

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Підвищення експлуатаційного ресурсу сенсора кисню у  
електронній системі керування бензиновим двигуном, завдяки  
його модернізації»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-43СП  
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Маркіян Крученко

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024



УДК 629.114.3

Крученюк М. Ю. Підвищення експлуатаційного ресурсу сенсора кисню у електронній системі керування бензиновим двигуном, завдяки його модернізації.. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 50 с.

Табл. 1; рис. 21; бібліогр. джерел 21.

Представлена методика на відновлення роботи лямбда-зонда, шляхом встановлення додаткового елемента у електричне коло вихідного сигналу.

Подано технологію відновлення сенсора кисню системи випуску бензинового двигуна, та представлено електричну схему модернізованого лямбда-зонда.

Представлено та описано заходи для забезпечення охорони праці, техніку безпеки та захист від пожежі приміщення де проводяться ТО автомобілів.

Доведено економічні втрати сучасного автомобіля, спричинені неякісною роботою лямбда-зонда, що становлять 10026,00 грн./рік.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ .....	9
1.1 Аналіз розвитку електронних систем у бортовій мережі автомобіля.....	9
1.2 Особливості конструктивних рішень сенсорів кисню .....	13
1.3 Аналіз особливостей роботи існуючих сенсорів кисню.....	15
1.4 Робочі характеристики сенсорів кисню .....	19
1.5 Висновки.....	20
2.РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Тепловий баланс двигуна з модернізованою впускною системою.....	18
2.2 Розрахунок теплового балансу бензинового ДВЗ зі справним і несправним сенсором кисню .....	22
2.3 Висновки.....	25
3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
3.1 Обґрунтування особливостей процесу відновлення роботи сенсора кисню.....	26
3.2 Опис технологічних операцій із відновлення роботи сенсора кисню ....	27
3.3 Електронні елементи для відновлення ресурсу сенсора кисню .....	30
3.4 Особливості технічних характеристик додаткових електронних елементів.....	30
3.5 Висновки .....	32
4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	33
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій .	33

4.2 Пожежний захист .....	35
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці..	38
4.4 Висновки.....	42
5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	43
5.1 Експлуатаційні витрати .....	43
5.2 Висновки .....	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	47
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	49

## ВСТУП

Використання новітніх технологій у сільськогосподарські підприємства, роль автотранспортних засобів постійно зростає. Це впливає на вимоги до рухомого складу, включаючи підвищення надійності, ремонтпридатності, зниження собівартості автотранспортних послуг та інші фактори. Через це, зростає складність електронного та електричного обладнання автомобілів.

Електронні системи, значно впливають на комплектацію автомобілів, особливо двигунами з підвищеним ступенем стиску та високою частотою обертання. Вони постійно удосконалюються, автоматизуючи роботу виконавчих механізмів та систем подачі іскри та палива у камери згоряння двигуна. Легкий запуск і м'яка робота, є основою високих економічних та екологічних показників.

Сучасні автомобільні транспортні засоби, постійно модернізуються новітніми електронними системами управління двигуном, трансмісією та системами стабілізації, що суттєво покращує їх технічні характеристики. Наприклад, зниження високої напруги у вторинній обмотці модуля запалювання при низьких обертах колінчастого валу, може вплинути на інтенсивність відкладення сажі та інших продуктів згоряння на електродах свічок запалювання, особливо при значному спаді напруги акумулятора під час роботи стартера.

У Європі та в Україні, значна увага приділяється зменшенню викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом, особливо в межах населених пунктів.

Виробництво неетиллових палив відповідно до стандартів Євро-3, Євро-4 та Євро-5 спонукає виробників постійно модернізувати системи живлення та запалювання двигунів внутрішнього згоряння, що впливає на зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Електронні системи, що встановлені на автомобілях (як легкових, так і

вантажних), не завжди ефективно контролюють роботу основних виконавчих механізмів, що значною мірою позначається на економічних та екологічних характеристиках бензинових двигунів, особливо під час запуску, на холостому ходу або під час прискорення.

Однак, у системах з електронним керуванням, іноді виникають проблеми, такі як, недостатньо щільне з'єднання провідників, підвищена витрата палива на вищезазначених режимах роботи двигуна, пропуски у роботі циліндрів та підвищений рівень вібрації. Ці негативні процеси миттєво відображаються на інформаційному дисплеї контрольних приладів автомобіля у вигляді індикатора "CHECK" або інших повідомлень системи самодіагностики. Причинами ненадійної роботи бортових електронних систем, можуть бути такі фактори: довготривале зберігання автомобіля на відкритій парковці, різкі зміни вологості та температури навколишнього середовища, неправильна експлуатація автомобіля, використання неякісного палива та багато інших.

Некоректні значення вихідних сигналів сенсора випускної системи, що надходять до ЕБУ (на певних режимах роботи двигуна), можуть призвести до перевитрат палива або до різкого зменшення потужності двигуна, що негативно впливає на комфорт керування автомобілем.

Появу кодів несправності електронної системи, можна частково вирішити за допомогою діагностичного обладнання: сканерів, мультиметрів, електронних тестерів тощо.

Якщо очищення кодів не дає бажаного результату і виявлено несправність сенсора зворотного зв'язку (лямбда-зонда), необхідно замінити або відновити його робочий ресурс, встановивши додаткові елементи в електричне коло вихідних сигналів.

Таким чином, ця робота є актуальною і заслуговує на увагу при вирішенні технічних проблем, пов'язаних з роботою сенсора кисню.

Для вирішення поставленої задачі, необхідно:

1. Провести аналіз літературних джерел, щодо електронних систем

керування сучасними двигунами.

2. Розрахувати тепловий баланс двигуна з електронним управлінням (з модернізованим і несправним лямбда-зондом).

3. Охарактеризувати конструктивні елементи модернізованого лямбда-зонда.

4. Описати технологічні операції, щодо модернізації сенсора кисню.

5. Довести заходи з охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки, де проводиться ТО автомобілів.

6. Провести розрахунок економічних витрат автомобіля, за некоректної роботи сенсора кисню.



## 1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

### 1.1 Аналіз розвитку електронних систем у бортовій мережі автомобіля

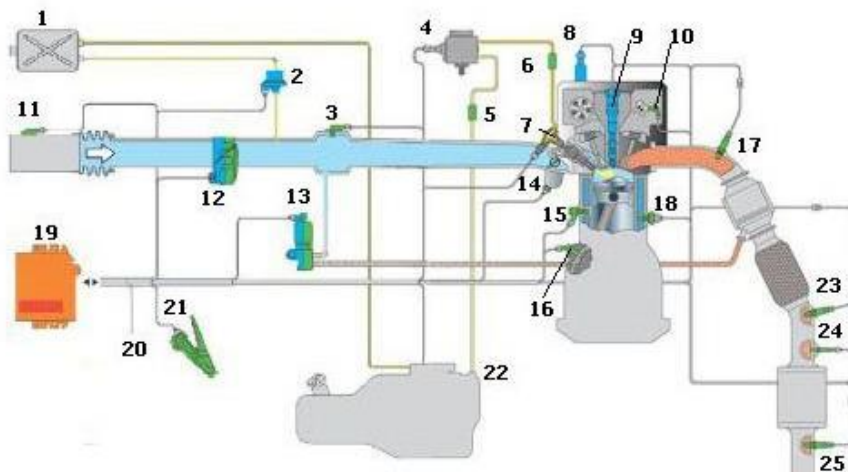
У сучасних автомобілях, значно збільшилася кількість електронних систем управління. Зокрема, мікропроцесорні системи керування запалюванням, гідравлічні гальма з електронним управлінням, системи автоматичного впорскування палива та бортова самодіагностика, стали важливими досягненнями в автомобілебудуванні. Сьогодні, всі ці електронні системи вже вважаються класичними, і встановлюються на кожен серійний автомобіль. Відповідаючи на попит ринку на комфортні, економічні та екологічні автомобілі, в їхню конструкцію додаються новітні бортові автоматичні системи, такі як: інформаційні системи для водія з мікропроцесорним управлінням; супутникові навігаційні системи; ультразвукові і радарні системи захисту від зіткнень і викрадень; системи підвищеної безпеки і комфорту; круїз-контроль; системи "електронної карти". Також, розроблено і впроваджено нові мовні функціональні перетворювачі, що працюють на основі нечітких підмножин лінгвістичних змінних, виражених словами чи реченнями англійською або комп'ютерними мовами.

