



ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»



КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності антикорозійного захисту кузова легкового
автомобіля в умовах ПП «Ковальов Авто» с. Соколівське
Кропивницького району Кіровоградської області»

Виконав:

магістрант групи АТ-21М (1,4) _____ Сергій ДЯДИК
(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Консультант:

к.т.н., доцент _____ Олег БЕВЗ
(науковий ступінь, з чого склався) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:

д.т.н., доцент _____ Ігор ШЕПЕЛЕНКО
(науковий ступінь, з чого склався) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:

к.т.н., доцент _____ Сергій МАГОПЕЦЬ
(науковий ступінь, з чого склався) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 р.

Рецензент:

_____ (підпис) _____ (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 р.

Кропивницький – 2022 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Експлуатація та
ремонт машин»

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Дядика Сергія Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля в умовах ПП «Ковальов Авто» с. Соколівське Кропивницького району Кіровоградської області»

керівник роботи Щепеленко Ігор Віталійович, _____ доцент
(прізвище, ім'я, по батькові) (науковий ступінь) (вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 20__ року №__

2. Строк подання здобувачем роботи «02» грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Матеріали науково-дослідної практики. 2. Інструкція з проведення антикорозійного захисту кузовів легкового автомобіля

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

4.1 Розділ 1. Характеристика підприємства ПП «Ковальов-Авто». Технічна характеристика підприємства. Обґрунтування теми магістерської роботи.

4.2 Розділ 2. Особливості корозійного захисту кузовів легкового автомобіля. Класифікація факторів, що впливають на корозійний знос кузовів автомобілів. Сучасні засоби антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля. Огляд обладнання для нанесення антикорозійного покриття.

4.3 Розділ 3. Теоретичне обґрунтування необхідної товщини масляної плівки для захисту деталей від корозії. Вибір об'єкта та предмета досліджень. Розробка складу для обробки днища кузова автомобіля. Методика проведення експериментів. Результати експериментальних досліджень.

4.4 Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності. Охорона праці при виконанні робіт з антикорозійного захисту кузовів легкових автомобілів.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: Класифікація основних видів корозії деталей автомобілей. Класифікація факторів, що впливають на корозійний знос кузовів автомобілів. Класифікація факторів, що сприяють корозії днища автомобіля. Класифікація методів захисту деталей кузова автомобіля. Обладнання та інструмент для проведення досліджень. Результати експериментальних досліджень.

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Обґрунтування напрямку наукового дослідження	31.10.2022	
2	Розділ 2. Літературний огляд за темою дослідження	04.11.2022	
3	Розділ 3. Результати теоретичних та експериментальних досліджень	11.11.2022	
4	Розділ 4. Обґрунтування ефективності прийнятих технічних рішень	25.11.2022	
5	Оформлення ілюстративного матеріалу	02.12.2022	

Магістрант _____
(підпис)

Дядик С.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ігор ШЕПЕЛЕНКО
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота присвячена пошуку шляхів підвищення ефективності антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля.

Показано, що термін служби сучасного автомобіля багато в чому визначається корозійною стійкістю його кузова, який є основним елементом автомобіля.

Встановлено, що на днищі кузова легкового автомобіля можливий прояв усіх видів корозійних проявів.

Запропоновано варіант підвищення стійкості днища кузова легкового автомобіля до дії агресивних компонентів забруднення дорожнього покриття за рахунок застосування складу для антикорозійної обробки. Встановлено та експериментально підтверджено вимоги до складів, що визначають стійкість днища кузова легкового автомобіля до впливу агресивних компонентів.

Метою представленої роботи є науково-обґрунтований вибір та розробка методів підвищення антикорозійної стійкості кузова легкового автомобіля до дії агресивних компонентів забруднення дорожнього полотна. На прикладі елемента кузова – днища автомобіля відмічено доцільність антикорозійного захисту кузова. Сформульовані предмет та об'єкт дослідження.

Предметом дослідження є підвищення стійкості днища кузова легкового автомобіля до дії агресивних компонентів забруднення дорожнього полотна у регіональних умовах експлуатації.

Об'єкт дослідження – процес впливу агресивного середовища дорожнього полотна на днище кузова легкового автомобіля.

Доведено, що за рахунок використання розглянутого складу підвищується ефективність антикорозійного захисту кузова автомобілів.

Кваліфікаційна магістерська робота складається з вступу, 4 розділів, висновків; містить 69 сторінок тексту, 33 рисунка, 5 таблиць.

ЗМІСТ

стор.

Вступ

Розділ 1. Історія підприємства – бази практики та обґрунтування теми магістерської роботи.....

1.1. Характеристика підприємства ПП «Ковальов-Авто».....

1.2. Технічна характеристика підприємства.....

1.3. Обґрунтування теми магістерської роботи.....

Розділ 2. Літературний огляд за темою досліджень.....

2.1. Особливості корозійного захисту кузовів легкового автомобіля

2.2. Класифікація факторів, що впливають на корозійний знос кузовів автомобілів.....

2.3. Сучасні засоби антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля.....

2.4. Огляд обладнання для нанесення антикорозійного покриття.....

2.5. Рейтинг відомих автомобілів, які є найбільш схильні до корозії..

2.6. Висновки за розділом.....

Розділ 3. Результати теоретичних та експериментальних досліджень.....

3.1. Теоретичне обґрунтування необхідної товщини масляної плівки для захисту деталей від корозії.....

3.2. Вибір об'єкта та предмета досліджень.....

3.3. Розробка складу для обробки днища кузова автомобіля.....

3.4. Методика проведення експериментів.....

3.4.1. Методика підготовки зразків для проведення досліджень

3.4.2. Методика досліджень фізико-механічних та протикорозійних властивостей захисних складів

3.4.3. Методики оцінки основних показників корозії металів та фізико-механічних властивостей захисних покриттів

3.4.3.1. Корозійні втрати металу.....

3.4.3.2. Міцність захисного покриття.....

3.4.3.3. Зносостійкість покриття.....

3.4.3.4. Міцність покриття до стирання.....

3.4.3.5. Декоративні та захисні властивості захисних покриттів.....

3.4.3.6. Визначення вологостійкості покриттів.....

3.5. Результати експериментальних досліджень.....

3.5.1. Корозійні втрати.....

3.5.2. Електричні властивості.....

3.5.3. Вологопоглинання плівок захисних покриттів.....

3.5.4. Стійкість покриття до стирання.....

3.5.5. Дослідження довговічності захисних покриттів.....

3.6. Висновки за розділом.....

Розділ 4. Обґрунтування ефективності прийнятих рішень.....

4.1. Розрахунок економічної ефективності.....

4.2. Охорона праці при виконанні робіт з антикорозійного захисту кузовів легкових автомобілів.....

4.3. Висновки за розділом.....

Загальні висновки.....

Перелік використаних джерел.....

Вступ

В галузі автомобілебудування особливо важливе значення мають питання захисту металів від корозії. Термін служби та надійність роботи сучасних автомобілів значною мірою визначаються їх стійкістю проти корозійного руйнування. Зростання забруднення навколишнього середовища, використання більш тонкої листової сталі для виготовлення кузовів, застосування корозійно-агресивних речовин для запобігання ожеледиці на дорогах і низка інших факторів висунули завдання захисту автомобілів від корозії до найважливіших. Неякісна підготовка поверхні та нанесення покриттів з відхиленням від технологічного регламенту сприяє появі підплівкової корозії металу та руйнуванню захисних покриттів.

Втрати металу від корозії кузовів легкових автомобілів під час експлуатації становлять 35...40 %, а кузовів автобусів за 6...7 років експлуатації – приблизно 60 % від вартості. На нижні елементи кузова (днище, пороги, арки коліс) у процесі руху автомобіля впливають тверді частинки, що викидаються колесами, які спільно з іншими корозійно-агресивними реагентами забруднення доріг спричиняють руйнування захисної та лакофарбової плівки.

Тривала безпека нижніх елементів кузова забезпечується спільною дією протикорозійних покриттів, що наносяться на заводах-виробниках. Захисні властивості протикорозійних покриттів можна пояснити утворенням на поверхні стійкої, суцільної плівки, ізолюючої поверхні, що захищається від агресивного впливу корозійного середовища. Плівка перешкоджає проникненню до поверхні металу корозійних реагентів, що зрештою захищає метал від корозійного руйнування.

При цьому для обробки нижніх зовнішніх частин кузова (днища, лонжеронів, порогів, поперечок, арок коліс) застосовують мастики, що являють собою композиції на основі бітумів, наповнювачів, пластифікаторів та органічних розчинників.

До недоліків бітумних складів можна віднести обмежену довговічність, що пов'язано зі швидким старінням плівки покриття, слабкою стійкістю до тріщин при низькій температурі, охрупчиваністю, що сприяє утворенню тріщин і відшарування плівки покриття. Більш того, ці склади мають підвищену вологоємність.

Таким чином можна стверджувати, що обґрунтований вибір методів підвищення стійкості днищ кузовів легкових автомобілів до впливу агресивних компонентів забруднення з використанням ефективних складів з урахуванням місцевих умов експлуатації, а також кліматичних особливостей регіону є актуальним і важливим завданням.

РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ПІДПРИЄМСТВА – БАЗИ ПРАКТИКИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1. Характеристика підприємства ПП «Ковальов-Авто»

З кожним роком десятки тисяч автомобілів досягають критичного стану і потребують відновлення працездатності, причому з кожним роком кількість машин, що потребують ремонту, буде значно перевищувати кількість машин, що випускаються.

Для підтримання автомобілів в працездатному стані ще в 80-90 роках минулого століття в Радянському Союзі була створена мережа пунктів і станцій технічного обслуговування (СТО), на яких проводився гарантійний ремонт і роботи пов'язані з технічним обслуговуванням. З часом на СТО почали виконувати і капітальні ремонти, як окремих вузлів (двигун, КПП, задній міст), так і автомобілів в цілому.

На початку 80-х років річний випуск автомобілів тільки у Радянському Союзі сягнув більше одного мільйону. Зрозуміло, що виробничих потужностей державних СТО явно недостатньо. В цей час починають з'являтися приватні СТО. Як правило, вони розташовувалися в місцях значного накопичення автомобілів (гаражі, автомобільні стоянки, автостради), що було зручно для клієнтів.

Приватний підприємець Ковальов Олександр Степанович, маючи значний досвід роботи на державній СТО на посаді головного інженера, в кінці 90-х років побудував і запустив в експлуатацію власну СТО, на якій виконують ремонтні роботи для автомобілів різних марок.

Зараз підприємство має юридичну назву Приватне підприємство «Ковальов-Авто». СТО площею 0,38 га включає в себе два виробничі корпуси загальною площею біля 1000 м², адміністративну будівлю, кафе і стоянку автомобілів (рис.1.1).

Підприємство зареєстровано за наступною юридичною адресою: Україна, 27641, Кіровоградська обл., Кропивницький район, с. Соколівське, провулок Гаражний 17.



Рис.1.1. В'їзд на територію ПП «Ковальов-Авто»

Діяльність підприємства ПП «Ковальов-Авто» направлена на здійснення виробничої, комерційної, посередницької діяльності, розвитку інфраструктури автосервісу, надання послуг, науково-технічного і матеріально-технічного забезпечення виробництва в сфері технічного обслуговування транспортних засобів, торгівлі та здійснення іншої діяльності.

Існуюча станція технічного обслуговування одночасно може виконувати роботу на п'яти постах, на які розраховані на виконання комплексних робіт з технічного обслуговування та ремонту машин (рис.1.2). На жаль, враховуючи реалії щодення на даному етапі потужність підприємства використовується на 50%.



Рис.1.2. Пост з виконання комплексних робіт на ПП «Ковальов-Авто»

1.2. Технічна характеристика підприємства

Підприємство ПП «Ковальов-Авто» спеціалізується на виконанні технічного обслуговування, поточного та капітального ремонту легкових та вантажних автомобілів. За даними за серпень 2022 кількість машинозаїздів в місяць склала:

- 28 машино-заїздів/місяць припадає на автомобілі “DAWOO”;
- 16 машинозаїздів/місяць припадає на автомобілі “KIA”;
- 14 машинозаїздів/місяць припадає на автомобілі “Chevrolet”;
- 6 машинозаїздів/місяць припадає на автомобілі “DAWOO”;
- 4 машинозаїзди/місяць припадає на автомобілі “Mitsubishi”;
- 22 машинозаїзди/місяць припадає на інші автомобілі.

З метою визначення специфіки організації виробничої структури підприємства на поточний і наступні роки було проаналізовано існуючий характер організації виробництва на підприємстві.

Станом на 1.10.2022 р. підприємство у відповідності до основного предмету своєї діяльності здійснює всі види ТО і ремонту автомобілів двох категорій —«контрактної» та «випадкової».

«Контрактна» категорія охоплює транспортні засоби, власники яких (індивідуальні власники ТЗ та підприємства і організації різних

форм власності регіону) заключили договори з підприємством на проведення ТО і ремонтів автомобілів на 2022 р. Марочний і модельний ряд цих автомобілів є доволі розгалуженим і відповідає маркам наведеним в таблиці 1. Вікові групи транспортних засобів цієї категорії сильно розширені і включають автомобілі, які мають терміни експлуатації від 5 до 15 років.

«Випадкова» категорія включає транспортні засоби різних марок моделей (різних виробників), власники яких звертаються на підприємство для проведення сервісних та ремонтних видів робіт за окремими вузлами та системами. В більшій мірі це стосується проведення ремонту кузовів, двигунів, ходових частин, трансмісій, кузовів, рульових керувань та відновлення лакофарбового покриття. Технічне обслуговування (ТО) автомобілів цієї категорії власники практично не замовляють. Аналіз графіків, наведених на рис.1.3 свідчить, що на підприємстві превалює проведення саме ремонтних видів технічних дій – у порівнянні з сервісними за 2021 рік вони розподілися так: ремонтні роботи – 59%; сервісні роботи – 41%.

Кількісні показники організації ТО та ремонту автомобілів цих категорій на підприємстві можуть бути визначені наступними діаграмами (у відсотковому співвідношенні) представленими на рис.1.3 – рис.1.5.

