

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи**

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Підвищення ефективності діагностування двигунів легкових
автомобілів»

ХАІ.107.163Т.220.274.1901127.ПЗ

Виконав: здобувач (ка) 2 курсу групи № 163Т

Галузь знань 27 Транспорт

(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та автомобільне

господарство

(найменування)

Хренов В.С.

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Болдовський В.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Аргун І.В.

Харків – 2024

ЛИСТ ЗАВДАННЯ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 83 с., 35 рис., 3 табл., 13 джерел.

Мета роботи – підвищення ефективності діагностування двигунів легкових автомобілів за рахунок вдосконалення способів діагностування двигунів.

Об'єкт дослідження – процес виконання діагностичних робіт двигунів.

Метод дослідження – порівняльний аналіз; теоретичні розрахунки.

У першому розділі кваліфікаційної роботи виконано аналіз конструктивних особливостей елементів основних систем і механізмів двигунів легкових автомобілів, аналіз технічних характеристик двигунів легкових автомобілів, та розглянуті типи сучасних систем і механізмів легкових автомобілів

У другому розділі виконано аналіз зношення деталей двигуна під час експлуатації автомобіля, та проаналізовано методику розрахунку зносу деталей двигуна автомобіля.

У третьому розділі приведено інформацію про інструменти і обладнання, існуючих способів діагностики двигунів автомобіля, та запропоновано способи для вдосконалення системи діагностування двигунів автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

У четвертому розділі наведено інформацію про охорону праці та навколишнього середовища на ділянці діагностики в умовах станції технічного обслуговування.

У п'ятому розділі розраховано економічна ефективність та доцільність проведення робіт по удосконаленню ділянки діагностики та підвищення компетентності працівників.

**ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ,
СТАНЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ВДОСКОНАЛЕННЯ,
СИСТЕМА**

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Конструкторський розділ	7
1.1 Конструктивні особливості елементів систем і механізмів двигунів легкових автомобілів	7
1.1.1 Поршнева система	7
1.1.2 Система запалювання.....	8
1.1.3 Система подачі палива	10
1.1.4 Система змащення	11
1.1.5 Система охолодження	12
1.1.6 Система випуску	14
1.2 Технічні характеристики двигунів легкових автомобілів.....	15
1.2.1 Об'єм двигуна	15
1.2.2 Кількість циліндрів.....	16
1.2.3 Потужність	17
1.2.4 Обертний момент	18
1.2.5 Тип палива	19
1.2.6 Система впорскування палива	20
1.2.7 Розподіл валів.....	21
1.2.8 Рівень екологічності (викиди CO ₂ , відповідальність екологічним стандартам)	22
1.3 Типи сучасних систем і механізмів у двигунах легкових автомобілів	23
1.3.1 Турбонадув (турбокомпресор)	23
1.3.2 Системи безпосереднього впорскування палива (GDI, PFI).....	24
1.3.3 Системи старт-стоп	25
1.3.4 Системи рециркуляції вихлопних газів (EGR)	26
1.3.5 Системи керування обертним моментом (TCS)	27
1.3.6 Система впорскування рідини для зменшення викидів оксидів азоту ...	29
1.3.7 Система керування фазами газорозподілу (VVT/i-VTEC/VTEC)	30
2 Технологічний розділ.....	322
2.1 Загальні закономірності зношування поверхонь деталей двигуна автомобілів.....	32
2.2 Розрахунок величини зносу деталей двигунів автомобілів.....	35
2.3 Основні експлуатаційні дефекти деталей двигунів легкових автомобілів, причини їх виникнення.....	422

3. Удосконалення процесу діагностування двигунів легкових автомобілів	48
3.1 Способи діагностування двигунів легкових автомобілів	48
3.1.1 Методи діагностування двигунів легкових автомобілів	48
3.1.2 Інструменти та обладнання для діагностування двигунів легкових автомобілів	51
3.2 Удосконалення системи діагностування двигунів автомобілів в умовах станції технічного обслуговування	62
4. Охорона праці та навколишнього середовища	68
4.1 Техніка безпеки під час діагностування двигунів легкових автомобілів	68
4.2 Характеристики системи освітлення в приміщенні де виконуються роботи з діагностики автомобілів;	6969
4.3 Характеристики системи опалення та вентиляції в приміщенні де виконуються роботи з діагностики автомобілів;	722
4.4 Пожежна безпека при виконанні робіт з діагностики автомобілів;	755
4.5 Параметри мікроклімату в приміщенні де виконуються роботи з діагностики автомобілів.	766
5. Техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень	78
5.1 Оцінка економічного ефекту від удосконалення системи діагностування двигунів легкових автомобілів.....	78
5.2 Розрахунок терміну окупності впровадження удосконаленої системи діагностування двигунів легкових автомобілів	80
Висновки	82
Перелік посилань.....	Ошибка!
Закладка не определена.3	
Додаток А – Ілюстраційний матеріал.....	84

ВСТУП

Історія розвитку автомобільної промисловості свідчить про надзвичайні досягнення технологічного прогресу. Однак, наріжним каменем цього прогресу є не лише розквіт новітніх технологій, а й безперервне прагнення до оптимізації та підвищення ефективності кожної деталі. У цьому контексті двигуни легкових автомобілів виступають як важливі елементи, що потребують постійного удосконалення та нагляду.

Ця кваліфікаційна робота присвячена питанню підвищення ефективності діагностування двигунів легкових автомобілів. Діагностика є однією з ключових складових підтримки працездатності техніки, зокрема, визначення стану двигунів визначається як важлива передумова для їх безперебійної роботи та продовження терміну експлуатації.

Основна мета цього дослідження – проаналізувати та вдосконалити сучасні методи діагностики двигунів легкових автомобілів, спрямовані на виявлення можливих несправностей та зносу. Важливість цього поля дослідження полягає не лише в виявленні проблем, але й у розробці ефективних стратегій та методів для їх запобігання та вчасного усунення.

У моїй роботі я планую розглянути широкий спектр методів діагностики, від традиційних до сучасних, зокрема, застосування сенсорів, алгоритмів машинного навчання та аналізу даних для отримання більш точних та оперативних результатів. Такий підхід має на меті не лише підвищення точності виявлення проблем, а й забезпечення ефективних рішень для їх подальшого усунення.

Ця кваліфікаційна робота спрямована на підтримку розвитку автомобільної промисловості та відображає моє прагнення до актуальних технічних вирішень у сфері експлуатації автомобільного транспорту.

1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструктивні особливості елементів систем і механізмів двигунів легкових автомобілів

Елементи систем і механізмів двигунів легкових автомобілів є складними інженерними структурами, що відіграють ключову роль у виконанні основної функції – перетворенні теплової енергії, що утворюється під час згоряння в циліндрах паливно-повітряної суміші, на механічну роботу, необхідну для руху автомобіля.

Основні системи та механізми двигунів легкових автомобілів [9].

1.1.1 Поршнева система

Поршнева система є однією з ключових частин внутрішнього згоряння двигуна легкового автомобіля. Ця система відповідає за прямолінійний рух поршнів у циліндрах, який відбувається від запалювання пального та підтисканням газів (рисунок 1.1).

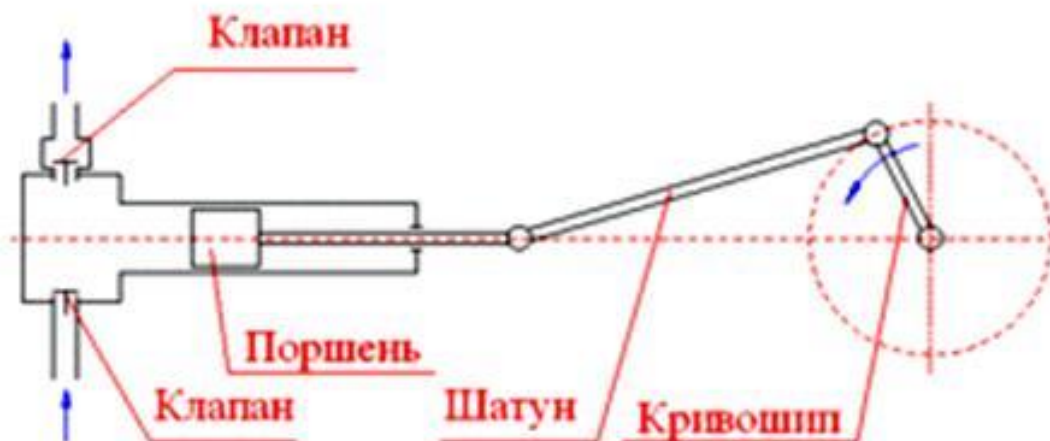


Рисунок 1.1 – Схема поршневої системи

Основні елементи поршневої системи включають:

Поршні: Це циліндричні металеві компоненти, які рухаються у циліндрах двигуна. Поршні виступають у вигляді трубчастих деталей, що герметично працюють у циліндрах.

Циліндри: Вони представляють собою внутрішні області двигуна, у яких рухаються поршні. Циліндри можуть бути виготовлені з металевих матеріалів з високим ступенем теплопровідності.

Кільця поршневі: Ці кільця розташовані навколо поршня для створення герметичності та зменшення просочення пального у камери згоряння. Вони забезпечують герметичність у камерах згоряння, запобігаючи виходу пального та компресійних газів у відсічені простори, а також допомагають відвести тепло від поршнів до циліндрів.

Колінчасті вали: Ці вали з'єднують поршні з рухомим механізмом та перетворюють прямолінійний рух поршнів у відповідний обертальний рух, який передається на робочу ось двигуна.

Шатуни: Вони з'єднують поршні з колінчастим валом, допомагаючи в перетворенні руху. Шатуни зазвичай мають характерну форму букви "I", "П" або "С" для оптимальної ефективності.

Поршневі пальці: Це металеві штифти, які кріплять поршні до шатунів і дозволяють поршням рухатися вздовж вісі циліндра.

Камери згоряння: Це простори у верхній частині циліндрів, де відбувається змішування паливної суміші з повітрям та подальше займання цієї суміші.

Ці компоненти утворюють систему, яка перетворює енергію, що вивільняється від згоряння палива, на механічну роботу, необхідну для руху автомобіля. Для оптимальної ефективності та тривалого функціонування двигуна, важливо враховувати якість та правильне налаштування всіх компонентів поршневої системи.

1.1.2 Система запалювання

Система запалювання автомобіля є важливою частиною двигуна, вона відповідає за роботу двигуна.

Аналіз системи запалювання:

Способи запалювання:

Спарк-ігніційна система: Використовується у бензинових двигунах. Спарк-ігніція відбувається завдяки іскрі, яку створює запалюванням суміші повітря-паливо в камері згоряння.

Компресійна ігніція: Властива дизельним двигунам, де паливо спалахує під впливом високого тиску у циліндрі, створеного компресією повітря.

Елементи системи запалювання (рисунок 1.2):

Свічки запалювання: Генерують іскру для запалювання паливно-повітряної суміші або нагрівають дизельне паливо для спалаху.

Розподільник запалювання (для бензинових двигунів): Розподіляє струм до свічок запалювання у відповідному порядку.

Контролер запалювання: Керує моментом запалювання відповідно до обертів і навантаження двигуна.

Електронна система керування:

Сучасні автомобілі часто використовують електронні системи керування, які контролюють час запалювання та інші параметри для оптимальної роботи двигуна.

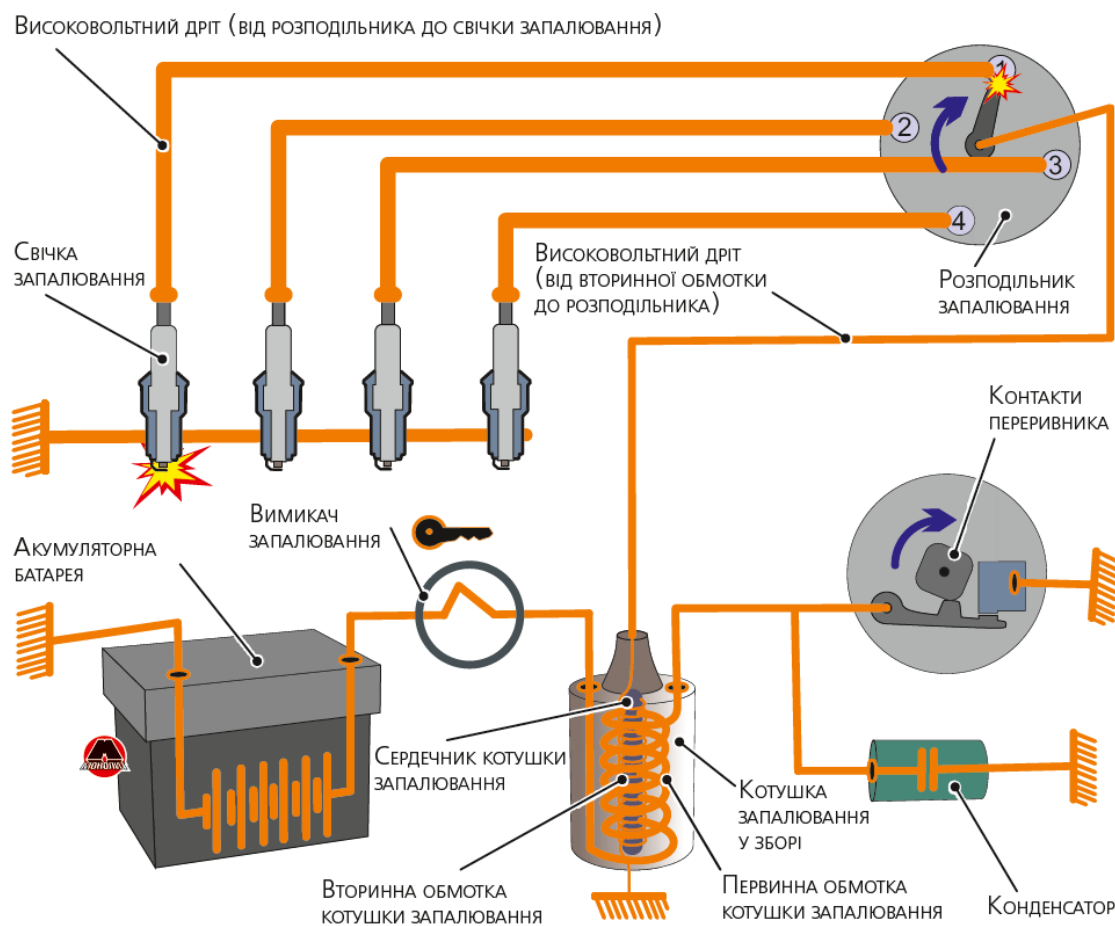


Рисунок 1.2 – Контактна система запалювання з розподільником

Тип палива: Тип палива також впливає на систему запалювання. Для бензинових двигунів необхідна система спарк-ігніції, а для дизельних – компресійна ігніція.

Технологічні нововведення:

Сучасні тенденції включають в себе використання інтелектуальних систем запалювання, які використовують дані з різних датчиків для оптимізації роботи двигуна та покращення його ефективності.

Система запалювання є однією з ключових складових двигуна та впливає на його продуктивність, ефективність роботи та екологічні показники. Нові технології дозволяють постійно покращувати цю систему для забезпечення оптимальної роботи двигуна.

1.1.3 Система подачі палива

Система подачі палива у двигуні легкового автомобіля відповідає за доставку необхідної кількості палива до циліндрів для змішування з повітрям та забезпечення процесу згоряння. Основна мета системи полягає в тому, щоб забезпечити оптимальне співвідношення паливної суміші, яка потрібна для ефективного згоряння у циліндрі.

Основні компоненти системи подачі палива:

Паливний бак: Це резервуар, де зберігається паливо для автомобіля. Він може мати датчики рівня палива для відображення рівня запасу палива на панелі приладів.

Паливний насос: Відповідає за транспортування палива з бака до двигуна. На сьогоднішній день часто використовуються електричні паливні насоси.

Паливний фільтр: Відсікає бруд, частинки та інші домішки, які можуть потрапити з бака, перш ніж паливо потрапить у систему впорскування.

Система впорскування палива: Вона впускає паливо у циліндри в потрібній кількості та часі для створення паливної суміші, що підходить для згоряння.

Форсунки (для бензинових двигунів) або система високого тиску (для дизельних двигунів): Вони розпилюють паливо в циліндри двигуна у вигляді дрібних крапель, щоб вони змішувалися з повітрям.

Датчик тиску палива (у деяких системах): Моніторить тиск палива у системі та регулює його для оптимальної подачі.

Електронні блоки керування: Вони контролюють час і кількість палива, яка впускається в циліндри, забезпечуючи оптимальну роботу двигуна.

У деяких сучасних автомобілях використовуються системи впорскування прямим впорском або схеми змішаного впорскування, де кількість та час подачі палива ретельно регулюються електронними системами управління.

Правильне функціонування системи подачі палива дуже важливе для ефективної роботи двигуна. Регулярне обслуговування та використання якісного палива допомагають підтримувати цю систему в оптимальному стані.

1.1.4 Система змащення

Система змащення у двигуні легкового автомобіля є важливою для забезпечення ефективної роботи рухомих деталей та тривалого життєвого циклу двигуна (рисунок 1.3). Основна функція системи полягає в забезпеченні оливоного покриття для зменшення тертя між рухомими елементами, охолодженні та відведенні тепла, а також захисті від корозії та зносу.

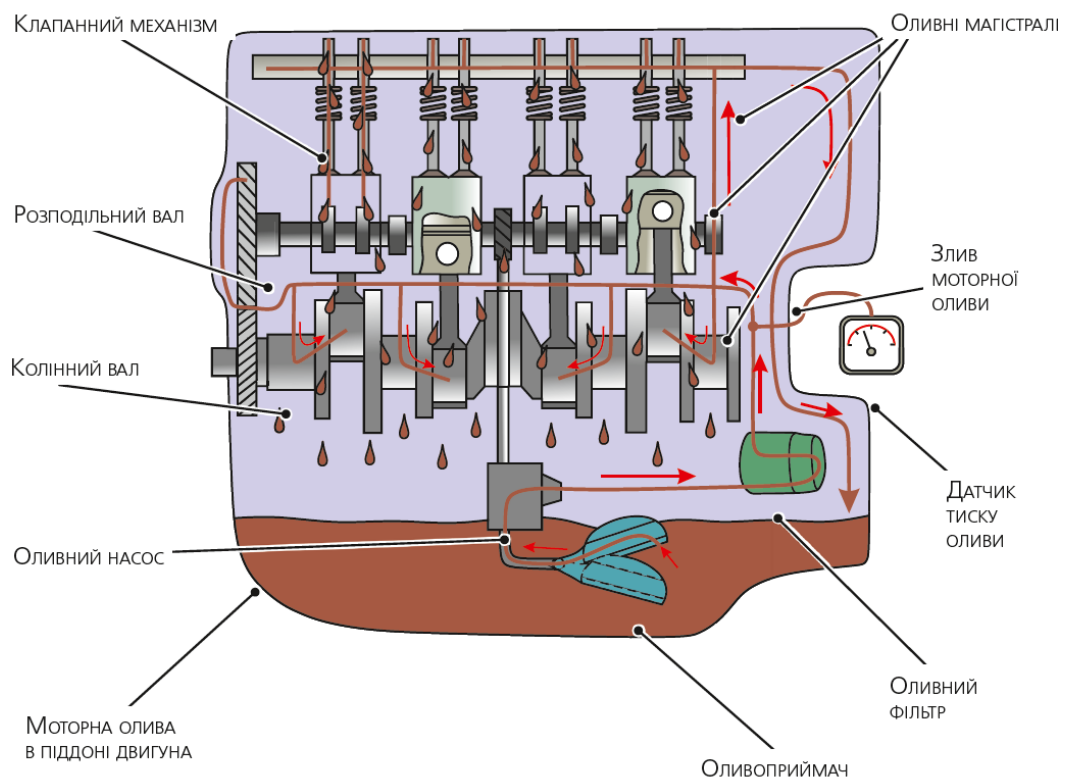


Рисунок 1.3 – Спрощена схема системи змащування двигуна

Основні компоненти системи змащення:

Масляний насос: Він відповідає за пересування мастила через систему змащення. Масляний насос забезпечує доставку оливи під високим тиском до рухомих деталей двигуна.

