

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ЗАОЧНОЇ ТА ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАКТОРІВ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ЛЯМДА-ЗОНДА,  
ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ДОДАТКОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ВІДТВОРЕННЯ ЙОГО ВИХІДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ІМПУЛЬСІВ»**

Виконав: студент групи \_АТ – \_\_\_\_

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва)

Соколик Віталій Іванович  
(прізвище ім'я та по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент Магац М.І.  
(наук. ст., вчене звання, прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(наук. ст., вчене звання, прізвище ініціали)

ДУБЛЯНИ 2021



УДК 631.359.1: 89

Соколик В. І. «Підвищення роботоздатності лямда-зонда, шляхом встановлення додаткового обладнання для відтворення його вихідних електричних імпульсів» /Кваліфікаційна робота. Кафедра автомобілів і тракторів – Дубляни: Львівський національний аграрний університет, 2021. 45 с. текст. част.; табл. 3; рисунків 16; бібліогр. джерел 19; 17 презентаційних листів (слайдів).

Запропоновано відновити роботу лямда-зонда, завдяки встановленню у електричне коло вихідного сигналу додаткового обладнання.

Подано технологію відновлення сенсора кисню системи випуску бензинового двигуна.

Описано конструктивні елементи модернізованого лямба-зонда.

Описано та розроблено заходи для забезпечення охорони праці та довкілля.

Доведено економічні втрати автомобіля ВАЗ 1117, за неякісної роботи лямда-зонда.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	8
1.1 Розвиток електронних систем в автомобілебудуванні.....	9
1.2 Коструктивні особливості та робота сенсорів кисню .....	13
1.3 Основні елементи автомобільних трансмісій .....	11
Висновки.....	22
2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА .....	20
2.1. Дослідження теплового балансу двигуна з несправним і модернізованим сенсорами кисню .....	24
Висновки .....	27
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	24
3.1. Технологія відновлення роботи давача кисню .....	27
Висновки.....	30
4. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА .....	31
4.1 Додаткові елементи для відновлення роботи сенсора кисню .....	31
4.2 Технічна характеристика додаткових елементів.....	31
Висновки.....	33
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	34
5.1 Різновиди небезпечних обставин на підприємствах .....	34
5.2 Заходи з охорони праці під час експлуатації автомобіля.....	37
6 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	37
6.1 Охорона ґрунтів.....	38
6.2 Правильна утилізація ПММ .....	38
Висновки.....	39
7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	40

7.1 Експлуатаційні витрати автомобіля, за неякісної роботи сенсора кисню	40
Висновки .....	42
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	44

## ВСТУП

З широким впровадженням у підприємства сільськогосподарського напрямку новітніх технологій виробництва, роль автотранспортних засобів постійно зростає, що значно впливає на вимоги до рухомого складу, тобто підвищення надійності, ремонтпридатності, зниження собівартості автотранспортних послуг та багато інших факторів. Тому і росте складність електронного і електричного обладнання автомобіля.

Електронні системи у свою чергу, суттєво впливають на комплектацію автомобілів двигунами з підвищеним ступенем стиску і підвищеною частотою обертання. Відповідно, електронні системи постійно удосконалюються і все більше автоматизують роботу виконавчих механізмів та систем подачі іскри і палива у камерни згоряння ДВЗ.

Легкий запуск та м'яка робота ДВЗ, є основою найвищих економічних і екологічних показників.

Сучасні автомобільні технічні засоби постійно модернізуються новітніми електронними системами управління двигуном, трансмісією чи системами ходової стабілізації автомобілів, що суттєво впливає та оптимізує їхні технічні характеристики. Тобто, для прикладу, зниження високої напруги у вторинній обмотці модуля запалення в період незначних обертів колінчастого валу ДВЗ, що може вплинути на інтенсивність відкладення сажі чи інших окислених продуктів згоряння на контактних електродах свічок запалювання (за значного спаду напруги САКБ, під час роботи стартера).

У європейських державах і втому числі і в Україні, значна увага зосереджена на тенденціях зменшення викидів отруйних речовин автомобільним транспортом, особливо в межах населених пунктів.

Виробництво неетилових палив згідно стандартів: Євро – 3; 4; 5 підштовхує виробників до постійної модернізації систем живлення і запалювання ДВЗ, що відповідно впливає на кількість викидів отруйних речовин у атмосферне середовище.

Сучасні електронні системи, що встановлюються на автомобілях (легкових, вантажних), не у достатній мірі контролюють роботу основних виконавчих механізмів, що у значній мірі відображається на економічних, екологічних характеристиках бензинових двигунів, особливо під час запуску, на холостому ході чи під час прискореного руху автомобіля.

Все ж таки, у системах з електронним керуванням зустрічаються випадки прояву порушення недостатньо щільного з'єднання провідників, збільшена витрата палива на зазначених вище режимах роботи двигуна, перевищені пропуски у роботі циліндрів, підвищеного рівня вібрації. Всі ці негативні процеси, миттєво відображаються на інформаційному дисплеї приладів контролю роботи автомобіля, голограмкою «CHECK» чи іншими інформаційними проявами системи самодіагностики. Відповідно, причинами ненадійності роботи бортових електронних систем можуть бути наступні фактори: довготривале зберігання автомобіля на відкритій парківці, різкі зміни вологості і температури навколишнього середовища, неправильна експлуатація автомобіля, використання неякісного палива і багато інших факторів.

Не маловажну роль надійної роботи ЕБУ автомобілем, відіграє сенсор кількості кисню у випускних газах. Некоректні значення вихідних сигналів сенсора, що потрапляють до ЕБУ (на певних режимах роботи ДВЗ), веде до перевитрат палива чи навпаки, породжуючи тим самим різке зменшення потужності двигуна та відповідно некомфортне управління автомобілем зі сторони водія.

Появу кодів несправності електронної системи, можна частково пролікувати за допомогою різного роду діагностичного обладнання (сканерів, мультиметрів, електронних тестерів і інш.)

Якщо списання кодів не принесло бажаного результату, а виявлено несправну роботу датчика із зворотнім зв'язком (лямда-зонду), тоді вкрай необхідна заміна чи відновлення його робочого ресурсу, шляхом встановлення додаткових елементів в електричне коло сформованих

вихідних сигналів.

Відповідно, на наше переконання, робота є актуальною і заслуговує уваги у вирішенні проблемних технічних сторін сенсора кисню.

**Мета роботи:** Підвищення експлуатаційної придатності лямда-зонда бензинового двигуна з електронним управлінням.

**Задачі досліджень:**

1. Провести аналіз літературних джерел, стосовно електронних систем двигунів.
2. Розрахувати тепловий баланс двигуна з електронним управлінням з модернізованим і несправним лямда-зондом.
3. Представити технологічні операції, стосовно модернізації сенсора кисню.
4. Довести конструктивні елементи модернізованого лямда-зонда.
5. Представити заходи з охорони праці і довкілля під час експлуатації автомобіля.
6. Довести економічні втрати бензинового двигуна з електронним управлінням, за несправної роботи сенсора кисню.



# 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

## 1.1 Розвиток електронних систем в автомобілебудуванні

За останній період, оснащеність сучасних автомобілів електронними системами управління значно зростає. Відповідно, мікропроцесорні системи керування запалюванням, гідравлічні гальма з електронним управлінням, системи з автоматичним впорскуванням палива та бортова самодіагностика були останнім досягненням в автомобілебудуванні. На сьогоднішній день, всі ці електронні здобутки, відносять до класичних систем, які встановлюються на кожен серійний автомобіль. Виходячи з великого попиту на ринку комфортних і економічно-екологічних автомобілів, у їхню конструкцію додатково встановлюють абсолютно нетрадиційні бортові автоматичні системи, такі, як: система інформації для водія з мікропроцесорним управлінням; супутнико-навігаційна система; ультразвукові і радарні системи захисту автотранспортного засобу від зіткнень і викрадень; системи підвищеної безпеки і комфорту в управлінні; системи круїзконтролю; системи «електронної карти». Вже розроблено і знайшли використання нові мовні функціональні перетворювачі, що працюють на основі нечітких підмножин лінгвістичних змінних (виражених певними словами чи цілими реченнями (англійською або комп'ютерною мовами)). За допомогою логічних і арифметичних операцій (в мікро ЕОМ), дозволяє підвищити якість і швидкість обробки сигналу. Значно ускладнився інтерфейс, що привело до необхідності введення CAN-протокола у мультиплексну систему. Електронні системи автоматичного керування дали можливість розробити і застосовувати гіроскопічну систему VDC (підвищення курсової стійкості автомобіля у складних умовах експлуатації). Система VDC запрограмована під нештатні умови руху, і впливає на крутний момент колінчастого валу двигуна (з використанням системи ASR), на гальмівну ABS систему до тих пір, доки стануть відсутніми: бічний занос автомобіля на поворотах за

значної швидкості чи інших факторів. Водій у таких випадках, тільки спостерігає і контролює поведінку автотранспортного засобу.