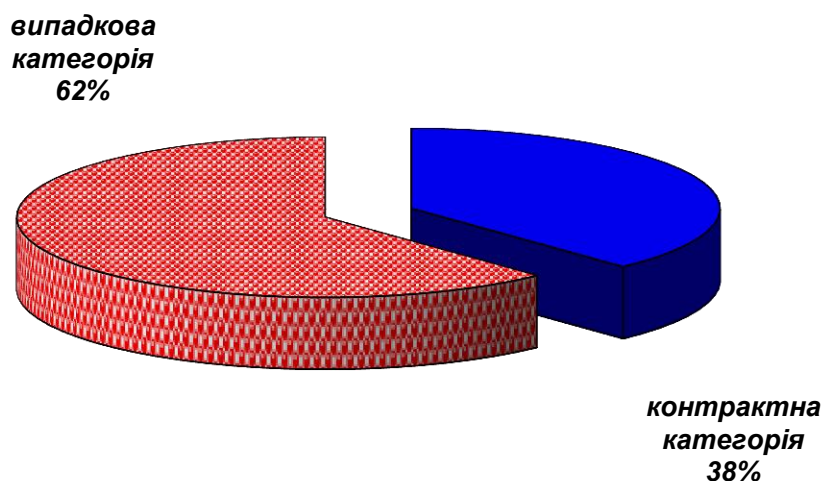


Рис.1.3. Специфіка надання послуг з ТО і ремонту на підприємстві за категоріями транспортних засобів

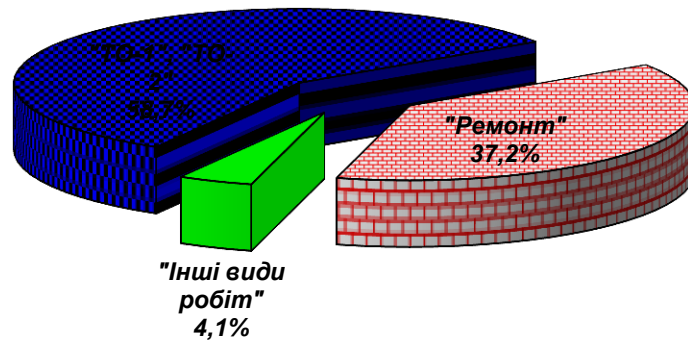


Рис.1.4. Специфіка проведення технічних дій при обслуговуванні автомобілів «контрактної» категорії

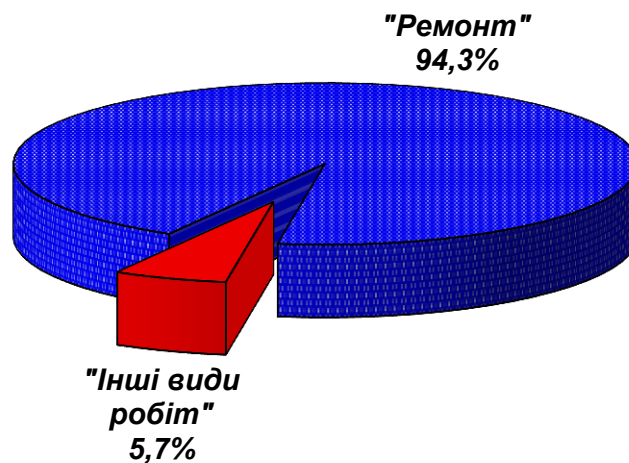


Рис.1.5. Специфіка проведення технічних дій при обслуговуванні автомобілів «випадкової» категорії

Наведені на рис.1.3 - рис.1.5 діаграми, що характеризують специфіку обслуговування автомобілів різних категорій, дають можливість побачити специфіку надання послуг при обслуговуванні автомобілів, та зробити наступні висновки:

1) при проведенні технічного обслуговування превалюють автомобілі "контрактної" категорії;

2) ремонтні операції в більшій мірі превалюють при обслуговуванні автомобілів “випадкової категорії”.

Таким чином підвищення ефективності роботи кожної структурної ланки підприємства – збільшення обсягів при наданні послуг з ТО і ремонту автомобілів, що заключили договори на обслуговування; залучення на підприємство для проведення різних видів технічних дій інших автомобілів, збільшення обсягів реалізації запасних частин тощо.

Марочний та кількісний склад легкових транспортних засобів, які проходили ТО та ремонт на підприємстві протягом десяти місяців 2022 року основних вузлів і систем, які в найбільшій мірі впливали на частоту звертання для обслуговування.

Проведений аналіз роботи підприємства показав:

- станція технічного обслуговування, хоч і завантажена певним чином, але основне завантаження забезпечується за рахунок випадкової категорії автомобілів;

- найбільша загальна питома вага відмов припадає саме на кузова автомобілів.

Одним із ефективних методів боротьби за стабілізацію роботи підприємства є урізноманітнювання напрямків підприємницької діяльності, тобто створення багатофункціональних підприємств.

Створення автотранспортного господарства для реалізації хоча б внутрішніх перевезень на базі станції технічного обслуговування, таким чином, є логічним і напевне економічно виправданим напрямком здійснення підприємницької діяльності.

Однак придбання необхідного різноманітного автомобільного парку та утримання його в технічно справному стані для забезпечення ефективного транспортного процесу вимагає ресурсних витрат.

Тому з урахуванням певного дефіциту коштів і наявних можливостей технічного обслуговування і ремонту автомобілів є великий сенс у придбанні для цієї мети використаної, але технічно спроможної

транспортної техніки. Таке рішення може забезпечити певну ефективність її використання при відносно невеликих початкових витратах.

Витрати на рівень технічної готовності та експлуатаційної надійності, величину поточних матеріальних витрат на утримання автотранспортних засобів істотно впливають методи проектування технічного оснащення та якісного функціонування різноманітних служб і відділів які входять до складу підприємства.

1.3. Обґрунтування теми магістерської роботи

Термін служби та надійність роботи автомобілів значною мірою залежать від їхньої стійкості проти корозійного руйнування. Втрати металу від корозії кузовів легкових автомобілів за період експлуатації становлять 35...40 %, а кузовів автобусів за 6...7 років експлуатації – приблизно 60 % від вартості.

Зростання забруднення навколишнього середовища, використання більш тонкої листової сталі для виготовлення кузовів, застосування корозійно-агресивних речовин для запобігання ожеледиці на дорогах, недостатня кількість гаражів та цілий ряд інших факторів висунули завдання захисту автомобілів від корозії до найважливіших.

Корозія металевих деталей автомобілів за умов експлуатації має свої особливості. Насамперед, швидкість корозійних процесів різко зростає, оскільки вони протікають практично завжди у присутності води. Водяна плівка утворюється як на зовнішніх, металевих поверхнях, так і внутрішніх стінках двигунів, агрегатів трансмісії, паливопроводів та інш. Утворенню водної плівки сприяють, крім того, періодичний характер експлуатації автомобілів, зміна атмосферних умов тощо. Основним засобом захисту автомобілів від корозії залишається нанесення лакофарбових покриттів.

Проте, ефективність такого захисту від корозії не завжди достатня. Для додаткового захисту автомобілів від корозії все більшого поширення

набувають продукти на нафтовій основі – консерваційні олії, пластичні мастила, плівкоутворюючі інгібовані нафтові склади.

Проведення профілактичних заходів щодо захисту від корозії всіх деталей та вузлів автомобіля дозволить збільшити їх довговічність, що принесе значний економічний ефект їхнім власникам.

Таким чином встановлено, що розробка методів і способів підвищення стійкості деталей кузовів легкових автомобілів до впливу агресивних компонентів забруднення з використанням недефіцитних і недорогих засобів, а також встановлення раціональної періодичності їх протикорозійної обробки з урахуванням місцевих умов експлуатації автомобілів є важливою проблемою, що підтверджує актуальність теми. роботи.

Метою представленої роботи є науково-обґрунтований вибір та розробка методів підвищення антикорозійної стійкості кузова легкового автомобіля до дії агресивних компонентів забруднення дорожнього полотна.

РОЗДІЛ 2. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Особливості корозійного захисту кузовів легкового автомобіля

Кузов є одним із основних елементів легкового автомобіля. Загалом у легкових автомобілів його питома вага в залежності від моделі та класу становить 62...75 %. Термін служби сучасного автомобіля залежить від багатьох факторів, одним з яких є корозійна стійкість кузова, яка лімітується протикорозійними властивостями захисних покриттів, що застосовуються. Вартість ремонтного відновлення найзношеніших частин кузовів іноді може наближається до вартості нового кузова.

Як матеріал кузова зазвичай застосовують сталеві листи товщиною 0,5...1,5 мм. «Слід відзначити, що як матеріал кузова сталь присутня в більшості автомобілів, особливо в класах середніх і низьких. Також на автомобілях середнього сегмента, часто можна знайти деякі алюмінієві деталі, як капот та ін. І навпаки, коли мова йде про автомобілі преміум-класу, алюмінієві деталі отримують перевагу. Присутні на ринку автомобілі з кузовами, майже повністю виготовленими з алюмінію, такі, як Audi TT, Audi Q7 або Range Rover Evoque» [1].

Кузов у корозійному відношенні більш уразливий, ніж інші вузли, агрегати та деталі автомобіля, оскільки він має багато важкодоступних місць для протикорозійної обробки. Слід також врахувати, що різні деталі кузова схильні не тільки до корозійного зносу від різних реагентів, але й механічного від ударного впливу піску, гравію, щебеню, ґрунту та інших частинок, що викидаються колесами. У цьому сенсі зі збільшенням швидкості руху автомобіля збільшується сила ударного впливу. При постійному механічному впливі суміші піску, гравію, щебеню, води та солі виникають передумови корозійного зношування кузова [2].

Відповідно до сучасного уявлення про тертя і знос, існують види зношування, що стежать (рис.2.1) [3]:

- механічне зношування;
- молекулярно-механічне зношування;
- корозійно-механічне зношування.

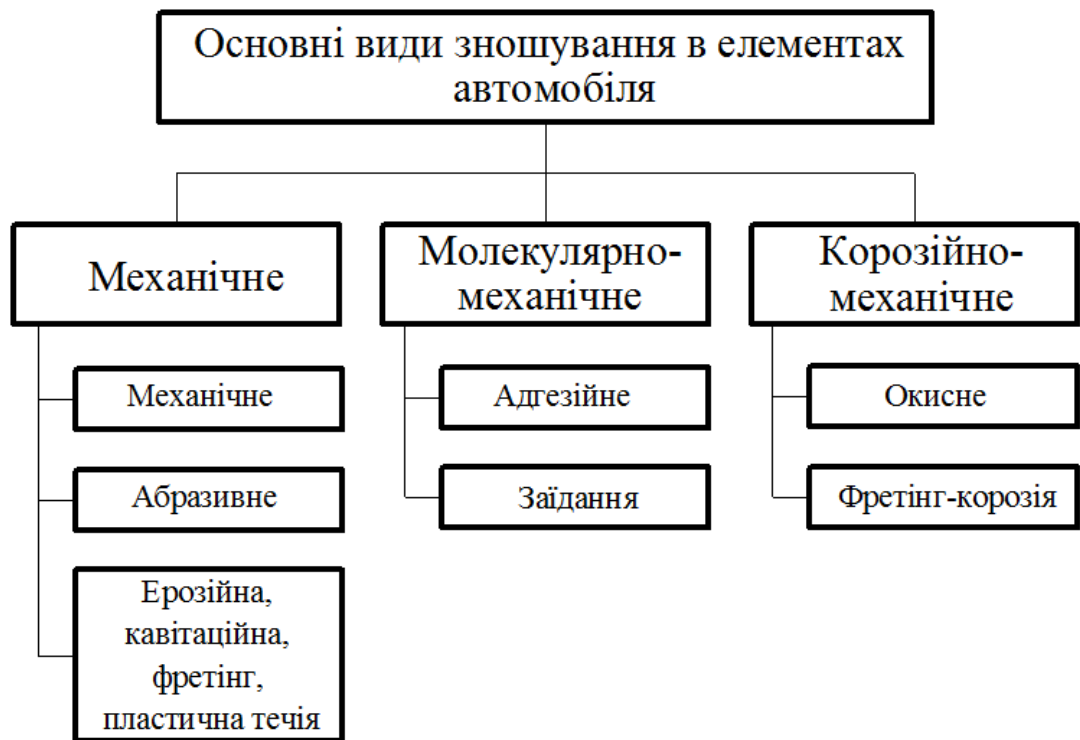


Рис. 2.1. Класифікація основних видів зношування [3]

Механічні та молекулярно-механічні види зношування, на думку [3] піддається прогнозуванню та регулюванню. Корозійно-механічний вид зношування залежить багатьох чинників, які складно прогнозувати, тобто. вони є випадковими.

Наприклад, робота двигуна та вихлопної системи автомобіля може провокувати появі іржі, оскільки функціонування даних вузлів пов'язане з високими температурами їх поверхонь та наявністю корозійно-активних складових відпрацьованих газів. Це сприяє поступовому руйнуванню поверхневого шару кузова з подальшою корозією поверхні під дією різних агресивних факторів довкілля та забруднень дорожнього полотна.

На рис.2.2 представлені характерні фрагменти частин кузовів автомобілів, які були схильні до корозійного зносу. Для того, щоб зрозуміти природу виникнення таких дефектів автомобіля необхідно розглянути більш детально послідовність та закономірності утворення корозії на металевій

поверхні. Класифікація основних видів корозії, що найбільш часто виникають на кузовах автомобіля показано на рис.2.3.



а)



б)



в)

Рис.2.2. Фрагменти частин автомобілів з місцями корозії: а – на кузовній частині; б, в – на днищі автомобіля

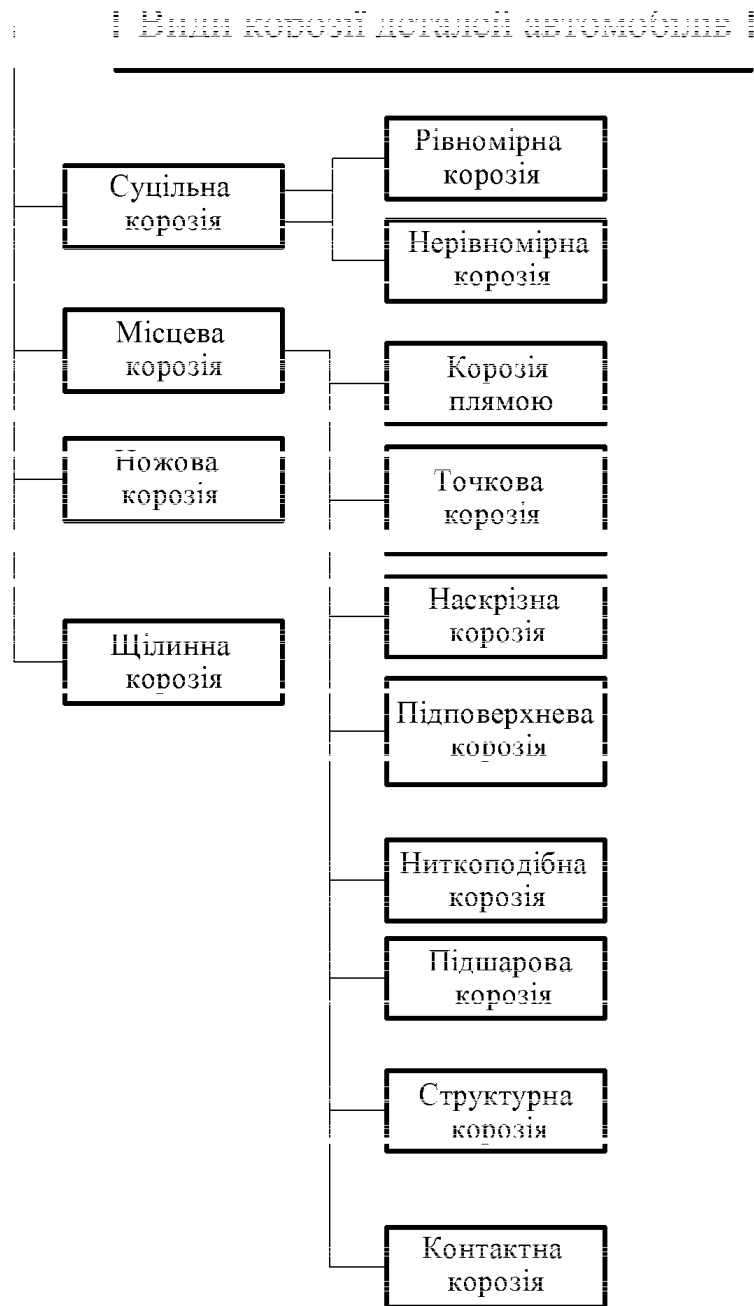


Рис.2.3. Основні види корозії деталей автомобілей

На думку низки досліджень [4, 5] суцільна корозія менш небезпечна, ніж щілинна та місцева. При місцевій та щілинній корозії різко знижується механічна міцність виробу у зв'язку із зменшенням поперечного перерізу виробу у місцях виразок та пігтингів, що найбільш характерно кузовам та їх

деталлям легкових автомобілів. Ступінь корозійного пошкодження поверхонь можна оцінювати такими кількісними даними:

1. «Осередковий показник (характеризує кількість осередків ушкодження на одиниці площі металевої поверхні за певний проміжок часу)» [3].
2. «Глибинний показник (характеризує середню чи максимальну глибину пошкодженого шару металу за певний пробіг автомобіля)» [3].
3. Показник схильності металу до корозії (оцінюється тривалістю роботи деталі до корозійних пошкоджень площі).
4. Показник зміни маси деталі за встановлений період пробігу автомобіля.
5. Показник міцності (характеризує зміну межі міцності металу за період пробігу автомобіля).
6. Електричний показник (характеризує зміну електричного опору поверхні металу деталі період експлуатації).

