

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**на тему: «Удосконалення процесу ремонту кузова автомобіля
шляхом розробки додаткового технологічного обладнання»**

Виконав: студент групи Ат-43 сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Окуліч Ігор Ігорович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: _____

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2025

УДК 656.075

Окуліч Ігор Ігорович. Удосконалення процесу ремонту кузова автомобіля шляхом розробки додаткового технологічного обладнання. Кваліфікаційна робота. Львів: Львівський НУВМБ ім. Степана ГЖИЦЬКОГО, 2025. 80 с.

Табл. 10; рис. 57; бібліогр. джерел 30.

У роботі проаналізовано нормативну базу та європейські регламенти, що регулюють виробництво й використання різних категорій транспортних засобів. Доведено, що сучасна система схвалення типу автомобілів є важливою, оскільки дозволяє знижувати витрати на сертифікацію та гарантувати високий рівень безпеки автомобілів.

Розглянуто різні класи автомобільних кузовів та проведений аналіз типів кузовів. Виконано детальний аналіз та розрахунок основних технічних параметрів і характеристик обладнання, що застосовується для виправлення деформацій кузовних елементів автомобілів.

Запропоновано удосконалення приводу стапеля, проведені розрахунки сили, необхідної для деформації сталевих кузовних елементів, дозволяють чітко встановити взаємозв'язок між допустимим напруженням матеріалу, площею поверхні, що піддається деформації та необхідною силою.

Встановлено, що за умови повної продуктивності двільниці й поточних витрат проект окупиться через чотири роки після введення в експлуатацію. А дохід в даний період становитиме 2638751 грн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. Розділ 1.	
1.1. Номартивна база стандартизації транспортних засобів.....	8
1.2. Види та компонування транспортних засобів	18
1.3. Класи автомобільних кузовів.	26
1.4. Категорії автомобільних кузовів.....	29
Висновки за розділом.....	34
2. Розділ 2.	
Розрахункова частина	36
2.1 Розрахунок силового приводу стапеля для правки кузовів.....	36
2.2 Розрахунок силових параметрів приводу для правки елементів автомобільних кузовів.....	40
Висновки за розділом.....	43
3. Розділ 3.	
Технологічний розділ.....	45
3.1. Основні причини пошкодження автомобільних кузовів.....	45
3.2 Характер і ступінь пошкодження автомобільних кузовів	49
3.3. Способи віновлення геометрії автомобільних кузовів.....	52
3.4. Удосконалення стенда для правки кузовів	55
Висновки за розділом.....	61
4. Роділ 4.	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА.....	62
4.1. Небезпечні виробничі фактори та ризики для працівників.....	62
4.2. Безпека праці під час проведення зварювальних робіт.....	68
Висновки за розділом.....	69
5. Розділ 5.	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	70
5.1. Розрахунок затрат на проект переоснащення ділянки з ремонту автомобільних кузовів	70
5.2 Розрахунок постійних та питомих затрат на реалізацію проекту переоснащення	72
5.3 Розрахунок терміну окупності проекту переоснащення ділянки кузовного ремонту	73
5.4 Висновки за розділом	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76

ВСТУП

Автомобілі стали невід'ємною частиною сучасного суспільства завдяки розвитку технологій. Вони відіграють ключову роль не лише в містах, а й у сільській місцевості, забезпечуючи швидкість та зручність пересування. У розвинених країнах автомобілі залишаються основним видом транспорту, оскільки сприяють мобільності та створюють значні соціальні й економічні переваги.

Урбанізація значною мірою залежить від ефективного транспортного сполучення, і саме автомобілі забезпечують швидке, комфортне та економічно вигідне пересування. Крім того, наявність автомобілів сприяє покращенню доступу до медичних послуг, продуктів харчування та інших благ, що робить міське життя більш привабливим.

Важливий внесок у цей розвиток зробили винахідники, завдяки яким суспільство перейшло від традиційних способів пересування до сучасного автотранспорту. Сьогодні існує безліч різних видів автомобілів, що використовуються не тільки для особистих потреб, а й у промисловості та виробництві.

Автомобілі, безсумнівно, принесли багато користі людству. По-перше, пересуватися з одного місця в інше, особливо далі, набагато легше. Автомобіль забезпечує комфорт і зручність під час подорожі, тому втома не велика. Володіння власним авто – це своєрідна незалежність, адже водій сам вирішує, скільки часу буде їхати автомобіль, яким маршрутом і з якою швидкістю.

Особистий автомобіль дозволяє подорожувати швидше, ніж на таксі чи громадському транспорті, і це ще одна причина, чому варто отримати водійські права та заробити гроші на автомобіль.

У 2023 році обсяг світового ринку післяпродажного обслуговування автомобілів оцінювався в 418,95 мільярда доларів США. Очікується, що ринок зросте з 430,51 мільярда доларів США у 2024 році до 568,19 мільярда доларів США до 2032 року, показуючи CAGR 3,5% протягом прогнозованого періоду.

Цей ринок відноситься до вторинного ринку, який задовольняє потреби та переваги власників транспортних засобів, пропонуючи широкий вибір, окрім того, що доступний через виробників оригінального обладнання. Індустрія післяпродажного обслуговування включає широкий спектр продуктів і послуг, таких як запасні частини (шини, акумулятори, гальма та фільтри), компоненти, що покращують продуктивність, аксесуари (автомобільні аудіосистеми, навігаційні системи та косметичні оновлення), а також послуги з технічного обслуговування та ремонту.

Старіння транспортних засобів відіграє значну роль у формуванні попиту на запасні частини та послуги. Однак більш тривалі гарантії, які надають виробники комплектного обладнання, можуть обмежити ринковий попит. Очікуваний сплеск у прийнятті електричних і гібридних транспортних засобів, що призведе до попиту на автомобільні запчастини, сумісні з електромобілями, має сприяти розширенню ринку протягом прогнозованого періоду.

Індустрія післяпродажного обслуговування автомобілів розвивається через старіння автомобілів. Оскільки транспортні засоби дорослішають, вони вимагають частішого технічного обслуговування та ремонту через зношення компонентів. Цей стабільний попит на запасні частини та послуги підживлює сектор післяпродажного обслуговування. З часом і в процесі використання такі компоненти, як гальма, шини та вихлопні системи, зношуються, що викликає потребу в заміні старих автомобілів і стимулює розширення ринку.

Розділ 1

ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

1.1. Номартивна база стандартизації транспортних засобів

Таблиця 1.1 – Класифікація транспортних засобів згідно ЄЕК ООН

№ з/п	Автотранспортний засіб	Категорія	Число сидячих місць	Повна маса, кг
1	Легкові автомобілі, автобуси	M_1	до 9	-
2		M_2	понад 9	до 5000
3		M_3	понад 9	понад 5000
1	Пасажирські автопоїзди	M_1	до 9	-
2		M_2	понад 9	до 5000
3		M_3	понад 9	понад 5000
1	Вантажні автомобілі	N_1	-	до 3500
2		N_2	-	від 3500 до 12000
3		N_3	-	понад 12000
1	Вантажні автопоїзди	N_1	-	до 3500
2		N_2	-	від 3500 до 12000
3		N_3	-	понад 12000
1	Причепи, напівпричепи	O_1	-	до 750
2		O_2	-	від 750 до 3500
3		O_3	-	від 3500 до 10000
4		O_3	-	понад 10000

Виробники автомобілів, постачальники та виробники оригінального обладнання (ОЕМ) є основними типами компаній в автомобільній промисловості, які повинні дотримуватися правил і стандартів.

Крім того, компанії, які займаються виробництвом електромобілів, розробкою автомобільних технологій, а також ті, хто керує глобальними ланцюжками поставок, підпорядковуються спеціальним нормам, що стосуються їхніх відповідних сфер у автомобільному секторі.

Нові типи споживчого попиту в першу чергу будуть керувати тенденціями автомобільної промисловості в 2024 році. Провідні автомобільні компанії визнають, що безпека, захист даних, екологічність і зелені ініціативи є важливими частинами всього життєвого циклу виробництва та маркетингу.

Тому ми зробили огляд міжнародних стандартів автомобільної промисловості. Але давайте спочатку розглянемо, що таке автомобільні стандарти і наскільки вони важливі для сучасних компаній автомобільної промисловості.

Автомобільні стандарти — це встановлені норми та вимоги до різних аспектів автомобільної промисловості, таких як безпека, викиди, якість і продуктивність, які регулюють виробництво та використання автомобілів.

Стандарти відповідності автомобілям відіграють вирішальну роль у забезпеченні безпеки та якості транспортних засобів. Вони визначають мінімальні вимоги до деталей, систем і технологій, гарантуючи, що транспортні засоби відповідають певним виробничим стандартам і стандартам безпеки автомобілів. Ці стандарти забезпечують:

- єдині інструкції для автомобільної промисловості;
- сприяння спільності та сумісності компонентів;
- підвищення загальної надійності та ефективності автомобіля.

У сучасному світі, де технології та інновації трансформують автомобільну промисловість, специфікації автомобільних стандартів також включають аспекти, пов'язані з електромобілями, автономним водінням та екологічною

стійкістю. Ці стандарти допомагають встановити параметри для нових технологій, забезпечуючи їх безпечне впровадження та узгоджену роботу з існуючими системами автомобіля.

Повні проектами омологатії транспортних засобів. допоможуть визначити та зрозуміти збіги та зміни вимог різних нормативних актів, а також плани тестування, які дозволяють отримати кілька сертифікацій в рамках одного проекту.

На ринках, де TÜV SÜD не має акредитації, необхідно отримати європейське та несвропейське схвалення типу ваших транспортних засобів, систем і компонентів. Сюди входить загальна перевірка документації, підготовка технічних звітів для офіційних органів та управління проектом протягом усього процесу омологатії.

Випробування транспортних засобів, компонентів і COP передбачає повний спектр випробувань цілих транспортних засобів, систем і компонентів на відповідність різноманітним міжнародним нормам і стандартам.

Експлуатація індивідуальних транспортних засобів ADAS/AD на дорогах загального користування полягає в отриманні дозволу AV на один автомобіль для безпечної експлуатації транспортних засобів ADAS/AD на дорогах загального користування.

Також станом на сьогодні є доступними найсучасніші стандарти безпеки, такі як ISO 26262. Цілісна оцінка безпеки виходить за рамки стандартів, оскільки враховує SOTIF, несправність операційних систем і кібербезпеку, спеціально розроблений для автономних транспортних засобів.

Схвалення типу та сертифікація автомобілів на водневих паливних елементах (FCEV) і акумуляторних електромобілів (BEV) є спеціалізованими завдяки їхнім унікальним технологіям і суворим нормативним вимогам. FCEV і BEV включають передові системи, такі як високовольтні батареї, паливні елементи та електричні силові агрегати, які вимагають ретельного тестування для забезпечення безпеки, продуктивності та екологічності. Вони також повинні відповідати конкретним стандартам нульового викиду, енергоефективності та

безпеки, які є більш вимогливими, ніж стандарти для звичайних транспортних засобів внутрішнього згоряння.

Європейське схвалення типу автомобіля передбачає дотримання вимог наступних нормативних актів (рис. 1.1).

Регламент (ЄС) 2018/858 (легкові автомобілі, автобуси, вантажівки та причеми – замінює Директиву 2007/46/ЄС).

Регламент (ЄС) 167/2013 (сільськогосподарські та лісогосподарські трактори).

Регламент (ЄС) 168/2013 (мотоцикли та легкі 3- та 4-колісні транспортні засоби).

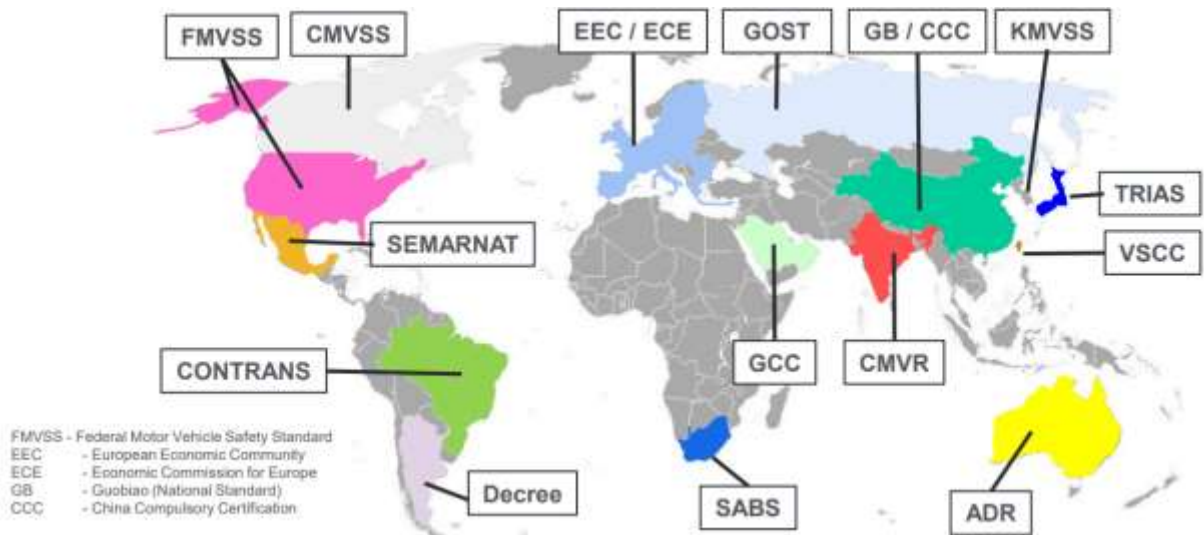


Рисунок 1.1 – Глобальні регламенти стандартизації та сертифікації транспортних засобів

Окремі технічні вузли, компоненти та системи для самохідних робочих машин, які не підпадають під ці категорії транспортних засобів, до прикладу уряд Німеччини призначає нас для національного схвалення типу. Німецький орган із сертифікації типу (КВА) призначає нас для проведення випробувань та інспектування відповідності виробництва (CoP). Особливо для виробників за межами ЄС це допомагає зменшити витрати на сертифікацію.

Федеральні стандарти безпеки автомобільних транспортних засобів Сполучених Штатів Америки (FMVSS) визначають обов'язкові мінімальні вимоги до дизайну, конструкції, продуктивності та довговічності транспортних засобів, а також регламентованих автомобільних компонентів, систем і конструктивних особливостей, пов'язаних з безпекою.

IATF 16949 - це стандарт Міжнародної робочої групи з автомобільної промисловості (IATF) для систем управління якістю в автомобільному секторі. Вперше він був представлений у 2016 році. Він містить набір методів для спільної розробки продуктів і процесів для виробників автомобілів у всьому світі. Він спрямований на підтримку виробництва безпечних і надійних продуктів і підтримку постійного вдосконалення продукту. Стандарт IATF 16949 поширюється на організації, які займаються проектуванням, розробкою, виробництвом, установкою та обслуговуванням автомобільної продукції.

Сертифікація ISO 9001 також важлива для автомобільної галузі. ISO 9001 є найпопулярнішим стандартом для управління якістю, оскільки він надає компаніям вимоги, які підприємства можуть використовувати для розробки власних програм якості.

