

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР. АТ – 05.00.00.000 ПЗ

Група АТ-22-1

Гульоватий Юрій Михайлович

2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Гульоватий Юрій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Проект ділянки технічного обслуговування легкового автомобіля Opel Crossland з аналізом методів запобігання корозії в умовах ТОВ «Модерн Авто», м. Івано-Франківськ

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Гульоватий Юрій Михайлович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Захара Ігор Ярославович доц.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

С.І.Криштопа

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

Рецензент

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

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

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

Івано-Франківськ

2026

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Гульоватий Юрій Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема** Проект ділянки технічного обслуговування легкового автомобіля Opel Crossland з аналізом методів запобігання корозії в умовах ТОВ «Модерн Авто», м. Івано-Франківськ, затверджена наказом по університету від _____ № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20.06.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: Виконати розрахунок виробничої програми СТО Т ТОВ «Модерн Авто». Необхідні вихідні дані для розрахунку річної виробничої програми СТО взяти за даними підприємства.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ
 1. Природа та умови утворення корозії
 2. Технологічний розрахунок СТО
 3. Технологічна частина
 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціяхВисновки
Перелік посилань на джерела
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 1. Тема, мета, та об'єкт дослідження -2 слайди
 2. Опис проблеми дослідження -3 слайди
 3. Технологічний план ділянки -1 слайд
 4. Науково-дослідницька частина -3 слайди
 5. Охорона праці -1 слайдВисновки

Керівник

_____ / Ігор ЗАХАРА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

_____ / Юрій ГУЛЬОВАТИЙ /
Особистий підпис Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	16.04.2026 р.	
1. Природа та умови утворення корозії	24.04.2026 р.	
2. Технологічний розрахунок СТО	10.05.2026 р.	
3. Технологічна частина	20.05.2026 р.	
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.06.2026 р.	
Графічна частина (презентація).	14.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	17.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	20.06.2026 р.	

Бакалавр _____ Юрій ГУЛЬОВАТИЙ
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник проекту _____ / Ігор ЗАХАРА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Анотація

У роботі розглянуто проблему корозійного руйнування металевих конструкцій та кузовних елементів автомобілів, зокрема Opel Crossland. Висвітлено масштаби економічних збитків від корозії, наведено методи кількісної оцінки швидкості корозійних процесів та проаналізовано основні фактори, що визначають довговічність металевих виробів. Проведено дослідження найбільш уразливих зон кузова автомобіля, які схильні до інтенсивного руйнування під час експлуатації. Отримані результати можуть бути використані для розробки ефективних заходів захисту та вдосконалення ремонтних технологій на станціях технічного обслуговування.

Окрему увагу приділено сучасним методам антикорозійного захисту кузова, що доповнюють заводські технології — оцинкування, катафорезне ґрунтування та багат шарове лакофарбове покриття. Описано принципи дії та ефективність захисних плівок, мастик, катодного захисту, ґрунтовок, бар'єрних елементів та інгібіторів корозії. Наголошено на важливості захисту прихованих порожнин і днища автомобіля, а також перспективності наноструктурованих матеріалів та екологічних складів із низьким вмістом летких органічних сполук. Показано, що застосування багат шарових систем забезпечує синергетичний ефект, підвищуючи довговічність кузова та зменшуючи витрати на ремонт.

Ключові слова: корозія; швидкість корозії; кузов автомобіля; лакофарбове покриття; ремонт; захист металів; експлуатаційні пошкодження.

Abstract

The paper examines the problem of corrosion destruction of metal structures and body elements of cars, in particular the Opel Crossland. The scale of economic losses from corrosion is highlighted, methods for quantifying the rate of corrosion processes are presented, and the main factors that determine the durability of metal products are analyzed. The most vulnerable areas of the car body, which are prone to intensive destruction during operation, are studied. The results obtained can be used to develop effective protection measures and improve repair technologies at service stations. Particular attention is paid to modern methods of anti-corrosion protection of the body, which complement factory technologies - galvanizing, cathophoretic priming and multi-layer paintwork. The principles of action and effectiveness of protective films, mastics, cathodic protection, primers, barrier elements and corrosion inhibitors are described. The importance of protecting hidden cavities and the bottom of the car is emphasized, as well as the prospects of nanostructured materials and environmentally friendly compositions with a low content of volatile organic compounds. It has been shown that the use of multilayer systems provides a synergistic effect, increasing the durability of the body and reducing repair costs.

Keywords: corrosion; corrosion rate; car body; paintwork; repair; metal protection; operational damage.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ПРИРОДА ТА УМОВИ УТВОРЕННЯ КОРОЗІЇ.....	8
1.1. Види та особливості корозії автомобільних конструкцій.....	8
1.2. Фактори, що впливають на швидкість корозії.....	10
1.3. Основні види дефектів кузова та лакофарбових покриттів Opel Crossland...	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО.....	17
2.1. Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО	17
2.2 Визначення кількості постів ТО і ПР.....	19
2.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО.....	20
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	23
3.1. Призначення ділянки антикорозійного захисту кузова.....	23
3.2. Технологічне обладнання ділянки.....	24
3.3. Матеріали для антикорозійного захисту кузова.....	27
3.4. Обґрунтування необхідності проектування пристрою.....	30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	35
4.1. Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища ТОВ Модерн Авто.....	35
4.2. Забезпечення нормальних умов праці.....	37
4.3. Розрахунок комбінованого освітлення зони ремонту.....	40
Висновки.....	44
Перелік використаних джерел.....	45

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Гульоватий Ю.М				Проект ділянки технічного обслуговування легкового автомобіля Opel Crossland з аналізом методів запобігання корозії в умовах ТОВ «Модерн Авто», м. Івано-Франківськ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив	Захара І.Я.						5	57
Н. Контр.	Криштопа С.І					ІФНТУНГ АТ-22-1		
Затвердив	Криштопа С.І							

Вступ

Корозія металів є одним із визначальних чинників довговічності та безпечності експлуатації конструкцій і транспортних засобів. Щорічні втрати металу сягають близько 15% світового виробництва, що спричиняє значні економічні збитки та аварійні ситуації. Особливо гостро проблема постає для кузовних елементів автомобілів, які постійно перебувають під впливом вологи, солей та механічних ушкоджень.

Термін «корозія» (від лат. *corrodere* — «роз'їдати») традиційно асоціюється з руйнуванням металів, що становлять основу сучасної цивілізації. Найбільше значення має залізо, обсяг виробництва якого приблизно у двадцять разів перевищує сумарний обсяг інших металів. Саме тому корозія виробів зі сталі та її сплавів — трубопроводів, машинних деталей, суден, мостів, технологічного обладнання та опор — завдає найбільших збитків. Уражені матеріали втрачають не лише зовнішній вигляд, а й функціональні властивості, необхідні для ефективної та безпечної роботи.

Економічні наслідки корозії проявляються у прямих і непрямих втратах. Прямі втрати пов'язані з руйнуванням металу, що щорічно становить близько 15% від загального обсягу виплавки та оцінюється у мільярди доларів. У розвинених країнах збитки від корозії сягають 3–4% валового національного доходу. Непрямі втрати зумовлені достроковим ремонтом або заміною обладнання, а також втратою продуктів через пошкоджені системи — витік газу, води, масла чи антифризу. Утворення отворів унаслідок корозії може спричинити пожежі, вибухи та людські жертви.

Метою даної роботи є аналіз чинників, що визначають швидкість корозії кузова автомобіля Opel Crossland, виявлення найбільш уразливих зон та обґрунтування практичних заходів для зниження інтенсивності корозійних процесів. Об'єктом дослідження виступають кузовні елементи легкового автомобіля Opel Crossland, які зазнають корозійного руйнування в умовах експлуатації.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення технологій ремонту кузова на станціях технічного обслуговування, розробки рекомендацій щодо антикорозійного захисту автомобілів, створення навчально-методичних матеріалів для підготовки фахівців з технічного обслуговування, а також для оптимізації вибору лакофарбових покриттів і конструктивних рішень, що підвищують довговічність автомобіля.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ПРИРОДА ТА УМОВИ УТВОРЕННЯ КОРОЗІЇ

1.1. Види та особливості корозії автомобільних конструкцій

Атмосферна корозія являє собою руйнування металу в умовах атмосфери за наявності відносної вологості, достатньої для утворення електролітної плівки. Її інтенсивність значно зростає у присутності агресивних газів або аерозолів кислот і солей. Характерною рисою є залежність швидкості та механізму процесу від товщини шару вологи на поверхні металу та ступеня зволоження продуктів корозії.

Рідинна корозія розвивається у рідких середовищах і може перебігати за умов повного, неповного або змінного занурення, кожен із яких має специфічні особливості.

Змішана корозія виникає при одночасному впливі кількох корозійних процесів на металеві вироби.

Суцільна корозія охоплює великі, недостатньо захищені поверхні та потребує повної обробки й повторного фарбування кузова. Місцева корозія уражає окремі ділянки металу й проявляється у вигляді плям, виразкових пошкоджень, точкових глибоких уражень або наскрізних отворів.

За типом ураження розрізняють поверхневу та локальну корозію. Поверхнева може бути рівномірною, коли метал вкривається суцільним шаром, або нерівномірною, що виникає у певних місцях чи на різній глибині. Локальна корозія має різні форми: точкову, плямисту, ямкову, підповерхневу, щілинну, різьблену, міжкристалічну (на межах зерен) та внутрішньокристалічну (через зерна).

За причинами та локалізацією виділяють втомну корозію, що виникає у місцях дії агресивного середовища та знакозмінних навантажень; контактну корозію у зонах контакту різнорідних металів; щілинну корозію у вузьких зазорах, де відбувається конденсація вологи та накопичення забруднень, причому руйнування локалізується всередині щілини; підплівкову корозію під

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лакофарбовими або полімерними покриттями, яка проявляється здуттям або ниткоподібною мережею та швидко поширюється від центру ураження.

За ступенем ураження розрізняють косметичну корозію, що погіршує зовнішній вигляд автомобіля, але не впливає на його експлуатаційні характеристики; проникаючу корозію, яка розвивається у прихованих порожнинах і стає помітною лише при значних пошкодженнях; структурну корозію, що руйнує силові елементи кузова та призводить до втрати жорсткості й міцності конструкції.

Підкузовні вузли, зокрема підвіска та трансмісія, рідко втрачають функціональність завдяки значній товщині металу, проте можуть втратити товарний вигляд. Особливо небезпечними є ураження внутрішніх поверхонь гідравлічних систем гальм, зчеплення та охолодження. Їхній захист забезпечується використанням інгібіторів у робочих рідинах та своєчасною їх заміною.

