


КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Проектування станції технічного обслуговування з
удосконаленням технології кузовного ремонту та
розробкою поворотного підйомника автомобілів»

Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Галузь знань 27 Транспорт
Спеціальність 274 Автомобільний транспорт
Освітня програма Автомобільний транспорт

Шифр КвРАТ 26 23073.000 ПЗ

Виконав студент 3 курсу група АТс-23-2


Підпис

Ігор СІРМАН

Керівник к.т.н., доцент каф. ТАМ


Підпис

Олег МАКОВКІН

Нормоконтролер к.т.н., доцент каф. ТАМ


Підпис

Олег БАБАК

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ

9.06.2026

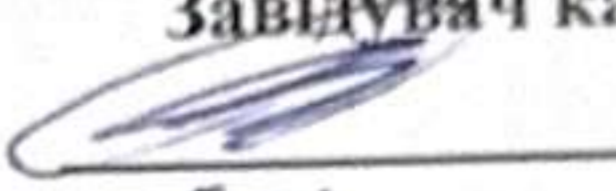
Дата


Підпис

Олександр ДИХА

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства
Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Галузь знань 27 Транспорт
Спеціальність 274 Автомобільний транспорт
Освітня програма Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТАМ
 Диха О.В.
15 04 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Сірману Ігорю Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: **Проектування станції технічного обслуговування з удосконаленням технології кузовного ремонту та розробкою поворотного підйомника автомобілів**

керівник роботи: Маковкін Олег Миколайович, доцент каф. ТАМ.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 20.01.2026 р. № 7 (Д 26)

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Матеріали переддипломної практики, технічна документація СТО, результати аналізу виробничої діяльності підприємства, нормативно-технічна література та сучасні технології кузовного ремонту автомобілів.

4. Аналіз діяльності станції технічного обслуговування, оцінка матеріально-технічного, кадрового та енергетичного забезпечення підприємства, дослідження організації виробничих процесів та ринку автосервісних послуг.

5. Дослідження технологічних процесів кузовного ремонту автомобілів, аналіз пошкоджень кузовних елементів, оцінка ефективності застосовуваного обладнання та організації ремонтних робіт.

6. Розробка технологічного процесу заміни та відновлення кузовних елементів автомобілів, вибір технологічного обладнання, удосконалення організації робочого місця та виробничої ділянки.

7. Розробка конструкції поворотного підйомника автомобілів, виконання інженерних розрахунків механізму підйому, перевірка елементів конструкції на міцність, стійкість і надійність.

8. Виконання техніко-економічного обґрунтування проекту, визначення витрат на модернізацію ділянки, оцінка економічної ефективності впровадження розробленої конструкції та формування висновків і рекомендацій.

9. Консультанти розділів проекту (роботи)

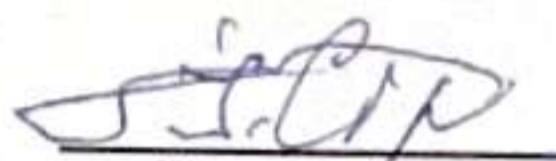
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

10. Дата видачі завдання 15.04 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	НАЗВА РОЗДІЛУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	СТРОК ВИКОНАННЯ	ПРИМІТКА
1	Аналіз діяльності станції технічного обслуговування, оцінка виробничої структури, матеріально-технічного забезпечення та організації кузовного ремонту	28.05.2026	вик
2	Дослідження технологічних процесів кузовного ремонту автомобілів, аналіз пошкоджень кузовних елементів та методів їх відновлення	08.06.2026	вик
3	Розробка технологічного процесу заміни переднього крила автомобіля, підбір технологічного обладнання та організація виробничої ділянки	12.06.2026	вик
4	Розробка конструкції поворотного підйомника автомобілів, виконання інженерних, економічних та енергетичних розрахунків, оформлення роботи та висновків	14.06.2026	вик
5	Захист кваліфікаційної роботи	16.06.2026	

Студент


Підпис

Ігор СІРМАН

Керівник кваліфікаційної роботи


Підпис

Олег МАКОВКІН

РЕФЕРАТ

Студент групи АТс-23-2: Сірман Ігор

Структура та обсяг пояснювальної записки. Кваліфікаційна робота на тему «Проектування станції технічного обслуговування з удосконаленням технології кузовного ремонту та розробкою поворотного підйомника автомобілів» складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Роботу викладено на понад 100 сторінках. У пояснювальній записці наведено таблиці, рисунки, технологічні схеми та результати інженерних розрахунків, що відображають результати досліджень і проектування.

У роботі розглянуто особливості функціонування станції технічного обслуговування автомобілів, проаналізовано виробничу структуру підприємства, матеріально-технічне, кадрове та енергетичне забезпечення. Виконано оцінку організації технологічних процесів та визначено основні фактори, що впливають на ефективність кузовного ремонту транспортних засобів.

Особливу увагу приділено дослідженню технологічних процесів кузовного ремонту автомобілів. Проаналізовано характерні пошкодження кузовних елементів, умови їх експлуатації, а також сучасні методи відновлення та заміни деталей кузова. Розроблено технологічний процес заміни переднього крила автомобіля з урахуванням сучасних вимог до якості та безпеки ремонтних робіт.

У конструкторській частині роботи виконано розробку поворотного підйомника автомобілів, призначеного для підвищення ефективності виконання кузовних робіт. Проведено розрахунок механізму підйому, перевірку елементів конструкції на міцність, стійкість і надійність, що підтвердило працездатність та технічну доцільність запропонованої конструкції.

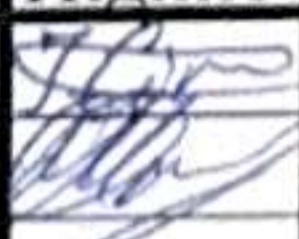



Окремо розглянуто питання проектування виробничих дільниць, вибору технологічного обладнання, організації робочих місць та виконання інженерних розрахунків. Проведено економічне обґрунтування проекту, визначено витрати на модернізацію підприємства, оцінено економічну ефективність запропонованих рішень та перспективи їх практичного впровадження.

За результатами виконаних досліджень встановлено, що впровадження удосконаленої технології кузовного ремонту та використання розробленого поворотного підйомника дозволяє підвищити продуктивність праці, покращити якість ремонтних робіт, знизити трудомісткість операцій і забезпечити економічну ефективність діяльності станції технічного обслуговування.

Ключові слова: СТО, КУЗОВНИЙ РЕМОНТ, ПОВОРОТНИЙ ПІДЙОМНИК, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВІДНОВЛЕННЯ КУЗОВА, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПРОЄКТУВАННЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1 Аналіз виробничої діяльності підприємства	8
1.2 Виробнича структура СТО	9
1.3 Позитивні аспекти організації виробництва	16
1.4 Аналіз діючого технологічного процесу ремонту на СТО.....	17
1.5 Обґрунтування проекту.....	21
2 РОЗРАХУНКИ І АНАЛІТИКА	22
2.1 Виробничий процес майстерні СТО	22
2.2 Обґрунтування обсягів робіт	24
2.3 Розрахунок виробничої програми	25
2.4 Проектування майстерні СТО	28
2.5 Технологія ремонту кузовів автомобілів	30
2.5.1 Аналіз технічного стану кузовних елементів	30
2.5.2 Технологічний процес заміни переднього крила	33
2.6 Висновки до розділу	35
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	36
3.1 Аналіз існуючих конструкцій кантователів	36
3.2 Розробка конструкції кантователя	39
3.3 Розрахунок кантователя	42
3.3.1 Розрахунок механізму підйому	42
3.3.2 Розрахунок на стійкість	45
3.3.3 Розрахунок на міцність	47
3.3.4 Перевірка гайки	48
3.3.5 Розрахунок болтових з'єднань	49

КвРАТ 26 23073.000 ПЗ								
Зм	Арк	№ Докум.	Підпис	Дата	Проектування станцій технічного обслуговування з удосконаленням технології кузовного ремонту та розробкою поворотного підйомника автомобілів	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Сірман	Маковкін				4	75	
Перевір.	Маковкін					ХНУ, АТс-23-2		
Н.контр.	Бабак							
Затвер.	Лиха							

3.3.6	Перевірка болтів на міцність	50
3.4	Висновки до розділу	57
4	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
4.1	Оцінка ефективності проекту	59
4.2	Розрахунок витрат і прибутку	59
4.3	Висновки до розділу	61
5	СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ	62
5.1	Характеристика умов праці	62
5.2	Аналіз небезпечних факторів	63
5.3	Освітлення виробничих приміщень	65
5.4	Мікроклімат і вентиляція	67
5.5	Психофізіологічні аспекти праці.....	68
5.6	Заходи щодо запобігання надзвичайним ситуаціям.....	69
5.7	Висновки до розділу	70
	ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК	71
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73
	ДОДАТКИ	75

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Сучасний етап розвитку транспортної галузі характеризується стабільним зростанням кількості автомобілів, що обумовлює підвищення навантаження на інфраструктуру технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Збільшення автомобільного парку супроводжується формуванням стійкого попиту на якісні послуги автосервісу, що, у свою чергу, стимулює розвиток відповідного ринку.

Сфера технічного обслуговування автомобілів є привабливою для підприємницької діяльності, оскільки характеризується відносно швидкою окупністю інвестицій та широким спектром надаваних послуг. До таких послуг належать діагностика технічного стану транспортних засобів, регулювальні роботи, ремонт електрообладнання, кузовні та зварювальні операції, а також супутні сервіси — шиномонтаж, встановлення додаткового обладнання тощо.

Структура автомобільного парку є неоднорідною та включає транспортні засоби різних форм власності — державної, комунальної, корпоративної та приватної. Водночас значну частку становлять імпортовані автомобілі, що потребують специфічного підходу до обслуговування, використання сучасного діагностичного обладнання та висококваліфікованого персоналу.

Аналіз ринку автосервісних послуг свідчить про тенденцію до універсалізації підприємств, які надають послуги для різних типів транспортних засобів. Проте, поряд із цим, зберігається дисбаланс між структурою автопарку та спеціалізацією сервісних підприємств, що знижує ефективність функціонування галузі.

Разом із тим, у сфері технічного обслуговування існує низка проблем, пов'язаних із недостатнім рівнем технічного оснащення підприємств, недотриманням екологічних та пожежних норм, а також використанням некваліфікованої робочої сили. В окремих випадках спостерігається

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

відсутність сучасних методик діагностики, систем контролю якості та належного нормативного забезпечення.

Особливості діяльності автосервісних підприємств зумовлюють необхідність використання спеціалізованого обладнання та залучення персоналу відповідної кваліфікації. Ефективне функціонування таких підприємств досягається за рахунок концентрації виробничих ресурсів, що забезпечує можливість комплексного обслуговування транспортних засобів та впровадження сучасних технологій діагностики і ремонту.

Важливою тенденцією розвитку галузі є поєднання великих сервісних центрів, здатних виконувати складні та тривалі ремонтні роботи, із мережею малих і середніх підприємств, орієнтованих на швидке обслуговування. Зокрема, більшість замовлень пов'язана з роботами короткої тривалості, що обумовлює необхідність територіальної наближеності автосервісу до споживача.