Також, значна увага відводиться дослідженням доктора технічних наук В. М. Архангельського, можливості використання електронного керування електро-магнітними клапанами у газорозподільному механізмі двигуна внутрішнього згорання. Паралельно із удосконаленнями автомобільних бензинових двигунів, усе більше активізуються дослідження і розробки зі створення екологічно чистих силових установок для електрокар. Є прогнози, що в недалекому майбутньому сучасний міський транспорт повністю піддасться заміні гібридним електромобілям, які керуватимуться електронними системи та будуть набагато економні, екологічні і комфортніші в управлінні. Такий зв'язок із новітніми системи автомобільної бортової автоматики, встановленої на концептуальні автомобілі, отримали наступну назву – автотронні системи [17]. Ця система, яка керує неелектричними процесами через неелектричну периферію на виході, управляється сигналами неелектричного походження, що формуються неелектричною вхідною периферією. На рис.1.1 зображена сучасна електронна система керування двигуном.

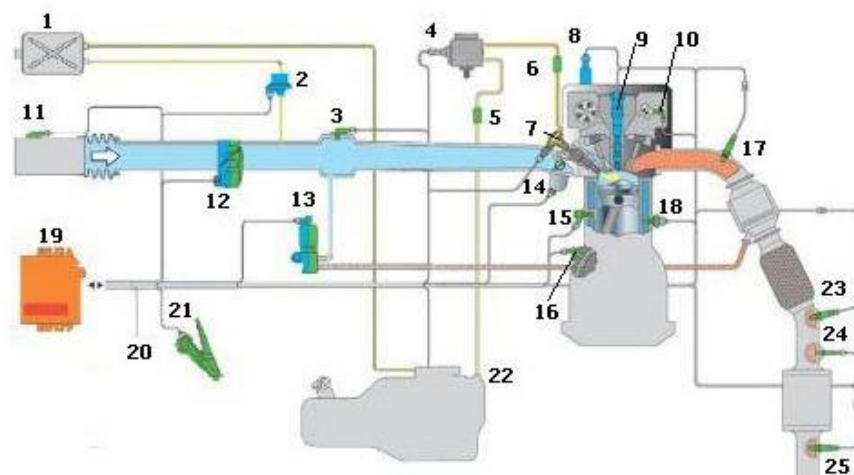


Рисунок 1.1 – Електронна система керування сучасним двигуном: 1- адсорбер; 2- запірний клапан; 3 – давач тиску повітряного заряду; 4 – паливний насос високого тиску; 5 – давач тиску палива в контурі низького

тиску; 6 – давач тиску палива в контурі високого тиску; 7 – паливна форсунка; 8 – клапан регулювання фаз газорозподілу; 9 – котушка запалювання; 10 – давач обертів розподільчого валу; 11 – давач температури повітря на впуску; 12 – модуль управління дросельною заслінкою з давачем положення; 13 - клапан системи рециркуляції відпрацьованих газів; 14 - потенціометр заслінки впускного колектора; 15 – давач детонації; 16 - давач обертів колінчастого валу; 17 – сенсор кисню; 18 - давач температури охолоджувальної рідини; 19 - блок керування; 20 – діагностичний порт; 21 - давач положення акселератора; 22 – паливний насос; 23 - кисневий давач; 24 - давач температури відпрацьованих газів; 25 – давач оксидів азоту.

На рис. 1.2 зображена електронна система управління бензиновим двигуном.

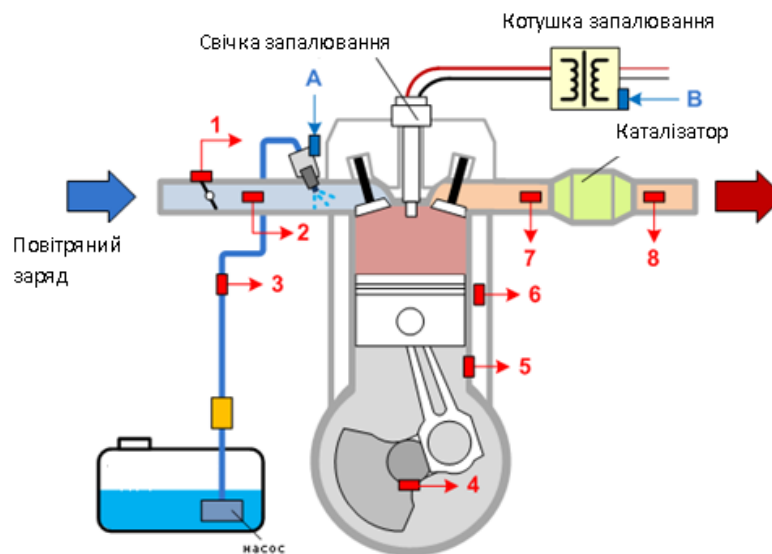


Рисунок 1.2 – Електронна система управління бензиновим двигуном: 1- давач положення дросельної заслінки; 2 – давач витрати повітря; 3 – давач тиску палива; 4 – давач обертів колінчастого валу; 5 – давач детонації; 6 – давач температури двигуна; 7 – давач кількості кисню №1; 8 - давач кількості кисню №2; А – подача палива; В – управління запалюванням.

До складу електронної системи управління двигуном внутрішнього згоряння входять наступні датчики, що виконують функцію постійного контролю робочих характеристик, рис. 1.3.

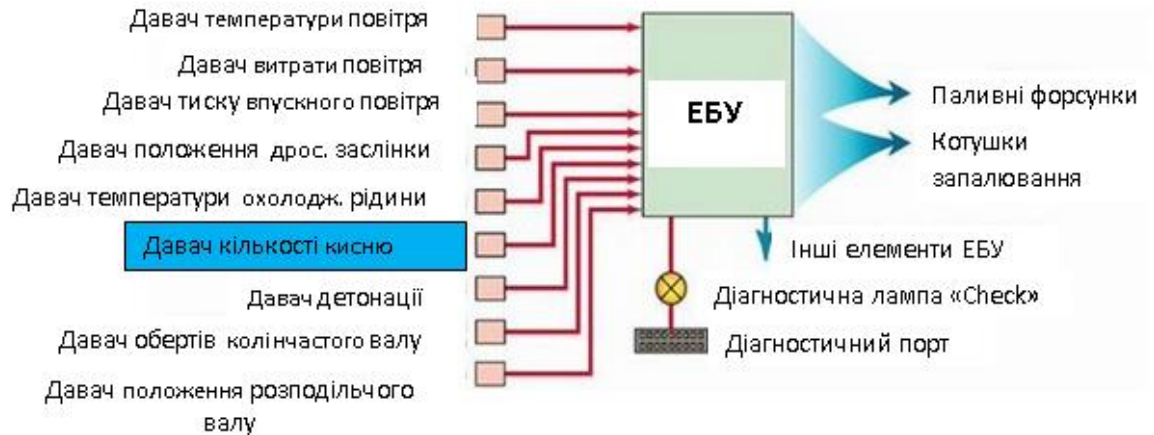


Рисунок 1.3 – Основні елементи електронної системи управління двигуном

Електронний блок керування (ЕБК) у складі з мікропроцесором і датчиками, керує роботою двигуна, відповідно до записаних даних у програмній пам'яті. Робота всіх системних датчиків сканується і постійно погоджується із інформацією ЕБК. Така сумарна робота електроніки, дозволяє забезпечити найвищі економічні і екологічні вимоги, забезпечити швидке техобслуговування, відповідно до технічних норм.