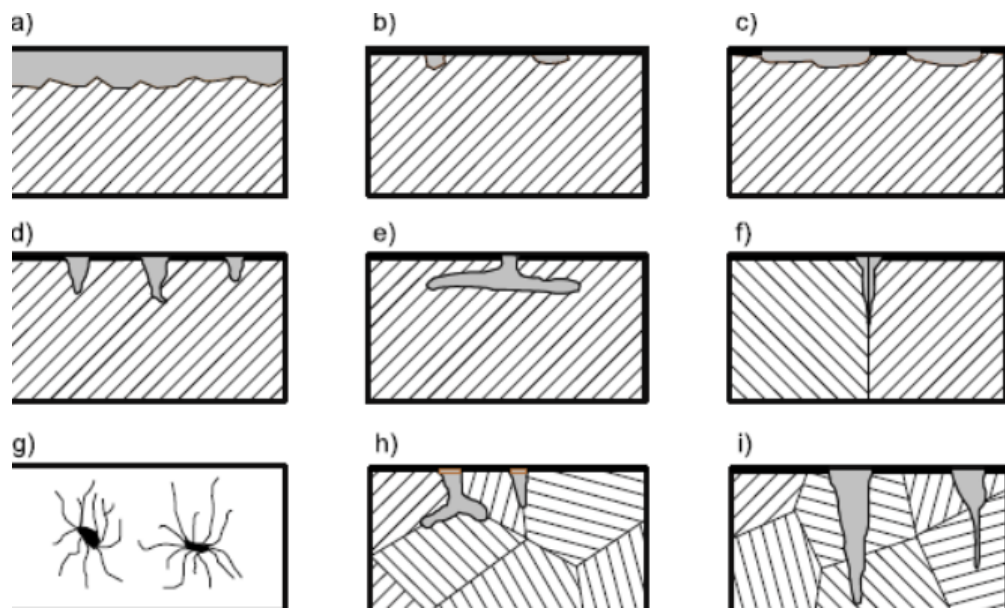


Рисунок 1.1 Види корозії

Таблиця 1.1. Класифікація корозії автомобільних конструкцій

Вид корозії	Характеристика	Типові місця прояву	Особливості та небезпека
Хімічна	Пряма взаємодія металу з газами чи рідинами (кисень, кислоти, CO ₂)	Поверхні кузова, вихлопна система	Повільна, але постійна; утворення оксидних плівок
Електрохімічна	Виникає при контакті металу з електролітом (вода + солі), утворення гальванічних пар	Кузов, днище, зварні шви, стики різних металів	Найпоширеніша; швидке руйнування, особливо взимку
Атмосферна	Вплив вологи, кисню, температурних коливань	Зовнішні панелі кузова, арки коліс	Прискорюється реагентами та механічними пошкодженнями фарби
Гальванічна (контактна)	Корозія при з'єднанні різних металів (сталь–алюміній, сталь–мідь)	Кріплення, стики кузова, електричні з'єднання	Локальна, але інтенсивна; небезпечна для з'єднань
Місцева (точкова, ямкова)	Осередки ураження у вигляді точок чи ямок	Днище, арки, приховані порожнини	Швидко призводить до наскрізних отворів
Підплівкова	Розвивається під лакофарбовим покриттям при його пошкодженні	Кузовні панелі, двері, капот	Невидима на початкових стадіях; складна діагностика
Біологічна	Викликана мікроорганізмами, що виділяють кислоти	Рідко — у місцях накопичення бруду, органіки	Нетипова, але можлива при тривалому зберіганні у вологих умовах
Корозія від реагентів	Вплив хлоридів та інших солей, якими посипають дороги	Днище, арки, пороги	Дуже агресивна, особливо взимку; потребує регулярного захисту

1.2. Фактори, що впливають на швидкість корозії

Швидкість корозії визначає інтенсивність руйнування металу внаслідок хімічної чи електрохімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Вона характеризується кількістю металу, що переходить у продукти корозії за одиницю часу з одиниці площі поверхні. Цей показник може виражатися як втрата маси ($\text{мг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{добу}^{-1}$) або зменшення товщини металу ($\text{мм} \cdot \text{рік}^{-1}$). Оцінювання здійснюється якісно — за зміною зовнішнього вигляду, або кількісно — за конкретними вимірюваними параметрами.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До основних способів кількісної оцінки належать: визначення зменшення товщини металу за час; вимірювання втрати маси за одиницю площі; фіксація зміни електричного опору чи інших властивостей; встановлення часу до появи перших ознак іржі. Швидкість корозії є важливим технологічним показником, що визначає довговічність металевих виробів. Її зниження досягається застосуванням захисних покриттів, використанням корозійностійких сплавів та іншими методами захисту.

На інтенсивність процесу впливають зовнішні, хімічні, конструктивні та експлуатаційні чинники. Серед зовнішніх вирішальними є вологість повітря, температура, атмосферні умови (дощ, сніг, конденсат), а також агресивні домішки — діоксид сірки, вуглекислий газ, морський аерозоль. Хімічні фактори включають дію солей та реагентів, кислотність середовища, утворення гальванічних пар при контакті різних металів. Конструктивні чинники охоплюють якість і цілісність захисних покриттів, стан зварних швів і стиків, наявність прихованих порожнин, а також механічні пошкодження, що відкривають метал для агресивного середовища. Експлуатаційні фактори визначаються частотою догляду та миття, умовами зберігання й інтенсивністю використання автомобіля.

Таким чином, швидкість корозії є комплексним показником, що залежить від взаємодії багатьох чинників і безпосередньо визначає термін служби автомобільних конструкцій.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2. Фактори, що впливають на корозію

Фактор	Наслідки	Методи захисту
Вологість та атмосферні опади	Утворення електроліту на поверхні металу, прискорення іржавіння	Герметизація порожнин, регулярне сушіння, використання антикорозійних мастик
Температурні коливання	Конденсація вологи, мікротріщини в покритті	Використання еластичних лакофарбових матеріалів, контроль мікроклімату в гаражі
Солі та дорожні реагенти	Інтенсивна електрохімічна корозія днища, арок, порогів	Регулярне миття після зимових поїздок, нанесення захисних мастик, цинкування
Промислові викиди та агресивні гази (SO ₂ , CO ₂)	Хімічна корозія, утворення кислотних конденсатів	Використання стійких покриттів, антикорозійних ґрунтів, зберігання в чистих умовах
Контакт різних металів (гальванічні пари)	Локальна корозія у місцях стику (сталь–алюміній, сталь–мідь)	Використання ізоляційних прокладок, захисних покриттів, уникнення прямого контакту
Механічні пошкодження покриття	Осередки підплівкової корозії, швидке руйнування металу	Своєчасне відновлення фарби, локальний ремонт сколів і подряпин
Приховані порожнини та зварні шви	Накопичення вологи й бруду, розвиток точкової корозії	Антикорозійна обробка порожнин, герметизація швів
Умови експлуатації (частота використання, зберігання)	Прискорене руйнування при щоденній експлуатації в агресивних умовах	Зберігання в сухому гаражі, регулярний технічний огляд, профілактична обробка

1.3. Основні види дефектів кузова та лакофарбових покриттів Opel Crossland

У випадку з *Opel Crossland* основні дефекти кузова та лакофарбових покриттів пов'язані з типовими зонами ризику, які найбільше піддаються впливу корозійних факторів. Днище та елементи підвіски постійно контактують із вологою, брудом, піском і дорожньою сіллю, що прискорює руйнування металу, особливо в місцях кріплення підрамників. Колісні арки та пороги зазнають механічних пошкоджень від піску й каміння, що призводить до порушення цілісності лакофарбового покриття та утворення осередків корозії.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижні частини дверей схильні до накопичення вологи й бруду в дренажних отворах та під ущільнювачами, що спричиняє іржу зсередини.

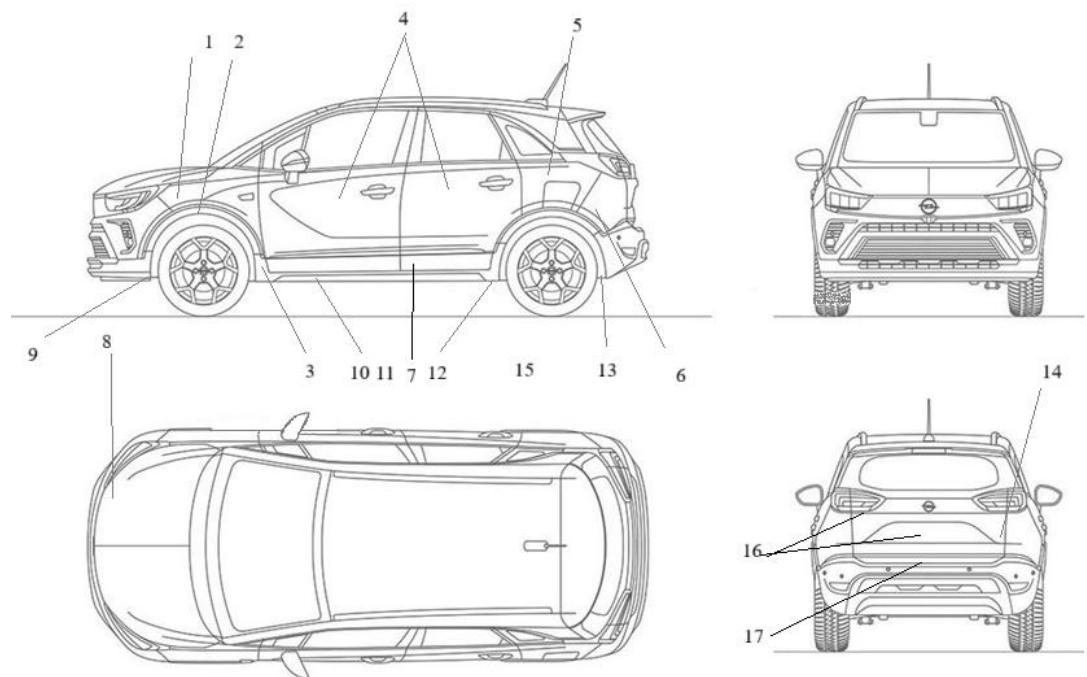
Місця з'єднань і швів кузовних панелей є вразливими через тонший шар захисного покриття або його пошкодження, що створює умови для локальної корозії. Вихлопна система, яка працює в умовах постійних перепадів температур і дії агресивного середовища, також швидко піддається руйнуванню.

Необхідність ремонту кузова визначається масштабами аварійних пошкоджень, ступенем корозійних уражень та технічним станом лакофарбових покриттів. Найбільш уразливими для інтенсивної корозії під час експлуатації є днище, пороги, колісні арки, нижні частини дверей та зони стиків кузовних панелей, що відображено на схемі (рис. 2.2).

Етапи розвитку корозії



Рисунок 2.1. Блок-схема послідовності розвитку корозії кузова автомобіля



Боковини кузова (зони 1–8)

Передня панель (зони 9–13): гніздо акумулятора, рама вітрового скла під ущільнювачем, нижня частина капота, гнізда фар, нижня частина передньої панелі.

Задня панель (зони 14–17): кришка багажника, місце з'єднання крила з задньою панеллю, зона номерного знака та габаритних ліхтарів, нижня частина задньої панелі.

Рисунок 2.2. Карта-схема зон корозійних ушкоджень:

Аналіз експлуатаційних пошкоджень кузова автомобілів *Opel Crossland*, проведений на СТО ТОВ «Модерн Авто», показав різноманітність форм корозійних дефектів та їхню нерівномірну поширеність залежно від конструктивних зон. Дослідження охоплювало лише великогабаритні елементи кузова, що дозволило уникнути надмірного ускладнення процедури.