ISO/SAE 21434 - це стандарт, який фокусується на кібербезпеці дорожніх транспортних засобів. Він був розроблений Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) і Товариством автомобільних інженерів (SAE) у 2020 році. Цей стандарт встановлює методи та вимоги для інтеграції безпеки в розробку, виробництво та експлуатацію транспортних засобів, зосереджуючись на захисті електронних систем і даних від кіберзагроз.

ISO/SAE 21434 розроблено таким чином, щоб бути сумісним і доповнювати інші відповідні стандарти, такі як ISO 26262, щодо функціональної безпеки в дорожніх транспортних засобах. Стандарт вводить концепцію рівнів забезпечення кібербезпеки (CAL) для класифікації рівня кібербезпеки, необхідного для конкретного транспортного засобу чи системи.

Деякі країни мають законодавчі вимоги щодо мінімальних стандартів безпеки транспортних засобів. Це означає, що всі нові транспортні засоби та

всі транспортні засоби, які все ще знаходяться в експлуатації, повинні відповідати цьому мінімальному набору стандартів безпеки, щоб продаватися та використовуватися легально.

Проте значна частина країн із низьким і середнім рівнем доходу не мають стандартів, які б відповідали мінімальним вимогам, рекомендованим Всесвітнім форумом Організації Об'єднаних Націй щодо гармонізації правил транспортних засобів (WP.29), а саме:

- 14: Кріплення ременя безпеки.
- 16: Ремені безпеки та обмеження.
- 94: Лобове зіткнення.
- 95: Бічне зіткнення.
- 13Н (GTR 8): Електронний контроль стійкості.
- 127 (GTR 9): Захист пішоходів.
- 44/129: Дитячі утримуючі пристрої.
- 78 (GTR): мотоциклетна ABS.

Деякі країни також вимагають, щоб транспортні засоби регулярно перевірялися навченими інспекторами, щоб переконатися, що вони продовжують відповідати цим стандартам.

Стандарти на автомобільні транспортні засоби, зокрема Австралійські правила проектування, Федеральні стандарти та правила безпеки автомобільних транспортних засобів США та Правила ООН охоплюють такі вимоги, як:

- елементи керування;
- дисплеї;
- дзеркала заднього виду;
- порядок перемикання передач;
- гальмівні системи;
- фари, стоп-сигнали, поворотники (поворотники), ліхтарі заднього ходу;
- стандарт шин;
- стандартний диск шини;

- безпечне скло для вікон;
- ремені безпеки та їх правильне кріплення;
- шум автомобіля;
- викиди диму/газу.

Невід'ємною особливістю підходу безпечних систем є застосування правил для просування безпечніших транспортних засобів. Оригінальні стандарти безпеки автомобіля датуються 1909 роком - прийняттям першої міжнародної конвенції про рух, де запроваджено концепцію «схвалення типу» для нового двигуна транспортних засобів. Процедура затвердження типу зазвичай вимагає проведення випробувань виконується на моделі автомобіля, щоб переконатися, що вона відповідає нормативних стандартів, перш ніж він буде доступний для продажу в країні або відповідний регіон.

В ЄС, наприклад, використовується схвалення типу цілого транспортного засобу (WVTA), за якою виробники можуть отримати схвалення для типу транспортного засобу в одній державі-члені, а потім продавати його по всій країні ЄС без будь-яких подальших випробувань чи перевірок. Реєстраційний зразок повинен бути наданий за простим пред'явленням сертифіката відповідності.

Натомість у США (і Канаді) використовується система самосертифікації. Замість того, щоб проводити випробування на схвалення, виробник несе відповідальність за сертифікацію свого автомобіля на відповідність Федеральним стандартам безпеки автотранспорту (FMVSS). Національне управління безпеки дорожнього руху (NHTSA) Office of Vehicle Safety Compliance, потім довільно щороку обирає моделі та обладнання для тестування у незалежній випробувальній лабораторії.

Легковий автомобіль став одним з найбільш зарегульованим продуктом в історії людства, що підпадає під широкий спектр національних, регіональних і міжнародних стандартів.

В ЄС тепер такі правила охоплюють весь життєвий цикл транспортного засобу від схвалення, реєстрації, використання в дорозі, до остаточної утилізації. Але оскільки автомобільна промисловість стає все більш глобальною за структурою, тому аргумент на користь глобально гармонізованої системи нормативних актів неухильно посилюється.

Це пояснюється тим, що світові стандарти можуть допомогти знизити витрати на відповідність нормативним вимогам і сприяти доступності безпечніших автомобілів для споживача; тому сьогодні і ООН, і також Міжнародна організація стандартів (ISO) відіграють важливу роль щодо сприяння міжнародній гармонізації стандартів транспортних засобів.

Всесвітній форум ООН з гармонізації правил транспортних засобів (Всесвітній форум), організований Економічним комітетом ООН

Європейська комісія (ЄЕК ООН) є основним глобальним органом відповідальним за розвиток безпеки легкових автомобілів стандартам. Через Всесвітній форум автомобільні транспортні засоби тепер можуть отримати міжнародне схвалення без додаткових випробувань, якщо вони відповідають відповідним нормам ООН. Ця унікальна система полегшує міжнародну торгівлю та сприяє безпеці транспортних засобів, одночасно зменшуючи витрати промисловості на дотримання нормативних вимог і в органі затвердження.

У березні 2010 р. Всесвітній форум розпочав підготовку Міжнародного схвалення типу транспортного засобу (IWTA), яка після запуску працюватиме за аналогічною системою на основі WVTA ЄС, але на глобальному рівні.

В даний час Всесвітній форум використовує дві прийняті Угоди у 1958 та 1998 роках, щоб забезпечити правову базу, яка дозволяє будь-якій державі-члену ООН добровільно застосовувати широкий спектр стандартів автотранспорту. Угода 1958 року створює Правила ООН, що містять положення (для транспортних засобів, їх систем, частин та обладнання), пов'язані з безпекою та навколишнім середовищем. Вони включають вимоги до випробувань для затвердження типу, відповідність виробництва (тобто засоби підтвердження

здатність виробників виробляти ряд продуктів, які точно відповідають специфікаціям оригінального затвердження типу) і взаємне визнання схвалень типу, наданих Договірні сторони.

Усі правила ООН підлягають постійному процесу оновлення з метою пристосування до технічного прогресу. Серед найважливіших правил безпеки стосуються легких транспортних засобів, а саме:

- Захист пасажирів при лобовому зіткненні - Рег. 94
- Захист пасажирів при бічному зіткненні - Рег. 95
- Ремені безпеки та кріплення ременів безпеки - Рег. 14 та Рег.16
- Електронний контроль стійкості – Рег. 13-H/GTR 820
- Захист пішоходів – Рег. 127/GTR 9

Паралельно з традиційним регулюванням, New Car Assessment програми (NCAP) виявилися дуже успішними в сприянні попиту та пропозиції на безпечніші транспортні засоби.

NCAP дозволяє використовувати інформацію для споживачів для сприяння безпеці серед покупців автомобілів що, у свою чергу, стимулює виробників автомобілів до продажу більш безпечних автомобілів.

Перший NCAP був запущений в 1978 році в США тодішнім адміністратором NHTSA Джоан Клейбрук. За цим послідувало створення Австралазійського NCAP у 1993 році, NCAP Японії у 1995 році та Європейський NCAP у 1995 році (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Глобальні регламенти перевірки безпечності транспортних засобів

Зараз в Азії діють дев'ять NCAP або подібних органів, Австралія, Європа, Латинська Америка та США. Деякі NCAP керуються урядами, а інші включають автомобільні клуби, групи споживачів і страхові групи або їх асоціації.

Зазвичай NCAP проводять краш-тести нових автомобілів, а потім оцінюють продуктивність транспортного засобу на «п'ять зірок», що представляють високий бал.

Тестові бали виведені від вимірювання навантажень і уповільнень, що відбуваються з манекенами з приладами під час аварії.

Більшість регламентів NCAP використовує ті самі краш-тести на передній і бічний удари, що й правила ООН. Однак, на відміну від контролюючих органів, NCAP мають більшу гнучкість у методології тестування та можливостях щоб оцінити, наскільки автомобілі працюють вище мінімальних стандартів. Отже, наприклад, NCAP зазвичай проводять лобове зіткнення на вищій швидкості - 64 км/год. Деякі NCAP також використовують додаткові оцінки

наїзду на стовпа, хлистового удару та наїзду на пішохода, включають нагадування про ремінь безпеки та технології запобігання аварій, таких як ESC у системі підрахунку балів.

Ефективність інформації для споживачів у безпеці транспортного засобу під час руху вперед є добре продемонстровано позитивними результатами, досягнутими в Австралії, Європі та США. З 1992 року Австралазійська програма оцінки нових автомобілів (ANCAP) провела краш-тестування та опублікувала результати для отримання додаткової інформації понад 490 автомобілів. Потужним індикатором впливу, що ANCAP вплинула на безпеку австралійських автомобілів через збільшення кількості транспортних засобів, які отримали п'ятизірковий рейтинг.

1.2. Види та компонування транспортних засобів

В Європейському Союзі класифікація транспортних засобів (ТЗ) регулюється Регламентом (EU) 2018/858, який визначає категорії автомобілів, мотоциклів, вантажівок та спеціальної техніки.

Категорії ТЗ за класифікацією ЄС :

L - Моторні транспортні засоби з кількістю коліс менше чотирьох та деякі легкі чотириколісні транспортні засоби.

L1 - Двоколісний транспортний засіб з об'ємом циліндрів двигуна у випадку теплового двигуна, що не перевищує 50 см³ (рис. 1.3), і незалежно від засобу руху, максимальна конструктивна швидкість якого не перевищує 50 км/год.



Рисунок 1.3 – Двоколісний транспортний засіб

L2 -Триколісний транспортний засіб будь-якої колісної формули з об'ємом циліндрів двигуна у разі використання теплового двигуна не більше 50 см³ і незалежно від засобу руху з максимальною конструктивною швидкістю, що не перевищує 50 км/год.

L3 - Двоколісний транспортний засіб з об'ємом циліндрів двигуна у разі використання теплового двигуна понад 50 см³ або будь-якого іншого засобу пересування, максимальна проектна швидкість якого перевищує 50 км/год (рис. 1.4).

L4 - Транспортний засіб з трьома колесами, асиметрично розташованими відносно поздовжньої середньої площини, з об'ємом циліндрів двигуна у разі використання теплового двигуна понад 50 см³ або будь-якого іншого

рушія, максимальна проектна швидкість якого перевищує 50 км/год (мотоцикли з колясками).

L5 - Транспортний засіб з трьома колесами, симетрично розташованими відносно поздовжньої середньої площини, з об'ємом циліндрів двигуна у разі використання теплового двигуна понад 50 см³ або будь-якого іншого рушія, максимальна проектна швидкість якого перевищує 50 км/год.

L6 - Чотириколісний транспортний засіб, маса без навантаження якого не перевищує 350 кг, не включаючи масу акумуляторних батарей у разі електромобілів, максимальна конструктивна швидкість якого не перевищує 45 км/год, а об'єм циліндрів двигуна не перевищує 50 см³ для двигунів з іскровим (примусовим) запалюванням, або максимальна вихідна потужність не перевищує 4 кВт для інших двигунів внутрішнього згоряння, або максимальна безперервна номінальна потужність не перевищує 4 кВт для електричних двигунів.

L7 - Транспортний засіб з чотирма колесами, крім транспортних засобів, віднесених до категорії L6, чия маса без навантаження не перевищує 400 кг (550 кг для транспортних засобів, призначених для перевезення вантажів), не включаючи масу акумуляторних батарей у випадку електричних транспортних засобів, і чия максимальна безперервна номінальна потужність не перевищує 15 кВт.

M - Механічні транспортні засоби, що мають щонайменше чотири колеса і призначені для перевезення пасажирів (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Транспортні засоби категорії M1

М1-Транспортні засоби, призначені для перевезення пасажирів і мають не більше восьми місць для сидіння, крім місця водія. (рис. 1.4).

М2 -Транспортні засоби, призначені для перевезення пасажирів, що мають більше восьми місць для сидіння, крім місця водія, і максимальну масу не більше 5 т. (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Транспортні засоби категорії М2

М3 - Транспортні засоби, призначені для перевезення пасажирів, які мають більше восьми місць для сидіння, крім місця водія, і максимальну масу понад 5 т. (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 - Транспортні засоби категорії M3

N - Механічні транспортні засоби, що мають щонайменше чотири колеса і використовуються для перевезення вантажів. (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 - Транспортні засоби категорії N

N1 - Транспортні засоби, що використовуються для перевезення вантажів мають максимальну масу не більше 3,5 т. (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 - Транспортні засоби категорії N1

N2 - Транспортні засоби, призначені для перевезення вантажів і мають максимальну масу понад 3,5 т, але не більше 12 т. (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 - Транспортні засоби категорії N2

N3 - Транспортні засоби, призначені для перевезення вантажів і мають максимальну масу понад 12 т. (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 - Транспортні засоби категорії N3

Категорія O - Причепи

O1 - Причепи, максимальна маса яких не перевищує 0,75 т. (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 – Причепи O1

O2 - Причепи з максимальною масою понад 0,75т, але не більше 3,5т. (рис. 1.14).



Рисунок 1.12 – Причепи О2

О3 - Причепи з максимальною масою понад 3,5т, але не більше 10т. (рис. 1.13)



Рисунок. 1.13 – Причепи О3

О4 - Причепи з максимальною масою понад 10т. (рис. 1.14)



Рисунок 1.14 – Причепи О4

Т - Моторний, колісний або гусеничний сільськогосподарський або лісогосподарський транспортний засіб, що має щонайменше дві осі та максимальну проектну швидкість не менше 6 км/год, основна функція якого полягає в його тяговому зусиллі і який спеціально розроблений для буксирування, штовхання, перевезення та приведення в дію певного змінного обладнання, призначеного для виконання сільськогосподарських або лісогосподарських робіт, або для буксирування сільськогосподарських або лісогосподарських причепів

чи обладнання; він може бути пристосований для перевезення вантажу в контексті сільськогосподарських або лісогосподарських робіт та/або може бути обладнаний одним чи кількома сидіннями для перевезення пасажирів. (рис. 1.15).



Рисунок 1.15 - Моторний колісний транспортний засіб.

R - Сільськогосподарський причіп: означає будь-який сільськогосподарський або лісогосподарський транспортний засіб, призначений переважно для буксирування трактором і призначений переважно для перевезення вантажів або обробки матеріалів, у якого відношення технічно дозволеної максимальної маси з вантажем до маси без вантажу дорівнює або перевищує 3,0. (рис. 1.16).



Рисунок 1.16 - Сільськогосподарський причіп категорії R.

S - Змінне причіпне обладнання: означає будь-який транспортний засіб, що використовується в сільському або лісовому господарстві, який призначений для буксирування трактором, змінює або доповнює його функції, постійно включає в себе знаряддя або призначений для обробки матеріалів, який може включати вантажну платформу, спроектовану і сконструйовану для прийому будь-яких інструментів і пристосувань, необхідних для цих цілей, і для тимчасового зберігання будь-яких матеріалів, вироблених або необхідних під час

роботи, і де відношення технічно допустимої максимальної маси з вантажем до маси без вантажу цього транспортного засобу складає менше 3,0.

