

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: «Удосконалення організації технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів з розробкою заходів для зменшення витрати оливи і палива автомобільними двигунами»

Виконав: студент 6 курсу групи Ат-61
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Кунчик Микола Олександрович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Сукач О.М.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2021

УДК 656.075

Кунчик Микола Олександрович. «Удосконалення організації технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів з розробкою заходів для зменшення витрати оливи і палива автомобільними двигунами» // Кваліфікаційна робота. – Дубляни: Львівський національний аграрний університет, 2021. – 80 с.

В Україні основними документами, за якими розраховують та формують транспортні тарифи відносно граничних норм споживання ПММ та експлуатаційних матеріалів на автомобільному транспорті є постанова «Про затвердження Змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті». Проведено аналіз різноманітних процедур сертифікації автомобілів, визначено основні параметри, які підпадають під тестування. Визначено основні умови та експлуатаційні фактори, внаслідок яких відбувається збільшення споживання пального.

Встановлено прогнозований пробіг автомобіля Dacia Logan. Відображено витрату оливи гр/10000км в діапазоні пробігу від 50 до 50000 км аж до максимальної витрати 1500гр/10000км. Змодельована витрата оливи гр/10000 км в діапазоні від 50...50000 км до максимальної витрати 1550 гр/10000км автомобіля Skoda Fabia. Встановлено ступінь зношення поршневих кілець в залежності від витрати оливи та компресії в циліндрах, а також пробіг автомобіля та ресурс, що залишився. Проведено економічне обґрунтування діяльності дільниці з обслуговування автомобілів, зокрема дільниці з обслуговування двигунів внутрішнього згоряння. Доведено, що після розширення фронту робіт річний економічний ефект становитиме 384921 грн., а термін окупності - 0,18 роки.

Табл. 5; рис. 20; бібліогр. джерел 26.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	7
	РОЗДІЛ 1.	
	СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
1.1.	Нормативні документи, що регламентують витрату палива та використання інших експлуатаційних матеріалів у автомобільному транспорті.....	11
1.2.	Аналіз факторів, що впливають на споживання паливо-мастильних матеріалів та викидів автомобілями	20
1.3.	Методики оцінки паливної ефективності автомобілів та нормування шкідливих викидів	24
	Висновки за розділом.....	30
	РОЗДІЛ 2.	
	ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ КАТЕГОРІЙ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ.....	32
2.1.	Визначення основних експлуатаційних умов роботи автомобіля.....	32
2.2.	Аналіз та дослідження та моделювання паливної економічності автомобілів залежно від експлуатаційних умов.....	34
2.3.	Моделювання взаємодії експлуатаційних факторів, що впливають на витрату паливо-мастильних матеріалів та рівень шкідливих викидів.....	39
	Висновки за розділом.....	43
	РОЗДІЛ 3.	
	МЕТОДИКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРЕМАНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44
3.1.	Особливості використання мастильних матеріалів двигунами внутрішнього згоряння автомобілів.....	44
3.2.	Методика оцінки стану циліндро-поршневої групи допомогою компресометра.....	46
3.3.	Визначення витрати паливо-мастильних матеріалів залежно від стану циліндро-поршневої групи двигуна.....	50
3.4.	Визначення витрати паливо-мастильних матеріалів залежно від стану циліндро-поршневої групи двигуна.....	50
	Висновки за розділом.....	58
	РОЗДІЛ 4.	
	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	59

4.1.	Моделювання небезпечних ситуацій під час технічного обслуговування двигунів внутрішнього згоряння.....	59
4.2.	Розрахунок системи вентиляції та освітлення ремонтної дільниці з обслуговування двигунів внутрішнього згоряння.....	60
	Висновки за розділом.....	62
РОЗДІЛ 5		
	ЕКОЛОГІЯ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	63
5.1.	Заходи, спрямовані на захист та охорону навколишнього середовища.....	63
РОЗДІЛ 6		
	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	67
6.1.	Техніко-економічне обґрунтування дільниці з сервісного обслуговування автомобілів.....	67
6.2.	Економічне обґрунтування основних та виробничих фондів....	68
6.3.	Визначення змінних затрат на обслуговування автомобілів.....	70
6.4.	Розрахунок загальної собівартості робіт.....	71
	Висновки за розділом.....	75
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	76
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сталий розвиток економіки України зумовлений інтеграцією з світовою економічною системою, а саме з найбільш економічно розвиненими країнами ЄС, Сходу та Північної Америки. Глибока й всеосяжна інтеграція веде до значного зростання товарообміну між Україною та іншими державами. Крім того, географічне розташування України є вигідними для проведення транзитних й міжнародних перевезень товарів і пасажирів між в якості транзитера, або ж виконавця перевезень між державами Європи й Азії. В цьому аспекті до транспортної системи, зважаючи на високу конкуренцію в ринкових умовах, існують жорсткі вимоги щодо якості, надійності енергетичної ефективності транспортних перевезень. Надзвичайно важливим напрямом перевезень є збереження вантажів, а також і безпека руху та пасажирів, створення умов для підтримання високої швидкості руху і як наслідок підвищення продуктивності та зниження сумарної вартості доставки. Саме тому транспортна інфраструктура та ефективність експлуатації рухомого складу має відповідати високим світовим стандартам [1], [2], [12].

Сумарне зменшення споживання палива на сьогодні є життєво важливим для автомобільної промисловості через значні екологічні проблеми, ринкову конкуренцію та правові норми. Європейський Парламент встановив ціль - 5,6 л/100 км для середньої витрати палива для нових автомобілів до 2017 року, а наступна ціль – 4,1 л/100 км починаючи з 2020 рік. Прогрес у цьому напрямі є вигідним як для приватних, так і для комерційних транспортних засобів, він має більші економічні та екологічні переваги для комерційних, оскільки вони мають набагато довший час експлуатації та споживають набагато більше палива, ніж приватні автомобілі.

Більше 30% загальної експлуатаційної вартості вантажівки витрачається на паливо, тому виробники автомобілів використовують найрізноманітніші методи, щоб підвищити ефективність використання

енергії від бака до колеса. Основною метою всіх методів є зменшення енергетичних втрат. Зусилля у цій галузі можна розділити на дві категорії. Одним з них є підвищення ефективності різних компонентів транспортного засобу, що, наприклад, включає зменшення аеродинамічного опору і опору коченню. Інша – управління енергетичними потоками в транспортних засобах, тобто керування потоками енергії з метою оптимізації їх використання (і взаємодія між) різними джерелами енергії, енергетичними буферами та споживачами в транспортному засобі. Зазвичай для підвищення паливної економічності використовується комбінація різних методів. Важлива частина цієї роботи стосується управління потоком енергії через оптимальні методи контролю, на прикладі гібридних електромобілів (HEV), системи охолодження двигуна та гальмівної системи [1], [2], [12].

В сучасних автомобілях використовується концепція енергетичного буфера та значна кількість мехатронних систем, як транспортні засобах, так і виробничих системах. Розробка цих систем полягає в тому, щоб спроектувати їх таким чином, щоб вони були максимально ефективними та зменшити витрати енергії. Загальним атрибутом цих систем є управління , значною кількістю енергії, яка в різних формах протікає через різні підсистеми. Енергетичні компоненти, переважно, служать джерелом енергії, споживачем або накопичувачем й має різну енергоефективність залежно від умов роботи. Щоб мінімізувати втрати енергії в окремих компонентах, всі вони повинні працювати в оптимальних умовах. Однак, як правило, це неможливо, тому це постає важливим завдання оптимізації для управління потоками енергії таким чином, щоб втрати енергії на рівні системи були зведені до мінімуму. Щоб досягти контролю над потоками енергії необхідно тимчасово зберігати та вивільняти енергію за потреби [1], [5], [12], [14], [15].

Енергетичні буфери можуть зберігати енергію в різних формах залежно від їхньої структури. Шасі автомобіля також є енергетичним буфером, який накопичує та зберігає кінетичну енергію. Транспортний засіб може прискорюватись, коли рухається з гори й накопичувати кінетичну енергію, а

потім вивільняти її під час підйому. Будь-який компонент з обертовою або інерцією переміщення можна вважати енергетичним буфером порівняно з класичними акумуляторними батареями, які зберігають енергію в хімічній формі. Поповнювати енергію можна під час гальмування генератором, де основною метою оптимізації є зниження споживання палива і забезпечення належної ефективності гальмування, тобто прийнятний гальмівний шлях.

Компоненти двигуна та системи охолодження також можуть зберігати енергію у вигляді явища ентальпії - тепла, що утворюється в процесі згоряння, коли температура двигуна підвищується. Температура регулюється шляхом перенесення частини утвореного тепла в навколишнє середовище за допомогою системи охолодження двигуна. Система охолодження може витратити додаткову енергію на зниження температури двигуна й таким чином, потужність на охолодження може бути зменшена під час періоду високого навантаження. Якщо зменшена потужність охолодження при високому крутному моменті двигуна економить більше палива, ніж при низькому крутному моменті двигуна споживається, загальна витрата палива зменшується. У цьому аспекті двигун і система охолодження діють як енергетичний буфер, який тимчасово зберігає енергію [2], [17], [18].

Тому не лише конструкція має вирішальний вплив на витрати енергії автомобілями, але й системи оптимізації та контролю. Це дозволяє підвищити ефективність використання автомобільного транспорту завдяки використанню прогресивних технічних рішень, модернізації та впровадження ефективних організаційних заходів.

Через технологічну та інноваційну відсталість питомі паливні й енергетичні затрати на транспорт в Україні є вищими приблизно на 20-40 %. Для зниження даного негативного явища необхідне використання рухомого складу, що знаходиться в належному технічному стані, тобто основні технічні й експлуатаційні показники повинні знаходитись на належному рівні й відповідати номінальним показникам [1-2], [18-20].

Метою роботи є: обґрунтування організаційних моделей технічного обслуговування автомобілів з розробкою заходів для зменшення витрати оливи і палива автомобільними двигунами.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- провести аналіз факторів та експлуатаційних умов, що мають визначальний вплив на витрату оливи і палива автомобільними двигунами;
- провести аналіз законодавчої бази та нормативних документів, якими регламентується витрату оливи і палива автомобілями;
- провести аналіз міжнародних стандартів та процедур випробування автомобілів на відповідність екологічним стандартам та енергоефективності автомобілів;
- сформулювати оціночні показники надійності та закономірності зміни технічного стану автомобільних двигунів;
- дослідити закономірності зміни витрати палива та моторної оливи відносно технічного стану з врахуванням пробігу автомобілів;
- здійснити економічну оцінку запропонованих рішень.

Об'єктами досліджень є фактори та експлуатаційні умови, які найбільше впливають на витрату оливи і палива автомобільними двигунами, витрата паливо-мастильних матеріалів відносно зміни технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна.

Предметом досліджень є закономірності зміни витрати паливо-мастильних матеріалів відносно зміни технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна.

Методи досліджень: теоретико-емпіричний, аналітичний статистичний аналіз.

Наукова новизна дослідження: обґрунтовано модель прогнозованої витрати паливо-мастильних матеріалів відносно зміни технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна з врахуванням пробігу автомобіля.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Нормативні документи, що регламентують витрату палива та використання інших експлуатаційних матеріалів у автомобільному транспорті

В Україні основними документами, за якими визначають витрату ПММ та експлуатаційних матеріалів на автомобільному транспорті є норми закону «Про затвердження Змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті». Дані положення затверджуються Міністерством інфраструктури України у сфері автомобільного транспорту, за даними і методиками розробленими Державним підприємством "Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут" (ДП "ДержавтотрансНДІпроект") [6], [20], [22].

Нормативною базою передбачено нормовану витрату ПММ та експлуатаційних матеріалів колісними та гусеничними транспортними засобами залежно від їх типажу та експлуатаційного призначення: спеціалізованого, спеціального, загального. Відповідно до законодавства нормуються витрати пов'язані з встановленням додаткового обладнання з врахуванням нових або змінених конструкцій, а також з врахуванням і сучасних умов експлуатації. Дані законодавчі акти регулюють господарські взаємовідносини та формування тарифів для підприємств, організацій та установ (суб'єктів господарювання), що є резидентами на території України й експлуатують автомобілі, колісні та гусеничні транспортні засоби. За рахунок цього здійснюється економія палива моторних олів, а також підвищення безпеки учасників дорожнього руху.

Відповідно до затвердженого «Положення про норми витрат палива та мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» у 2012 році було внесено та затверджено поправки та уточнення:

У розділі , 1 абзац восьмого пункту 1.1 стосується *базових нормативів на роботу автономного (незалежного) обігрівача* протягом однієї години напруцювання";

В абзаці 7, пункт 1.2 слова та цифри замінено словами та цифрами:

"Максимальна норма на перевезення або проведення транспортних робіт, послуг H_w залежно від типу транспортних засобів та виду палива встановлена:

- для бензинових ДВЗ - 2,0 л/100 т·км;
- для дизельних ДВЗ - 1,3 л/100 т·км.

Також встановлено норми споживання під час роботи за межами населених на дорогах із твердим покриттям - асфальтобетону, цементобетону. А також для усіх умов, що не підпадають під застосування спеціальних коригувальних коефіцієнтів. Враховуючи це, гранично допустимі норми H_w встановлено:

- для бензинових ДВЗ - 1,4 л/100 т·км;
- для дизельних ДВЗ - 0,9 л/100 т·км."

А у випадках використання альтернативних видів палив, зокрема зрідженим нафтовим газом (ЗНГ), стисненим природним газом (СПГ), необхідно застосовувати перевідні коефіцієнти

Крім того на фактичну витрату палива під час виконання на виконання транспортних робіт збільшують залежно від в умов й режимів експлуатації - кількості зупинок, розгонів-гальмувань, збільшення опору коченню через неякісне дорожнє покриття, рельєф місцевості, прямолінійність доріг, перепад висот, тощо [23], [24].

Розрахунок норми витрат палива на виконання транспортної роботи за кожним видом транспорту, маршрутами встановлюється окремо й затверджується наказом по суб'єктах підприємництва. В даному випадку рекомендується диференційований підхід до встановлення значень витрати палива залежно від умов й технологічних особливостей транспортних засобів.

Також є визначеною та регламентується норма витрати на одну тонну спорядженої маси H_g (л/100 т·км для автопоїзда, автомобіля, причепа або напівпричепа, тощо)

Під дію даного законодавства також підпадає такий пункт, як норма на маневрування під час навантажувально-розвантажувальних робіт та операцій. Дана норма застосовується для автомобілів і автопоїздів, що враховує збільшення витрат палива, необхідного для маневрування, переїздів та використання штатних систем й приводів від ДВЗ. Даний пункт H_z враховується для кожного циклу руху з вантажем, залежно від вантажопідйомності автомобіля:

$$H_z = 0,02 \times G_g, \quad (1.1)$$

де: H_z – норма споживання на один цикл руху з вантажем, л.;

G_g - вантажопідйомність автомобіля, т.

Для бензинових ДВЗ ця норма споживання автоматично збільшується на 20...25 %.

Для систем комфорту та кліматизації автомобілів передбачено норму використання палива на роботу автономного (незалежного) обігрівача $H_{он}$, що застосовується для техніки на колісному шасі, оснащених обігрівачами чи компресорними кондиціонерами й розраховується залежно від температури навколишнього середовища у відсотках;

- до 20 % (+15° С +5° С);
- до 40 % (+5° С - 5° С);
- до 80 % (-15° С - 25° С).

Нормативні витрати палива, з використанням спеціалізованого обладнання Q_n – виконуються згідно норм чи рекомендації заводу-виробника, за умови, що автомобіль і додаткове обладнання знаходяться в належному технічному стані.

Для стокових моделей, або замовних модифікацій автомобілів, за умови, що такі істотно не відрізняються моделями й потужністю двигуна, за рахунок встановлення кузовів-фургонів, кузовів-самоскидів, кузовів-цистерн

застосовують тимчасове збільшення норми споживання у перерахунку на одну тонну спорядженої маси H_g (л/100 т·км).

Тоді на одну тонну спорядженої маси для різних споряджених мас, наприклад, з використанням газоболонного обладнання ГБА (ГДА): бензин в еквіваленті до стисненого природного газу (СПГ) розраховують 1:1, бензин до зрідженого нафтового газу (ЗНГ) встановлюють в межах 1: 1,20...1,25 (залежно від системи впорскування палива).

Також наявні рекомендації щодо застосування мінімальних поправочних коефіцієнтів від температури навколишнього середовища, в якому експлуатується автомобіль. Загальновідомо, що електронні системи управління двигуном автоматично збільшують паливopoдачу пропорційно зниженню температури, наприклад:

- до 4 % за температури від -5°C до -10°C ;
- до 10 % за температури від -20°C до -20°C ;

Тобто даний коефіцієнт застосовується залежно від періоду та регіону експлуатації за даними Українського гідрометеорологічного центру Державної гідрометеорологічної служби й затвердженого ДП "ДержавтотрансНДІпроект". Поправки на споживання палива, які враховують коливання температури, можуть визначатись для певного звітнього періоду експлуатації або залишатись для усього звітнього періоду експлуатації (року, тривалості виконання роботи) й затверджується рішенням керівництва підприємства [6], [23], [24].

Загалом для окремих автомобілів парку підприємства можуть встановлюватись, індивідуальні розрахунки, також вони можуть розраховуватись для частини маршруту, або часу доби надання послуги.

Однак, під час застосування поправочних температурних коефіцієнтів рекомендується застосовувати максимальну надбавку на короткі відстані – 2...5 км та мінімальні, якщо один їздовий цикл автомобіля перевищує 10 км.

За рішенням керівництва підприємства можна встановити додатковий відсоток до температурної надбавки, для випадку пробігу автомобіля менше,

або окремо для перших 2 км маршруту, якщо перерва між їздовими циклами становить не менше однієї години: залежно від фактичної середньої температури повітря:

- до 4 (додатково) % за температури від -5°C до -10°C ;
- до 10 (додатково) % за температури від -20°C до -20°C .

У випадку застосування поправочних коефіцієнтів, вони повинні бути належно задокументовані (записами у затверджених графіках руху, маршрутних, чи дорожніх листах, тощо), а їх застосування вводиться в дію відповідним наказом по підприємству.

Аналогічно регламентується застосування поправочних коефіцієнтів під час роботи транспорту в гірській місцевості залежно від висоти над рівнем моря:

- до 5 % висота – 300...800 м;
- до 15 %; висота – 2001...3000 м.

Однак застосування даного коефіцієнта для певних автомобілів на певних відрізках маршрутів вимагає наявності на певних ділянках дороги дорожніх знаків: 1.6 "Крутий підйом" і 1.7 "Крутий спуск". Згідно цього можна застосовувати поправку на додаткове нарахування палива за такими значеннями :

- до 5 %; підйом 4...8%;
- до 7 %; підйом більше 8%.