Передні крила виявили місцеву корозію та спучування лакофарбового покриття у 15% лівих і 6% правих деталей, наліт корозії – у 12% та 6% відповідно, крапкові ураження – у 10% автомобілів, а суцільну корозію в зоні 8 – у 18%. Відшарування покриття по крайці зафіксовано у 25% машин, тоді як без ознак корозії залишилися 78% крил.

Двері демонструють крапкову корозію та спучування під ущільнювачами скла у 11% передніх і 5% задніх, наліт корозії по зафланцьованих ділянках – у половини автомобілів, локальні ураження нижньої частини – у 25%. Без пошкоджень залишилися 45% дверей.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задні крила мають корозійні плями в зоні люка паливного бака у 5% випадків, крапкову корозію по з'єднанню з жолобком – у 18%, відшарування покриття та суцільну корозію – у 20%, пошкодження арки – у 25%. Граничного зносу не виявлено.

Пороги кузова уражені суцільною корозією домкратних гнізд у 15% автомобілів, місцевою корозією по ребрах жорсткості – також у 15%, відшаруванням покриття – у 5%. Без ознак корозії залишилися 75% машин.

Передня частина кузова показала крапкову корозію в гніздах кріплення фар у 15% випадків, корозію нижньої панелі – у 3%, локальні пошкодження по з'єднанню крил із панеллю – у 2%. Капот мав подряпини та відколи з локальною корозією у 12% автомобілів, суцільну корозію по шву – у 5%.

Гніздо акумулятора зафіксувало суцільну корозію від електроліту у 2% випадків та спучування покриття у 3%. Задня частина кузова мала місцеву корозію у зонах з'єднання крил із панеллю у 7%, наліт від пошкоджень покриття номерним знаком – у 8%, корозію під габаритними ліхтарями – у 8%, крапкову корозію нижньої панелі – у 6%, суцільну корозію підлоги запасного колеса – у 2%.

Двері багажника показали сколи покриття та наліт корозії у 3% автомобілів. Підлога кузова мала наліт і суцільну корозію передньої частини у 16% випадків, а кронштейни сидінь – ураження лише у 1%.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що пошкодження кузова Opel Crossland проявляються як у вигляді локальних плям і крапкових дефектів, так і у формі суцільної корозії з відшаруванням покриття. Ступінь поширення варіює залежно від конструктивних зон, проте у більшості випадків дефекти не досягають критичного рівня, що дозволяє забезпечити подальшу експлуатацію автомобілів після проведення ремонтних заходів.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. Класифікація корозійних ушкоджень кузова автомобіля

Тип ушкодження	Характер прояву	Зони ураження (приклади)	Поширеність серед обстежених авто	Наслідки для експлуатації
Крапкова корозія	Локальні точки іржі, часто під ущільнювачами або в місцях механічних пошкоджень	Передні та задні двері (зони 1–2), арки крил, нижня частина задньої панелі	10–18% залежно від елемента	Потребує локального ремонту, не критична
Місцева корозія	Плями, спучування ЛФП, відшарування покриття	З'єднання крил з жолобками, нижня частина дверей, капот, задня панель	7–25%	Призводить до втрати захисних властивостей ЛФП, потребує відновлення
Суцільна корозія	Великі площі ураження, іноді з наскрізними раковинами	Пороги, домкратні гнізда, підлога кузова, гніздо акумулятора	2–18%	Може знижувати міцність конструкції, потребує серйозного ремонту
Наліт корозії	Поверхневий шар іржі без глибокого проникнення	Зафланцьовані ділянки дверей, задня панель під номерним знаком, підлога кузова	8–50%	Легко усувається, але при ігноруванні переходить у місцеву чи суцільну корозію
Відшарування ЛФП	Втрата адгезії покриття, утворення тріщин і луски	Радіальні крайки крил, місця з'єднання крил з порогами	5–25%	Потребує відновлення покриття, інакше прогресує до суцільної корозії
Механічні ушкодження з корозією	Подрипини, відколи, удари каміння з наступним утворенням іржі	Капот (зона 3), нижня частина передньої панелі	3–12%	Локальні дефекти, потребують фарбування та захисту
Хімічна корозія	Руйнування від електролітів та агресивних середовищ	Гніздо акумулятора, місця приварки	2–3%	Призводить до швидкого руйнування металу, потребує спеціального ремонту

Варто зазначити, що автомобілі Opel Crossland (випускаються з 2017 року) є відносно новими моделями, і структурна корозія на них не є поширеною проблемою, якщо за ними належно доглядають. Проблеми, як правило, стосуються поверхневої іржі в місцях пошкодження фарби.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО

2.1. Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО

2.1.1 Вихідні дані для розрахунку:

Модель автотранспортних засобів: Opel Crossland .

Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО в рік: $N_{\text{СТО}} = 1530$ автомобілів.

Тип СТО: універсальна.

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_p = 12\,000$ км [3].

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

Режим роботи СТО: 255 днів в рік, працює в 2 зміни.

Решта даних будуть прийняті в процесі розрахунку.

2.1.2 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО.

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

$$T = N_{\text{СТО}} \cdot L_p \cdot t / 1000. \quad (2.1)$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t = 3,2$ люд-год/1000 км [3].

$$T = 1530 \cdot 12000 \cdot 3,2 / 1000 = 58752 \text{ люд-год.}$$

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

$$T_{\text{п.м.}} = N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot t_{\text{п.м.}} \quad (2.2)$$

$$T_{\text{п.м.}} = 1530 \cdot 3 \cdot 0,42 = 1927,8 \text{ люд-год.}$$

де $t_{\text{п.м.}}$ - питома трудомісткість прибирально-мийних робіт, $t_{\text{п.м.}} = 0,42$ люд-год.

Оскільки СТО не займається продажем автомобілів, то трудомісткість робіт по передпродажній підготовці рівна нулю.

2.1.3 Кількість явочних робітників розраховують за формулою:

$$P_{\text{я}} = T / \Phi_{\text{я}}, \text{ чол.} \quad (2.3)$$

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

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.4 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{\text{шт}} = P_{\text{я}} / \varepsilon, \text{ чол.}; \quad (2.4)$$

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

Розподіл трудомісткості робіт і кількості виробничих робітників зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

Назва робіт	П, %	Т, люд.-год	ФЯ, год.	РЯ, чол.	ε	РШ, чол.
Постові роботи:						
ТО в повному об'ємі	15	8812	2070	4,2	0,9	4,4
Діагностичні	5	2350	2070	1,13	0,9	1,3
Кузовні	25	14688	2070	7	0,9	7,8
Малярні	20	11750	2070	5,6	0,9	6,3
Змащувальні	3	1762	2070	0,85	0,9	0,95
Регулювальні, установка кутів передніх коліс	4	2350	2070	1,13	0,9	1,3
Регулювальні по гальмам	3	1762	2070	0,85	0,9	0,95
Всього:	75	44064	-	21,3	-	23,6
Дільничні роботи:						
Обслуговування і ремонт приладів системи живлення, електротехнічні	4	2937	2070	1,4	0,9	1,6
Шиномонтажні	2	1175	2070	0,6	0,9	0,63
ПР вузлів і агрегатів	15	8812	2070	4,2	0,9	4,7
Оббивні і арматурні	4	2350	2070	1,13	0,9	1,3
Всього:	25	14688	-	7	-	7,8
Разом:	100	58752	-	28,4	-	32
ЩО:						
Прибиральні	30	578	2070	0,3	0,9	0,34
Мийні	55	1059	2070	0,5	0,9	0,55
Обтирочні	15	289	2070	0,12	0,9	0,13
Всього:	100	1927,8	-	0,93	-	1
Разом по СТО:	-	60679,8	-	29,3	-	33

2.1.5 Визначення кількості службовців.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальне значення службовців підприємства зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, РС, чол.
Загальне керівництво	2
Організація праці і зарплати	1
Бухгалтерський облік і фінансова діяльність	1
Пожежна охорона	1
Матеріально-технічне забезпечення	1
Всього	6

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{шпр}} + P_{\text{с}} = 33 + 6 = 39 \text{ чол.}$$

2.2 Визначення кількості постів ТО і ПР

2.2.1. Визначаю кількість постів ТО і ПР:

$$X_{\text{ТО}} = T_{\text{п}} \cdot \varphi / (\Phi \cdot P_{\text{ср.}}), \quad (2.5)$$

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

φ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на СТО;

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

$$X_{\text{ТО}} = 44064 \cdot 1,1 / (2070 \cdot 4) = 5,3 \text{ приймаю 6 постів.}$$

$$X_{\text{ПР}} = 14688 \cdot 1,1 / (2070 \cdot 2) = 3,9 \text{ приймаю 4 пости.}$$

2.2.2 Визначаю кількість постів ЩО:

$$X_{\text{ЩО}} = N_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{ЩО}} / (T_{\text{об.}} \cdot A_{\text{у}} \cdot \eta), \quad (2.6)$$

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання ЩО,

$$N_{\text{д}} = N_{\text{СТО}} \cdot d / D_{\text{р}} = 1530 \cdot 3 / 255 = 18 \text{ авт.};$$

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

$T_{\text{об.}}$ – кількість робочих годин на добу;

$A_{\text{у}}$ – продуктивність мийної установки, авт./ год.;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta = 0,9$.

$$X_{\text{ЩО}} = 18 \cdot 1,5 / (8 \cdot 2 \cdot 0,9) = 1,8 \text{ приймаю 2 пости.}$$

2.2.3 Визначаю кількість постів прийому автомобілів:

$$X_{\text{п}} = N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot \varphi / (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{п}} \cdot A_{\text{п.}}), \quad (2.7)$$

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_{Π} – кількість годин роботи поста на добу;

A_{Π} – пропускна здатність поста прийому автомобілів, авт./год.

$X_{\Pi}=1530 \cdot 3 \cdot 1,1 / (255 \cdot 8 \cdot 2)=1,7$ приймаю 2 пост.

2.2.4 Визначаю кількість автомобілемісце зберігання готових автомобілів:

$$X_{\Gamma}=N_{\Gamma} \cdot T_{\Pi} / T_{\Gamma}, \quad (2.8)$$

де T_{Γ} – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

$X_{\Gamma}=18 \cdot 8 / 8=18$ авт. місць.

2.3. Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

2.3.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_3=Z \cdot f \cdot K, \text{ м}^2; \quad (2.9)$$

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

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=11,4 \text{ м}^2$, [4]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=4,5$. [1]

Таблиця 2.3 Площа зони ЩО,Д, ТО, ПР.

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F3, м2
Зона ТО і Д	6	308
Зона ПР	4	204
Зона ЩО	2	102
Всього		614

2.3.2 Площі діляниць

Площі виробничих діляниць визначаємо по кількості працюючих.

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

Розрахунок площ діляниць зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 Площі виробничих діляниць.