Також, до електронної системи управління автомобілем слід віднести газонейтралізатори, які працюють на хімічних реакціях, за допомогою активної платини. Нормальна робота каталізатора обумовлена стехіометричним складом робочої суміші. У випадку зміни цих показників, вважають несправність даної системи. Відповідно, для отримання високої точності вимірювання токсичних речовин, можливе тільки за наявності електронних систем управління. Системна робота каталітичного нейтралізатора із ЕБУ, забезпечує нейтралізацію отруйних речовин у випускних газах до 90 %.

В наслідок такої роботи, регулювання кута випередження запалювання контролює бортова електронна система, відповідно до кількості використаного палива та концентрації шкідливих речовин у випускних газах.

На рис. 1.4 відображено розміщення датчиків кисню і каталізатора у системі випуску двигуна.



Рисунок 1.4 – Елементи випускної системи двигуна.

## 1.2 Конструктивні особливості та робота сенсорів кисню

Особливістю роботи сенсорів кисню електронних систем управління, являється принцип комірки (гальванічної) Нернста. Тобто, керамічний зовнішній шар, пропускає іони кисню (за температури випускних газів 350 °С і вище) у внутрішню частину порожнини датчика. Внаслідок різниці кількості кисню зі сторони атмосферного повітря і в середовищі відпрацьованих газів, формує у чутливій зоні утворення електричного змінного потенціалу (напруги). Відповідно, її значення являється показником кількості кисню між двома поверхнями. Тоді залишковий кисень у відпрацьованих газах, являється точною пропорцією між паливом і повітрям, що поступає у камери згоряння. Для швидкого вмикання сенсора кисню у роботу (коли двигун непрогрітий), вмонтовано спеціальне підігрівальне обладнання у керамічний шар датчика 1.5.

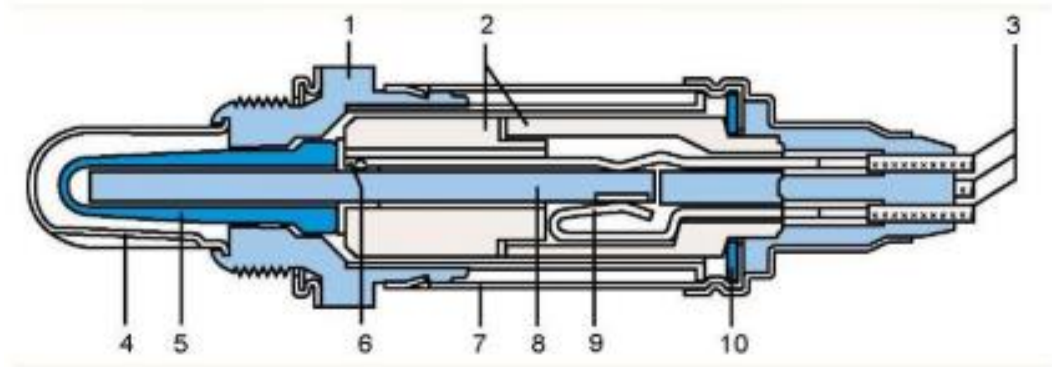


Рисунок 1.5 - Сенсор кисню в процесі підігріву [9]: 1 – корпус;  
 2 – керамічний шар; 3 – електропровідники; 4 – захисна трубка з  
 пропускними отворами; 5 – чутлива кераміка; 6 – контакт; 7 – захисний  
 кожух; 8 – підігрівальні елементи; 9 – підпружинені контакти нагрівача;  
 10 – шайба.

Швидкість нагрівання чутливого елемента в процесі роботи ДВЗ, значно залежить від температури випускних газів. Сенсор кількості кисню постійно підтримує оптимальну якість робочої суміші та відповідно контролює і мінімізує рівень отруйних речовин у відпрацьованих газах.

Принцип роботи планарного  $\lambda$ -давача кисню рис. 1.6, ідентичний роботі сенсора пальчикового виду, тільки є деякі відмінності у конструкції: загущений електроліт має вигляд шарів кераміки, основна частина конструкції - герметично керамічна, встановлена двошарова трубка (що захищає чутливий елемент від надмірної температури і механічних пошкоджень), вихідні електричні сигнали (напруга) мають змінну ступінчасту форму.

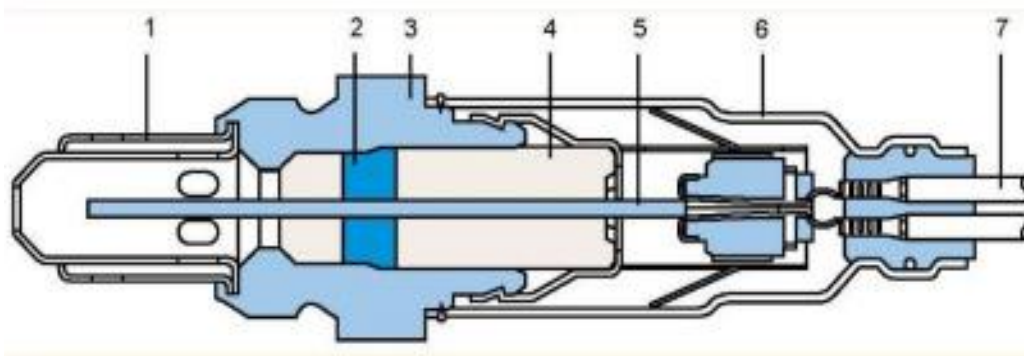


Рисунок 1.6 - Планарний сенсор кисню [9]: 1 – трубка (захисна); 2 – керамічна вставка; 3 – корпус сенсора; 4 – утримувач керамічного типу; 5 – планарний чутливий елемент; 6 – трубчастий захист; 7 – контакти.

Широкосмуговий  $\lambda$  - сенсор кисню, також працює по принципу комірки Нернста, але конструктивно суттєво відрізняється від попередників. Тут передбачено дві камери (вимірювальна і «насосна»). Принцип роботи слідує наступний: через невеликий отвір стінки насосної камери, випускні гази потрапляють у дифузійну щілину - комірку Нернста (камеру вимірювання), рис.1.7.

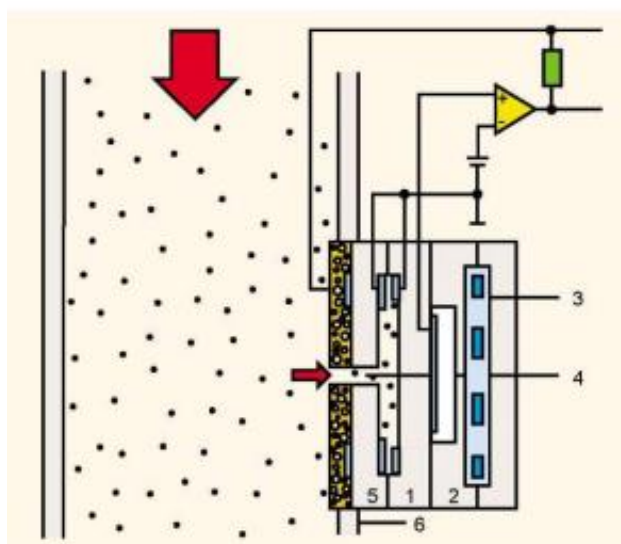


Рисунок 1.7 – Конструктивно-технологічна схема широкосмугового сенсора кисню [10]: 1 – комірка Нернста; 2 – референсна комірка; 3 – підігрівач; 4 – дифузійна камера; 5 – насосна камера; 6 – магістраль випускних газів.

Тут мають місце два стани з постійною підтримкою стехіометричного співвідношення повітря і палива у дифузійній камері. Електронна модуляція напруги живлення контролює і підтримує у вимірювальній камері склад газів, рівний  $\lambda=1$ . При цьому, насосна камера (за роботи двигуна на бідній суміші, що породжує надлишок кисню у випускних газах) здійснює процес видалення кисню з дифузійної камери у навколишнє середовище. Як тільки, відбувається процес зміни збідненої суміші на збагатшену і браку кисню у відпрацьованих газах, насосна камера підкачує іони кисню з атмосфери в дифузійну камеру, що супроводжує зміну напрямку струму. Так, як насосний струм змінюється пропорційно концентрації кисню – то і дане змінне значення складає основу величини  $\lambda$  - фактора відпрацьованих газів.

