}$$

$$X_{Г0} = X_{Г01} + X_{Г02} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ приймаю 1 пост.}$$

1.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

1.3.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_3 = Z \cdot f \cdot K, \text{ м}^2, \quad (1.12)$$

де Z - кількість постів зон ЩО,Д, ТО, ПР,

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=7,74 \text{ м}^2$, [4]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=5$. [1]

Таблиця 1.3- Площа зон

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F_3 , м^2
Зона ТО і ПР	9	344,4
Зона прибирально-мийних робіт	2	73,2
Зона приймання видачі автомоб.	1	32,8
Зона передпродажної підготовки	1	38,7
Зона гарантійного обслуговування	1	38,7
Всього	14	527,8

1.3.2 Площі діляниць.

Площі виробничих діляниць визначаємо по кількості працюючих.

Площі діляниць вибираємо в залежності від кількості працюючих в максимально завантажену зміну. [3]

Розрахунок площ діляниць зведені в табл. 1.4.

1.3.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4- Площі виробничих дільниць.

Назва дільниць	Кількість працюючих	Площа дільниць, F_d, m^2
Агрегатна	3	54
Моторна	1	36
Шиномонтажна	2	36
Малярна	3	54
Електротехнічна	1	14
Кузовна	6	54
Ремонт приладів сист. живлення	1	18
Всього		212

$$F_{B,3} = Z_{B,3} \cdot f \cdot K_B, m^2 \quad (1.13)$$

де $Z_{B,3}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{B,3}=28$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=7,4 m^2$.

K_B - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні, $K_B=3,5$.

$$F_{B,3}=28 \cdot 7,4 \cdot 3,5=712 m^2.$$

1.3.4 Площа складських приміщень.

Площа складських приміщень розраховують для СТО приймаються з розрахунку на кожні 1000обслужених автомобілів [3].

Площі складських приміщень наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 - Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, m^2
Запасні частини	22
Агрегати і вузли	26
Матеріали	12
Лакофарбові	4
Масильні матеріали	6
Склад кисню і ацетилену	8
Всього	78

Площа виробничого корпусу:

$$F_{BK} = F_{зон.} + F_{СКЛ} + F_d = 528 + 78 + 212 = 818 m^2.$$

$$F_{Ad} = 245 m^2.$$

1.3.5 Площа пункту прийому автомобілів: $F_{ПП}=18 m^2$.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.6 Площа забудови.

$$F_{\text{ЗАБ}} = F_{\text{ВК}} + F_{\text{ПП}} + F_{\text{АД}} = 818 + 18 + 245 = 1081 \text{ м}^2.$$

1.3.7 Площа території СТО.

$$F_{\text{ТЕР}} = (F_{\text{ЗАБ}} + F_{\text{В.З}}) / K_{\text{ЩЗ}}, \text{ м}^2;$$

де $K_{\text{ЩЗ}}$ – коефіцієнт щільності забудови, $K_{\text{ЩЗ}} = 0,8$.

$$F_{\text{ТЕР}} = (1081 + 1734) / 0,45 = 6255 \text{ м}^2 = 0,63 \text{ га}.$$

Для побудови генерального плану, виробничого корпусу, зон та ділянок приймаємо площі приміщень, що вже збудовані на Тойота Центр Івано-Франківськ "Класик-Авто" з корегуванням по реальній потребі і з врахуванням технологічного розрахунку.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АНАЛІЗ АСПЕКТІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ КУЗОВА ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1. Матеріали для виготовлення кузова легкового автомобіля

Основними матеріалами для виготовлення кузовів залишаються сталі та їхні сплави, алюміній, магній, пластмаси, термоактивні смоли з армуванням скловолокном чи вуглецем, а також скло. (рисунок 1.2.). Найбільш поширеною є листова низьковуглецева сталь товщиною 0,65–2 мм, яка забезпечує жорсткість конструкції, технологічність зварних з'єднань та доступність виробництва.



Рисунок 2.1. Схема кузова автомобіля за типом матеріалу виготовлення

Її недоліками є значна маса та низька корозійна стійкість, що потребує додаткового захисту. Для підвищення характеристик застосовуються леговані та високоміцні сталі, зокрема TWIP-сталь із високим вмістом марганцю, яка демонструє межу міцності до 1300 МПа та значне відносне подовження.

Алюміній використовується переважно у вигляді сплавів, що поєднують легкість і корозійну стійкість, проте потребують спеціальних технологій з'єднання. Його застосування поширене у преміум-сегменті, де цілі кузови або

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окремі елементи виготовляються з алюмінію. Пластмаси та композити займають дедалі більшу частку, особливо у виготовленні бамперів, декоративних елементів та внутрішніх деталей. Склопластик та карбон забезпечують високу міцність при низькій масі, але характеризуються високою вартістю та складністю ремонту.

Виготовлення кузова здійснюється поетапно: зі сталевих чи алюмінієвих листів штампуються деталі, які згодом зварюються у вузли та збираються в єдину конструкцію. На сучасних заводах процес зварювання виконується роботизованими системами, що забезпечує точність і якість.

2.2. Аналіз пошкоджень кузова автомобілів, що потребують реставрації

Дорожньо-транспортні пригоди супроводжуються дією значних сил у короткий проміжок часу, що призводить до різноманітних механічних пошкоджень кузова. Їх систематизація має важливе значення для діагностики, визначення обсягу ремонтних робіт та розробки заходів підвищення безпеки.

Виділяють три основні типи пошкоджень:

1. **Прямі пошкодження** — виникають у місці контакту автомобіля з перешкодою чи іншим транспортним засобом. Характеризуються локальною деформацією кузова та агрегатів (вм'ятини, руйнування бампера, розбиті вікна, пошкодження двигуна чи трансмісії).

2. **Вторинні пошкодження** — формуються внаслідок передачі механічних сил від первинного удару до інших систем автомобіля. Прикладами є витік робочих рідин, руйнування дзеркал, порушення роботи електричних систем.

3. **Пошкодження від розподілу енергії удару** — виникають через поширення енергії по всій конструкції автомобіля, навіть на відстані від місця первинного контакту. Це може спричинити вигин або тріщини рами,

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деформацію корпусу, зміщення елементів підвіски чи порушення геометрії кузова.

2.3. Методики відновлення пошкоджених ділянок кузова автомобіля

Відновлення пошкоджених ділянок кузова автомобіля є комплексним процесом, що залежить від характеру та ступеня деформацій — від незначних вм'ятин до серйозних порушень геометрії конструкції. Сучасні методики ремонту систематизуються за кількома ключовими етапами.