Назва діляниць	Кількість працюючих	Площа діляниць, FД, м2
Агрегатна	2	36
Моторна	2	27
Шиномонтажна	1	36

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ремонт приладів системи живлення, електротехнічна	2	36
Оббивна, арматурна	2	36
Всього		171

2.3.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_{В.З}=Z_{В.З}*f*K_{В}, м^2 \quad (2.10)$$

де $Z_{В.З}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{В.З}=18$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=11,4 м^2$.

$K_{В}$ - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні, $K_{В}=3$.

$$F_{В.З}=18*11,4*3=615 м^2.$$

2.3.4 Площа складських приміщень.

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

Площі складських приміщень наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, м ²
Запасні частини	32
Агрегати і вузли	12
Матеріали	6
Лакофарбові	4
Масильні матеріали	6
Всього	60

Площа виробничого корпусу:

$$F_{ВК}= F_{ПР}+ F_{СКЛ}+ F_{ЗОН}+ F_{Д}=614+171+60=845 м^2.$$

2.3.5 Площа пункту прийому автомобілів: $F_{ПП}=54 м^2$.

2.3.6 Площа забудови.

$$F_{ЗАБ}=F_{ВК}+ F_{ПП}+ F_{АД}=845+54+420=1319 м^2.$$

2.3.7 Площа території СТО.

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

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{щз}$ – коефіцієнт щільності забудови, $K_{щз}=0,8$.

$F_{тер}=(1319+615)/0,8=2422 \text{ м}^2=0,24 \text{ га}$.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Призначення дільниці антикорозійного захисту кузова

Корозія кузова автомобіля є однією з найпоширеніших причин втрати експлуатаційних характеристик транспортних засобів. Вона знижує міцність конструкції, погіршує зовнішній вигляд та зменшує ринкову вартість автомобіля. Для запобігання цим процесам на підприємствах автомобільного виробництва та технічного обслуговування створюються спеціалізовані дільниці, що виконують комплекс антикорозійних заходів. Їхнє призначення полягає у забезпеченні довговічності кузова, підвищенні експлуатаційної надійності та збереженні естетичних характеристик автомобіля. Водночас такі дільниці сприяють зниженню витрат власників на ремонт, підвищенню ринкової вартості транспортного засобу та гарантуванню його безпечної експлуатації.

Належна обробка вразливих ділянок кузова має вирішальне значення для запобігання поширенню іржі та збереження структурної цілісності автомобіля. Основними завданнями дільниці є підготовка поверхні до нанесення захисних матеріалів, застосування сучасних технологій покриття (грунтовки, мастики, воскові склади, полімерні плівки), обробка прихованих порожнин і днища, контроль якості нанесених покриттів та забезпечення екологічної безпеки процесів.

Таким чином, дільниця виконує функцію комплексного бар'єру між металом кузова та агресивним зовнішнім середовищем. Вона організовується як окремий технологічний підрозділ у складі виробничого цеху або станції технічного обслуговування. Основні етапи роботи включають приймання автомобіля з оцінкою стану кузова, підготовку поверхні (миття, знежирення, механічне очищення, застосування перетворювачів корозії), нанесення захисних матеріалів відповідно до умов експлуатації, обробку прихованих порожнин, фінішну обробку (лакофарбові покриття, полімерні плівки,

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

антигравійні матеріали) та контроль якості, що передбачає перевірку товщини шару, адгезії та відсутності дефектів.



Рисунок 3.1. Схема технологічного процесу дільниці антикорозійного захисту кузова

3.2. Технологічне обладнання дільниці

Для ефективної антикорозійної обробки автомобілів необхідний комплекс технологічного обладнання, що забезпечує повний цикл робіт — від підготовки поверхні до нанесення захисних матеріалів. На спеціалізованій дільниці використовуються три основні групи устаткування.

Обладнання для підготовки поверхні включає мийки високого тиску для видалення бруду та солі, підйомники або оглядові ями для доступу до днища, піскоструминні апарати для очищення металу від іржі та старих покриттів, сушильні установки (промислові фени, ІЧ-сушки) для забезпечення адгезії матеріалів, а також шліфувальні машинки для механічної обробки поверхні.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання для нанесення антикорозійних матеріалів охоплює пневматичні пістолети для розпилення мастик та антигравійних складів, спеціальні пістолети з гнучкими насадками для обробки прихованих порожнин, інструменти для нанесення густих мастик на днище та арки, фарбувальне обладнання для цинкових та епоксидних ґрунтів, а також компресорні установки для забезпечення роботи пневматичних систем.

Допоміжне обладнання включає засоби індивідуального захисту (респіратори, окуляри, рукавички, комбінезони), ручний інструмент для демонтажу елементів кузова, освітлювальні пристрої для контролю якості обробки та вентиляційні системи для видалення випарів хімічних речовин.

Наявність цього обладнання дозволяє проводити повний цикл антикорозійних робіт, забезпечуючи високу якість захисту та скорочуючи час виконання.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1. Технологічне обладнання та устаткування

№	Назва	Тип	Технічна характеристика	Габаритні розміри	Кіл.	Площа, м ²	
						Одиниці	Загальна
1	Камера комбінована фарбувально-сушильна	ВНР "Афіт"	Стационарний	7000х4000	1	28,0	28,0
2	Пост-нанесення протикорозійного покриття	—	Стационарний	-	1	—	—
3	Стенд перекидач електромеханічний	П129	Стационарний	3680х2080	1	7,65	7,65
4	Установка для нанесення антикорозійного покриття	183М	Стационарний	405х355	1	0,14	0,14
5	Пост 2- підготовка автомобіля для фарбування	—	Стационарний	-	1	—	—
6	Кладовка для зберігання інструменту і матеріалу	Власного виготовлення	Стационарний	-	1	—	—
7	Стелаж для зберігання лакофарбових матеріалів	Власного виготовлення	-	2000х1000	1	2,0	2,0
8	Прилад для полірування кузова автомобілів після миття і фарбування	ОПМ-3	Стационарний	-	1	—	—
9	Фарборозпилювач	СО-19А(С-512А)	Стационарний	-	1	—	—
10	Фарбозмішувач	ЛК-1006-4-18	Стационарний	1080х640	1	0,69	0,69
11	Установка для фарбування безповітряним розпилюванням з нагрівом лакофарбових матеріалів	Мінхімпром "Радіуга"	Стационарний	515х465	1	0,24	0,24
12	Піскоструминна установка	Airblast ABS-40	Робочий тиск 4-8 бар, об'єм бачка 40-100 л, абразив: кварцовий пісок, шлак	630 х 1150	1	0,31	0,31
13	Установка для нанесення воскових складів	Dinitrol 447 Spray System	Температура нагріву до 60С, довжина шланга 15-2 м, насадки для парожин	300х500	1	0,15	0,15
14	Система катодного захисту	RustStop RS-5	Напруга 12 В, струм до 0,5 А, цинковий анод, блок керування	480х630	1	0,30	0,30
15	Товщиномір покриттів	Elcometer 456	Діапазон 0-2000 мкм, похибка: ±1%, тип: магнітний, ультразвуковий	—	1	—	—
16	Індикатор адгезії	TQC Cross Hatch Cutter	Метод решітки (1-5 мм), тест-стрічка, оцінка за шкалою ISO	—	1	—	—

3.3. Матеріали для антикорозійного захисту кузова

Щодо матеріалів, найбільш поширеними є антикорозійні мастики, які утворюють товстий ізолюючий шар на днищі, арках та порогах. Вони запобігають проникненню води, електролітів та абразивних частинок. За хімічною основою мастики поділяються на бітумні, каучукові та смоляні. Бітумні забезпечують міцний водонепроникний бар'єр, каучукові відзначаються еластичністю та стійкістю до механічних впливів, а смоляні застосовуються як компоненти полімерних сумішей, підвищуючи адгезію та довговічність покриття.

Таблиця 3.2. Типи мастик та їх характеристики

Тип мастик	Основні властивості	Переваги	Недоліки	Застосування
Бітумна	Висока адгезія до металу; стійкість до води та солей; хороші антиабразивні характеристики; утворення щільної, твердої плівки після висихання. Водонепроникна, стійка до слабких кислот та лугів, забезпечує базовий захист від корозії та механічних пошкоджень. Часто є основою для інших мастик.	Доступність і низька вартість; простота нанесення; ефективність у захисті днища від піску, гравію, реагентів.	Може ставати крихкою на морозі та розм'якшуватися на сонці, що може призвести до розтріскування і відшаровування з часом. Схильність до утворення мікротріщин; обмежена проникаюча здатність; потреба у періодичному поновленні (кожні 2–3 роки).	Днище автомобіля, колісні арки, приховані порожнини (у поєднанні з іншими засобами).
Каучукова (Гумова)	Висока еластичність, не тріскається при перепадах температур, відмінна адгезія до металу, ефективна шумо- та віброізоляція, стійка до абразивного впливу (пісок, каміння). висока еластичність; стійкість до перепадів температур; здатність до самовідновлення мікропошкоджень; хороша адгезія до різних типів поверхонь.	збереження еластичності при $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +80\text{ }^{\circ}\text{C}$; стійкість до вібрацій та деформацій кузова; тривалий термін служби (до 5 років); можливість нанесення на складні геометричні поверхні.	Зазвичай дорожча за бітумну. Потреба у ретельній підготовці поверхні; чутливість до ультрафіолету (потребує захисту фарбою або лаком).	Днище, арки коліс, внутрішні поверхні крил.
Бітумно-каучукова	Поєднує переваги обох типів: добра водонепроникність бітуму та еластичність		Потребує ретельної підготовки поверхні перед нанесенням.	Днище, колісні арки, пороги –

	каучуку. Вважається одним із найкращих варіантів для захисту.			найбільш вразливі місця.
Смоляна / Полімерна	Часто входять до складу більш сучасних полімерних або поліуретанових покриттів. Забезпечують високу міцність, стійкість до хімічних реагентів, твердість і зносостійкість; стійкість до агресивних середовищ (кислоти, луги, нафтопродукти); можливість комбінування з армувальними матеріалами, можуть бути пофарбовані.	тривалий термін служби (до 7 років); висока міцність покриття; можливість нанесення на зварні шви, стики, порожнини	Можуть вимагати спеціалізованого обладнання для нанесення та ґрунтовної підготовки поверхні. Низька еластичність; висока вартість; потреба у спеціальних умовах полімеризації	Днище, зовнішні частини кузова, які потребують подальшого фарбування.

Бітумні, каучукові та смоляні мастики мають різну хімічну основу, технологію нанесення та експлуатаційні властивості, що визначає сферу їх застосування для антикорозійного захисту кузова автомобіля.

Бітумні мастики виготовляються на основі нафтового бітуму з додаванням пластифікаторів, розчинників, стабілізаторів та наповнювачів (графіт, каолін, мінеральна крихта). Вони наносяться на очищену та знежирену поверхню пензлем, шпателем або розпилювачем. Товщина шару становить 1,5–3 мм. Після нанесення потрібна сушка при температурі 20–25 °С протягом 12–24 годин.

Каучукові мастики містять синтетичний або натуральний каучук, розчинники, модифікатори, стабілізатори та наповнювачі. Наносяться пневматичним розпилювачем або шпателем, рекомендована товщина шару — 1–2 мм. Полімеризація триває 6–12 годин. Для підвищення довговічності поверхню рекомендується додатково покривати фарбою або лаком.

