

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему: «Підвищення ефективності оцінки роботоздатності
системи запалювання двигуна завдяки використанню
електронного діагностичного обладнання»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-44СП
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Сергій Ільків

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 629.114.3

Ільків С. В. Підвищення ефективності оцінки роботоздатності системи запалювання двигуна, завдяки використанню електронного діагностичного обладнання. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, 2025. 51 с.

Табл. 1; рис. 16; бібліограф. джерел 21.

Обґрунтовано, що у діючих системах запалювання двигунів із електронним управлінням, виникають проблеми із нестабільністю формування електричного розряду у момент розмикання первинного кола котушки запалювання (в період підвищених швидкісних режимів та часткових навантажень на ДВЗ).

Отримано порівняльні значення ефективної теплоти Q_e , яка утворюється при справній та несправній роботі котушки запалювання.

Установлено, що збільшення кількості витків у первинній обмотці, призводить до зростання сили електромагнітної індукції, що проявляється при силі струму близько 6 А.

Розроблено операційну карту, яка сприятиме більш ефективному використанню електронного осцилографу для зчитування електричних імпульсів із котушки запалювання.

З метою забезпечення безпечних умов праці під час діагностики електронної системи запалювання двигуна, розроблено комплекс відповідних заходів.

Вчасно проведена діагностика котушки запалювання, запобігає зниженню експлуатаційного ресурсу поршневої групи та річним експлуатаційним витратам, на суму близько 23230,86 грн./рік.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1 Особливості формування електричного розряду системою запалювання...	8
1.2 Особливості системи запалювання.....	8
1.3 Особливості існуючих електронних систем запалювання.....	14
1.4 Технічні особливості системи упорскування	15
1.5 Висновки.....	19
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	19
2.1 Розрахунок теплового балансу двигуна, за неякісно працюючої електронної котушки запалювання	19
2.2 Особливості конструктивних параметрів котушок запалювання.....	22
2.2.1 Розрахунок індуктивності котушки запалювання.....	23
2.3 Висновки	25
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	26
3.1 Принцип роботи системи запалювання.....	26
3.2 Основні компоненти паливної системи дизельного двигуна	26
3.3 Перевірка електромережі системи запалювання	28
3.4 Налагодження системи запалення та вміння аналізувати електричні імпульси пробивної напруги системи запалювання.....	28
3.5 Причини використання електронного осцилографу під час діагностики електронної системи запалювання	29
3.6 Формування операційної карти, для проведення діагностики системи запалювання двигуна (коли система самодіагностики не спрацьовує).....	31
3.7 Висновки.....	34

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	35
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій..	35
4.2 Пожежна безпека	37
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці .	40
4.4 Висновки.....	43
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	45
5.1 Експлуатаційні витрати	45
5.2 Висновки.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

У даний час в європейських країнах, основний парк автотранспорту складають автомобілі з бензиновими двигунами, що оснащуються системою примусового займання повітряно-паливної суміші. Особливістю такої системи запалення є те, що під час її роботи генеруються електромагнітне випромінювання. При цьому сигнал, що реєструється за допомогою вимірювальної апаратури, являє собою періодичну послідовність імпульсів з випадковою амплітудою і тривалістю від 200 мсек. [1]. Внаслідок чого, перешкоди даного типу є широкосмуговими, спектр яких знаходиться в межах до 1 ГГц.

Відомо, що електромагнітне випромінювання генерується струмом, що протікає у високовольтному контурі системи запалення в момент ємнісної фази електричного пробоя на свічках. При цьому амплітуда одиночного розрядного сигналу залежить від газодинамічних параметрів повітряно-паливної суміші [4]. Однак, не дивлячись на те, що електричний розряд достатньо вже досліджено, досі не розглянуто залежності амплітудно-частотного розподілу струму в системі запалювання від стану повітряно-паливної суміші в циліндрах, пов'язані з явищем повторного іскроутворення в режимі змінних швидкісних характеристик двигуна.

Тому, **метою** нашої кваліфікаційної роботи, є підвищення ефективності оцінки роботоздатності системи запалювання двигуна, завдяки оцінці протікання і накопичення індуктивності електромагнітного поля у первинному колі котушки запалювання.

Для цього необхідно:

- Провести аналіз літературних джерел, на предмет формування електромагнітної індукції у котушках запалювання та вплив її на роботу двигуна.
- Провести розрахунок впливу кількості витків первинної обмотки на формування пробивної напруги на свічках запалювання.

- Визначити форму і значення електричного імпульсу у момент розмикання первинного кола котушки запалювання, коли за різних швидкісних режимів двигуна, частково помітна втрата його потужності (динамічні ривки).

Провести оцінку економічних витрат автомобіля, за неякісно працюючої котушки запалювання.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Особливості формування електричного розряду системою запалювання

У роботах [8]–[12] представлено результати експериментальних досліджень системи запалення, в якій накопичення електричної енергії відбувається в магнітному полі котушки запалення, за умов навантажувального режиму роботи двигуна. За допомогою датчиків струму та напруги, здійснено візуалізацію, обробку та аналіз даних, щодо характеристик виділення енергії іскрового розряду в циліндрі при різних режимах роботи двигуна. Проведено аналіз осцилограм, який показав, що зі зростанням навантаження на двигун, тривалість іскрового розряду зменшується, тоді як енергія, що виділяється в міжелектродному зазорі свічки запалювання, зростає.

Із підвищенням частоти обертання колінчастого валу, енергія, накопичена в магнітному полі котушки запалення, вивільняється за коротший час, що зумовлено зростанням щільності паливоповітряної суміші в циліндрі. При цьому, спостерігається збільшення величини виділеної енергії, що пояснюється зниженням пробивної напруги. Водночас, ці залежності є нелінійними. У режимі максимального крутного моменту, спостерігається зростання як енергії, так і тривалості іскрового розряду [3]–[8].

1.2 Особливості системи запалювання

Двигун внутрішнього згоряння, є складною технічною системою, що складається з ряду підсистем, однією з ключових серед яких, є система запалювання. Її ефективність та якість визначаються здатністю забезпечувати параметри іскрового розряду, які відповідають вимогам для надійного

займання паливоповітряної суміші в циліндрах двигуна у відповідний момент.

Формування іскрового розряду розпочинається з пробою міжелектродного зазору свічки запалювання, який виникає тоді, коли напруга на її електродах досягає так званого пробивного значення ($U_{пр}$). Тоді:

$$U_{пр} = f(\rho \cdot \delta_{св}) \quad (1.1)$$

де ρ – щільність газового середовища (у міжелектродному просторі свічки запалювання;

$\delta_{св}$ – зазор свічки запалювання.

Після пробою міжелектродного зазору, слідує коротка ємнісна фаза іскрового розряду. Розмір енергії ємнісної фази розряду, залежить від величин пробивної напруги та ємності свічки запалювання [4]. Після ємнісної фази, слідує індуктивна фаза іскрового розряду. У перебіг її тривалості, у міжелектродному зазорі свічки запалювання, формується плазмовий стовп, у якому виділяється теплова енергія, накопичена заздалегідь у магнітному полі котушки запалювання [4]-[9].

У системі запалення із накопиченням енергії у магнітному полі котушки запалення, спостерігається тліючий розряд, що триває до кількох мсек. [3]. Тривалість індуктивної фази розряду, визначається конструктивними параметрами котушки.

Для класичної системи запалювання відомо, що з підвищенням навантаження на ДВЗ, тривалість іскрового розряду скорочується, і при певних умовах може зникнути [4].

У роботах [5] – [9] проведено дослідження впливу індуктивної фази іскрового розряду на показники двигуна. Однак, кінетика горіння в циліндрі двигуна ускладнена тим, що параметри паливно-повітряної суміші зазнають великих змін [10], залежно від режиму роботи.

Варіації тривалості та характеристики виділення енергії іскрового розряду на різних режимах роботи ДВЗ на даний час досліджено недостатньо.