Застосування логічних і арифметичних операцій у мікро ЕОМ, дозволяє підвищити якість і швидкість обробки сигналу. Водночас, ускладнення інтерфейсу призвело до необхідності впровадження CAN-протоколу у мультиплексну систему. Завдяки електронним системам автоматичного керування, стала можливою розробка та застосування гіроскопічної системи VDC, яка підвищує курсову стійкість автомобіля у складних умовах експлуатації. Система VDC запрограмована для роботи в нештатних умовах руху і впливає на крутний момент колінчастого валу двигуна (з використанням системи ASR) та на гальмівну систему ABS доти,

доки не зникне бічний занос автомобіля на поворотах чи інші небезпечні фактори. Водій у таких ситуаціях, лише спостерігає і контролює поведінку транспортного засобу.

Значну увагу, також приділяється дослідженням доктора технічних наук В. М. Архангельського, щодо можливості використання електронного керування електромагнітними клапанами у газорозподільному механізмі двигуна внутрішнього згоряння. Поряд із удосконаленням автомобільних бензинових двигунів, все активніше проводяться дослідження і розробки екологічно чистих силових установок для електромобілів. Прогнозується, що в найближчому майбутньому сучасний міський транспорт повністю замінять гібридні електромобілі, які будуть керуватися електронними системами і стануть значно економнішими, екологічнішими та комфортнішими в управлінні.

Новітні системи автомобільної бортової автоматики, встановлені на концептуальні автомобілі, отримали назву автотронні системи. Ці системи керують неелектричними процесами через неелектричну периферію на виході, використовуючи сигнали неелектричного походження, що формуються неелектричною вхідною периферією, рис.1.1.



1- адсорбер; 2- запірний клапан; 3 – давач тиску впускного повітря; 4 – паливний насос; 5 – датчик тиску палива в контурі; 6 – датчик палива у контурі високого тиску; 7 – електромагнітна форсунка; 8 – клапан

регулювання газорозподільчого механізму; 9 – котушка запалювання; 10 – датчик частоти обертання розподільчого валу; 11 – датчик температури впускного повітря; 12 – модуль управління дросельною заслінкою; 13 – клапан рециркуляції впускних газів; 14 – потенціометр заслінки; 15 – датчик детонації; 16 – датчик колінчастого валу; 17 – сенсор кількості кисню у впускних газах; 18 – датчик температури двигуна; 19 – електронний блок керування; 20 – порт для під'єднання діагностичного обладнання; 21 – датчик положення педалі акселератора; 22 – паливний насос; 23 – кисневий датчик; 24 – датчик температури впускних газів; 25 – датчик окисленого азоту.

Рисунок 1.1 – Електронна система керування сучасним двигуном.

Якість роботи електронної системи управління двигуном внутрішнього згоряння, суттєво залежить від вихідних електричних імпульсів, формованих електронними датчиками, що здійснюють постійний контроль над виконавчими механізмами, рис. 1.2.

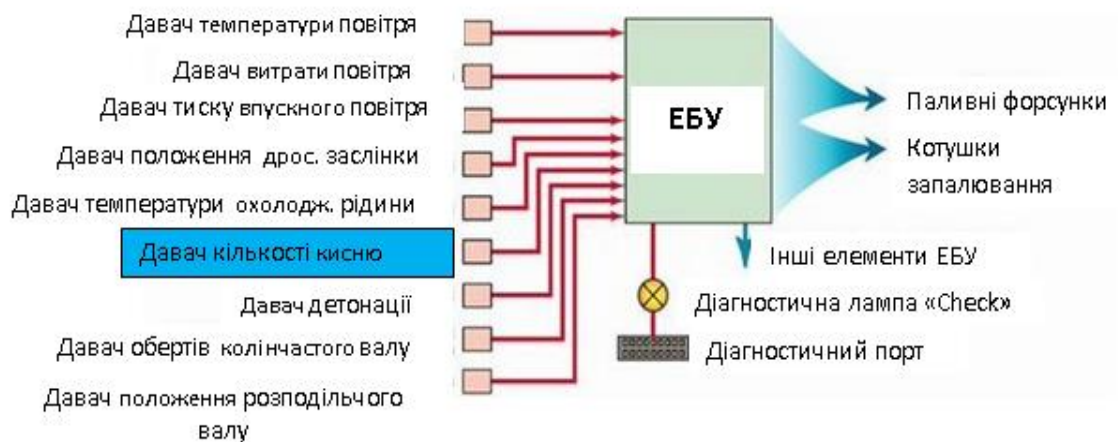


Рисунок 1.2 – Перелік датчиків, що формують електричні імпульси про стан роботи виконавчих механізмів

Електронна система управління, у більшості випадків, оснащена мікропроцесором і датчиками, і керує роботою двигуна відповідно до даних, записаних у програмній пам'яті. Системна робота датчиків сканується та

постійно узгоджується з інформацією ЕБК. Така злагоджена робота електроніки, дозволяє забезпечити найвищі економічні та екологічні вимоги, а також швидке технічне обслуговування.

Необхідно зазначити, що до електронної системи автомобіля, також належать газонейтралізатори, що працюють на основі хімічних реакцій з використанням активної платини. Нормальна робота каталізатора, залежить від стехіометричного складу робочої суміші, і зміни цих показників, вказують на несправність системи. Висока точність вимірювання токсичних речовин, можлива лише за наявності електронних систем управління. Спільна робота каталітичного нейтралізатора з електронним блоком управління, забезпечує нейтралізацію отруйних газів до 90%. Завдяки такій взаємодії, регулювання кута випередження запалювання, контролюється бортовою електронною системою, відповідно до кількості використаного палива та концентрації шкідливих речовин на випуску.

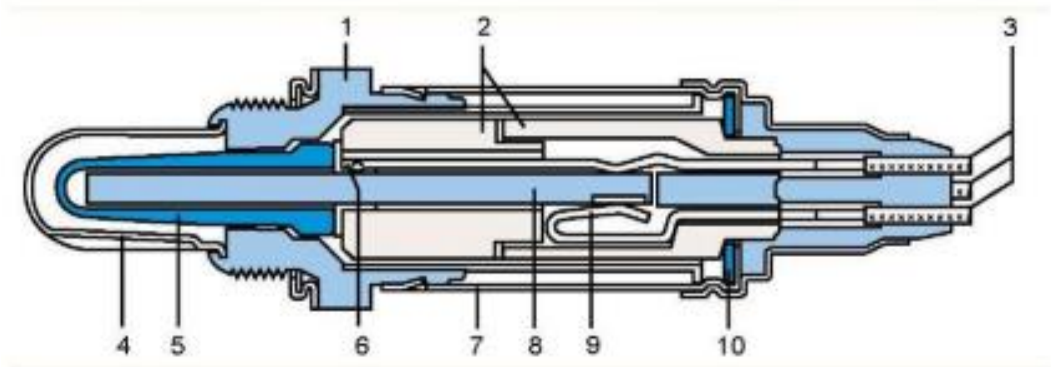
На рис. 1.3 показано розміщення датчиків кисню та каталізатора у системі випуску.



Рисунок 1.3 – Основні складові випускної системи ДВЗ.

## 1.2 Особливості конструктивних рішень сенсорів кисню

Кисневі сенсори, відрізняються між собою чутливістю виконавчого елемента, тобто принципом роботи гальванічної комірки Нернста. Керамічний зовнішній шар сенсора, пропускає іони кисню (при температурі вихлопних газів 350 °С і вище) у внутрішню частину порожнини датчика. Через різницю вмісту кисню, між атмосферним повітрям і середовищем відпрацьованих газів, у чутливій зоні виникає електричний змінний потенціал (напруга). Це значення, є показником кількості кисню між двома поверхнями. Таким чином, залишковий кисень у відпрацьованих газах, точно відображає пропорцію між паливом і повітрям, що надходить у камери згоряння. Для швидкого ввімкнення кисневого сенсора, коли двигун ще не прогрітий, у керамічний шар датчика, встановлено систему підігріву, яка живиться безпосередньо від бортової електромережі автомобіля, рис. 1.4.



