

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **«ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСПРАВНОЇ СИСТЕМИ
ЗАПАЛЮВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СЕНСОРА КИСНЮ»**

Виконав: студент 6 курсу групи Ат- 61

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

Логущ Віктор Ігорович
(прізвище ім'я та по батькові)

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

Рецензенти: _____
(наук. ст., вчене звання, прізвище ініціали)

ДУБЛЯНИ 2021

УДК 621.432.31

Логуш В. І. «Дослідження впливу несправної системи запалювання на показники роботи сенсора кисню» / кваліфікаційна робота на присвоєння освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»: Дубляни. Львівський НАУ, кафедра автомобілів і тракторів, 2021. - 50 с. текст. част., 2 табл., 28 рисунків, 17 аркушів ілюстрованого матеріалу (слайдів), 18 бібліографічних назв.

Опрацьовано літературні джерела, стосовно роботи систем запалювання сучасних двигунів з ЕБУ та визначено їхні ненадійні сторони.

Досліджено тепловий баланс бензинового ДВЗ з несправною «СОР» системою запалювання.

Подано методику і результати діагностично-експериментальних спостережень двигуна з некоректною роботою системи запалювання та вплив її на роботу сенсора кисню.

Кваліфікаційна робота описує можливість визначення у найкоротші строки, причину загоряння на інформаційному табло приладів «ЧЕК» (про несправну роботу двигуна).

Описано заходи з охорони праці, які забезпечать техніку безпеки під час проведення діагностично-експериментальних досліджень.

Досліджено річні економічні втрати бензинового двигуна, за некоректної роботи системи живлення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1 Початок впровадження електроніки і мехатронних систем на автотранспортні засоби	8
1.2 Особливості систем	9
1.3 Зворотній зв'язок із електронною системою запалювання	11
1.4 Різновиди систем.....	14
Висновки до розділу 1.....	22
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	23
2.1 Розрахунок теплового балансу двигуна за неякісної роботи індукційної котушки системи СОР.....	23
Висновки до розділу 2.....	24
3. МЕТОДИКА ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИЧНО-ЕКСЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
3.1 Причини несправної роботи індукційних котушок системи СОР.....	25
3.2 Методи перевірок стану індукційних котушок	25
3.3 Обладнання для діагностично-експериментальних досліджень.....	26
3.4 Методика проведення комп'ютерної діагностики системи запалювання інжекторного двигуна	27
Висновки до розділу 3	28
4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
4.1 Вплив неякісної роботи котушки запалювання на значення теплового балансу інжекторного двигуна	29
4.2. Результати діагностично-експериментальних досліджень	29
Висновки до розділу 4.....	32

5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	33
5.1 Державне управління охороною праці.....	33
5.2 Небезпечні випадки на автопідприємствах	35
5.3 Методи протидії виникненню небезпечних обставин.....	36
5.4 Безпечні заходи під час діагностично-експериментальних робіт.....	38
5.5. Зовнішній захист лабораторії	41
Висновки за розділом 5.....	44
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	45
6.1 Дослідження експлуатаційних витрат	45
Висновки до розділу 6.....	47
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	48
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	49

ВСТУП

Починаючи з 2021 р, в провідних країнах світу, значних темпів розвитку набуло автомобілебудування. Тобто, розвинулась тенденція, що до розміщення виробництв у країнах, Європи, Азії та багатьох інших континентах. Такі дії породжуються, завдяки високій конкуренції новітніх автомобілів, які повинні бути: надійними, довговічними, економічними і екологічними. Тому, науковим персоналом постійно ведуться все нові і нові пошуки в розробці електронних систем запалювання. Як правило, практично всі виробники автотранспорту перейшли на застосування електронних систем керування двигуном. Вони фактично стали класичними.

Відповідно до цього, у нашій країні і за її межами, постійно ведуться пошуки удосконалення класичної системи запалювання (за покращені їхні характеристики). А це — домагання зниження вторинної напруги на малих і великих обертах колінчастого вала двигуна (коли забруднені свічки запалювання, знижена напруга акумулятора під час запуску і інших факторах).

Наслідком модернізованих електронних систем запалювання є зниження викидів токсичних речовин у атмосферу від використання різних палив ДВЗ. А це відповідно підвищення екологічних стандартів з Євро – 3 до Євро – 4, Євро – 5 і Євро – 6.

Не зважаючи на суттєвий технологічний розробок двигунобудування, всі системи, що входять у їхню конструкцію, все ж таки не підняли на достатній рівень техніко-економічні екологічні показники бензинових двигунів, а зазнають час від часу відмови і потребують своєчасного відновлення.

Одним із способів оперативного відновлення справної роботи електронної системи запалювання, це застосування діагностичного обладнання «ХТУ DIAG» і програмного продукту «OVPEN DIAG», що дасть змогу достовірно отримати місце незадовільної роботи механізму.

Наші дослідження будуть стосуватися впливу несправних індукційних котушок запалювання на роботу сенсора кисню, який контролює роботу систему запалювання і систему живлення (тобто повноту згоряння робочої суміші на різних режимах роботи ДВЗ).

І тому, на наше переконання, робота є актуальна і направлена на швидке відновлення якісної роботи «СОР» системи запалювання бензинового двигуна з електронним управлінням.

Мета роботи: дослідження та швидке відновлення роботи системи запалювання двигуна, завдяки використанню комп'ютерного діагностичного обладнання «ХТУ DIAG» і персонального комп'ютера.

Об'єкт дослідження: «СОР» система запалювання бензинового двигуна.

Предмет дослідження: Вплив індивідуальних котушок запалювання на роботу сенсора кисню.

Задачі досліджень:

1. Проаналізувати літературні джерела, на предмет впливу котушок запалювання на роботу бензинового двигуна .
2. Отримати результати теплового балансу двигуна, за неякісної роботи системи запалювання.
3. Представити обладнання для проведення діагностично-експериментальних робіт.
4. Дослідити вплив котушок запалювання на робочі характеристики сенсора кисню і на роботу ДВЗ у цілому.
6. Представити техніку безпеки на проведення діагностично-експериментальних робіт.
7. Розрахувати річні експлуатаційні втрати автомобіля, за неякісної роботи системи запалювання бензинового двигуна.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Початок впровадження електроніки і мехатронних систем на автотранспортні засоби

Інтенсивний розвиток автомобілебудування з електронним управлінням набув з 2000 року. З'явилося багато підприємств, що широко почали налагоджувати свою співпрацю з підприємствами Європи, Азії та Америки. З'явилась жорстка конкуренція між виробниками у напрямках економічності і екологічності автотранспортних засобів.

Значне використання у виробництві автомобільної техніки електронних систем, вплинуло на модернізацію основних систем автомобільної техніки. А це швидкість і точність передачі виконавчим механізмам і системам інформації для роботи двигуна у відповідному режимі. Тоді, як традиційні механічні системи, не забезпечують належну роботу по подачі палива у камери згоряння та вчасне його займання. Позитивною стороною ЕБК двигуном, є здатність само діагностуватися (отримання на інформаційному табло кодів несправностей), що дає можливість швидкому відновленні даного вузла чи механізму. Відповідно, електронні системи дають можливість забезпечити оптимально-якісну робочу суміш на всіх режимах роботи ДВЗ, що значно підвищує економічні і екологічні показники.

Слід зазначити, що електронні системи запалювання є досить надійними і значного періодичного техобслуговування не вимагають. Дана система дозволяє збільшити зазор між контактами свічки запалювання на 20 — 30 %, так як у напруга у вторинній обмотці котушки запалювання є вищою ніж у класичних системах. І тому, процес згоряння робочої суміші протікає більш повніше, що спричиняє підвищення потужності і економічності двигуна та покращує його запуск.

Тривалість процесу іскрового розряду, надзвичайно впливає на займання робочої суміші та експлуатаційні характеристики самого двигуна. Вона складає біля 0,2 — 0,6 мс. У випадку зменшення тривалості розряду,

відбувається поганий процес запуску двигуна, а за збільшених значень – електроди свічок піддаються температурній ерозії. І для таких моментів ЕБК регулює дані процеси під час запуску і в період подальшої експлуатації двигуна, коли встановлюється його нормативний температурний режим. Тобто, забезпечується автоматичне встановлення кута випередження запалювання, відповідно до будь якої частоти обертання колінчастого валу, навантаження на двигун за різного складу робочої суміші.

1.2 Особливості систем

Електронні системи на сучасних автомобілях запалювання є досить складовою складовою управління ДВЗ. Вона контролює об'єднані системи впорскування і запалювання. А в останніх модельних рядах автомобілів можуть контролюватися системи: впуску, випуску і охолодження.

На сьогоднішній день, використовуються слідуочі конструкції електронних систем запалювання, такі як: Bosch Motronic , Simos , Magneti - Marelli і інші [12].

Існуючі електронні системи запалювання можна розділити на:

- системи з розподільником;
- системи прямого запалювання.

Електронні системи запалювання першого виду - використовують механічний розподільник, що дає можливість розподіляти подачу струму високої напруги на індивідуальну свічку запалювання. А у системах прямого запалювання - подача високої напруги на свічки подається безпосередньо з індукційної котушки.

Для надійної роботи електронних систем, необхідні вхідні точні електричні імпульси. Ці імпульси забезпечують різного роду давачі, що входять у конструкцію системи управління ДВЗ [4]:

- давач обертів колінчастого валу;
- давач фаз газорозподілу;

- давач МВП;
- давач детонації ;
- давач температури повітря;
- давач температури охолоджуючої рідини ;
- давач тиску повітря ;
- давач положення дросельної заслінки ;
- давач положення екселератора;
- давач тиску палива ;
- давач кількості кисню у відпрацьованих газах.

Тобто, у конструкцію систем входять три блоки, рис. 1.1 [12].



Рисунок 1.1 – Конструктивна схема електронної системи запалювання.

А на рис. 1.2 відображено схему використання давачів для ЕБУ бензинового двигуна.