1. Рихтування (відновлення форми та геометрії)

Класичне рихтування із застосуванням молотків та оправок використовується для виправлення локальних деформацій металу, потребує високої кваліфікації майстра.

Рихтування спотером передбачає точкове приварювання електрода до пошкодженої ділянки та витягування металу у зворотному напрямку. Метод ефективний для великих площин та важкодоступних місць.

Вакуумне рихтування застосовується для усунення дрібних вм'ятин без пошкодження лакофарбового покриття за допомогою спеціальних присосок.

Безфарбове видалення вм'ятин (PDR) — сучасна технологія усунення дрібних дефектів (граду, паркування) без фарбування, що базується на поступовому відновленні форми металу спеціальними інструментами.

2. Відновлення геометрії кузова

При серйозних ДТП може бути порушена просторова геометрія кузова або силової рами.

Стендове виправлення (на стапелі) здійснюється шляхом фіксації автомобіля на витяжному стенді та корекції пошкоджених ділянок гідравлічними системами відповідно до контрольних точок виробника. Процес контролюється механічними або електронними вимірювальними системами (лазерними, комп'ютерними).

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Зварювальні роботи та заміна елементів

Якщо пошкодження не підлягають рихтуванню, застосовується зварювання або заміна деталей.

- Використовуються методи контактного та напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів.
- Заміна може охоплювати окремі панелі (двері, крила, капот, дах) або великі кузовні вузли (передня частина, пороги).

4. Підготовка до фарбування та фарбування

Завершальний етап передбачає косметичне відновлення поверхні.

- Шліфування та зачистка — видалення старого покриття та іржі.
- Шпаклювання — вирівнювання дрібних дефектів поліефірними матеріалами.
- Ґрунтування — нанесення антикорозійного та вирівнюючого шару.
- Фарбування та лакування — нанесення базового кольору та прозорого лаку з точним підбором відтінку.
- Полірування — фінальна обробка для досягнення блиску та маскування переходів між старим і новим покриттям.

Вибір конкретної методики визначається матеріалом кузова (сталі, алюміній, композити), ступенем пошкодження та економічною доцільністю ремонту.

З метою підвищення ефективності технологічних процесів кузовного ремонту у кваліфікаційній роботі пропонується доповнити склад обладнання дільниць сучасним зварювальним апаратом для виконання з'єднань листового металу методом MIG-паяння. Використання такого обладнання дозволяє розширити спектр ремонтних операцій та збільшити перелік марок автомобілів, що можуть бути якісно відновлені.

Основні переваги технології MIG-паяння полягають у зниженні температури процесу порівняно зі звичайним зварюванням, що мінімізує ризик викривлення та втрати геометрії кузова. Метод забезпечує ефективне з'єднання

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оцинкованих панелей без значного руйнування цинкового покриття, знижуючи ймовірність корозії. Використання присадного дроту та захисного газу формує рівний шов із мінімальним розбризкуванням металу, що спрощує подальшу обробку поверхні. Технологія придатна для різних марок сталі та сплавів, зберігаючи проектну жорсткість і довговічність кузова.

У сучасному автомобілебудуванні метод паяння в інертних газах із застосуванням напівавтоматів набуває дедалі ширшого поширення. Він має спільні риси з процесом MIG/MAG-зварювання, проте принципово відрізняється тим, що під час MIG-паяння не відбувається розплавлення основного матеріалу. З'єднання формується за рахунок використання твердого припою на основі міді. Електрична дуга горить між електродним дротом і поверхнею металу, а захисний газ (аргон) ізолює зону паяння від кисню, запобігаючи окисленню та зниженню якості шва.

Попри наявність сучасних апаратів, здатних реалізовувати процес MIG-паяння, відсутні чіткі рекомендації щодо вибору режимів роботи та їхнього впливу на параметри швів. Дослідження режимів паяння з урахуванням синергетичного ефекту роботи напівавтоматів є необхідним для розроблення технологічних регламентів.

Для виконання процесу застосовують спеціальні електродні дроти: мідно-кремнієвий (CuSi3) [23, 31] та бронзові (CuAl8, CuSn6). Їх температура плавлення становить ≈ 1060 °C, що значно нижче за температуру плавлення сталевого дроту при MIG/MAG-зварюванні (≈ 1650 °C). За таких умов плавиться лише присадковий метал, формуючи шов без проникнення в основний матеріал. Це забезпечує низьке тепловкладення та мінімізує ризик деформації тонколистових елементів, при збереженні міцності з'єднань на рівні традиційних зварних швів.

У наукових працях вітчизняних і зарубіжних дослідників підтверджено ефективність MIG-паяння. Зокрема, доведено можливість заміни контактного точкового зварювання при з'єднанні кузовних деталей закритого перерізу,

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлено залежність якості процесу від сили струму, напруги та швидкості паяння, а також вплив чистоти поверхні на властивості шва [29]. Окремі дослідження присвячені з'єднанню матеріалів різної міцності, включно зі сталлю та алюмінієм, а також сталі з армованими пластмасами. Результати підтверджують високу міцність і працездатність таких з'єднань, що іноді перевищує міцність основного матеріалу [27].

Важливим є й те, що MIG-паяння дозволяє зберегти захисне покриття оцинкованих деталей [13, 14, 35]. На відміну від дугового зварювання, при дуговому паянні зона пошкодження цинку не перевищує 1 мм, що забезпечує значно вищу корозійну стійкість з'єднань. Таким чином, технологія MIG-паяння є перспективним напрямом удосконалення кузовного ремонту, який поєднує високу якість, довговічність та економічну ефективність.

