МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«___»_____ 2026 р.
Зав. кафедри _д.т.н., професор___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ __Володимир ДІДУР___
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Проєктування дільниці кузовного ремонту станції технічного обслуговування автомобілів з розробкою стенду для ремонту кузовних елементів»

Виконав: студент _4 курсу, групи 42-ім
освітньої програми___бакалавр_____
спеціальності _208 «Агроінженерія»_
__Сокирський Максим Олександрович_____
(прізвище та ініціали)
Керівник професор Дідур В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерних технологій та професійної освіти
Кафедра агроінженерії
Освітня програма «Бакалавр»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Володимир ДІДУР
«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Сокирському Максиму Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Проєктування дільниці кузовного ремонту станції технічного обслуговування автомобілів з розробкою стенду для ремонту кузовних елементів»

керівник проекту _ Дідур Володимир Володимирович, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
" 01 " травня 2026 р. № 01-06/129
2. Строк подання студентом проекту 18.05.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: дефекти кузовів автомобілів; види робіт, що виконуються на дільниці кузовного ремонту
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
аналіз стану досліджуваного питання; експериментальні дослідження; питання охорони праці; техніко-економічне обґрунтування проекту.
5. Ілюстративний матеріал: підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: мета і завдання дослідження; технологічний процес ремонту кузова автомобіля; виробнича програма проєктованої дільниці; будова та принцип роботи пристрою; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 26 вересня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	15.10.2025	
2.	Розділ 1. Особливості кузовного ремонту автомобілів	19.11.2025 .	
3.	Розділ 2. Конструкційно-технологічна частина	18.12.2025 .	
4.	Розділ 3. Охорона праці	12.02.2026 .	
5.	Розділ 4. Техніко-економічна частина	09.03.2026 .	
6.	Виконання ілюстративної частини проекту	15.04.2026 .	
7.	Представлення проекту керівнику на перевірку	18.05.2026 .	

Студент _____ Сокирський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Дідур В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1. ОСОБЛИВОСТІ КУЗОВНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ……..6
1.1..Дефекти кузовів автомобілів……6
1.2.Види робіт, що виконуються на дільниці кузовного ремонту……11
1.3.Сегментація ринку за видами послуг кузовної дільниці……..13
1.4.Забезпечення конкурентоспроможності кузовної дільниці……14
2. КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА……16
2.1Прийнятий технологічний процес ремонту кузова автомобіля……16
2.2 Розрахунок виробничої програми проєктованої дільниці……18
2.3. Розрахунок робочих постів кузовної дільниці……..19
2.4 Розрахунок чисельності працівників підприємства……..21
2.5Підбір обладнання та інструменту……..22
2.6Розрахунок площ кузовної дільниці……23
2.7Визначення потреби в електроенергії……24
2.8 Планування виробничого корпусу……..26
2.9.. Порядок проходження автомобіля під час ремонту на кузовній дільниці……27
2.10Обґрунтування необхідності розроблення стійки для ремонту елементів легкових автомобілів 28
2.11 Аналіз існуючих конструкцій……28
2.12 Опис розроблюваного стенда для ремонту елементів……32
2.13 Конструкторські розрахунки……33
2.14Економічний розрахунок виготовлення стенда для ремонту кузовних елементів...33
3 ОХОРОНА ПРАЦІ 37
3.1.Аналіз умов праці працівників проєктованої кузовної дільниці……37
3.2Розрахунок штучного освітлення……38
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... 42
4.1 Загальна характеристика підприємства……..42
4.2.Розрахунок суми капітальних вкладень……42
4.3 Розрахунок собівартості робіт……50
4.4 Розрахунок річної економічної ефективності……50
ВИСНОВОК..... 53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 54

1. ОСОБЛИВОСТІ КУЗОВНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Дефекти кузовів автомобілів

Технічний стан кузова легкового автомобіля з часом погіршується внаслідок природного старіння матеріалів його складових елементів, а також під впливом різноманітних зовнішніх і внутрішніх навантажень (рисунок 1.1), що виникають у процесі експлуатації. Окрім цього, на стан кузова істотно впливають пошкодження, отримані в результаті дорожньо-транспортних пригод, а також поєднання перелічених чинників. Усі ці процеси призводять до появи дефектів, що знижують міцність, жорсткість і довговічність кузовних конструкцій.



Рисунок 1.1 – Класифікація навантажень на кузов легкового автомобіля

Найбільш поширеними дефектами елементів конструкції кузова автомобіля є корозійні та механічні пошкодження (вм’ятини, злами, розриви, випучування тощо), а також порушення геометричних розмірів, поява тріщин, руйнування зварних з’єднань та інші подібні дефекти. Класифікацію пошкоджень кузова і причин їх виникнення наведено на рисунку 1.2.

Найчастішим і водночас основним видом зносу є корозійне руйнування металевого кузова автомобіля (див. рисунок 2, п. 1). Найбільш уразливими щодо розвитку осередків корозії є важкодоступні ділянки кузова. Саме в таких місцях інтенсивність корозійних процесів особливо висока.

Корозія особливо активно розвивається у важкодоступних для очищення зонах, де волога, що періодично потрапляє всередину, зберігається тривалий час. За таких умов, у

поєднанні з підвищенням температури навколишнього середовища, відбувається інтенсифікація реакцій окиснення, що прискорює руйнування металу.



Рисунок 1.2 – Класифікація пошкоджень кузова легкового автомобіля

Другим різновидом деформаційних пошкоджень кузова є зміна його розмірів і форми під дією зовнішніх впливів без втрати маси матеріалу (див. рисунок 2, п. 2).

До пошкоджень панелей кузова належать прості види деформацій, зокрема розтягування, стискання, згинання та кручення. Деформації панелей можуть мати поверхневий або глибокий характер. Поверхнева деформація проявляється у вигляді вм’ятин або випуклостей, що утворюються внаслідок механічного впливу. Глибокі деформації призводять до появи складок, витяжок, зламів ребер жорсткості, порушення цілісності матеріалу панелей або їх з’єднань з утворенням тріщин, розривів і відокремленням окремих фрагментів.

Утворення тріщин відбувається внаслідок втоми матеріалу, порушення технологічного процесу обробки, використання матеріалів низької якості, наявності дефектів деталей і вузлів, а також недостатньої міцності елементів, що зазнають вібраційних навантажень.

Руйнування зварних з’єднань зумовлюється виконанням зварних швів низької якості, впливом корозії, вібрації, дією граничних навантажень, не передбачених заводом-виробником, а також аварійними пошкодженнями.

Розриви, вм’ятини, перекоси та інші аварійні дефекти виникають унаслідок пошкодження матеріалу під дією зовнішніх фізичних впливів, таких як удари та згинальні навантаження.

До перекосів кузова належить порушення геометричних параметрів прорізів понад допустимі межі, а також зміщення базових точок кріплення силового агрегату, вузлів трансмісії та підвіски відносно основи каркаса несучого кузова. Спочатку наявність перекосів визначають візуально за непрямими ознаками, такими як утруднене відкривання і зачинення дверей, нерівномірність зазорів тощо. Для точного встановлення діагоналей і зазорів виконують діагностичні вимірювання, результати яких фіксують в акті огляду. Крім того, за допомогою спеціальних вимірювальних систем визначають зміщення базових і контрольних точок.

Перекоси класифікують залежно від ступеня деформації кузова, розрізняючи такі їх види:

– перекіс прорізу;

– незначний перекіс прорізу;

– перекіс кузова середньої складності;

– складний перекіс кузова;

– перекіс кузова особливої складності.

Перекосом прорізу вважають пошкодження кузова, за якого геометричні параметри одного або кількох прорізів перевищують допустимі межі. Приклад перекосу прорізу наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Перекіс прорізу

Незначний перекіс кузова — це пошкодження кузова легкового автомобіля, що характеризується неістотними змінами геометрії прорізів капота або задніх дверей понад допустимі межі за відсутності порушень геометрії основи та каркаса кузова, а також дверних і віконних прорізів.

Як правило, такий вид деформації діагностується за зміною зазорів між дверима та передніми і задніми крилами автомобіля. При цьому загальна просторово-геометрична схема кузова залишається практично незмінною, а відхилення мають локальний характер.

Схему незначного перекосу кузова наведено на рисунку 1.4.

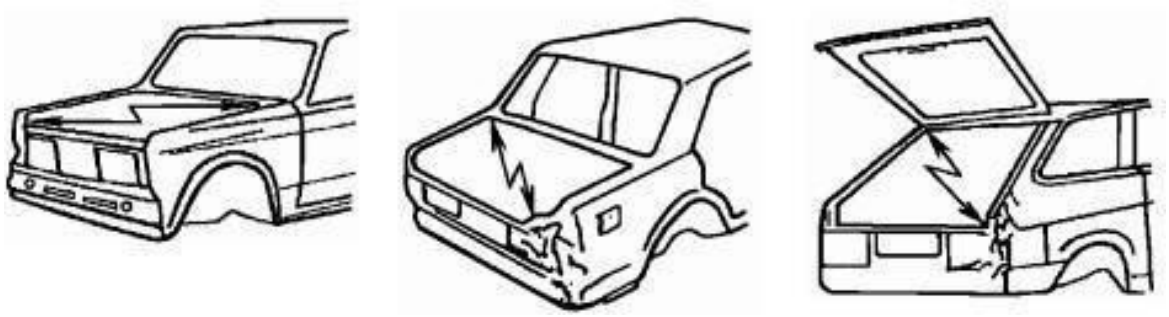


Рисунок 1.4 – Незначний перекіс кузова

Перекіс кузова середньої складності може бути пов’язаний не лише з порушенням геометрії прорізів капота та кришки багажника, але й із деформацією передніх і задніх лонжеронів понад допустимі межі. Водночас загальна геометрія каркаса кузова при такому виді пошкодження, як правило, не порушується (рисунок 1.5).

Для цього типу перекосу характерні більш виражені відхилення розмірів і форм окремих елементів силової структури кузова, що вже потребує застосування спеціальних вимірювальних засобів і стапельного обладнання під час діагностики та відновлювального ремонту.

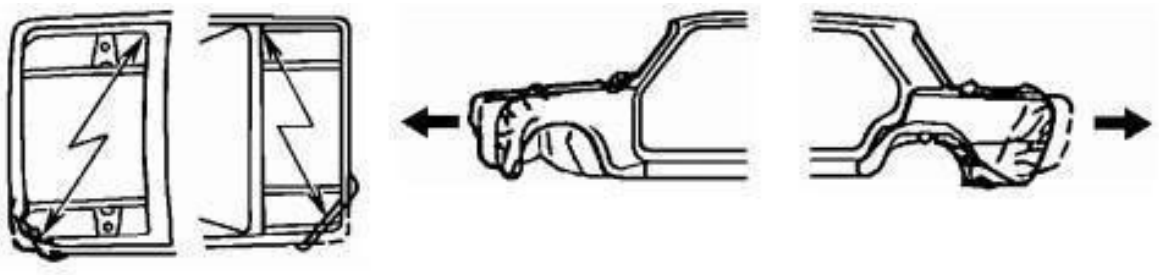


Рисунок 1.5 – Перекіс кузова середньої складності

Складний перекіс кузова пов’язаний з одночасним порушенням геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів понад допустимі межі. При цьому можуть бути деформовані не лише самі лонжерони, але й елементи каркаса кузова, що призводить до загального порушення просторової геометрії несучої структури.

Такий вид пошкодження характеризується значними відхиленнями базових і контрольних точок, унаслідок чого різко погіршується точність взаємного розташування агрегатів, вузлів трансмісії та елементів підвіски. Відновлення кузова зі складним

перекосом потребує комплексних стапельних робіт, точних вимірювань і багатоетапного рихтування з контролем геометрії на всіх стадіях ремонту.

Схему складного перекосу кузова наведено на рисунку 1.6.

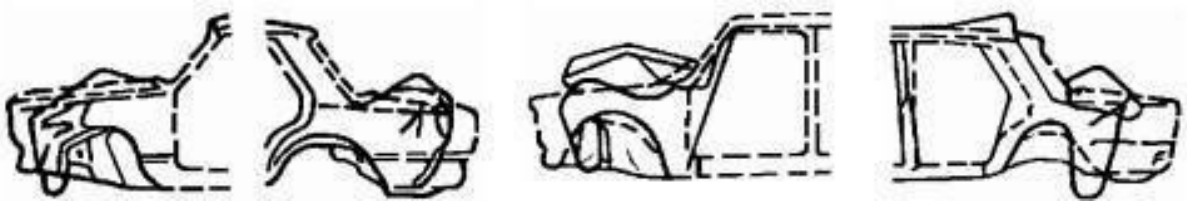


Рисунок 1.6 – Складний перекіс кузова

Перекіс кузова особливої складності діагностується у випадках, коли деформації зазнають як лонжерони, так і елементи каркаса кузова з перевищенням допустимих меж. За такого пошкодження відбувається істотне порушення просторової геометрії несучої конструкції, що супроводжується значними зміщеннями базових і контрольних точок.