Картер: Це місце, де зазвичай розміщується резервуар для моторної оливи. Картер відіграє роль резервуара, що забезпечує зберігання та циркуляцію оливи через систему.

Масляний фільтр: Він служить для очищення моторної оливи від бруду, частинок та інших домішок, що можуть пошкодити рухомі елементи. Регулярна заміна масляного фільтра є важливою для підтримки ефективності системи змащення.

Канали та оливні шланги: Ці елементи використовуються для транспортування оливи до рухомих деталей двигуна, таких як поршні, вали, шатуни та інші компоненти, які вимагають оливи для зменшення тертя.

Оливний радіатор: Деякі автомобілі можуть мати оливний радіатор для охолодження оливи, особливо в областях, де велика температура може призвести до перегріву оливи.

Кільця ущільнення: Ці ущільнення розміщені навколо рухомих валів, поршнів та інших рухомих деталей, що запобігають виходу мастила та газів із системи.

Датчик рівня моторної оливи: Він вимірює рівень моторної оливи в двигуні та надсилає дані на приладну панель, щоб водій міг вчасно додати оливу, якщо це необхідно.

Система змащення виконує важливу роль у тривалому функціонуванні двигуна, забезпечуючи ефективне змащення та охолодження рухомих деталей. Для забезпечення оптимальної роботи системи змащення необхідно використовувати якісну оливу та вчасно здійснювати технічне обслуговування заміни оливи та фільтрів відповідно до рекомендацій виробника автомобіля.

1.1.5 Система охолодження

Система охолодження у двигуні легкового автомобіля має за мету відведення тепла, що виробляється внаслідок роботи двигуна. Це дозволяє підтримувати оптимальну температуру у циліндрах та інших рухомих деталях, що забезпечує ефективну роботу двигуна.

Основні компоненти системи охолодження (рисунок 1.4):

Радіатор: Це основний елемент системи охолодження, де тепло віддається навколишньому середовищу. Він містить кілька ребер та трубчастих каналів, через які проходить охолоджувальна рідина (часто антифриз).

Рідинний насос: Відповідає за циркуляцію охолоджувальної рідини через двигун та радіатор для відведення тепла.

Термостат: Контролює температуру охолоджувальної рідини, регулюючи потік рідини до радіатора.

Вентилятор охолодження: Активується за певних умов (наприклад, висока температура двигуна) для посилення охолодження, особливо при русії або на низьких швидкостях.

Експансійний бачок: Він використовується для компенсації тиску у системі охолодження, коли охолоджувальна рідина розширюється під впливом високої температури.

Трубопроводи та шланги: Передають охолоджувальну рідину від двигуна до радіатора та назад.

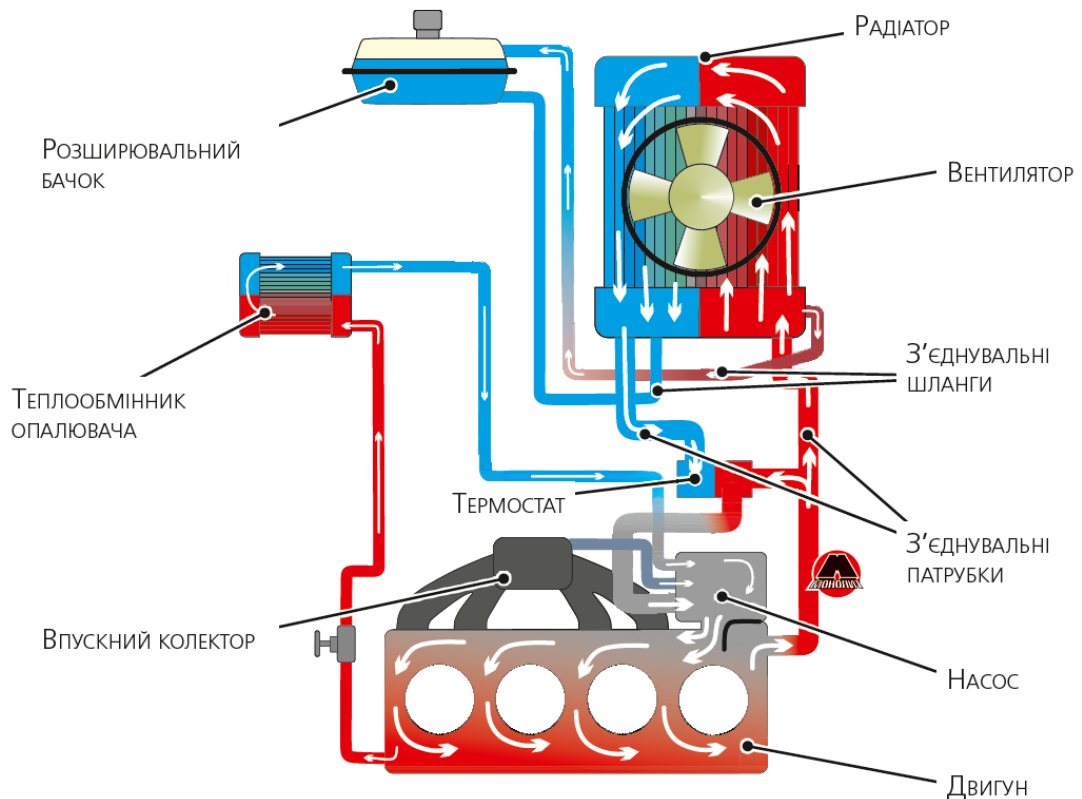


Рисунок 1.4 – Принципова схема системи охолодження двигуна

Принцип роботи полягає в циркуляції охолоджувальної рідини, яка поглинає тепло від рухомих деталей двигуна та потім віддає його радіатору, де відбувається теплообмін з повітрям, що проходить через радіатор.

Важливо підтримувати систему охолодження у належному стані для ефективної роботи двигуна. Регулярна перевірка рівня та якості охолоджувальної рідини, перевірка стану шлангів та системи на витіки, а також вчасна заміна рідини та регулярне технічне обслуговування є важливими аспектами підтримки цієї системи.

1.1.6 Система випуску

Система випуску у двигуні легкового автомобіля відповідає за відведення відпрацьованих газів, які утворюються після згоряння паливно-повітряної суміші, з камери згоряння в циліндрі через вихлопні колектори та інші компоненти.

Основні компоненти системи випуску (рисунок 1.5):

Вихлопні колектори: Збирають відпрацьовані гази з камер згоряння у циліндрі та направляють їх до основної труби випуску.

Каталізатори: Ці елементи призначені для зменшення вмісту шкідливих викидів в газах, таких як оксиди азоту, вуглеводні та вуглекислий газ. Каталізатори можуть бути навколоходовими (зазвичай з платини, паладію та родію) або дизельними (для зменшення оксидів азоту).

Глушники: Їх основна функція - приглушення шуму, що утворюється при викиді газів. Вони також можуть мати важливу роль у зменшенні викидів.

Датчики вихлопних газів: Використовуються для моніторингу рівня викидів та роблять певні корекції в роботі системи впорскування палива для забезпечення оптимального співвідношення паливної суміші.

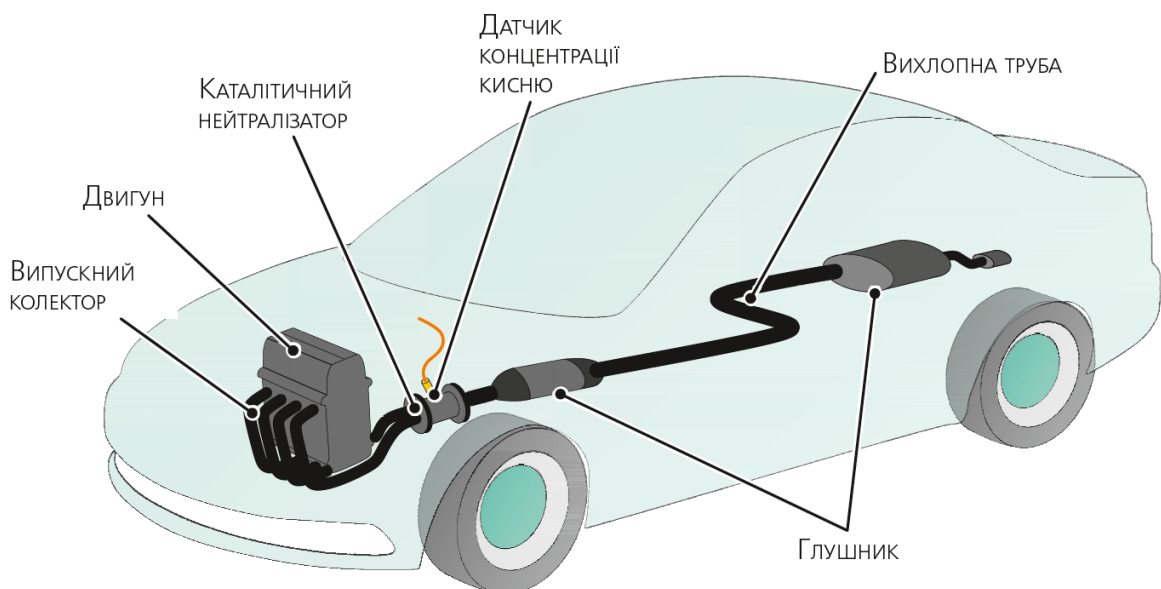


Рисунок 1.5 – Система випуску

Система випуску відіграє ключову роль у забезпеченні надійності та екологічної безпеки автомобіля. Каталізатори, які відфільтровують шкідливі

речовини, особливо важливі для зменшення впливу автомобільних викидів на навколишнє середовище.

Регулярне технічне обслуговування системи випуску є важливим для підтримки оптимальної роботи двигуна. Важливо періодично перевіряти стан каталізаторів, датчиків вихлопних газів та глушників, а також вчасно здійснювати заміну несправних компонентів.

1.2 Технічні характеристики двигунів легкових автомобілів

Технічні характеристики двигунів легкових автомобілів можуть значно варіюватися залежно від моделі, типу двигуна та його покоління.

Основні технічні характеристики двигунів легкових автомобілів:

1.2.1 Об'єм двигуна

Об'єм двигуна (виражений у кубічних сантиметрах або літрах) вказує на загальний об'єм всіх циліндрів двигуна. Це один з ключових параметрів, який впливає на продуктивність, економічність пального та загальні характеристики двигуна.

Основні аспекти об'єму двигуна:

Потужність: Зазвичай більші об'єми двигуна дозволяють отримати більшу потужність. Проте це не єдиний фактор, що впливає на потужність.

Обертний момент: Зазвичай двигуни з більшим об'ємом мають потужніший обертний момент на низьких обертах, що робить їх більш еластичними та комфортними для щоденного використання.

Економічність пального: Зменшення об'єму двигуна може призвести до зменшення витрат пального, особливо при місткому використанні та на низьких швидкостях.

Вага та розміри: Більші об'єми двигуна зазвичай важчі та займають більше місця у моторному відсіку автомобіля.

Ефективність та технології:

Сучасні технології дозволяють створювати менші об'єми двигунів, які залишаються потужними та ефективними завдяки використанню турбонадува, систем впорскування тощо.

Екологічність: Об'єм двигуна може впливати на рівень викидів. Зазвичай менші об'єми спалюють менше палива, що може призвести до менших викидів CO₂.

Обираючи автомобіль, важливо враховувати потреби в потужності, економічності, розмірі, а також бажаній екологічності, щоб знайти оптимальний об'єм двигуна для вашого використання та вимог.

1.2.2 Кількість циліндрів

Кількість циліндрів у двигуні легкового автомобіля визначається кількістю паралельних циліндричних камер, у яких відбувається процес згорання паливно-повітряної суміші (рисунок 1.6). Це є ключовою характеристикою, яка впливає на характеристики двигуна та його продуктивність.

Основні аспекти кількості циліндрів:

Потужність та обертовий момент: Збільшення кількості циліндрів, як правило, призводить до більшої потужності та обертового моменту. Це може поліпшити прискорення та загальну динаміку автомобіля.

Економічність пального: Двигуни з меншою кількістю циліндрів можуть бути більш економічними у споживанні пального, особливо при місткому використанні або на низьких швидкостях.

Вага та розміри: Зазвичай двигуни з меншою кількістю циліндрів легші та компактніші, що може сприяти поліпшенню маневреності та динаміки автомобіля.

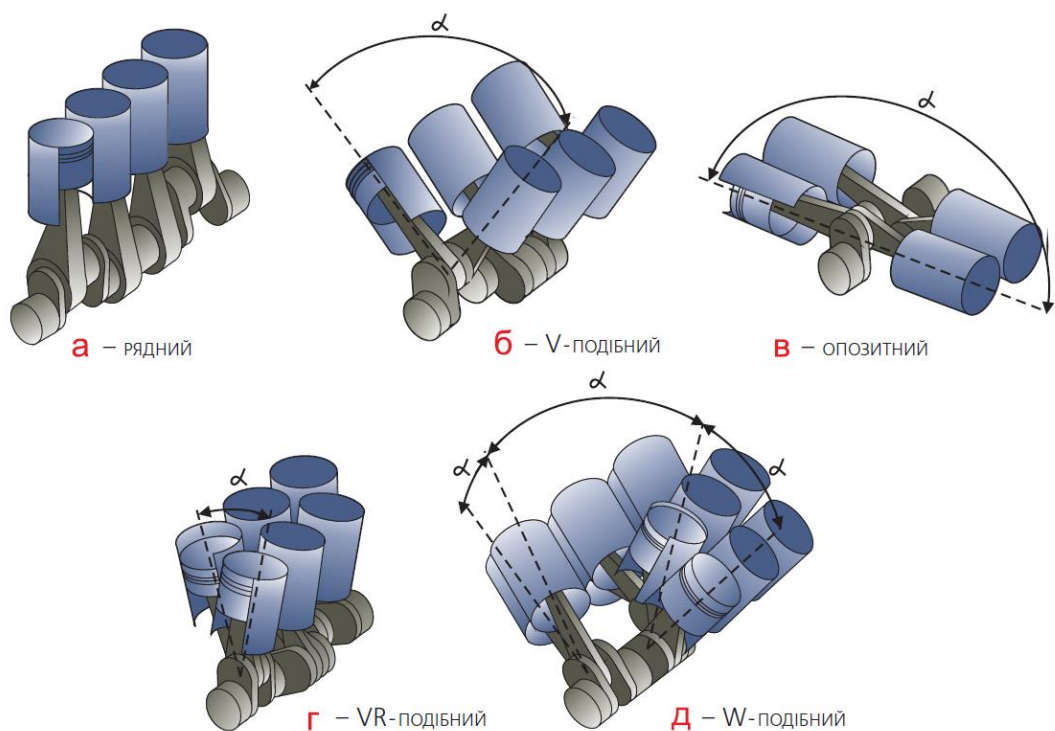


Рисунок 1.6 – Різні варіанти взаємного розташування циліндрів

Споживання моторної оливи та обслуговування: Двигуни з меншою кількістю циліндрів можуть вимагати менше мастила, але можуть також мати більш високі обороти, що вимагає більш частого обслуговування.

Рівень вібрації та шуму: Більша кількість циліндрів може забезпечити більш плавний хід двигуна, зменшуючи вібрації та рівень шуму.

Технологічність: Сучасні двигуни зазвичай використовують різноманітні технології, такі як турбонаддув, системи деактивації циліндрів тощо, щоб забезпечити оптимальні характеристики при будь-якій кількості циліндрів.

Обираючи автомобіль, важливо враховувати кількість циліндрів, оскільки це може вплинути на загальні характеристики автомобіля, його ефективність та економічність, а також на особисті вподобання щодо динаміки руху та рівня комфорту.

1.2.3 Потужність двигуна

Потужність двигуна – це міра робочої сили, яку він може генерувати при певних умовах. Ця характеристика визначається здатністю двигуна виробляти корисну роботу протягом певного часу. Вимірюється в кінських силах (к.с.) або кіловатах (кВт).

Основні аспекти потужності двигуна:

Продуктивність: Більша потужність часто означає кращу продуктивність, більше швидкості та швидше розгін автомобіля. Проте, інші фактори також можуть впливати на динаміку руху.

Комфорт та динаміка руху: Висока потужність може забезпечити кращу динаміку руху, особливо при обгоні або на швидкості. Це може бути важливо для власників автомобілів, які цінують спортивний стиль водіння або хочуть мати автомобіль із запасом потужності для різних умов дорожнього руху.

Економічність та споживання пального: Зазвичай автомобілі з більшою потужністю споживають більше пального. Однак, сучасні технології дозволяють створювати більш потужні двигуни, які при цьому ефективно використовують паливо.

Тягові характеристики: Вища потужність зазвичай означає більше обертового моменту, що поліпшує тягові характеристики автомобіля, особливо на низьких обертах двигуна.

Екологічність: Двигуни з більшою потужністю можуть мати вищі викиди CO₂, що може впливати на екологічні показники автомобіля.

Вибір автомобіля з певною потужністю залежить від ваших уподобань, потреб у водінні та використання автомобіля. Це одна з ключових характеристик, яку варто врахувати при виборі автомобіля.

1.2.4 Обертовий момент

Обертовий момент – це сила, яка виникає внаслідок крутного зусилля двигуна та застосовується для обертання валу, зазвичай вимірюється в Н·м (ньютон-метрах) або фунт-футах (lb-ft). Це показник тягових характеристик двигуна, який вказує на його здатність створювати обертовий момент при роботі (рисунок 1.7).

Основні аспекти обертового моменту:

Тягові характеристики: Більший обертовий момент означає кращу тягову силу, особливо на низьких обертах. Це може покращити реакцію автомобіля на прискорення і полегшити рух на низьких швидкостях.

Динаміка руху: Обертовий момент може впливати на загальну динаміку руху автомобіля, забезпечуючи потужніші оберти коліс та швидший розгін.