Застосування поправочних коефіцієнтів може бути обґрунтованим під час роботи транспорту в міських умовах. В межах невеликих міст та районних центрів, наявності в них регульованих світлофорами перехресть можливе збільшення витрати палива до 5 %. В ряді обласних центрів з невеликою густотою населення збільшення витрати палива може сягати 10%. Тоді як в межах міст «мільйонників» Дніпропетровськ, Київ, Львів, Одеса, Харків збільшення витрати палива може сягати 15 %. У випадку використання гібридних силових установок значення надбавки знижують на 5 %.

Законодавством регламентується робота транспорту, за умови частих зупинок - більше однієї зупинки на 1 км, у цих випадках можливе збільшення споживання палива до 10 %.

Аналогічною є ситуація під час виконання транспортних операцій на низьких технічних швидкостях (в межах 5...20 км/год), або постійний рух у заторах, центральними вулицями міст. За цих умов до 10 % також можливе збільшення споживання палива до 10 %.

Рівень споживання палива коригується відносно загального напрацювання автомобілів. У перші 60 мотогодин для нових або капітально відремонтованих двигунів ремонту допускається збільшення витрати палива 10 %:

- до 3 % за умови пробігу від 100 до 150 тис. км і більше 5 років експлуатації;

- до 9 % за умови пробігу від 250 до 400 тис. км і більше 14 років експлуатації;

Для корекції норм встановлених заводами-виробниками можуть застосовуватися будь-які коефіцієнти, що визначені у розділі 3 постанови з відповідними обмеженнями. Однак вони не можуть використовуватись одночасно для всіх автомобілів на весь період їх експлуатації.

Під час використання автомобіля на постійних маршрутах проводять належне обґрунтування використання необхідних поправочних коефіцієнтів на певний період відносно нормованих показників. Тоді як у випадку епізодичного виникнення факторів необхідна їх фіксація та документування для законного застосування поправочних коефіцієнтів під час розрахунку витрат палива.

За необхідності рівень фактичного споживання палива можна визначати за допомогою тарованих телематичних систем або штатних бортових комп'ютерів. Для цього на підприємстві створюють відповідну комісію, яка встановлює:

- технічний стан автомобіля;

контроль за раціональним режимом експлуатації автомобіля водієм;

При магістральних перевезеннях на високих технічних швидкостях (понад 70 км/год) витрати палива збільшуються пропорційно квадрату швидкості. й може збільшитись на третину відносно нормативних значень (рис. 1.1) швидкості 90 км/год.). При швидкості 140 км/год. перевитрата палива може становити вже близько двох разів у порівнянні з витратою при швидкості 90 км/год [6], [8], [24].

Типова залежність питомої Q (л/100 км) витрати палива від швидкості сталого руху автомобіля (км/год.) наведена на рис. 1.

Q (л/100 км)

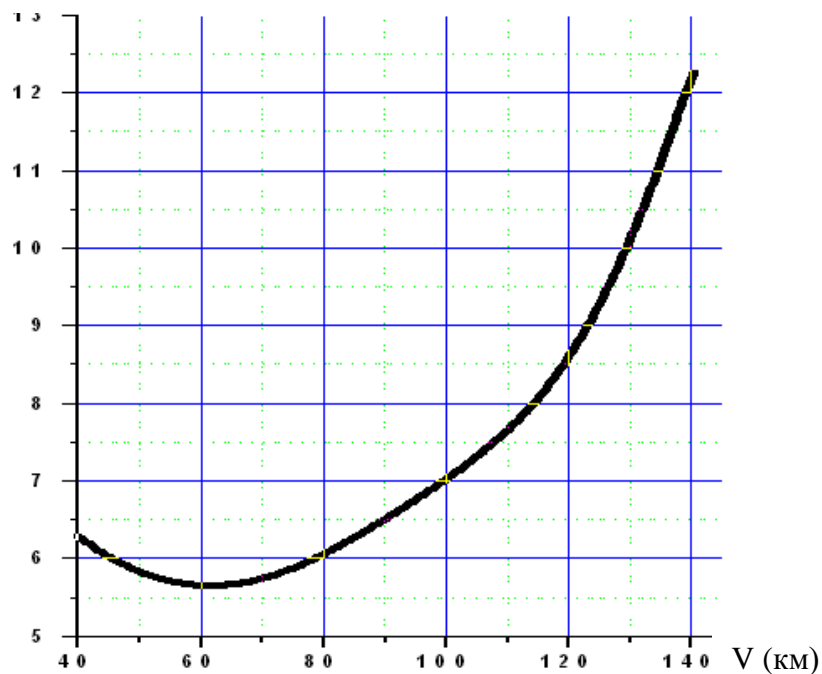


Рисунок 1.1 - Закономірність зміни питомої Q витрати палива відносно швидкості руху V автомобіля

Відповідно до збільшення швидкості зростає кінетична енергія автомобіля та зупинний шлях, а відповідно зростають ризики для учасників дорожнього руху.

Також дослідження демонструють, що агресивна манера їзди впливає на витрату палива технічно справним автомобілем більше ніж на третину.

За умови використання автономних обігрівачів та нагрівальних установок, споживання палива розраховують:

$$Q_{он} = H_{он} \times 0,01 \times K_T \times t_{он} \quad (1.2)$$

де: $Q_{он}$ - максимальна витрата палива під час роботи обігрівача, л/год.;

$H_{он}$ – номінальна витрата палива під час роботи обігрівача, л/год., л/год.;

K_T – час роботи обігрівача залежно від температури навколишнього середовища;

$t_{он}$ – середня тривалість роботи обігрівача.

Також постановою передбачене використання основних термінів, позначень та скорочень.

У додатках наведено основні умовні позначення та скорочення, які дозволяють уніфікувати трактування базових понять, наприклад:

- номінальна потужність двигуна - N_e , кВт;
- робочий об'єм двигуна - V_p , куб. см;
- тип коробки передач – КП:
- механічна коробка передач - М;
- автоматична коробка передач – А.

Для належного обґрунтування норм витрати палива призначення та експлуатаційних умов необхідно вказати тип шасі, приводу й розгорнуту колісну формулу. В маркуванні колісної формули необхідно послідовно через кому вказати кількість осей, а для кожної окремої осі після знаку дефісу послідовно проводять маркування наступним чином:

- тип та наявність приводу (літера П);
- тип приводу - постійний (літера П);
- тип приводу - що відключається (літера В);
- керована вісь, що управляється (літера У).

Для уніфікації умовних позначень запропоновано використовувати типові комбінації символів та літер (рис 1.2), наприклад, після позначення

номера осі у дужках необхідно вказати кількість шин (1 – одношинні колеса, 2 - двошинні).

Опис колісної формули автомобіля	Колісна формула	Розгорнута колісна формула
Двовісний автомобіль з приводом на задню вісь	4 x 2	1-У, 2-ПП
Двовісний автомобіль з приводом на передню вісь	4 x 2	1-ППУ, 2
Двовісний автомобіль з приводом на передню вісь та керованими колесами другої осі (наприклад, автовантажувач тощо)	4 x 2	1-ПП, 2-У
Двовісний автомобіль з постійним приводом на задню вісь та приводом передньої осі, що відключається	4 x 4	1-ПВУ, 2-ПП
Двовісний автомобіль з постійним приводом на передню вісь та приводом задньої осі, що відключається	4 x 4	1-ППУ, 2-ПВ
Двовісний автомобіль з постійним приводом на всі колеса	4 x 4	1-ППУ, 2-ПП
Двовісний автомобіль з приводом на задню вісь із позначенням, що колеса задньої осі є двоскатними	4 x 2	1-У, 2(2)-ПП
Тривісний автомобіль з приводом на третю вісь та керованими колесами першої осі	6 x 2	1-У, 2, 3-ПП
Тривісний автомобіль з приводом на другу і третю вісь та керованими колесами першої осі	6 x 4	1-У, 2-ПП, 3-ПП
Тривісний автомобіль з приводом на другу і третю осі та керованими колесами першої осі із позначенням, що колеса другої та третьої осей є односкатними	6 x 4	1-У, 2(1)-ПП, 3(1)-ПП
Тривісний автомобіль з приводом на другу і третю вісь та керованими колесами першої та другої осей	6 x 4	1-У, 2-ППУ, 3-ПП
Тривісний автомобіль з приводом на другу і третю вісь та керованими колесами першої та третьої осей	6 x 4	1-У, 2-ПП, 3-ППУ
Тривісний автомобіль з постійним приводом на всі колеса та керованими колесами першої осі	6 x 6	1-ППУ, 2-ПП, 3-ПП
Тривісний автомобіль з постійним приводом на всі колеса та керованими колесами першої та другої осей	6 x 6	1-ППУ, 2-ППУ, 3-ПП
Тривісний автомобіль з постійним приводом на всі колеса та керованими колесами першої та третьої осей	6 x 6	1-ППУ, 2-ПП, 3-ППУ
Чотиривісний автомобіль з приводом на третю і четверту осі та керованими колесами першої та другої осей	8 x 4	1-У, 2-У, 3-ПП, 4-ПП
Чотиривісний повнопривідний автомобіль з постійним приводом на всі колеса та керованими колесами першої та другої осей	8 x 8	1-ППУ, 2-ППУ, 3-ПП, 4-ПП
Чотиривісний автомобіль з постійним приводом на всі колеса та керованими колесами першої, другої та третьої осей	8 x 8	1-ППУ, 2-ППУ, 3-ППУ, 4-ПП

Рисунок 1.2 - Типові умовні позначення колісних схем шасі автомобілів

1.2 Аналіз факторів, що впливають на споживання паливо-мастильних матеріалів та викидів автомобілями

Під час експлуатації легкових автомобілів у реальних умовах можуть існувати значні розбіжності, які також називають «недостатком» або «розривом», між офіційно заявленими виробниками рівнями споживання палива (NEDC та викидів CO₂). Ця розбіжність пояснюється, з одного боку, тим, що сьогodнішній сертифікаційний тест у Європі не враховує різноманітність різних реальних умов експлуатації, тому не дає реалістичних результатів. Ця різноманітність умов експлуатації повинна ґрунтовно досліджуватись з метою виявлення факторів, що впливають на споживання палива [19], [24].

З іншого боку, розбіжність виникає також через так звані «вилки значень», які пов'язані з алгоритмом тестування, що дає змогу отримати законне тлумачення процедури сертифікації, що призводить до вимірювання нижчого рівня витрати палива та викидів CO₂.

Після виявлення значних розбіжностей між заявленими та реальними даними був розроблений сценарій моделювання для кращого дослідження кожного фактора, має вплив на заявлені показники. Моделювання проводять для трьох типів транспортних засобів: атмосферних бензинових (NA), бензинових турбованих і дизельних. Тому крім базового сценарію офіційної процедури випробувань змоделювати й дослідити фактори та умови з точки зору викидів CO₂ для двох типів тестувань: NEDC та специфічних параметрів WLTP.

Підведення підсумків для різних сценаріїв моделювання дає змогу зробити висновки, щодо споживання енергії і викидів CO₂ та найбільш вагомих факторів їх комбінації, залежності від стилю водіння та умов експлуатації. На першому етапі необхідно виявити та дослідити найбільш вагомі фактори, за допомогою огляду літературних даних та досліджень.

Аеродинаміка. Аеродинаміка і відноситься до форми та дизайну автомобіля та його лобової площі. Різні модифікації форми та зміна передньої частини, таких як додавання багажника на дах з додатковим навантаженням може збільшити аеродинамічний опір, що призводить до збільшення палива споживання (EPA 2014b). Орієнтовні значення збільшення витрати палива становить приблизно 5 % для рейлінгів, надбудов і боксів, тоді як за відкритих вікон за швидкості автомобіля близько 130 км/год становить 5,1 %. Наявність бокового вітру, хоча це сильно залежить від загальної форми автомобіля та дизайну, за наявності спойлерів та обвісів веде до переветрати палива на 2 %.

Змодельований ефект від використання різноманітних надбудов для даху, найбільш значущим є бокси, оскільки це найпоширеніша модифікація форми. Щодо їх аеродинамічного ефекту, то збільшення викидів становило в середньому 6,5 % та 9,7 % для NEDC та WLTP відповідно. Важко оцінити точне значення зміни опору повітря через відкриття вікон та бічного вітру, оскільки це тісно пов'язане з аеродинамічними характеристиками автомобіля. Розрахунковий діапазон змін опору повітря може коливатись: знижений аеродинамічний опір на 10 % може зменшити викиди CO₂ на 2,5 % для NEDC та 3,6% для протоколу WLTP. З іншого боку, збільшення опору повітря на 10 % призводить до додаткових викидів 2,4 % і 3,8 % відповідно.

Метеорологічні умови навколишнього середовища відносяться до зовнішніх умов, таких як вітер, температура та барометричний тиск. Вони впливають на показники споживання палива автомобілем, впливають на роботу двигуна (наприклад, в'язкість моторного масла, потік повітря у системі впуску двигуна, тощо). Вони може також вплинути на поведінку водія, оскільки водій повинен налаштувати свій режим водіння відповідно до заданих умов. Вплив температури оцінюється в порядку збільшення на 0,5 % споживання палива за температур нижчих за 20 °C. Наявність опадів може потенційно збільшити витрату палива на 30 % або більше [1], [2], [12].

Дані, отримані за результатами випробування показали, що вплив пуску холодного двигуна за 25 °С за NEDC становить близько 8 %, тоді як для WLTP - 3,3...4,8 %. За температури навколишнього середовища – 7 °С ефект холодного пуску майже вдвічі вищим (приблизно на 20 % вищі викиди CO₂ в порівнянні з повністю прогрітим двигуном) для протоколу NEDC збільшення витрати становить близько 6,8%. Температура навколишнього середовища 15 °С, вважається близькою до середньоєвропейської, що призвело до зростання витрати пального 12 % та 4,5 % відповідно у порівнянні з лабораторними випробуваннями.

Стиль водіння. Характер водіння відноситься до стохастичних моделей водіння, які є надзвичайно різноманітними для кожного окремого водія. Наприклад, агресивне водіння - прискорення і максимальна швидкість, можуть значно збільшити витрату палива до 26 %, тоді як економне водіння може забезпечити зниження витрати в межах 3...9 %. Однак в реальних умовах цей показник на 28 % вищий ніж за лабораторних випробувань.

Стан транспортного засобу залежить від технічного обслуговування, наприклад, своєчасна заміна масла, перевірка тиску в шинах і правильне використання типу шин. Встановлено, що використання моторного масла низької в'язкості може призвести до зниження витрати палива майже на 4 %. Крім того, зменшення коефіцієнта опору коченню шин на 10-20 % (тобто відповідність найкращому класу енергоефективності) може забезпечити 2,1% в економії палива. З іншого боку, тиск у шинах на 0,2 атм. нижчий ніж рекомендоване може призвести до збільшення споживання палива на 1,4 %. Інші фактори, такі як засмічені повітряні фільтри та неправильне розташування коліс, можуть збільшити витрату палива від 3 до 6 %.

Вплив в'язкості мастила та опору коченню досліджено шляхом моделювання. Використання моторного масла з меншою в'язкістю призвело до зниження викидів до 2,2 % у порівнянні з NEDC для бензинових автомобілів і до 4,1 % для дизельних. WLTP тестування продемонструвало, що бензинові автомобілі можуть забезпечити вигоду споживання палива до

2 % у викидах, тоді як відповідне значення для дизельного автомобіля становить 2,4 %. Відмінності між бензиновим і дизельним транспортним зумовлені використанням різних типів мастила, оскільки для дизельних двигунів, застосовують мастила підвищеної в'язкості.

Експлуатаційна маса представляє загальну вагу автомобіля. У міру збільшення маси буде потрібна більша енергія для прискорення та підтримки постійної швидкості, а відповідно й палива. Літературні джерела свідчать, що для додаткової маси в 100 кг, витрата палива може збільшитися до 5-7 % порівняно зі значеннями отриманими під час сертифікації. Ефект маси може бути ще більшим, якщо на даху змонтовані бокси або під час буксирування причепа враховуються – в даних випадках збільшується витрата палива до 35% % (ADAC 2012). Вплив додаткової маси буксирування порожнього причепа також збільшує викиди на 25 %, це пояснюється комбінованим ефектом збільшення маси і опору повітря.

Додаткові пасажери збільшують масу автомобіля, й відповідно збільшить споживання палива до 5% та викиди 7,5 г CO₂/км під час руху автомобіля зі швидкістю 130 км/год.

Ефект дороги. Морфологія, дорожнє покриття, напрям відносяться до умов, з якими взаємодіє транспортний засіб. За різних типів дорожнього покриття може змінюватись витрата палива на 3,2 %, а ухил в понад 2% збільшує витрату палива на 20 %. Різкі прискорення і гальмування, простої та робота на холостому можуть мати дуже негативний вплив на витрату палива. Завдяки великій різноманітності умов руху максимальні значення, споживання порівняно з відповідними базовими значеннями можуть сягати до 50%.

Вплив автомобільного палива. Автомобільне паливо - це суміші різних видів вуглеводнів та інших органічних речовин і сполук (наприклад, етанол або метилефіри у випадку біопалива), а їх характеристики регламентується відповідними стандартами. Склад палива змінюється в залежності від часу року, наявності певних сумішей, а також географічного регіону, де паливо

виробляється або продається. Також впливають на склад і характеристики палива особливості, пов'язані з погодними умовами, різними регіональними стандартами, ринком збуту, наявності присадок та сумішей, регіональної політики. Останнє трактування набуває вагомості, коли пропонується використання різних варіантів біокомпонентів комерційного палива. Біопаливо може принести користь з точки зору зниження викидів вуглецю, але під час фактичної експлуатації водії можуть спостерігати збільшення об'ємної витрати палива або погіршення потужності. Загалом збільшення об'ємної витрати палива (л/100км) для різних сумішей біопалива може бути від 0 до 2 % для 10 % об'єму біодизельного дизельного палива (B10) або до 28 % для 85 % концентрації етанолу у бензині марки E85. Наприклад, під час використання палива марки E5 для бензинових отримано результати, які показали незначне збільшення викидів CO₂ - 0,5 %.

1.3 Методики оцінки паливної ефективності автомобілів та нормування шкідливих викидів

Сертифікаційний тест передбачає багато факторів, які можна використати для отримання меншого викиду CO₂ за аналогічної продуктивності. Однак різноманітні процедурні елементи потребують більш точного визначення для того, щоб отримати більш, послідовну, достовірну та надійну методику випробувань. Очікується, що новий гармонізований протокол випробувань (WLTP) виправить значну частину проблему пов'язану з гнучкістю показників та призведе до більш реалістичних оцінок дійсного рівня споживання палива транспортними засобами.

