

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу заміни порогів автомобіля Volkswagen T-4.

Виконав: студент 4 курсу, групи МАС-42
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Ігор РЕШЕТИЛО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Віктор ГУДЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Решетилю Ігорю Мирославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу заміни порогів автомобіля Volkswagen T-4.

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович д.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-42

2. Термін подання студентом завершеної роботи 11 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес заміни порогів автомобіля Volkswagen T-4.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Класифікація пошкоджень порогів автомобіля – А1;

Способи відновлення пошкоджених порогів автомобіля – А1;

Підйомно-перекидаючий пристрій – А1;

Технологічна карта заміни порога з підсилювачем автомобіля – А1;

Конструктивна схема для фіксації порога автомобіля – А1;

Схема використання пристосування під час встановлення внутрішнього підсилювача та порога автомобіля – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	28.01.2026	
2	Технологічний розділ	11.02.2026	
3	Конструкторський розділ	03.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	10.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

(підпис)

Решетило Ігор Мирославович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь Віктор Зіновійович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу заміни порогів автомобіля Volkswagen T-4. ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., доцент Гудь Віктор Зіновійович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 58 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова корозійне пошкодження, підготовка поверхні, контроль якості ремонту, технологічний процес, ремонт.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Будова кузова Volkswagen Transporter T4.....	7
1.2 Огляд пошкоджень порогів автомобіля Volkswagen Transporter T4.....	11
1.3 Аналіз способів відновлення пошкоджень порогів автомобілів.....	13
1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	17
2.1 Розроблення технології заміни порогів з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4.....	17
2.2 Розрахунок затрат часу та кількості працівників для виконання заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4.....	26
2.3 Контроль якості виконаних робіт.....	31
2.4 Проведення техніко економічних показників виконання ТП заміни порога з підсилювачем.....	34
2.5 Розрахунок площі зварювальної дільниці.....	38
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	40
3.1 Обґрунтування необхідності розроблення пристосування.....	40
3.2 Призначення та вимоги до пристосування.....	41
3.3 Конструкція пристосування для фіксації порога.....	42
3.4 Опис основних елементів пристосування.....	43
3.5 Принцип роботи пристосування.....	43
3.6 Розрахунок зусилля притискання ремонтної панелі.....	45
3.7 Переваги застосування розробленого пристосування.....	47
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	48
4.1 Правила техніки безпеки на робочих місцях.....	48
4.2 Мікроклімат зварювальної дільниці.....	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	56
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Volkswagen Transporter T4 широко використовується як пасажирський, вантажний і вантажопасажирський автомобіль. У процесі експлуатації його кузов зазнає впливу вологи, дорожнього бруду, реагентів, перепадів температури та механічних пошкоджень. Пороги автомобіля працюють не лише як зовнішні облицювальні елементи, а й як частина нижньої силової структури кузова. Вони впливають на просторову жорсткість кузова, правильність положення дверних прорізів, зручність експлуатації та загальну безпечність транспортного засобу.

Пошкодження порогів найчастіше проявляється у вигляді поверхневої та наскрізної корозії, руйнування внутрішнього підсилювача, деформації зони піддомкращування, порушення зварних з'єднань і втрати герметичності стиків. За незначних дефектів можливе локальне відновлення, однак у разі значного корозійного руйнування найбільш обґрунтованим рішенням є заміна порога разом із підсилювачем. Такий ремонт потребує правильної технологічної послідовності, якісного зварювання, контролю геометрії кузова та надійного антикорозійного захисту.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає в необхідності розроблення раціонального технологічного процесу заміни порогів автомобіля Volkswagen Transporter T4, який дає змогу відновити міцність нижньої частини кузова, забезпечити правильне встановлення ремонтних елементів, зменшити ризик повторного корозійного пошкодження та підвищити якість кузовного ремонту.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу заміни порогів з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 з урахуванням конструктивних особливостей кузова, послідовності ремонтних операцій, контролю якості, трудомісткості робіт, економічних показників і вимог безпеки праці.

Предметом дослідження є операції заміни порога з підсилювачем, способи фіксації ремонтних елементів, контроль геометрії кузова, зварювання, герметизація та антикорозійна обробка відремонтованої ділянки.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблений технологічний процес може бути використаний в умовах кузовної дільниці станції технічного обслуговування для якісного виконання заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4. Запропонована послідовність робіт і застосування фіксувального пристосування сприяють підвищенню точності встановлення ремонтних деталей, зменшенню ризику деформації кузова та забезпеченню довговічності відновленого елемента.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова кузова Volkswagen Transporter T4

Кузов Volkswagen Transporter T4 виконаний у вигляді несучої сталевий конструкції, елементи якої з'єднані між собою переважно зварюванням. Основу кузова становить вантажна платформа, що сприймає основні експлуатаційні навантаження та забезпечує необхідну жорсткість автомобіля. Конструкція моделі передбачає застосування знімних елементів, зокрема дверей, передніх крил і капота, що полегшує їх демонтаж, ремонт або заміну. Характерною зовнішньою ознакою Volkswagen Transporter T4 є передня частина з радіаторною решіткою та пластиковими облицювальними елементами. Лобове скло має похиле розташування, що покращує оглядовість із місця водія.

У конструкції Volkswagen Transporter T4 значну увагу приділено питанням безпеки та зручності керування. Водійська зона конструктивно відокремлена від пасажирської частини салону, що сприяє раціональному розподілу внутрішнього простору. У разі фронтального зіткнення частина ударного навантаження поглинається елементами передньої частини кузова, а при боковому впливі додатковий захист забезпечують підсилені ділянки дверей і кузовних стійок.

Оглядовість з місця водія покращена завдяки раціональному розташуванню лобового скла та елементів керування. Приладова панель Volkswagen Transporter T4 має ергономічне компонування, а винесення важеля перемикачів передач у зручнішу зону сприяє підвищенню комфорту під час руху. Розміщення приладів, кут нахилу панелі, колір підсвічування та система індикації підібрані так, щоб водій міг отримувати необхідну інформацію без зайвого відволікання від дорожньої обстановки.

Для автомобіля також характерний рівномірний розподіл маси між осями, що позитивно впливає на стійкість і керованість. За потреби корисний об'єм для перевезення вантажів може бути збільшений шляхом встановлення багажника на дах Volkswagen Transporter T4.

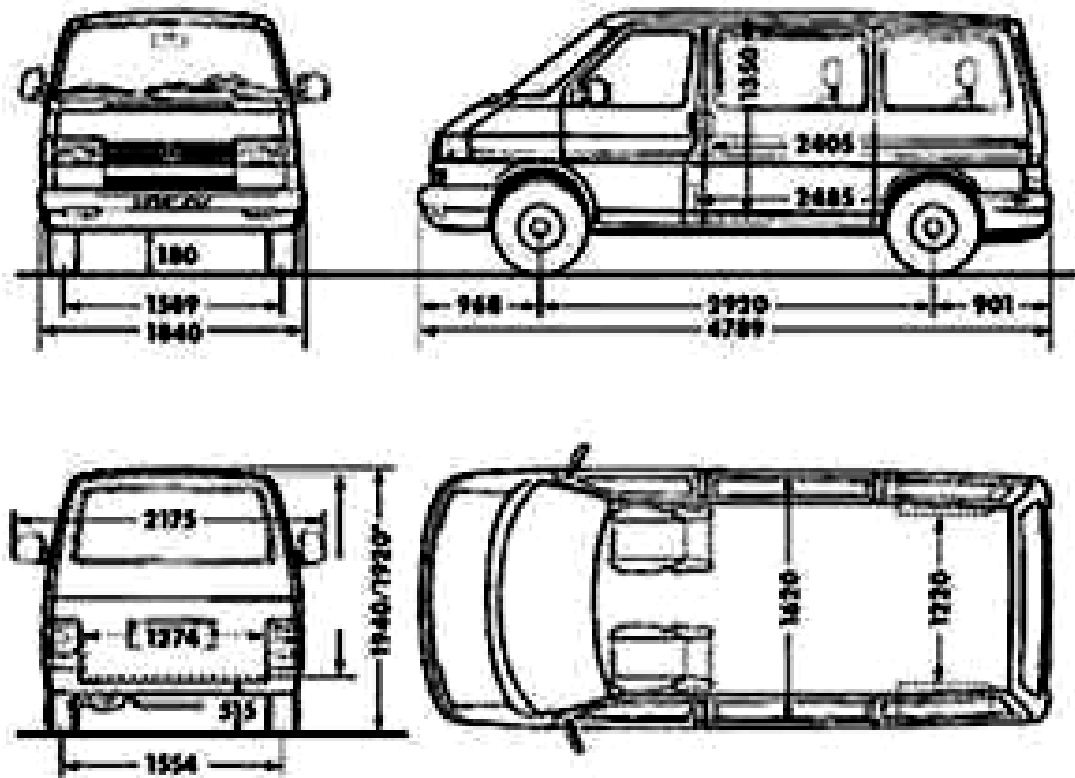


Рисунок 1.1 – Габаритні розміри Volkswagen Transporter T4.

Технічний стан кузова Volkswagen Transporter T4 суттєво впливає на експлуатаційну придатність автомобіля, його ринкову вартість і загальне сприйняття транспортного засобу [3, 6]. Догляд за кузовом не є складним, однак він має виконуватися систематично. За відсутності своєчасного обслуговування навіть незначні пошкодження лакофарбового покриття можуть стати причиною розвитку корозії, особливо в умовах інтенсивної експлуатації на дорогах із підвищеним забрудненням і вологістю. Особливу увагу необхідно приділяти захисту днища, колісних арок і внутрішніх порожнин кузова, які доцільно періодично обробляти антикорозійними консервувальними матеріалами [1, 9].

Основним заходом догляду за кузовом є регулярне миття. Під час очищення необхідно змивати забруднення так, щоб частинки піску й пилу не пошкоджували верхній шар лакофарбового покриття. Колісні арки та елементи шасі також потребують очищення, оскільки накопичений бруд утримує вологу й створює сприятливі умови для появи іржі. Найбільш ефективно такі роботи виконувати після руху у вологу погоду, коли забруднення розм'якшені та легше видаляються з поверхонь.

Періодично нижню частину автомобіля, за винятком кузовів із восковим захисним покриттям, рекомендується очищати гарячою парою. Такий спосіб дає

зможу видалити нашарування бруду, змішаного з мастильними матеріалами, а також полегшує подальший огляд днища, підвіски та нижньої частини двигуна. Якщо очищення парою недоступне, можна застосовувати спеціальні мийні засоби, які наносять на забруднені ділянки, після чого поверхню промивають водою.

Для автомобілів, днище яких має захисний шар на восковій основі, використання агресивного очищення або гарячої пари є небажаним, оскільки це може пошкодити покриття. Такі транспортні засоби слід оглядати не рідше одного разу на рік, бажано перед зимовим періодом. Після очищення днища визначають місця, де захисний шар потребує відновлення. Додатково для підвищення корозійної стійкості доцільно застосовувати консерванти для внутрішніх порожнин дверей, порогів та інших важкодоступних ділянок кузова.

Після миття лакофарбове покриття кузова необхідно протерти замшею або м'якою серветкою, щоб надати поверхні охайного зовнішнього вигляду. Для додаткового захисту від атмосферних впливів, зокрема кислотних опадів, рекомендується наносити прозоре захисне покриття. У разі зниження блиску фарби слід застосовувати відповідний очищувально-полірувальний засіб. Особливо обережного догляду потребує покриття типу «металік», для якого необхідно використовувати спеціальні делікатні засоби.

Потрібно регулярно перевіряти чистоту дренажних отворів у дверях і зоні обігрівача, щоб забезпечити вільне відведення води. Лобове та бокові стекла доцільно очищати спеціальними засобами для скла.

Після зимової експлуатації автомобіль слід ретельно просушити, залишивши його на сонці з повністю відчиненими дверима. Ознакою достатнього висушування є відсутність конденсату на склі після нічної стоянки.

У встановлені періоди необхідно перевіряти стан і роботу дверних замків, обмежувачів, петель дверей, капота та задніх дверей. Для зменшення зношування рухомі з'єднання змащують тонким шаром відповідного мастильного матеріалу.

1.2 Огляд пошкоджень порогів автомобіля Volkswagen Transporter T4

Пороги автомобіля Volkswagen Transporter T4 належать до важливих елементів кузова, оскільки вони формують нижню частину бокової силової структури та беруть участь у забезпеченні просторової жорсткості кузова. У процесі експлуатації ці елементи постійно зазнають впливу вологи, дорожнього бруду, реагентів, піску та механічних ударів від дрібного каміння [3, 6]. Саме тому пороги є однією з найбільш уразливих зон кузова щодо корозійного руйнування.

Найчастіше пошкодження порогів Volkswagen Transporter T4 виникають у нижній частині зовнішньої панелі, у місцях стику з колісними арками, поблизу дренажних отворів, а також у зонах піддомкращування. За тривалої експлуатації без належного антикорозійного захисту на поверхні металу спочатку з'являються осередки поверхневої корозії, які поступово переходять у глибоке ураження металу. У занедбаному стані це призводить до наскрізних отворів, розшарування металу та втрати міцності порога.

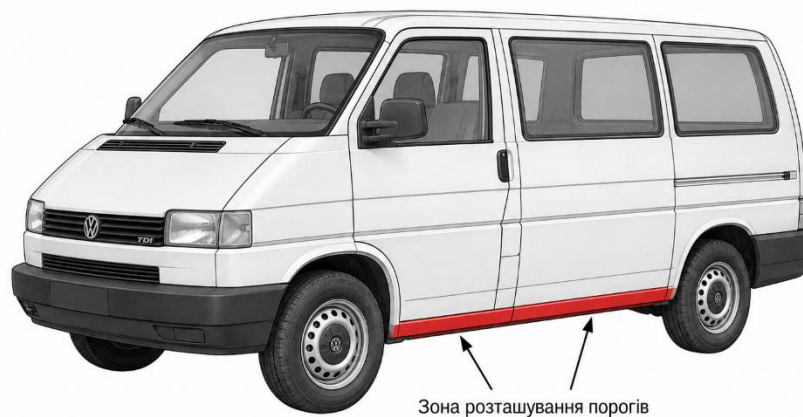


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд автомобіля Volkswagen Transporter T4 із позначенням зони розташування порогів.

Основними видами дефектів порогів є корозійне пошкодження зовнішньої панелі, руйнування внутрішнього підсилювача, деформація металу внаслідок неправильного піддомкращування, відшарування лакофарбового покриття, тріщини у місцях зварних з'єднань та порушення герметичності стиків. Особливо небезпечними є приховані пошкодження, які розвиваються всередині закритих порожнин і тривалий час не мають помітних зовнішніх ознак [3, 10].