В загальному вигляді осередок утворення корозії можна представити наступним чином (рис.2.4).

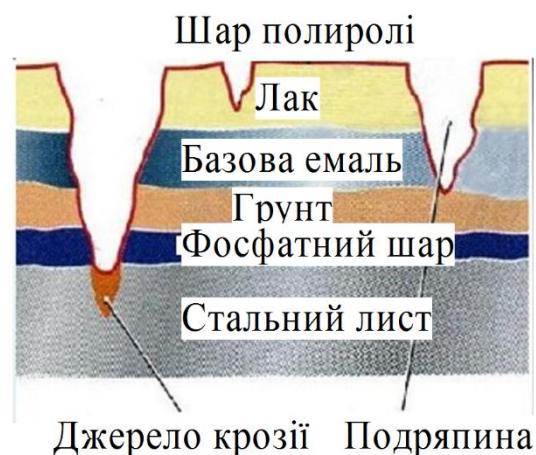


Рис.2.4. Утворення корозії на деталі автомобіля

2.2. Класифікація факторів, що впливають на корозійний знос кузовів автомобілів

Фактори, що впливають на знос кузовів автомобілів можна класифікувати наступним чином (рис.2.5):

1. Зовнішнє середовище (природно-кліматичні умови, забруднення повітря, протиобледнітні засоби);
2. Експлуатація (умови збереження, технічне обслуговування, антикорозійна обробка кузова, консервація полостей);
3. Виробництво кузова (матеріал елементів кузова, її конструкція та форма, технологія виготовлення).

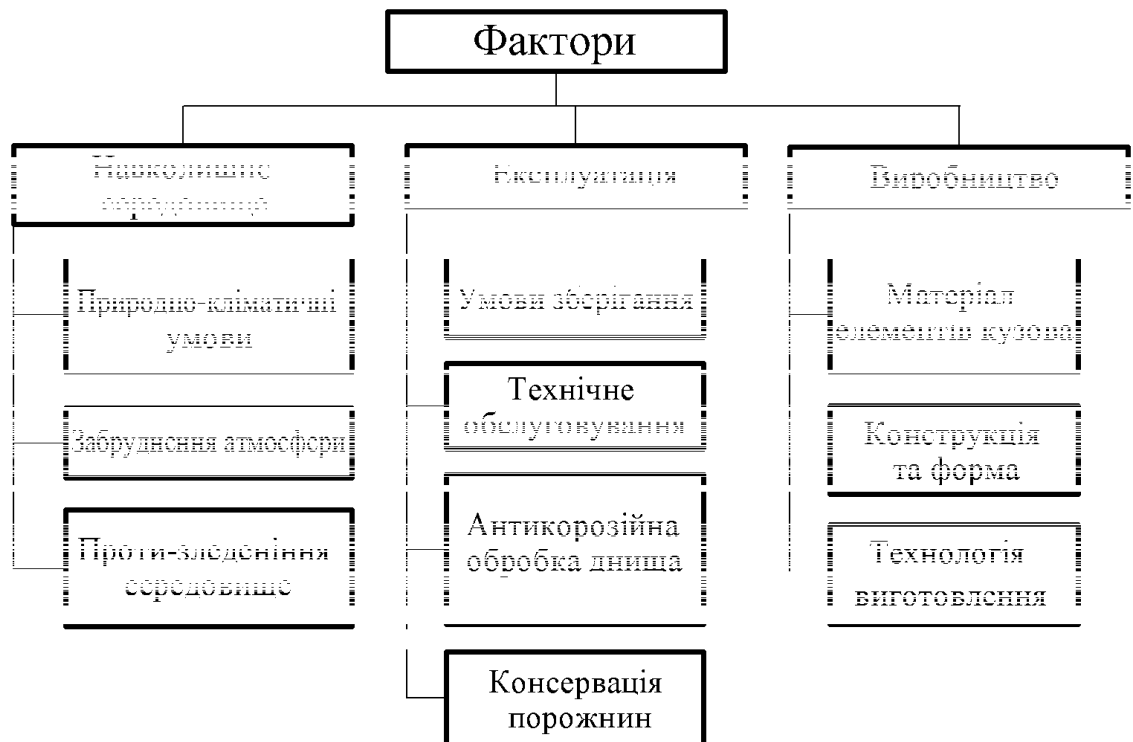


Рис.2.5. Фактори, що мають вплив на корозійний знос кузовів автомобілів

Можна побачити (рис.2.5), що на фактори першої групи, пов'язані з природно-кліматичними умовами та забрудненням довкілля людина впливати не може. Саме на етапі проектування, виробництва та експлуатації виробу (в даному випадку кузова) з'являється можливість закласти основи антикорозійного захисту кузова.

З погляду управління факторами доречнішою буде наступна класифікація (рис.2.6), запропонована автором роботи [6].

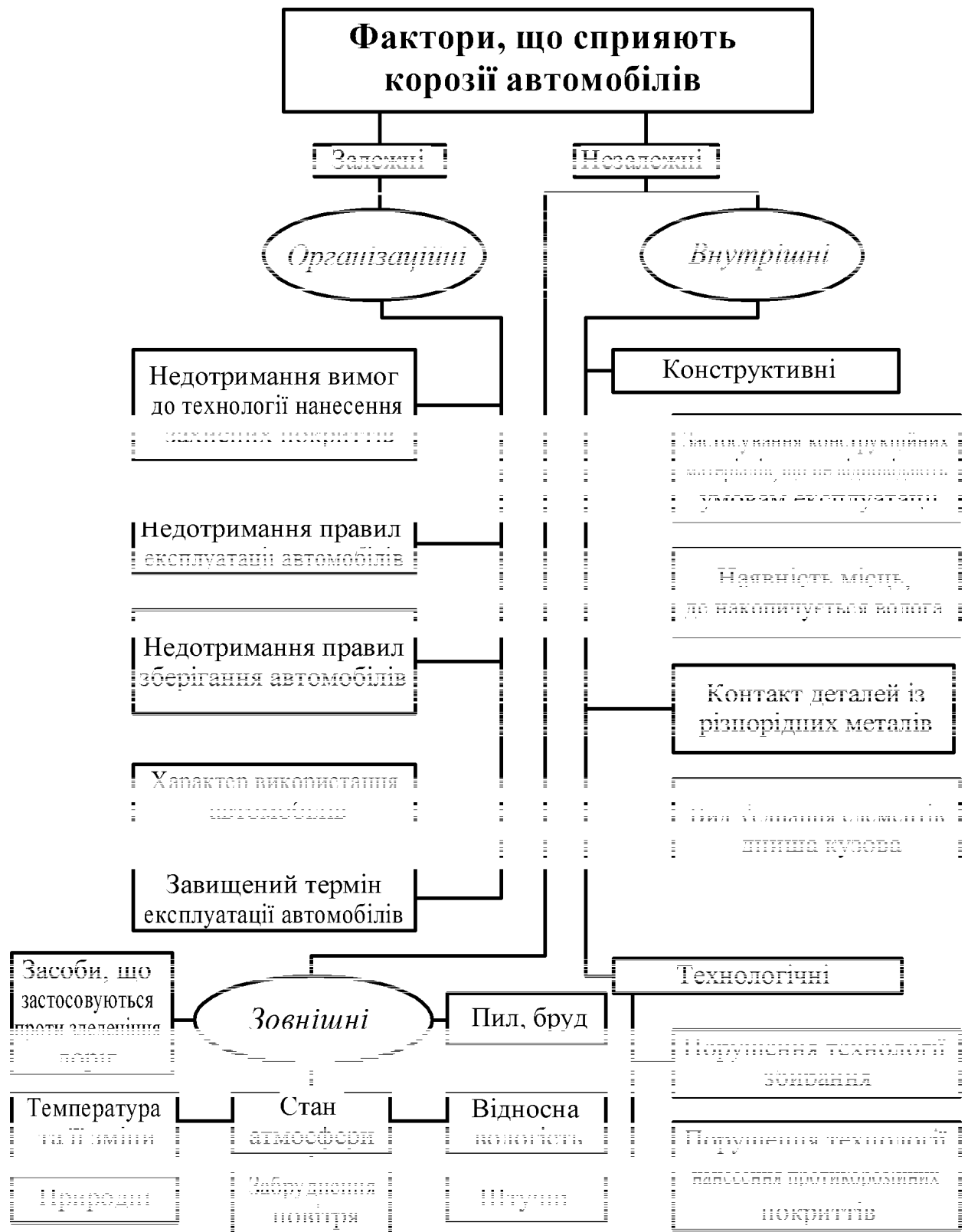


Рис. 2.6. Фактори, що сприяють корозії днища автомобіля

З рис. 2.6 видно, що у загальному вигляді всі чинники, сприяють корозії деталей автомобілів поділяються на залежні та незалежні. До залежних відносяться експлуатаційні (залежні від організації експлуатації).

Незалежні класифікуються на внутрішні (визначені дотриманням конструктивних і технологічних вимог на заводах-виробниках), і зовнішні (визначаються станом атмосфери та забрудненням дорожнього полотна (засобів, що застосовуються проти зледеніння в зимовий час).

Внутрішні фактори пов'язані в основному з конструюванням, вибором конструкційних та захисних матеріалів, технологією виготовлення автомобілів та нанесенням протикорозійних та захисних складів на поверхні деталей, вузлів та агрегатів. Регулювати їх споживач неспроможна, лише за виявленні грубих порушень може відшкодувати збитки з придбання і використання автомобіля через оформлення рекламації. Одночасно з вибором конструкційного матеріалу необхідно уникнути можливості появи контактної корозії, коли при дотику конструкційних матеріалів з різною величиною електродного потенціалу можливе утворення гальванопари.

На думку автора [] на деталях, що забезпечують безпеку руху автомобілів, матеріал, що швидко корродує, слід замінювати на практично не схильні до корозії конструкційні матеріали. Так, в автомобілебудуванні гнучкі труби та шланги з успіхом були виготовлені з термопластичного матеріалу Noryl. При виготовленні та випуску автомобілів заводи повинні враховувати можливі кліматичні та інші умови регіону споживача. Інтенсивність корозійного руйнування металів залежить від великої кількості різних за своєю природою та значущістю факторів.

Модель корозійного процесу в роботі [7] представлена у вигляді наступної функціональної залежності:

$$\mathcal{G}_k = \varphi(K, T, E, B),$$

де $\mathcal{G}_k$ – швидкість корозійного руйнування поверхні;

K – конструктивні фактори, що впливають на корозійний процес;

T – технологічні фактори;

E – експлуатаційні фактори;

B – зовнішні фактори.

Істотне впливом геть знос кузовів від корозії надають зовнішні чинники, тобто. постійний вплив стану атмосфери та забруднення дорожнього полотна. Швидкість корозії зростає ще більше в зимовий період, що пов'язано з дією хлоридів, що використовуються для боротьби з зледенінням доріг. При цьому суттєвий вплив на зниження терміну служби автомобільних кузовів надає їх неправильне конструювання, наприклад, невиправдано велика кількість закритих перерізів і порожнин, що погано вентилуються, в яких накопичується волога, що призводить до підвищеної швидкості корозії. Це стосується проектування крил і панелей автомобіля.

До експлуатаційних факторів, що впливають на інтенсивність процесу корозії, можна віднести недотримання вимог періодичності та технології миття та нанесення захисних покриттів. Інтенсивної корозії зазнають деталі кузовів автомобілів при зимовій експлуатації транспорту на дорогах, оброблених піско-соляною сумішшю. Для захисту від корозії найбільш ефективним є нанесення на панелі кузова захисних або бар'єрних покриттів. Захисне покриття як наповнювач зазвичай містить цинк-пудру. Для створення бар'єрних плівок використовують фарби, мастики, воски та ін.

Зменшення інтенсивності корозії кузовів досягається також конструюванням раціональних форм і екрануванням найбільш корозійно-вразливих деталей стійкими до корозії матеріалами, що переважно являють собою полімери. При цьому можна між поверхнями вузла, що захищається, і екраном попередньо наносити різні захисні склади, що дають еластичний шар, наприклад, мовиля [8].

Слід також зауважити, що чим довше виріб перебуває в експлуатації, тим більше потрібні питомі витрати та запасні частини, збільшується потреба у трудових ресурсах, у зв'язку з тим, що автомобіль піддається дедалі більшій корозії. У роботі [1] показано, що загальний термін служби виробу визначається трьома факторами: випадковими ушкодженнями, старінням та корозією. Знайдено пряму кореляційну залежність між частотою корозії та віком автомобіля, а регресійна залежність має прямолінійний характер.

До основних зовнішніх факторів, що впливають на інтенсивність корозійних процесів, що протікають на поверхнях деталей, вузлів та агрегатів автомобіля, є атмосферне повітря. Надані класифікації дозволили встановити фактори, за рахунок яких можливе управління з метою антикорозійного захисту кузова автомобіля.

2.3. Сучасні засоби антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля

Загальний захист від корозії деталей слід передбачити на таких життєвих етапах:

- при проектуванні та виготовленні автомобілів;
- під час експлуатації;
- у період тривалого зберігання.

Для узагальнення даних та вироблення загальних відомостей розглянемо окремо класифікацію способів та методів захисту кузова автомобіля від корозії на етапах проектування автомобіля та його експлуатації. Класифікація способів захисту деталей на етапі проектування деталей показано на рис.2.7.



Рис.2.7. Класифікація способів та методів захисту деталей кузова автомобіля на етапі їх проектування та виготовлення

Спроби конструктивного рішення захисту кузова від корозії за рахунок

матеріалів з високими властивостями проти корозії не дали високого ефекту. Використання нержавіючих сталей має свої обмеження. А саме: нержавіюча сталь не дуже придатна до глибокої витяжки і є досить дорогим матеріалом для виготовлення кузова автомобіля, нікель – одна з основних складових нержавіючої сталі – метал дефіцитний та дорогий.

Застосування алюмінію як матеріал має свої особливості. На сьогодні в автомобілебудуванні з алюмінію виготовляють капот, кришки, ковпаки, бампери, двері та крила. В даний час ця частка досягає 6 - 7% від загальної маси автомобіля. Водночас зустрічаються конструкції яких частка алюмінієвих деталей становить 30 % від загальної маси, завдяки чому сама маса кузова знизилася на 40 % (кожний кілограм алюмінію полегшує автомобіль на ~ 1,5 кг) [2].