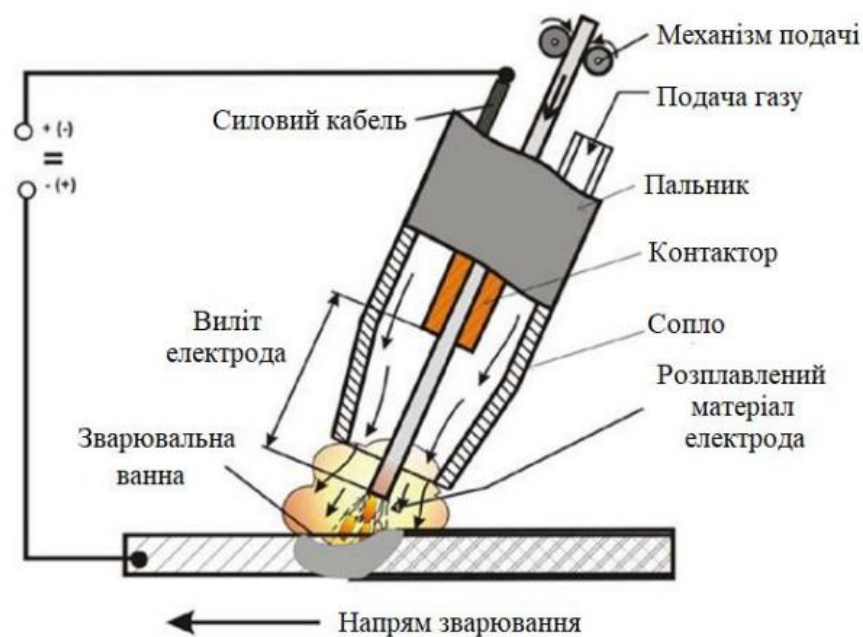


Рисунок 2.2. Схема процесу MIG-паяння

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. Порівняльна характеристика MIG-паяння та MIG/MAG-зварювання

Критерій	MIG-паяння	MIG/MAG-зварювання
Принцип процесу	Використовується присадковий дріт на основі міді (CuSi3, CuAl8, CuSn6), плавиться лише припій, основний метал не розплавляється	Використовується сталевий дріт, плавиться як присадковий, так і основний метал
Температура плавлення	≈1060 °С (значно нижча)	≈1650 °С (вища)
Тепловкладення	Низьке, що мінімізує ризик деформації тонколистових деталей	Високе, можливі деформації та викривлення тонкого металу
Збереження покриття	Захисне цинкове покриття майже не пошкоджується, зона руйнування ≤1 мм	Цинкове покриття випаровується, що знижує корозійну стійкість
Корозійна стійкість шва	Висока, шви стійкі до корозії	Нижча, потребує додаткової антикорозійної обробки
Міцність з'єднання	Майже співставна зі зварними швами, іноді навіть вища	Висока, але залежить від якості виконання та параметрів
Сфера застосування	Оптимальна для тонколистових кузовних деталей, оцинкованих панелей, сучасних автомобілів	Використовується для товстішого металу, несучих елементів та класичних кузовних робіт
Переваги	- Мінімальна деформація - Збереження покриття - Висока корозійна стійкість - Придатність для сучасних матеріалів	- Висока міцність - Універсальність - Придатність для різних товщин металу
Обмеження	Потребує спеціального дроту та інертного газу (Ar 100%), менш поширене обладнання	Вищий тепловий вплив, ризик деформацій, руйнування покриття



Рисунок 2.3. MIG/MAG-зварювання



Рисунок 2.4. MIG-паяння



Рисунок 2.5. Якість швів MIG/MAG-зварювання, MIG-паяння

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Технічний проект зварювальної дільниці

3.1.1 Призначення зварювального відділення.

Зварювальне відділення призначене для відновлення спрацьованих деталей шляхом зварювання та наплавлення.

У відділенні виконують роботи з усунення дефектів автомобільних деталей із сталі, алюмінієвих сплавів і чавунів за допомогою дугового зварювання та наплавлення, напівавтоматичного зварювання у середовищі двооксиду вуглецю, газового зварювання та наплавлення, а також застосовується точкове зварювання листового сталевих матеріалу.

Технологічні процеси виконання зварювальних робіт мають свої особливості в залежності від виду зварювань та матеріалів, що підлягають зварюванню та наплавленню.

3.1.2 Підбір технологічного обладнання.

Усі деталі, що надходять у відділення для реставрації, повинні бути попередньо очищені від бруду, масла, іржі, а при наявності у деталях тріщин, останні повинні бути засвердлені з країв.

Крім відновлення спрацьованих деталей на дільниці виконуються необхідні зварювальні роботи безпосередньо на автомобілях і причіпному складі. Для виконання цих робіт у відділенні необхідно передбачити наявність робочого поста із заїздом рухомого складу. На цьому робочому посту необхідно передбачити відповідне підйомно-оглядове обладнання (оглядову канаву, підйомник або перекидач).

Зварювання виробів середніх та малих розмірів повинно проводитися у спеціально обладнаних кабінах окремо для газо- і електрозварювальних робіт. Кабіни повинні бути з відкритим верхом та виконані з негорючих матеріалів із зазором між підлогою і перегородкою не менше 50 мм. Вільна площа у кабіні на один зварювальний пост повинна бути не менше 3 м². Ацетиленовий

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

генератор необхідно розташовувати на відстані не менше 10 м, а балон з киснем – не менше 5 м від місця виконання зварювальних робіт. Для транспортування балонів з киснем та ацетиленом необхідно передбачити у відділенні спеціальний візок.

Зварювальне відділення в плані має прямокутну форму зі сторонами 3,35х6 метри. Ширина дверей 1,2 метри, а їх висота стандартна 3,0 метри.

При технологічному плануванні ділянки використовується маршрутна технологія. Розташування обладнання відповідає технологічному процесу. Переміщення працівника, при виконанні роботи у відповідності із технологічним процесом є мінімальні. До стаціонарного обладнання забезпечено доступ з усіх сторін. Відстань між елементами обладнання, обладнання і елементами будівлі відповідає нормативам. Відомості технологічного обладнання агрегатного відділення наведено в на листі формату А1.

Технологічний процес зварювальної ділянки є складовою технічної підготовки автомобілів. Відділення виконує ремонт пошкоджених деталей зварюванням, заварювання тріщин кузова, кабіни та оперення, а також відновлення спрацьованих деталей наплавленням металу. Застосовуються електродугове та газове зварювання.

У разі поломки деталі, яку можливо відновити, її направляють у зварювальне відділення. Після очищення проводиться дефектація для визначення придатності до ремонту. Якщо деталь не підлягає відновленню, її списують; якщо можливо — обирають відповідний спосіб зварювання. Після виконання робіт здійснюється контроль якості для підтвердження придатності деталі до подальшої експлуатації. У випадку, коли відновлювана деталь входить до складу вузла чи агрегату, після монтажу вузол або агрегат передають на видачу.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Розробка пристрою

Під час експлуатації автомобіля відбуваються процеси, що зумовлюють появу тріщин у кузові, кронштейнах та інших елементах конструкції. Для їх усунення застосовується електродугова зварка, яка забезпечує відновлення міцності та працездатності деталей. Невеликі пошкодження усувають безпосередньо в зоні поточного ремонту, що дозволяє скоротити час простою автомобіля. Найбільш поширеним методом у сучасному автомобільному ремонті є зварювання в захисному середовищі газу, яке потребує використання спеціальних балонів. Для зручного транспортування балонів у ремонтну зону та їх переміщення між робочими постами було розроблено спеціальний візок, призначений для надійного розміщення балона та його мобільного переміщення.