Рисунок 1.3 – Типові зони корозійного пошкодження порога Volkswagen Transporter T4.

Під час огляду порогів необхідно звертати увагу не лише на зовнішній стан металу, а й на міцність нижньої крайки, стан точок зварювання, наявність здуття фарби, тріщин, слідів попереднього ремонту та порушення геометрії. Додатково перевіряють ділянки біля передньої та задньої колісних арок, оскільки саме там найчастіше накопичуються волога й забруднення.



Рисунок 1.4 – Схема основних дефектів порога:

1 – поверхнева корозія; 2 – наскрізне руйнування; 3 – деформація металу; 4 – пошкодження зварного шва; 5 – зона накопичення вологи.

Для наочного подання характеру пошкоджень доцільно використати плакат із класифікацією дефектів порогів. На ньому можна відобразити початкову, середню та критичну стадії корозійного руйнування. Такий підхід дає змогу чітко визначити, у яких випадках достатньо локального ремонту, а коли необхідна повна або часткова заміна порога.

За результатами огляду встановлюють обсяг ремонтних робіт. Якщо пошкодження мають локальний характер і не впливають на силову частину кузова, можливе часткове відновлення металу. У разі значного корозійного руйнування, деформації або втрати жорсткості порога раціональним рішенням є його заміна з подальшим відновленням антикорозійного захисту внутрішніх порожнин і зовнішньої поверхні.

1.3 Аналіз способів відновлення пошкоджень порогів автомобілів

Відновлення пошкоджених порогів автомобіля залежить від характеру дефекту, глибини корозійного ураження, стану внутрішнього підсилювача та збереження геометрії кузова. Оскільки поріг є елементом нижньої силової частини кузова, вибір способу ремонту повинен забезпечувати не лише відновлення зовнішнього вигляду, а й збереження жорсткості та міцності конструкції.

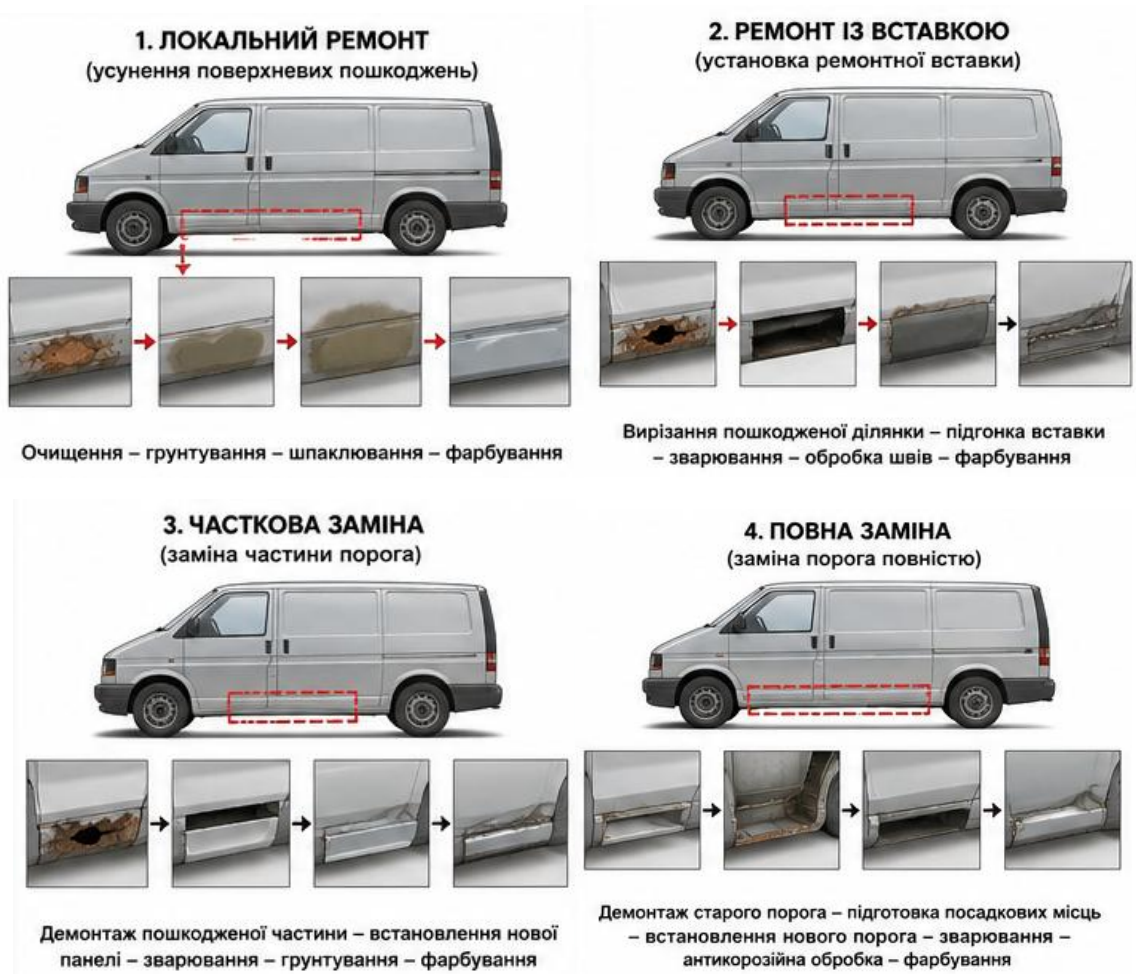


Рисунок 1.5 – Основні способи відновлення пошкоджених порогів автомобіля.

За незначних пошкоджень лакофарбового покриття або поверхневої корозії застосовують локальне відновлення. У цьому випадку пошкоджену ділянку очищають від іржі, знежирюють, обробляють антикорозійним ґрунтом, після чого виконують шпаклювання, ґрунтування та фарбування. Такий спосіб доцільний лише тоді, коли метал не втратив товщину і не має наскрізних руйнувань.

Якщо корозія має глибший характер, але пошкодження обмежене невеликою зоною, застосовують ремонт із встановленням ремонтної вставки. Пошкоджену частину металу вирізають, після чого на її місце підганяють новий фрагмент листового металу відповідної товщини. З'єднання виконують зварюванням, а після охолодження шов зачищають і захищають від корозії. Такий метод дозволяє зберегти більшу частину штатного порога, проте вимагає якісної підготовки кромки і точного припасування вставки.

У разі значного руйнування зовнішньої панелі порога виконують часткову заміну елемента [1, 9]. Цей спосіб передбачає демонтаж пошкодженої частини, підготовку посадкових поверхонь, встановлення ремонтної панелі та її зварювання з кузовом. Перевагою такого підходу є зменшення обсягу втручання в конструкцію кузова, однак його можна застосовувати тільки тоді, коли внутрішній підсилювач порога залишається придатним до подальшої експлуатації.

Найбільш радикальним способом є повна заміна порога. Її виконують у випадках наскрізної корозії, руйнування внутрішніх елементів, деформації зони піддомкращування або втрати жорсткості нижньої частини кузова. Під час такої операції пошкоджений поріг демонтують, перевіряють стан внутрішнього підсилювача, за потреби відновлюють його, після чого встановлюють новий кузовний елемент. Завершальним етапом є герметизація швів, антикорозійна обробка внутрішніх порожнин і нанесення захисного покриття на зовнішню поверхню. Вибір способу відновлення порогів визначається технічним станом кузовного елемента. За незначних дефектів достатньо локального ремонту, при обмеженому корозійному пошкодженні доцільно застосовувати ремонтні вставки, а за значного руйнування найбільш обґрунтованим рішенням є повна заміна порога з подальшим відновленням антикорозійного захисту.

1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Проведений аналіз конструкції кузова автомобіля Volkswagen Transporter T4 показав, що пороги є важливими елементами нижньої силової частини кузова.

Вони беруть участь у формуванні просторової жорсткості кузовної конструкції, забезпечують правильне положення дверних прорізів і впливають на загальну експлуатаційну надійність автомобіля. У процесі тривалої експлуатації пороги зазнають дії вологи, дорожніх реагентів, бруду, механічних ударів та температурних змін, що створює умови для розвитку корозійних пошкоджень.

Встановлено, що найбільш характерними дефектами порогів є поверхнева та наскрізна корозія, руйнування нижньої кромки, пошкодження внутрішнього підсилювача, деформація зони піддомкращування, порушення зварних з'єднань і втрата герметичності стиків. Особливу небезпеку становлять приховані корозійні процеси у внутрішніх порожнинах, оскільки вони тривалий час можуть не проявлятися зовні, але поступово знижують міцність кузовного елемента.

Аналіз можливих способів відновлення показав, що локальний ремонт або встановлення ремонтної вставки доцільні лише за незначного чи обмеженого пошкодження металу. У разі значного корозійного руйнування, пошкодження внутрішнього підсилювача або втрати жорсткості порога найбільш обґрунтованим способом ремонту є заміна порога разом із підсилювачем. Такий підхід дає змогу відновити не тільки зовнішній вигляд кузова, а й його міцність, геометричну точність та довговічність.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення технологічного процесу заміни порогів автомобіля Volkswagen Transporter T4 з урахуванням конструктивних особливостей кузова, характеру пошкоджень, вимог до якості ремонту, трудомісткості виконання робіт, економічних показників та безпечних умов праці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

розглянути будову кузова автомобіля Volkswagen Transporter T4 та визначити функціональне значення порогів у його силовій структурі;

проаналізувати основні види пошкоджень порогів і причини їх виникнення під час експлуатації автомобіля;

порівняти можливі способи відновлення пошкоджених порогів і обґрунтувати доцільність заміни порога з підсилювачем;

розробити технологічну послідовність виконання робіт із заміни порога та внутрішнього підсилювача;

підібрати необхідне обладнання, інструмент, пристрої та матеріали для виконання демонтажних, зварювальних, підготовчих і захисних операцій;

визначити вимоги до контролю якості після виконання ремонту, зокрема до геометрії кузова, зварних з'єднань, герметизації та антикорозійної обробки;

провести розрахунок затрат часу та кількості працівників, необхідних для виконання технологічного процесу;

визначити основні техніко-економічні показники заміни порога з підсилювачем;

розробити та обґрунтувати пристосування для фіксації порога під час встановлення підсилювача і зовнішньої панелі;

розглянути питання безпеки життєдіяльності та охорони праці під час виконання кузовних і зварювальних робіт.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розроблення технології заміни порогів з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4

Заміна порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 належить до відповідальних кузовних робіт, оскільки цей елемент входить до нижньої силової частини кузова та впливає на його жорсткість. Технологія ремонту повинна забезпечувати не лише відновлення зовнішньої панелі, а й повернення міцності внутрішнього підсилювача, правильного положення дверних прорізів і захисту металу від повторного корозійного руйнування.

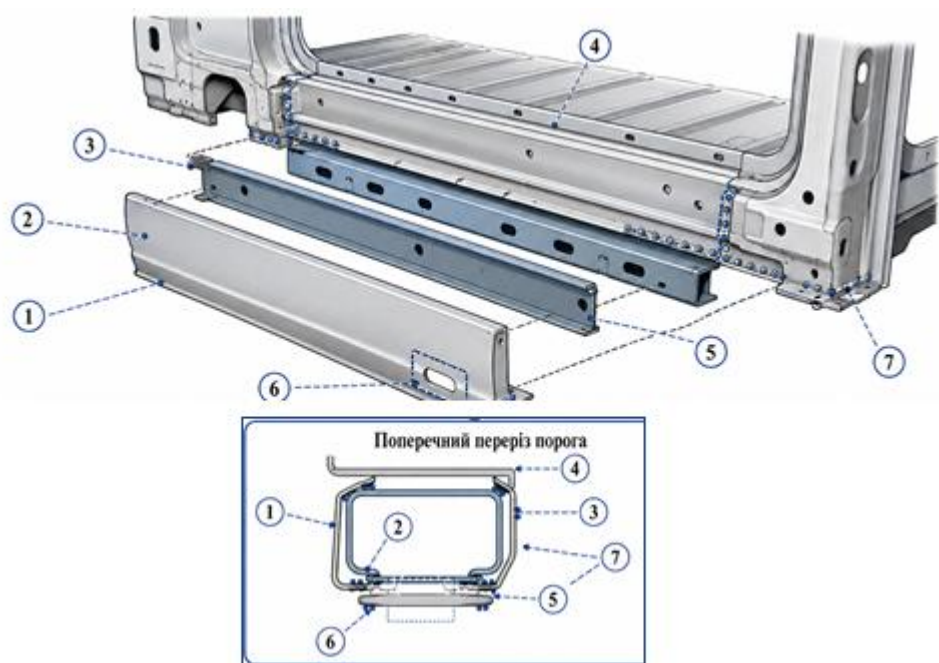


Рисунок 2.1 – Конструктивна схема порога автомобіля Volkswagen Transporter T4 з внутрішнім підсилювачем:

1 – зовнішня панель порога; 2 – внутрішній підсилювач порога; 3 – внутрішня панель порога; 4 – підлога кузова; 5 – нижній з'єднувальний фланець; 6 – зона піддомкравування; 7 – зварні з'єднання.

Перед початком робіт автомобіль встановлюють на рівний майданчик або підйомач [3, 13]. Проводять зовнішній огляд порога, визначають межі корозійного руйнування, перевіряють стан нижньої кромки, зон піддомкравування, переднього й заднього стиків із колісними арками. Особливу

увагу приділяють зазорам дверей, оскільки їх зміна може свідчити про порушення геометрії кузова.

