

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інформаційних технологій та механічної інженерії

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

*на тему Розробка раціонального методу діагностування систем сучасних
двигунів внутрішнього згорання*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи АТ-19мп

Максим ПІДГОРНИЙ

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник Олександр ЛИХОДІЙ

(ім'я та прізвище)

Рецензент Олександр ГОЛУБЧЕНКО

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

(сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою,)

Секретар ЕК _____

(підпис)

/ Віталій БОГОМОЛОВ /

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

Дніпро – 2020

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет інформаційних технологій та механічної інженерії
Кафедра експлуатації та ремонту машин
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр та назва)
Освітня програма ОПП «Автомобільний транспорт»
(вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри к.т.н. Олександр ЛИХОДІЙ
« 28 » вересня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Максим ПІДГОРНИЙ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Розробка раціонального методу діагностування систем сучасних
двигунів внутрішнього згорання

керівник роботи к. т. н. Олександр ЛИХОДІЙ
(ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

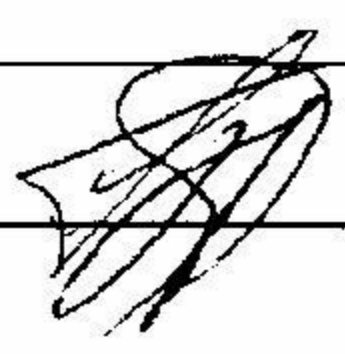

затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2020 року № 438-кв

2. Строк подання роботи до захисту « 11 » грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика сучасних легкових автомобілів.
Нормативи щодо технічного стану колісних транспортних засобів. Апаратура для
визначення параметрів систем ДВЗ

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
1. Обґрунтування вибору об'єкта діагностування. 2. Апробація запропонованого
методу діагностування систем двигуна. 3. Розробка алгоритму діагностування
систем ДВЗ. 4. Розробка технологічного процесу діагностування ДВЗ та
раціонального робочого місця діагноста. Висновки. Список використаних джерел.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
3	доцент Георгій ЗАЯЦЬ		

6. Дата видачі завдання «07» вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунково-пояснювальна записка:		
1.1	Вступ. Обґрунтування вибору об'єкта діагностування	до 25.09	
1.2	Апробація запропонованого методу діагностування систем двигуна.	до 19.10	
1.3	Розробка алгоритму діагностування систем ДВЗ	до 30.10	
1.4	Розробка технологічного процесу діагностування ДВЗ та раціонального робочого місця діагноста.	до 23.11	
1.5	Висновки. Список використаних джерел	до 27.11	
2	Оформлення кваліфікаційної роботи	до 03.12	
3	Підготовка до попереднього захисту роботи	з 10.12	

Здобувач вищої освіти


(підпис)

/Максим ПІДГОРНИЙ/

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

/Олександр ЛИХОДІЙ /

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «Розробка раціонального методу діагностування сучасних систем двигунів внутрішнього згоряння» складається із 88 аркушів формату А4, на яких містяться 4-ри розділи, 4-ри таблиці, 46-ть рисунків, 20-ть джерел інформації.

Об'єкт дослідження. Робочий процес діагностування технічного стану систем двигунів внутрішнього згоряння легкових автомобілів.

Предмет дослідження. Функціональні зв'язки між миттєвою частотою обертання колінчастого вала ДВЗ та параметрами працездатної роботи його підсистем.

За мету кваліфікаційної роботи прийнята розробка раціонального методу діагностування систем двигунів внутрішнього згоряння легкових автомобілів з можливістю покращення техніко-економічних показників процесу діагностування.

Наукова новизна отриманих результатів. Набув подальшого розвитку процес діагностування систем ДВЗ легкових автомобілів, який відрізняється від відомих можливістю ефективного встановлення технічного стану систем ДВЗ за отриманою характеристикою миттєвої частоти обертання його колінчастого вала.