Проте слід визнати, що алюміній та його сплави поки що не стали основним матеріалом для масового автомобільного виробництва з таких причин:

- геометрія штампів для виготовлення сталевих деталей не відповідає тій, яка потрібна для виготовлення алюмінієвих деталей;
- при виготовленні кузовів автомобілів із листової сталі застосовується точкове зварювання. Точкове зварювання алюмінієвих сплавів утруднене потужністю зварювальних апаратів і «засолювання» електродів, що для масового та багатосерійного виробництва неприйнятно;
- при фарбуванні алюмінієвих деталей доводиться передбачати такі технологічні процеси підготовки поверхонь, фарбування та сушіння, при яких колір цих деталей не відрізняється від кольору самого кузова. Крім того, у місцях прилягання алюмінієвих деталей до сталевих фарба (або прошарок) повинна запобігати контакту між ними, щоб не виникла гальванічна пара, що викликає корозію металу;
- відсутність композицій алюмінієвих сплавів, спеціально призначених для кузовів;
- не розроблені методи ремонту алюмінієвих кузовів та окремих їх

частин, оскільки алюміній за своєю природою м'який матеріал, що важко зварюється. Ремонтні майстерні м. Кропивницького та загалом по Україні неодноразово стикаються із труднощами рихтування кузова з алюмінію внаслідок його пластич

Дуже перспективними в цьому сенсі є використання полімерних матеріалів, переваги яких полягає в наступному:

- висока в'язкість і динамічна міцність, рівна або навіть більша міцності металів;
- добре обробляються;
- не схильні до корозії;
- мають хороші електро-, термо- і шумоізолюючі властивості;
- забарвлюються в масі, що виключає необхідність поверхневого забарвлення;
- забезпечують при аваріях велику безпеку для пасажирів;
- потреба енергії при виготовленні одиниці об'єму деталей з різних полімерних матеріалів значно нижча, ніж деталей зі сталі та алюмінію.

Однак тривалість їх виготовлення, якість поверхні, фарбування та старіння деталей з них, дорожнеча та неекологічність їх переробки обмежує їх застосування. Тому полімери більше знаходять застосування для внутрішнього оздоблення автомобіля і значно менше в кузові. Тому в автомобілебудуванні було обрано перспективніший напрямок – використання сталей із захисним покриттям (цинкометалл, гальванічне та гаряче цинкування та ін.). Цей матеріал як при односторонньому, так і двосторонньому покритті може піддаватися штампуванню, зварюванню, фарбуванню без втрати протикорозійних властивостей. При виготовленні кузовних деталей, схильних до підвищених корозійних руйнувань, широко застосовують оцинкований лист. Цинк на чорні метали наносять переважно двома методами: гарячим цинкуванням і гальванічним. Частка використання першого методу переважає (до 90%).

За гарячим цинкування товщина покриття коливається від 20 до 120

мкм. Також, що швидкість руйнування цинкового покриття, нанесеного гальванічним методом, майже вдвічі менша за швидкість руйнування покриття, отриманого гарячим цинкуванням. Корозійна стійкість цинкових покриттів забезпечується високою стійкістю самого цинку в атмосферних умовах і його електронегативністю по відношенню до сталі (катодний захист). До недоліків даного методу слід зарахувати:

- виникаючі проблеми підвищеної загазованості при зварюванні та переробці металевих відходів;
- збільшення маси деталей;
- трудомісткість процес тривалий за часом і потребує великих виробничих площ.

При гальванічному методі шар покриття виходить рівномірнішим, щільним і чистим. Товщина шару, отримана за гальванічним методом, від 2,5 до 13 мкм (проти 20 – 120 мкм при цинкуванні).

В даний час для захисту металевих виробів від корозії найбільшого застосування знайшли лакофарбові матеріали. Їх частка становить понад 80%. Дешевизна вихідних матеріалів і простота їх нанесення на поверхні виробів, відносно висока надійність захисту від корозії підкладки роблять цей метод найбільш ефективним і перспективним. До лакофарбових матеріалів застосовують такі вимоги:

- стійкість до впливу атмосферних опадів, сонячної радіації, коливань температури;
- збереження своїх властивостей при підвищеній відносній вологості (аж до 100%) та стійкість в атмосфері, забрудненій промисловими газами та пилом.

Захисні властивості та довговічність лакофарбових покриттів залежить від раціонального співвідношення у складі наступних складових частин: плівкоутворювачів; інгібіторів корозії; пластифікуючих добавок; стабілізуючих речовин; наповнювачів; модифікаторів; пігментів; розчинників [9].

На етапі проектування слід врахувати, що конструкція кузова автомобіля повинна мати максимальну опірність корозії.

Кузов повинен бути сконструйований таким чином, щоб забезпечити можливо меншу кількість місць, які можуть стати осередками корозії. У кузові повинна бути закладена можливість швидкого і нетрудомісткого відновлення протикорозійного покриття і легка заміність вузлів і деталей, що зазнали найбільш інтенсивної корозії.

Несуча конструкція кузовів, найпоширеніша сьогодні, створює сприятливі умови для виникнення та розвитку корозії. Така конструкція кузова обумовлена великою кількістю зварювальних швів, щілин, проміжків, які є місцем для виникнення вогнищ корозії.

Кузов панельної конструкції залишається досить жорстким навіть за значного ураження корозією.

Каркасні та лонжеронні конструкції внаслідок з'єднання елементів кузова за допомогою зварювання, важче реагують на корозійні ушкодження.

Рамні конструкції, з погляду корозії, є найбільш безпечними.

Технологія захисту кузова від корозії в процесі експлуатації автомобіля значно відрізняється від використовуваної під час виготовлення нового автомобіля. Особливість полягає в тому, що відновлювальний шар фарби та протикорозійного покриття наносяться, як правило, на вже наявне лакофарбове та захисне покриття та на місця, що частково зазнали ремонтних робіт, а застосування металевих покриттів практично обмежене. Способи захисту кузова від корозії у процесі експлуатації наведено на рис. 2.8.



Рис.2.8. Класифікація способів захисту кузова легкового автомобіля під час експлуатації

До періодичного очищення поверхонь деталей автомобілів відноситься видалення продуктів корозії механічними та хімічними методами.

Для захисту автомобіля від корозії в процесі експлуатації застосовують матеріали, що ущільнюють та ізолюють поверхні від навколишнього середовища.

При зберіганні автомобілів тривалістю понад місяць для захисту від корозії, і від руйнування лакофарбових покриттів рекомендується використовувати воскові склади.

Для захисту від корозії прихованих порожнин кузова застосовують такі матеріали: "Мовіль", "Тектіл", "Дінол", "Резистин МЛ" та ін.

Представлені класифікації методів захисту кузова від корозії на етапі проектування (виготовлення) (рис.2.7) та експлуатації (рис.2.8) автомобіля дозволили узагальнити отриману інформацію та з урахуванням виявлених особливостей скласти узагальнюючу класифікацію (рис.2.9).

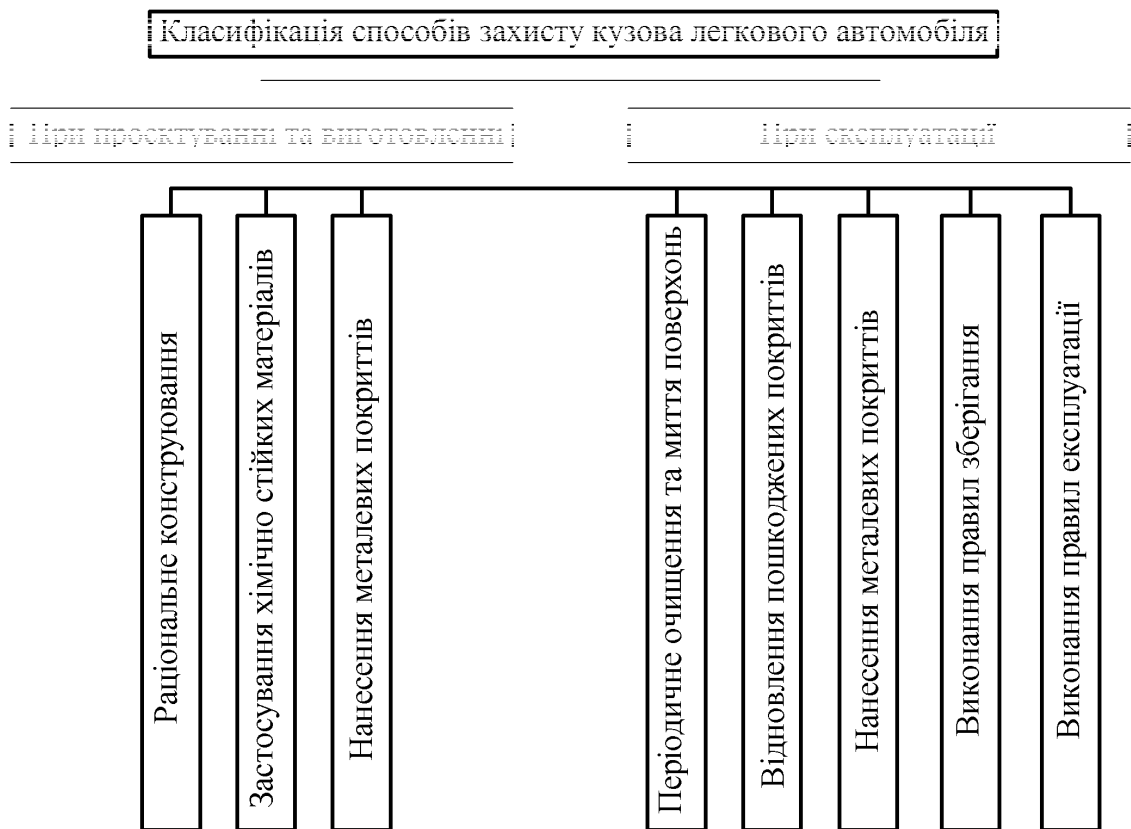


Рис.2.9. Класифікація способів захисту кузова автомобіля від корозії на етапі проектування, виготовлення та експлуатації

2.4. Огляд обладнання для нанесення антикорозійного покриття

Якісне виконання антикорозійного захисту автомобіля забезпечує спеціальне устаткування для нанесення композицій у сховані порожнини й на нижні відкриті частини кузова. Сюди відносять різні напірні резервуари, що мають пневматичні пістолети, апарати безповітряного розпилення, компресори [10].

Найбільш поширене та просте обладнання для використання в умовах СТО показано на рис.2.10 – 2.14.



Рис.2.10. Фарбувальні агрегати мод. Graco ST Max



Рис.2.11. Установка для антикоррозийного захисту мод. RAASM-22024



Рис.2.12. Установка для безвоздушного распыления мод. DP-6555



Рис.2.13. Установка для безвоздушного распыления мод. DP-6825



Рис.2.14. Комплекс для безповітряного розпилення мод. ASSALUB 102180

До установок безповітряного нанесення антикорозійного покриття висувають наступні вимоги:

- простота й надійність конструкції;
- високий рівень безпеки;
- низькі експлуатаційні витрати.

Для нанесення захисних композицій різної в'язкості застосовують гідродинамічні насоси. При великих обсягах антикорозійних робіт встановлюють одночасно два насоси: один для композиції високої в'язкості, інший низкою в'язкості. Завдяки цьому скорочується час, що витрачається на миття, очищення й перебудову насоса. Використання насосів замість бочків усуває необхідність переливати мастику (композицію) з більших ємностей, де вона зберігається, у робочі бочки, зменшується втрати захисних матеріалів, забезпечується постійна в'язкість захисних засобів і висока продуктивність процесу.

Вітчизняна промисловість випускає різноманітні пристрої для пневматичного та гідравлічного розпилення антикорозійних складів різної в'язкості (наприклад, мод.CO-12, CO-13, CO-42, CO-12 і т.д.). Досить

ефективними вважаються апарати безповітряного розпилення. До них відносяться стаціонарні й пересувні установки, із пневмо – і електроприводом з використанням поршневих і золотникових насосів, штоків і т.д.

Найбільш привабливі з них, з погляду їх ефективного використання, є пересувні установки. Вони маневрені, не вимагають спеціально виділених для них площ і спеціальної підготовки, можуть експлуатуватися на автопідприємствах і СТО з малими й великими обсягами робіт.

Пересувна установка СЗ321 з електроприводом складається з візка на чотирьох колесах, бункера зі шнеком і отвалом, плунжерного насоса високого тиску, редуктора з електродвигуном, роздавального пістолета. Установка працює таким чином. Мاستика подається лопатами шнека до насоса. При холостому ході плунжера відкриваються вікна на гільзі й мастика надходить у насос, а потім при робочому ході плунжера подається через зворотній клапан по шлангові високого тиску до роздавального пістолета. До переваг установки слід віднести невеликі габаритні розміри й масу, надійність у роботі з більш в'язкими композиціями. Недоліки: складна конструкція, енергоємність електропривода, трудомісткість в обслуговуванні.

Пересувна установка з пневмоприводом 3154М складається з візка з 3 колесами, на якій встановлені бункер, пневмодвигун із насосом, роздавальний пістолет. Дана установка працює таким чином. Заглибний плунжерний насос, що приводиться в роботу однопоршневим пневмодвигуном подає захисне покриття через шланг високого тиску до роздавального пістолета. До переваг даної установки слід віднести невеликі габаритні розміри й масу, малоенергоємність, простоту в експлуатації й обслуговуванні. Недоліки: недостатня надійність у роботі, відсутність у комплектації системи підготовки й випуску стисненого повітря, що ускладнює роботу установки, малопродуктивність.

Огляд та аналіз сучасного обладнання для антикорозійного кузовного захисту дозволяє зробити висновок про те, що сучасний ринок дозволяє вибрати та застосовувати безліч таких конструкцій, які, в принципі, мають

задовольнити споживача. При його виборі треба відштовхуватися від ціни, характеру робіт та її продуктивності.

Варто зазначити, обладнання для антикорозійного захисту кузова традиційно ділять на професійне та «гаражне». Принципова відмінність у разі – обсяги майбутніх робіт, відповідно, і устаткування слід ділити на високопродуктивне і низькопродуктивне. Сервісам, які спеціалізуються на антикорозійному захисті автомобілів, слід обрати професійне обладнання. У разі виконання робіт в умовах гаража відповідно можна вибрати простіше обладнання.

2.5. Рейтинг відомих автомобілів, які є найбільш схильні до корозії

При складанні такого рейтингу було взято інформацію з відкритих джерел мережі (форуми, соціальні мережі) [11]. Тому представлений список автомобілів, які найбільш схильні до утворення іржі за короткий термін, не претендує на істину (рис.2.14).

1. Mazda 6. Особливо схильні до гниття поверхні дверей, капота, колісних арок і днище. Є інформація про появу іржі, навіть закриті профілі кузова.

2. Мерседес E-Class W210. Насамперед корозія атакує в цьому автомобілі колісні арки, підвісні маточини, шасі, кришку багажника, капот, пороги та двері.

3. Opel Astra. Найбільш схильні до корозії задні колісні арки, двері, кришка багажника, капот і віконні рамки.

4. Hyundai Creta. Відомі випадки, коли на нових автомобілях за короткий термін експлуатації деяких деталях кузова починає утворюватися іржа (кузовні панелі, зварні шви, дах).

5. Nissan Almera. Перше покоління Nissan Almera з самого початку мало великі проблеми з іржею, яка вже через кілька років експлуатації автомобіля могла почати вражати всі двері, кришку багажника, пороги і капот. Друге покоління Nissan Almera також розчарувало (задня кришка

багажника могла повністю згнити лише через 2-3 роки експлуатації нового авто).



Рис.2.14. Рейтинг найбільш схильних до корозії автомобілів

6. Hyundai i30. Всього за кілька років володіння автомобілем іржа може з'являтися з обох боків дверей і з торця кришки багажника. У тому числі ця проблема перейшла і на Kia Ceed.

7. BMW 3 серії E36. Вже спочатку ця модель мала заводські проблеми з антикорозійним захистом. Насамперед швидко гниють передні крила та двері в нижній частині.

8. Ford Mondeo (третє покоління). Найчастіше корозія утворюється у місці з'єднання колісних арок з порогами автомобіля, по краях дверей, кришки багажника та капота, а також на підлозі автомобіля.