У роботі [14], представлено дослідження параметрів індуктивної фази іскрового розряду (величини напруги, струму та тривалості) при знятті зовнішньої швидкісної характеристики бензинового двигуна. Дослідження проводилися з транзисторним комутатором моделі 962.3734 із котушкою запалювання 406.3705. Величина напруги індуктивної фази, фіксувалася за допомогою ємнісного дільника напруги, закріпленого на високовольтному провіднику. Визначення значень тривалості індуктивних фаз іскрового розряду, що формується між електродами свічки запалювання, здійснювалося за допомогою вимірювального трансформатора струму з навантажувальним резистором. Трансформатор струму, був закріплений на високовольтному провіднику.

Візуалізація, трансформація та аналіз інформації про параметри індуктивної фази іскрових розрядів вироблялася на основі комп'ютерних методів обробки одержуваної з датчиків інформації.

На рис. 1.1 наведені амплітудно-часові індуктивні параметри фаз іскрового розряду, що формується СЗ, отримані при знятті зовнішньої швидкісної характеристики двигуна.

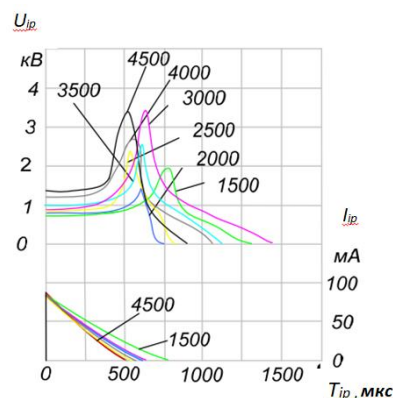


Рисунок 1.1 – Графічне відображення параметрів індуктивних фаз іскрового розряду, отримані при знятті зовнішньої швидкісної характеристики бензинового двигуна

На основі отриманих даних, побудовані графіки тривалості індуктивних фаз іскрового розряду (рис. 1.2) та характеристики виділення енергії індуктивної фази іскрового розряду $W_{\text{Инд}}$ при різних обертах колінчастого валу двигуна, рис.1.3.

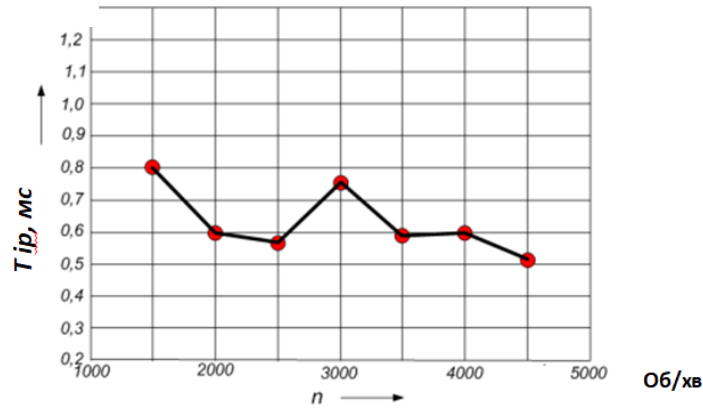


Рисунок 1.2 - Тривалість індуктивних фаз іскрового розряду, формованого СЗ, при знятті зовнішньої швидкісної характеристики двигуна.

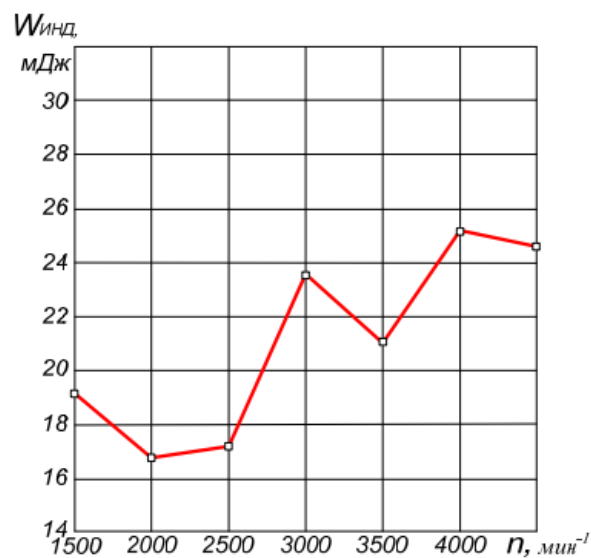


Рисунок 1.3 - Енергія індуктивної фази іскрового розряду $W_{\text{Инд}}$, що виділяється у міжелектродному зазорі свічки запалювання (за різних частот обертання n колінчастого валу двигуна)

Із рисунків 1.2 і 1.3 видно, що зі збільшенням частоти обертання колінчастого валу (з 1500 до 4500 об/хв), відбувається скорочення (з 0,8 до 0,5 мс) тривалості індуктивної фази іскрового розряду, і становить 24%.

Скорочення тривалості індуктивної фази СЗ пояснюється тим, що енергія індуктивної фази розряду W_{ip} , що виділяється у міжелектродному проміжку свічки запалення, пов'язана з напругою індуктивної фази U_{ip} , її тривалістю t_{ip} і струмом I_{ip} відомим співвідношенням:

$$W_{ip} = \int_0^{t_{ip}} U_{ip} I_{ip}(t) dt \quad (1.2)$$

Тобто, збільшення напруги індуктивної фази розряду (характерна "полиця"), при незначній зміні амплітуди струму, викликає скорочення тривалості розряду.

Характеристика тривалості іскрового розряду, узгоджується з величиною напруги, а вона у свою чергу, з режимом роботи двигуна, тобто в даному випадку, із густиною паливо-повітряної суміші в циліндрі. З підвищенням напруги, тривалість іскрового розряду знижується.

У системі запалювання, величина енергії W_{ind} , що виділяється в міжелектродному проміжку свічки запалювання, у загальному випадку, зростає на 30% (з 19 до 25 мДж) при підвищенні частоти обертання колінчастого валу від 1500 до 4500 об/хв.

Збільшення енергії, що виділяється (при незмінній величині енергії W_{ip} , накопиченої в магнітному полі (котушки запалення) пов'язано з її перерозподілом між ємнісною та індуктивною фазами розряду.

Відомо, зі збільшенням частоти обертання колінчастого валу двигуна величина пробивної напруги зменшується [11]-[16]. Зменшення величини пробивної напруги, призводить до зменшення величини енергії W_{emk} , що виділяється в ємнісній фазі розряду, оскільки сумарна енергія іскрового розряду W_{ip} , визначається сумою W_{ind} та W_{emk} .

З рисунків 1.2 і 1.3 видно, що залежність величин тривалості та енергії індуктивної фази іскрового розряду від частоти обертання колінчастого валу ДВЗ на навантажувальному режимі роботи мають нелінійний характер. Так, для режиму навантаження двигуна (при 3000 об/хв) - характерна збільшена тривалість та енергія розряду. При даній частоті обертання колінчастого валу, відбувається збільшення тривалості індуктивної фази іскрового розряду до 0,75 мс та енергії до 23 мДж. Так, підвищену енергію можна пояснити, зниженням величини пробивної напруги [12].

Вихровий рух паливоповітряної суміші, що виникає в циліндрі, витягає (відхиляє) у сторону від осі міжелектродного проміжку свічки запалювання. Інтенсивність вихрового руху на момент іскрового розряду, пропорційна частоті обертання колінчастого валу, куту випередження запалювання та навантаження на двигун [4]. На мінімальній частоті обертання колінчастого валу, напруга горіння знижується та тривалість виділення енергії, відповідно, висока (0,8 мс). Зі збільшенням напруги горіння, відбувається зниження тривалості до 0,55-0,6 мс.

Котушки запалювання, що використовуються у сучасних системах запалювання, розглядають у трьох варіантах, рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд котушок запалювання [15].

Одинарні котушки. Зазвичай, інтегруються у системи запалення з розподільником. Оснащені металевим осердям і заповнюються трансмісійною олією, що запобігає перегріванню під час роботи.

Здвоєні котушки. Застосовуються у чотирициліндрових двигунах, без розподільника. Складаються з двох секцій, кожна з яких забезпечує подачу струму до двох циліндрів.

Індивідуальні котушки. Забезпечують окрему іскру для кожної свічки запалювання. Придатні для використання в двигунах внутрішнього згорання будь-якої конструкції.