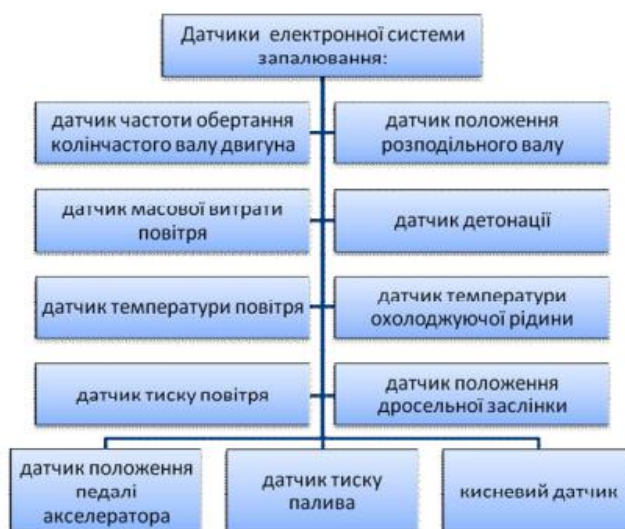


Рисунок 1.2 - Давачі які використовує ЕСЗ.

Мікропроцесорні системи запалювання на сучасних двигунах, дозволяють до кожної свічки подавати струм з високою напругою індивідуально (по багатоканальному провіднику) [16]. Тут почали використовуватись лазерні свічки запалювання, що не потребують проміжного енергоносія – котушки запалювання. За рахунок цього підвищується надійність системи, тобто її ККД і відповідно запобігається вплив високочастотних електричних розрядів на електроблоки бортової мережі автомобіля. Слід зазначити, як тільки у керуючій обмотці з'являється електрострум достатнього рівня для сердечника M_1 , тут же обмотка перестає живитися енергією, відбувається процес створення високої напруги у вторинній обмотці. Якщо керуюча обмотка знеструмлена, а електрична енергія насичення подається через обмотку W_B'' , відбудеться процес насичення сердечника M_2 , тоді створиться висока напруга у обмотці W_2 .

Такий процес трансформації енергії насичення є досить надійний, а трансформатор є невеликим з помірною вагою, рис. 1.3.

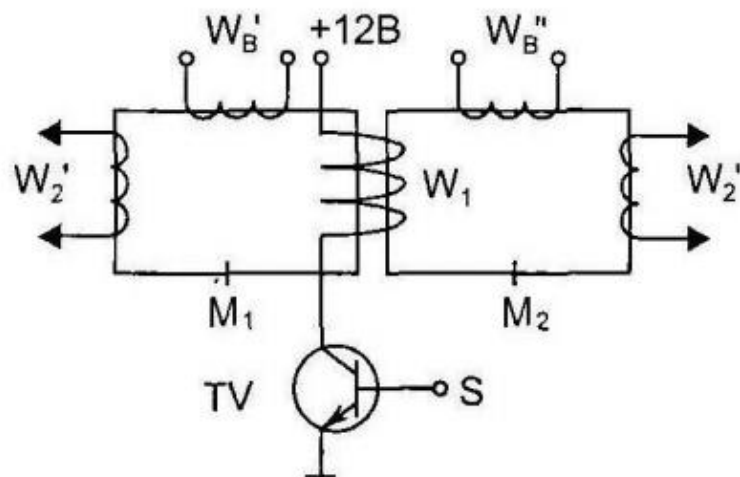


Рисунок 1.3 – Схематичне зображення магнітного модулятора [15].

1.3 Зворотній зв'язок із електронною системою запалювання

Сенсор кількості кисню починає працювати, як тільки температура випускних газів досягне рівня 200°C і більше, а температурний режим двигуна буде становити близько 50°C . Тоді, вся інформація з сенсора

подається на ЕБК і порівнюється із вихідною напругою $V_S = 0,45\text{В}$, яка являється середнім значенням вихідних сигналів між рівнями збідненої і збагаченої робочих сумішей. Активною масою (електролітом) давача в основному слугує цирконій, рис. 1.4.

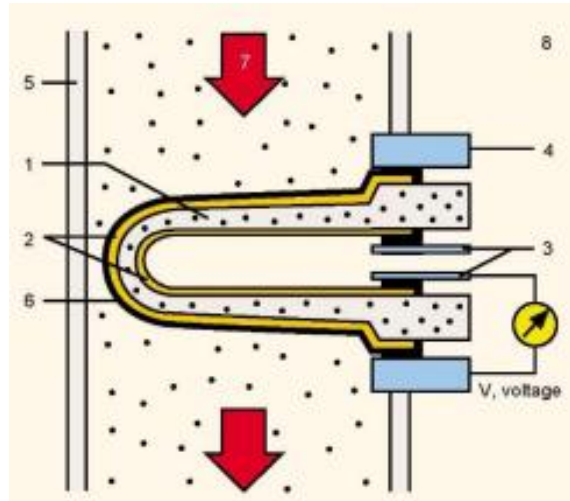


Рисунок 1.4 – Схематичне зображення роботи сенсора кисню [14]:

1 – керамічний матеріал; 2 – електроди; 3 – контактні з'єднання; 4 – корпус; 5 – випускна; магістраль 6 – керамічно-пориста оболонка; 7 – потік відпрацьованих газів; 8 – атмосферне повітря.

На даному рис. 1.4 зображений сенсор кисню з гальванічною коміркою та загущеним електролітом. Сама робота електроліту і кераміки з (ZrO_2) діоксидом цирконію, який стабілізований (Y_2O_3) оксидом ітрію. Із зовнішньої сторони, охоплюється відпрацьованими газами, а із внутрішньої – контактує з атмосферним повітрям. Зовнішня і внутрішня сторони кераміки містять тонкі шари платини (електроди)[14]. Зовнішній платиновий електрод – працює, як каталізатор, підтримуючи у наступному шарі (де знаходяться відпрацьовані гази) різного роду хімічні реакції. Тобто відбувається процес стехіометричної рівноваги. Чутлива кераміка, що взаємодіє з відпрацьованими газами, покрита шпинельовою керамікою (тетраоксид діалюмінію-магнію) для уникнення забрудненості, а залізна щільна трубка захищає кераміку від ударів та високих надмірних температур. Внутрішня атмосферна камера є, як референсна сторона давача.

Робота датчика полягає у наступному, за температури близько $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище, кераміка пропускає іони кисню (з зовнішньої так і з внутрішньої сторони). Їхня різниця, формує процес утворення електричного потенціалу (тобто напруги). А відповідно, величина напруги буде залежати від кількості кисню у цих комірках. Залишковий кисень у відпрацьованих газах, пропорційний кількості паливу і повітря у камерах циліндрів. Якщо концентрація кисню у випускних газах перевищує базове значення $0,4\text{ В}$, ЕБК впізнає робочу суміш – як, збагачена, і поступово починає зменшувати тривалість відкриття електроклапанів на паливних форсунках, тобто, заставляє систему працювати на збідненій робочій суміші. Внаслідок такої дії сенсора кисню, робоча суміш постійно змінюється на збіднену і збагачену, рис. 1.6 [11-15].

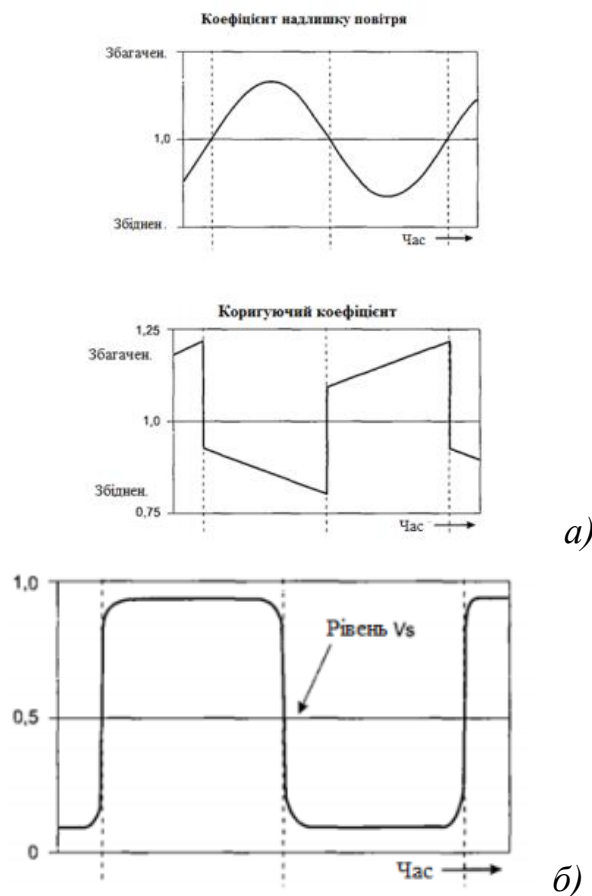


Рисунок 1.6 – Осцилограми:

- a) стабілізації стехіометричного складу паливо-повітряної суміші;
- б) сенсора кисню.

Частота перемикання сенсора кисню, можна визначити [12]:

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

де t_L – тривалість руху палива від форсунки до давача кисню. Досліджено, що на холостих обертах двигуна, частота перемикання f сенсора від 0,5 до 2,0 Гц.

Також, слід зазначити, що робота контролера по подачі палива заключається не тільки з використанням сигналу сенсора кисню, але використовуються калібровані діаграми на осях (тобто оберти колінчастого валу, залежно від навантаження на двигун), що зложені у пам'яті бортового комп'ютера.

1.4 Різновиди систем

На сьогоднішній день, системи запалювання на сучасних ДВЗ постійно модернізуються і відрізняються між собою конструкцією і принципами роботи. До їхніх відмінностей належать: принцип визначення моменту запалювання; розподіл високої напруги по циліндрах.

Основною складовою будь яких систем запалювання, являється здатність забезпечити оптимальний кут випередження запалювання. Цей процес необхідний для того, щоб створилися максимально висока теплова маса газів, яка у подальшому забезпечила б максимальну корисну роботу поршневої групи циліндра двигуна.

Слід зазначити, що кут випередження запалювання надзвичайно чутливий до частоти обертання колінчастого валу і навантаження. Якщо збільшити оберти вала, поступальний рух поршнів збільшується, а відповідно, тривалість згоряння робочої суміші є практично незмінна. І тому, кут випередження запалювання повинен бути збільшений, щоб забезпечити цю «constatu».

На рис. 1.7 зображена найпростіша система запалювання бензинового двигуна [18].