Таким чином, формування ефективної системи автосервісного обслуговування потребує комплексного підходу, який враховує як економічні, так і технологічні чинники, а також орієнтований на підвищення якості послуг і конкурентоспроможності підприємств галузі.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз виробничої діяльності підприємства

Станція технічного обслуговування автомобілів (СТО) спеціалізується на виконанні робіт із технічного обслуговування транспортних засобів, а також проведенні поточного ремонту. Основний акцент діяльності підприємства зосереджений на відновленні кузовних елементів, включаючи рихтування, виправлення деформацій та фарбувальні роботи.

Чисельність персоналу підприємства становить 21 працівник, при цьому кожен із них виконує визначений функціональний обсяг робіт відповідно до своєї кваліфікації. Організаційна структура персоналу має такий вигляд: керівник — 1 особа; фахівці з кузовного ремонту — 2 особи; адміністративний працівник (бухгалтер) — 1 особа; зварювальник — 1 особа; спеціалісти з підбору кольору та комп'ютерного супроводу — 3 особи; слюсарі зі збирання та розбирання вузлів — 2 особи; працівник із матеріально-технічного забезпечення — 1 особа; полірувальники — 2 особи; охоронець — 1 особа; фахівці з підготовки поверхні (шпаклювання) — 5 осіб; прибиральник — 1 особа; маляри — 2 особи; оператор мийки — 1 особа; допоміжний робітник — 1 особа.

За масштабом діяльності підприємство належить до СТО середнього рівня. Виробнича інфраструктура включає два опалювані виробничі бокси, об'єднані в єдиний технологічний комплекс, у межах якого функціонують основні виробничі ділянки та зона очікування клієнтів. На прилеглій території реалізується проєкт будівництва сучасного мийного комплексу.

На території підприємства організовано такі основні функціональні зони:

1. зона приймання та попередньої діагностики транспортних засобів;
2. мийна дільниця;
3. дільниця технічного обслуговування та шиномонтажних робіт;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

4. дільниця кузовного ремонту і зварювання;
5. фарбувальна дільниця.

Додатково на підприємстві функціонують: магазин запасних частин і витратних матеріалів, складські приміщення для зберігання комплектуючих та технічних рідин, адміністративно-побутові приміщення, зона короткострокового перебування клієнтів, а також стоянка транспортних засобів на 21 автомобіль.

1.2 Виробнича структура СТО

Дільниця приймання автомобілів і зона очікування

На етапі приймання транспортного засобу здійснюється комплексна оцінка його технічного стану, визначається обсяг необхідних ремонтних робіт, формується перелік запасних частин і матеріалів, а також виконується попередній розрахунок вартості послуг. Важливим елементом є формування оптимального маршруту переміщення автомобіля між виробничими дільницями.

Точність попередньої оцінки безпосередньо впливає на рівень довіри клієнта, прозорість взаєморозрахунків і формування довгострокових відносин із замовником. Крім того, первинна діагностика дозволяє уникнути спірних ситуацій щодо можливих пошкоджень, які могли виникнути до або після обслуговування.

Дільниця приймання також виконує функції контролю якості після завершення ремонтних робіт.

Мийна дільниця

Усі транспортні засоби перед виконанням технічного обслуговування або ремонту проходять обов'язкове очищення. Мийна дільниця забезпечує як обслуговування автомобілів підприємства, так і надання окремих послуг стороннім клієнтам, включаючи миття кузова, прибирання салону та хімічне очищення.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціалізованого інструменту забезпечує високу якість підготовки та скорочення тривалості виконання робіт.

Таблиця 1.4 – Основне обладнання дільниці підготовки

№	Найменування обладнання	Кількість
1	Навісні шафи для інструменту	3
2	Пневматична шліфувальна машина	1
3	Візок для транспортування кузовів	1

Рихтувальна (кузовна) дільниця

На даній дільниці виконуються роботи з відновлення геометрії кузова та його елементів, включаючи обробку тонколистового металу, ремонт облицювальних деталей, радіаторів та інших складових. Технологічний процес передбачає виконання слюсарно-жерстяних, паяльних і зварювальних операцій.

Зварювальні роботи можуть виконуватися безпосередньо на автомобілі за умови дотримання вимог безпеки. Робочі місця обладнані локальними системами відведення шкідливих виділень, а також захисними екранами. Основні операції здійснюються на спеціалізованих постах жерстяника та зварювальника.

Фарбувальна дільниця

Фарбування транспортних засобів виконується в спеціалізованій камері комбінованого типу, яка поєднує функції нанесення лакофарбових матеріалів і сушіння. Це дозволяє виконувати повний цикл фарбування без переміщення автомобіля між операціями.

Технологічні можливості дільниці забезпечують обробку легкових автомобілів та малих комерційних транспортних засобів із продуктивністю до 3–5 автомобілів на добу.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Теплогенерувальне обладнання розміщене в окремому ізольованому приміщенні, а паливна ємність винесена за межі основної будівлі на безпечну відстань. Установка змонтована відповідно до технічних вимог виробника.

Дільниця забезпечує як локальне фарбування окремих елементів, так і повне відновлення лакофарбового покриття кузова. Використання комп'ютерних систем підбору кольору дозволяє досягати високої точності відтворення відтінків.

Характеристика виробничої будівлі

Будівля підприємства має такі основні параметри:

- поверховість — переважно одноповерхова, окремі приміщення — двоповерхові;
- клас будівлі — II;
- категорія пожежної небезпеки — комбінована (А–Г);
- ступінь вогнестійкості — II.

Конструктивні елементи будівлі:

- зовнішні стіни виконані з керамічної цегли з облицюванням;
- внутрішні перегородки — цегляні;
- перекриття — залізобетонні плити;
- підлоги — бетонні, мозаїчні та плиткові;
- покрівля — рулонна багат шарова;
- утеплення — газобетонні блоки;
- внутрішнє оздоблення — фарбування та облицювання плиткою.

Електропостачання

Електроживлення підприємства здійснюється від трансформаторної підстанції типу КТП потужністю 153 кВт через одну кабельну лінію. Напруга мережі становить 380/220 В.

Розподіл електроенергії в межах підприємства реалізований через силові розподільчі пункти. Розрахункове електричне навантаження становить 40,3 кВт.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

У вибухонебезпечних зонах пускова апаратура винесена за межі приміщень. Усі металеві частини обладнання підлягають обов'язковому заземленню.

Силове електрообладнання та освітлення

Основними споживачами електроенергії є електродвигуни технологічного обладнання. Для керування передбачено використання шаф управління, пускачів та розподільчих пристроїв.

Освітлення виробничих приміщень здійснюється за допомогою світильників із урахуванням умов експлуатації та категорії приміщень. Передбачено як робоче, так і аварійне освітлення.

Вентиляція

У виробничих приміщеннях передбачено систему припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням. Основні шкідливі фактори:

- пи́л різного походження;
- пари лакофарбових матеріалів;
- продукти зварювання;
- аерозолі.

Для локалізації шкідливих виділень застосовуються місцеві витяжні пристрої. Система забезпечує подачу очищеного та підігрітого повітря в робочу зону.

Водопостачання та пожежна безпека

Водопостачання здійснюється від централізованої міської мережі. Система пожежогасіння передбачає внутрішнє пожежогасіння з витратою води 2,1 л/с на струмінь, а також зовнішнє — від резервуарів об'ємом 85 м³ кожен. Загальна витрата води на зовнішнє пожежогасіння становить 12,8 л/с.

Каналізація

Відповідно до технологічних особливостей підприємства, у загальну виробничу каналізаційну мережу відводяться стічні води від технологічного обладнання, зокрема від установки перевірки камер у обсязі 0,20 м³/добу.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Очищення підлогових поверхонь виробничих приміщень здійснюється із застосуванням спеціалізованої мийної техніки. Стічні води, що утворюються в процесі роботи обладнання, підлягають попередньому очищенню на локальних очисних спорудах підприємства.

Очисна система включає грязевідстійник та камеру доочищення, оснащену сучасним фільтрувальним елементом. Ефективність очищення становить:

- за вмістом завислих речовин — 96,5% (залишкова концентрація 17 мг/л);
- за вмістом нафтопродуктів — 96,3% (залишкова концентрація 17 мг/л).

Система каналізації підприємства є об'єднаною та забезпечує відведення як виробничих, так і господарсько-побутових стоків. Відведення здійснюється до централізованого колектора промислової мережі.

Після змішування та додаткового розбавлення у колекторі залишковий вміст нафтопродуктів у стічних водах становить 0,0068 мг/л, що відповідає встановленим екологічним нормам.

Зовнішні каналізаційні мережі виконані з керамічних труб діаметром 130 мм, із встановленням оглядових колодязів із збірних залізобетонних конструкцій відповідно до типових проєктних рішень.

Пожежна безпека

На підприємстві впроваджено автоматизовану систему пожежної сигналізації, що забезпечує своєчасне виявлення та реагування на загоряння.

Відповідно до класифікації пожежної небезпеки:

- фарбувальна дільниця та зона підготовки до фарбування належать до категорії А;
- діагностична та допоміжні дільниці — до категорії В.

У вибухонебезпечних приміщеннях встановлено спеціалізовані датчики контролю пожежної безпеки, які забезпечують безперервний

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

моніторинг стану середовища. Сигнали з датчиків передаються на виконавчі пристрої, змонтовані у безпечних зонах.

Електромережі в небезпечних приміщеннях виконані з використанням ізольованих кабельних ліній, прокладених у металевих трубах із обов'язковим заземленням. У приміщеннях із підвищеною пожежною небезпекою застосовано датчики температурного контролю.

Система оповіщення про пожежу включає централізований блок керування, встановлений у приміщенні охорони. Живлення системи здійснюється від окремої електричної лінії. Зовнішній звуковий сигналізатор змонтовано на фасаді будівлі на висоті понад 2,1 м.

Монтаж та налаштування системи виконані відповідно до чинних нормативних вимог і технічних стандартів.

1.3 Позитивні аспекти організації виробничої діяльності

Аналіз організації виробничих процесів дозволяє виділити низку ефективних управлінських та технологічних рішень:

1. Запроваджено системний облік приймання та видачі транспортних засобів після ремонту.
2. Ведеться документація щодо контролю стану охорони праці та якості виконаних робіт.
3. Забезпечено наявність інформаційних матеріалів і технічної документації для обслуговування транспортних засобів.
4. Підтримується належний санітарний стан виробничих приміщень, проводиться регулярне прибирання.
5. Налагоджено стабільне забезпечення запасними частинами та витратними матеріалами.
6. На території підприємства функціонує пункт надання першої медичної допомоги, а робочі місця укомплектовані аптечками.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

7. Систематично проводяться інструктажі з охорони праці з відповідним документальним оформленням.

8. У технологічному процесі застосовуються сучасні експлуатаційні матеріали та технічні рідини високої якості.

9. Персонал підприємства має достатній рівень професійної підготовки та відповідальності.

10. Підприємство характеризується універсальністю, що дозволяє виконувати широкий спектр робіт.

1.4 Аналіз діючого технологічного процесу ремонту на СТО

Кузовна дільниця є ключовим елементом виробничої структури підприємства, оскільки на неї припадає значна частка робіт із підвищеною трудомісткістю. Водночас саме цей напрям забезпечує найбільшу економічну ефективність серед усіх видів послуг.