1.3 Особливості існуючих електронних систем запалювання

Системи запалювання в сучасних двигунах внутрішнього згорання постійно розвиваються та відрізняються різноманітними конструктивними рішеннями й принципами дії. Серед головних відмінностей, варто відзначити способи визначення моменту запалювання та механізм розподілу високовольтної напруги.

Основне завдання будь-якої системи запалювання — забезпечити оптимальний кут випередження запалювання. Це має вирішальне значення, у формуванні максимальної теплової енергії газів, що, у свою чергу, сприяє підвищенню коефіцієнту корисної дії самого двигуна.

Мікропроцесорна система запалювання, зображена на рисунку 1.5, функціонує таким чином: електричні сигнали від різних датчиків — зокрема обертів колінчастого валу двигуна, розподільного валу, температури та інших параметрів - надходять до електронного блоку керування. На основі отриманих даних, здійснюється управління комутатором, який накопичує необхідну електроенергію та автоматично регулює кут випередження запалювання.

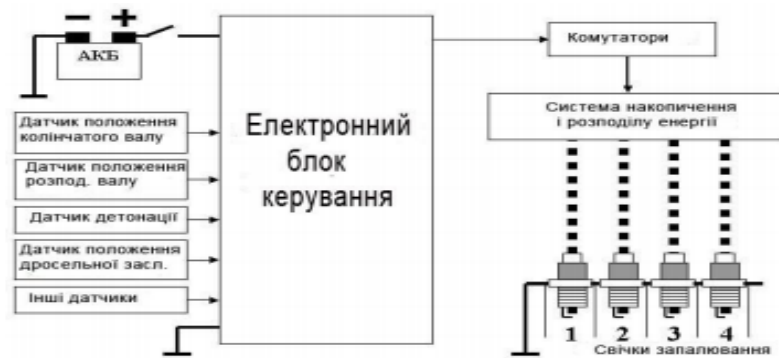


Рисунок 1.5 – Мікропроцесорна система запалювання двигуна [18].

Сучасні електронні системи керування автомобільних двигунів відрізняються за кількістю встановлених датчиків, їхнім розташуванням на двигуні та конструктивними особливостями, що впливають на спосіб формування й передачі електричних сигналів. У залежності від типу конструкції, система може складатися із кількох комутаторів, які безпосередньо пов'язані з котушками запалювання. Існують варіанти, де ключі розташовані по-різному: інтегровані в електронний блок керування, окремо для кожної котушки, згруповані в окремий модуль, що працює разом з ЕБУ та котушками, або ж реалізовані, як індивідуальні рішення для індукційних катушок.

У сучасних автомобілях, дедалі частіше використовуються такі типи запалювання: індивідуальне запалювання (системи EFS та COP), рис. 1.6; синхронне запалювання (одна котушка обслуговує два циліндри, системи DFS).

Зазвичай, мікропроцесорні системи керування включають або один загальний блок і комутатор (для індукційних катушок), або окремі блоки й комутатори (для кожної котушки). Комутатори можуть бути інтегрованими в електронний блок управління (ЕБУ) або розташовуватись безпосередньо на індукційній катушці, утворюючи модуль запалювання.



Рисунок 1.6 - Незалежна система запалювання [15].

На рис. 1.7, представлена електронна система запалювання (EFS), яка включає індивідуальні індукційні котушки та високовольні провідники.

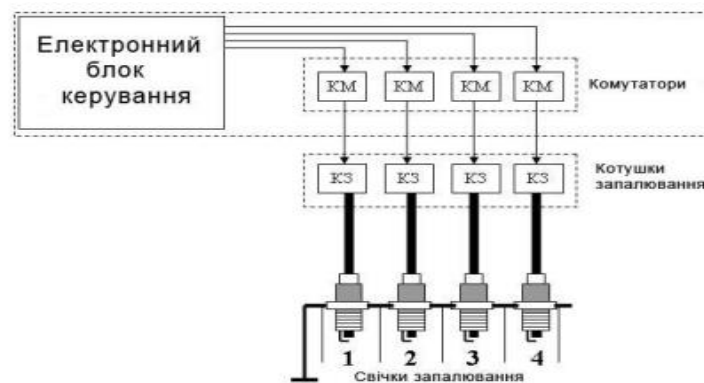


Рисунок 1.7 – Система запалювання EFS двигуна.

У сучасних інжекторних двигунах з електронною системою керування, найбільш поширеними є варіанти системи EFS, зокрема тип COP (Coil on Plug), тобто «котушка на свічці». У такій системі, індукційна котушка безпосередньо з'єднується зі свічкою запалювання, як показано на рис. 1.8. Важливою перевагою цієї конструкції, є відсутність високовольних провідників, які зазвичай впливають на стабільність та якість процесу утворення іскри.

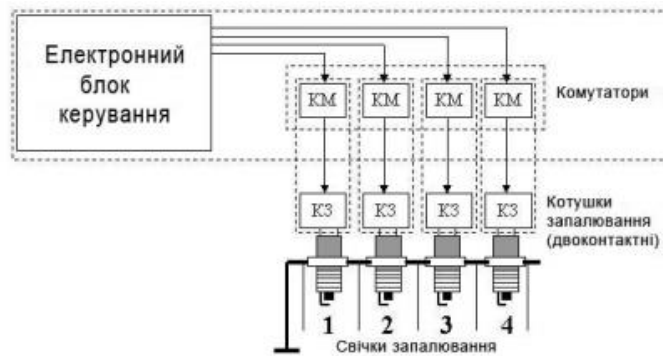


Рисунок 1.8 – COP система запалювання.

Схематичне зображення модуля системи запалювання типу COP, що об'єднує в собі комутатор, індукційну котушку та з'єднувальний елемент для свічки запалювання, представлено на рис. 1.9.



Рисунок 1.9 - Модуль системи запалювання «COP».

Аналіз електронних систем запалювання двигунів, наведених вище, свідчить про те, що з часом та в умовах тривалої експлуатації, всі вони можуть зазнавати збоїв у роботі. Для оперативної та точної діагностики таких несправностей, необхідне використання спеціалізованого обладнання та відповідного програмного забезпечення.

1.5 Висновки

Проведено аналіз літературних джерел, що до конструктивних особливостей систем запалення двигунів сучасних автомобілів.

Виявлено, що у діючих системах запалювання двигунів із електронним управлінням, виникають проблеми із нестабільністю формування електричного розряду у момент розмикання первинного кола котушки запалювання (в період підвищених швидкісних режимів та часткових навантажень на ДВЗ). А це відповідно, веде до підвищення пропусків запалювання у циліндрах та підвищеної витрати палива.

Тому, наші подальші дії будуть стосуватися, оцінки форми та параметрів електричних імпульсів (за використання електронного осцилографу), що відбуваються у первинному колі індукційної котушки.

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок теплового балансу двигуна, за неякісно працюючої електронної котушки запалювання

Процеси формування та згоряння робочої суміші в циліндрах двигуна залежать від точності та своєчасності змін у ході робочих циклів. Ефективне згоряння, досягається завдяки оптимально підібраним моментам упорскування палива, та вчасності подачі іскри .

Система повітряної індукції двигуна внутрішнього згоряння включає сукупність елементів і функцій, що забезпечують необхідний повітряний потік для повноцінного згоряння паливо-повітряної суміші. Важливою складовою цієї системи є дросельна заслінка, яка, змінюючи своє положення, регулює подачу повітря в циліндри. Це дозволяє впливати на динамічні характеристики двигуна, зокрема його швидкісну функцію.

Слід підкреслити, що технічний стан та справна робота індукційної котушки, мають суттєве значення для забезпечення повноцінного згоряння робочої суміші. У разі виникнення несправностей, спричинених нестабільністю роботи паливної системи, можуть закіпчуватися пригоранням контактів свічок запалювання. Це, у свою чергу, підвищує опір у повітряному зазорі, сприяє перегріванню вторинної обмотки індукційної котушки та призводить до її виходу з ладу, що супроводжується збільшенням витрати пального.