Якщо взяти до уваги, що у звичайних сенсорах використовується напруга у комірці Нернста і визначається одне з двох станів ( $\lambda > 1$  або  $\lambda < 1$ ), тоді як у широкосмугових сенсорах використовується спеціальна схема керування струмом «накачування» насосної камери. Величина цього струму і являється визначником вмісту кількості кисню у відпрацьованих газах. Тут, за такого конструктивного виконання, робота сенсора не залежить від формування ступневих вихідних сигналів з комірки Нернста, і коефіцієнт надлишку повітря ( $\lambda$ ) може знаходитись у межах від 0,7 до 4. Тоді, управління двигуном скореговується по розширених значеннях  $\lambda$  в усьому спектрі цих значень, тобто не тільки у точці близько  $\lambda = 1$ . Нагрівальний пристрій дозволяє забезпечити робочу температуру сенсора не нижче ніж 600 °С. Вихідний сигнал давача кисню сприймає електронний блок, який у свою чергу використовує система для відтворення збагаченої чи збідненої суміші, відповідно до напруги з давача. Тобто, відбувається процес збільшення подачі палива форсунками і навпаки, рис. 1.8.



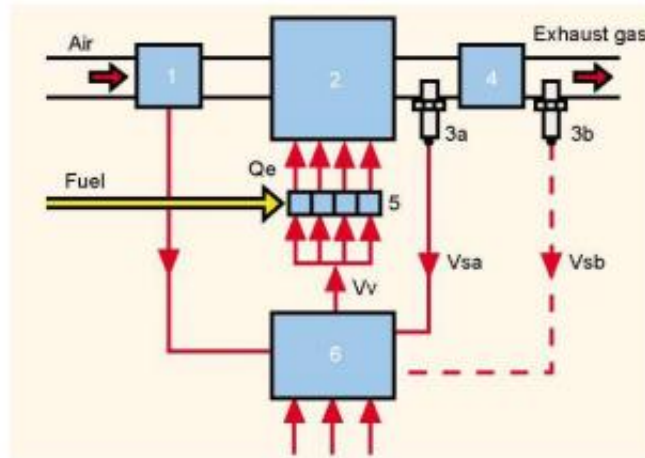


Рисунок 1.8 - Схема замкнутої петлі  $\lambda$  - формування якості робочої суміші [12]: 1 – давач масової витрати повітря; 2 – двигун внутрішнього згоряння; 3а – перший сенсор кисню 1; 3в – другий сенсор кисню; 4 – каталізатор; 5 – паливні форсунки; 6 – електронний блок управління;  $V_v$  – напруга живлення форсунок;  $V_s$  – вихідна напруга сенсора кисню;  $Q_e$  – кількість подачі палива форсунками.

Не маловажну роль у роботі давача кількості кисню, відіграє робота давача температури охолоджуючої рідини, рис. 1.9. Він також підключений до системи електронного блоку управління двигуном [4; 8].



Рисунок 1.9 - Давач температури двигуна

Електричні інформаційні імпульси сприймаються системою управління та відповідно коректуються основні параметри двигуна (частоти обертання колінчастого валу, склад робочої суміші, кут випередження запалювання), залежно від його температурного режиму. І тому, сенсор температури охолоджувальної рідини сприяє швидкому прогріванню двигуна, особливо

під час запуску, а в подальшому, забезпечує оптимальні робочі параметри на всіх його режимах.

У табл. 1.1 подано, як змінюється значення опору давача від температури [14].

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

Слід зазначити, що електронна система управління двигуном керується своїм температурним давачем, а система охолодження двигуна комплектується своїм. Бувають випадки, коли значення вихідних сигналів із зазначених вище давачів не співпадають. А це надзвичайно небезпечно відображається на роботі двигуна, що може привести до повної його зупинки (заклинення).

На автомобілях більш старшого покоління, двигуни комплектувались давачами температури охолоджувальної рідини, які працювали як термореле, (в системі упорскування K-jetronic). Такий давач забезпечував лише два режими роботи: прогрівання двигуна від час запуску (за рахунок збагачення паливно-повітряної суміші), за відкритих контактів термореле; підтримування номінальної температури (за закритих контактів термореле).

На сучасних двигунах з електронним управлінням, давачі температури укомплектовані термістрами (елементом електронного керування системою охолодження) рис. 1.10, що дає можливість безперервно регулювати температурний режим двигуна. Сам термістор має негативний температурний коефіцієнт, опір якого змінюється залежно від температури. За холодного двигуна, опір давача максимальний, а вихідна напруга близька до 5 В. З підвищенням температури двигуна, вихідне значення напруги зменшується (опір термістора падає). За значенням падіння напруги на

давачі, блоком керування і розраховується температура охолоджувальної рідини у двигуні.

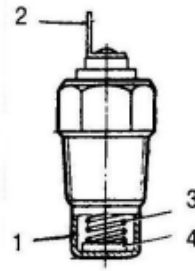
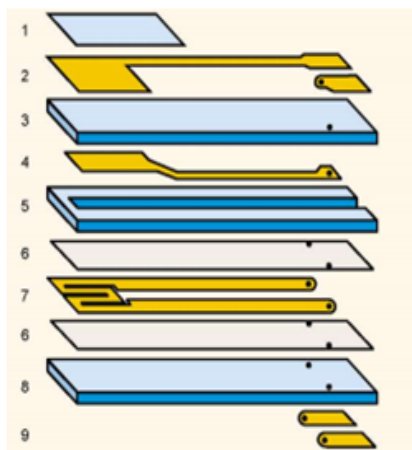


Рисунок 1.10 – Конструкційна схема давача температури охолоджуючої рідини: 1 – корпус; 2 – контакт; 3 – термостійка пружина; 4 – терморезистор.

Більш точне температурне регулювання досягається, завдяки застосуванню двох давачів температури охолоджувальної рідини. Один встановлюється на виході з двигуна, а інший – на виході з радіатора.

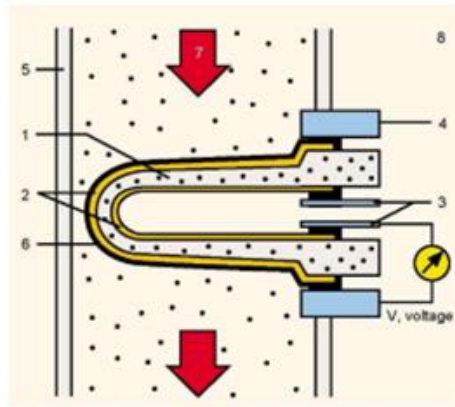
До таких давачів відноситься давач кількості кисню, що інформує бортовий електронний блок керування наявністю невикористаного кисню у відпрацьованих газах. Дані знімаються у вигляді вихідної напругою ( $V_S = 0,45$ ), яка є середнім значенням і постійно утримується на рівні показників збідненої і збагаченої паливо-повітряної суміші (робочим тілом якого є цирконій).

На рис. 1.11 зображено конструктивно-технологічну схему даного давача.



- 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)

Рисунок 1.11 – Конструктивно-технологічна схема давача кисню [11]:

а) робочі шари давача;

б) конструктивні елементи і робота давача:

1-керамічний шар; 2 – електроди; 3 – електричні виводи; 5 – випускна труба; 6 – пориста керамічна оболонка; 7 – відпрацьовані газы

Основним робочим елементом давача із зворотнім зв'язком, являється комірка «Нернста» з загущеним електролітом і газонепроникна кераміка діоксид цирконію  $ZrO_2$ . Ззовні, керамічний корпус контактує з відпрацьованими газами, а з внутрішньої сторони – чистим атмосферним повітрям. У внутрішню і зовнішню частини давача встановлені електроди, які покриті активним платиновим матеріалом. Зовнішній електрод працює, як каталізатор, підтримуючи постійно взаємозв'язок із відпрацьованими газами (стехіометричний стан рівноваги). Захисним елементом від ударів і надмірних теплових перепадів, служить металева трубка з отворами (ззовні), а внутрішня порожнина (де встановлюється є атмосферне повітря), являється референтною (контролюючою).