1.3 Класи автомобільних кузовів.

А-клас - Chevrolet Spark. (рис.1.17) Кузов Chevrolet Spark виготовлений з високоякісних сталевих та пластикових матеріалів, що забезпечує легкість, міцність та ефективність використання пального. Якщо вас цікавлять конкретні деталі, будь ласка, уточніть!



Рисунок 1.17 - Кузов автомобіля А класу.

В клас - Kia Rio FB. Габаритні розміри Довжина 4420 мм, ширина 1740 мм, висота 1470 мм. Колісна база 2600 мм, розширення передніх коліс 1516 мм. (рис. 1.18).



Рисунок. 1.18 - Кузов автомобіля В класу

С-клас Honda Civic – Габаритні розміри колісна база 2621 мм, довжина

4394 мм, Ширина 1699 мм, висота 1313 мм . (Рис. 1.19)



Рисунок 1.19 – Автомобіль С класу

D-клас Mazda 6. Кузов Mazda 6 виготовлений із високоміцної сталі та алюмінію.(рис. 1.20)

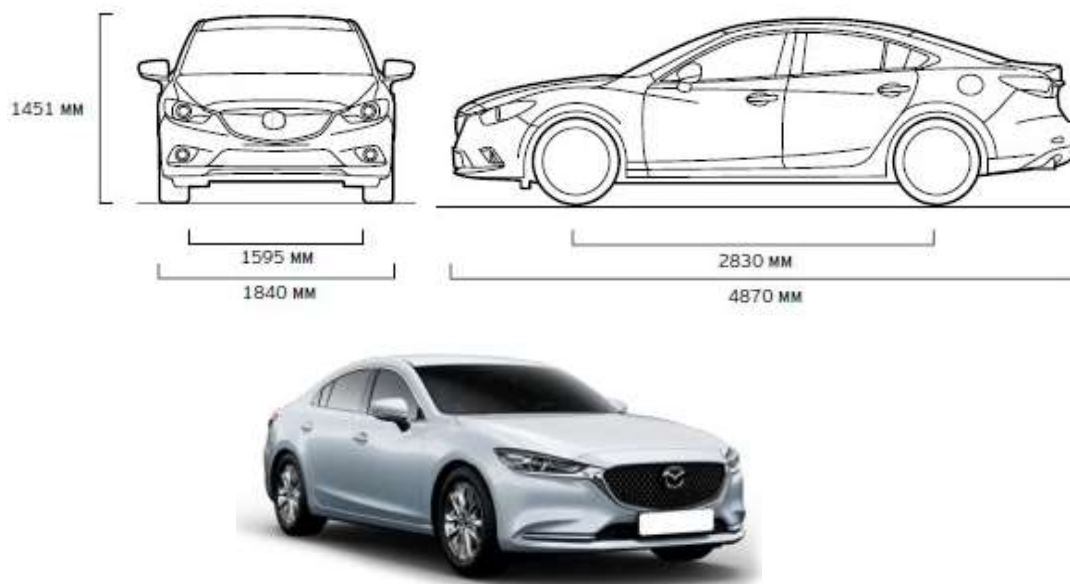


Рисунок.1.20 – Автомобіль автомобіля D-класу

Е-клас - Mercedes-Benz E-Class. Кузов Mercedes-Benz E-Class виготовлений із комбінації алюмінію та високоміцної сталі. (рис. 1.21)

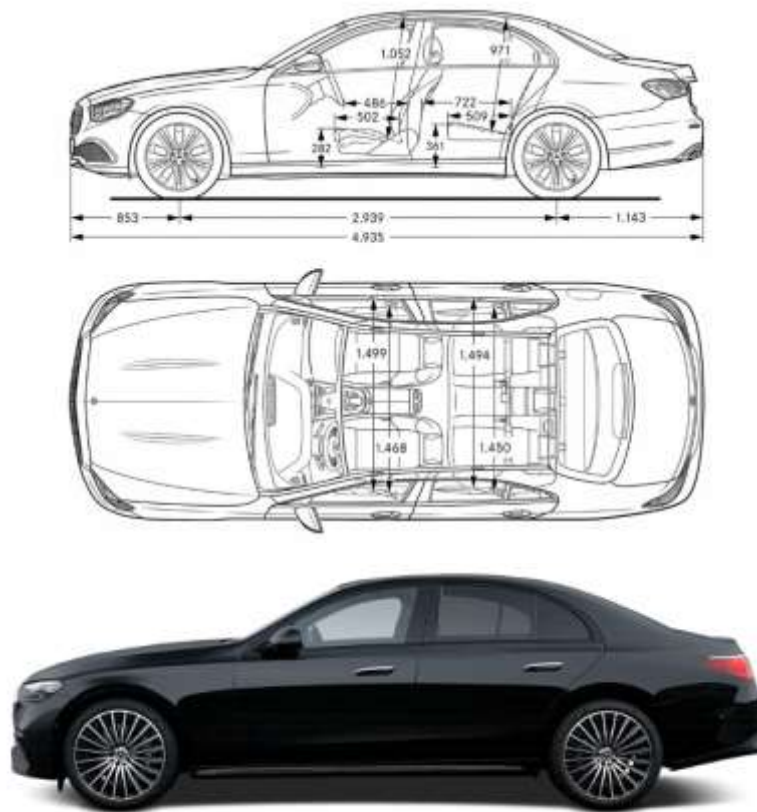


Рисунок 1.21 – Автомобіль автомобіля Е класу

Г-клас - BMW 7 Series. Кузов BMW 7 Series виготовлений із комбінації вуглецевого волокна (карбону), алюмінію, високоміцної та звичайної сталі. (рис. 1.22)



Рисунок 1.22 – Автомобіль автомобіля Г класу

І-клас - Volvo XC90. Кузов Volvo XC90 виготовлений із комбінації борвмісної сталі (ультра високоміцна сталь), алюмінію та гальванізованої сталі.

(рис. 1.23)

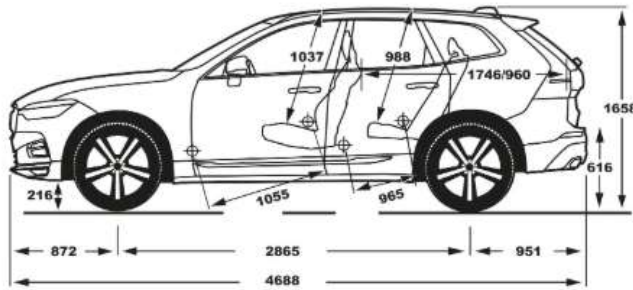


Рисунок 1.23 – Автомобіль J-класу

S-клас - Audi R8. Габарити довжина 4440мм ширина 2029мм висота 1252мм. Кузов Audi R8 виготовлений із комбінації алюмінію та вуглецевого волокна (карбону) за технологією Audi Space Frame (ASF). (рис. 1.24)



Рисунок 1.24 – Автомобіль S-класу

1.4 Види автомобільних кузовів

Найпоширеніша модифікація автомобіля з закритим кузовом, чотирма дверима і окремим багажником. (рис. 1.25)



Рисунок 1.25 - Тип кузова седан

Якщо в седані багажний відсік відокремлений від салону, то в даному типі автомобіля вони об'єднані. Тобто універсал - подовжений кузов із великим багажним відділенням. (рис. 1.26)



Рисунок 1.26 – Тип кузова універсал

У хетчбек може бути встановлений один або два ряди сидінь. Також є додаткові двері ззаду автомобіля. Задній звис у таких автомобілів коротше, ніж у седана або універсала. (рис. 1.27)



Рисунок 1.28 - Тип кузова хетчбек

Ліфтбек зовні схожий на седан, але його задня кришка багажника піднімається разом із заднім склом, як у хетчбека. (рис. 1.29)



Рисунок 1.29 – Тип кузова ліфтбек

Лімузин – це тип легкового автомобіля преміум-класу, який відрізняється подовженим кузовом, розкішним інтер'єром та високим рівнем комфорту. (рис. 1.30)



Рисунок 1.30 – Лімузин

Позашляховик - великий автомобіль з іншою конструкцією підвіски і збільшеним кліренсом. Його головна особливість - підвищена прохідність.

(рис. 1.31)



Рисунок 1.31 – Тип кузова позашляховик

Кросовер – це тип автомобіля, який поєднує в собі характеристики легкового автомобіля та позашляховика. Він призначений для комфортної їзди як по міських дорогах, так і по легкому бездоріжжю. Більш універсальна модель як для міських, так і заміських поїздок. (рис. 1.32)



Римунок 1.32 – Тип кузова кросовер

Купе - тип кузова легкового автомобіля з двома або чотирма дверима та двома чи чотирма сидіннями. Зазвичай, купе - спортивний варіант седана. (рис. 1.33)



Рисунок 1.33 – Тип кузова купе

Кабріолет – це тип кузова легкового автомобіля з відкритим верхом.
(рис. 1.34)



Рисунок 1.34 – Тип кузова кабриолет

Родстер - рідкісний двомісний спортивний кузов з жорстким дахом або без. (рис. 1.35)



Рисунок 1.35 – Тип кузова Родстер

Тарга - Це різновид автомобіля Roadster, але зі знімною секцією даху. Це ще один спортивний автомобіль. (рис. 1.36)



Рисунок 1.36 – Тип кузова тарга

Пікап - Автомобіль з одним або двома рядами сидінь і відкритим багажним відділенням. Пікапи широко використовуються в комерційних цілях. (рис. 1.37)



Рисунок 1.37 – Тип кузова пікап

Фургон – це тип закритого автомобільного кузова, призначений для перевезення вантажів. Він може мати один або два ряди сидінь і великий місткий вантажний відсік, відокремлений жорсткою перегородкою. Це ще одна комерційна модифікація. (рис. 1.38)



Рисунок 1.38 – Тип кузова фургон

Мінівен – це тип легкового автомобіля, який поєднує в собі місткість та комфорт. Він ідеально підходить для великих сімей, подорожей або перевезення габаритних вантажів. (рис. 1.39)



Рисунок 1.39 – Тип кузова мінівен

Висновки до розділу

У цьому розділі здійснено ґрунтовний аналіз нормативної бази та стандартів автомобільної промисловості, що є ключовими для безпеки, екологічності та якості сучасних транспортних засобів. Встановлено, що міжнародні й національні стандарти автомобільної галузі охоплюють широкий спектр вимог, починаючи від безпеки конструкції та продуктивності і закінчуючи кібербезпекою, управлінням якістю і новими технологіями, такими як автономні транспортні засоби та електромобілі.

З'ясовано, що виробники та постачальники автомобільного обладнання повинні відповідати суворим нормативам і стандартам, включаючи такі, як ISO 9001 для управління якістю, ISO 26262 для забезпечення функціональної безпеки, ISO/SAE 21434 щодо кібербезпеки транспортних засобів, а також регламенти типу FMVSS (США) та Європейські регламенти (наприклад, 2018/858, 167/2013, 168/2013), що регулюють виробництво й використання різних категорій транспортних засобів.

Доведено, що сучасна система схвалення типу (омологації) автомобілів, така як WVTA у Європі та система самосертифікації в США, є критично важливою, оскільки дозволяє знижувати витрати на тестування, сертифікацію і водночас гарантувати високий рівень безпеки та якості автомобілів.

Розглянуто різні класи автомобільних кузовів (від А до S класу), що визначаються матеріалами, конструктивними особливостями та призначенням автомобілів. З'ясовано, що вибір матеріалів для виготовлення кузовів (сталь,

алюміній, композитні матеріали та вуглецеві волокна) безпосередньо впливає на вагу, безпеку, паливну ефективність і вартість автомобілів різних класів.

Проведений аналіз типів кузовів (седан, універсал, хетчбек, ліфтбек, лімузин, позашляховик, кросовер, купе, кабріолет, родстер, тарга, пікап, фургон, мінівен) дозволив визначити основні відмінності та функціональні особливості кожного типу. Встановлено, що різноманітність кузовних рішень забезпечує задоволення широкого спектру споживчих вимог – від комфорту, безпеки й економічності до практичності та прохідності.

Таким чином, комплексний аналіз стандартів та класифікації транспортних засобів дозволяє зробити висновок про критичну важливість суворого дотримання нормативів у сучасному світі автомобільних технологій, а також підкреслює необхідність подальшого розвитку й вдосконалення нормативної бази, щоб відповідати новим технологічним викликам автомобільної галузі.

Розділ 2

РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок силового приводу стапеля для правки кузовів

Під час ремонту автомобільних кузовів силовий привід стапельної установки має забезпечувати ефективне прикладання значних зусиль, що виникають під час процесу виправлення деформацій. Основними вихідними умовами, що визначають роботу силових елементів гідроциліндра, є сила стискування, що розвивається гідроциліндром, яка зазвичай перебуває у діапазоні 60–65 кН, а також переміщення штока, яке складає близько 160 мм.

Варто зазначити, що під час роботи силового циліндра шток зазнає не лише осьових навантажень, але й суттєвих статичних та згинальних зусиль, а також моментів сил. Це створює ризик згинання штока, що негативно впливає на точність і надійність виконання ремонтних робіт. Для уникнення цього явища необхідно суворо дотримуватись визначених технічних співвідношень між геометричними параметрами гідроциліндра, діаметрами штока та поршня, способом кріплення і ходом робочого штока.

На початковому етапі розрахунків проводять оцінку стійкості циліндра відносно довжини робочого ходу штока (S_{np}) та способу його кріплення. Стійкість оцінюють за допомогою формули (2.1) :

$$S_{np} = K \cdot S, \quad (2.1)$$

де коефіцієнт K дорівнює 1 для стандартного способу установки гідроциліндра.

На наступному етапі, керуючись рекомендованими параметрами сили стиску та робочого ходу, вибирають діаметр штока з типового ряду. В даному випадку оптимальним вибором є шток діаметром 25 мм. Потім до обраного діаметра штока підбирають поршень відповідного діаметра зі стандартного розмірного ряду згідно ГОСТ 12446-71, де оптимальним варіантом є поршень діаметром 35 мм.

Важливим параметром роботи циліндра є швидкість переміщення поршня, яка для забезпечення ефективної та контрольованої правки кузовів зазвичай встановлюється на рівні 0,01 м/с. Відповідно, розраховують витрату гідравлічної рідини Q , необхідну для забезпечення заданого переміщення штока. Вона визначається за формулою (2.2):

$$Q = \frac{V \cdot F}{\eta} \quad (2.2)$$

Після цього визначають необхідну продуктивність насоса, орієнтуючись на площу поршня гідроциліндра. Максимальний тиск, який забезпечується насосом на виході, розраховують за співвідношенням (формула 2.3):

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \quad (2.3)$$

Що становить:

$$F = \frac{3,14 \cdot 35^2}{4} = 9,61 \text{ см}^3$$

Потрібна ефективність насоса визначається (рис 2.1):

$$Q = \frac{1 \cdot 9,61}{0,98} = 9,8 \text{ см}^3/\text{с}$$

Тиск P , виражений у мегапаскалях (МПа), який генерується насосом на виході, визначається згідно з джерелами (формула 2.4) :

$$P = \left(\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot D^2} \right), \quad (2.4)$$

Поставивши данні, одержимо:

$$P = \left(\frac{4 \cdot 60000}{3,14 \cdot 35^2} \right) = 62 \text{ МПа}$$

З отриманого значення тиску (наприклад, 28 МПа) вибирають відповідний гідравлічний рукав, який здатен працювати у необхідному діапазоні. Для

зазначеного тиску рекомендується використовувати рукави групи В із внутрішнім металевим плетінням, що витримують максимальне розривне навантаження 156 кН. Такі рукави мають внутрішній діаметр 4 мм, зовнішній – 15 ± 1 мм і можуть безпечно працювати при статичному тиску до 35 МПа, а також у динамічних режимах з тиском до 28 МПа.

