

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

МР.АТ-74.00.00.000 ПЗ

Група АТм-24-2

Вовчук Ігор

2025

Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу Міністерства освіти і науки України
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту

Вовчук Ігор Романович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 658.818.3
(індекс)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: Дослідження причин виникнення та особливостей
усунення несправностей автомобіля у період гарантійної
експлуатації в умовах ТзОВ «Модерн-Авто».
(назва роботи)

Автомобільний транспорт
(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

І.Р. Вовчук
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Гнип Марія Михайлівна, д.ф., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Криштопа С.І.
(підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

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

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Інститут інженерної механіки

Кафедра автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність: 274“Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АТ

Проф. _____ С.І. Криштопа

“ ___ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Студенту _____ Вовчуку Ігорю Романовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: Дослідження причин виникнення та особливостей усунення несправностей автомобіля у період гарантійної експлуатації в умовах ТзОВ «Модерн-Авто».

керівник роботи _____ Гнип М.М., д.ф., доцент
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ _____ ” листопада 2025 року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____ 18.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ. 4.1 Огляд літературних джерел 4.1.1 Надійність та якість машин. 4.1.2 Класифікація несправностей та їх причини 4.1.3 Аналіз причин та частоти поломок у легкових автомобілях 4.1.4 Діагностичні методи 4.1.5 Аналіз відмов двигунів легкових автомобілів 4.1.6 Аналіз відмов шасі легкових автомобілів 4.1.7 Аналіз несправностей системи охолодження легкових автомобілів 4.1.8 Аналіз несправностей електричних систем у легкових автомобілях 4.1.9 Аналіз менш поширених поломок автомобілів 4.1.10 Технічне обслуговування нових автомобілів протягом гарантійного терміну 4.2 Теоретична оптимізація стратегії технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів 4.3 Засоби експериментальних досліджень 4.3.1. Методологія дослідження відмови автомобілів протягом гарантійного терміну 4.3.2 Складання статистичного ряду 4.3.3 Розрахунок основних числових характеристик 4.3.4 Визначення ймовірності відмови у легкових автомобілях 4.4 Результати дослідження та їх обговорення 4.4.1 Розрахунок основних числових характеристик 4.5 Висновки. 4.6 Перелік посилань на джерела. 4.7 Додатки .

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 презентаційні плакати в PowerPoint. _____

Консультанти по магістерській роботі із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	доц. Прунько І.Б.		

7. Дата видачі завдання 03.11.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. 4.1 Огляд літературних джерел 4.1.1 Надійність та якість машин. 4.1.2 Класифікація несправностей та їх причини 4.1.3 Аналіз причин та частоти поломок у легкових автомобілях 4.1.4 Діагностичні методи 4.1.5 Аналіз відмов двигунів легкових автомобілів	17.11.2025 р.	
2	4.1.6 Аналіз відмов шасі легкових автомобілів 4.1.7 Аналіз несправностей системи охолодження легкових автомобілів 4.1.8 Аналіз несправностей електричних систем у легкових автомобілях 4.1.9 Аналіз менш поширених поломок автомобілів 4.1.10 Технічне обслуговування нових автомобілів протягом гарантійного терміну	21.11.2025 р.	
3	4.2 Теоретична оптимізація стратегії технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів	22.11.2025 р.	
4	4.3 Засоби експериментальних досліджень 4.3.1. Методологія дослідження відмови автомобілів протягом гарантійного терміну 4.3.2 Складання статистичного ряду 4.3.3 Розрахунок основних числових характеристик 4.3.4 Визначення ймовірності відмови у легкових автомобілях	29.11.2025 р.	
5	4.4 Результати дослідження та їх обговорення 4.4.1 Розрахунок основних числових характеристик	12.12.2025 р.	
6	4.5 Висновки. 4.6 Перелік посилань на джерела. 4.7 Додатки	18.12.2025 р.	
7	Готовність роботи до попереднього захисту.	18.12.2025 р.	

Студент _____ **Вовчук І. Р.**
(Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

Керівник _____ **Гнип М.М.**
(Особистий підпис) (Розшифровка підпису)

АНОТАЦІЯ

Забезпечення надійності легкових автомобілів протягом гарантійного терміну є одним із заходів підвищення конкурентоспроможності. Незважаючи на створення нових виробничих технологій, поломки легкових автомобілів трапляються протягом гарантійного терміну. Для реалізації повноцінного обслуговування клієнтів необхідно забезпечити якомога швидше усунення поломок протягом гарантійного терміну. Для досягнення цього продавцям необхідно мати оптимальну кількість запасних частин на своїх складах і, знаючи залежність ймовірності поломок від пробігу, мати можливість проводити профілактичні роботи, щоб уникнути поломок. Очікується, що, визначивши надійність легкових автомобілів протягом гарантійного терміну, буде легше оптимізувати процес гарантійного обслуговування.

Метою експериментального дослідження є визначення надійності легкових автомобілів протягом гарантійного терміну. Згідно з даними дослідження, проведеного в умовах ТзОВ «Модерн-Авто», поломки легкових автомобілів марки Peugeot трапляються протягом усього гарантійного терміну. Найбільш ненадійною деталлю протягом гарантійного терміну є ходова частина автомобіля. Найбільша ймовірність того, що несправність буде виявлена в системі ходової частини автомобіля, є, коли автомобіль проїхав 40-50 тисяч кілометрів. При експлуатації автомобіля до 10 тисяч кілометрів ймовірність несправності найнижча. Дослідження показали, що майже в п'ять разів рідше, ніж ходова частина, пошкоджуються двигун, електрична та охолоджувальна системи автомобіля.

Ключові слова: легковий автомобіль, гарантійний термін, несправності, відмова, надійність.

ABSTRACT

Ensuring the reliability of passenger cars during the warranty period is one of the measures to increase competitiveness. Despite the creation of new production technologies, passenger car breakdowns occur during the warranty period. To implement full-fledged customer service, it is necessary to ensure that breakdowns are eliminated as quickly as possible during the warranty period. To achieve this, sellers need to have the optimal number of spare parts in their warehouses and, knowing the dependence of the probability of breakdowns on mileage, be able to carry out preventive work to avoid breakdowns. It is expected that by determining the reliability of passenger cars during the warranty period, it will be easier to optimize the warranty service process.

The purpose of the experimental study is to determine the reliability of passenger cars during the warranty period. According to the data of the study conducted in the conditions of LLC "Modern-Avto", breakdowns of Peugeot passenger cars occur throughout the warranty period. The most unreliable part during the warranty period is the car's chassis. The greatest probability that a malfunction will be detected in the car's chassis system is when the car has traveled 40-50 thousand kilometers. When the car is operated for up to 10 thousand kilometers, the probability of a malfunction is lowest. Studies have shown that the engine, electrical and cooling systems of the car are damaged almost five times less often than the chassis.

Keywords: passenger car, warranty period, malfunctions, failure, reliability.

ВСТУП.....	
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	
1.1 Надійність та якість машин	
1.2 Класифікація несправностей та їх причини	
1.3 Аналіз причин та частоти поломок у легкових автомобілях	
1.4 Діагностичні методи	
1.5 Аналіз відмов двигунів легкових автомобілів	
1.6 Аналіз відмов шасі легкових автомобілів ...	
1.7 Аналіз несправностей системи охолодження легкових автомобілів	
1.8 Аналіз несправностей електричних систем у легкових автомобілях ...	
1.9 Аналіз менш поширених поломок автомобілів	
1.10 Технічне обслуговування нових автомобілів протягом гарантійного терміну	
2 ТЕОРЕТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ	
3 ЗАСОБИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1 Методологія дослідження відмови автомобілів протягом гарантійного терміну	
3.2 Складання статистичного ряду	
3.3 Розрахунок основних числових характеристик	
3.4 Визначення ймовірності відмови у легкових автомобілях	
4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	
4.1 Розрахунок основних числових характеристик	
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА.....	
ДОДАТКИ	

					МР.АТМ-74.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Вовчук І. Р.			Дослідження причин виникнення та особливостей усунення несправностей автомобіля у період гарантійної експлуатації в умовах ТзОВ «Модерн-Авто»	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гнип М.М.					6	
Реценз.						ІФНТУНГ, АТМ-24-1		
Н. контр.		Прунько І.Б.						
Затверд.		Криштопа С.І.						

ВСТУП

Актуальність. Надійність машин – це її здатність зберігати свою якість, технічні параметри протягом заздалегідь визначеного періоду часу [1]. Купуючи продукцію, споживач очікує, що зможе використовувати її протягом певного періоду часу, тому при виготовленні складних технологічних пристроїв докладаються особливі зусилля для вивчення їх надійності, щоб споживач не зазнав збитків. Розрахунки надійності продукції починаються на етапі проектування, оскільки вже тоді необхідно ретельно підбирати матеріали, вивчати їх, випробовувати і лише потім використовувати у виробництві. Надійність та стійкість продукції до відмов також значною мірою залежать від експлуатації, умов навколишнього середовища, режиму роботи та плану технічного обслуговування. Тому всі ці умови необхідно вивчати та узагальнювати в інструкції користувача. В останні роки кількість легкових автомобілів на дорогах України значно зросла. З появою сприятливих умов для придбання нових автомобілів їх купівля значно зросла.

Сучасні автомобілі мають високий технічний рівень та чудову якість, що задовольняє навіть досить недосвідчених водіїв. Проте, часто при купівлі нового автомобіля враховуються не лише його технічні характеристики, модель, розмір чи потужність, але й його безпека дорожнього руху та надійність. Особливо важлива надійність автомобіля протягом гарантійного терміну. Тоді гарантія поширюється на всі деталі, що мають дефекти матеріалу або виробництва [27]. Легкові автомобілі повинні бути адаптовані до експлуатації в різних кліматичних умовах, щоб максимально захистити їх від несприятливих природних впливів - корозії тощо.

У разі несправності транспортного засобу для власника дуже важливо, щоб поломка була усунена якомога швидше. Оцінюючи таку ситуацію, важливо визначити ймовірність виходу з ладу автомобілів, їх систем або

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окремих деталей та виявити деталі, які найчастіше виходять з ладу. Знаючи ці результати, можна забезпечити достатню кількість запасних частин на складах автодилерів. На основі проведеного дослідження буде зроблено спробу визначити рівень виходу з ладу деталей легкових автомобілів протягом гарантійного періоду.

Метою роботи Визначити схильність до несправностей деталей двигуна, ходової частини, системи охолодження та електросистем легкових автомобілів у гарантійний період та оцінити залежність їхньої несправності від пробігу автомобіля.

Завдання дослідження:

- визначити схильність до несправностей механізмів і систем легкових автомобілів (двигун, електросистеми, трансмісія, ходова частина тощо) у гарантійний період;
- розподілити вузли досліджуваних легкових автомобілів на групи з точки зору їхньої схильності до несправностей;
- визначити ймовірність несправності окремих деталей основних систем досліджуваних автомобілів у гарантійний період;
- встановити залежність ймовірності несправностей досліджуваних автомобілів та їхніх деталей від пробігу;

Об'єкт дослідження – легкові автомобілі Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду.

Предмет дослідження – несправності механізмів і систем легкових автомобілів Peugeot протягом гарантійного періоду.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

1. Проведено оцінку надійності систем автомобіля.
2. Визначено ймовірності несправностей окремих деталей легкових автомобілів.
3. Проаналізовано залежність несправностей автомобілів та їхніх деталей від пробігу.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Наукова новизна. Досліджено причини виникнення несправностей легкових автомобілів у період гарантійної експлуатації та особливостей усунення їх усунення.

Методи дослідження. У роботі використано методи статистичного аналізу науково-технічної інформації, теоретичні та експериментальні дослідження основних несправностей механізмів і систем легкових автомобілів Peugeot протягом гарантійного періоду.

Особистий внесок автора. Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, в тому числі досліджено основні несправності систем легкових автомобілів Peugeot протягом гарантійного періоду.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Надійність та якість машин

Надійність продукції – це її здатність зберігати якість протягом заздалегідь визначеного періоду часу [1]. Надійність транспортного засобу та його складових вузлів і систем встановлюється під час його проектування. Гарантії надійності транспортного засобу, зафіксовані в його проекті, діють лише тоді, коли транспортний засіб виготовлено точно за кресленням та запланованою технологією [2]. Надійність транспортного засобу значною мірою залежить від його експлуатації та дотримання правил експлуатації, встановлених виробником [3]. Життєвий цикл будь-якого транспортного засобу складається з трьох етапів: проектування, виробництво та експлуатація (ДСТУ 2860-94) [4]. Під час етапу проектування всі завдання, що розраховуються та вивчаються на надійність, поділяються на групи:

– обґрунтування надійності найважливіших елементів машини. Орієнтовно прогнозується структура машини та обґрунтовуються принципи проектування, готується технічний проект з використанням методів орієнтовного розрахунку надійності;

– визначення надійності машини та її елементів: вивчаються методи визначення надійності та оцінюється їх ефективність, вибираються найважливіші конструктивні характеристики – стійкість, довговічність, довговічність тощо; – контрольні розрахунки надійності з використанням конструкторської документації. Вони виконуються з використанням методів точного або повного розрахунку надійності [5].

Надійність машини та її елементів визначається за різними властивостями: безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю та збережуваністю [6].

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із основних параметрів надійності є безвідмовність – здатність об’єкта протягом певного часу безперервно зберігати свою працездатність [5].

Кількісно її характеризують такі показники: ймовірність безвідмовної роботи, середній напрацювання до відмови, середній напрацювання між відмовами, інтенсивність відмов і параметр потоку відмов [1].

Безвідмовність легкових автомобілів обмежується тривалістю роботи деталей; залежно від цього зменшується безвідмовність легкових автомобілів, їх систем або окремих деталей.

Під час експлуатації транспортних засобів на безвідмовність значний вплив мають характер навантаження та його зміна у часі, рівень підтримання працездатності машини та багато інших параметрів.

Коротко безвідмовність деталей автомобіля може бути виражена залежністю::

$$P=P(t, T, S, V, F), \quad (1.1)$$

де P – довговічність;

t – час, на який розраховується довговічність;

T – тривалість експлуатації деталі до її виходу з ладу;

S – характер навантаження;

V – характер зміни навантаження з часом;

F – рівень підтримки працездатності машини [5].

Для одних об’єктів найбільше значення має безвідмовність, для інших – довговічність або довговічність разом із ремонтпридатністю [7].

Безвідмовність є дуже важливою для тих об’єктів, відмова яких може призвести до людських жертв або значних матеріальних збитків.

Кожну з цих властивостей характеризує певна група показників надійності.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки час появи відмов і тривалість їх усунення є випадковими величинами, показники надійності визначаються на основі теорії ймовірностей та математичної статистики [5].

Складність сучасних технологій, механізація та автоматизація виробничих процесів, зростання потреб населення, оскільки зростає його матеріальне благополуччя, створюють об'єктивні умови для планомірного покращення якості продукції в усіх галузях промисловості [8].

Якість технічного об'єкта – це складна властивість, що описується різними характеристиками, що сприяють задоволенню потреб користувача [8]. Виділяють три основні характеристики якості: безперервні, дискретні, бінарні. Безперервні характеристики – це ті, що можуть набувати будь-якого значення в межах встановленого діапазону значень; вони є об'єктивними, оскільки їх можна точно виміряти та вони не залежать від особистої думки. Суб'єктивними вважаються дискретні характеристики, які використовуються для позначення властивостей, що мають кілька значень. Найбільш специфічними є бінарні характеристики якості технічного об'єкта, які називають, чи має об'єкт ту чи іншу властивість, чи ні. У цьому випадку оцінка може мати один із двох варіантів – так чи ні.

Стандарт ДСТУ ISO 9000:2015 визначає якість наступним чином: якість – це сукупність властивостей та характеристик продукту чи послуги, які дозволяють йому задовольнити заявлені або очікувані потреби споживача [9]. Істотними характеристиками якості є те, що продукт добре виконує свої функції, є довговічним, простим у догляді, має привабливий вигляд та виготовлений з використанням найновіших технологій [8]. Показники якості транспортних засобів поділяються на:

– цілі, що вказують на те, чи підходить транспортний засіб за призначенням (потужність двигуна, тяга, динаміка, максимальна швидкість, допустиме корисне навантаження тощо);

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- надійність (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та придатність до обслуговування);
- економічність (узагальнений порівняльний показник економії палива, загальні порівняльні витрати праці на технічне обслуговування та ремонт);
- екологічність (токсичність палива, рівень шуму зовні);
- ергономічність (рівень шуму в салоні, зусилля повороту керма, зусилля натискання на педаль гальма);
- безпека (гальмівний шлях, відповідність конструкції міжнародним стандартам);
- естетика (комплексна оцінка конструкторів);
- транспорт;
- стандартизація та уніфікація;
- патентно-правова тощо.

У більшості випадків автомобілі втрачають свою якість під час експлуатації. Експлуатація транспортних засобів – це складний процес, що складається з різних періодів, протягом яких працездатність машин знижується або відновлюється. Експлуатація автомобіля триває від моменту виготовлення виробу до моменту його демонтажу.

1.2. Класифікація несправностей та їх причини

У перший рік експлуатації автомобіля в середньому відбувається одна поломка кожні 24 тис. км, а на сьомий рік – кожні 5 тис. км. Тому необхідно добре знати зміну потоку поломок [10]. Сучасний автомобіль має 15–18 тис. деталей, з яких 7–9 тис. змінюють свою якість. Крім того, термін служби 3–4 тис. деталей коротший, ніж у самого автомобіля. У міру того, як відбуваються складні фізичні та хімічні процеси, початкові параметри транспортного засобу змінюються, аж до його поломки (рисунок 1.2).

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

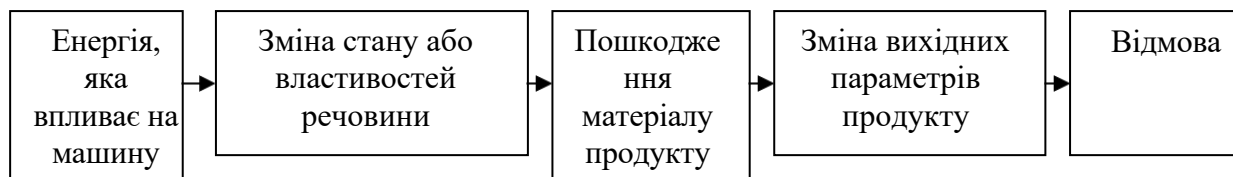


Рисунок 1.1 - Блок-схема виникнення несправності транспортного засобу

У середньому 10 відсотків відмов автомобілів пов'язані з віком, а цілих 21 відсоток поломок – з помилками виробника. Розподіл поломок автомобілів представлено на рисунку 1.3 [11].