Нормальний процес роботи сенсора кисню починається за температури відпрацьованих газів не нижче  $350^{\circ}C$ . А різниця наявності кисню у вище зазначених чутливих зонах, сприяє формуванню електричної енергії (напруги між активними поверхнями). Стан напруженості електричного середовища суттєво залежить від кількості іонів кисню, що протікають через дві

поверхні. Відповідно, кількісний показник залишків кисню у токсичних газах, впливає на співвідношення палива із повітрям, що поступає у камери згоряння.

У випадку перевищення показника кисню за базове значення відповідного рівня, електронний блок керування зчитує значення палива і повітря робочої суміші (збагачена або збіднена), і поступово починає процес зменшення чи збільшення часу відкриття електромагнітного клапану паливної форсунки. Даний процес відбувається із деяким запізненням, зумовлений індифікацією суміші давачем кисню. Для прикладу, чим довша тривалість різниці кількості іонів кисню за базову, тим довше електронний блок стимулює електронну систему (через форсунку) працювати на збідненій суміші. Такий процес взаємодії систем продовжується до часу, поки відбудеться перемикання лямда-зонда на інше робоче значення вихідної напруги. Тобто, робоча суміш повинна постійно коливатися між збідненою і збагаченою сумішами, що означає справну роботу давача кисню, рис. 1.12 [10], [11].

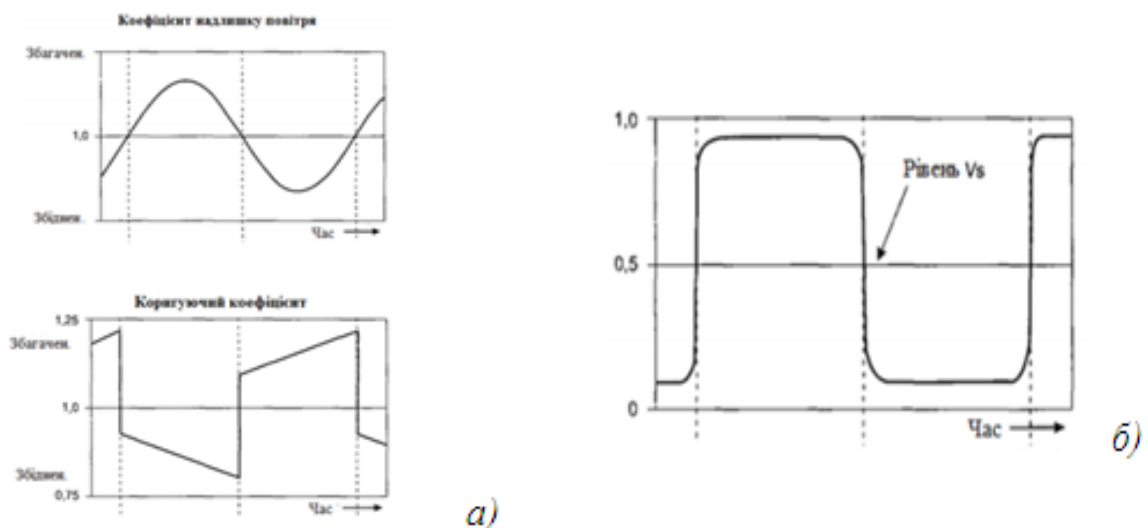


Рисунок 1.12 – Електричні імпульси системи стабілізації стехіометричного складу робочої суміші:

*a)* осцилограма зміни коефіцієнту надлишку повітря;

*б)* осцилограма давача кисню.

Частоту перемикачів сигнальних імпульсів давача кисню, яка залежить від кількості кисню у відпрацьованих зазах, можна визначити за відомою формулою:

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

де  $t_{iL}$  –тривалість проходження палива від паливної форсунки через магістралі до давача кисню. Встановлено, що для двигунів внутрішнього згоряння на холостому ході, частота перемикачів сигналів сенсора кисню знаходиться в діапазоні від 0,5 .... 2,0 ГЦ.

Слід зазначити, що контролер електронної системи керування двигуном, не тільки сприймає електричні сигнали від давача кисню, але отримує, диференціює і співставляє сигнали обертів колінчастого валу (за сформованого певного навантаження на двигун), які є заложені у пам'яті бортового комп'ютера.

Бувають випадки, коли значення вихідних пульсуючих сигналів давача є завищені, і електронний блок керування не може належно їх сприйняти, переходячи тим самим на аварійний режим роботи (з значною перевитратою палива) з засвічуванням лампочки «Check».

Для швидкого відновлення роботи давача, нами прийнято рішення, частково модернізувати мережу формування електричних вихідних імпульсів, шляхом встановлення додаткового обладнання та довести вихідні сигнали до норми.

### **Висновки**

Проведено аналіз електронних систем керування двигунами внутрішнього згоряння, та досліджено їхні найвразливіші сторони під час експлуатації автомобіля.

Левову частку відмов системи, займає неякісна робота давача кисню (за використання невідповідної марки палива, неякісної роботи системи запалювання, завчасно зношеної поршневої групи і багато інш. факторів).

Для підвищення експлуатаційної придатності давача, нами запропонована часткова його модернізація, шляхом встановлення додаткового обладнання в електричне коло вихідних сигналів.

## 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Дослідження теплового балансу двигуна з несправним і модернізованим сенсорами кисню

За методикою [16], розрахунок теплового балансу бензинового двигуна з електронним управлінням, будемо проводити з несправним і модернізованим давачами кисню. Даний розрахунок, являється основою для подальшого дослідження його техніко-економічних показників.

Теплоту  $Q$ , після згоряння робочої суміші, отримаємо за:

$$Q = Q_n \cdot G_{\text{п}}, \text{ кДж/год} \quad (2.1)$$

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

$G_{\text{п}}$  - годинна витрата палива, кг/год.

Годинна витрата палива визначиться:

$$G_{\text{п}} = N_e \cdot g. \quad (2.2)$$

Теплоту  $Q_e$ , (еквівалентна ефективній роботі двигуна), отримаємо за:

$$Q_e = 3600 N_e, \quad (2.3)$$

а теплота  $g_e$ , (витрачена на корисну роботу):

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \% \quad (2.4)$$

Теплота  $Q_B$ , (витраченої у навколишнє середовище):

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{23} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot 3,6, \text{ кДж/год} \quad (2.5)$$

де  $C$  – коефіцієнт втрат ( $C = 0,43 \dots 0,55$ ) [14];

$i$  – кількість циліндрів;

$D$  – діаметр циліндра, мм;

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

$\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря.

Тоді, теплота  $g_B$ , (витрачена системою охолодження):

$$g_B = \frac{Q_B}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.6)$$

Теплота  $Q_{\text{г}}$ , витрачена з випускними газами:



$$Q_r = C_p \cdot (T_r - T_{o.c.}) \cdot (G_{пов.} - G_{п}), \text{ кДж/год} \quad (2.7)$$

де  $C_p$  – середня теплоємність відпрацьованих газів,  $C_p = 1.44$  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.

Кількість повітря  $G_{пов.}$ , що потрапляє у камери згоряння:

$$G_{пов.} = 14,5 \alpha \cdot G_{п}, \text{ кг/год} \quad (2.8)$$

приймаємо  $G_{п} = 6,4$  кг/год.

Частка теплоти  $q_r$ , витраченої з випускними газами:

$$q_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.9)$$

Інші витрати  $Q_{ін.в.}$ :

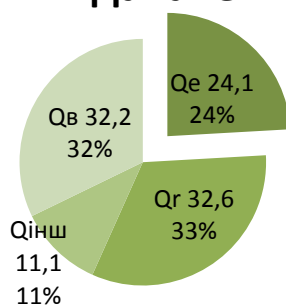
$$Q_{ін.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_b) \quad (2.10)$$

Частку  $q_{ін.в.}$ , отримаємо:

$$q_{ін.в.} = \frac{Q_{ін.в.}}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.11)$$

За розрахованими значеннями теплового балансу, отримаємо наступні діаграми, рис.2.1.