1 – корпус; 2 – керамічна частина; 3 – електропровідники; 4 – захисна трубка із отворами; 5 – чутливий елемент; 6 – контакти; 7 – захисний корпус; 8 – система підігріву; 9 – контакти нагрівача; 10 – шайба.

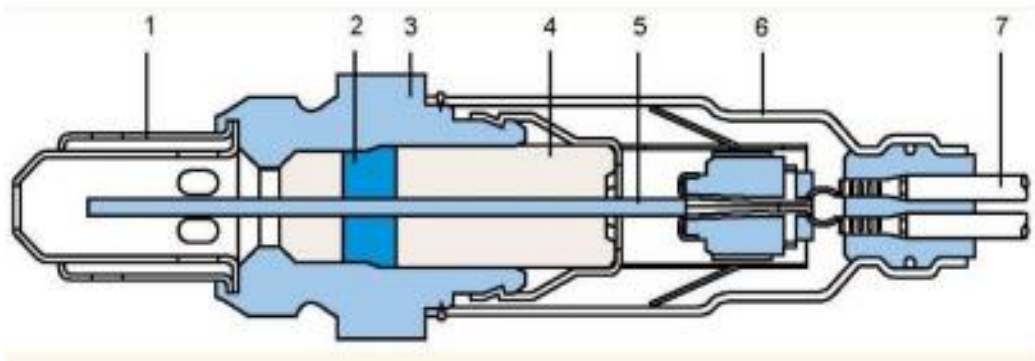
Рисунок 1.4 - Сенсор кисню в процесі підігріву [10].

Час нагрівання виконавчого (чутливого) елемента після запуску двигуна внутрішнього згоряння, значною мірою залежить від температури вихлопних газів. Кисневий сенсор постійно підтримує оптимальну якість

робочої суміші, контролюючи та мінімізуючи рівень шкідливих речовин у вихлопних газах.

Принцип роботи планарного  $\lambda$ -датчика кисню, надзвичайно є подібним до роботи пальчикового сенсора, хоча в конструкції є деякі відмінності: загущений електроліт, представлений у вигляді керамічних шарів, основна частина конструкції є герметичною і керамічною де встановлена двошарова трубка, що захищає чутливий елемент від суттєво високої температури і механічних пошкоджень, а вихідні електричні імпульси формують ступінчасту синусоїдну криву.

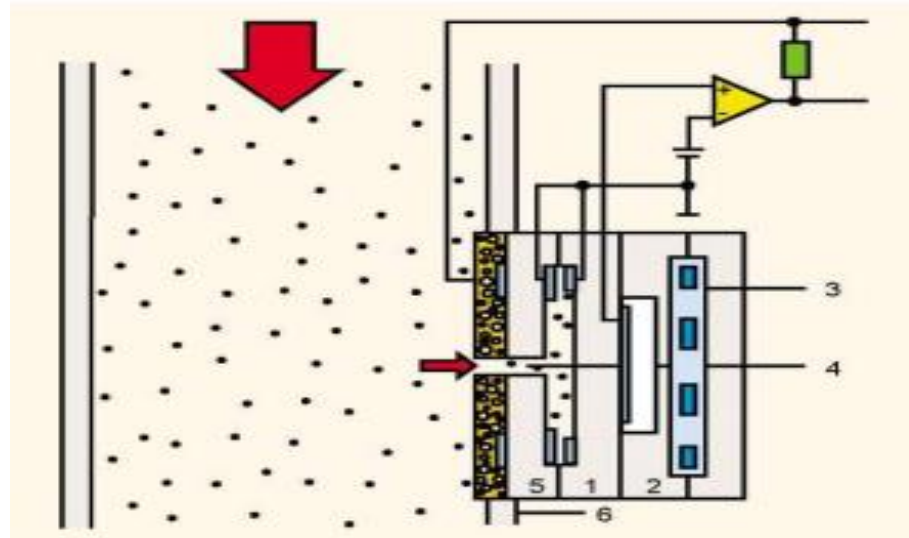
Схема планарного сенсора, відображена на рис. 1.5.



1 – захисна трубка; 2 – вставка з керамічного матеріалу; 3 – корпус; 4 – керамічний утримувач; 5 – планарний (чутливий) елемент; 6 – захист трубчастого типу; 7 – контакти.

Рисунок 1.5 - Сенсор кисню (планарного типу) [13]

Що стосується широкосмугового  $\lambda$ -сенсора кисню, то він також працює за принципом комірки Нернста, але конструктивно, суттєво відрізняється від попередніх моделей. У нього є дві камери: вимірювальна та "насосна". Через невеликий отвір у стінці насосної камери, вихлопні гази потрапляють у дифузійну щілину, яка є коміркою Нернста (камера вимірювання), рис. 1.6.



1 – комірка Нернста; 2 – референсна комірка; 3 – елементи підігрівача;  
4 – дифузійна камера; 5 – насосна камера; 6 – труба для виходу  
видпрацьованих газів

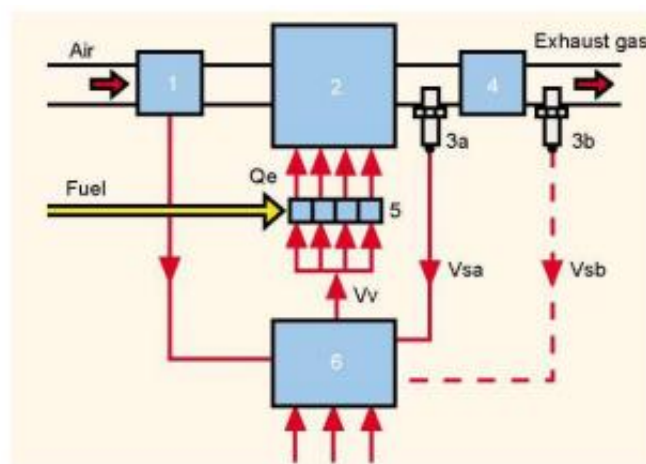
Рисунок 1.6 – Схематичне зображення роботи широкосмугового сенсора кисню [14].

### 1.3 Аналіз особливостей роботи існуючих сенсорів кисню

Є два стани, в яких стехіометричне співвідношення повітря і палива у дифузійній камері постійно підтримується. Електронна модуляція напруги живлення, контролює та підтримує склад газів у вимірювальній камері на рівні  $\lambda=1$ . При роботі двигуна на бідній суміші, що призводить до надлишку кисню у вихлопних газах, насосна камера видаляє кисень з дифузійної камери у навколишнє середовище. Коли збіднена суміш змінюється на збагачену і у вихлопних газах не вистачає кисню, насосна камера підкачує іони кисню з атмосфери в дифузійну камеру, що змінює напрямок струму. Оскільки насосний струм змінюється пропорційно концентрації кисню, це змінне значення становить основу величини  $\lambda$ -фактора випускних газів. Якщо врахувати, що в звичайних сенсорах, використовується напруга в комірці Нернста (для визначення одного з двох станів  $\lambda > 1$  або  $\lambda < 1$ ), то в



широкосмугових сенсорах, застосовується спеціальна схема керування струмом "накачування" насосної камери. За даним струмом визначається вміст кисню у випускних газах. У такій конструкції, робота сенсора не залежить від ступеневих вихідних сигналів комірки Нернста, а коефіцієнт надлишку повітря ( $\lambda$ ) може змінюватися в діапазоні від 0,7 до 4. Це дозволяє керувати двигуном за розширеними значеннями  $\lambda$  по всьому спектру, а не лише в точці близько до  $\lambda = 1$ . Нагрівальний пристрій забезпечує робочу температуру сенсора не нижче 600 °С. Вихідний сигнал датчика кисню сприймається електронним блоком, який система використовує для регулювання збагаченої або збідненої суміші, відповідно до напруги із датчика. Відповідно, подається команда від ЕБУ на збільшення або зменшення подачі палива форсунками, рис.1.7.



1 – датчик масової витрати повітря; 2 – ДВЗ; 3а – 1-ий кисневий сенсор; 3b – 2-й кисневий сенсор; 4 – каталізатор; 5 – електромагнітні форсунки; 6 – ЕБУ;  $V_v$  – напруга живлення паливних форсунок;  $V_s$  – вихідна напруга кисневого сенсора;  $Q_e$  – кількість палива, подана форсунками.