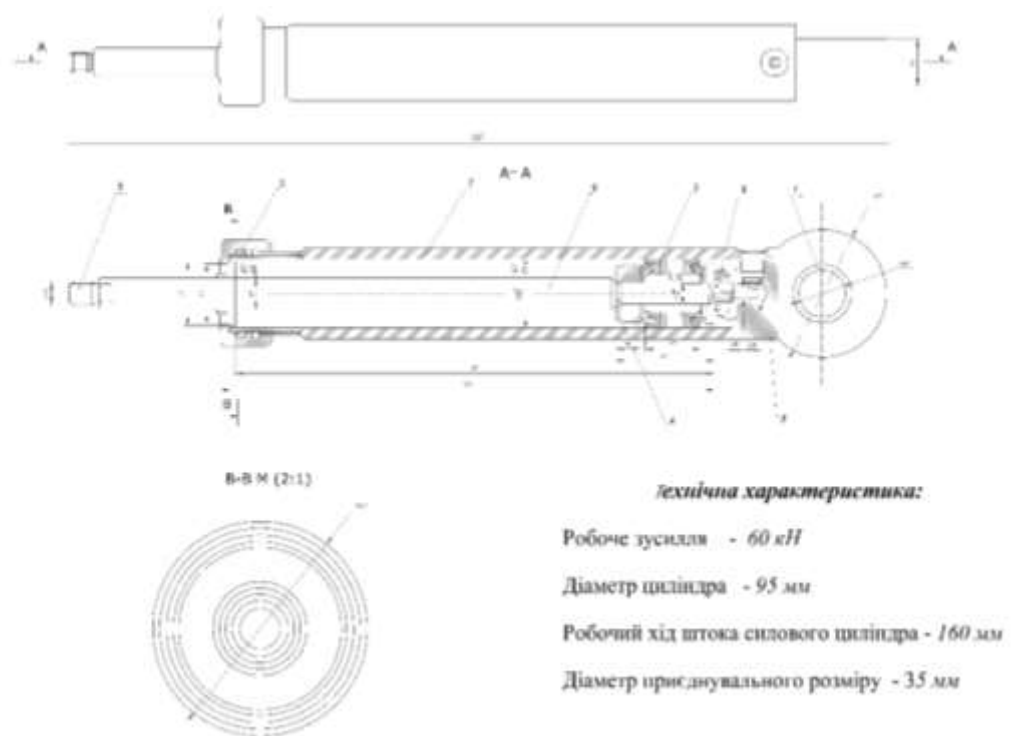


Рисунок 2.1 – Запропонований силовий гідроциліндр з попередньо визначеними параметрами

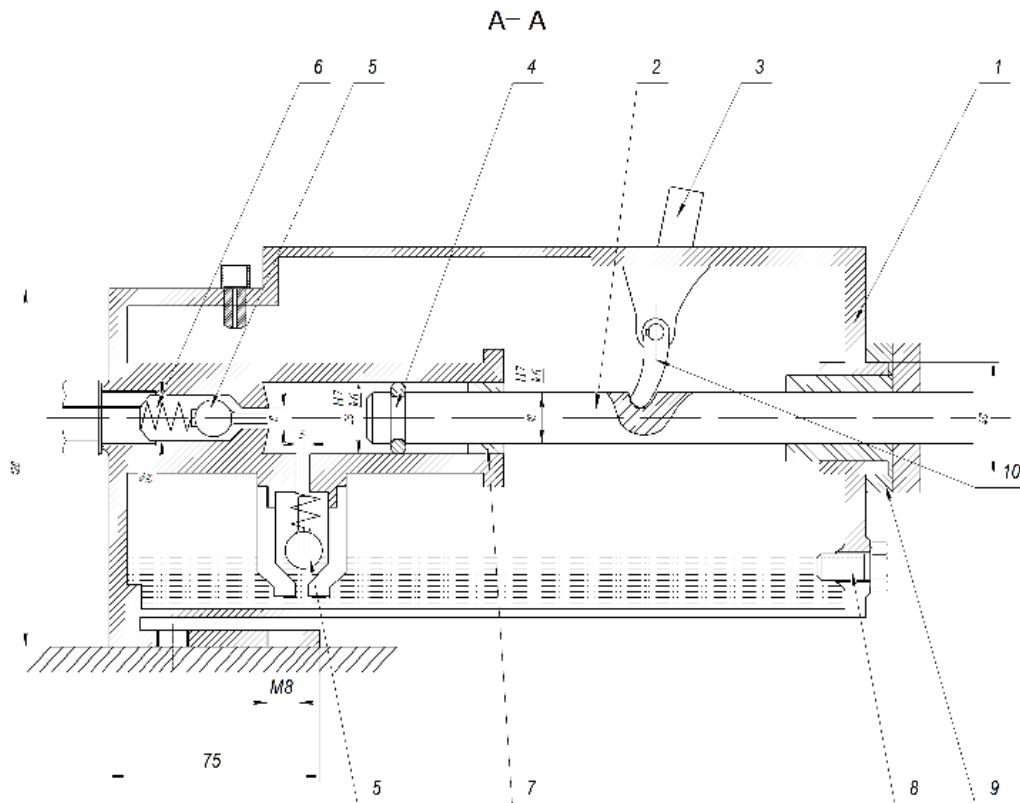
Далі проводять розрахунок мінімальної товщини стінки гільзи гідроциліндра, що забезпечує його безпечну експлуатацію при визначеному робочому тиску. Згідно зі стандартними рядами холоднодеформованих безшовних труб для гідроциліндрів вибирають товщину стінки 8 мм, яка гарантує необхідну міцність та надійність конструкції.

Для даного робочого тиску розраховується мінімально необхідна товщини циліндра стінки гільзи відповідно до визначеної формули:

Викорстовуючи необхідні дані одержимо:

$$\delta = \frac{35}{\left(2 \cdot \left(\frac{100}{22-1}\right)\right)} = 3,7$$

У цьому випадку з представленого стандартного асортименту холодно-деформованих безшовних труб обираємо товщину стінки $\delta = 8$ мм.



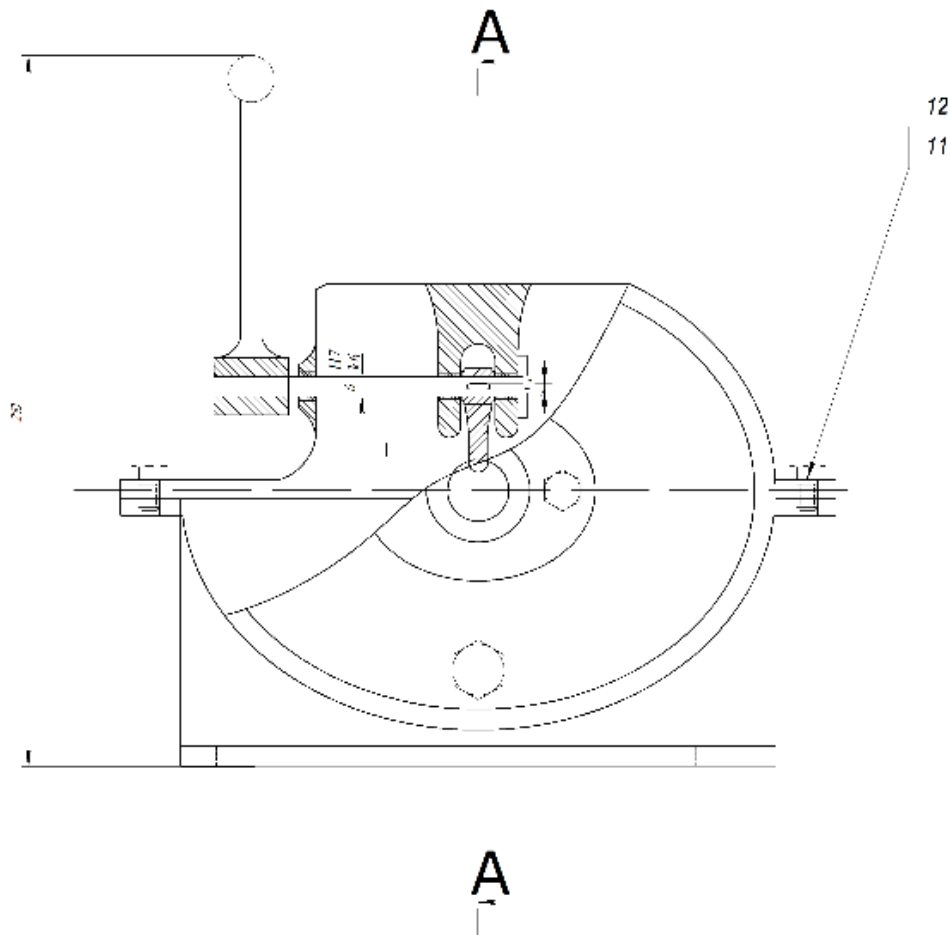


Рисунок 2.2 – Запропонована конструктивна схема гідроприводу

2.2 Розрахунок силливих параметрів приводу для правки елементів автомобільних кузовів

Силовий гідравлічний циліндр, який використовується в конструкції стапельної установки, призначений для виконання операцій із виправлення та коригування форми деформованих сталевих деталей автомобільних кузовів. Основним параметром, що враховується при здійсненні таких ремонтних робіт, є допустиме напруження металу, яке характеризує здатність сталевго листа витримувати певне навантаження без появи незворотних деформацій або руйнування.

Як правило, для типових кузовних елементів автомобілів із низьковуглецевих сталей, що використовуються в сучасних кузовах, допустиме напруження під час проведення робіт з виправлення становить приблизно 140 МПа. Цей показник є нормативним і береться з довідкових матеріалів або спеціалізованої технічної документації, яка відповідає конкретному типу кузовних матеріалів, що застосовуються виробником автомобіля.

Крім того, для точного визначення необхідної сили стискання, враховується площа поверхні металевого елемента, що підлягає деформації. Цей параметр встановлюється індивідуально для кожного конкретного випадку, оскільки кузовні деталі мають різні геометричні характеристики та товщину, що безпосередньо впливає на величину прикладеного навантаження.

Для того щоб обчислити величину сили стискання, яка повинна бути створена гідроциліндром стапеля, застосовують формулу механіки твердого тіла, що базується на простому співвідношенні (формула 2.5):

$$F = A \cdot \sigma_{cm} \quad (2.5)$$

$$F = 80 \cdot 140 = 11200H = 11,2кН$$

Наступним кроком є визначення параметрів додаткових пружних елементів (наприклад, пружин), які можуть бути включені в конструкцію пристрою для покращення плавності та точності виконання операції деформування. Пружини в таких механізмах мають важливу роль, оскільки забезпечують повернення робочих органів в початкове положення та запобігають перенавантаженню гідроциліндра.

Для того, щоб обрати відповідну пружину, необхідно спочатку визначити граничний діаметр її витка, який залежить від умов міцності матеріалу. Це важливо, оскільки неправильно обрана пружина може призвести до зниження ефективності роботи механізму або навіть виходу його з ладу. Граничний діаметр витка пружини визначається за формулою (2.5) та (2.6):

$$T = K \cdot \left[(\sigma_{cm} \cdot F_{доп} \cdot C_{II}) / \pi d^2 \right] \quad (2.6)$$

$$d = \sqrt{\frac{K \cdot [\sigma_{cm}] \cdot F_{доп} \cdot C_{II}}{\pi \cdot [T]}} \quad (2.7)$$

Тобто:

$$d = \sqrt{\frac{12 \cdot 140 \cdot 600 \cdot 5}{3,14 \cdot 250}} = 5,5 \text{ мм}$$

Обравши стандартний діаметр витка з доступного сортаменту (наприклад, 6 мм), інженер може розрахувати зовнішній діаметр пружини та визначити кількість її витків. Кількість витків підбирається з урахуванням необхідного зусилля стиску, яке пружина повинна створювати при певному робочому переміщенні.

Необхідну кількість витків визначають з умови забезпечення потрібного стискаючого навантаження. Це означає, що для забезпечення достатньої пружності пружини та уникнення її повного стискання (витків до межі прилягання), слід розрахувати необхідну кількість витків за формулою (2.8):

$$D = C_{II} \cdot d = 6 \cdot 5,5 = 33 \text{ мм.} \quad (2.8)$$

Потрібну кількість витків знаходять відповідно зростання стискаючого навантаження (формула 2.9) :

$$P = F_{доп} - F_{поч}, \text{ Н} \quad (2.9)$$

Отримуємо

$$P = 600 - 400 = 200 \text{ Н}$$

Згин пружини становить $a_p = 15 \text{ мм}$.

Наприклад, типове значення модуля зсуву для сталевих пружин (G) приймається близько 50000 Н/мм^2 . Після виконання розрахунку кількості витків, зазвичай приймається стандартна кількість, наприклад, 10 витків, яка забезпечує необхідну жорсткість і міцність конструкції.

Останнім етапом розрахункових робіт є визначення зусилля, що потрібно прикласти до ручки механізму керування дозатором, який відповідає за

контроль процесу подачі гідравлічної рідини до циліндра. Це зусилля є важливим, оскільки визначає ергономічність і зручність використання обладнання.

Для розрахунку цього параметру використовується наступна формула (2.10):

$$F_6 = \frac{p \cdot \delta_{36}}{\eta \cdot \delta_{oc}} \quad (2.10)$$

де δ_{36} – кругове пересування ручки;

δ_{oc} – осьова змінність втулки;

Порахувавши параметр механізму дозатора $D = 300\text{мм}$; $d = 6\text{мм}$; $\eta = 0,35$; $\delta_{36} = \pi = 3,14$; $\delta_{oc} = P = 200\text{Н}$, отримали розрахункову силу (формула (2.11):

$$F_P = \frac{20000 \cdot 6}{0,35 \cdot 3,14 \cdot 300} = 564\text{Н} \quad (2.11)$$

Висновки за розділом

У даному розділі виконано детальний аналіз та розрахунок основних технічних параметрів і характеристик обладнання, що застосовується для виправлення деформацій кузовних елементів автомобілів. На основі проведених розрахунків встановлено, що для успішного та безпечного здійснення робіт із відновлення кузовів необхідно ретельно підбирати параметри силового приводу стапельних установок. Особливо важливим є вибір оптимального співвідношення між силою стискання, яка повинна складати близько 60–65 кН, та робочим ходом штока гідроциліндра, рекомендоване значення якого дорівнює 160 мм.