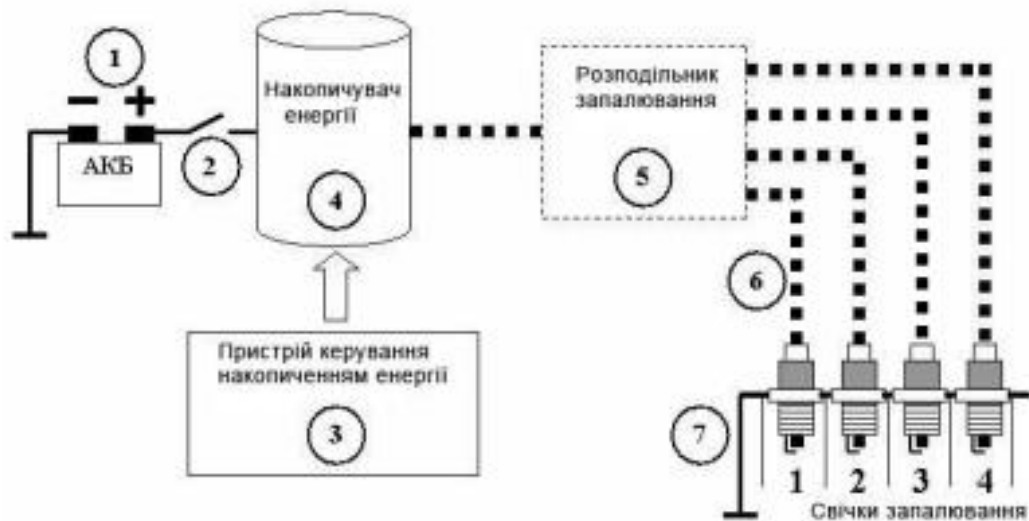


Рисунок 1.7 – Схема найпростішої системи запалювання ДВЗ [18]:

1 – джерело живлення; 2 – вимикач запалювання; 3 – пристрій керування накопиченням енергії; 4 – накопичувач енергії; 5 – розподільник запалювання; 6 – високовольтні дроти; 7 – свічки запалювання.

Джерелом живлення всіх існуючих систем запалювання ДВЗ являється акумуляторна батарея і генераторна установка автомобіля.

Мікропроцесорна система запалювання із всіма своїми комплектуючими, зображена на рис. 1.8. Система працює наступним чином, до БК надходять електричні сигнали від датчиків: кількості обертів колінчастого валу, розпредвалу, температури двигуна і інш.. Всі вхідні сигнали контролює комутатор (ЕБУ). Тобто, накопичує відповідну кількість електричної енергії та в автоматичному режимі, встановлює кут випередження запалювання на різних режимах роботи двигуна.



Рисунок 1.8 – МПСЗ бензинового двигуна [15].

Різновидами ЕСК сучасних автомобільних транспортних засобів є різна кількість датчиків, їхнє розміщення на ДВЗ та різні їхні конструктивні особливості по способу утворення і передачі електричних сигналів. Для прикладу, комутатор - запальник являється транзисторним ключем, що сприймає електричні імпульси від бортового компютера, і у відповідний момент вмикає чи відмикає живлення у первинне коло котушки запалювання. Залежно від конструктивного рішення, наявність комутаторів у системі може бути декілька (прив'язка до котушок запалювання). Є системи, із різним розміщенням ключів: об'єднані з електронним блоком керуванням; не об'єднані, індивідуальні до кожної котушки запалювання, об'єднані у окремий блок відносно електронного блоку управління і котушок, індивідуально у індукційних котушках (СОР система) [14].

Є дві групи накопичувачів електричної енергії:

- Індуктивним способом (накопичення енергії починається з первинної обмотки котушки запалювання та у вторинній обмотці (індуктивно, коли первинне коло розмикається;
- Накопичення електричної енергії у конденсаторі (залежно від ємності конденсатора), і за необхідності проходить через котушку запалення (ідентично роботі трансформатора). Тоді, як правило, у вторинній обмотці

індукується висока напруга, яка направляєється на свічки запалювання. Дана система накопичення енергії отримала назву CDI (Capacitor Discharge Ignition) «запалення від розряду конденсатора». Слід зазначити, що широкого використання у автомобілебудуванні вона не отримала. В основному її використовують на мотоциклах, мопедах, скутерах. Основною її перевагою перед існуючими системами, це створення електричного розряду високої напруги, не залежно від обертів колінчастого ДВЗ

Все частіше, на сучасних автомобілях використовують системи:

- індивідуального запалювання (EFS і COP системи), рис. 1.9;
- з синхронним запалюванням (одна котушка на два циліндри (DFS системи)). Як, правило, мікропроцесорні системи управління у своєму складі можуть мати комутатор і один блок для індукційних котушок запалювання або індивідуальні блоки і комутатори – на кожну котушку. Комутатори можуть бути у комплекті із ЕБУ та відокремлено.



Рисунок 1.9 - Система незалежного запалювання [16].

На рис.1.10, зображена електронна система EFS з високовольтними провідниками і індивідуальними котушками запалювання.

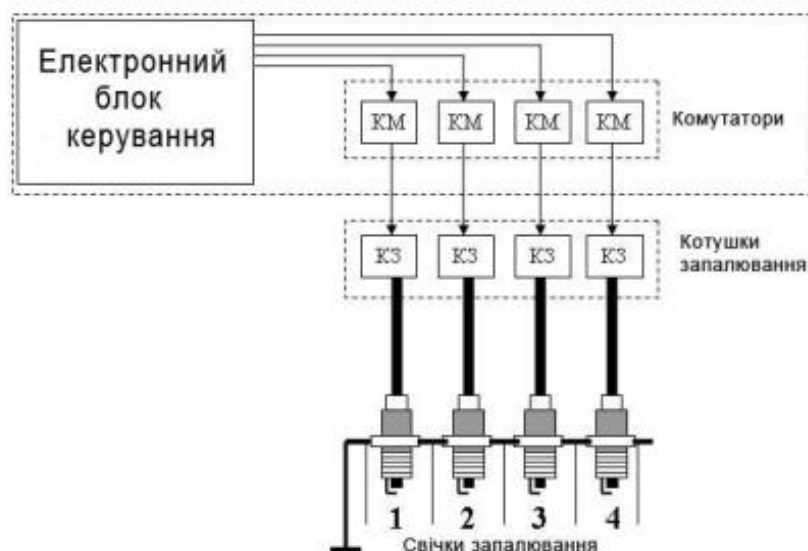


Рисунок 1.10 – Електронна система запалювання EFS [14].

На сьогоднішній день, на сучасних ДВЗ найбільш зустрічаються різновиди системи EFS (тобто COP система (Coil on Plug)) – «котушка на свічці»). Тут, свічка запалювання контактує із індукційною котушкою безпосередньо, рис. 1.10. У даній системі повністю відсутні провідники високої напруги.

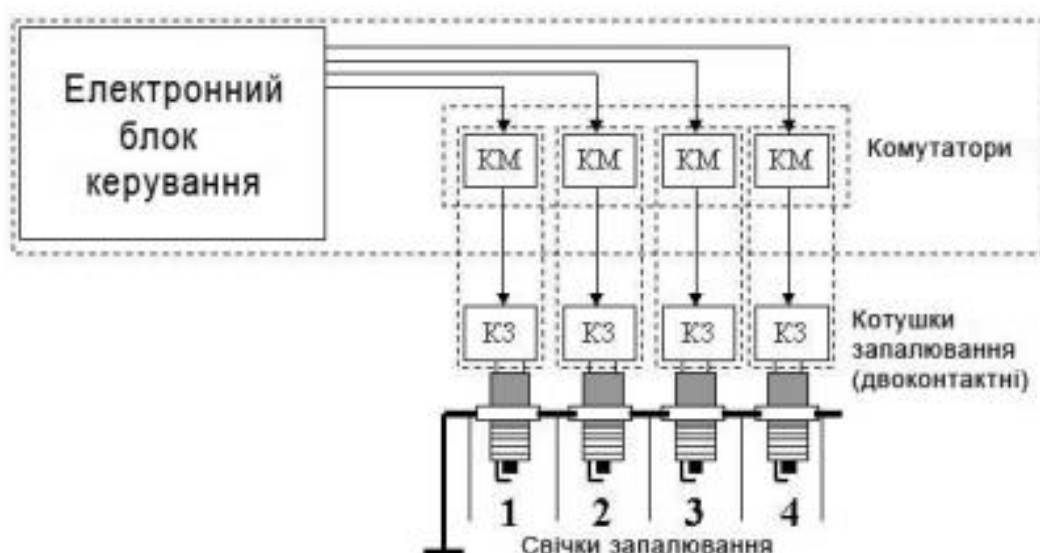


Рисунок 1.10 – Електронна система запалювання COP.

На рис.1.11 зображено модуль системи запалювання COP, що об'єднує: комутатор, індукційну котушку і місце контакту свічки запалювання.



Рисунок 1.11 - Модуль запалювання системи COP

Також, на сучасних ДВЗ використовують статично-синхронну систему запалювання (двовивідні індукційні котушки), DFS система, рис. 1.12. Тут, подача іскрового розряду відбувається одночасно у 2-ох циліндра: в одному – під час такту стиску, а в іншому - у такті випуску, тобто «холоста іскра». Дана система запалювання у літературних джерелах, трактується, як - «wasted spark». Якщо взяти до уваги 6-ти циліндровий V - подібний двигун, тут процес подачі іскри у 1 і 4 циліндрах відбувається одночасно, а поршні у циліндрах знаходяться у різних положеннях (різних тактах).



Рисунок 1.12 - Система запалювання DFS.

Слід зазначити, що у даній системі, вироблена високовольтна напруга з вторинної обмотки направляється на контакти свічок запалювання у різних напрямках (в одній - з центрального до бічного, а іншій – з бічного до центрального), рис. 1.13 [16].

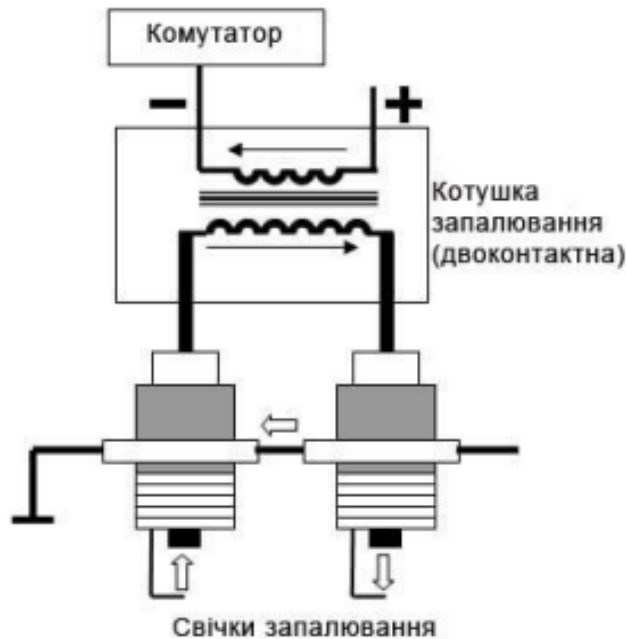


Рисунок 1.13- Схематичне зображення процесу роботи котушки запалювання DFS системи.