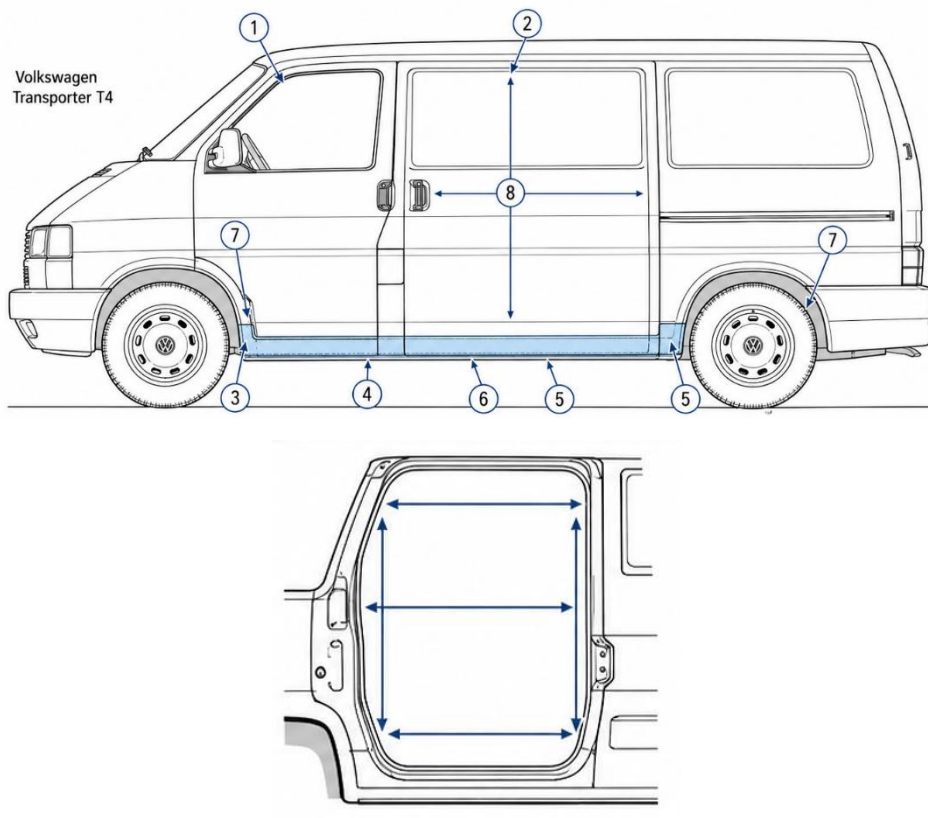


Рисунок 2.2 – Зони контролю перед демонтажем порога:

1 – зазор передніх дверей; 2 – зазор зсувних бокових дверей; 3 – передня частина порога біля передньої арки; 4 – зона піддомкравування; 5 – задня частина порога біля задньої арки; 6 – нижня лінія порога; 7 – стики порога зі стійками кузова; 8 – геометрія дверного прорізу.

Підготовчий етап передбачає демонтаж елементів, які можуть заважати виконанню ремонту: пластикових накладок, ущільнювачів, внутрішнього оздоблення біля порога та, за потреби, дверей. Після цього пошкоджену ділянку очищають від бруду, лакофарбового покриття й корозії. На поверхні наносять лінії різання з урахуванням форми нового ремонтного елемента та технологічних припусків.

Демонтаж старого порога виконують поетапно. Спочатку видаляють зовнішню панель, після чого відкривається доступ до внутрішнього підсилювача. Якщо підсилювач має наскрізну корозію, тріщини або втрату жорсткості, його також вирізають. Кромки кузова після різання зачищають до

чистого металу, видаляють залишки старих зварних точок і перевіряють стан прилеглих ділянок.

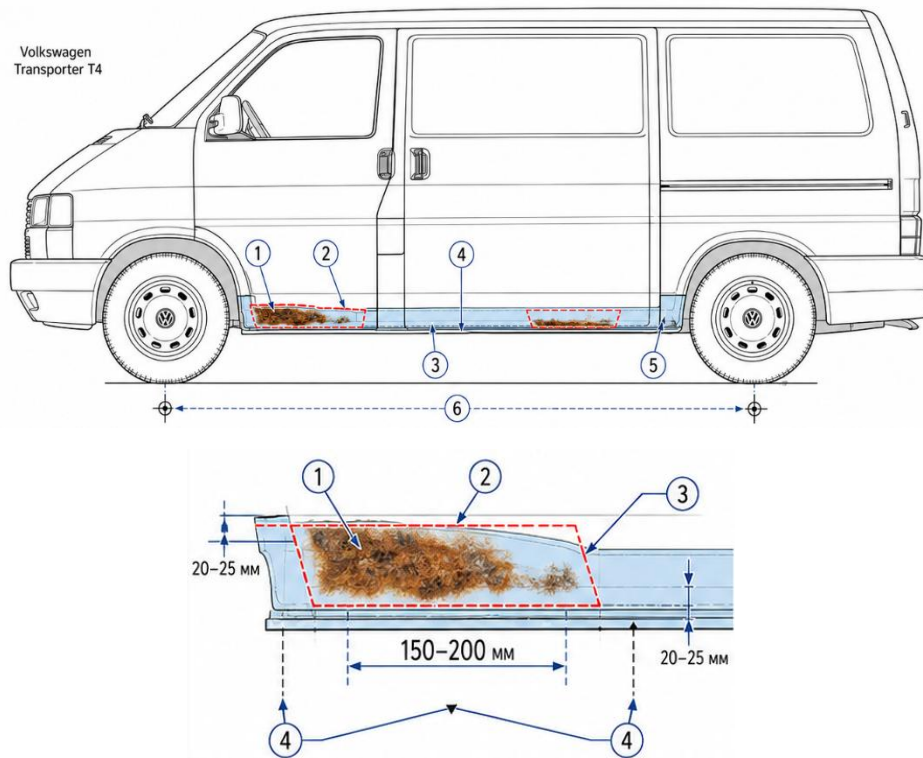


Рисунок 2.3 – Розмітка пошкодженого порога перед вирізанням:

1 – зона корозійного пошкодження; 2 – контур вирізання пошкодженої ділянки; 3 – технологічний припуск під припасування; 4 – місця контрольних вимірів; 5 – межі зварного з'єднання після заміни; 6 – базові орієнтири кузова.

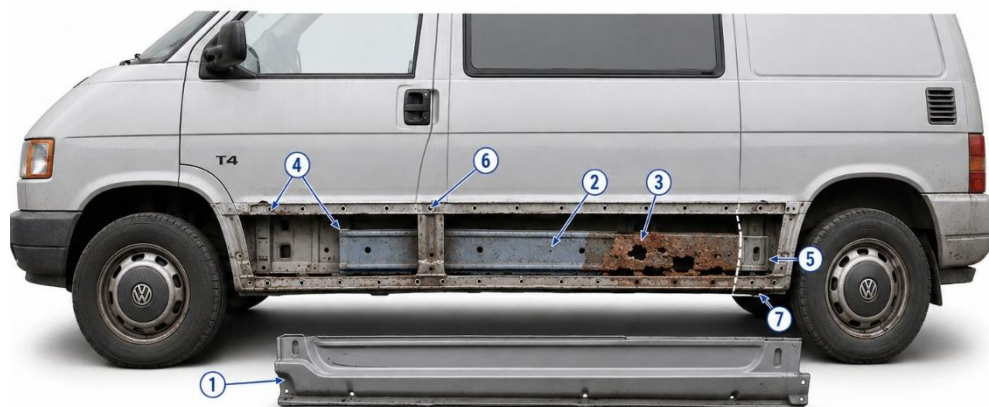
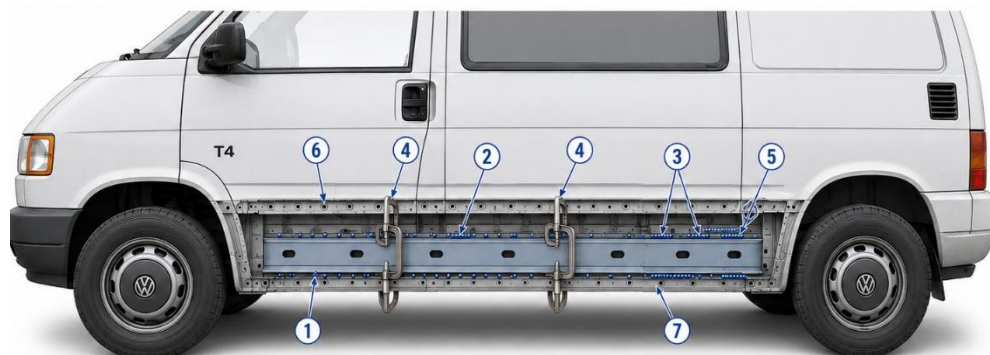


Рисунок 2.4 – Демонтаж зовнішньої панелі та пошкодженого підсилювача порога:

1 – демонтована зовнішня панель порога; 2 – пошкоджений внутрішній підсилювач порога; 3 – зона корозійного руйнування; 4 – місця висвердлювання зварних точок; 5 – лінія вирізання підсилювача; 6 – очищені кромки кузова після демонтажу; 7 – нижній з'єднувальний фланець.

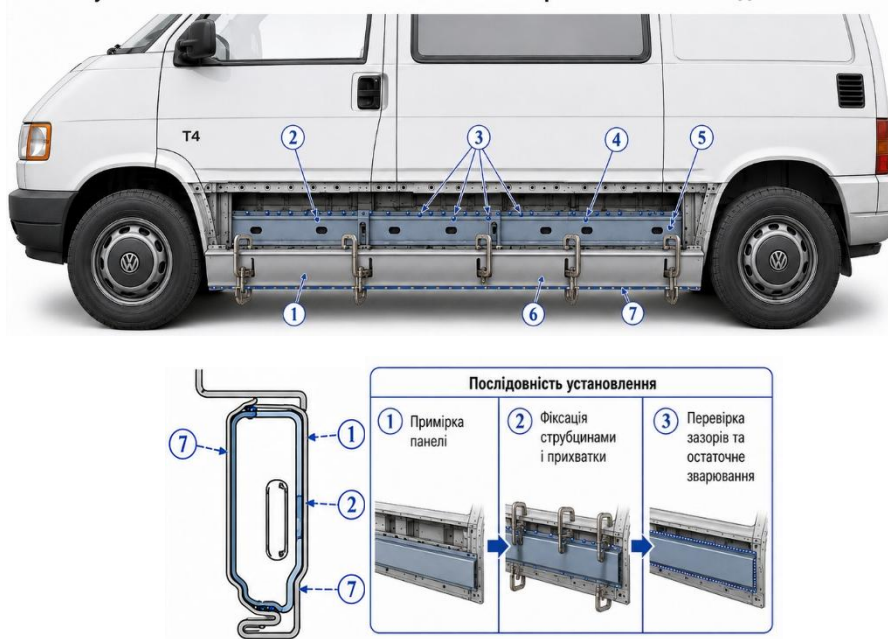
Новий підсилювач попередньо приміряють за місцем встановлення. Його положення перевіряють за посадковими площинами, отворами, стиками з передньою та задньою частинами кузова. Після припасування підсилювач фіксують затискачами і зварюють із кузовом. Зварювання виконують короткими ділянками або точками, щоб уникнути перегрівання металу та деформації дверного прорізу [1, 9].



● – точка прихваткового зварювання ●●●●●●●● – суцільний зварний шов (остаточне зварювання)

Рисунок 2.5 – Встановлення та зварювання внутрішнього підсилювача порога: 1 – новий внутрішній підсилювач порога; 2 – місця прихваткового зварювання; 3 – зони остаточного зварювання; 4 – струбцини для фіксації; 5 – очищені кромки кузова; 6 – базові точки контрольного положення; 7 – нижній з'єднувальний фланець.

Після закріплення підсилювача встановлюють зовнішню панель порога. Перед остаточним зварюванням перевіряють рівномірність зазорів, прилягання елемента до кузова та відповідність його положення заводському контуру. Зовнішню панель прихоплюють у кількох точках, повторно контролюють геометрію, після чого виконують остаточне зварювання.



● – точка прихваткового зварювання - - - - - лінія стику панелі з кузовом

Рисунок 2.6 – Установлення зовнішньої панелі порога після заміни підсилювача:

1 – нова зовнішня панель порога; 2 – внутрішній підсилювач порога; 3 – місця прихваткового зварювання; 4 – струбцини для фіксації; 5 – контроль зазорів і припасування; 6 – лінія стику панелі з кузовом; 7 – нижній з'єднувальний фланець.

Зварні шви зачищають, видаляють бризки металу та нерівності. Ділянки з'єднань обробляють антикорозійним ґрунтом, а стики герметизують кузовним герметиком. Внутрішню порожнину порога обов'язково захищають антикорозійним складом через технологічні отвори, оскільки саме закриті порожнини найбільше схильні до накопичення вологи.

Завершальним етапом є підготовка зовнішньої поверхні до фарбування. Після ґрунтування виконують вирівнювання поверхні, нанесення базового покриття та захисного шару лаку. Якість ремонту оцінюють за станом зварних швів, правильністю геометрії порога, рівномірністю дверних зазорів і відсутністю видимих дефектів лакофарбового покриття.

Технологічний процес передбачає поетапний демонтаж пошкоджених елементів, підготовку посадкових поверхонь, установа нового підсилювача, монтаж зовнішньої панелі порога, зварювання, герметизацію та антикорозійний захист.

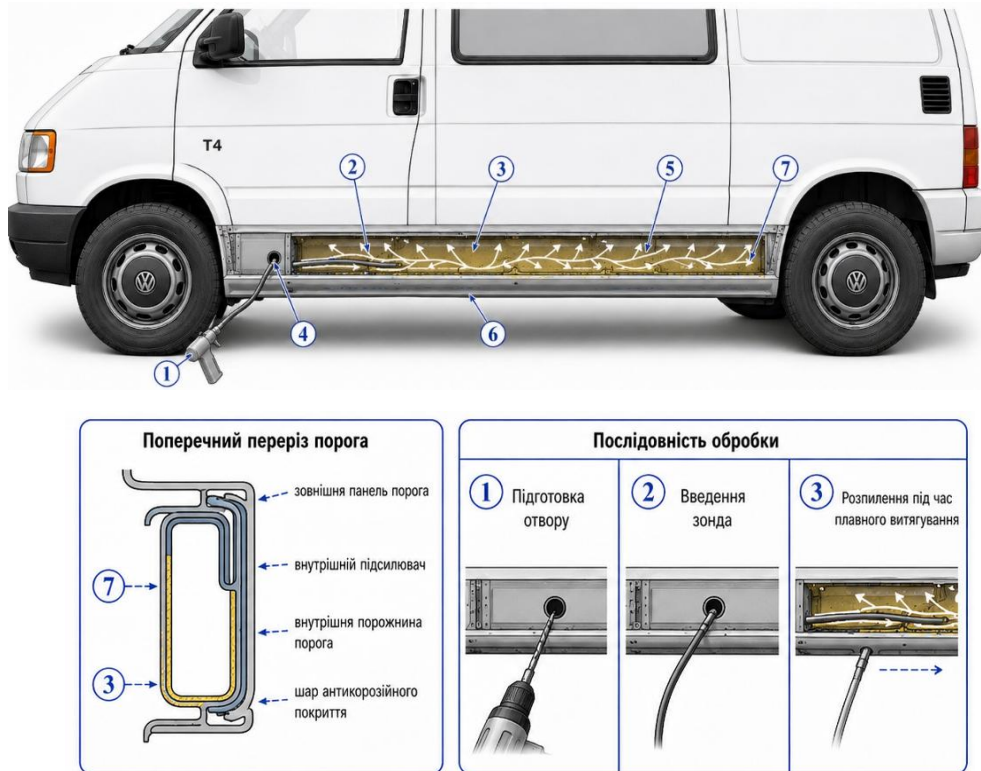


Рисунок 2.7 – Антикорозійна обробка внутрішньої порожнини порога:

1 – розпилювач з гнучким зондом; 2 – внутрішня порожнина порога; 3 – антикорозійний склад; 4 – технологічні отвори для обробки; 5 – зона рівномірного розпилення; 6 – напрям переміщення зонда; 7 – оброблена внутрішня поверхня порога.