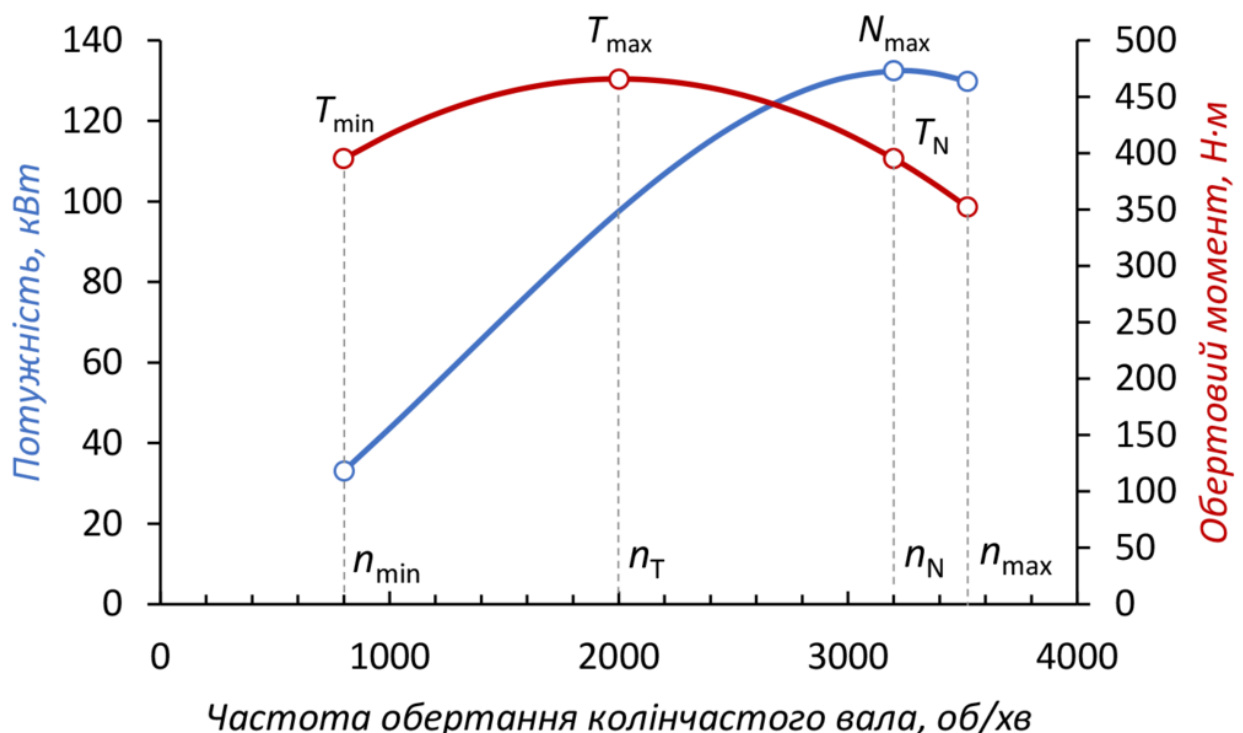


Рисунок 1.7 – Графік Перебіг потужності та обертового моменту бензинового двигуна

Ефективність під час вантажопідйому: Великий обертовий момент може бути корисним при вантажопідйомних роботах, таких як тягнення вантажів або робота в умовах з великим опором.

Економічність пального: Використання обертового моменту може впливати на споживання пального, особливо на швидкостях хайвею.

Керованість та експлуатаційні характеристики: Обертовий момент також може впливати на керованість та реакцію автомобіля на умови дороги, зокрема на поворотах та при обгоні.

Обертовий момент, так само як і потужність, є важливою характеристикою для визначення характеристик двигуна. Вибір автомобіля з певним обертовим моментом залежить від вашого стилю водіння, умов експлуатації та вимог щодо потужності та тягових характеристик.

1.2.5 Тип палива

Тип палива, який використовується в двигуні автомобіля, впливає на його продуктивність, економічність, екологічність та загальну ефективність. Ось детальний аналіз кількох типів палива, які використовуються у легкових автомобілях:

Бензин: Бензин є одним з найпоширеніших палив для легкових автомобілів. Він зазвичай використовується у двигунах з внутрішнім згорянням з іскровим запалюванням (бензинові двигуни). Бензин добре працює для невеликих та середніх автомобілів, забезпечуючи плавну роботу та добрі показники ефективності.

Дизельне паливо: Дизель використовується у дизельних двигунах, які мають високий коефіцієнт стиснення. Дизельні двигуни мають кращу ефективність у використанні палива, що дозволяє їм споживати менше пального, ніж бензинові двигуни. Вони часто використовуються у вантажівках та пасажирських автобусах.

Електрика: Електромобілі використовують електричний заряд як джерело енергії. Вони є дуже екологічно чистими, оскільки не мають викидів CO₂ та інших шкідливих речовин. Однак, їх обмежена дальність поїздок та потреба у заряджанні є основними недоліками.

Гібриди: Гібридні автомобілі використовують комбінацію двох джерел енергії, зазвичай бензину (або дизельного палива) та електрики. Вони комбінують переваги обох систем, забезпечуючи ефективність та зниження викидів.

Газ (природний газ, пропан): Деякі автомобілі можуть бути адаптовані для роботи на стисненому природному газі або пропані. Вони можуть бути більш економічними, але потребують встановлення відповідної системи.

Обираючи тип палива, важливо враховувати екологічні, економічні та технічні аспекти. Вибір може залежати від індивідуальних потреб, стилю водіння та екологічних переконань.

1.2.6 Система впорскування палива

Система впорскування палива у двигунах легкових автомобілів відіграє ключову роль у процесі забезпечення оптимальної роботи двигуна.

Ось детальний аналіз цієї характеристики:

Типи систем впорскування палива: Сучасні автомобільні двигуни можуть мати різні системи впорскування палива, такі як пряме впорскування, непряме впорскування, електронне керування впорскуванням тощо. Пряме впорскування найчастіше забезпечує кращий контроль над подачею палива та зменшує витрати пального.

Ефективність спалювання:

Системи впорскування палива можуть забезпечувати більш ефективне спалювання палива у циліндрах, що призводить до покращення продуктивності двигуна та зниження викидів.

Керування паливною сумішшю:

Сучасні системи впорскування дозволяють точно керувати подачею палива та повітря до двигуна в залежності від різних умов, таких як швидкість, оберти, навантаження тощо. Це сприяє оптимізації роботи двигуна.

Екологічність: Системи впорскування палива можуть сприяти зниженню викидів шкідливих речовин, таких як оксиди азоту і вуглеводні, що робить автомобілі екологічно чистішими.

Зносостійкість та обслуговування:

Системи впорскування палива, які відповідно обслуговуються, можуть мати довший термін служби та меншу схильність до поломок, що зменшує витрати на ремонт та обслуговування.

Технології: Нові технології в сфері впорскування палива, такі як системи прямого впорскування, можуть забезпечити більш точну та ефективну подачу палива, що сприяє покращенню економічності та продуктивності двигуна.

Обираючи автомобіль, важливо враховувати тип системи впорскування палива, оскільки це може вплинути на продуктивність, економічність та екологічність автомобіля.

1.2.7 Розподіл валів

Характеристика "розподіл валів" (розподіл часу роботи клапанів) у двигунах визначає часовий порядок відкриття та закриття клапанів у кожному циліндрі. Це один з важливих параметрів, який визначає ефективність та характеристики роботи двигуна.

Основні аспекти розподілу валів:

Контроль подачі повітря та палива:

Розподіл валів впливає на час, коли клапани відкриваються та закриваються, регулюючи подачу повітря та палива до камери згоряння. Це впливає на змішування повітря та палива та може покращити ефективність згоряння.

Динаміка руху клапанів:

Контрольований розподіл валів дозволяє покращити динаміку руху клапанів, що може позитивно вплинути на загальну продуктивність двигуна та ефективність.

Потужність та економічність:

Оптимальний розподіл валів може допомогти забезпечити кращі показники потужності та економічності, забезпечуючи ефективніше використання палива та поліпшену реакцію на навантаження.

Екологічність:

Ефективний розподіл валів може позитивно вплинути на зниження викидів, оскільки дозволяє краще контролювати процеси згоряння та зменшити кількість шкідливих речовин у вихлопних газах.

Адаптивні системи:

Сучасні двигуни можуть мати адаптивні системи керування розподілом валів, які регулюються електронікою для оптимізації роботи двигуна в реальному часі, забезпечуючи оптимальну продуктивність у різних умовах.

Розподіл валів є важливою характеристикою, яка впливає на ефективність, потужність та екологічність двигуна.

Оптимізований розподіл валів може допомогти забезпечити кращу продуктивність двигуна та оптимальне використання палива.

1.2.8 Рівень екологічності (викиди CO₂, відповідальність екологічним стандартам)

Рівень екологічності автомобіля – важлива характеристика, яка визначає вплив транспортного засобу на довкілля (рисунок 1.8).

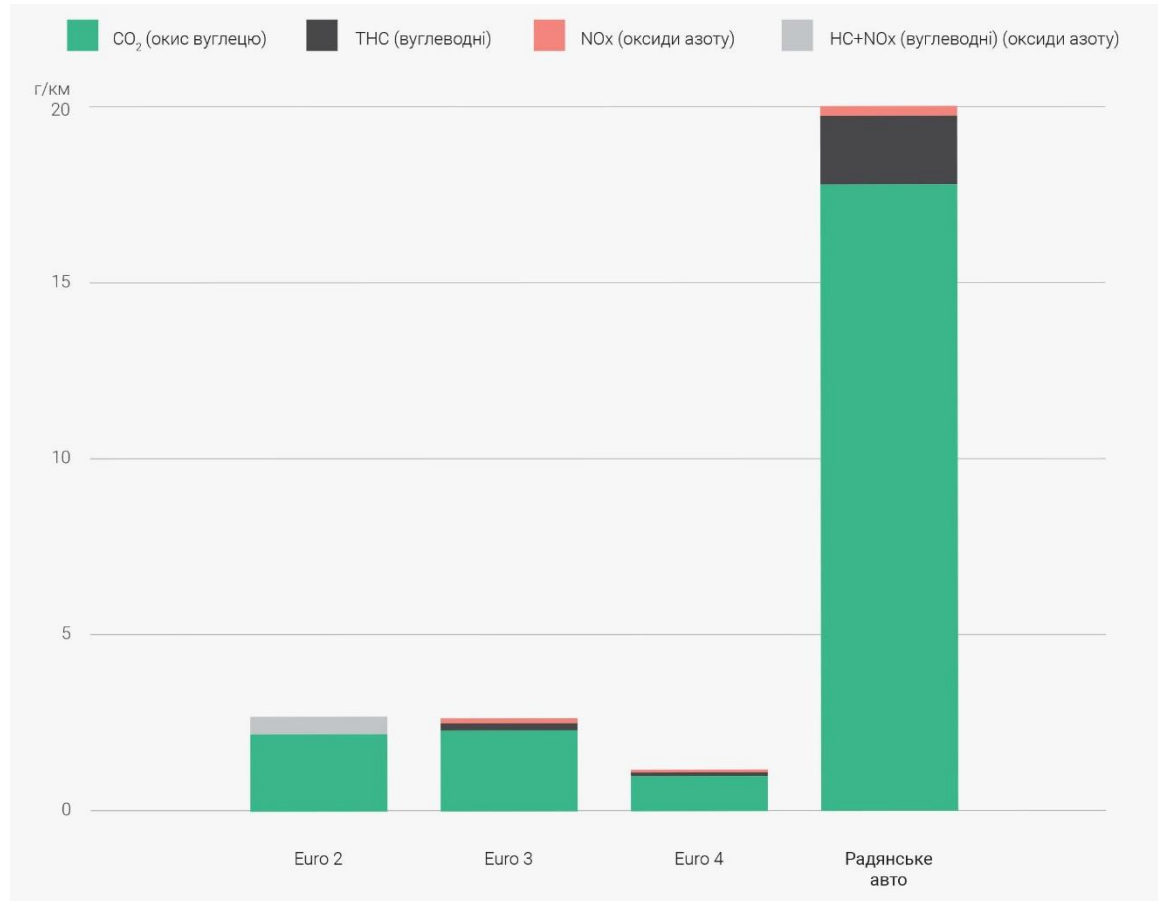


Рисунок 1.8 – Співвідношення шкідливих викидів у вихлопних газах автомобілів різних екологічних стандартів і радянських машин, г/км пробігу

Детальний аналіз цієї характеристики:

Викиди CO₂: Двигуни внутрішнього згорання виділяють вуглекислий газ (CO₂) під час спалювання палива. Автомобілі, які викидають менше CO₂, вважаються екологічно чистішими, оскільки менше сприяють парниковому ефекту та змінам клімату.

Норми викидів: Автомобілі повинні відповідати екологічним нормам, встановленим відповідними органами регулювання. Норми викидів регулюються стандартами, такими як Євро-стандарти в Європі або стандарти EPA (Environmental Protection Agency) в США. Чим вищий стандарт, тим менше дозволяється викидів шкідливих речовин.

Технології для зниження викидів: Виробники автомобілів використовують різні технології для зниження викидів. Це може бути використання ефективніших двигунів, систем очищення вихлопних газів, електричних або гібридних автомобілів, систем рециркуляції вихлопних газів та інше.

Електромобілі та гібриди: Електричні транспортні засоби не мають викидів CO₂ на рівні викидів з традиційних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння. Гібридні автомобілі комбінують паливні та електричні системи для зменшення емісій.

Використання альтернативних палив: Деякі автомобілі використовують альтернативні джерела палива, такі як водень, скраплені природний газ, біопаливо тощо. Ці палива можуть мати менший екологічний вплив, що робить автомобілі, які використовують їх, екологічно чистішими.

Рівень екологічності автомобіля є важливою характеристикою, особливо з урахуванням підвищеного інтересу до збереження довкілля та зменшення викидів. Екологічні автомобілі стають все більш популярними серед споживачів, оскільки вони сприяють збереженню навколишнього середовища.

1.3 Типи сучасних систем і механізмів у двигунах легкових автомобілів

Сучасні системи і механізми двигунів легкових автомобілів постійно еволюціонують, використовуючи різні технології для покращення ефективності, потужності та екологічності. Ось кілька типів сучасних систем і механізмів, які часто зустрічаються в сучасних автомобілях:

1.3.1 Турбонадув (турбокомпресор)

Система турбонадува, відома також як турбокомпресор, є технологією, яка дозволяє підвищити ефективність та потужність двигуна шляхом збільшення об'єму засмоктуваного повітря. Основні компоненти турбонадува включають:

Турбіна: Це компресор, що працює за рахунок вихлопних газів, які відправляються з двигуна. Від цих газів турбіна отримує енергію, яку використовує для обертання.

Компресор: Після отримання енергії від турбіни, компресор стискає повітря, що йде до циліндрів двигуна. Це дозволяє подавати більше повітря до камери згоряння, що підвищує ефективність горіння палива.

Принцип роботи системи турбонаддува полягає у використанні вихлопних газів, які, проходячи через турбіну, приводять її в рух. Після цього компресор стискає повітря та направляє його у циліндри двигуна. Оскільки більше повітря може ввійти до камери згоряння, система турбонаддува дозволяє використовувати більше палива, що підвищує потужність двигуна без збільшення його об'єму.

Переваги системи турбонаддува включають підвищення крутного моменту при низьких обертах, зменшення викидів шкідливих речовин, а також зменшення споживання палива при збереженні високої потужності двигуна. Однак, деякі недоліки цієї системи включають турболаг (затримка у відгуку при натисканні на газ) та складність у підтримці системи.

Загалом, система турбонаддува є популярною серед виробників автомобілів як спосіб забезпечити більше потужності та ефективності двигуна.

1.3.2 Системи безпосереднього впорскування палива (GDI, PFI)

Системи безпосереднього впорскування палива (GDI - Gasoline Direct Injection, PFI - Port Fuel Injection) є технологіями впорскування палива у циліндри двигуна. Ось детальніший аналіз цих систем:

Порівняння GDI та PFI:

PFI (Port Fuel Injection): У системі PFI паливо впорскується безпосередньо в вихлопний колектор перед клапанами впуску. Це спосіб рівномірне розподілення палива між циліндрами, забезпечуючи ефективне згорання.

GDI (Gasoline Direct Injection): У системі GDI паливо впорскується безпосередньо у камеру згоряння, що дозволяє точніше контролювати кількість палива та його розподіл. Це сприяє збільшенню ефективності згорання та зниженню викидів.

Робочий принцип:

PFI: Паливо та повітря змішуються перед впускним клапаном та потім надсилаються у циліндр. Це забезпечує хороше змішування палива з повітрям та стабільне горіння.

GDI: У GDI паливо вприсковується під великим тиском безпосередньо в камеру згоряння у вигляді дрібних крапель, що дозволяє більш точне керування процесом горіння та оптимізацію ефективності двигуна.

Переваги систем GDI та PFI:

PFI: Зазвичай дешевша у виробництві, менше вимоглива до технічного обслуговування.

GDI: Дозволяє збільшити ступінь стиснення, що поліпшує ефективність двигуна. Також, може зменшити викиди шкідливих речовин та підвищити потужність.

Недоліки:

PFI: Може бути менш ефективною в порівнянні з GDI, особливо на високих обертах або при великому навантаженні двигуна.

GDI: Вимагає більш точної системи керування та вищого рівня технічного обслуговування.

Системи безпосереднього вприскування палива GDI та PFI стають все більш популярними серед виробників автомобілів, оскільки вони дозволяють покращити ефективність, знизити рівень викидів та забезпечити кращий керований процес згоряння палива в двигуні.

1.3.3 Системи старт-стоп

Система "старт-стоп" або Start-Stop є технологією, що автоматично вимикає двигун автомобіля при зупинці і автоматично включає його, якщо водій відпускає педаль гальма чи знімає ногу з неї.

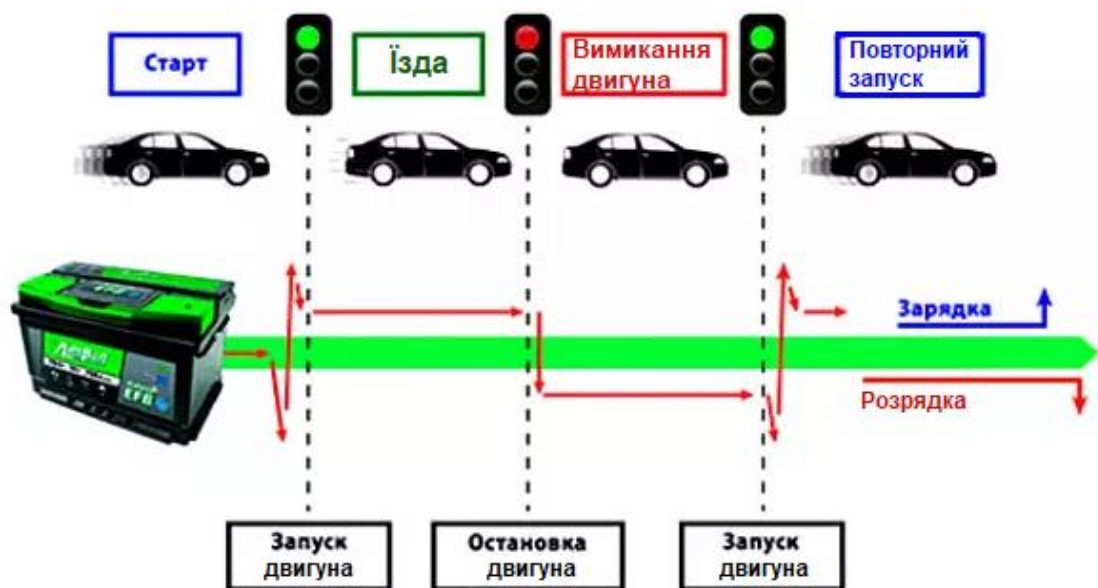


Рисунок 1.9 – Принцип роботи системи старт-стоп

Аналіз цієї системи:

Робочий принцип:

Коли автомобіль зупиняється, система автоматично вимикає двигун, зберігаючи енергію пального та знижуючи викиди.

Коли водій натискає на педаль газу або знімає ногу з педалі гальма (залежно від конкретної системи), двигун автоматично включається для продовження руху.

Переваги:

Економія пального: Відсутність роботи двигуна при зупинці (наприклад, на світлофорі чи в пробці) знижує споживання пального, особливо в умовах міського руху.

Зменшення викидів: Вимикання двигуна при зупинці зменшує кількість викидів шкідливих речовин у атмосферу.

Недоліки:

Знос стартового механізму: Часте вимикання та включення двигуна може збільшувати знос стартового механізму.

Комфорт водія: Деякі водії можуть відчувати дискомфорт через переривчасте вимикання та включення двигуна.