Застосовуючи методику розрахунку теплового балансу (для сучасного бензинового двигуна), можна визначити втрати корисної теплоти Q_e спричинені нестабільною роботою індукційної котушки запалювання. Загальна кількість теплоти Q , що виділяється в процесі згоряння робочої суміші, розраховується за формулою:

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

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

G_{Π} - годинна витрата палива, кг/год.

Годинна витрата палива визначиться, як:

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

Тоді, теплота Q_e , визначиться за виразом:

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

Відповідно, питому теплоту g_e , отримаємо за:

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

Теплота Q_B , що втрачається 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 – коеф. втрат ($C = 0,45 \dots 0,55$) [12];

i – к - сть циліндрів;

D – діаметр циліндра, мм;

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

α – коеф. надлишку повітря.

Теплота g_B , витрачена із системою охолодження, визначиться, як:

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

Витрати теплоти Q_r , з відпрацьованими газами:

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

де C_p – середня теплоємність відпрацьов. газів, $C_p = 1,44$ кДж/кг град;

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

$G_{пов.}$ і $G_{п.}$ – робочий заряд, кг/год.

К - сть впускного повітря $G_{пов.}$ отримаємо за:

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

Приймаємо $G_{п.} = 5,8$ кг/год.

Частку теплоти q_r , визначимо, як:

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

Інші втрати теплової енергії $Q_{iн.в.}$:

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

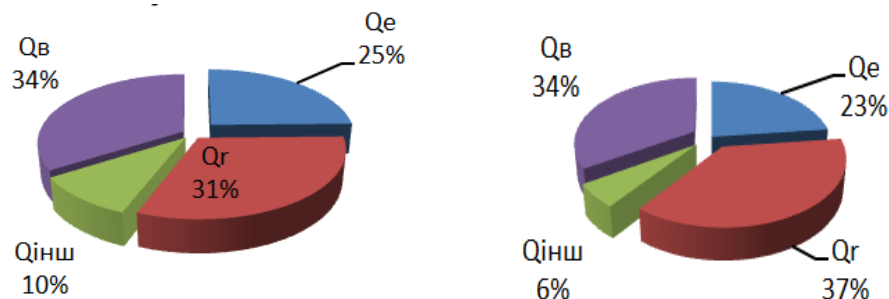
А, частка $q_{iн.в.}$, визначиться за:

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

На основі методики теплового балансу, визначено відсоткове співвідношення теплових втрат, що виникають після згоряння паливо-повітряної суміші, сформованої системою живлення в камерах згоряння двигуна, у випадку некоректної роботи котушки запалювання.

Відповідно до розрахунків, виконаних згідно методики теплового балансу, для сучасного інжекторного двигуна, отримано показники, які свідчать про несправність котушки запалювання. Це може підтвердити система самодіагностики двигуна, із появою на панелі приладів «Check».

На рис. 2.1, відображено діаграми розрахованого теплового балансу бензинового двигуна (із справною і частково некоректною роботою котушки запалювання).



Коректна робота котушки запалювання

Некоректна робота

Рисунок 3.1 – Порівняльний тепловий баланс бензинового двигуна.

2.2 Особливості конструктивних параметрів котушок запалювання

На індуктивність котушки запалювання впливають такі фактори:

1. Кількість витків. Чим більше витків у котушці, тим вищою буде її індуктивність.

2. Довжина обмотки. Якщо дві котушки мають однакову кількість витків, але різну довжину намотування, їх індуктивність також буде різною. Котушка з більшою довжиною, має нижчу індуктивність (через менш щільне магнітне поле, що впливає на концентрацію електромагнітну поля).

Діаметр котушки. За умови однакової кількості витків і щільності намотування, котушка з більшим діаметром матиме вищу індуктивність.

Наявність осердя. Щоб підвищити індуктивність, у котушку вставляють сердечник із матеріалу з високою магнітною проникністю. В основному, використовують феритові сердечники.

2.2.1 Розрахунок індуктивності котушки запалювання

Представлена одношарова котушка запалювання:

D_c - діаметр котушки;

D - діаметр оправки; p - крок обмотки;

d - діаметр дроту без ізоляції;

d_i - діаметр дроту з ізоляцією.

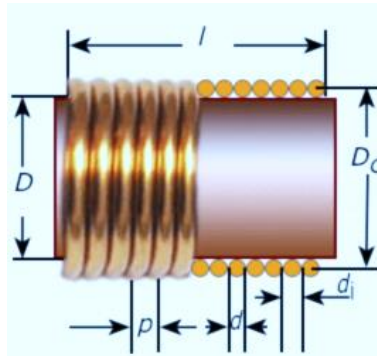


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема одношарової обмотки.

Для розрахунку котушки запалювання L_s , застосовуємо вираз:

$$L_s = 0,002\pi DN^2 \left[\ln \left(1 + \frac{\pi D}{2l} \right) + \left(2,3004 + 3,43 \frac{l}{D} + 1,76 \left(\frac{l}{D} \right)^2 - \frac{0,47}{\left(0,755 + \frac{D}{l} \right)^{1,44}} \right)^{-1} \right] \quad (2.12)$$

де, D - діаметр каркасу котушки, см;

l - довжина електропровідника, см;

N - число витків;

L – індуктивність, мкГн.

На рис. 2.2, відображено графік кривої, який відображає силу імпульсної індуктивності (змінного електромагнітного поля), залежно від параметрів електропровідників.

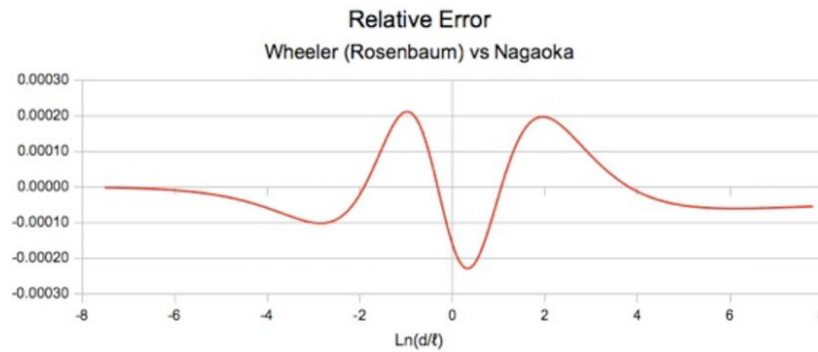


Рисунок 2.2 – Сигнал електромагнітної індукції, відповідно до параметрів електропровідників [20].

Ця формула є точною лише для соленоїда, в якому використовується плоский провідник. Тобто, обмотка виконана з тонкої стрічки без зазорів між сусідніми витками. Такий підхід, добре наближає реальні умови для котушок із великою кількістю витків, із провідником круглого перерізу з мінімальними проміжками між витками.

Американський фізик Едвард Беннетт Роса, запропонував так звані коригувальні коефіцієнти, які дозволяють уточнити результати розрахунку за вказаною формулою:

$$L = L_s - \Delta L \quad (2.13)$$

де, L_s – індуктивність провідника, мм.

$$\Delta L = 0,002\pi D_c N(k_s + k_m) \quad (2.14)$$

де k_s - безрозмірний корегуючий коефіцієнт (враховує різницю самоіндукції між круглим і плоским провідниками);

k_m — безрозмірний корегуючий коеф., що враховує різницю у повній взаємоіндукції витків, утворених із провідників круглого поперечного січення та плоскої стрічки;

D_c — діаметр котушки см;

N — число витків.

$$k_m = \ln(2\pi) - \frac{3}{2} - \frac{\ln(N)}{6N} - \frac{0,3308}{N} - \frac{1}{120N^3} + \frac{1}{504N^5} \frac{0,00119}{N^7} + \frac{0,000507}{N^9} \quad (2.15)$$

Коефіцієнт поетапного збільшення індукції k_s (що враховує відмінність у самоіндукції):

$$k_s = \frac{5}{4} - \ln\left(\frac{2p}{d}\right) \quad (2.16)$$

де, p – крок тобто відстань між витками;

d - діаметр провідника.