Рисунок 1.7 – Конструктивно-технологічна схема формування якості робочої суміші замкнутим контуром  $\lambda$  [10]:



Значний вплив на роботу датчика кисню, відіграє якісна робота датчика температури двигуна. Зазначений електронний елемент, також під'єднаний до ЕБУ двигуна [14], рис. 1.8.



Рисунок 1.8 - Датчик температури бензинового двигуна

Датчик температури охолоджувальної рідини, інформує ЕБУ, у якому режимі роботи, перебуває двигун внутрішнього згоряння, і сприяє процесу автономного підігріву датчика кисню, особливо під час запуску.

У табл. 1.1 наведені значення, як змінюється опір датчика від температурного режиму двигуна [12].

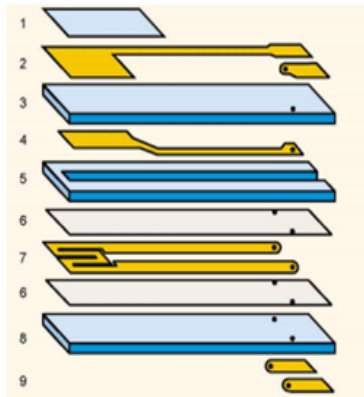
Таблиця 1.1 – Зміна опору датчика від температури двигуна

Температура двигуна, °С	Опір датчика, Ом
0	7300
20	2800
40	1200
80	300
100	150

Варто зазначити, що електронна система управління двигуном використовує власний температурний датчик, а система охолодження двигуна, керується своїм температурним елементом. Іноді, вихідні сигнали цих датчиків можуть не збігатися, що може негативно позначитися на роботі двигуна внутрішнього згоряння (до аварійної його зупинки).

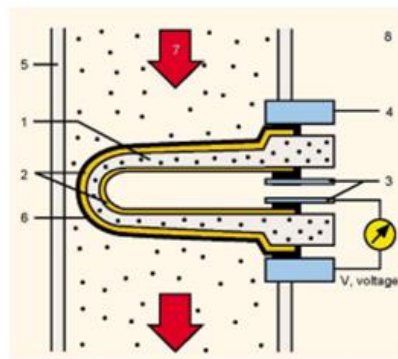
Більш точне температурне регулювання, досягається, завдяки застосуванню двох датчиків температури охолоджувальної рідини: один встановлюється на виході з двигуна, а інший – на радіаторі. Відповідно, датчик кисню, також інформує бортовий електронний блок керування про наявність невикористаного кисню у вихлопних газах (у випадку збільшеного температурного режиму двигуна). Дані знімаються у вигляді вихідної

напруги ( $V_S = 0,45 \text{ В}$ ), яка є середнім значенням і постійно підтримується на рівні показників збідненої та збагаченої паливо-повітряної суміші (чутливий елемент - цирконій), рис. 1.9.



- 1- Пористий захисний шар;
- 2- Зовнішній електрод;
- 3- Покриття давача;
- 4- Внутрішній електрод;
- 5- Ізоляційний шар;
- 6- Додаткова ізоляція;
- 7- Нагрівач;
- 8- Покриття нагрівача;
- 9- Електричні виводи

a)



б)

a) робочі шари;

б) конструктивні елементи:

1-керамічний шар; 2 – електроди; 3 – електричний розєм; 5 – випускна магістраль; 6 –керамічна оболонка; 7 – вихлопні газы

Рисунок 1.9 – Схематичне зображення сенсора кисню [15]:

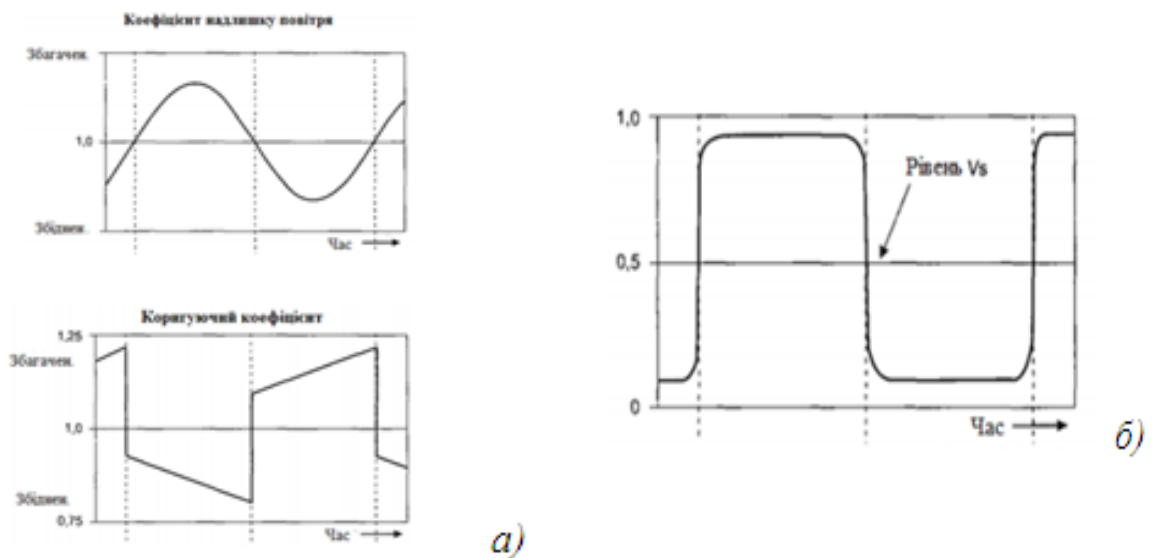
Захистом від ударів і надмірних теплових перепадів, є металева трубка з отворами зовні, а внутрішня порожнина, де знаходиться атмосферне повітря, виконує роль контролюючої зони.

Стабільна робота кисневого сенсора, починається при температурі вихлопних газів не нижче  $350^{\circ}\text{C}$ . Різниця вмісту кисню в зазначених чутливих зонах, сприяє утворенню електричної енергії (напруги між

активними поверхнями). Напруженість вихідного електричного імпульсу, значною мірою залежить від кількості кисневих іонів, що проходять через дві поверхні. Таким чином, кількість залишкового кисню у вихлопних газах впливає на співвідношення палива та повітря, що формує якісну робочу суміш.

#### 1.4 Робочі характеристики сенсорів кисню

Інженерами дослідниками доведено, що чим довше триває відхилення кількості кисневих іонів від базового значення, тим довше електронний блок не подає електричні сигнали на паливну форсунку, а двигун працювати на збідненій суміші. Така взаємодія систем продовжується до тих пір, поки лямбда-зонд не перемкнеться на інше робоче значення вихідної напруги. Тобто, робоча суміш повинна постійно коливатися між збідненою і збагаченою, що засвідчує справну роботу датчика кисню, рис. 1.10 [10].



а) осцилограми коефіцієнту надлишку повітря;

б) осцилограма сенсора кисню.

Рисунок 1.10 – Електричні сигнали стехіометричного складу робочої суміші:

Частота перемикання електричних імпульсів сенсора кисню (залежної від вмісту кисню у вихлопних газах), можна отримати за співвідношенням:

$$f = \frac{1}{4 \cdot t_{iL}} \quad (1.1)$$

де  $t_{iL}$  – час руху палива від електромагнітної форсунки через магістраль до сенсора кисню.

Доведено, що на ХХ двигуна внутрішнього згоряння частота перемикання сигналів сенсора кисню відбувається у діапазоні від 0,5 до 2,0 Гц. А сам контролер електронної системи управління двигуном, не тільки отримує електричні імпульси зі сторони лямда-зонда, але і диференціює, співставляючи сигнали датчика обертів колінчастого валу (у відповідності навантаження на ДВЗ), що є у пам'яті бортового комп'ютера.

Іноді трапляється, що вихідні пульсуючі сигнали датчика завищені, і ЕБУ не справляється із обробкою сигналів і переходить на аварійний режим роботи, який формує збільшену витрату палива та при цьому вмикається сигнальна лампа на панелі приладів «Check».

Для економії коштів на придбання нового сенсора кисню, нами пропоновано частково провести модернізацію електричної мережі, через яку протікає вихідний сигнал, встановивши додаткове електронне обладнання та довівши вихідні сигнали до норми, тобто до середнього значення 0,45 В.