Сучасні розвідки:

Деякі системи "старт-стоп" використовують акумулятори більшого обсягу або генератори, щоб зменшити знос та покращити зручність використання.

Деякі моделі мають можливість вимикати чи регулювати роботу цієї системи залежно від умов руху або налаштувань водія.

1.3.4 Системи рециркуляції вихлопних газів (EGR)

Система рециркуляції вихлопних газів (Exhaust Gas Recirculation, EGR) використовується у внутрішньому згорянні двигунів з метою зменшення кількості оксидів азоту (NOx), що утворюються під час згорання палива. Ось детальніший аналіз цієї системи:

Принцип роботи:

Відведення вихлопних газів: Частина вихлопних газів з повернутими до системи впуску двигуна замість того, щоб вони потрапляли до вихлопної системи та атмосфери.

Зменшення температури згорання: Під час повторного введення вихлопних газів у систему впуску, температура згорання палива знижується,

що призводить до зменшення утворення оксидів азоту (NO_x), які виникають при високих температурах.

Ключові компоненти:

EGR-клапан: Клапан, який контролює потік вихлопних газів, які повертаються у систему впуску.

Датчики та система управління: Вони моніторять та регулюють потік вихлопних газів для оптимальної ефективності двигуна.

Переваги системи EGR:

Зниження викидів NO_x: Основна перевага полягає у зменшенні викидів оксидів азоту, що відповідають за забруднення атмосфери та шкідливість для здоров'я людини.

Покращена ефективність палива: Зниження температури згоряння може підвищити ефективність спалювання палива, що в свою чергу може зменшити споживання палива.

Недоліки системи EGR:

Надмірне забруднення: Може призводити до накопичення коксу та забруднення в системі впуску.

Вплив на продуктивність: Іноді може впливати на продуктивність двигуна, знижуючи потужність або забезпечуючи менш плавне робоче навантаження на двигун.

Система рециркуляції вихлопних газів (EGR) застосовується для зменшення викидів NO_x та покращення ефективності роботи двигуна. Однак, вона потребує відповідного технічного обслуговування та може мати певні недоліки, які потребують уваги під час експлуатації.

1.3.5 Системи керування обертовим моментом (TCS)

Система керування обертовим моментом (Traction Control System, TCS) призначена для підвищення контролю та керованості автомобіля в умовах обмеженої адгезії коліс з дорожнім покриттям (наприклад, на сльотній або слизькій дорозі, під час різкої прискорення або гальмування).

Аналіз цієї системи (рисунок 1.10):

Робочий принцип:

Спостереження за оборотами коліс: Система TCS виявляє занадто великі відмінності у швидкості обертання коліс та може втручатися, щоб уникнути проскочення коліс, що може призвести до втрати контролю над автомобілем.

Управління тяговим зусиллям: Шляхом автоматичного зменшення крутного моменту на колесі, де виявлено проскочення, система TCS спробує підтримувати оптимальне зчеплення коліс з дорожнім покриттям.



Рисунок 1.10 – Принцип роботи TCS

Ключові компоненти:

Датчики швидкості коліс: Моніторять швидкість обертання кожного колеса.

Керуючий модуль: Отримує дані від датчиків і виконує управління трансмісією або гальмами для забезпечення кращого зчеплення коліс із дорожнім покриттям.

Переваги системи TCS:

Покращений контроль: Забезпечує покращений контроль та стабільність автомобіля під час руху на сковзькій або нерівній дорозі.

Збереження стабільності: Допомогає уникнути проскочення коліс під час різкого прискорення або гальмування, що дозволяє водієві краще контролювати автомобіль.

Недоліки системи TCS:

Можливі втрати потужності: В деяких випадках система TCS може обмежити потужність автомобіля, яка передається колесам, для збереження контролю.

Неефективність в певних умовах: На дуже сковзькій або рівкій дорозі система може бути менш ефективною.

Система керування обертним моментом (TCS) є важливою частиною сучасних автомобільних систем безпеки, яка допомагає підтримувати контроль і стабільність автомобіля в умовах обмеженої адгезії.

1.3.6 Система впорскування рідини для зменшення викидів оксидів азоту (SCR)

Система впорскування рідини для зменшення викидів оксидів азоту (Selective Catalytic Reduction, SCR) використовується в дизельних двигунах для зниження викидів NO_x, що виникають під час згоряння палива (рисунок 1.11).

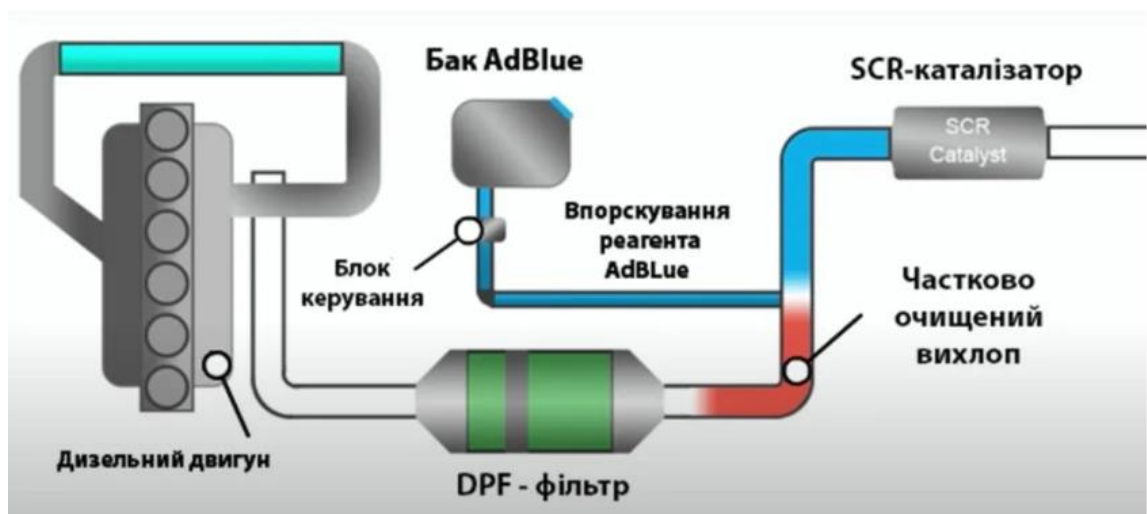


Рисунок 1.11 – Схема роботи системи SCR

Аналіз цієї системи:

Принцип роботи:

Використання мочовини або Adblue: SCR використовує реакцію між оксидами азоту (NO_x) та мочовиною, що введена у вихлопні гази.

Каталізatori: У SCR-системі використовуються каталізatori, що сприяють реакції NO_x з мочовиною, перетворюючи їх на безшкідливі азот та воду.

Ключові компоненти:

Бак з мочовиною (Adblue): Дефіцит мочовини використовується для впорскування у вихлопні гази.

Каталізatori SCR: Каталізatori, розміщені в системі, що сприяють хімічній реакції зниження оксидів азоту.

Переваги системи SCR:

Зниження викидів NO_x: Система SCR ефективно зменшує кількість оксидів азоту, які потрапляють у атмосферу.

Покращення екологічних показників: Зменшення викидів NO_x допомагає відповідати стандартам екологічної чистоти.

Недоліки системи SCR:

Необхідність поповнення мочовини (Adblue): Вимагає систематичного поповнення бака з мочовиною (Adblue).

Додаткові витрати: Витрати на мочовину (Adblue) та підтримання системи.

Система впорскування рідини для зменшення викидів NO_x (SCR) є ефективним методом для зниження впливу дизельних двигунів на навколишнє середовище, але вона потребує систематичного поповнення рідини (Adblue) та додаткових витрат на утримання.

1.3.7 Система керування фазами газорозподілу (VVT/i-VTEC/VTEC)

Системи керування фазами газорозподілу (VVT - Variable Valve Timing, i-VTEC - Intelligent Variable Valve Timing and Lift Electronic Control, VTEC - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control) призначені для оптимізації роботи газового розподілу в двигунах з внутрішнім згорянням, поліпшуючи продуктивність та ефективність двигуна. Ось детальний аналіз цих систем:

Принцип роботи (рисунок 1.12):

VVT (Variable Valve Timing): Змінює фази відкриття та закриття клапанів, регулюючи час відкриття клапанів у відповідності до режимів роботи двигуна.

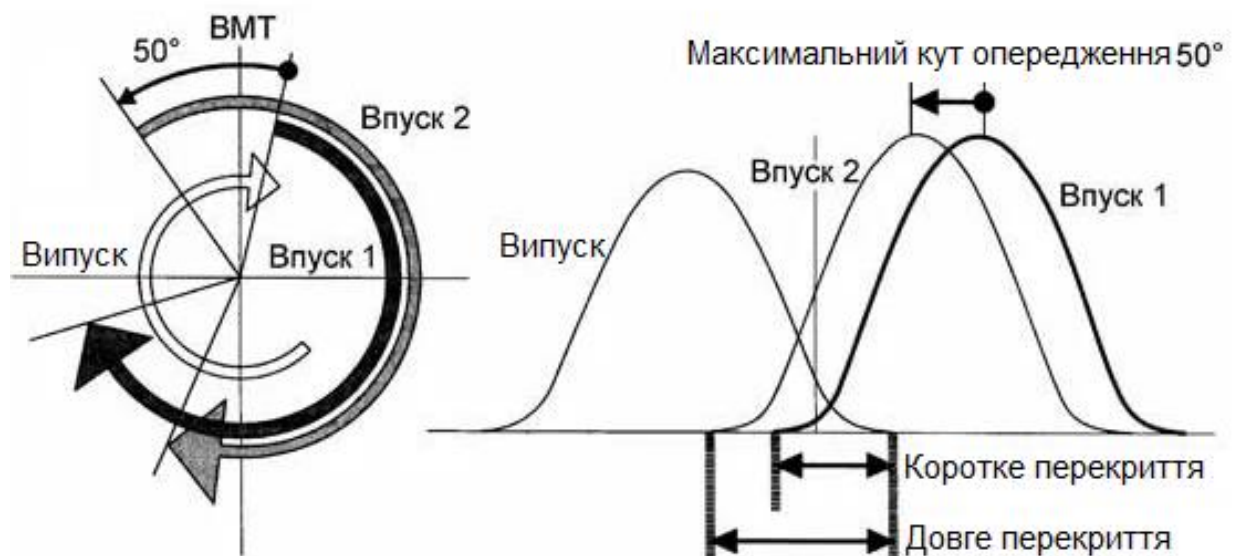


Рисунок 1.12 – Регулювання фазами газорозподілу системою VVT

i-VTEC / VTEC:

Крім регулювання фаз газорозподілу, ці системи також змінюють підйом клапанів, що дозволяє підвищити продуктивність та ефективність двигуна при високих обертах.

Ключові компоненти:

Електромеханічний привід клапанів:

Контролює фази відкриття/закриття клапанів.

Керуючий блок:

Отримує дані з датчиків та приймає рішення щодо регулювання фаз газорозподілу та впливу на роботу двигуна.

Переваги систем VVT/i-VTEC/VTEC:

Підвищення потужності:

Дозволяє досягти кращої продуктивності двигуна шляхом оптимізації газового розподілу.

Ефективність палива:

Може зменшити споживання палива за рахунок оптимізації роботи двигуна у різних режимах.

Недоліки систем VVT/i-VTEC/VTEC:

Складність обслуговування:

Додаткові компоненти можуть збільшити складність обслуговування та ремонту двигуна.

Вартість ремонту:

Витрати на ремонт можуть бути вищими через складність системи.

Ці системи керування фазами газорозподілу (VVT/i-VTEC/VTEC) є важливими для оптимізації роботи двигуна, проте їх складність може збільшити вартість обслуговування та ремонту.

Однак, вони вирішують багато завдань з покращення продуктивності, ефективності та екологічності сучасних двигунів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальні закономірності зношування поверхонь деталей двигуна автомобілів

Зношення поверхонь деталей двигуна автомобілів - це природний процес, який відбувається через тривале використання та взаємодію між рухомими частинами (рисунок 2.1).

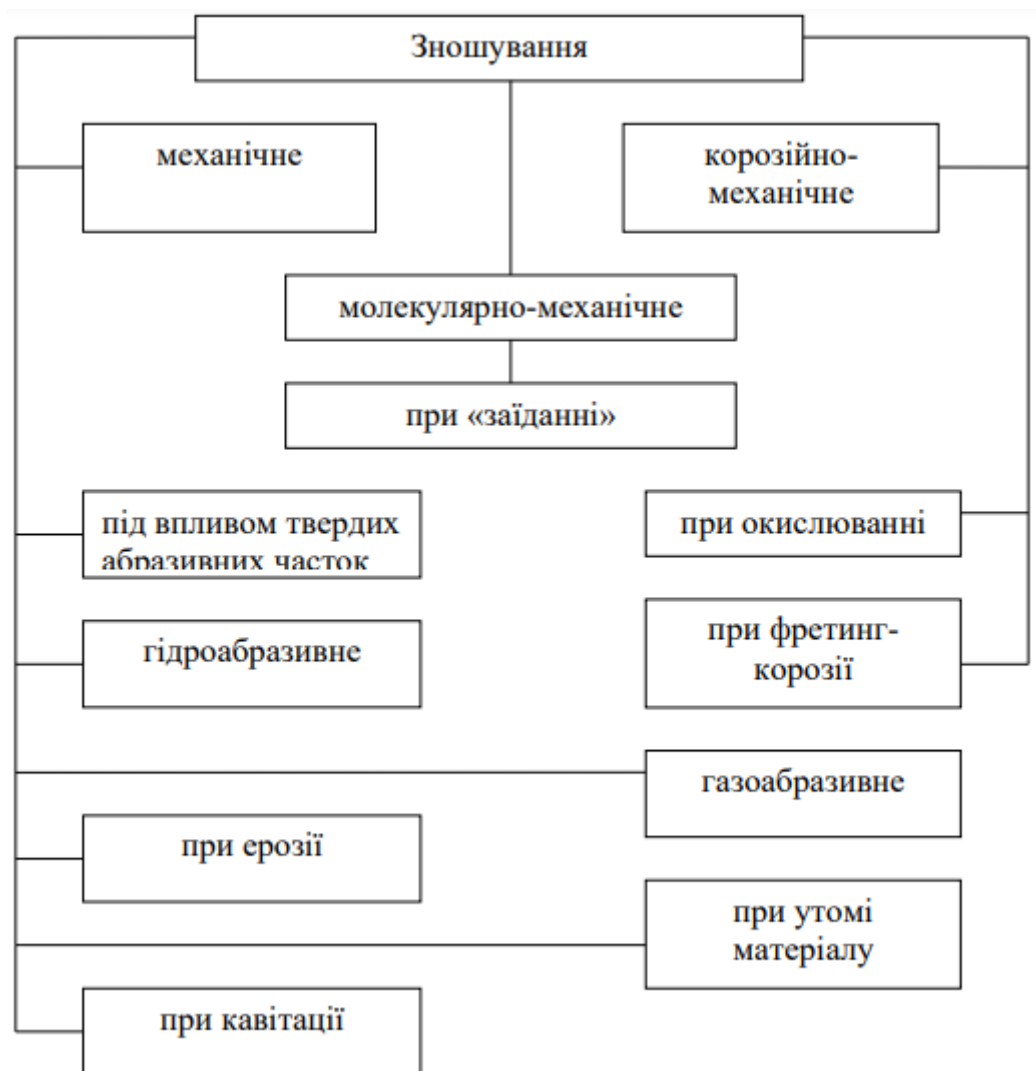


Рисунок 2.1 – Види зношування, що властиві для деталей автомобілів

Деякі загальні закономірності зношування поверхонь деталей двигуна включають (рисунок 2.2):

Тертя і зношування: Під час роботи двигуна рухомі деталі, такі як поршні, шатуни, колінчасті вали тощо, торкаються одна одної. Це може

призводити до тертя між поверхнями, що спричиняє зношування матеріалів. З плином часу це може призвести до зміни геометрії та розмірів деталей.

Абразивне зношування: Пил, пісок, металеві частинки та інші тверді частинки, які потрапляють в масло або паливо двигуна, можуть сприяти абразивному зношуванню поверхонь.

Корозія: Взаємодія металевих деталей з рідкістю, яка може містити воду або інші корозійні речовини, може спричинити корозійне зношування, що призводить до втрати матеріалу і структурних пошкоджень.

Зношування під впливом температури і тиску: Деталі двигуна піддаються різним температурним і тисковим умовам під час роботи. Це може призводити до термічного розширення, змін міцності матеріалу та інших фізичних змін, які сприяють зношуванню.

Неправильна експлуатація: Погана мастильність, неправильне налаштування двигуна, недбале обслуговування та інші фактори можуть спричинити прискорене зношування деталей.

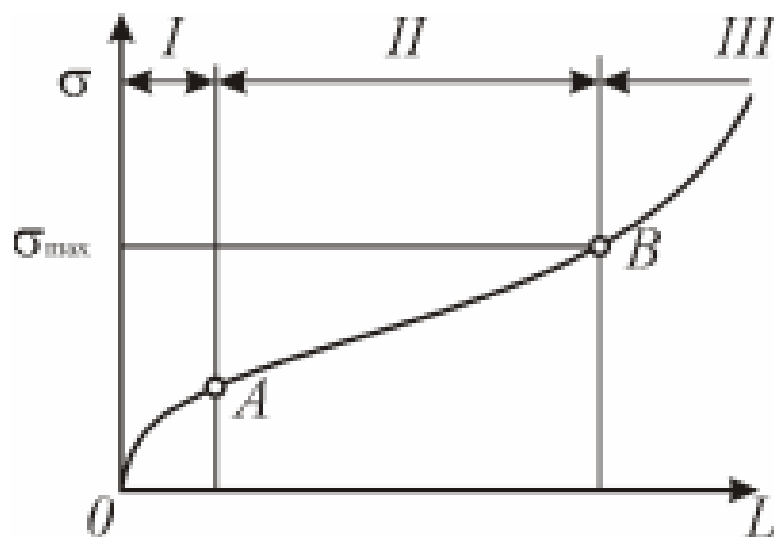


Рисунок 2.2 – Залежність спрацювання та інтенсивності спрацювання деталей автомобілів від їх пробігу (для усталених умов експлуатації)

Багаточисельними дослідженнями встановлено, що інтенсивність наростання зношування деталей і зміна зазорів рухомих з'єднань залежно від тривалості роботи відбуваються з певною закономірністю. Залежно від умов роботи одна й та сама деталь може зазнавати одночасно дії кількох видів спрацювання. Наприклад, верхня частина циліндра двигуна зазнає водночас

механічного і корозійно-механічного спрацьовування. Процес наростання спрацьовування поверхневих шарів має певні закономірності (рисунок 2.2). Спрацьовування σ підвищується протягом усього пробігу L автомобіля до певного стану деталі, але інтенсивність спрацьовування різна на усталених етапах роботи.

У початковий період роботи (припрацювання) деталі спрацьовуються дуже інтенсивно (ділянка OA) до якогось значення, характерного для цих умов роботи, потім процес переходить у зону усталеного спрацьовування (ділянка AB), а потім різко зростає і переходить в аварійне спрацьовування. У міру припрацювання знижується інтенсивність спрацьовування внаслідок збільшення площі поверхонь спряження, а також зміни мікрогеометрії деталей тертя і тиску. Спрацьовування на ділянці AB називається нормальним (природним). Воно характеризується сталістю умов роботи тертя і швидкості спрацьовування цього спряження. Після точки B спрацьовування різко зростає внаслідок збільшення зазору між тертьовими поверхнями, зростання динамічних навантажень, погіршення режиму мащення та ін. Отже, збільшення зазорів між деталями має бути обмеженим. Якщо працююче спряження розібрати, то після складання інтенсивність спрацьовування збільшується порівняно з початковим за рахунок нового припрацювання його деталей. Таким чином, розбирати автомобіль і його елементи можна тільки в разі крайньої потреби.