З іншого боку слід відмітити, що безумовними лідерами будь-яких рейтингів стійкості кузова до корозії були автомобілі марки Audi. Модель Audi 80 у 1986 році стала першим масовим автомобілем з оцинкованим кузовом, а на сьогодні Audi A6 у кузові C4 є рекордсменами у опорі корозії. На закінчення, хотілося б ще раз наголосити, що цей рейтинг є досить умовним, оскільки складений за результатами даних із соціальних мереж.

2.6. Висновки за розділом

Аналіз літературних джерел дозволив зробити наступні висновки:

1. Термін служби сучасного автомобіля багато в чому визначається корозійною стійкістю його кузова. Таким чином, кузов разом з двигуном є основним елементом автомобіля.

2. Класифікація факторів, що впливають на корозійний знос кузовів автомобілів, дозволив заключити її визначальні чинники:

- зовнішнє середовище;
- експлуатація;
- виробництво.

3. З точки зору управління факторами визначальними є наступні фактори:

- організаційні;
- внутрішні.

4. Розглянута класифікація способів захисту деталей кузова, а також методів захисту кузова легкового автомобіля під час експлуатації.

5. З'ясовані основні вимоги, що висувають до сучасного обладнання для нанесення антикорозійного покриття.

6. Розглянуто рейтинг сучасних автомобілів, найбільш схильних до корозії.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Теоретичне обґрунтування необхідної товщини масляної плівки для захисту деталей від корозії

Шведськими вченими доведено, що захисна здатність плівки збільшується зі зростанням товщини лише до певного значення, після якого нарощування шару практично марне – воно не має прямого зв'язку із захисною здатністю (рис. 3.1).

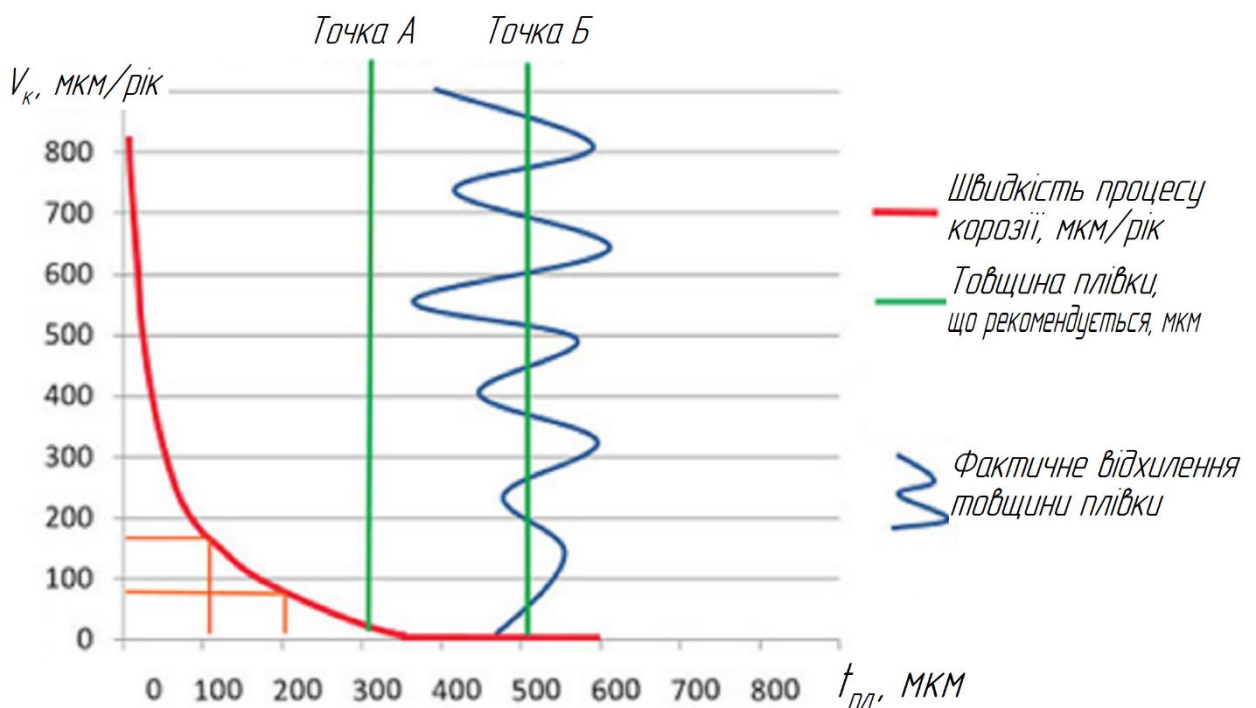


Рис.3.1. Залежність швидкості корозії V_k від товщини захисної плівки $t_{пл}$

Активність корозії зменшується зі збільшенням товщини плівки до точки А, після якої подальше збільшення товщини покриття швидкість корозії вже не впливає.

Надмірна товщина захисного покриття викликає необґрунтовану перевитрату матеріалу. І навпаки – недостатня товщина покриття знижує якість захисту.

Так як при обробці контролювати товщину плівки у вузьких межах (точка А) важко, фахівці радять додавати невеликий запас до критичної

товщини і виходити на точку Б (рис. 3.1), під якою слід розуміти – оптимальну товщину масляної плівки. При цьому відхилення товщини плівки допустимі за умови, що покриття буде не тоншим від критичної позначки в точці А.

Критична товщина визначається за допомогою випробувань у камері соляного туману (ГОСТ 9.054-75). Пластини з вуглецевої сталі, покриті плівкою антикорозійного складу різної товщини, поміщаються в камеру, в якій періодично розпорошується 5% розчин хлористого натрію. Тривалість випробувань у камері соляного туману становить від 600 до 2500 годин. Оцінка проводиться за відсотком поверхні сталі, ураженою корозією.

Таким чином, можна дійти невтішного висновку, що покриття настільки ефективно наскільки ефективний його найтонший ділянку (рис.3.2.). У плівці повинно бути порожнеч, сторонніх включень і розривів. Усе це зменшує потенціал захисту.

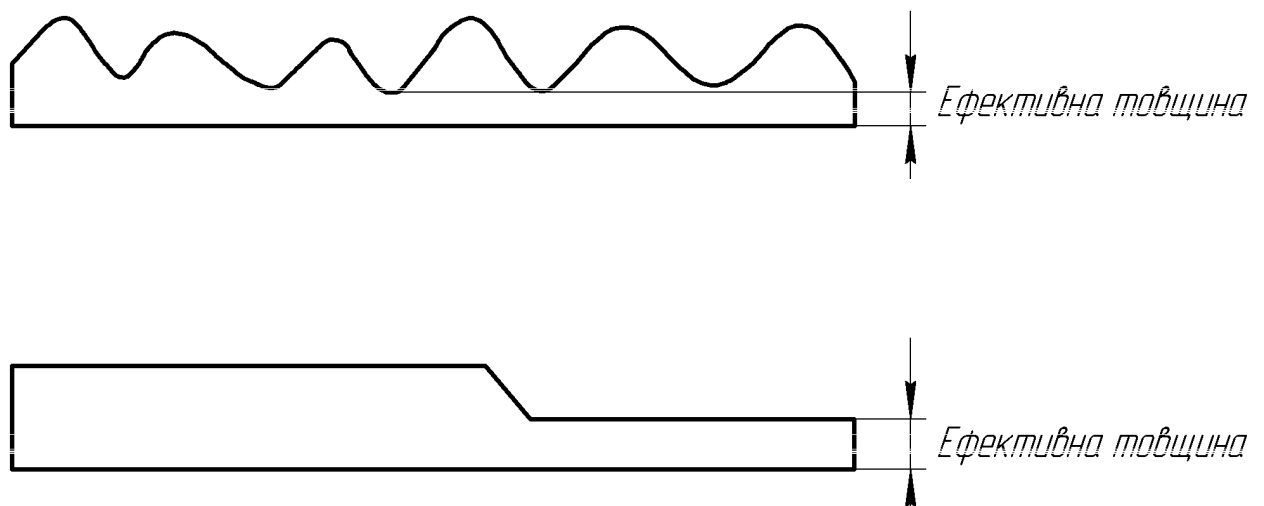


Рис.3.2. Варіанти ефективної товщини плівки

Розрахуємо витрату матеріалу під час обробки днища автомобіля, з відомостей, що 1 л рідини покриває площу 1 м² шаром товщиною 1 мм (рис.3.3).

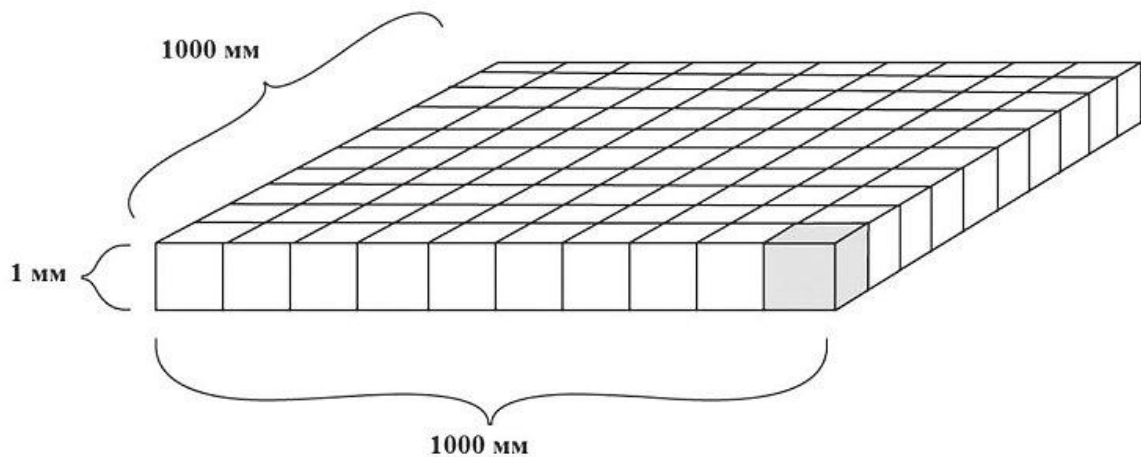


Рис.3.3. Розрахункова схема витрати матеріалу

При середній площі днища $4,5 - 5,5 \text{ м}^2$ рекомендована товщина мокрої плівки для Dinitrol Metallic складає $450 - 750 \text{ мкм}$. Таким чином, витрата матеріалу на 1 м^2 становитиме $0,6 \text{ л}$, на все дно – $0,6 \times 5 = 3 \text{ л}$.

Аналогічні розрахунки показують, що обробку колісних арок при товщині шару 1000 мкм витрати матеріалу становлять $3,6 \text{ л}$. Таким чином, поданий підхід дозволяє встановити розрахунковим шляхом мінімально необхідну товщину масляної плівки. Цей підхід розрахунку може бути використаний також і для антикорозійного захисту інших деталей кузова автомобіля.

3.2. Вибір об'єкта та предмета досліджень

«Одним із основних факторів, що визначають швидкість атмосферної корозії, є вологість повітря. Вже відносна вологість повітря 64% є критичною з погляду корозійних процесів чистої поверхні заліза» [12].

Це слід пояснити так. Якщо електродний потенціал заліза за нормальних умов дорівнює $-0,44$, то в міру збільшення відносної вологості він поступово знижується в більш негативну область, і на поверхні виробу починають протікати процеси електрохімічної корозії, так як адсорбована на поверхню виробу з повітря волога є електролітом. Якщо ж на поверхні виробу потрапляють різні забруднення у вигляді пилу, бруду, хлоридів тощо, початкова відносна критична вологість повітря для заліза може знизитися до

50 % і менше. Дані показників погоди у м. Кропивницький свідчать, що клімат у Кіровоградській області значною мірою сприяє зародженню корозії.

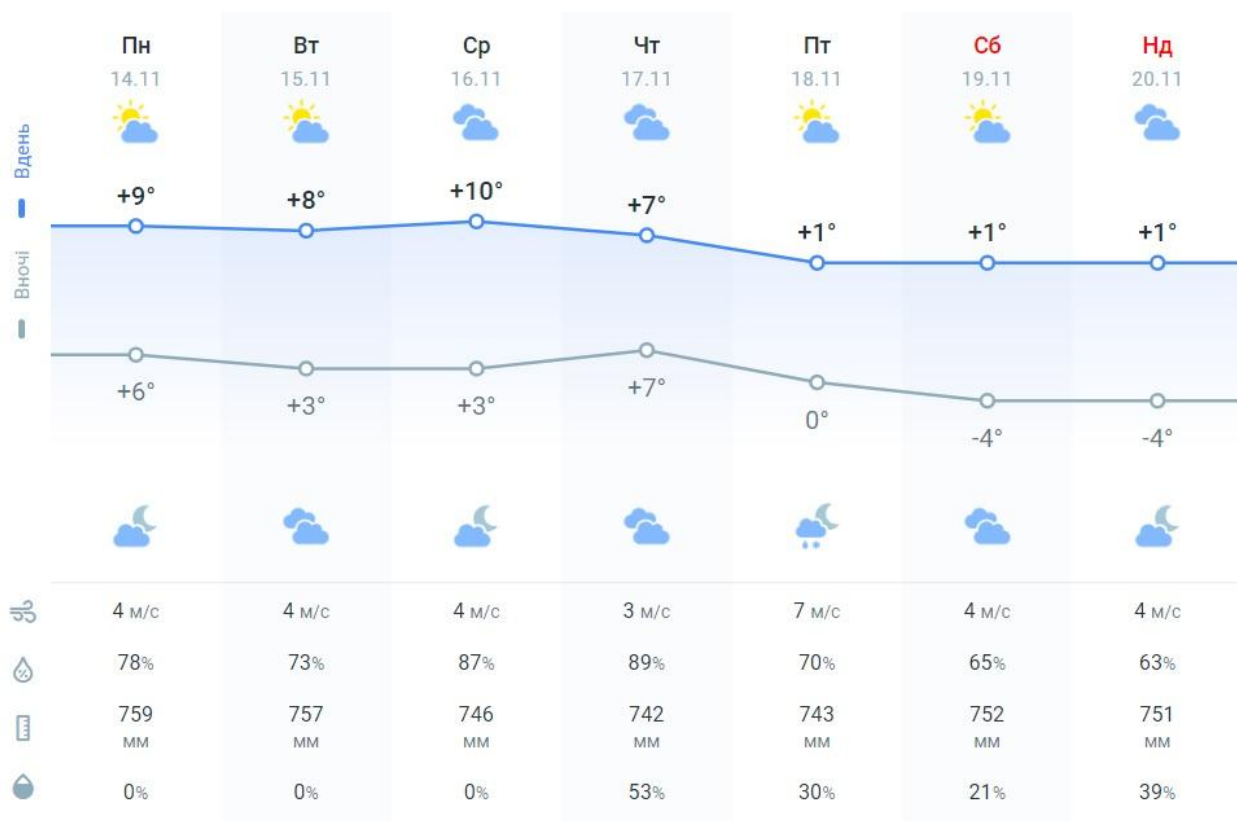


Рис.3.4. Середні значення показників погоди у м. Кропивницький у період 14.11.2022 по 20.11.2022.

Можна помітити, що у вибраний період часу вологість повітря зазвичай перевищує значення 64%.

Істотний вплив на інтенсивність електрохімічної корозії у відкритій атмосфері має температура повітря (рис. 3.4) та її коливання у часі. «Так, навіть при невеликих добових перепадах температури на відкритій поверхні деталей і закритих порожнинах кузова автомобіля конденсується волога» [12]. У закритих порожнинах вона практично не схильна до аерації і не висихає, і, отже, процеси електрохімічної корозії тут безперервні.

У повітрі атмосфери завжди є різні домішки, що його забруднюють. Розрізняють два види джерела забруднень: природні та штучні. «Перші є продукти вивітрювання ґрунту, розкладання рослин, випаровування водою.

Другі є результатом дії промислових підприємств, котелень, двигунів внутрішнього згоряння різних транспортних засобів та інше» [13].