Розробка та адаптація WLTP ґрунтується на реальних режимах експлуатації транспортних засобів, з використанням найсучасніші статистичних методів. Однак варто зазначити, що будь-яка лабораторна процедура тестування не в змозі врахувати усіх наслідків реальних умов водіння і тому отримана витрата палива та викидів CO₂ будуть лише

частковими з нескінченної кількості можливих значень, яких сягає транспортний засіб у реальному житті.

Для кількісної оцінки впливу деяких факторів змодельовано низку різних сценаріїв для поточних можливостей тестування та оцінки викидів відповідних транспортних засобів відповідно до WLTP та реалістичних умов. Тестування слід розглядати як орієнтовний, а не як вичерпний розрахунок, оскільки використовується лабораторний тест з повним спектром гнучкості факторів впливу і умов експлуатації. Тест WLTP на даний момент не може кількісно визначати усі показники з високою точністю через відсутність необхідної інформації, однак перевіряється відповідність граничним умовам. Усі діючі сценарії випробування автомобілів представлено на рисунку 1.3.

Сценарій	Реалістичний сценарій	WLTP- Н	WLTP — Л	База NEDC	NEDC з полями	Сертифікаційна вартість
Маса	Сер. WLT Р Н і Л + 75 кг	WLTP- L + 150 кг	Клас інерції NEDC + 40 кг	Клас інерції NEDC		Такі самі граничні умови, що й для NEDC із полями. Кінцеве значення CO ₂ зменшено на 4 % за критерієм сім'ї в поточному T/A.
Дорожні навантаження	середнє WLTP- Н і Л	WLTP- L + 30 % F ₀ , + 7 % F ₁ і F ₂	База + 20 % у F ₀ , + 3 % у F ₁ і F ₂	Базові RL (RR: 0,009 кг/ т, F ₁ : 0,3 Н·год/км, F ₂ : 0,038 Н·год ² /км ²)	База – 20 % F ₀ Знижений інерція оберта ння 1,5 %	
Профіль водіння	WLTC			NEDC	NEDC	
Перемикання передач	Справа конкретних WLTP перемикання передач в залежності на дорожні навантаження			NEDC на основі часу		
Температура	14 °C	23 °C			25 °C	
Споживання потужності генератора	0,5 кВт Бат. Зарядити Neut.	0,15 кВт — Заряд акумулятора Нейтральний 0 кВт				
Дорожня оцінка	0,15 %	0 %				

Рисунок 1.3 – Зведені граничні умови процедури випробування транспортних засобів

У таблиці 1.1 наведено середні значення зростання споживання палива та шкідливих викидів залежно від категорій та факторів впливу на експлуатаційні показники.

Таблиця 1.1 – Середні значення збільшення витрати палива залежно від категорій та умов на експлуатації (за літературними даними)

Категорія	Фактор		Значення
Гранична межа тесту	Різні фактори	Різні фактори, які беруть участь у сертифікаційному випробуванні	6,2%
	Дизайн NEDC	Плавні прискорення, уповільнення та модель водіння	7,4%
	Нижня межа декларованих значень	Заявлені значення будуть нижчими, ніж виміряні значення	3,9%
Допоміжні системи	Повітряний кондиціонер, система кліматизації	Збільшення електричного живлення	5,0%
		Покращені MAC системи, EV HVAC гібридні теплові установки, активні вентилявані сидіння, сонячні світловідбиваючі фарби, сонячний контроль скління, сонячні дахи	- 2,1%
	Допоміжні системи рульового управління	Гідравлічні підсилювачі керма, асистенти рульового управління. Електро – та гідравлічне живлення рульового управління, споживання електричної потужності рульовим управлінням. Покращений насос рульового управління	3,7%
	Інші допоміжні та додаткові системи автомобіля	Двигуни управління, насоси паливоподачі уприскування палива, протитуманні фари, гальмівні вогні, склоочисники, адаптивні підвіски, допоміжні гальмівні системи, вітрове скло, що підігрівається, вентилятор, і т.д.	4,8%
Аеродинамічні характеристики	Елементи, що монтуєються на даху, інші доповнення і зміни	Різні доповнення - доповнення , які будуть прикріплені до на даху, окрім багажників і боксів	2,9%
	Багажники / бокси на дах (збільшення опору повітря)	Ефект від збільшеного паливного споживання через додаткове встановлення боксів і багажників на даху коробки додаток в якості досягається внаслідок підвищеного аеродинамічного опору	4,2%
	Відкриті вікна	За швидкості в 130 км/год - досліджено головним чином в спекотних регіонах або спекотну пору року	4,3%
	Ефект бокового вітру	Зміна в аеродинамічному опорі лобової області, залежить від вітру швидкості і кута нахилу. Результати збільшення опору повітря на 10% (викликаного від 15 до 30 град кута відхилення або ж збільшення швидкості вітру від 5 до 10 м/с)	2,2%

продовження таблиці 1.1

	Покращення аеродинаміки	Спойлери, обвіси, вихрові генератори	-0,5%
Погодні умови	Дощ	Колеса, що повинні штовхати автомобіль через шар води. Збільшення шару на 1 мм на дорожній поверхні	24,8%
	Сніг/лід	Зниження зчеплення шин, витрачання енергії на холостому ході. Зниження швидкості ніж за звичайного режиму водіння. Знижений тиск в шинах	-
	Затверджена температура, випробування знаходиться в межах діапазон 18 - 28°C	0°C порівняно з 18 °C	8,0%
		-18°C порівняно з 0 °C	8,0%
Режим/ стиль водіння	Агресивне водіння	Значне прискорення та уповільнення, гальмування водіння на максимальній швидкості	25,0%
	Режим водіння (штатні режими)	Витрата варіюється в значних межах залежно від режиму Еко або Спорт	0-11,0%
	Економне водіння	Оптимальне перемикавання передач, плавне прискорення та уповільнення, стабільне підтримання швидкості, передбачення руху та зупинки, зелений світловий попередження про оптимальну швидкість	-5%
Стан транспортного засобу	Змащення	Застосування в двигунах олив низької в'язкості призводить в зниження внутрішнього тертя	-2,2%
	Шини	Зниження значень опору коченню шини на 15 - 20%	-2,5%
		Зниження тиску в шинах на 0,2 бар	1,5%
	Інший	Забруднені повітряні фільтри, небалансовані або різні колеса, погано налаштований двигун	4,0%
Зміна маси	Маса транспортного засобу	Збільшення маси на 80-100 кг	6,1%
	Буксирування причепа	Впливає на вагу та опір руху, аеродинаміку та рушійну поведінку	36,8%
	Перевезення вантажів в боксах	Споживання палива зростає пропорційно збільшенню швидкості	18,4%
Дорожні умови	Будова та розташування дороги	Збільшення висоти над рівнем моря зменшує споживання, щільність повітря, аеродинамічний опір і знижує концентрацію кисню	-2,6%
		Зниження категорії доріг збільшує споживання палива, а також під час руху машині в гору. Результати, засновані на дослідження для руху автомобіля на горбистому маршруті	14,4%

продовження таблиці 1.1

	Дорожнє покриття	Внаслідок збільшення шорсткості, поверхневої текстури і нерівномірності	3,2%
	Умови дорожнього руху	Знижена швидкість, збільшений час простою, пуск і зупинка при заторах	28,7%
	Їздові цикли	Короткі поїздки. Більше холодних пусків і викидів при холодному запуску. Не досягнуто нормальної робочої температури двигуна	11,2%
Характеристики палива	Різниця у властивостях палива	Паливна суміш В10 порівняно з В0	1,1%
		Паливна суміш Е10 порівняно з Е0	2,9%

Північна Америка. Для вивчення характеристик енергоефективності автомобілів було розроблено схему випробування, яка імітувала типовий їздовий цикл «дім-робота». Процедура випробування передбачає різноманітні режими руху - розгону та гальмування, холодного та гарячого пуску двигуна. Середня технічна швидкість випробування середня – 35 км/год, довжина маршруту – 17,9 км, час випробування – 31 хв, гранична швидкість 85 км/год, Існувало два випробування- міський та міжміський цикл [2], [19].

Між міським та міжміським циклами лабораторних випробувань та реальними умовами експлуатації: існують значні відмінності, і як наслідок результати:

- прискорення та сповільнені плавні без різкої зміни;
- усі додаткові системи та споживачі вимкнені;
- обмежена максимальна швидкість;
- в обох випадках температура повітря становить 24°C;

Відповідно до процедури отримують дані, за якими порівнюють енергоефективність автомобілів за однакових умов. Після цього формують певний рейтинг паливної економічності, на який опираються споживачі та виробники.

Європейський Союз. Для країн Європейського Союзу в даному напрямі встановлюють директиви, відповідно до яких стандартизують класи енерго- та екологічної ефективності автомобілів та інших споживачів енергії.

Директивою ЄС 1999/94 передбачається стандартне маркування (рис. 1.4) та присвоєння класу енергоефективності автомобіля. Маркування відображають на кольоровій наліпці формату А4 з відповідними значеннями витрати палива та викидів окису вуглецю (CO₂).



Vehicle Information		
CO₂ emission figure (g/km) 		 104 g/km
Fuel Use (estimated) for 18,000 kilometres <small>A fuel use figure is indicated to the consumer as a guide for comparison purposes. This figure is calculated by using the combined drive cycle (urban and extra urban fuel consumption cycles).</small>		774 litres
Motor Tax for 12 months <small>Motor Tax varies according to the CO₂ emissions of the vehicle.</small>		€100
Vehicle Registration Tax (VRT) Rate <small>Percentage rate of VRT payable of the value of the vehicle is dependant on the CO₂ emissions.</small>		14%
Environmental Information <small>A guide on fuel economy and CO₂ emissions which contains data for all new passenger car models is available at any point of sale free of charge or directly from the Society of the Irish Motor Industry, 5 Upper Pembroke Street, Dublin 2. Tel: 01-6761690, web address: www.simi.ie. In addition to the fuel efficiency of a car, driving behaviour as well as other non-technical factors play a role in determining a car's fuel consumption and CO₂ emissions. CO₂ is the main greenhouse gas responsible for global warming.</small>		
Make:		
Model/Version:		
<small>Carbon dioxide emissions (g/km): 104 g/km This figure may be obtained from the vehicle's Certificate of Conformity. Important note: Some specifications of this make/model may have lower CO₂ emissions than this. Check with your dealer.</small>		
Fuel Consumption:		
Drive cycle Urban Extra-urban Combined	Litres/100km 5.0 4.2 4.3	Fuel Type: Petrol Engine Capacity (cc): 1497 Transmission: Automatic

Рисунок 1.4 – Маркування класу екологічної та енергоефективності автомобіля в країнах ЄС

Європейський випробувальний цикл складається з чотирьох заїздів, що імітують міський режим їзди та один заїзд, що імітує їзду за містом, при чому кожне випробування розпочинається з холодного пуску двигуна. У міському циклі випробування максимальна швидкість не перевищує 50 км/год, пройдений шлях – приблизно 1 км, а час випробування – 3 хв.

Для європейської лабораторної (рис. 1.5) процедури випробування також характерні значні відмінності порівняно з реальними умовами експлуатації автомобілів:



Рисунок 1.5 – Європейська лабораторна процедура випробування автомобілів в країнах ЄС

- в лабораторному випробуванні відсутній ефект взаємодії рельєфу дороги з колісними рушіями; особливості території та тип дорожнього покриття;

- прискорення та сповільнені плавні без різкої зміни;

- помірна температура – 18...26°C;

- для випробування використовують нові автомобілі, з якісними експлуатаційними матеріалами, присадками та паливом.

Аналогічно Північноамериканській процедурі, в результаті отримують рейтинг паливної економичності автомобілів, випробуваних в ідентичних умовах.

Висновки за розділом

1. В Україні основними документами, за якими розраховують та формують транспортні тарифи відносно граничних норм споживання ПММ та експлуатаційних матеріалів на автомобільному транспорті є постанова «Про затвердження Змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на

автомобільному транспорті». Формування і розрахунок тарифів проводять за методиками розробленими Державним підприємством "Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут" (ДП "ДержавтотрансНДІпроект").

2. Під час експлуатації легкових автомобілів у реальних умовах можуть існувати значні розбіжності з офіційно заявленими виробниками рівнями споживання палива (NEDC та викидів CO₂). Ця розбіжність пояснюється, з одного боку, тим, що сьогоднішній сертифікаційний тест у Європі не враховує різноманітність різних реальних умов експлуатації, тому не дає реалістичних результатів. Тому крім базового сценарію офіційної процедури випробувань NEDC прийнято та ратифіковано процедуру з специфічними параметрами WLTP.

3. Між міським та міжміським циклами лабораторних випробувань та реальними умовами експлуатації: існують значні відмінності, і як наслідок результати:

- прискорення та сповільнені плавні без різкої зміни;
- усі додаткові системи та споживачі вимкнені;
- обмежена максимальна швидкість;
- в обох випадках температура повітря становить 24°C.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ КАТЕГОРІЙ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Визначення основних експлуатаційних умов роботи автомобіля

У процесі експлуатації та пробігу автомобіля основні його функціональні характеристики повільно погіршуються через спрацювання тертьових поверхонь, ушкодження та вихід з ладу деталей, втрату міцності (втому) матеріалу. Неналежне обслуговування, незадовільна дорожня інфраструктура, неякісні паливо-мастильні матеріали ще більше знижують його паливну ефективність під час експлуатації. Для зниження даних негативних явищ транспортні засоби потребують належного сервісного обслуговування та ремонту (рис. 2.1, табл. 2.1).

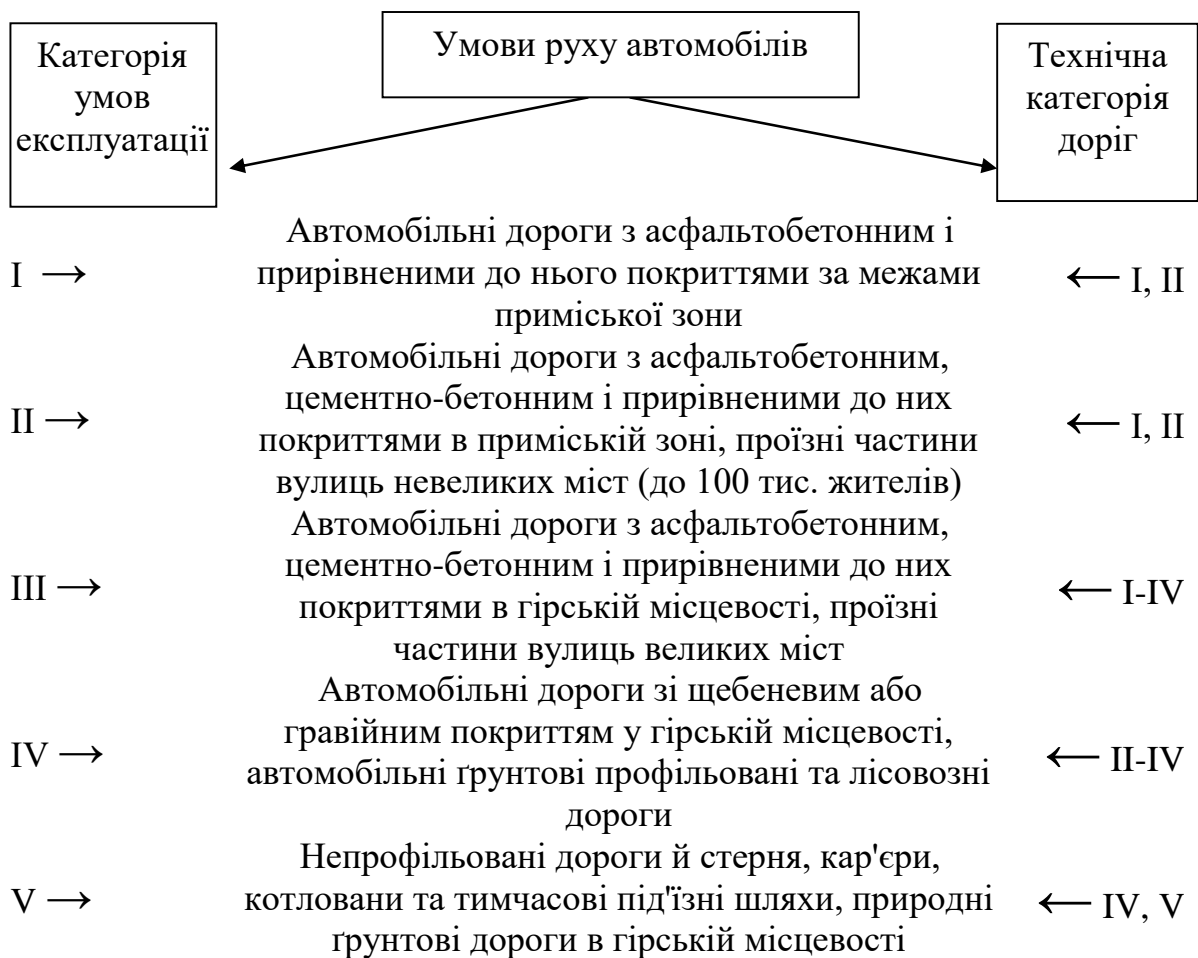


Рисунок 2.1 – Категорії та умов експлуатації автомобілів

Таблиця 2.1 – Середні значення періодичності ТО транспортних засобів для I категорії умов експлуатації

Транспортний засіб	Пробіг, КМ	
	ТО-1	ТО-2
Легкові автомобілі	3000...5000	10000...20000
Автобуси	2000...3000	15000...20000
Вантажні, автобуси на базі вантажних автомобілів до 3,5 т	3000...5000	12000...20000
Вантажні, автобуси на базі вантажних автомобілів до 12 т	3000...5000	20000...40000
Вантажні, автобуси на базі вантажних автомобілів до 12 т	5000...10000	40000...100000

Періодичність ТО-1 і ТО-2 визначається переважно відносно пробігу автомобіля, або часу (наприклад раз у рік, раз в п'ять років), залежно що настане швидше. На початку експлуатації виділяють найменший інтервал припрацювання чи обкатування [6-9], [12], [14], [18], [20].

В АТП та підприємствах існує потреба в належному обґрунтуванні системи нормування витратою пального. На сьогодні підприємства найчастіше застосовують просту розрахункову методику відшкодування витрати палива залежно від пробігу. Дані при цьому використовують за показами одометра. Це може вести до завищених грошових затрат, або ж, навпаки до недостатнього відшкодування використаних ресурсів. Часто підприємства вдаються до застосування складних супутникових навігаційних систем, що веде до значних затрат коштів та часу.

Однак, автомобіль дуже часто перебуває в різноманітних умовах роботи. Особливо коли йде мова про вантажні автомобілі, перевезення людей, роботи спецтехніки. Використання палива дуже часто залежить від людського фактора. Тому така система стосується взаємодії «автомобіль–водій» в складних мінливих умовах зовнішніх чинників (рис. 2.2).