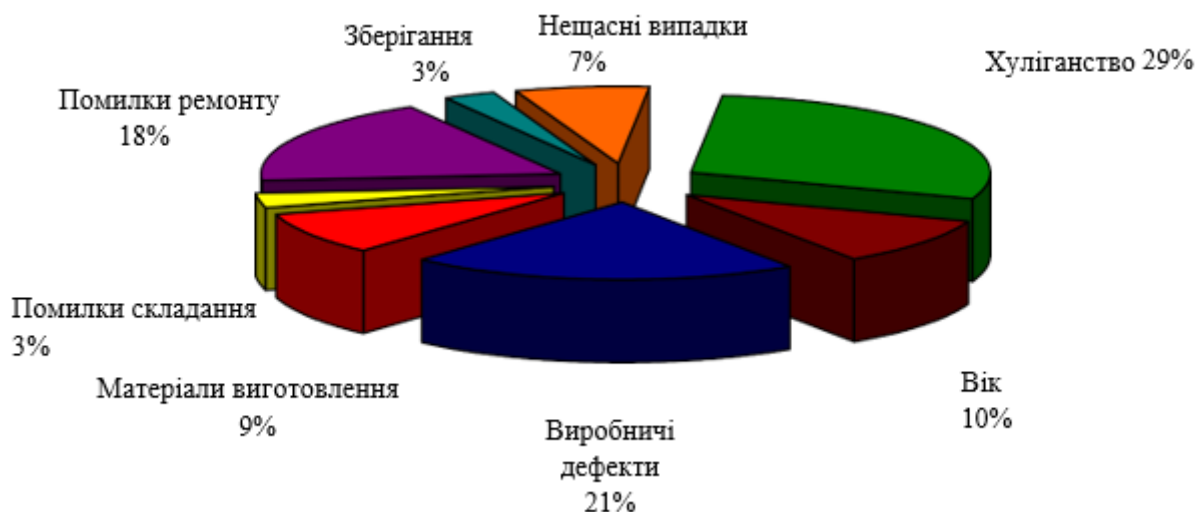


Рисунок 1.2 - Причини поломок нових автомобілів [11].

У міру протікання складних фізичних та хімічних процесів початкові властивості та стан деталей змінюються: вони старіють, легше пошкоджуються та піддаються ризику різних несправностей (Mickunaitis, 2006). Втрату працездатності об'єкта або елемента також можна назвати відмовою.

Причиною відмов зазвичай є детальні зміни, спричинені тертям та зносом. Один і той самий елемент може вийти з ладу з кількох різних причин, тобто відмови можуть бути різних типів. На етапі проектування виробу, щоб мінімізувати ймовірність відмови, необхідно проаналізувати всі

можливі типи відмов елементів, дослідити їх причини та передбачити заходи для запобігання відмовам або зменшення їх частоти. Умови для виникнення відмов створюються помилками та дефектами на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, тобто під час проектування, виробництва та експлуатації/

Причини руйнування поділяються на два класи:

- залежні від властивостей матеріалу елемента;
- незалежні від матеріалу.

Руйнування, що залежать від властивостей матеріалу, - це пластичні деформації під статичним навантаженням, знос, ударне руйнування, корозійне руйнування та руйнування від високих температур [5]. Надійність сучасних машин та обладнання значною мірою визначається процесами тертя в кінематичних з'єднаннях [1]. Руйнування виникає під час навантаження, коли в деформованому кузові накопичуються великі пластичні деформації. Однією з найпоширеніших руйнувань є корозія металу. Корозія пошкоджує всі автомобілі, як новіші, так і старіші. Різні моделі виготовляються по-різному, тому одні іржавіють менше, а інші - більше. Як би там не було, метал, що піддається впливу клімату нашої країни, рано чи пізно уражається корозією, особливо якщо кузов автомобіля пережив автомобільну аварію. Чим більше і сильніше кузов автомобіля деформувався хоча б один раз, тим швидше він починає іржавіти, тому необхідно проводити роботи з консервації кузова - підготовку кузова та днища та нанесення антикорозійного покриття. Усі нові автомобілі зазвичай покриваються антикорозійним покриттям, але під час експлуатації воно стирається, тому іноді його доводиться оновлювати. Існує кілька способів захисту від корозії [10]. Найголовніше – зупинити вплив двох факторів, що впливають на швидкість корозії – кисню та вологи.

Об'єкти та їх елементи можуть вийти з ладу з причин, незалежних від матеріалу: помилки складання, подряпини на поверхні, втрата герметичності,

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

ослаблення кріплень, підвищена вібрація та шум, погане обслуговування тощо [8].

Більшість поломок трапляється під час інтенсивної експлуатації транспортних засобів.

Під час експлуатації діють три основні фактори, через які знижується їхня якість, можуть виникати поломки: енергія навколишнього середовища, внутрішні джерела енергії, потенційна енергія/

Вплив навколишнього середовища часто є однією з основних причин поломок. Несприятливі кліматичні умови активують поверхневу корозію, знижуючи довговічність технологічних матеріалів. Схильність різних марок автомобілів до іржавіння різна [12]. Найбільш небезпечною є корозія, яка починається у важкодоступних, закритих порожнинах – наприклад, у порогах, внутрішніх поверхнях дверей, лонжеронах, стійках кузова тощо. Виробники автомобілів постійно вдосконалюють технології, вживаючи різних заходів для підвищення корозійної стійкості своїх автомобілів та продовження гарантійного терміну антикорозійного покриття/

Внутрішні джерела енергії генеруються під час експлуатації транспортного засобу. Потенційна енергія накопичується в деталях та матеріалах транспортного засобу в процесі його виробництва. За причинами виникнення відмови поділяються на структурні, технологічні та експлуатаційні. Структурні відмови виникають через помилки проектування, коли не дотримуються стандартів, знижуються детальні коефіцієнти безпеки, вибираються недосконалі принципові схеми. Технологічні відмови виникають при порушенні технології виробництва, недотриманні вимог технічної документації, використанні низькоякісних матеріалів та компонентів, а також при не перевірці технології виробництва та якості продукції. Експлуатаційні відмови виникають при експлуатації транспортного засобу в умовах, відмінних від призначених для нього, недотриманні правил експлуатації, зазначених у технічній документації,

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використанні невідповідних мастильних матеріалів та інших експлуатаційних матеріалів, низькій кваліфікації персоналу.

Залежно від впливу відмови транспортного засобу на його працездатність, відмови можуть бути частковими та повними [1]. У разі часткової відмови транспортний засіб стає частково непрацездатним, тобто він все ще може виконувати свої функції, але його ефективність роботи знижується. Ці відмови зазвичай пов'язані з перекосом транспортного засобу, тому їх ремонтують під час технічного обслуговування. У разі повної відмови транспортний засіб стає повністю непрацездатним, тобто він не може виконувати свої функції. Повні відмови можна усунути лише шляхом ремонту або заміни несправних компонентів чи елементів [8].

Залежно від часу виникнення відмови, вони можуть бути раптовими, хронічними та періодичними. Раптові відмови – це коли автомобіль або його окрема частина виходить з ладу раптово, несподівано, під впливом одного або кількох випадкових факторів одночасно. У разі хронічної відмови якість транспортного засобу поступово знижується і досягає критичної межі протягом певного періоду часу. Періодична відмова – це повторне короткочасне порушення функцій об'єкта, яке відновлюється, коли у виробі відбуваються зворотні зміни [8].

При оцінці транспортного засобу як інтегрованої системи помітно, що інтенсивність відмов залежить від тривалості експлуатації (рис. 1.3). Високі значення інтенсивності відмов характерні для початку та кінця експлуатації об'єкта (етапи I та III). На етапі I кількість відмов швидко зменшується, оскільки об'єкт навчається використовувати, усуваються виробничі дефекти, коригуються кінематичні пари. Потім інтенсивність відмов нормальної роботи об'єкта стабілізується. На етапі II інтенсивність відмов є постійною, її також можна назвати стаціонарною. Протягом цього періоду відмови переважно випадкові. Їх причиною є відхилення від нормального режиму роботи. На етапі III відмови зростають через знос, старіння та інші причини

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

елементів об'єкта. Через збільшення кількості відмов продовження експлуатації об'єкта недоцільне, і він або списується, або підлягає капітальному ремонту. Вважається, що після капітального ремонту інтенсивність відмов є стаціонарною [1].

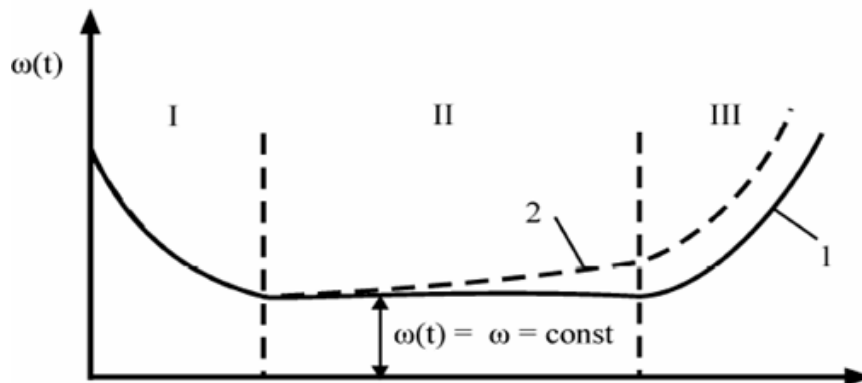


Рисунок 1.3 - Залежність інтенсивності відмов від терміну служби:

1 – теоретична крива, 2 – реальна інтенсивність відмов [1].

Час виникнення несправності та тривалість її усунення є випадковими величинами, тому показники надійності зазвичай визначаються на основі теорії ймовірностей та математичної статистики [1].

Аналіз відмов, що проводиться на етапі проектування, дозволяє зменшити інтенсивність відмов на початковому та кінцевому етапах експлуатації об'єкта та продовжити проміжний етап, на якому інтенсивність відмов є стаціонарною. Цього можна досягти такими способами:

- зменшення напружень в елементі;
- вставка нового елемента на певний час для проходження початкової стадії відмови;
- забезпечення належного технічного обслуговування.

Зменшення напружень у компонентах є одним з основних завдань проектування та виробництва легкових автомобілів, але оливи використовуються для зменшення як тертя, так і результуючих температурних пошкоджень. Наразі найбільш широко використовуються синтетичні та мінеральні оливи, але все більша увага приділяється не менш

якісним біооливам, виготовленим з ріпаку або інших відновлюваних джерел енергії [13].

Знання ймовірності виходу з ладу систем автомобіля протягом або після гарантійного терміну могло б частково запобігти багатьом поломкам. Для цього необхідно створити спеціальні методи профілактичного огляду автомобілів, згідно з якими можна було б виконувати прості операції, що хоча б частково зменшили б ймовірність поломок. Під час оглядів дуже важливо забезпечити справну роботу всіх систем, оскільки часто за виходом з ладу одного елемента слідує виникнення поломок усієї системи або навіть кількох систем [6].

Виробничі дефекти найчастіше виникають протягом гарантійного терміну нових автомобілів. Характеристика частоти поломок представлена на рисунку 1.5 [6].

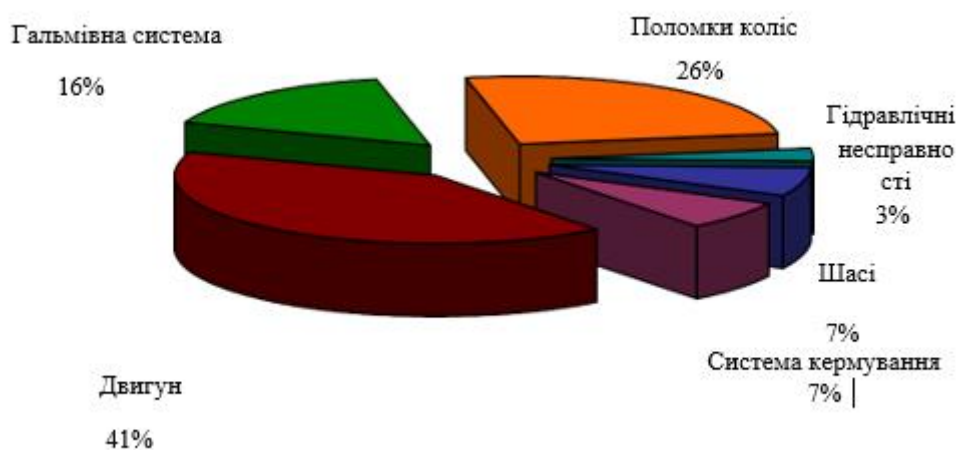


Рисунок 1.4 - Найпоширеніші заводські несправності

Стан автомобілів оцінюється шляхом аналізу різних компонентів, систем або елементів автомобіля. Існує багато різних методів оцінки стану автомобілів, які базуються на фізичних, хімічних та інших властивостях елементів [14]. Час технічного обслуговування можна описати як момент, коли деякі елементи об'єкта досягають критичного стану. Без технічного обслуговування продуктивність цих елементів починає знижуватися, і це може призвести до непоправних поломок інших елементів об'єкта.

Наприклад, якщо вчасно не замінити оливу та масляний фільтр у двигуні внутрішнього згорання, його продуктивність погіршується, і через певний час поршні можуть застрягти в циліндрах, якщо вчасно не замінити шини, вони проковзнуть під час гальмування та спричинять серйозну аварію.

1.3. Аналіз причин та частоти поломок у легкових автомобілях

Чим складніший технічний об'єкт, тим реальніший ризик того, що він буде ненадійним. Тому необхідно вживати спеціальних заходів для підвищення його надійності. Надійність проєктованих об'єктів необхідно розраховувати заздалегідь [8]. Для розрахунків потрібні дані про характеристики надійності тих самих або подібних об'єктів або їх елементів. Ці дані отримують або за допомогою спеціальних випробувань, або за допомогою статистичної обробки експлуатаційних показників. Спеціальні випробування на надійність є дуже дорогими, тому зазвичай випробовуються не самі вироби, а лише деякі з їх елементів [8].

Один і той самий елемент може вийти з ладу з кількох різних причин, тобто відмови можуть бути різних типів. На етапі проєктування виробу, щоб мінімізувати ймовірність відмови, необхідно проаналізувати всі можливі типи відмов елементів, дослідити їх причини та передбачити заходи щодо запобігання відмовам або зменшення їх частоти. Умови для відмови виникають через помилки та дефекти на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, тобто під час проєктування, виробництва та експлуатації/

Причини руйнування поділяються на два класи:

- залежні від властивостей матеріалу елемента;
- незалежні від матеріалу.

Відмови, що залежать від властивостей матеріалу, це: пластичні деформації під статичним навантаженням, знос, ударне руйнування, корозійне руйнування, руйнування від високої температури тощо.

Об'єкти та їх елементи також можуть вийти з ладу з причин, незалежних від матеріалу: помилки складання, подряпини на поверхні, втрата герметичності, ослаблення кріплень, підвищена вібрація та шум, погане обслуговування тощо.

Аналіз відмов, виконаний на етапі проектування, дозволяє зменшити інтенсивність відмов на початковому та завершальному етапах експлуатації об'єкта та продовжити проміжний етап, на якому інтенсивність відмов є стаціонарною.

Цього можна досягти шляхом:

- зменшення напружень в елементі;
- обкатки нового елемента протягом певного періоду часу, щоб початкова стадія руйнування пройшла;
- планування відповідного технічного обслуговування.

При значному збільшенні напружень в елементі (рис. 1.5, крива 1) інтенсивність відмов висока, а ділянка стаціонарної інтенсивності відмов мала. При зменшенні напружень в елементі інтенсивність відмов зменшується, а середня горизонтальна частина кривої подовжується, тобто збільшується нормальний час роботи елемента (криві 2 та 3). Для підвищення надійності об'єкта іноді проводять початкове обкатку нового елемента. Це зменшує кількість відмов під час експлуатації.

Своєчасне технічне обслуговування запобігає досягненню об'єктом третьої стадії кривих, показаних на рисунку 1.5, яка характеризується зростанням інтенсивності відмов. Час технічного обслуговування можна описати як момент, коли деякі елементи об'єкта досягають граничного стану. Без технічного обслуговування продуктивність цих елементів почне знижуватися, і це може призвести до непоправних відмов інших елементів об'єкта. Наприклад, якщо вчасно не замінити оливу та масляний фільтр у двигуні внутрішнього згорання, його продуктивність погіршиться, і через певний час поршні можуть заклинити в циліндрах; якщо вчасно не замінити

шини, вони пробуксовуватимуть під час гальмування та створюватимуть серйозний ризик аварії [7].

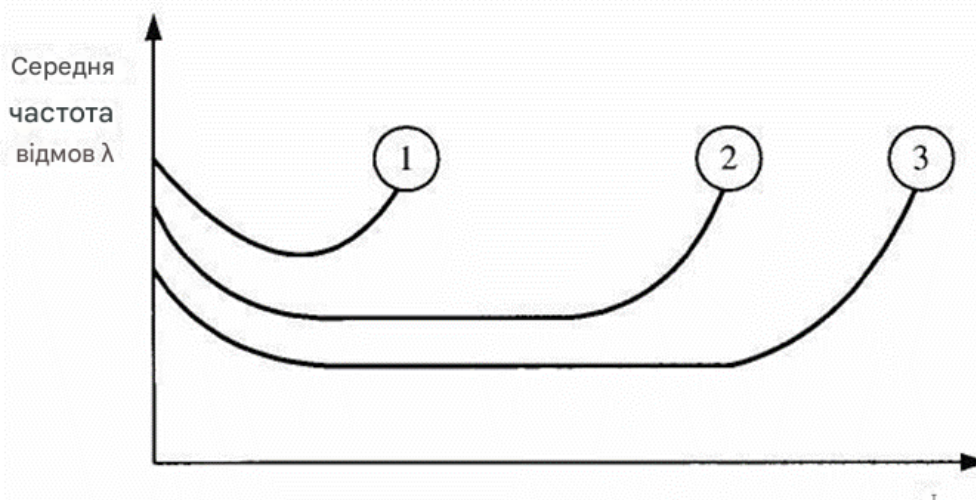


Рисунок 1.5 - Залежність середньої інтенсивності відмов від навантаження елемента: 1 – дуже високі напруження; 2 – середні напруження; 3 – низькі напруження

Надійність проєктованих об'єктів необхідно розраховувати заздалегідь. Для розрахунків потрібні дані про характеристики надійності тих самих або подібних об'єктів або їх елементів. Ці дані отримують або за допомогою спеціальних випробувань, або шляхом статистичної обробки експлуатаційних показників. Спеціальні випробування на надійність є дуже дорогими, тому зазвичай випробовуються не самі вироби, а лише деякі з їх елементів. Реєструються відмови складних дорогих технічних об'єктів, вказуючи тип відмови та елемент, що вийшов з ладу. Пізніше відмови класифікуються за явищем, яке їх спричинило/

Найчастіше використовуваним експериментально визначеним параметром є середня інтенсивність (коефіцієнт) відмов. Вона розраховується шляхом ділення загальної кількості відмов протягом часу спостереження на загальний випуск за той самий час. При цьому передбачається, що середня інтенсивність відмов однакова протягом усього періоду спостереження [11].

1.4 Діагностичні методи

Різноманітність методів діагностики залежить від фізичної природи діагностичних параметрів, точності вимірювальних приладів та типу діагностики [6].

За призначенням діагностика поділяється на 2 типи – загальну та детальну.

Загальна діагностика (D-1) призначена для визначення загального технічного стану без пошуку конкретних несправностей, тобто за загальною характеристикою (так/ні). Вона використовується для діагностики тих механізмів, які безпосередньо пов'язані з безпекою руху та діагностикою транспортного засобу в цілому.

Детальна діагностика (D-2) призначена для діагностики окремих елементів з метою уточнення конкретного місця, характеру та причин несправності. Вона визначає не тільки точний діагноз, але й послідовність, обсяг та характер робіт, необхідних для відновлення працездатності об'єктів.

Діагностика також поділяється на:

- суб'єктивну – засновану на професійному досвіді людини, з використанням примітивних вимірювальних приладів;
- об'єктивну – її основою є спеціальне обладнання (методи: енергетичний, віброакустичний, тепловий, стробоскопічний, спеціальний).