## 1.5 Висновки

Аналіз автомобілів з електронними системами керування показав, що не зважаючи на їхню надійну і якісну роботу, все ж таки, виконавчі електронні елементи системи (особливо коли транспортний засіб експлуатується більше десяти років), зазнають збоїв і потребують заміни чи модернізації.

Левову частку на вплив у роботі електронної системи двигуна, займає

датчик кисню. Якщо порушується його технічний стан, ЕБУ може перейти у аварійний режим роботи. А це відповідно: збільшені норми витрати палива, порушення м'якості і стабільності роботи двигуна та підвищені викиди отруйних речовин у навколишнє середовище.

Причиною виходу із ладу зазначеного вище сенсора кисню можуть бути: використання невідповідного палива, погана робота системи запалювання, недостатня компресія поршневої групи і інші впливи.

Для підвищення експлуатаційного ресурсу сенсора кисню, нами прийнято рішення, частково модернізувати електромережу вихідного сигналу, шляхом встановлення додаткових електронних елементів, що дозволить стабілізувати електричні імпульси на виході.

## 2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок теплового балансу бензинового ДВЗ зі справним і несправним сенсором кисню

Для розрахунку теплового балансу, використали відому методику [16]. Обчислення будемо проводити, за умови, коли двигун внутрішнього згоряння з електронним управлінням, працює у прогрітому стані, а випускна система комплектована справним і несправним датчиком кисню.

Слід зазначити, що проведення теоретичного дослідження теплового балансу, буде являтися частковим визначником економічних показників якісної роботи двигуна. І тому, для визначення теплоти  $Q$ , що утворюється після згоряння робочого заряду, отримаємо за:

$$Q = Q_n \cdot G_n, \text{ кДж/год} \quad (2.5)$$

де  $Q_n$  - нижня питома теплота згоряння палива, кДж/кг;

$G_n$  - годинна витрата палива, кг/год.

Годинна витрата, визначиться, як добуток:

$$G_n = N_e \cdot g. \quad (2.6)$$

Теплота  $Q_e$ , яка еквівалентна ефективній роботі ДВЗ, визначиться за виразом:

$$Q_e = 3600 N_e, \quad (2.7)$$

а кількісне значення теплоти  $g_e$  (для корисної роботи):

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \% \quad (2.8)$$

Теплота  $Q_B$ , що витрачається у навколишнє середовище:

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{23} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot 3,6, \text{ кДж/год} \quad (2.9)$$

де  $C$  – коефіцієнт втрат ( $C = 0,43 \dots 0,55$ ) [9];

$i$  – кількість циліндрів;

$D$  – діаметр циліндра, мм;

$n$  – частота обертання колінчастого вала, об/хв;

$\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря.

Теплота  $g_B$ , що витрачається системою охолодження, розраховується за наступною формулою:

$$g_B = \frac{Q_B}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.10)$$

Загальна кількість теплоти  $Q_r$ , що потрапляє із відпрацьованими газами:

$$Q_r = C_p \cdot (T_r - T_{o.c.}) \cdot (G_{пов.} - G_{п}), \text{ кДж/год} \quad (2.11)$$

де  $C_p$  – середня теплоємність відпрацьованих газів,  $C_p = 1.40$  кДж/кг град;

$T_r$  і  $T_{o.c.}$  – температури газу і охолоджуючого середовища, К;

$G_{пов.}$  і  $G_{п}$  – загальна кількість повітря і палива, у камері згоряння, кг/год.

Впускний повітряний заряд  $G_{пов.}$ , що потрапив у камери згоряння:

$$G_{пов.} = 14,5 \alpha \cdot G_{п}, \text{ кг/год} \quad (2.12)$$

приймаємо  $G_{п} = 6,6$  кг/год.

Частка теплоти  $q_r$ , що втрачена з відпрацьованими газами:

$$q_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.13)$$

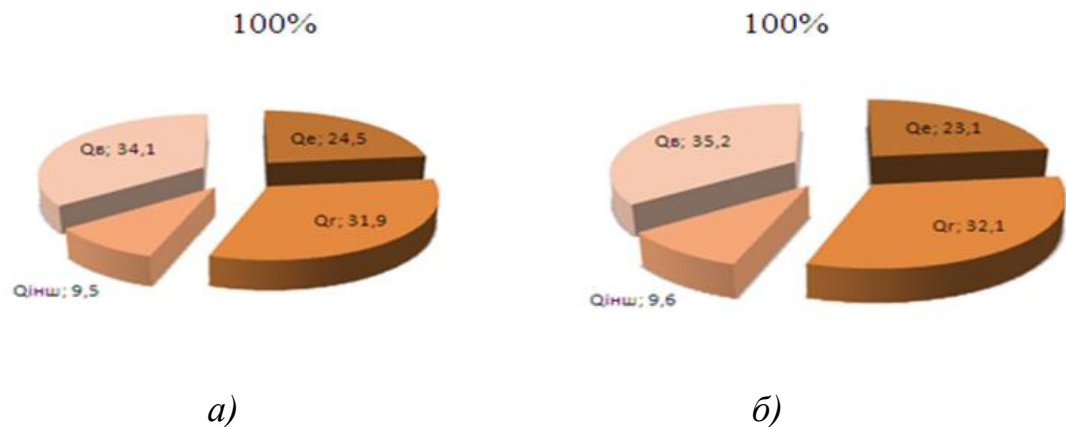
Інші витрати  $Q_{iн.в.}$ :

$$Q_{iн.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_B) \quad (2.14)$$

Частку  $q_{iн.в.}$ , отримаємо за виразом:

$$q_{iн.в.} = \frac{Q_{iн.в.}}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.15)$$

Згідно проведеного вище розрахунку теплового балансу двигуна із точковою подачею палива, отримали наступні діаграми, рис. 2.1.



а) модернізована система; б) з неякісно працюючим сенсором кисню

Рисунок 2.1 – Порівняльний тепловий баланс бензинового двигуна з електронним управлінням.

Провівши порівняльний аналіз діаграм теплового балансу сучасного бензинового двигуна з ЕБУ, можна цілком погодитись, що використання додаткового електронного обладнання у електричну мережу вихідних сигналів сенсора кисню, стабілізує роботу впускної системи та покращує сумішеутворення у циліндрах двигуна, що суттєво впливає швидкісні характеристики автомобіля.



За отриманих діаграм теплового балансу, ефективна теплота (з використанням модернізованого сенсора) зросла приблизно на 1,4% несправної системи випуску.

Підвищення показників ефективної теплоти, зумовлені стабілізацією вихідних електричних сигналів від сенсора кисню, що сприймає електронний блок управління.

### **2.3 Висновки**

Доведено порівняльні значення теплового балансу двигуна з точковою подачею палива і встановлено, що за умови використання неякісного сенсора кисню, ефективна теплота становила 23,1%, тоді, як із модернізованою системою, досягла – 24,5%.

### 3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Обґрунтування особливостей процесу відновлення роботи сенсора кисню

У разі некоректної роботи сенсора кисню, коли вихідні електричні сигнали не відповідають значенням, запрограмованим у пам'яті електронного блоку керування, двигун починає працювати нестабільно і ЕБУ переводить його у аварійний режим. Відповідно, даний процес відображається на електронному табло панелі приладів, засвічується індикаторна лампа - «Check», як показано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Аварійний технічний стан автомобіля

Щоб відновити експлуатаційну придатність сенсора кисню, нами пропонується електрична схема, рис. 3.2:

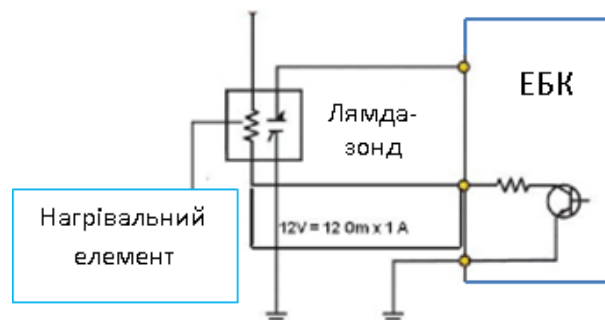


Рисунок 3.2 – Запропонована електрична схема сенсора кисню.