Подібні деформації, як правило, є наслідком важких дорожньо-транспортних пригод або дії екстремальних навантажень і призводять до різкого зниження міцності та жорсткості кузова. Відновлення кузова з перекосом особливої складності потребує застосування високоточного стапельного обладнання, комплексних вимірювальних систем і поетапного контролю геометрії на всіх стадіях ремонтних робіт.

Перекіс кузова особливої складності наведено на рисунку 1.7.

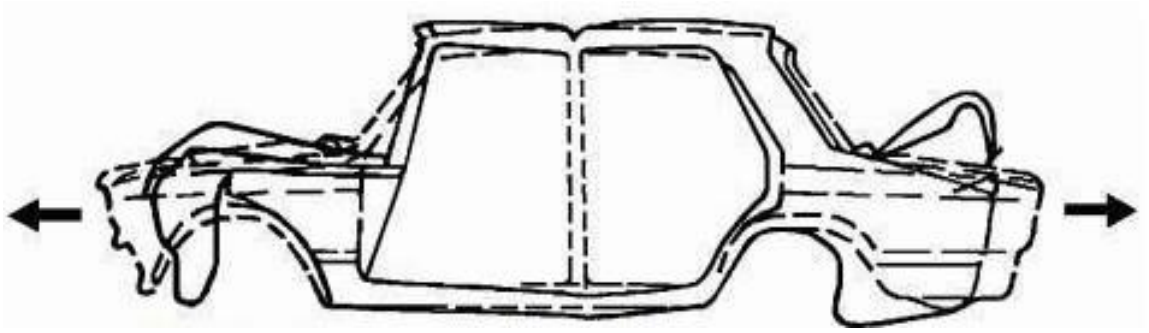


Рисунок 1.7 – Перекіс кузова особливої складності

Усунення перекосів прорізів кузова виконують перед відновленням навісних кузовних елементів. Перекоси прорізів можуть ліквідовуватися як за знятих зовнішніх панелей кузова, так і без їх демонтажу. При цьому пріоритетним є усунення перекосів із навішеними зовнішніми панелями, оскільки в процесі відновлення з’являється можливість більш точно регулювати зазори між елементами.

Технологічний процес ремонту кузова охоплює комплекс операцій, до складу яких входять: демонтаж вузлів і агрегатів із кузова, арматурні роботи, повне або часткове

видалення старого лакофарбового покриття, дефектація кузовних елементів, їх відновлення або заміна, фарбування, а також арматурні й слюсарні роботи з подальшого монтажу вузлів і агрегатів. Контроль якості виконуваних робіт здійснюється на всіх етапах технологічного ланцюга.

Повне розбирання кузова проводять у два етапи:

– слюсарні роботи з демонтажу вузлів, агрегатів і складальних одиниць, установлених на зовнішньому та внутрішньому боках кузова;

– арматурні роботи з демонтажу знімних елементів конструкції кузова.

З урахуванням особливостей ремонту суцільнометалевих несучих кузовів, значна частина деталей яких з’єднана нероз’ємно (зварюванням), повне розбирання кузова на окремі панелі не виконується. Розбирання здійснюють лише до того рівня, за якого з’являється можливість провести дефектацію пошкоджених панелей, а також їх подальше відновлення або заміну.

1.2 Види робіт, що виконуються на дільниці кузовного ремонту

Номенклатура робіт, які виконуються на кузовній дільниці, є надзвичайно широкою. Проте їх доцільно об’єднати у кілька основних методів ремонту пошкоджених елементів кузова:

– усунення перекосів кузова;

– ремонт окремих деталей (рихтування, зварювання);

– заміна окремих деталей кузова або їх пошкоджених частин.

Способів ремонту кузова і кузовних деталей існує багато, і вони залежать від низки чинників: величини та складності дефекту, технологічних вимог заводу-виробника щодо виконання кузовних робіт, наявного на дільниці обладнання, кваліфікації персоналу, бюджету клієнта тощо. Водночас можна виокремити такі основні способи ремонту кузова та його елементів:

1. Правка кузова на стапелі з одночасною перевіркою розташування контрольних точок за базою даних виробника.

2. Вирівнювання поверхонь панелей механічним впливом (рихтуванням, витяжкою) із застосуванням місцевого нагріву або без нього.

3. Ремонт частково пошкодженого кузовного елемента шляхом виготовлення та встановлення ремонтної вставки.

4. Ремонт частково пошкодженого кузовного елемента з використанням непошкоджених елементів кузова аварійного автомобіля.

5. Ремонт частково пошкодженого кузовного елемента шляхом установлення вставок, підігнаних із номенклатури запасних частин заводу-виробника.

6. Ремонт із заміною пошкодженої деталі або блоку деталей запасними частинами з номенклатури заводу-виробника.

7. Зварювання кузовних елементів у стик, унахлест або з використанням проміжної вставки. Зварювання встик виконують із зазором між кромками, що не повинен перевищувати 1…2 товщини зварюваних панелей.

Ремонт поділяють на види залежно від величини пошкоджень, ступеня деформації та корозійного ураження. Роботи виконують після зняття вузлів і деталей, що заважають проведенню кузовних і малярних операцій:

– ремонт 0 — усунення пошкоджень на лицьових поверхнях кузова без порушення лакофарбового покриття;

– ремонт 1 — усунення пошкоджень у легкодоступних місцях (до 20 % поверхні деталі);

– ремонт 2 — усунення пошкоджень зі зварюванням або ремонт 1 на поверхні деталі, деформованій до 50 %;

– ремонт 3 — усунення пошкоджень із розкриттям і зварюванням, часткова реставрація деталі до 30 %;

– ремонт 4 — усунення пошкоджень із частковою реставрацією деталі на поверхні понад 30 %;

– часткова заміна — заміна пошкодженої деталі кузова ремонтною вставкою (із номенклатури запасних частин або виготовленою самостійно);

– заміна — заміна пошкодженої деталі кузова новою деталлю із запасних частин;

– крупноблочний ремонт — заміна пошкодженої частини кузова блоками деталей від вибракованих кузовів із розміткою, відрізанням, підгонкою, витяжкою, рихтуванням і зварюванням.

Часткове відновлення деталі — це усунення пошкоджень витяжкою, правкою та усадкою металу; видалення дефектних ділянок, що не підлягають відновленню; виготовлення ремонтних вставок із цілих деталей аварійного кузова або з листового металу з наданням їм форми відновлюваної деталі.

Часткова заміна, як правило, застосовується під час відновлення пошкоджених вузьких і довгих деталей, таких як поперечини, лонжерони та боковини. Вона є доцільною у випадках, коли економічно вигідніше замінити не всю деталь, а лише її пошкоджену частину.

Повна заміна елемента кузова виконується у разі його неремонтопридатності або за відсутності економічної доцільності відновлення.

Доцільність ремонту визначають за собівартістю робіт: якщо вартість відновлення деталі перевищує дві третини ціни нової, ремонт вважається нерентабельним, а деформована деталь підлягає заміні.

Під час визначення трудомісткості робіт з відновлення або заміни кузовних деталей не враховують трудомісткість арматурних робіт зі зняття та встановлення вузлів і деталей, що заважають виконанню ремонту.

Трудомісткість заміни кузовних деталей включає: від’єднання і зняття дефектної деталі, усунення залишків матеріалу демонтованої панелі, пухкої або пластової іржі, рихтування спряжених кромок, підгонку, встановлення й приєднання нової деталі, зачищення зварних швів і точок, вирівнювання відновленої поверхні шліфуванням і шпаклюванням під нанесення лакофарбового покриття.

1.3 Сегментація ринку за видами послуг кузовної дільниці

У сучасних кліматичних умовах, коли зими стали відносно м’якими, вологість повітря підвищеною, а дороги обробляються реагентами, що містять сіль, технічний стан кузова автомобіля погіршується значно швидше. За таких умов кузов потребує періодичного ремонту, який передбачає, зокрема, заміну елементів нижньої частини автомобіля, таких як колісні арки, пороги та інші конструктивні деталі. Негативний вплив перелічених чинників також істотно позначається на стані лакофарбового покриття автомобілів, прискорюючи його зношування та руйнування.

Кількість легкових автомобілів постійно зростає, що, у свою чергу, призводить до збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод. При цьому переважає зростання саме дрібних ДТП. Автомобілі, що потрапили як у незначні, так і в серйозні аварії, насамперед потребують кузовного ремонту для відновлення їх геометрії, міцності та зовнішнього вигляду.

Крім того, одним із перспективних напрямів розвитку кузовного сервісу є індивідуальне оформлення легкових автомобілів, яке передбачає зміну або удосконалення

зовнішнього дизайну, кольорового оформлення та встановлення декоративних елементів з урахуванням побажань власника.

1.4 Забезпечення конкурентоспроможності кузовної дільниці

Для того щоб послуги кузовної дільниці були конкурентоспроможними, необхідно, щоб обсяг і якість надаваних робіт не поступалися середньоринковому рівню. Водночас бажано, щоб вартість послуг не перевищувала цін на аналогічні роботи, які пропонують конкуруючі підприємства.

Не менш важливою умовою успішної діяльності ремонтного підприємства є орієнтація на клієнта. З цією метою доцільно реалізувати комплекс організаційних заходів, зокрема:

– провести роботу з персоналом для формування засад клієнтоорієнтованої культури;

– розробляти стандарти обслуговування на дільницях із залученням працівників, які безпосередньо виконують роботи;

– регулярно проводити зустрічі робочих груп з питань якості обслуговування клієнтів;

– упровадити систему стимулювання працівників, які відзначилися високими показниками роботи;

– розробити й дотримуватися кодексу етики під час виконання робіт;

– підтримувати постійний зворотний зв’язок із клієнтами;

– створити систему оцінювання якості обслуговування;

– використовувати кращі практики сервісного обслуговування;

– під час прийому на роботу ознайомлювати працівників з ідеологією та цінностями дільниці;

– надавати співробітникам певну свободу дій з урахуванням інтересів клієнтів.

Вагоме значення для ефективної роботи підприємства має реклама. Найкращою рекламою якості кузовного ремонту є позитивні відгуки клієнтів. Водночас істотну роль відіграє зовнішня реклама, а також реклама на радіо й у мережі Інтернет.

Підприємству доцільно мати власний сайт і активно працювати в соціальних мережах для інформування потенційних клієнтів про перелік послуг, ціни, акції та новини.

До умов ефективної реклами на СТО належать:

– орієнтація на потреби клієнтів і їх повне задоволення;

– шанобливе ставлення до клієнтів, висока культура обслуговування, наявність єдиного рекламного або сервісного стилю;

– створення умов, що сприяють позитивному сприйняттю клієнтами атмосфери на СТО;

– використання фірмового одягу персоналом;

– наявність рекламних щитів, вивісок, знаків та покажчиків, які «ведуть» клієнта до СТО;

– використання фірмових бланків, сувенірів, пакетів та інших матеріалів, що роздаються клієнтам;

– підтримання позитивних відносин із місцевими державними, громадськими та недержавними організаціями;

– проведення днів якості, участь у виставках і презентаціях.

Програма просування послуг на ринок має містити впорядковану систему заходів зі стимулювання збуту, яка включає цінові знижки, подарунки, премії (бонуси) та інші заохочення, а також чітко визначені умови їх отримання.

2. КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Прийнятий технологічний процес ремонту кузова автомобіля

Кузовна дільниця призначена для усунення дефектів і несправностей кузовів, що виникають у процесі експлуатації автомобілів. На цій дільниці відновлюється початкова форма та міцність ремонтованого кузова, а також виконуються роботи з підтримання кузова і його механізмів у технічно справному стані. Тут здійснюються жерстяно-зварювальні та арматурно-кузовні роботи, які охоплюють операції з розбирання, складання, правки й зварювання пошкоджених панелей, деталей кузова та його механізмів. Зазвичай автомобіль доставляється на кузовну дільницю на власних колесах, а аварійні кузови — на спеціальних візках.

Жерстяні роботи — це роботи, що передбачають ремонт (усунення вм’ятин, тріщин, розривів) крил, бризковиків, капотів, дверей та інших частин кузова. Прогресивним вважається панельний метод ремонту, який передбачає повну заміну пошкодженого елемента кузова.