Величину напруги, що протікає у повітряному просторі між контактами свічки запалювання у вигляді іскрового розряду, можна визначити по її силі пробиття (за кольором). Також, слід зазначити, що іскровий потік є пропорційний тиску робочої суміші у циліндрі. Тому, від електронної системи запалювання, вимагається створення більшого пробивного розряду під час протікання такту стиску, ніж при такті випуску (так, як процес займання протікає в середовищі атмосферного тиску, що є наслідком незначних витрат електричної енергії).

Необхідно додати, що індукційні котушки в складі системи DFS можуть комплектуватися індивідуально від свічок (через високовольтні

провідниками), і безпосередньо контактувати з свічками запалювання (як у системі COP).

Ця система називається «DFS-COP», рис. 1.14.

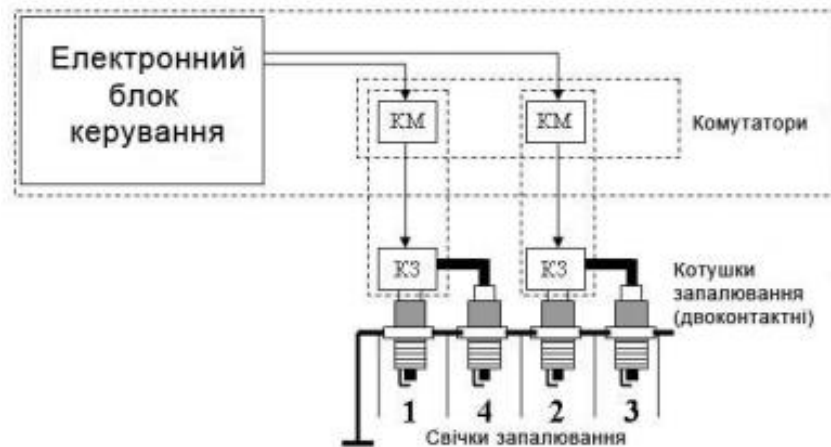


Рисунок 1.14 - Схема системи «DFS-COP» [16].

Особливість конструкції даної системи полягає у тому, що частково високовольтні провідники з'єднуються: з накопичувачем енергії, розподільником, свічками запалювання і безпосередньо - розподільник зі свічками. А, відповідно у COP системі - електропровідники є відсутні.

Як правило, свічки запалювання є різного конструктивного виконання, і служать індивідуально, для запалювання паливо-повітряної суміші у циліндрах двигуна. Слід зазначити, що існують електронні системи з двома свічками запалювання для кожного циліндра. При чому, їхня робота по подачі іскри, є не завжди одночасною [18].

Аналізуючи представлені вище електронні системи запалювання двигунів, можна сказати, що всі вони за деякий термін роботи та за різних умов експлуатації, піддаються певним відмовам. І тому, для швидкого і надійного їхнього налаштування, необхідне відповідне діагностичне обладнання та програмне забезпечення.

Тому, у нашій кваліфікаційній роботі, взято до уваги COP систему запалювання, як таку, що часто зустрічається на сучасних бензинових двигунах з електронним управлінням. В подальших розділах, нами буде

описуватися і досліджуватися вплив стану індукційних котушок запалювання на зворотній зв'язок сенсора кисню на роботу ДВЗ автомобіля ВАЗ 1117.

Висновки за розділом 1

Проаналізовано літературні джерела, стосовно впровадження електронних систем запалювання на сучасні ДВЗ.

Проаналізовано характеристики давачів електронної системи запалювання, особливо сенсорів кисню (їхній вплив на роботу двигуна, за причин підвищення чи пониження вмісту кисню у відпрацьованих газах).

Для швидкого і надійного виявлення відмов елементів сучасної електронної системи запалювання, нами запропоновано дослідити вплив неякісної роботи індукційної котушки на значення показників сенсора кисню у СОР системі.

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок теплового балансу двигуна за неякісної роботи індукційної котушки системи СОР

Повнота згоряння робочої суміші в основному залежна від: змінних робочих процесів, розмірів циліндрів і елементів поршневої групи, роботи системи охолодження, електронної системи запалювання (силового розряду на контактах свічки запалювання).

Проведення розрахунку теплового балансу (за неякісної роботи котушки запалювання системи СОР) сучасного двигуна, дозволить отримати вихідні значення економічних показників.

Для визначення загальної кількості теплоти Q ДВЗ (після згоряння робочої суміші), скористаємося формулою [11]:

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

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

G_n - годинна витрата палива, кг/год.

Годинну витрату палива отримаємо, як добуток ефективної потужності N_e , і питомої витрати палива g

$$G_n = N_e \cdot g. \quad (2.2)$$

А ефективна теплота газів Q_e , визначиться:

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

Тоді, теплота g_e , яка витрачається на корисну роботу, визначиться

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

Втрату теплоти Q_B , у навколишнє середовище, отримаємо з виразу:

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

де C – коефіцієнт втрат ($C = 0,45 \dots 0,55$) [11];

i – кількість циліндрів;

D – діаметр циліндра, мм;

n – к-сть обертів колінчастого валу, об/хв;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Кількість теплоти g_B , відведеної системою охолодження для бензинового двигуна визначиться, як:

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

А, кількість теплоти Q_r , витраченої з відпрацьованими газами, отримаємо за формулою:

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

де C_p – середня теплоємність відпрацьованих газів, $C_p = 1,43$ кДж/кг град;

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

$G_{пов.}$ і $G_{п}$ – загальна кількість паливо-повітряного заряду, кг/год.

Кількість повітря $G_{пов.}$, що поступило у камеру згоряння циліндрів, визначиться, як:

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

Приймаємо $G_{п} = 6,2$ кг/год.

Частку теплоти q_r , у відпрацьованих газах, визначимо:

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

Інші витрати теплоти $Q_{ін.в.}$:

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

А, їхня частка $q_{ін.в.}$:

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

Вище подана методика розрахунку теплового балансу двигуна, дасть можливість теоретично дослідити якість роботи нами досліджуваної електронної системи запалювання СОР.

Висновки до розділу 2

З використанням методики розрахунку теплового балансу бензинового двигуна з іскровим запалюванням, є можливість отримати процентне співвідношення виділеної теплоти, після згоряння паливо-повітряної суміші, за неякісної роботи котушки запалювання та впливу сенсора кисню.

3 МЕТОДИКА ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИЧНО-ЕКСЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Причини несправної роботи індукційних катушок системи СОР

- використання невідповідного палива;
 - неякісне паливо;
 - погана робота свічок запалювання;
 - невідповідне число розжарювання свічок;
 - підвищений опір свічок запалювання;
 - підвищений опір повітряного простору між контактами;
 - значні смолисті відкладення у місці розміщення контактів;
 - розгерметизація гумового чохла індукційної катушки (механічне ушкодження чи втрата еластичності матеріалу, що веде до утворення тріщин).
- відсутність контакту на комутаторі катушки запалювання;
 - свічка знаходиться у масляному середовищі (у місці завинчування у головку циліндрів).

3.2 Методи перевірок стану індукційних катушок

Для діагностики стану індивідуальних катушок запалювання у системі СОР, використовуються наступні методи:

- безпосередньо на працюючому двигуні (стан високовольтного розряду на між електродами свічки запалювання);
- наявністю електричного розряду через гумову вставку катушки на кільцеподібну масу;
- за допомогою діагностичного обладнання (к-стю пропусків запалення робочої суміші у циліндрі).

3.3 Обладнання для діагностично-експериментальних досліджень

Для швидкого дослідження проблемних сторін роботи системи запалювання СОР автомобіля ВАЗ 1117, нами було використане діагностичне обладнання сканер «ХТУ DIAG» і програмне забезпечення «Ovren-Diag».

На рис. 3.1, зображено розміщення основних виконавчих елементів системи СОР.



Рисунок 3.1 – Розміщення модулів системи запалювання інжекторного двигуна

На рис. 3.2 зображено діагностичне обладнання: ПК, адаптер-сканер «ХТУ DIAG».

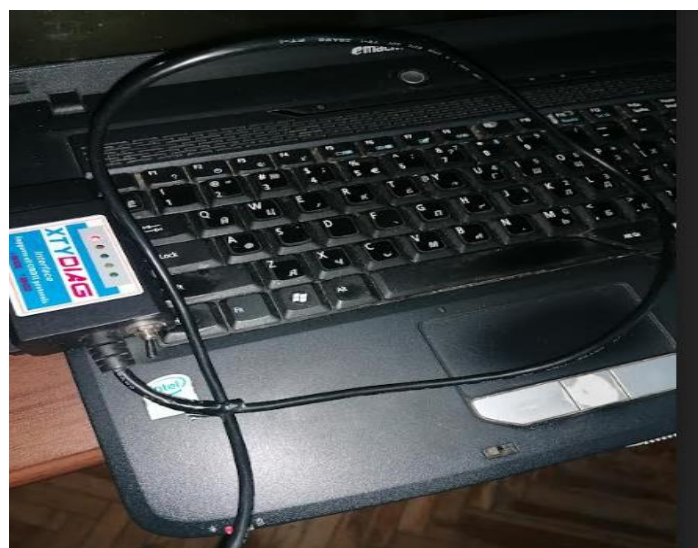


Рисунок 3.2 – Діагностичне обладнання для сканування роботи системи запалювання СОР.

3.4 Методика проведення комп'ютерної діагностики системи запалювання інжекторного двигуна

Перед проведенням діагностичних робіт ЕБК двигуна автомобіля ВАЗ, слід визначити вид блоку управління. Тоді, слід дослідити, яким адаптером і програмним ресурсом можна під'єднатися до бортової електронної мережі автомобіля.