Дільниця розміщена у просторому виробничому приміщенні, що дозволяє виконувати повний комплекс робіт — від усунення незначних локальних пошкоджень до відновлення геометрії кузова після дорожньо-транспортних пригод із подальшим фарбуванням.

Сучасні технології кузовного ремонту та фарбування, що застосовуються на підприємстві, характеризуються універсальністю та придатністю для обслуговування транспортних засобів різних виробників. Це забезпечує широкий спектр клієнтської бази та підвищує конкурентоспроможність СТО.

Рівень технічного оснащення дільниці загалом відповідає вимогам сучасного виробництва. Для виконання робіт застосовуються спеціалізовані пристрої та інструменти, що дозволяють ефективно усувати локальні пошкодження кузовних панелей, які є найбільш поширеними при експлуатації автомобілів.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

У процесі відновлення кузовів використовується комплекс обладнання, включаючи зварювальні установки різних типів, пристрої для демонтажу та монтажу вузлів, а також підйомно-транспортні механізми. Водночас наявність окремих мобільних пристроїв із обмеженою функціональністю призводить до зниження ефективності виконання складних ремонтних операцій, що супроводжується збільшенням тривалості робіт та трудових витрат.

Технологічна послідовність кузовного ремонту

Технологічний процес ремонту кузова включає ряд взаємопов'язаних етапів.

На початковому етапі транспортний засіб проходить очищення від забруднень, що забезпечує можливість проведення точної діагностики пошкоджень. Після цього виконується оцінка технічного стану, формується перелік необхідних робіт і матеріалів, а також визначається їх вартість.

Після узгодження обсягу робіт автомобіль направляється на відповідні виробничі дільниці. На цьому етапі виконуються операції з відновлення геометрії кузова, усунення деформацій, тріщин, розривів і перекосів конструкції.

Роботи з усунення незначних дефектів здійснюються на кузовній, зварювальній та підготовчій дільницях, де також виконуються демонтажно-монтажні операції. За необхідності окремі деталі передаються на спеціалізовані ділянки для додаткової обробки.

Після завершення механічного відновлення автомобіль надходить на фарбувальну дільницю, де здійснюється нанесення лакофарбового покриття та подальше сушіння у спеціалізованій камері.

Завершальним етапом є повторне очищення поверхні та нанесення захисних полірувальних матеріалів, що забезпечують покращення зовнішнього вигляду та підвищення довговічності покриття.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Особливості технології кузовного ремонту

Оснoву технологічного процесу становлять кузовно-зварювальні та слюсарно-складальні роботи, які включають операції з розбирання, складання, правки та зварювання пошкоджених елементів.

До найбільш поширених дефектів кузова належать:

- деформації панелей;
- вм'ятини різної глибини;
- тріщини та розриви металу;
- локальні пошкодження лакофарбового покриття.

Невеликі деформації усуваються методом механічної правки із застосуванням спеціального інструменту. Більш складні пошкодження ліквідовуються шляхом витягування та рихтування з подальшою обробкою поверхні.

Тріщини та пробоїни після попередньої підготовки заварюються із використанням відповідних зварювальних технологій, після чого поверхня піддається механічній обробці.

Окрему групу становлять арматурні роботи, що включають відновлення механізмів кузова (замки, петлі, підйомники скла тощо) з подальшим регулюванням і встановленням на транспортний засіб.

Внутрішні оздоблювальні роботи передбачають ремонт елементів салону, включаючи сидіння та оббивку. У разі пошкодження конструктивних елементів вони направляються на відповідні дільниці для відновлення або заміни.

Фарбувальні роботи виконуються як для локального відновлення покриття, так і для повного фарбування кузова. Технологічний процес включає підготовку поверхні, нанесення ґрунтових і оздоблювальних шарів, а також сушіння покриття.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.5 Обґрунтування проекту

Аналіз недоліків організації виробничої діяльності СТО

Проведений аналіз функціонування підприємства дозволяє виявити ряд організаційно-технологічних недоліків, що негативно впливають на ефективність виробничих процесів і якість надання послуг.

До основних проблем належать:

1. Недостатня кількість допоміжного персоналу, що призводить до нераціонального використання кваліфікованих кадрів, які змушені виконувати непрямі функції.

2. Обмежене інформаційне забезпечення технологічних процесів, зокрема недостатність технічної документації для обслуговування сучасних автомобілів.

3. Недостатня точність діагностування технічного стану транспортних засобів на етапі приймання через відсутність системного підходу та сучасних засобів контролю.

4. Невідповідний рівень організації обслуговування спецодягу персоналу.

5. Нестабільна робота вентиляційних систем у виробничих приміщеннях.

6. Відсутність планово-попереджувальної системи технічного обслуговування обладнання, що призводить до його експлуатації до виникнення відмов.

7. Високий ступінь фізичного та морального зносу обладнання, що знижує продуктивність і якість виконання ремонтних робіт.

Аналіз втрат робочого часу

Ефективність використання робочого часу на підприємстві є недостатньою, що обумовлено рядом організаційних факторів:

1. Значні витрати часу на прибирання виробничих приміщень через відсутність спеціалізованого інвентарю.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2. Періодичні затримки у виконанні робіт, пов'язані з відсутністю необхідних запасних частин.

3. Нераціональна організація робочого процесу, що супроводжується непродуктивними витратами часу.

4. Недостатнє оснащення робочих місць технологічними стендами та пристосуваннями.

5. Невідповідні мікрокліматичні умови в окремих виробничих зонах, зокрема зниження температури до +14 °С, що погіршує умови праці.

6. Виконання сторонніх робіт, не пов'язаних із основною діяльністю підприємства.

Недоліки організації кузовних робіт

Аналіз кузовної дільниці показує наявність специфічних проблем, що стримують підвищення ефективності виробництва:

1. Обмежені виробничі площі, що ускладнює раціональне розміщення обладнання та організацію потоків робіт.

2. Недостатнє забезпечення спеціалізованими стендами та пристроями для виконання кузовного ремонту.

3. Обмежена кількість підйомно-транспортного обладнання.

4. Значний рівень зносу технічних засобів та їх невідповідність сучасним вимогам.

5. Низький рівень механізації виробничих процесів, що зумовлює підвищення трудомісткості робіт.

Отримані результати аналізу свідчать про необхідність комплексного удосконалення організації виробництва, модернізації обладнання та впровадження сучасних технологічних рішень, що стане основою для подальшого розвитку підприємства.

Продовжую у твоєму форматі: глибоке переформатування, структуризація, науковий стиль, без зайвих повторів і “води”.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2 РОЗРАХУНКИ І АНАЛІТИКА

2.1 Виробничий процес майстерні СТО

Технологічні процеси відновлення кузовів легкових автомобілів можуть відрізнятися залежно від конструктивних особливостей транспортних засобів, характеру пошкоджень та застосовуваних методів їх усунення. Водночас існує узагальнена послідовність операцій, яка забезпечує ефективну організацію ремонтного процесу та досягнення необхідної якості виконання робіт.

На підприємстві впроваджено типовий технологічний маршрут кузовного ремонту, що включає комплекс взаємопов'язаних етапів: приймання автомобіля, очищення, контроль технічного стану, розбирання, дефектацію, відновлення елементів кузова, складання, фарбування та завершальний контроль із подальшою передачею транспортного засобу замовнику.

Етап приймання та первинного контролю

Приймання автомобіля в ремонт здійснюється відповідно до встановлених технічних вимог. На цьому етапі проводиться візуальний огляд кузова з метою визначення доцільності ремонту та виявлення видимих дефектів без проведення демонтажу.

За результатами огляду формується акт приймання, у якому фіксується технічний стан транспортного засобу та його комплектність. Це дозволяє уникнути спірних ситуацій у процесі виконання робіт.

Очищення та підготовка кузова

Початкове очищення кузова здійснюється разом із транспортним засобом і спрямоване на видалення забруднень, що можуть ускладнювати подальшу діагностику.

У випадках складної конструкції кузова застосовується додаткове очищення, що дозволяє видалити залишкові забруднення у важкодоступних

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

зонах. Цей процес може поєднуватися з операціями видалення старого лакофарбового покриття.

Розбирання кузова

На етапі загального розбирання з кузова демонтуються всі вузли та елементи, які перешкоджають доступу до пошкоджених ділянок. Обсяг розбірних робіт залежить від конструкції кузова та характеру пошкоджень.

Елементи, що не мають дефектів і доступні для контролю, можуть залишатися без демонтажу з метою оптимізації трудових витрат.

Видалення лакофарбового покриття

Операція видалення старого покриття виконується для забезпечення можливості точного виявлення дефектів, прихованих під шарами фарби, шпаклівки та інших матеріалів, що накопичуються в процесі експлуатації.

Дефектація кузова

Дефектація є ключовим етапом технологічного процесу, який дозволяє встановити характер і ступінь пошкоджень, а також визначити обсяг і складність ремонтних робіт.

Контроль технічного стану здійснюється за допомогою:

- візуального огляду;
- вимірювальних інструментів і шаблонів;
- методів неруйнівного контролю.

За результатами дефектації приймаються рішення щодо:

- заміни деталей із пошкодженими посадковими поверхнями;
- відбракування елементів, що не підлягають відновленню;
- ремонту деталей із частковими пошкодженнями.

Клієнт бере участь у погодженні рішень щодо доцільності заміни або відновлення окремих елементів конструкції.

Ремонт і відновлення кузова

Відновлювальні роботи включають усунення деформацій, заміну пошкоджених елементів та відновлення несучої конструкції кузова. У разі

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

значних пошкоджень застосовується метод часткової заміни елементів із використанням ремонтних деталей.

Пошкоджені ділянки вирізаються, після чого встановлюються нові елементи відповідно до технічної документації.

Складання кузова перед фарбуванням

На цьому етапі виконуються монтаж і регулювання всіх елементів, що підлягають фарбуванню разом із кузовом. Забезпечується відповідність геометричних параметрів та вимогам технічної документації.

Фарбування та сушіння

Фарбування кузова виконується з метою відновлення зовнішнього вигляду та забезпечення антикорозійного захисту. Технологічний процес включає нанесення ґрунтових, проміжних і фінішних шарів покриття з подальшою сушкою.

Остаточне складання та контроль якості

Після завершення фарбування здійснюється остаточне складання кузова, встановлення демонтованих вузлів і елементів, а також їх регулювання.

Контроль якості передбачає перевірку відповідності виконаних робіт технічним вимогам і початковій комплектації автомобіля.

Видача автомобіля після ремонту

Заключний етап включає передачу транспортного засобу замовнику після перевірки технічного стану та відповідності виконаних робіт встановленим стандартам якості.

2.2 Обґрунтування очікуваних обсягів замовлень

Аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування показує, що середньорічний обсяг обслуговування становить близько 380 автомобілів, що характеризує підприємство як стабільно функціонуюче з потенціалом подальшого розвитку.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

З урахуванням перспектив збільшення клієнтської бази та розширення спектра послуг, для подальших розрахунків прийнято загальну чисельність автопарку на рівні 425 автомобілів, які умовно поділяються на дві групи:

- Група А (165 од.) — легкові автомобілі середнього класу (наприклад, *Volkswagen Passat, Renault Megane, Skoda Octavia*);
- Група Б (260 од.) — легкі комерційні автомобілі та мінівени (наприклад, *Ford Transit, Mercedes-Benz Sprinter, Peugeot Boxer*).