Розбірно-складальні роботи включають зняття й установлення дверей, окремих панелей або частин кузова, механізмів, скла та інших знімних деталей. Часткове розбирання кузова для ремонту його елементів виконується в обсязі, необхідному для якісного проведення всіх ремонтних операцій. Для складання кузова після ремонту, зокрема для встановлення вузлів і деталей (дверей, крил, панелей), застосовують різні комплекти пристосувань та інструментів, а також набори шаблонів.

Рихтувальні роботи, залежно від характеру пошкоджень, полягають в усуненні нерівностей на деформованих поверхнях, а також у виправленні спотворень геометричних розмірів кузова (перекосів). Зварювальні роботи є невід’ємною частиною кузовного ремонту. Майже всі ремонтні операції потребують застосування зварювання в тому чи іншому обсязі. На кузовній дільниці використовують газове, дугове та точкове зварювання. Зварювання застосовують під час видалення пошкоджених ділянок, установлення частин або нових елементів кузова й додаткових деталей (підсилювальних коробів, накладок, вкладишів тощо), а також під час заварювання тріщин, розривів і пробоїн із накладанням або без накладання латок — залежно від площі та стану пошкодженої поверхні.

Арматурні роботи охоплюють ремонт усіх механізмів кузова (замків, дверних петель, склопідіймачів тощо), а також роботи з ремонту вікон і заміни скла. Відремонтований і зібраний механізм установлюється на місце з подальшим регулюванням. Під час заміни скла

використовують спеціальні пристосування для його встановлення, дерев'яні та гумові киянки, оправки.

Структурну схему організації технологічного процесу на кузовній дільниці наведено на рисунку 2.1. Автомобіль, що надійшов на кузовну дільницю, підлягає діагностиці, на цьому етапі визначається технічний стан кузова та його елементів, оцінюється доцільність відновлення або приймається рішення про заміну. Після визначення фронту робіт виконують часткове або повне розбирання автомобіля. Залежно від складності ремонту та характеру пошкоджень кузовних елементів здійснюють або їх відновлення, або підготовку до встановлення нових. Після остаточної підготовки кузова і приєднуваних до нього деталей виконують підгонку, установлення та закріплення. Далі на автомобіль монтують раніше зняті вузли, агрегати та складальні одиниці, після чого автомобіль направляється на фарбувальну дільницю.

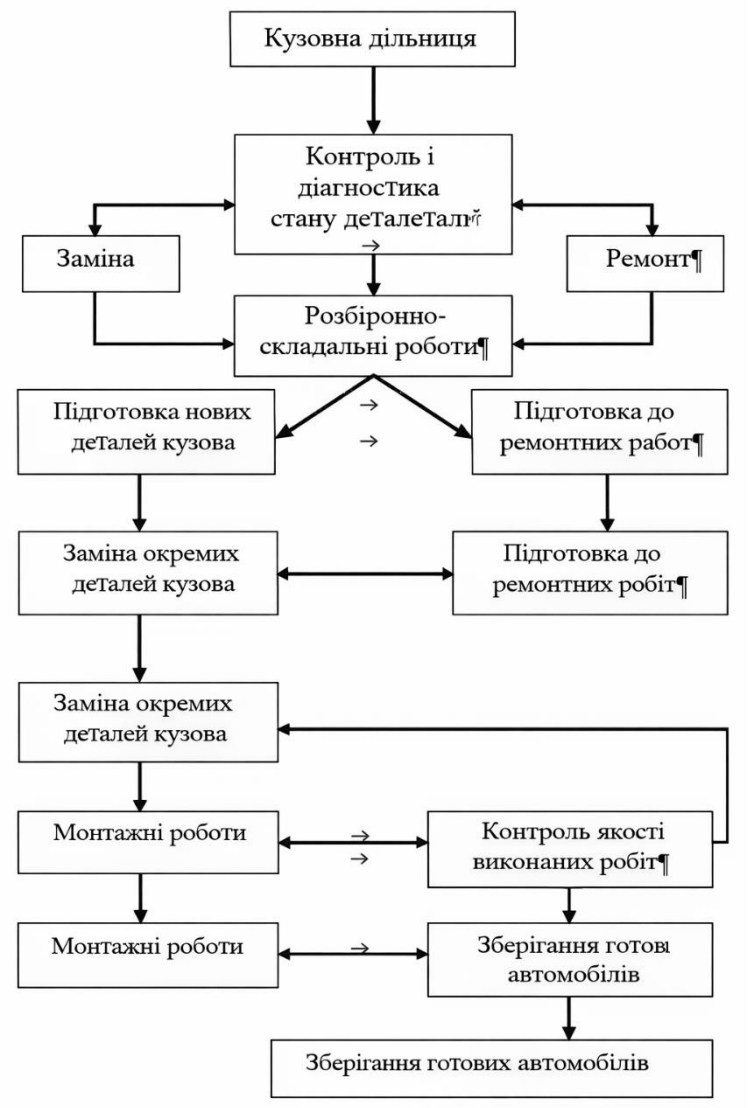


Рисунок 2.1 – Структурна схема організації технологічного процесу на кузовній дільниці

2.2 Розрахунок виробничої програми проєктованої дільниці

Проєктована дільниця кузовного ремонту автомобілів згідно із завданням обслуговуватиме 380 автомобілів на рік. Дільниця працюватиме за п’ятиденним робочим тижнем в одну зміну тривалістю 8 годин.

На дільниці виконуються різні види робіт з ремонту кузовів автомобілів. Обсяг робіт розподіляється у відсотковому відношенні від загальної кількості обслуговуваних автомобілів. Приймання, видача, мийка та прибирання виконуються для всіх автомобілів без винятку. Інші види робіт здійснюються у відсотковому відношенні від загальної кількості відремонтованих автомобілів.

Трудомісткість виконання робіт може суттєво відрізнятися залежно від характеру та складності пошкоджень, тому для розрахунків приймаються середні значення трудомісткості. Середні трудомісткості та кількість автомобілів, що ремонтуються за окремими видами робіт, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розподіл робіт на кузовній дільниці

Види робіт	Праця-сть, чол.-ч.	Кількість авто., Шт.	Річний обсяг робіт, чол.-ч.
Прийом та видача	0,5	400	200
Миття та прибирання	0,5	400	200
Промір геометрії кузова	2	200	400
Слюсарні роботи (розбирання агрегатів)	6	275	1650
Арматурні роботи	5	275	1375
Ремонт силової структури кузова	25	80	2000
Заміна незнімних кузовних елементів	8	60	480
Зварювальні роботи	3	100	300
Виправлення кузовних елементів без фарбування	2,5	75	187,5
Виправлення крил	3,5	135	472,5
Виправлення дверей	4	100	400
Виправлення капота	3	75	225
Виправлення даху	4	50	200
Підготовка елементів до фарбування	5	350	1750
Забарвлення елементів кузова	2	350	700
Ремонт пластикових деталей	3	200	600
Повне фарбування автомобіля	10	60	600
Полірування автомобіля	5	50	250
Усього			11990

Виробничу (річну) робочу програму дільниці розрахуємо за формулою (2.1). Як

правило, вона визначається як річна трудомісткість робіт за кожним видом і в цілому по дільниці:

$$T_F = T_1 + T_2 + \cdots + T_n \quad (2.1)$$

Виробнича робоча програма кузовної дільниці становить T_F=11 990 люд.-год.

Окрім основних виробничих робіт, на кузовній дільниці виконуються також допоміжні роботи, пов'язані з обслуговуванням робочих місць, обладнання, інструменту, внутрішньоцеховим транспортуванням, прибиранням, підготовкою матеріалів тощо. Обсяг цих робіт доцільно враховувати під час визначення загальної трудомісткості дільниці.

Трудомісткість допоміжних робіт розраховують за формулою (2.2):

$$T_{вс} = T_F \cdot 25\% \quad (2.2)$$

$$T_{вс} = 11990 \cdot 0{,}25 = 2998 \text{ люд-год}$$

2.3 Розрахунок робочих постів кузовної дільниці

Кількість робочих постів кузовної дільниці визначимо за формулою (2.3):

$$N_{РП} = \frac{T_П \varphi}{Ф_П \cdot P_{ср}} \quad (2.3)$$

де $T_П$ — річний обсяг постових робіт, люд.-год;

$\varphi = 1{,}2$ — коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на кузовну дільницю;

$Ф_П$ — річний фонд робочого часу поста, год;

$P_{ср}$ — кількість робітників на посту, $P_{ср} = 1$ чол.

При цьому річний фонд робочого часу поста розраховуємо за формулою (2.4):

$$Ф_П = Д_{РF} \cdot T_{СМ} \cdot C \cdot \eta \quad (2.4)$$

де $Д_{РF}$ — кількість робочих днів у році, дні;

$T_{СМ}$ — тривалість зміни, год;

S — кількість змін на добу;

η — коефіцієнт використання робочого часу.

$$Ф_П = 255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 1632 \text{ чол}$$

Розрахунок виконуємо за всіма видами робіт, за винятком мийно-прибиральних, оскільки ці операції не належать до основних постових кузовних робіт і виконуються окремо для кожного автомобіля:

$$N_{РП} = \frac{11790 \cdot 1{,}2}{1632 \cdot 1} = 8{,}67 \text{ постів}$$

Приймаємо 9 постів кузовного ремонту автомобілів.

Далі визначаємо кількість робочих постів прибирально-мийних робіт, які обов'язково виконують перед початком будь-яких кузовних операцій. Кількість постів прибирально-мийних робіт розраховуємо за формулою (2.5).

$$N_{\text{П}}^{\text{М}} = \frac{\text{М}_0 \cdot d \cdot \varphi_M}{\Phi_{\text{ПМ}}^2 \cdot \text{Р}_\text{у} \cdot \eta} \quad (2.5)$$

де М_0 — кількість автомобілів, що ремонтуються на кузовній дільниці, авт.;

d — кількість заїздів одного автомобіля на кузовну дільницю, авт.;

φ_M — коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на мийний пост;

$\Phi_{\text{ПМ}}^2$ — річний фонд часу роботи мийної дільниці, год;

$\text{Р}_\text{у}$ — продуктивність мийної машини, авт./год;

$\eta = 0{,}9$ — коефіцієнт використання робочого часу.

$$N_{\text{П}}^{\text{М}} = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}3}{255 \cdot 8 \cdot 0{,}9} = 0{,}43$$

Приймаємо 1 пост мийних робіт.

Кількість допоміжних постів визначаємо розрахунком за формулою (2.6).

$$N_{\text{ПР}} = \frac{\text{М}_0 \cdot d \cdot \varphi_\text{М}}{Д_{PF} \cdot \text{Т}_{\text{ПР}}^{C} \cdot \text{А}_{\text{ПР}}} \quad (2.6)$$

де $\varphi_\text{М}$ — коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів;

$\text{Т}_{\text{ПР}}^{C}$ — добова тривалість роботи дільниці, год;

$\text{А}_{\text{ПР}}$ — пропускна спроможність постів приймання автомобілів на кузовну дільницю, авт./год.

$$N_{\text{ПР}} = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}3}{255 \cdot 8 \cdot 2} = 0{,}19 \text{ постів}$$

Приймаємо 1 пост допоміжних робіт.

Далі визначаємо кількість місць автомобілеочікування, які необхідні для тимчасового розміщення автомобілів перед заїздом на робочі пости або між окремими етапами ремонту. Кількість місць автомобілеочікування розраховуємо за формулою (2.7).

$$N_{\text{АМО}} = 0{,}5 \cdot N_{\text{РП}} \quad (2.7)$$

$$N_{\text{АМО}} = 0{,}5 \cdot 9 = 4{,}5 \text{ постів}$$

Приймаємо 5 місць автомобілеочікування.

Далі визначаємо кількість місць автомобілезберігання, призначених для тимчасового розміщення автомобілів, що очікують початку ремонту або його завершення. Кількість місць автомобілезберігання розраховуємо за формулою (2.8).

$$N_{\text{С}} = \frac{\text{М}_0}{\text{Д}_{\text{рг}}} \quad (2.8)$$

$$N_{\text{С}} = \frac{400}{255} = 1{,}57 \text{ постів}$$

Приймаємо 2 пости автомобілезберігання, які призначені для тимчасового розміщення автомобілів, що очікують початку ремонту або вже завершили кузовні роботи перед передачею клієнтові.

2.4 Розрахунок чисельності працівників підприємства

На виробничій дільниці кузовного ремонту виконуються роботи з відновлення кузовів легкових автомобілів. На дільниці зайняті виробничі робітники, які безпосередньо виконують технологічні операції з ремонту кузова. При цьому розрізняють технологічно необхідну (явочну) та штатну чисельність робітників.