2.3 Висновки

У ході розрахунку теплового балансу двигуна з електронною системою управління, визначені диференційовані значення теплової енергії, що виділяється під час згоряння робочої суміші.

Здійснено порівняльний аналіз ефективної теплоти Q_e , яка утворюється при справній та несправній роботі котушки запалювання.

Виконано розрахунок електромагнітної індукції в первинній обмотці одношарової індукційної котушки, залежно від її діаметра та довжини провідника.

Установлено, що збільшення кількості витків у первинній обмотці, призводить до зростання сили електромагнітної індукції, що проявляється при силі струму близько 6 А.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Принцип роботи системи запалювання

Принцип роботи системи запалення полягає в накопиченні та перетворенні котушкою запалювання низької напруги 12В електричної мережі автомобіля, у високу напругу до 30000 В, розподілі та передачі високої напруги до відповідної свічки запалювання.

У роботі системи запалення, можна виділити наступні етапи:

- накопичення електричної енергії;
- перетворення енергії;
- розподіл енергії на свічки запалювання;
- утворення іскри та запалювання паливно-повітряної суміші.

3.2 Несправності електронної системи запалювання

Несправності в системі запалення можуть бути причинами затрудненого запуску двигуна, нестійкої його роботи на холостому ходу (двигун глохне), перебоїв на всіх режимах роботи, втрати потужності двигуна та підвищеної витрати палива.

Основними несправностями системи запалення, що викликають вищевказані ознаки, є порушення кута випередження запалення (занадто раннє та пізнє запалення), перебої в одному або декількох циліндрах, а також повне припинення запалювання.

Пізнє запалювання, характеризується втратою потужності та перегріванням двигуна. Раннє – втратою потужності та стуком у двигуні.

Для усунення вищезазначених несправностей, потрібно перевірити та при необхідності відрегулювати кут випередження запалення (шляхом повороту корпусу розподільника запалення або датчика-розподільника. У електронних системах – неякісна робота електронного блоку управління.

Перебої в одному циліндрі, найчастіше викликаються несправністю свічки запалювання, псуванням ізоляції електропровідників високої напруги (що приєднується до свічки), а також поганим контактом зазначених провідників в наконечнику свічки або в гнізді кришки розподільника.

Перебої в декількох циліндрах можуть з'явитися в результаті псування ізоляції центрального електропровідника високої напруги, поганого його контакту в гнізді кришки розподільника або клемі котушки запалювання, несправності конденсатора, обгорання контактів переривника, неправильного зазору між ними або періодичного замикання рухомого контакту переривника та ротора.

Також, слід зазначити, що причинами перебоїв запалення в циліндрах є потрапляння вологи та забруднень на елементи системи запалювання:

- на кришку розподільника запалювання;
- електропровідники високої напруги;
- наконечники свічок, а також забруднення або обгорання контактів у розподільнику запалення.

Повне припинення запалювання, може бути спричинене несправностями, як у електричному колі високої, так і низької напруги. У цьому випадку, проводиться перевірка несправності першого електричного кола так і другого.

Комплексна діагностика системи запалення, проводиться із застосуванням стаціонарних чи пересувних мотор-тестерів. Перевірка технічного стану системи запалення, включає перевірку наступних основних параметрів: перевірку і регулювання кута випередження запалення; перевірку ланцюгів низької та високої напруги; перевірку конденсатора. Перед перевіркою кута випередження запалювання, на двигунах із контактною системою запалювання необхідно перевірити та відрегулювати зазор між контактами розподільника запалювання. У електронних системах – замінити транзистор. Перевірка та регулювання кута випередження запалення здійснюється за допомогою стробоскопа чи контрольної лампи.

3.3 Перевірка електромережі системи запалювання

Найбільш точну та достовірну інформацію про електричні процеси, що протікають у електричних колах системи запалювання, можна отримати при використанні спеціальних діагностичних стендів з осцилографами, застосування яких дозволяє досить просто і швидко визначити працездатність елементів системи запалювання по осцилограмах. вторинної обмотки котушки запалення) напруги.

За відсутності спеціального стенду з осцилографом, перевірку первинного кола можна виконати, використовуючи індикатор.

Для перевірки справності електричного кола низької напруги, слід приєднати один провід індикатора до корпусу автомобіля («до маси»), а інший – послідовно (при увімкненому запаленні та розімкнених контактах переривника) до вхідний і вихідний клем вимикача запалювання, вхідний та вихідний клем котушки.

Для перевірки справності електричного кола високої напруги (при справному ланцюгу низької напруги), необхідно зняти кришку розподільника, поворотом колінчастого валу повністю з'єднати контакти переривника і вийняти провідник високої напруги з центрального гнізда розподільника. Наявність іскри на кінці електропровідника, свідчить про наявність несправності в електричному колі високої напруги або несправності транзистора, що вмонтований у електронний блок управління.

3.4 Налагодження системи запалення та вміння аналізувати електричні імпульси пробивної напруги системи запалювання

Полягає в заміні неякісно працюючих елементів системи: свічок, провідників високої напруги, котушки запалювання, конденсатора, електронного комутатора, вимикача запалення або його контактної групи, датчика-розподільника, розподільника запалювання та його елементів -

кришки, ротора, контактної групи чи ЕБУ у електронних системах запалювання.

Особливості форми електричного розряду (на свічках запалювання), в момент переривання первинного кола низької напруги, відображено на рис.3.1.

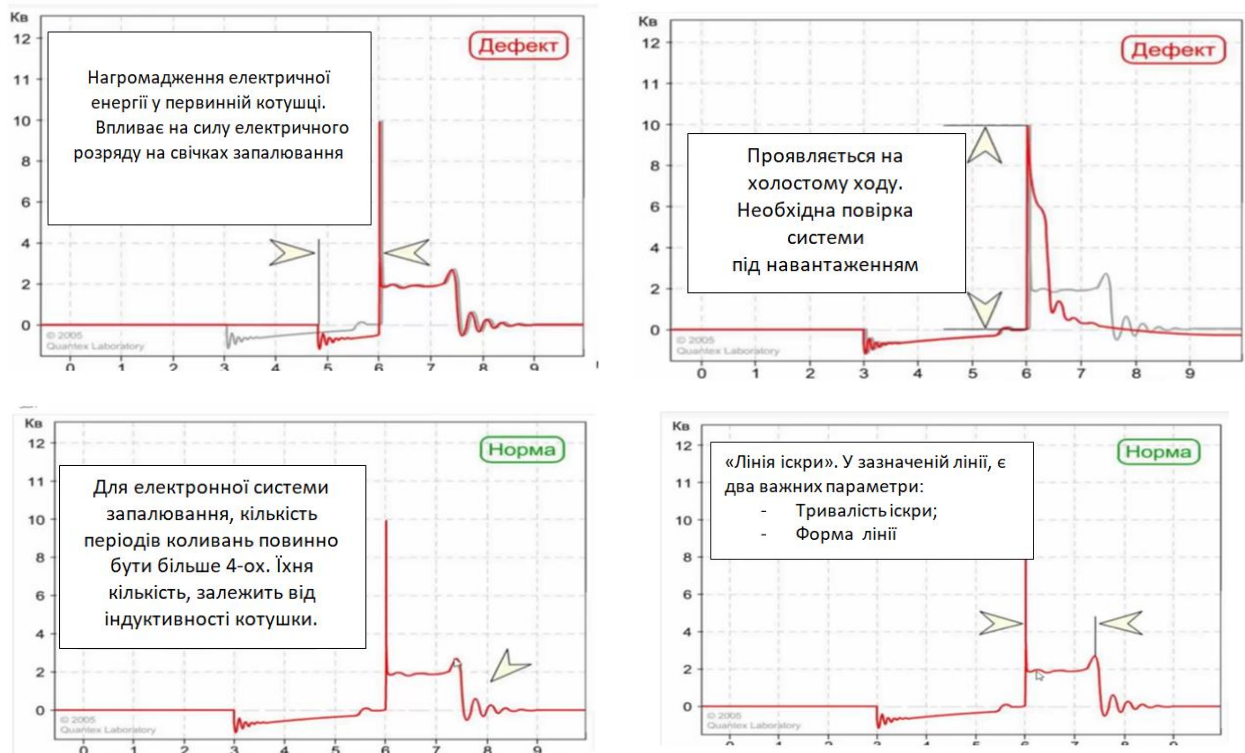


Рисунок 3.1 – Особливості форми електричного розряду.