Суб'єктивна діагностика часто виявляє дуже чіткі, візуально видимі несправності, тріщини або розриви. Для того, щоб виконати дуже точну діагностику та виявити всі несправності або несправності автомобіля, необхідно використовувати найновіші технології та методики, які точно адаптовані до відповідних автомобілів або їх деталей.

1.5 Аналіз відмов двигунів легкових автомобілів

Двигун автомобіля є одним із найменш надійних компонентів [15]. Наразі найпопулярнішими тепловими двигунами в автомобілях все ще є

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двигуни внутрішнього згорання, хоча все частіше зустрічаються гібридні автомобілі з електричним двигуном. Рушійною силою теплового двигуна є різниця температур. У такому двигуні тепло, що генерується джерелом тепла, перетворюється на корисну роботу. Найпоширенішими тепловими двигунами є двигуни внутрішнього згорання. Коли в камерах згорання поршневих двигунів внутрішнього згорання спалюється рідке або газоподібне паливо, отримана теплова енергія перетворюється на механічну роботу [15]. У більшості випадків ресурси основних деталей двигуна - циліндрів і поршнів - визначають робочий ресурс усього двигуна. Для оцінки інтенсивності відмов двигунів внутрішнього згорання необхідно звернути увагу на їх типи. Двигуни внутрішнього згорання можна розділити на іскрові та компресійні. Двигуни з іскровим запалюванням використовують леткі види палива (бензин, газ або біоетанол), для яких потрібна іскра для запалювання, тоді як двигуни з компресійним запалюванням використовують дизельне паливо або біодизельне паливо, для яких потрібна теплота стисненого повітря. Зі зростанням сектору відновлюваної енергетики пальне для легкових автомобілів можна використовувати разом із паливом з відновлюваних джерел енергії (RME) без шкоди для робочих умов двигуна [16]. Експлуатація легкових автомобілів часто створює проблеми через обрив ремня ГРМ, несправності свічок запалювання та паливного насоса (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 - Найбільш зношені деталі двигунів легкових автомобілів: а – ремень ГРМ, обрив ремня; б – паливні свічки запалювання; в – паливний насос

Як у двигунах із іскровим запалюванням, так і в дизельних двигунах поршень рухається в точках спокою [15]. Для досягнення оптимальної роботи транспортного засобу необхідно забезпечити максимально можливу надійність та економічність двигуна автомобіля. Механічна та економічна ефективність двигунів визначається температурним полем циліндрів і поршнів і температурними деформаціями, що від нього залежать. Під час роботи двигуна через відмови у вузлах і з'єднаннях деталей погіршуються його показники потужності та економічності, а також знижується надійність і довговічність двигунів [15]. Основні відмови двигунів автомобілів виникають через нерівномірність температур. Як циліндрові, так і поршневі групи під час роботи знаходяться в нерівномірних температурних полях. Нерівномірне температурне поле, що виникає під час роботи, безпосередньо впливає на виникнення нерівномірних деформацій. Деталі, що з'єднані між собою при різних температурах, впливають одна на одну, змінюючи форму та поверхню деталей. З цих причин температурне поле циліндрів двигуна та поршнів і залежні від нього температурні деформації є одними з основних факторів, що визначають механічну ефективність двигунів.

Поширеною причиною відмов двигунів внутрішнього згорання є недостатня довговічність деталей двигунам [17]. Також встановлено, що недостатня стійкість до зносу та руйнування може виникати через використання невідповідних масел [16]. Для підвищення довговічності деталей двигуна можна використовувати лазерну обробку поверхні, під час якої підвищується твердість поверхні. Рівень армування поверхні залежить від шляху лазерного променя, чим частіше останній, тим твердішою буде поверхня [17]. Іншим способом зменшення тертя в деталях двигуна є використання різних масел. Для забезпечення хорошої роботи двигуна та одночасного сприяння використанню біоенергетичних матеріалів, для змащування деталей можна використовувати ріпакову олію з різними

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

синтетичними добавками або без них, а також різні матеріали для металевих покриттів/

Оцінка рівня шуму може бути використана для виявлення несправностей двигуна. Маючи еталонну діаграму рівня шуму та максимально допустимі рівні шуму, вимірювання рівня шуму можуть виявити ту чи іншу несправність у компонентах системи двигуна [18].

1.6 Аналіз відмов шасі легкових автомобілів

Шасі автомобіля є такою ж важливою системою, як і двигун. Удари, спричинені нерівностями дороги, спричиняють велику кількість поломок/ Призначення шасі полягає в передачі сили тяжіння автомобіля на дорожню поверхню, пом'якшенні ударів, спричинених нерівностями дороги, та заміні обертального руху коліс ковзним рухом автомобіля. Шасі складається з рами автомобіля (або посиленої нижньої частини кузова в безрамному автомобілі), передньої та задньої осей, підвіски та коліс. Підвіска складається з різних пристроїв, таких як амортизатори, пружини, різні важелі, які кріплять вісь до рами або кузова. Після проведення дослідницького аналізу було виявлено, що амортизатори є найпоширенішими поломками в системі шасі [19].

Стабілізатор зменшує нахил кузова автомобіля при поворотах. Він встановлений у передній частині автомобіля. Це сталевий стрижень, середня частина якого кріпиться до кузова автомобіля, а його відігнуті кінці з'єднані з нижніми важелями підвіски. При нахилі кузова стабілізатор скручується і таким чином чинить опір нахилу кузова. У задній підвісці автомобіля функцію стабілізатора виконує балка осі [19]. Стабілізатор, як і кожна деталь підвіски, з часом зношується і потребує заміни та ремонту. Стабілізатор зазвичай кріпиться до кузова двома гумками, а на своїх кінцях він кріпиться до колеса кожної осі за допомогою тяг або шарнірів. Тяги (рис. 1.10), які розташовані біля коліс, найчастіше виходять з ладу, оскільки їх багато, звуки,

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

які вони видають, різні. Шасі автомобіля немислиме без пружин. Поломки пружин не є поширеними, але трапляються через корозію. (Рисунок 1.11)



Рисунок 1.10 - Поломка сальника моста



Рисунок 1.11 - Нова та пошкоджена пружина

Однією з головних частин ходової частини автомобіля є амортизатори. Вони зменшують вібрацію, запобігають підстрибуванню автомобіля під час руху по нерівній поверхні та потраплянню у вибоїни. Їх робота базується на опорі рідини, яка подається під тиском через калібровані отвори. Амортизатори встановлені між кузовом та осями біля кожного колеса автомобіля (рис. 1.12). Клапани, встановлені в поршні амортизатора та внизу циліндра, створюють неоднаковий опір потоку рідини під час руху поршня, тим самим зменшуючи його коливання. Наразі відомі два типи амортизаторів: газові та гідравлічні. Газові амортизатори - це гідравлічні амортизатори, в яких «пробка» зі стисненого газу запобігає спінюванню перекачуваної оливи. Газові амортизатори легші за гідравлічні, і вони не обов'язково повинні бути повністю герметичними.

Коли амортизатори виходять з ладу, автомобіль продовжує розгойдуватися ще довго після проїзду по нерівностях [19]. Керування автомобілем з несправними амортизаторами дуже небезпечне, особливо під час руху на високих швидкостях по поганих дорогах. Під час руху по поганих дорогах або на відносно високих швидкостях олива в гідравлічних

амортизаторах з часом починає пінитися. Потім, через утворену піну, робота амортизаторів погіршується, і вони більше не забезпечують необхідного зчеплення коліс з дорогою, що викликає дискомфорт під час керування.



Рисунок 1.12 - Автомобільні амортизатори: а – амортизатори; б – встановлення амортизатора; с – поломки амортизатора

Найпоширеніші дефекти амортизаторів:

- поломка сальника штока амортизатора;
- внутрішнє пошкодження амортизатора: відмова клапанного вузла або поршня, або природний знос;
- механічне пошкодження амортизатора: тріщина, вм'ятина на корпусі, викривлення штока;
- поломка амортизатора: поломка штока, поломка монтажної петлі, деградація або пошкодження опорних гум;
- невідповідність властивостей або деградація рідини амортизатора;
- відсутність газу в амортизаторі.

Найпоширенішою проблемою з амортизаторами є витік оливи. Витік мастильних матеріалів через протікання перешкоджає належному функціонуванню механізму амортизатора, тому їх необхідно замінити. Ще одна проблема полягає в тому, що захисна гума часто рветься. Коли в захисній гумі з'являються тріщини, на деталі, що труться потрапляє бруд і волога, що призводить до швидшого зносу амортизатора та втрати необхідних характеристик. Захисна гума, виготовлена з неякісної сировини,

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

не витримує ударів і швидше рветься, тому необхідно вибирати надійні амортизатори із захисними деталями, зазначеними виробниками.

Незважаючи на часті поломки амортизаторів, у ходовій частині часто трапляються такі поломки:

– лонжерони та поперечини згинаються, в них з'являються тріщини, розхитуються заклепкові з'єднання;

– тріскається або скручується передній міст, зношуються підшипники маточин та їх посадочні місця, збільшується їх люфт, зношуються шпинделі та їх посадочні місця, зношуються монтажні отвори ободів, зменшується еластичність пружин або ресор, можуть ламатися листи ресор, згинаються ободи та пошкоджуються шини;

– деформуються стабілізатори поперечної стійкості автомобіля.

Поломки ходової частини безпосередньо впливають на безпеку водія та пасажирів. Поломки ходової частини автомобіля проявляються, перш за все, неприємними звуками автомобіля, що доносяться з автомобіля під час руху по нерівних дорогах, та нестійкістю автомобіля під час маневрування. Також поширеними є поломки, які водій не помічає, доки поломка не досягне критичної точки.

1.7 Аналіз несправностей системи охолодження легкових автомобілів

Система охолодження автомобіля потрібна для відведення тепла від найгарячіших деталей двигуна та підтримки їх оптимальної температури. Якби двигун не вентилювався, деталі колінчастого вала та механізмів газорозподілу сильно нагрівалися б, і вони б гірше змащувалися. Крім того, при перегріві двигуна циліндри гірше наповнювалися б повітрям або сумішшю, а в двигунах Отто робоча суміш не займалася б самозаймання в потрібний момент. Система охолодження складається з радіатора, вентилятора, водяного насоса, термостата, термовимикача, розширювального

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

бачка та з'єднувальних шлангів. Щоб двигун швидше прогрівся, не потрібно поспішати вмикати обігрівач [20].

Двигуни можуть охолоджуватися повітряним або комбінованим способом. Повітряне охолодження може бути природним або примусовим. Природне повітряне охолодження - це коли потік повітря для охолодження двигуна залежить лише від швидкості руху автомобіля та температури навколишнього повітря. Така система не може забезпечити оптимальну температуру деталей двигуна [21]. Примусове повітряне охолодження – це коли, незалежно від швидкості, вентилятор створює повітряний потік, а заслінка може регулювати розмір повітряного потоку. Цей метод охолодження кращий, оскільки він може забезпечити ефективніший тепловий режим для деталей двигуна, а його конструкція простіша, ніж у комбінованих систем охолодження.

Наразі двигуни автомобілів часто охолоджуються рідиною. Циркулююча охолоджувальна рідина охолоджує циліндри двигуна, поверхні камери згоряння та сідла клапанів. Коли охолоджувальна рідина досягає відповідної температури, термостат відкривається. Охолоджувальна рідина циркулює у верхньому шлангу біля верхньої частини радіатора [21]. Протікаючи через радіатор, рідина охолоджується потоком повітря, який за необхідності посилюється електричним вентилятором охолодження. Деякі з найпоширеніших несправностей системи охолодження - це пошкодження радіатора та корозія різних деталей, спричинені витоками та витокі охолоджувальної рідини (рис. 1.14). Охолоджувальна рідина повертається до водяного насоса через нижній шланг та відкритий термостат. Електричний вентилятор охолодження керується тепловим вимикачем, вбудованим у основу радіатора. Температура охолоджувальної рідини регулюється датчиком, розташованим у головці блоку циліндрів.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 1.13 - Несправності основних частин системи охолодження:
 а – пошкодження радіатора; б – корозія, спричинена витоком охолоджувальної рідини; в – корозія насоса охолодження

Для охолодження двигунів призначені спеціальні антифризи (тосоли), які виготовляються на водній основі. Для охолодження також може використовуватися вода, але вона може замерзати при низьких температурах, пошкоджуючи радіатор і двигун. З іншого боку, вода, що містить багато розчинених солей, може утворювати відкладення на зовнішніх поверхнях циліндрів і порушувати тепловий режим роботи двигуна, пошкоджувати сальник насоса охолоджувальної рідини [21]. Тому для охолодження двигуна найчастіше використовується суміш антифризу та води. Якби в системі охолодження циркулювала лише вода, це спричинило б електроліз і корозію, тому антифриз також містить антикорозійні елементи.

Основною ознакою того, що є несправність, так чи інакше пов'язана з системою охолодження, є підвищення температури двигуна, іншими словами, перегрів.

1.8 Аналіз несправностей електричних систем у легкових автомобілях

На початку виробництва автомобілів електрика використовувалася лише для запалювання робочої суміші двигуна автомобіля. Пізніше, з появою нових технологій, кількість електричних пристроїв в автомобілі швидко зростала, оскільки потреби людей зростали. Наразі електрика в автомобілях використовується не лише для запалювання робочої суміші в циліндрах двигуна, але й для освітлення дороги та салону, запуску двигуна, приладів

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

контролю потужності, вимірювання, світлової сигналізації, додаткових електричних пристроїв та різних електронних, радіо- та комунікаційних пристроїв. Напруга постійного струму електроенергії становить 12 або 24 В. Сучасні нові автомобілі немислимі без багатьох мікроелектронних пристроїв. Електронні системи керування процесами автомобіля значно покращують його експлуатаційні параметри, але водночас збільшують ціну автомобіля майже на третину [22]. Через свою складність цю систему часто поділяють на окремі частини (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Класифікація електрообладнання

Електрообладнання автомобіля	Система живлення	Акумулятор, генератор, регулятор напруги
	Система запуску	Стартер, блокувальне реле
	Система запалювання	Переривник і розподільник, датчики, свічки запалювання, котушка запалювання, електронні блоки, мікропроцесор
	Система впорскування	Мікропроцесор, датчики, паливний насос, форсунки
	Антиблокувальна система гальм	Мікропроцесор, датчики, блок клапанів, захист
	Система освітлення	Лампи, розподільні пристрої для освітлення, прилади для внутрішнього та зовнішнього використання
	Зовнішнє світло та звук	Поворотники, гудок, сигнал СТОП
	Система сигналізації	Склоочисники, пристрої системи охолодження, вентилятор салону
	Пристрої приводу	Показчик рівня палива, термометр двигуна, пристрій керування дальнім світлом, показчик тиску оливи, пристрої керування гальмами, зарядні пристрої акумулятора, спідометр, тахометр
	Вимірювальні та контрольні пристрої	Перемикач режимів роботи, центральний монтажний блок, розетки, вилки

Електрична система автомобіля стала дуже складною, тому навіть незначних несправностей неможливо уникнути без допомоги кваліфікованого спеціаліста.

Оцінка технічного стану електрообладнання та прогнозування дефектів є актуальним і досить складним завданням. Джерела живлення автомобіля повинні відповідати вимогам до стабільності напруги та потужності, швидко відновлювати електричну енергію акумулятора та мати достатню потужність, коли двигун працює на низькій швидкості. Електрообладнання автомобіля, таке як лампи розжарювання, електромагнітні пристрої безперервної роботи та електронні пристрої, є ненадійним, коли напруга коливається в більшому діапазоні. Напруга акумулятора зменшується пропорційно величині струму, що подається. Напруга електрогенератора збільшується зі збільшенням швидкості та зменшенням величини струму, що подається. Для забезпечення надійності електрообладнання необхідно обмежити коливання напруги джерел електроенергії [22].

1.9 Аналіз менш поширених поломок автомобілів

Інші несправності можуть включати несправності у всіх інших системах. Найпоширенішою є несправність у системі рульового керування. Великий вільний хід керма виникає, коли зношені рульові тяги або шарніри підвіски, рульовий механізм не відрегульований, болти кріплення керма ослаблені, а важіль рульового керування хитається. Кермо повертається з труднощами, коли зношені його шпинделі або механізм рульового керування. Рульова колонка, при повороті керма як в один, так і в інший бік, повністю висувається в обидва боки. Рухомі частини змащуються спеціальними рідинами та захищені від зовнішньої вологи, гравію та бруду захисними гумами. Захисні гуми рульових тяг покривають тяги рульової колонки (рис. 1.14). Їхнє призначення - утримувати колеса на одному рівні, коли автомобіль рухається вгору та вниз. Вона виготовлена з металу, а

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

всередині неї знаходиться металеве яблуко - коло, яке повинно жорстко рухатися, коли рухаються тяги рульової колонки.

Гумові захисти рульової тяги



Рисунок 1.14 - Профілактичний захист рульових тяг від механічних пошкоджень

До інших систем автомобіля належить гальмівна система. Усі гальма автомобіля схожі. Зазвичай встановлюються дискові та (або) барабанні гальма, гідравлічна система з бачком гальмівної рідини, головний та робочий циліндри, підсилювач гальм, шланги тощо. Дискові гальма встановлюються спереду та працюють разом з гальмівними колодками, які притискаються до чавунних дисків, що обертаються разом з колесом під час гальмування. Гальмівні колодки є однією з основних причин поломок дискових гальм. Дві гальмівні колодки на кожне колесо встановлені в дискових гальмівних супортах (рис. 1.15), які є невід'ємною частиною підвіски. При натисканні на педаль гальма в гідравлічній гальмівній системі створюється тиск, який виштовхує циліндри з супорта, які притискають гальмівні колодки до дисків. Вони мають барабанну форму (рис. 1.15) і встановлюються лише ззаду. Однією з основних поломок цього типу гальмівної системи є вихід з ладу гальмівних колодок та гальмівного циліндра (рис. 1.15). Барабанні гальмівні колодки (а) вигнуті півколом і мають фрикційні накладки та притискаються до внутрішньої поверхні барабана під час гальмування. У барабанній

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

гальмівній системі, яка є невід'ємною частиною підвіски, на кожне колесо встановлено дві гальмівні колодки. При натисканні на педаль гальма в гідравлічній гальмівній системі створюється тиск, який допомагає колісному гальмівному циліндру притискати колодки до внутрішньої поверхні барабана, доки автомобіль не почне зупинятися завдяки їх тертю.