Такий розподіл дозволяє врахувати особливості експлуатації транспортних засобів і специфіку їх обслуговування.

2.3 Розрахунок виробничої програми

Скоригована періодичність технічного обслуговування визначається з урахуванням умов експлуатації та кліматичних факторів.

Періодичність ТО

Для групи А:

- ТО-1 — 2450 км
- ТО-2 — 9800 км

Для групи Б:

- ТО-1 — 2150 км
- ТО-2 — 8600 км

Пробіг до капітального ремонту

Для групи А:

- 163 000 км

Для групи Б:

- 174 000 км

Коефіцієнти експлуатації

Коефіцієнт технічної готовності:

- група А — 0,94
- група Б — 0,89

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання:

- група А — 0,57
- група Б — 0,55

Річний пробіг парку

- група А — 4 120 000 км
- група Б — 10 540 000 км

Річна виробнича програма

Для групи А:

- ТО-2 — 365
- ТО-1 — 1240
- Щоденне обслуговування — 31 700

Для групи Б:

- ТО-2 — 1180
- ТО-1 — 3620
- Щоденне обслуговування — 50 800

Середньодобова програма:

- група А: ТО-1 — 5, ТО-2 — 1, ЩО — 126
- група Б: ТО-1 — 14, ТО-2 — 5, ЩО — 202

Трудомісткість робіт ТО

Група А:

- ЩО — 10 900 люд.-год
- ТО-1 — 2 800 люд.-год
- ТО-2 — 3 700 люд.-год
- Разом — 17 400 люд.-год

Група Б:

- ЩО — 33 000 люд.-год
- ТО-1 — 18 600 люд.-год
- ТО-2 — 20 200 люд.-год
- Разом — 71 800 люд.-год

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Загальний обсяг ТО:

89 200 люд.-год

Трудомісткість поточного ремонту

- група А — 26 500 люд.-год
- група Б — 127 800 люд.-год

Загальний обсяг ТР:

154 300 люд.-год

Допоміжні роботи

48 700 люд.-год

Загальна річна трудомісткість

292 200 люд.-год

Таблиця 2.1 - Розподіл трудомісткості за видами робіт

Вид робіт	Частка, %	Обсяг, люд.-год
Діагностичні	7,0	10 800
Розбірні	4,5	6 600
Мийні	2,0	2 900
Дефектування	2,0	2 900
Слюсарні	5,1	7 500
Жерстяні	5,1	7 500
Зварювальні	7,2	10 500
Складальні	12,0	17 500
Регулювальні	4,0	5 800
Інші	51,1	75 200
Разом	100	154 300

У результаті отримано узгоджену виробничу програму, яка враховує реальні умови експлуатації сучасного автопарку, забезпечує раціональне завантаження виробничих потужностей та створює основу для подальшого техніко-економічного обґрунтування проекту.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.4 Проектування майстерні СТО

Ключовим елементом проєктованого підприємства є дільниця кузовного ремонту, оскільки саме вона формує основний обсяг трудомістких і економічно доцільних робіт. Тому при проєктуванні виробничих площ, підборі обладнання та організації технологічного процесу основна увага приділяється саме цьому підрозділу.

До складу кузовної дільниці входять:

- зварювальна зона;
- дільниця відновлення кузовів;
- арматурна дільниця;
- зона попередньої підготовки поверхонь.

Вибір технологічного обладнання здійснюється з урахуванням характеру та обсягів виконуваних робіт. Основне обладнання визначається за виробничою необхідністю, а допоміжне — з урахуванням норм оснащення робочих місць та забезпечення безпечних умов праці.

Розміщення обладнання виконується відповідно до вимог техніки безпеки та логіки технологічного процесу, що забезпечує раціональні виробничі потоки та мінімізацію простоїв.

Площа та оснащення виробничих дільниць

Загальна площа, зайнята технологічним обладнанням, становить 42,4 м², а сумарна встановлена потужність — 30,4 кВт.

Розрахунок дільниці діагностики

Річна трудомісткість діагностичних робіт становить:

15 200 люд.-год

Чисельність персоналу

Явочна кількість працівників:

- 6 осіб

Спискова чисельність:

- 6 осіб

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжний персонал:

- 1 особа

Розрахунок площі дільниці ТО і діагностики

Площа, зайнята автомобілем:

- 3,0 м²

Загальна площа дільниці:

- 35,5 м²

Розрахунок площі кузовної дільниці

Площа кузовного цеху визначається з урахуванням кількості постів, габаритів автомобілів і розміщення обладнання.

Вихідні дані:

- площа проєкції автомобіля — 6,9 м²
- кількість постів — 2
- площа обладнання — 11,2 м²

Розрахункова площа:

- 112,5 м²

Прийнята площа дільниці:

- 116 м²

Площа складських приміщень

Для забезпечення зберігання запасних частин, матеріалів і технічних рідин передбачено складське приміщення площею:

- 61 м²

Висновок по розділу

У результаті проєктування майстерні СТО сформовано раціональну структуру виробничих дільниць, що забезпечує ефективне виконання кузовних і супутніх робіт. Отримані розрахункові показники площі і чисельності персоналу відповідають сучасним вимогам організації автосервісу та створюють передумови для підвищення продуктивності праці,

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

якості обслуговування і зниження витрат часу на виконання ремонтних операцій.

2.5 Технологія ремонту кузовів автомобілів

2.5.1 Аналіз технічного стану переднього крила та обґрунтування методів відновлення

У процесі експлуатації транспортних засобів, зокрема моделей середнього класу (типу Volkswagen Passat, Renault Megane), передні крила належать до елементів кузова, які найбільш інтенсивно зазнають впливу зовнішніх факторів. У результаті цього виникає потреба як у локальному ремонті, так і у повній заміні зазначених елементів.

Основними причинами пошкоджень є:

- тривала дія корозійних процесів;
- механічні навантаження під час руху;
- аварійні впливи;
- порушення умов експлуатації та обслуговування.

У процесі роботи автомобіля кузовні елементи піддаються змінним навантаженням, що виникають внаслідок вигину, кручення та динамічних впливів. Такі навантаження призводять до накопичення втоми матеріалу та подальшого утворення мікротріщин і руйнувань.

Класифікація пошкоджень

Пошкодження передніх крил доцільно класифікувати за причинами виникнення:

1. Експлуатаційні дефекти:

- корозійне руйнування металу;
- абразивний знос поверхні;
- пластичні деформації.

2. Конструктивні недоліки:

- недостатня герметичність стикових з'єднань;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- наявність зазорів, що сприяють накопиченню вологи;
- недостатня жорсткість окремих елементів.

3. Технологічні дефекти:

- порушення режимів зварювання;
- низька якість вихідного матеріалу;
- недотримання технології ремонту.

4. Експлуатаційно-кліматичні фактори:

- вплив вологи, солей і реагентів;
- температурні коливання;
- забруднення дорожнього покриття.

Характерні пошкодження передніх крил

Найбільш поширеними дефектами є:

- корозійні ураження, особливо у зонах стиків і вигинів;
- порушення цілісності зварних з'єднань;
- деформації у вигляді вм'ятин і випучин;
- тріщини та розриви металу.

Особливо інтенсивно корозійні процеси розвиваються у важкодоступних місцях — у колісних арках, стиках панелей та зонах накопичення вологи й забруднень.

Методи відновлення передніх крил

Вибір технології ремонту визначається ступенем пошкодження та економічною доцільністю.

1. Механічна правка без нагріву

Застосовується для усунення незначних вм'ятин без порушення структури металу. Відновлення геометрії здійснюється шляхом витягування або видавлювання деформованих ділянок із подальшою рихтовкою.

2. Правка з локальним нагрівом

Метод базується на використанні температурного впливу для усунення залишкових деформацій. Нагрівання ділянки викликає її локальне

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розширення, а подальше охолодження — стягування матеріалу, що сприяє відновленню початкової форми поверхні.

3. Зварювальні технології

Для усунення тріщин і розривів застосовуються:

- газове зварювання;
- напіваавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу.

Основним методом є напіваавтоматичне зварювання, яке забезпечує високу якість з'єднання та мінімальні деформації.

4. Відновлення із застосуванням полімерних матеріалів

Для усунення локальних дефектів використовуються композиційні матеріали:

- шпаклювальні суміші на основі полімерів;
- напилювані покриття.

Ці методи дозволяють ефективно вирівнювати поверхню без значного втручання в металеву основу.

5. Заміна пошкоджених ділянок

У випадках значних пошкоджень (глибока корозія, розриви, значні деформації) виконується вирізання дефектних зон із подальшим встановленням нових елементів.

Даний метод є найбільш ефективним для відновлення експлуатаційних характеристик кузова, але потребує високої точності виконання та використання спеціалізованого обладнання.

Висновок

Передні крила автомобілів належать до елементів, що найбільш інтенсивно піддаються зношуванню та пошкодженням. Аналіз їх технічного стану дозволяє обґрунтовано обирати технологію ремонту — від локального відновлення до повної заміни елементів. Раціональний вибір методу забезпечує підвищення якості ремонту, зниження витрат і збільшення ресурсу експлуатації кузова.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.2 Розробка операційного технологічного процесу заміни переднього крила

При проєктуванні операційного технологічного процесу визначається оптимальна послідовність виконання робіт, підбирається необхідне обладнання, інструмент і засоби контролю, а також встановлюються раціональні режими обробки та норми часу.

Після проведення дефектації приймається рішення щодо доцільності заміни переднього крила, що характерно для автомобілів середнього класу (наприклад, Volkswagen Passat, Skoda Octavia).

Технологічна послідовність заміни переднього крила

Технологічний процес включає такі основні етапи:

1. Демонтаж суміжних елементів

- відключення акумуляторної батареї;
- зняття капота, бампера та допоміжних елементів;
- демонтаж світлотехніки;
- зняття передніх дверей;
- демонтаж облицювальних елементів передньої частини кузова.

2. Видалення пошкодженого крила

- роз'єднання зварних з'єднань із дотриманням технологічних відступів;
- висвердлювання точок контактного зварювання;
- відокремлення крила від несучих елементів;
- видалення залишків металу.

3. Підготовка базових поверхонь

- рихтування деформованих ділянок;
- очищення посадкових поверхонь;
- видалення корозії та забруднень;
- промивання та сушіння;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- знежирення поверхонь;
- нанесення антикорозійного ґрунту.

4. Підготовка нового крила

- виконання технологічних отворів діаметром 4–5 мм з кроком 35–45 мм;
- контроль геометричних параметрів.

5. Монтаж і підгонка

- встановлення демонтованих елементів (двері, капот) для контролю;
- фіксація нового крила;
- перевірка та регулювання зазорів;
- контроль взаємного розташування поверхонь.

6. Фіксація та зварювання

- попередня фіксація крила у контрольних точках;
- виконання зварювання по основних зонах:
 - передня панель;
 - стійка кузова;
 - нижня частина боковини;
 - зона фари;
- остаточне закріплення конструкції.

7. Завершальна обробка

- зачистка зварних швів;
- нанесення ґрунтового покриття;
- локальне шпаклювання;
- шліфування поверхні;
- нанесення антикорозійного захисту у внутрішніх порожнинах.