Результати досліджень запроваджені до використання в практичній діяльності випробувальної лабораторії № 1.6 «УКР-ТЕСТ-СТАНДАРТ» та доповнюють освітній курс «Основи технічної діагностики автомобілів» більш раціональним методом діагностування систем ДВЗ за характеристикою миттєвої частоти обертання його колінчастого вала.

Матеріали кваліфікаційної роботи доповідалися на конференції за результатами проходження виробничої та переддипломної практик.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВЗ, ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВА ГРУПА, ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ, ДІАГНОСТУВАННЯ, ЧАСТОТА ОБЕРТАННЯ, АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
1. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБ'ЄКТА ДІАГНОСТУВАННЯ	9
1.1. Особливості конструкції двигуна автомобіля Chevrolet Lacetti.....	9
1.2. Основні несправності ДВЗ автомобіля Chevrolet Lacetti	13
1.3. Методи та засоби діагностування КШМ та ГРМ сучасних ДВЗ	18
1.4. Огляд та аналіз існуючих засобів діагностування систем ДВЗ	22
Висновки до першого розділу	34
2. АПРОБАЦІЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ДВИГУНА	36
2.1. Вимоги до двигуна та його систем	36
2.2. Обґрунтований вибір методу та засобу діагностування сучасних ДВЗ	37
2.3. Принцип оцінки технічного стану ДВЗ за допомогою запропонованого методу діагностування	45
2.4. Результати діагностування ДВЗ	47
2.4.1. Результати діагностування на режимі прокрутки стартером	47
2.4.2. Результати діагностування на режимі холостого ходу	50
2.4.3. Результати діагностування на режимі вільного прискорення	52
Висновки до другого розділу	59
3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ДВЗ	60
3.1. Загальний підхід	60
3.2. Побудова структурної моделі об'єкту діагностування	61
3.3. Побудова таблиці станів	62

3.4. Розробка алгоритму пошуку відмови без використання мотор-тестера	64
3.5. Розробка раціонального алгоритму пошуку відмови з використанням мотор-тестера	67
Висновки до третього розділу	68
4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВЗ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ ДІАГНОСТА	69
4.1. Організація діагностування автомобіля	69
4.2. Розробка технологічного процесу діагностування ДВЗ	70
4.3. Характеристика робочого місця діагнosta-електрика	71
4.4. Зміст робіт, що виконуються, з розбивкою на елементи виробничого циклу	73
4.5. Визначення параметрів електротехнічного відділення	75
4.6. Безпека праці при визначенні технічного стану високовольтних дротів	79
Висновки до четвертого розділу	82
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
ДОДАТОК А. Акт впровадження результатів кваліфікаційної роботи	87
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	88

ВСТУП

Двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) – це складна мехатронна система, що складається з більш простих мехатронних підсистем. На діагностичні симптоми щодо працездатності ДВЗ впливає значна кількість структурних параметрів цих підсистем, до того ж, один і той же симптом може генеруватись одним структурним параметром однієї підсистеми, а може генеруватись декількома структурними параметрами однієї або декількома підсистемами ДВЗ. Доречи, абсолютно справний ДВЗ може генерувати певні діагностичні симптоми, пов'язані з якістю та сезонністю використання робочих рідин.

Ефективність діагностики залежить від ступеня пристосованості методів і контрольно-діагностичних засобів до визначення технічного стану автомобіля. Сучасний ДВЗ неможливо уявити без електронного керування роботою його підсистем, а це, з одного боку, зменшує надійність системи, тобто, збільшується ймовірність виникнення несправності, з іншого боку, використання штатних сенсорів систем керування роботою різних підсистем двигуна полегшує та урізноманітнює методи діагностування систем ДВЗ.

Діагностику оцінюють наступними показниками: вірогідністю правильного визначення технічного стану автомобіля з урахуванням системи діагностики; інформаційною здатністю алгоритмів діагностики і контрольно-діагностичних засобів; точністю і достовірністю діагностичної інформації; технологічністю системи діагностики і зручністю проведення регулювальних робіт; метало- і енергоємністю контрольно-діагностичних засобів; вартістю виготовлення і експлуатаційними витратами (економічною ефективністю системи діагностики). Одним критерієм важко оцінювати ефективність системи діагностики, оскільки необхідно одночасно враховувати якість функціонування контрольно-діагностичних засобів, техніко економічні можливості і економічну доцільність діагностики.