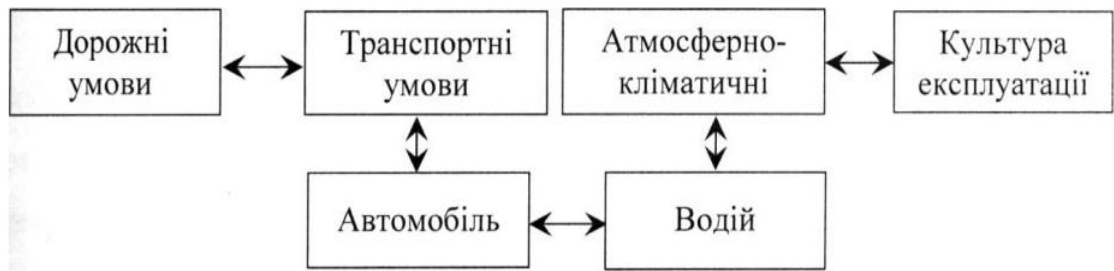


Рисунок 2.2 – Система взаємодії «автомобіль–водій» в складних мінливих умовах зовнішніх чинників

Тому належне врахування усіх чинників та факторів, що перебувають безпосередньому приведе до ефективного використання та контролю експлуатаційних матеріалів. Також це сприяє належному плануванню використання ресурсів та розрахунку вартості робіт.

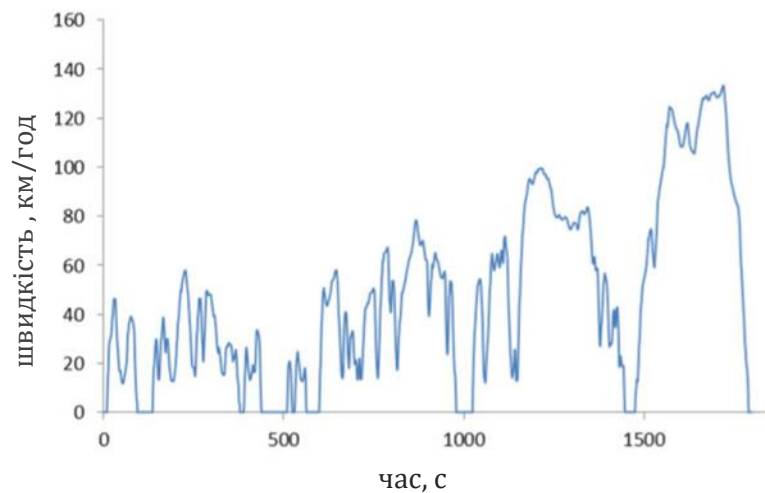
2.2 Аналіз та дослідження та моделювання паливної економічності автомобілів залежно від експлуатаційних умов

Автомобільний транспорт впродовж останніх десятиліть стрімко розвивається, використовуючи при цьому значну кількість ресурсів та енергоносіїв. Експлуатація автомобільного парку пов'язана з споживанням палива та викидом продуктів їх згоряння в атмосферу. Протягом 1960-90 рр відбулась широка дизелізація комерційного автомобільного транспорту як одного з найбільш пріоритетних напрямків здешевлення перевезень. Використання більш продуктивних та економічних конструкцій дизельних двигунів стало можливим завдяки впровадженню турбонаддування, що дозволило підвищувати їх літрову потужність [1], [2].

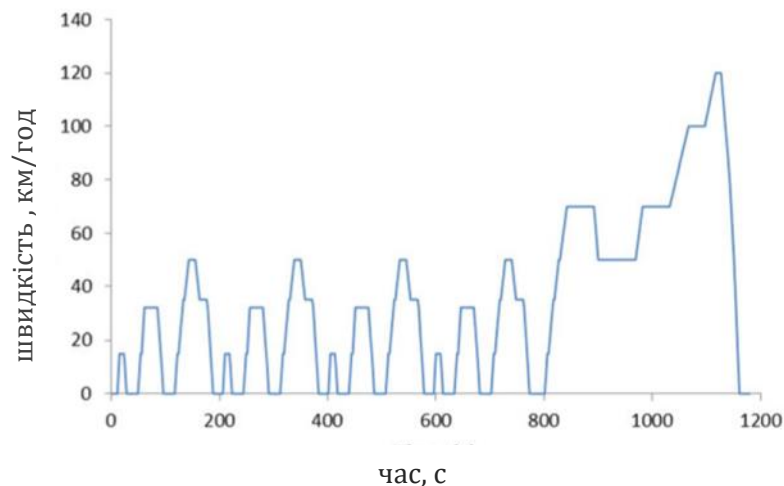
Однак погіршення екологічної та енергетичної ситуації вимагає ще більшого скорочення витрати палива, а насамперед, зниження рівня викидів. Крім експлуатаційних вимог, існує цілий ряд заходів щодо вдосконалення організаційної структури управління транспортом, що дає змогу повністю використовувати статичну та динамічну вантажопідйомність автомобіля й

здешевлення перевезень. Тому питання зниження витрати палива автомобілями є актуальною та значущою проблемою.

Країни ЄС з 2009 року реалізують стратегію зменшення викидів CO₂ та споживання палива легковими автомобілями (Директива ЄС № 333/2014). На даний момент вимірювання споживання палива та рівня викидів базується на новому європейському циклі випробування (NEDC), що є «лояльним» до європейських автовиробників (рис. 2.3).



а)



б)

Рисунок 2.3 – Схема їздового циклу під час сертифікації автомобілів:

а) – NEDC; б) – WLTC

Відповідний лабораторний протокол випробувань пройшли усі виробники протестовані у 2015 році. Проте є докази того, що сертифікаційний тест NEDC дає меншу витрату палива та зниження викидів CO₂ ніж ті, які є насправді під час реальної експлуатації. Це спостереження можна віднести до низки факторів, таких як керуючий профіль NEDC, який має низьку швидкоплинність і широкі граничні умови сертифікаційного випробування (наприклад, комфортний діапазон температур в межах 26 °C), обмежене використання допоміжних засобів або менша маса транспортного засобу, тощо. Дані фактори разом сприяють системному заниженню порівнюваних викидів CO₂ та споживання палива з тими, які насправді відчують водії.

Сертифікаційний тест наразі є основним інструментом, який використовується для визначення дотримання норм енергоефективності та захисту навколишнього середовища. Інформація про продуктивність транспортних та економічність транспортного засобу надає споживачам зробити обґрунтований вибір на основі потреб при покупці автомобіля. Крім того, такий інструмент перевіряє виробників на предмет дотримання політики, законодавства та оподаткування, а також можливих схем стимулювання споживачів, які пов'язані з екологічними проблемами.

Опрацювання результатів сертифікаційного тесту мають надавати специфічні техніко-економічні характеристики. кореляція даних повинна бути надійною, повторюваною, щоб забезпечувати результати, зрозумілі широкому загалу, бути максимально простим й репрезентативним.

В результаті випробування забезпечують рівні умови для різних виробників транспортних засобів й таким чином заохочувати інновації та прозорість. В результаті сертифікаційного випробування знаходять компроміс між середньою продуктивністю автомобіля, неминучою витратою палива та викидами CO₂.

Процедура випробування, повинна охоплювати усі можливі умови експлуатації одночасно, враховувати велику кількість факторів, які не обов'язково є однаковими для всіх та характер водіння водіїв.

Але слід зазначити, що насправді витрата палива автомобіля сильно залежатиме від умов роботи та стану транспортного засобу. Насправді не існує єдиного значення витрати палива, для конкретного транспортного засобу, однак необхідно врахувати усі можливі специфічні умови та поведінку водіїв. Відповідно до стратегій скорочення викидів CO₂ та стимулювання OEM-виробників у процедурах використовували граничні межі умов випробування. Спочатку процедури сертифікації були розроблені для забезпечення відтворюваності вимірювання регульованих законодавством рівня викидів забруднюючих речовин, але не контролювали рівень споживання палива в реальних умовах водіння. Така практика збільшувала різницю між даними зареєстрованим в реальних умовах експлуатація та даними під час сертифікації. Усі недоліки існуючої процедури випробувань, були враховані у новій гармонізованій процедурі тестування, яка включає новий їздовий цикл випробувань (WLTC), й була затверджена в європейським законодавством у 2018 році.

Через різноманітність умов експлуатації, поведінки водіїв, використання автомобіля тощо та наявність зовнішніх факторів, жоден протокол тестування, не може зафіксувати реальні характеристики транспортних засобів з абсолютною точністю. В результаті вплив зовнішніх факторів, які можуть змінюватися стохастично майже неможливо відтворити в лабораторних умовах. На сьогоднішній день проведено детальний кількісний аналіз факторів, що впливають на споживання палива та викиди CO₂ легковими автомобілями. Розбіжність факторів сприяють розбіжності оцінок європейської системи сертифікації з сукупного дією впливу факторів, що зустрічаються в реальних умовах експлуатації. У таблиці 2.2 наведено короткий опис структури параметрів сертифікації європейської та нової гармонізованої процедури випробувань.

Таблиця 2.2 – Умови та параметри сертифікації європейської та нової гармонізованої процедури випробувань

Параметр	Одиниця вимірювання	NEDC процедура	WLTP процедура
Середня швидкість	км/год	34,6	47,2
Максимальна швидкість	км/год	до 120	136,2
Тривалість	с	1160	1800
Відстань їздового циклу	км	12,03	23,44
Прискорення	%	21,4	44,1
Уповільнення	%	14,8	40,1
Тривалість зупинки	%	22,87	12,7
Постійне водіння	%	39,2	3,6
Середнє додатне прискорення	м/с ²	0,59	0,41
Максимальне додатне прискорення	м/с ²	1,14	1,88
Середня додатне «швидкість·прискорення»	м/с ²	1,14	1,97
Максимальна додатне «швидкість·прискорення»	м/с ²	9,11	22,02
Середнє уповільнення	м/с ²	- 0,83	- 0,44

Дуже важливо всебічно обґрунтувати вплив різних факторів на реальне споживання палива автомобілями на основі моделювання та кваліфікованих досліджень фахівців галузі. Найбільшу увагу слід приділити наступними чинникам:

- допоміжні системи, адже сучасні автомобілі містять все більшу кількість допоміжних систем, в результаті чого підвищується споживання палива (даними факторами нехтують під час випробувань);

- аеродинамічні характеристики автомобіля (вітер, відкриті вікна, можуть мати значний вплив на витрату палива, особливо на високих швидкостях);

- метеорологічні умови (транспортні засоби перевіряються в контрольованому середовищі в лабораторії, яка погано відтворює зовнішні умови та їх вплив на споживання палива);

- режим водіння (поведінка водія в реальних умовах відрізняється від поведінки під час випробування; тривалість та параметри поїздки);
- стан транспортного засобу (для випробування надаються еталонні транспортні засоби, з відмінним обслуговуванням);
- експлуатаційна маса; маса транспортного засобу може істотно відрізнитися від сертифікаційних параметрів;
- дорожні умови, покриття, рельєф.

Експлуатація автомобіля головним чином пов'язана з умовами та середовищем взаємодії й він не може бути ізольованим як це відбувається в лабораторних умовах.

2.3 Моделювання взаємодії експлуатаційних факторів, що впливають на витрату паливо-мастильних матеріалів та рівень шкідливих викидів

Проблема ефективного нормування витрат палива пов'язана з врахуванням змінних умов експлуатації транспортних засобів відносно базових лінійних норм споживання. Їх варифікують за типами, категоріями моделями та модифікаціями автомобілів. Врахуванню підлягають виконані типи транспортних робіт, режими руху, дорожніми й кліматичними умовами.

Визначення рівня споживання моторної оливи проводять у до кількості спожитого згідно передбачених методик. Базовим показником для визначення норми витрат пального є його лінійна витрата (H_s) й визначається в літрах на 100 км пробігу автомобіля й залежно від типу виконуваної роботи передбачені стандартизовані показники:

H_w – рівень споживання під час виконання транспортних робіт, пов'язаних з перевезенням вантажів (л/100 т·км);

H_g - рівень споживання в перерахунку на 1 тонну спорядженої маси (л /100·т.км);

H_{sc} - рівень споживання під час виконання спеціальних робіт (л /100·т.км);

H_z - рівень споживання під час виконання маневрів та завантажувально-розвантажувальних робіт за один транспортний цикл;

H_{sc} - рівень споживання під час виконання спеціалізованих видів робіт (л /100·т.км);

H_{on} - рівень споживання під час роботи автономного обігрівача (л/1 год роб);

Q_n - рівень споживання палива під час пробігу в об'ємних одиницях (л- для рідкого палива, м³ – для стисненого, зрідженого газу);

Q_m - норми витрат мастильних матеріалів розраховують на 100 літрів пального або 100 м³ зрідженого газу.

Усі базові показники збільшуються на 10...20 % для транспортних засобів, термін експлуатації яких перевищує 8 років.

Під час врахування різноманітних додаткових факторів впливу (експлуатаційних, дорожніх, кліматичних) використовують систему коригуючих коефіцієнтів, на основі чого збільшують, або зменшують базову норму витрати палива [6-9], [23-24].

Якщо умовами роботи передбачено сукупну дію додаткових факторів впливу, тоді передбачається застосування декількох коефіцієнтів одночасно, що забезпечує сумарний ефект коригування:

$$K_{\Sigma} = K_1 + K_2 + K_n \quad (2.1)$$

При цьому допускається додаткове до 1% збільшення обсягів споживання пов'язаних з внутрішніми і технічними переміщеннями в межах підприємства.

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e), \quad (2.2)$$

де: S - сумарний пробіг автомобіля, пов'язаний з виконанням транспортних робіт, км,

K_e - сума усіх коефіцієнтів коригування, %.

Під час експлуатації легкових автомобілів чи автобусів визначають додаткову витрату пального під час роботи автономного обігрівача, з метою забезпечення належного комфорту пасажирів:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e + H_{он} \cdot T_{он}), \quad (2.3)$$

де $T_{он}$ – сумарне напрацювання автономного обігрівача в год.

$H_{он}$ - споживання палива автономного обігрівача л/год.

Додаткове використання палива в погодинному перерахунку нормують наступним чином:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_{сан} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e), \quad (2.4)$$

де: $H_{сан}$ - середня витрата палива на 100 км пробігу, звідси :

$$H_{сан} = H_s + H_g \cdot G_{пр}, \text{ л/100км} \left(\frac{\text{м}^3}{100\text{км}} \right), \quad (2.5)$$

де H_s - базовий рівень витрати пального, л/100 км,

$G_{пр}$ - споряджена маса причіпного складу, т,

Витрату пального для автомобілів з самоскидними кузовними платформами розраховують:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_{сан} \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e + H_z \cdot Z), \quad (2.6)$$

де: $H_{сан} = H_s + H_w \cdot (G_{пр} + 0,5 \cdot g)$,

Z - кількість транспортних циклів з вантажем.

Для спеціалізованого рухомого складу, що виконують роботу без переміщення - крани, насосні установки, бурильні машини,:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e) + H_{об} \cdot T_{об} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{ес}) \quad (2.7)$$

де $H_{об}$ - норма споживання пального під час роботи обладнання, л/год.;

$T_{об}$ - час роботи обладнання, год.

Під час виконання транспортних робіт (автомобільних перевезень), які розраховуються в тонно-кілометрах, витрата пального визначається:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_s \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e) + H_{об} \cdot T_{об} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{ес}), \quad (2.7)$$

На основі даних з випробування автомобілів був проведено розрахунок витрати палива та рівня викидів під час холодного запуску бензинових і

дизельних двигунів, де початкова температура випробування становила - 20 °С, а дані порівнювались зі значеннями отриманими за оптимальних робочих температур двигуна + 90 °С (рис. 2.4).

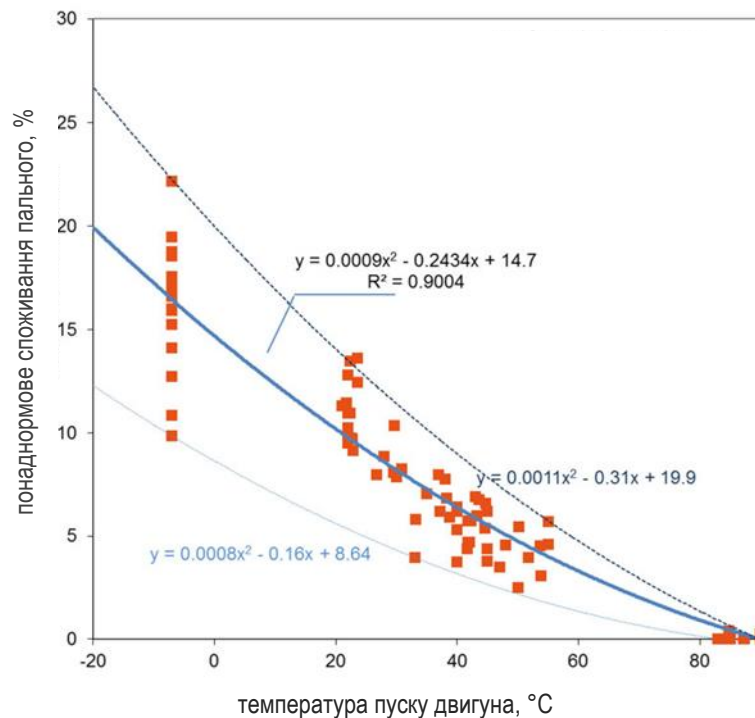


Рисунок 2.4 – Зміна витрати пального залежно від температури навколишнього середовища

Збільшення споживання палива коливається від 8,2 % до 21,3 % для результатами за NEDC порівняно з гарячим стартом, результати моделювання показують значне збільшення викидів CO₂, особливо в холодних умовах. Підвищене споживання пального за -8...-6 °С становить близько 18 % для тесту NEDC і приблизно 6 % для тесту WLTP в порівнянні з гарячим пуском.

Вплив погодних умов, як правило, досліджувався на предмет, зміни температури, тоді як досліджень щодо дощу, снігу та опадів загалом недостатньо.

Під станом транспортного засобу розуміється загальний стан транспортного засобу з точки зору технічного обслуговування і природного зносу відносно пробігу і віку. Загалом виявлено кілька факторів, які можуть

вплинути на витрату палива й найважливішими є мастильні матеріали, а також тип і стан шин, причому останні безпосередньо впливають на опір коченню.

Під час сертифікаційного випробування до 25 % енергії палива витрачається на подолання тертя компонентів автомобіля, що відноситься до групи двигуна, трансмісії і гальм. Значна частина енергії втрачається на викиди вихлопних газів і нагрівання і, нарешті, близько 22 % загальної енергії палива фактично використовується для корисної роботи - руху транспортного засобу.