Після пройденого етапу, на моніторі ПК висвітлиться вікно із певною кількістю досліджуваних параметрів роботи ДВЗ. Нам слід зосередитись на роботі системи запалювання, так як спостерігалася жорстка і нестійка (з підтруюванням) робота двигуна на холостих обертах. Тобто, необхідно дослідити, чи є присутність пропусків займання робочої суміші у циліндрах двигуна.

На рис. 3.3 представлено робоче вікно програмного продукту «Ovren-Diag», де відображено кількість пропусків запалювання у кожному циліндрі. У нашому випадку, для прикладу, взято скановану роботу справного бензинового двигуна, де пропуски по циліндрах є відсутніми. Тобто, це свідчення справної роботи системи запалювання.

Пропуски воспламенения	
Адаптация неравномерности вращения	0.0000
Счетчик обучения 2 диал.	600
Счетчик обучения 3 диал.	600
Счетчик обучения 4 диал.	600
Адаптация неравномерности 1 диал.	0.998
Адаптация неравномерности 2 диал.	0.998
Адаптация неравномерности 3 диал.	0.998
Адаптация неравномерности 4 диал.	0.998
Счетчик пропусков 2 цил.	0
Счетчик пропусков 4 цил.	0
Счетчик пропусков 3 цил.	0
Счетчик пропусков 1 цил.	0
Запрет оборотов < мин.	НЕТ
Запрет оборотов > макс.	НЕТ
Запрет приращения нагрузки	НЕТ
Запрет приращения оборотов	НЕТ
Запрет нагрузки < порога	НЕТ
Запрет блокировки топлива	НЕТ

Рисунок 3.3 – Сканована робота двигуна на кількість пропусків по циліндрах.

Використання комп'ютерного обладнання, допомагає оптимізувати процеси пошуку відмов будь-якого механізму чи систем у найкоротші строки. А результати діагностично-експериментальних робіт відображені у слідуєчому розділі.

Висновки до розділу 3

Описано і представлено методику і обладнання для проведення компютерного діагностування системи запалювання СОР інжекторного двигуна.

Представдене обладнання дозволить у найкоротші терміни, відновити роботу системи і підвищити техніко-економічні показники ДВЗ.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Вплив неякісної роботи котушки запалювання на значення теплового балансу інжекторного двигуна

За методикою розрахунку теплового балансу досліджуваного двигуна, представлено порівняльні вихідні значення (у вигляді діаграм) за справної і несправної системи запалювання, рис. 4.1.

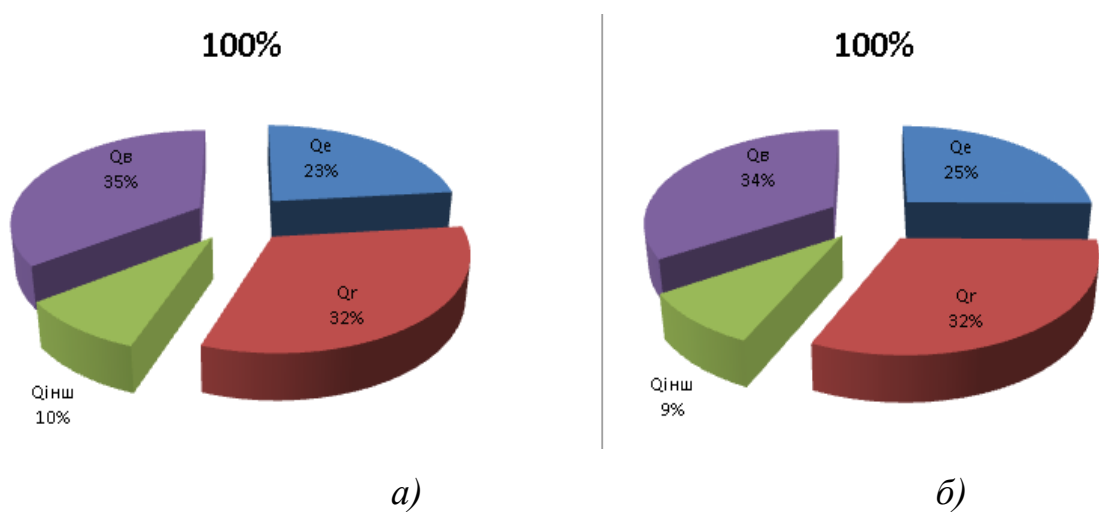


Рисунок 4.1 – Тепловий баланс бензинового двигуна:

а) з несправною системою запалювання;

б) з справною.

Порівняльні діаграми показують, що за несправної роботи індивідуальної котушки запалювання, значення ефективної теплоти зменшились близько 2%. А це відповідно: втрата потужності, підвищені витрати палива та збільшені норми викидів отруйних речовин досліджуваного двигуна.

4.2 Результати діагностично-експериментальних досліджень

В період початку експлуатації автомобіля ВАЗ-1117, на холостому ходу відчувається нерівна робота двигуна та підтроювання. Зі збільшенням

обертів, дані негативні процеси зникають. Також, поява неякісної роботи двигуна (втрата потужності) відчутна під час рівномірного руху автомобіля і через деякий час на дисплеї приладів з'являється гелограмка «Check», рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – Інформація про несправність.

Під'єднання діагностичного сканера до бортового ЕБУ автомобіля, і просканувавши роботу систем, отримали наступне, рис 4.3

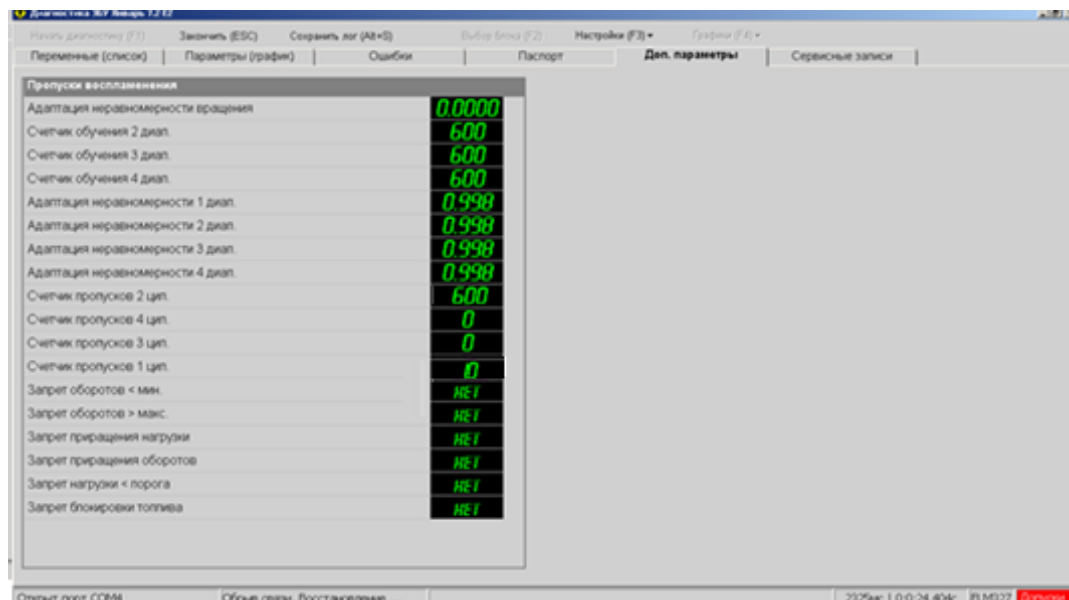


Рисунок 4.3 – Результати комп'ютерної діагностики (програмний продукт «Open Diag Free»).

Аналізуючи скановані дані роботи циліндрів, зауважили значні пропуски запалювання РС у циліндрі № 2, де вини становлять близько 600 п/с.

Це ознака неякісної роботи свічки запалювання або індукційної котушки системи СОР, про, що інформує поява «Чек» (спрацьовує сенсор кисню про його збільшений вміст у відпрацьованих газах).

На рис. 4.4, представлено коди помилок, які не піддаються видаленню. А це свідчення неякісного згоряння робочої суміші у 2- му циліндрі.

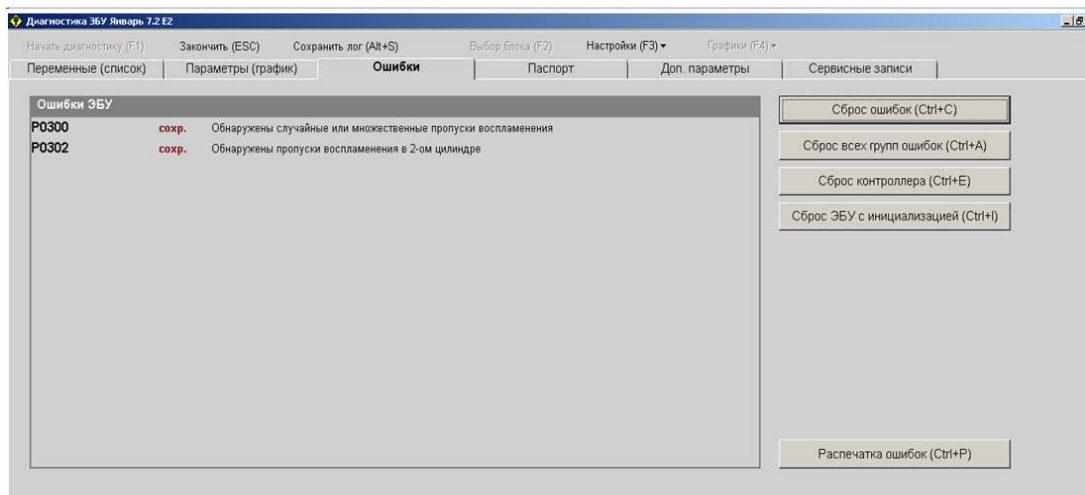


Рисунок 4.4 – Комп’ютерне сканування на наявність помилок у ЕБУ двигуном

На рис. 4.5 відображено роботу сенсора кисню за несправної роботи котушки запалювання у циліндрі № 2.