Нормування технологічного процесу

Трудомісткість заміни крила

Сумарна тривалість виконання операцій:

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 195 хв ($\approx 3,25$ год)

Технологія фарбування крила

Процес фарбування включає наступні етапи:

1. Грунтування поверхні
2. Сушіння
3. Шпаклювання
4. Повторне сушіння
5. Шліфування
6. Нанесення антикорозійного покриття
7. Фарбування
8. Фінальне сушіння

Трудомісткість фарбувальних робіт

- 188 хв ($\approx 3,1$ год)

Загальна трюдомісткість процесу

Повний цикл заміни та фарбування переднього крила:

- 383 хв ($\approx 6,4$ год)

Висновок

Розроблений операційний технологічний процес забезпечує послідовне та якісне виконання робіт із заміни переднього крила. Оптимізація технологічних операцій і використання сучасних матеріалів дозволяють зменшити тривалість ремонту, підвищити якість відновлення та забезпечити довговічність експлуатації кузовних елементів.

2.6 Висновки до розділу

У результаті виконаних технологічних розрахунків визначено склад і параметри виробничих дільниць, необхідних для ефективного функціонування станції технічного обслуговування. Обґрунтовано структуру майстерні, виконано розрахунок трюдомісткості робіт, чисельності персоналу та виробничих площ.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розроблено операційний технологічний процес відновлення кузовних елементів, зокрема заміни переднього крила для автомобілів середнього класу (типу Volkswagen Passat, Skoda Octavia), який враховує сучасні вимоги до якості, безпеки та ефективності виконання ремонтних робіт.

Запропонований технологічний процес характеризується раціональною послідовністю операцій, використанням сучасних матеріалів і методів обробки, що забезпечує підвищення якості відновлення кузова, скорочення тривалості ремонту та оптимізацію витрат ресурсів.

Отримані результати можуть бути безпосередньо впроваджені в умовах проєктованої СТО та забезпечують підвищення рівня обслуговування легкових і легких комерційних автомобілів вантажопідйомністю до 3,0 т, що підтверджує технічну та економічну доцільність прийнятих рішень.

Виконую у тому ж стилі: глибоке переформатування, структурований аналіз, сучасна технічна подача, під диплом.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Аналіз існуючих конструкцій технологічних кантователів кузова

Відновлення кузова після значних пошкоджень є одним із найбільш трудомістких і ресурсозатратних процесів у структурі ремонтних робіт. Його виконання потребує залучення кваліфікованого персоналу, застосування спеціалізованого обладнання та забезпечення зручного доступу до всіх елементів конструкції.

Під час виконання технічного обслуговування та ремонту значна частина операцій (до 34–38%) виконується з нижньої частини кузова. Це обумовлює необхідність використання підйомно-транспортного обладнання, яке забезпечує оптимальні умови доступу до вузлів і агрегатів транспортного засобу.

До такого обладнання належать:

- оглядові канали;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- естакади;
- підйомники різних типів;
- кантователі кузова;
- домкрати та допоміжні пристрої.

Найбільш ефективними у сучасних умовах є підйомники та кантователі, конструкції яких відрізняються за принципом дії, типом приводу та функціональними можливостями.

Аналіз конструктивних рішень

Варіант 1 – підйомник із телескопічними балками

Конструкція включає опорні стійки з рухомими каретками, на яких закріплені телескопічні балки з підхватами для фіксації автомобіля.

Переваги:

- відносна простота конструкції;
- універсальність застосування;
- можливість регулювання положення опор.

Недоліки:

- обмежений доступ до нижньої частини кузова;
- недостатня ефективність при виконанні складних ремонтів;
- обмежені функціональні можливості.

Варіант 2 – підйомник із можливістю повороту автомобіля

Дана конструкція передбачає фіксацію транспортного засобу з можливістю його повороту відносно горизонтальної осі.

Переваги:

- розширені технологічні можливості;
- зручність виконання робіт у важкодоступних зонах;
- підвищення якості обробки поверхонь.

Недоліки:

- складна конструкція;
- висока вартість виготовлення та обслуговування;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- значні енергетичні витрати;
- підвищений рівень шуму;
- обмежена мобільність;
- складність ремонту у випадку відмови.

Варіант 3 – гідравлічний підйомник

Конструкція базується на використанні гідроприводу та включає раму, стійки, каретки та силові елементи.

Переваги:

- плавність роботи;
- можливість підйому значних мас;
- стабільність конструкції.

Недоліки:

- необхідність постійного технічного контролю;
- ризик витоку робочої рідини;
- значна металоємність;
- складність монтажу;
- низька мобільність;
- схильність до корозійного зношування.

Порівняльний аналіз конструкцій

Проведений аналіз показує, що всі розглянуті конструкції здатні забезпечити виконання ремонтних робіт із дотриманням вимог безпеки.

Однак їх ефективність визначається відповідністю таким критеріям:

- простота конструкції та обслуговування;
- надійність і довговічність;
- економічна доцільність;
- мобільність і компактність;
- функціональна універсальність;
- безпечність експлуатації.

Висновок та вибір конструкції

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Аналіз технічних характеристик показав, що:

- конструкції з електромеханічним приводом характеризуються підвищеним енергоспоживанням і складністю обслуговування;
- гідравлічні системи потребують постійного контролю та мають обмежену мобільність;
- прості конструкції не забезпечують повного доступу до кузова.

З урахуванням наведених факторів обґрунтовано вибір альтернативної конструктивної схеми (проектного варіанту), яка поєднує достатню функціональність

3.2 Запропонована розробка

З метою підвищення ефективності виконання кузовних робіт та покращення умов обслуговування транспортних засобів запропоновано конструкцію універсального поворотного підйомника кузова, призначеного для фіксації та повороту автомобіля у вертикальній площині.

Розроблений пристрій орієнтований на обслуговування легкових автомобілів середнього класу (наприклад, Volkswagen Passat, Skoda Octavia), а також легких комерційних транспортних засобів, що використовуються в умовах сучасних СТО.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Конструкція універсального поворотного підйомника кузова легкового автомобіля

Конструктивна схема поворотного підйомника

Поворотний підйомник складається з таких основних елементів:

- вертикальні напрямні;
- рухома каретка;
- механізм переміщення каретки;
- поворотний вузол;
- захватний пристрій;
- опорна рама.

Каретка переміщується вздовж вертикальних напрямних і забезпечує позиціонування автомобіля на необхідній висоті. На каретці шарнірно встановлений захватний механізм, який дозволяє виконувати поворот кузова у вертикальній площині.

Особливості запропонованої конструкції

Відмінною рисою розробленого поворотного підйомника є удосконалений захватний пристрій, який включає:

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- силові балки;
- регульовані кронштейни;
- шарнірні захватні наконечники.

Кронштейни встановлені на кінцях балок і мають можливість регулювання відстані між ними, що дозволяє адаптувати пристрій до різних габаритів кузова. Захватні елементи виконані шарнірними, що забезпечує надійне кріплення транспортного засобу та рівномірний розподіл навантаження.

Принцип роботи

Перед початком роботи автомобіль фіксується за допомогою захватних елементів у точках, що відповідають конструктивно міцним зонам кузова. Після цього здійснюється підйом каретки до необхідного рівня.

Подальший поворот кузова виконується навколо горизонтальної осі за рахунок шарнірного механізму. Це забезпечує вільний доступ до нижньої частини кузова, що суттєво підвищує зручність виконання ремонтних і відновлювальних операцій.

Переваги розробки

Запропонована конструкція має такі переваги:

- універсальність застосування для різних типів автомобілів;
- можливість регулювання під геометричні параметри кузова;
- підвищення зручності доступу до важкодоступних зон;
- покращення умов праці персоналу;
- зниження трудомісткості ремонтних операцій;
- підвищення безпеки виконання робіт;
- компактність і можливість інтеграції у виробничі площі СТО.

Висновок

Запропонований поворотний підйомник кузова забезпечує ефективне виконання ремонтних робіт за рахунок покращеної конструкції захватного механізму та можливості регулювання його параметрів. Використання даного

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрою дозволяє підвищити якість обслуговування, скоротити час виконання операцій і забезпечити безпечні умови праці на станції технічного обслуговування.

3.3 Розрахунок поворотного підйомника

3.3.1 Розрахунок елементів механізму вертикального переміщення

Для забезпечення надійної, стабільної та безпечної роботи поворотного підйомника необхідно виконати розрахунок основних елементів механізму вертикального переміщення. Це дозволяє обґрунтувати вибір конструктивних параметрів та перевірити працездатність різьбового приводу в умовах експлуатаційного навантаження.

Під час розрахунку приймається, що поворотний підйомник повинен забезпечувати піднімання не лише окремого кузова, а й укомплектованого легкового автомобіля масою до 1,1 т.

Для механізму піднімання приймається передача типу гвинт–гайка ковзання. Далі виконується перевірка різьби на зминання.

Стискальне зусилля визначається за залежністю:

$$F_a = m \cdot g \quad 3.1$$

$$F_a = 1100 \cdot 9,81 = 10791 \text{ Н}$$

де:

m — маса автомобіля, кг;

g — прискорення вільного падіння, м/с^2 .

Хід гвинта приймається рівним:

$$l_0 = 510 \text{ мм}$$

Матеріали гвинта і гайки

Для гвинта прийнято сталь 45 після поліпшення.

Для гайки — бронзовий сплав типу БрАЖ.

Допустимі напруження і тиски приймаються такими:

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- допустимий тиск у парі «сталь–бронза»:

$$[p]_{\text{изн}} = 8,5 \text{ Н/мм}^2$$

- допустиме напруження для матеріалу гвинта:

$$[\sigma] = 153 \text{ Н/мм}^2$$

- допустиме напруження розтягу для гайки:

$$[\sigma]_p = 34 \text{ Н/мм}^2$$

- допустиме напруження зминання для гайки:

$$[\sigma]_{\text{см}} = 38 \text{ Н/мм}^2$$

Середній діаметр різьби

Для гвинтової передачі приймається трапецеїдна різьба.

Коефіцієнт робочої висоти профілю різьби:

$$\psi_h = 0,5$$

Коефіцієнт висоти гайки:

$$\psi_H = 1,5$$

Середній діаметр різьби визначається з умови міцності та становить:

$$d_2 \geq 22 \text{ мм}$$

До конструктивного виконання приймається трапецеїдна різьба з параметрами:

- зовнішній діаметр:

$$d = 24 \text{ мм}$$

- крок різьби:

$$p = 4 \text{ мм}$$

					КВАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- середній діаметр:

$$d_2 = 22 \text{ мм}$$

- внутрішній діаметр:

$$d_3 = 19 \text{ мм}$$

Кут підйому різьби

Для забезпечення виграшу в силі приймається однозаходна різьба:

$$z=1$$

Тоді:

$$\tan \psi = \frac{z \cdot p}{\pi \cdot d_2} \quad 3.2$$

$$\tan \psi = \frac{1 \cdot 4}{3,14 \cdot 22} = 0,0579$$

$$\psi = 3,31^\circ$$

Приведений кут тертя

За коефіцієнта тертя

$$f = 0,08$$

і кута профілю

$$\gamma = 15^\circ$$

отримуємо:

$$\psi' = \arctan \left(\frac{0,08}{\cos 15^\circ} \right) \quad 3.3$$

$$\psi' = 4,73^\circ$$

Оскільки

$$\psi < \psi'$$

					КВАРТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

передача є самогальмівною, що відповідає вимогам безпеки експлуатації поворотного підйомника .