Розробка ефективної системи оцінки працездатності транспортних засобів, що базується на комплексному підході до діагностування систем ДВЗ

автомобіля, представляється вельми актуальним завданням, оскільки дозволить безперервно контролювати їх фактичний технічний стан і прогнозувати безпечно напруження, що залишилося.

Актуальність теми. Будь-який КТЗ, особливо легковий автомобіль, повинен забезпечувати своєму власнику певний комфорт, надійність, безпеку, економічну доцільність експлуатації. На надійність легкових автомобілів значно впливає надійність його джерела енергії, в якості якого на сьогодні залишає за собою лідерство двигуну внутрішнього згорання. Для забезпечення екологічної безпеки виробники ДВЗ змушені постійно вдосконалювати їх конструкції та забезпечувати майже усі робочі процеси електронним керуванням. Що унеможлиблює власними силами без спеціалізованих діагностичних засобів встановити причини миттєвої втрати працездатності ДВЗ. Тому, актуальним залишається розробка та дослідження нових раціональних методів діагностування систем ДВЗ, вдосконалення діагностичних засобів з можливістю моніторингу працездатності систем ДВЗ в процесі його роботи.

Об'єкт дослідження. Робочий процес діагностування технічного стану систем двигунів внутрішнього згорання легкових автомобілів.

Предмет дослідження. Функціональні зв'язки між миттєвою частотою обертання колінчастого вала ДВЗ та параметрами працездатної роботи його підсистем.

За мету кваліфікаційної роботи прийнята розробка раціонального методу діагностування систем двигунів внутрішнього згорання легкових автомобілів з можливістю покращення техніко-економічних показників процесу діагностування.

У відповідності до сформульованої мети визначимо наступні **задачі**:

1. На основі виконаного аналізу можливих несправностей ДВЗ легкових автомобілів та існуючих методів і засобів діагностування запропонувати раціональний метод оцінки технічного стану його систем.

2. Довести ефективність запропонованого методу діагностування ДВЗ шляхом натурних досліджень роботи ДВЗ різних легкових автомобілів з різними несправностями.

3. Запропонувати алгоритм діагностування систем ДВЗ, довести його раціональність.

4. Запропонувати покращення технології діагностування систем ДВЗ на ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» за рахунок застосування запропонованої методики діагностування.

Наукова новизна отриманих результатів. Набув подальшого розвитку процес діагностування систем ДВЗ легкових автомобілів, який відрізняється від відомих можливістю ефективного встановлення технічного стану систем ДВЗ за отриманою характеристикою миттєвої частоти обертання його колінчастого вала.

Методи дослідження. Експериментальні, шляхом безпосереднього отримання діагностичних параметрів ДВЗ за допомогою різних діагностичних засобів.

Апробація результатів досліджень. Матеріали кваліфікаційної роботи доповідалися на конференції за результатами проходження виробничої та переддипломної практик (Дніпро, ПДАБА, 15 жовтня 2020 р.).

Результати кваліфікаційної роботи запроваджені до використання в практичній діяльності випробувальної лабораторії № 1.6 «УКР-ТЕСТ-СТАНДАРТ» (Додаток А).