Пил, як продукт вивітрювання ґрунту, в атмосфері є основною (за масою) домішкою. У звичайному міському повітрі міститься 2 мг/м³ пилу, а максимальна запиленість атмосфери сягає 1000 мг/м³ і більше.. Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міст Кіровоградської області показано в табл.3.1.

Таблиця 3.1 - Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міст Кіровоградської області

Назва забруднюючої речовини	Місто	Середньорічний вміст, мг/м ³	Середньодобові ГДК, мг/м ³	Максимальні разові ГДК, мг/м ³	Максимальний вміст, мг/м ³
1	2	3	4	5	6
Пил	м. Кропивницький	0,21	1,4	1,4	0,7
Діоксид сірки		0,017	0,3	0,1	0,058
Розчинені сульфати		0,01	*	*	0,03
Оксид вуглецю		1,7	0,6	1,2	6,0
Діоксид азоту		0,03	0,7	0,4	0,09
Оксид азоту		0,02	0,3	0,1	0,05
Сажа		0,025	0,5	1,0	0,15
Формальдегід		0,003	1,0	0,3	0,011
Пил	м. Олександрія	0,22	1,5	1,2	0,6
Діоксид сірки		0,018	0,4	0,1	0,047
Розчинені сульфати		0,01	*	*	0,03
Діоксид азоту		0,03	0,7	0,3	0,07
Сажа		0,05	1,0	1,3	0,20
Пил	м. Світловодськ	0,08	0,53	0,60	0,30
Діоксид сірки		0,013	0,26	0,26	0,128
Розчинні сульфати		0,008	*	*	0,02
Оксид вуглецю		1,0	0,33	0,8	4,0
Діоксид азоту		0,03	0,75	0,85	0,17
Оксид азоту		0,02	0,33	0,38	0,15
Формальдегід		0,002	0,667	0,66	0,023

Агресивність довкілля характеризується як і агресивністю ґрунтів. Агресивність ґрунтів визначається:

- його пористістю (аерацією); - електропровідністю або опором (ґрунти з питомим опором менше 2000 Ом-см вважаються агресивними);

- наявністю розчинних солей (NaCl ; Na_2SO_4);
- вологістю (грунти, що мають більше 20% вологості, вважаються агресивними);
- кислотністю або лужністю (при значеннях pH нижче 5 середа вважається кислою; 5-6 нейтральною; вище 6 – лужною).

У промислових районах дощова вода має, зазвичай, кислу реакцію у зв'язку з розчиненням у ній газоподібних домішок. Аналіз умов експлуатації автомобілів у Кіровоградській області дозволяють їх зарахувати до досить несприятливих.

На наш погляд виникає необхідність глибокого вивчення процесів зміни технічного стану кузова, що відбуваються в основному за рахунок впливу підвищеної агресивності навколишнього середовища, особливо дорожнього полотна, а також вживання необхідних заходів щодо захисту днищ кузовів від корозійного руйнування. Це питання вивчено недостатньо вивченим і вимагає подальшого вивчення. Це дозволило вибрати предмет та об'єкт досліджень.

Предмет дослідження – стійкість днища кузова легкового автомобіля до дії агресивних компонентів забруднення дорожнього полотна у регіональних умовах експлуатації.

Вибір об'єкта досліджень пов'язано ще з тим, що нижня частина автомобіля є більш вразливою до піскоструминного впливу, вологи, хімічних речовин та інших впливів, що їх зношують. На відміну від інших ділянок транспортного засобу, нижня сторона більше схильна до пошкоджень і змивання будь-якого антикорозійного захисту.

Об'єкт дослідження – процес впливу агресивного середовища дорожнього полотна на днище кузова легкового автомобіля.

3.3. Розробка складу для обробки днища кузова автомобіля

Розробники складів для антикорозійного захисту автомобіля постійно вдосконалюють препарати, надаючи нові властивості. Умовно можна виділити три види антикорозійних складів.

1. Консерваційні, виготовлені на основі загущених олій із добавками інгібіторів корозії. На вертикальних поверхнях автомобіля таке покриття тримаються недовго. Воно стікають вниз, залишаючи плівку, нестійку до механічних впливів і проникну для водяної пари.

2. Плівкоутворюючі інгібовані нафтові склади, що добре зчеплюються з металом, що захищається. Воскоподібна плівка механічно ізолює його від дії атмосфери, а інгібітори блокують корозію. Іноді препарати додатково містять модифікатори іржі. Вони відновлюють метал, перетворюючи продукти корозії на додаткову захисну плівку завтовшки близько 100 мкм, схожу на ґрунт.

3. Матеріали, що містять воду або високоочищені олії.

Однак, щоб довше зберегти початковий зовнішній вигляд автомобіля та його механічну міцність, треба періодично робити додаткову антикорозійну обробку, періодичність та об'єм, який залежать від умов експлуатації автомобіля.

Мастика, що традиційно застосовується для обробки днища автомобіля, здатна забезпечити надійний захист від корозії та механічних пошкоджень і в цілому продовжить термін служби автомобіля. Також цей склад може бути одним рівнем захисту від шкідливого впливу вібрації та шуму.

Практика показує, що для захисту днища кузова легкових автомобілів потрібні склади, більш стійкі, ніж звичайна бітумна мастика до хімічних, фізичних і механічних впливів, а також мають високу адгезію до металу і малу гігроскопічність. При цьому вони мають бути розроблені з компонентів, що є недефіцитними промисловими продуктами.

У зв'язку з цим може бути використаний підхід вибору складу, заснований на змішуванні мастики з різними олігомерами, наприклад, Д-10ТМ, хімічний склад та фізико-хімічні властивості якого показані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад та фізико-хімічні властивості олігомеру Д-10ТМ

Найменування	Показник
Склад, %	
вуглець	61,6
водень	8,6
азот	3,1
кисень	26,7
Показники:	
бромове число, год Вг/100 г	22,15
щільність, 10^{-3} , кг/м ³	1,088
в'язкість, Па с	215,2

У хімії олігомером називають молекулу у вигляді ланцюжка з невеликої кількості однакових складових ланок. Цим олігомери відрізняються від полімерів, у яких кількість ланок теоретично не обмежена. Верхня межа молекулярної маси олігомеру залежить від його хімічних властивостей. Властивості олігомерів сильно залежать від зміни кількості ланок, що повторюються, в молекулі і природи кінцевих груп; з моменту, коли хімічні властивості перестають змінюватися із збільшенням довжини ланцюжка, речовина називається полімером.

Олігомер Д-10ТМ отримують шляхом синтезації взаємодією поліоксипропіленгліколю (лапрол 1052) з подвійним надлишком 2,4-толуїлендіізоціанату. Це дозволило отримати відповідний олігоуретандіізоціанат, реакцією якого з двома молями монометакрилового ефіру етиленгліколю при 80° С стала поява олігоуретандиметакрилату (Д10ТМ) [14].

Одним із способів промислового одержання олігомеру Д-10ТМ є наступний [15]. У з мішалкою і сорочкою реактор з нержавіючої сталі поміщають технічний поліефір марки «Лапрол 1052» і вакуумують при температурі 50 °С протягом однієї години при залишковому тиску 0,05 атм. видалення залишкової вологи. Далі, при перемішуванні додають технічний диізоціанат в молярному відношенні 1:2.

Хід реакції контролюють витрати ізоціанатних груп. Їх зміст визначають методом амінного еквівалента. Після половинної витрати ізоціанатних груп та отримання макродіізоціатата в реактор починають додавати монометакриловий ефір етиленгліколю зі швидкістю 0,25 молярних часток на годину при молярному співвідношенні реагентів 1:1,05 і температурі 60 °С. Далі синтез проводять протягом однієї години і додають 0,01% (мас.) дилаурилатди-бутилолово – каталізатор реакції уретанування. Реакцію проводять до зникнення ізоціанатних груп, доводячи температуру в реакторі до кінця синтезу до +70 °С. Готовий продукт вакуумують при температурі синтезу та залишковому тиску 0,05 атм. протягом 0,5 годин.

Олігомери Д-10ТМ являють собою безбарвні або слабозабарвлені (світло-жовті) рідини, розчинні в більшості органічних розчинників і задовільно поєднуються з мономерами та олігомерами інших типів, які не розчиняються у воді.

3.4. Методика проведення експериментів

3.4.1. Методика підготовки зразків для проведення досліджень

Дослідження проводилися на зразках розміром 30 × 100 × 0,8 мм із листової сталі 08кп, по центру просвердлювали отвір діаметром 5 мм для кріплення до днища кузова автомобіля, краї зачищали від задирок, проводили маркування. Хімічний склад сталі 08кп показаний у табл.3.3

Таблиця 3.3 – Хімічний склад сталі 08кп згідно з ДСТУ 7809 / ГОСТ 1050, % [16]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	-----------	-----------

0,05 – 0,12	≤0,03	0,25 – 0,50	≤0,30	≤0,035	≤0,03	≤0,10	≤0,03
-------------	-------	-------------	-------	--------	-------	-------	-------

Зразки готували за такою послідовністю:

1. Очищення зразків від забруднень, окалини та первинних продуктів корозії у спеціальних, що знежирювалися в ацетоні. При масовій кількості зразків знежирення поверхонь проводили електрохімічним методом, який ґрунтується на використанні спеціальних лужних розчинів.

2. Вимір розмірів зразків.

3. Зважування зразків на лабораторних терезах ТВЕ-0,21-0,001 (рис.3.5).



Рис.3.5. Ваги лабораторні ТВЕ-0,21-0,001 []

Підготовлені зразки прикріплювалися до днища автомобіля Lanos у найбільш податливих корозії місцях, що витримувалися в умовах експлуатації автомобіля протягом певного часу. Після завершення випробувань з поверхні зразків знімали продукти механічних забруднень під проточною дистильованою водою, висушували, зважували, проводилася математична обробка результатів для оцінки тих чи інших показників фізико-механічних та протикорозійних властивостей захисного складу.

3.4.2. Методика досліджень фізико-механічних та протикорозійних властивостей захисних складів

Протикорозійний матеріал розбавляли відповідним розчинником до робочої в'язкості, яку визначали за допомогою віскозиметра ВЗ-4, потім наносили на дослідні зразки методом занурення. Сушили зразки в термічній шафі (рис.3.6)



Рис.3.6. Шафа теплова мод. Forcar [17]

Потім зразки знову зважували та обчислювали вагу сухої плівки. Товщину покриття вимірювали за допомогою магнітного товщиноміра ИТП-1.

При виборі оціночних показників захисних складів керувалися основними властивостями, якими має мати покриття:

- тривалий термін захисної дії;
- механічна міцність та еластичність;
- висока адгезія з металеву поверхнею, що захищається;
- відсутність мікро- та макропор (суцільність);
- стійкість до впливу різних хімічно активних рідин та газів;
- здатність змістити електродний потенціал підкладки в позитивний бік зі збільшенням області пасивації.

3.4.3. Методики оцінки основних показників корозії металів та фізико-механічних властивостей захисних покриттів

3.4.3.1. Корозійні втрати металу

Визначалися гравіметричним методом за втратою маси зразків у ході експерименту. Гравіметричний (ваговий) аналіз, або гравіметрія є одним з методів кількісного аналізу, заснований на визначенні маси шуканого компонента аналізованого зразка шляхом вимірювання – точного зважування – маси стійкого кінцевого речовини відомого складу, яке повністю переведений даний визначений компонент.

3.4.3.2. Міцність захисного покриття

Визначали на приладі «Константа У1А (рис.3.7). Прилад типу У-1 «Константа У1А» призначений для визначення міцності покриттів при ударі сферичним бойком із заданою енергією. Міцність на удар характеризує стійкість покриття до динамічних навантажень.



Рис.3.7. Прилад типу У-1 «Константа У1А»

Прилад складається з основи, в якій закріплена напрямна труба зі шкалою, та вантажу з бойком. Вільно падаючий вантаж піднімають на

необхідну висоту і скидають на поверхню покриття. Ушкодження покриття (розтріскування, відшаровування) виявляються візуально або за допомогою приладів. За міцність покриття при ударі приймається висота падіння вантажу чи енергія, як добуток ваги вантажу на висоту падіння.

3.4.3.3. Зносостійкість покриття

Для оцінки зносостійкості покриття використовують машини тертя, що дозволяють реалізувати кінематику руху пари тертя. Для випробування стійкості захисних покриттів до стирання та моделювання їх механічного зношування від впливу частинок, що викидаються колесами автомобіля, може бути використана спеціальна установка (рис.3.8), розроблена в [6].

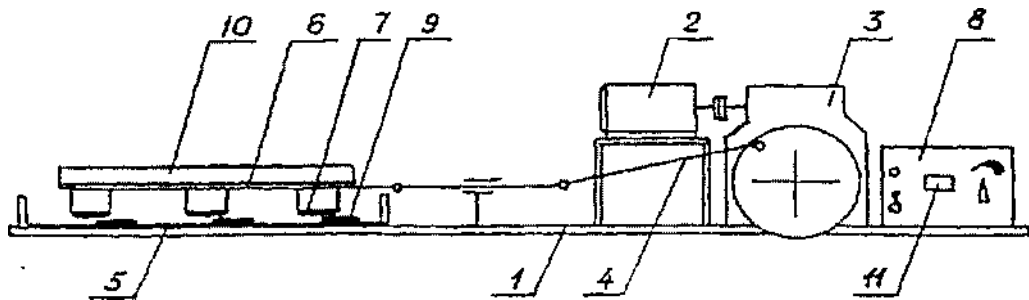


Рис.3.8. Схема установки для дослідження корозійно-механічного зношування конструкційних матеріалів у водних середовищах: 1 – плита; 2 – електродвигун; 3 – черв'ячний редуктор; 4 – кривошип; 5 – ємність; 6 – корпус; 7 – верхні зразки; 8 – пульт керування; 9 – пластини з піском; 10 – пластина-вантаж; 11 – лічильник []

Установка для дослідження корозійно-механічного зносу зібрана на плиті 1 (рис. 3.8), включає електродвигун 2 типу МУН-2, редуктор черв'ячний 3, кривошип 4, ємність 5, корпус 6 для установки верхніх зразків 7, пульт управління 8. У ємності 5 на змінній плиті закріплені нижні зразки 9. Зусилля притискання верхніх зразків 7 на нижні зразки 9 регулюється шляхом заміни пластин-вантажів 10. Пульт управління 8 складається з вмикача, регулятора частоти обертання валу електродвигуна, лічильника 11 для реєстрації кількості ходів верхніх зразків 7. Ємність і корпус 6 виконані з корозійностійких матеріалів: вініласту та органічного скла. Установка

працює в такий спосіб. Готують нижні зразки 9: пластини змащують тонким шаром клею або смолою епоксидної. Зверху посипають пісок-корунд і дають висихати протягом щонайменше 24 год.

Верхні зразки 7 випробовуються, тобто на них з одного боку наносили захисні склади, витримували протягом 48 год до повного висихання плівки. Після закріплення нижніх та верхніх зразків включають електродвигун. При цьому обертання валу електродвигуна перетворюється на зворотно-поступальний рух за допомогою кривошипа, встановленого на вихідний вал черв'ячного редуктора. Швидкість переміщення зразків регулюється зміною частоти обертання валу електродвигуна. Для цього на пульті керування є регулятор. Довжина ходу верхніх зразків регулюється зміною радіусу кривошипу.

Швидкість переміщення верхніх зразків прийнято 0,15 м/с, зусилля притискання зразків 47,3 КПа. Цикл випробування складає: 50, 100, 250, 500 подвійних ходів. За втратою маси захисної плівки оцінювали зносостійкість покриття.