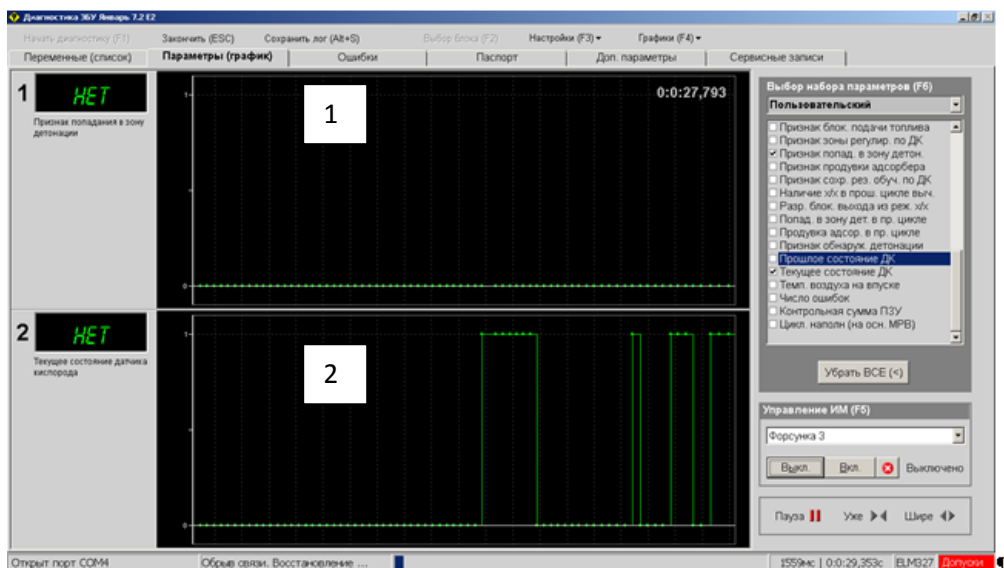


Рисунок 4.5 – Результати роботи сенсора кисню за неякісної роботи індукційної котушки СОР системи: 1 – в період прогрівання двигуна; 2 – двигун прогрітий близько 50°C.

Аналізуючи осцилограму роботи сенсора кисню, цілком можна стверджувати, що двигун працює із перебоями, тобто сенсор кисню інформує ЕБК на зменшення подачі палива у циліндри (так, як робоча суміш періодично поступає у циліндри збагаченою, на холостому ходу ДВЗ).

Висновки до розділу 4

За результатами теплового балансу доведено, що за неякісної роботи котушки запалювання системи СОР, ефективна теплота знизилася близько 2 %.

За використання сканера – адаптера, нами встановлено пропуски запалювання у 2-му циліндрі досліджуваного двигуна.

Доведено причину неякісної роботи 2-го циліндра. А це, використання невідповідної марки бензину А-92, відносно технічних умов експлуатації – А-95, що і спричинило збільшений опір повітряного простору між контактами свічки. Даний негативний процес, вплинув на перегорання вторинної обмотки модуля запалювання.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Державне управління охороною праці

Закон України «Про охорону праці» на державному рівні, дотримання законів охорони праці контролює спеціальна служба із охорони праці. Дані органи контролю охорони праці, являються незалежними у будь-яких господарських організаціях, громадських об'єднаннях, самоврядуваннях місцевого значення та політичних формуваннях [8].

Вони здійснюють:

- перевірки підконтрольні підприємства, фізичних осіб, які використовують зайнятість людей по найму;
- приписи роботодавцям для обов'язкового виконання і усунень недоліків щодо охорони праці;
- заборону використання чи закриття окремих робочих місць до усунення порушень, є небезпечними;
- адміністративні покарання робочого персоналу, які порушують законодавчі акти з охорони праці.

Керуючий організації зобов'язаний створювати комфортні і необхідні умови для роботи посадових осіб що мають нести відповідальність за охорону праці на підприємстві. Громадські адміністративні особи здійснюють перевірки за виконанням законодавства про охорону праці трудового персоналу (тобто створенням безпечних і екологічно-чистих умов праці самим роботодавцем:

1. Наданням працівникам одяжі (спецодяг);
2. Забезпеченням спецвзуттям;
3. І другорядними засобами з індивідуального захисту працюючої особи.

У випадку виникнення загрози здоров'ю працівників, профспілки зобов'язані діяти згідно закону, який передбачає:

- негайне припинення робіт у цих небезпечних місцях до повного

усунення загрози;

- проводити незалежну експертизу безпечності праці для робочого персоналу на відповідність нормативно-правовим актам;
- бути постійно на місці і приймати безпосередню участь у розслідуванні причин нещасного випадку;
- отримувати максимальну інформацію про причини виникнення нещасних випадків і робити заключні висновки.

Щоб виконати зазначені вище зобов'язання, роботодавець безкоштовно організує навчання, забезпечуючи необхідними засобами, і надає можливість найманим працівникам відгули від роботи (на передбачений законом колективним договором) термін зі збереження оплати праці. Працівники, що відповідають про охорону праці мають цілковите право вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення порушень безпеки праці, що зазначені у актах припису. Для відхилення не підлягають будь-які законні права та інтереси працівників з питань охорони праці. Інженер з охорони праці, які безпосередньо є відповідальними за безпеку і життя людей, діють відповідно до положення про роботу уповноважених, які можуть бути найманими працівниками (виконують безпосередньо на підприємстві).

Для проведення внутрішньовідомчого нагляду за станом охорони праці у галузях, проводиться безпосередньо міністерством чи відомством, тобто у галузі освіти - службою охорони праці. Відомства міністерства освіти і науки та обласні управління освіти здійснюють контроль за дотриманням безпеки умов праці відповідно до «Положення про організацію охорони праці та порядку розслідування нещасних випадків у навчально-виховних закладах» [8].

Виданий законодавчий акт «Про охорону праці» засвідчує, щоб усі працівники під час прийому на роботу і на протязі трудової діяльності проходили, інструктаж з охорони праці. Особи, які не пройшли перевірку знань з питань охорони праці, до своїх обов'язків трудової діяльності не допускаються. Засвоєнні знання працівників (з питань охорони праці) засвідчуються протоколами і підписами та виписуються посвідчення. Робочий

персонал, який отримав незадовільний результат, протягом одного місяця створюється комісія і призначається повторна перевірка знань працівників. І коли за наступної перевірки результат виявився незадовільний, працівника налаштовують (змушують) перевестися на інше місце праці, а робітникам із перерваним робочим стажем за відповідною професією, тобто більше одного року, необхідно повторно проходити навчання з охорони праці.

Допускаються до роботи особи, що пройшли вступний інструктаж з перевірки теоретичних знань на робочому місці. До таких інструктажів відносяться: вступні; первинні; повторні; позапланові і цільові.

5.2 Небезпечні випадки на автопідприємствах

Травматизм на виробництві являє собою сукупність явищ, що характеризується різними травмами на виробництві нещасними випадками.

До виробничої травми відносяться травми, отримані на виробництві (внаслідок порушень вимог охорони праці) [8]. До нещасного випадку відносять випадок що відбувся на виробництві (тобто раптова дія на працівника небезпечного виробничого фактора), що привів до шкоди його здоров'я або летального випадку. Додатково, до нещасних випадків відносяться гострі професійні захворювання, отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, ураження електричним струмом, блискавкою, ушкодження внаслідок аварій та багато інших.

Небезпечно-шкідливий виробничий фактор, що відбувся з людиною призводить до професійного захворювання (залежно від рівня і тривалості), являється надзвичайно небезпечним. Стан здоров'я людини, яке пов'язане із надмірним напруженням організму на робочому місці чи несприятливою дією виробничих факторів, трактується відповідно документів про «Охорону здоров'я людини на виробництві», як професійне захворювання. Для прикладу можна віднести хворобу, що виникла у наслідок надмірної вібрації у кабіні сільськогосподарської машини на протязі тривалого часу; тривалі звукові

ефекти (порушення слуху працюючого); надто велика загазованість повітря, що привела до захворювання дихальних шляхів. Останні захворювання можуть бути хронічними, або гострими.

5.3 Методи протидії виникненню небезпечних обставин

Для запобігання явищ виробничого травматизму і профзахворювань на виробництві потрібно знайти причини їх виникнення, що дозволить розробити конкретні плани для їх усунення. Їх можна поділити на групи: виробничо-технічні і психофізіологічні, що визначаються психологією та фізіологічними особливостями. Виробничі технічні причини - це організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні і інші. Організаційні причини – це виробнича дисципліна, не освоєння методів на виконання робіт і інструктажу стосовно робочого місця, відсутність інструкцій поводження на робочому місці, порушення відпочинку працюючих, відсутність технологічної документації, відсутність контролю за дотриманням правил охорони праці, відсутність інженера з охорони праці і багато інших причин.

Технічні причини - це відсутність безпечних пристроїв на машинах, технічний стан машин, низький і примітивний рівень механізації виробничих процесів на виробництві, неправильний вибір технологічних режимів, неякісне і невчасне технічне обслуговування робочих механізмів машин та обладнань, що використовується у виробничому процесі.

Санітарно-гігієнічні причини – це погані санітарні норми на робочому місці, збільшена концентрація отруйних речовин у робочому приміщенні та незадовільне освітлення.

Психофізіологічні причини зумовлені нездоровим психологічним впливом у робочому колективі підприємства, антропологічна невідповідність працюючого працівника умовам праці, незадоволеність працівника своїм робочим місцем.

Для безпеки робочого місця відносяться небезпечні зони які являють собою простір, який є небезпечний, або у якому діє шкідливий для здоров'я людини виробничий фактор. Для запобігання перебуванню людини у небезпечній зоні або ліквідувати її, використовують різноманітні засоби попередження, захист і інші методи. Об'єктивні засоби захисту об'єднують у себе огороження, запобіжні пристосування, ізоляцію, заземлення, нагортання ґрунту і інших захисних матеріалів по периметру небезпечної зони. До суб'єктивних засобів захисту відносять пристрої сигналізації, різні наглядні записи, контрольно-вимірювальні прилади, колір об'єктів, написи знаків «Небезпечна зона». Перелічені вище заходи не до кінця можуть сприяти надійному захисту від дії шкідливих впливів, оскільки поганий стан людини у великій мірі пов'язаний з виникненням нещасного випадку, тобто слаба сконцентрованість на небезпечну зону. Щоб забезпечити і запобігти небезпечному фактору, використовують стаціонарні огороження (що дають можливість ізолювати небезпечні зони (механізми різних машин де є ділянки робочих місць)).