Розміри гайки

Мінімальна висота гайки визначається за формулою:

$$H_{min} = \psi_H \cdot d_2 \quad 3.4$$

$$H_{min} = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ мм}$$

Із конструктивних міркувань приймається висота гайки:

$$H=70 \text{ мм}$$

Кількість витків у гайці:

$$z_B = \frac{H - 2h}{p} \quad 3.5$$

$$z_B = 8$$

Прийнята кількість витків є допустимою та забезпечує надійну роботу передачі.

Ширина гайки приймається рівною:

$$B=45 \text{ мм}$$

Висновок

У результаті розрахунку механізму вертикального переміщення обґрунтовано параметри гвинтової передачі поворотного підйомника .
Прийняті геометричні характеристики різьби, розміри гайки та умови самогальмування забезпечують надійну роботу механізму під час піднімання автомобіля масою до 1,1 т. Це підтверджує можливість використання запропонованої конструкції в умовах СТО для виконання кузовних ремонтних робіт.

3.3.2 Перевірочний розрахунок гвинта на стійкість

Для підтвердження працездатності гвинтового механізму виконується перевірка гвинта на втрату стійкості під дією стискального навантаження.

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані

Коефіцієнт приведеної довжини:

$$\mu = 1$$

Діаметр гвинта:

$$d = 24 \text{ мм}, \quad d_3 = 19 \text{ мм}$$

Момент інерції перерізу гвинта

$$J = \frac{\pi \cdot d_3^4}{64} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{d}{d_3} \right) \quad 3.6$$
$$J = 7,85 \cdot 10^3 \text{ мм}^4$$

Радіус інерції перерізу

$$i = \sqrt{\frac{4J}{\pi \cdot d_3^2}} \quad 3.7$$
$$i = 1,34 \text{ мм}$$

Розрахункова довжина гвинта

$$l = 690 \text{ мм}$$

Гнучкість гвинта

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i} \quad 3.8$$
$$\lambda = 515$$

Отримане значення значно перевищує допустиме, що свідчить про належність гвинта до елементів із великою гнучкістю.

Критичне напруження втрати стійкості

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \quad 3.9$$
$$\sigma_{кр} = 7,9 \text{ Н/мм}^2$$

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Робоче напруження стиску

$$\sigma = \frac{4F}{\pi \cdot d_3^2} \quad 3.10$$

$$\sigma = 37,6 \text{ Н/мм}^2$$

Коефіцієнт запасу стійкості

$$s_y = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma} \quad 3.11$$

$$s_y = 6,1$$

Допустиме значення:

$$[s_y] = 5$$

Висновок

Оскільки фактичний коефіцієнт запасу стійкості перевищує допустиме значення, можна зробити висновок, що гвинт забезпечує необхідну стійкість при роботі під навантаженням. Прийняті конструктивні параметри відповідають вимогам міцності та гарантують надійну експлуатацію механізму вертикального переміщення поворотного підйомника.

3.3.3 Розрахунок на міцність

Для оцінки працездатності гвинтового механізму виконується перевірка гвинта за еквівалентними напруженнями з урахуванням одночасної дії осевого стиску та крутного моменту.

Крутний момент у різьбі визначається за залежністю:

$$T = 0,5 F_a d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi') \quad 3.12$$

$$T = 19,8 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Для небезпечного перерізу приймаємо:

поздовжня сила

$$N = F_a = 10791 \text{ Н}$$

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

крутний момент

$$M_k = T = 19,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Еквівалентне напруження в небезпечному перерізі становить:

$$\sigma_{\text{екв}} = 42 \text{ Н/мм}^2$$

Для матеріалу гвинта коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{540}{42} = 12,9$$

Отримане значення перевищує допустимий рівень, тому міцність гвинта в небезпечному перерізі забезпечується.

3.3.4 Перевірочний розрахунок гайки

Перевірка міцності тіла гайки

Розрахункове зусилля для трапецеїдальної різьби приймається:

$$F_{\text{розр}} = 1,25F_a \quad 3.13$$

$$F_{\text{розр}} = 1,25 \cdot 10791 = 13488,75 \text{ Н}$$

Напруження розтягу в тілі гайки:

$$\sigma_p = 8,1 \text{ Н/мм}^2$$

Оскільки отримане значення є меншим за допустиме, міцність гайки забезпечена.

Визначення вантажопідіймальності пристрою

Максимальне допустиме зусилля в елементах стояка визначається за формулою:

$$N = S \cdot [\sigma_{\text{ст}}] \quad 3.14$$

де площа поперечного перерізу стояка:

$$S = 920 \text{ мм}^2$$

					КВАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допустиме напруження стиску для конструкційної сталі:

$$[\sigma_{ст}] = 150 \text{ Н/мм}^2$$

Тоді:

$$N = 920 \cdot 150 = 138000 \text{ Н}$$

що відповідає вантажу:

$$m = 1,41 \text{ т}$$

Отже, стійка забезпечує піднімання розрахункового автомобіля з необхідним запасом міцності.

3.3.5 Перевірочний розрахунок болтів кріплення нижньої опори підйомника

Для кріплення нижньої опори використовуються болти метричної різьби загального призначення:

M10 x1,5

Основні параметри різьби:

крок різьби:

$$P = 1,5 \text{ мм}$$

зовнішній діаметр болта:

$$d = 10 \text{ мм}$$

внутрішній діаметр різьби:

$$d1 = 8,376 \text{ мм}$$

середній діаметр різьби:

$$d2 = 9,026 \text{ мм]$$

висота гайки:

$$H = 8,4 \text{ мм}$$

площа поперечного перерізу стержня болта:

$$A = 52,3 \text{ мм}^2$$

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кріплення стояка виконується чотирма болтами. За ненавантаженого стану підйомника болти працюють без суттєвого зовнішнього силового впливу, тому подальша перевірка виконується на міцність і змінання різьби при робочому навантаженні.

Висновок

У результаті виконаних перевірочних розрахунків встановлено, що гвинт, гайка та елементи кріплення нижньої опори мають достатній запас міцності для роботи в складі запропонованого поворотного підйомника . Прийняті конструктивні параметри забезпечують надійність, працездатність і безпечну експлуатацію пристрою в умовах СТО.

Якщо хочеш, я одразу продовжу й оформлю наступний підпункт з повними розрахунками болтів у такому ж стилі.

3.3.6 Перевірочний розрахунок болтів на міцність

Оцінювання міцності різьбових з'єднань виконується за умовою роботи болта на розтяг. Для цього визначається достатність площі поперечного перерізу стержня болта за дією зовнішнього навантаження.

Площа поперечного перерізу стержня болта визначається з виразу:

$$A_b = \frac{\pi d_1^2}{4} \quad 3.15$$

де

$d_1=8,376$ мм — внутрішній діаметр різьби болта.

Тоді фактична площа поперечного перерізу становить:

$$A_b=55 \text{ мм}^2$$

Розтягувальне зусилля, що діє на один болт, визначається розподілом загального навантаження між болтами кріплення:

$$P = \frac{G}{4} \quad 3.16$$

де

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$G=10791$ Н— навантаження, що діє на підйомний механізм.

Отже,

$P=2698$ Н

Допустиме напруження розтягу для матеріалу болта визначається за формулою:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_B}{n} \quad 3.17$$

де

$\sigma_B = 420$ Н/мм² — границя міцності матеріалу болта;
 $n=2,5$ — коефіцієнт запасу.

Тоді:

$$[\sigma]_p = 168 \text{ Н/мм}^2$$

Необхідна площа поперечного перерізу болта за умовою міцності на розтяг:

$$A_{\text{необх}} = \frac{P}{[\sigma]_p} \quad 3.17$$

$$A_{\text{необх}} = \frac{2698}{168} = 16 \text{ мм}^2$$

Порівняння результатів показує:

$$A_b = 55 \text{ мм}^2 > A_{\text{необх}} = 16 \text{ мм}^2$$

Отже, фактична площа поперечного перерізу болта є достатньою, а його міцність при роботі на розтяг повністю забезпечується.

3.3.7 Перевірочний розрахунок болта за граничними напруженнями змінання

Перевірка різьбового з'єднання за напруженнями змінання виконується з умови зносостійкості різьби.

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Напруження зминання визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F_a}{\pi d_2 h z} \quad 3.18$$

де

F_a — сила, що діє на різьбу болта і гайки;

$d_2=9,026$ мм — середній діаметр різьби;

$h=0,81$ мм — робоча висота профілю різьби;

z — число робочих витків.

Оскільки кріплення нижньої опори виконується чотирма болтами, сила на один болт становить:

$$F_a = \frac{G}{4} \quad 3.19$$

$$F_a = 2698 \text{ Н}$$

Кількість робочих витків визначається як:

$$z = \frac{H}{P} \quad 3.20$$

де

$H=8,4$ мм — висота гайки;

$P=1,5$ мм — крок різьби.

Тоді:

$$z = \frac{8,4}{1,5} = 5,6$$

Допустиме напруження зминання:

$$[\sigma]_{\text{см}} = \frac{\sigma_{\text{в}}}{n} \quad 3.21$$

$$[\sigma]_{\text{см}} = 168 \text{ Н/мм}^2$$

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2698}{3,14 \cdot 9,026 \cdot 0,81 \cdot 5,6} = 21,0 \text{ Н/мм}^2$$

Порівняння показує:

$$\sigma_{\text{см}} = 21,0 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{\text{см}} = 168 \text{ Н/мм}^2$$

Отже, напруження зминання не перевищує допустимого значення, тому різьбове з'єднання задовольняє умову міцності та зносостійкості.

Висновок

Результати перевірочних розрахунків свідчать, що болти кріплення нижньої опори мають достатній запас міцності як за напруженнями розтягу, так і за напруженнями зминання. Прийняте різьбове з'єднання забезпечує надійну роботу конструкції поворотного підйомника в розрахункових умовах експлуатації.

3.3.8 Перевірочний розрахунок пальця підйомника на вигин

Перевірку пальця підйомника на вигин виконуємо з умови міцності балки при поперечному навантаженні. Розрахунок проводиться для квадратного перерізу.

Умова міцності має вигляд:

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{M_{\text{н.мах}}}{W_x} \leq [\sigma]_{\text{н}} \quad 3.21$$

де

$M_{\text{н.мах}}$ — максимальний згинальний момент;

W_x — момент опору перерізу;

$[\sigma]_{\text{н}}$ — допустиме напруження при вигині.

Максимальний згинальний момент

Максимальний згинальний момент визначається за формулою:

					КВАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{н.мах} = M_{н} \cdot n$$

3.22

де

n=1,5 — коефіцієнт запасу.

Згинальний момент:

$$M_{н} = G \cdot l$$

3.23

Де

G=10791 Н — навантаження;

l=55 мм — плече сили.

Тоді:

$$M_{н} = 10791 \cdot 55 = 593505 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{н.мах} = 593505 \cdot 1,5 = 890258 \text{ Н} \cdot \text{мм}]$$

Момент опору квадратного перерізу

Для квадратного перерізу момент опору визначається як:

$$W_x = \frac{a^3}{6}$$

3.24

де

a=28 мм — сторона квадрата.