Смоляні мастики базуються на епоксидних, алкідних або поліефірних смолах з додаванням розчинників, пластифікаторів, антикорозійних пігментів та наповнювачів. Перед нанесенням необхідне змішування компонентів у заданій пропорції. Наносяться шпателем або розпилювачем, час полімеризації становить 12–24 години при температурі 20–25 °С. Для підвищення стійкості можливе армування скловолокном або металеву сіткою.

В таблиці 3.3. наведено порівняльні характеристики мастик.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3. Порівняльна характеристика мастик

Параметр	Бітумні	Каучукові	Смоляні
Еластичність	Низька	Висока	Середня
Стійкість до температур	Середня	Висока	Висока
Хімічна стійкість	Середня	Середня	Висока
Термін служби	2–3 роки	4–5 років	5–7 років
Вартість	Низька	Середня	Висока
Простота нанесення	Висока	Середня	Низька
Потреба у поновленні	Часто	Рідше	Мінімальна

Рекомендації щодо застосування антикорозійних мастик передбачають комплексну підготовку та правильне нанесення матеріалів. Найважливішим етапом є ретельне очищення поверхні від бруду, іржі та її знежирення. Голий метал доцільно обробити ґрунтовкою, наприклад цинкофосфатною або епоксидною, що забезпечує підвищену адгезію та додатковий захист.

Нанесення мастик здійснюється пензлем, шпателем або спеціальним пневматичним пістолетом («шутц-пістолетом»), вибір інструмента залежить від консистенції продукту. Основними зонами обробки є днище, внутрішні частини крил, пороги та приховані порожнини кузова. Для останніх часто застосовують рідші склади — воскові або масляні антикори, які мають високу проникаючу здатність.

При виборі конкретного матеріалу необхідно враховувати інструкції виробника та кліматичні умови експлуатації автомобіля. В Україні поширені продукти компаній Acoustics, Bitauto, Velkor та Чернівецького хімзаводу. У виробничих умовах ТОВ «Модерн Авто» рекомендовано використовувати DINITROL 447 Protect Super — швидковисихаюче покриття на основі синтетичної гуми та смоли з додаванням іонів цинку, що уповільнюють утворення іржі навіть у місцях пошкодження плівки.

DINITROL 447 не містить агресивних розчинників (CFC/CHC, складних ефірів, кетонів, ароматичних сполук), не впливає на ПВХ-покриття, не містить азбесту чи бітуму, залишається еластичним і забезпечує захист від гравію та солі. Після висихання покриття можна фарбувати будь-якими лакофарбовими матеріалами. Нанесення здійснюється рівномірно, хрест-навхрест, стандартним

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

антигравійним пістолетом із тиском 4–6 бар. Вологі підтікання легко видаляються ганчіркою, змоченою Dinitrol 7225 Autocleaner або уайт-спіритом.

Поверхня перед нанесенням має бути сухою та чистою, без слідів корозії. Рекомендовано двошарове нанесення. Продукт зберігається при температурі 15–30 °С, термін придатності — 2 роки у невідкритій оригінальній упаковці.

Таблиця 3.4. Технічні характеристики

Параметр	Значення
Колір	Чорний, сірий
Основа	Синтетична гума/смола
Щільність	Близько 1 г/мл
Сухий залишок	Приблизно 50%
Робоча температура	+10 °С – +25 °С
Розчинність у воді	Не розчинний у воді
Фарбування	Після повного висихання
Рекомендована товщина мокрої плівки	1000 мкм
Випробування в сольовому тумані (DIN 50021)	Понад 400 годин
Термін зберігання	24 місяці
Тара	1 л, 208 л

3.4. Обґрунтування необхідності проектування пристрою

В процесі експлуатації автомобіля його вузли, агрегати і механізми піддаються негативному впливу навколишнього середовища. Найяскравіше цей вплив спостерігається на початку весни коли автомобіль експлуатується мовах голольоду і агресивному середовищі засобів, якими посипають дорожнє покриття. Тобто появи на поверхні кузова вм'ятин, корозії і інших дефектів виникає потреба в капітальному ремонті.

Тому на кузовній дільниці нами було запропоновано конструкцію пристрою для опрокидування автомобіля масою 3000кг.

При проектуванні даного пристрою ми ставили наступні вимоги:

Простота конструкції;

Простота комплектуючих, у виготовленні;

Легкість у використанні;

Надійність;

Швидка заміна, або виготовлення його деталей;

Зручність;

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Невеликі габаритні розміри з метою легкого доступу.

Ми пропонуємо надійний, простий в користуванні пристрій «кантувач» для опрокидування автомобіля, який складається з наступних деталей:

рами, корпуса направляючої, корпуса обертової частини, кронштейна, роликів, втулки, гвинта, плити, фіксаторів.

Раму автомобіля закріплюємо на кронштейнах двох ідентичних кантувачів, за допомогою гвинтової передачі ми підіймаємо автомобіль на висоту, яка потрібна для того, щоб можна було б обертати його навколо поперечної осі. В конструкції кантувача передбачено фіксатори, вони призначені для фіксування автомобіля в 8-х положеннях, що дає змогу робітнику кращого доступу до будь яких частин кузова.

На рисунку 3.2. подано кантувач кузовів автомобілів масою до 3000кг.

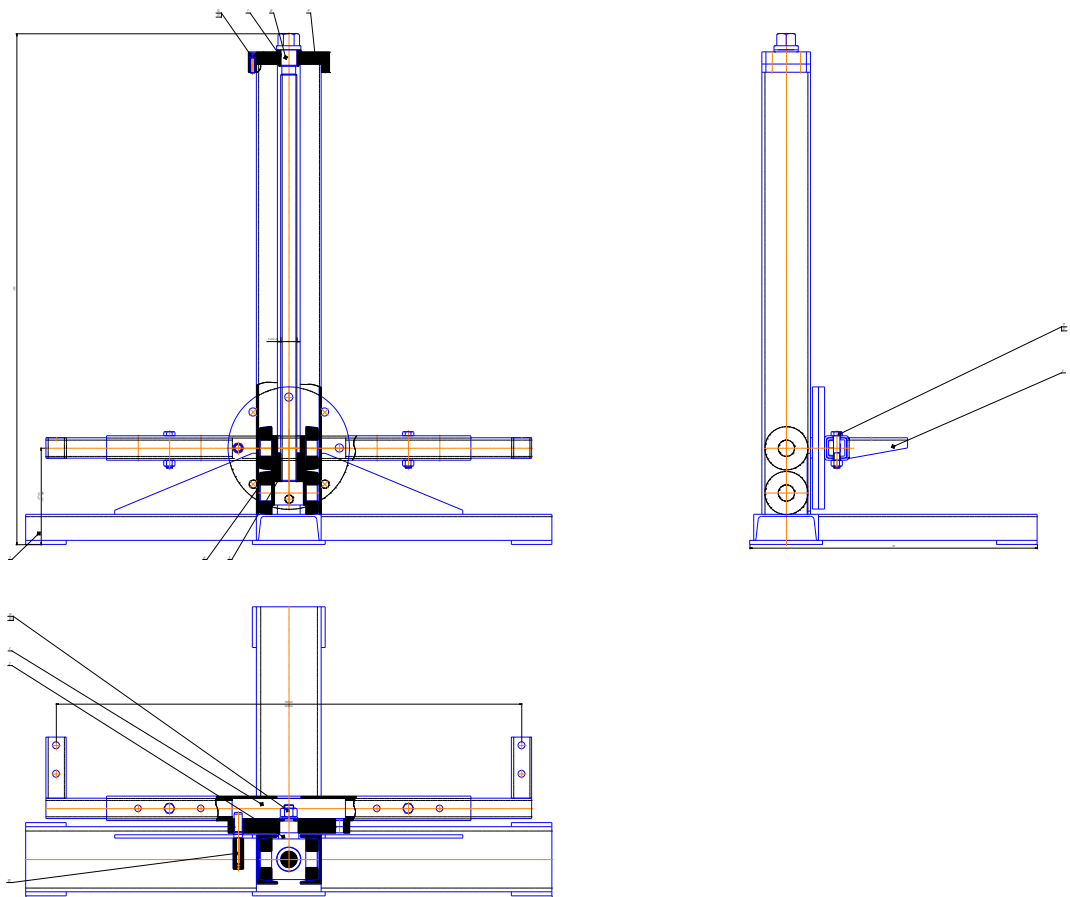


Рисунок 3.2. Кантувач

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Привід даного пристрою ручний оскільки. Найважливішим робочим органом даного пристрою є гвинтова передача, тому ми проведемо проектний і перевірочний розрахунок саме цієї передачі.

З розрахунку на зносостійкість, визначаємо середній діаметр гвинта за формулою:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{F}{(\pi \cdot v \cdot \psi_d \cdot [p])}} \text{ , м} \quad (3.1)$$

де, F – осьове навантаження, яке діє на гвинт, в даному випадку F=30кН;

[p] - допустимий тиск, для Сталь 40X [p]=8 МПа, [8 с.372, табл.П32];

Ψd – відношення висоти гайки до діаметра, для цільних гайок $\Psi = 1,2-2,5$ ° [8 с.139], приймаємо $\Psi = 1,25$ °;

v – коефіцієнт робочої висоти профілю різьби, для трапецеїдальної різьби v=0,5 [8 с.139].

Тоді

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{30000}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 8 \cdot 10^6}} = 0,036 \text{ м}$$

Визначаємо висоту різьби, за формулою:

$$h = 0,1 \cdot d_2 = 0,1 \cdot 36 = 3,6 \text{ мм} \quad (3.2)$$

Приймаємо h=4мм.

Визначаємо зовнішній діаметр різьби, за формулою:

$$d = d_2 + h = 36 + 4 = 40 \text{ мм} \quad (3.3)$$

Визначаємо внутрішній діаметр різьби, за формулою:

$$d_1 = d_2 - h = 36 - 4 = 32 \text{ мм} \quad (3.4)$$

Визначаємо крок різьби, за формулою:

$$p = 2 \cdot h = 2 \cdot 4 = 8 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Визначаємо хід різьби, за формулою:

$$s = 1 \cdot p = 1 \cdot 8 = 8 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Визначаємо кут нахилу гвинтової лінії, за формулою:

$$\tan \beta = \frac{p}{\pi \cdot d_2} = \frac{8}{3,14 \cdot 36} = 0,071 \quad (3.7)$$

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді $\beta=3^{\circ}25'$

Перевірочний розрахунок гвинта 5 зводиться до перевірки його на міцність.