### **3.2 Опис технологічних операцій із відновлення роботи сенсора кисню**

Технологічні операції для відновлення вихідних імпульсних сигналів, які повинні знаходитись у межах 0,2-0,9 В, виконуються в такому порядку:

1. Провести процес прогрівання інжекторного двигуна до робочої температури 45°C, при цьому датчик кисню повинен прогрітися до 300°C і вище (його робочий температурний режим).
2. Використати діагностичне обладнання, для встановлення значень вихідних електричних сигналів.
3. Провести підбір електронного обладнання, для відновлення електричних імпульсів, яке б забезпечило спад напруги на виході із підвищеного значення 0,9 В до середнього.
4. Провести очищення ізоляції електропровідника вихідних сигналів датчика та роз'єднати його.
5. Провести процедуру вимикання акумуляторної батареї від бортової електромережі автомобіля.
6. Провести процес впаювання у роз'єми електропровідника вихідних сигналів резистор. опором близько 1 МОм та потужністю 0,5 Вт. Необхідно додати, що при увімкненому запаленні, напруга у провіднику становить 3,4 В, а при працюючому двигуні - напруга знижується.
7. Здійснити процес під'єднання конденсатора до сигнального та масового провідників. Модернізована електромережа сенсора кисню зображена на рис. 3.3.
8. Провести перевірку модернізованої випускної системи, у процесі руху автомобіля на різних швидкісних режимах.



Рисунок 3.3 – Модернізована електромережа сенсора кисню.

- Після модернізації електромережі, слід перевірити значення сигнального імпульсу сенсора. Він повинен бути близьким до середнього значення 0,45 В;

- Після повторної перевірки, тільки тоді, можлива експлуатація автомобіля.

Слід довести наступне, що після проведених технологічних операцій по модернізації сигнальної електромережі сенсора кисню, електронний блок управління двигуном повинен із аварійного режиму роботи перейти у звичний справний режим, про що свідчитиме згасла індикаторна лампа «Check» на панелі приладів.

Використання модернізованої електричної мережі зазначеного вище відновленого сенсора, дає можливість значно зекономити кошти на придбання нового та відновити справну роботу інжекторного двигуна без значних затрат часу та відповідно простоїв автомобіля.

Процес проведення технологічних операцій із модернізації на відновлення експлуатаційного ресурсу сенсора кисню (з наявністю додаткових електронних елементів резистора (1мОм) та конденсатора (1 мкФ)), зображена на схемі, рис. 3.4.

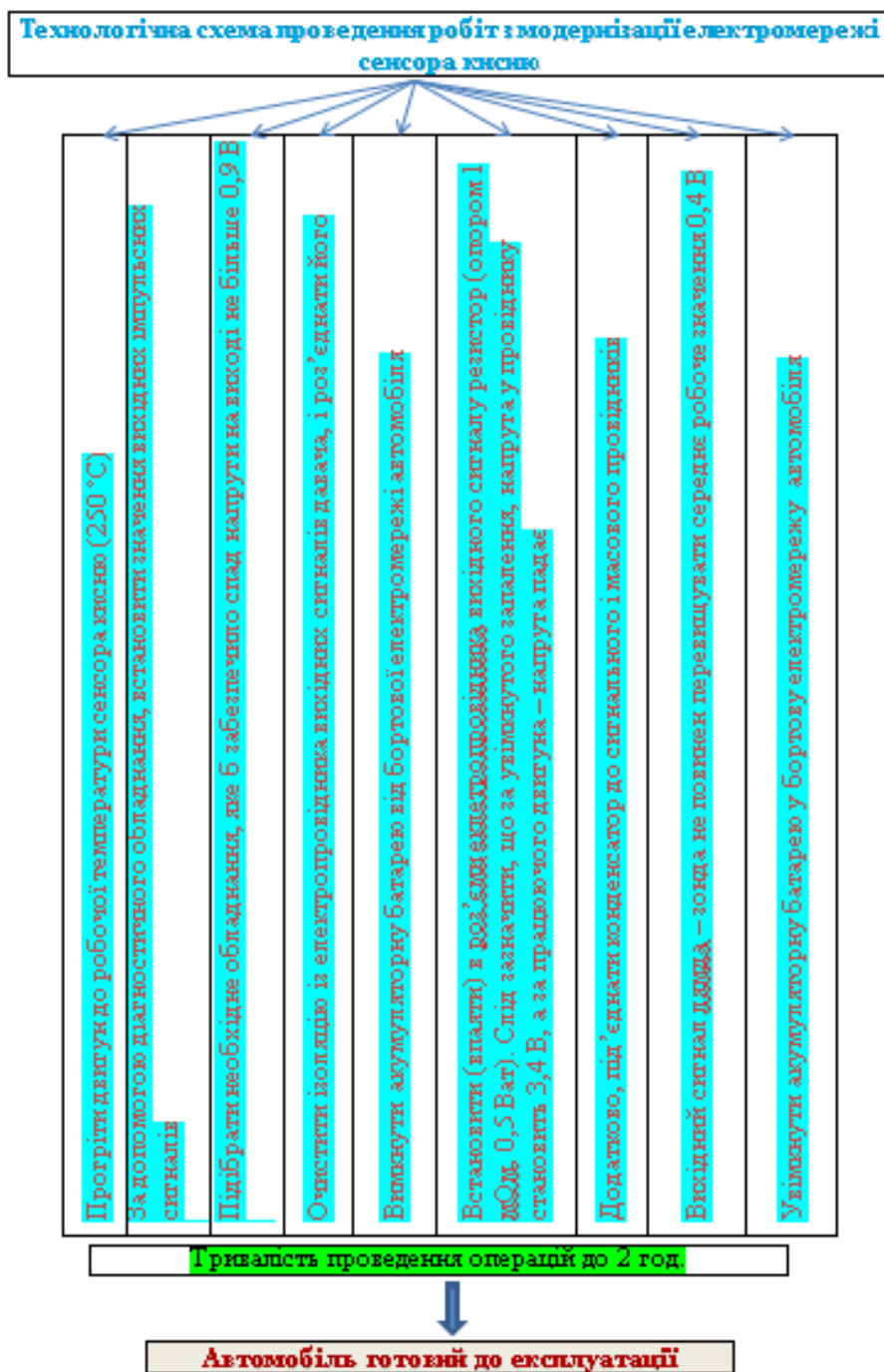
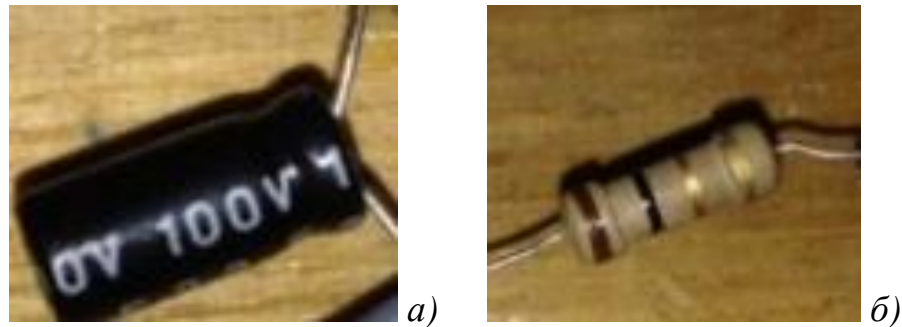


Рисунок 3.4 – Схема технологічних операцій на відновлення експлуатаційного ресурсу датчика кисню.

Відновлення експлуатаційного ресурсу датчика кисню, дозволить продовжити експлуатацію двигуна з електронним управлінням та заощадити близько 1200,00 грн, на придбання нового.

### 3.3 Електронні елементи для відновлення ресурсу сенсора кисню

Додаткові електронні елементи модернізованої електромережі сенсора кисню, представлені на рис. 3.5.



а) конденсатор;

б) резистор

Рисунок 3.5 – Додаткові електронні елементи

Правильний підбір електронних елементів на модернізацію сенсора кисню, сприятиме якісній роботі системи на протязі тривалого часу.