3.5 Причини використання електронного осцилографу під час діагностики електронної системи запалювання

Вивчивши форму і суть розмірів електронної осцилограми (див. рис. 3.1), цілком впевнено можна визначити електричні сигнали будь якого електронного виконавчого елементу двигуна з ЕБУ.

У нашому випадку, бензиновий двигун не розвиває бажаної потужності в режимі підвищених швидкісних характеристик (від 3000 об/хв і вище), а електронний блок управління не вмикає режим самодіагностики двигуна, що

у свою чергу система управління не переводиться у аварійний режим роботи. Тому, для визначення встановленої проблеми, слід використовувати осцилографи, які дають можливість зчитати у повній мірі вхідні і вихідні електричні імпульси котушки запалювання чи модуля запалювання, рис. 3.2.

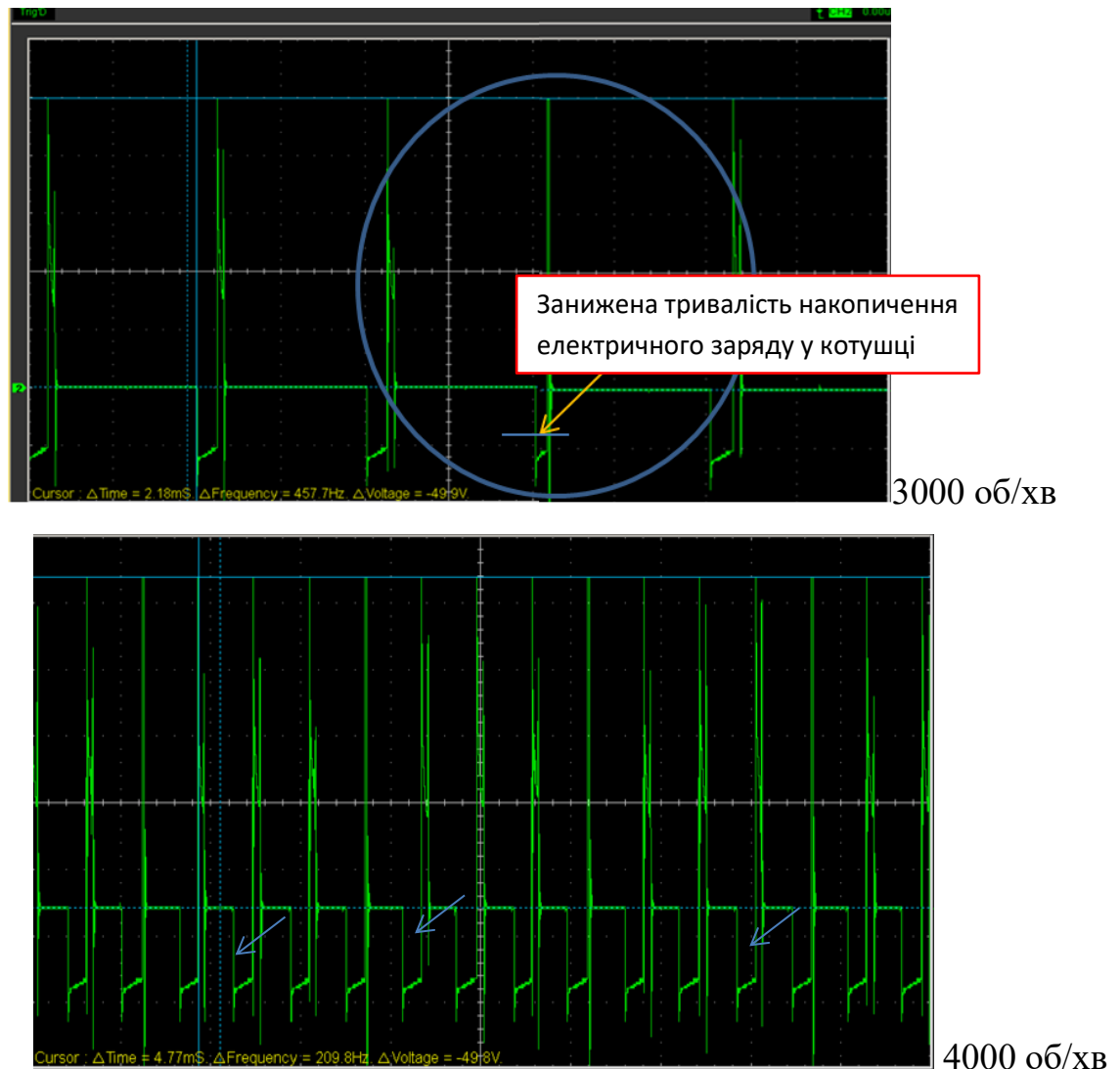


Рисунок 3.2 – Осцилограма для оцінки якості електричного розряду (в період розмикання первинного кола котушки запалювання).

Аналізуючи форму електричних імпульсів осцилограми, є помітні місця недостатнього часу для накопичення електромагнітної індукції у первинній котушці (в період протікання напруги 14 В).

Даний негативний фактор, і є причиною спаду потужності на

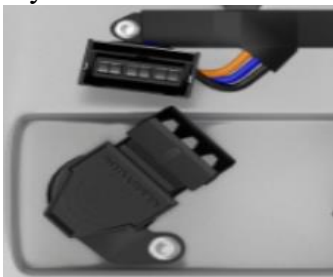
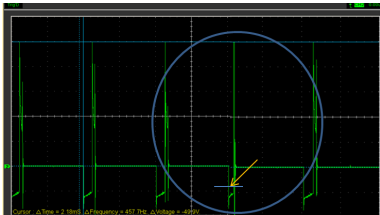
підвищених швидкісних режимах двигуна. Тобто, у циліндрах відбуваються процеси недостатнього запалювання робочої суміші, що у подальшому веде до обмеження виділення відповідної кількості теплоти із згореної робочої суміші.

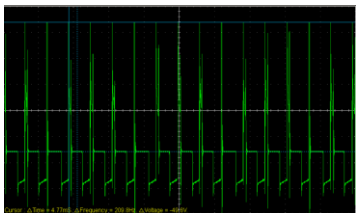
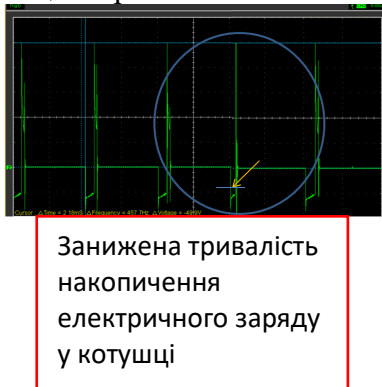
3.6 Формування операційної карти, для проведення діагностики системи запалювання двигуна (коли система самодіагностики не спрацьовує)

Відповідно, у табл. 3.1, представлені операції на проведення діагностики системи запалювання досліджуваного двигуна із використанням електронного осцилографу.

Таблиця 3.1 – Операційна складова на проведення діагностичних робіт у електронній системі запалювання

№ операції	Вид операцій	Складові елементи	Обладнання для проведення операцій	Час проведення операцій, хв.
1	2	3	4	5
1	Увімкнути стоянкове гальмо автомобіля 	Вручну	Важіль приводу	До 1
2	Відчинити капот 	Розблок. замок	Важіль капоту	До 2
3	Вимкнути джерело електричного живлення автомобіля 	6Ст60(570А г)	Клеми	До 5

Продовження таблиці 3.1				
1	2	3	4	5
4	Зняти захист двигуна 	Захисний кожух	Вручну	До 2
5	Демонтаж кріплення електропроводників 	Три гвинти: М5×10×1	Ключ на 13 мм	До 10
6	Відмикання живлення від неякісно працюючої котушки 	Роз'єми	Вручну	До 10
7	Під'єднати осцилограф 	Вимірювальні щупи	Осцилограф	До 20
8	Зняти осцилограми із первинної обмотки За 3000 об/хв 	Вимірювальні щупи	Осцилограф	До 10

Продовження таблиці 3.1				
1	2	3	4	5
9	Зняти осцилограму із первинної обмотки за 4000 об/хв 	Монітор осцилографу	Осцилограма	До 10
10	Провести аналіз осцилограм 	Монітор	Електронне вимірювання	До 20
11	Перевірити роботу системи запалювання двигуна 1,6 л (бензин). 	Витрата палива	100 км пробігу	До 120
Загальна тривалість операцій				209хв./4 год.