Старіння – процес поступової і неперервної зміни експлуатаційних властивостей, що спричиняється дією механічних, електричних, теплових та інших навантажень, наявність яких визначається режимом роботи й умовами експлуатації автомобіля. Ознаки граничного стану старіння – необоротна зміна фізико-хімічних властивостей матеріалів деталей (втрата пружності та ін.). Старіння зазнають елементи і деталі з металів, полімери, гумотехнічні вироби, ущільнення, напівпровідники.

Граничний стан – стан об'єкта, при якому його подальше застосування по призначенню недопустимо або недоцільно, або відновлення його справного або працездатного стану неможливо або недоцільно.

Слід зазначити, що процес зношування деталей і спряжень носить, як правило, складний комплексний характер, що включає одночасно кілька процесів. Однак один з них завжди переважає й викликає найбільш інтенсивне зношування. Основними показниками процесу зношування є час, швидкість

руху, питомі тиски, температура, поверхнева зносостійкість і шорсткість. Інтенсивність зношування залежить від зазначених показників

Допустиме зношування – значення зношування, при якому деталь (сполучення) зберігає працездатність (ділянка А - В).

Граничне зношування – зношування, що відповідає граничному стану виробу, що зношує, або його складових частин (точка В). При досягненні граничного зношування подальша експлуатація деталей і спряження недопустима. При аварійних зносах (поломках) експлуатація деталей недопустима.

Отже важливо розуміти, що зношування може призвести до змін у формі, розмірах та структурі деталей, що в свою чергу може погіршити продуктивність двигуна та загальну надійність автомобіля. Цей процес може бути пришвидшений неправильною експлуатацією, недбалістю у технічному обслуговуванні та використанням неякісних матеріалів або мастил.

Для запобігання зношуванню поверхонь деталей двигуна важливо вживати регулярні заходи технічного обслуговування, здійснювати заміну зношених частин вчасно, використовувати якісні мастила та дотримуватися рекомендацій виробників щодо експлуатації автомобіля.

Крім того, постійне вдосконалення матеріалів і технологій дозволяє створювати більш міцні та менш зношені деталі для двигунів, що сприяє збільшенню їх тривалості служби та підвищенню продуктивності транспортних засобів.

2.2 Розрахунок величини зносу деталей двигунів автомобілів

Для визначення кількісних параметрів зносу, необхідних для характеристики вивчаемого процесу, здійснюється під час лабораторних досліджень, стендових та експлуатаційних випробувань. Залежно від призначення вимірювання зносу здійснюють одним з наведених основних методів: мікрометражним вимірюванням, зважуванням, визначенням продуктів зношування в мастилі, за допомогою поверхневої активації, вмонтованих датчиків та штучних баз та інші.

Метод мікрометражного вимірювання – найбільш поширений метод, який застосовується для виявлення динаміки і характеру зношування робочих поверхонь деталей. Він базується на визначенні зносу шляхом визначення розмірів деталей (або зразків) вимірювальними інструментами (мікрометрами,

індикаторами та ін.) до і після зношування. Величина зносу визначається як різниця розмірів поверхонь деталей до і після зношування. До недоліків цього методу можна віднести наступне: необхідність розбирання вузла, складність повторювання вимірювання в одних і тих же точках, недостатня точність при невеликих значеннях зносу, значний вплив суб'єктивного фактору тощо.

Профілографування поверхонь – це графічне відображення мікротопографічного рельєфу зношеної поверхні за допомогою спеціальних приладів – профілографів. Отримані профілограми містять зображення поверхонь до і після зношування, обробка цих профілограм надає можливість визначити фактичний знос поверхонь.

Зважуванням визначається масовий сумарний знос поверхонь. Вимірювання складається з визначення різниці маси деталі до і після зношування. Недоліком методу є неможливість визначити значення зносу на різних поверхнях тертя та необхідність розбирати з'єднання.

Метод штучних баз полягає у визначенні зміни розмірів штучно нанесених заглиблень на поверхню, знос якої вивчається. Заглиблення виконують натисканням індентора (конусного або пірамідального) для отримання відбитків або вирізанням лунок. Найрозповсюдженим є метод вирізання лунок на поверхні тертя тригранним алмазним різцем, що обертається. На відміну від попереднього способу (нанесення відбитків), вирізання не створює напливів від тиснення, що надає більш реальну картину процесу, який досліджується.

Величина зносу плоскої поверхні з використанням вирізаних лунок (рисунок 2.3) визначають за формулою [3]:

$$u_n = \Delta h = h - h_1 = \frac{\ell^2 - \ell_1^2}{8r}, \quad (2.1)$$

де Δh – товщина зношеного шару (знос);

h, h_1 – відповідно глибина відбитка до і після зношування;

ℓ, ℓ_1 – відповідно довжина лунки до і після зношування;

r – радіус, описаний верхівкою різця.

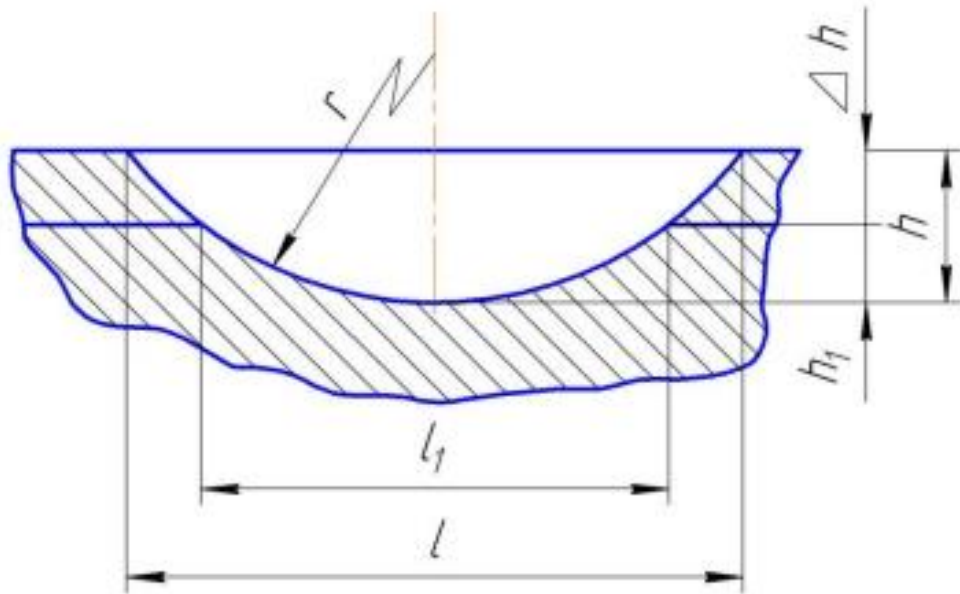


Рисунок 2.3 – Схема визначення зносу методом вирізування лунок

При визначенні зносу циліндричної поверхні користуються формулою:

$$u_n = \Delta h = 0,125(\ell^2 - \ell_{10}^2) \left(\frac{1}{r} \pm \frac{1}{R} \right), \quad (2.2)$$

де R – радіус кривизни поверхні тертя на місці лунки.

У формулі (2.2) приймають знак "плюс" для опуклих, "мінус" – вгнутих поверхонь.

Для визначення зносу за вмістом продуктів зношування в мастилі періодично відбирають його проби з порожнин об'єкта, що експлуатується. Відібрані проби спалюються і за допомогою хімічного або спектрального аналізу золи спаленого масла визначається вміст елементів матеріалів, з яких виготовлені деталі.

Цей метод не потребує розбирання вузла, але і не дає диференціювати знос різних поверхонь деталей з однаковим хімічним складом.

Метод визначення зносу деталей за допомогою поверхневої активації дає сталу інформацію про вузли діючих агрегатів, які зазнають тертя. Радіоактивність досягається опромінюванням деталей або установкою вставок у зони тертя. У першому способі продукти зношування виносяться оливою разом із радіоактивним ізотопом і проходять через лічильник імпульсів, що визначає радіоактивність оливи, яка збільшується по мірі спрацьовування поверхонь деталей. При застосуванні вставок у процесі роботи і зношування

активованої зони зменшується активність випромінювання, що реєструється спеціальною апаратурою.

Хід процесу зношування в часі має вигляд кривої залежності зносу u від часу t (рисунок 2.4).

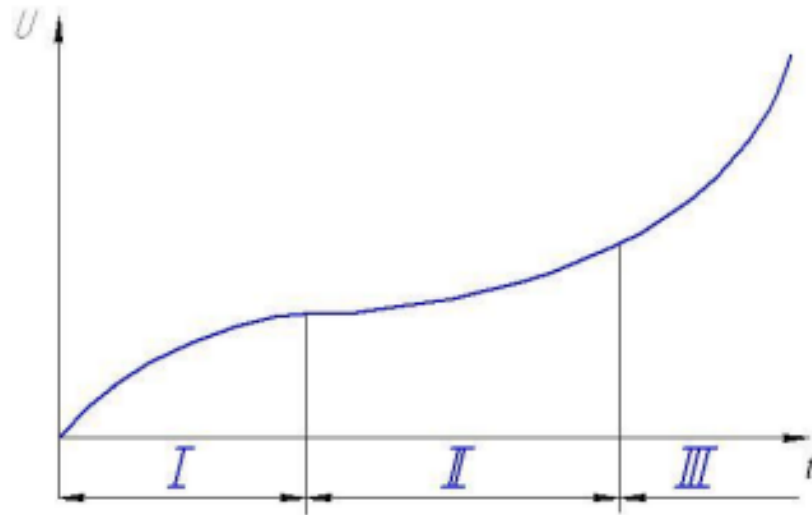


Рисунок 2.4 – Залежність зносу від тривалості часу (обсягу робіт):

I – стадія припрацювання;

II – стадія нормальної роботи;

III – стадія аварійного зношування

Зношування відбувається в три стадії (періоди). На стадії I здійснюється припрацювання контактуючих поверхонь деталей (графік наводить зміни зносу тільки однієї з поверхонь). Ця стадія характеризується нестабільністю параметрів тертя, початковою високою швидкістю зношування du/dt , що обумовлено значними пластичними деформаціями нерівностей поверхневих шарів деталей, перебудовою технологічного мікрорельєфу поверхонь на експлуатаційний та зміною фізико-механічних властивостей.

Най триваліша – стадія II. Ця ділянка кривої відповідає періоду нормальної роботи з'єднання після припрацювання. При нормальній роботі спостерігається стабілізація параметрів тертя, швидкість зношування відносно невелика і приблизно однакова і стала.

Знос деталей поступово спричиняє до погіршенню умов тертя при роботі з'єднань, у результаті чого швидкість зношування різко зростає. Цей період процесу зношування відповідає кривій на стадії III.

Криві зміни зносу в часі залежно від умов роботи деталей (виду з'єднання, фізико-механічних властивостей поверхонь тощо) можуть мати не всі три стадії вихідної (класичної) кривої, а дві або одну (рисунок 2.4).

Представлення законів зношування в аналітичній формі – складне завдання і перебуває в процесі становлення.

Професор О.С. Проніков сформулював особливості, якими повинні характеризувати закони зношування. На його думку закони зношування в аналітичній формі – це залежність зносу від таких факторів:

- силових і кінематичних параметрів і, у першу чергу, від тиску на поверхню тертя і швидкості відносного ковзання (від факторів Р і V);
- параметрів, які характеризують склад, структуру і механічні властивості матеріалів трибосистеми;
- властивостей поверхневого шару деталей;
- видів тертя і мащення;
- зовнішніх умов, які впливають на процес зношування – температури, вібрації та ін.

Крім того, усі закономірності повинні описувати зміни зносу в часі.

Одна із загальних формул для розрахунку зносу u при множинному контакті за теорією І.В. Крагельського має вигляд:

$$u = K\alpha \sqrt{\frac{h P_a}{R P_r n}} \quad (2.3)$$

де K – стала, яка визначається формою і розташуванням по висоті одиничних нерівностей на поверхнях (звичайно $K=0,2$);

α – коефіцієнт перекриття, який залежить від відношення номінальної площі контакту A_a до фактичної A_r ;

h – глибина впровадження;

R – радіус одиничної мікронерівності;

P_a, P_r – відповідно тиск на номінальній A_a та фактичній A_r площинах контакту;

n – кількість циклів, що приводять до руйнування об'єму, який деформується.

Відношення h/R визначає вид фрикційного зв'язку, умови тертя відношення P_a/P_r пов'язане з якістю поверхні, множник $1/n$ характеризує опір втомі та вводить у рівняння часовий зв'язок.

Залежно від теорії контактування, матеріалів, пари тертя, умов роботи з'єднання, необхідної точності розрахунків, в теорії надійності розроблено методики та аналітичні вирази, за допомогою яких виконують інженерні розрахунки для багатьох видів зношування.

Методика відслідковування мілажу (пробігу) є одним з основних методів оцінки зносу деталей двигуна автомобіля. Цей метод базується на ідеї, що чим більший пробіг автомобіля, тим більший знос деталей.

Основні принципи цієї методики включають наступне:

Прогнозування часу служби деталей: Кожна деталь двигуна має свій власний ресурс і приблизний пробіг, після якого вона може вимагати заміни або обслуговування. Наприклад, ресурс поршневих кілець, шатунних підшипників, ременя ГРМ (газорозподільний механізм) може бути визначений виробником або досвідом експлуатації.

Сервісні інтервали: Виробники автомобілів зазвичай вказують сервісні інтервали для заміни або перевірки деталей на підставі очікуваного пробігу. Наприклад, рекомендації щодо заміни масла, фільтрів, ременів і роликів ГРМ можуть бути пов'язані з кількістю пройдених кілометрів.

Врахування умов експлуатації: Знос може відрізнятись в залежності від умов експлуатації автомобіля. Наприклад, автомобіль, який експлуатується в міських умовах з частими зупинками і прискореннями, може швидше зазнавати зносу деталей, ніж автомобіль, що їздить на трасі з стабільною швидкістю.

Системи попередження про знос: Деякі автомобілі мають системи моніторингу, які попереджають водія про необхідність обслуговування або заміни деталей на основі пройденого пробігу.

Цей метод відслідковування мілажу є базовим, але досить ефективним способом визначення зносу деталей двигуна автомобіля. Проте, важливо також враховувати рекомендації виробника, робити регулярний технічний огляд авто та слідкувати за будь-якими ознаками аномального зносу або поломок для забезпечення безпеки та ефективної роботи автомобіля.

Методика моніторингу параметрів двигуна є важливим інструментом для визначення зносу деталей двигуна автомобіля. Цей підхід базується на спостереженні та аналізі різних параметрів роботи двигуна, які можуть свідчити про знос або проблеми з деталями.

Основні параметри, які можуть вказувати на знос або проблеми деталей двигуна, включають такі:

Тиск масла: Зниження тиску масла може вказувати на проблеми з масляною системою, знос деталей або витік оливи.

Температура двигуна: Підвищена температура може бути ознакою проблем з системою охолодження, а також зносу деталей, що може вплинути на тепловий режим двигуна.

Шуми і вібрації: Аномальні шуми або вібрації можуть свідчити про проблеми з деталями, наприклад, стукіт, грохіт або відсутність плавності роботи можуть бути наслідком зносу підшипників, поршнів та інших деталей.

Аналіз вихлопних газів: Вимірювання складу вихлопних газів може допомогти виявити проблеми з роботою двигуна, наприклад, знос каталізатора або проблеми з системою впуску/випуску.

Перформансні параметри: Зміни в роботі двигуна, такі як втрата потужності, погіршення рівня пального споживання, можуть бути ознакою зносу або несправностей у деталях двигуна.

Ці параметри можуть бути відстежені за допомогою датчиків, систем моніторингу та діагностики, доступних у більшості сучасних автомобілів. Моніторинг цих параметрів може допомогти виявити проблеми на ранніх стадіях, що дозволить вчасно вжити заходів для заміни або ремонту деталей та підтримки оптимальної працездатності двигуна.

Метод моделювання зносу через програмне забезпечення використовується для прогнозування зносу деталей двигуна або автомобільних компонентів на основі різноманітних факторів. Цей підхід зазвичай використовує комп'ютерні моделі або програми, які враховують різні параметри та умови експлуатації для прогнозування та аналізу зносу.

Основні аспекти моделювання зносу включають:

Фізичні властивості матеріалів: Програмне забезпечення може використовувати дані про матеріали, з яких виготовлені деталі двигуна, та їх властивості (твердість, тривалість служби тощо), щоб прогнозувати швидкість зносу при різних умовах експлуатації.

Умови експлуатації: Моделі можуть враховувати різні умови, такі як тип дороги, стиль водіння, температура, рівень навантаження, частота зупинок і прискорень, що можуть вплинути на знос деталей.

Аналіз працездатності і прогнозування зносу: Програми можуть використовувати моделі для аналізу рівня зносу конкретних деталей або систем в майбутньому в залежності від різних сценаріїв експлуатації та умов.

Оптимізація термінів та заміни деталей: Ці моделі можуть допомогти виробникам або сервісним центрам оптимізувати графік заміни деталей для максимального використання їхнього ресурсу та попередження аварійного стану.

Вдосконалення конструкції та матеріалів: Результати моделювання можуть використовуватися для вдосконалення конструкцій деталей або вибору більш довговічних матеріалів з метою зменшення зносу в майбутньому.

Цей підхід дозволяє прогнозувати знос деталей на основі реальних умов експлуатації та властивостей матеріалів, що може бути корисним для планування обслуговування автомобіля та підтримки його ефективної роботи.

Загалом, точний розрахунок зносу може вимагати спеціальних інструментів, обладнання та досліджень. Найкращим способом визначення стану деталей двигуна є поєднання кількох методів і аналіз їх результатів для прийняття обґрунтованих висновків щодо зносу та потреби у технічному обслуговуванні чи заміні деталей.

2.3 Основні експлуатаційні дефекти деталей двигунів легкових автомобілів, причини їх виникнення

Крім зношування, що проявляється при терті, деталі машин піддаються й іншому видам руйнування: втомлювальному, корозійному, електроерозійному, деформаціям, втратам пружності або намагніченості, утворенню нагару, накипу й ін.

Втомлювальне руйнування проявляється у вигляді тріщин і полумок деталей від тривалого впливу повторно-змінних навантажень [4]. Спочатку виникають мікроскопічні тріщини, які потім розвиваються в глиб деталі, охоплюючи значну частину перетину, і, якщо таку деталь вчасно не замінити, настає її поломка, що часто приводить до великих аварій. Втомлювальному руйнуванню піддаються осі, вали, шатуни, шатунні болти, шестерні й ін.

Втомлювальну міцність деталей підвищують піскоструменевою або дробеструменевою обробкою, накаткою роликком або наклепом молотком (пружини, аркуші ресор), а також ретельною обробкою поверхні й установленням правильних радіусів переходу від одного перетину деталі до іншого.

Зниженню втомленого руйнування сприяє правильне складання, співвісність вузлів і агрегатів. Особливо важливо виявити початкові втомлювальні тріщини деталей при ремонті.

Утворення накипу та нагару на деталях у значній мірі погіршує відвід теплоти й порушує тепловий режим агрегатів, у результаті чого підвищуються зношування й інші руйнування багатьох деталей.

Накип – це відкладення малорозчинних солей кальцію, магнію й інших елементів на внутрішніх поверхнях деталей системи охолодження двигунів. Теплопровідність накипу в 50...100 разів нижче металу. Тому нерівномірне відкладення накипу, крім погіршення відводу теплоти, викликає також нерівномірне нагрівання деталей, у результаті чого утворюються короблення й тріщини головок блоку й інших деталей [8].