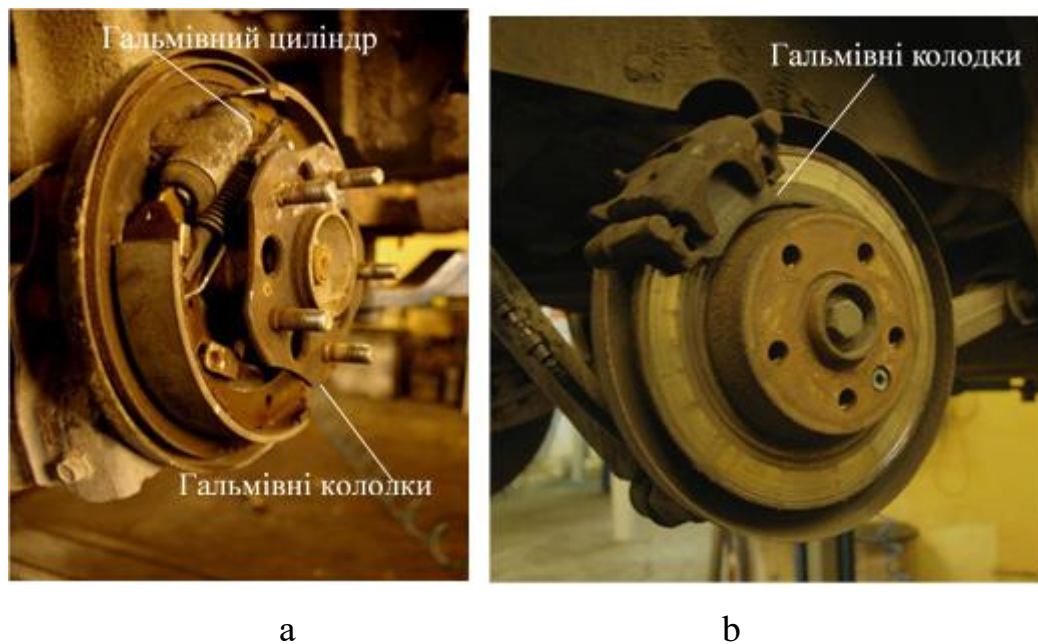


Рисунок 1.15 - Найпоширеніші несправності гальмівних механізмів:
а – барабанні гальма; б – дискові гальма

Гальмівна система також включає стоянкове (ручне) гальмо, яке можна використовувати для гальмування автомобіля, що рухається, в екстремній ситуації. Деякі моделі оснащені гідравлічним сервоприводом, антиблокувальною системою та іншими системами. Найчастіше гальмівна система має подвійну діагональну гідравлічну схему. Це означає, що кожен контур системи керує одним переднім і одним діагонально протилежним заднім гальмом від подвійного головного циліндра. Зазвичай обидва контури працюють рівномірно, але якщо один з них вийде з ладу, гальмівна сила іншого діятиме однаково на обидва колеса, і автомобіль сповільниться рівномірно, тільки не так ефективною Регулятор тиску в гальмівній системі

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

з'єднаний з гідравлічною трубою заднього гальма. Цей блок регулює тиск, що діє на кожне заднє гальмо. В результаті задні колеса не можуть заблокуватися під час різкого гальмування. Передні дискові гальма керуються одним поршнем, що діє на опори гальмівних колодок (супорти). Барабанні гальмівні колодки приводяться в дію робочими гальмівними циліндрами з подвійним поршнем і системою регулювання педалі гальма. Ручне гальмо зазвичай з'єднане тросом із задніми колесами, які можна гальмувати механічно, навіть коли гідравлічна система не працює. Підсилювач гальм допомагає ефективніше гальмувати.

Основні несправності гальмівної системи:

- витік гальмівної рідини;
- надмірне зусилля вільного ходу;
- легке натискання на педаль гальма;
- різке натискання на педаль гальма;
- негальмування одного або всіх коліс автомобіля;
- нерівномірне гальмування тощо.

Рівень гальмівної рідини в бачку також може зменшитися через витік у гідравлічній системі. У цьому випадку необхідно візуально оглянути всі можливі витіки гальмівної рідини та усунути їх. Під час натискання на педаль гальма або перетягування важеля ручного гальма можна помітити надмірний вільний хід. Вищезазначений симптом також може виникати через надмірний вільний хід підшипника маточини (диска), коли підшипники коліс зношуються або не відрегульовані. Ще однією причиною дефекту є неправильне регулювання троса ручного гальма або вихід з ладу механізму регулювання заднього гальма. Вільний тиск педалі виникає при наявності повітря в гальмівній системі, що спричинено витіком у системі. Зношені або поліровані поверхні тертя гальмівних колодок також ускладнюють гальмування, педаль гальма може стати важко натискатися.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі колеса можуть не гальмувати через механічно заблоковану педаль гальма. Ще однією причиною є гідравлічний тиск у головному циліндрі. Автомобіль може гальмувати нерівномірно через забруднення фрикційних поверхонь колодок маслом або нерівномірний знос. Оскільки гальмівна система є однією з основних у забезпеченні безпеки пасажирів, необхідно негайно подбати про неї.

1.10 Технічне обслуговування нових автомобілів протягом гарантійного терміну

Дослідження показали, що багато клієнтів, які мають намір придбати нові автомобілі, приділяють велику увагу гарантійному обслуговуванню. Наразі це стало одним із засобів переконати споживачів у надійності продукту [23]. Гарантія на автомобілі зазвичай надається на певний пробіг або період часу [24].

Гарантійне обслуговування не поширюється на експлуатаційну амортизацію автомобіля та природний знос. У більшості випадків гарантійне обслуговування не поширюється, якщо:

- інтер'єру або екстер'єру автомобіля було завдано механічних або хімічних пошкоджень;
- автомобіль експлуатувався неправильно.
- власник знає, що автомобіль обслуговувався або ремонтувався стороннім представником;
- були встановлені деталі, не сертифіковані виробником, або автомобіль був модифікований;
- не були дотримані правила, встановлені виробником, або технічний огляд, зазначений у сервісній книжці, не був проведений вчасно;
- власник транспортного засобу не своєчасно повідомив про виявлений дефект транспортного засобу лише після введення транспортного засобу в експлуатацію або одразу після появи дефекту [25].

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Гарантія дійсна протягом 36 місяців. Дефекти, про які своєчасно повідомлено, але які не замінено або не усунено протягом гарантійного терміну, мають бути замінені або усунені відповідно до гарантійних зобов'язань.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2 ТЕОРЕТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

При використанні діагностики в поєднанні з операціями з технічного обслуговування та ремонту доцільно економічно обґрунтувати обрану стратегію. При виконанні всіх регламентованих операцій з технічного обслуговування та ремонту (перша стратегія) загальний обсяг робіт становитиме [10]:

$$t = t_{\Sigma} \cdot N, \quad (2.1)$$

При виконанні лише тих операцій, необхідність яких була визначена діагностичними засобами (друга стратегія), загальний обсяг робіт:

$$t = t_{\Sigma} \cdot n \quad (2.2)$$

де n – кількість необхідних операцій, визначених діагностичними засобами;

t_{Σ} – загальний обсяг робіт з технічного обслуговування та ремонту i -го елемента.

Їх можна розрахувати за допомогою рівняння [26]:

$$t_{\Sigma} \cdot N = \sum_i^N t_{\Sigma}, \quad (2.3)$$

$$t_{\Sigma} \cdot n = \sum_i^N t_{\Sigma} + \sum_i^N t_{\Sigma i}, \quad (2.4)$$

де N – кількість операцій, регламентованих у всій технічній документації;

n – кількість необхідних операцій, визначених діагностичними засобами;

$t_{\Sigma i}$ – загальний обсяг робіт з технічного обслуговування та ремонту для i -го елемента.

Перший елемент правої частини рівняння 2.4 можна виразити наступним чином [26]:

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum_i^N t_{\Sigma} = \sum_i^n t_{\Sigma i} + \sum_i^N F_i \cdot t_{\Sigma}, \quad (2.5)$$

де F_i – ймовірність того, що після проведення перевірки (діагностики) i -й елемент потребуватиме профілактичних або ремонтних операцій.

Підставляючи вираз (2.4) у рівняння (2.1), отримуємо [26]:

$$t_{\Sigma} \cdot n = \sum_i^N (F_i \cdot t_{\Sigma i} + t_{\Sigma i}). \quad (2.6)$$

Величини, що входять до рівняння 1, є випадковими, тому під час вибору стратегії технічного обслуговування та ремонту необхідно визначити інтегральні функції розподілу $t_{\Sigma} \cdot N$, $t_{\Sigma} \cdot n$, $F(n)$ для величин $F_1 \cdot t_{\Sigma} \cdot N$, $F_2 \cdot t_{\Sigma} \cdot n$, $F_3 \cdot t_{\Sigma 1} \cdot$, $F(n)$. Знаючи їх, можна обчислити математичні очікування випадкових величин $M[t \cdot N]_{\Sigma}$, $M[t \cdot n]_{\Sigma}$, [] кожен $M t_{\Sigma}$ і $M[n]$.

Математичні очікування загальної тривалості робіт з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів розраховуються за рівняннями [26]:

$$M [t_{\Sigma} \cdot N] = N \cdot \bar{t}_{\Sigma}, \quad (2.7)$$

$$M [t_{\Sigma} \cdot N] = M [n] \bar{t}_{\Sigma k} + N \cdot \bar{F}_m \cdot \bar{t}_{\Sigma} + N \cdot \bar{t}_{\Sigma}, \quad (2.8)$$

де t та t_k – середні обсяги робіт з технічного обслуговування та огляду елемента;

$M[n]$ – математичне очікування кількості робіт з технічного обслуговування та ремонту, виконаних після огляду. Його можна розрахувати за рівнянням 2.9 [26].

$$M [n] = N \cdot F_m, \quad (2.9)$$

де: F_m – середня ймовірність відмови елементів автомобіля.

Вибираючи стратегію, слід враховувати три можливі випадки [26]:

$$M [t_{\Sigma} \cdot N] < M [t_{\Sigma} \cdot n], \bar{t}_{\Sigma} < \bar{F}_m \cdot \bar{t}_{\Sigma} + N \cdot \bar{t}_{\Sigma k}, \quad (2.10)$$

$$M [t_{\Sigma} \cdot N] > M [t_{\Sigma} \cdot n], \bar{t}_{\Sigma} > \bar{F}_m \cdot \bar{t}_{\Sigma} + N \cdot \bar{t}_{\Sigma k}, \quad (2.11)$$

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M [t_{\Sigma} \cdot N] = M [t_{\Sigma} \cdot n], \bar{t}_{\Sigma} = \bar{F}_m \cdot \bar{t}_{\Sigma} + N \cdot \bar{t}_{\Sigma k}, \quad (2.11)$$

Якщо перша умова виконана, економічно доцільно застосовувати першу стратегію. Якщо виконується друга умова, доцільно застосовувати другу стратегію. Якщо виконується третя умова, то необхідно проаналізувати $F \cdot (M [t_{\Sigma} \cdot N])$ і $F \cdot (M [t_{\Sigma} \cdot n])$, тобто визначити математичні очікування, що відповідають значенням інтегральної функції обраного показника ремонтпридатності. Коли $F \cdot (M [t_{\Sigma} \cdot N]) > F \cdot (M [t_{\Sigma} \cdot n])$, то економічно доцільно застосовувати другу стратегію для робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів [26].

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ЗАСОБИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Методологія дослідження відмови автомобілів протягом гарантійного терміну

Випробування проводилися на ТзОВ «Модерн-Авто». Для випробувань були обрані легкові автомобілі середнього класу марки Peugeot: 308, 508, 407, 3008. Тестові автомобілі були випущені у 2006-2009 роках, гарантійний термін тривав до досягнення 100 тис. км пробігу.

Під час випробувань були виявлені та усунені дефекти автомобілів протягом гарантійного терміну. Також були зібрані дані про крихкість основних систем автомобіля (двигуна, ходової частини, вентиляції, електрики та інших). Випробування легкових автомобілів на сервісі проводилися за схемою (рис. 3.1).

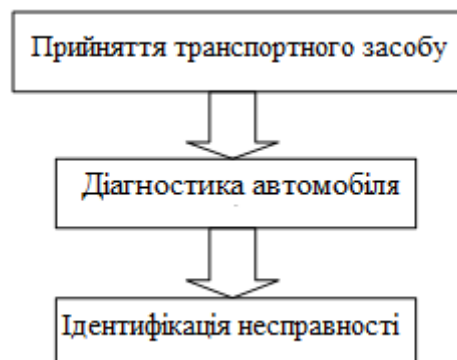


Рисунок 3.1 - Схема дослідження

На першому етапі разом з власником легкового автомобіля аналізували ознаки несправності, визначали, чи експлуатувався транспортний засіб за призначенням та відповідно до вимог, зазначених виробником. Також збирають дані про пробіг транспортного засобу, зазначають його марку та рік придбання.

Діагностичні роботи з автомобіля починаються з визначення та підготовки місця дослідження.

Під час дослідження планується збір даних про крихкість легкових автомобілів. Дослідження планується для визначення структурних,

технологічних та експлуатаційних причин несправностей та визначення основних наслідків несправностей – характеру їх прояву, ступеня впливу несправностей на всю систему легкового автомобіля та можливості прогнозування несправностей. Провести структурну класифікацію крихкості транспортних засобів, представивши дані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Структурна класифікація відмов транспортних засобів

Наслідки		Причина	Структурні	Технологічні	Експлуатаційні	Всього:
Характер прояву	раптовий	повільний				
Ступінь впливу	частковий	повний				
Передбачуваність	передбачуваний	непередбачуваний				
		Всього:				

Виявлення несправностей системи двигуна. Несправності системи двигуна виявлялися за допомогою комп'ютерного обладнання та спеціалізованих електронних пристроїв (рисунок 3.2). Підключивши електронні датчики до системного комп'ютера автомобіля, роботу двигуна контролювали, а системні помилки реєстрували за допомогою програмного забезпечення.

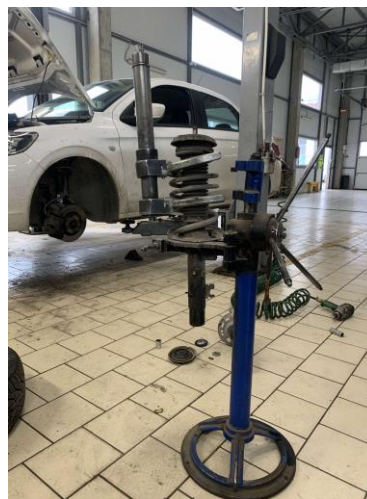


Рисунок 3.2 - Діагностичне обладнання для автомобілів

Виявлення несправностей системи шасі. Несправності системи шасі оцінювалися візуально. Після підйому автомобіля на підйомнику були

виявлені зламані або іншим чином пошкоджені деталі, які потребували заміни. Для перевірки амортизаторів та визначення їхньої точності роботи використовувалося обладнання для випробування амортизаторів (рис. 3.3).

Для перевірки амортизаторів автомобіль був припаркований на твердій поверхні, ручне гальмо було відключене, кермо було виставлене прямо, а коробка передач була встановлена на нейтральне положення. Випробувальний апарат був встановлений на крилі безпосередньо над центром колеса, зовнішній ультразвуковий датчик був підключений і розміщений на поверхні безпосередньо під випробувальним апаратом. Після встановлення випробувального обладнання кузов автомобіля сильно та різко натискали вниз 3 рази та відпускали.



а



б

Рисунок 3.3 - Обладнання для випробування амортизаторів:
а – осцилограф збору даних; б – підключення осцилографа до автомобіля

Діагностика електричної системи. Для визначення несправності в

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

електричній системі двигун автомобіля був вимкнений. Амперметр був підключений до будь-якої клеми акумулятора. Якщо вимірювальний датчик та інше обладнання показують, що сила струму висока, можна сказати про наявність несправності. Після визначення наявності несправності запобіжники перевірялися по черзі. Після визначення точного місця несправності тестером перевірялася наявність витоку електричного струму в тій частині, де виникла несправність, з метою уточнення та усунення несправності.



Рисунок 3.4 - Обладнання для випробування електричної системи

3.2. Складання статистичного ряду

Варіаційний ряд показує межі варіації випадкової величини. У ньому вказується розмір кожного інтервалу та кількість значень випадкової величини, що потрапляють у кожен інтервал від загальної кількості [6]. Гарантійне обслуговування легкових автомобілів закінчується після пробігу 100 тис. км. Пробіг гарантійного терміну автомобілів я поділяю на 10 інтервалів, кожен з яких займає 10 000 км. За наявними даними я створюю варіаційний ряд, у якому перераховую кількість відмов (табл. 3.2).

З варіаційного ряду я створюю статистичні ряди вихідних даних кожної технічної системи. У них я вказую розмір кожного інтервалу, середні значення інтервалу, кількість значень випадкової величини (частоти) та статистичні ймовірності виникнення випадкової величини. Статистичні

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

ймовірності обчислюються за допомогою рівняння 3.1.

$$p_i = \frac{m_i}{N_i}, \quad (3.1)$$

де m_i – кількість відмов основних систем у кожному періоді;

N_i – кількість відмов основних систем протягом гарантійного терміну.

Таблиця 3.2. Варіаційний ряд відмов легкових автомобілів протягом гарантійного періоду

Інтервал, тис.км \ Несправності	0 – 10	10 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	70 – 80	80 – 90	90 – 100
Двигун	5	9	12	20	-	11	13	9	7	12
Шасі	-	31	29	40	61	56	85	19	32	40
Система охолодження	8	6	2	-	-	1	3	4	1	3
Електрична система	9	17	3	13	16	12	4	3	1	16
Інше	11	1	1	2	4	3	4	4	5	5

3.3 Розрахунок основних числових характеристик

Середнє математичне значення пробігу автомобіля розраховується за допомогою рівняння 3.2 [6].

$$\bar{T}_{сер} = \sum_{i=1}^n T_{ісер} \cdot \frac{m_i}{N_i}; \quad (3.2)$$

де $T_{сер}$ – значення відхилення, що відповідає середині i -го інтервалу;

n – кількість інтервалів у статистичному ряду;

m_i – кількість відмов основних систем у кожному періоді;

N_i – кількість відмов основних систем протягом гарантійного терміну.

Ступінь відхилення пробігу відносно $T_{ісер}$ характеризується середньоквадратичним відхиленням. Середньоквадратичне відхилення

розраховується за рівнянням 3.3.

$$\sigma = \sqrt{\sum (T_{ісер} - \bar{T}_{сер})^2 \cdot \frac{m_i}{N_i}}; \quad (3.3)$$

де $T_{ісер}$ – значення пробігу, що відповідає середині i -го інтервалу;

$\bar{T}_{сер}$ – середнє значення пробігу;

m_i – кількість відмов основних систем у кожному періоді;

N_i – кількість відмов основних систем протягом гарантійного терміну.

Дисперсія випадкової величини характеризується коефіцієнтом варіації, який розраховується за рівнянням 3.4.

$$v = \frac{\sigma}{T_{сер} - T_n}; \quad (3.4)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення;

$T_{сер}$ – середнє значення;

T_n – початкове зміщення інформації дорівнює початку першого інтервалу.

3.4 Визначення ймовірності відмови у легкових автомобілях

Ймовірність відмови ($F(t)$) – це ймовірність того, що деталь не вийде з ладу протягом певного періоду часу або певної кількості годин. Вона виражається у вигляді частки або відсотка від одиниці та змінюється від 1 до 0 [1].

Знаючи ймовірність виникнення відмов, ймовірність безвідмовності може бути обчислена за рівнянням 3.5

$$F(t) = 1 - P(t), \quad (3.5)$$

тут $P(t)$ – ймовірність відмови у легкових автомобілях.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1 Розрахунок основних числових характеристик

Структурна класифікація поломок транспортних засобів. дані досліджень показали, що поломки транспортних засобів виникають з різних причин. була складена експериментальна таблиця структурної класифікації поломок транспортних засобів (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1. Структурна класифікація несправностей транспортних засобів

Наслідки		Причини		Структурні	Технологічні	Експлуатаційні	Всього
		Структурні	Технологічні				
Характер вираження	раптові			35	85	75	195
	повільні			55	125	125	305
Ступінь впливу	часткові			55	115	120	290
	повні			35	95	80	210
Можливість прогнозування	прогнозовані			25	40	50	115
	непрогнозовані			65	170	150	385
		Всього:		90	210	200	

Статистична ймовірність роботи системи двигуна в інтервалі від 0 до 10 000 км:

$$p_i = \frac{m_i}{N_i} = \frac{5}{98} = 0,051.$$

Статистичні ймовірності для всіх основних систем представлені в таблиці 4.2.