Визначаємо момент в різьбі, за формулою:

$$T = F \cdot \left(\frac{d_2}{2} \right) \cdot tq(\psi + \rho) \quad (3.8)$$

де, ρ – кут тертя, для даного гвинта і гайки $\rho = 4-8^{\circ}$ [8 с.135] , для розрахунку приймаємо $\rho=5^{\circ}$;

Ψ – кут підйому різьби, для одно західних різьб $\Psi = 2-7^{\circ}$ [8 с.135], приймаємо $\Psi = 4^{\circ}$;

$$T = 30000 \cdot \left(\frac{36 \cdot 10^{-3}}{2} \right) \cdot tq(4 + 5) = 244,25 \text{ Нм}$$

Тоді

Визначаємо еквівалентні напруження при розтягу за формулою:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left[\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \right]^2 + 4 \cdot \left[\frac{T}{0.2 \cdot d_1^3} \right]^2} \leq [\sigma_p] \quad (3.9)$$

де, $[\sigma_p]$ - допустиме напруження на розтяг для матеріалів, для Сталі 40Х $[\sigma_p]=130 \text{ МПа}$ [8 с.138].

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left[\frac{4 \cdot 30000}{3,14 \cdot 0,036^2} \right]^2 + 4 \cdot \left[\frac{244,25}{0.2 \cdot 0,036^3} \right]^2} = 29,50 \text{ МПа,}$$

Тоді

Як бачимо з розрахунку умова міцності забезпечена $\sigma_{екв} \leq [\sigma_p]$
 $29,50 < 130 \text{ МПа}$.

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

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

Стенд повинен приводитися в дію тільки тими особами, за яким він закріплений.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед початком роботи на стенді потрібно перевірити справність та наявність огорожуючих конструкцій і пристроїв, надійність закріплення рами автомобіля, справність фіксаторів, правильність розташування кантувача і його опор, а також справність і роботу гвинтової передачі.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища ТОВ «Модерн Авто»

Зона антикорозійної обробки автомобілів організована як окремий технологічний підрозділ, що складається з трьох постів ремонту. Вона належить до групи «холодних цехів», де виконуються роботи з очищення, нанесення захисних матеріалів та контролю якості покриттів.

Під час експлуатації обладнання та інструментів у цій зоні особливу увагу необхідно приділяти їхньому надійному закріпленню, справності вузлів та агрегатів, а також дотриманню технічних умов виконання робіт. Недбале ставлення до цих вимог може призвести до виникнення небезпечних ситуацій.

У робочих зонах виділяють низку небезпечних і шкідливих факторів: електробезпеку, ризики використання обладнання, що працює під тиском, експлуатацію зношених інструментів, недотримання технологічних регламентів, а також безпеку, пов'язану з піднімальним і транспортним обладнанням.

Виробниче середовище в зоні ремонту характеризується комплексом небезпечних і шкідливих факторів, які проявляються під час роботи з обладнанням та виконання технологічних процесів. Саме тому організація безпечних умов праці, регулярний контроль технічного стану інструментів і дотримання правил охорони праці є ключовими вимогами для забезпечення ефективної та безпечної антикорозійної обробки автомобілів.

Аналіз потенційно – небезпечних факторів зони ремонту зведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Аналіз потенційно – небезпечних виробничих факторів зони ремонту.

№	Джерело небезпек	Характеристика потенційно – небезпечних виробничих факторів і їх допустимі значення
1	Гайкокрут для гайок коліс 2460 М, N=1,5	Небезпека враження електричним струмом: U=380В, I=10А, f=50Гц. Підвищений шум ГДР=72 дБ при 125 Гц [8]. Вібрація

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	кВт.	ГДР=92дБ при 63 Гц [9].
2	Гайкокрут ЭП-1163, 1 кВт	Небезпека враження електричним струмом: U=380В, I=10А, f=50Гц. Підвищений шум ГДР=72 дБ при 125 Гц [8]. Вібрація ГДР=92дБ при 63 Гц [9].
3	Механічний Домкрат з ручним приводом	Травмування в наслідок поганого встановлення домкрата.
4	Верстак Слюсарний, ПІ-103	Потрапляння в очі абразивних частинок. Травми рук при поганому закріпленні деталей.
5	Підйомник Q=2,5 т, N=4 кВт.	Небезпека враження електричним струмом: U=380В, I=10А, f=50Гц. Травмування тіла людини при неправильному встановленні автомобіля.
6	Стелаж для деталей	Травмування частин тіла при падінні агрегату.
7	Стенд для розбирання (збирання) вузлів автомобіля	Травмування частин тіла при падінні агрегату.

У виробничих умовах проведення антикорозійної обробки супроводжується виділенням ряду шкідливих речовин, що регламентуються нормативом ДСН 3.3.6.039-99 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

До таких речовин належать:

- органічні розчинники (уайт-спірит, толуол, ксилол, ацетон), що застосовуються у складі мастик, ґрунтовок та лакофарбових матеріалів;
- леткі органічні сполуки (ЛОС), які утворюються під час сушіння та полімеризації покриттів;
- пил та аерозолі абразивних матеріалів при механічному очищенні поверхні (піскоструминна, шліфувальна обробка);
- пари кислот та лугів, що можуть входити до складу перетворювачів іржі;
- продукти термічного розкладу полімерних матеріалів при нагріванні.

У таблиці 4.2 зазвичай узагальнюються ці речовини із зазначенням їхнього класу небезпечності, гранично допустимих концентрацій (ГДК) та можливого впливу на організм працівника. Така систематизація дозволяє

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначити рівень шкідливості виробничого середовища та обґрунтувати заходи захисту — від вентиляції та локальних відсмоктувачів до використання засобів індивідуального захисту (респіратори, захисні окуляри, спецодяг).

Таким чином, дотримання вимог ДСН 3.3.6.039-99 є ключовим для забезпечення безпечних умов праці у зоні антикорозійної обробки та мінімізації впливу шкідливих речовин на персонал.

Таблиця 4.2 – Характеристика застосовуваних шкідливих речовин.

Назва шкідливих речовин	Технологічний процес в якому використовується	ГДК, мг/м ³ в робочій зоні	ГДК, мг/м ³ в атмосфері	Шкода для організму та перша допомога
Ацетон	Миття деталей	200	0,35	Подразнення слизової оболонки. Свіже повітря, міцний чай
Бензин	Миття деталей	100	5	Свіже повітря, тепло, 20...30 капель валеріани.
Пил нетоксичний	Заточування інструменту	2	-	Подразнення слизової оболонки. Промити чистою водою

4.2. Забезпечення нормальних умов праці

СТО ТОВ «Модерн Авто», розташоване у м. Івано-Франківськ на вул. Максимовича, 15, підключене до централізованих комунікацій — водопроводу, тепломережі, каналізації та електросистеми.

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» та стандарту ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці», на території підприємства зведено такі об'єкти: головний виробничий корпус, відкрита автомобільна стоянка та КТП.

У виробничому корпусі виконуються роботи з технічного обслуговування та ремонту. Оптимальні метеорологічні умови забезпечуються за допомогою вентиляційної системи, а природне освітлення — завдяки об'ємно-планувальному рішення та наявності вікон. Санітарно-побутові приміщення

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташовані в адміністративно-побутовому корпусі, їхні параметри відповідають нормативам (табл. 4.3).

У зоні ремонту застосовується природна та штучна вентиляція. Приток повітря відповідає кількості відсмоктуваного. Операції, пов'язані з промиванням деталей, виконуються у спеціальних вентиляційних шафах. Загальна кількість повітря, що відсмоктується механічною вентиляцією, становить два об'єми приміщення за годину. Додатково передбачено відсмоктування з верхньої зони площею 0,12 м² для видалення парів.

Оптимальні значення метеорологічних умов у зоні ремонту визначаються відповідно до категорії робіт (табл. 4.4), що забезпечує безпечні та комфортні умови праці персоналу.

Таблиця 4.3. Санітарно-побутові приміщення.

Назва приміщення	Назва пристроїв і обладнання	Норма площі	Кількість працюючих	Фактична площа, м2
Гардероб	шафи для одягу	1,1	60	50
Санвузли	унітази	1 на 18 чол.	60	20
Їдальня	Посадочні місця	на 4чол одне	60	40
Кімната відпочинку	столи, стільці	0,2 на 1чол.	60	32
Медпункт	медичне устаткування	загальний	60	30

Таблиця 4.4. Оптимальні значення метеорологічних умов в робочих зонах виробничих приміщень.

Назва приміщення	Категорія важкості робіт	Період року	Відносна вологість		Температура повітря		Швидкість руху повітря
			Оптим.	Факт.	Оптим.	Факт.	
Зона ремонту	Середня категорія 2 Б	Теплий	60 - 40	50	20 - 24	23	0,2 – 0,5
		Холодний	до 75	65	17 - 19	19	до 0,3

Характеристика штучної вентиляції наведено в таблиці 4.5 [10] .

Таблиця 4.5. Характеристика штучної вентиляції

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Назва приміщення	Тип вентиляції	Вентиляційне обладнання	Кратність повітреобміну
Зона ремонту	Місцеве відсмоктування	Вентилятор осьовий ВЦ4 – 70-3,15	3

Згідно з вимогами нормативного документа ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення», для забезпечення нормальних умов зорової роботи людини встановлюються мінімальні значення освітленості залежно від характеру виконуваних робіт.

У зоні ремонту автомобілів на СТО використовується штучне освітлення, яке має відповідати нормативним показникам для робіт середньої та високої точності. Це означає, що рівень освітленості повинен забезпечувати комфортне та безпечне виконання операцій, зокрема огляд, очищення, нанесення покриттів та контроль якості.

Оптимальні параметри освітлення визначаються категорією робіт і зводяться у відповідні таблиці (наприклад, табл. 4.4), що дозволяє регламентувати мінімальні значення освітленості та гарантувати безпечні умови праці персоналу.

Характеристика освітлення зведено в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6. Характеристика освітлення.

Назва приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк				Тип світильників
		Загальне	Комбінов.	Аварійне	Евак.	
Зона ремонту	4	150	300	10	5	ЛД-80

Підприємство ТОВ «Модерн Авто» обладнане господарчо-питним і виробничим водопостачанням, фекальною та виробничою каналізацією, а також центральним опаленням. Виробничі дільниці забезпечуються питною водою відповідно до санітарних норм.

Основними технічними засобами охорони праці виступають засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). На підприємстві передбачено забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими ЗІЗ, необхідними для

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпечного виконання робіт. Санітарно-побутові засоби захисту організовані згідно з чинними нормативними документами [12, 13].

У зоні проведення поточного ремонту (ПР) на працівників діє ряд шкідливих виробничих факторів, що можуть негативно впливати на їхній стан здоров'я та безпеку. Заходи щодо їх усунення та мінімізації наведені у таблиці 4.7, яка систематизує небезпечні фактори та відповідні методи захисту.

Таким чином, підприємство забезпечує комплексну систему охорони праці, що включає технічні, санітарно-побутові та організаційні заходи, спрямовані на створення безпечних умов роботи та зниження ризиків для персоналу.

Таблиця 4.7. Засоби індивідуального захисту працівників зони ремонту.