Висновки за розділом

1. У розділі проведено аналіз різноманітних процедур сертифікації автомобілів, визначено основні параметри, які підпадають під тестування. Визначено основні умови та експлуатаційні фактори, внаслідок яких відбувається збільшення споживання пального.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРЕМАНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Особливості використання мастильних матеріалів двигунами внутрішнього згоряння автомобілів

Основним споживачем нафтових та палив мастильних матеріалів є автомобільна промисловість. Конструкція двигунів постійно вдосконалювалася, щоб зменшити навантаження, забезпечити низьку витрату палива, збільшити потужність і в той же час відповідати екологічним вимогам щодо викидів. Оливи для змащування двигуна піддаються досить важким умовам, що характеризуються високими механічними, термічними і хімічними навантаженнями. Дослідження з цього приводу протягом останніх десятиліть або орієнтовані переважно в таких напрямках:

1. досягнення належних умов змащування рідиною, починаючи з геометрії контактних поверхонь, щоб зменшити тертя та знос.
2. поліпшення властивостей моторних олив за рахунок використання присадок і модифікаторів тертя.
3. використання синтетичних олив.

До основних функції моторних олив відносять.

Забезпечення легкого запуску. Під час запуску двигуна моторна олива повинна бути досить рідкою, щоб колінчастий вал міг обертатися та миттєво розтікатись, щоб змастити усі життєво важливі компоненти двигуна. Найбільше зношування відбувається під час запуску до того, як масло досягне всіх частин двигуна. Однак, коли двигун прогрівається, олива не повинна ставати занадто рідкою й не стікати, а залишатись на поверхнях забезпечувати належне змащування. В'язкість оливи є мірою опору розтіканню. Вплив температури на в'язкість сильно варіює залежно від типу масла, а показником, який використовується для вимірювання зміни в'язкості як функції температури, є індекс в'язкості [1], [2], [13].

Змащування та запобігання зносу. Після запуску двигуна олива подається масляним насосом у бік рухомих частин й повинна запобігати появі контактів метал-метал, утворюючи плівку мастила на тертьових поверхнях. За певних умов неможливо підтримувати суцільну плівку між рухомими частинами, а переривчасті контакти метал-метал виникають через утворення крапель і бульбашок під час запуску двигуна, у нових двигунах або після ремонту. Змащування в цих умовах визначається як граничне і можливе завдяки пакету присадок.

Зменшення тертя. У разі безперервного змащування масляна плівка запобігає контакту металу з металом. В'язкість оливи повинна бути достатньо високою, щоб підтримувати наявність плівки. Якщо в'язкість вища за необхідну, двигун повинен додатково долати тертя рідини. Важливо відзначити, що в'язкість оливи змінюється, зі забрудненням. Механічні домішки, продукти окислення та м'які відкладення підвищують в'язкість оливи та при розчиненні паливом.

Захист від іржі та корозії. За ідеальних умов паливо згорає та утворює вуглекислий газ та воду. Частина отриманої води видаляється через вихлопні гази, але частина конденсується на стінках циліндра. Вода також проходить через поршневі кільця й конденсує в картері, особливо за холодної погоди. Вода розчиняються в оліві з утворенням кислотних залишків, що утворюються в результаті природного окислення масла, Інгібітори корозії входять до складу пакету присадок оливи, які захищають кольорові метали, утворюючи бар'єр між ними і кислотами.

Очищення деталей двигуна. З різних причин двигун внутрішнього згорання не повністю спалює паливо. Частина продуктів часткового згорання, що утворюються в результаті горіння, за певних умов утворюють золу та вуглець. Більшість сполук часткового згорання викидається у вигляді золи через вихлопну систему, але частина відкладається на поверхнях двигуна. М'які відкладення можуть закупорювати масляні канали, знижуючи потік оливи.

Мінімізація відкладень. Певна частина оливи досягає верхньої частини поршневого кільця, щоб змастити сегменти та стінки циліндра. Важливо, що олива запобігає утворенню відкладень, які діють як тепловий бар'єр, і, як наслідок, поршні, сегменти, свічки запалювання та клапани більше не охолоджуються належним чином. Мастило має залишати кільця вільними, щоб зменшити кількість масла, яке потрапляє в камеру згоряння. Частина оливи, яка потрапляє в камеру згоряння, повинна згоріти без додаткових відкладень [1], [13], [15].

Охолодження двигуна. Система охолодження забезпечує відвід приблизно 70% теплового навантаження на двигуна. Вона охолоджує верхню блок двигуна, включаючи головку циліндрів, стінки циліндрів і клапани. Колінчастий вал, корінні і упорний підшипники, система газорозподілу, поршні та інші компоненти в нижній частині двигуна охолоджуються виключно оливою. Тому дуже важливо постійно підтримувати належний рівень мастила.

Забезпечення тиску. Поверхні поршневих кілець і стінок циліндрів не є рівними й цієї причини кільця не в змозі відділити камеру згоряння, від картера. Це призводить до зниження потужності та ефективності двигуна. Олива заповнює вказані місця і значно покращує ущільнення, оскільки товщина масляної плівки становить приблизно 0,025 мм, й зрештою вона не може компенсувати надмірний знос кілець або стінок циліндра.

3.2. Методика оцінки стану циліндро-поршневої групи допомогою компресометра

Методика оцінки ступеня зносу ДВЗ за допомогою герметичного аналізатора, оцінки технічного стану залежно від потоку газів, що прориваються у картер, є недостатньо точними через протікання через ущільнювальну прокладку вимірювального приладу. Мінімізація витоків можлива лише шляхом початкового охолодження двигуна для створення

тиску, ідентичного атмосферному. На точність вимірювання також впливає інтенсивність вібрації. Однак цей метод досить простий й може конкретно вказує на несправний циліндр (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Вимірювання рівня компресії за допомогою компрессометра

Тому вимірювання компресії - найпопулярніший на сьогодні метод діагностики. Цей метод дозволяє виявити наявність або відсутність стиску в циліндрі, але неможливо визначити причину витoku, а похибка вимірювання за допомогою цього методу складає приблизно 30% [14].

Серед можливих несправностей (рис. 3.2) пов'язаних із втратою компресії в двигунах внутрішнього згорання є погіршення контакту між кільцем і циліндром, найбільш часті випадки:

- кільце переміщається в овальному циліндрі;
- з різними діаметри кільця і циліндра в процесі зношування;
- кільця і циліндри в процесі зношування отримали неправильну форму;
- руйнування, або відкладення на кільцях;
- спіральна деформація кільця;
- неякісне осаджування під час встановлення

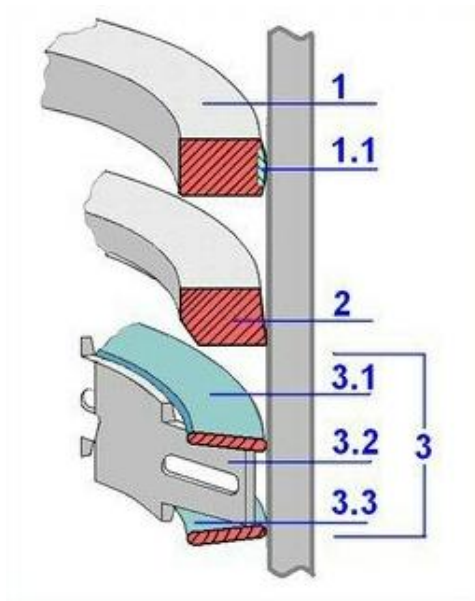


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд, призначення та основні несправності поршневих кілець

За справнього кривошипно-шатунного механізму (КШМ) максимальна величина вакууму в циліндрі, яку може створити даний механізм, є повним або фактичним вакуумом. Завдяки створенню масляної плівки величина сумарного вакууму при задовільному стані КШМ і клапанів не може бути меншою за певну величину (P_{1min}). Отже, залежно від величини повного вакууму (P_1) можна зробити висновок щодо стану КШМ [15].

Величина втрати тиску робочого в циліндрі при максимальному значенні тиску називається залишковим або паразитним вакуумом (P_2). Для задовільного стану КШМ і клапанів величина розрідження, що залишилася, характеризує стан кілець (ступінь зносу, коксування, розрив). Великий вплив

на величину співвідношення P_1/P_2 мають герметичність клапанів і наявність тріщин в поршні або головці циліндрів. Відхилення від номінального значення цього коефіцієнта означає наявність тріщин на деталях або вихід з ладу клапанів.

Вимірювання значень P_1 і P_2 відбувається наступним чином. Значення P_1 вимірюють коли поршень рухається вгору в циклі стиску, робочий агент через редукційний клапан практично повністю видаляється. Потім після ВМТ поршень починає рухатися вниз, редукційний клапан закривається і утворюється розрідження. Максимальне значення, яке може створити КШМ із двигуна у відповідному циліндрі, встановлюється за допомогою вакуумного клапана.

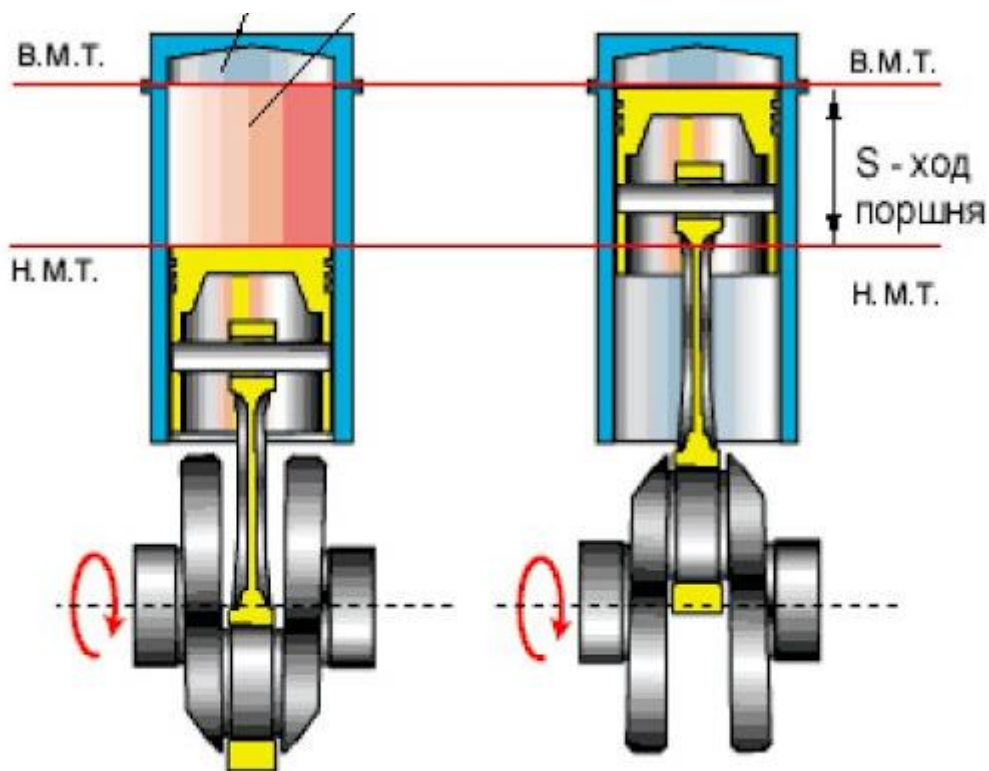


Рисунок 3.3 – Схема визначення вакууму в циліндрі двигуна

На основі виявлених величин розраховують похибку вимірювань для бензинових двигунів з іскровим запалюванням. Діапазон зміни параметра $0,84-0,17 = 0,67$ (кгс/см²), відповідно $0,67/0,84 = 80\%$. Абсолютна похибка знаходиться в межах $0,04$ (кгс / см²), а відносна $0,04 / 0,67 = 6\%$. У

порівнянні з похибкою першого методу в 30% даний метод, очевидно, ефективніший, оскільки дозволяє не тільки певною мірою вказати, який елемент викликає втрату герметичності, але й передбачити залишковий ресурс двигуна.

Якщо при переміщенні поршня вгору під час стиснення об'єму над поршнем, то в камері згоряння створюються максимальний тиск і частина робочої речовини витече у піддон картера між кільцями і циліндром. На початку стиску тиску буде вище, ніж наприкінці. При русі поршня під розрідження вакуум у циліндрі не буде таким, як на початку такту стиску. Таким чином можна визначити стан кілець, які відповідають за витік робочого тіла [15].

3.3. Визначення витрати паливо-мастильних матеріалів залежно від стану циліндро-поршневої групи двигуна

На підставі даних офіційних сервісних центрів було проведено опрацювання пробігів автомобілів, основних несправностей двигунів внутрішнього згоряння та їх діагностичних параметрів. Дослідження проводили для трьох марок автомобілів, які часто використовують компанії в якості службового транспорту. Дані автомобілі характеризуються простотою конструкції, та значною витривалістю двигунів. На основі отриманих даних змодельовано прогнозовані значення для споживання оливи та витрати палива трьох автомобілів різних марок.

У першому випадку результати дослідження проведено для автомобіля Dacia Logan з двигуном K7M з робочим об'ємом 1598 см³, максимальною потужністю 90 к.с. Пробіг для дослідження техніко-експлуатаційних показників знаходиться в інтервалі 150000...500000 км. Результати наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Витрати мастила та палива залежно від стану циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля Dacia Logan.

Марка	Dacia Logan							
	150000	200000	250000	300000	350000	400000	450000	500000
Пробіг, км								
Витрата моторної оливи на 10000 км пробігу, гр	150	250	350	500	700	950	1200	1500
Середній тепловий зазор поршневих кілець, мм	0,45	0,52	0,65	0,9	1,20	1,43	1,8	1,97
Компресія в циліндрах, бар	13	12,8	12,5	12,1	11,5	10,7	9,9	9,1
Середня витрата палива, л/100 км	6,8	7,1	7,3	7,5	7,9	8,1	8,3	8,7

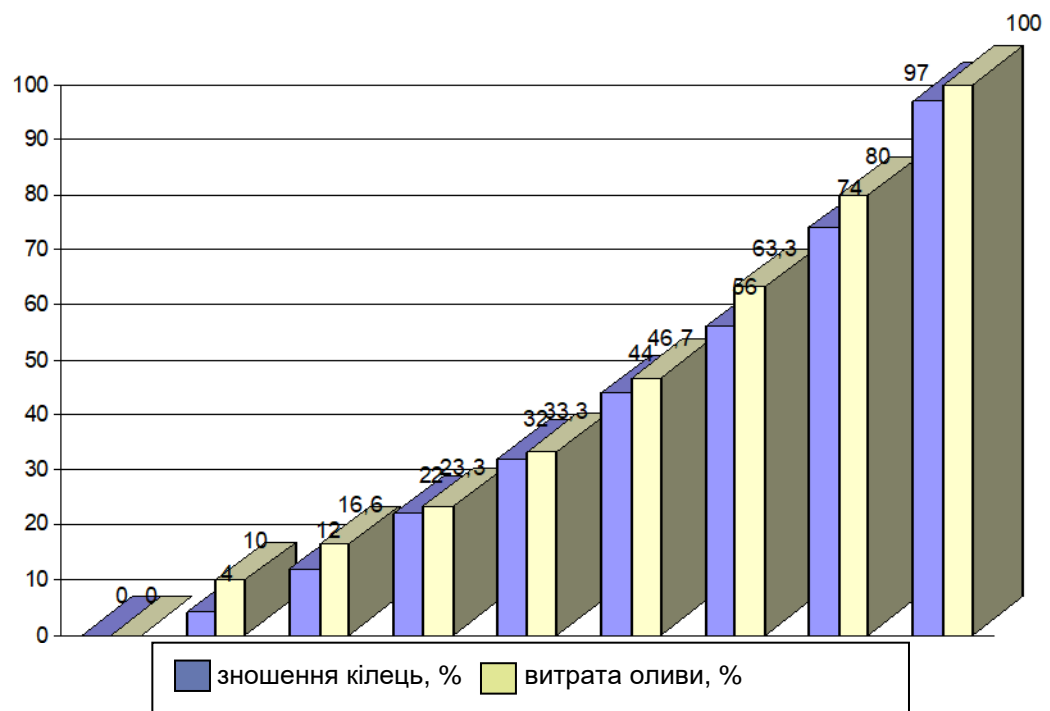


Рисунок 3.4 – Співвідношення між витратою оливи та зносом поршневих кілець у %

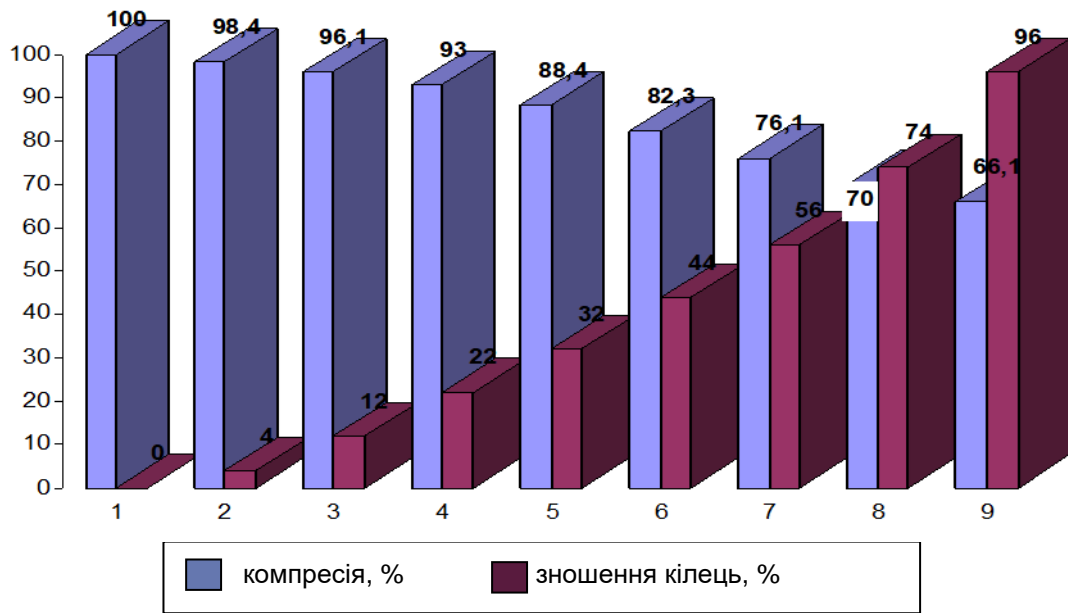


Рисунок 3.5 – Співвідношення між зниженням компресії та зносом поршневих кілець у %

На гістограмі 3.5 представлено залежність між зміною зношення поршневих кілець та зниженням компресії в циліндрах двигуна автомобіля Dacia Logan за даними з таблиці 3.1.