На основі даних про вихід з ладу основних систем транспортного засобу, зібраних під час дослідження, частоту відмов протягом гарантійного періоду було визначено за пробігом (рис. 4.1). Частота відмов, або щільність розподілу відмов, – це відношення кількості деталей, що вийшли з ладу протягом періоду роботи, до кількості деталей, що були присутні на початку роботи та тривалості роботи, коли деталі, що вийшли з ладу, не ремонтуються та не замінюються новими або не ремонтуються [6].

Таблиця 4.2. Інтервальні статистичні ряди відмов основних систем легкових автомобілів

Показники	Пробіг, тис. км.									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Середина інтервалу, км	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
Двигун										
Коефіцієнт відмов	5	9	12	20	2	9	13	9	7	12
Статистична ймовірність	0,051	0,092	0,122	0,204	0,020	0,092	0,133	0,092	0,071	0,122
Шасі										
Коефіцієнт відмов	5	28	27	40	61	56	85	19	32	40
Статистична ймовірність	0,013	0,071	0,069	0,102	0,155	0,142	0,216	0,048	0,081	0,102
Система охолодження										
Коефіцієнт відмов	8	6	2	0	0	1	3	4	1	3
Статистична ймовірність	0,286	0,214	0,071	0	0	0,036	0,107	0,143	0,036	0,107
Електрична система										
Коефіцієнт відмов	9	17	3	13	16	12	4	3	1	16
Статистична ймовірність	0,096	0,181	0,032	0,138	0,170	0,128	0,043	0,032	0,011	0,170
Інше:										
Коефіцієнт відмов	11	1	1	2	4	3	4	4	5	5
Статистична ймовірність	0,275	0,025	0,025	0,050	0,100	0,075	0,100	0,100	0,125	0,125

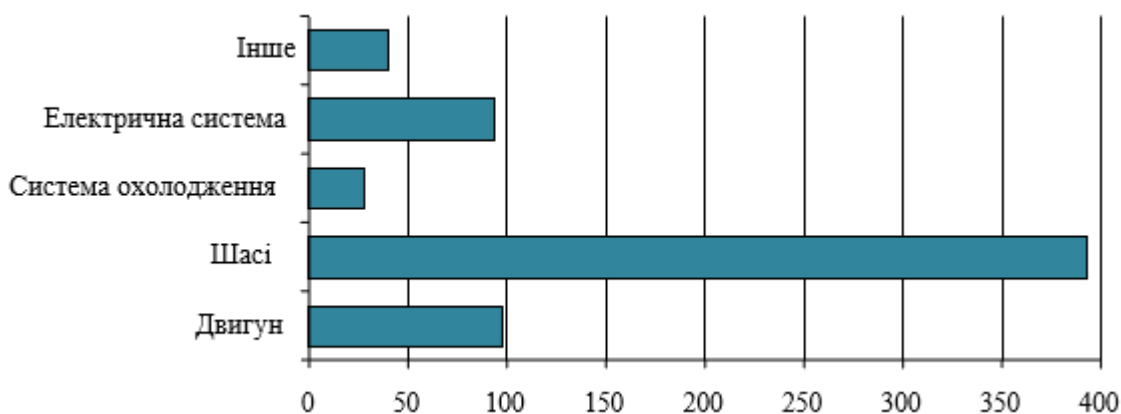


Рисунок 4.1 - Частота відмов основних систем у легкових автомобілях

Дослідження, проведені на автомобілях, показали, що найвища частота відмов у системі ходової частини відбувається протягом гарантійного терміну. Найменша кількість відмов виявлена в системі вентиляції, з частотою лише 30.

Після аналізу коефіцієнта відмов автомобілів була визначена ймовірність відмови (рисунок 4.2).

При експлуатації автомобілів класу Peugeot до 70 тис. км. ймовірність відмови зменшується.

Зі збільшенням пробігу до 80 тис. км. ймовірність відмови швидко зростає і, досягнувши 0,96, залишається майже постійною до кінця гарантійного терміну.

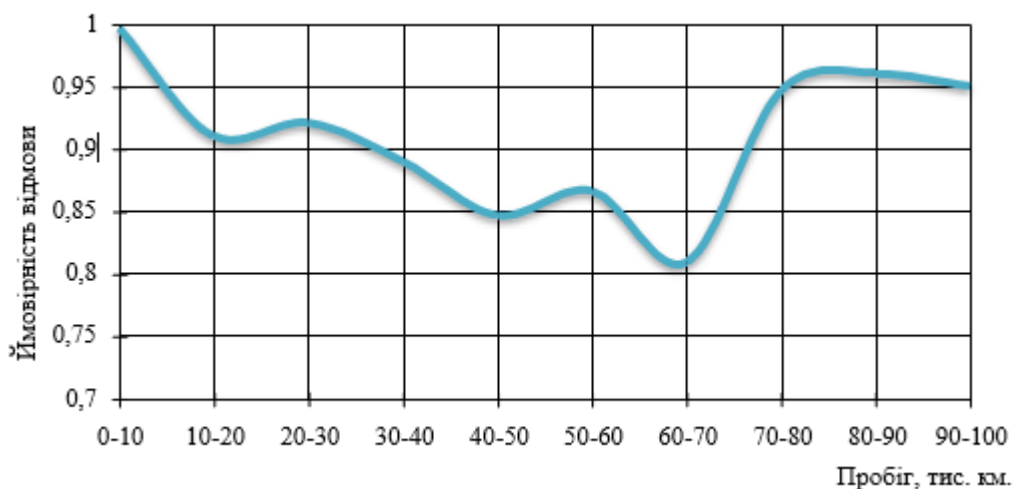


Рисунок 4.2 - Ймовірність безвідмовної роботи легкових автомобілів Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду

Середній ресурс системи двигуна:

$$\bar{T}_{ісер} = \sqrt{(5000 - 51020)^2 \cdot 0,051 + (15000 - 51020)^2 \cdot 0,092 + (25000 - 51020)^2 \cdot 0,122 + (35000 - 51020)^2 \cdot 0,204 + (45000 - 51020)^2 \cdot 0,020 + (55000 - 51020)^2 \cdot 0,092 + 65000 \cdot 0,133 + 75000 \cdot 0,092 + 85000 \cdot 0,071 + 95000 \cdot 0,122} = 51020 \text{ км}$$

Середнє квадратичне відхилення відмов у системі двигуна:

$$\sigma = \sqrt{(5000 - 51020)^2 \cdot 0,051 + (15000 - 51020)^2 \cdot 0,092 + (25000 - 51020)^2 \cdot 0,122 + (35000 - 51020)^2 \cdot 0,204 + (45000 - 51020)^2 \cdot 0,020 + (55000 - 51020)^2 \cdot 0,092 + (65000 - 51020)^2 \cdot 0,133} = 23965$$

Тоді коефіцієнт варіації відмови системи двигуна автомобіля дорівнює:

$$v = \frac{27618}{50955 - 0} = 0,541$$

Середні математичні значення, стандартні відхилення та коефіцієнти варіації ресурсу всіх основних систем легкового автомобіля представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Результати розрахунку основних числових характеристик

Системи, що досліджуються	Середнє математичне значення ресурсу, км	Відхилення середнього квадрата	Коефіцієнт варіації
Двигун	50955	27618	0,541
Шасі	55412	22926	0,414
Охолодження	39286	33851	0,862
Електрика	45745	29036	0,676
Інше	49250	33308	0,676

Під час оцінювання несправностей двигунної системи в гарантійний період було встановлено, що більшість несправностей пов'язані з системами подачі пального та запалювання (рис. 4.3). Найпоширенішими несправностями двигуна в гарантійний період є несправності свічок запалювання. Вони становлять майже 40 % усіх несправностей деталей двигуна. Окрім вже згаданих несправностей свічок запалювання, часто трапляються дефекти паливних форсунок та паливних трубок. Під час дослідження найменше було виявлено несправностей, пов'язаних із з'єднувальними деталями, а дефекти паливних трубок становили 15 % усіх несправностей двигуна.

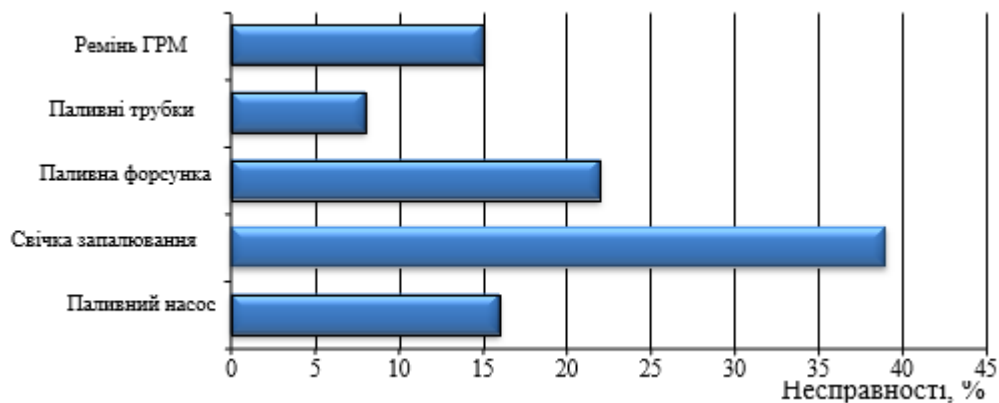


Рисунок 4.3 - Детальний показник відмов двигунів середнього класу легкових автомобілів Peugeot протягом гарантійного періоду

Більшість відмов систем двигуна протягом гарантійного терміну трапляються після того, як транспортний засіб проїде 30–40 тисяч кілометрів. зі збільшенням пробігу кількість дефектів двигуна зростає, доки транспортний засіб не проїде 60 тисяч кілометрів, після чого вона починає зменшуватися (рисунок 4.4).

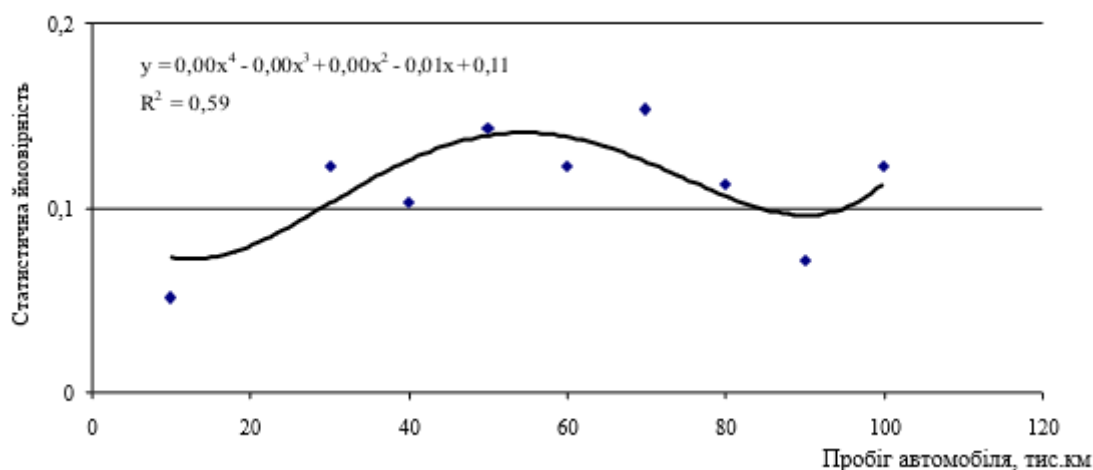


Рисунок 4.4 - Залежність коефіцієнтів відмов систем двигуна від пробігу в легкових автомобілях Peugeot середнього класу

Після детального аналізу окремих полумок було визначено, що паливні форсунки виходять з ладу протягом усього гарантійного терміну, але

суттєвих коливань, на які вплинув пробіг нових автомобілів, не спостерігалось (рис. 4.5). Найбільша кількість відмов паливних свічок запалювання була виявлена після того, як автомобіль проїхав 50 тис. км. З подальшою експлуатацією автомобіля ці відмови значно зменшилися. Дефекти паливних трубопроводів, а також відмови паливних форсунок виявлялися протягом усього гарантійного терміну.

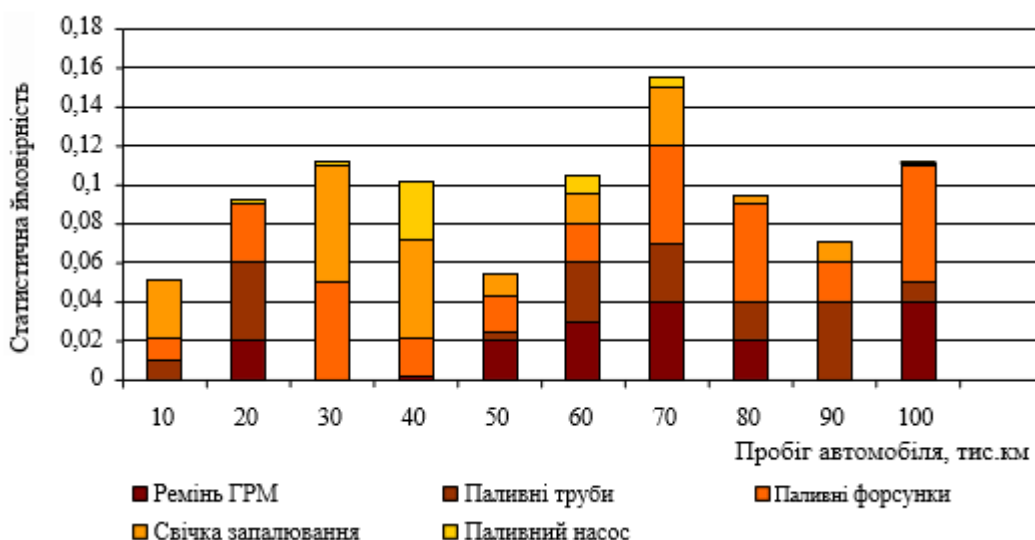


Рисунок 4.5 - Ймовірність виходу з ладу двигуна протягом гарантійного терміну для легкових автомобілів Peugeot середнього класу

Під час експлуатації будь-яких транспортних засобів і механізмів на поверхні їхніх деталей діють великі сили, високі температури, різні хімічні процеси та агресивне зовнішнє середовище. Через це неминуче зношуються окремі деталі механізмів, приладів, систем, кінематичні пари та ланцюги, змінюється геометрична форма поверхонь деталей, їхні розміри, гладкість, погіршуються умови змащення, відбувається корозія. Через уже згадані причини у системі ходової частини виникають різні несправності (рис. 4.6), а основними з них у гарантійний період є: пружини, важелі, сальники моста, шарніри, втулки осі, підшипники коліс, стабілізатори та амортизатори. Найменш схильними до несправностей деталями ходової частини у

гарантійний період є пружини. Під час дослідження було виявлено лише три несправності пружин, і лише одна пружина була повністю зламана.

Однією з деталей, що забезпечують стійкість руху автомобіля, є амортизатори. Амортизатори передають колесам сильні удари від нерівностей дороги та перетворюють їх на незначні коливання кузова автомобіля. Якщо електронне обладнання визначає, що ефективність роботи амортизатора є меншою ніж 50 %, він має бути замінений. Встановлено, що з амортизаторів, які вийшли з ладу у гарантійний період, лише 2 % стали повністю непридатними.

Результати досліджень показують, що найчастіше зношуються опорні гумові елементи амортизаторів. Коли гума зношується, у внутрішню частину амортизатора потрапляють забруднення, що спричиняє його пошкодження. У гарантійний період несправності амортизаторів становлять близько 30 % усіх несправностей автомобіля.

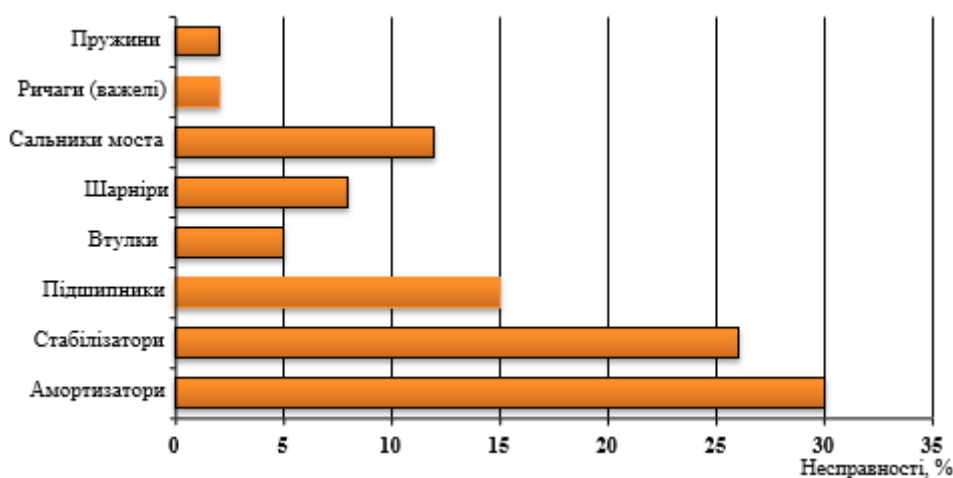


Рисунок 4.6 - Детальний показник відмов шасі легковика Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду

Згідно з нашими дослідженнями, під час введення нового автомобіля в експлуатацію протягом перших 10 000 кілометрів пробігу не виявляється жодних відмов у системі ходової частини. з подальшою експлуатацією

транспортних засобів було виявлено, що статистична ймовірність відмов поступово зростає, доки автомобіль не досягне пробігу 70 000 км (рис. 4.7).

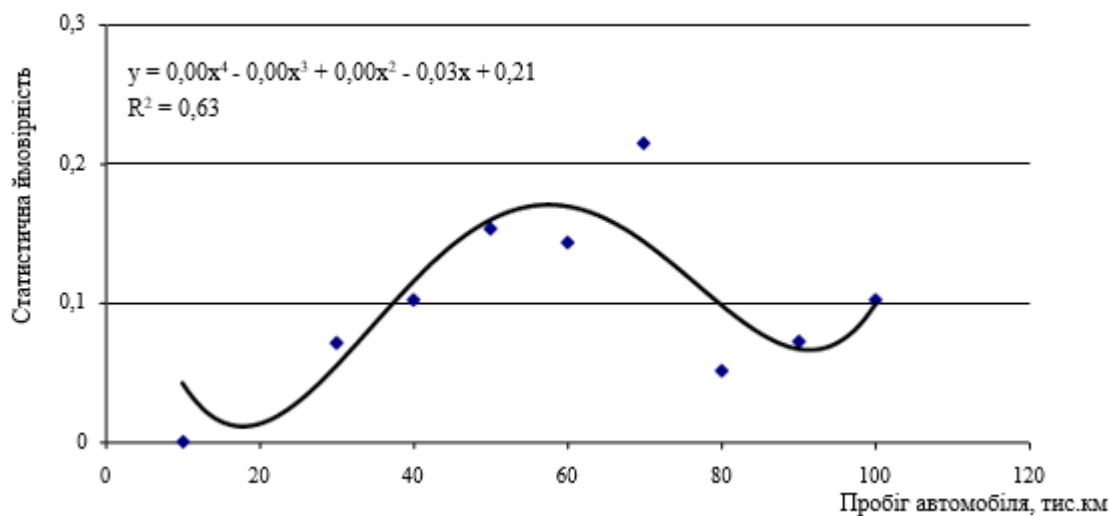


Рисунок 4.7 - Залежність інтенсивності відмов шасі середнього класу легкових автомобілів Peugeot від пробігу

Оцінивши пошкоджуваність системи ходової частини легкових автомобілів у гарантійний період, було визначено 228 відмов. Було помічено, що перші несправності з'являються після пробігу автомобіля 10 000 км (рис. 4.8). зі збільшенням пробігу кількість відмов ходової частини зростає. найбільша ймовірність виявлення хоча б одного дефекту системи ходової частини спостерігається при пробігу 40–50 тисяч кілометрів. Найбільша відносна ймовірність пошкоджуваності дорівнює 0,17. Від пробігу 70 тисяч кілометрів пошкоджуваність ходової частини значно зменшується, однак зі збільшенням пробігу вона знову починає зростати.