Таблиця 2.1 – Технологічний процес заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4.

№ опер.	Назва операції	Зміст виконуваних робіт	Обладнання, інструмент і матеріали
005	Примально-діагностична	Автомобіль встановлюють на робоче місце, проводять зовнішній огляд порога, визначають ступінь корозійного пошкодження, перевіряють стан підсилювача, нижньої кромки, зон піддомкращування та стиків із колісними арками.	Оглядова лампа, товщиномір, шило або контрольний щуп, рулетка, маркер

010	Підготовча	Автомобіль очищають від забруднень у зоні ремонту. Демонтують пластикові накладки, ущільнювачі, частину внутрішнього оздоблення та інші елементи, що заважають доступу до порога.	Набір ручного інструменту, викрутки, ключі, знімачі облицювання
015	Контроль геометрії кузова	Перед вирізанням пошкоджених елементів перевіряють зазори дверей, положення дверного прорізу та відсутність перекосу кузова. За потреби двері фіксують або тимчасово демонтують.	Рулетка, шаблони, контрольна лінійка, струбцини
020	Розмічальна	На зовнішній панелі порога наносять межі вирізання пошкодженої ділянки. Розмітку виконують із урахуванням форми нового порога, місць заводських з'єднань і технологічного припуску.	Маркер, креслярська лінійка, малярна стрічка
025	Видалення лакофарбового покриття	У місцях різання та зварювання видаляють фарбу, ґрунт, герметик і корозійні нашарування до чистого металу.	Кутова шліфувальна машина, абразивні круги, металева щітка
030	Демонтаж зовнішньої панелі порога	Пошкоджену зовнішню панель порога вирізають по нанесеній розмітці. Зварні точки висвердлюють або зрізають, не допускаючи пошкодження прилеглих кузовних елементів.	Відрізна машинка, свердло для зварних точок, пневмозубило, зубило
035	Огляд внутрішнього підсилювача	Після зняття зовнішньої панелі оцінюють стан внутрішнього підсилювача, посадкових площин і прилеглих елементів кузова. Визначають обсяг заміни або ремонту підсилювача.	Оглядова лампа, щуп, молоток, металева щітка

040	Демонтаж пошкодженого підсилювача	У разі наскрізної корозії або втрати міцності пошкоджену частину підсилювача вирізають. Кромки кузова зачищають від залишків старих швів, іржі та герметика.	Кутова шліфувальна машина, відрізний круг, пневмозубило, абразивний інструмент
045	Підготовка посадкових поверхонь	Місця встановлення нового підсилювача та порога очищають, вирівнюють, знежирюють і обробляють антикорозійним ґрунтом у зонах, які після складання будуть недоступними.	Абразивний інструмент, знежирювач, антикорозійний ґрунт, ґрунт для зварювання
050	Припасування нового підсилювача	Новий підсилювач встановлюють у проектне положення, перевіряють його прилягання до кузова, збіг посадкових площин і відповідність формі дверного прорізу.	Ремонтний підсилювач, струбцини, затискачі, рулетка
055	Зварювання підсилювача	Підсилювач фіксують прихватками, після чого виконують остаточне зварювання короткими ділянками або через технологічні отвори, імітуючи заводські точкові з'єднання.	Зварювальний напівавтомат MIG/MAG, дріт Св-08Г2С або ER70S-6, захисний газ CO ₂ або Ar+CO ₂
060	Зачищення швів підсилювача	Після охолодження зварні з'єднання очищають від бризок, окалини й нерівностей. Перевіряють якість провару та відсутність пропалів.	Шліфувальна машина, пелюстковий круг, металева щітка

065	Припасування зовнішньої панелі порога	Зовнішню панель порога встановлюють на місце, перевіряють її положення відносно дверей, колісних арок і нижньої лінії кузова. Панель фіксують затискачами.	Нова панель порога, струбцини, затискачі, контрольна лінійка
070	Попереднє закріплення панелі	Виконують прихваткове зварювання зовнішньої панелі в декількох точках. Після цього повторно перевіряють зазори дверей, правильність прилягання та відсутність перекосу.	Зварювальний напівавтомат MIG/MAG, затискачі, вимірювальний інструмент
075	Остаточне зварювання порога	Зовнішню панель остаточно зварюють із кузовом і підсилювачем. Зварювання виконують переривчастими короткими швами або точками, щоб зменшити нагрівання металу та запобігти деформації.	Зварювальний напівавтомат MIG/MAG, зварювальний дріт, захисний газ
080	Зачищення зварних з'єднань	Зварні шви зачищають до рівної поверхні, видаляють бризки металу, залишки окалини та гострі кромки.	Кутова шліфувальна машина, пелюсткові круги, абразивний папір
085	Герметизація стиків	На місця з'єднань наносять кузовний герметик. Особливу увагу приділяють нижній кромці порога, стикам із колісними арками та зонам зварювання.	Кузовний герметик, шпатель, пістолет для герметика
090	Антикорозійна обробка	Внутрішню порожнину порога обробляють антикорозійним складом через технологічні отвори. Зовнішню поверхню покривають антикорозійним ґрунтом.	Антикорозійний консервант, розпилювач із гнучким зондом, ґрунт

095	Підготовка до фарбування	Відремонтовану ділянку шліфують, за потреби наносять тонкий шар шпаклівки, після чого виконують ґрунтування та підготовку поверхні під фарбування.	Шпаклівка, ґрунт-наповнювач, абразивний папір, шліфувальний блок
100	Фарбувальна	На підготовлену поверхню наносять базове покриття відповідного кольору та захисний шар лаку. Після висихання перевіряють рівномірність покриття.	Фарбопульт, компресор, фарба, лак, знежирювач
105	Складальна	Встановлюють демонтовані раніше накладки, ущільнювачі, елементи салону та інші деталі. Перевіряють роботу дверей і правильність їх закривання.	Набір ручного інструменту, кріпильні елементи
110	Контрольна	Виконують остаточний контроль якості ремонту: перевіряють геометрію порога, стан зварних швів, герметичність стиків, якість фарбування та антикорозійної обробки.	Оглядова лампа, рулетка, контрольна лінійка, візуальний контроль

Загальна технологічна послідовність заміни порога з підсилювачем включає діагностику пошкоджень, демонтаж зруйнованих елементів, підготовку посадкових поверхонь, установлення нового підсилювача, монтаж зовнішньої панелі, зварювання, герметизацію, антикорозійний захист і завершальне фарбування. Дотримання цієї послідовності забезпечує відновлення міцності кузова, правильного зовнішнього вигляду порога та довговічності відремонтованої ділянки.

2.2 Розрахунок затрат часу та кількості працівників для виконання заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4

Розрахунок трудомісткості виконуємо на основі розробленого технологічного процесу заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4. Об'єктом ремонту є один поріг кузова з пошкодженою

зовнішньою панеллю та внутрішнім підсилювачем. До складу робіт входять діагностування пошкодженої ділянки, підготовка кузова, демонтаж корозійно зруйнованих елементів, встановлення нового підсилювача, монтаж зовнішньої панелі порога, зварювання, зачищення швів, герметизація, антикорозійна обробка, підготовка до фарбування, фарбування та остаточний контроль якості.

Під час визначення затрат часу враховано, що основна частина робіт виконується на кузовному посту із застосуванням ручного інструменту, шліфувального обладнання та зварювального напівавтомата MIG/MAG. Окремі операції, пов'язані з припасуванням великогабаритних ремонтних елементів, фіксацією зовнішньої панелі та контролем зазорів, потребують участі двох працівників. Фарбувальні роботи виконує працівник відповідної спеціалізації.

Трудомісткість окремої операції визначаємо за формулою:

$$T_i = t_i \cdot n_i,$$

де T_i – трудомісткість i -ї операції, люд·год;

t_i – тривалість виконання операції, год;

n_i – кількість працівників, залучених до виконання операції.

Сумарна оперативна трудомісткість ремонту визначається як сума трудомісткості всіх операцій:

$$T_{оп} = \sum T_i.$$

Таблиця 2.2 – Розрахунок затрат часу на заміну порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4.

№ операції	Назва операції	Кількість працівників, осіб	Тривалість операції, год	Трудомісткість, люд·год
005	Приймально-діагностична	1	0,30	0,30
010	Підготовча	1	0,70	0,70
015	Контроль геометрії кузова	1	0,35	0,35
020	Розмічальна	1	0,25	0,25

025	Видалення лакофарбового покриття	1	0,60	0,60
030	Демонтаж зовнішньої панелі порога	1	2,20	2,20
035	Огляд внутрішнього підсилювача	1	0,30	0,30
040	Демонтаж пошкодженого підсилювача	1	1,50	1,50
045	Підготовка посадкових поверхонь	1	0,80	0,80
050	Припасування нового підсилювача	2	0,60	1,20
055	Зварювання підсилювача	1	1,40	1,40
060	Зачищення швів підсилювача	1	0,45	0,45
065	Припасування зовнішньої панелі порога	2	0,80	1,60
070	Попереднє закріплення панелі	2	0,45	0,90
075	Остаточне зварювання порога	1	1,80	1,80
080	Зачищення зварних з'єднань	1	0,90	0,90
085	Герметизація стиків	1	0,50	0,50
090	Антикорозійна обробка	1	0,65	0,65

095	Підготовка до фарбування	1	1,30	1,30
100	Фарбувальна	1	1,40	1,40
105	Складальна	1	0,50	0,50
110	Контрольна	1	0,40	0,40
Разом			18,15	20,00

За результатами розрахунку сумарна активна тривалість виконання технологічного процесу на одному робочому посту становить:

$$t_{\text{заг}} = 18,15 \text{ год.}$$

Оперативна трудомісткість робіт з урахуванням кількості виконавців на окремих операціях становить:

$$T_{\text{оп}} = 20,00 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Оскільки під час ремонту частина часу витрачається на підготовку інструменту, обслуговування робочого місця, перестановку обладнання, очищення робочої зони, короткі перерви та організаційні дії, до оперативної трудомісткості вводимо додатковий коефіцієнт. Для умов одиничного кузовного ремонту приймаємо:

підготовчо-заключний час – 5 %;

час на обслуговування робочого місця – 6 %;

час на відпочинок та особисті потреби – 4 %.

Загальний коефіцієнт доплат до оперативного часу становить:

$$K_{\text{д}} = 1 + 0,05 + 0,06 + 0,04 = 1,15.$$

Тоді повна нормативна трудомісткість ремонту дорівнює:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{д}} = 20,00 \cdot 1,15 = 23,00 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Отже, для заміни одного порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 повна розрахункова трудомісткість становить 23,00 люд·год.

Кількість працівників визначаємо залежно від планової тривалості виконання ремонту [5, 13]. Оскільки технологічний процес включає зварювальні, підготовчі, антикорозійні та фарбувальні роботи, раціонально прийняти виконання ремонту протягом двох робочих змін. Тривалість однієї зміни приймаємо 8 год.

Розрахункова кількість працівників визначається за формулою:

$$N = T_n / (F_{зм} \cdot m),$$

де N – розрахункова кількість працівників, осіб;

T_n – повна нормативна трудомісткість ремонту, люд·год;

$F_{зм}$ – тривалість однієї робочої зміни, год;

m – кількість робочих змін, протягом яких виконується ремонт.

Підставляємо значення:

$$N = 23,00 / (8 \cdot 2) = 1,44 \text{ осіб.}$$

Отримане значення округлюємо у більший бік:

$N = 2$ працівники.

Таким чином, для виконання основної частини робіт із заміни порога з підсилювачем необхідно залучити двох працівників. Один працівник виконує основні кузовні, демонтажні, підготовчі та зварювальні операції, а другий залучається під час припасування підсилювача, встановлення зовнішньої панелі, фіксації деталей, перевірки зазорів і попереднього закріплення елементів.

Разом з тим фарбувальна операція потребує участі працівника відповідної спеціалізації. Тому загальний склад виконавців, залучених до ремонту за спеціалізаціями, доцільно прийняти таким:

кузовник-зварник – 1 особа;

слюсар-кузовник або помічник кузовника – 1 особа;

маляр-підготовник – 1 особа.

Одночасно на більшості операцій працює один працівник, на операціях припасування та фіксації деталей – два працівники, а загальна кількість працівників, залучених до виконання ремонту за спеціалізаціями, становить 3 особи.

Проведений розрахунок показав, що повна нормативна трудомісткість заміни одного порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 становить 23,00 люд·год. Для організації робіт на кузовному посту протягом двох робочих змін необхідна ремонтна ланка з двох основних працівників, а з урахуванням фарбувальних робіт загалом до процесу залучаються три працівники різної спеціалізації.

2.3 Контроль якості виконаних робіт

Контроль якості після заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 є завершальним етапом технологічного процесу ремонту. Його основне призначення полягає у перевірці правильності встановлення ремонтних елементів, надійності зварних з'єднань, відповідності геометрії кузова та якості антикорозійного захисту. Оскільки поріг бере участь у забезпеченні жорсткості кузова, недоліки під час його встановлення можуть призвести до перекосу дверного прорізу, порушення герметичності стиків і прискореного повторного корозійного руйнування.

Першим етапом контролю є перевірка геометричного положення порога [10]. Для цього оцінюють рівномірність зазорів між дверима та кузовом, правильність прилягання дверей, збіг нижньої лінії порога з прилеглими кузовними елементами, а також відповідність положення зовнішньої панелі відносно колісних арок. Контроль виконують за допомогою рулетки, контрольної лінійки, шаблонів і візуального огляду.

Особливу увагу приділяють якості зварних з'єднань. Після зачищення швів проводять зовнішній огляд місць прихваткового та остаточного зварювання. Не допускаються пропали, тріщини, неповарені ділянки, значні напливи металу, пори та різкі переходи між швом і основним металом. У місцях з'єднання зовнішньої панелі з підсилювачем перевіряють рівномірність розташування зварних точок і відсутність локальних деформацій.