### 3.4 Особливості технічних характеристик додаткових електронних елементів

Алюмінієві електролітичні конденсатори на 1 мкФ є радіального типу, тобто електролітичними накопичувальними пристроями з постійною ємністю 1 мкФ при напругах: 50В, 63В, 100В, 160В, 200В, 250В, 350В, 400В, 450В. Допустиме відхилення ємності становить  $\pm 20\%$ . Корпус конденсаторів циліндричний з односпрямованими гнучкими електропровідниками радіального типу або з жорсткими виводами пелюстковими. Ці конденсатори

є полярними, їх затребуваність, основні технічні характеристики та маркування нанесені на корпусі. Температурний діапазон роботи складає від +105 до -55°C. Максимальний тангенс кута втрат ( $\text{tg}\delta$ ) не перевищує 0,24, а максимальний струм - 3 мкА. Термін служби конденсаторів становить не менше 2000 годин.

Радіальні електролітичні конденсатори, широко застосовуються в зарядних пристроях, джерелах живлення та іншій техніці (див. рис. 3.5 а)).

Резистори є найпоширенішими елементами радіоелектронної апаратури. Основною одиницею електричного опору в міжнародній системі одиниць є Ом.

Резистори бувають постійні і змінні. Змінні резистори діляться на регульовальні та підстроювальні. У постійних резисторів опір залишається незмінним.

Змінні резистори (потенціометри) використовуються для регулювання опору в електромережі. Резистори, опір яких змінюють лише під час налагодження радіоелектронного пристрою, називаються підстроювальними.

Резистори мають такі характеристики: номінальне значення опору, допустиме відхилення опору від номінального значення, номінальну (допустиму) потужність розсіювання, максимальну робочу напругу, температурний коефіцієнт опору, власні шуми та коефіцієнт напруги. Зазвичай, номінальне значення опору  $R$ , позначається на корпусі резистора. Реальне значення опору резистора може відрізнятись від номінального в межах допустимого відхилення [11].

На корпусі резистора зазвичай вказується фарбою його тип, номінальна потужність, номінальний опір, допуск та дата виготовлення. Для маркування малогабаритних резисторів використовують буквено-цифровий код (див. рис. 3.5 б)). Код складається з цифр, що позначають номінальний опір, літери, що вказує одиницю виміру, та літери, що вказує допустиме відхилення опору. Наприклад, позначення 4K7B (або 4K7M) відповідає номінальному опору 4,7 кОм з допустимим відхиленням 20%. Номінальна

потужність на малогабаритних резисторах не вказується, а визначається розмірами корпусу.

На рис. 3.6, представлено загальний вигляд модернізованої електромережі сигнального імпульсу сенсора кисню.



Рисунок 4.2 – Модернізована електромережа лямда-зонда.

До переваг додаткових елементів, що складають міні-модуль сигнального електропровідника, можна віднести невеликі габаритні розміри, мінімальну вартість компонентів та швидке відновлення експлуатаційного ресурсу сенсора.

### 3.5 Висновки

Запропонований технологічний процес відновлення вихідних сигналів сенсора кисню, дозволить припинити аварійну роботу електронної системи бензинового двигуна та зекономить кошти на його придбання.

Встановлені додаткові електронні елементи покращать якість змішування палива з повітрям у камері згоряння, що сприятиме підвищенню ККД двигуна.

Процес модернізації випускної системи можливий у терміні часу близько 2 годин.



## 4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [20]-[21]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.
- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.
- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.
- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.
- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.
- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.
- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.
- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.
- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.
- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів (з'єднувачів або

елементів) друкованої плати ЕБУ.

Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN, впровадженого фірмою BOSCH.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);

- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час часткової модернізації електромережі живлення електромобіля, рис, 4.1.

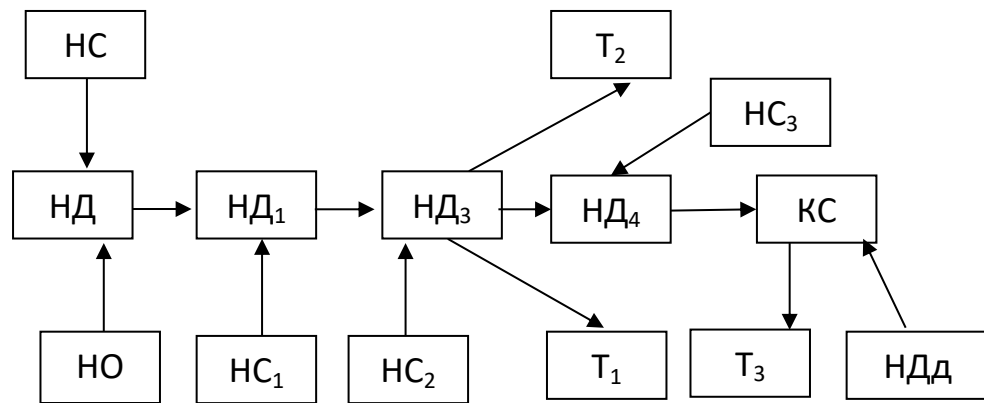


Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час демонтажу і модернізації випускної системи двигуна: НД – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО<sub>1</sub> – наявність незначного схилу; НД<sub>1</sub> – демонтаж сенсора кистю; НС<sub>1</sub> – можливе побиття кінцівок рук; НД<sub>3</sub> – розгвинчування верхньої частини сенсора; НС<sub>2</sub> – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т<sub>1</sub> – травма пальців; Т<sub>2</sub> – побиття ліктів рук; НД<sub>4</sub> – демонтаж електропровідників; НС<sub>3</sub> – можливе побиття верхніх кінцівок; Т<sub>3</sub> – можливі защемлення пальців; КС – можливі опіки; НДд – необхідна допомога іншої особи.

## 4.2 Пожежний захист

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу  $h$ , м (приблизно  $2h_x$ ) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту  $r_x$  подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 5.1) визначиться за відношенням [2]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де  $h$  – висота блискавковідводу, м;

$h_x$  – висота будівлі, м.

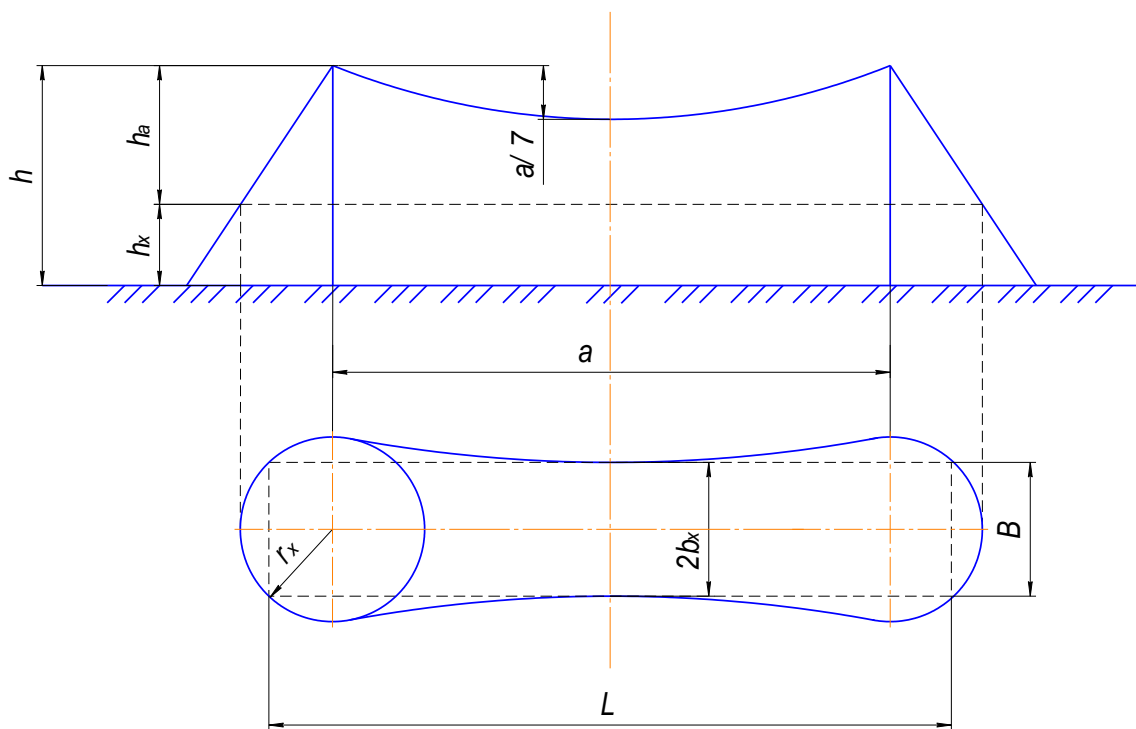


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

Приймаємо висоту блискавковідводу  $h = 20$  м.