Представлена операційна карта, є ключовим інформаційним ресурсом для працівників станції технічного обслуговування (де проводиться діагностування автомобільних транспортних засобів). Вона допомагає правильно підібрати необхідні інструменти та забезпечує ефективне використання електронних діагностичних засобів, під час проведення ТО автомобіля.

Відповідно до (див. таблиці 3.1), нами представлена спрощена схема проведення операцій із діагностики індукційної котушки системи запалювання бензинового двигуна, автомобіля Peugeot 3008, рис. 3.3.

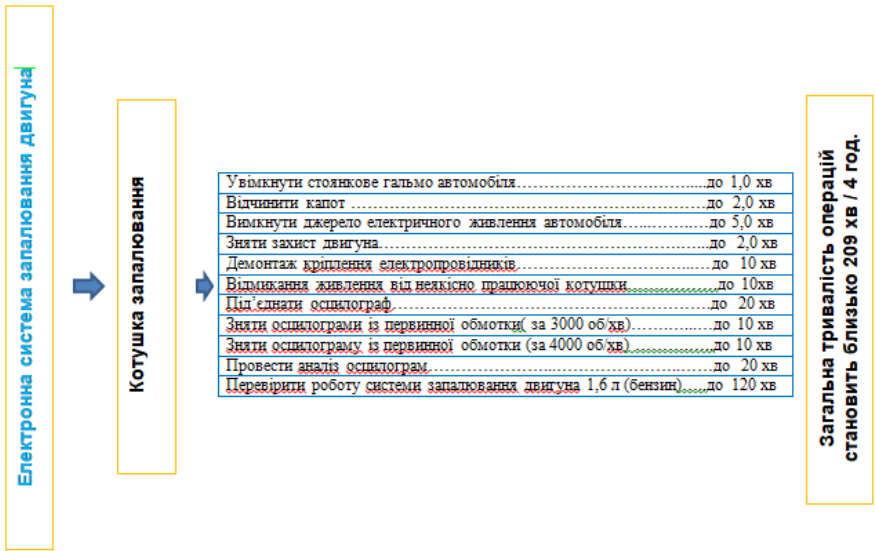


Рисунок 3.3 –Операційна карта для проведення діагностики електронної котушки запалювання з використанням електронного осцилографу.

Запропонований формат операційної карти, суттєво обмежить час, який необхідний для проведення діагностики котушки запалювання (за використання електронного осцилографу).

3.7 Висновки

Для оперативного і якісного налагодження електронної системи запалювання бензинового двигуна (коли не спрацювала система самодіагностики), слід використовувати електронний осцилограф.

Розроблено та представлено операційну карту, яка сприятиме більш ефективному використанню електронного осцилографу для зчитування електричних імпульсів із котушки запалювання.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [2]:

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

(з'єднувачів або елементів) друкованої плати ЕБУ.

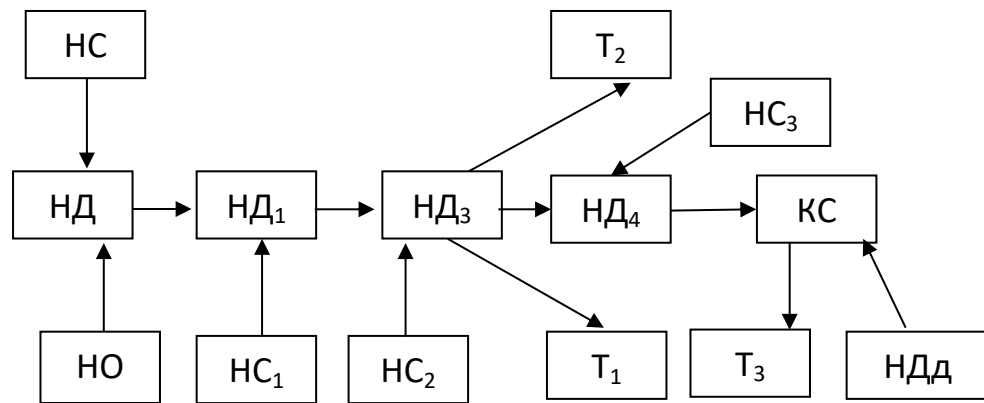
Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів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

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

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

- характеризують стан або рівень небезпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;
- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;
- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);
- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час діагностики системи запалювання двигуна, рис, 4.1.



HD – відкриття капоту; HC – можливе падіння капоту під час проведення ТО; NO₁ – наявність незначного схилу; HD₁ – демонтаж електропроводників; HC₁ – можливе побиття кінцівок рук; HD₃ – розгвинчування верхньої частини модуля; HC₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; T₁ – травма пальців; T₂ – побиття ліктів рук; HD₄ – демонтаж котушки запалювання; HC₃ – можливе побиття верхніх кінцівок; T₃ – можливі заземлення пальців; KS – можливі опіки; HDд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій, під час проведення діагностичних робіт системи запалювання.

4.2 Пожежна безпека

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

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

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50х20х8 м).

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

Радіус захисту r_x подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м, визначиться за відношенням [2]:

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

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м (рис. 4.2).

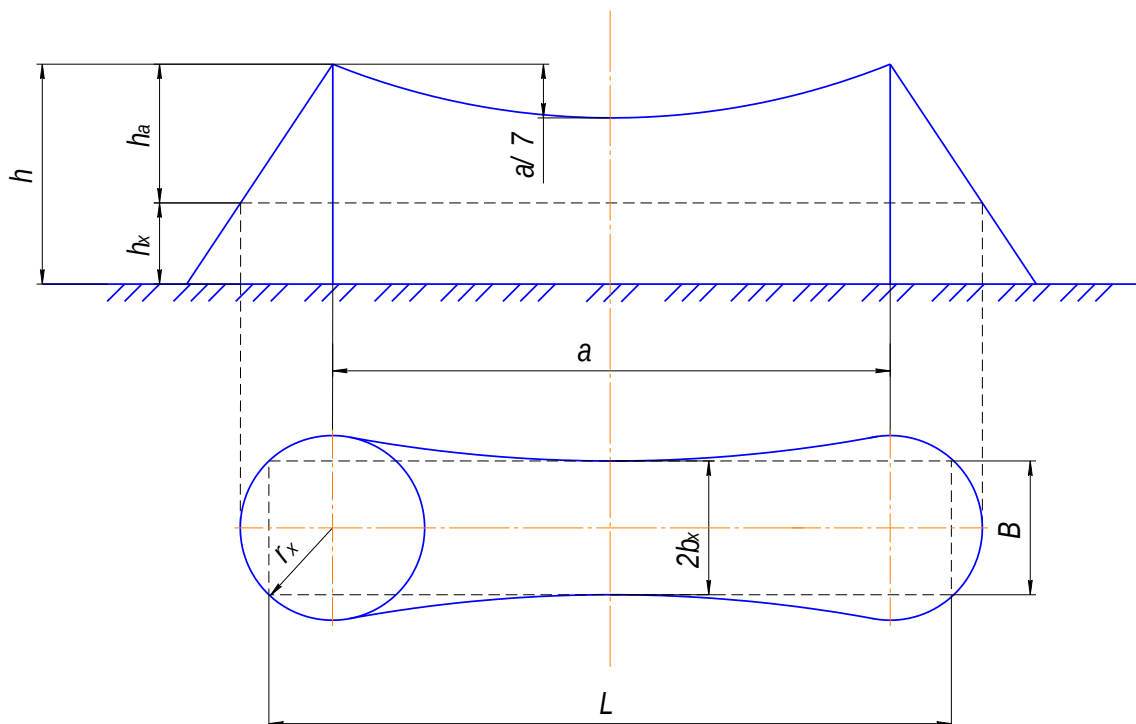


Рисунок 4.2 - Схема блискавкового захисту будівлі для проведення комп'ютерної діагностики автомобілів.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 20$ м.