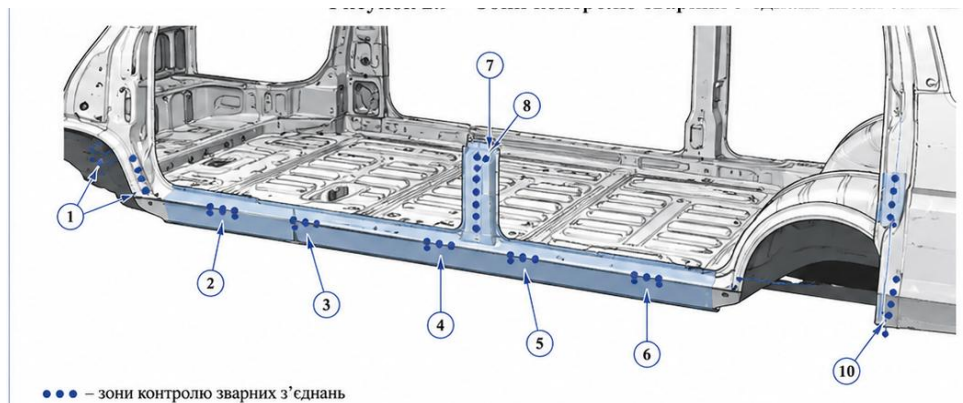


Рисунок 2.8 – Зони контролю зварних з'єднань після заміни порога:

1 – з'єднання з передньою стійкою; 2 – передня частина верхнього шва; 3 – передня частина нижнього шва; 4 – центральна частина нижнього шва; 5 –

центральна частина верхнього шва; 6 – задня частина нижнього шва; 7 – з'єднання з середньою стійкою; 8 – верхня частина заднього шва; 9 – з'єднання із задньою стійкою; 10 – з'єднання з заднім крилом.

Після перевірки швів контролюють герметизацію стиків. Кузовний герметик має бути нанесений рівномірним шаром без розривів, пропусків і відшарувань. Найбільш відповідальними зонами є нижній з'єднувальний фланець, стики з передньою та задньою колісними арками, місця переходу зовнішньої панелі до кузова і ділянки, де можливе накопичення вологи та дорожніх забруднень.

Наступним етапом є перевірка антикорозійної обробки. Внутрішня порожнина порога повинна бути повністю покрита захисним складом. Контроль виконують через технологічні отвори за допомогою оглядової лампи або ендоскопа. На зовнішній поверхні порога перевіряють якість ґрунтування, відсутність незахищених ділянок металу та рівномірність нанесення захисного шару.

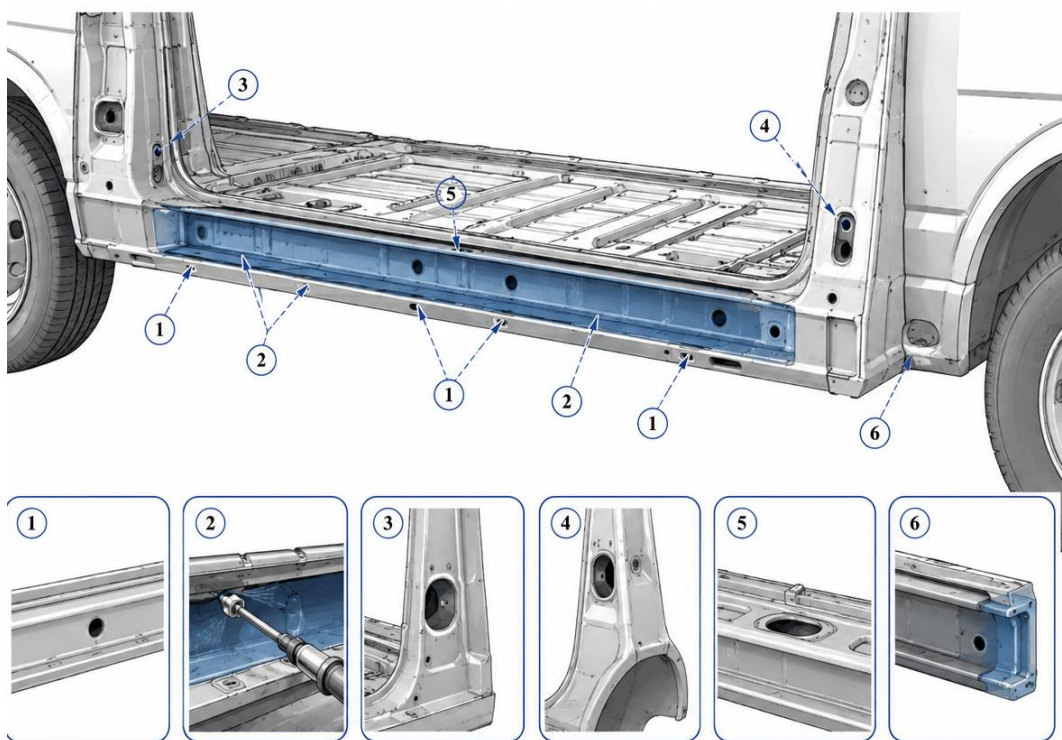


Рисунок 2.9 – Контроль антикорозійної обробки внутрішньої порожнини порога:

1 – дренажні (зливні) отвори в нижній частині порога; 2 – зона антикорозійної обробки внутрішньої порожнини порога; 3 – контрольний отвір у передній стійці для перевірки порожнини порога; 4 – контрольний отвір у задній стійці (біля

арки) для перевірки порожнини порога; 5 – технологічний отвір зверху порога для доступу та нанесення антикорозійного матеріалу; 6 – контрольний отвір у задній торцевій частині порога.

Після завершення фарбувальних робіт контролюють зовнішній вигляд відремонтованої ділянки. Поверхня повинна мати рівномірний колір, без потьоків, кратерів, пилових включень, помітних хвиль або нерівностей. Перехід між відремонтованою частиною та основною поверхнею кузова має бути плавним і малопомітним.

Основні параметри контролю якості виконаних робіт наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Контроль якості після заміни порога з підсилювачем.

Об'єкт контролю	Спосіб перевірки	Інструмент або засіб контролю	Ознака якісного виконання
Геометрія дверного прорізу	Візуальний і вимірювальний контроль	Рулетка, контрольна лінійка, шаблони	Рівномірні зазори, відсутність перекосу дверей
Положення зовнішньої панелі	Візуальна перевірка та порівняння з лінією кузова	Контрольна лінійка, шаблон	Панель встановлена без зміщення та хвиль
Зварні з'єднання	Зовнішній огляд після зачищення	Оглядова лампа, металева щітка	Відсутність тріщин, пропалів, пор і непроварів
Нижній фланець порога	Огляд зони стикування	Оглядова лампа, контрольний щуп	Щільне прилягання, відсутність зазорів і розривів шва
Герметизація стиків	Візуальний контроль шару герметика	Оглядова лампа	Герметик нанесений суцільно, без пропусків

Внутрішня порожнина порога	Огляд через технологічні отвори	Ендоскоп або лампа, гнучкий зонд	Поверхня рівномірно покрита антикорозійним складом
Лакофарбове покриття	Візуальний контроль поверхні	Оглядова лампа	Рівномірний колір, відсутність потьоків і дефектів

Таким чином, контроль якості виконаних робіт дає змогу підтвердити правильність відновлення порогової частини кузова. Комплексна перевірка геометрії, зварних з'єднань, герметизації, антикорозійного захисту та лакофарбового покриття забезпечує надійність ремонту і зменшує ймовірність повторного пошкодження порога під час подальшої експлуатації автомобіля [1, 3, 10].

2.4 Проведення техніко-економічних показників виконання ТП заміни порога з підсилювачем

Техніко-економічні показники технологічного процесу заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 визначають для оцінювання трудомісткості ремонту, потреби у працівниках, витрат на матеріали, оплату праці та загальної собівартості виконання робіт. Розрахунок проводимо для заміни одного порога з урахуванням демонтажу пошкоджених елементів, встановлення нового підсилювача, монтажу зовнішньої панелі, зварювання, герметизації, антикорозійної обробки та підготовки поверхні до фарбування.

За результатами попереднього розрахунку повна нормативна трудомісткість технологічного процесу становить:

$$T_n = 23,00 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Тривалість виконання робіт на одному ремонтному посту становить:

$$t_{\text{заг}} = 18,15 \text{ год.}$$

Для виконання основних операцій приймаємо двох працівників: кузовника-зварника та слюсаря-кузовника. До фарбувальної операції додатково залучається маляр-підготовник. Отже, загальна кількість працівників, які беруть участь у ремонті за спеціалізаціями, становить три особи, однак одночасно на посту переважно працюють один або два виконавці.

Витрати на оплату праці визначаємо за формулою:

$$C_{зп} = T_n \cdot C_t,$$

де $C_{зп}$ – основна заробітна плата, грн;

T_n – нормативна трудомісткість ремонту, люд·год;

C_t – погодинна тарифна ставка працівника, грн/год.

Для розрахунку приймаємо погодинну тарифну ставку:

$$C_t = 180 \text{ грн/год.}$$

Тоді основна заробітна плата становить:

$$C_{зп} = 23,00 \cdot 180 = 4140 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату приймаємо у розмірі 10 % від основної:

$$C_{дод} = 4140 \cdot 0,10 = 414 \text{ грн.}$$

Загальний фонд оплати праці становить:

$$C_{фоп} = 4140 + 414 = 4554 \text{ грн.}$$

Нарахування на оплату праці приймаємо у розмірі 22 %:

$$C_n = 4554 \cdot 0,22 = 1001,88 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів і витратних засобів визначаємо за складом робіт, передбачених технологічним процесом. До них належать ремонтна зовнішня панель порога, внутрішній підсилювач, зварювальний дріт, захисний газ, абразивні круги, знежирювач, ґрунти, кузовний герметик, антикорозійний склад, шпаклівка, фарба та лак.

Таблиця 2.4 – Орієнтовна вартість матеріалів для заміни порога з підсилювачем.

Найменування матеріалу	Орієнтовна вартість, грн
Зовнішня ремонтна панель порога	2500
Внутрішній підсилювач порога	1800
Зварювальний дріт і захисний газ	300

Відрізні, зачисні та пелюсткові круги	500
Знежирювач, перетворювач іржі, зварювальний грунт	600
Кузовний герметик та антикорозійний консервант	700
Шпаклівка, грунт-наповнювач, фарба і лак	1600
Разом	8000

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою:

$$C_{\text{ел}} = E \cdot C_e,$$

де E – витрати електроенергії, кВт·год;

C_e – вартість 1 кВт·год електроенергії, грн.

Для виконання різання, шліфування, зварювання та фарбування приймаємо орієнтовні витрати електроенергії:

$$E = 28 \text{ кВт·год.}$$

За умовної вартості електроенергії 8 грн/кВт·год отримаємо:

$$C_{\text{ел}} = 28 \cdot 8 = 224 \text{ грн.}$$

Витрати на використання обладнання, його технічне обслуговування та зношування інструменту приймаємо:

$$C_{\text{ам}} = 600 \text{ грн.}$$

Виробничі накладні витрати приймаємо у розмірі 15 % від прямих витрат [17]. Прямі витрати становлять:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{фоп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{м}} + C_{\text{ел}} + C_{\text{ам}},$$

$$C_{\text{пр}} = 4554 + 1001,88 + 8000 + 224 + 600 = 14379,88 \text{ грн.}$$

Тоді накладні витрати дорівнюють:

$$C_{\text{накл}} = 14379,88 \cdot 0,15 = 2156,98 \text{ грн.}$$

Повна виробнича собівартість виконання технологічного процесу становить:

$$C_{\text{в}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{накл}},$$

$$C_{\text{в}} = 14379,88 + 2156,98 = 16536,86 \text{ грн.}$$

Для визначення орієнтовної вартості послуги приймаємо рівень рентабельності 20 %:

$$\Pi = 16536,86 \cdot 0,20 = 3307,37 \text{ грн.}$$

Тоді розрахункова вартість виконання ремонту без урахування ПДВ становить:

$$Ц = 16536,86 + 3307,37 = 19844,23 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники технологічного процесу наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Техніко-економічні показники заміни порога з підсилювачем.

Показник	Значення
Об'єкт ремонту	Один поріг з підсилювачем
Нормативна трудомісткість	23,00 люд·год
Тривалість виконання робіт на посту	18,15 год
Кількість основних працівників	2 особи
Загальна кількість залучених працівників за спеціалізаціями	3 особи
Витрати на оплату праці	4554 грн
Нарахування на оплату праці	1001,88 грн
Вартість матеріалів	8000 грн
Витрати на електроенергію	224 грн
Витрати на обладнання та інструмент	600 грн
Накладні витрати	2156,98 грн
Виробнича собівартість ремонту	16536,86 грн
Орієнтовна вартість послуги без ПДВ	19844,23 грн

Проведені розрахунки показують, що найбільшу частку у вартості ремонту займають матеріали та оплата праці. Це пояснюється необхідністю використання нової зовнішньої панелі порога, внутрішнього підсилювача, зварювальних матеріалів, герметиків, антикорозійних засобів і лакофарбових матеріалів. Значна трудомісткість пов'язана з акуратним демонтажем пошкоджених елементів, припасуванням ремонтних деталей, зварюванням тонколистового металу та післязварювальною обробкою.

Виконання технологічного процесу заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 потребує 23,00 люд·год трудових затрат. Для організації робіт необхідно залучити двох основних працівників, а з

урахуванням фарбувальних робіт – трьох працівників за спеціалізаціями. Розрахункова виробнича собівартість ремонту становить 16536,86 грн, а орієнтовна вартість послуги без ПДВ – 19844,23 грн.

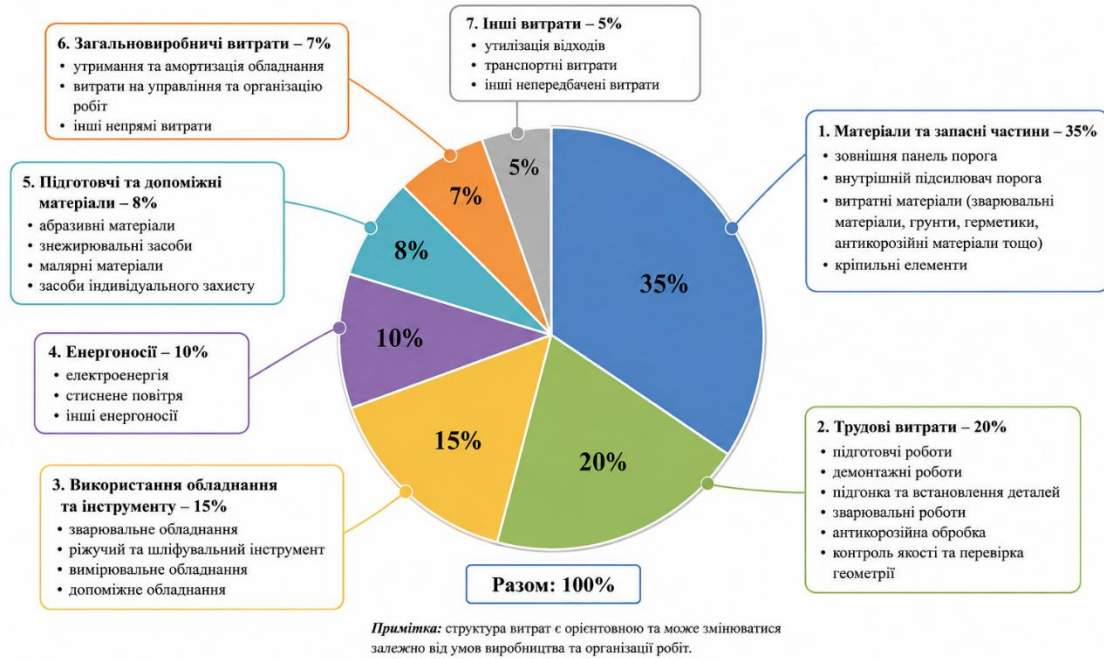


Рисунок 2.10 – Структура витрат під час виконання технологічного процесу заміни порога з підсилювачем.