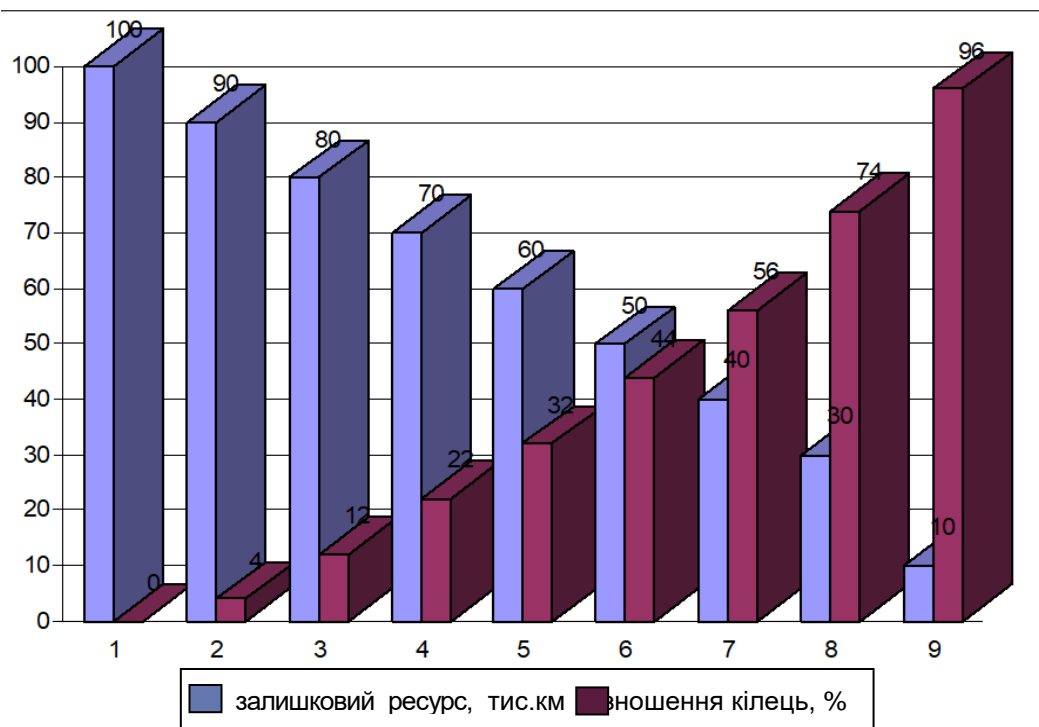


Рисунок 3.6 – Співвідношення між залишковим ресурсом двигуна та зношенням поршневих кілець у %

На рисунку 3.6 відображена закономірність зміни між залишковим ресурсом двигуна (пробігом автомобіля) відносно зношення поршневих кілець у %.

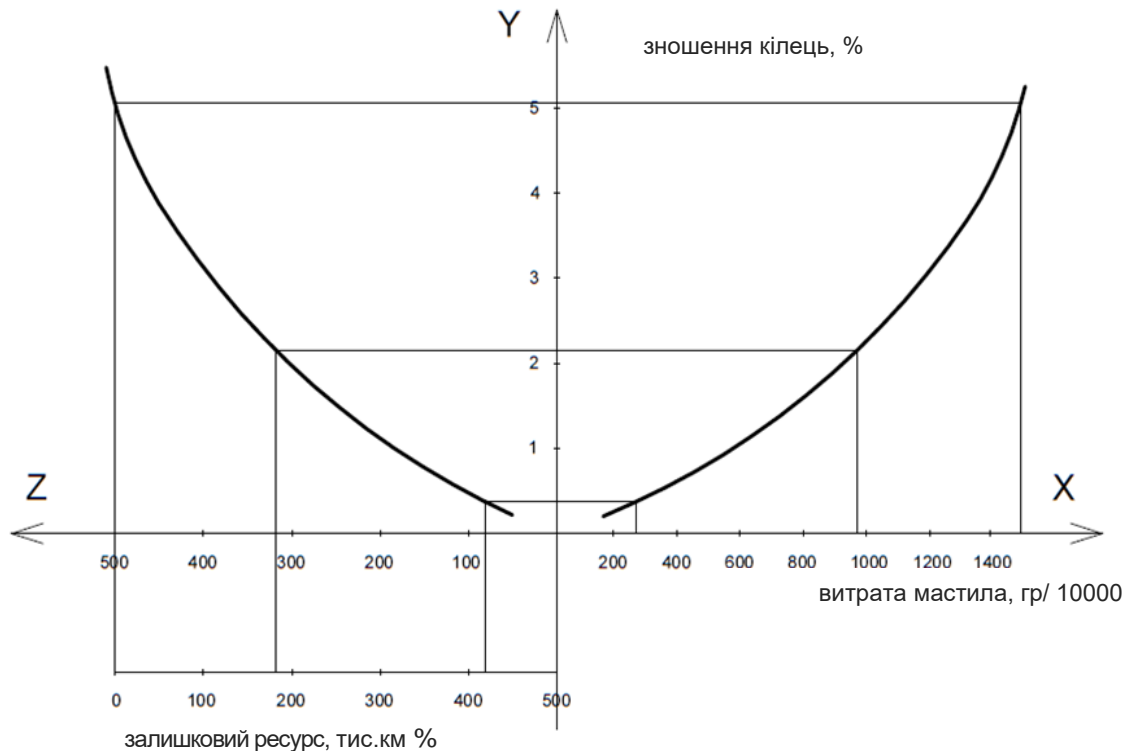


Рисунок 3.7 – Номограма зміни витрати оливи, зносу поршневих кілець та залишкового ресурсу двигуна автомобіля Dacia Logan

На осі x відображено витрату оливи гр/10000км в діапазоні пробігу від 50 до 50000км аж до максимальної витрати 1500гр/10000км автомобіля Dacia Logan. На осі y відображено знос поршневих кілець в залежності від втрати компресії в циліндрах, z - пробіг автомобіля та залишковий ресурс

Як бачимо з даних номограми можна зробити наступні висновки, пробіг автомобіля 80000 км має витрату масла 200 гр і знос кілець 0,5мм, залишковий ресурс 420000км. У критичній точці 1500гр витрати масла знос становить 5 мм, а ресурс, що залишився, досягає нуля.

В іншому випадку результати дослідження проведено для автомобіля Skoda Fabia з двигуном CGGB/СМАА (EA111) з робочим об'ємом 1390 см³, максимальною потужністю 85 к.с. Пробіг для дослідження техніко-

експлуатаційних показників знаходиться в інтервалі 150000...500000 км. Результати наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрати мастила та палива залежно від стану циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля Skoda Fabia

Марка	Skoda Fabia							
Пробіг, км	150000	200000	250000	300000	350000	400000	450000	150000
Витрата моторної оливи на 10000 км пробігу, гр	200	300	500	700	950	1250	1550	200
Середній тепловий зазор поршневих кілець, мм	0,45	0,52	0,65	0,9	1,20	1,43	1,8	1,97
Компресія в циліндрах, бар	12,9	12,6	12,1	11,5	10,7	9,7	9,0	12,9
Середня витрата палива, л/100 км	6,9	7,2	7,3	7,3	7,4	7,5	7,7	7,8

Проаналізувавши дані, наведені в таблиці 3.2, можна зробити висновок, що до капітального ремонту автомобіль проїхав відстань 350 000 км. Ми бачимо, що витрата масла зросла з 200 гр/10000 км до 1550 гр /10000 км, при цьому збільшився знос кілець і зменшилася компресія в циліндрах.

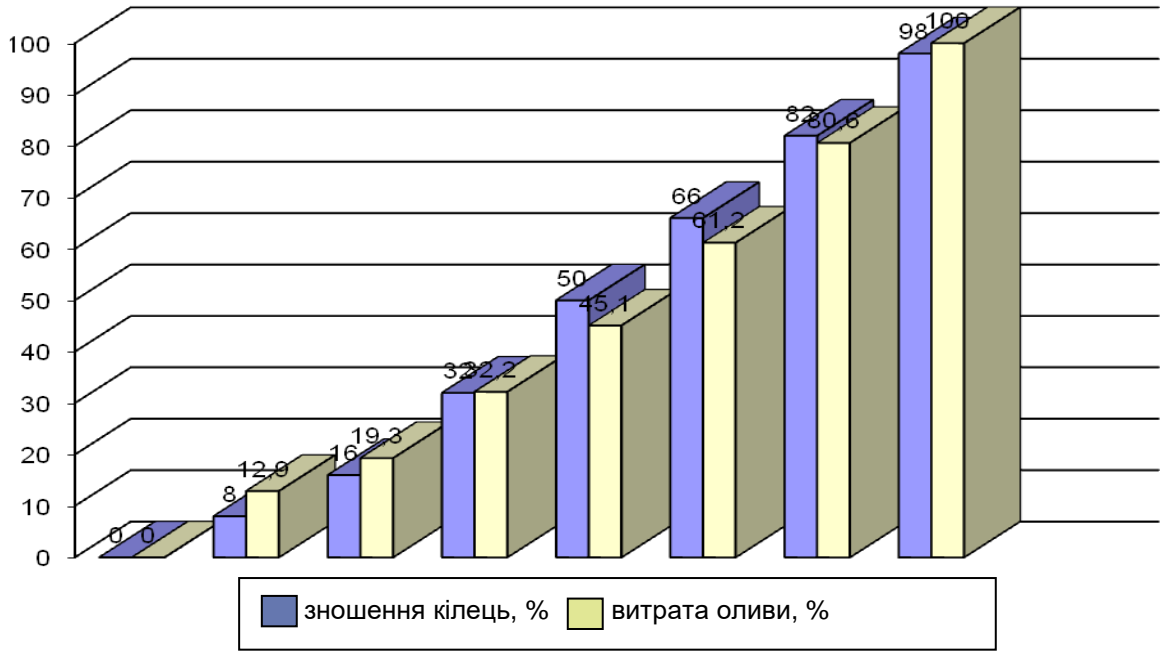


Рисунок 3.8 – Співвідношення між витратою оливи та зносом поршневих кілець у %

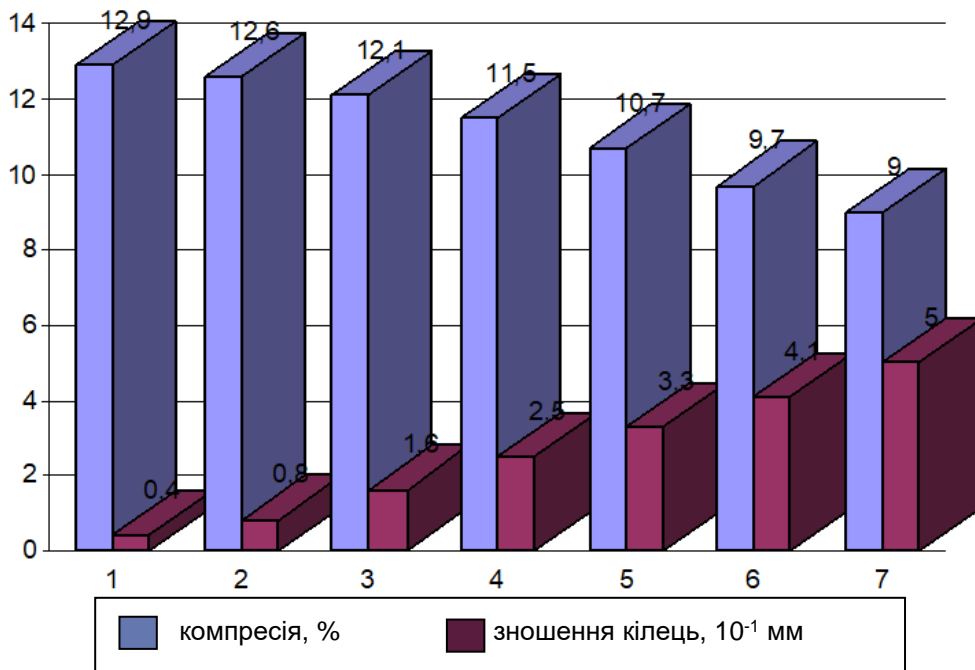


Рисунок 3.9 – Співвідношення між зниженням компресії та зносом поршневих кілець у мм

На гістограмі 3.9 представлено залежність між зміною зношення поршневих кілець та зниженням компресії в циліндрах двигуна автомобіля Skoda Fabia за даними з таблиці 3.2.

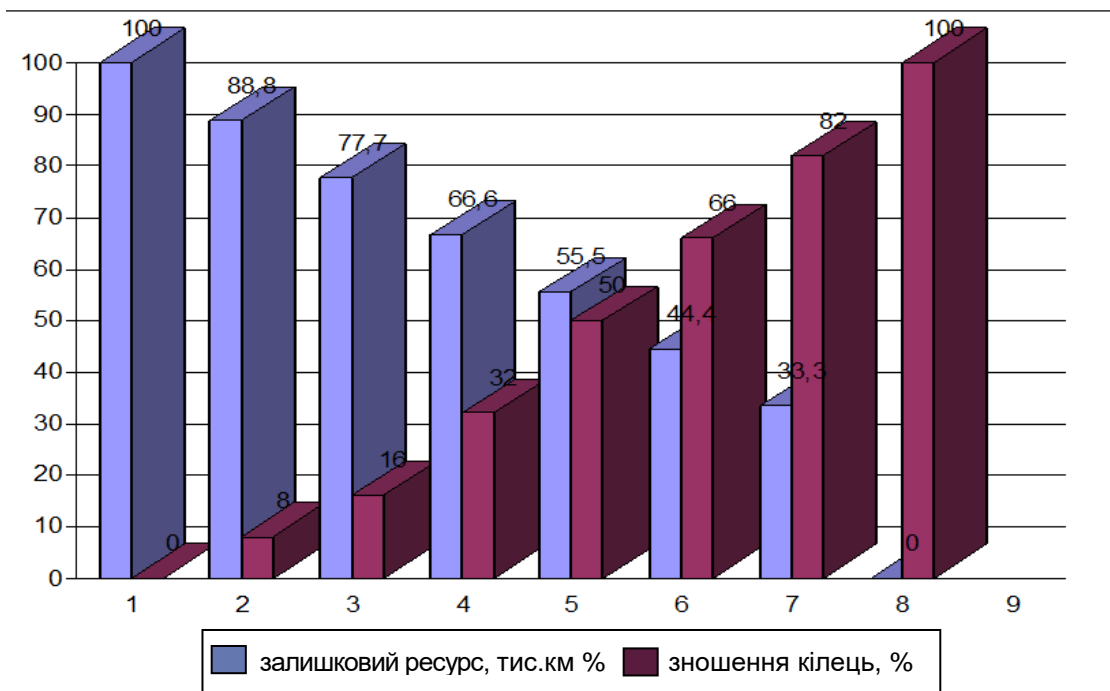


Рисунок 3.10 – Співвідношення між залишковим ресурсом та зношенням поршневих кілець у %

На рисунку 3.10 відображена закономірність зміни між залишковим ресурсом двигуна (пробігом автомобіля) відносно зношення поршневих кілець у %.

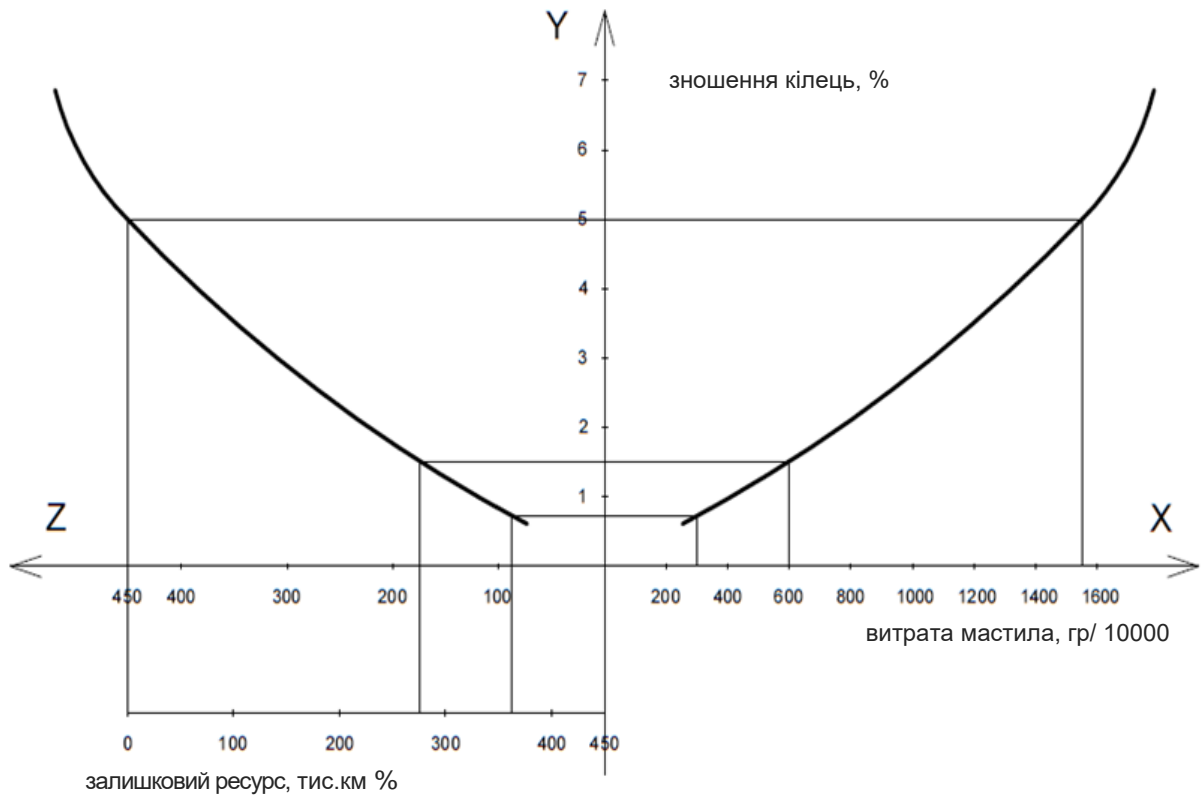


Рисунок 3.11 – Номограма зміни витрати оливи, зношення поршневих кілець та залишкового ресурсу двигуна автомобіля Skoda Fabia

На осі x відображено витрату оливи гр/10000 км в діапазоні від 50 до 50000км до максимальної витрати 1550 гр/10000км автомобіля Skoda Fabia. На осі y відображено зношення поршневих кілець в залежності від витрати оливи та компресії в циліндрах, z – пробіг автомобіля та ресурс, що залишився.

Згідно з даних номограми, можна зробити наступні висновки: автомобіль пройшовши відстань 80000 км витрата оливи становить 250 гр, а зношення поршневих кілець 0,7 мм, залишковий ресурс 420000 км. У критичній точці витрата оливи зростає до 1550 гр, зношення поршневих кілець становить 5 мм, а залишковий ресурс двигуна досягає нуля.