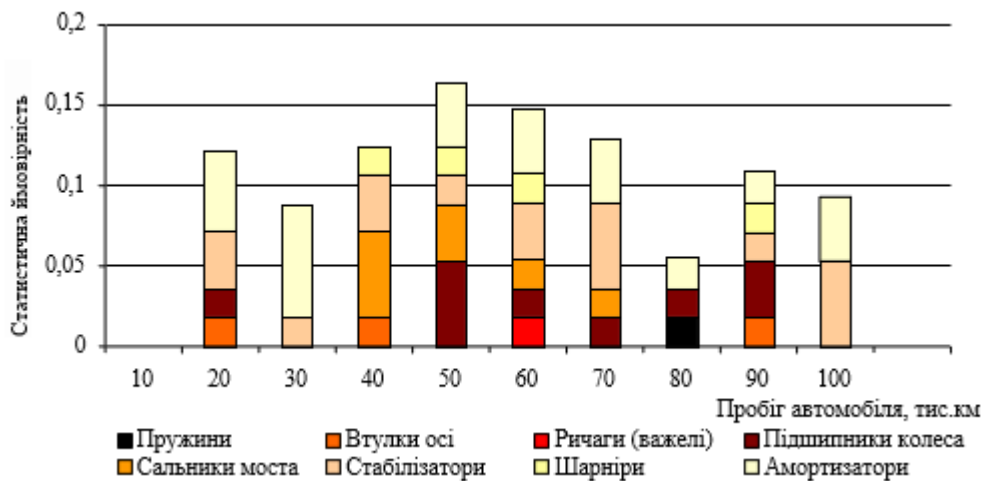


Рисунок 4.8 - Ймовірність відмови шасі протягом гарантійного періоду для легкових автомобілів Peugeot середнього класу

Система охолодження легкових автомобілів призначена для підтримання температури деталей двигуна, контролю перебігу процесу згоряння та запобігання перегріванню оливи, тому надзвичайно важливо забезпечити її безперервну роботу протягом усього періоду експлуатації автомобіля. Основні деталі системи охолодження, що виходять з ладу у гарантійний період, – це з'єднувальні шланги, насос охолоджувальної рідини, вентилятори охолодження та термостат (рис. 4.9).

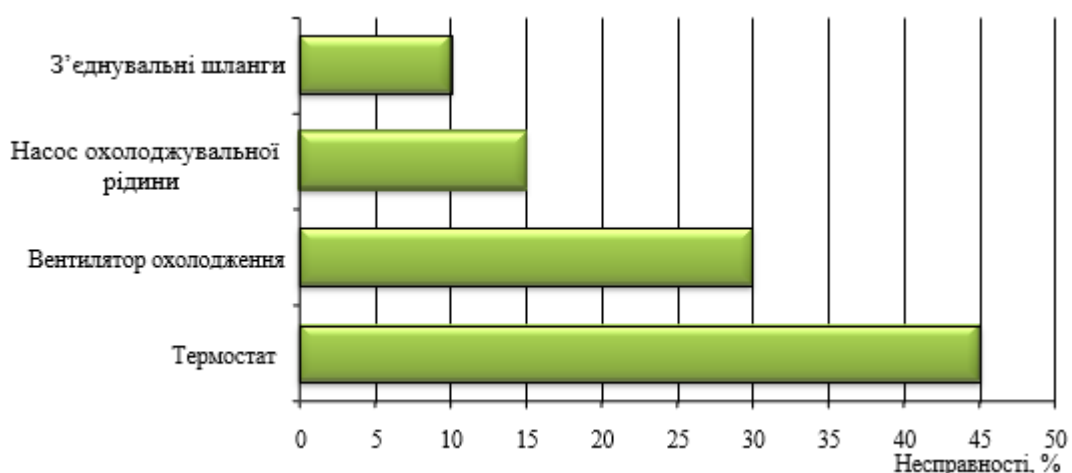


Рис. 4.9 - Пошкоджуваність деталей системи охолодження автомобілів марки Peugeot середнього класу у гарантійний період

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На відміну від інших систем легкових автомобілів, несправності систем охолодження та вентиляції проявляються на перших етапах експлуатації (рис. 4.9).

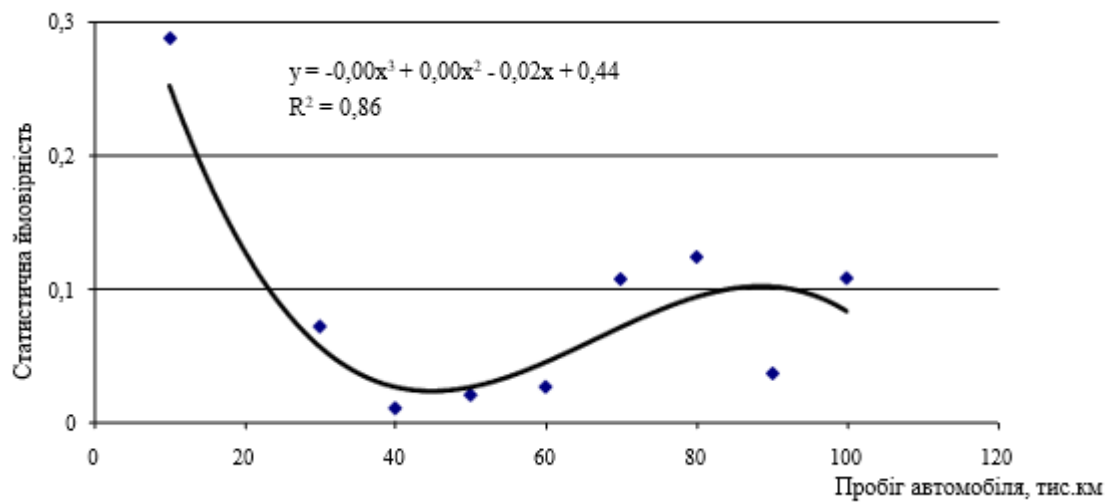


Рисунок 4.10 - Залежність коефіцієнтів відмов системи охолодження протягом гарантійного терміну середньо класу легкових автомобілів Peugeot від пробігу

Найбільша ймовірність виникнення несправності спостерігається, коли автомобіль проїжджає до 10 тисяч кілометрів. Пізніше ймовірність відмов зменшується і повністю зникає при збільшенні пробігу до 30 тис. км. Однак, незважаючи на це, подальша експлуатація автомобіля, згідно з нашими дослідженнями, знову призводить до збільшення частоти несправностей. На відміну від несправностей двигуна або ходової частини, ймовірність відмов системи охолодження помітно зменшується під час експлуатації автомобіля до 60 тис. км і знову починає зростати при подальшому використанні (рис. 4.9).

Несправності системи охолодження фіксувалися протягом усього періоду експлуатації (рис. 4.10). У системі охолодження легкових автомобілів найбільш вразливими в гарантійний період є термостати. Ймовірність їхніх відмов є найвищою, коли автомобіль експлуатується від 0 до 70 тис. км. Під час подальшої експлуатації автомобіля — до завершення гарантійного періоду, тобто до 100 тис. км — відмов термостатів не

виявлено. Це дає підстави припускати, що несправності термостатів у гарантійний період виникають не через умови експлуатації, а через неякісні матеріали виробу та помилки виробничих технологій.

Під час дослідження пошкоджуваності системи охолодження легкових автомобілів у гарантійний період було встановлено, що найменша ймовірність відмов припадає на з'єднувальні шланги та їхні з'єднання. Через неякісні з'єднувальні деталі та недостатню стійкість матеріалу вже протягом перших 10 тис. км виявляється висока ймовірність їхніх відмов.

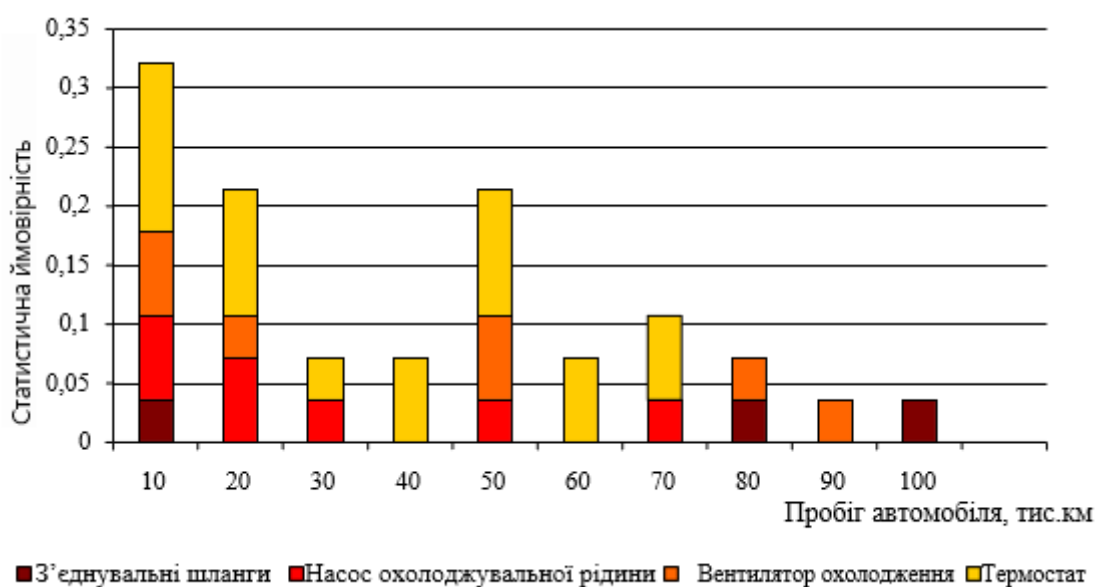


Рисунок 4.11 - Ймовірність виходу з ладу системи охолодження протягом гарантійного терміну в легкових автомобілях середнього класу марки Peugeot

Одна з найбільш нестабільних поломок електричної системи (рис. 4.12). Основні елементи поломок протягом гарантійного терміну були визначені дослідженнями: запобіжники, лампочки, трансформатори, коаксіальні кабелі, комутаційні контакти, резистори, діоди, конденсатори. Майже 30% усіх поломок електричної системи – це відмови лампочок. Найменшу кількість поломок – 4% становили резистори.

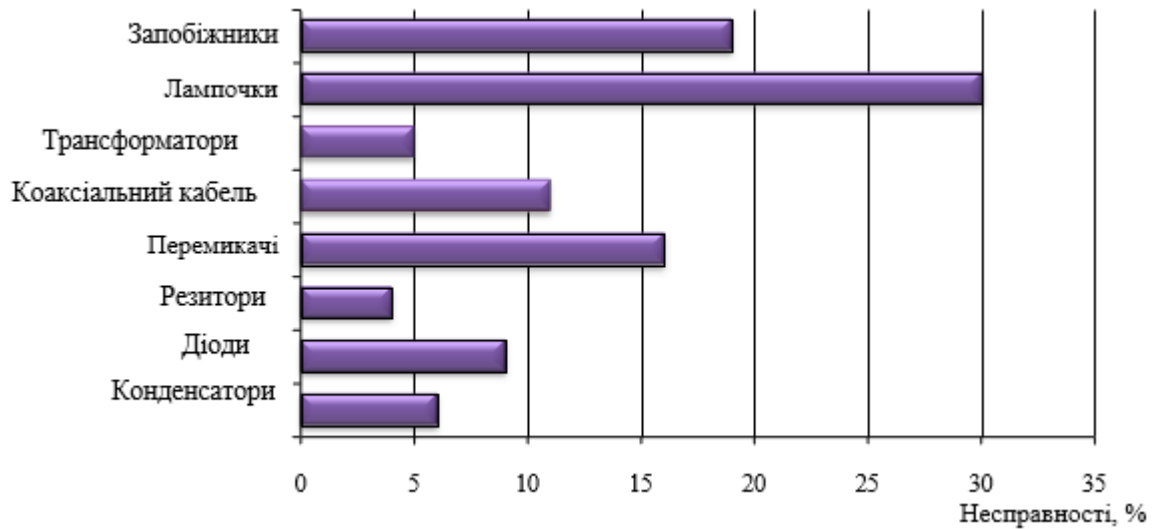


Рисунок 4.11 - Коефіцієнт відмов електричних компонентів легкових автомобілів Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду

Дослідження виявили значні коливання статистичної ймовірності відмов системи охолодження, поки автомобілі не досягнуть 40–50 тисяч кілометрів (рис. 4.13).

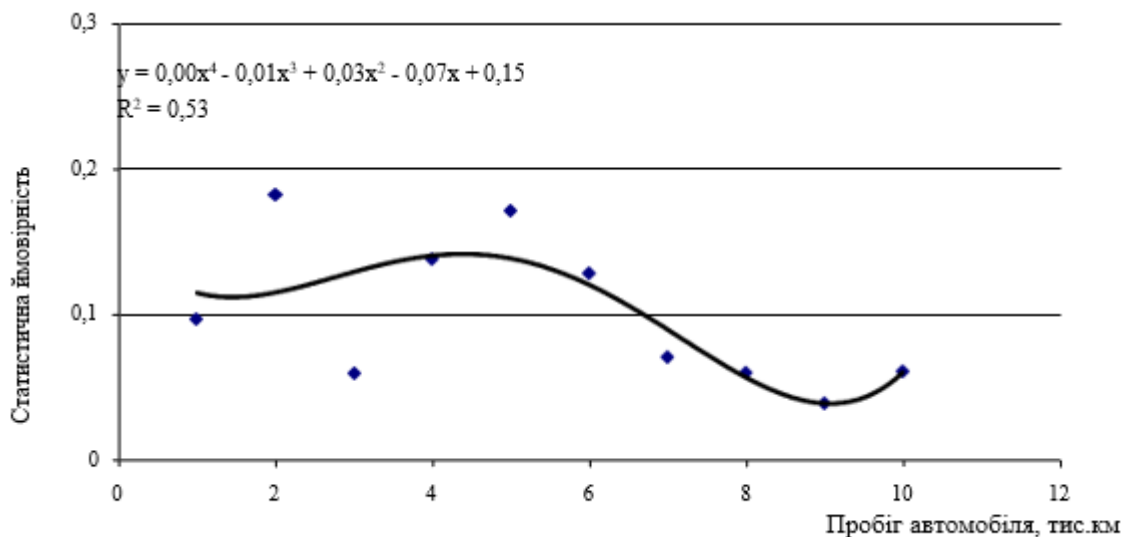


Рисунок 4.13 - Залежність коефіцієнта відмов електричної системи від пробігу в середньорозмірних легкових автомобілях Peugeot

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У міру продовження експлуатації транспортних засобів ймовірність відмови електричної системи поступово зменшувалася і лише до кінця гарантійного обслуговування досягла майже критичної межі. такі результати дозволяють припустити, що інтенсивність відмов складної електричної системи мало залежить від потужності та пробігу транспортного засобу, а достовірно залежить від ненадійності виробництва складних систем або низького опору технологічних матеріалів. усі відмови електричних систем легкових автомобілів розподілені з однаковою частотою протягом гарантійного терміну (рис. 4.14). найпоширенішими є відмови запобіжників. ймовірність відмови електричної системи не перевищувала 0,2.

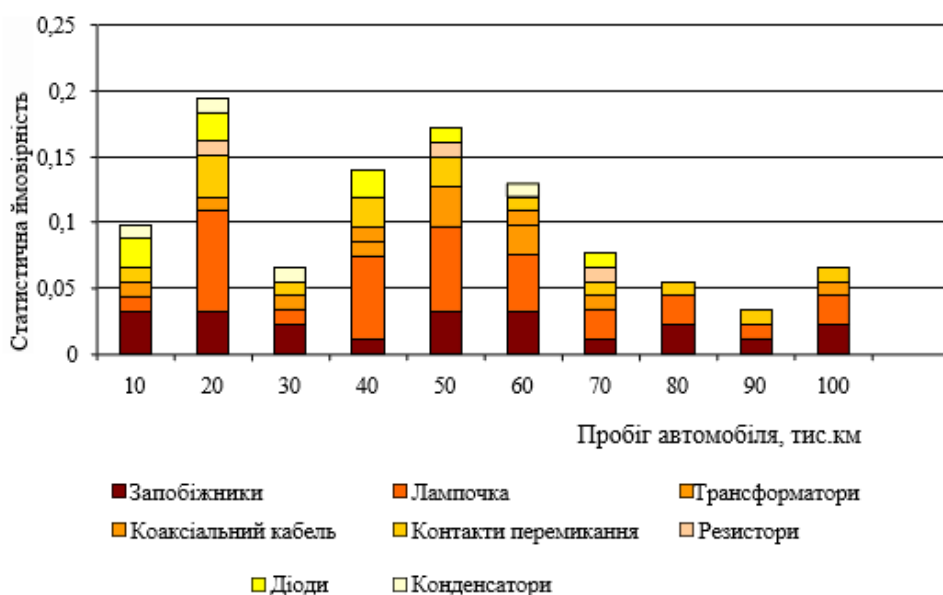


Рис. 4.14 - Ймовірність відмов електричної системи легкових автомобілів середнього класу марки Peugeot у гарантійний період

Провівши аналіз пошкоджуваності легкових автомобілів марки Peugeot, було встановлено, що у багатьох системах пошкоджуваність змінюється після пробігу автомобіля 60 000 км. Ймовірність відмов ходової та двигунної систем зростає до цього пробігу, а потім починає зменшуватися, тоді як у всіх інших досліджених системах відбувається протилежна тенденція.

ВИСНОВКИ

1. Дослідженнями встановлено, що на початку експлуатації легкового автомобіля, коли автомобіль проїхав 0-20 тис. км, ймовірність відмов двигуна, шасі та електричної системи була найнижчою, вона не перевищувала 0,1. Ймовірність відмов системи охолодження була найвищою, коли автомобіль досяг пробігу 0-20 тис. км. Найбільша кількість відмов двигуна, шасі та електричної системи у легкових автомобілях трапляється, коли він проїхав 50-60 тис. км. Ймовірність відмов легкових автомобілів протягом гарантійного терміну поступово знижується до 70 тис. км, після досягнення цього пробігу вона знову зростає до 0,96 і залишається на цьому рівні до кінця гарантійного терміну.