3.4.3.4. Міцність покриття до стирання

Цей показник визначали за формулою:

$$\chi = \frac{m_1 - m_2}{n_{\text{ц}}},$$

m_1, m_2 – товщина зразка з покриттям до та після випробувань;

$n_{\text{ц}}$ – цикл випробувань.

Міцність покриття оцінювалося також якісно шляхом візуального нагляду за поверхнею плівки.

3.4.3.5. Декоративні та захисні властивості захисних покриттів

Декоративні та захисні властивості захисних покриттів оцінювали згідно з ГОСТ 6942-68 візуально та виміром площ руйнувань за допомогою лінійки, а зміна блиску – за допомогою блискоміра.

Зміну блиску покриття визначають візуально або за допомогою блискоміра. Блискомір служить для вимірювання блиску при різних кутах освітлення (рис.3.9).



Рис.3.9. Блискомір ФБ-2

«Блискомір ФБ-2, що виконаний у вигляді настільного переносного приладу, призначений для вимірювання коефіцієнта дзеркального відображення (при геометрії освітлення-спостереження $45^\circ/45^\circ$) та коефіцієнта яскравості (при $45^\circ/0^\circ$) спрямованого світлового потоку від поверхні лакофарбових покриттів у видимій області спектру з метою кількісної оцінки зорового сприйняття людським оком ступеня блиску та близьки зазначених покриттів. Принцип роботи блискоміра ФБ-2 ґрунтується на фотоелектричному методі вимірювання неелектричних величин».

«Блискомір виконаний у вигляді настільного переносного приладу, що складається з датчика, вимірювального приладу та робочих стандартних зразків білої та блискучої поверхні. Зміну кольору встановлюють візуально порівняно з контрольним зразком» .

Показники захисних властивостей характеризують часткою зруйнованої поверхні та розмірами дефекту, за винятком зморщування, для якого оцінюють лише частку поверхні, що зазнала цього виду руйнування.

3.4.3.6. Визначення вологостійкості покриттів

При визначенні показника вологостійкості покриття використовували наступний метод. Зразок з покриттям витримувався у воді протягом заданого часу з подальшим визначенням зміни зовнішнього вигляду, протикорозійних властивостей покриття та ступеня вологоємності. Для цього скляну склянку заповнювали водою і занурювали в неї випробуваний зразок.

Зразки витримали у воді 240 годин. Стан покриття зразків визначали лупою з 4-кратним збільшенням через 24, 72, 120, 240 годин. Рівень води у склянці під час випробувань підтримувався постійним.

Перед оглядом покриття зразки виймали зі склянки, висушували. При огляді фіксували зовнішній вигляд покриття, колір, блиск, наявність та розмір бульбашок, відшаровування.

Вологопоглинання визначали за формулою:

$$B = \frac{M_2 - M_1}{M_1} 100\%,$$

де M_1 , M_2 – маси зразків до та після випробувань.

Для визначення корозії на металі плівку у двох місцях відокремлювали скальпелем від підкладки та фіксували стан металу під плівкою.

Стан покриття встановлювали за відносною оцінкою зміни блиску, кольору, за площею руйнування плівки внаслідок утворення бульбашок і кратерів, відшаровування, корозії металу, а також лінійних розмірів пошкоджень.

3.5. Результати експериментальних досліджень

3.5.1. Корозійні втрати

Покриття та деталі кузова автомобіля схильні до дії корозійних агентів навколишнього середовища та дорожніх умов. Для лабораторних досліджень при складанні корозійних середовищ брали водні 5% розчини хлориду натрію та середовище, що імітує дорожні умови. Основними компонентами є іони хлору Cl, аміаку NH₄, сульфатів SO₄, оксидів азоту NO₃.

Вплив компонентів забруднення дорожнього полотна на захисні властивості та термін служби покриттів імітували розчиненням в одному літрі дистильованої води натрію хлористого NaCl – 8,21 г; аміачної води NH_4OH - 5,84 г; нітрату натрію NaNO_3 – 2,82 г; сульфату натрію Na_2SO_4 – 3,55 г.

Для досліджень прийняті 1, 3, 5 та 7,5% водні розчини хлористого натрію. За основне корозійне середовище прийнято електроліт, що складається з хімічних сполук, що моделюють водні забруднення на полотні автомобільної дороги. При цьому концентрація інгредієнтів розрахована на максимальне можливе їх утримання у дорожніх умовах.

Для вивчення впливу розчинів хлористого натрію та імітуючого середовища на корозію стали незабарвлені та попередньо підготовлені зразки зі сталі 08 кп були поміщені у відповідні розчини. При цьому вивчали вплив концентрацій хлориду натрію та імітуючого розчину на інтенсивність корозії. Концентрації електроліту отримані за найбільшими значеннями інгредієнтів імітуючого середовища, отримані розведенням дистильованою водою.

Закономірності, що показують залежність зміни корозії від концентрації розчинів, показано на рис.3.10.

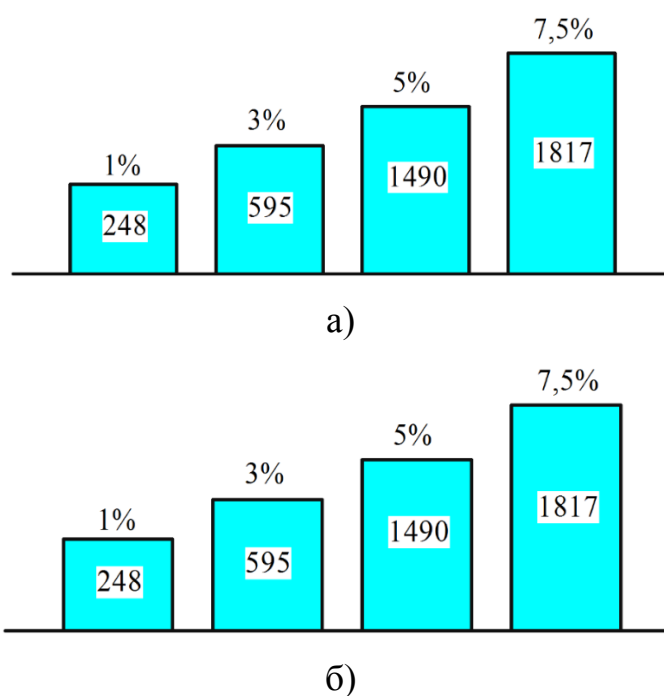


Рис.3.10. Графіки, що ілюструють залежність зміни корозії від концентрації розчинів, $\text{г/м}^2\text{год}$: а) розчин хлориду натрію; б) електроліт, що імітує умови експлуатації автомобілів

При цьому величина корозійних втрат багато в чому залежить від концентрації розчину (рис.3.10). Розрахунок корозійних втрат дозволив одержати такі дані (рис.3.11).

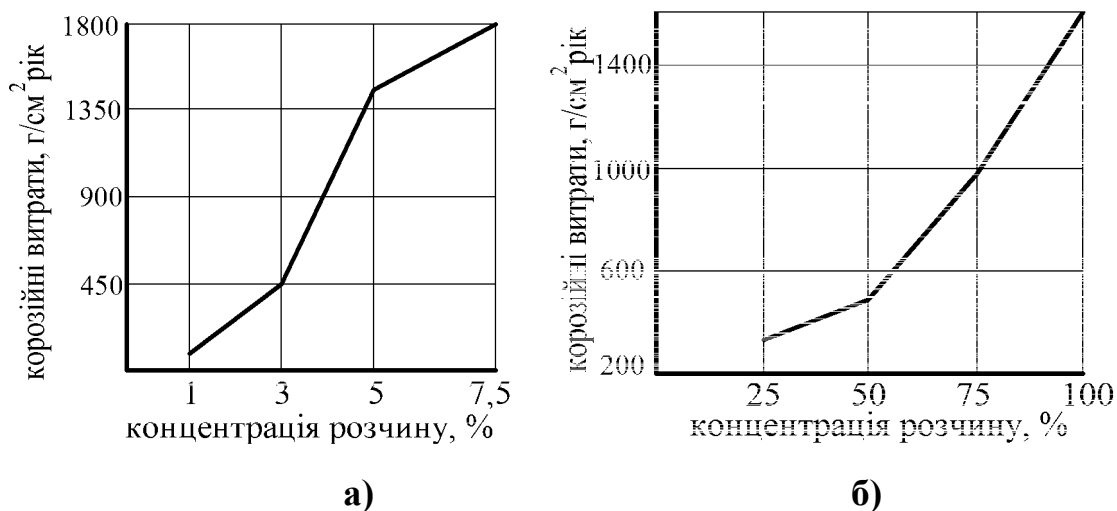


Рис.3.11. Графік залежності корозії сталі 08кп від концентрації водного розчину хлориду натрію (а) та забруднення дороги (б)

При наїзді автомобіля на перешкоду або вибоїну на дороги відбуваються його коливання, а через пружини відбувається загасання коливання, тим більше їх частково гасять амортизатори. Отже, на поверхні днища кузова автомобіля діятиме корозійне середовище у вигляді електроліту та відкритої атмосфери (результат відриву частинок плівки вологи від коливання кузова автомобіля).

Таким чином, виникає необхідність вивчення впливу агресивного середовища і складових атмосфери на інтенсивність корозії конструкційних матеріалів (сталі 08кп). Для цієї мети може бути використана установка, що дозволяє періодично занурювати зразки в корозійне середовище з подальшою витримкою повітря атмосфери [18]. Експерименти проводили за такими режимами: витримка зразків в електроліті протягом 10 хвилин і в атмосфері 15 хвилин в автоматичному режимі протягом 48 годин.

Результати досліджень показано на рис.3.12.

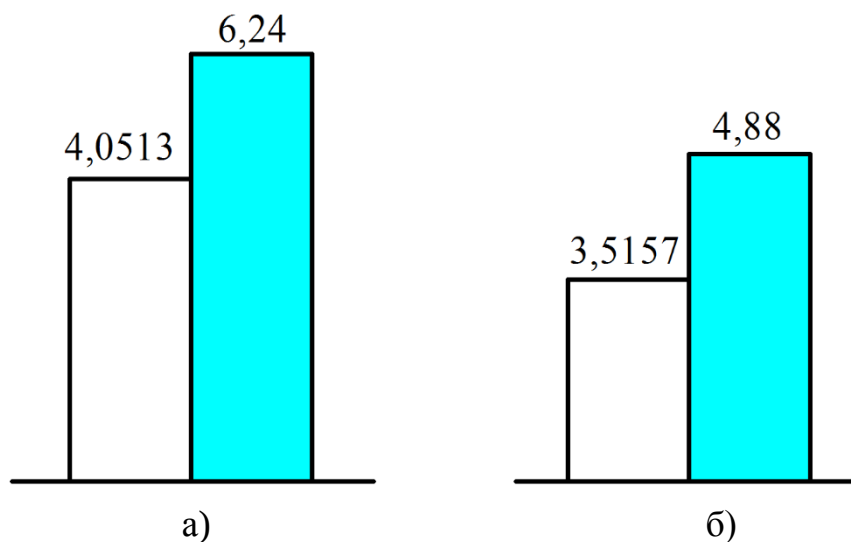


Рис.3.12. Добові корозійні втрати сталі 0,8 кп, г/м²: а) у 5% розчині хлориду натрію; б) у середовищі, що імітує дорожні умови руху автомобіля (□ - при постійному зануренні зразків у розчині; ■ - при змінному зануренні зразків у розчині)

Згідно з даними рис.3.12, інтенсивність втрати металу при змінному зануренні зразків у розчини набагато вища, ніж при їх постійному зануренні.

3.5.2. Електричні властивості

Антикорозійне покриття отримували шляхом занурення металевих зразків (електродів) із сталі 08кп у захисні склади. Вилучення їх зі швидкістю 0,02...0,03 м/с дозволило отримати однорідні по товщині плівки по всій площі зразка. Електроди витримувалися на повітрі за кімнатної температури (+16...+20°C) протягом 24 год.

Результати дослідження залежності зміни електродних потенціалів у часі представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати досліджень електродних потенціалів стали 08кп при різних покриттях, В

№ вар.	Склад (покриття)	5% розчин хлориду натрію		Імітуюча корозійне середовище	
		Вихід. знач.	Встановл. знач.	Вихід. знач.	Встановл. знач.
1	Мастика БПМ-3	-0,30	-0,22	-0,30	-0,23
2	Д-11А	-0,28	-0,20	-0,26	-0,14
3	Мастика «Бар'єр»	-0,28	-0,17	-0,26	-0,14
4	Д-11А+Д-10ТМ	-0,28	-0,16	-0,27	-0,12

При цьому найменші значення електродного потенціалу мають електроди, покриті сумішшю пластизоля Д-11А і олігомеру Д-10ТМ. Олігомер Д-10ТМ у суміші з пластизольною мастикою Д-11А зміщує потенціал початку активації електрода на 0,3...0,4 В. Це свідчить про суттєве підвищення ефекту електрохімічного захисту виробів.

3.5.3. Вологопоглинання плівок захисних покриттів

Встановлено, що порівняно зі складом БПМ-3 пластизоль Д-11А як окремо, так і в суміші з олігомером Д-10ТМ має менший ступінь дифузії вологи.

3.5.4. Стійкість покриття до стирання

Дослідження виконувались згідно з рис.3.8. Інтенсивність втрати маси захисної плівки при випробуванні машиною тертя показано в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Інтенсивність втрати маси захисної плівки під час випробування машиною тертя, %

Цикли	Варіанти покриттів			
	Д-11А	Д-11А+Д-10ТМ		
		100:1	100:5	100:10
500	2...5	2...6	2...7	4...8
100	10...15	9...15	10...16	12...20
250	20...25	18...25	22...27	24...30

500	35...40	30...35	35...40	36...42
-----	---------	---------	---------	---------

3.5.5. Дослідження довговічності захисних покриттів

Зразки із захисними покриттями закріплювали до днищ автомобілів Lanos у місцях, найбільш схильних до корозійного руйнування. Для визначення найбільш корозійно-податливих місць на днищі було обстежено та вивчено стан кузовів автомобілів (рис.3.13). Це дозволило встановити розташування найбільш податливих з погляду корозії місць і їх кріплення. У кожній контрольній точці були прикріплені сім зразків, оброблених відповідним складом.



а)



б)

Рис.3.13. Характерні місця корозії днища автомобіля Lanos: а) корозія передньої частини; б) корозія задньої частини

На рис 3.14 наведено графіки середньої втрати маси покриттів залежно від пробігу автомобілів.

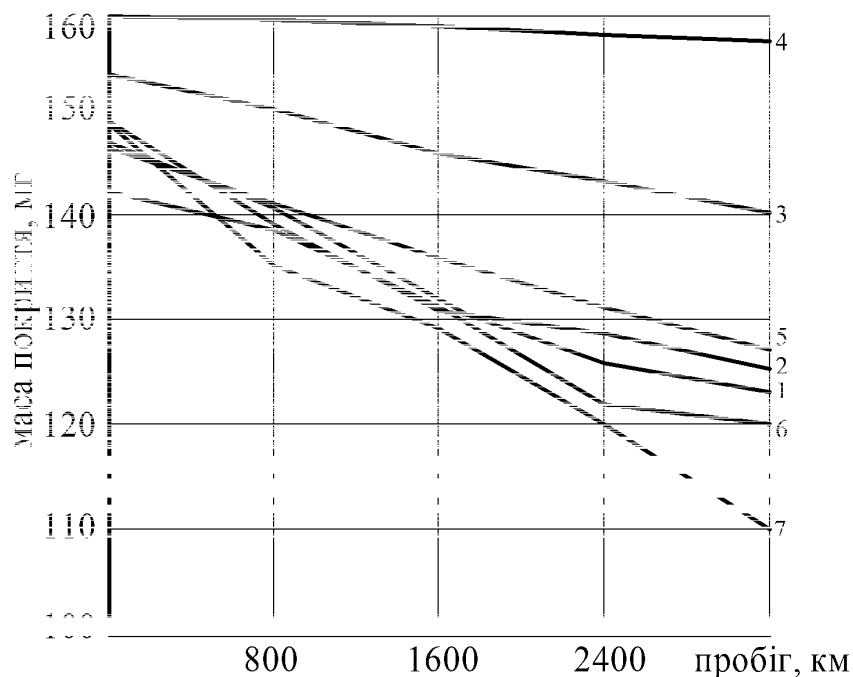


Рис.3.14. Залежність витрат маси покриття від пробігу

Аналіз результатів показує, що надійність протикорозійного покриття можна значно покращити шляхом зміни співвідношення вихідних компонентів. Найменша втрата маси та руйнування захисного покриття спостерігаються при співвідношенні Д-11А та Д-10ТМ, що дорівнює 100:5. Це дозволяє успішно використовувати цей склад композиції при протикорозійному захисті днищ кузовів легкових автомобілів.