Тоді ,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

$k_x$ :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}. \quad (4.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт  $k_x$  за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони  $2b_x$  на висоті  $h_x$  визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де  $h_a$  – активна висота блискавковідводу, м;

$a$  – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (4.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

### 4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем: зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьогоденних і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах;

2. Шкідливі викиди від автомобілів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямої шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як

масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, поєнні в Європі й Азії.

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів автомобілів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному

секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затрудненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечно в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на автомобільних підприємствах, технічне обслуговування автомобілів проводиться не на належному рівні: *а)* відпрацьовані оливи зливаються на землю; *б)* зношені шини спалюються безпосередньо на землі. Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля.



Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на у автомобільних підприємствах проводиться контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є леткими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях)[2]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнати устаткуванням для повторного використання води, а

стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

#### **4.4 Висновки**

Для безпечності проведення модернізаційних робіт у випускній системі двигуна, розроблено наступні заходи:

- Перевірити вентиляційну систему на видалення шкідливих речовин, що можуть утворитися у процесі проведення діагностичних і ремонтних робіт.
- Робочий персонал повинен пройти навчання з правил техніки безпеки під час виконання робіт.
- Необхідно провести процес перевірки обладнання, яке використовується під час технічних робіт у випускній системі автомобільного двигуна, щоб уникнути небажаних травм обличчя чи верхніх кінцівок.

Проведено розрахунок висоти блискавковідводу для захисту приміщення від можливої пожежі, де проводяться ТО автомобілів.

## 5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Експлуатаційні витрати

Щоб підвищити ефективну роботу автомобільного двигуна, слід покращити економічні, екологічні і комфортні умови автомобіля.

Відповідно, нами прийнято рішення, відновити роботу сенсора кисню, що суттєво впливає на експлуатаційну роботу автомобіля.

Для отримання економічного ефекту досліджуваного двигуна з модернізованим сенсором кисню, скористаємось методикою [8].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за:

$$Z = Z_n + Z_{zm} + Z_{TO} + Z_{av} + Z_{ш} + Z_{zn} \quad (5.1)$$

де  $Z_n$  – витрати на пальне;

$Z_{zm}$  – витрати на змащувальні матеріали,  $Z_{zm} = 1,2$  грн/км;

$Z_{TO}$  – витрати на технічне обслуговування;

$Z_{av}$  – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$  – витрати на шини,  $Z_{ш} = 0,32$  грн/км;

$Z_{zn}$  – витрати на заробітну плату водія,  $Z_{zn} = 6,10$  грн.

Грошові витрати на придбання пального (для несправної і модернізованої систем) визначаємо за відомою формулою

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g}{100} \quad 5.2$$

де,  $C_n^{\bar{}}$  – вартість палива,  $C_n^{\bar{}} = 30,00$  грн/л;

$g$  – витрата палива (з несправним давачем),  $g = 9,2$  л/100 км.

Тоді:

$$Z_m^n = \frac{30,00 \cdot 9,2}{100} = 2,76 \text{ грн./км}$$

Тоді, з модернізованим давачем:

$$Z_{\Pi}^{3n} = \frac{c_{\Pi}^6 \cdot g_{\Pi}}{100}, \quad 5.3$$

де,  $g_{\Pi}$  – витрата палива з модернізованим давачем,  $g_{\Pi} = 6,1$  л/100 км.

Отже:

$$Z_n^{3n} = \frac{30,00 \cdot 6,1}{100} = 1,83 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для дослідного автомобіля з модернізованою системою є дещо нижчими, відносно несправної.

Тоді, витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{mo} = N_{mp} \cdot l_{mp} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 5.4$$

де,  $N_{mp}$  – витрати на автомобіль з модернізованою системою і несправною,  $N_{mp} = 66,1$  грн./1000 км.

$$Z_{mp} = 66,1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,661 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{амор.} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{КАП.Р}}{10^5}, \text{ грн} \quad 5.5$$

де,  $Ц$  – балансова вартість автомобіля,  $Ц = 140200$  грн.;

$A_B$  – нормативні амортизаційні відрахування,  $A_B = 0,21$ ;

$l_p$  – річний пробіг, приймаємо  $l_p = 22000$  км;

$A_{\text{кап.р}}$  – нормативні відрахування на капітальний ремонт,  $A_{\text{кап.р}} = 0,14$

$$Z_{\text{аморт}} = \frac{140200 \cdot 22000 \cdot 0,21}{10^5} + \frac{140200 \cdot 22000 \cdot 0,14}{10^5} = 6477 + 4318 = 10795,00 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (5.1), отримаємо:

- для несправної системи

-

$$Z = 2,76 + 1,2 + 0,0661 + 0,21 + 0,32 + 6,1 = 10,66 \text{ грн/км;}$$

- з відновленою

$$Z = 1,83 + 1,2 + 0,0661 + 0,21 + 0,32 + 6,1 = 9,73 \text{ грн/км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть мати вигляд ( $b=0,01$  коеф., що враховує термін експлуатації автомобіля з несправною системою, тобто пробіг рівний близько 220 км/рік):

- з модернізованою

$$Z_d = 9,73 \cdot 220 = 2140,00 \text{ грн./рік;}$$

- з несправною

$$Z_d = 10,66 \cdot 220 = 2345,20 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річні економічні витрати автомобіля будуть складати (для 5-ти автомобілів):

$$E = (2345,20 - 2140,00) \cdot 5 = 10026,00 \text{ грн./рік}$$

## 5.2 Висновки

Використання автомобіля з несправним кисневим датчиком, веде до збільшення витрат палива та відповідно до зменшення терміну служби інжекторного двигуна.

Після незначної модернізації електромережі сенсора кисню, витрати палива знизилися до 0,93 л/км, що дозволило зекономити 10026,00 грн. на рік для п'яти автомобілів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз автомобілів з електронними системами керування показав, що не зважаючи на їхню надійну і якісну роботу, все ж таки, виконавчі електронні елементи системи (особливо коли транспортний засіб експлуатується більше десяти років), зазнають збоїв і потребують заміни чи модернізації.

Левову частку на вплив у роботі електронної системи двигуна, займає датчик кисню. Якщо порушується його технічний стан, ЕБУ може перейти у аварійний режим роботи. А це відповідно: збільшені норми витрати палива, порушення м'якості і стабільності роботи двигуна та підвищені викиди отруйних речовин.

Для підвищення експлуатаційного ресурсу сенсора кисню, прийнято рішення, частково модернізувати електромережу вихідного сигналу, шляхом встановлення додаткових електронних елементів, що дозволить стабілізувати електричні імпульси на виході.

Доведено порівняльні значення теплового балансу двигуна з точковою подачею палива і встановлено, що за умови використання неякісного сенсора кисню, ефективна теплота становила 23,1%, тоді, як із модернізованою системою, досягла – 24,5%.

Запропонований технологічний процес відновлення вихідних сигналів сенсора кисню, дозволить припинити аварійну роботу електронної системи бензинового двигуна та зекономить кошти на його придбання.

Встановлені додаткові електронні елементи покращать якість змішування палива з повітрям у камері згоряння, що сприятиме підвищенню ККД двигуна.

Процес модернізації випускної системи можливий у терміні часу близько 2 годин.

Для безпечності проведення модернізаційних робіт у випускній системі двигуна, розроблено заходи з охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.

Проведено розрахунок висоти блискавковідводу для захисту приміщення від можливої пожежі, де проводяться ТО автомобілів.

Використання автомобіля з несправним кисневим датчиком, веде до збільшення витрат палива та відповідно, до зменшення терміну служби інжекторного двигуна.

Після незначної модернізації електромережі сенсора кисню, витрати палива знизилися до 0,93 л/км, що дозволило зекономити 10026,00 грн на рік.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
5. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
7. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
8. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
9. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання / Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
10. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
11. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.

12. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.
13. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.
14. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ, 2023. 300 с.
15. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. 240 с.
16. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
17. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
18. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів. Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
19. Дембіцький В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник. Інформаційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. 2018. 472.
20. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. *Навч. посібник*. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
21. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text> (дата звернення: 25.04.2023).