2. Аналіз літератури встановив, що відмови шасі автомобілів становлять 7% усіх відмов автомобілів. Дослідженнями встановлено, що понад 50% усіх відмов автомобілів протягом гарантійного терміну – це відмови шасі. Частково можна стверджувати, що такі відмінності були спричинені різними марками досліджуваних автомобілів, умовами експлуатації або різними технологіями.

3. Несправності шасі трапляються протягом усього гарантійного терміну. Найбільша ймовірність (0,17) виявлення несправності в системі шасі автомобіля спостерігається після пробігу 40–50 тисяч кілометрів. При експлуатації автомобіля до 10 тисяч кілометрів ймовірність несправності є найнижчою.

4. У легкових автомобілях несправності амортизаторів становлять 18% відмов системи шасі, несправності стабілізатора – 15,5%, несправності підшипників коліс – 8,2% усіх несправностей шасі.

5. Найбільша ймовірність того, що несправності двигуна порушать роботу автомобіля, спостерігається після пробігу автомобіля 60 тисяч кілометрів. Різниця в коефіцієнтах несправностей невелика.

6. Найбільша ймовірність того, що несправність електричної системи

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

станеться після пробігу автомобіля 50 тисяч кілометрів. Зі збільшенням пробігу автомобіля ймовірність несправності електричної системи зменшується. Найпоширенішим компонентом електричної системи, що виходить з ладу, є лампочки, їхні несправності становлять 30% усіх несправностей електричної системи. Найменш поширеними були виходи з ладу резисторів, на які припадало лише 4% усіх несправностей електричних систем.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Дикун, Т. В. Конспект лекцій з курсу "Експлуатація та обслуговування машин" [Текст] / Т. В. Дикун. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2001. – 108 с.
2. Jonušas R., Kalpokas J., Lazaravicius P. Remonto technologija – Kaunas, Technologija, 2001. – 257 p.
3. Mickunaitis V. Quality management of transport vehicles - Vilnius, Technika, 2006. – 174 p.
4. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення
5. Jonaitis L. Mašinu servisas – Kaunas, Smaltija, 1998. – 312 p.
6. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність: навч. посіб.[для студ. вищ. навч. закл.] / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич. Львів: Афіша, 2004. 492 с.
7. Brazys M., Butkus A. Automobiliu eksploatacinio patikimumo tyrimas. - Dešimtoji Lietuvos jaunuju mokslininku konferencija Mokslas – Lietuvos ateitis. Transportas. – 2007.
8. Cereška A., Pauža V. Quality Analysis and Management – Vilnius, Technika, 2005. – 134 p.
9. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю.
10. Дмитренко, В. С. Технічна експлуатація автомобілів і нафтогазового технологічного транспорту [Текст] : навч. посіб. / В. С. Дмитренко, Ф. В. Козак. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. – 464 с.
11. Heyes A. M. Automotive component failures // Engineering Failure Analysis. – 1998, vol. 4, No.1, p. 129 – 141.
12. Yua Z., Xu X., Liua X and Tiana W. Intergranular stress corrosion cracking of acoustic-filter hooks used in car // Engineering Failure Analysis. – 2010, vol. 17, issue 1, p. 249-258.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Padgurskas J., Rukuiža R., Stakauskas A. Use of metallizing oil additives for overhauled SMD-62 engines // Agricultural Sciences. – 1994, Vol. 43, p.72 – 75.
14. Šimakauskas I. S. Automobiliu elektros irenginiai - Vilnius, Technika, 2004. – 180 p.
15. Richard David Youngk, Automobile engine reliability, maintainability and oil maintenance, February 2000. DOI:10.1109/RAMS.2000.816290/
16. В. М. Мельник, Т. Й. Войцехівська, і А. Р. Сумер, «Дослідження основних техніко-експлуатаційних характеристик альтернативних видів палива для дизельних ДВЗ», НаукПраці ВНТУ, вип. 2, Чер 2018.
17. Zautra R. Determination of linear wear of vehicle engine contact surfaces // Transportas – Transport engineering. – 2000, vol. 15, No. 3, p. 123 – 127.
18. Juodzevicius E. Assessment of the technical condition of vehicles based on their noise emissions// Transportas – Transport Engineering. – 2001, vol. 16, No. 6, p. 234 – 239/
19. Denny, J., Veale, K., Adali, S., Leverone, F., “Conceptual design and numerical validation of a composite monocoque solar passenger vehicle chassis”, Engineering Science and Technology, an International Journal, pp. 1067-1077. 2018
20. Chapman, K. S., Johnson, J. H. and Chiang, E., 1988, "The Use of the Vehicle Engine Cooling System Simulation as a Cooling System Design Tool", SAE Technical Paper 880600.
21. Slobodan and all. Analysis of cooling systems for internal combustion engines. 14th International Scientific Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable Development– SED 2025.
22. Viacheslav Bondarenko and all. "Analysis of reliability of electrical equipment of passenger cars and prediction of technical condition using optical research methods", Proc. SPIE 13813, Seventeenth International Conference on Correlation Optics, 138131U (10 November 2025);

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Christozov D., Chukova S., Mateev P. Assessment of Quality of Warranty Policy // Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management. – 2010, vol 5, p. 61 – 72

24. Lawless J., Hu J., Cao J. Methods for the estimation of failure distributions and rates from automobile warranty data. – eks. angl. k. <http://www.bisrg.uwaterloo.ca/archive/RR-95-06.pdf> 2010 04 12

25. Murthy D. N. P., Djamaludin I. New product warranty: A literature review // International Journal of Production Economics. – 2002, vol. 79, p. 231–260

26. Tilindis, V.; Mickunaitis, V. Fundamentals of the Theory of Technical Operation of Automobiles. - Vilnius: Technika, 2003. 102 p.

27. Christozov D., Chukova S., Mateev P. Assessment of Quality of Warranty Policy // Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management. – 2010, vol 5, p. 61 – 72.

					MP.AT-74.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплект ілюстративного матеріалу до захисту магістерської роботи

студента групи АТм-24-2

Вовчука Ігоря Романовича

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ТА
ОСОБЛИВОСТЕЙ УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ АВ-
ТОМОБІЛЯ У ПЕРІОД ГАРАНТІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В
УМОВАХ ТЗОВ «МОДЕРН-АВТО».**

Науковий керівник: доц. Гнип М.М.

Івано-Франківськ
2025р.

Актуальність.

Сучасні автомобілі мають високий технічний рівень та чудову якість, що задовольняє навіть досить недосвідчених водіїв. Проте, часто при купівлі нового автомобіля враховуються не лише його технічні характеристики, модель, розмір чи потужність, але й його безпека дорожнього руху та надійність. Особливо важлива надійність автомобіля протягом гарантійного терміну. Тоді гарантія поширюється на всі деталі, що мають дефекти матеріалу або виробництва.

У разі несправності транспортного засобу для власника дуже важливо, щоб поломка була усунена якомога швидше. Оцінюючи таку ситуацію, важливо визначити ймовірність виходу з ладу автомобілів, їх систем або окремих деталей та виявити деталі, які найчастіше виходять з ладу. Знаючи ці результати, можна забезпечити достатню кількість запасних частин на складах автодилерів. На основі проведеного дослідження буде зроблено спробу визначити рівень виходу з ладу деталей легкових автомобілів протягом гарантійного періоду..

МЕТА і ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою роботи Визначити схильність до несправностей деталей двигуна, ходової частини, системи охолодження та електросистем легкових автомобілів у гарантійний період та оцінити залежність їхньої несправності від пробігу автомобіля.

Завдання дослідження:

- визначити схильність до несправностей механізмів і систем легкових автомобілів (двигун, електросистеми, трансмісія, ходова частина тощо) у гарантійний період;
- розподілити вузли досліджуваних легкових автомобілів на групи з точки зору їхньої схильності до несправностей;
- визначити ймовірність несправності окремих деталей основних систем досліджуваних автомобілів у гарантійний період;
- встановити залежність ймовірності несправностей досліджуваних автомобілів та їхніх деталей від пробігу;

Об'єкт дослідження – легкові автомобілі Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду.

Предмет дослідження – несправності механізмів і систем легкових автомобілів Peugeot протягом гарантійного періоду.



Рисунок 1 - Причини виникнення несправностей у нових автомобілях [11].

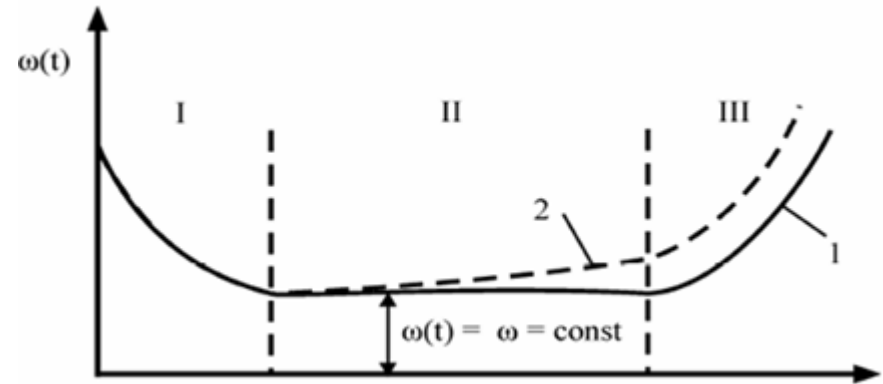


Рисунок 2 - Залежність інтенсивності відмов від терміну служби: 1 – теоретична крива, 2 – реальна інтенсивність відмов [1].

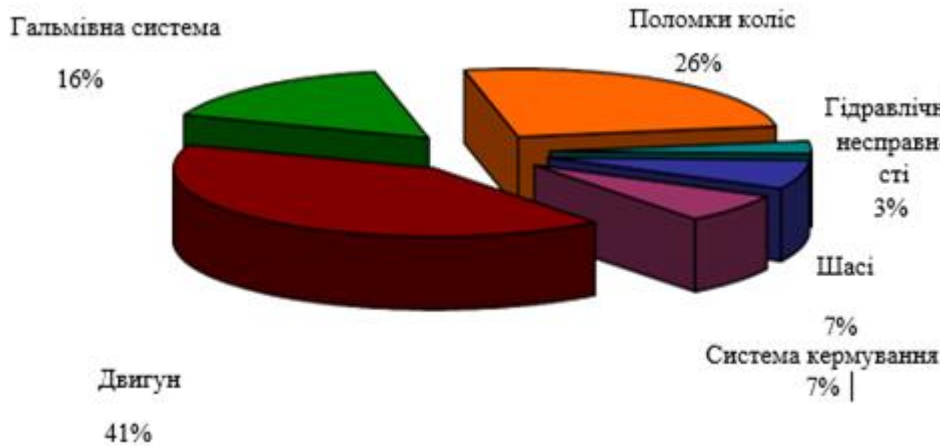


Рисунок 3 - Найпоширеніші заводські несправності

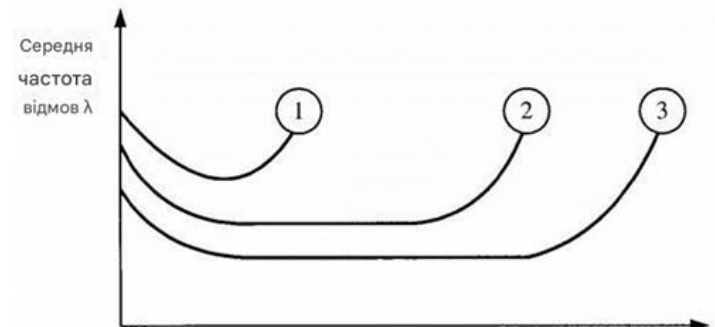


Рисунок 4 - Залежність середньої інтенсивності відмов від навантаження елемента:
 1 – дуже високі напруження;
 2 – середні напруження;
 3 – низькі напруження



а

б

в

Рисунок 5 - Найбільш зношені деталі двигунів легкових автомобілів:
а – ремень ГРМ, обрив ременя; б – свічки запалювання; в – паливний насос



Рисунок 6 - Несправність сальника моста



Рисунок 7 - Нова та пошкоджена пружина



а



б



в

Рисунок 8 - Автомобільні амортизатори: а – амортизатори;
б – встановлення амортизатора; в – несправність амортизатора

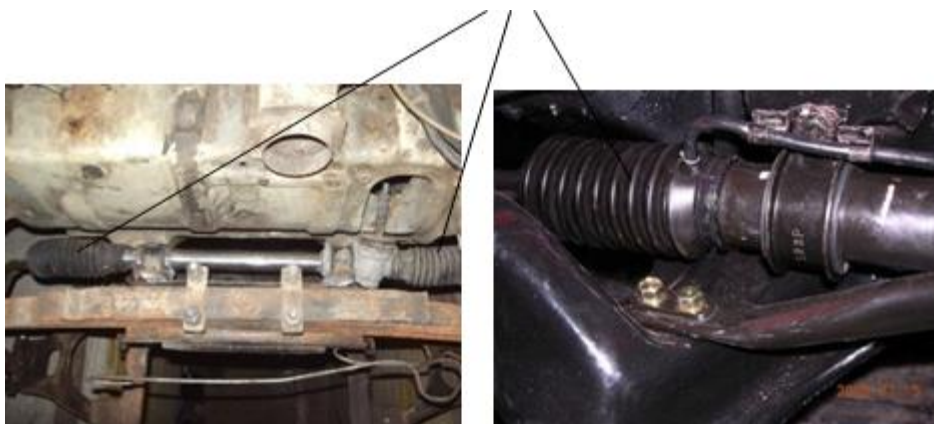


а

б

в

Рисунок 9 - Несправності основних частин системи охолодження:
а – пошкодження радіатора; б – корозія, спричинена витоком охолоджувальної рідини; в – корозія насоса охолодження



а

б

Рисунок 10 - Профілактичний захист рульових тяг від механічних пошкоджень

Рисунок 11 – Найпоширеніші несправності гальмівних механізмів:
а – барабанні гальма; б – дискові гальма



Рисунок 12 - Діагностичне обладнання для автомобілів



а



б

Рисунок 13 - Обладнання для випробування амортизаторів:
а – осцилограф збору даних; б – підключення осцилографа до автомобіля



Рисунок 14 – Процес ремонту підвіски



Рисунок 15 - Обладнання для випробування електричної системи

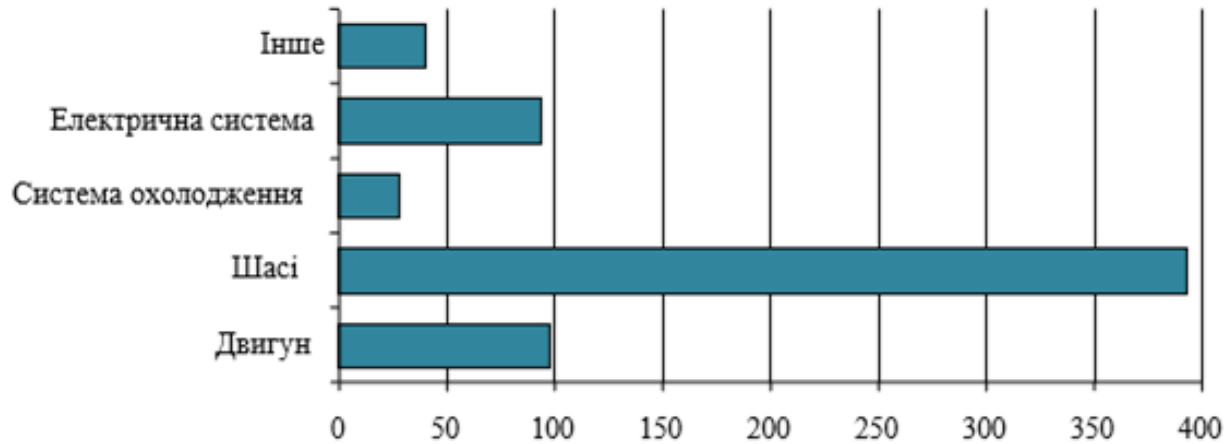


Рисунок 16 - Частота відмов основних систем у легкових автомобілях

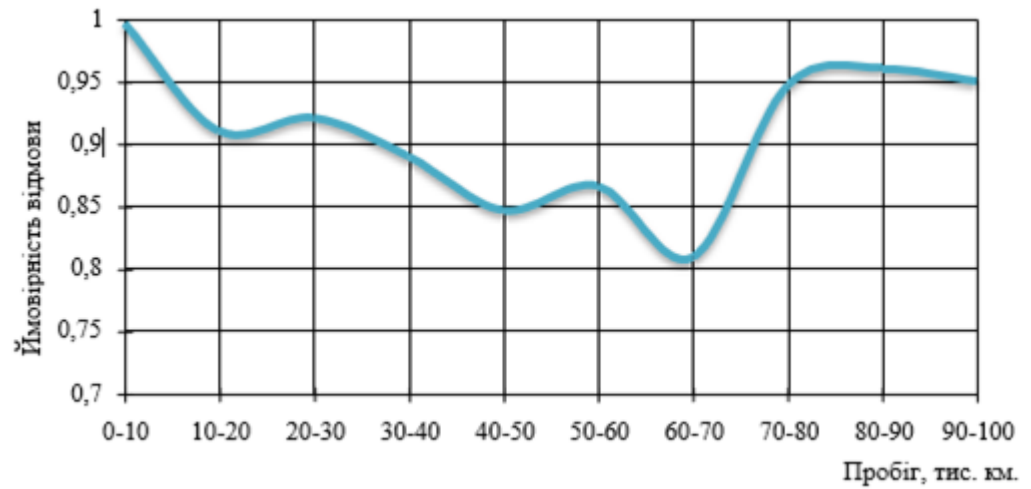


Рисунок 17 - Ймовірність безвідмовної роботи легкових автомобілів Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду

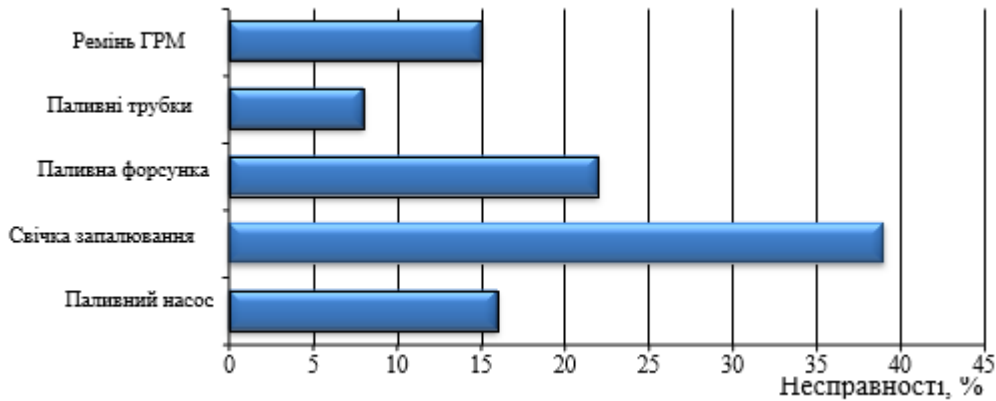


Рисунок 18 - Аналіз відмов двигунів легкових автомобілів середнього класу Peugeot під час гарантійного обслуговування