3.6. Висновки за розділом

1. Розрахунковим шляхом встановлено мінімально необхідну товщину масляної плівки для антикорозійного захисту інших деталей кузова автомобіля.

2. Показано можливість та доцільність використання олигомеру Д-10ТМ в якості додавання основного складу. Визначені оптимальні її співвідношення.

3. Продемонстровано, що використання розглянутого складу дозволяє підвищити стійкість металу до корозії, зменшити водопоглинання плівки та в цілому підвищити довговічність захисних покриттів.

РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

4.1. Розрахунок економічної ефективності

Порівняння проводилися на кузовах автомобілів, захищених від корозії мастикою протишумової та олігопластизолем.

З огляду на те, що норма витрати композиції на обробку одного автомобіля становить 7 кг, а також у зв'язку з тим, що

- ціна 1 кг мастики бітуумної прошивошумної БПМ-1 складає 395,60 грн.;
- ціна 1 кг олігомеру Д-10ТМ згідно з орієнтовними розрахунками – 347,50 грн.

Отже, вартість матеріалу на обробку одного автомобіля:

- при використанні мастики бітуумної прошивошумної БПМ-1:

$$395,60 \cdot 7 = 2559,90 \text{ грн.}$$

- при використанні запропонованого складу:

$$347,50 \cdot 7 = 2432,50 \text{ грн.}$$

Економія від використання технічних рішень, спрямованих на збільшення терміну служби виробів, визначається за формулою:

$$E = C_{nn} \cdot H_{nn} \cdot \left(1 - \frac{C_{cd}}{C_{cn}}\right) - Z_e,$$

де C_{nn} – повна собівартість виробу, $C_{nn} = 3505$ грн.;

H_{nn} – кількість автомобілів за планом, оброблених запропонованим складом, $H_{nn} = 1$ ед.;

C_{cd} – термін служби кузова автомобіля до появи перших вогнищ корозії при обробці бітуумної мастики, $C_{cd} = 225$ днів;

C_{cn} – термін служби кузова автомобіля до появи перших вогнищ корозії при обробці запропонованим складом, $C_{cn} = 285$ днів;

Z_6 – витрати використання нового складу.

З урахуванням цінової політики маємо:

$$C_{nn} = 3505 \text{ грн.};$$

З урахуванням цінової політики маємо:

$$Z_6 = 2432,50 - 2559,90 = -127,40 \text{ грн.}$$

Економія від використання технічних рішень складає:

$$E = 3505 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{225}{285}\right) + 127,40 = 865,29 \text{ грн.}$$

4.2. Охорона праці при виконанні робіт з антикорозійного захисту кузовів легкових автомобілів

На ділянці антикорозійної обробки, чистота та порядок є важливими умовами безпеки та комфорту праці. Необхідно дотримуватися інших вимог щодо захисту здоров'я та безпеки праці працівників. Слід зазначити, що наведені нижче вимоги та заходи у різних країнах відрізняються.

Вентиляційне обладнання, включаючи місцеву витяжку, має бути розташоване так, щоб забруднене повітря якнайменше проходило через зону вдихання. Якщо вентиляція є недостатньою, може утворюватися масляний туман, що негативно впливає на здоров'я.

Забороняється наносити антикорозійний матеріал без увімкнення вентиляції. Необхідно також завжди включати вентиляцію при працюючому автомобілі. За можливістю вентилятор має бути віддалений від робочої ділянки з метою зменшення шуму.

Циркуляція повітря під автомобілем має бути достатньо високою, щоб не допускати утворення туману. Швидкість циркуляції повітря на відстані 20 см під піднятим автомобілем має бути приблизно 0,3 м/сек. Рециркуляція повітря, що вентилюється, не допускається.

Температура свіжого повітря, що надходить від припливного вентилятора, повинна відповідати температурі всередині приміщення.

Система вентиляції не повинна створювати додаткового шуму на робочому місці.

Рівень шуму від системи вентиляції повинен бути нижчим від рівня шуму на робочому місці не менше, ніж на 10 дБ (А). Шум можна зменшити, наприклад, шляхом ізолювання каналів та встановлення вентиляторів системи поза робочим місцем.

Необхідно проводити регулярне обслуговування системи вентиляції та її очищення. Інструкція з використання системи вентиляції має бути доступною для працівників.

Враховуючи те, що антикорозійні матеріали мають переважно темний колір і існує безліч елементів, які можуть затемнювати огляд днища, необхідно використовувати освітлення на 500 люкс. Лампи повинні бути розташовані так, щоб на них якнайменше осідав антикорозійний матеріал.

Для контролю стану днища, колісних арок та порожнин необхідно мати переносну лампу захищеного виконання. Приміщення має бути обладнане відповідним освітленням на рівні підлоги (люмінесцентні світильники на рівні ~0,5 м від рівня підлоги).

При використанні холодного знежирювача, такого як уайт-спірит, нанесеного пензлем необхідно використовувати захисні рукавички. Якщо знежирювач розпорошується, необхідно використовувати розчинник на основі лігроїну.

У приміщенні, де відбувається антикорозійна обробка, забороняється курити та застосовувати відкрите полум'я, зварювання. Вогнегасники повинні бути розташовані у легко доступному та безпечному місці.

Антикорозійні продукти займисті та їх зберігання має задовольняти вимогам та нормативам місцевих органів. Місткості з антикорозійним матеріалом ніколи не можна гріти на відкритому вогні.

При обробці необхідно використовувати по можливості обладнання високого тиску. З обладнанням високого тиску антикорозійний матеріал

розпорошується без повітря. Це допомагає знизити можливість утворення масляного туману.

При обробці кузова тиск на вході в насосну установку повинен бути відрегульований на такий рівень, щоб уникнути непотрібного масляного туману. Розпорошення антикорозійного матеріалу залежить від його складу та температури. Неповнолітні особи не допускаються до використання високого тиску.

Працівники, які займаються антикорозійною обробкою, повинні бути забезпечені рукавичками з відповідного матеріалу та маскою на обличчя. Для відкритих ділянок шкіри повинен бути лосьйон. Цей крем потрібно використовувати перед початком роботи. Не можна користуватися шкідливими розчинниками для миття рук або інших ділянок шкіри. Забороняється використовувати стиснене повітря для очищення обличчя або рук.

При нещасному випадку слід негайно звернутися до лікаря, повідомити характер травми та дані щодо матеріалу, яким завдано травми. При попаданні матеріалу в очі необхідно ретельно промити очі чистою водою протягом 15 хвилин. Якщо це не допомагає, необхідно звернутися до лікаря.

Необхідно пам'ятати, що сухі плівки антикорозійного матеріалу є займистими. Якщо необхідно використовувати відкрите полум'я при різанні або зварюванні дверей, дверних стійок, коробів або подібних елементів, слід застосовувати запобіжні заходи від займання або розповсюдження полум'я. В наявності завжди повинні бути вуглекислотні вогнегасники.

4.3. Висновки за розділом

1. Розрахунок економічної ефективності прийнятих технічних рішень показало ефект в сумі – 865,29 грн.
2. Передбачено ряду міроприємств щодо охорони праці при виконанні робіт з антикорозійного захисту кузовів легкових автомобілів.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання кваліфікаційної магістерської роботи, яка присвячена пошуку шляхів підвищення ефективності антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля, зроблені наступні висновки:

1. Розробка шляхів підвищення стійкості деталей кузовів легкових автомобілів до впливу агресивних компонентів забруднення з використанням недефіцитних і недорогих засобів з урахуванням місцевих умов експлуатації автомобілів є важливою проблемою.

2. Показано, що термін служби сучасного автомобіля багато в чому визначається корозійною стійкістю його кузова, а значить він є одним із основних елементом автомобіля.

3. Розглянуто класифікації факторів, що впливають на корозійний знос кузовів автомобілів, а також методи їх захисту під час виробництва та експлуатації.

4. За результати рейтингу відомих автомобілів за ознакою схильності до корозії, підтверджена думка про необхідність антикорозійного захисту кузова легкового автомобіля.

5. Розрахунковим шляхом встановлено мінімально необхідну товщину масляної плівки для антикорозійного захисту інших деталей кузова автомобіля.

6. Показано можливість та доцільність використання олигомеру Д-10ТМ в якості додавання основного складу. Визначені оптимальні її співвідношення. Продемонстровано, що використання розглянутого складу дозволяє підвищити стійкість металу до корозії, зменшити водопоглинання

плівки та в цілому підвищити довговічність захисних покриттів.

7. Обґрунтовано економічну ефективність прийнятих технічних рішень. Економія від використання технічних рішень складає 865,29 грн.

8. Передбачено ряду міроприємств щодо охорони праці при виконанні робіт з антикорозійного захисту кузовів легкових автомобілів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабіч Б. С., Лущик В. В. Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів. К. : Либідь, 2001. 459 с.

2. Автомобільні кузови. Частина 1 : навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. 292 с.

3. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах: монография / Б.И. Костецкий. К.: Техніка, 1970. 396 с.

4. Рубан Д. П., Крайник Ю. Л., Дзьоба В. В. Нові технології у виробництві кузовів автобусів з умов корозії: Збірник матеріалів всеукраїнського науково-практичного. Харків, 2019. С. 33 – 34.

5. Крайник Л.В., Рубан Д. П. Оцінка зміни фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова автобуса в процесі експлуатації. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця, 2017. № 1(5). С. 47–51.

6. Фадеев И. В. Щелевая коррозия в кузовах автомобилей / И. В. Фадеев, В. Е. Рязанов // Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития: сб. материалов 5-й науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2012. С. 3-6.

7. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: Учебник для вузов / В.А. Зорин. М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. 536 с.

8. Кобус В. И. Современные методы ремонта кузовов легковых автомобилей. М. : Транспорт, 1991. 175 с.

9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. К.: Знання-Прес, 2003. 511 с.

10. Новицкий В. С., Писчик Л. М. Коррозионный контроль технологического оборудования. Монография. К.: Наукова думка, 2001. 171 с.

11. <https://uamotors.com.ua/auto/16258>.

12. Бобович Б. Б., Бровак Г. В., и др. Химики – автолюбителям: Справ. изд. Л: Химия, 1990. 320 с.

13. Pludek V.R., Design and corrosion control. Macmillan Press LTD, London: Basingstoke, 1977.

14. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Олігомер>.

15. Фадеев И. В. Экологически безвредный материал для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии / И. В. Фадеев, Н. Н. Белова, Ш. В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – №21. – С. 56-59.

16. Сушко О. В., Посвятенко Е. К., Кюрчев С. В. и др. Прикладне матеріалознавство. Мелітополь, ТОВ «Forward press», 2019. 352 с.

17. https://maresto.ua/ua/catalog/konveksionnye_pechi/shkaf_teplovoy/shkaf_teplovoy_forcar_cst300.html.

18. Кац А. М. Автомобильные кузова : Техническое обслуживание и ремонт. М. : Транспорт, 1986. 272 с.

19. Корозія металів і сплавів і способи захисту від неї автомобільних деталей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://stroy-technics.ru/article/korroziya-metallov-isplavov-i-sposoby-zashchity-ot-nee-avtomobilnykh-detalei>.

20. Теорія корозії металів. Чому іржавіють автомобілі? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://artmalyar.ru/antikor/korroziya.html>.

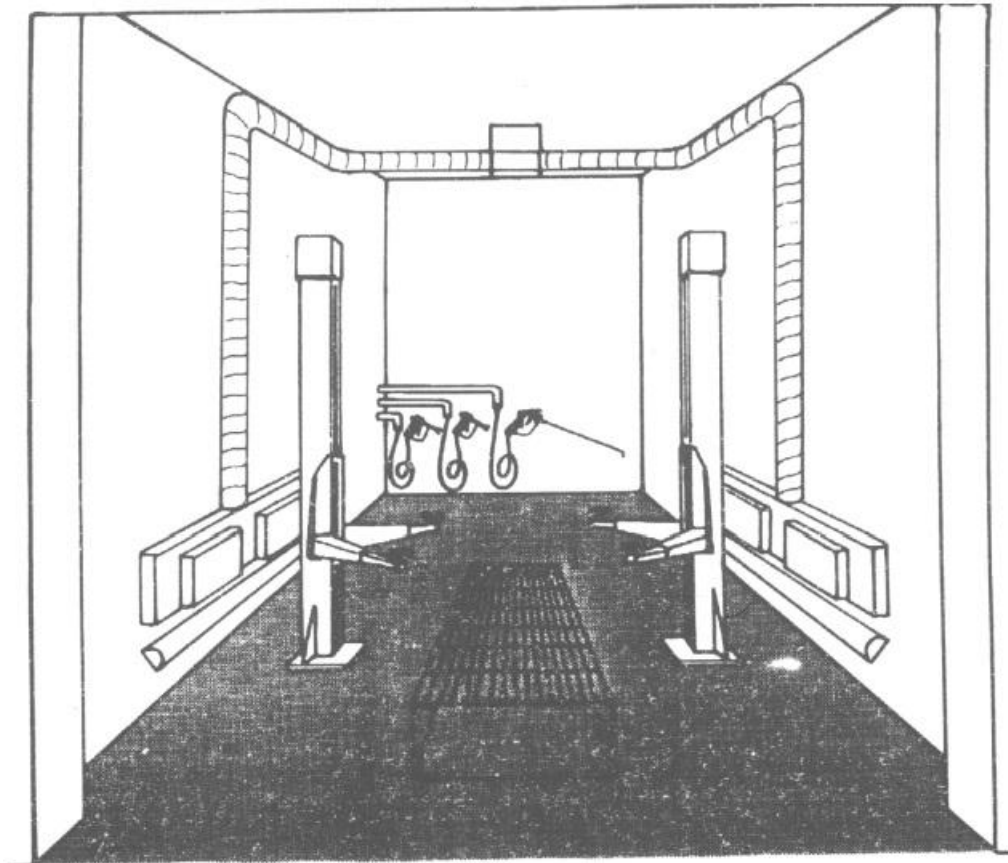
21. Як видалити корозію з автомобіля і іржу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://krasimavtomobil.ru/repair/vy-uznaete-kak-udalitrzhavchinu-na-avto-prostojsposob>.

22. Корозія автомобіля. Що таке корозія автомобіля і як з нею боротися? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pokraskainfo.com/remontkuzovaavto /korroziya.html>.

23. Фізико-хімічні основи або процеси зміни технічного стану автомобілів у 197 експлуатації [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.nntu.ru/RUS/fakyl/VECH /metod/posobie/s3_5.htm.

ДОДАТКИ

Додаток А



Приклад організації робочого місця при виконання антикорозійного оброблення кузова легкового автомобіля