В організаціях і інших небезпечних місцях використовуються наступні сигнальні кольори, що затверджені міждержавного стандарту ГОСТ 12.4.026—76 ССБТ: червоний - заборона, небезпека; жовтий - попередження, можлива небезпека; зелений - припис, безпека; синій - інформація. Зеленим кольором покривають поверхні сигнальних ламп, які забезпечують інформацію працюючому про нормальний режим роботи механізмів. Червоним кольором покривають поверхні корпусів і кожухів рухомого небезпечного обладнання різних механізмів. Синій фон наносять на місця заземлення об'єктів, а суцільними смугами покривають поверхні негабаритних вантажів, що транспортуються на мобільних засобах (автомобілях) або стаціонарні, на ненадійно закріплених об'єктах.

Одежа робітників, працюючих у небезпечних місцях, повинна відрізнятися від буденної різко контрастними відтінками і видимістю (повинна віддзеркалювати світло).

5.4 Безпечні заходи під час діагностично-експериментальних робіт

Лабораторний стенд для випробування бензинових ДВЗ автомобілів піддається різноманітним впливам навколишнього середовища (тиск повітря, поступальні чи обертові рухи штоків і кривошипів гальмівних стенду, електричні (вмикання у електромережу електролізної газової установки). Під час таких дій, обслуговуючий персонал стенду зобов'язаний контролювати умови допустимих рівнів і часу роботи вузлів і механізмів, розміщених на дослідному стенді. Ігнорування елементарних зазначених вище заходів, щодо експлуатації розробленої нами установки, може привести до травм і нещасних випадків під час виконання дослідних робіт. І тому, забезпечення безпечних умов праці у період роботи стенда являється одним із шляхів підвищення ефективності проведення різних експериментальних досліджень у лабораторії.

Хоча, передбачити можливі випадки травмонебезпечних і аварійних ситуацій характеризуються особливостями, що зумовлюють створення умов та підвищення виникнення ймовірних нещасних випадків у приміщенні де проводяться експерименти. Для того впливає необхідність проводити аналіз небезпечних операцій, що відбуваються у період запуску лабораторного стенда і піддослідної установки у комплект якої входить двигун із іскровим запаленням. Здійснимо диференціювання небезпечних зон:

- перша небезпечна зона - це вмикання у електромережу (220 В) електролізної установки (вона повинна бути заземлена і знаходитись у сухому безпечному місці);

- друга небезпечна зона – це місце підведення водневого газу до повітряної магістралі системи живлення ДВЗ (від можливої розгерметизації з'єднань, що може привести до опіків чи травмування верхніх кінцівок обслуговуючого персоналу):

Третя небезпечна зона – це місце випускних колекторів, температура яких досягає більше 300 °С. (можливе травмування кінцівок рук).

У табл. 5.1 представлено можливі випадки виникнення небезпечних ситуацій під час експлуатації піддослідної установки та вживання заходів для їх запобігання.

Таблиця 5.1 - Травмонебезпечні ситуації під час досліджень бензинового двигуна

Вид робіт	Виробнича безпека			Наслідк и	Заходи запобігання небезпечній ситуації
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
1	2	3	4	5	6
Вмикання у електромережу електролізної установки	Можливе ураження електрострумом (НУ ₁). Ймовірність отримати опіки рук (НУ ₂)	Під час вмикання у електромережу (НД ₁). У процесі електролізу водного розчину (НД ₂)	Під час перетворення водневого розчину у водневий газ H ₂ /O ₂ (НС).	Травма (Т)	Робота повинна виконуватись у захисних рукавицях
<p style="text-align: center;"> НУ₁ → НД₁ → НС → Т НУ₂ → НД₂ → НС → Т Модель процесу 1 </p>					
Запуск стенду	Ймовірність ураження електричним струмом (НУ)	Під час вмикання стенда (НД)	Мокрі кінцівки рук (НС)	Опіки і стрес (Т)	Використання захисних рукавиць і встановити заземлення
<p style="text-align: center;"> НУ → НД → НС → Т Модель процесу 2 </p>					
Регулювання системи запалення ДВЗ	Можливе ураження електричним струмом від системи запалення двигуна (НУ)	Дотикання до провідників в високої напруги системи запалення (НД)	Вологі кінцівки рук (НС)	Психологічний стрес (Т)	Захисні рукавиці

Продовження таблиці 5.1					
1	2	3	4	5	6
НУ → НД → НС → Т Модель процесу 3					
Визначення токсичності відпрацьованих газів	Можливе отруєння і опіки кінцівок рук (НУ)	Близька відстань до випускної магістралі і її герметичність (НД)	Контакт і розгерметизація магістралі (НС)	Отруєння і опіки (Т)	Попередній огляд кріплень і встановлення захисного елементу
НУ → НД → НС → Т Модель процесу 4					

Процес ураження електричним струмом організму людини (під час роботи піддослідної установки), виникає у результаті: несправностей електричної мережі стенду, неправильна експлуатація електричних пристосувань, відсутність заземлення, неякісна ізоляція провідників, присутність вологого середовища і багато інших факторів.

Для запобігання такому небезпечному явищу, необхідно вчасно проводити перевірки стану переліченого вище обладнання. Під час проведення процесу обслуговування обладнання, можливе випадкове вмикання електродвигуна (за умови, якщо частини одягу чи тіла перебувають у зоні ризику обертових чи рухомих частин), що може привести до травматизму обслуговуючого персоналу.

У період проведення досліджень викидів отруйних речовин з відпрацьованими газами (бензинового двигуна з використанням водневого газу), необхідно зосереджено і обачно ставитись до виконання цих процесів. Слід використовувати захисні рукавиці і респіратор для захисту дихальних шляхів. Аналізуючи можливе виникнення травм на лабораторному стенді, дозволить розробити ефективні запобіжні заходи: організаційні (тобто навчання, інструктажі, перевірка заземлення, здійснення контролю

безпеки технічних засобів); технічного стану (розробка і встановлення захисного обладнання, забезпечення ізоляції і позбавлення вологого середовища і багато інших заходів).

Роботи, що проводяться у лабораторних умовах повинні бути організовані так, щоб запобігти створенню і виникненню небезпечних обставин на випробувальних стендах. Температура корпусного обладнання та технологічних магістралей (до яких можливий контакт робочого персоналу), не повинен перевищувати 45°C , а елементи систем вентиляції, повинні забезпечувати нормативний мікроклімат у лабораторному приміщенні [8].

Захист від ураження електрострумом (у навчальних лабораторіях), повинні бути присутні діелектричні елементи чи кожухи (напруга дотику повинна не перевищувати 42 В у приміщеннях без підвищеної небезпеки).

Приміщення, у яких проводяться експериментальні дослідження повинні бути обладнані автоматичною системою пожежної сигналізації. Паливо мастильні матеріали і інші речовини, що використовуються під час досліджень, слід врахувати їхні фізичні і хімічні властивості і вимоги до пожежної безпеки. Також, у лабораторії, де проводяться дослідження лабораторних стендів повинні бути інструкції з охорони праці і журнали для проведення інструктажів.

5.5 Зовнішній захист лабораторії

Для забезпечення захисту будівель і інших споруд від прямих попадань електричного розряду блискавки (блискавковідводи, що являють собою добре заземлені провідники), повинні знаходитись вище будівель і споруд, що забезпечить зону захисту. Провідник блискавковідводу монтується на відстані не менше, як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення повинно бути виконаним з кутової сталі на відстані 1 м від фундаменту захисної будівлі, а опір розтікання заземлення не повинен бути більшим 10 Ом [8].

Максимальна ефективність блискавковідводу забезпечується тоді, коли розміри захисної споруди входять у захисну зону, яка визначається поверхнею одного або двох конусів.

Розрахунок блискавковідводу для лабораторії, де знаходиться випробувальний стенд для випробування системи живлення досліджуваного дизеля, необхідно визначити розміри будівлі. Після замірів, вона становить $50 \times 30 \times 10$ м.

Вимірявши розміри будівлі, проводяться розрахунки за наступною методикою [8] Приймають довільну висоту блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначають контури захисних зон, що утворилися. Коли споруда знаходиться в її межах, то розрахунки не проводяться або висота блискавковідводу зводиться до оптимальних розмірів (що дає можливість зекономити кошти на його виготовлення).

Радіус захисту r_x , подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою 25 м визначиться за відношенням, (рис. 5.1) [16]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (5.1)$$

де h – висота блискавкозахисту, м; h_x – висота будівлі, м.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 25$ м. Тоді ,

$$r_x = 1,6 \cdot 25 \cdot \frac{25 - 10}{25 + 10} = 17,1 \quad \text{м}$$

Захисна дія блискавковідводу характеризується коефіцієнтом захисту, k_x , що визначиться за відношенням:

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (5.2)$$

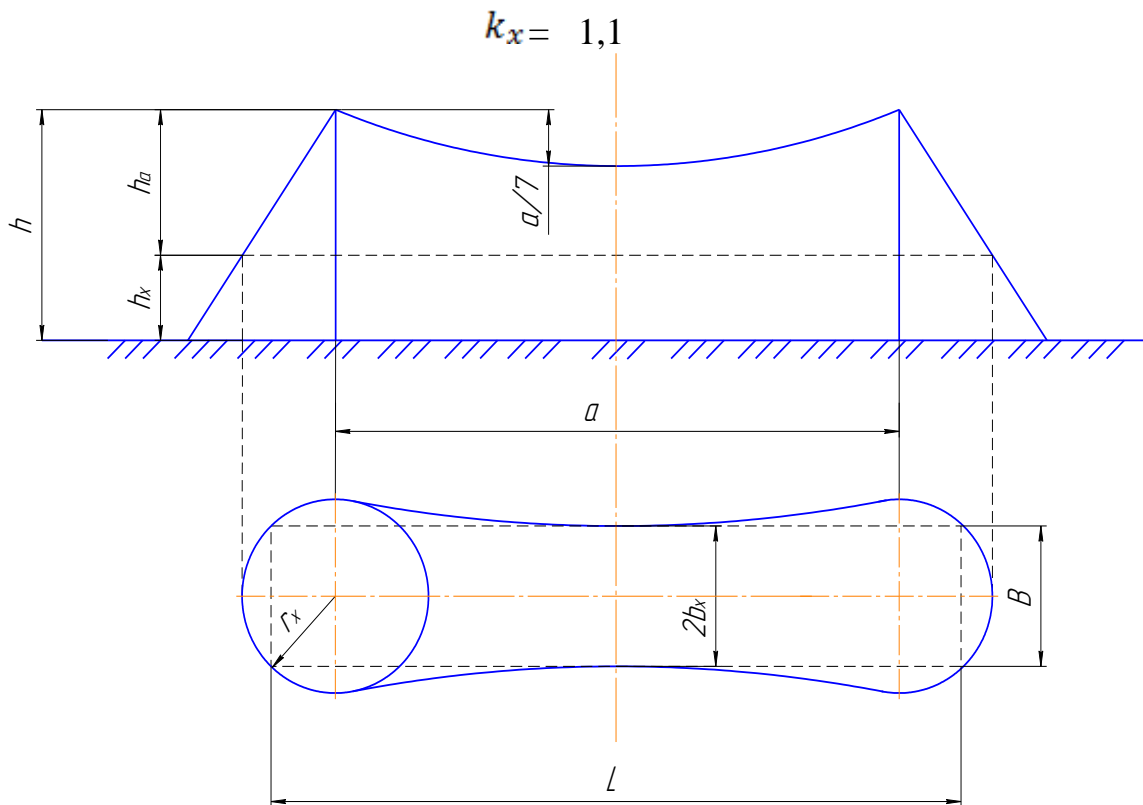


Рисунок 5.1 - Схема блискавковідводу для лабораторії

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

Внутрішня захисна зона $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (5.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (5.4)$$