Технічне завдання на створення цього пристрою передбачає розробку конструкції, яка поєднує легкість, надійність та простоту експлуатації. Основна мета проектування полягає у забезпеченні компактності та маневреності, а також у можливості швидкої заміни окремих елементів без значних витрат часу. Конструкція базується на використанні стандартних кріпильних деталей - заклепок, болтів, гайок і шайб, що спрощує обслуговування та ремонт. Використання візка дозволяє оптимізувати робочий процес: час виконання операцій скорочується на 0,20 год, а трудомісткість зменшується на 0,12 люд.-год, що підвищує продуктивність праці та ефективність ремонтних робіт.

Принципова схема, будова та функціонування конструкції забезпечують її практичність у виробничих умовах. Візок не лише полегшує транспортування балонів, але й сприяє підвищенню безпеки робіт, зменшуючи ризик пошкодження обладнання та створюючи більш організоване робоче середовище. Таким чином, його застосування є доцільним рішенням для оптимізації процесів поточного ремонту автомобілів.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Візок складається з наступних деталей: 1 – підвіски; 4 – стійки; 5 – поперечини; 6 – основи; 7 – планки; 8 – кронштейна; 9 – сидла; 10 – хомутика; 11 – ручки. На рисунку 8.1 подано візок для транспортування балонів.

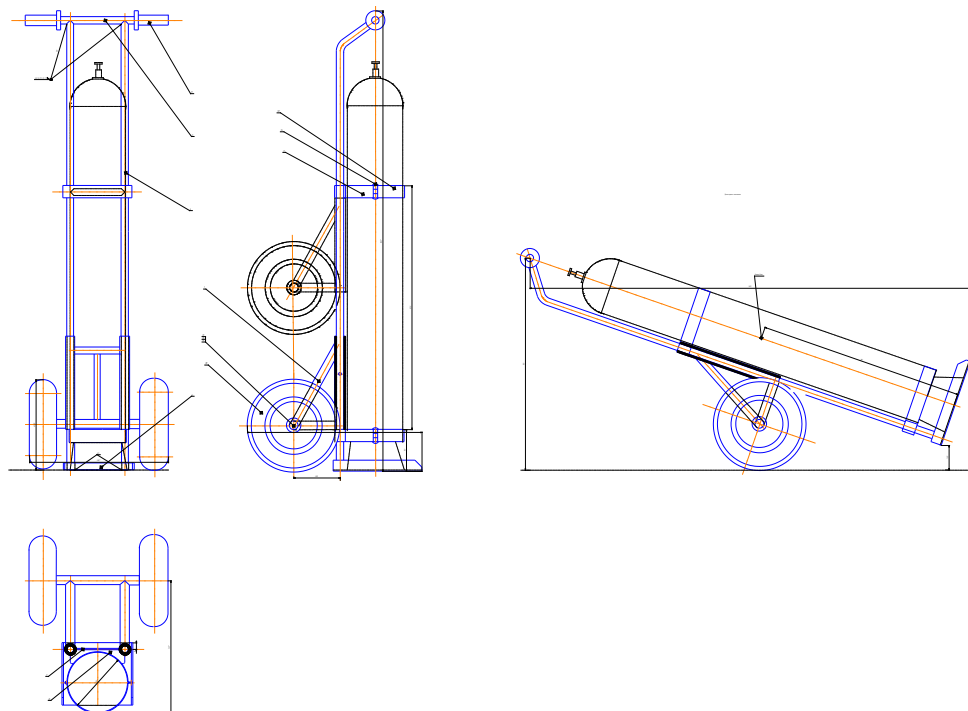


Рисунок 8.1. Пристрій для закріплення і транспортування балонів

Візок переміщують вручну використовуючи мускульну силу працівника.

Проводимо підбір перерізу стійки візка, приймаємо що стійку виготовляємо з труби

З умови міцності на згин визначаємо найбільше нормальне напруження у небезпечному поперечному перетині стійки за формулою:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq [\sigma] \quad (3.1)$$

де, M – найбільший згинний момент, $M = Fl$,

F - максимальне зусилля, $F = 500\text{H}$

l – плече, $l = 300\text{мм}$

W – осьовий момент опору, для даного перерізу

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_x = \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} - \frac{b_2 \cdot h_2^2}{6} = \frac{80 \cdot 48^2}{6} - \frac{72 \cdot 40^2}{6} = 11,52 \cdot 10^3 \text{ ù}$$

Тоді

$$\sigma = \frac{F \cdot l}{W_x} = \frac{500 \cdot 300}{11,52 \cdot 10^3} = 13 \text{ Н / мм}^2$$

При виконанні робіт на дільниці необхідно дотримуватися вимог нормативно-технічних документів (інструкції, правила тощо).

На кожному робочому місці біля стенда на підлозі повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони і шириною не менше 0,6м від частин стенда, що виступають.

3.3. Опис процесу і результатів MIG-пайки під час ремонту автомобілів

Сучасні концепції конструювання автомобільних кузовів передбачають активне використання інноваційних технологій. Основними напрямками є створення легких конструкцій із застосуванням ультрависокоміцних сталей, алюмінієвих та магнієвих сплавів, пластиків, армованих волокном, а також комбінованих рішень, що поєднують різні матеріали в єдиній структурі.

Однією з новітніх технологій нерознімних з'єднань є MIG-паяння (MIG brazing), що використовується для з'єднання високоміцних сталей із матеріалами нижчої міцності. Високоміцні сталі отримують необхідні характеристики завдяки термічній обробці, проте традиційне зварювання при температурі 1500–1600 °С змінює їхні властивості, що призводить до втрати жорсткості та міцності кузова. Додатковими негативними наслідками є низька

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якість шва, окислення, корозія та руйнування цинкового покриття.



Рисунок 3.6. Приклад використання методу MIG-паяння при ремонті кузовного елемента

Застосування MIG-паяння дозволяє уникнути цих проблем. Процес здійснюється при нижчій температурі плавлення (900–1070 °C), що забезпечує збереження початкових властивостей сталі та цинкового шару. При цьому відсутня дифузія металів, а утворений шов характеризується високою корозійною стійкістю. Розплавлений дріт взаємодіє із цинком, формуючи з'єднання з підвищеними антикорозійними властивостями.