Тоді:

$$W_x = \frac{28^3}{6} = \frac{21952}{6} = 3659 \text{ мм}^3$$

Напруження при вигині

$$\sigma_{н} = \frac{M_{н.мах}}{W_x}$$

3.25

$$\sigma_{н} = \frac{890258}{3659} = 243 \text{ Н/мм}^2$$

Допустиме напруження при вигині

					КВАРТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустиме напруження визначається за формулою:

3.26

$$[\sigma]_{\text{н}} = \frac{[\sigma]}{n}$$

Для конструкційної сталі приймаємо:

$$[\sigma] = 1,2\sigma_{\text{T}}$$

де

$$\sigma_{\text{T}} = 540 \text{ Н/мм}^2$$

Тоді:

$$[\sigma] = 1,2 \cdot 540 = 648 \text{ Н/мм}^2$$

$$[\sigma]_{\text{н}} = \frac{648}{1,5} = 432 \text{ Н/мм}^2$$

Перевірка умови міцності

$$\sigma_{\text{н}} = 243 \text{ Н/мм}^2 \leq [\sigma]_{\text{н}} = 432 \text{ Н/мм}^2$$

Умова міцності виконується.

Висновок

У результаті перевірконого розрахунку встановлено, що палець підйомника має достатню міцність на вигин. Отримане фактичне напруження є меншим за допустиме, отже конструкція здатна сприймати розрахункове навантаження та забезпечує надійну й довговічну роботу підйомного механізму.

3.3.9 Перевірочний розрахунок штифта, що з'єднує гвинт і опору

Штифт у процесі роботи сприймає навантаження на зріз і зминання, тому його розрахунок виконується за двома критеріями міцності.

Визначення діаметра штифта за умовою міцності на зріз

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Діаметр штифта визначається з умови:

$$\tau = \frac{4F_a}{\pi \cdot d_{\text{шт}}^2 \cdot z} \quad 3.27$$

де

$z=2$ — кількість площин зрізу;

$F_a=10791$ Н — розрахункове навантаження;

матеріал штифта — сталь 20;

допустиме напруження на зріз:

$$[\tau]_{\text{ср}} = 85 \text{ МПа}$$

Тоді діаметр штифта:

$$d_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{4F_a}{\pi \cdot z \cdot [\tau]_{\text{ср}}}} \quad 3.28$$
$$d_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10791}{3,14 \cdot 2 \cdot 85}} = 8,99 \text{ мм}$$

Визначення діаметра штифта за умовою міцності на зминання

Розрахунок виконується за залежністю:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4F_a}{\pi \cdot d_{\text{шт}}^2} \quad 3.29$$

Допустиме напруження зминання для сталі 20:

$$[\sigma]_{\text{см}} = 210 \text{ МПа}$$

Звідси:

$$d_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{4F_a}{\pi \cdot [\sigma]_{\text{см}}}} \quad 3.30$$
$$d_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10791}{3,14 \cdot 210}} = 8,09 \text{ мм}$$

					КВАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Отже, за результатами розрахунку приймається стандартний штифт діаметром:

$$d_{шт} = 10 \text{ мм}$$

3.4 Висновки до розділу

У результаті виконаних розрахунків підтверджено працездатність і достатню міцність основних елементів конструкції поворотного підйомника . Розрахунковий коефіцієнт запасу міцності становить: $k = 1,7$

Найбільші сумарні напруження зосереджуються в зоні кріплення пальця до кронштейна. Максимальне значення напружень становить:

$$1,53 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$$

Небезпечний переріз розташований саме в місці з'єднання деталі типу «палець» із кронштейном. Деформація елемента має пружний характер і не призводить до руйнування конструкції.

Граничне навантаження, за якого можливий перехід матеріалу в область текучості з подальшою зміною геометричних параметрів, становить понад: 11000 Н

Розрахунковий прогин елемента дорівнює: 0,003 мм

Отримані результати свідчать про правильність вибору основних геометричних параметрів і достатню надійність конструкції в умовах експлуатації.

Вимоги безпеки під час використання прокованого поворотного підйомника

Найбільш відповідальним вузлом конструкції є нижня опора. У випадку неповного або ненадійного затягування кріпильних болтів під дією навантаження можливе порушення стійкості опорної частини, що створює ризик втрати рівноваги всієї системи.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Потенційно вразливим елементом є також гайка гвинтового механізму, виготовлена з бронзового сплаву. У разі перевищення допустимого зусилля під час підйому може виникнути пошкодження різьби, що небезпечно з точки зору раптового опускання кузова.

Окрему увагу необхідно приділяти стану пальця та його зварних з'єднань із кронштейном і підсилювальними елементами. Перед початком експлуатації необхідно переконатися у відсутності тріщин, розривів металу та інших ознак пошкодження.

До основних правил безпечної експлуатації належать:

заборона перевантаження поворотного підйомника ;
встановлення пристрою лише на рівній і твердій поверхні;
недопущення нерівномірного розподілу навантаження;
надійна фіксація кронштейнів у передбачених конструкцією отворах;
обов'язкове блокування поворотного механізму перед початком роботи;

плавне та контрольоване змінювання кута нахилу кузова;

заборона перебування працівника збоку від навантаженого поворотного підйомника під час підйому;

недопущення самовільного внесення змін у конструкцію пристрою.

Надійна та безпечна робота поворотного підйомника забезпечується за умови постійного візуального контролю технічного стану підйомного механізму, дотримання правил експлуатації та належної підготовки персоналу. Працівники повинні проходити не лише загальний інструктаж з охорони праці, а й періодичне навчання щодо безпечної роботи з вантажопідіймальними механізмами.

Недотримання наведених вимог може спричинити падіння закріпленого кузова, пошкодження обладнання, травмування персоналу або матеріальні збитки.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

4 ФІНАНСОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

4.1 Розрахунок капітальних вкладень і витрат на утримання основних фондів

Балансова вартість виробничого приміщення майстерні СТО становить:

Сздф = 1,560,000 грн

Витрати на будівельно-монтажні роботи:

Зсmp = 940,000 грн

Загальна вартість реконструкції майстерні:

Сздпр = 2,500,000 грн

Амортизаційні відрахування:

Азд = 62,500 грн

4.2 Капітальні вкладення в обладнання

Сумарна вартість технологічного обладнання:

Соб = 140,000 грн

Експлуатаційні витрати

Витрати на електроенергію:

Зе = 6,700 грн

Фонд оплати праці:

Зтр = 2,400,000 грн

Відрахування на соціальні заходи:

Осн = 650,000 грн

Загальні виробничі витрати

Рпр = 3,260,000 грн

Загальновиробничі витрати:

Роп = 489,000 грн

Загальногосподарські витрати:

Рох = 260,800 грн

					КВАРТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість послуг

$S = 4,015,000$ грн

Фінансові результати

Прибуток:

$Пв = 1,800,000$ грн

Дохід підприємства:

$Д = 5,815,000$ грн

Виручка:

$В = 6,850,000$ грн

Середня ціна послуги:

$Ц = 13,700$ грн

Показники ефективності

Фондовіддача:

$Фо = 1,85$

Фондомісткість:

$Фе = 0,54$

Фондоозброєність:

$Фв = 132,000$ грн/особу

Продуктивність праці:

$W = 342,000$ грн/особу

Чистий прибуток

$Пч = 1,420,000$ грн

Рентабельність

$Роф = 57\%$

Строк окупності

$Q = 4,2$ роки

Висновок по розділу

Отримані результати свідчать про економічну доцільність реалізації проекту реконструкції СТО. Запропоновані технічні та організаційні рішення

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

забезпечують зростання обсягів надання послуг, підвищення продуктивності праці та ефективне використання основних виробничих фондів.

Розраховані показники прибутковості та рентабельності підтверджують стабільність функціонування підприємства, а строк окупності свідчить про привабливість інвестування у даний проект.

4.3 Висновки до розділу

У результаті організації майстерні для технічного обслуговування та ремонту автомобілів в умовах СТО досягнуто покращення основних техніко-економічних показників підприємства.

Зокрема, забезпечено:

зниження матеріальних витрат за рахунок оптимізації технологічних процесів і раціонального використання ресурсів;

збільшення прибутковості підприємства завдяки скороченню тривалості виконання ремонтних робіт;

зменшення простою транспортних засобів у ремонті, що позитивно впливає на рівень обслуговування клієнтів;

створення додаткових робочих місць і підвищення ефективності використання трудових ресурсів.

Впровадження розробленої конструкції поворотного підйомника дозволяє підвищити продуктивність кузовних робіт, покращити умови праці персоналу та забезпечити більш якісне виконання ремонтних операцій. Це, у свою чергу, сприяє зростанню обсягів виконуваних робіт і підвищенню загальної економічної ефективності діяльності СТО.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

5.1 Характеристика об'єкта дослідження

Об'єктом дослідження у даній роботі є майстерня станції технічного обслуговування, призначена для ремонту та обслуговування автомобілів населення.

У межах виробничої діяльності виконуються:
технічне обслуговування транспортних засобів;
кузовні ремонтні роботи;
слюсарно-механічні операції;
зварювальні процеси.

У процесі експлуатації застосовується технологічне обладнання, зокрема компресорні установки, обладнання для заміни технічних рідин, ручний та спеціалізований інструмент.

Виробниче приміщення має складну Г-подібну конфігурацію із загальною площею 310 м². Основна частина приміщення має габарити 26×15 м, допоміжна — 10×8 м. Освітлення здійснюється через світлові прорізи, розташовані на другому рівні, що забезпечує природне освітлення робочої зони.

Обладнання та організація робочих місць відповідають вимогам нормативних документів з безпеки праці. У приміщенні передбачено загальнообмінну витяжну вентиляцію, а система опалення забезпечує допустимі параметри мікроклімату.

5.2 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

У результаті аналізу умов праці встановлено наявність ряду потенційно небезпечних і шкідливих факторів, характерних для підприємств автосервісу:
підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
шумове навантаження та вібрація;
психофізіологічне навантаження на персонал;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ризик ураження електричним струмом;
наявність рухомих механізмів і транспортних засобів.

Основним джерелом забруднення повітря є вихлопні гази автомобілів, що містять токсичні компоненти. Їх вплив може спричиняти подразнення дихальних шляхів та загальне погіршення стану організму.

Джерелами шуму виступають:

технологічне обладнання;
транспортні засоби, що переміщуються у виробничій зоні.

Підвищений рівень шуму негативно впливає на концентрацію уваги працівників, що може призводити до зниження продуктивності праці та зростання травматизму.

Порушення правил експлуатації електрообладнання створює небезпеку електротравм.

5.3 Забезпечення нормативного рівня освітлення

Раціональна організація освітлення є важливим чинником забезпечення безпечних умов праці та якості виконання технологічних операцій.

Освітлення виробничих зон повинно забезпечувати:

достатній рівень освітленості робочих поверхонь;
відсутність різких тіней і відблисків;
рівномірний розподіл світлового потоку.

Використовується комбінована система освітлення, яка поєднує природне та штучне освітлення.

Природне освітлення реалізується через віконні прорізи та забезпечує сприятливі умови для зорової роботи. Нормативний коефіцієнт природної освітленості приймається на рівні:

$$KEO = 2$$

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Штучне освітлення застосовується у темний час доби або при недостатньому природному освітленні. У виробничому приміщенні використовується загальне освітлення газорозрядними лампами.