Нагар – це тверді й міцні вуглецеві відкладення, що утворюються на деталях внаслідок неповного згоряння паливомастильних матеріалів або зіткнення їх з поверхнями сильно нагрітих деталей. Утворення нагару на поверхні камери згоряння, клапанах, днищі поршня й свічах карбюраторних двигунів різко знижує їх потужність, підвищує витрату палива й часто викликає детонацію (передчасне запалення робочої суміші від розпечених крапок нагару). Утворення нагару на соплах форсунок дизелів погіршує якість розпилу, викликає перегрів і заїдання голки розпилювача, у результаті чого порушується нормальна робота двигуна.

Відкладення нагару на деталях так само, як і накипу, різко знижує відвід теплоти від деталей, що викликає перегрів, короблення, утворення тріщин і інші дефекти.

Дефекти деталей двигунів легкових автомобілів можуть виникати з різних причин, включаючи недоліки в процесі виробництва, неправильну експлуатацію, зношення та навіть зовнішні фактори. Основні експлуатаційні дефекти та їхні причини можуть включати:

1. Порушення герметичності газових кілець (уплотнень):

Причина: Несправність кілець або неправильна установка під час збирання двигуна. Відкладення коксу або забруднень у каналах поршня також може призвести до ушкодження кілець (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Зламане компресійне кільце

2. Зношення та забруднення поршневої групи:

Причина: Недостатня мастильність, яка веде до зношення поршневих кілець, гільз циліндрів та поршнів. Також може спричинити забруднення та відкладення коксу в поршневій системі (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Зношена поршнева група

3. Пошкодження клапанного механізму:

Причина: Несправність роботи системи змащення або несвоєчасна заміна масла може призвести до зношення клапанів, неправильного функціонування клапанних пружин або подряпин на поверхнях клапанів.

4. Нестійка робота паливної системи:

Причина: Забруднення паливної системи, недоліки у фільтрах або паливних насосах можуть викликати нерівномірне подавання палива, що може призвести до нестабільної роботи двигуна, перегріву або інших проблем (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Погано працюючі паливні форсунки через забрудненість паливної системи

5. Негерметичність системи охолодження:

Причина: Пошкодження радіатора, шлангів або несправність термостата можуть призвести до витоку охолоджувальної рідини, перегріву двигуна та інших проблем із системою охолодження (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Авто з пошкодженою системою охолодження

6. Зношення підшипників та механізмів приводу:

Причина: Недостатнє змащення, механічні пошкодження, зношення матеріалів можуть призвести до неправильної роботи підшипників, колінчастого валу та інших механізмів приводу (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Зношений підшипник

7. Корозія та зношення головки блоку циліндрів:

Причина: Несправність системи охолодження, неправильна експлуатація авто, агресивні середовища можуть призвести до корозії або зношення головки блоку циліндрів (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Корозія на головці блока циліндрів

Запобігання цим дефектам включає регулярне технічне обслуговування, використання якісних запасних частин та матеріалів, правильне використання автомобіля та вчасне усунення будь-яких проблем, що можуть виникнути під час експлуатації.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Способи діагностування двигунів легкових автомобілів

3.1.1 Методи діагностування двигунів легкових автомобілів

Діагностування двигунів легкових автомобілів є невід'ємною частиною підтримки їхньої ефективної роботи та тривалості служби. З кожним пройденим кілометром машини, двигун піддається різним впливам, що може призвести до зносу, поломок або втрати продуктивності. Розуміння та використання різноманітних методів діагностики є критичним для вчасного виявлення потенційних проблем, уникнення серйозних поломок та забезпечення безпеки на дорозі. У цьому контексті важливо розглянути різноманітні технології, які використовуються для аналізу та діагностики роботи двигунів легкових автомобілів. Вони охоплюють різні методики та інструменти, спрямовані на виявлення недоліків, визначення стану агрегатів та забезпечення оптимальної ефективності роботи автомобільного двигуна.

Блок-схема пошуку причин несправностей двигуна наведена на рисунку 3.1 [5].

Діагностування двигунів поділяється на два методи:

1. Суб'єктивні;
2. Об'єктивні.

Суб'єктивні методи – визначення технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. Проте за допомогою органів чуття людини дістають і аналізують інформацію, а також приймають рішення про технічний стан, що призводить, природно, до похибок.

Найпоширеніші такі суб'єктивні методи: візуальний, прослухування роботи механізму, обмацування механізму, висновок про технічний стан на основі логічного мислення.

Візуальним методом можна виявити такі несправності: порушення ущільнень; дефекти трубопроводів, сполучних шлангів і пристроїв – за протіканням палива, масла, охолодної рідини; неповноту згоряння палива – за димністю відпрацьованих газів; спрацьовування деталей циліндро-поршневої групи або пізній початок подачі палива – за голубуватим кольором відпрацьованих газів; якість картерного масла – за кольором масляної плями на фільтрувальному папері; потрапляння води і палива в камеру згоряння – за

білим димом відпрацьованих газів; підтікання форсунок – за підвищенням рівня масла в піддоні картера двигуна і т. п.

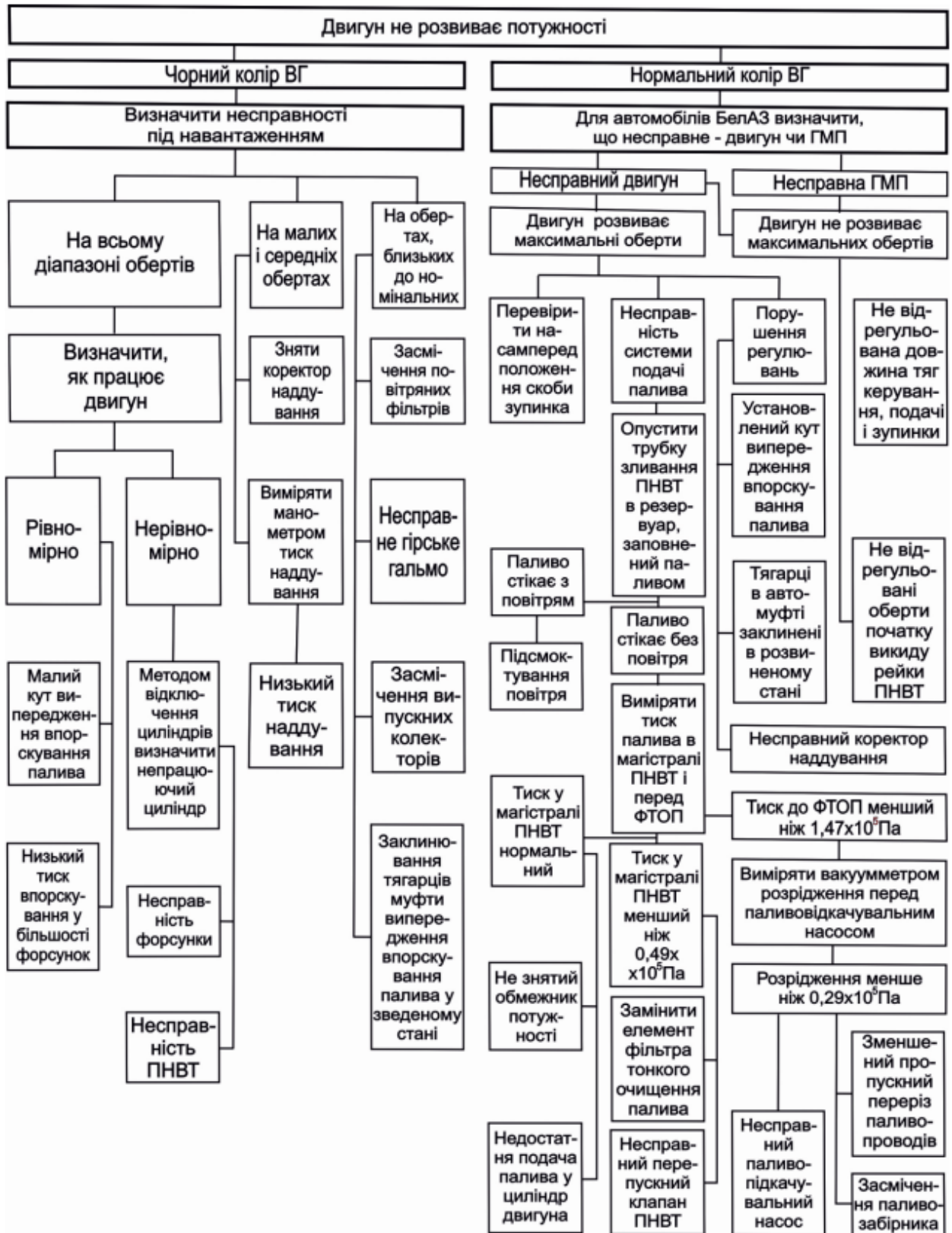


Рисунок 3.1 – Пошук причини несправності "Двигун не розвиває потужності"

При прослуховуванні роботи механізмів можна виявити такі несправності: збільшений зазор між клапанами і коромислами механізму газорозподілу – за стуком у зоні клапанного механізму; більше спрацьовування шатунних і корінних підшипників – за стуком у відповідних зонах кривошипно-шатунного механізму при зміні частоти обертання колінчастого вала; надмірне випередження або запізнювання впорскування палива – за характером вихлопу; нещільності посадки клапанів газорозподілу – за характером свисту і шипіння при прокручуванні вручну колінчастого вала; та інше.

Методом обмацування можна визначити такі несправності [6]:

ослаблення кріплень – за відносним переміщенням деталей; несправності механізмів і деталей – за надмірним їх нагріванням; несправності рульового механізму – за поштовхами на рульовому колесі та інше.

На підставі логічного мислення можна дійти висновку про такі несправності: спадання потужності двигуна – автомобіль "не тягне"; несправності паливної апаратури – утруднений пуск двигуна; несправності системи охолодження – двигун перегрівається та інше.

Об'єктивні методи діагностування ґрунтуються на вимірюванні та аналізі інформації про справжній технічний стан елементів автомобіля спеціальними контрольнo-діагностичними засобами і прийнятті рішення за допомогою спеціально розроблених алгоритмів діагностування.

До об'єктивних методів належать: діагностування за структурними параметрами, герметичністю робочих об'ємів, вихідними параметрами робочих процесів, зміною віброакустичних параметрів, параметрами процесів або циклів, що періодично повторюються, складом картерного масла і відпрацьованих газів.

Діагностування технічного стану двигуна за зовнішніми ознаками

Щоб запобігти несправностям, багато автомобільних заводів останнім часом розробили методики виявлення несправностей за їхніми зовнішніми проявами.

Перший спосіб – це класифікація усіх несправностей двигунів за зовнішніми ознаками і визначення функціонального зв'язку між ними і несправностями деяких систем та вузлів двигунів [7]. Ця класифікація складається з 11 таблиць. Однією з них є таблиця 3.1.

Таблиця 3.1. Класифікація несправностей двигунів

Зовнішній прояв несправності двигунів	Системи і вузли, в яких криється причина несправності									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Не запускається		×	×		×	×	×		×	
Не розвиває потужності	×	×			×		×			×
Низький тиск наддування	×	×								
Підвищена димність	×	×		×	×	×	×	×		×
Працює нерівномірно		×								
Раптово зупиняється		×								
Не розвиває обертів		×								

Примітка. 1 – турбонаддування, впуск і випуск; 2 – живлення; 3 – мащення; 4 – охолодження; 5 – циліндропоршнева група; 6 – кривошипно-шатунний механізм; 7 – механізм газорозподілу; 8 – корпусні деталі (блок двигуна, головка блоку циліндрів); 9 – електроустаткування; 10 – порушення правил експлуатації та ремонту двигунів.

У другому способі використано принцип алгоритму (під поняттям "алгоритм" тут мають на увазі послідовність пошуку несправності). Несправність шукають за певною схемою з поділом на етапи (розгалуження). Використовують додаткові ознаки несправностей, рекомендують прилади для технічного діагностування стану окремих елементів двигунів.

3.1.2 Інструменти та обладнання для діагностування двигунів легкових автомобілів

Діагностування двигунів легкових автомобілів вимагає різноманітних інструментів та обладнання для визначення різних параметрів та стану систем автомобіля. Інструменти та обладнання, які часто використовуються для діагностики двигунів:

1. Сканери автомобільних систем, або OBD-II сканери (On-Board Diagnostics) (рисунок 3.2), є пристроями, призначеними для читання інформації з діагностичних систем автомобілів, які відповідають стандартам OBD-II. OBD-II - це стандартна система діагностики, яка встановлюється на більшості легкових автомобілів, вироблених після 1996 року (у США) та після 2001 року (в Європі).



Рисунок 3.2 – Сканери автомобільних систем (OBD-II сканери)

Основна мета OBD-II – забезпечити можливість діагностики та моніторингу різних систем автомобіля, включаючи двигун, трансмісію, систему вихлопних газів та інші важливі компоненти. Сканери OBD-II дають можливість отримувати доступ до цієї інформації, а також зчитувати коди помилок (Diagnostic Trouble Codes - DTC), які вказують на проблеми або несправності у системах автомобіля.

Основні функції та можливості OBD-II сканерів:

Читання кодів помилок (DTC): Сканер може виявити, записати та відображати коди помилок, що дозволяє визначити причину проблеми з автомобілем.

Параметри двигуна та датчики: Деякі сканери можуть показувати реальні чи живі дані про різні параметри двигуна, такі як швидкість обертання, температура охолоджувальної рідини, рівень палива тощо.

Тестування емісій та викидів: Деякі сканери можуть перевіряти відповідність автомобіля стандартам екологічної безпеки.

Скидання кодів помилок: Деякі пристрої дозволяють скидати записані коди помилок після виправлення проблеми.

Сумісність з різними типами автомобілів: Багато сканерів підтримують різні марки та моделі автомобілів, що робить їх універсальними.

Існують різні типи OBD-II сканерів: від простих портативних пристроїв з базовими функціями до більш продуманих інструментів з розширеним

функціоналом та можливістю підключення до смартфонів або комп'ютерів для аналізу та збереження даних.

Крім того, розвиток технологій привів до створення Wi-Fi або Bluetooth OBD-II адаптерів, які можна підключати до смартфонів за допомогою спеціальних додатків для зручності використання та аналізу даних автомобіля.

Перед покупкою сканера OBD-II важливо врахувати його сумісність із конкретною маркою та моделлю вашого автомобіля, а також функціональні можливості, які вам необхідні для ефективної діагностики авто.

2. Аналізатори вихлопних газів – це спеціальні пристрої, які використовуються для вимірювання складу вихлопних газів, що виходять з вихлопної системи транспортного засобу (рисунок 3.3). Ці пристрої важливі для визначення рівнів викидів окремих складових газів у вихлопних видах.



Рисунок 3.3 – Аналізатор вихлопних газів

Основні функції та можливості аналізаторів вихлопних газів:

Вимір викидів: Аналізатори вихлопних газів визначають кількість окремих складових газів у вихлопних видах, таких як вуглекислий газ (CO₂), оксиди азоту (NO_x), вуглеводні (HC), оксид вуглецю (CO) тощо.

Діагностика ефективності систем очищення вихлопних газів: Аналізатори вихлопних газів дозволяють оцінити роботу каталізаторів та інших компонентів систем очищення вихлопів. Це дозволяє визначити, чи вони працюють належним чином і чи відповідають вимогам стандартів екологічної безпеки.

Перевірка відповідності вимогам стандартів емісій: Аналізатори вихлопних газів застосовуються для перевірки відповідності викидів транспортних засобів стандартам емісій, встановленим законодавством.

Ремонт та діагностика двигуна: Вимірювання рівнів викидів може служити підказкою для механіків при виявленні проблем з двигуном, що можуть впливати на склад вихлопних газів.

Моніторинг та підтримка ефективності пального споживання: Вимірювання складу вихлопних газів також може бути корисним для оцінки ефективності спалювання пального, що може вказувати на проблеми з системою пального або іншими системами двигуна.

Екологічна безпека та вплив на навколишнє середовище: Основна мета використання аналізаторів вихлопних газів - зменшення викидів шкідливих речовин у повітря для збереження середовища.

Зазвичай аналізатори вихлопних газів використовуються в автомобільній промисловості, сервісних центрах, механічних майстернях та лабораторіях для діагностики автомобільних двигунів, емісій та екологічної безпеки.

Ці пристрої можуть бути різних типів та комплектацій, від портативних до більш складних стаціонарних систем, залежно від специфічних потреб вимірювання та діагностики.

3. Компресійний тестер – це інструмент, який використовується для вимірювання рівня компресії у циліндрах двигуна внутрішнього згорання. Цей тест допомагає визначити стан та ефективність роботи поршневої системи, клапанів та поршнів [2].

Основні функції та використання компресійного тестера (рисунок 3.4):

Визначення стану циліндрів: Компресійний тестер вимірює рівень компресії у кожному циліндрі. Низький рівень компресії може свідчити про проблеми, такі як знос поршнів, кілець або ущільнювальних кілець клапанів.

Виявлення проблем з ущільненням клапанів: Якщо компресія у циліндрі низька, це може бути через нещільність клапанів, що призводить до втрати компресії.



Рисунок 3.4 – Компресійний тестер

Діагностика проблем із системою палива: Низька компресія також може бути результатом проблем у системі подачі палива, яка впливає на ефективність згоряння.

Перевірка ефективності двигуна: Вимірювання компресії може допомогти оцінити загальний стан двигуна та передбачити його роботу.

Процедура вимірювання компресії включає в себе наступні кроки:

Підготовка двигуна: Двигун повинен бути у теплому стані, а всі свічки запалювання витягнуті для спрощення обертання колінчастого вала.

Підключення тестера: Тестер компресії встановлюється у свічкові отвори, а потім двигун запускається, щоб заміряти рівень компресії під час обертання.

Вимірювання компресії: Пристрій вимірює тиск у циліндрі під час обертання двигуна та відображає це значення на шкалі чи дисплеї.

Інструменти компресійного тесту можуть бути різних типів: від простих механічних до більш сучасних електронних пристроїв, що забезпечують більш точні вимірювання. Вибір певного типу тестера залежить від специфіки та потреб діагностики двигуна.

4. Тискоміри для оливи та палива – це інструменти, які використовуються для вимірювання тиску у системах оливи або палива у транспортних засобах, включаючи легкові автомобілі (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Тискомір для мастила та палива

Тискоміри для моторної оливи:

Вимірювання тиску моторної оливи в двигуні: Це дозволяє оцінити, наскільки ефективно олива циркулює через двигун для змащення та захисту рухомих деталей.

Оцінка стану системи змащення: Вимірювання тиску моторної оливи може вказати на проблеми з масляним насосом, фільтром або іншими компонентами системи змащення.

Тискоміри для палива:

Вимірювання тиску палива в системі: Це дозволяє перевірити, чи надається необхідний тиск палива до двигуна для забезпечення належного згоряння пального.

Діагностика системи подачі палива: Вимірювання тиску допомагає виявити проблеми з насосом палива, фільтрами, регуляторами тиску та іншими компонентами системи подачі палива.

Тискоміри можуть бути механічними або цифровими. Механічні тискоміри мають манометр з показниками, які вказують значення тиску. Цифрові тискоміри мають електронний дисплей, який відображає числове значення тиску. Вони можуть бути більш точними та забезпечувати зручніші вимірювання.

5. Мультиметр – це електронний прилад, який використовується для вимірювання різноманітних електричних величин, таких як напруга, струм та опір, а також для проведення перевірок і діагностики різних електричних систем (рисунок 3.6).