Рисунок 3.7. Якість шва виконаний методом MIG-паяння

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливо важливим є те, що при паянні тонкий листовий метал не проплавляється, що дає змогу з'єднувати сталеві листи як із покриттям (фосфатованим, гальванізованим, алюмінієвим), так і без нього. Отриманий шов має високу механічну міцність та еластичність, що забезпечує надійність і довговічність кузовних конструкцій.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1. Вимог техніки безпеки під час зварювальних робіт

Аналіз вимог техніки безпеки під час виконання зварювальних робіт охоплює визначення основних небезпечних і шкідливих факторів, а також формування комплексу заходів, спрямованих на запобігання травмам, професійним захворюванням і пожежам. В Україні ключовим нормативним документом є «Правила охорони праці під час виконання зварювальних та інших вогневих робіт» (НПАОП 28.52-1.31-13).

Небезпека виникає при використанні несправного обладнання, пошкоджених кабелів, роботі у вологих умовах або без належних засобів захисту. У процесі зварювання утворюються токсичні гази й дими (оксиди азоту, вуглецю, озон, фтористий водень), а також аерозолі важких металів (марганцю, хрому, нікелю), що можуть спричинити ураження дихальних шляхів та системні захворювання. Яскраве випромінювання дуги становить ризик електроофтальмії, опіків рогівки та пошкодження сітківки. Розплавлений метал, іскри та нагріті деталі створюють загрозу термічних опіків, а висока температура може спричинити займання горючих матеріалів чи вибух у приміщеннях із легкозаймистими речовинами. Додатковим фактором є підвищений рівень шуму та вібрації, особливо під час зачистки швів.

Для мінімізації ризиків передбачено комплекс вимог. До робіт допускаються лише особи старші 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж та мають атестацію з електробезпеки. Організаційні заходи включають оформлення наряду-допуску для тимчасових або небезпечних робіт, проведення робіт у спеціально обладнаних і вентильованих приміщеннях, очищених від горючих матеріалів, а також забезпечення ефективної припливно-витяжної вентиляції. Роботи в закритих ємностях виконуються щонайменше двома працівниками, із застосуванням примусової вентиляції.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Засоби індивідуального захисту охоплюють маску або шолом зі світлофільтром, вогнестійкий одяг, рукавиці, спеціальне взуття та респіратори чи системи подачі чистого повітря при роботі з токсичними матеріалами. Обладнання повинно бути справним, заземленим і регулярно перевірятися; кабелі мають бути ізольованими, а переміщення апаратів здійснюється лише після відключення від мережі.

Пожежна безпека передбачає наявність засобів гасіння (вогнегасник, пісок, вода) та заборону робіт поблизу легкозаймистих речовин. Дотримання цих вимог є необхідною умовою для захисту здоров'я зварювальника та безпеки виробничого середовища.

4.2. Основні небезпечні фактори під час зварювальних робіт

Під час виконання зварювальних робіт виникає низка небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що потребують особливої уваги та дотримання правил безпеки.

- Ураження електричним струмом

Небезпека виникає при контакті зі струмоведучими частинами, використанні несправного обладнання чи пошкоджених кабелів, а також роботі у вологих умовах без належного захисту. Електричні удари можуть мати різний ступінь тяжкості й становити загрозу життю.

- Шкідливі гази та аерозолі

У процесі плавлення металу та електродних покриттів утворюються токсичні гази (оксиди азоту, вуглецю, озон, фтористий водень) та аерозолі важких металів (марганець, хром, нікель, мідь). Вони здатні спричиняти гострі отруєння, хвороби дихальних шляхів (зокрема пневмоконіоз, «лихоманку зварника») та хронічні системні ураження. Особливо небезпечними ці фактори є у закритих або недостатньо вентильованих приміщеннях.

- Оптичне випромінювання

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрична дуга випромінює інтенсивне ультрафіолетове, інфрачервоне та видиме світло. Це може призвести до електроофтальмії (опіку рогівки), пошкодження сітківки, а також опіків шкіри на відкритих ділянках тіла.

- Термічні опіки та травми

Розплавлений метал, іскри, гарячий шлак і контакт із розігрітими деталями становлять загрозу опіків різного ступеня тяжкості та пошкодження одягу.

- Пожежна та вибухонебезпека

Висока температура дуги та розлітання іскор на значну відстань можуть спричинити займання горючих матеріалів або вибух у присутності легкозаймистих речовин чи газів. Це створює ризик пожеж, руйнування майна та травмування персоналу.

- Інші фактори

Під час супутніх операцій, наприклад зачистки швів, можливий вплив шуму, вібрації та електромагнітних полів, що також негативно позначаються на здоров'ї працівників.

Усі зазначені фактори потребують обов'язкового застосування комплексу заходів безпеки: використання засобів індивідуального захисту, забезпечення ефективної вентиляції, регулярної перевірки обладнання та суворого дотримання нормативних вимог. Це є ключовою умовою збереження здоров'я зварювальників і безпеки виробничого середовища.

4.3. Вплив на навколишнє середовище зварювальних робіт

Зварювальні роботи чинять суттєвий негативний вплив на навколишнє середовище, що пов'язано як із утворенням забруднювачів, так і з високим рівнем енергоспоживання. Основні аспекти цього впливу можна окреслити наступним чином.

Забруднення повітря. У процесі зварювання утворюється складна суміш дрібнодисперсних металевих частинок (оксиди заліза, марганцю, хрому,

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нікелю, міді) та неметалевих сполук, що є продуктами випаровування основного й присадкового металу, а також покриттів електродів і флюсів. Ці частинки здатні поширюватися за межі робочої зони, осідати на ґрунті та водних поверхнях. Додатково виділяються токсичні гази — оксиди азоту, чадний газ, вуглекислий газ, озон і фтористий водень, які погіршують якість атмосферного повітря, сприяють утворенню кислотних дощів та становлять загрозу для здоров'я людини.

Забруднення ґрунту та водних ресурсів. Частинки зварювального диму, що містять важкі метали, осідають на ґрунті, змінюючи його хімічний склад і негативно впливаючи на рослинність та екосистеми. Стічні води з виробничих територій можуть переносити токсичні речовини у водойми, завдаючи шкоди водній флорі й фауні. Відходи зварювальних процесів — залишки електродів, шлак та інші матеріали — потребують належної утилізації, щоб запобігти їх потраплянню в довкілля.

Енергоспоживання. Зварювання є енергоємним процесом, що потребує значних витрат електроенергії чи інших джерел. Це опосередковано впливає на екологію через викиди, пов'язані з виробництвом енергії, особливо при використанні викопного палива.