2.5 Розрахунок площі зварювальної дільниці

Зварювальне виробництво належить до важливих напрямів сучасної техніки й технології. У машинобудуванні широко використовують продуктивні та економічно обґрунтовані процеси зварювання, наплавлення, паяння і термічного різання металів.

Зварювальна дільниця призначена для виконання робіт, пов'язаних зі з'єднанням, відновленням і зміцненням металевих деталей. На ній усувають тріщини, пробоїни, розриви, відколи та інші пошкодження елементів конструкцій. Крім того, на дільниці здійснюють ремонт пошкоджених металоконструкцій дорожніх машин, виконують різання металу, а також окремі замовлення інструментального й ремонтного цехів підприємства. Одним із важливих видів робіт є наплавлення зношених поверхонь деталей з метою відновлення їхніх розмірів і працездатності.

Площа виробничих приміщень визначається залежно від кількості встановленого обладнання або чисельності працівників, які одночасно виконують роботи на дільниці [11, 13, 14]. Для попереднього розрахунку використовують питомі норми площі, що припадають на одну одиницю устаткування чи на одного робітника.

Площа зони технічного обслуговування і поточного ремонту, м², визначається за формулою:

$$F_3 = f_o K_o X_o$$

де f_o – площа, яку займає автомобіль в плані, м²;

K_o – питома площа приміщення, яка припадає на одиницю площі, яку займає автомобіль: при двосторонньому розміщенні постів $K_o = 4...5$, при односторонньому $K_o = 6...7$

X_o – кількість постів зони.

$$F_3 = 9,4 \times 5 \times 7 = 329 \text{ м}^2$$

Площа виробничих приміщень визначається з урахуванням кількості встановленого обладнання, габаритів робочих постів, проходів, зон безпечного переміщення працівників і місць для тимчасового розміщення деталей. Для зварювальної дільниці площа приймається відповідно до планувальних рішень підприємства та характеру виконуваних ремонтно-відновлювальних робіт.

Площа зварювальної дільниці становить:

$$F_{зд} = 120 \text{ м}^2.$$

Прийнята площа забезпечує можливість розміщення основного зварювального обладнання, робочих місць, допоміжного інструменту та створення необхідних умов для безпечного виконання технологічних операцій.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування необхідності розроблення пристосування

Під час заміни порога з підсилювачем автомобіля Volkswagen Transporter T4 основною конструктивною проблемою є збереження геометрії дверного прорізу та правильного положення ремонтних елементів. Поріг належить до нижньої силової частини кузова, тому після вирізання пошкодженої зовнішньої панелі та внутрішнього підсилювача зменшується локальна жорсткість кузовної структури. У разі недостатньої фіксації можливе зміщення кромки, порушення зазорів дверей, неправильне прилягання зовнішньої панелі та утворення залишкових деформацій після зварювання.

Для підвищення точності ремонту у конструкторському розділі розробляється знімне регульоване пристосування для фіксації порогової частини кузова, утримання ремонтного підсилювача та зовнішньої панелі в проектному положенні. Його застосування дає змогу виконувати припасування і зварювання з меншим ризиком перекосу деталей, а також спрощує контроль положення порога відносно дверного прорізу.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зони встановлення пристосування під час заміни порога автомобіля Volkswagen Transporter T4.

3.2 Призначення та вимоги до пристосування

Розроблене пристосування призначене для тимчасової фіксації кузова і ремонтних елементів під час заміни порога з підсилювачем. Воно використовується на етапах підготовки посадкових поверхонь, встановлення нового підсилювача, припасування зовнішньої панелі порога, виконання прихваткового зварювання та контролю зазорів дверного прорізу.

До пристосування висуваються такі основні вимоги:

забезпечення фіксації ремонтного підсилювача і зовнішньої панелі без зміщення під час зварювання;

можливість регулювання положення притискних елементів за висотою та вильотом;

відсутність пошкодження лакофарбового покриття на суміжних ділянках кузова;

простота встановлення і зняття без складного демонтажу кузовних елементів;

можливість використання для лівого і правого порога;

достатня жорсткість несучої рами пристосування;

безпечність роботи під час зварювання, шліфування і контролю.

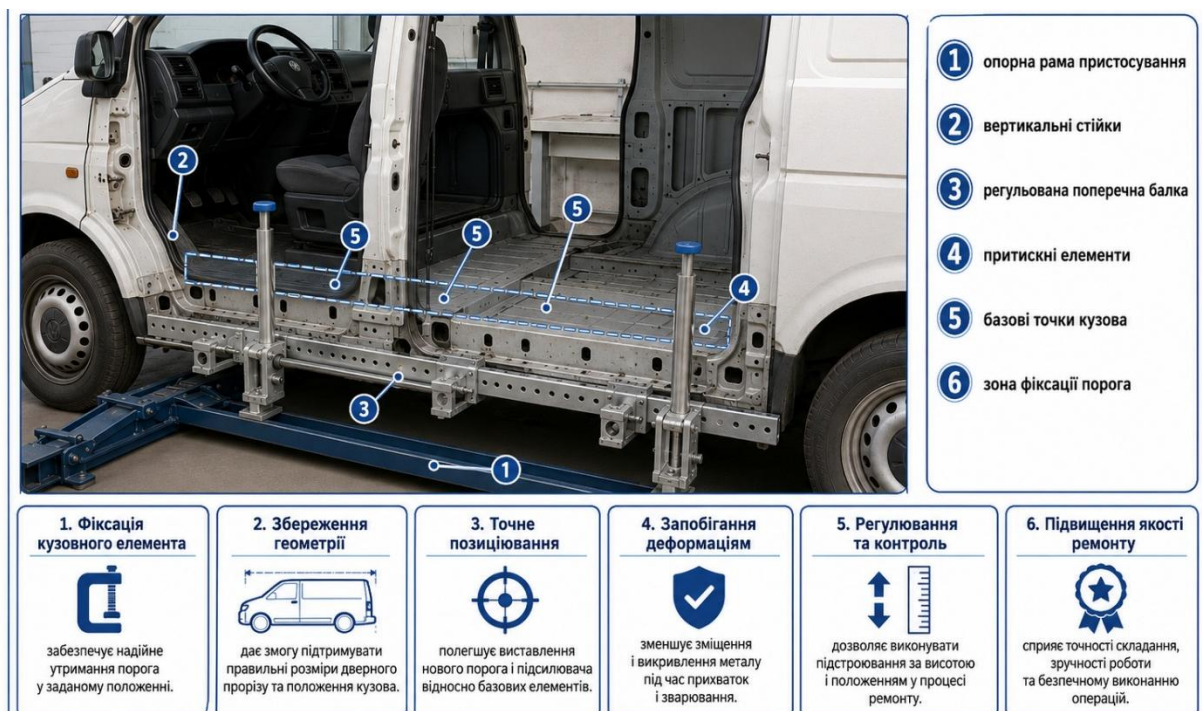


Рисунок 3.2 – Функціональне призначення пристосування для фіксації порога.

3.3 Конструкція пристосування для фіксації порога

Пристосування має збірну конструкцію і складається з несучої балки, регульованих опор, притискних гвинтових елементів, упорних пластин, змінних накладок та контрольної планки [18, 19]. Несуча балка сприймає основне навантаження від притискних механізмів і забезпечує просторову жорсткість пристрою. Регульовані опори дають можливість встановлювати пристосування з урахуванням фактичного положення кузова та форми порогової частини.

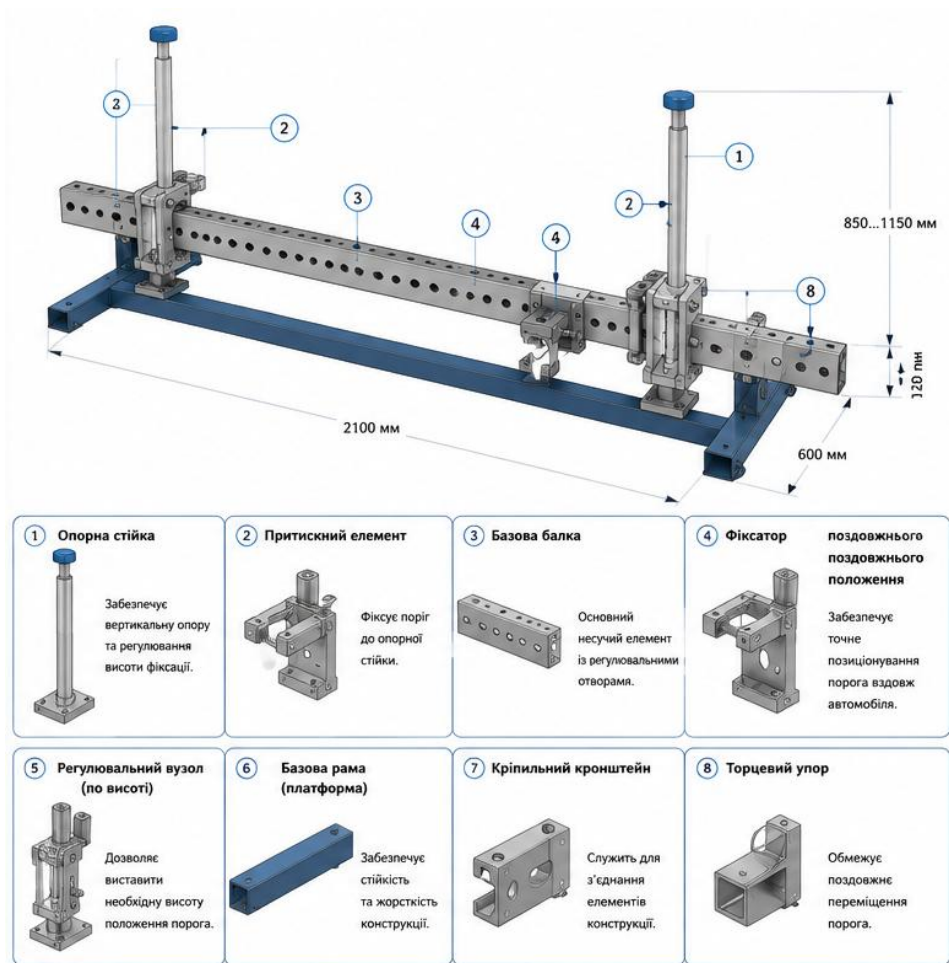


Рисунок 3.3 – Конструктивна схема пристосування для фіксації порога:

1 – несуча балка пристосування; 2 – регульована вертикальна опора; 3 – гвинтовий притискач; 4 – опорна пластина 5 – змінна захисна накладка; 6 – контрольна планка дверного прорізу; 7 – фіксатор положення; 8 – ремонтна зовнішня панель порога; 9 – внутрішній підсилювач порога; 10 – нижній з'єднувальний фланець.

Притискні гвинтові елементи використовуються для поступового підтискання ремонтної панелі до посадкових кромek. На кінцях притискачів

встановлюються змінні гумові або полімерні накладки, які запобігають утворенню вм'ятин на зовнішній поверхні металу. Упорні пластини розміщуються у зонах, де необхідно зафіксувати нижній фланець порога або край підсилювача.

3.4 Опис основних елементів пристосування

Основним елементом пристосування є несуча балка, виготовлена з профільної сталевий труби прямокутного перерізу. Такий профіль має достатню жорсткість при невеликій масі, що важливо для ручного встановлення пристрою на кузов автомобіля. На балці розміщені отвори або пази для перестановки притискачів відповідно до довжини ремонтної ділянки.

Регульовані опори виконують функцію базування пристосування на кузові. Вони дають змогу виставити пристрій паралельно нижній лінії порога та зафіксувати його відносно дверного прорізу. Для зменшення ризику пошкодження кузовних елементів опорні поверхні обладнуються м'якими накладками.

Гвинтові притискачі забезпечують контрольоване зусилля притискання ремонтної деталі. Перевагою гвинтового механізму є плавність регулювання, простота конструкції та можливість багаторазового використання. Притискання виконується поступово, щоб не деформувати тонколистовий метал зовнішньої панелі.

Контрольна планка застосовується для перевірки положення дверного прорізу. Вона встановлюється між базовими точками кузова і дає змогу контролювати відсутність зміщення після демонтажу пошкодженого порога.

3.5 Принцип роботи пристосування

Перед початком демонтажу пошкодженого порога автомобіль встановлюють на рівному робочому посту. Після зовнішнього огляду та перевірки зазорів дверей пристосування встановлюють уздовж порогової частини кузова. Регульовані опори виставляють так, щоб несуча балка

розташовувалася паралельно нижній лінії порога. Контрольна планка фіксує положення дверного прорізу, що дозволяє виявити можливе зміщення кузова під час подальших робіт.

Після демонтажу зовнішньої панелі та пошкодженого підсилювача пристосування використовують для припасування нового внутрішнього підсилювача. Деталь встановлюють на посадковій поверхні, після чого притискачами забезпечують її щільне прилягання до кузова. Спочатку виконують прихваткове зварювання, потім повторно перевіряють положення елемента і лише після цього переходять до остаточного зварювання.