Під час роботи гідроциліндр зазнає складних навантажень, що складаються зі статичних, згинальних зусиль і моментів сил. Для запобігання виникненню згинання штока, що може негативно вплинути на якість виконання ремонтних робіт, рекомендовано суворо дотримуватись технічних вимог щодо

вибору геометричних параметрів гідроциліндра та способу його монтажу. Це дозволить підвищити стабільність, точність та довговічність обладнання.

Встановлено, що вибір діаметра штока (25 мм) та поршня (35 мм) із стандартного розмірного ряду (наприклад, згідно ГОСТ 12446-71) є оптимальним рішенням, яке відповідає розрахунковим умовам експлуатації. Крім того, було визначено оптимальну швидкість руху поршня (0,01 м/с), яка забезпечує плавне, контрольоване зусилля, необхідне для якісної правки кузовних елементів.

На підставі отриманих результатів також розрахована необхідна витрата гідравлічної оливи в системі, що визначає продуктивність насоса та його максимальний робочий тиск. Показано, що для забезпечення робочого тиску до 28 МПа доцільно використовувати гідравлічні рукави групи В з внутрішнім металевим плетінням, що здатні витримувати значні статичні та динамічні навантаження.

Окремо виконані розрахунки показують, що для надійності роботи установки необхідно використовувати безшовні холоднодеформовані труби з товщиною стінки не менше 8 мм. Це гарантує конструкційну міцність і стійкість до механічних навантажень.

Крім того, проведені розрахунки сили, необхідної для деформації сталевих кузовних елементів, дозволяють чітко встановити взаємозв'язок між допустимим напруженням матеріалу, площею поверхні, що піддається деформації, та необхідною силою. Використання цієї залежності дозволяє здійснювати точний підбір силового обладнання, забезпечуючи ефективне виконання ремонтних робіт без ризику пошкодження кузовних елементів.

Розділ 3

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Основні причини пошкодження автомобільних кузовів

Кузов транспортного засобу є складною конструкцією, що виконує не лише функцію носія для агрегатів і механізмів, а й гарантує безпеку пасажирів та водія під час руху або зіткнення. Саме тому стан кузова безпосередньо впливає як на експлуатаційні характеристики автомобіля, так і на рівень його пасивної безпеки. У процесі використання транспортного засобу кузов зазнає впливу цілого комплексу негативних факторів, які з часом можуть призвести до його пошкодження, деформацій, втрати геометрії, корозії та руйнування захисного покриття (рис 3.1) .



Рисунок 3.1 - Руйнування захисного покриття

Першою групою причин, що викликають ушкодження кузова, є технологічні дефекти, які виникають ще на етапі виготовлення автомобіля. До таких належать порушення у процесі зварювання або склеювання деталей, неякісне нанесення лакофарбового покриття, низька жорсткість з'єднань і слабкі вузли, які в подальшому стають зоною концентрації напружень. Крім того, конструктивні помилки, зокрема надто тонкі елементи кузова, погано захищені від корозії порожнини (рис.3.2) , або складна форма панелей, можуть прискорити зношення внаслідок експлуатації.



Рисунок 3.2 - Погано захищені від корозії порожнини

Другу групу становлять експлуатаційні навантаження, що виникають у результаті нормального використання автомобіля. Вони включають у себе дію постійних вібрацій, стресових перевантажень, коливань температури, а також механічних навантажень під час їзди по нерівних дорогах. Металеві частини кузова піддаються циклічним деформаціям, що з часом призводить до появи мікротріщин та втоми матеріалу (рис.3.3). Навіть дрібні дефекти поступово накопичуються, спричиняючи втрату цілісності зварних швів, порушення герметичності й відшарування лакофарбового покриття.



Рисунок 3.3 – Мікротріщини та втома матеріалу

Не менш поширеними є ушкодження кузова, пов'язані з аварійними ситуаціями на дорозі. Навіть при незначних зіткненнях можливі локальні вм'ятини, зсув геометричних параметрів або порушення з'єднань між кузовними елементами. У разі серйозного ДТП пошкодження охоплюють несучі

елементи, призводячи до необхідності складного рихтування або заміни окремих частин. Згідно зі статистичними даними, найбільше ушкоджень припадає на передню частину кузова (рис.3.3), де зосереджено найбільше зон деформації при зіткненні. Менш поширеними є деформації бокових частин кузова, але вони часто виявляються складнішими для ремонту через обмежений доступ до елементів каркасу. [24],[29].



Рисунок 3.3 – Ушкодження передньої частини

Серйозною проблемою є вплив факторів навколишнього середовища, особливо атмосферної вологи, хімічно агресивних речовин, перепадів температури та ультрафіолетового випромінювання. Умови зберігання автомобіля відіграють ключову роль у розвитку таких пошкоджень. Зокрема, утримання авто на відкритому повітрі (рис.3.4) або в сирому гаражі значно прискорює процес корозії, оскільки підвищена вологість сприяє утворенню електрохімічних реакцій між металом і навколишнім середовищем. Особливо вразливими є важкодоступні ділянки кузова — стики, порожнини, зазори між деталями, які важко просушити або очистити.



Рисунок 3.4 – Авто на відкритому повітрі з прискоренням корозії

Ще одним поширеним джерелом ушкоджень є неправильна або недостатня експлуатація. Якщо автомобіль рідко миється, особливо в зимовий період, коли дороги посипаються сіллю (рис 3.5), це спричиняє накопичення агресивних реагентів на кузовних елементах. Подряпини, залишені без ремонту, стають воротами для вологи та сприяють розвитку осередкової корозії, що згодом може перейти в структурне руйнування. Також механічне тертя між деталями, удар камінням з-під коліс або потрапляння піску призводять до абразивного зношення поверхні.



Рис 3.5 – Пошкодження кузова після хімічних речовин

Корозія кузова є одним з найнебезпечніших типів пошкоджень. Вона може бути поверхневою, що охоплює великі площі, або локальною, яка поступово проникає вглиб матеріалу. Найгіршим варіантом є структурна корозія, що руйнує несучі елементи кузова. Такий тип ушкоджень знижує жорсткість і міцність конструкції, ставить під загрозу пасивну безпеку автомобіля та робить його експлуатацію небезпечною. Електрохімічна корозія, яка виникає у присутності електролітів, зокрема дорожніх реагентів, найшвидше розвивається у закритих або слабо вентильованих просторах.

Таким чином, ушкодження кузова автомобіля можуть мати різну природу - виробничу, експлуатаційну, механічну, атмосферну або аварійну. Часто вони виникають у результаті комбінації кількох чинників, що взаємно підси-

люють негативний вплив. Своєчасне виявлення проблем, професійна діагностика, грамотний догляд і захисні обробки значною мірою знижують ризик ушкоджень і подовжують термін експлуатації кузова. Знання причин пошкоджень є основою для розробки ефективних ремонтних стратегій та запобігання серйозним поломкам у майбутньому.

3.2. Характер і ступінь пошкодження автомобільних кузовів

Пошкодження автомобільного кузова, спричинене механічними впливами або довготривалим негативним впливом зовнішнього середовища, має різноманітний характер і ступінь. Правильне визначення типу ушкодження, глибини його проникнення, а також ступеня впливу на геометричну цілісність конструкції є критично важливим для подальшого вибору методу ремонту, його складності, витрат часу та ресурсів.

Умовно, характер ушкодження кузова визначається за його зовнішніми проявами, локалізацією, способом виникнення та тим, наскільки глибоко воно проникає в структуру матеріалу. Найпростішими і водночас найпоширенішими є незначні механічні пошкодження, що виникають у результаті легких зіткнень або побутового впливу. Це можуть бути невеликі вм'ятини, подряпини (рис. 3.6) , відшарування фарби, тріщини на емалі чи порушення шару захисного лаку. Подібні ушкодження не зачіпають несучу частину кузова і зазвичай мають лише естетичний характер, не впливаючи на загальні технічні характеристики автомобіля.



Рисунок 3.6 – Подряпини на автомобілі

Середньої тяжкості ушкодження вже передбачають деформацію окремих панелей або порушення стикувальних зон, наприклад, зміщення дверних прорізів, виведення з ладу монтажних точок, вм'ятини середніх стійок або капота, які потребують складнішого рихтування, вирівнювання або часткової заміни елементів. Такі дефекти не впливають безпосередньо на поведінку автомобіля в русі, однак можуть спричинити втрату герметичності салону, порушення аеродинаміки, зниження пасивної безпеки або дискомфорт під час експлуатації.

До серйозних ушкоджень відносять ті, які спричиняють зміну просторової геометрії кузова. Це, зокрема, перекоси каркасних частин, пошкодження лонжеронів (рис.3.7), деформації порогів, зсуви точок кріплення амортизаторів або силових агрегатів. У результаті такого типу аварійних ушкоджень автомобіль втрачає стійкість, змінюється поведінка на дорозі, порушується центр ваги та баланс ходової частини. У більшості випадків без відновлення на стапельному обладнанні повернення до заводських геометричних параметрів є неможливим.



Рисунок 3.7 – Пошкодження лонжеронів автомобіля

Також варто розрізняти ушкодження за їх просторовим розташуванням на кузові. Статистичні дані свідчать, що передня частина транспортного засобу піддається ушкодженням найчастіше, оскільки саме вона приймає на себе

основну ударну енергію в разі лобового зіткнення. Задня частина кузова зазнає менше ушкоджень, однак у випадку удару ззаду можливе серйозне зміщення підрамників або багажного відсіку. Бічні зіткнення, хоча трапляються рідше, вважаються найнебезпечнішими з точки зору впливу на пасажирів, оскільки енергопоглинаючі зони на боках автомобіля є найменш жорсткими.

Ступінь ушкодження визначається не лише візуально, але й через аналіз технічного стану вузлів, що розташовані в зоні удару. Наприклад, незначна вм'ятина може супроводжуватись тріщиною зварного шва (рис 3.8), що не помітна без демонтажу елементів. У такому випадку характер дефекту вважається глибшим, ніж це видно ззовні, і вимагає втручання на структурному рівні. Важливо також враховувати накопичувальні ефекти: неодноразові дрібні пошкодження однієї й тієї ж зони можуть з часом призвести до втрати несучої здатності або до утворення зон втоми металу. [7][14][16][17].



Рисунок 3.8 - Тріщина зварного шва

Окремим типом ушкоджень є ті, що виникають унаслідок впливу корозійних процесів. У такому випадку лакофарбове покриття вже не виконує своїх захисних функцій, а металеві частини зазнають поступового руйнування під

дією вологи, дорожніх реагентів, кислотних опадів або температурних коливань. Поверхнева корозія на початковому етапі може не становити загрози, однак у разі проникної або структурної корозії руйнуються не лише зовнішні панелі, але й елементи силового каркасу кузова, що безпосередньо впливає на безпеку руху.

Таким чином, характер і ступінь ушкодження автомобільного кузова залежать від безлічі чинників: напрямку удару, швидкості зіткнення, стану кузовних елементів до аварії, а також наявності попередніх дефектів. Правильна класифікація пошкоджень дозволяє адекватно оцінити обсяг необхідних ремонтних заходів, прийняти рішення щодо рентабельності відновлення і забезпечити безпечну подальшу експлуатацію транспортного засобу. Ретельна діагностика, що включає візуальну оцінку, вимірювання контрольних точок і тестування міцності швів, є невід'ємною складовою процесу оцінювання ступеня пошкоджень.

3.3. Способи віновлення геометрії автомобільних кузовів

У процесі експлуатації транспортного засобу важливим аспектом технічного обслуговування є збереження заводської геометрії кузова. Порушення геометрії внаслідок аварій (рис.3.9), механічних впливів або зношення конструкційних елементів призводить до серйозних порушень у роботі ходової частини, рульового керування, гальмівної системи та зниження рівня безпеки пасажирів. Саме тому контроль геометрії є ключовим етапом в оцінці технічного стану автомобіля після ДТП або в ході капітального ремонту.

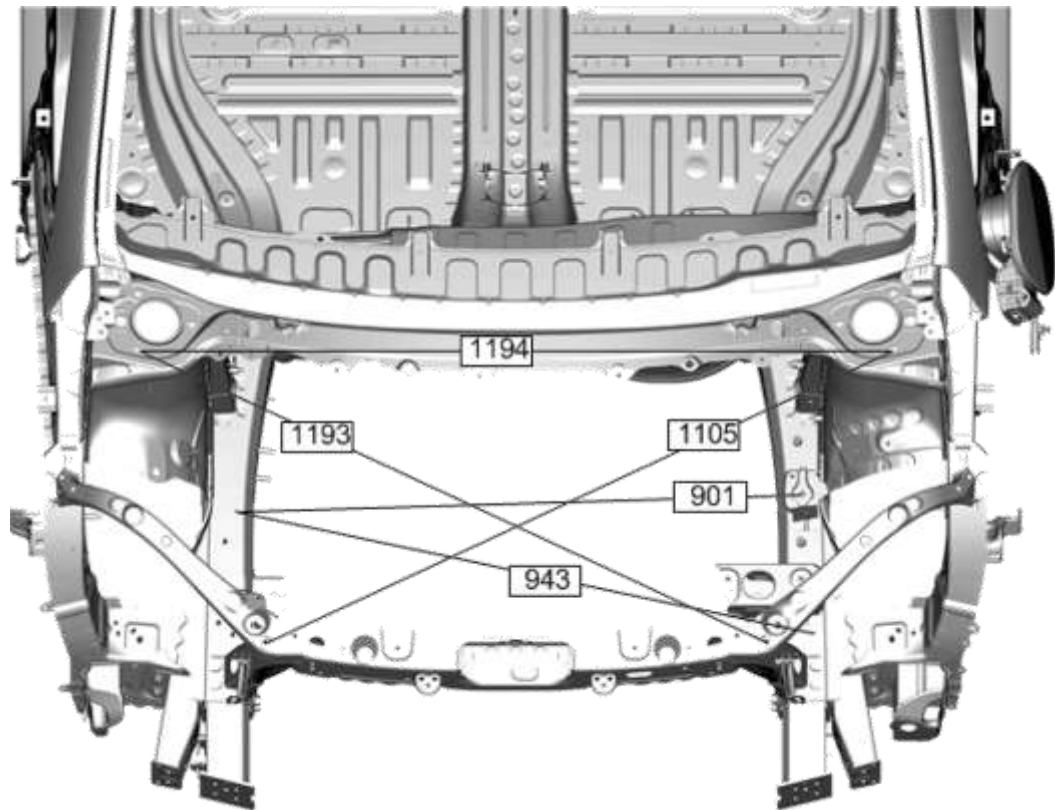


Рисунок 3.9 - Перевірка геометрії кузова внаслідок аварій

Існує декілька основних методів контролю геометричних параметрів кузова. Найпростішим є візуальний метод, коли спеціаліст порівнює симетричність елементів, зазори між панелями, положення дверей, капота, багажника. Однак цей метод суб'єктивний і не дає точних результатів.

Більш точним є метод вимірювання контрольних точок за допомогою вимірювальних лінійок, шаблонів або ж спеціальних стендів. Ці точки встановлені виробником і відображаються в технічній документації. Вимірювання проводиться вручну з використанням лінійки або лазерних інструментів. Сучасні СТО застосовують 3D системи контролю геометрії, що дозволяють отримувати тривимірну модель кузова і порівнювати її з еталонною. Такі системи забезпечують високу точність і виявляють навіть мінімальні відхилення від норми.