Явочну чисельність виробничих робітників визначаємо за формулою (2.9).

$$\text{Р}_{\text{Т}} = \frac{\text{Т}_F}{\Phi_{\text{Т}}} \quad (2.9)$$

де Т_F — річний фонд технологічно необхідного робочого часу, год.

Річний фонд технологічно необхідного робочого часу для виробництв зі шкідливими умовами праці приймаємо рівним 1730 год.

$$\text{Р}_{\text{Т}} = \frac{11990}{1730} = 6{,}93 \text{ чол}$$

Приймаємо 7 виробничих робітників.

Штатну чисельність виробничих робітників визначаємо розрахунком за формулою (2.10).

$$\text{Р}_{\text{Т}} = \frac{\text{Т}_F}{\Phi_{\text{Ш}}} \quad (2.10)$$

де $\Phi_{\text{Ш}}$ — річний фонд штатного робочого часу, год.

Річний фонд штатного робочого часу для виробництв зі шкідливими умовами праці приймаємо рівним 1560 год.

$$\text{Р}_{\text{Т}} = \frac{11990}{1560} = 7{,}69 \text{ чол}$$

Приймаємо 8 виробничих робітників.

Кількість допоміжних робітників приймаємо у розмірі 25 % від штатної чисельності виробничих робітників. Необхідну чисельність допоміжного персоналу визначаємо за формулою (2.11).

$$\text{Р}_{\text{вс}} = \text{Р}_{\text{ш}} \cdot 25\% \quad (2.11)$$

$$\text{Р}_{\text{вс}} = 8 \cdot 0{,}25 = 2 \text{ чол}$$

Приймаємо 2 допоміжних робітники, які забезпечують виконання підсобних, обслуговувальних і організаційно-технічних операцій на кузовній дільниці.

2.5 Підбір обладнання та інструменту

Велике значення в роботі кузовної дільниці має технологічне обладнання. Саме від його наявності, технічного стану та якості значною мірою залежить рівень і якість виконання кузовного ремонту. Сучасне та надійне обладнання дає змогу скоротити тривалість ремонтних операцій, підвищити точність відновлення геометрії кузова й забезпечити стабільну якість виконуваних робіт.

Технологічний процес ремонту кузовів умовно можна поділити на дві основні частини:

– правку кузова та його окремих деталей;

– фарбування кузова і його елементів.

Кожна з цих частин потребує застосування спеціалізованого обладнання, яке відповідає характеру виконуваних операцій і прийнятій технології ремонту.

У таблиці 2.2 наведено відомість основного технологічного обладнання кузовної дільниці. До таблиці не включено малогабаритне обладнання, а також ручний інструмент, витратні матеріали й засоби індивідуального захисту, які використовуються в процесі виконання кузовних робіт.

Таблиця 2.2 – Відомість основного технологічного обладнання

Найменування	Кількість	Потужність, кВт	Габаритні розміри, мм
Зона підготовки Wolf	3	3	2000x1200x1000
Компресор BS750/40	1	7,5	810x670x880
Фарбувально-сушильна камера "Wolf WLE-S 230"	1	20	7000x4000x2950
Мийка UNIVERSE DS2640T	1	5,3	970x660x880
Апарат плазмового різання металу В6	1	3,2	130x290x250
верстат лещата	2		3200x1500
Стапель БС 123.000	1	2,2	3655x1778x838
Апарат для без контактного миття SCG/25 (sco25)	1	1,8	250x280x930
Кутова шліф машина LH 22E	2	1	400x210
Машинка ексцентрикова BR 133AE	2	0,35	220x150
Повітряний шланг	2		10 м
Камера для тесту напливів	1		600x800x600
Комплект спец оснастки	1		

Інфрачервоне сушіння SR-7200	1	7,2	1000 x 1400
SPOTTER A6	1	3	390x260x225

Подане технологічне обладнання дає змогу на кузовній дільниці виконувати весь необхідний комплекс робіт з ремонту кузовів автомобілів, забезпечуючи відновлення їх геометрії, міцності та зовнішнього вигляду відповідно до прийнятого технологічного процесу.

2.6 Розрахунок площ кузовної дільниці

2.6.1 Розрахунок площі виробничої дільниці

Площу виробничої дільниці визначають виходячи з щільності забудови дільниці технологічним обладнанням, а також як добуток площі, необхідної для розміщення одного автомобіля, на кількість робочих постів.

Такий підхід дає змогу забезпечити раціональне планування виробничого простору, створити безпечні умови праці, зручні проходи й проїзди, а також достатні зони для обслуговування обладнання та переміщення автомобілів у межах кузовної дільниці.

$$S_{\text{у}} = (S_{\text{об}} + S_{\text{авт}} \cdot N_{\text{ПР}}) \cdot \text{К}_n \quad (2.12)$$

де $S_{\text{об}}$ — сумарна площа проєкцій габаритів технологічного обладнання, м²;

$S_{\text{авт}}$ — середня площа автомобіля; для розрахунку приймаємо площу горизонтальної проєкції автомобіля ВАЗ-2190, яка становить 7,24 м²;

К_n — коефіцієнт щільності розміщення обладнання, $\text{К}_n = 3{,}5$.

Сумарна площа технологічного обладнання за його габаритними розмірами становить 54,8 м².

$$S_{\text{у}} = (54{,}8 + 7{,}24 \cdot 9) \cdot 3{,}5 = 418{,}86 \text{ м}^2$$

2.6.2 Розрахунок площ складських приміщень

Площу складських приміщень визначаємо розрахунком за формулою (2.13).

$$S_{\text{скл}} = S_{\text{об}} \cdot \text{К}_n \quad (2.13)$$

де $S_{\text{об}}$ — площа, зайнята складським обладнанням, м²; у розрахунку приймаємо $S_{\text{об}} = 12$ м²;

$\text{К}_n = 2{,}5$ — коефіцієнт щільності розміщення складського (технологічного) обладнання.

Наведені величини використовуються для визначення загальної площі складських приміщень за формулою (2.13) з урахуванням необхідних проходів, під'їздів і зон обслуговування обладнання.

$$S_{\text{скл}} = 12 \cdot 2{,}5 = 30 \text{ м}^2$$

2.6.3 Розрахунок площі зони зберігання автомобілів

Площу зони зберігання автомобілів визначаємо на основі кількості місць автомобілеочікування та автомобілезберігання.

Площу місць автомобілеочікування і автомобілезберігання розраховуємо за формулою (2.14).

$$S_{\text{ст}} = S_{\text{авт}} \cdot N_{\text{ст}} \cdot К_n \quad (2.14)$$

де $N_{\text{ст}}$ — кількість автомобіле-місць зберігання;

$К_n$ — коефіцієнт щільності розміщення автомобіле-місць зберігання.

$$S_{\text{ст}} = 7{,}24 \cdot 7 \cdot 2{,}5 = 126{,}7 \text{ м}^2$$

2.6.4 Розрахунок площ адміністративно-побутових приміщень

Площі побутових приміщень приймаємо відповідно до чинних нормативних вимог і чисельності персоналу кузовної дільниці:

– гардеробні (закритий спосіб зберігання одягу) — 6,5 м²;

– туалети — 2 санвузли розміром 1,2 × 0,8 м кожний, загальна площа становить 1,92 м²;

– умивальники — з розрахунку 0,1 м² на одного виробничого робітника; при чисельності 16 осіб приймаємо 1,6 м²;

– душові — відкрита душова кабіна площею 1,62 м².

Прийняті площі побутових приміщень забезпечують дотримання санітарно-гігієнічних вимог і створюють необхідні умови для відпочинку та особистої гігієни працівників кузовної дільниці.

2.7 Визначення потреби в електроенергії

2.7.1 Річне споживання силової електроенергії

Кількість електроенергії, необхідної для роботи технологічного обладнання, визначаємо розрахунком за формулою (2.15).

$$W_{\text{сил}} = \sum Р_{\text{у}} \cdot К_{\text{з}} \cdot Ф_0 \cdot К_{\text{СП}} \quad (2.15)$$

де $\sum Р_{\text{у}}$ — сумарна потужність технологічного обладнання, кВт;

$К_{\text{з}}$ — коефіцієнт завантаження технологічного обладнання, $К_{\text{з}} = 0{,}75$;

$Ф_0$ — дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

$К_{\text{СП}}$ — коефіцієнт попиту, що враховує неодночасність роботи споживачів; приймаємо $К_{\text{СП}} = 0{,}4$.

Наведені параметри використовуються для визначення річної витрати силової електроенергії технологічним обладнанням за формулою (2.15).

$$W_{\text{сил}} = 61{,}9 \cdot 0{,}75 \cdot 1708 \cdot 0{,}4 = 31718 \text{ кВт·год}$$

2.7.2 Річне споживання електроенергії на освітлення

Кількість електроенергії, необхідної для освітлення виробничих, складських і побутових приміщень кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за формулою (2.16).

$$W_{\text{осв}} = W_{\text{освПП}} + W_{\text{освСК}} + W_{\text{освАПБ}} \quad (2.16)$$

При цьому річні витрати електроенергії на освітлення виробничих, адміністративно-побутових і складських приміщень визначаємо розрахунком за формулою (2.17).

$$W_{\text{осв}} = \text{P}_{\text{уд}} \cdot t \cdot S_n \quad (2.17)$$

де $\text{P}_{\text{уд}}$ — питома потужність освітлювального навантаження, Вт/м²;

для виробничих приміщень приймається 20 Вт/м²;

для адміністративно-побутових приміщень — 22 Вт/м²;

для складських приміщень — 10 Вт/м²;

t — середня тривалість роботи освітлення, год;

S_n — площа підлоги приміщень, м².

$$W_{\text{освПП}} = 0{,}02 \cdot 2100 \cdot 419 = 17598 \text{ кВт·год}$$

Кількість електроенергії, необхідної для освітлення адміністративно-побутових приміщень, визначаємо розрахунком за відповідною формулою з урахуванням площі цих приміщень, питомої потужності освітлювального навантаження та середньої тривалості роботи освітлення протягом року.

Під час розрахунку використовують нормативне значення питомої потужності для адміністративно-побутових приміщень, яке становить 22 Вт/м², а також фактичну площу підлоги та час увімкнення освітлення. Отримане значення дає змогу визначити річні витрати електроенергії на освітлення даної групи приміщень і врахувати їх у загальному енергетичному балансі підприємства.

$$W_{\text{освАПБ}} = 0{,}022 \cdot 2100 \cdot 26{,}4 = 1220 \text{ кВт·год}$$

Кількість електроенергії, необхідної для освітлення складських приміщень, визначаємо за аналогічною методикою

$$W_{\text{освСК}} = 0{,}01 \cdot 2100 \cdot 30 = 630 \text{ кВт·год}$$

$$W_{\text{осв}} = 17598 + 1220 + 630 = 19448 \text{ кВт·год}$$

2.7.3 Річна витрата теплової енергії на опалення будівель

$$W_{\text{Т}} = q \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}) \cdot \text{Т}_{\text{от}} \quad (2.18)$$

де q — теплова характеристика будівлі; приймається в межах 0,3 ккал/(м³·град·год);

V — об'єм будівлі за зовнішнім обміром, м³;

$t_{\text{вн}}$ — температура повітря всередині будівлі, °С;

$t_{\text{нар}}$ — середня температура зовнішнього повітря за опалювальний сезон (наводиться у кліматичних довідниках; $t_{\text{нар}} = -31$ °С);

$\text{Т}_{\text{от}}$ — тривалість опалювального періоду, год/рік; $\text{Т}_{\text{от}} = 5088$ год/рік.

$$W_{\text{Т}} = 0{,}3 \cdot 2011 \cdot (17 + 31) \cdot 5088 = 147{,}34 \text{ Гкал/рік}$$

2.8 Планування виробничого корпусу

Компонування виробничого корпусу виконується з урахуванням низки основних положень:

1. Дільниці кузовного ремонту та фарбування автомобілів доцільно розміщувати в одному виробничому будинку.
2. Будівлю приймають прямокутної форми.
3. Технологічне обладнання необхідно розташовувати таким чином, щоб забезпечити послідовність технологічного процесу без зворотних і перехресних виробничих потоків.
4. Виробничі дільниці кузовного ремонту та фарбування автомобілів слід відокремлювати перегородками.
5. У межах дільниць необхідно передбачити кілька перпендикулярних проїздів, які одночасно виконують роль меж між окремими зонами.
6. Робочі пости, що потребують природного освітлення, слід розміщувати вздовж зовнішнього периметра будівлі.