### З модернізованим давачем



### З неякісно-працюючим давачем

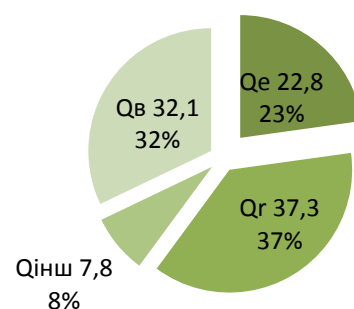


Рисунок 2.1 – Діаграми теплового балансу бензинового двигуна з електронним управлінням

Аналізуючи діаграми (див. рис. 2.1) можна сказати наступне, що часткова модернізація давача кількості кисню у випускній магістралі бензинового двигуна з електронним управлінням, сприяє виділення більшої кількості ефективної теплоти газів  $Q_e$ , в порівнянні із некоректною його роботою.

Даний процес зумовлений правильною корекцією і оптимізацією приготування робочої суміші у камерах згорання двигуна за різних його робочих характеристик.

### **Висновки**

Розрахунок теплового балансу бензинового двигуна з електронним управлінням показав, що за некоректних вихідних сигналів давача кисню (коли двигун переходить у аварійний режим роботи) кількість ефективної теплоти газів  $Q_e$  зменшується на 1,3 %, відповідно і знижуються техніко-економічні і екологічні показники.

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Технологія відновлення роботи датчика кисню

У випадку некоректної роботи датчика кисню (коли вихідні електричні імпульси не відповідають значенням, які заложені у пам'яті електронного блоку керування), двигун переходить у аварійний режим роботи, про що свідчить поява на електронному табло приладів галограмки «Check Engine», рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Аварійна робота двигуна

Для відновлення експлуатаційної придатності сенсора кисню, використали електричну схему, рис. 3.2:

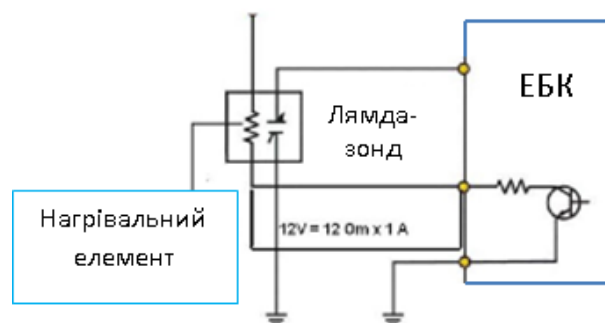


Рисунок 3.2 – Електрична схема датчика кисню.

Технологічні операції по відновленню вихідних імпульсних сигналів (які повинні знаходитись у межах (0,2 ...0,9 В), будуть формуватись у наступному порядку:

- Прогріти двигун до робочої температури сенсора кисню (250 °С);
- За допомогою діагностичного обладнання, встановити значення вихідних імпульсних сигналів;
- Підібрати необхідне обладнання, яке б забезпечило спад напруги на виході не більше 0,9 В.
- Очистити ізоляцію із електропровідника вихідних сигналів датчика, і роз'єднати його;
- Вимкнути акумуляторну батарею від бортової електромережі автомобіля;
- Встановити (впаяти) в роз'єми електропровідника вихідного сигналу резистор (опором 1 мОм, 0,5 Ват). Слід зазначити, що за увімкненого запалення, напруга у провіднику становить 3,4 В, а за працюючого двигуна – напруга падає;
- Додатково, під'єднати конденсатор до сигнального і масового провідників, рис. 3.3.

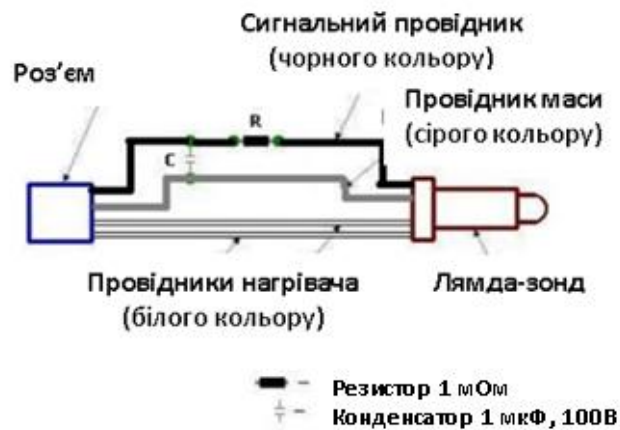


Рисунок 3.3 – Схема модернізованої електромережі лямда – зонда.

- Вихідний сигнал лямда – зонда не повинен перевищувати середнє робоче значення 0,4 В;
- Автомобіль готовий до експлуатації.

Після проведених технологічних операцій з модернізації електричної мережі давача кисню, аварійний режим роботи двигуна повинен припинитися («Check Engine» – зникає).

На рис. 3.4 зображена технологічна схема проведення робіт з модернізації електромережі сенсора кисню.

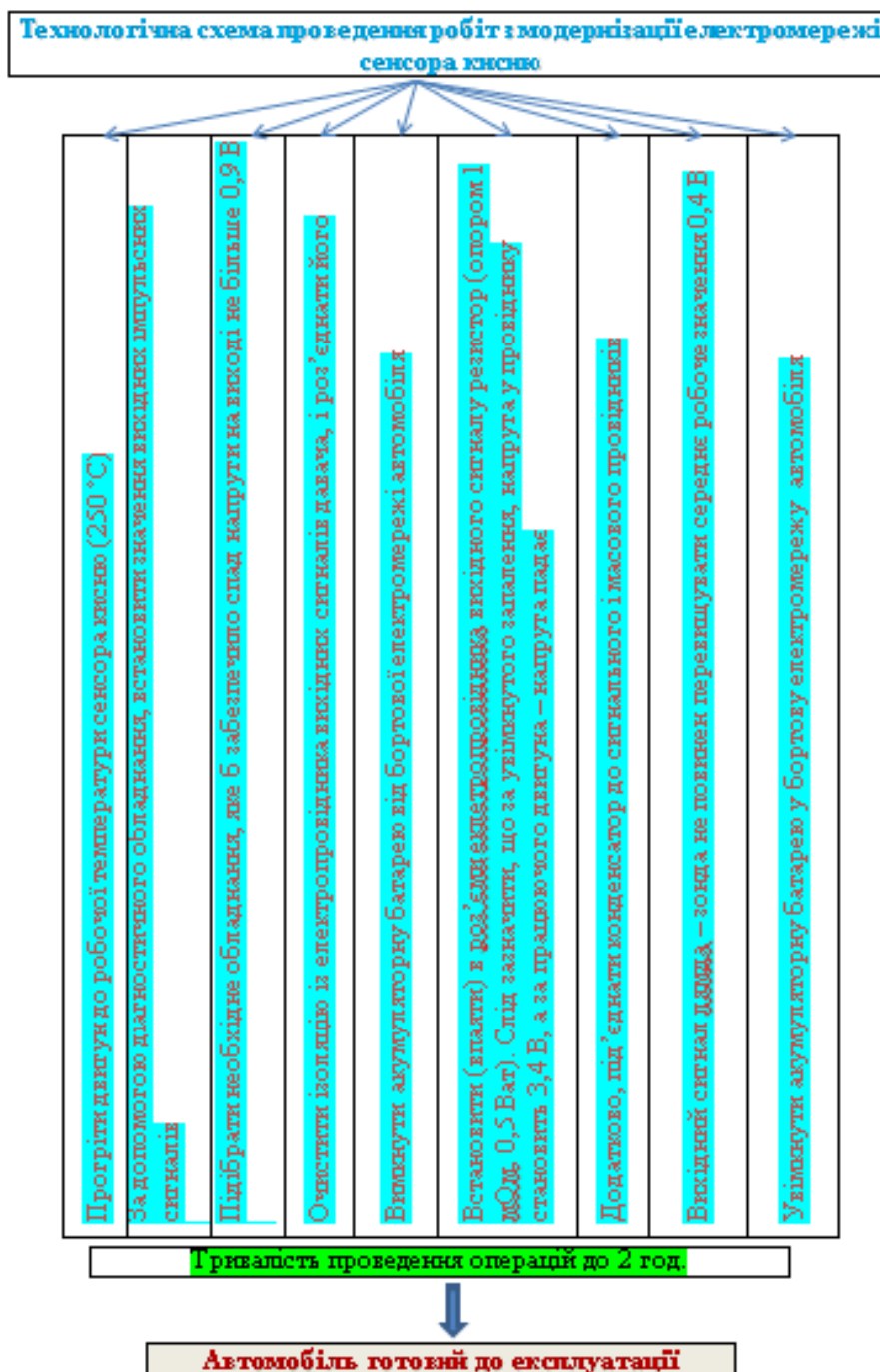


Рисунок 3.4 - Технологічні операції відновлення роботи давача сенсора КИСНЮ.