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБ'ЄКТА ДІАГНОСТУВАННЯ

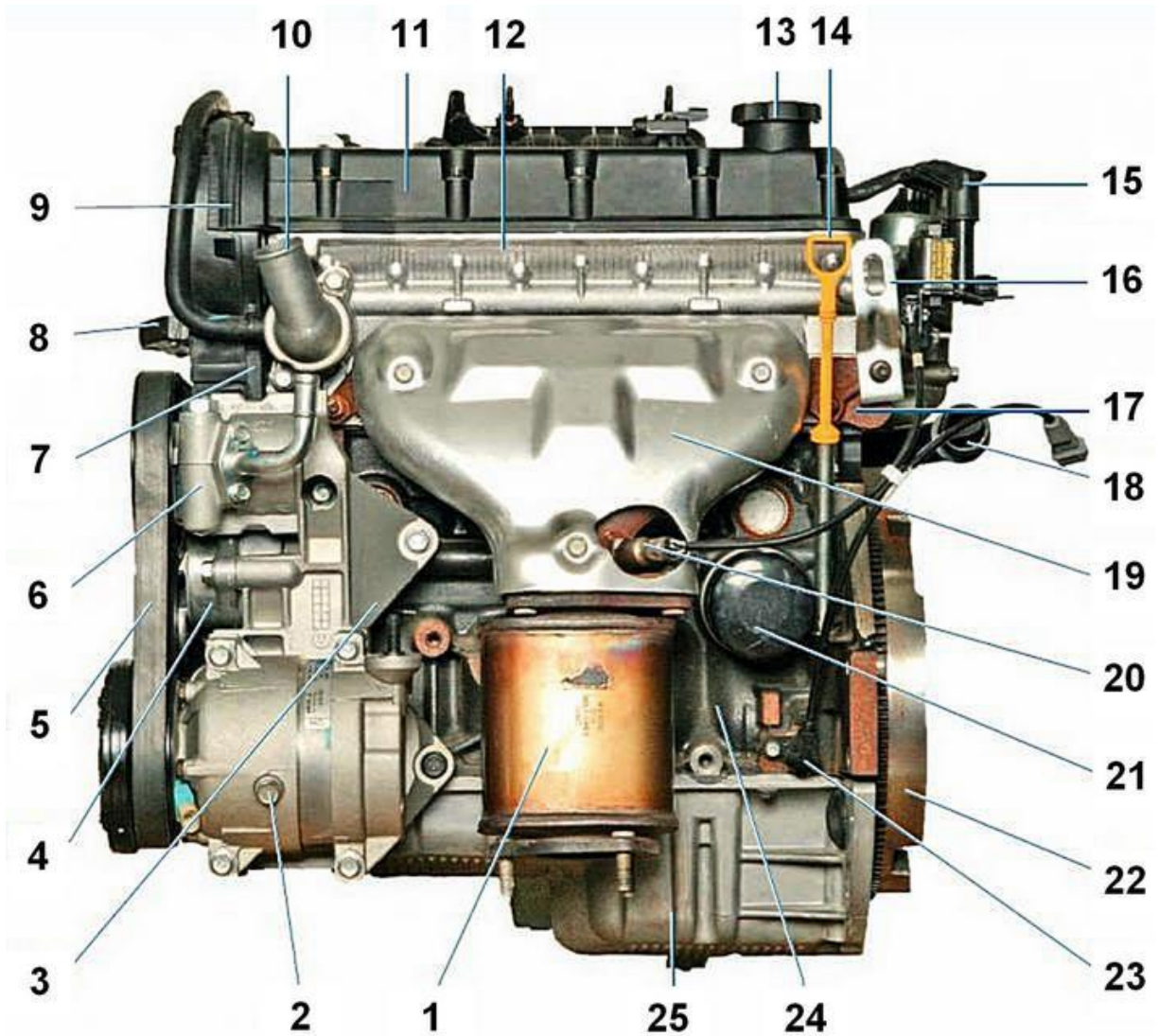
1.1. Особливості конструкції двигуна автомобіля Chevrolet Lacetti

В якості об'єкта діагностування вибираємо двигун внутрішнього згоряння автомобіля Chevrolet Lacetti [2], так як, цей автомобіль має значну вагу в автопарку України, а також, значну частоту звернень автовласників Chevrolet Lacetti до сервісних центрів з приводу несправностей двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), про що свідчать власні спостереження під час проходження відповідних практик згідно з навчальним планом спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» на ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО».

Автомобіль Chevrolet Lacetti [2] – це легковий автомобіль малого класу з кузовом типу седан. Компоновка – передньомоторна, передньопривідна.