$$h_a = 25 - 10 = 15 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель, віддаль між блискавковідводами визначиться:

$$a = L - B. \quad (5.5)$$

$$a = 50 - 30 = 20 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 15 - 20}{14 \cdot 15 - 20} \cdot 4 \cdot 17,1 = 30,5 \text{ м}$$

Після виконаного підрахунку, наклавши контури зон захисту блискавкозахисту на контурами будинку, у якому розміщено обладнання для дослідження системи живлення бензинового ДВЗ і визначення його екологічності, захисна зона блискавковідводу повністю покриває і захищає дане приміщення і будівлю у цілому від електричного розряду.

Висновки за розділом 5

Аналізуючи можливості виникнення небезпечних процесів під час експериментальних досліджень вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна (у процесі його роботи на холостому ході), ми змоделювали травмонебезпечні ситуації, що можуть вплинути на виникнення небезпечних обставин.

Такі віртуально модельовані події під час проведення експериментів, інформують дослідницький персонал про небезпеку, що слугує до вчасного її запобігання і відведенню виникненню травм.

Також, було проведено розрахунки блискавковідводу для будівлі, у якій розміщено приміщення з піддослідною установкою. Згідно отриманих даних, є необхідність встановлення двох блискавковідводів, висотою 25 м.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Дослідження експлуатаційних витрат

Бортова електронна система легкового автомобіля спричинила процес підвищення коефіцієнта корисної енергії двигуна, що оптимізує всі процеси двигуна, та дозволяє само діагностуватися. Також розроблене обладнання для сканування роботи ЕБУ, що сприяє у найкоротші строки відновити роботу будь якого механізму, який відмовив чи не забезпечує якісну роботу ДВЗ.

Відповідно, за умови використання діагностичного обладнання, для оперативного виявлення недоліків роботи паливної системи, і завчасного її налагодження, можна дослідити економічну ефективність автомобіля після його відновлення.

Нами прийнято рішення, що економічний ефект слід шукати у експлуатаційних параметрах автомобіля.

І тому, затрати на експлуатацію автомобіля будуть мати вигляд [15]:

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

де Z_n – витрати на пальне;

Z_{zm} – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{zm} = 0,1$ грн/км;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування;

Z_{av} – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,6$ грн/км;

Z_{zn} – витрати на заробітну плату водія, $Z_{zn} = 5,5$ грн.

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

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

де, C_n^{δ} – вартість палива, $C_n^{\delta} = 29,00$ грн/л;

g – витрата палива (з справною системою), $g = 6,5$ л/100 км.

Тоді:

$$Z_m^n = \frac{29,00 \cdot 6,5}{100} = 1,89 \text{ грн./км}$$

А з несправною системою запалювання:

$$Z_{п.п}^{3n} = \frac{c_{п.п}^6 \cdot g_{п.п}}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива з несправною системою, $g_{п.п} = 9,7$ л/100 км.

Отже:

$$Z_n^{3n} = \frac{28,00 \cdot 9,7}{100} = 2,81 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для дослідного автомобіля з пониженим тиском у акумулюючій рампі є завищені.

Дальше, визначаємо 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 справною і несправною системою, $N_{тр} = 55,1$ грн./1000 км.

$$Z_{тр} = 55,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,0551 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

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

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 105200$ грн.;

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

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 30000$ км;

$A_{кап.р}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{кап.р} = 0,11$

$$Z_{аморт.} = \frac{105200 \cdot 30000 \cdot 0,21}{10^5} + \frac{105200 \cdot 30000 \cdot 0,11}{10^5} = 6727,6 + 3471,6 = 10199,20 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- з справною системою

$$Z = 1,89 + 0,2 + 0,0551 + 0,40 + 0,7 + 7,5 = 10,75 \text{ грн/км;}$$

- з несправною

$$Z = 2,81 + 0,2 + 0,0551 + 0,40 + 0,7 + 7,5 = 11,67 \text{ грн/км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть становити:

- з справною

$$З_{д} = 10,75 \cdot 30000 = 322500 \text{ грн./рік};$$

- несправною

$$З_{д} = 11,67 \cdot 30000 = 350100 \text{ грн./рік}.$$

Отже, річні втрати від несправної паливної системи можуть складати:

$$E = 350100 - 322500 = 27600,00 \text{ грн./рік}$$

Висновки до розділу 6

Витрати на придбання палива, збільшені за рахунок неякісної роботи індукційної котушки запалювання. Причиною даного процесу – використання невідповідної марки палива.

Річні витрати на експлуатацію автомобіля можуть скласти 27600,00 грн/рік.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проаналізовано літературні джерела, стосовно впровадження електронних систем запалювання на сучасні ДВЗ та характеристики давачів електронної системи запалювання, особливо сенсорів кисню (тобто їхній вплив на роботу двигуна, за причин підвищення чи пониження вмісту кисню у відпрацьованих газах).

Для швидкого і надійного виявлення несправностей елементів сучасної електронної системи запалювання, нами запропоновано дослідити вплив неякісної роботи індукційної котушки на значення показників сенсора кисню у СОР системі.

З використанням методики розрахунку теплового балансу бензинового двигуна з іскровим запалюванням, з'явилась можливість отримати процентне співвідношення виділеної теплоти, після згоряння паливо-повітряної суміші, за неякісної роботи котушки запалювання та впливу сенсора кисню.

Описано і представлено методику і обладнання для проведення комп'ютерного діагностування системи запалювання СОР інжекторного двигуна.

За результатами теплового балансу доведено, що за неякісної роботи котушки запалювання системи СОР, ефективна теплота знизилася близько 2 %.

Доведено причину неякісної роботи 2-го циліндра. А це, використання не відповідної марки бензину А-92, відносно технічних умов експлуатації – А-95, що і спричинило збільшений опір повітряного простору між контактами свічки. Даний негативний процес, вплинув на перегорання вторинної обмотки модуля запалювання.

Змодельовано небезпечні ситуації під час виконання діагностично-експериментальних досліджень.

Витрати на придбання палива, збільшені за рахунок неякісної роботи модуля запалювання. Річні витрати на експлуатацію автомобіля можуть скласти 27600,00 грн/рік.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю.Ф, Долганов К.Є. Автомобільні двигуни /. Підручник. – К.: Арістей. – 2004. – 475с.
2. Анісімов В. Ф., Дмитрієва А.В., Севостьянов С.М.; Тепловий та динамічний розрахунок автомобільних двигунів [Текст]: Навч. посіб. для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне госп-во" / Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця: ВНТУ, 2009. –130 с.
3. Баранов В. Ю., Баранов В.Ю., Ушакова Н.Н., Романченко И.С., Пилатов А.Ю. Синтез газ и его моторные свойства / Збірник наукових праць ДонІЗТ, 2012 № 32, с.
4. Бродский В. З. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей / [В.З. Бродский, Л.И. Бродский, Т.И. Голикова и др.]. - М.: Металлургия, 1982. - 752 с.
5. Гибадуллин В. З. Влияние локальных микродобавок водорода на процесс воспламенения в ДВС с искровым зажиганием / В. З. Гибадуллин // Известия ВолгГТУ № 8 (81), 2011 с. 64 - 66.
6. Голубков С. В. Разработка методов совершенствования процессов смесеобразования и сгорания в поршневом двигателе: автореф. дис. докт. наук / Москва., 2002. - 344 с.
7. 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.
8. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. – 1994. – 187 с.
9. Гутаревич Ю. Ф, Шуба Є. В. Уточнення методики розрахунку робочого процесу бензинового двигуна за роботи в режимі малих навантажень з добавкою водневмісного газу. /Сучасні технології в машинобудуванні на транспорті. Науковий журнал. - Луцьк. Луцький НТУ, 2015. - №2(4). С. 20-27.

10. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / [Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін.]. - К.: Арістей, 2006. - 292 с.
11. Гутаревич Ю. Ф., Редзюк А. М., Климпуш О. Д. Прибор для регистрации режимов работы автомобильных бензиновых двигателей в эксплуатационных условиях. - Киев, 1979. - 10 с.
12. Дядченко В.Л. Підвищення паливної економічності багатociліндрових двигунів з впорскуванням бензину в режимах малих навантажень і холостого ходу: дис. канд. техн. наук: 05.05.03 / В.Л. Дядченко. — К., 2010. — с. 150-156.
13. Марченка А. П. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т. 6. Надійність ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2004. –324 с.
14. Пути повышения экономичности автомобиля / Е. А. Чудаков // Труды Автомобильной лаборатории института машиноведения, вып. 12, с. 109 - 110.
15. Розрахунок економічної ефективності механізму // Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
16. Сирота О.В. Покращення паливної економічності і екологічних показників багатociліндрового бензинового двигуна застосуванням комбінованого методу регулювання потужності: дис. . канд. техн. наук: 05.05.03/ Сирота Олександр Вадимович. - К., 2011. - 182 с.
17. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-sistemy-toplivopodachi-dizelnogo-dvigatelya-na-u#ixzz4XFDYS18T>.
18. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.