Шкідливий виробничий фактор	Призначення ЗІЗ	Професія працівників
Абразивні частинки	Захист очей	Слюсар
Падіння важких предметів	Захист кінцівок від механічних пошкоджень	Слюсар - ремонтник
Бруд, мастила	Захист тіла	Слюсар - ремонтник
Бруд, механічні ушкодження	Захист рук	Слюсар - ремонтник

4.3. Розрахунок комбінованого освітлення зони ремонту

Нормована мінімальна загальна освітленість для зони ремонту становить 79150 лк ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

Розміри зони 9,3x23,7. Площа зони ремонту $9,3 \cdot 23,7 = 220,4 \text{ м}^2$. Висота приміщення 6 м. Для зони ремонту застосуємо світильники ПВЛМ-Р. Під час роботи на стендах освітлювальна поверхня знаходиться на висоті $h_p = 0,7 \text{ м}$, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5 \text{ м}$.

Висота підвісу світильника над підлогою:

$$h_0 = H - h_c = 6 - 0,5 = 5,5 \text{ м.} \quad (4.1)$$

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 5,5 - 0,7 = 4,8 \text{ м.}$$

Визначаємо рекомендовану відстань між світильниками:

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 4,8 = 3,36 \text{ м.}$$

Визначаємо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{220,4}{3,36^2} = 19,6 \approx 20 \text{ ламп.}$$

Враховуючи розміри приміщення розташуємо їх у два ряди по 10 штук.

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{220,4}{4,8 \cdot (9,3 + 23,7)} = 1,39.$$

Згідно [17] знаходимо коефіцієнт використання $\eta = 0,51$ для світильників ПВЛМ-Р при $i = 1,39$, $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$.

Світловий потік однієї лампи розраховуємо за формулою [14]:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 220,4 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{20 \cdot 0,51} = 4846 \text{ лм,}$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік, лм;

E – освітленість за нормою, лк;

S – площа підлоги в приміщенні, м^2 ;

K_3 – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

N – кількість встановлених ламп.

За розрахунками вибираємо лампу ЛБ-80 з світловим потоком 5400 лм та потужністю 80 Вт [17].

$$10\% < \Delta\Phi_{\text{л}} = 554 < +20\%.$$

За прийнятою потужністю електролампи і світловим потоком визначаємо дійсну освітленість:

$$E_{\text{заг.}} = \frac{\Phi_{\text{л.}} \cdot N \cdot \eta}{K \cdot Z \cdot S} = \frac{5400 \cdot 20 \cdot 0,51}{1,3 \cdot 1,15 \cdot 220,4} = 167,2 \text{ лм.}$$

Сумарна електрична потужність усіх світильників:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{л}} \cdot N = 80 \cdot 20 = 1600 \text{ Вт.}$$

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За потужністю $W_{\text{заг}}$ освітлюваної установки визначаємо силу струму I , за якою вибираємо переріз плавкої вставки запобіжника або тип автоматичного вимикача. Сила струму з врахуванням запасу 20% визначається за формулою:

$$I = 1,2 \cdot \frac{W_{\text{заг}}}{U} = 1,2 \cdot \frac{1600}{220} = 8,7 \text{ A}$$

Доповненням до загального освітлення в системі комбінованого освітлення є місцеве освітлення, яке створюється у робочій зоні пристроїв.

Підбираємо лампи розжарювання для місцевого освітлення. Лампа місцевого освітлення МОЗ 24-40 з світловим потоком $\Phi=420$ лм, $I_a=160$ лк [14].

Визначаємо освітленість при місцевому освітленні за формулою:

$$E_{\text{місц}} = I_a \cos 45^\circ / r^2,$$

де r – відстань від світильника до робочої поверхні;

I_a – сила світла;

$\alpha=45^\circ$ – кут між нормаллю робочої поверхні і напрямом світлового потоку.

$$E_{\text{місц}} = 160 \cdot \cos 45^\circ / 0,8 = 176,7 \text{ лк.}$$

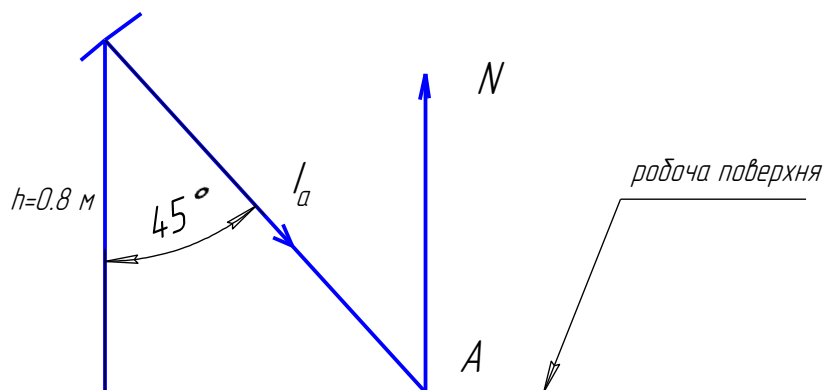


Рисунок 4.1 – Схема місцевого освітлення робочої поверхні

Знаходимо розрахункове значення комбінованого освітлення:

$$E_{\text{комб.}} = E_{\text{заг}} + E_{\text{місц.}},$$

де $E_{\text{заг}}$ – загальна освітленість в системі комбінованого;

$E_{\text{місц.}}$ – місцева освітленість в системі комбінованого.

$$E_{\text{комб.}} = 167,2 + 176,7 = 343,9 \text{ лк.}$$

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Нормоване значення комбінованого освітлення для заданого розряду зорової роботи згідно СНиП II-4-79 становить:

$$E_{\text{н}}=300 \text{ лк.}$$

Отже розраховане значення комбінованого освітлення відповідає вимозі:

$$E_{\text{р}}=(-10\%\dots+20\%)\cdot E_{\text{н}}.$$

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Сучасні методи додаткового антикорозійного захисту кузова автомобіля формують багаторівневу систему, яка поєднує традиційні засоби, інноваційні технології та діагностичні інструменти. До традиційних належать мастики, лакофарбові покриття та бар'єрні елементи, що створюють фізичний захисний шар. Інноваційні технології включають нанопокриття, електрохімічний захист і екологічні склади з низьким вмістом летких органічних сполук. Додатково застосовуються системи діагностики, які дозволяють контролювати стан кузова та своєчасно виявляти локальні дефекти.

Багаторівнева система захисту охоплює бар'єрні технології (плівки, локери, мастики), електрохімічні методи (катодний захист), хімічні склади (інгібітори, воскові препарати) та конструктивні рішення (захист порогів, арок, днища). Найбільш ефективним є комплексне застосування кількох методів одночасно, що забезпечує синергетичний ефект: значне подовження ресурсу кузова, зниження витрат на ремонт та гарантування безпечної експлуатації навіть у складних кліматичних умовах.

Результати дослідження підтверджують необхідність систематичного контролю стану кузова, своєчасного усунення локальних пошкоджень та використання сучасних антикорозійних технологій. Це дозволяє зберегти структурну цілісність автомобіля, підвищити його довговічність і зменшити витрати на капітальний ремонт у майбутньому.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаних джерел

1. І. Я. Захара Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітньо- професійного рівня магістр зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» студентів денної і заочної форми навчання – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2022. – 86с.
2. Посібник по технічного обслуговування і ремонту Opel Crossland з 2017року випуску, із дизельним двигуном.
3. Посібник по експлуатації автомобіля Opel Crossland з 2017 року випуску, із бензиновим двигуном.
4. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: навчальний посібник. – К.: Арістей, 2011. – 356 с.
5. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2006. – 400 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник / О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511 с.
7. Пахарєва С.О. Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка». Загальна будова автомобіля: навчальний посібник / За ред. С.О. Пахарєва. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010. – 392 с.
8. НПАОП 0.00-1.62-12 Правила охорони праці на автомобільному транспорті
9. НПАОП 0.00-7.17-18 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці
10. ДСТУ ОHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
11. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
12. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".
13. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14.ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

					БР АТ- 05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проект діляниці технічного
обслуговування легкового
автомобіля Opel Crossland з
аналізом методів запобігання
корозії в умовах ТОВ «Модерн
Авто», м. Івано-Франківськ

Гульоватий Юрій Михайлович

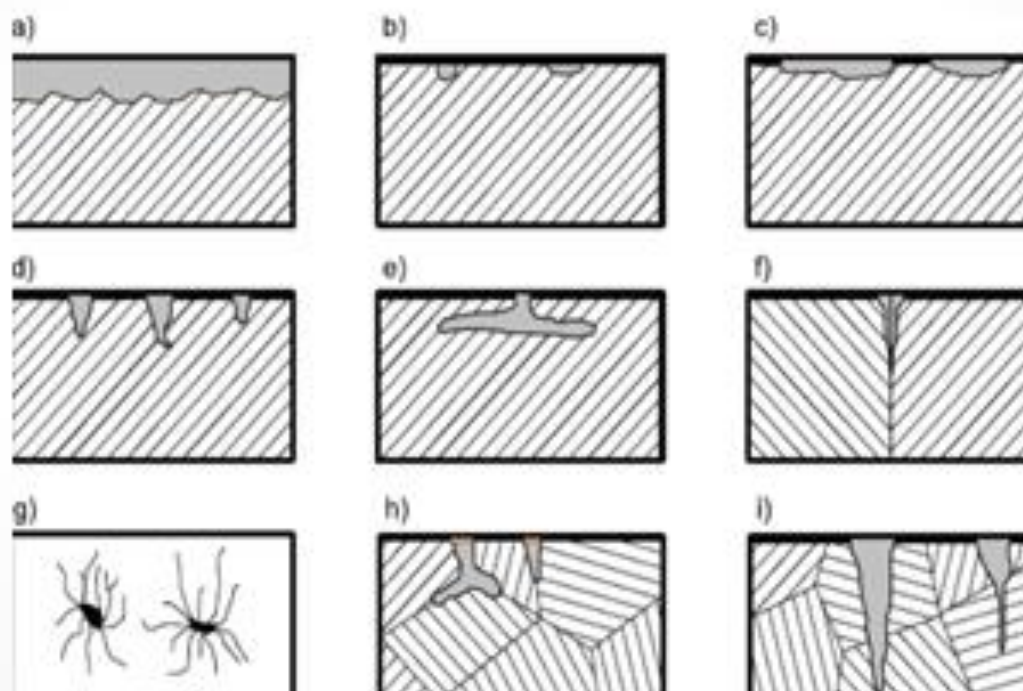
Група АТ-22-1

Метою даної роботи є аналіз чинників, що визначають швидкість корозії кузова автомобіля Opel Crossland, виявлення найбільш уразливих зон та обґрунтування практичних заходів для зниження інтенсивності корозійних процесів.

Об'єктом дослідження виступають кузовні елементи легкового автомобіля Opel Crossland, які зазнають корозійного руйнування в умовах експлуатації.

Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення технологій ремонту кузова на станціях технічного обслуговування, розробки рекомендацій щодо антикорозійного захисту автомобілів, створення навчально-методичних матеріалів для підготовки фахівців з технічного обслуговування, а також для оптимізації вибору лакофарбових покриттів і конструктивних рішень, що підвищують довговічність автомобіля.