Вплив на біорізноманіття. Накопичення важких металів у ґрунті та воді порушує баланс екосистем, завдаючи шкоди рослинам і тваринам, які залежать від чистих природних ресурсів.

Для зменшення негативного впливу застосовуються заходи екологічної безпеки: використання систем очищення повітря, впровадження більш сталих технологій зварювання (наприклад, магнітно-імпульсне зварювання, що не утворює токсичних викидів), сортування та утилізація відходів. Такі рішення сприяють підвищенню екологічної чистоти виробничих процесів і збереженню природного середовища.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВК

Класифікація механічних пошкоджень автомобіля внаслідок дорожньо-транспортних пригод охоплює три основні групи: прямі пошкодження, що проявляються у вигляді локальних деформацій у місці контакту; вторинні пошкодження, які виникають як наслідок передачі ударних сил на інші елементи конструкції; та пошкодження від розподілу енергії удару, що характеризуються деформаціями на відстані від місця зіткнення. Такий підхід забезпечує системний аналіз характеру ушкоджень, дозволяє оцінити їх вплив на працездатність автомобіля та формувати обґрунтовані рекомендації щодо ремонту й підвищення рівня безпеки транспортних засобів.

Вибір методу відновлення залежить від типу пошкодження, матеріалу та конструктивних особливостей автомобіля. Для відновлення несучої здатності кузова пріоритетним є застосування зварювання, яке забезпечує високу міцність з'єднань. У випадках, коли необхідно мінімізувати термічний вплив або поєднати різномірні матеріали, використовують склеювання чи механічні методи. Сучасна ремонтна практика часто передбачає комбінування різних технологій, що дозволяє досягти оптимального результату відповідно до вимог виробника.

Особливе місце займає MIG-паяння, яке є ефективним для ремонту тонколистових та оцинкованих кузовних деталей. Воно забезпечує високу корозійну стійкість і мінімальну деформацію матеріалу. Водночас MIG/MAG-зварювання залишається універсальним методом для роботи з більш товстими металами та несучими елементами, де критично важлива максимальна міцність з'єднання. Таким чином, правильний вибір технології ремонту визначає не лише якість відновлення, а й довговічність та безпеку автомобіля після ДТП.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авторів І.П., "Технології відновлення кузовів автомобілів", видавництво "Автомобільна преса" 2007. – 53 с.
2. Докуніхін В.З., Кушчєєвська Н.Ф., Малишев В.В. Технологічне проектування автотранспортних підприємств / за ред. В.З. Докуніхіна. Київ: Університет "Україна", 2021. – 143 с.
3. Дудніков А. А., Писаренко П. В., Біловод О. І. Проектування технологічних процесів сервісних підприємств / за ред. А. А. Дуднікова. Київ: "Нова книга", 2017. – 400 с.
4. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ: "Знання-прес", 2003. – 513 с.
5. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління. Київ: Ікант-Прес, 2004. – 478 с.
6. Майстер В.А. , "Актуальні аспекти відновлення кузовів легкових автомобілів", видавництво "Автосервіс і техніка"2007. – 76 с.
7. Омєлічев О.В. Підручник з будови автомобіля. Посібник для автомобілістів-початківців, 2023.
8. Ремонтов Л.Р. , "Інноваційні методи відновлення автомобільних кузовів", видавництво "Технічна література" 2005. – 74 с.
9. Пістун І.П., Березовецький А.П., Городецький І.М. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. Львів: «Тріада плюс», 2009. – 320 с.
10. Пістун І.П., Хом'як В.В., Хом'як Й.В. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. Суми: «Університетська книга», 2005. – 374 с.
11. Технік Д.М. , "Сучасні технології відновлення автомобільних кузовів", журнал "Технічні новини в автосервісі", том 8, номер 4, 2013. – 237 с.
12. Городецький І. В, О. Тимочко. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: методичні рекомендації до виконання розділу у

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботах ОКР "Магістр" студентами факультету механіки та енергетики. Львів: Львівський НАУ, 2011. 16 с.

13. Гуменюк І.В. Іваськів О.В., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: Підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.

14. Дріт суцільний для міді та її сплавів. <https://nisa-svarka.com.ua/ua/g101039408-provoloka-sploshnaya-dlya>

15. ДСТУ 2456-94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки. [Чинний від 1995-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1994. 48 с.

16. ДСТУ EN ISO 14171:2015 Зварювальні матеріали. Дроти електродні суцільні й порошкові та комбінації дротів електродний/флюс для дугового зварювання під флюсом нелегованих та дрібнозернистих сталей. Класифікація (EN ISO 14171:2010, IDT; ISO 14171:2010, IDT): http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=82838.

17. Квасницький В. В. Спеціальні способи зварювання. Навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 437 с.

18. Максимова С.В., Зволінський І.В., Юрків В.В. Геометричні параметри паяного шва та його структура при плазмовому паянні оцинкованої сталі. Автоматичне зварювання, №6, 2020. С. 35-39. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2020.06.06>

19. Матвієнків О.М. Збереження захисного покриття при з'єднанні оцинкованих труб дуговим паянням. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ: всеукр. наук.-техн. журн. Івано-Франківськ: Факел, 2016 , № 4. С. 7-14.

20. Матвієнків, О. М. Напружено-деформований стан MIG-паяних з'єднань оцинкованих труб. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, (1(54). І. Франківськ: ІФНТУНГ, 2023. с. 23–30.

21. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дисципліни «Методи випробувань і досліджень металу шва і зварних з'єднань» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» (перевидання) / Татарин Б.П., Підгурський М.І., Мариненко С.Ю. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. 109 с.

22. Пістун І.П., Березовецький А.П., Городецький І.М. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. Львів: «Тріада плюс», 2009. 320 с.

23. Польшаков В.І, Сахно Є.Ю. Економіка організація та управління технічним обслуговуванням і ремонтом машин. Київ: «Центр навчальної літератури», 2004. 328 с.

24. Швець О. П., Березовецький С. А., Коруняк П. С. Вплив параметрів режиму MIG-пайки на формування зварного шва. Perspectives of contemporary science: theory and practice. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua". Lviv, Ukraine. 2024. Pp. 341-344.

25. Швець О., Березовецький С., Коруняк П., Баранович С., Шеремета Р.. Вплив режимів MIG-паяння на параметри зварних швів з врахуванням синергетичного ефекту роботи зварювального півавтомата. Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Агроінженерні дослідження». 2024. № 28. с. 25-31.