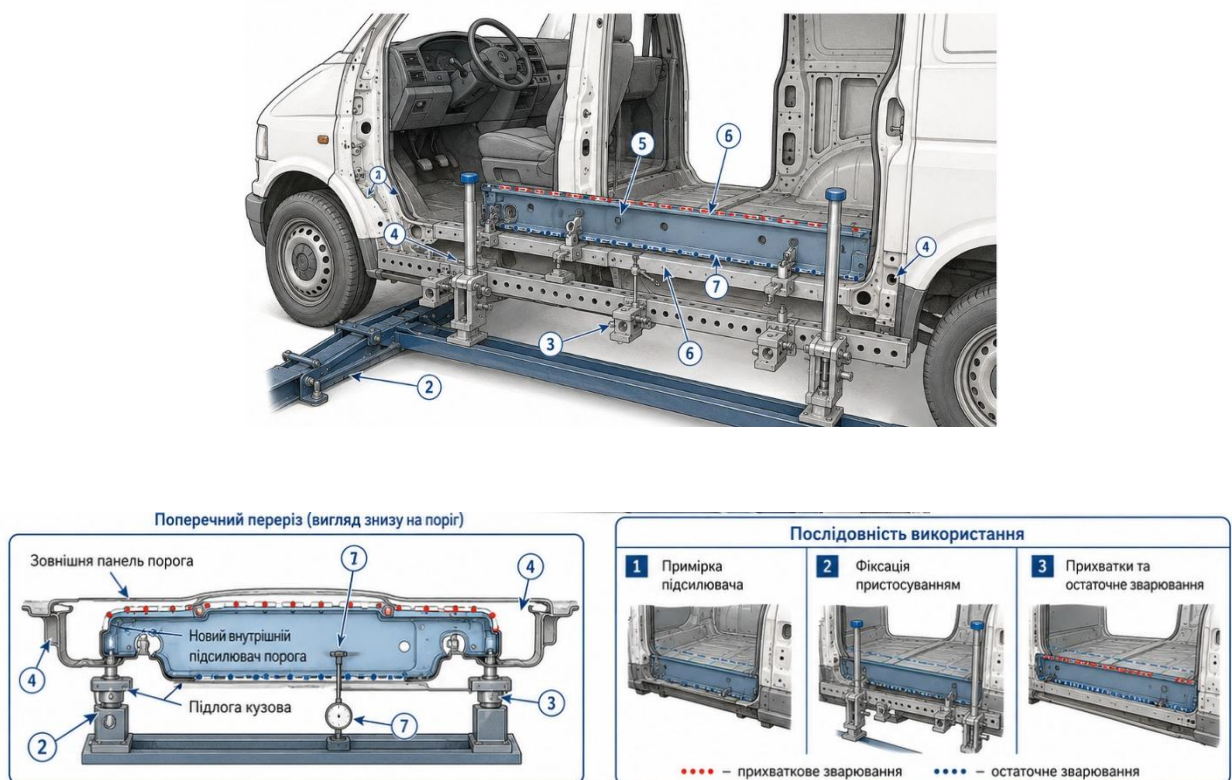


Рисунок 3.4 – Схема використання пристосування під час встановлення внутрішнього підсилювача порога:

1 – новий внутрішній підсилювач порога; 2 – пристосування для фіксації; 3 – притискні елементи; 4 – базові точки кузова; 5 – зони прихваткового зварювання; 6 – зони остаточного зварювання; 7 – контроль положення підсилювача.

На наступному етапі за допомогою того самого пристосування фіксують зовнішню панель порога. Її виставляють відносно дверей, колісних арок і нижньої лінії кузова. Притискні елементи розподіляють уздовж панелі, щоб забезпечити рівномірне прилягання. Після перевірки зазорів виконують прихваткове зварювання, а потім остаточне з'єднання короткими ділянками.

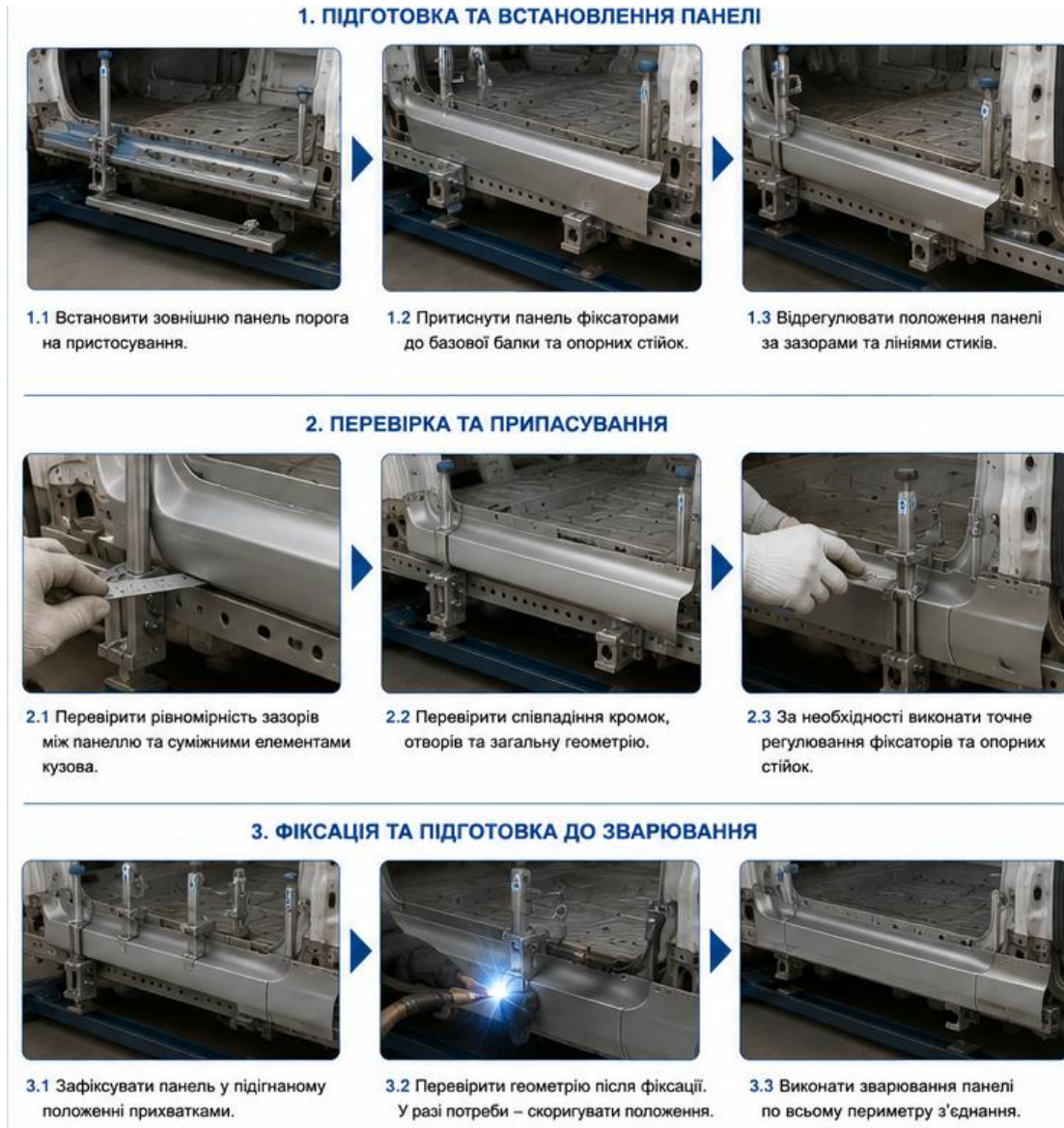


Рисунок 3.5 – Схема використання пристосування під час припасування зовнішньої панелі порога

3.6 Розрахунок зусилля притискання ремонтної панелі

Під час встановлення зовнішньої панелі порога необхідно забезпечити достатнє притискне зусилля, яке гарантує щільне прилягання деталі до кузовної кромки, але не викликає місцевого прогину тонколистового металу. Для кузовних панелей невеликої товщини притискання повинно бути рівномірним і розподіленим по довжині деталі.

Загальне зусилля притискання визначаємо за формулою:

$$F_{\text{заг}} = F_1 \cdot n,$$

де $F_{\text{заг}}$ – загальне зусилля притискання, Н;

F_1 – зусилля одного притискача, Н;

n – кількість притискачів.

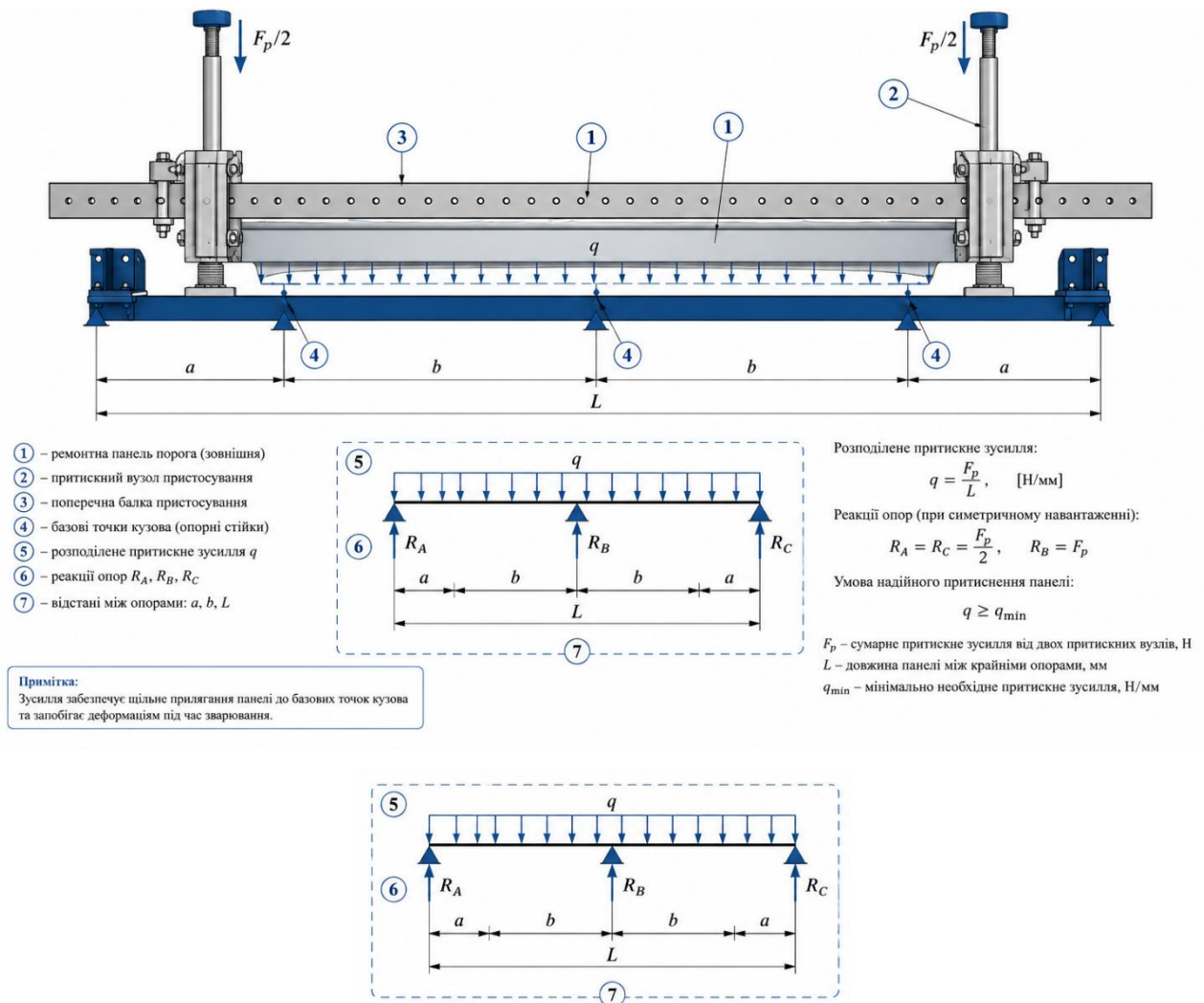


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема дії притискного зусилля на ремонтну панель порога:

1 – ремонтна панель порога (зовнішня); 2 – притискний вузол пристосування; 3 – поперечна балка пристосування; 4 – базові точки кузова (опорні стійки); 5 – розподілене притискне зусилля q ; 6 – реакції опор R_A, R_B, R_C ; 7 – відстані між опорами: a, b, L .

Для фіксації зовнішньої панелі порога приймаємо чотири гвинтові притискачі. Зусилля одного притискача приймаємо:

$$F_1 = 150 \text{ Н.}$$

Тоді загальне зусилля притискання становить:

$$F_{\text{заг}} = 150 \cdot 4 = 600 \text{ Н.}$$

Отримане значення є достатнім для утримання ремонтної панелі в проектному положенні під час прихваткового зварювання. При цьому зусилля

розподіляється між кількома точками, що зменшує ризик локальної деформації зовнішньої поверхні порога.

Для перевірки навантаження на одну опорну пластину визначимо питомий тиск:

$$p = F_1 / A,$$

де p – питомий тиск на поверхню панелі, Н/мм²;

F_1 – зусилля одного притискача, Н;

A – площа контакту захисної накладки, мм².

Приймаємо розмір захисної накладки 40×30 мм, тоді:

$$A = 40 \cdot 30 = 1200 \text{ мм}^2.$$

Питомий тиск становить:

$$p = 150 / 1200 = 0,125 \text{ Н/мм}^2.$$

Такий рівень контактного тиску не є небезпечним для тонколистової кузовної панелі, оскільки навантаження передається через м'яку захисну накладку і не концентрується в одній точці.

3.7 Переваги застосування розробленого пристосування

Застосування регульованого пристосування для фіксації порога підвищує точність виконання ремонтних операцій і зменшує залежність якості ремонту від ручного утримання деталі. Пристосування дає можливість стабільно зафіксувати підсилювач і зовнішню панель під час прихваткового зварювання, контролювати положення дверного прорізу та уникати зміщення ремонтних елементів.

Основними перевагами запропонованої конструкції є:

підвищення точності встановлення підсилювача і зовнішньої панелі порога;

зменшення ризику перекосу дверного прорізу;

скорочення часу на ручне припасування ремонтних деталей;

можливість рівномірного притискання панелі по довжині;

зниження ймовірності утворення хвиль і локальних деформацій;

можливість використання пристосування для обох сторін кузова;

покращення умов праці кузовника-зварника.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Правила техніки безпеки на робочих місцях

Порушення техніки безпеки при проведенні зварювальних робіт часто призводить до найсумніших наслідків - пожеж, вибухів і як наслідок травм і загибелі людей.

Так само при зварюванні можливі наступні травми - ураження електричним струмом, опіки від шлаку і крапель металу, травми механічного характеру.

Для запобігання всіх цих положень важливо неухильно дотримуватися запобіжних заходів.

Надійна ізоляція всіх, проводів, пов'язаних з харчуванням джерела струму і зварювальної дуги, пристрій геометрично закритих включають пристроїв, заземлення корпусів зварювальних апаратів. Заземлення підлягають: корпуси джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне обладнання. Перетин заземлюючих проводів повинна бути не менше 25 мм². Підключенням, відключенням і ремонтом зварювального обладнання займається тільки черговий електромонтер. Зварникам забороняється проводити ці роботи.