Висоту виробничих приміщень приймаємо рівною 4,8 м. Під час розроблення планувальних рішень необхідно враховувати такі вимоги.

Пост мийки доцільно розташовувати в камері, закритій водонепроникними шторами. Приміщення для клієнтів слід розміщувати поруч із дільницею діагностики кузова автомобіля, щоб клієнт мав можливість спостерігати за процесом виявлення дефектів.

Для полегшення перепланування зон кузовної дільниці у разі зміни виробничих процесів як технологічне обладнання переважно слід застосовувати напольні оглядові пристрої, що забезпечують більшу гнучкість у розміщенні постів і обладнання (гідравлічні

та електричні підйомники, пересувні стійки, перекидачі тощо).

Під час розміщення постів кузовної дільниці керувалися нормованими відстанями між автомобілями, а також між автомобілями й елементами будівлі. Ці відстані встановлюються залежно від категорії автомобілів і забезпечують безпеку робіт, зручність обслуговування та можливість вільного переміщення персоналу й техніки.

2.9 Порядок проходження автомобіля під час ремонту на кузовній дільниці

Порядок оформлення автомобіля на кузовний ремонт

Оформлення автомобіля на проведення кузовного ремонту здійснюється відповідно до «Правил надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомототранспортних засобів».

Технологічний процес приймання автомобіля в ремонт на кузовну дільницю можна подати у такій послідовності:

– подання заявки замовником;

– розміщення автомобіля в зоні очікування;

– мийка автомобіля клієнта;

– проведення діагностики;

– оформлення замовлення-наряду на виконання робіт.

Дефектація кузова виконується з метою виявлення пошкоджень, визначення виду ремонту та вибору технологічних процесів відновлення наявних дефектів. Вона проводиться як під час приймання автомобіля в ремонт, так і на окремих етапах виконання відновлювальних операцій.

Приймання автомобіля в ремонт здійснюється на посту, обладнаному підйомником і вимірювальним інструментом. За потреби може застосовуватися спеціальне обладнання для контролю геометрії кузова.

Кузови автомобілів, що не брали участі в ДТП, як правило, мають зношувальні пошкодження, які проявляються у вигляді корозії, розривів, тріщин тощо. Автомобіль із наскрізною корозією по лініях несучих елементів, яка унеможливлює приєднання ремонтних вставок до передніх і задніх лонжеронів та підсилювачів підлоги одночасно, за відсутності підлоги кузова в зборі як запасної частини, ремонту не підлягає.

Також не ремонтуються кузови зі зміщенням після пожежі хоча б двох контрольних точок основи кузова більш ніж на 30 мм. Не підлягають ремонту й ті елементи кузова, що

змінили свою форму внаслідок обгорання або мають наскрізну корозію по лініях з’єднання з іншими частинами кузова.

2.10 Обґрунтування необхідності розроблення стійки для ремонту елементів легкових автомобілів

Бампери легкових автомобілів на сучасному етапі виготовляються переважно з полімерних матеріалів. Вони мають складну просторову форму, а фізико-механічні властивості пластику дають змогу ефективно поглинати енергію удару, зменшуючи пошкодження силових елементів кузова, а також підвищуючи безпеку пасажирів і збереження вантажу. Водночас у процесі експлуатації та особливо в разі дорожньо-транспортних пригод бампери зазнають пошкоджень: з’являються подряпини, тріщини, відколи та локальні руйнування.

Переважна частина пошкоджених бамперів після ДТП підлягає відновленню. Їх ремонт виконується на кузовних або малярних дільницях станцій технічного обслуговування. Важливе значення для зручності, безпеки та якості виконання робіт мають умови, в яких здійснюється ремонт бамперів.

Бампер є досить габаритною деталлю складного профілю, що характеризується значною гнучкістю. Зазначені особливості істотно ускладнюють виконання ремонтних операцій на звичайних робочих місцях, обладнаних типовими верстаками. Для якісного відновлення необхідно, щоб усі зони бампера перебували в максимально розвантаженому стані та не зазнавали додаткових деформацій під власною вагою.

У ряді випадків виникає потреба у формуванні або відновленні геометрії поверхні бампера. Для цього доцільно застосовувати спеціальні стенди або стійки, які забезпечують зручне, ергономічне й надійне закріплення деталі в різних положеннях. Такі пристрої дають змогу не лише виконувати ремонтні операції, а й здійснювати підготовку бампера до фарбування та безпосередньо процес фарбування з дотриманням вимог до якості покриття.

2.11 Аналіз існуючих конструкцій

Стійка для фарбування та ремонту кузовних деталей RoxelPro, X-подібної форми, підвищеної міцності, з габаритними розмірами 900 × 800 × 1100 мм, належить до універсальних арматурних стійок. Вона призначена для фарбування окремих елементів кузова, а також може використовуватися під час робіт із вклеювання автомобільного скла й виконання арматурних операцій зі збирання та розбирання кузовних деталей.

Х-подібна конструкція забезпечує достатню стійкість виробу та можливість розміщення різних за формою й габаритами елементів. Разом з тим така стійка не завжди дає змогу забезпечити повне розвантаження гнучких пластикових бамперів і надійну фіксацію їх у необхідному положенні під час виконання ремонтних і формувальних операцій.

Загальний вигляд стійки RoxelPro наведено на рисунку 3.1.



Рисунок 2.2 – Стійка для фарбування та ремонту кузовних деталей RoxelPro

Поворотна стійка для фарбування і ремонту кузовних деталей являє собою металеву рамну конструкцію на колісному ході. Вона оснащена редукторним приводом фіксатора, який дає змогу вибирати необхідні кути повороту центральної балки навколо її поздовжньої осі та забезпечувати жорстку фіксацію пофарбовуваної деталі.

Конструкція стійки має як стаціонарні, так і рухомі тримачі для закріплення кузовних деталей автомобіля. Це дає змогу надійно фіксувати елементи різної форми та розмірів. Стійка дозволяє одночасно виконувати обробку й фарбування двох деталей у різних комбінаціях, що підвищує продуктивність робіт.

На стійці передбачені два стаціонарні упори, які запобігають приляганню деталей до корпусу конструкції під час фарбування. Колісний хід забезпечує зручне переміщення стійки по виробничому приміщенню як у порожньому стані, так і разом із закріпленими деталями між робочими місцями технологічного циклу.

Регулювання кліренсу колісної бази дає змогу переміщати стійку у вузьких місцях (дверні прорізи тощо), а також підвищує її стійкість і надійність під час виконання операцій

з обробки та фарбування.

Поворотну стійку для фарбування і ремонту кузовних деталей зображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Поворотна стійка для фарбування і ремонту кузовних деталей

Універсальна стійка для ремонту кузовних елементів має можливість регулювання висоти розташування оброблюваної деталі. Така конструктивна особливість дає змогу встановлювати елемент у найбільш зручне для роботи положення, що підвищує ергономічність процесу та зменшує втому працівника.

Для стабілізації деталі під час обробки стійка оснащена двома підпірками, які запобігають її зміщенню та коливанням. Це забезпечує підвищену точність виконання операцій і покращує якість обробки поверхні.

Стійка призначена переважно для шліфувальної обробки кузовних елементів і може використовуватися під час підготовки деталей до фарбування або подальшого ремонту.

Загальний вигляд універсальної стійки для ремонту елементів кузова наведено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Універсальна стійка

Х-подібна стійка для фарбування і ремонту деталей являє собою стійку та водночас легку конструкцію, призначену для зручної роботи з кузовними елементами легкових і вантажних автомобілів, такими як двері, капот, кришка багажника тощо.

Для запобігання пошкодженню встановлюваних деталей стійка оснащена м’якими поролоновими валиками, які забезпечують дбайливу опору та захист поверхні елементів кузова. Конструкція стійки передбачає можливість регулювання відстані між опорними ніжками, що дає змогу адаптувати її до деталей різних розмірів і форм.

Завдяки простоті конструкції, малій масі та зручності у використанні Х-подібна стійка є ефективним допоміжним засобом під час виконання ремонтних, підготовчих і фарбувальних робіт на кузовній дільниці.

Х-подібну стійку для фарбування і ремонту деталей наведено на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Х-подібна стійка для фарбування і ремонту деталей

2.12 Опис розроблюваного стенда для ремонту елементів

Стенд для ремонту кузовних елементів виконаний у вигляді Х-подібної стійки. Конструкція стенда складається з двох основних частин — передньої та задньої стійок. Обидві стійки зварені з труб круглого та квадратного перерізу, що забезпечує необхідну міцність і жорсткість конструкції.

До центральної частини труб квадратного перерізу приварені напівмуфти:

– на задній стійці — глуха напівмуфта;

– на передній стійці — відкрита напівмуфта.

Між собою стійки з’єднуються за допомогою болтового з’єднання. Крім того, болтовими з’єднаннями до стійок приєднані секторні кронштейни, які виконують функцію клемових затискачів для фіксації кронштейнів бампера.

Загальний вигляд розроблюваного стенда наведено на рисунку 2.6. У процесі роботи стійки стенда розсуваються на необхідний кут. Після встановлення потрібного положення обидві стійки затягуються центральним болтом. При цьому штамповані виступи глухої напівмуфти входять в отвори відкритої напівмуфти, завдяки чому забезпечується надійна фіксація стійок відносно одна одної.

За допомогою секторних кронштейнів кронштейни бампера встановлюються в необхідне положення та фіксуються різьбовими з’єднаннями. Така конструкція дає змогу точно позиціонувати бампер, забезпечити його стійке закріплення й створити зручні умови для виконання ремонтних, формувальних і підготовчих до фарбування робіт.

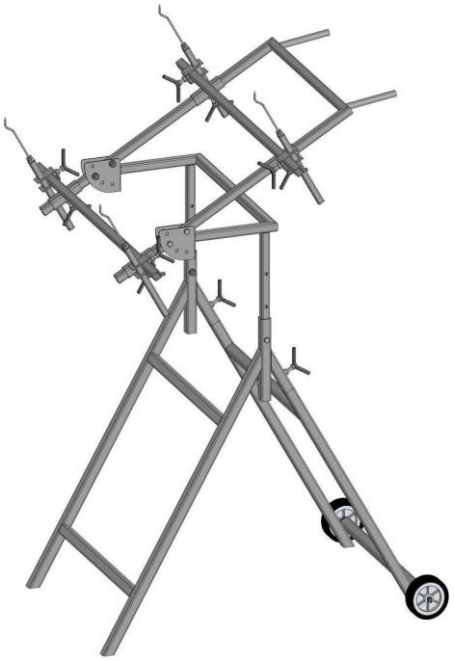


Рисунок 3.5 – Стенд для ремонту кузовних елементів

2.13 Конструкторські розрахунки

Приймаємо максимальне навантаження $F = 60$ Н, кількість болтів у з'єднанні $z = 1$, матеріал болта — сталь класу міцності 5.8.

Розрахунок болта на зріз виконуємо за формулою:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4}[\tau_{\text{ср}}] \geq \text{Р} \tag{2.19}$$

Діаметр болта, мм

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \text{Р}}{\pi \cdot [\tau_{\text{ср}}]}} \tag{2.20}$$

де P — сила, що діє поперек болта, Н

$$P = \frac{F}{z} = \frac{60}{2} = 30 \text{ Н}$$

z — кількість болтів у з'єднанні;

$[\tau_{\text{ср}}]$ — допустиме напруження на зріз, МПа; часто приймають

$$\left[\tau_{\text{ср}}\right] = (0{,}2 \ldots 0{,}3) \cdot \sigma$$

де σ — межа текучості матеріалу, $\sigma = 400$ МПа.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3{,}14 \cdot 80}} = 0{,}7 \text{ мм}$$

Розрахунковий діаметр болтів виявився значно меншим за діаметр, передбачений конструктивно та технологічно. Отже, дане болтове з'єднання має достатній запас міцності.

Далі виконаємо розрахунок кутового флангового зварного шва на міцність.

$$N = 2 \cdot 0{,}7 \cdot K \cdot R_{\text{у}}^{\text{СВ}} \tag{2.21}$$

де K — ширина катета зварного шва; приймаємо $K = 0{,}8$ см;

$R_{\text{у}}^{\text{СВ}}$ — розрахунковий опір зрізуванню в кутовому зварному шві; приймаємо $R_{\text{у}}^{\text{СВ}} = 90$ МПа.

$$N = 2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8 \cdot 90 = 100 \text{ МПа}$$

2.14 Економічний розрахунок виготовлення стенда для ремонту кузовних елементів

Визначимо собівартість виготовлення стенда для ремонту кузовних елементів. Собівартість включає вартість покупних виробів і матеріалів, заробітну плату робітників, які виготовляють стенд, а також накладні витрати. Розрахунок виконуємо за формулою (2.22).

$$\text{С}_{\text{ст}} = \text{С}_{\text{М}} + \text{С}_{n.u.} + \text{С}_{\text{пр.м}} + \text{Н} \tag{2.22}$$

де $\text{С}_{\text{М}}$ — вартість матеріалів, необхідних для виготовлення стенда для ремонту

елементів, грн.;

$С_{п.и.}$ — вартість покупних виробів, необхідних для виготовлення стенда для ремонту елементів, грн.;

$С_{пр.м}$ — заробітна плата під час виготовлення стенда для ремонту елементів, грн.;

$Н$ — накладні витрати.