Тоді ,

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

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

k_x :

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

Тоді,

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

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

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

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

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

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

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

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

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

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

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

4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

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

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

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

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

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних

конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

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

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

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

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

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

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і

видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

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

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

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

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

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

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

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

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

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнувати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

4.4 Висновки

З метою забезпечення безпечних умов праці під час діагностики електронної системи запалювання двигуна, розроблено комплекс відповідних заходів.

До основних з них, належать:

- перевірка справності вентиляційної системи приміщення, оскільки її належний стан безпосередньо впливає на здоров'я та ефективність роботи персоналу;
- обов'язковий контроль за проходженням інструктажу з охорони праці перед початком проведення діагностичних робіт;
- візуальна перевірка та тестування діагностичного обладнання, яке планується залучити до технічного процесу.

Проведено аналіз можливих ризиків, які можуть виникнути в ході діагностичних досліджень та становити загрозу для безпеки працівників.

Крім того, виконано розрахунок оптимальної висоти блискавковідводу, що дозволяє гарантувати належний рівень протипожежного захисту будівлі під час технічного обслуговування автомобілів.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Експлуатаційні витрати

Відповідно, до досліджених параметрів, нами залишилось визначити економічні показники досліджуваного двигуна.

Вище зазначена електронна система запалювання двигуна, яка є вчасно відлагоджена, не веде до значних експлуатаційних витрат. Хоча бувають випадки, коли дана система зазнає збоїв і суттєво впливає техніко-економічні показники автомобіля загалом.

Тому, економічні витрати, визначаємо з експлуатаційних характеристиках двигуна.

Затрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за [7]:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (5.1)$$

де Z_n – витрати на паливе;

$Z_{зм}$ – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{зм} = 1,93$ грн/км;

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

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

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,5$ грн/км;

$Z_{зн}$ – витрати на заробітну плату водія, $Z_{зн} = 8,3$ грн.

Витрати на паливо визначаємо, відносно справної і несправної системи запалювання.

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

де, C_n^{δ} – вартість палива, $C_n^{\delta} = 51,00$ грн/л;

g – витрата палива (за несправної системи), $g = 9$ л/100 км

Тоді:

$$Z_n^{\delta} = \frac{51,00 \cdot 9}{100} = 4,59 \text{ грн./км,}$$

З справною системою:

$$Z_n^i = \frac{C_n^i \cdot g_B}{100}, \quad 5.3$$

де, g_B – витрата палива, $g_B = 6$ л/ 100 км.

Відповідно:

$$Z_n^{g_B} = \frac{51,00 \cdot 6}{100} = 3,06 \text{ грн./км.}$$

Отже, як показує розрахунок, витрати на придбання палива, для ДВЗ з справною системою є меншими, ніж з несправною.

Витрати на технічне обслуговування двигуна:

$$Z_{TO} = N_a \cdot l_a \cdot 10^{-3}, \text{ грн./км} \quad 5.4$$

де, N_a – витрати для автомобіля, приймаємо $N_a = 32,4$ грн./1000 км.

$$Z_{TO} = 32,4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,032 \text{ грн/км.}$$

Амортизаційні відрахування для автомобіля визначаються:

$$Z_{\text{амор.}} = \frac{C \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{C \cdot l_p \cdot A_{\text{кап.р}}}{10^5} \text{ грн.} \quad 5.5$$

де, C – балансова вартість автомобіля, $C = 140000,00$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,04$;

l_p – річний пробіг, $l_p = 73000$ км;

$A_{\text{кап.р}}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{\text{кап.р}} = 0,02$

$$Z_{\text{амор.}} = \frac{140000 \cdot 73000 \cdot 0,04}{10^5} + \frac{140000 \cdot 73000 \cdot 0,02}{10^5} = 4088 + 2044 = 6132,00 \text{ грн.}$$

Згідно формули (6.1), отримаємо:

- для двигуна з несправною системою

$$Z = 4,59 + 1,93 + 0,032 + 0,08 + 0,6 + 5,3 = 12,53 \text{ грн /км;}$$

- для двигуна (зі справною системою)

$$Z = 3,06 + 1,93 + 0,032 + 0,08 + 0,6 + 5,3 = 11,00 \text{ грн./км.}$$

Тоді, за річний пробіг автомобіля, витрати будуть становити:

з справною системою

$$Z_p = 11,00 \cdot 73000 / 12 \cdot 4 = 16732,20 \text{ грн./рік;}$$

- з неспрвною системою запалювання

$$З_p = 12,53 \cdot 73000 / 12 \cdot 4 = 19056,04 \text{ грн./рік.}$$

Виходячи із вище отриманих значень, річні витрати будуть становити:

$$E = 19056,04 - 16732,20 = 2323,84 \text{ грн./рік}$$

Для 10 автомобілів, складе 23230,86 грн./рік

5.2 Висновки

Вчасно проведена діагностика котушки запалювання, запобігає зниженню експлуатаційного ресурсу поршневої групи та річним експлуатаційним витратам, на суму близько 23230,86 грн./рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виявлено, що у діючих системах запалювання двигунів із електронним управлінням, виникають проблеми із нестабільністю формування електричного розряду у момент розмикання первинного кола котушки запалювання (в період підвищених швидкісних режимів та часткових навантажень на ДВЗ). А це відповідно, веде до підвищення пропусків запалювання у циліндрах та витрати палива.

Для оперативного і якісного налагодження електронної системи запалювання (коли не спрацювала система самодіагностики), слід використовувати електронний осцилограф.

У ході розрахунку теплового балансу двигуна з електронною системою управління, визначені диференційовані значення теплової енергії, що виділяється під час згоряння робочої суміші.

Здійснено порівняльний аналіз ефективної теплоти Q_e , яка утворюється при справній та несправній роботі котушки запалювання.

Виконано розрахунок електромагнітної індукції в первинній обмотці одношарової індукційної котушки, залежно від її діаметра та довжини провідника.

Установлено, що збільшення кількості витків у первинній обмотці, призводить до зростання сили електромагнітної індукції, що проявляється при силі струму близько 6 А.

Розроблено та представлено операційну карту, яка сприятиме більш ефективному використанню електронного осцилографу для зчитування електричних імпульсів із котушки запалювання.

З метою забезпечення безпечних умов праці під час діагностики електронної системи запалювання двигуна, розроблено комплекс відповідних заходів.

До основних з них, належать:

- перевірка справності вентиляційної системи приміщення, оскільки її належний стан безпосередньо впливає на здоров'я та ефективність роботи персоналу;
- обов'язковий контроль за проходженням інструктажу з охорони праці перед початком проведення діагностичних робіт;
- візуальна перевірка та тестування діагностичного обладнання, яке планується залучити до технічного процесу.

Проведено аналіз можливих ризиків, які можуть виникнути в ході діагностичних досліджень та становити загрозу для безпеки працівників.

Виконано розрахунок оптимальної висоти блискавковідводу, що дозволяє гарантувати належний рівень протипожежного захисту будівлі під час технічного обслуговування автомобілів

Вчасно проведена діагностика котушки запалювання, запобігає зниженню експлуатаційного ресурсу поршневої групи та річним експлуатаційним витратам, на суму близько 23230,86 грн./рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андрєєв В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
5. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
7. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
8. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
9. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.
10. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.
11. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.

12. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ, 2023. 300 с.
13. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. 240 с.
14. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
15. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
16. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів. Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
17. Дембіський В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник. Інформаційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. 2018. 472.
18. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
19. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: підручник.— К.: Арістей, 2004. 476 с.
20. Александров В.Д., Гутаревич, І.В. Грицук і інш. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
21. Славін В.В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів з використанням сучасних систем впорскування: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.22.20. К., 2014. 209 с.