Види корозії



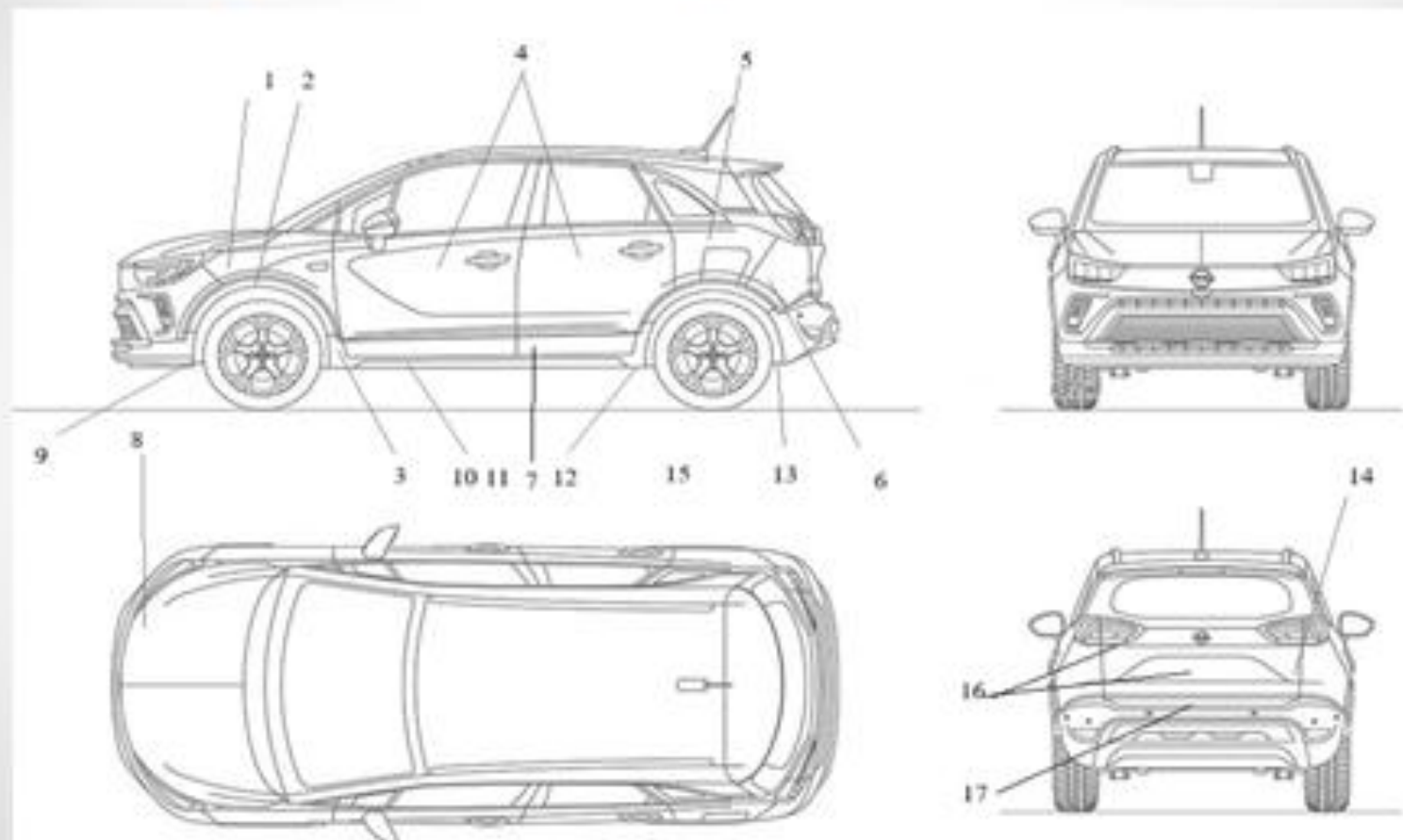
Класифікація корозії автомобільних конструкцій

Вид корозії	Характеристика	Типові місця прояву	Особливості та небезпека
Хімічна	Пряма взаємодія металу з газами чи рідинами (кисень, кислоти, CO ₂)	Поверхні кузова, зношена система	Повільна, але постійна; утворення оксидних плівок
Електрохімічна	Виникає при контакті металу з електролітом (вода + солі), утворення гальванічних пар	Кузов, днище, зварні шви, стики різних металів	Найпоширеніша; швидко руйнування, особливо взимку
Атмосферна	Вплив вологості, кисню, температурних коливань	Зовнішні панелі кузова, арки коліс	Прискорюється реагентами та механічними пошкодженнями фарби
Гальванічна (контактна)	Корозія при з'єднанні різних металів (сталь-алюміній, сталь-мідь)	Кріплення, стики кузова, електричні з'єднання	Локальна, але інтенсивна; небезпечна для з'єднань
Місцева (точкова, льогова)	Осередки ураження у вигляді точок чи ямок	Днище, арки, приховані порожнини	Швидко призводить до наскрізних отворів
Підпалівова	Розвивається під лакофарбовим покриттям при його пошкодженні	Кузовні панелі, двері, капот	Невидима на початкових стадіях; складна діагностика
Біологічна	Викликана мікроорганізмами, що виділяють кислоти	Рідко — у місцях накопичення бруду, органіки	Нетипова, але можлива при тривалому зберіганні у вологих умовах
Корозія від реагентів	Вплив хлоридів та інших солей, якими посипають дороги	Днище, арки, порогов	Дуже агресивна, особливо взимку; потребує регулярного захисту

Фактори, що впливають на корозію

Фактор	Наслідки	Методи захисту
Вологість та атмосферні опади	Утворення електроліту на поверхні металу, прискорення іржавіння	Герметизація порожнин, регулярне сушіння, використання антикорозійних мастик
Температурні коливання	Конденсація вологи, мікротріщини в покритті	Використання еластичних лакофарбових матеріалів, контроль мікроклімату в гаражі
Солі та дорожні реагенти	Інтенсивна електролітична корозія днища, арок, порогів	Регулярне миття після зимових поїздок, нанесення захисних мастик, цинкування
Промислові викиди та агресивні гази (SO_2 , CO_2)	Хімічна корозія, утворення кислотних конденсатів	Використання стійких покриттів, антикорозійних ґрунтів, зберігання в чистих умовах
Контакт різних металів (гальванічні пари)	Локальна корозія у місцях стиків (сталь-алюміній, сталь-зідь)	Використання ізоляційних прокладок, захисних покриттів, уникнення прямого контакту
Механічні пошкодження покриття	Осередки підпільної корозії, швидке руйнування металу	Своєчасне відновлення фарби, локальний ремонт сколів і подряпин
Приховані порожнини та зварні шви	Накопичення вологи й бруду, розвиток точкової корозії	Антикорозійна обробка порожнин, герметизація швів
Умови експлуатації (частота використання, зберігання)	Прискорене руйнування при щоденній експлуатації в агресивних умовах	Зберігання в сухому гаражі, регулярний технічний огляд, профілактична обробка

Карта-схема зон корозійних ушкоджень



Типи мастик та їх характеристики

Тип мастик	Основні властивості	Переваги	Недоліки	Застосування
Бітумна	Висока адгезія до металу; стійкість до води та солей; хороші антиабразивні характеристики; утворення щільної, твердої плівки після висихання. Водонепроникна, стійка до слабких кислот та лугів, забезпечує базовий захист від корозії та механічних пошкоджень. Часто є основою для інших мастик.	Доступність і низька вартість; простота нанесення; ефективність у захисті днища від піску, гравію, реагентів.	Може ставати крихким на морозі та розм'якшуватися на сонці, що може призвести до розтріскування і відшаровування з часом. Схильність до утворення мікротріщин; обмежена проникною здатність; потреба у періодичному поновленні (кожні 2-3 роки).	Днище автомобіля, колісні арки, примовні порожнини (у поєднанні з іншими засобами).
Каучукова (Гумова)	Висока еластичність, не тріскається при перепадах температур, відмінна адгезія до металу, ефективна шумо- та віброізоляція, стійка до абразивного впливу (пісок, каміння), висока еластичність; стійкість до перепадів температур; здатність до самовідновлення мікропошкоджень; хороша адгезія до різних типів поверхонь.	абразивна властивість при -30 °C...+80 °C; стійкість до вібрацій та деформацій кузова; тривалий термін служби (до 5 років); можливість нанесення на складні геометричні поверхні.	Защитний дорожча за бітумну. Потреба у ретельній підготовці поверхні; чутливість до ультрафіолету (потребує захисту фарбою або лаком).	Днище, арки коліс, внутрішні поверхні крил.
Бітумно-каучукова	Поєднує переваги обох типів: добра водонепроникність бітуму та еластичність каучуку. Вважається одним із найкращих варіантів для захисту.		Потребує ретельної підготовки поверхні перед нанесенням.	Днище, колісні арки, пороги – найбільш вразливі місця.
Смолна / Полімерна	Часто входять до складу більш сучасних полімерних або поліуретанових покриттів. Забезпечують високу міцність, стійкість до змінних реагентів, твердість і морозостійкість; стійкість до агресивних середовищ (кислоти, луги, нафтопродукти); можливість комбінування з армувальними матеріалами, можуть бути пофарбовані.	тривалий термін служби (до 7 років); висока міцність покриття; можливість нанесення на шари шп, шпак, порожнини	Можуть вимагати спеціалізованого обладнання для нанесення та ґрунтовної підготовки поверхні. Низька еластичність; висока вартість; потреба у спеціальних умовах полімеризації	Днище, зовнішні частини кузова, які потребують подальшого фарбування.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Зона антикорозійної обробки — окремий технологічний підрозділ із трьома постами ремонту

Належить до групи “холодних цехів”

Основні роботи: очищення, нанесення захисних матеріалів, контроль якості покриттів

Ключова вимога — надійне закріплення обладнання та справність інструментів

Недотримання технічних умов може спричинити небезпечні ситуації

Небезпечні фактори: електробезпека, обладнання під тиском, зношені інструменти, ризики від підйимального й транспортного обладнання

Виробниче середовище характеризується комплексом шкідливих факторів

Безпечні умови праці та регулярний контроль — ключ до ефективної антикорозійної обробки

Висновок

Сучасні методи додаткового антикорозійного захисту кузова автомобіля формують багаторівневу систему, яка поєднує традиційні засоби, інноваційні технології та діагностичні інструменти. До традиційних належать мастики, лакофарбові покриття та бар'єрні елементи, що створюють фізичний захисний шар. Інноваційні технології включають нанопокриття, електрохімічний захист і екологічні склади з низьким вмістом летких органічних сполук. Додатково застосовуються системи діагностики, які дозволяють контролювати стан кузова та своєчасно виявляти локальні дефекти.

Багаторівнева система захисту охоплює бар'єрні технології (плівки, локери, мастики), електрохімічні методи (катодний захист), хімічні склади (інгібітори, воскові препарати) та конструктивні рішення (захист порогів, арок, днища). Найбільш ефективним є комплексне застосування кількох методів одночасно, що забезпечує синергетичний ефект: значне подовження ресурсу кузова, зниження витрат на ремонт та гарантування безпечної експлуатації навіть у складних кліматичних умовах.

Результати дослідження підтверджують необхідність систематичного контролю стану кузова, своєчасного усунення локальних пошкоджень та використання сучасних антикорозійних технологій. Це дозволяє зберегти структурну цілісність автомобіля, підвищити його довговічність і зменшити витрати на капітальний ремонт у майбутньому.