Стапельне обладнання також дозволяє перевіряти й коригувати геометрію. Після фіксації кузова на стапелі, контрольні точки перевіряються, і при

необхідності виконується силове витягування пошкоджених елементів до відновлення номінальної геометрії.

Класифікація ремонтів кузова за складністю базується на масштабах пошкоджень, рівні втручання та технологічних засобах, які застосовуються. Найпростішим є косметичний ремонт, який включає видалення незначних подряпин, вм'ятин без пошкодження фарби, шліфування та локальне фарбування. Такі роботи виконуються швидко і не вимагають демонтажу кузовних елементів (рис 3.10) .



Рисунок 3.10 - Виправлення вм'ятини на автомобілі

Середній рівень складності охоплює ремонти, пов'язані з локальним рихтуванням, усуненням вм'ятин з порушенням фарбового шару, демонтажем та заміною окремих кузовних елементів, а також вирівнюванням невеликих деформацій несучих частин. Часто для таких ремонтів потрібне часткове розбирання кузова та робота з силовим каркасом.

Найвищий рівень складності – це капітальний кузовний ремонт, що включає виправлення геометрії, заміну несучих елементів (лонжеронів, порогів, стійок), складні зварювальні роботи, реставрацію жорсткості каркаса. Такі ремонти виконуються із залученням стапельного обладнання (рис. 3.11), лазерного вимірювання, 3D-моделювання та глибокої технічної діагностики.



Рисунок 3.11 - Стапель для рихтування автомобілів



Рисунок 3.12 - Кріплення автомобіля на чотирьохпортовому стапелі

3.4. Удосконалення станда для правки кузовів

Для ремонту кузовів мікроавтобусів пропонується використовувати стенд призначений для відновлення та перевірки геометрії автомобільних кузовів. Цей пристрій - типове рішення, створене навмисно для ремонту машин та включає джигову систему фіксації. Він гарантує продуктивність і акуратність при виконанні ремонтних робіт та огляду кузова.

Стенд оснащений знімками опорними кронштейнами рамою-платформою, стійкою із затискними механізмами, ексцентриковими валами та регульовальними гвинтами.

Цей стенд, являючи собою мобільну рамну конструкцію виготовлений із двотавра та швелера і зазвичай застосовується для складних ремонтів кузовів. Використовуючи опорні кронштейни, що повторюють ключові геометричні параметри підлоги кузова, можна точно забезпечувати конкретне правильне розташування точок прикріплення елементів шасі авто. Рама оснащена регульованими стійками, які фіксуються до порогів і дозволяють налаштувати висоту та нахил. Це здійснюється за допомогою ексцентрикових валів і регулювальних гвинтів. Силовий прилад служить силовим елементом стенду й може бути зафіксований у будь-яких точках на нижніх полицях поперечні та і поздовжні балоки рами [22], [27].

В стовпцях стенда застосовуються монокуб із стовпцем і вимірювальною шкалою. В опорній п'ятці опора здатна закріплюватися на різних висотах, тоді як опора здатна потихеньку рухатися будь де в положенні поперечної рамки направляючого стенда.

В пазі монокуба можна вибрати і закріпити будь-який пристрій із комплекта для фіксацій кузова (рис. 3.13).

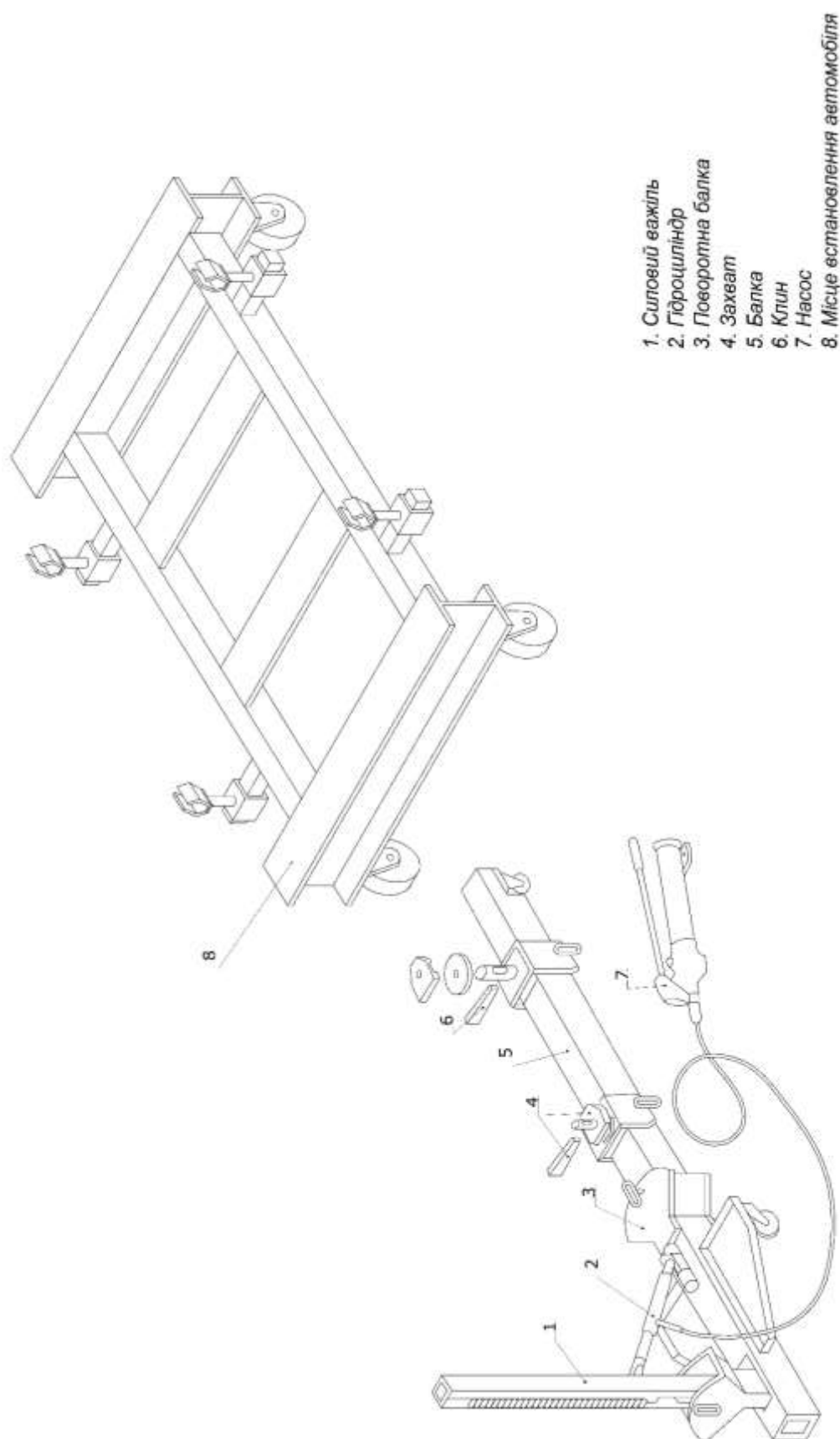


Рисунок 3.13 – Пропонованни стенд для модернізації гідроприводу

Для правки кузовів мікроавтобусів необхідно використовувати конструкцію стенда зі збільшеною продуктивністю гідроприводу та силовий гідроциліндр більшої продуктивності. Для цього потрібно пояснити критерій силовий привід, з урахуванням показників стійкості кузова мікроавтобуса.

Для застосування технологічних дій і деформацій силового корпусу, зусилля, яке створює гідроциліндр, повинно дорівнювати $P =$ від 65 до 70 кН. Тим часом рух поршня S повинний знаходитися у рамках від 140 до 180 мм.

Дефект силової основи кузова створює великий тиск на гідроциліндр, де основне навантаження припадає на шток. Спершу встановлюють розмір його ходу [6],[16],[17]:

$$S_{np} = K \cdot S, \quad (3.1)$$

де $K=1$ – вид установки гідроциліндру;

Потім обирають умовний діаметр штоку згідно з вимогами ДСТУ $D = 25$ мм. Для визначеного діаметра штока враховується відповідний діаметр поршня $D = 35$ мм.

В такому випадку швидкість руху штоку задаємо в межах 0,005..... 0,01 м/с.

Необхідний об'єм рідини гідрооб'ємного приводу визначається наступним чином:

$$Q = \frac{V \cdot F}{\eta} \quad (3.2)$$

де $\eta = 0,97$ – ККД механізму.

В такому разі ефективність продуктивність насосу буде:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \quad (3.3)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 35^2}{4} = 9,46 \text{ см}^3$$

Наступним кроком є визначення мінімальної необхідної продуктивності гідроприводу. У нашому випадку це ручний насос, який забезпечує точне дискретне

регулювання значення ходу штока гідроциліндра. Його продуктивність становить (рис. 3.9):

$$Q = \frac{1 \cdot 9,46}{0,98} = 9,8 \text{ см}^3/\text{с}$$

Знайшовши відповідний параметр гідроциліндра та взявши до уваги початкові умови деформаційного зусилля кузова, можна відобразити його наступним чином (рис. 3.14).

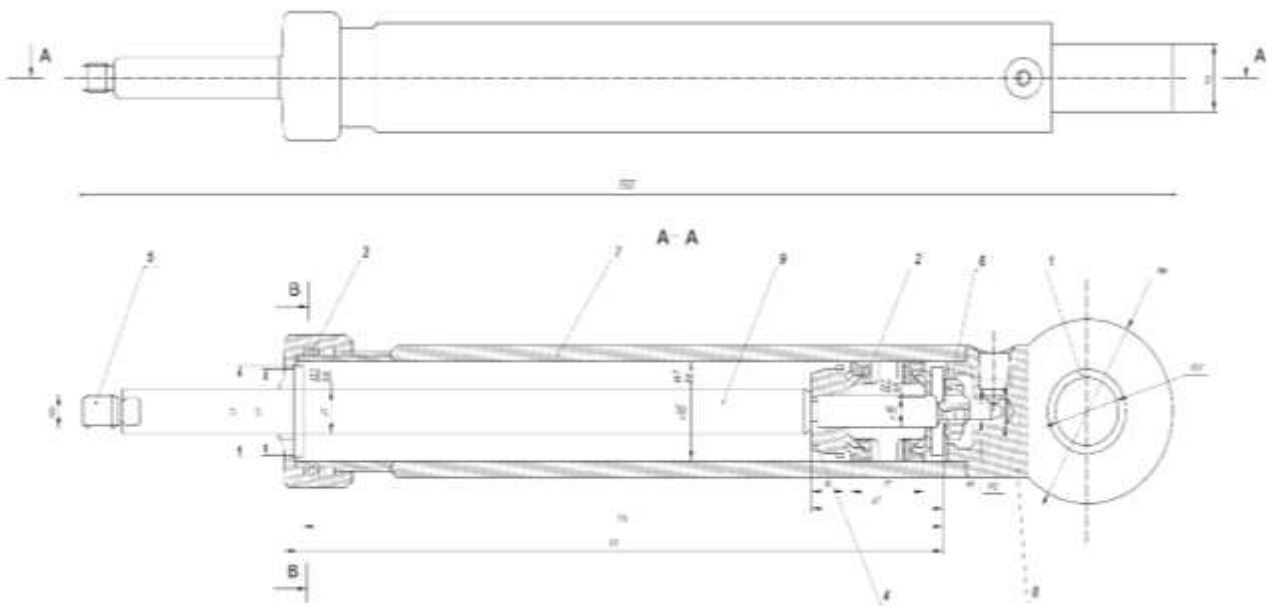


Рисунок 3.14 – Гідроциліндр стенду для виправлення кузова

В подальшому етапі роблять обчислення гідроприводу (ручної помпи). Граничний тиск P , МПа, який забезпечує насос на виході, визначається наступним чином [13]:

$$P = \left(\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot D^2} \right), \quad (3.4)$$

Поставивши відповідне значення отримали:

$$P = \left(\frac{4 \cdot 60000}{3,14 \cdot 35^2} \right) = 62,7 \text{ МПа}.$$

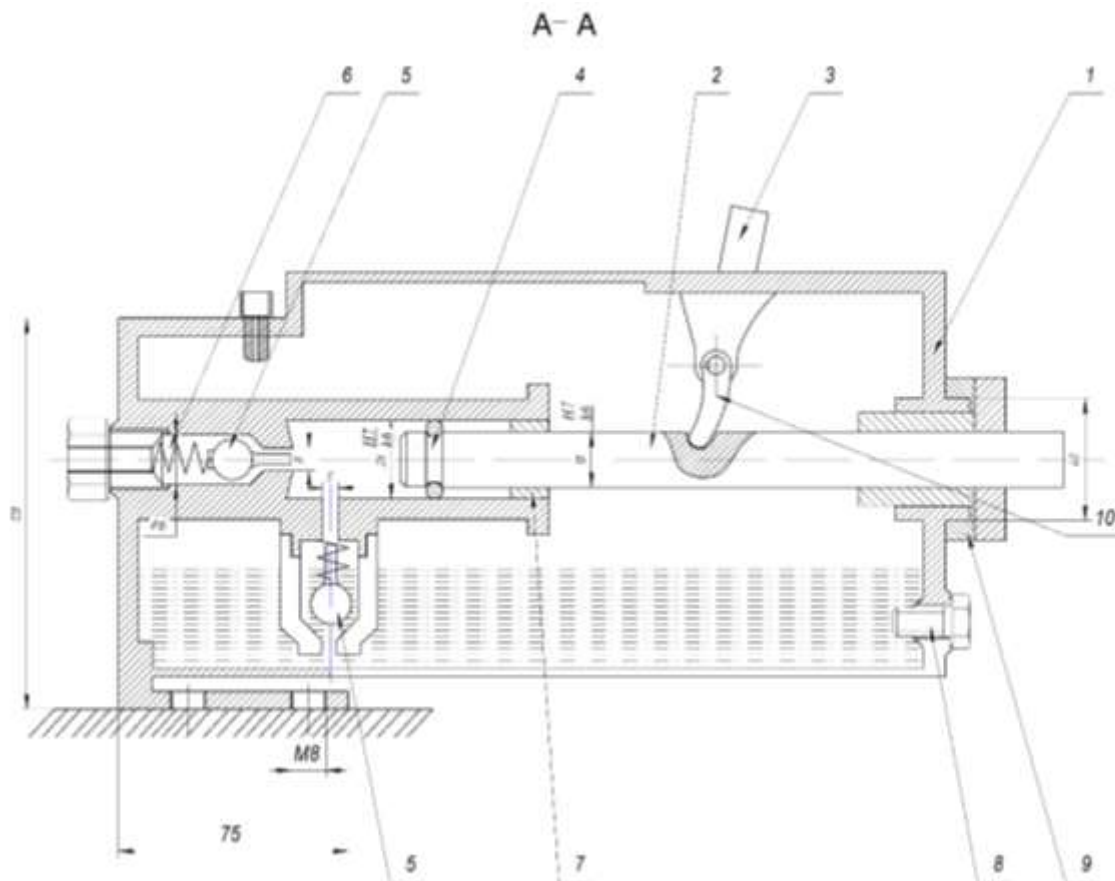
Після цього обирають гідравлічний шланг, який відповідає вимогам міцності на розрив у межах 26–28 МПа

У подальшому етапі визначають статичну міцність циліндрової гільзи встановлюючи мінімальну товщину сталі:

$$\delta = \frac{D}{\left(2 \cdot \left(\frac{\delta}{\Delta P - 1}\right)\right)}, \quad (3.5)$$

$$\delta = \frac{35}{\left(2 \cdot \left(\frac{100}{22 - 1}\right)\right)} = 4,7 \text{ мм.}$$

Згідно ДСТУ обираємо типову прокатну трубу товщина якої $\delta = 6 \text{ мм}$.