Застосування в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на утримувач напруга 12 В.

Надійне пристрій електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварюваних виробом або руками зварника. Електродотримачі повинен мати високу механічну міцність і витримувати не менше 8000 затискачів електродів.

Працювати в справному сухому спецодязі і рукавицях. При роботі в тісних відсіках і замкнутих просторах обов'язково використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6-12 В.

При роботі на електронно-променевих установках запобігання небезпеки поразки променями жорсткого рентгенівського (майже повне) поглинання шкідливих випромінюванні, пов'язаних з горінням дуги. Особливу небезпеку в

сенсі ураження очей представляє світловий промінь квантових генераторів (лазерів) так як навіть відбиті промені лазера можуть викликати важке пошкодження очей та шкіри. Тому лазери мають автоматичні пристрої, що запобігають такі поразки, але за умови суворого дотримання виробничої інструкції операторами-зварниками, які працюють на цих установках.

Захисні стекла, вставлені в щитки і маски, зовні закривають простим склом для оберігання їх від бризок розплавленого металу. Щитки виготовляють з ізоляційного металу - фібри, фанери і за формою і розмірами вони повинні повністю захищати обличчя і голову зварника.

Для ослаблення різкого контрасту між яскравістю дуги і малої яскравістю темних стін (кабіни) останні повинні бути пофарбовані у світлі тони (сірий, блакитний, жовтий) з додаванням у фарбу окису цинку з метою зменшення відображення ультрафіолетових променів дуги, що падають на стіни.

При роботі поза кабіною для захисту зору оточуючих, що працюють зварювальників та допоміжних робочих повинні застосовуватися переносні щити і ширми.

Запобігання небезпеки ураження бризками розплавленого металу і шлаку. Утворені при дугового зварювання бризки розплавленого металу мають температуру до 1800 град. С. при якій одяг з будь-якої тканини руйнується. Для захисту від таких бризок зазвичай використовують спецодяг (брюки, куртку і рукавиці) з брезентовим або спеціальної тканини. Куртки при роботі не слід вправляти в штани, а взуття повинна мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки [24, 25, 26].

Для захисту від зіткнення з вологою, холодної землею і снігом, а також з холодним металом при зовнішніх роботах і в приміщенні зварники повинні забезпечуватися теплими підстилками, матами, підколінниками і підлокітниками з вогнестійких матеріалів з еластичним прошарком.

Запобігання отруєння шкідливими газами і аерозолями, що виділяються при зварюванні. Висока температура дуги (6000- 8000 ° С) неминуче призводить до того, що частина зварювального дроту, покриттів, флюсів переходить в пароподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і

перетворюються в аерозоль конденсації, частки якої за дисперсності наближаються до димам і легко потрапляють в дихальну систему зварників. Ці аерозолі становлять головну професійну небезпеку праці зварників. Кількість пилу в зоні дихання зварника залежить головним чином від способу зварювання і зварювальних матеріалів, але до певної міри визначається і типом конструкцій. Хімічний склад електрозварювальної пилу залежить від способів зварювання і видів основних і зварювальних матеріалів.

Існують суворі вимоги в області вентиляції при зварювальних роботах. Для уловлювання зварювального аерозолу на стаціонарних постах, а де це можливо, і на нестаціонарних потрібно встановлювати місцеві відсмоктувачі у вигляді витяжної шафи вертикальної або похилої панелі рівномірного всмоктування столу з подрешеточное отсосом і ін. При зварюванні великогабаритних серійних конструкцій на кондукторів, маніпуляторах і т. П . місцеві відсмоктувачі необхідно вбудовувати безпосередньо в ці пристосування. При автоматичному зварюванні під флюсом, в захисних газах, електрошлакового зварювання застосовують пристрої з місцевим відсмоктуванням газів.

При використанні балонів із стисненими газами необхідно дотримуватися встановлених заходів безпеки: не кидати балони, не встановлювати їх поблизу нагрівальних приладів, не зберігати разом балони з киснем і горючими газами, балони зберігати у вертикальному положенні. При замерзанні вологи в редукторі балона з CO₂ відігрівати його тільки через спеціальний електричний обігрівач або обкладаючи ганчірками, намоченими в гарячій воді. Категорично забороняється відігрівати будь балони із стисненими газами відкритим полум'ям, так як це майже неминуче призводить до вибуху балона.

При проведенні зварювальних робіт на ємностях, раніше використаних, потрібно з'ясування типу зберігався продукту і наявність його залишків. Обов'язкова ретельна очистка судини від залишків продуктів і 2-3-кратна промивка 10% -ним розчином лугів, необхідна також подальша продування стисненим повітрям для видалення запаху, який може шкідливо діяти на зварника.

Категорично забороняється продувати ємності киснем, що іноді намагаються робити, так як в цьому випадку потрапляння кисню на одяг і шкіру

зварювальника при будь-якому відкритому джерелі вогню викликає інтенсивне загоряння одягу і призводить до опіків зі смертельними наслідками.

Вибухонебезпечність існує і при виконанні робіт в приміщеннях, що мають велику кількість пилоподібних органічних речовин (харчової борошна, торфу, кам'яного вугілля). Цей пил при певній концентрації може давати вибухи великої сили. Крім ретельної вентиляції для виробництва зварювальних робіт в таких приміщеннях потрібен спеціальний дозвіл пожежної охорони.

Запобігання пожежам від розплавленого металу і шлаку. Небезпека виникнення пожеж з цієї причини існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, закриває дерево або горючі ізолювальні матеріали, на дерев'яних лісах, поблизу легкозаймистих матеріалів і т. П. Всі ці варіанти зварювання не повинні допускатися.

Запобігання травм, пов'язаних зі складальними і транспортними операціями (травми механічного характеру). Важливе значення має впровадження комплексної механізації і автоматизації, що значно зменшує небезпеку травм такого роду.

Основні причини травматизму при складанні і зварюванні: відсутність транспортних засобів для транспортування важких деталей і виробів; несправність транспортних засобів; несправність такелажні пристрої; несправний інструмент: кувалди, молотки, гайкові ключі, зубила і т. п., відсутність захисних окулярів при очищенні швів від шлаку; відсутність спецодягу та інших захисних засобів.

Заходи безпеки в цьому випадку: всі зазначені засоби та інструменти слід періодично перевіряти; такелажні роботи повинні проводити особи, які пройшли спеціальний інструктаж; від робочих необхідно вимагати дотримання всіх правил по техніці безпеки, включаючи роботу в спецодязі, рукавицях; використання засобів індивідуальної вентиляції (де це необхідно) і т. д. Важливе значення має впровадження комплексної механізації і автоматизації, що значно зменшує небезпеку травм такого роду.

Щоб було зручно працювати сварщикам потрібно дотримуватися наступних рекомендацій:

Складання та зварювання великогабаритних секцій слід виконувати на спеціалізованих місцях, ліжках, стендах, при цьому повинні бути забезпечені достатні проходи з кожного боку конструкції.

При зварюванні об'ємних секцій на висоті необхідно влаштовувати лісу з розташуванням зварювального обладнання поза робочим місцем зварника.

Все обладнання, яке при несправному стані може опинитися під напругою, повинно мати індивідуальне заземлення з висновком до загального захисного заземлення.

Всі зварювальні установки повинні знаходитися під наглядом наладчика-монтера. Виправляти дефекти електрозварювального устаткування має право тільки монтер-наладчик.

При зварюванні великогабаритних виробів слід застосовувати захисні щити-ширми, огорожувальні місце зварювання з боку загальних проходів.

4.2 Мікроклімат зварювальної ділянки

Мінімальна температура на ділянці в холодну пору року 16°C , що відповідає вимогам Мінімально допустима температура для роботи людей $+15^{\circ}\text{C}$.

Максимальна температура на ділянці в теплу пору року досягає позначки в 25°C , що також відповідає. Максимально допустима температура для роботи людей $+26^{\circ}\text{C}$.

Швидкість руху повітря на ділянці дорівнює $0,01-0,05\text{ м / с}$, що відповідає вимогам.

Вологість повітря на зварювальному ділянці коливається в межах від 65 до 75% в залежності від пори року і атмосферних умов, що знаходиться в допустимих межах.

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

Вентиляція зварювального ділянки - змішана. Обмін повітря при природній вентиляції відбувається внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовнішнього повітря, а також в результаті вітру.

В системі механічної витяжної вентиляції рух повітря здійснюється ежектором. Ежектори застосовують, коли необхідно видалити дуже агресивне середовище, пил, здатну до вибуху, або легкозаймисті гази [24, 25, 26].

Місцева вентиляція призначена для подачі свіжого повітря на певні ділянки (місцева припливна вентиляція) або для видалення забрудненого повітря від місць утворення шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція). Місцева вентиляція використовується, переважно, на виробництві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У загально-технічному розділі розглянуто будову кузова Volkswagen Transporter T4, особливості розташування порогів та характерні зони їх пошкодження. Встановлено, що найбільш небезпечними є наскрізна корозія, руйнування внутрішнього підсилювача, деформація зони піддомкращування та пошкодження зварних з'єднань. На основі аналізу способів ремонту обґрунтовано, що за значного корозійного ураження найбільш раціональним рішенням є повна заміна порога разом із внутрішнім підсилювачем.

У технологічному розділі сформовано послідовність виконання ремонтно-відновлювальних робіт. Технологічний процес включає діагностування пошкоджень, підготовку кузова, контроль геометрії, розмітку, демонтаж зовнішньої панелі, видалення пошкодженого підсилювача, підготовку посадкових поверхонь, встановлення нового підсилювача, монтаж зовнішньої панелі порога, зварювання, зачищення швів, герметизацію, антикорозійну обробку, фарбування та остаточний контроль якості. Така послідовність забезпечує відновлення міцності кузова, зовнішнього вигляду порога та довговічності відремонтованої ділянки.

Виконано розрахунок затрат часу та визначено необхідну кількість працівників для виконання заміни одного порога з підсилювачем. Повна нормативна трудомісткість ремонту становить 23,00 люд·год. Для організації робіт на кузовному посту доцільно залучати двох основних працівників, а з урахуванням фарбувальних операцій – трьох виконавців відповідної спеціалізації. Розрахункова виробнича собівартість ремонту становить 16536,86 грн, а орієнтовна вартість послуги без ПДВ – 19844,23 грн. Площа зварювальної ділянки прийнята 120 м², що забезпечує розміщення обладнання, робочих постів, інструменту та безпечні умови виконання робіт.

У конструкторському розділі розроблено пристосування для фіксації порога під час заміни зовнішньої панелі та внутрішнього підсилювача. Його застосування дає змогу точно позиціонувати ремонтні елементи, зберігати геометрію дверного прорізу, рівномірно притискати панель до посадкових поверхонь і зменшувати ризик перекосів під час зварювання. Проведений

розрахунок показав, що сумарне притискне зусилля 600 Н є достатнім для утримання ремонтної панелі в проектному положенні, а питомий тиск 0,125 Н/мм² не створює небезпеки місцевої деформації тонколистового металу.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці розглянуто основні небезпечні й шкідливі фактори, що виникають під час кузовних і зварювальних робіт. До них належать ураження електричним струмом, опіки від бризок розплавленого металу, дія зварювальних аерозолів, пожежна небезпека, травмування під час демонтажу та складання деталей. Для зниження ризиків передбачено застосування засобів індивідуального захисту, заземлення зварювального обладнання, місцевої вентиляції, захисних екранів, справного інструменту та дотримання безпечної організації робочого місця.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навчальний посібник / уклад.: І. Б. Гевко, Р. М. Рогатинський, О. Л. Ляшук, М. Г. Левкович, В. З. Гудь, М. Я. Сташків, М. Д. Сіправська. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
2. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / уклад.: І. Б. Гевко, Р. М. Рогатинський, О. Л. Ляшук, М. Г. Левкович, В. З. Гудь, М. Я. Сташків, М. Д. Сіправська. – Тернопіль : Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
3. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
4. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія : підручник. – К. : Вища школа, 1994. – 342 с.
5. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 2 : Організація, планування і управління : підручник. – К. : Вища школа, 1994. – 383 с.
6. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів : Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
7. Кисляков В. Ф., Лущик В. В. Будова і експлуатація автомобілів : підручник. – К. : Либідь, 2006. – 400 с.
8. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. – 8-ме вид. – К. : Либідь, 2018. – 400 с.
9. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / уклад.: М. Г. Левкович, А. Б. Гупка, М. Д. Сіправська. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
10. Мигаль В. Д., Мигаль В. П. Методи технічної діагностики автомобілів : навчальний посібник. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014.

11. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с.
12. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів. – К. : Дніпроект, 2001. – 129 с.
13. Кукурудзяк Ю. Ю., Біліченко В. В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
14. Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навчальний посібник / за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
15. Курніков І. П., Корольов М. К., Токаренко В. М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.
16. Коробочка О. М., Скорняков Е. С., Сасов О. О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту : навчальний посібник. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007. – 252 с.
17. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : підручник / І. Б. Гевко, О. Л. Ляшук, І. В. Луциків, У. М. Плекан, В. М. Клендій. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 264 с.
18. Кіркач Н. Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків, 1991. – 274 с.
19. Ugural A. C. Mechanical Design of Machine Components. – Boca Raton : CRC Press, 2015. – 1008 p.
20. Lyashuk O., Levkovych M., Vovk Y., Gevko I., Stashkiv M., Slobodian L., Pyndus Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom // Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. – 2023. – Vol. 118. – P. 161–172.
21. K. Vamshi Krishna, K. Yugandhar Reddy, K. Venugopal, K. Ravi. Design and Analysis of Truck Body for Increasing the Payload Capacity // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 263. – 062065.

22. Rohan Y. Garud, Shahid C. Tamboli, Anand Pandey. Structural Analysis of Automotive Chassis, Design Modification and Optimization // International Journal of Applied Engineering Research. – 2018. – Vol. 13, № 11. – P. 9887–9892.
23. Закон України «Про охорону праці». – Харків : Вид-во «ФОРТ», 2003. – 32 с.
24. НАОП 60.2-3.06-98 «Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту».
25. Практикум з охорони праці : навчальний посібник / за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с.
26. Войналович О. В., Марчиниша Є. І., Кофто Д. Г. Охорона праці в галузі (автомобільний транспорт) : навчальний посібник. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 695 с.
27. Ляшук О. Л., Пиндус Ю. І., Левкович М. Г., Гупка А. Б., Хорошун Р. В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт». – Тернопіль : Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.