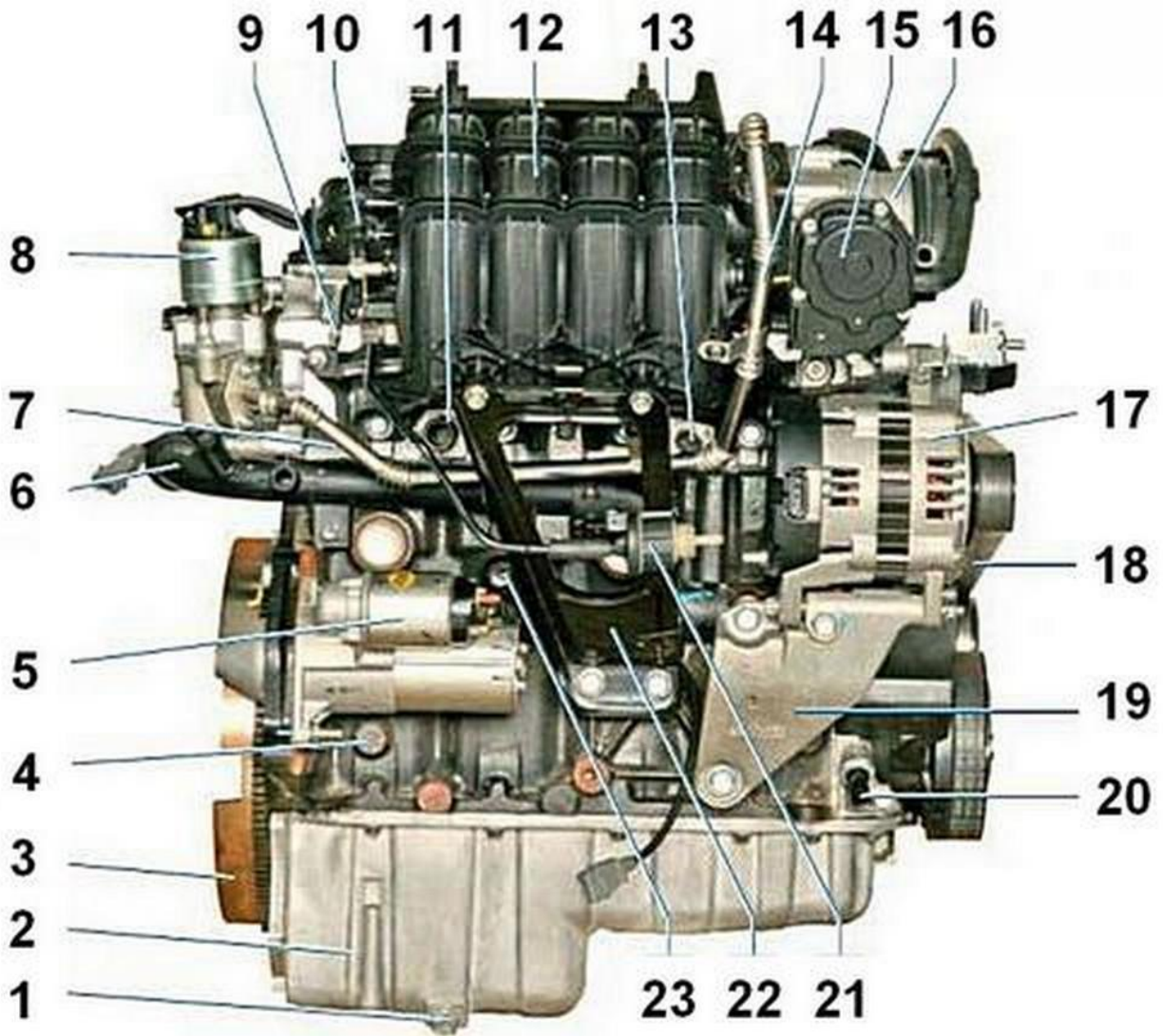
Опишемо особливості конструкції елементів силової передачі автомобіля. Двигун моделі F16D3 – бензиновий, чотиритактний, чотирициліндровий, рядний, шістнадцятиклапанний, з верхнім розташуванням двох розподільних валів. Порядок роботи циліндрів: 1-3-4-2, відлік – від шківів приводу допоміжних агрегатів. Привід газорозподільного механізму – ремінний. Система охолодження – рідинна. Система живлення – фазоване розподілене впорскування палива типу ME-Motronic. Система запалювання – мікропроцесорна. Напруга бортової мережі 12В, акумуляторна батарея 6СТ-55А. Генератор – змінного струму, трьохфазний, з вбудованим випрямлячем і електронним регулятором напруги. Стартер – постійного струму, з планетарним редуктором, електромагнітним втягуючим реле і муфтою вільного ходу.