1 – корпус помпи; 2 – шток; 3 – ричаг; 4 – манжета; 5 – кульковий клапан;
6 – фіксатор; 7 – втулка; 8 – дренажний отвір; 9 – сальник; 10 – запобіжний
клапан; 11 – шайба; 12 – шпилька

Рисунок 3.10 – Схема ручної гідравлічної помпи

В заключному етапі виконують розрахунок сили стиску пружини ручного насоса для відповідного діаметра витка :

$$T = K \cdot \left[(\sigma_{cm} \cdot F_{ДОП} \cdot C_{II}) / \pi d^2 \right] \quad (3.6)$$

$$d = \sqrt{\frac{K \cdot [\sigma_{cm}] \cdot F_{don} \cdot C_{II}}{\pi \cdot [T]}} \quad (3.7)$$

$$d = \sqrt{\frac{1,2 \cdot 140 \cdot 600 \cdot 5}{3,14 \cdot 250}} = 4,5 \text{ мм}$$

Далі обираємо діаметр витка $d = 5$ мм, а кількість обертів при дефекту пружини $a_p = 15 \dots 20$ мм розраховується за формулою:

$$P = F_{доо} - F_{ноч}, \text{ Н} \quad (3.8)$$

$$P = 600 - 400 = 200 \text{ Н}$$

$$F_e = \frac{p \cdot \delta_{36}}{\eta \cdot \delta_{oc} \cdot 2}, \quad (3.11)$$

де δ_{36} — переміщення важіля;

У такому разі найбільше навантаження переміщення важіля робітником буде:

$$F_p = \frac{20000 \cdot 6}{0,35 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 2} = 282 \text{ Н}$$

Висновок по розділу

1. У цьому розділі розглядаються основні методи рихтування та відновлення поверхонь кузовних панелей. З'ясовано, що найбільш розповсюдженими є механічні способи (використання рихтувальних молотків, станин, лопаток), вакуумні пристрої, дробоструменеві технології, електрофізичні методи (наприклад, магнітні резонатори) та електромеханічні засоби (спотери, витяжні механізми).

2. Розроблено вдосконалену методику відновлення кузовних деталей із ребрами жорсткості після пошкоджень. Ця технологія передбачає застосування споттера, за допомогою якого до поверхні кріплять технологічні шайби або хвилястий дріт, що створює точки зачеплення. Подальше вирівнювання деформованої ділянки виконується за допомогою упора, важеля, спеціальної моста або підйомного пристрою.

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

4.1 Небезпечні виробничі фактори та ризики для працівників

Метою даного розділу є розробка заходів безпеки праці при контактному точковому зварюванні під час виконання досліджень.

Основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами, що виникають під час роботи споттера, за ДСТУ 2489-94 є [9], [18], [23]:

- машини, механізми, заготовки, які рухаються, в тому числі приводи стиску, затиску та фіксації;
- підвищений рівень шуму на робочому місці ;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може пройти через тіло людини;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- фізичні перевантаження.

Контактне зварювання металів слід виконувати відповідно до вимог даного стандарту ДНАОП 0.00-1.21-98 „Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів” та ДНАОП 0.00-1.32-01 „Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”.

Рівні небезпечних і шкідливих речовин у повітрі робочої зони не перевищують гранично допустимих концентрацій (ГДК), регламентованих ГОСТ 12.1.005.

Рівні звукового тиску й рівні шуму на робочому місці при контактному зварюванні відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 наведено в таблиці 7.1. Якщо рівнів шуму і звукового тиску дещо більше, ніж нормативно встановлені, тому застосовується захист у відповідності до ДСН 3.3.6.037-99:

- застосуванням засобів і методів колективного захисту по ГОСТ 12.1.029 - 80;
- засобів індивідуального захисту по ДСТУ EN 352-6:2005;
- будівельно-акустичними методами.

Таблиця 4.1 - Допустимий рівень звукового тиску і рівень шуму на робочому місці під час контактного зварювання

Рівні звукового тиску в дБ (не більше) в октавних голосах із середньо герметичними частотами, Гц								
31,5	63,0	125,0	250,0	500,0	1000,0	2000,0	4000,0	8000,0
107	95	87	82	78	75	73	71	69

Основними засобами колективного захисту, що застосовано в залежності від реалізації є: акустичні, архітектурно-планувальні і організаційно-технічні. Будівельно-акустичні заходи по зниженню шуму: пристрої кожухів, екранів; пристрої звукоізованих кабін спостереження, управління; шум знижують також облицюванням звукопоглинаючими матеріалами стелі і стін; розміщення устаткування, по можливості, з меншою щільністю (не менше 1,5 м), що дозволяє використовувати екрани.

За допомогою звукоізовлюючих заходів знижується рівень шуму на 30...40 дБ. Тому ефективними звукоізовлюючими матеріалами є метали, бетон, дерево, скло, щільні пластмаси.

Для зниження шуму в приміщенні проводять його акустичну обробку, тобто наносять звукопоглинаючі матеріали на внутрішні поверхні, а також розташовують в приміщенні штучні звукопоглиначі.

Для досягнення максимального ефекту облицюється не менше 60% загальної площі огорожувальних поверхонь.

Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі із смертельними випадками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В. Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізовлюваних струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В;

- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;
- недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок та ін. Електротравми, які отримують при контактуванні зі струмоведучими і
- незахищеними частинами устаткування : електричний опік, електричні, металізація шкіри, механічні ушкодження, електрофтальмія, електричний удар, клінічна смерть.

Причинами летальних наслідків від дії електричного струму можуть бути:

- зупинка серця чи його фібриляція (хаотичне скорочення волокон серцевого м'яза);
- припинення дихання внаслідок судомного скорочення м'язів грудної клітки, що беруть участь у процесі дихання;
- електричний шок (своєрідна нервово-рефлекторна реакція організму у відповідь на подразнення електричним струмом, що супроводжується розладами кровообігу, дихання, обміну речовин тощо. Гранично допустимі значення напруги доторкання та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху „рука – рука” чи „рука – ноги” регламентуються ГОСТ 12.1.038-82 (табл. 7.2 і 7.3).

Таблиця 4.2 - Граничнодопустимі значення напруги дотикання $U_{доп}$ та сили струму $I_{л}$, що проходить через тіло людини при нормальному режимі електроустановки

Вид струму	$U_{доп}$, В (не більше)	$I_{л}$, мА (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3

Аварійний режим електроустановки означає, що вона має певні пошкодження, які можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій. Як видно із таблиці 7.3 значення $U_{дот}$ та $I_{л}$ істотно залежать від тривалості дії струму.

Таблиця 4.3 - Гранично допустимі значення напруги дотикання $U_{\text{дот}}$ та $I_{\text{д}}$, що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановки

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму t , с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	Більше 1,0
Змінний, 50 Гц	$U_{\text{дот}}$, В	500	250	100	70	50	36
	$I_{\text{д}}$, мА	500	250	100	70	50	6

Електромагнітні випромінювання. Оскільки напруги, що використовуються при процесі точкового зварювання, не перевищують 600 В, електричною складовою поля, яке формується навколо джерел живлення, нехтуємо. Великі значення струму, який протікає у вторинних ланцюгах, обумовлюють виникнення потужних магнітних полів.

Вплив магнітного поля промислової частоти позначається на центральній нервовій і серцево-судинній системах, які реагують навіть на незначні інтенсивності магнітних полів. Це приводить до зниження частоти серцевих скорочень (брадикардія), систолічного тиску, підвищеного тону судин і морфологічних змін, збільшенню швидкості кровотечі і розширенню артерій, гістологічним змінам у печінці, легенях, нирках і підшлунковій залозі, що виражаються у виді дистрофії, мікробіозу і некрозу. Має місце розлад геодинаміки в більшості внутрішніх органів, що свідчать про загибель ферментних елементів крові; вплив магнітного поля промислової й іншої частоти на організм значно активніший, ніж постійного магнітного поля. Найбільш виражені зміни відбуваються в чоловічих половых залозах.

Нормування магнітних полів здійснюється у відповідності до ДСН 3.3.6.096-2002. Одиницею напруженості магнітного поля є ампер на метр (А/м).

Рівні напруженості магнітного поля частотою 50 Гц при постійному впливі не повинні перевищувати 1,4 кА/м протягом робочого дня (8 год).

Час перебування людини в магнітному полі напруженістю понад 1,4 кА/м регламентується таблицею 4.4.

Для визначення випромінювання проводяться виміри на відстані 0,5...1,5 м від установок. Визначений рівень випромінювання дає можливість оцінити ступінь впливу ЕМП на персонал і обґрунтувати як місце розташування пульта керування, так і комплекс захисних мір при експлуатації електрозварювальних установок (ЕЗУ).

Таблиця 4.4 - Допустимий час перебування людини в магнітному полі

Час перебування персоналу, год	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля, кА/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТл	7,5	6,13	5,0	4,0	3,13	2,5	2,0	1,75

Принцип проектування захисту від магнітного поля і вибір методів захисти починаються з порівняння допустимої напруженості магнітного поля інтенсивністю поля на робочому місці, отриманої методами виміру. Якщо фактичні значення напруженості перевищують допустимі, то захисні заходи необхідні.

З усіх відомих методів захисту організаційно-технічного характеру можуть бути застосовані: захист відстанню, екранування струмопровідних шин, робочих елементів і всієї установки, вибір оптимальних електричних режимів зварювання, розмірів електродів.

Організаційні заходи включають раціональне розміщення установок, пульта керування і скорочення тривалості опромінення - захист часом. Мінімальна відстань від осі електродів ЕЗУ до інших робочих місць, повинна бути не менше 2 м.

Раціональне розміщення пульта керування зварювальними установками, тобто захист відстанню застосовується, якщо не можливо послабити інтенсивність опромінення в заданій робочій зоні іншими мірами. Мінімальна відстань розташування пульта керування, м:

Якщо з технологічних і конструктивних причин неможливо віднести пульт керування на безпечну відстань, необхідно обмежити тривалість опромінення, тобто застосувати захист часом.

Інженерно-технічні заходи включають вибір оптимальних електричних режимів зварювання і розмірів електродів, при яких напруженість поля не перевищує допустимих значень, а також екранування трансформатора, струмопровідних шин, електродів і оброблюваних виробів.

Екранування ЕЗУ може бути загальним і поблочним.

Екрануються також струмопровідні шини, електроди. Як матеріал екрана використана звичайна електротехнічна (трансформаторна) сталь, так як коефіцієнт екранування, що представляє відношення фактичної напруженості магнітного поля до допустимої дорівнює $K_{\Sigma}=2,4$, і матеріали з високою початковою магнітною проникністю.

До засобів індивідуального захисту належать захисні окуляри, щитки, шоломи, захисний одяг (комбінезони, халати з металовмісної тканини, окуляри з металовмісним склом) [3],[4],[9],[18].

Службові приміщення на території об'єкта слід розміщувати переважно в місцях, захищених від ЕМП ("радіотінь", "мертва зона"), орієнтувати так, щоб було унеможливлене опромінювання вікон і дверей, у разі необхідності - екранувати.

Маршрути руху персоналу на території об'єкта встановлені таким чином, щоб унеможливити опромінювання при рівнях, що перевищують граничнодопустимі.

Машини, механізми, заготовки із впливу енергетичних параметрів на якість формування виробу, які рухаються, в тому числі приводи стискання, затискання та фіксації.

Вимоги безпеки встановлюються у нормативній документації згідно з ГОСТ 3.1120 і відповідають даному стандарту. Під час проходження технологічних процесів контактного зварювання металів передбачено максимально можливу механізацію та автоматизацію процесу зварювання і його окремих елементів.

Устаткування, яке використовується для контактного зварювання, відповідає вимогам ГОСТ 12.2.003, вимогам безпеки до електротехнічних устаткувань згідно з ГОСТ 12.2.007.8 та ДНАОП 0.00-1.21-98.

Розташування захисних пристроїв не обмежує технологічних можливостей устаткування під час його експлуатації.

4.2 Безпека праці під час проведення зварювальних робіт

Енергопостачання.

Підключення до електроживлення необхідно проводити відповідно до чинних в країні норм і вимог;

Не можна проводити зварювальні роботи в приміщеннях з підвищеною вологістю або під дощем;

Забороняється розкривати апарат (для проведення технічного або сервісного обслуговування), якщо не виконані наступні умови: вимикач апарату встановлений в положення «ВИКЛ»; автоматичний лінійний вимикач знаходиться в положенні «ВИКЛ» і блокований ключем; відключений кабель живлення.

Через наявних в конструкції апарату конденсаторів технічне обслуговування можна проводити тільки тоді, коли установка знаходиться у вимкненому стані як мінімум 5 хвилин.

Електромагнітні поля

Під час роботи споттер генерує сильні електромагнітні поля, що може стати причиною функціональних збоїв або пошкодити роботі: кардіостимуляторів, протезів, годин, магнітних карт, інструменту, локальних мереж і телефонних ліній.

Займання, вибухонебезпечність, задимлення

Під час зварювальних робіт утворюються іскри і дим, і щоб уникнути небезпечних наслідків слід: в радіусі як мінімум 10 метрів прибрати всі рідкі та газоподібні горючі матеріали, предмети з легкозаймистих матеріалів; стежити за достатньою вентиляцією приміщень, щоб уникнути утворення інтенсивного диму під час зварювання необхідно провести очистку оброблюваного матеріалу (наприклад, лаковані, забруднені мастильними матеріалами або розчинниками поверхні необхідно обробити гальванічним способом).

Неналежне призначенням. Використання споттера з метою, для яких він не призначений може стати причиною нещасних випадків або привести до виходу його з ладу.

Інші ризики. Персонал відповідальний за проведення робіт повинен бути проінформований про специфіку проведення даних робіт. У зоні проведення зварювальних робіт не повинні знаходитися сторонні люди. Користуватися апаратом одноразово може тільки один оператор.

Висока температура. Електроди і робоча поверхня можуть нагріватися більш ніж на 65 ° С, тому працівникові необхідно носити захисний одяг.

Висновки за розділом

1. У даному розділі розроблено заходи щодо безпеки праці при контактному точковому зварюванні під час виконання рихтувальних робіт. Визначено основні небезпечні та шкідливими виробничі фактори, що виникають під час роботи з споттерами.