Висновки за розділом

1. Встановлено прогнозований пробіг автомобіля Dacia Logan. Відображено витрату оливи гр/10000км в діапазоні пробігу від 50 до 50000 км аж до максимальної витрати 1500гр/10000км На осі у відображено знос поршневих кілець в залежності від втрати компресії в циліндрах, z - пробіг автомобіля та залишковий ресурс

З даних номограми можна зробити наступні висновки: пробіг автомобіля 80000 км має витрату масла 200 гр і знос кілець 0,5мм, залишковий ресурс 420000км. У критичній точці 1500гр витрати масла знос становить 5 мм, а ресурс, що залишився, досягає нуля.

2. Змодельовано витрату оливи гр/10000 км в діапазоні від 50...50000 км до максимальної витрати 1550 гр/10000км автомобіля Skoda Fabia. Встановлено ступінь зношення поршневих кілець в залежності від витрати оливи та компресії в циліндрах, а також пробіг автомобіля та ресурс, що залишився.

Згідно з даних номограми, можна зробити наступні висновки: автомобіль пройшовши відстань 80000 км витрата оливи становить 250 гр, а зношення поршневих кілець 0,7 мм, залишковий ресурс 420000 км. У критичній точці витрата оливи зростає до 1550 гр, зношення поршневих кілець становить 5 мм, а залишковий ресурс двигуна досягає нуля.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Моделювання небезпечних ситуацій під час технічного обслуговування двигунів внутрішнього згорання

Під проведення ремонтних робіт забороняється торкатись виводів ЕБК руками - системи керування двигуном, оскільки мікропроцесорні, електронні компоненти ЕБК можуть бути пошкоджені та перебувати під електростатичним розрядом [3], [11], [21].

- Приступаючи до ремонту автомобіля (особливо, якщо операції пов'язані з демонтажем елементів системи керування двигуна), зніміть клему з негативного виводу акумуляторної батареї. При від'єднанні акумуляторної батареї від мережі автомобіля з пам'яті ЕБК будуть видалені коди несправностей.

- У багатьох випадках для перевірки елементів системи керування двигуна необхідна наявність у електричного ланцюга системи, напруга живлення. При цьому від'єднувати колодки проводів від датчиків і виконавчих елементів системи керування двигуна допускається тільки після виключення запалення.

- Від'єднувати колодку джгута проводів від ЕБК можна тільки після зняття клеми з негативного виводу акумуляторної батареї.

- При необхідності відключити акумуляторну батарею до електричної мережі автомобіля під час ремонту попередньо переконайтеся в тому, що від'єднані проводи (виводи колодок, кінці проводів) не замикають на «масу» і що запалення вимкнене. Під'єднайте спочатку клему до позитивного виводу акумуляторної батареї, а потім до негативного. Вмикайте запалювання тільки на час виконання вимірювань.

- В системі керування двигуном використовуються електронні компоненти, напруга живлення яких 5 В. Подавання на них напруги від

електричної мережі автомобіля (напруга в якій більше 12 В) призведе до виходу з ладу системи керування двигуном.

- Для перевірки системи керування двигуном використовуйте мультиметр, внутрішній опір приладу в режимі вольтметра має бути не менше 10 МОм. При необхідності для перевірки ланцюгів живлення, які перебувають під напругою 12 В, можна скористатися контрольною лампою, але потужність лампи повинна бути менше 4 Вт (підійде контрольна лампа шитка приладів А 12-1, 2-1 потужність 1,2 Вт лампа підсвічування прикурювача АМН 12-3-1-3 Вт).

- Перед запуском двигуна переконайтеся, що клеми надійно закріплені на виводах акумуляторної батареї. Щоб уникнути виходу з ладу електронних компонентів ЕБК не можна при працюючому двигуні від'єднувати клеми проводів від виводів акумуляторної батареї [3], [11], [21].

4.2 Розрахунок системи вентиляції та освітлення ремонтної дільниці з обслуговування двигунів внутрішнього згорання

У усіх виробничих приміщеннях ремонтного підприємства застосовується природна, а в ряді відділів і штучна вентиляція.

Вентиляція в приміщеннях ремонтного підприємства призначена покращення умов праці, зменшення пильності і задимленості повітря, підвищення збереженості обладнання, створення сприятливого мікроклімату.

Природна вентиляція дільниці

По нормам промислового будівництва всі приміщення повинні мати наскрізне природне провітрювання. Площа критичного перерізу фрамуг, або кватирок при цьому береться 2...4 % від площі підлоги:

$$F_{\phi} = F_n \cdot 0,04 = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ м}^2.$$

Штучна вентиляція дільниці

Розрахунок штучної вентиляції ведеться в слідкуючій послідовності:

- вибираємо вид вентиляції в залежності від характеру виробничого процесу. При цьому керуючись наступними положеннями:

- загально-обмінну механічну вентиляцію проектують в приміщенні без виділення пилю, газів і пару. З цих міркувань на дільниці ремонту радіаторів і паливних баків приймаємо загально-обмінну механічну вентиляцію.

Величину повітрообміну розраховуємо за формулою:

$$L_n = V_o \cdot k, \quad (4.1)$$

де: V_o - об'єм дільниці, $V_o = 220,5 \text{ м}^3$;

k - кратність об'єму повітря, $k = 2$ [3], [11], [21].:

$$L_n = 220,5 \cdot 2 = 441 \text{ м}^3/\text{г}.$$

Розрахунок потреби дільниці в воді. Вода на дільниці ТО і ремонту трансмісії використовується тільки на побутові потреби.

Розрахунок води на побутові потреби визначаємо виходячи з встановленої норми витрати води на одного працюючого на одну зміну – 25 літрів. Тоді річна витрата на одну зміну складе:

$$Q_o = n \cdot 251 \cdot 1 \cdot d, \quad (4.2)$$

де: d – норма витрати води за зміну;

n – кількість працівників, $n=1$;

$$Q_o = 251 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1 = 6275 \text{ л} = 6,275 \text{ м}^3.$$

Розрахунок природного освітлення дільниці.

При розрахунку природного освітлення дільниці підбираються відповідні віконні прорізи. Розрахунок площі вікон, яка забезпечує нормальну освітленість визначається за умови комбінованого освітлення через світлові ліхтарі на даху і через вікна по формулі [4]:

$$S = \frac{F_{dl} \cdot e_{cp} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_g \cdot k} = \frac{50 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,7} = 16 \text{ м}^2;$$

де: F_{dl} - площа дільниці, $F_{dl} = 50 \text{ м}^2$;

e_{cp} - нормована середня освітленість, $e_{cp} = 5$;

η_o - світлова характеристика вікна $\eta_o = 9$;

τ_o - загальний коефіцієнт світло пропускання $\tau_o = 0,35$;

τ_g - коефіцієнт враховуючий вплив відбитого світла $\tau_g = 2,4$;

K - коефіцієнт враховуючий затінення вікон, $K = 1,7$.

У такий спосіб із приведеного розрахунку бачимо, що площа вікон складе $S = 16 \text{ м}^2$.

Розрахунок штучного освітлення ділянки.

Кількість ламп необхідних для штучного освітлення ділянки визначаємо по формулі:

$$n = \frac{E_{cp} \cdot F_{dl} \cdot K}{F_o \cdot \eta}; \quad (4.3)$$

де: E_{cp} - середня освітленість на ділянці $E_{cp} = 190$ люм;

F_{dl} - площа ділянки, $F_{dl} = 50 \text{ м}^2$;

K - коефіцієнт запасу освітленості $K = 2,35$;

F_o - світловий потік обраної лампи $F_o = 3800$ люмен, при потужності лампи 80 Вт. Вибираємо лампи люмінесцентні загального призначення типу ЛДЦ.

η - коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,59$.

Тоді:

$$n = \frac{190 \cdot 50 \cdot 2,35}{3800 \cdot 0,59} = 9,96 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 10$ ламп.

Щоб уникнути стробоскопічного ефекту, яке може мати місце при використанні люмінесцентних ламп, поєднуємо в один світильник по дві лампи. Загальне число світильників на ділянці $N_{cv} = 5$ світильників.

Висновки за розділом

1. У розділі проаналізовано виробничі фактори та чинники, що створюють потенційну загрозу життю і здоров'ю працівника діагностичної ділянки СТОА. Наведено норми, яких слід дотримуватись під час виконання робіт та після їх завершення.

Розділ 5

ЕКОЛОГІЯ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Заходи, спрямовані на захист та охорону навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища – одна із найбільш актуальних проблем в усьому світі. Галузі сучасного виробництва, наносять не аби якої шкоди навколишньому середовищу, порушуючи його дисбаланс у природі. З цим пов'язаний і контроль раціонального використання природних ресурсів. З часів виникнення людської цивілізації в природному середовищі земної кулі, яка забезпечувала всі екологічні, економічні і соціальні потреби суспільства. Разом із зміною людства і розвитком матеріального виробництва неминуче змінювалось і природне середовище. Однак упродовж багатьох тисячоліть антропогенні впливи на середовище були настільки незначними і локальними, що в планетарному масштабі їхня дія була не шкідливою і практично непомітною. Ситуація докорінно змінилася лише в ХХ ст., коли демографічний вибух і друга індустріальна революція призвели до неминучих змін в природному середовищі. Вивчення законів життя природи та умов рівноважного існування природного середовища земної кулі тривалий час розглядали як другорядне і мало актуальне завдання. Машинобудівна промисловість значно забруднює навколишнє середовище, тому слід розробляти природоохоронні заходи: – впровадженнь безвідходного виробництва; – впровадженнь на виробництві нових технологій очистки води і повітря та інше [4], [10], [24].

Забруднення довкілля, що виникли в результаті виготовлення рами ескаватора та заходи по їх зменшенню У виробництві розробляється технологічний процес та вибирається раціональне зварювальне устаткування і пристосування для виготовлення рами ескаватора . В процесі реалізації технологічного процесу виникають такі забруднення: електромагнітне, твердими відходами, води, викиди шкідливих газів в атмосферу. Джерелом

електромагнітного забруднення є зварювальний трансформатор і електроустаткування, яке використовується в технологічному процесі. Тому слід застосовувати спеціальні заходи що до захисту навколишнього середовища [4], [10], [24].

Небезпека електромагнітних полів полягає в тому, що їх дія на організм є прихованою і не може бути виявленою без спеціальних засобів. Слід зазначити, електромагнітні поля штучного походження значно перевищують рівень природного фону. Підвищуючи рівень електромагнітних полів спричиняє порушенню біологічної рівноваги в районі дії, а отже веде до погіршення екологічної обстановки в цілому. Зварювальний трансформатор є джерелом змінних електричного і магнітного полів. Працівники, які довгий час перебувають у контакті з електромагнітним випромінюванням, скаржаться на слабкість, втому, дратівливість, слабкість погіршення пам'яті, порушення сну. Серцево-судинна система реагує дистонією, лабільністю пульсу і артеріального тиску, болем у серці, схильністю до гіпертонії. Відзначаються також фазові зміни складу периферійної крові, лабільність показників з наступним розвитком вираженої лейкопенії, нейропенії, еритроцитопенії. Звісно, такі критичні стани виникають у тих, хто тривалий час працює у зоні дії електромагнітних полів достатньо великої інтенсивності, але сама інформація змушує замислитися.

Електроустановка, як джерело електромагнітного випромінювання на перший погляд, спричиняє непомітний вплив на людський організм проте протягом тривалого перебування в зоні його дії може бути досить небезпечним. В першу чергу страждає нервова, імунна, ендокринна і статеві системи. Такого висновку дійшли працівники Інституту екології людини, проаналізувавши результати численних досліджень, виконаних у різних країнах світу. Нервова система, особливо певні структури головного мозку, дуже чутлива до ЕМП малої інтенсивності. Ці поля здатні відхиляти нервові імпульси, впливати безпосередньо на нервові клітини, змінювати проникність гематоенцефалічного бар'єру, особливо це стосується нервової

системи ембріона. На підприємстві джерелом забруднення стічних вод є виробничі, поверхневі та побутові стоки. Виробничі стічні води утворюються внаслідок використання води в технологічному процесі В зварювальних цехах використовують воду для охолодження зварювального обладнання, і обробки приміщень. А в механічних цехах при обробці металів вода використовується для охолодження інструмента, на промивку деталей і обробку приміщень, при цьому стічні води забруднюються мінеральними маслами, милами, металічним та абразивним пилом і емульгатором. Стічні води забруднюються в основному маслом і окалиною. У інших цехах: контролю якості, фарбувальних і т.д. стічні води містять механічні домішки, маслопродукти, кислоти. При фарбуванні використовуються матеріали, до складу яких входять легкі розчинники, що можуть містити шкідливі речовини: бензол, толуол, ацетон тощо. Шкідливі речовини виділяються, і у фарбувальних цехах як в період нанесення покриття на виріб, так і при висиханні. Із виробничих приміщень пари розчинників, і фарбувальні тумани викидаються через високі труби без попередньої очистки. Після лакування сушка деталей проводиться в сушильних шафах. Це створює надлишок тепла, яке необхідно відводити, або проводити сушку на повітрі. Проте в обох випадках виділяються шкідливі випари розчинників лаку, які потребують нейтралізації. Для вловлювання із стічних вод нерозчинних забруднень використовують відстійники періодичної і неперервної дії. В останні часом використовують так звані тепло парові відстійники. Особливість їх в тому, що відстояна зона розділяється секціями і трубчатими елементами на неглибокі шари, де забезпечується ламінарний рух освітленої води. В процесі виробництва продукції утворюються тверді відходи у вигляді амортизаційного лома (модернізація обладнання, оснастки, інструмента), шлаків і золи, стружки і опилок металів, шламів, осадків і пилу (відходи систем очистки повітря) та інше. Основним видом відходів розробленого технологічного процесу є металеві відходи – металобрухт та металева стружка. Основним шляхом утилізації металевих відходів є їх переплавлення.

Виплавлення вторинних металів із металобрухту є найважливішою сферою споживання твердих відходів у машинобудуванні. При цьому кількість забруднюючих викидів в атмосферу на гідросферу скорочується на 75..80%.

Пил, який утворюється в процесі абразивної обробки на 30-40% складається з матеріалу абразивного круга, на 60-70% - з матеріалу оброблюваного виробу. При шліфуванні виробу виділяється більше 50 г/год пилу з одного верстата. При проведенні зварювальних робіт в атмосферу попадають токсичні гази і пил. Ручне електродугове покритими електродами і зварювання в захисних газах плавким електродом виділяють дрібнодисперсний пил. Зварювальний пил на 99% складається з частинок розміром від 3 10– до 1мкм, більше 1% пилу, мають розмір частинок 1-5 мкм, а частинок більше 5мкм, всього десята частина відсотка. Хімічний склад забруднень які виділяються при зварюванні, залежить від складу зварювальних матеріалів (дроту, покриття, флюсу) і в меншій степені від хімічного складу зварювальних металів. Щоб очистити повітря від пилу, який утворюється в наслідок технологічного процесу пропоную застосувати метод електричного очищення газу в електрофільтрах. Такий метод базується на явищі іонізації газових молекул в електричному полі високої напруги. Частинки отримують заряд від іонів газу і осідають на електродах електричного фільтра, а очищений газ виводиться із апарату.

Для очищення технологічних і вентиляційних викидів від шкідливих газів застосовують адсорбери. В адсорберах очищений струмінь пронизує шар адсорбенту, що складається із зернистої речовини з розвинутою поверхнею, наприклад оксиду алюмінію, активованого вугілля, силікагелю, піролюзиту. При цьому шкідливі гази і пари зв'язуються адсорбентом і пізніше можуть бути виділенні з нього. Отож, з усього вищезгаданого видно, що при виконанні кожної технологічної операції утворюються залишки, або випари хімічних речовин та інші відходи, які потребують нейтралізації, щоб зменшити вплив на довкілля і, відповідно, на здоров'я людей.

РОЗДІЛ 6
ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
6.1 Техніко-економічне обґрунтування ділянки з сервісного
обслуговування автомобілів

Результати розрахунку виробничої програми приведені в таблиці 6.1 [18], [26].

Таблиця 6.1 - Вихідні дані для розрахунку економічного розділу

№ з.п	Показники	Одиниці виміру	Числові значення
1	2	3	4
4	Марка рухомого складу	-	Dacia Logan, Skoda Fabia
2	Середньоспикова кількість	одн.	728
3	Дні роботи підрозділу	дні	255
4	Категорія умов експлуатації	-	III
5	Середньодобовий пробіг	км	30
6	Коефіцієнт випуску	-	0,95
7	Загальний річний пробіг усіх автомобілів	тис. км.	4500
8	Кількість технічних дій ТО в повному об'ємі	-	-
9	Процент трудомісткості що приходить на підрозділ від окремих видів технічних дій: -ТО в повному обсязі - ПР	% %	- 100
10	Трудомісткість робіт за підрозділом	люд. год.	11990
11	Фонд робочого часу	год/рік	2070
12	Чисельність виробничих робітників	чол.	7
13	Середній розряд робітників	од.	4
14	Режим роботи підрозділу	змін	1
15	Площа ділянки	м ²	295,2

6.2 Економічне обґрунтування основних та виробничих фондів

Загальна вартість основних фондів складається з вартості будівель, споруд, обладнання. Вартість будівель та споруд визначається по показникам витрат на 1 м^3 об'єму приміщення виробничого підрозділу.

Розрахунок об'єму будівлі [18], [26]:

$$V_B = F \cdot h, \text{ м}^3 \quad (6.1)$$

де $F = 324$ - площа будівлі, м^2 ;

$h = 4.0$ - висота будівлі, м.

$$V_B = F \cdot h = 295.2 \cdot 4,0 = 1180.8 \text{ м}^3.$$

Вартість будівель та споруд пункту ТО і ПР.

Вартість будівель зони ПР :

$$B_{\bar{b}c} = B_{\bar{b}c} \cdot V_{\bar{b}}, \text{ грн.}; \quad (6.3)$$

де $B_{\bar{b}c}$ - вартість 1 м^3 виробничої будівлі (приймається для приміщень виробничих діляниць, постів та відділень: ПР = 19,2 грн);

$V_{\bar{b}} = 1180.8$ – об'єм будівель зони ТО, м^3 .

$$B_{\bar{b}c} = B_{\bar{b}c} \cdot V_{\bar{b}.пр.} = 19.2 \cdot 1180.8 = 22671 \text{ грн.}$$

Загальна вартість:

$$B_{\bar{b}c} = \Sigma B_{\bar{b}c} = 22671 = 22671 \text{ грн}$$

Вартість виробничого обладнання визначається по його переліку з врахуванням витрат на доставку і монтаж:

$$B_{\bar{o}b} = 1,2 \cdot B_{\bar{b}c} = 1,2 \cdot 22671 = 27205 \text{ грн.}$$

6.2.4 Загальна вартість основних виробничих фондів.

$$\Phi_{осн.} = (B_{\bar{o}b} + B_{\bar{b}c}) \cdot K_{ини} \cdot K_{инд} \text{ грн.};$$

де $K_{ини} = 1,2$ - коефіцієнт, який враховує інші основні фонди;

$K_{инд} = 2,38$ - коефіцієнт, що враховує рівень індексу зростання цін в будівництві.