Відновлення електричних імпульсів сенсора кисню, дає можливість подальшої експлуатації двигуна з електронним управлінням та економії коштів на придбання нового, близько 700,00 грн.

### **Висновки**

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

## 4 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 4.1 Додаткові елементи для відновлення роботи сенсора кисню

На рис. 4.1 зображено додаткові елементи модернізованої електромережі давача кисню.

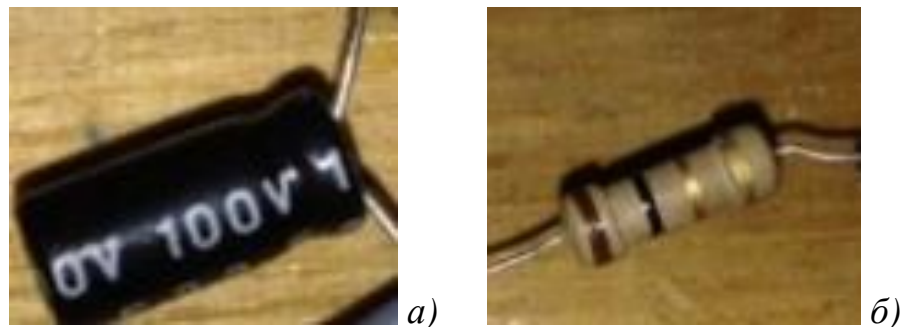


Рисунок 4.1 – Додаткові елементи для відновлення вихідних електричних сигналів сенсора кисню:

*a)* конденсатор;

*б)* резистор

### 4.2 Технічна характеристика додаткових елементів

Електролітичні конденсатори на 1 мкФ мають алюмінієвий електролітичний конденсатор радіального типу, тобто електролітичний накопичувальний пристрій постійної ємності 1мкф при напрузі 50В, 63В, 100В, 160В, 200В, 250В, 350В, 400В, 450В. Допустиме відхилення ємності становить  $\pm 20\%$ . Сам корпус - циліндричний з односпрямованими гнучкими електропровідниками радіального типу (radial lead) або з жорсткими виводами пелюстковими (snap-in). Дані конденсатори мають полярний тип конструкції. Полярність, короткі технічні дані і маркування конденсатора нанесені на корпусі. Температурний режим середовища становить від +105

до  $-55^{\circ}\text{C}$ . Граничний тангенс кута втрат  $\text{tg}\delta$  не вище 0,24, максимальний струм – 3 мкА. Напрацювання становить не менше 2000 год.

Радіальні електролітичні конденсатори широко використовуються в зарядних пристроях, електроджерелах живлення, частотних перетворювачах, акустичній та побутовій техніці (див. рис.4.1 *a*)).

Резистори є найпоширенішими елементами радіоелектронної апаратури.

Основною одиницею електричного опору відповідно до міжнародної системи одиниць є Ом. На практиці використовуються похідні одиниці: кілом (кОм), мегаом (МОм), гігаом (ГОм), тераом (ТОм), які пов'язані з основною одиницею наступними співвідношеннями:

Резистори бувають постійні і змінні. Змінні діляться на регульовальні та підстроювальні. У постійних резисторів опір не міняється.

За допомогою змінних резисторів (потенціометрів), здійснюються різні регулювання опору електромережі. Резистори, опір яких змінюють тільки в процесі налагодження радіоелектронного пристрою, називаються підстроювальними.

Резистори характеризуються наступними параметрами: номінальним значенням опору, допустимим відхиленням опору від номінального значення, номінальною (допустимою) потужністю розсіювання, максимальною робочою напругою, температурним коефіцієнтом опору, власними шумами та коефіцієнтом напруги. Як правило, номінальне значення опору  $R$  позначається на корпусі резистора. Справжнє значення опору резистора може відрізнятись від номінального в межах допустимого відхилення (допуску, що визначається у відсотках по відношенню до номінального опору) [10].

На корпусі резистора, як правило, наноситься фарбою його тип, номінальна потужність, номінальний опір, допуск та дата виготовлення.

Для маркування малогабаритних резисторів використовують буквенно-цифровий код (див. рис.4.1 *б*)). Код складається з цифр, що позначають номінальний опір, літери, що позначає одиницю виміру, та



літери, що вказує на допустиме відхилення опору. Для прикладу, 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 рисунку 4.2 зображено загальний вигляд модернізованої електромережі вихідних сигналів сенсора кисню.



Рисунок 4.2 – Модернізована електромережа сенсора кисню.

Позитивними сторонами додаткових елементів, що складають міні модуль сигнального електропровідника є: не значні габаритні розміри, мінімальна вартість елементів та швидке відновлення роботи сенсора кисню.

### **Висновки**

Представлено додаткові елементи, що сприятимуть відновленню імпульсних вихідних сигналів сенсора кисню.

Визначено місце модернізації системи, та представлено основні характеристики додаткового обладнання.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Різновиди небезпечних обставин на підприємствах

Будь який технологічний процес вимагає дуже точних виконань правил техніки безпеки, записаних у відповідній інструкції з охорони праці [6].

Безпечне транспортування вантажів, забезпечується правильним і рівномірним розміщенням у кузові автомобіля. Для того, необхідно дотримуватись наступних правил:

- не перевантажувати автомобіль;
- розподілити вантаж по всій площині навантажувальної платформи;
- вантаж не повинен виступати за габарити автомобіля;
- автомобілі та причепа повинні мати шини з глибиною протектора не менше 1,6 мм;
- з початком руху автомобіля, водій зобов'язаний впевнитися у відсутності попереду чи біля автомобіля людей. Водій зобов'язаний здійснювати рух згідно маршруту зі швидкістю безпечною для інших рухомих технічних засобів, та людей. Уникати наїздів на каміння, ями і інші перешкоди, які можуть спричинити небезпечну травмонебезпечну ситуацію.

Особливо небезпечну обстановку створює керування транспортом у важких дорожніх умовах. Під час такого руху необхідно увікнути габаритні вогні та зменшити швидкість.

Значні незручності виникають під час руху запиленою ґрунтовою дорогою. Водій, у цей час, може втратити пильність і зїхати із дорожнього полотна. Причиною такого явища виступає обмежена видимість.

Попередження виникненню небезпечних аварійних ситуацій, під час виконання технологічного процесу транспортування зернових культур, може за умови моделювання такого процесу (табл. 5.1)

Таблиця 5.1 - Моделювання процесів формування та виникнення небезпечних ситуацій  
під час транспортування зернових

Виробнича безпека					
Вид робіт	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)	Можливі наслідки	Заходи попередження небезпечним ситуаціям
1	2	3	4	5	6
1. Транспортування зернових	Рух польовою дорогою НУ <sub>3</sub> .  Дорога підвищеної вологості НУ <sub>4</sub> .	Автомобіль рухається на підвищеній швидкості НД <sub>2</sub> . Мал. протектор НД <sub>3</sub>	Можливе занесення автомобіля НС <sub>3</sub>	Травма  Аварія	Замінити шини  Повинна бути безпечна швидкість руху автомобіля
<pre> graph LR     NU3 --&gt; NS3     NU4 --&gt; NS3     ND2 --&gt; NS3     ND3 --&gt; NS3     NS3 --&gt; NS2     NS3 --&gt; T     T --&gt; A </pre>					

Продовження табл. 5.1

Виробнича безпека					
Вид робіт	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)	Можливі наслідки	Заходи попередження небезпечним ситуаціям
2. Під час зупинки автомобіля	Несправне стоянкове гальмо НУ <sub>6</sub>	Водій здійснює обслуговування автомобіля НД <sub>3</sub>	Самовільний рух автомобіля НС <sub>4</sub> Падіння водія під колесо НС <sub>3</sub> Наїзд автомобіля на водія НС <sub>6</sub>	Травма	Відлагодити стоянкове гальмо
<pre> graph LR     NU6[НУ<sub>6</sub>] --&gt; ND3[НД<sub>3</sub>]     ND3 --&gt; NS4[НС<sub>4</sub>]     NS4 --&gt; NS3[НС<sub>3</sub>]     NS4 --&gt; NS6[НС<sub>6</sub>]     NS4 --&gt; End[...] </pre>					