Вартість покупних виробів подамо в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вартість покупних виробів і матеріалів

Найменування виробів	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Болт М8-6gх40 ГОСТ 7796-70	4	5,51	22,04
Болт М10-6gх75 ГОСТ 7796-70	1	12,99	12,99
Гайка М8-6G ГОСТ 3032-76	4	2,03	8,12
Гайка М10-6G ГОСТ 3032-76	1	3,03	3,03
Разом	—	—	46,18

Таблиця 2.4 – Вартість матеріалів для виготовлення деталей стенда для ремонту елементів

Прокат	Маса, кг	Вартість кг, грн.	Кількість, шт.	Сума, грн.
Лист 2,00х1000х2000 ГОСТ 19904-90/Ст3кп ГОСТ 16523-97	1,59	37,4	2	118,93
Труба 32 * 1,5 ГОСТ 10704-91 / Ст3кп ГОСТ 16523-97	0,91	37,4	4	136,14
Труба 30х30х1,5 - 08кп ТУ 14-105-566-93	1,53	37,4	2	114,44
Труба 15*1 ГОСТ 10704-91 / Ст3кп ГОСТ 16523-97	0,33	37,4	2	24,68
Лист 0,8 ГОСТ 19903-2015/Ст3сп ГОСТ 16523-97	0,17	37,4	2	12,72
				406,91

Заробітна плата робітників, які беруть участь у виготовленні стенда для ремонту елементів, формується з основної та додаткової оплати праці, а також включає страхові внески.

Загальну суму заробітної плати визначаємо за формулою (2.23).

$$С_{пр.м} = С_{пр} + С_{дод} + С_{соц} \quad (2.23)$$

де $С_{пр}$ — основна заробітна плата виробничих робітників, які виготовляють стенд для ремонту елементів, грн.;

$С_{дод}$ — додаткова заробітна плата виробничих робітників, які виготовляють стенд для ремонту елементів, грн.;

$С_{соц}$ — страхові внески, руб.

Основну заробітну плату визначаємо за формулою (2.24).

$$С_{пр} = t_1 \cdot С_ч \cdot К_t \quad (2.24)$$

де t_1 — трудомісткість виготовлення деталей стенда для ремонту елементів, люд.-год;

$С_ч$ — тарифна ставка робітників, зайнятих виготовленням стенда для ремонту елементів, руб./год; приймаємо $С_ч = 100$ грн./год;

$К_t$ — коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати; приймається в межах 1,025…1,030.

Таблиця 2.5 – Трудомісткість виготовлення деталей стенда для ремонту елементів та його складання, люд.-год

Найменування операції	Трудомісткість
Слюсарна	0,5
Зварювальна	0,5
Свердлильна	0,15
Малярна	1
Складальна	0,1
Разом	2,25

$$С_{пр} = 2{,}25 \cdot 100 \cdot 1{,}030 = 231{,}75 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата робітників, зайнятих виготовленням стенда для ремонту елементів

$$С_{дод} = С_{пр} \cdot 0{,}1 \quad (2.25)$$

$$С_{дод} = 231{,}75 \cdot 0{,}1 = 23{,}18 \text{ грн}$$

Нарахування за страховими внесками [31]

$$С_{стр} = \frac{(С_{пр} + С_{дод}) \cdot 30}{100} \quad (2.26)$$

$$С_{стр} = \frac{(231{,}75 + 23{,}18) \cdot 30}{100} = 76{,}48 \text{ грн}$$

Собівартість виготовлення стенда для ремонту елементів

$$С_{пр.м} = 231{,}75 + 23{,}18 + 76{,}48 = 331{,}41 \text{ грн}$$

Розмір накладних витрат приймаємо у розмірі 40 % від витрат на заробітну плату робітників, зайнятих виготовленням стенда для ремонту елементів

$$С_н = С_{пр.м} \cdot 0{,}4 \quad (2.27)$$

$$С_н = 331,41 \cdot 0,4 = 132,56 \text{ грн}$$

Повні витрати на виготовлення стенда для ремонту елементів

$$С_{ст} = 46,18 + 406,91 + 331,41 + 132,56 = 917,06 \text{ грн}$$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз умов праці працівників проєктованої кузовної дільниці

Режим роботи проєктованої дільниці кузовного ремонту встановлюється з 09:30 до 17:30 з обідньою перервою з 13:00 до 14:00. Передбачається шестиденний робочий тиждень із тривалістю 7 робочих годин на день. Працівники дільниці кузовного ремонту обов'язково проходять навчання з охорони праці. Під час прийняття на роботу проводиться вступний інструктаж, організовується навчання безпечним методам виконання робіт та надання першої допомоги.

Для забезпечення нормальної роботи персоналу на робочих місцях необхідно підтримувати виробничі фактори не нижче нормативних, зокрема: мікроклімат, забрудненість повітря, виробничий шум, вібрацію та освітлення.

3.1.1 Мікроклімат

Для запобігання хронічним захворюванням працівників кузовної дільниці важливо підтримувати необхідний температурний режим, оптимальну вологість і швидкість руху повітря з урахуванням тепловиділень, важкості виконуваних робіт та пори року відповідно до рекомендацій [41].

Температура на кузовній дільниці у теплий період року не повинна перевищувати 20…23 °С, а в холодний і перехідний періоди має бути не нижчою за 17…20 °С. Відносна вологість повітря на робочих місцях повинна становити 40…60 %**.** У теплий період швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,3…0,4 м/с, а в холодний і перехідний — 0,2…0,3 м/с. Оптимальні параметри мікроклімату забезпечуються системами опалення та припливно-витяжної вентиляції.

3.1.2 Шум і вібрація

Підвищений рівень шуму негативно впливає на органи слуху та загальний стан працівників. На кузовній дільниці рівень шуму не повинен перевищувати 50…75 дБ. Для зниження інтенсивності шуму стіни приміщення доцільно облицювати звукопоглинальними матеріалами [27].

Обладнання кузовної дільниці встановлюється через спеціальні гумові прокладки, використання яких знижує рівень вібрації. Додатково компресор рекомендується розміщувати в окремому приміщенні, що також сприяє зменшенню шумового навантаження.

3.1.3 Освітлення

Виконання виробничих операцій ускладнюється, а в окремих випадках стає неможливим без достатнього освітлення. Освітленість робочих зон має відповідати нормативним вимогам і залежить від характеру виконуваних робіт. За даними різних джерел, оптимізація освітлення на робочому місці може підвищити продуктивність праці до 30 %.

Освітлення робочих місць може бути природним або штучним. Природне освітлення є найбільш сприятливим для людини: за даними фізіологів продуктивність праці при природному освітленні вища приблизно на 10 % порівняно зі штучним. Однак природне освітлення є нестабільним і змінюється залежно від часу доби, пори року та метеорологічних умов.

З огляду на це у виробничих приміщеннях пріоритет надається штучному освітленню, яке забезпечує гарантований рівень освітленості. У сучасних умовах широко застосовуються енергоощадні технології: лампи розжарювання були замінені люмінесцентними, потім енергозберігальними, а нині найбільш поширеним варіантом є світлодіодні прожектори. Вони вирізняються економічністю за споживаною потужністю, великим ресурсом роботи та можливістю наближення спектра світла до денного. Очищення скла прожекторів має виконуватися регулярно, не рідше двох разів на рік.

Штучне освітлення повинно відповідати нормативним вимогам, а світильники необхідно розміщувати так, щоб забезпечити можливість їх технічного обслуговування. Електроживлення світильників здійснюється від мережі напругою не більше 220 В. Світильники рекомендується встановлювати не нижче 2,5 м від рівня підлоги з урахуванням недоступності випадкового дотику до струмопровідних частин.

Робочі місця з місцевим освітленням оснащуються світильниками з непросвічувальними відбивачами, конструкція яких повинна передбачати можливість зміни напряму світлового потоку. Крім основного освітлення на дільниці необхідно передбачити аварійне освітлення, яке працює незалежно від основного та вмикається при його раптовому відключенні.

3.2 Розрахунок штучного освітлення

Розміри дільниці кузовного ремонту становлять 419 м²: довжина 24 м, ширина 18 м, висота 4 м.

Загальну систему освітлення проєктують за найменшими розмірами об’єктів. На кузовній дільниці виконуються роботи середньої точності, для яких нормована середня

освітленість становить 300 лк [27]. Значення коефіцієнта запасу, що враховує запиленість і задимленість, приймаємо $К_з = 1{,}7$ [27].

Найвигідніше співвідношення відстані між світильниками $L_{св}$ до висоти їх підвішування приймаємо при $h_{св} = 3$ м. Із прийнятого співвідношення визначаємо коефіцієнт $g = 1{,}5$. Відстань між світильниками розрахуємо за формулою (3.1).

$$L_{св} = g \cdot h_{св} \tag{3.1}$$

$$L_{св} = 1{,}5 \cdot 3 = 4{,}5 \text{ м}$$

Відстань L_1 до першого ряду світильників визначаємо розрахунком за формулою (3.2).

$$L_1 = 0{,}5 \cdot L_{св} \tag{3.2}$$

$$L_1 = 0{,}5 \cdot 4{,}5 = 2{,}25 \text{ м}$$

Відстань між крайніми рядами світильників визначаємо з урахуванням ширини приміщення та прийнятого кроку їх розміщення. Розрахунок виконуємо виходячи з геометричних розмірів дільниці та рівномірного розподілу світильників по ширині приміщення:

$$L_2 = b - 2 \cdot L_1 \tag{3.3}$$

де b — ширина приміщення, м.

$$L_2 = 18 - 2 \cdot 2{,}25 = 13 \text{ м}$$

Кількість рядів світильників, що розміщуються між крайніми рядами по ширині приміщення, визначаємо розрахунком за формулою (3.4).

$$n_{св.ш} = \frac{L_2}{L_{св}} - 1 \tag{3.4}$$

$$n_{св.ш} = \frac{13}{4{,}5} - 1 = 1{,}889 \text{ рядів}$$

Приймаємо 2 ряди світильників.

Загальну кількість рядів світильників по ширині приміщення визначаємо розрахунком за формулою (3.5).

$$n_{св.ш.о} = n_{св.ш} + 2 \tag{3.5}$$

$$n_{св.ш.о} = 2 + 2 = 4 \text{ рядів}$$

Відстань між крайніми рядами світильників по довжині приміщення визначаємо розрахунком за формулою (3.6).

$$L_3 = a - 2 \cdot L_1 \tag{3.6}$$

де a — довжина рядів світильників, м.

$$L_З = 24 - 2 \cdot 2{,}25 = 19{,}5 \text{ м}$$

Загальну кількість світильників по довжині приміщення визначаємо розрахунком за формулою (3.7).

$$n_{\text{св.о.о}} = n_{\text{св.о}} + 1 = \frac{L_З}{L_{\text{св}}} + 1 \tag{3.7}$$

$$n_{\text{св.д.о}} = \frac{19{,}5}{22{,}5} + 1 = 9{,}667 \text{ шт}$$

Приймаємо 10 світильників по довжині приміщення.

Загальну кількість світильників визначаємо розрахунком за формулою (3.8).

$$n_{\text{св}} = n_{\text{св.ш.о}} \cdot n_{\text{св.д.о}} \tag{3.8}$$

$$n_{\text{св}} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ шт}$$

Приймаємо 40 світильників.

Показник форми приміщення визначаємо розрахунком за формулою (3.9).

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{h_{\text{св}} \cdot (a+b)} \tag{3.9}$$

$$\varphi = \frac{18 \cdot 24}{3 \cdot (18+24)} = 3{,}43$$

Питому потужність $\text{Р}_\text{У}$ для загального рівномірного освітлення приймаємо залежно від площі освітлюваного приміщення $S_n = 419$ м², необхідної освітленості $E = 300$ лк та висоти підвісу світильників $h_{\text{св}} = 3$ м. Як джерела світла приймаємо світлодіодні прожектори типу ДСП.