Розділ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок затрат на проект переоснащення ділянки з ремонту автомобільних кузовів

До складу одноразових витрат входять витрати на будівництво будинків, споруджень, прокладку інженерних комунікацій, технологічне устаткування й ін [10], [30].

Вартість 1 м² площі приміщень із урахуванням витрат на комунікації може бути прийнята від 8000...12000 грн для будинків, виконаних з швидкобудівних конструкцій, і 17000...22000 грн. для будинків із залізобетону.

Витрати на придбання й монтаж технологічного устаткування можуть бути прийнято в межах 220000...460000 грн. на 1 робочий пост (менші значення для встаткування вітчизняного виробництва). У ці суми включені витрати на оснащення виробничих ділянок і витрати на монтаж устаткування. Розрахунки одноразових витрат наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахунки одноразових витрат

Найменування витрат	Одиниця виміру	Питомі витрати	Абсолютні витрати, грн.
Будівництво будинку станції з комунікаціями	грн./м ²	20000	$489,3 \cdot 20000 = 9786000$
Технологічне устаткування з монтажем	грн./пост	291004,9	$5 \cdot 291004,9 = 1455024,5$
Разом:			11241024,5

Вартість устаткування на кузовній ділянці показано в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Вартість устаткування на кузовній дільниці

Вид устаткування	Опис	Од. вим.	Питомі витрати
1	2	3	4
Стационарний стапель Професіонал	1 силовий пристрій, гідравл. 10 т, вага 1700 кг,	грн.	80341,9
Комплект затискачів СИ-ВИК КС-020	4шт., розширюють можливості використання стендів	грн.	7690
Комплект кронштейнів СИВИК	Для кріплення на стенді кузовів, що не мають відбортівки порогів 4шт.	грн.	3450
Апарат для точково-го зварювання і виправлення порожнин кузова Telwin Digital Car Spotter 7000	Апарат для точкового зварювання і виправлення порожнин кузова, 400В, 6,7 кВт, макс товщ металу при 2сторонньому зварюванні 1,5+1,5 мм, с візком	грн.	45973
Апарат електродугового зварювання Telwin LINEAR 340	230-400 В (3 фази), 60-320 А, (35%-260А, 60%-180А), діаметр електрода 2-6 мм, 7/11,2 кВт	грн.	23785
Апарати плазмового різання Telwin PLASMA-ARC	230В, 7 кВт, (45%-25А, 30%-30А) макс.товщина металу, що розрізється, 6 мм	грн.	31595
Мобільний стелаж Феррум	Для зберігання демонтованих деталей	грн.	800
Кран гаражний MEGA FC-20A	Складний, гідравл, вага 173 кг, в/п 2000/ 1750/1650 кг, виліт стріли 1275/1420/1570	грн.	30600
Верстат Феррум	Двохтумбовий з трьома ящиками; лещата	грн.	15350
Домкрат гідрравлічний підкатний MEGA TJ-3A	3 т, спуск поворотом ручки, швидке підведення в режимі холостого ходу, вага 52 кг	грн.	11520

продовження таблиці 5.2

Візок інструмент-тальний Феррум	6 ящиків, ц/замок	грн.	9900
Комплект пневмоінструмента Ingersollrand 131RK	Комплект: 131S-ЕА ударний гайковерт 1/2", 34-610 Нм, 120 л/хв, 2,6 кг; 1770. Пне-вмотріскачка 1/2", 14-68 Нм, 113 л/хв, 1,1 кг; набір голо-вок 13, 16, 17, 21 мм, кейс	грн.	9000
Набір інструмента бляхаря.	-	грн.	21000
Усього:			291004,9

Примітка: Площа – 489,3 м², робочих постів – 5.

5.2 Розрахунок постійних та питомих затрат на реалізацію проекту переоснащення

Основні статті поточних витрат і їх питомі значення наведено в табл. 5.3 [20], [30].

Таблиця 5.3 - Питомі поточні витрати

Найменування витрат	Од. виміру	Річні питомі витрати
1	2	3
Ремонт будинків, устаткування й комунікацій	грн./пост	50000...70000
Оренда земельної ділянки	грн./м ²	300
Електроенергія	грн./пост	15000...20000
Опалення	грн./м ²	30...40
Вода для питних і технологічних потреб	грн./пост	700... 1000
Видаткові матеріали	грн./пост	25000...30000
Амортизація будинків, споруджень і устаткування	грн./м ²	400...600
Заробітна плата	грн./чіл	80000... 120000
Накладні витрати	грн.	6...10% від суми поточних витрат

Розрахунки поточних витрат наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Розрахунки поточних витрат за рік

Найменування витрат	Од. вим.	Питомі витрати	Річні питомі витрати
Ремонт будинків, устаткування й комунікацій	грн./пост	70000	$5 \cdot 70000 = 350000$
Оренда земельної ділянки	грн./м ²	150	$1860 \cdot 300 = 279000$
Електроенергія	грн./пост	20000	$5 \cdot 20000 = 100000$
Опалення	грн./м ²	10	$489,3 \cdot 10 = 4893$
Вода для питних і технологічних потреб	грн./пост	1000	$5 \cdot 1000 = 5000$
Видаткові матеріали	грн./пост	30000	$5 \cdot 30000 = 150000$
Амортизація будинків, споруджень і встаткування	грн./м ²	600	$489,2 \cdot 600 = 293580$
Заробітна плата	грн./чол	18000	$8 \cdot 18000 = 144000$
Накладні витрати	грн.	6...10% від суми поточних витрат	$2622473 \cdot 0,1 = 262247,3$
Разом:			2884720,3

5.3 Розрахунок терміну окупності проекту переоснащення ділянки кузовного ремонту

Одним з найважливіших показників проекту є строк окупності одноразових вкладень. Чим він менше, тем ефективніше використовуються інвестиції в організацію підприємства. У цей час строк окупності до 3...4 років є цілком прийнятним.

Для розрахунків строку окупності попередньо необхідно визначити доходи й прибуток автосервісу.

Вартість нормо-години встановлюється виходячи зі розрахункових величин на цей час.

Результати розрахунків зведено в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 - Показники роботи сервісного пункту при одноразовому введенні потужностей

Показники	Рік				
	0	1	2	3	4
Одноразові витрати	11241024,5	0	0	0	0
Поточні витрати, грн.	0	2884720,3	2884720,3	2884720,3	2884720,3
Дохід, грн.	0	8304480	8304480	8304480	8304480
Прибуток, грн.	0	5419759,7	5419759,7	5419759,7	5419759,7
Прибуток після оподаткування	0	4335807,7	4335807,7	4335807,7	4335807,7
Коефіцієнт дисконту	1	0,87	0,76	0,66	0,57
Чистий дисконтний дохід, грн.	0	4027567,4	3518334,7	3055395,9	2638751
Реальна цінність проєкту, грн.	-11241024	-7213457	-3695122	-639726,5	1999024,5

Як видно з таблиці 5.5 при одноразовому введенні потужностей і незмінних величинах доходу й поточних витрат по роках проєкт окупить себе на четвертий рік після введення в експлуатацію. А дохід в даний період становитиме 2638751 грн.

Висновки за розділом

1. Встановлено, що за умови повної продуктивності двільниці й поточних витрат проєкт окупиться через чотири роки після введення в експлуатацію. А дохід в даний період становитиме 2638751 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Здійснено ґрунтовний аналіз нормативної бази та стандартів автомобільної промисловості, що є ключовими для безпеки, екологічності та якості сучасних транспортних засобів. Встановлено, що міжнародні й національні стандарти автомобільної галузі охоплюють широкий спектр вимог, починаючи від безпеки конструкції та продуктивності і закінчуючи кібербезпекою, управлінням якістю і новими технологіями, такими як автономні транспортні засоби та електромобілі.

З'ясовано, що виробники та постачальники автомобільного обладнання повинні відповідати суворим нормативам і стандартам, включаючи такі, як ISO 9001 для управління якістю, ISO 26262 для забезпечення функціональної безпеки, ISO/SAE 21434 щодо кібербезпеки транспортних засобів, а також регламенти типу FMVSS (США) та Європейські регламенти (наприклад, 2018/858, 167/2013, 168/2013), що регулюють виробництво й використання різних категорій транспортних засобів.

Доведено, що сучасна система схвалення типу (омологації) автомобілів, така як WVTA у Європі та система самосертифікації в США, є критично важливою, оскільки дозволяє знижувати витрати на тестування, сертифікацію і водночас гарантувати високий рівень безпеки та якості автомобілів.

Розглянуто різні класи автомобільних кузовів (від А до S класу), що визначаються матеріалами, конструктивними особливостями та призначенням автомобілів. З'ясовано, що вибір матеріалів для виготовлення кузовів (сталі, алюміній, композитні матеріали та вуглецеві волокна) безпосередньо впливає на вагу, безпеку, паливну ефективність і вартість автомобілів різних класів.

Проведений аналіз типів кузовів (седан, універсал, хетчбек, ліфтбек, лімузин, позашляховик, кросовер, купе, кабріолет, родстер, тарга, пікап, фургон, мінівен) дозволив визначити основні відмінності та функціональні

особливості кожного типу. Встановлено, що різноманітність кузовних рішень забезпечує задоволення широкого спектру споживчих вимог – від комфорту, безпеки й економічності до практичності та прохідності.

Таким чином, комплексний аналіз стандартів та класифікації транспортних засобів дозволяє зробити висновок про критичну важливість суворого дотримання нормативів у сучасному світі автомобільних технологій, а також підкреслює необхідність подальшого розвитку й вдосконалення нормативної бази, щоб відповідати новим технологічним викликам автомобільної галузі.

Виконано детальний аналіз та розрахунок основних технічних параметрів і характеристик обладнання, що застосовується для виправлення деформацій кузовних елементів автомобілів. На основі проведених розрахунків встановлено, що для успішного та безпечного здійснення робіт із відновлення кузовів необхідно ретельно підбирати параметри силового приводу стапельних установок. Особливо важливим є вибір оптимального співвідношення між силою стискування, яка повинна складати близько 60–65 кН, та робочим ходом штока гідроциліндра, рекомендоване значення якого дорівнює 160 мм.

Під час роботи гідроциліндр зазнає складних навантажень, що складаються зі статичних, згинальних зусиль і моментів сил. Для запобігання виникненню згинання штока, що може негативно вплинути на якість виконання ремонтних робіт, рекомендовано суворо дотримуватись технічних вимог щодо вибору геометричних параметрів гідроциліндра та способу його монтажу. Це дозволить підвищити стабільність, точність та довговічність обладнання.

Встановлено, що вибір діаметра штока (25 мм) та поршня (35 мм) із стандартного розмірного ряду (наприклад, згідно ГОСТ 12446-71) є оптимальним рішенням, яке відповідає розрахунковим умовам експлуатації. Крім того, було визначено оптимальну швидкість руху поршня (0,01 м/с), яка забезпечує плавне, контрольоване зусилля, необхідне для якісної правки кузовних елементів.

На підставі отриманих результатів також розрахована необхідна витрата гідравлічної оливи в системі, що визначає продуктивність насоса та його максимальний робочий тиск. Показано, що для забезпечення робочого тиску до 28 МПа доцільно використовувати гідравлічні рукави групи В з внутрішнім металевим плетінням, що здатні витримувати значні статичні та динамічні навантаження.

Окремо виконані розрахунки показують, що для надійності роботи установки необхідно використовувати безшовні холоднодеформовані труби з товщиною стінки не менше 8 мм. Це гарантує конструкційну міцність і стійкість до механічних навантажень.

Крім того, проведені розрахунки сили, необхідної для деформації сталевих кузовних елементів, дозволяють чітко встановити взаємозв'язок між допустимим напруженням матеріалу, площею поверхні, що піддається деформації, та необхідною силою. Використання цієї залежності дозволяє здійснювати точний підбір силового обладнання, забезпечуючи ефективне виконання ремонтних робіт без ризику пошкодження кузовних елементів.

Встановлено, що за умови повної продуктивності двільниці й поточних витрат проект окупиться через чотири роки після введення в експлуатацію. А дохід в даний період становитиме 2638751 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.
2. J. Haynes, The Haynes Automotive Body Repair & Painting Manual, Haynes Manuals N. America, 1st edition, 1989.
3. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. Львів: Світ, 1995. 288 с
4. Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Основи цивільного захисту: Навч. посібник / В.О. Васійчук, В.Є Гончарук, С.І.Качан, С.М. Мохняк.- Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. - 417с.
5. Виробництво будівельного, автосервісного та іншого обладнання [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://walder.in.ua/g295523-avtoservisnoe-oborudovanie>
6. Гідравліка, гідро- та пневмопривод : підручник / за ред. О. О. Федорця, О. Ф. Саленка. 2-ге вид., переробл. і допов. –Київ : Знання, 2009. 502 с.
7. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання.- Чинний від 01.07.1996. К.: Держстандарт України, 1995.-36 с.
8. Економічний потенціал підприємства: формування та використання. 2-ге вид. перероб. та доп.: підручник / Н. В. Касьянова, Д. В. Солоха, В. В. Морєва, О. В. Белякова, О. Б. Балакай. – К. : "Центр учбової літератури". – 2013. - 248 с
9. Жидецький П.Б. Основи охорони праці . [Текст]: Підручник ./ П.Б. Жидецький. – Львів : Афіша, 2002. – 370 с.
10. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень. Практикум : [навч. посіб.] / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепа Вінниця : ВНТУ, 2013. 113 с.

11. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація, планування й управління: підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. – К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
12. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті. Підручник. –К.: вища шк., 1997. – 359 с.: іл.
13. Канарчук, В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів [Текст] : підручник. Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. Київ : Вища шк., 1994. 600 с.
14. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві [Текст] К.: Арістей, 2005. 268с.
15. Кисляков В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисляков, В.В.Лущик. Київ: Либідь, 2000. 399 с.
16. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів - Львів, «Афіша», 2002.
17. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів Львів, «Афіша», 2002.
18. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві Навчальний посібник. [Текст] / О.Г. Левченко–К.: Основа, 2010–240 с.
19. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління К., «Знання», 2004.
20. Наказ Міністерства транспорту України “Про правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів” від 11.11.2002 р., № 792: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0122-03>.
21. Олег Сукач, Олег Миронюк, Віктор Шевчук. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.

22. Стапелі для рихтування кузова. [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://www.avtotool.com.ua/ua/svarочно-rihtovochnoe-oborudovanie-i-instrument/rihtovochnoe-oborydovanie/stapeli-rihtovki/>
23. Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс]: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
24. Строков О.П. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів: Підручник / О.П. Строков – К.: Грамота, 2005. – 350 с.
25. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 473 с.
26. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. – К.: Каравела, 2009 - 368 с.
27. Технологія відновлення деталей та ремонту автомобілів: навчальний посібник / О. С. Полянський, Б. В. Савченков, Є. О. Дубінін та ін. Х.: ХНАДУ, 2012. 320с.
28. Типове положення про систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті. *Перевізник*. Червень, 2004. №7. С. 18- 20.
29. Шаповаленко В. Аналіз механізму бокового зіткнення автомобілів. *Автомобільний транспорт*. 2024. (53). С. 5–12. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2023.53.0.01>
30. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту : підручник / Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.