Таким чином:

$$\Phi_{осн.} = (B_{об} + B_{бс}) \cdot K_{ини} \cdot K_{инд} = (22617 + 27205) \cdot 1.2 \cdot 2.38 = 142446 \text{ грн.}$$

Амортизація основних фондів на повне відновлення:

$$A_в = \Phi_{осн} \cdot H_в, \text{ грн.}; \quad (6.5)$$

де $H_в$ – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення (приймаємо 0,13);

$$A_в = \Phi_{осн} \cdot H_в = 142446 \cdot 0,13 = 18518 \text{ грн.}$$

Чисельність основних виробничих робітників $N_{осн} = 7$ чол.

Розділяємо штатну кількість робітників за розрядами і визначаємо середній розряд.

Таблиця 6.2 - Розподіл виробничих робітників за розрядами

Розряд	2	3	4	5	6
Кількість робітників	1	1	3	1	1

$$R_{сер} = \frac{R_2 \cdot N_2 + R_3 \cdot N_3 + R_4 \cdot N_4 + R_5 \cdot N_5 + \dots + R_n \cdot N_n}{N_n} \quad (6.6)$$

де $R_2, R_3, R_4, R_5, \dots, R_n$ – розряди; $N_2, N_3, N_4, N_5, \dots, N_n$ – кількість робітників.

$$R_{сер} = \frac{2 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{7} = 4.0$$

Чисельність допоміжних робітників

$$N_{доп} = N_{осн} \cdot K_{доп}, \quad (6.7)$$

де $K_{доп} = 0,27$ - коефіцієнт, який враховує допоміжні роботи.

$$N_{доп} = N_{осн} \cdot K_{доп} = 7 \cdot 0,27 = 1,83 \text{ чол.}$$

Приймаємо кількість допоміжних робітників рівною $N_{доп} = 2$ чол.

Чисельність керівних працівників та спеціалістів:

$$N_{спец} = K_{спец} \cdot (N_{осн} + N_{доп}), \quad (6.8)$$

де $K_{спец} = 0,15$ - коефіцієнт, який враховує чисельність керівних працівників і спеціалістів.

$$N_{спец} = K_{спец} \cdot (N_{осн} + N_{доп}) = 0,15 \cdot (7 + 2) = 1,35 \text{ чол.}$$

Приймаємо кількість керівних працівників та спеціалістів рівною $N_{спец}$
 $= 2$ чол.

6.3 Визначення змінних затрат на обслуговування автомобілів

Витрати на ремонтні матеріали для всіх підрозділів, крім діагностики визначаються з врахування норм витрат на 1000 км пробігу та загального пробігу автомобілів. Визначаємо витрати на матеріали:

Для ПР :

$$V_{МПР} = \frac{L_{заг}}{1000} \cdot H_{МПР} \cdot K_e \cdot K_{МВБ} \cdot K_{інд}, \text{ грн.};$$

$$V_{МПР} = \frac{4500000}{1000} \cdot 6,96 \cdot 1,25 \cdot 25 \cdot 2,38 = 2329425 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на матеріали:

$$V_{МЗАГ} = V_{МПР}, \text{ грн.}; \quad (6.9)$$

$$V_{МЗАГ} = 2329425 \text{ грн.}$$

Витрати на запасні частини:

$$V_{з.ч.} = \frac{L_{заг}}{1000} \cdot H_{з.ч.} \cdot K_e \cdot K_{МВБ} \cdot K_{інд}, \text{ грн.}; \quad (6.10)$$

де $H_{з.ч.}$ - норма витрати на запасні частини, дол./1000 км

$$V_{з.ч.} = \frac{4500000}{1000} \cdot 6,28 \cdot 1,15 \cdot 25 \cdot 2,38 = 2101837, \text{ грн.}$$

Матеріальні витрати:

$$VM = V_{М.ЗАГ} + V_{з.ч.}, \text{ грн.}; \quad (6.11)$$

$$VM = 2329425 + 2101837 = 4431262 \text{ грн.}$$

Економія матеріальних витрат:

$$E_{МВ} = \frac{VM \cdot П_{емв}}{100}, \text{ грн.}; \quad (6.12)$$

де $П_{емв}$ - процент економії матеріальних витрат (приймаємо 8%);

$$E_{MB} = \frac{4431262 \cdot 8}{100} = 354501 \text{ грн.}$$

Ремонтний фонд:

$$P_{\Phi} = \Phi_{осн} \cdot K_{рм}, \text{ грн.}; \quad (6.13)$$

де $K_{рм}$ – коефіцієнт, який враховує ремонтний фонд (приймаємо 0,08);

$$P_{\Phi} = 142446 \cdot 0,08 = 11396 \text{ грн.}$$

Загальна величина матеріальних витрат:

$$MB_{заг} = BM + P_{\Phi} + (-E_{мв}), \text{ грн.} \quad (6.14)$$

$$MB_{заг} = 4431262 + 11396 - 354501 = 4088157 \text{ грн.}$$

Інші витрати:

$$B_{інш} = (BBO + B_{с.з.}) \cdot K_{інш}, \text{ грн.};$$

$K_{інш}$ – коефіцієнт, який враховує інші витрати (приймаємо 1,2);

$$B_{інш} = (305955 + 156037) \cdot 1,2 = 554390 \text{ грн.}$$

6.4 Розрахунок загальної собівартості робіт

Під калькуляцією собівартості робіт розуміють визначення витрат на одиницю продукції. Калькуляція собівартості складається на основі попередніх розрахунків окремих витрат. Результати зводяться в таблицю 6.3.

Витрати на 1000 км пробігу для зони ПР визначаємо за формулою:

$$S_{пр.ПР} = \frac{B_{заг}}{L_{заг}} \cdot 1000, \text{ грн/1000 км.}; \quad (6.15)$$

$$B_{заг} = BOП + B_{с.з.} + MB_{заг} + A_{г} + B_{інш}, \text{ грн.}; \quad (6.16)$$

$$B_{заг} = 305955 + 156037 + 4088157 + 18518 + 554390 = 5123057 \text{ грн.};$$

$$S_{пр.ПР} = \frac{5123057}{4500000} \cdot 1000 = 1138,46 \text{ грн/1000 км.}$$

Питома вага окремих витрат в загальній собівартості визначаються за формулою:

$$\Pi_{B1} = \frac{BOП}{B_{заг}} \cdot 100\% = \frac{305955}{5123057} \cdot 100\% = 5,97\%$$

$$\Pi_{B2} = \frac{B_{с.з.}}{B_{заг}} \cdot 100\% = \frac{156037}{5123057} \cdot 100\% = 3,05\%$$

$$\Pi_{B3} = \frac{MB_{заг}}{B_{заг}} \cdot 100\% = \frac{4088157}{5123057} \cdot 100\% = 79,8\%$$

$$\Pi_{B4} = \frac{A_6}{B_{заг}} \cdot 100\% = \frac{18518}{5123057} \cdot 100\% = 0,36\%$$

$$\Pi_{B5} = \frac{B_{інш}}{B_{заг}} \cdot 100\% = \frac{554390}{5123057} \cdot 100\% = 10,82\%$$

Собівартість окремих станцій для зони ПР, виробничих приміщень та відділень:

$$S_1 = \frac{BOП}{L_{заг}} \cdot 1000 = \frac{305955}{4500000} \cdot 1000 = 67,99 \text{ грн/1000 км.};$$

$$S_2 = \frac{B_{с.з.}}{L_{заг}} \cdot 1000 = \frac{156037}{4500000} \cdot 1000 = 34,67 \text{ грн/1000 км.};$$

$$S_3 = \frac{MB_{заг}}{L_{заг}} \cdot 1000 = \frac{4088157}{4500000} \cdot 1000 = 908,48 \text{ грн/1000 км.};$$

$$S_4 = \frac{A_6}{L_{заг}} \cdot 1000 = \frac{18518}{4500000} \cdot 1000 = 4,12 \text{ грн/1000 км.};$$

$$S_5 = \frac{B_{інш}}{L_{заг}} \cdot 1000 = \frac{554390}{4500000} \cdot 1000 = 123,20 \text{ грн/1000 км.}$$

Отримані в результаті розрахунків дані заносимо в таблицю 6.3

Визначення техніко-економічних показників дільниці

Планово-розрахункова ціна:

$$Ц_{пл.р.ПР} = S_{пр.ПР} \cdot K_p, \text{ грн.} \quad (6.17)$$

де K_p – коефіцієнт, який враховує планову рентабельність $K_p = 1,15 \dots 1,5$ (приймаємо 1,35);

$$Ц_{пл.р.ПР} = 1138,46 \cdot 1,15 = 1309 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.3 – Калькуляція собівартості робіт

N n/n	Витрати	Умовні позначення	Сумарні витрати, грн	Витрати на 1000 км пробігу	Питома вага, %
1.	Витрати на оплату праці	ВОП	305955	67,99	5,97
2.	Відрахування на соціальні заходи	В _{с.з}	1560,37	34,67	3,05
3.	Матеріальні витрати	МВ _{заг}	4088157	908,48	79,8
4.	Амортизація основних фондів	А _в	18518	4,12	0,36
5.	Інші витрати	В _{інш}	554390	123,20	10,82
	Всього	В_{заг}	5123057	1138,46	100%

Визначення загальної суми доходів для зони ПР та виробничих підрозділів:

$$D_{np} = \frac{L_{заг}}{1000} \cdot C_{нл.р.ПР}, \text{ грн.}; \quad (6.18)$$

Підставивши дані в формулу отримаємо:

$$D_{np} = \frac{4500000}{1000} \cdot 1309 = 5890500 \text{ грн.}$$

Прибуток балансований:

$$P_{\bar{o}} = D - B_{заг} = 5890500 - 5123057 = 767443 \text{ грн.};$$

Платежі в бюджет від прибутку:

$$P_{\text{бюд}} = P_{\bar{o}} \cdot 0,3 = 767443 \cdot 0,3 = 230233 \text{ грн.};$$

Річний економічний ефект становить [18], [26]:

$$E_{pич} = E_{заг} - E_n \cdot K, \text{ грн.};$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (приймаємо 0,15);

$$E_{pич} = 399130 - 0,15 \cdot 142446 = 377763 \text{ грн.};$$

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T_{ок} = \frac{K}{П_{\delta}}, \text{ років}; \quad (6.19)$$

$$T_{ок} = \frac{142446}{767443} = 0,2 \text{ року.}$$

Розрахунок фондівддачі:

$$\Phi_B = \frac{Д}{\Phi_{осн}} \quad (6.20)$$

$$\Phi_B = \frac{5890500}{142446} = 41,3 \text{ грн./1грн}$$

Фондоємність:

$$\Phi_c = \frac{\Phi_{осн}}{Д}; \quad (6.21)$$

$$\Phi_c = \frac{142446}{5890500} = 0,024 \text{ грн./1грн.}$$

Продуктивність праці в грошовому виразі:

$$ПП_{\epsilon} = \frac{Д}{N_{осн}}, \text{ грн.}; \quad (6.22)$$

$$ПП_{\epsilon} = \frac{5890500}{7} = 841500 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.4 - Основні техніко економічні показники

№ n/n	Показники роботи	Умовні позначення	Одиниці виміру	Числові значення
1.	Продуктивність праці в грошовому виразі	$ПП_{\epsilon}$	грн.	841500
2.	Середньо місячна заробітна праця	$ЗП_{рем}$	грн.	12829,32
3.	Собівартість продукції: -ПР	$S_{пр.ПР}$	$\frac{грн}{1000км}$	1138,46
4.	Планово розрахункова ціна: -ПР	$Ц_{пл.р.ПР}$	$\frac{грн}{1000км}$	1309
5.	Фондовіддача	Φ_B	грн./1грн.	41,3
6.	Фондоємність	Φ_c	грн./1грн.	0,024
7.	Річний економічний ефект	$E_{річ}$	грн.	384921
8.	Термін окупності капіталовкладень	$T_{ок}$	рік	0,18

Висновки за розділом

1. В даному розділі проведено економічне обґрунтування діяльності дільниці з обслуговування автомобілів, зокрема дільниці з обслуговування двигунів внутрішнього згорання. Доведено, що після розширення фронту робіт річний економічний ефект становитиме 384921 грн., а термін окупності - 0,18 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В Україні основними документами, за якими розраховують та формують транспортні тарифи відносно граничних норм споживання ПММ та експлуатаційних матеріалів на автомобільному транспорті є постанова «Про затвердження Змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті». Формування і розрахунок тарифів проводять за методиками розробленими Державним підприємством "Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут" (ДП "ДержавтотрансНДІпроект").

2. Під час експлуатації легкових автомобілів у реальних умовах можуть існувати значні розбіжності з офіційно заявленими виробниками рівнями споживання палива (NEDC та викидів CO₂). Ця розбіжність пояснюється, з одного боку, тим, що сьогоdnішній сертифікаційний тест у Європі не враховує різноманітність різних реальних умов експлуатації, тому не дає реалістичних результатів. Тому крім базового сценарію офіційної процедури випробувань NEDC прийнято та ратифіковано процедуру з специфічними параметрами WLTP.

3. Між міським та міжміським циклами лабораторних випробувань та реальними умовами експлуатації: існують значні відмінності, і як наслідок результати:

- прискорення та сповільнені плавні без різкої зміни;
- усі додаткові системи та споживачі вимкнені;
- обмежена максимальна швидкість;
- в обох випадках температура повітря становить 24°C.

4. У розділі проведено аналіз різноманітних процедур сертифікації автомобілів, визначено основні параметри, які підпадають під тестування. Визначено основні умови та експлуатаційні фактори, внаслідок яких відбувається збільшення споживання пального.

5. Встановлено прогнозований пробіг автомобіля Dacia Logan. Відображено витрату оливи гр/10000км в діапазоні пробігу від 50 до 50000 км аж до максимальної витрати 1500гр/10000км На осі у відображено знос поршневих кілець в залежності від втрати компресії в циліндрах, z - пробіг автомобіля та залишковий ресурс.

За обґрунтованими моделями можна зробити наступні висновки: пробіг автомобіля 80000 км має витрату масла 200 гр і знос кілець 0,5мм, залишковий ресурс 420000км. У критичній точці 1500гр витрати масла знос становить 5 мм, а ресурс, що залишився, досягає нуля.

6. Змодельована витрата оливи гр/10000 км в діапазоні від 50...50000 км до максимальної витрати 1550 гр/10000км автомобіля Skoda Fabia. Встановлено ступінь зношення поршневих кілець в залежності від витрати оливи та компресії в циліндрах, а також пробіг автомобіля та ресурс, що залишився. Автомобіль пройшовши відстань 80000 км витрата оливи становить 250 гр, а зношення поршневих кілець 0,7 мм, залишковий ресурс 420000 км. У критичній точці витрата оливи зростає до 1550 гр, зношення поршневих кілець становить 5 мм, а залишковий ресурс двигуна досягає нуля.

7. Проведено економічне обґрунтування діяльності ділянки з обслуговування автомобілів, зокрема ділянки з обслуговування двигунів внутрішнього згорання. Доведено, що після розширення фронту робіт річний економічний ефект становитиме 384921 грн., а термін окупності - 0,18 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Products and services mobility [Електронний ресурс] : Режим доступу: https://ua.bosch-automotive.com/uk/parts_and_accessories/motor_and_sytems/diesel/engine_management_2/engine_control_unit_1
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. - К.: Арістей, 2004. 476 с
3. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. Львів : Світ, 1995. 288 с
4. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В. М. Основи екології: теорія та практикум, Навчальний посібник. К.: Лібра, 2002.
5. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобілів «Skoda» за допомогою приладу VAG-5051. К.: НТУ, 2005. - 36 с.
6. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. К.: Держстандарт України, 1995. 123 с. 21.
7. ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. К.: Держстандарт України, 1998. 42 с. 22.
8. ДСТУ 3524-97. Надійність техніки. Проектна оцінка надійності складних систем з урахуванням технічного і програмного забезпечення та оперативного персоналу. Основні положення. К.: Держстандарт України, 1999. 21 с. 23.
9. ДСТУ 3942-2000. Надійність техніки. Плани випробувань для контролю середнього наробітку до відмови (на відмову). К.: Держстандарт України, 2000. 30 с.
10. Екологічні проблеми енергоспоживання та енергозбереження : навч. посіб. С.В. Совгіра, В.Г. Гончаренко, Г.Є. Гончаренко, Р.В. Подзерей. Умань: Сочінський, 2013.

11. Зеркалов Д.В. Основи безпеки людини. Навч. посібник. К.: Основа, 2015. 380 с.
12. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. К.: Вища школа, 2000. Ч. 1: кн. 1. 609 с., кн.2. 458 с.; Ч.2: кн.3. 321 с.; кн. 4. 552 с.
13. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. К.: Вища школа. 1994. – Кн.1: Теоретичні основи: Технологія: Підручник. 342 с; Кн.2: Організація, планування і управління: Підручник. 383 с.; Кн.3: Ремонт автотранспортних засобів. 495 с.
14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. К.: Знання-Прес, 2003. 512 с.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. К.: Знання-Прес, 2004. 478 с.
16. Луйк И.А. Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка. Киев: Вища школа, 1976. 141с.
17. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. Львів: Львівська політехніка, 2004. 168 с.
18. Методи розробки та типові норми часу на ремонт автомобілів. К.: Агропромиздат, 2001. 367 с.
19. Міляєв Ю. П. Нечипоренко О. М. Основи надійності технічних систем: навч. посіб. К.: Видавн.-полігр. центр Акад. муніцип. управління, 2008. 246 с..
20. Наказ МТУ (міністерство транспорту України) № 102 від 30.03.98 «Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту».
21. Основи охорони праці: Підручник. 3-тє видання, доповнене та перероблене. К.Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, О. І. Полукаров, Ю. О. Полукаров, Т.Є. Луц та ін. За ред.. К.Н. Ткачука. К.: Основа. 2014. 456 с.

22. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту України: Міністерство автомобільного транспорту України. К., 1994. 36 с.

23. Постанова КМУ № 137 від 30.01.2012 «Про затвердження Порядку проведення обов'язкового технічного контролю та обсягів перевірки технічного стану транспортних засобів, технічного опису та зразка протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу» (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 485 від 23.09.2014).

24. Приміський В. Стандарти і засоби вимірювання димності відпрацьованих газів дизельних двигунів [Електронний ресурс] В. Приміський. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*. 2014. № 3. С. 17–21.

25. Технічне обслуговування. Сервісна книжка. Renault.

26. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту : підручник В. М. Міщенко, О. П. Кравченко, І. К. Шаша та ін. [під заг. ред. В. П. Волкова]. Х. : ХНАДУ, 2010. 556 с.