Основні переваги таких джерел світла:

висока світлова віддача;

тривалий термін служби;

спектр, наближений до природного освітлення.

До недоліків належать:

складність пускових пристроїв;

можливість виникнення стробоскопічного ефекту.

Розрахунок освітлення

Мінімально необхідна освітленість:

$$E = 400 \text{ лк}$$

Коефіцієнт запасу:

$$k = 1,3$$

Площа приміщення:

$$S = 310 \text{ м}^2$$

Кількість світильників:

$$n = 10$$

Світловий потік однієї лампи:

$$\Phi = 28,500 \text{ лм}$$

Для освітлення застосовуються світильники типу СЗ-4 із потужністю ламп:

$$P = 500 \text{ Вт}$$

Розміщення світильників виконується рівномірно по площі приміщення, що забезпечує необхідний рівень освітлення та комфортні умови праці.

Висновок

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Організація умов праці у виробничій майстерні відповідає основним вимогам безпеки та санітарно-гігієнічним нормам. Виявлені шкідливі фактори є типовими для підприємств автосервісу та можуть бути ефективно мінімізовані шляхом застосування відповідних технічних і організаційних заходів.

Забезпечення належного рівня освітлення, вентиляції та безпеки обладнання створює умови для підвищення продуктивності праці, зниження рівня травматизму та покращення якості виконання ремонтних робіт.

5.4 Забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату виробничої майстерні

Вентиляція та кондиціонування повітря

Мікроклімат виробничого приміщення визначається сукупністю параметрів, до яких належать температура повітря, відносна вологість, швидкість його руху, атмосферний тиск та інтенсивність теплового випромінювання від обладнання.

Оптимальні мікрокліматичні умови є важливим чинником забезпечення високої продуктивності праці та збереження здоров'я персоналу. Порушення нормативних значень призводить до зниження працездатності, підвищення рівня травматизму та ризику професійних захворювань.

Температурний режим безпосередньо впливає на функціональний стан організму. Підвищені температури спричиняють перегрівання, швидко втому та зниження концентрації уваги. Знижені температури, у свою чергу, можуть викликати переохолодження та погіршення загального самопочуття.

Відносна вологість повітря повинна підтримуватися в межах 40–60%, що забезпечує комфортні умови для організму. Зниження вологості викликає сухість слизових оболонок, а її підвищення — ускладнює теплообмін і погіршує самопочуття працівників.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Швидкість руху повітря впливає на теплообмін між організмом і навколишнім середовищем. Помірні повітряні потоки створюють відчуття комфорту, тоді як надмірні або перегріті потоки можуть негативно впливати на працездатність.

Оптимальні параметри мікроклімату для виробничої майстерні приймаються:

у холодний період:

температура — 16–19 °С;

відносна вологість — 40–55 %;

швидкість руху повітря — 0,3 м/с;

у теплий період:

температура — 19–23 °С;

відносна вологість — 40–55 %;

швидкість руху повітря — 0,4–0,5 м/с.

Система вентиляції

Забезпечення нормативних параметрів повітряного середовища досягається організацією ефективного повітрообміну. У виробничому приміщенні застосовується комбінована система вентиляції, яка поєднує природну та механічну складові.

Природна вентиляція реалізується за рахунок аерації — надходження та видалення повітря через відкриті прорізи під дією різниці температур і тиску. Її перевагою є енергоефективність, однак ефективність значною мірою залежить від погодних умов.

Механічна вентиляція забезпечує стабільний контроль параметрів повітряного середовища незалежно від зовнішніх факторів. Вона включає:

системи подачі свіжого повітря;

витяжні пристрої для видалення забрудненого повітря;

установки очищення повітря;

обладнання для нагріву або охолодження повітря;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

системи регулювання вологості.

Поєднання природної та механічної вентиляції дозволяє досягти оптимального балансу між енергоефективністю та якістю повітря.

Система кондиціонування

Для підтримання стабільних параметрів мікроклімату передбачається використання систем кондиціонування, які забезпечують:

очищення повітря від пилу та шкідливих домішок;

регулювання температури;

контроль вологості;

підтримання необхідної швидкості повітряних потоків.

До складу системи входять:

повітрозабірні шахти;

мережа повітроводів;

вентилятори;

калорифери;

зволожувачі та осушувачі;

фільтрувальні елементи.

5.5 Заходи захисту від шкідливих і небезпечних факторів

Для локалізації шкідливих викидів застосовується місцева витяжна вентиляція, яка забезпечує відсмоктування забрудненого повітря безпосередньо в зоні його утворення.

Основні характеристики системи:

швидкість відсмоктування — 0,6 м/с;

застосування витяжних зонтів із гнучкими повітроводами;

очищення повітря фільтрами з ефективністю до 96%.

Контроль стану повітряного середовища здійснюється шляхом періодичних вимірювань концентрації шкідливих речовин.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Рівень шуму у виробничому приміщенні перебуває в межах допустимих значень, однак для зниження його впливу застосовуються:

- індивідуальні засоби захисту органів слуху;
- антивібраційні рукавиці;
- технічне обслуговування обладнання.

Для запобігання травматизму передбачено:
забезпечення проходів шириною не менше 2 м;
нормування площі робочого місця;
огороження рухомих частин обладнання.

Комплекс заходів включає:

- заземлення та занулення обладнання;
- ізоляцію струмопровідних частин;
- використання захисного відключення;
- застосування безпечної напруги.

Опір заземлювального контуру приймається не більше 10 Ом.

Працівники забезпечуються:

- захисним одягом і взуттям;
- респіраторами;
- захисними окулярами;
- рукавицями;
- засобами захисту органів слуху.

5.6 Психофізіологічні аспекти праці

Раціональна організація робочого середовища передбачає врахування психофізіологічних факторів, зокрема впливу кольорового оформлення, освітлення та ергономіки.

Застосування нейтральних кольорів, достатнього освітлення та комфортних умов праці сприяє:

- зниженню втоми;

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

підвищенню продуктивності праці;
зменшенню ризику помилок.

5.7 Заходи щодо запобігання надзвичайним ситуаціям

До потенційних надзвичайних ситуацій належать:

пожежі;
техногенні аварії;
стихійні явища.

Для підвищення стійкості підприємства передбачено:

системи пожежної сигналізації;
наявність евакуаційних шляхів;
використання засобів пожежогасіння;
підготовку персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях.

5.8 Забезпечення екологічної безпеки

Охорона атмосферного повітря

Для очищення викидів застосовуються методи:

адсорбції;
хемосорбції;
фільтрації.

Ефективність очищення становить до 95%.

Охорона водних ресурсів

Очищення стічних вод здійснюється поетапно:

механічне очищення;
відстоювання;
фільтрація;
флотаційна доочистка.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

5.9 Висновок до розділу «Соціальна відповідальність»

У результаті проведеного аналізу визначено основні шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища та розроблено комплекс заходів щодо їх мінімізації.

Запропоновані технічні та організаційні рішення забезпечують:

відповідність умов праці нормативним вимогам;

зниження впливу шкідливих факторів;

підвищення рівня безпеки виробництва;

зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Комплексний підхід до забезпечення соціальної відповідальності сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства та створенню безпечних умов праці для персоналу.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі виконано комплексний аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування та визначено основні напрямки її вдосконалення.

На основі отриманих результатів обґрунтовано доцільність створення майстерні для технічного обслуговування та ремонту приватного автопарку обсягом до 425 автомобілів на рік, що дозволяє підвищити рівень якості обслуговування, скоротити тривалість виконання робіт і мінімізувати простой транспортних засобів. У процесі проектування виконано модернізацію виробничих ділянок із урахуванням сучасних вимог, а також передбачено дооснащення необхідним технологічним обладнанням.

Розроблено та детально опрацьовано технологічний процес ремонту кузовних елементів автомобілів середнього класу (типу Volkswagen Passat, Skoda Octavia). Запропонована методика має універсальний характер і може застосовуватися для широкого спектра сучасних транспортних засобів.

У конструкторській частині запропоновано удосконалену конструкцію поворотного підйомника кузова, яка забезпечує надійне закріплення автомобіля та можливість його повороту у вертикальній площині. Реалізація даного рішення дозволяє знизити трудомісткість операцій, підвищити якість виконання ремонтних робіт, покращити умови праці персоналу та зменшити рівень виробничого травматизму.

У розділі фінансового менеджменту визначено основні техніко-економічні показники діяльності проекрованої майстерні. Результати розрахунків підтверджують економічну ефективність запропонованих рішень, зокрема зниження собівартості ремонтних робіт та досягнення строку окупності на рівні 4,2 роки.

У розділі «Соціальна відповідальність» проведено детальний аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів, розроблено заходи щодо їх мінімізації, а також визначено вимоги до безпечної організації праці. Окрему

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

увагу приділено забезпеченню нормативного рівня освітлення, параметрів мікроклімату та заходам реагування на надзвичайні ситуації.

Отримані результати підтверджують, що запропоновані технічні, організаційні та економічні рішення є обґрунтованими, забезпечують підвищення ефективності функціонування СТО та відповідають сучасним вимогам до організації автосервісу.

					КвРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Heisler H. *Advanced Vehicle Technology*. – 3rd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2021.
2. Bosch Automotive Handbook. – 11th ed. – Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2023.
3. Denton T. *Automobile Mechanical and Electrical Systems*. – 5th ed. – Routledge, 2022.
4. Hillier V., Coombes P. *Fundamentals of Motor Vehicle Technology*. – Routledge, 2021.
5. Martyr A., Plint M. *Engine Testing: Theory and Practice*. – Butterworth-Heinemann, 2020.
6. Duffy J. *Auto Body Repair Technology*. – 7th ed. – Cengage Learning, 2022.
7. I-CAR Professional Automotive Collision Repair Training Series. – 2023.
8. Genta G., Morello L. *The Automotive Chassis: Engineering Principles*. – Springer, 2021.
9. Gilles T. *Automotive Service: Inspection, Maintenance and Repair*. – Cengage Learning, 2020.
10. Halderman J. *Automotive Technology: Principles, Diagnosis and Service*. – Pearson, 2022.
11. Reif K. *Automotive Mechatronics*. – Springer Vieweg, 2023.
12. Wang J. *Engineering Design of Automotive Systems*. – Wiley, 2021.
13. Erjavec J. *Automotive Technology: A Systems Approach*. – Delmar, 2021.
14. Kalpakjian S., Schmid S. *Manufacturing Engineering and Technology*. – Pearson, 2020.

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Groover M. *Fundamentals of Modern Manufacturing*. – Wiley, 2020.
16. ISO 45001:2018 – Occupational Health and Safety Management Systems.
17. ISO 9001:2015 – Quality Management Systems.
18. ISO 14001:2015 – Environmental Management Systems.
19. ДБН В.2.5-67:2013 – Опалення, вентиляція та кондиціонування.
20. ДСТУ EN 12464-1:2019 – Освітлення робочих місць.
21. *Modern Automotive Technology and Maintenance*. – SAE International, 2022.
22. *Automotive Service Management: Principles into Practice*. – SAE, 2021.
23. *Collision Repair and Refinishing Technology*. – ASE Training Series, 2023.

					КВРАТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ДОДАТКИ

					КВАРТ 26 23073.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75