## 5.2 Заходи з охорони праці під час експлуатації автомобіля

Особи, зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах, повинні суворо дотримуватися вимоги техніки безпеки [4]. Навантаження і розвантаження треба виконувати із застосуванням механізмів, призначених для цієї мети. Ніхто не повинен перебувати в радіусі вильоту стріли навантажувального механізму. Автомобіль, що знаходиться під навантаженням або розвантаженням, треба загальмувати; водій не має права відлучатися від місця навантаження або розвантаження. Якщо автомобіль встановлюють для завантаження бункера, то під'їжджати під нього слід заднім ходом, орієнтуючись по встановленим обмежникам, а центр кузова потрібно розташувати під отвором бункера. При вантажно-розвантажувальних роботах забороняється виконувати ремонтні роботи, огляд та операції технічного обслуговування. Занурені на автомобіль контейнери необхідно добре закріпити, не допускаючи їх переміщення в кузові. Центр ваги автомобіля, завантаженого контейнерами (особливо високими), знаходиться значно вище. Враховуючи це, водій автомобіля, що перевозить контейнери, потрібно рухатися і гальмувати плавно, на поворотах зменшувати швидкість руху. Заборонено перевозити пасажирів у кузові разом з контейнерами.

## 6 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

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.

Екстенсивне використання земельних та водних ресурсів шляхом збільшення залучення до виробництва земельних площ, вирощування сільськогосподарських культур, широке використання хімічних і біологічних засобів для збільшення врожаю - все це є причиною глобальної зміни клімату, порушення температурного і водного балансів.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, широкозахватних агрегатів на окремих механізованих операціях призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту. Робочі органи сільськогосподарських машин і знарядь інтенсивно розпушують ґрунт, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, особливо на територіях, що піддаються вітровій та водній ерозії.

### **6.1 Охорона ґрунтів**

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Вони відіграють активну роль очищенні природних і стічних вод, ґрунтово - рослинний покрив є регулятором водного балансу суші.

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

В господарстві щорічно проводиться заходи щодо покращання родючості цих ґрунтів, зокрема вапнування, гіпсування, ерозійні заходи.

Значних збитків сільському господарстві завдає ерозія. Тому, одним з найважливіших природоохоронних засобів є боротьба з ерозією. Ерозія - руйнування ґрунту та гірських порід потоками води або вітру, а також технічними засобами.

### **6.2 Правильна утилізація ПММ**

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

Спалюючи велику кількість палива, сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів у господарстві проводиться контроль для своєчасного проведення технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів. Також потрібно слідкувати за справністю системи живлення двигуна, гідросистеми та її окремих агрегатів.

Під час роботи потрібно вибирати такі режими, які відповідають екологічній роботі машинно-тракторного агрегату. Особливо це стосується ділянок поля, що прилягають до лісонасаджень або польових доріг.

При експлуатації резервуарів господарство застосовує засоби, які зменшують витрати від випаровування.

Для зберігання нафтопродуктів в господарстві використовують стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що мало випаровуються, 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.

### **Висновки**

Представлено заходи-попередження про виникнення небезпечних ситуацій на автомобільних підприємствах.

Описано техніку безпеки під час проходження ТО автомобіля та доведено умови безпечної його експлуатації.

Подано перелік заходів по охороні довкілля, стосовно автомобільного парку, який суттєво впливає на стан навколишнього середовища.

## 7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 7.1 Експлуатаційні витрати автомобіля, за неякісної роботи сенсора кисню

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 [12].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за:

$$Z = Z_n + Z_{zm} + Z_{TO} + Z_{av} + Z_{ш} + Z_{zn} \quad (6.1)$$

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

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g}{100} \quad 6.2$$

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:

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

Тоді, з модернізованим давачем:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g_{\text{PE}}}{100}, \quad 6.3$$



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

Отже:

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

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

Тоді, витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{то} = N_{тр} \cdot l_{тр} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 6.4$$

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

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

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{амор.} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_в}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{кап.р.}}{10^5}, \text{ грн} \quad 6.5$$

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

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

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

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

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

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для несправної системи

$$Z = 2,76 + 1,2 + 0,661 + 0,21 + 0,32 + 6,1 = 10,66 \text{ грн/км};$$

- з відновленою

$$Z = 1,83 + 1,2 + 0,661 + 0,21 + 0,32 + 6,1 = 9,73 \text{ грн/км.}$$

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

- з модернізованою

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

- з несправною

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

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

$$E = (2345,20 - 2140,00) \cdot 5 = 1026,00 \text{ грн./рік}$$

### **Висновки**

Під час експлуатації автомобіля ВАЗ 1117 «Калина» з неякісною роботою сенсора кисню, підвищується витрата палива та зменшується експлуатаційний ресурс двигуна. Шляхом незначної модернізації електромережі давача, витрати палива знизились до 0,93 л/км, а річні економічні втрати по паливу (для п'яти автомобілів), будуть складати 1026,00 грн/ рік.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено аналіз електронних систем керування двигунами внутрішнього згоряння, та досліджено їхні найвразливіші сторони під час експлуатації автомобіля.

Левову частку відмов системи, займає неякісна робота давача кисню (за використання невідповідної марки палива, неякісної роботи системи запалювання, завчасно зношеної поршневої групи і багато інш. факторів).

Розрахунок теплового балансу бензинового двигуна з електронним управлінням показав, що за некоректних вихідних сигналів давача кисню (коли двигун переходить у аварійний режим роботи) кількість ефективної теплоти газів  $Q_e$  зменшується на 1,3 %, відповідно і знижуються техніко-економічні і екологічні показники.

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

Представлено додаткові елементи, що сприятимуть відновленню імпульсних вихідних сигналів сенсора кисню.

Визначено місце модернізації системи, та представлено основні характеристики додаткового обладнання.

Представлено заходи-попередження про виникнення небезпечних ситуацій на автомобільних підприємствах.

Подано перелік заходів по охороні довкілля, стосовно автомобільного парку, який суттєво впливає на стан навколишнього середовища.

Під час експлуатації автомобіля ВАЗ 1117 «Калина» з неякісною роботою сенсора кисню, підвищується витрата палива та зменшується експлуатаційний ресурс двигуна. Шляхом незначної модернізації електромережі давача, витрати палива знизились до 0,93 л/км, а річні економічні втрати будуть становити 1026,00 грн/ рік (для 5-ти автомобілів).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
2. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. / Москва: СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с. Грабовский А. А. канд. техн. наук, И.И. Артемов, д-р техн. наук Способ повышения экономических и экологических показателей поршневых двигателей / Двигатели внутреннего сгорания, 2012 С. 88-93.
3. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
4. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
5. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Элементы электронных систем управления автомобильными двигателями : [навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 132 с.
6. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Экология та автомобильный транспорт: навчальний посібник / К.: Арістей, 2006. 292 с.
7. Литвиненко В.В., Майструк А.П. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник. / Москва: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. 176 с.
8. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. / Львів: Видавництво НУЛП, 2006. 440 с.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
10. Halderman J.D. Automotive technology./ Boston: Prentice Hall, 2011. Electronic Book.

11. Чудаков Е.А. Пути повышения экономичности автомобиля / Труды Автомобильной лаборатории института машиноведения, вып. 12, С. 109 - 110.
12. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
13. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
14. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородін С.І. Особливості розробки циклу теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора / Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет 33 конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р ХНАДУ, Харків, 2017, С. 25 – 27.
15. Двигуни внутрішнього згоряння : [підручник] : у 6 т. / [за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова].:Т. 2 : Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. – Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. – 367 с.
16. Ерохов В. И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика) : [учебник для вузов] / В. И. Ерохов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2011. – 552 с.
17. Лещенко В. П. Кислородные датчики / В. П. Лещенко. – М. : Легион-автодата, 2003. 112 с.
18. Литвиненко В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели : [краткий справочник] / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. – М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с
19. Руководство по ремонту автомобиля «SENS»; ЗАО «ЗАЗ» Запорожский автомобилестроительный завод». – Запорожье, 2007. – 296 с.