26. Швець О.П. Вивчення обладнання для механізованого зварювання в середовищі захисних газів (MIG/MAG): методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Технології та обладнання зварювання металів і пластмас» студентами ОС «Бакалавр» спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 208 «Агроінженерія», 274 «Автомобільний транспорт», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Львів: ЛНАУ, 2018р. 19 с.

27. Швець О. П. Технології та обладнання зварювання металів і пластмас. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи на тему

28. «Вивчення конструкції та органів керування зварювального апарата

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Trans Puls Synergic 2700 CMT» студентами ОС «Бакалавр» спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 208 «Агроінженерія», 274 «Автомобільний транспорт»,

29. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Дубляни: ЛНУП, 2023. 15 с.

30. Berczeli, M., Weltsch, Z. (2018) “Experimental Studies of Different Strength Steels MIG Brazed Joints”, Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 46(2), pp. 63–68.

31. Miklós Berczeli1, Zoltán Weltsch. Experimental studies of different strength steels MIG brazed joints. Periodica Polytechnica Transportation Engineering. 46(2), pp. 63-68, 2018.

32. MIG/MAG. Навчальні документи. [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://www.fronius.com/~/downloads/Perfect%20Welding/Training%20Documents/PW_TD_MIG_MAG_RU.pdf.

33. Muthuraju K and Abburi Lakshman Kumar. Experimental studies of different thick steel sheets and variable clearance in MIG brazing. Materials Science and Engineering 912 (2020) 032078 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/912/3/032078

34. Piķula J., Pfeifer T., Mendakiewicz J. Influence of the shielding gas on the properties of VP MIG/MAG braze-welded joints in zinc coated steel sheets. BIULETYN INSTYTUTU SPAWALNICTWA No. 1/2014. P.p. 35-41.

35. Trans Synergic 4000/5000 Trans Puls Synergic 2700 Trans Puls Synergic 3200/4000/5000 TIME 5000 Digital CMT 4000 Advanced. Джерела струму MIG/MAG. Інструкція з експлуатації. URL: <https://www.fronius.com/~/downloads/Perfect%20Welding/Operating%20Instructions/42%2C0426%2C0114%2CRU.pdf>

36. Vinas J., Kascak L., Abel M. Mig brazed hot-dip galvanized sheets. Lebanese Science Journal. 2010. Vol. 11, Issue 2. P. 75–85.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проект дільниці технічного
обслуговування та ремонту
легкових автомобілів для
відновлення кузова з аналізом
сучасних технологій зварювання
кузовних елементів

Юрчук Дмитро Михайлович

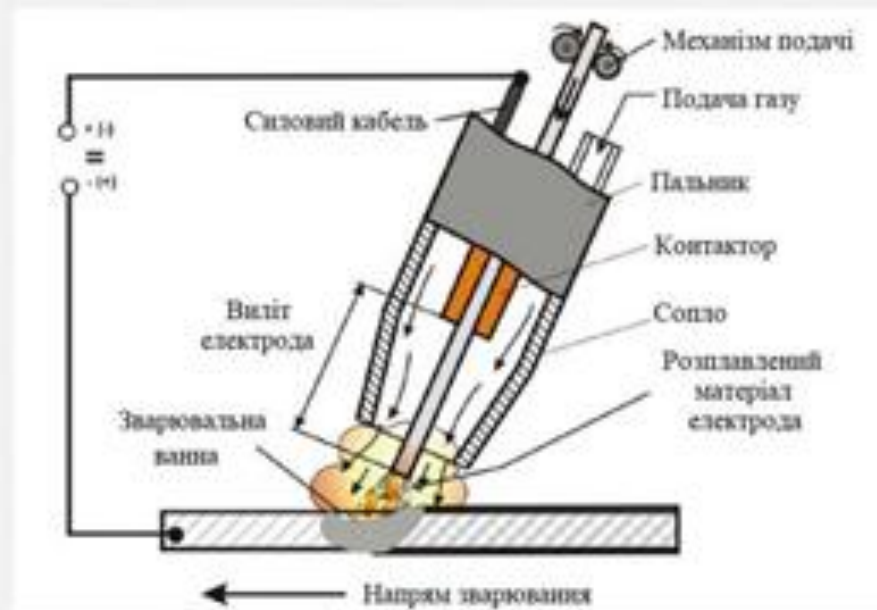
АТ-22-1

- **Об'єкт дослідження** — дільниця технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів офіційного дилерського центру «Toyota» в Івано-Франківській області.
- **Предмет дослідження** — процеси відновлення кузова та застосування сучасних технологій зварювання кузовних елементів у межах діяльності сервісної дільниці.
- **Мета роботи** — розробка проєкту дільниці технічного обслуговування і ремонту легкових автомобілів з відновленням кузова та аналіз сучасних технологій зварювання кузовних елементів для підвищення ефективності та якості сервісного обслуговування.

Схема кузова автомобіля за типом матеріалу виготовлення



Схема процесу MIG-паяння



Порівняльна характеристика MIG-паяння та MIG/MAG-зварювання

Критерій	MIG-паяння	MIG/MAG-зварювання
Принцип процесу	Використовується присадковий дріт на основі міді (CuSi3, CuAl8, CuSn8), плавиться лише припій, основний метал не розплавляється	Використовується сталевий дріт, плавиться як присадковий, так і основний метал
Температура плавлення	<1060 °C (значно нижча)	<1650 °C (вища)
Тепловкладення	Низьке, що мінімізує ризик деформації тонколистових деталей	Високе, можливі деформації та викривлення тонкого металу
Збереження покриття	Захищене цинкове покриття майже не пошкоджується, зона руйнування ≤1 мм	Цинкове покриття випаровується, що знижує корозійну стійкість
Корозійна стійкість шва	Висока, шви стійкі до корозії	Низька, потребує додаткової антикорозійної обробки
Міцність з'єднання	Майже співставна зі зварними швами, іноді навіть вища	Висока, але залежить від якості виконання та параметрів
Сфера застосування	Оптимальна для тонколистових кузовних деталей, оцинкованих панелей, сучасних автомобілів	Використовується для товстішого металу, несучих елементів та класичних кузовних робіт
Переваги	- Мінімальна деформація - Збереження покриття - Висока корозійна стійкість - Придатність для сучасних матеріалів	- Висока міцність - Універсальність - Придатність для різних товщин металу
Обмеження	Потребує спеціального дроту та інертного газу (Ar 100%), менш поширене обладнання	Вищий тепловий вплив, ризик деформацій, руйнування покриття