Коефіцієнт відбиття світла від стелі приймаємо $\rho_{\text{п}} = 0{,}7$, а від стін — $\rho_{\text{с}} = 0{,}5$. Для зазначених умов коефіцієнт використання світлового потоку світильників типу ДСП становить 0,72.

Розрахунковий світловий потік одного світильника визначаємо за формулою (3.10).

$$F_{\text{Л}} = \frac{\text{Е}_\text{Н} \cdot \text{К}_\text{З} \cdot Z \cdot S_{\text{П}}}{n_{\text{св}} \cdot \eta_u} \tag{3.10}$$

$$F_{\text{Л}} = \frac{300 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}1 \cdot 419}{40 \cdot 0{,}72} = 8162 \text{ лм}$$

Вибираємо світлодіодний прожектор АЕК-ДСП36-070-001 потужністю 70 Вт зі світловим потоком 8730 лм.

Дійсна освітленість робочої зони за прийнятої кількості світильників і обраних параметрів системи освітлення становитиме:

$$\text{Е}_\text{Д} = \frac{F_{\text{Л}} \cdot n_{\text{св}} \cdot \eta_u}{\text{К}_\text{З} \cdot Z \cdot S_n} \tag{3.11}$$

$$E_Д = \frac{8730 \cdot 40 \cdot 0{,}72}{1{,}7 \cdot 1{,}1 \cdot 419} = 321 \text{ лк}$$

Сумарна споживана потужність системи загального освітлення визначається як добуток кількості встановлених світильників на номінальну потужність одного світильника.

Отже, сумарна потужність, що споживається на загальне освітлення приміщення, становить:

$$P = P_л \cdot n_{св} \quad (3.12)$$

$$P = 70 \cdot 40 = 2800 \text{ Вт}$$

Дійсна освітленість робочої зони істотно перевищує нормативне значення, отже, обрані світильники повністю відповідають вимогам і можуть бути рекомендовані для встановлення на кузовній дільниці.

Необхідна сумарна потужність системи загального освітлення становить 2800 Вт, що забезпечує створення комфортних і безпечних умов праці під час виконання кузовних робіт.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Загальна характеристика підприємства

Завданням діяльності проєктованої кузовної дільниці є відновлення кузовів легкових автомобілів. Основними видами робіт, що виконуються на дільниці, є: очищення кузова, слюсарні та арматурні роботи, кузовні роботи, а також операції з підготовки та фарбування кузова.

На проєктованій дільниці передбачається виконання всього комплексу робіт з відновлення кузовів легкових автомобілів вітчизняного та імпортного виробництва. Кузовна дільниця має 9 робочих постів для проведення всіх виробничих операцій.

На дільниці встановлено спеціалізований стенд для правки кузовів — стапель, який дає змогу відновлювати складні види пошкоджень кузовів практично будь-яких легкових автомобілів. Виконання кузовних робіт забезпечується відповідним технологічним обладнанням, що відповідає прийнятому технологічному процесу.

4.2 Розрахунок суми капітальних вкладень

Сума капітальних вкладень за проєктом формується із:

– витрат на капітальний ремонт приміщення, у якому розміщується кузовна дільниця;

– вартості технологічного обладнання.

Вартість капітального ремонту будівлі визначається за укрупненими розцінками на 1 м³ будівельного об’єму.

Вартість капітального ремонту кузовної дільниці обчислюємо за формулою (4.1).

$$С_{ЗДкуз.діл.} = U_{СТР} \cdot Ц_{м^3} \quad (4.1)$$

де $Ц_{м^3}$ — вартість 1 м³ будівельних робіт, грн.; приймаємо $Ц_{м^3} = 400$ грн/м^3.

$U_{СТР}$ — будівельний об’єм дільниці, м³; визначається за залежністю $U_{СТР} = S \cdot h = 419 \cdot 4{,}8 = 2011{,}2$ м^3.

$$С_{ЗДкуз.діл.} = 2011{,}2 \cdot 400 = 804480 \text{ грн}$$

Таблиця 4.1 – Вартість придбаного обладнання

Найменування обладнання	Модель	Вигот.	Кількість, шт. ст.	Термін аморт.,	Років	Сума аморт., грн.

			, грн.			
1	2	3	4	5	6	7
Стапель	БС-123.000	Россия	1	225000	10	22500
Апарат контактного зварювання (універсальний)	SPOTTER A6	Techwin, Тайвань	1	12550	10	1255
Апарат плазмового різання	B6	Techwin, Тайвань	1	11200	5	2240
Верстак слюсарний		Россия	1	3000	3	1000
Шафа для інструменту		Россия	1	5300	3	1766
Компресор	BS750/40	Кратон, Китай	1	15800	7	2257
Набір: Краскопульт +краскопульт PRi-1,8+гайковий ключ +2 шт. сопло + олія для змащення	DK-519 GTI-G110- 14	FESTO, Германия	1	11250	5	2250
Зона підготовки (рециркуляція)	Wolf	Wolf, Германия	2	350000	10	35000
Інфрачервоне сушіння	SR-7200	Techwin, Тайвань.	1	35000	7	5000
Машинка ротаційна полірувальна	RAP 150.03E	FESTO, Германия	2	7700	3	2566
Професійний пилосос	UNIVERSE 550/24	UNIVERSE Германия	1	8500	3	2833
Комплект рихтувального інструменту	№12143	Stahlwille, Германия	1	8700	5	1740
Апарат для безконтактного миття	SCG/25 (sco25)	Delvir, Италия	1	12750	5	2550

Фарбувально-сушильна камера	"Wolf WLE-S 230 "	Wolf, Германия	1	433000	10	43300
Шафа для зберігання лакофарбових матеріалів		Россия	1	2850	3	950
Набір викруток, 6 шт	SATA	Китай	1	800	3	266
Набір інструменту: кліщі універсальні	SATA	Китай	1	1300	3	433
Набір інструменту: молоток 500г, 2 зубила	SATA	Китай	1	430	2	215
Набір рохкових ключів, 11 шт. (6-36 мм)	SATA	Китай	1	1100	3	366
Набір довгих комбінованих ключів, 17 шт. (6-24 мм)	SATA	Китай	1	3150	3	1050
Набір накидних ключів, 8шт (6-22 мм)	SATA	Китай	1	1300	3	433
Машинка ексцентрикова	BR 133AE	FESTO, Германия	2	9900	5	1980
Дриль	D10VC2-S	Bosch,	1	5500	3	1833
Клепальник		Китай	1	300	1	300

Зажими		Китай	1	180	1	180
Універсальний набір ключів	SATA	Китай	2	6500	2	3250
Скриня для відходів		Россия	1	1300	1	1300
Зварювальний напіватомат	Vegamig 200/2	Япония	1	18000	7	2571
Електричний генератор гарячого повітря	Red Planer EP50T	Techwin, Тайвань.	1	11500	7	1642
			33	1570260		166341

Капітальні вкладення за проєктом формуються як сума витрат на придбання технологічного обладнання та витрат на капітальний ремонт будівлі, у якій розміщується кузовна дільниця.

Загальну величину капітальних вкладень визначаємо за формулою (4.2).

$$КВ = С_{діл} + С_{обл} \quad (4.2)$$

де $С_{обл}$ — вартість обладнання, визначена в технологічній частині, грн;

$$С_{обл} = 1570260 \text{ грн}$$

$С_{діл}$ — витрати на капітальний ремонт дільниці, грн;

$$С_{діл} = 804480 \text{ грн}$$

$$КВ = 1570260 + 804480 = 2374740 \text{ грн}$$

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників визначаємо розрахунком за формулою (4.3).

$$ФЗП_{тар} = С_{ср} \cdot Т_{ТР}^{ум} \quad (4.3)$$

де $С_{ср}$ — середня тарифна ставка, грн; приймаємо

$$С_{ср} = 120 \text{ грн}$$

$Т_{ТР}^{УМ}$ — річний обсяг робіт з ремонту на кузовній дільниці, люд.-год;

$$Т_{ТР}^{УМ} = 11990 \text{ люд.-год}$$

$$F\text{ФЗП}_{тар} = 120 \cdot 11990 = 1438800 \text{ грн}$$

Річний основний фонд заробітної плати виробничих робітників з урахуванням премії, розмір якої становить 5 %, визначаємо розрахунком за формулою (4.4).

$$\text{ФЗП}_{ОСН} = F\text{ФЗП}_{тар} + \text{ПР} \quad (4.4)$$

$$\text{ФЗП}_{ОСН} = 1438800 + 0{,}05 \cdot 1438800 = 1510740 \text{ грн}$$

Додатковий фонд заробітної плати, до складу якого входять виплати за час відпусток та інші передбачені законодавством компенсації за невідпрацьований час, визначаємо розрахунком за формулою (4.5).

$$F\text{ФЗП}_{дод} = \frac{П_{дод} \cdot F\text{ФЗП}_{тар}}{100\%} \quad (4.5)$$

$$П = \frac{Д_0 \cdot 100}{(Д_к - Д_в - Д_п - Д_0) + 5\%} \quad (4.6)$$

де $Д_0$ — кількість днів відпустки; приймаємо $Д_0 = 28$ дн.;

$Д_к$ — кількість календарних днів у році; $Д_к = 365$ дн.;

$Д_в$ — кількість вихідних днів; $Д_в = 104$ дн.;

$Д_п$ — кількість святкових днів; $Д_п = 12$ дн.

Додатково враховуємо 5 % на інші пропуски робочого часу з поважних причин (хвороба, виконання державних обов'язків тощо).

$$П_{дод} = \frac{28 \cdot 100}{(365 - 104 - 12 - 28)} + 5\% = 17{,}67\%$$

$$F\text{ФЗП}_{дод} = \frac{17{,}67 \cdot 1438800}{100} = 254236 \text{ грн}$$

Загальний фонд заробітної плати виробничих робітників, який включає основну заробітну плату з урахуванням премій, додаткову заробітну плату та інші передбачені виплати, визначаємо розрахунком за формулою (4.7).

$$F\text{ФЗП}_{ЗФЗ} = \text{ФЗП}_{ОСН} + F\text{ФЗП}_{дод} \quad (4.7)$$

$$F\text{ФЗП}_{ЗФЗ} = 1438800 + 254236 = 1693036 \text{ грн}$$

Відрахування до фонду соціального страхування визначаємо розрахунком за формулою (4.8).

$$О_{СОЦ} = \frac{ФЗП_{ЗФЗ} \cdot П_{від}}{100\%} \quad (4.8)$$

де $П_{від}$ — відрахування на соціальні потреби; приймаємо $П_{від} = 30\%$.

$$О_{СОЦ} = \frac{1693036 \cdot 30}{100} = 507911 \text{ грн}$$

Загальний фонд заробітної плати виробничих робітників з урахуванням відрахувань на соціальні потреби визначаємо розрахунком за формулою (4.9).

$$ФЗП_{ЗФЗ} = ФЗП_{ЗФЗ.к} + О_{СОЦ} \quad (4.9)$$

$$ФЗП_{ЗФЗ} = 1693036 + 507911 = 2200947 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на матеріали, необхідні для виконання виробничої програми

$$З_{м} = М_{0} \cdot З_{рм} \quad (4.10)$$

де $З_{рм}$ — середні витрати на матеріали, необхідні для ремонту одного автомобіля, грн. Приймаємо: $З_{рм} = 1200$ грн.

$$З_{м} = 400 \cdot 1200 = 24000 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на сировину для виконання виробничої програми

$$З_{з.в.м.} = З_{м} \cdot 5\% \quad (4.11)$$

$$З_{з.в.м.} = 480000 \cdot 0{,}05 = 24000 \text{ грн}$$

Витрати на силову електроенергію, споживану технологічним обладнанням кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за формулою (4.12).

$$С_{Е} = W_{Е} \cdot Ц_{Е} \quad (4.12)$$

де $W_{Е}$ — потреба в силовій електроенергії, кВт·год;

$Ц_{Е}$ — вартість 1 кВт·год електроенергії, грн; приймаємо $Ц_{Е} = 7{,}56$ грн.