Основні функції мультиметра включають:

Вимірювання напруги (вольтажу): Мультиметри дозволяють виміряти напругу як постійного струму (DC), так і змінного струму (AC) на різних діапазонах.

Вимірювання струму: Вони також можуть вимірювати сили струму, як постійного, так і змінного.

Вимірювання опору: Мультиметри дозволяють вимірювати опір електричних компонентів.

Перевірка діодів та перевірка пропускання струму в одному напрямку.

Перевірка та виявлення переривань у проводах.

Вимірювання ємності конденсаторів: Деякі мультиметри можуть вимірювати ємність конденсаторів.

Функція звукового сигналу для виявлення мережі проводів.

Тестування транзисторів.

Деякі моделі можуть мати додаткові функції, такі як температурний датчик, функцію перевірки частоти тощо.



Рисунок 3.6 – Мультиметри

Мультиметри можуть бути цифровими або аналоговими. Цифрові мультиметри відображають вимірювані значення на електронному дисплеї у цифровій формі, тоді як аналогові мультиметри мають стрілочний індикатор для відображення значень. Більшість сучасних мультиметрів можуть вимірювати як постійний, так і змінний струм, що робить їх універсальними для використання в різних електричних системах.

6. Автомобільний стетоскоп

Стетоскоп для двигуна, також відомий як механічний стетоскоп або двигунний стетоскоп, є інструментом, що використовується для прослуховування звуків, які генерує двигун автомобіля, з метою виявлення можливих проблем (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Автомобільний стетоскоп

Основна функція стетоскопа для двигуна полягає в тому, щоб слухати звуки, які походять із різних частин двигуна під час його роботи. Це може допомогти виявити аномальні звуки, які можуть свідчити про проблеми або несправності у роботі двигуна.

Основні використання стетоскопа для двигуна:

Виявлення стукітливих чи дивних звуків двигуна: Двигунний стетоскоп дозволяє механікові чітко слухати звуки, які можуть бути неспецифічні або аномальні під час роботи двигуна. Це може бути корисним для виявлення

стукітливих клапанів, відпадаючих підшипників, проблем з паливною системою тощо.

Діагностика стану певних компонентів: Шляхом прослуховування різних частин двигуна, таких як клапани, поршні, паливні і вихлопні системи, можна визначити, чи працюють вони належним чином або чи потребують обслуговування.

Виявлення проблем зі змащенням: Стетоскоп може допомогти виявити проблеми з масляним насосом або змащуванням підшипників, оскільки звуки можуть бути вказівником неправильної роботи системи змащення.

Оцінка роботи різних систем: Слухаючи звуки різних систем, можна оцінити їхню роботу і зрозуміти, чи є потреба в ремонті або обслуговуванні.

Стетоскоп для двигуна складається з металевої трубки з одним або декількома допоміжними наконечниками (приладами), які допомагають керувати звуком до слухача. Цей інструмент застосовується професійними механіками, щоб швидше виявляти можливі проблеми з двигуном, які можуть потребувати ремонту або обслуговування.

7. Автомобільний ендоскоп - це компактний інструмент, який використовується для візуального огляду вузьких та важкодоступних місць у автомобілі, таких як двигун, паливна система, система охолодження, електричні компоненти, трубопроводи та інші деталі (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Автомобільний ендоскоп

Основні характеристики та можливості автомобільного ендоскопа:

Гнучкий зонд з камерою:

Ендоскопи мають гнучкі зонди з вбудованою камерою на кінці, які дозволяють вставляти їх у вузькі отвори чи провідні шланги для огляду внутрішніх деталей.

Камера з освітленням:

Камера на кінці ендоскопа оснащена світлодіодними діодами, що забезпечують освітлення для покращення видимості при огляді.

Довжина та діаметр зонду:

Існують моделі з різною довжиною та діаметром зонду для роботи в різних умовах та в різних місцях автомобіля.

Можливість запису фото та відео:

Багато ендоскопів дозволяють записувати фотографії або відео під час огляду, що дозволяє зберегти інформацію для подальшого аналізу чи консультацій з фахівцями.

Підключення до смартфона чи планшета:

Деякі моделі мають можливість підключення до смартфонів або планшетів через Wi-Fi або Bluetooth для відображення зображення на екрані пристрою.

Живлення та передача зображення:

Багато ендоскопів мають вбудовані акумулятори чи живлення через USB, і можуть передавати зображення на підключений пристрій.

Автомобільні ендоскопи дозволяють механікам, автомобільним фахівцям та власникам автомобілів виявляти проблеми, які можуть бути недоступні для візуального огляду без демонтажу чи розбирання деталей. Вони є корисними інструментами для діагностики та обслуговування автомобільних систем, допомагаючи вчасно виявляти проблеми і запобігати можливим поломкам.

8. Пірометр – це прилад для вимірювання температури без контакту. Він вимірює температуру твердих поверхонь, рідини або газів за допомогою інфрачервоного випромінювання, яке вони випромінюють (рисунок 3.9).

Основний принцип роботи полягає в тому, що пірометр вимірює інтенсивність теплового випромінювання тіла і переводить його в показник температури.



Рисунок 3.9 – Пірометр

Основні характеристики і можливості пірометрів:

Безконтактне вимірювання температури: Одна з головних переваг пірометрів полягає в тому, що вони можуть вимірювати температуру об'єктів без прямого контакту з ними. Це особливо корисно у випадках, коли контактний вимірювальний прилад недоступний або небезпечний для використання.

Інфрачервоне вимірювання: Пірометри використовують інфрачервоне випромінювання тіла для вимірювання температури. Вони здатні вимірювати температуру відносно великого діапазону, зазвичай від -50°C до $+1000^{\circ}\text{C}$ чи навіть більше, залежно від типу і моделі.

Дистанційне вимірювання: Багато пірометрів мають можливість вимірювати температуру на відстані, що робить їх корисними для вимірювання температур у важкодоступних або небезпечних місцях.

Швидкість вимірювання: Вимірювання температури за допомогою пірометра зазвичай відбувається дуже швидко, практично миттєво, що дозволяє швидко отримати дані про температуру.

Пірометри використовуються в різних галузях для вимірювання температури поверхонь, матеріалів або об'єктів, які важко або неможливо

виміряти іншими способами. Вони є важливими інструментами для точного вимірювання температурних параметрів у різних умовах.

Висновуючи розділ про інструменти та обладнання для діагностування двигунів легкових автомобілів, важливо зазначити, що ці інструменти є ключовими для ефективною та точною діагностики стану двигуна. Вони дозволяють фахівцям та механікам проводити різнобічну перевірку різних компонентів та систем автомобіля, що допомагає вчасно виявляти проблеми, забезпечувати профілактичне обслуговування та здійснювати необхідні ремонтні роботи.

Від сканерів OBD-II для аналізу систем управління до аналізаторів вихлопних газів для оцінки рівня викидів і компресійних тестерів для вимірювання рівня компресії у циліндрах - ці інструменти забезпечують широкий спектр можливостей для аналізу роботи двигуна. Використання стетоскопів, відеоскопів та пірометрів дозволяє проводити точний внутрішній огляд, слухати звуки, виявляти можливі проблеми та вимірювати температури важкодоступних областей.

Ці інструменти разом із своєчасним застосуванням дозволяють забезпечувати високий рівень точності і швидкості при діагностуванні, сприяючи підтримці та підвищенню продуктивності автосервісів, а також важливою частиною підтримки роботи автомобілів у відмінному технічному стані для безпеки та задоволення користувачів.

3.2 Удосконалення системи діагностування двигунів автомобілів в умовах станції технічного обслуговування

В умовах постійного технологічного розвитку та поширення сучасних технологій автомобільної промисловості, системи діагностики двигунів автомобілів в станціях технічного обслуговування знаходяться під постійним тиском до постійного вдосконалення. Удосконалення цих систем стає важливим кроком для забезпечення високоякісного обслуговування автомобілів, максимізації їхньої продуктивності та підвищення рівня безпеки на дорогах.

Зростаючі вимоги до екологічної сумісності, ефективності пального та надійності двигунів вимагають від технічних сервісів використання сучасних та точних методів діагностики. У цьому контексті постійне удосконалення систем діагностики стає необхідністю для вчасного виявлення навіть найдрібніших

проблем, забезпечуючи їх ремонт та попереджуючи більш серйозні поломки, що можуть спричинити негативний вплив на ефективність роботи двигуна та безпеку автотранспорту.

У цьому розділі буде розглянуто різноманітні аспекти удосконалення систем діагностики двигунів легкових автомобілів на станціях технічного обслуговування. Висвітлення новітніх технологій, інструментів діагностики, підходів до аналізу та прогнозування проблем, а також інноваційних методів, спрямованих на покращення якості послуг та підвищення надійності автомобілів, стане основою для подальшого розвитку автомобільної індустрії та забезпечення задоволення потреб власників транспортних засобів.

Удосконалення систем діагностики двигунів автомобілів в станціях технічного обслуговування може здійснюватися за допомогою наступних шляхів:

1. Навчання та підвищення кваліфікації персоналу.

Цей шлях є ключовим елементом в автомобільній галузі, особливо серед фахівців технічного обслуговування та ремонту. Цей процес включає в себе різноманітні навчальні програми, тренінги, курси та практичні заняття, спрямовані на підвищення знань, навичок та професійних компетенцій працівників автосервісу.

Основні аспекти "Навчання та підвищення кваліфікації персоналу" в автомобільній галузі:

Технічні тренінги та семінари: Організація занять, які охоплюють різні аспекти діагностики, ремонту, обслуговування та налаштування автомобілів. Це можуть бути практичні демонстрації, лекції, відеоуроки та інші форми навчання.

Оновлення знань з електроніки та програмного забезпечення: З розвитком електроніки та програмного забезпечення в автомобільній промисловості, фахівцям потрібно постійно оновлювати свої знання з цих сфер для розуміння роботи сучасних систем управління автомобілем та їх діагностики.

Вивчення нових технологій та інструментів: Поглиблене ознайомлення з сучасними інструментами, приладами для діагностики та ремонту, які стають доступними на ринку.

Безпека та сервісне обслуговування: Навчання правилам безпеки в роботі з автомобілями, а також підвищення рівня обслуговування клієнтів та використання кращих практик у взаємодії з ними.

Адаптація до нових екологічних норм та стандартів: Навчання про вплив екологічних норм на автомобільну промисловість та вимоги щодо екологічної сумісності автотранспорту.

Підвищення кваліфікації персоналу є ключовим для забезпечення високоякісного та ефективного сервісу автомобілів, а також впровадження нових технологій та підтримки інновацій у сфері технічного обслуговування автотранспорту.

2. Інвестиції в передові технології.

Інвестиції в передові технології як використання віддалених систем діагностики через Інтернет, стають все більш важливими в автомобільній галузі. Ця технологія дозволяє експертам здійснювати віддалену діагностику автомобілів та надавати консультації в реальному часі, навіть якщо автомобіль знаходиться на відстані від сервісного центру.

Переваги використання віддалених систем діагностики включають:

Віддалена діагностика: Експерти можуть віддалено підключатися до автомобільних систем через Інтернет, отримувати дані про стан різних компонентів, читати коди помилок та проводити аналіз роботи автомобіля.

Експертні консультації: Через віддалену діагностику, фахівці можуть надавати консультації власникам авто або механікам щодо причини проблеми та рекомендацій щодо подальшого обслуговування.

Швидкий реагування на проблеми: Діагностика в реальному часі дозволяє швидко виявляти та аналізувати проблеми, що може сприяти оперативному вирішенню неполадок.

Ефективне використання ресурсів: Ця технологія дозволяє оптимізувати робочий час експертів та уникнути додаткових витрат на пересування до місця, де знаходиться автомобіль.

Підвищення якості обслуговування: Забезпечення швидкої та точної діагностики сприяє підвищенню рівня обслуговування клієнтів та покращенню їхнього досвіду користування автомобілем.

Інвестування в віддалені системи діагностики стає важливим етапом для автомобільних сервісних центрів, оскільки це дозволяє підтримувати високу якість обслуговування та підвищує ефективність процесу діагностики та ремонту автомобілів.

3. Оновлення програмного забезпечення та самих сканерів та діагностичних пристроїв (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – OBD сканери різного покоління

Так, оновлення програмного забезпечення сканерів OBD-II та інших діагностичних пристроїв є критично важливим для забезпечення точності та ефективності діагностики автомобілів. Оновлення ПЗ дозволяє отримувати оновлені дані, нові коди помилок та поліпшені функції для більш точного виявлення проблем у системах автомобіля.

Переваги регулярного оновлення програмного забезпечення включають:

Актуалізація бази даних кодів помилок: Оновлення дозволяють отримувати нові коди помилок, які можуть вказувати на проблеми, які раніше не були відомі або не були розпізнані.

Виправлення помилок та недоліків:

Оновлення можуть включати виправлення помилок в програмному забезпеченні, що покращує його стабільність та точність.

Нові функції та можливості:

Оновлення можуть додавати нові функції та можливості до програмного забезпечення, такі як додаткові параметри для моніторингу систем автомобіля або покращені інструменти для діагностики конкретних проблем.

Підтримка нових автомобілів:

Оскільки технології автомобілів постійно змінюються, оновлення ПЗ дозволяє підтримувати сучасні моделі автомобілів та їхні системи.

Регулярне оновлення програмного забезпечення є важливою частиною підтримки сучасних діагностичних пристроїв, оскільки це дозволяє тримати їх на поточному рівні, забезпечуючи більш точну та ефективну діагностику та підтримку автомобілів.

4. Впровадження систем прогнозування проблем у сфері діагностики автомобілів.

Впровадження систем прогнозування проблем у сфері діагностики автомобілів – це сучасний підхід, що ґрунтується на аналізі великих обсягів даних, використанні аналітики та статистичних методів для передбачення можливих несправностей та попередження їх виникнення.

Основні переваги цієї системи включають:

Попередження поломок:

Аналізуючи дані з різних сенсорів автомобіля та систем діагностики, система може виявляти незвичайні або аномальні зміни у параметрах та попереджати про можливі проблеми або поломки до їх виникнення.

Оптимізація технічного обслуговування:

Шляхом аналізу даних про попередні поломки та проблеми, системи прогнозування можуть рекомендувати оптимальний графік обслуговування та заміни деталей для попередження проблем.

Підвищення ефективності та безпеки:

Забезпечує підвищену ефективність роботи авто, а також підвищує безпеку водіння, оскільки дозволяє вчасно виявляти потенційно небезпечні становища.

Оптимізація запасних частин та ресурсів:

Аналізуючи дані про використання деталей та їхній стан, системи можуть допомагати в оптимізації запасних частин, їхній заміні та використанні.

Зменшення витрат на обслуговування:

Попереднє прогнозування може допомогти зменшити непланові витрати на ремонт та обслуговування автомобіля, забезпечуючи раціональне та передбачуване використання ресурсів.

Впровадження систем прогнозування проблем у діагностиці автомобілів сприяє підвищенню ефективності та надійності автомобілів, зменшенню витрат на обслуговування та покращенню безпеки та комфорту користувачів.

Удосконалення систем діагностики двигунів автомобілів у станціях технічного обслуговування відіграє критично важливу роль у підтримці сучасних стандартів обслуговування автотранспорту.

Нові технології, інноваційні методи діагностики та постійне удосконалення інструментів дозволяють забезпечувати високу якість та точність обслуговування та ремонту автомобілів.

Станції технічного обслуговування, що впроваджують сучасні системи діагностики, мають змогу оперативно та точно виявляти проблеми в двигунах, навіть ті, що могли бути пропущені раніше.

Використання передових інструментів, таких як сканери OBD-II, аналізатори вихлопних газів, компресійні тестери та інші, дозволяє не лише діагностувати поточні проблеми, а й передбачати можливі несправності для їх попередження.

Удосконалення систем діагностики також включає в себе розвиток та впровадження нових технологій, таких як використання віддалених систем діагностики через Інтернет, систем прогнозування проблем на основі аналізу даних та оновлення програмного забезпечення для діагностичних пристроїв.

Ці удосконалення сприяють забезпеченню безперебійного функціонування автомобілів, підвищують ефективність роботи станцій технічного обслуговування та рівень задоволеності клієнтів.

Високоточна діагностика і швидке усунення несправностей стають важливими чинниками для підтримки безпеки, економічної доцільності та продовження терміну служби автомобілів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В сучасному світі охорона праці та збереження навколишнього середовища стали ключовими аспектами для будь-якого виду діяльності, зокрема й автомобільної промисловості. Важливість забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників, що займаються діагностуванням двигунів легкових автомобілів, не може бути переоцінена. Праця на робочому місці повинна відбуватися у відповідності до високих стандартів безпеки, щоб уникнути можливих травм або аварійних ситуацій.

Окрім того, велике значення надається збереженню навколишнього середовища в контексті діагностування автомобілів. Екологічний вплив автотранспорту на оточуюче середовище стає все більш актуальним питанням, і збереження чистоти повітря та зниження викидів шкідливих речовин у нього вимагає впровадження екологічно чистих технологій та дотримання екологічних норм у всій діяльності, пов'язаній з автомобільною тематикою.

У цьому контексті охорона праці та навколишнього середовища під час діагностування двигунів легкових автомобілів є невід'ємною складовою відповідальної та ефективної роботи. Важливо прагнути до постійного покращення у цих аспектах, використовуючи сучасні методи та технології, щоб забезпечити безпеку працівників та дотримання екологічних стандартів у роботі з автомобільними двигунами.

4.1 Техніка безпеки під час діагностування двигунів легкових автомобілів

При діагностуванні автомобіль повинен бути надійно загальмований, важелі коробки передач знаходяться в нейтральному положенні. Випробування механізмів і систем автомобілів проводиться тільки після надійного закріплення діагностичних засобів (приладів). При використанні діагностичних засобів потрібно ретельно дотримуватися спеціальних вимог безпеки, що вказані у відповідних інструкціях. Дії робітника, що виконують дану операцію повинні узгоджуватися. Діагностування автомобілів краще виконувати, за можливості, при непрацюючому двигуні.

При включеному двигуні діагностування складових частин автомобіля проводиться тільки тоді, коли важіль переключання передач знаходиться у нейтральному положенні і в кабіні немає сторонніх осіб.

Забороняється знаходитись під автомобілем при включеному двигуні. Перед тим, як пускати двигун необхідно впевнитися, що важіль коробки передач

знаходяться у нейтральному положенні. Забороняється торкатися обертових (рухомих) частин автомобіля. Під час діагностування і технічного обслуговування автомобілів поруч не повинні знаходитися сторонні особи.

Засоби, що застосовуються при діагностуванні та технічному обслуговуванні, мають бути справними, відповідати своєму призначенню.

Об'єкти робіт при діагностуванні, попередженні та усуненні несправностей оглядають, використовуючи переносну лампу з напругою не більше 36 В.

Встановлюючи на трубу ежектор приладу потрібно берегтися від можливих опіків рук вихлопною трубою.

Перед замірюванням зазорів у з'єднаннях кривошипно-шатунного механізму із застосуванням компресорно-вакуумної установки необхідно впевнитись у надійності фіксації колінчастого вала за допомогою дії стиснутого повітря.

Пристрій для перевірки забрудненості повітроочисника слід під'єднувати до випускного трубопроводу при виключеному двигуні.