MIG/MAG-зварювання

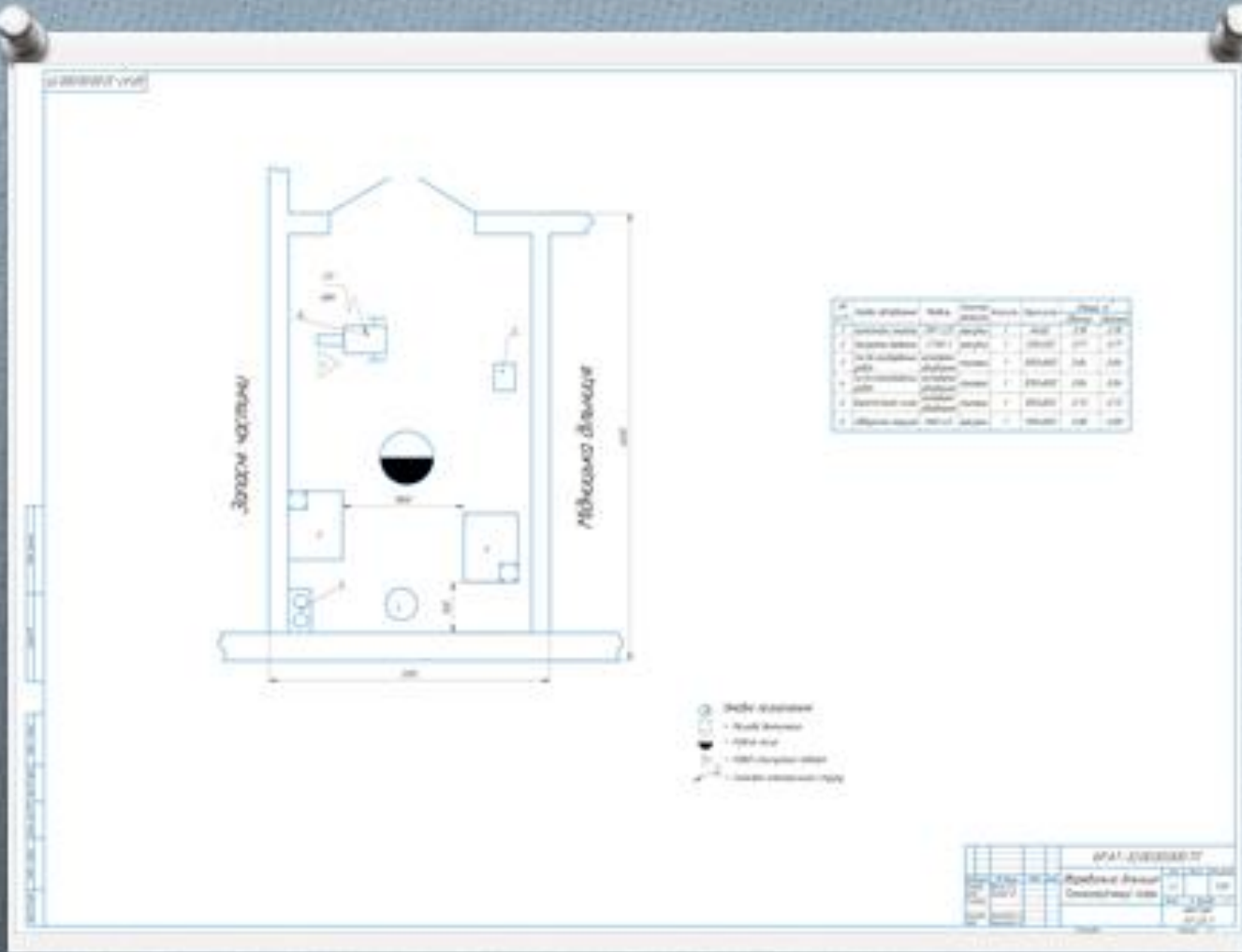


MIG-паяння



Якість шва виконаний методом MIG-паяння





ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Зварювальні роботи супроводжуються дією комплексу небезпечних і шкідливих факторів, які потребують суворого дотримання правил безпеки. Основними ризиками є ураження електричним струмом при контакті зі струмоведучими частинами чи несправним обладнанням, вплив токсичних газів та аерозолів, що утворюються під час плавлення металу, а також інтенсивне оптичне випромінювання дуги, здатне спричинити ушкодження очей і шкіри. Додаткову небезпеку становлять термічні опіки від розплавленого металу та іскор, пожежна й вибухонебезпека у присутності горючих речовин, а також шум, вібрація та електромагнітні поля під час супутніх операцій.

Для мінімізації ризиків необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту, забезпечувати ефективну вентиляцію, регулярно перевіряти справність обладнання та суворо дотримуватися нормативних вимог. Виконання цих заходів є ключовою умовою збереження здоров'я зварювальників і підтримання безпечного виробничого середовища.

ВИСНОВК

Класифікація механічних пошкоджень автомобіля внаслідок дорожньо-транспортних пригод охоплює три основні групи: прямі пошкодження, що проявляються у вигляді локальних деформацій у місці контакту; вторинні пошкодження, які виникають як наслідок передачі ударних сил на інші елементи конструкції; та пошкодження від розподілу енергії удару, що характеризуються деформаціями на відстані від місця зіткнення. Такий підхід забезпечує системний аналіз характеру ушкоджень, дозволяє оцінити їх вплив на працездатність автомобіля та сформулювати обґрунтовані рекомендації щодо ремонту й підвищення рівня безпеки транспортних засобів.

Вибір методу відновлення залежить від типу пошкодження, матеріалу та конструктивних особливостей автомобіля. Для відновлення несучої здатності кузова пріоритетним є застосування зварювання, яке забезпечує високу міцність з'єднань. У випадках, коли необхідно мінімізувати термічний вплив або поєднати різні матеріали, використовують оклеювання чи механічні методи. Сучасна ремонтна практика часто передбачає комбінування різних технологій, що дозволяє досягти оптимального результату відповідно до вимог виробника.

Особливе місце займає MIG-паяння, яке є ефективним для ремонту тонколистових та оцинкованих кузовних деталей. Воно забезпечує високу корозійну стійкість і мінімальну деформацію матеріалу. Водночас MIG/MAG-зварювання залишається універсальним методом для роботи з більш товстими металами та несучими елементами, де критично важлива максимальна міцність з'єднання. Таким чином, правильний вибір технології ремонту визначає не лише якість відновлення, а й довговічність та безпеку автомобіля після ДТП.