Розрахунок потужності та річної потреби в силовій електроенергії зведемо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Вартість силової електроенергії

Найменування обладнання	Паспортна потужність,	Річний фонд робочого дня, год.	Максимальна потреба в електроенергії, кВт	Коефіцієнт завантаження обладнання	Коефіцієнт попиту	ККД	Коефіцієнт рахунку втрат у мережі	Фактична потреба в електроенергії, кВт
Зварювальний напівавтомат	2,3	1708	3928,4	0,75	0,4	0,9	0,95	1378

Стенд для виправлення кузовів	2,2	1708	3757,6	0,75	0,4	0,9	0,95	1318
Зона підготовки автомобіля перед фарбуванням	3	1708	5124	0,75	0,4	0,8	0,95	2023
Апарат контактного зварювання	1,8	1708	3074,4	0,75	0,4	0,8	0,95	1214
Фарбувально-сушильна камера	20	1708	34160	0,75	0,4	0,8	0,95	13484
Інше обладнання	18	1708	30744	0,75	0,4	0,8	0,95	12136
РАЗОМ								31553

$$С_Е = 31553 \cdot 7{,}56 = 238541 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію, необхідну для освітлення кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за відповідною формулою:

$$С_{св} = W_{св} \cdot Ц_{св} \quad (4.13)$$

де $W_{св}$ — річна потреба в електроенергії для освітлення дільниці, кВт·год;

$Ц_{св}$ — витрати на електроенергію для освітлення, грн;

$$С_{св} = 19884 \cdot 7{,}56 = 150323 \text{ грн}$$

Витрати на водопостачання, необхідні для забезпечення виробничих, санітарно-побутових і допоміжних потреб кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за формулою (4.14).

$$З_{вп} = \frac{(V_Р \cdot N_Р + V_Н \cdot S_{УМ}) К \cdot Д_{Р.F} \cdot Ц_{в.с}}{1000} \quad (4.14)$$

де $V_Р$ — норма об'єму води на одного робітника, л; приймаємо $V_Р = 25$ л;

$N_Р$ — кількість робітників, чол.: $N_Р = 8$ чол.;

$V_Н$ — норма витрати води на 1 м² площі, л; приймаємо $V_Н = 1{,}5$ л;

$S_{УМ}$ — площа дільниці, м²: $S_{УМ} = 419$ м².

K— коефіцієнт, що враховує витрати води на непередбачені потреби; приймаємо $K = 1{,}2$;

$Д_{Р.F}$ — кількість робочих днів у році, днів: $Д_{Р.F} = 255$ дн.;

$Ц_{в.с}$ — вартість 1 м³ водопостачання, грн; приймаємо $Ц_{в.с} = 18{,}92$ грн.

$$З_{вп} = \frac{(25 \cdot 8 + 1{,}5 \cdot 419) \cdot 1{,}2 \cdot 255 \cdot 18{,}92}{1000} = 4797 \text{ грн}$$

Витрати на гаряче водопостачання, необхідне для забезпечення виробничих і санітарно-побутових потреб кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за формулою (4.15).

$$З_{вп} = \frac{(V_Р \cdot N_Р + V_Н \cdot S_{УМ}) К \cdot Д_{Р.Г} \cdot Ц_{Г.в.с}}{1000} \quad (4.15)$$

де $V_Р$ — норма об'єму гарячої води на одного робітника, л; приймаємо $V_Р = 10$ л;

$N_Р$ — кількість робітників, чол.: $N_Р = 8$ чол.;

$V_Н$ — норма витрати гарячої води на 1 м² площі, л; приймаємо $V_Н = 1$ л;

$S_{УМ}$ — площа дільниці, м²: $S_{УМ} = 419$ м²;

$К$ — коефіцієнт, що враховує витрати гарячої води на непередбачені потреби; приймаємо $К = 1{,}2$;

$$З_{вп} = \frac{(10 \cdot 8 + 1 \cdot 419) \cdot 1{,}2 \cdot 255 \cdot 127{,}73}{1000} = 19504 \text{ грн}$$

Витрати на водовідведення, пов'язані з відведенням використаної холодної та гарячої води у процесі виробничої і санітарно-побутової діяльності кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за формулою (4.16).

$$З_{вв} = \frac{(V_Р \cdot N_Р + V_Н \cdot S_{УМ}) К \cdot Д_{Р.Г} \cdot Ц_{вв}}{1000} \quad (4.16)$$

де $Ц_{вв}$ — вартість 1 м³ водовідведення, грн; приймаємо $Ц_{вв} = 18$ грн.

$$З_{вв} = \frac{(35 \cdot 8 + 2{,}5 \cdot 419) \cdot 1{,}2 \cdot 255 \cdot 18}{1000} = 7312 \text{ грн}$$

Витрати на опалення виробничих, складських та адміністративно-побутових приміщень кузовної дільниці визначаємо розрахунком за формулою (4.17).

$$З_{оп} = Q_{оп} \cdot V_{УМ} \cdot Ц_Q \quad (4.17)$$

де $Q_{оп}$ — річна потреба в тепловій енергії для опалення будівлі, Гкал: $Q_{оп} = 147{,}34$ або 0,073 Гкал/м³;

V — об'єм будівлі, м³: $V = 2011$ м³;

$Ц_Q$ — вартість 1 Гкал теплової енергії, грн; приймаємо $Ц_Q = 1634{,}76$ грн.

$$З_{оп} = 0{,}073 \cdot 2011 \cdot 1634{,}76 = 240866 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування на приміщення кузовної дільниці визначаємо розрахунком за формулою (4.18).

$$А_О = \frac{С_Б}{Н} \quad (4.18)$$

де $С_Б$ — балансова вартість приміщення кузовної дільниці, грн;

$Н$ — строк амортизації виробничого приміщення, років.

$$А_О = \frac{804480}{25} = 32179 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування на технологічне обладнання кузовної дільниці становлять 166141 грн.

Витрати на заходи з охорони праці та техніки безпеки, пов'язані із забезпеченням безпечних умов роботи персоналу кузовної дільниці, визначаємо розрахунком за формулою (4.19).

$$З_{ох} = З_{ох.} \cdot N_р \quad (4.19)$$

де $З_{ох.}$ — витрати на охорону праці та техніку безпеки в розрахунку на одного робітника, грн; приймаємо $З_{ох.} = 2800$ грн;

$N_р$ — чисельність робітників, чол.: $N_р = 8$ чол.

$$З_{ох} = 2800 \cdot 8 = 22400 \text{ грн}$$

Інші витрати, пов'язані з функціонуванням кузовної дільниці та не віднесені до основних статей калькуляції, визначаємо розрахунком за формулою (4.20).

$$З_{пр} = \frac{(С_Е + С_{св} + З_{вп} + З_{F_{вп}} + З_{оп} + А_О + А_{сум} + З_{ох}) \cdot 5}{100} \quad (4.20)$$

$$З_{пр} = \frac{(238541 + 150323 + 4797 + 19504 + 7312 + 240866 + 32179 + 166141 + 22400) \cdot 5}{100} = 44103 \text{ грн}$$

4.3 Розрахунок собівартості робіт

Таблиця 4.3 – Відомості про витрати, що включаються до собівартості робіт

Статті витрат	Сума, тис. грн.
Фонд оплати праці	2200947
Витрати на сировину та матеріали	504000
Силова електроенергія	238541
Освітлення	150323
Доброобладнання	4797
Гаряча водопостачання	19504
Водовідведення	7312
Опалення	240866
Амортизація приміщення	32179
Амортизація обладнання	166341
Охорона праці та ТБ	22400
Інші витрати	44133
Все	3631343

4.4 Розрахунок річної економічної ефективності

Розрахунок економічної ефективності діяльності проектованої кузовної дільниці передбачає визначення величини річного прибутку та строку окупності капітальних вкладень.

$$В = П_{посл} \cdot Т_{ТР}^{ум} \quad (4.21)$$

де $П_{посл}$ — вартість однієї нормо-години виконання робіт, грн; приймаємо $П_{посл} = 500$ грн;

$Т_{ТР}^{ум}$ — річний фонд часу виконання робіт на кузовній дільниці, люд.-год: $Т_{ТР}^{ум} = 11990$ люд.-год.

$$В = 500 \cdot 11990 = 5995000 \text{ грн}$$

Валовий прибуток кузовної дільниці визначається як різниця між річним доходом (виручкою від реалізації послуг) і повною собівартістю виконаних робіт.

$$П_в = В - С \quad (4.22)$$

$$П_в = 5995000 - 3631343 = 2363657 \text{ грн}$$

Рентабельність діяльності проектованої кузовної дільниці визначаємо як відношення чистого прибутку до повної собівартості виконання ремонтних робіт з відновлення кузовів легкових автомобілів.

$$Р = \frac{П_в}{С} \quad (4.23)$$

$$Р = \frac{2363657}{3462439} = 68{,}3\%$$

Строк окупності капітальних витрат на створення та оснащення кузовної дільниці визначаємо як відношення загальної суми капітальних вкладень до величини річного чистого прибутку.

$$Т_0 = \frac{2374740}{1890926} = 1{,}256 \text{ роки}$$

Строк окупності капітальних вкладень, тобто період, протягом якого інвестиції повністю відшкодовуються за рахунок отриманого прибутку, становить 3 роки і 2 місяці. Це значення є меншим за нормативний строк окупності, який складає майже п’ять років. Отже, прийняті проєктні рішення можна вважати економічно доцільними та ефективними [17].

Таблиця 4.4 – Річні техніко-економічні показники кузовної дільниці

Показники	Значення
Капітальні гасіння, тис. грн.	2374740
Собівартість робіт, тис. грн.	3631343
Чистий прибуток, тис. грн.	2026049
Рентабельність, %	68,3
Термін окупності, років	1,26

Проєктований кузовний ремонтний підрозділ реконструюється та оснащується технологічним обладнанням на загальну суму 2374,74 тис. грн. Собівартість виконання річної виробничої програми в обсязі 400 автомобілів становитиме 3631,34 тис. грн. При цьому рівень рентабельності роботи дільниці досягатиме 68,3 %. Капітальні вкладення, інвестовані у створення та оснащення дільниці, окупляться протягом 1,26 року.

ВИСНОВОК

У розділі проаналізовано основні дефекти кузовних деталей легкових автомобілів. Розглянуто методи, способи та види ремонту автомобільних кузовів, а також визначено умови, необхідні для забезпечення конкурентоспроможності кузовної дільниці.

Запроєктовано дільницю кузовного ремонту автомобілів. Річна виробнича програма дільниці становить 11 990 люд.-год. Для її виконання залучається 8 працівників. Розрахована площа кузовної дільниці складає 419 м². Також визначено основні енергетичні показники роботи дільниці.

Проведено аналіз існуючих пристроїв для ремонту та фарбування кузовних елементів. Розроблено стенд для ремонту кузовних деталей. Виконано конструкторські розрахунки стенда, а собівартість його виготовлення становить 917,06 грн.

Розглянуто заходи з охорони праці та техніки безпеки на кузовній дільниці. Проаналізовано умови мікроклімату, рівні шуму і вібрації, а також параметри штучного освітлення. Освітленість у виробничій зоні становить 231 лк, а сумарна потужність освітлювальних приладів — 2800 Вт.

Проєктована дільниця кузовного ремонту реконструюється та оснащується технологічним обладнанням на суму 2374,74 тис. грн. Собівартість виконання річної виробничої програми в обсязі 400 автомобілів становить 3631,34 тис. грн. При цьому рівень рентабельності роботи дільниці досягає 68,3 %. Капітальні вкладення окупляться протягом 1,26 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кужель В. П., Рудь О. В. Технічна експлуатація автомобілів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2018. 198 с.

2. Туренко А. М., Клименко В. І., Сараєв О. В. Технічна експлуатація автомобілів : підручник. Харків : ХНАДУ, 2019. 456 с.

3. Волков В. П., Матейчик В. П., Комов П. Б. Технічна експлуатація автомобілів : навч. посіб. Київ : Каравела, 2020. 312 с.

4. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів. Харків : ХНАДУ, 2017. 412 с.

5. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Романюк С. О. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 224 с.

6. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Київ : Вища школа, 2018. 342 с.

7. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління : підручник. Київ : Знання-Прес, 2017. 478 с.

8. Бажинов О. В., Смирнов О. П., Сєріков С. А. Автомобілі: теорія та конструкція : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2019. 352 с.

9. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 28 с.

10. ДСТУ 4276:2004. Норми і методи вимірювання викидів забруднювальних речовин у відпрацьованих газах автомобілів. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 20 с.

11. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 30 с.

12. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров’я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 44 с.

13. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Київ : Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2012. 96 с.

14. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ : Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2013. 78 с.

15. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України,

2018. 133 с.

16. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 42 с.

17. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ : Міністерство охорони здоров’я України, 1999. 10 с.

18. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

19. Писаренко Г. С., Яковлєв А. П., Матвєєв В. В. Опір матеріалів : підручник. Київ : Либідь, 2019. 656 с.

20. Шаповалов В. М. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 376 с.

21. Ковальчук Ю. О., Кравченко О. П. Зварювання в ремонтному виробництві : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2018. 264 с.