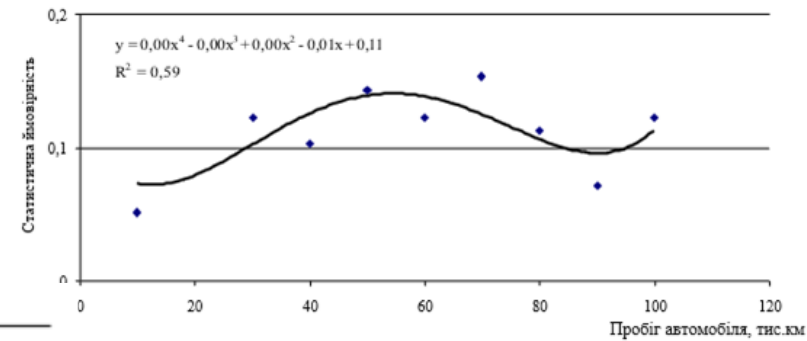


Рисунок 19 - Залежність коефіцієнтів відмов двигуна від пробігу в легкових автомобілях Peugeot середнього класу

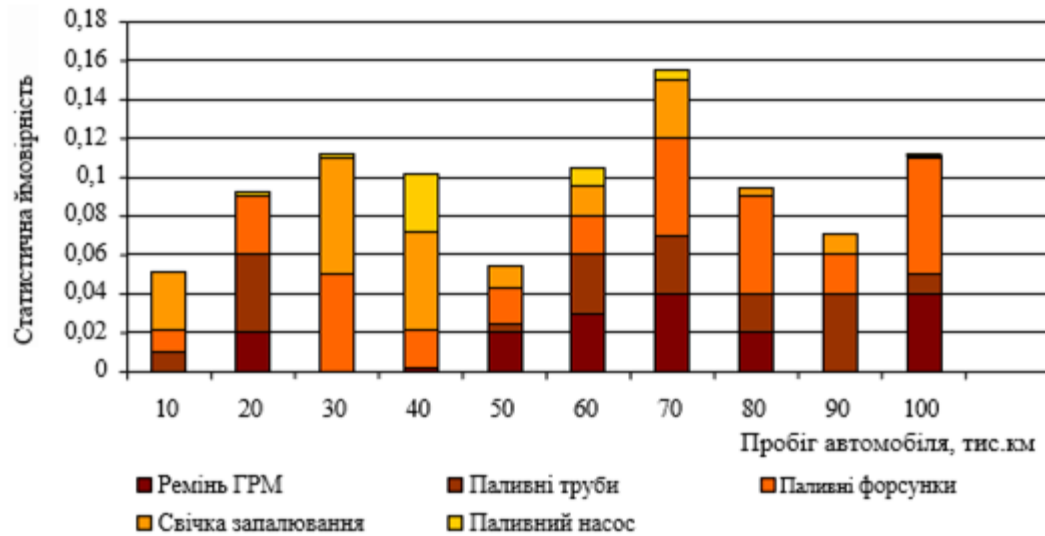


Рисунок 20 - Ймовірність виходу з ладу двигуна протягом гарантійного терміну для легкових автомобілів Peugeot середнього класу

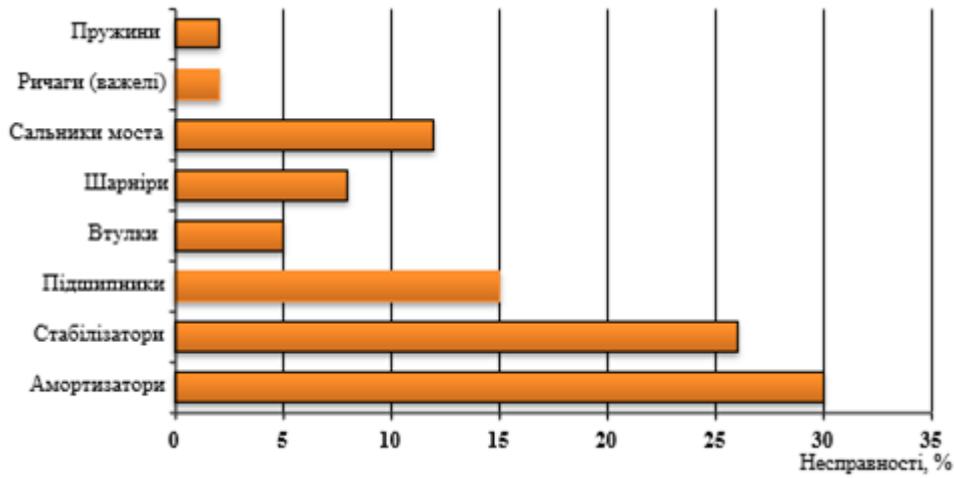


Рисунок 21 - Детальний показник відмов шасі легкових автомобілів Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду

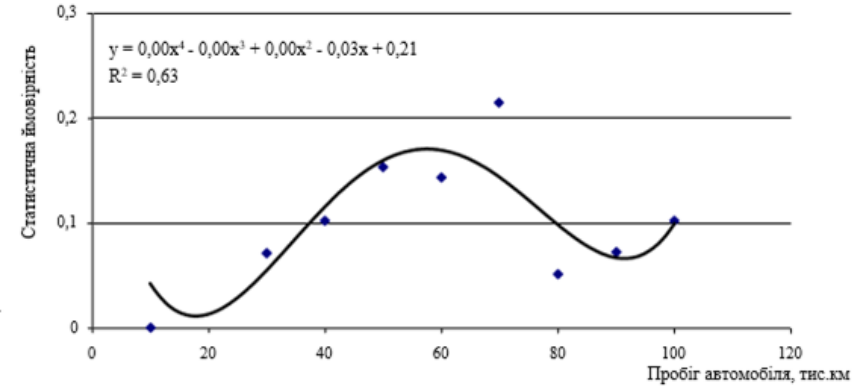


Рисунок 22 - Залежність інтенсивності відмов шасі середнього класу легкових автомобілів Peugeot від пробігу

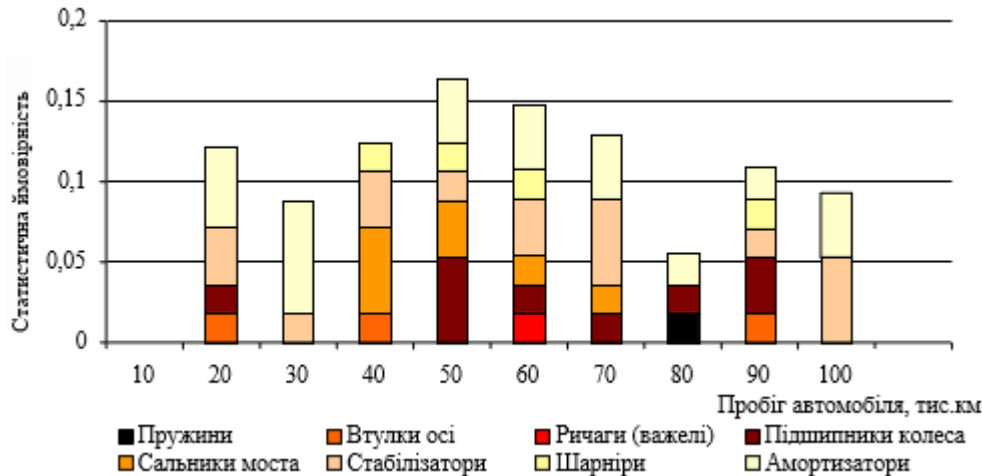


Рисунок 23 - Ймовірність відмови шасі протягом гарантійного періоду для легкових автомобілів Peugeot середнього класу

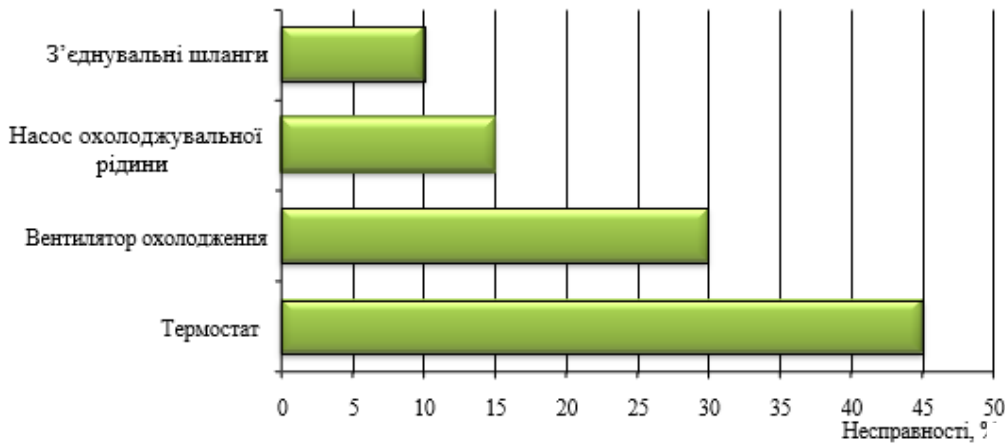


Рисунок 24 – Аналіз відмов деталей системи охолодження автомобілів марки Peugeot середнього класу у гарантійний період

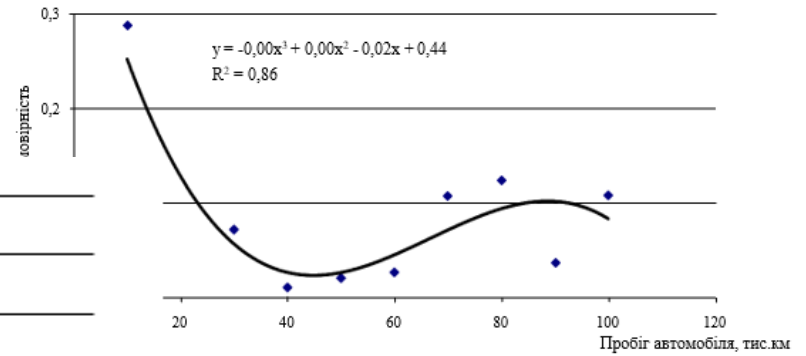


Рисунок 25 - Залежність коефіцієнтів відмов системи охолодження протягом гарантійного терміну середньо класу легкових автомобілів Peugeot від пробігу

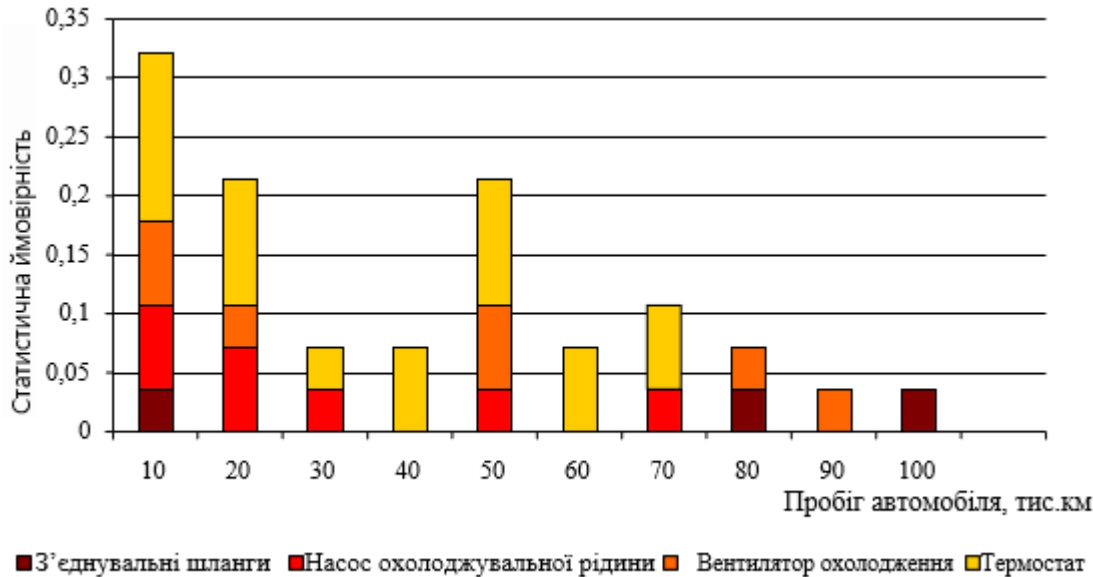


Рисунок 26 - Ймовірність виходу з ладу системи охолодження протягом гарантійного терміну в легкових автомобілях середнього класу марки Peugeot

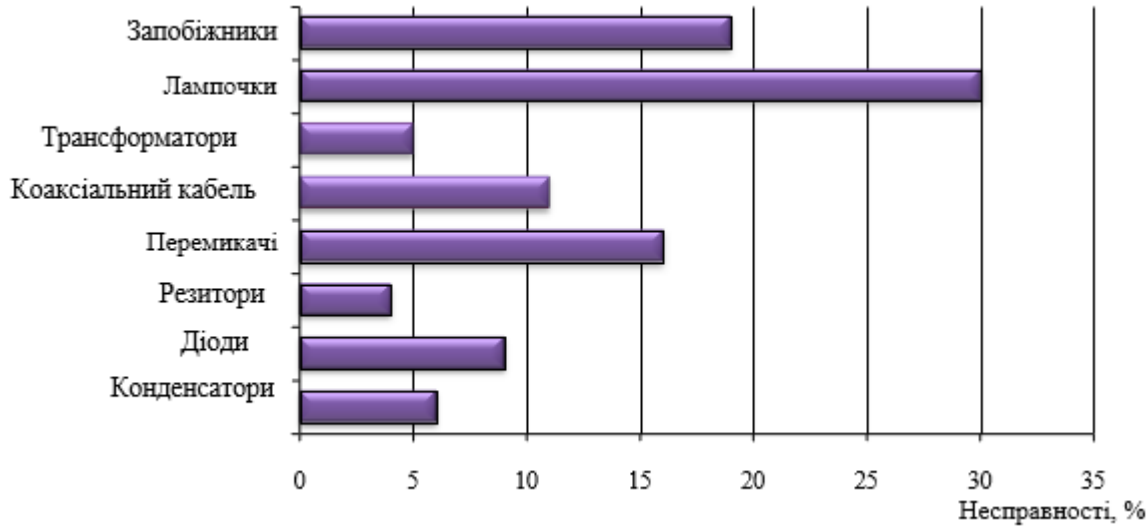


Рисунок 27 Аналіз відмов електричних компонентів легкових автомобілів Peugeot середнього класу протягом гарантійного періоду

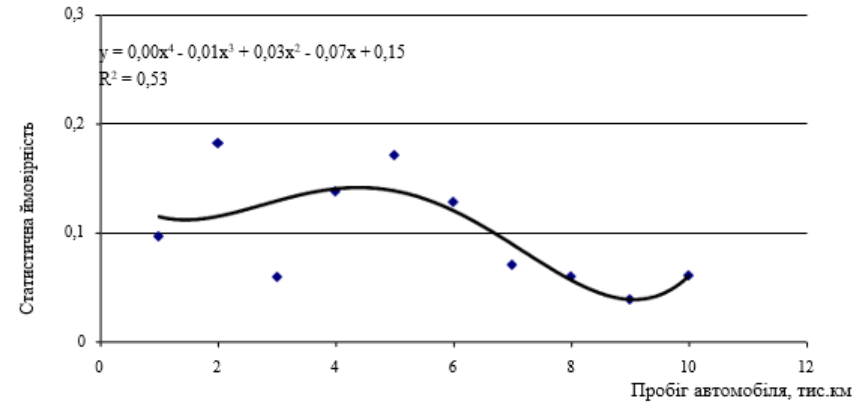
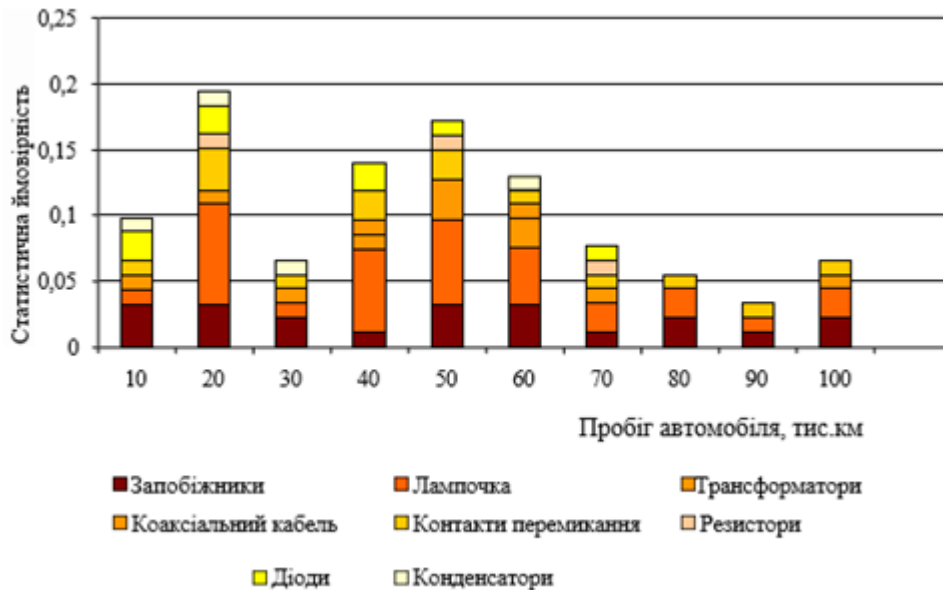


Рисунок 28 - Залежність коефіцієнта відмов електричної системи від пробігу в середньорозмірних легкових автомобілях Peugeot.

Рисунок 29 - Ймовірність відмов електричної системи легкових автомобілів середнього класу марки Peugeot у гарантійний період

ВИСНОВКИ

1. Дослідженнями встановлено, що на початку експлуатації легкового автомобіля, коли автомобіль проїхав 0-20 тис. км, ймовірність відмов двигуна, шасі та електричної системи була найнижчою, вона не перевищувала 0,1. Ймовірність відмов системи охолодження була найвищою, коли автомобіль досяг пробігу 0-20 тис. км. Найбільша кількість відмов двигуна, шасі та електричної системи у легкових автомобілях трапляється, коли він проїхав 50-60 тис. км. Ймовірність відмов легкових автомобілів протягом гарантійного терміну поступово знижується до 70 тис. км, після досягнення цього пробігу вона знову зростає до 0,96 і залишається на цьому рівні до кінця гарантійного терміну.

2. Аналіз літератури встановив, що відмови шасі автомобілів становлять 7% усіх відмов автомобілів. Дослідженнями встановлено, що понад 50% усіх відмов автомобілів протягом гарантійного терміну – це відмови шасі. Частково можна стверджувати, що такі відмінності були спричинені різними марками досліджуваних автомобілів, умовами експлуатації або різними технологіями.

3. Несправності шасі трапляються протягом усього гарантійного терміну. Найбільша ймовірність (0,17) виявлення несправності в системі шасі автомобіля спостерігається після пробігу 40–50 тисяч кілометрів. При експлуатації автомобіля до 10 тисяч

4. У легкових автомобілях несправності амортизаторів становлять 18% відмов системи шасі, несправності стабілізатора – 15,5%, несправності підшипників коліс – 8,2% усіх несправностей шасі.

5. Найбільша ймовірність того, що несправності двигуна порушують роботу автомобіля, спостерігається після пробігу автомобіля 60 тисяч кілометрів. Різниця в коефіцієнтах несправностей невелика.

6. Найбільша ймовірність того, що несправність електричної системи станеться після пробігу автомобіля 50 тисяч кілометрів. Зі збільшенням пробігу автомобіля ймовірність несправності електричної системи зменшується. Найпоширенішим компонентом електричної системи, що виходить з ладу, є лампочки, їхні несправності становлять 30% усіх несправностей електричної системи. Найменш поширеними були виходи з ладу резисторів, на які припадало лише 4% усіх несправностей електричних систем.