Під час перевірки тиску впорскування і якості розпилювання палива форсунками не можна допустити потрапляння струменя палива на руки, тому що його частинки вдаряючись великою силою, пробивають шкіру і проникають в організм, шкідливо на нього діючи. Недопустимо також потрапляння пару палива в органи дихання, тому випробовувати форсунки без спеціального глушника забороняється. Щоб уникнути розбризкування палива, яке викидається секціями насоса при діагностуванні стану плунжерних пар пристроєм типу КИ-4802, на штуцери секцій, що не перевіряються, накручують захисні ковпачки. Відкривати регулятор подачі палива у насосах типу ТН-9х10 дозволяється тільки при недіючому двигуні. При вимірюванні частоти обертання вала приставним тахометром потрібно бути особливо обережним, щоб не доторкнутися до незахищених рухомих деталей.

Під час діагностування роботи гідравлічної системи стороннім особам не можна знаходитися біля автомобіля. Для перевірки подачі насоса і стану розподільника необхідно забезпечити надійне сполучення останніх з гідросистемою приладу (КИ-5473) і дотримуватись обережності при діагностуванні складових частин.

4.2 Характеристики системи освітлення в приміщенні де виконуються роботи з діагностики автомобілів

Для створення сприятливих умов для здорової роботи, які б запобігали швидкій втомлюваності очей, виникненню професійних захворювань, нещасних

випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам [12]:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації органів зору;
- не створювати засліплювальної дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- не створювати на робочій поверхні різних та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих чинників (шум, теплові випромінювання, небезпека уражений струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників):
- повинно бути надійним і простим и експлуатації, економічним та естетичним.

Класифікація видів виробничого освітлення наведена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Класифікація видів виробничого освітлення

Штучне освітлення передбачається в усіх виробничих та побутових

приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень у темний період доби. При організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується ДВН В.2.5-28-2006 і визначається, в основному, характеристикою зорової роботи (таблиці 4.1). Норми носять міжгалузевий характер. На їх основі, як правило, розробляють норми для окремих галузей промисловості.

Таблиця 4.1 – Норми штучного та природного освітлення приміщень

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення		Промислове освітлення		Суміжне освітлення	
			Освітленість, лк		КПО, %			
			При комбінованому освітленні	При загальному освітленні	При верхньому чи комбінованому освітленні	При боковому освітленні	При верхньому чи комбінованому освітленні	При боковому освітленні
Високої точності	0,3–0,5	III	2000–400	500–200	5	2	3	1,2
Середньої точності	0,5–1,0	IV	750–300	300–150	4	1,5	2,4	0,9
Мало точності	1–5	V	300–200	200–100	3	1	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу	–	VII	–	75–30	1	0,3	0,7	0,2

Особисто на ділянці діагностування двигунів легкових автомобілів освітлення має бути високої точності, але повинне мати адаптивність до певних потреб (можливість регулювати яскравість або напрямок світла в залежності від конкретних потреб та виду робіт, що виконуються)

Для діагностики двигунів існує спеціальна лампа для роботи в підкапотному просторі, яка кріпиться на капот – вона являється незамінним помічником (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Ліхтар з кріплення на капот

Загалом, ефективна система освітлення в приміщенні для робіт з діагностики автомобілів має забезпечувати якісне, рівномірне та енергоефективне освітлення, що допомагає працівникам проводити роботу точно та безпечно.

4.3 Характеристики системи опалення та вентиляції в приміщенні де виконуються роботи з діагностики автомобілів;

Система опалення в приміщенні для проведення робіт з діагностики автомобілів є критично важливою для забезпечення комфорту працівників та оптимізації умов роботи в будь-яку пору року.

Оптимальна температура в приміщенні, де виконуються роботи з діагностики автомобілів рекомендується зберігати температуру в межах від приблизно 18°C до 24°C

Важливо також враховувати, що кожен працівник може мати індивідуальне відчуття комфорту, тому краще мати можливість регулювати температуру за допомогою терморегуляторів або систем автоматичного управління, які дозволяють адаптувати температурні умови для кожного працівника окремо або для різних зон приміщення.

Температурний режим повинен бути оптимальним для забезпечення комфортної робочої обстановки, що сприяє ефективності та здоров'ю працівників.

Існує кілька типів систем опалення, які можна використовувати в приміщеннях для виконання робіт з діагностики автомобілів. Ось деякі з них:

1. Центральне опалення з газовим котлом:

Цей тип системи опалення базується на газовому котлі, який нагріває воду та передає її через трубопровід до радіаторів або конвекторів у приміщенні.

Вода циркулює по системі, забезпечуючи опалення повітря через радіатори та конвектори.

2. Центральне опалення з електричним котлом:

Працює так же як і газове, за відмінності що теплоносієм нагрівається електричним котлом

3. Центральне опалення з твердотопливним котлом:

Працює аналогічно як і попередні котли, відмінність що теплоносієм нагрівається за рахунок горіння дров, пілет, брикетів та ін. Також цей вид котла в більшому об'ємі нагріває повітря навколо себе.

4. Інфрачервоні обігрівачі:

Ця система використовує інфрачервоні промені для прямого нагрівання поверхонь, стін, підлоги та об'єктів у приміщенні.

Інфрачервоні обігрівачі можуть бути більш енергоефективними, оскільки нагрівають конкретні області без необхідності опалювати повітря всього приміщення.

На мою думку в наш час опалення має бути комбінованим. В системі опалення має бути два котла, особливо якщо один з них електричний, щоб у разі відсутності електроенергії була змога підтримувати температуру іншим генератором тепла (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Комбінована система опалення

Система вентиляції в приміщенні, де виконуються роботи з діагностики автомобілів, є важливою для забезпечення чистого та безпечного повітря [11].

Характеристики системи вентиляції:

1. Вентиляційна система:

Використання природної або механічної вентиляції.

Механічна вентиляція забезпечує більший контроль над обміном повітря та розподілом.

Об'єм повітряної маси:

Розрахунок обсягу повітря, що потрібно циркулювати в приміщенні для забезпечення належної вентиляції.

Це важливо для видалення витоків вихлопних газів, вологи та забруднень, що можуть виникати внаслідок роботи з автомобілями.

2. Фільтрація повітря:

Використання фільтрів, щоб уникнути викидів пилу, диму, оливи та інших часток в повітря.

Ефективна фільтрація допомагає забезпечити безпечні та здорові умови для працівників.

3. Регулювання та контроль:

Можливість регулювати швидкість та напрямок потоку повітря для оптимального розподілу в приміщенні.

Системи контролю температури та вологості для створення комфортного середовища праці.

4. Відсмоктувальні системи:

Системи відсмоктування витоків вихлопних газів з автомобілів, щоб запобігти їхньому накопиченню в приміщенні.

5. Системи рециркуляції:

Використання систем рециркуляції повітря для мінімізації втрати тепла або охолодження у випадках, коли потрібно зберігати конкретну температуру в приміщенні.

Ці характеристики системи вентиляції допомагають забезпечити безпечні, комфортні та здорові умови працівників у приміщенні, де проводяться роботи з діагностики автомобілів.

4.4 Пожежна безпека при виконанні робіт з діагностики автомобілів

Пожежна безпека важлива при будь-яких роботах, пов'язаних з автомобілями, оскільки вони можуть включати різні робочі речовини та процеси, які можуть стати причиною пожежі [10].

Важливі аспекти пожежної безпеки при виконанні робіт з діагностики автомобілів:

Дотримання правил пожежної безпеки:

Працюйте у відповідності з правилами безпеки та інструкціями з пожежної безпеки, які передбачені для даного приміщення.

Забезпечте наявність вогнегасників, датчиків диму та інших пристроїв для запобігання та виявлення пожеж.

Використання електрики з обережністю:

Впевніться, що електричні прилади та розетки відповідають стандартам безпеки та не перевантажуються.

Уникайте використання дефектних або пошкоджених електричних проводів та приладів.

Керування рідинами та горючими матеріалами:

Зберігайте рідини (паливо, олива тощо) у відповідних ємностях, які не сприяють їх розливанню.

Уникайте контакту горючих матеріалів із джерелами вогню, такими як розжарені деталі або іскри.

Вентиляція та вентиляційні шахти:

Правильна вентиляція може відвести від приміщення запахи, газу, які можуть бути небезпечними чи спричинити пожежу.

Переконайтеся, що вентиляційні шахти та системи безпеки функціонують належним чином.

Перевірка наявності джерел вогню:

Переконайтеся, що джерела вогню (відкриті полум'я, смолосповідільничі, спички, сигарети) відсутні поблизу місця роботи з автомобілем.

Навчання персоналу:

Надайте персоналу інструктаж з пожежної безпеки та проведіть навчання щодо правильних дій у випадку виникнення пожежі.

Кожен пост діагностики повинен бути обладнаний вогнегасником, евакуаційним планом та щитом протипожежної безпеки (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Протипожежний щит

Забезпечення пожежної безпеки важливе для запобігання небезпекам у приміщенні, де проводяться роботи з діагностики автомобілів. Ретельне дотримання встановлених процедур та правил допомагає запобігти виникненню пожеж та забезпечити безпеку для всіх працівників [13].

4.5 Параметри мікроклімату в приміщенні де виконуються роботи з діагностики автомобілів.

Параметри мікроклімату в приміщенні, де виконуються роботи з діагностики автомобілів, грають важливу роль у забезпеченні комфортних і безпечних умов праці.

Мікроклімат – стан внутрішнього середовища приміщення, який визначається температурою, вологістю, інтенсивністю руху повітря і тепловим випромінюванням, тобто сукупністю факторів, які визначають тепловий стан людини.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції [11].

Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Основні параметри мікроклімату включають такі:

1. Температура:

Оптимальна температура у приміщенні для проведення робіт повинна знаходитися в діапазоні 18-24°C. Це дозволяє створити комфортні умови для праці та забезпечити ефективність діяльності.

2. Вологість повітря:

Ідеальний рівень вологості зазвичай становить 40-60%. Висока вологість може призвести до відчуття дискомфорту та вплинути на якість роботи, а занадто сухе повітря може викликати висихання слизових оболонок.

3. Швидкість руху повітря:

Швидкість руху повітря слід налаштовувати так, щоб вона була комфортною для працівників, але не створювала дратівливого потоку, що може викликати дискомфорт.

4. Якість повітря:

Забезпечення чистоти повітря, видалення шкідливих речовин, запахів і викидів може бути досягнуто за допомогою систем вентиляції та фільтрації повітря.

5. Рівень освітлення:

Достатній рівень природного або штучного освітлення важливий для безпечної та ефективної роботи. Якісне освітлення сприяє уникненню помилок та покращує продуктивність працівників.

6. Рівень шуму:

Контроль рівня шуму важливий для концентрації та уникнення втоми працівників. Великий шум може вплинути на якість роботи та спричинити стрес.

Забезпечення відповідних параметрів мікроклімату в приміщенні, де виконуються роботи з діагностики автомобілів, допомагає створити комфортні та безпечні умови для працівників, що в свою чергу сприяє підвищенню продуктивності та загальному благополуччю.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ

Економічний аспект в контексті систем діагностики двигунів автомобілів на станціях технічного обслуговування відіграє ключову роль у забезпеченні стійкості бізнесу, оптимізації витрат та підвищенні ефективності.

5.1 Оцінка економічного ефекту від удосконалення системи діагностування двигунів легкових автомобілів

Оцінка економічного ефекту від удосконалення системи діагностики двигунів легкових автомобілів є важливим завданням при визначенні впливу впроваджених змін на бізнес та фінансову продуктивність.

Щоб зробити оцінку економічного ефекту від удосконалення системи діагностування двигунів легкових автомобілів необхідно прорахувати наскільки підвищується ефективність від кожного пункту та підсумувати їх.

В розділі 3.2 я представив 4 таких пункти, а саме:

1. Навчання та підвищення кваліфікації персоналу.
2. Інвестиції в передові технології.
3. Оновлення програмного забезпечення та самих сканерів та діагностичних пристроїв.
4. Впровадження систем прогнозування проблем у сфері діагностики автомобілів

Завдяки першому пункту ми маємо такий результат:

Покращення продуктивності:

Оновлені знання та навички дозволяють працівникам працювати ефективніше та продуктивніше.

Це може збільшити швидкість виконання завдань та покращити якість роботи.

Зниження витрат на помилки:

Навчання допомагає персоналу краще розуміти процеси та методи роботи, що може знизити кількість помилок і, отже, зменшити витрати на їх виправлення.

Залучення та утримання талановитого персоналу:

Компанії, які інвестують у розвиток свого персоналу, зазвичай привертають та утримують більш талановитих та мотивованих працівників.

Адаптація до змін:

Швидко змінюючийся бізнес-світ потребує постійного оновлення знань. Підвищення кваліфікації дозволяє персоналу легше адаптуватися до нових технологій, методів та вимог ринку.

Збільшення конкурентоспроможності:

Якщо персонал обладнаний останніми знаннями та навичками, це допомагає компанії бути конкурентоспроможнішою в галузі, привертаючи більше клієнтів та збільшуючи прибуток.

Зниження витрат на заміщення персоналу:

Коли працівники відчують, що компанія інвестує у їхній розвиток, вони частіше залишаються в компанії, що дозволяє уникнути витрат на пошук та найм нових працівників.

Таким чином, інвестування в навчання та підвищення кваліфікації персоналу може бути вигідним з економічної точки зору через підвищення продуктивності, зниження витрат та збільшення конкурентоспроможності компанії. Зазвичай ефективність такого майстра підвищується у 1,5 рази

Завдяки другому пункту, а саме інвестиції в передові технології як використання віддалених систем діагностики через Інтернет значно збільшує кількість клієнтів.

Так як дякуючи першому пункту працівники нашого сервісу мають більше навичок і інформації про можливі несправності, вони можуть допомагати менш професійним діагностам з інших міст, або навіть країн.

За результатом 3 пункту підвищується швидкість і якість роботи, так як новіший інструмент працює швидше і точніше.

Ефективність роботи підвищується у 1,5 рази.

За результатами 4 пункту також підвищується швидкість діагностики, так як знаючи перші симптоми неполадок автомобіля який зараз в роботі, і зрівнюючи їх з такими ж автомобілями і їх симптомами і проблемами – майстер відразу звертає увагу на можливу проблему.

Ефективність роботи підвищується у 1,3 рази і буде постійно рости так як інформації ставатиме більше.

Таким чином підсумувавши всі пункти ми отримуємо підвищення ефекту більш ніж у 4,3 рази.

5.2 Розрахунок терміну окупності впровадження удосконаленої системи діагностування двигунів легкових автомобілів

Таблиця 5.1 – Вхідні дані для розрахунку

Показники	Значення
Ціна комплексної діагностики двигуна, грн	2000
Середній час на діагностику, год	4
Ціна підвищення кваліфікації майстра, грн	4000
Ціна оновлення програмного забезпечення та обладнання, грн	55000
Ціна впровадження системи прогнозування (доступ до існуючої системи), грн	1500

Розрахунок необхідних інвестицій

$$C_i = C_k + C_o + C_c = 4000 + 55000 + 1500 = 60500 \text{ грн}, \quad (5.1)$$

Де C_k – це ціна підвищення кваліфікації майстра, грн;

C_o – це ціна оновлення програмного забезпечення та обладнання, грн;

C_c – ціна впровадження системи прогнозування (доступ до існуючої системи), грн.

Розрахунок середнього часу на діагностику з удосконаленнями

$$t_{zy} = \frac{t_{by}}{E} = \frac{4}{4,3} = 0,9 \text{ год}, \quad (5.2)$$

де t_{by} – це середній час діагностики двигуна автомобіля без удосконалень, год;

E – ефект від удосконалень.

Розрахунок кількості проведених діагностик за робочий день без удосконалень

$$D_{by} = \frac{P_d}{t_{by}} = \frac{10}{4} = 2,5 \quad (5.3)$$

Де P_d – це кількість годин в робочому дні, год.

Розрахунок кількості проведених діагностик за робочий день з удосконаленнями

$$D_{\text{зу}} = \frac{P_{\text{д}}}{t_{\text{зу}}} = \frac{10}{0,9} = 11,1 \quad (5.4)$$

Розрахунок заробітку власника автосервісу за робочий день з удосконаленнями (за умови що 50 % з ціни комплексної діагностики отримує майстер)

$$З_{\text{в}} = D_{\text{зу}} \cdot Ц_{\text{д}} \cdot 0,50 = 11,1 \cdot 2000 \cdot 0,50 = 11100 \text{ грн} \quad (5.5)$$

де $Ц_{\text{д}}$ – ціна діагностики, грн.

Розрахунок терміну окупності

$$t_{\text{o}} = \frac{Ц_{\text{i}}}{З_{\text{в}}} = \frac{60500}{11100} = 5,5. \quad (5.6)$$

Отже враховуючи максимальну загрузку і не виникнення проблемних діагностик окупність впроваджених досконалень буде за 5,5 робочих днів.



Рисунок 5.1 – Графік окупності

Судячи з цього графіку вже на дев'ятий день сервіс з удосконаленнями обжене у прибутках такий же сервіс без удосконалень.

Загалом, інвестування в передові технології може мати значний вплив на ефективність, конкурентоспроможність та прибутковість компанії через покращення процесів виробництва, зменшення витрат та створення нових можливостей для розвитку.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності діагностування двигунів легкових автомобілів.

1. Проаналізовані: конструктивні особливості елементів основних систем і механізмів двигунів легкових автомобілів, технічні характеристики двигунів легкових автомобілів, типи сучасних систем і механізмів легкових автомобілів;

2. Проаналізовані: загальні закономірності зношування поверхонь деталей двигуна автомобілів, методику розрахунку зносу деталей двигуна автомобіля, експлуатаційні дефекти деталей двигунів автомобілів та причини їх виникнення;

3. Проаналізовані способи діагностування автомобілів, та запропоновано комплекс способів для удосконалення швидкості і якості діагностування;

4. Охарактеризовано діагностичну ділянку з точки зору охорони і безпеки праці. Описано заходи техніки безпеки і протипожежні вимоги на ділянці;

5. Оцінено економічний ефект від удосконалення системи діагностування двигунів легкових автомобілів, розраховано термін окупності впровадження удосконаленої системи діагностування двигунів легкових автомобілів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Порядок оформлення учбових документів [Текст] : навч. посібн П60 / В.Н. Павленко, В.В. Воронько, Ю.А. Сисоев, И.М. Тараненко. – 3-е вид., доп. и випр. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013.
2. Каталог технологічного інструменту та обладнання для СТО. [Електронний ресурс] URL: <https://grandinstrument.ua/ua/> (дата звернення 12.12.2023).
3. Мигаль В.Д. Основи технічної діагностики автомобілів: навч. посіб., 2-ге видання. [Текст] Харків: Майдан, 2016. – 372 с.
4. ISO 9141: Road vehicles – Diagnostic systems [Електронний ресурс] – URL: <https://www.iso.org/standard/16738.html> (жата звернення 06.12.2023).
5. Балабанов В.И. Безразборное восстановление трущихся соединений автомобилей. Методы и средства. [Текст] Астрем, 2002. – 64 с.
6. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Клімов О.М Основи діагностики автомобіля. [Текст] Чернігів, 2013. – 22 с.
7. Біліченко В. В. , Крещенецький В. Л. , Кукурудзяк Ю. Ю. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів. [Текст] Вінниця, 2012. – 66 с.
8. Чабанний В.Я., Магопєць С.О., Мажейка О.Й., Кропівний В.М., Василенко І.Ф., Шепеленко І.В., Павлюк-Мороз В.А. Ремонт автомобілів. [Текст] Кропивницький, 2007. – 348 с.
9. Підручник з будови автомобіля . [Електронний ресурс] URL: <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja> (дата звернення 20.12.2023).
10. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. – 35 с.
11. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. – 21 с.
12. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019 03-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. – 48 с.
13. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Зі змінами №1. [Чинний від 2014-11-13]. Вид. офіц. Київ, 2014. – 51 с.