Двигун з коробкою передач і зчепленням утворюють силовий агрегат – єдиний блок, закріплений в моторному відсіку на трьох еластичних резинометалевих опорах. Загальний вид двигуна показано на рис. 1.1, 1.2.



1 – каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів; 2 – компресор кондиціонера; 3 – кронштейн навісних агрегатів; 4 – натяжний пристрій ремня приводу допоміжних агрегатів; 5 – ремінь приводу допоміжних агрегатів; 6 – насос гідропідсилювача керма; 7 – задня кришка приводу ГРМ; 8 – кронштейн правої опори силового агрегату; 9 – верхня передня кришка приводу ГРМ; 10 – кришка термостата; 11 – кришка голівки блоку циліндрів; 12 – голівка блоку циліндрів; 13 – кришка маслозаливної горловини; 14 – масляний щуп; 15 – котушка запалювання; 16 – рим; 17 – випускний колектор; 18 – труба насоса охолоджувальної рідини; 19 – теплозахисний кожух випускного колектора; 20 – управляючий датчик концентрації кисню; 21 – масляний фільтр; 22 – маховик; 23 – датчик положення колінчастого вала; 24 – блок циліндрів; 25 – піддон картера.

Рис. 1.1. Загальний вид двигун (вигляд спереду по ходу автомобіля)



1 – пробка маслозливного отвору; 2 – піддон картера; 3 – маховик; 4 – блок циліндрів; 5 – стартер; 6 – труба насоса охолоджувальної рідини; 7 – голівка блоку циліндрів; 8 – клапан рециркуляції відпрацьованих газів; 9 – паливна рампа; 10 – виконавчий механізм зміни довжини впускного колектора; 11 – патрубок підведення охолоджувальної рідини до радіатора обігріву салону; 12 – впускний трубопровід; 13 – датчик температури охолоджувальної рідини; 14 – трубка підведення відпрацьованих газів до впускного трубопроводу; 15 – блок датчика положення дросельної заслінки і регулятора холостого ходу; 16 – дросельний вузол; 17 – генератор; 18 – ремінь приводу допоміжних агрегатів; 19 – кронштейн генератора; 20 – датчик недостатнього тиску моторної оливи; 21 – клапан продувки адсорбера; 22 – кронштейн впускного трубопроводу; 23 – датчик детонації.

Рис. 1.2. Загальний вид двигун (вигляд ззаду по ходу автомобіля)

Головка блоку циліндрів відлила з алюмінієвого сплаву, загальна для усіх чотирьох циліндрів. Між блоком і головкою блоку циліндрів встановлено прокладку. На протилежних сторонах головки блоку циліндрів розташовані вікна впускних і випускних каналів. Свічки запалювання встановлені по-центру кожної камери згоряння.

У верхній частині головки блоку циліндрів встановлені два розподільні вали. Один вал приводить впускні клапани газорозподільного механізму, а інший – випускні. На кожному валу виконані по вісім кулачків – сусідня пара кулачків одночасно управляє двома клапанами (впускними або випускними) кожного циліндра. Опори розподільних валів (по п'ять опор для кожного валу) виконані роз'ємними.

Привод розподільних валів здійснюється зубчастим ременем від шківів колінчастого валу. Напівавтоматичний натяжний пристрій забезпечує необхідне натягування ременя в процесі експлуатації.

Клапани в головці блоку циліндрів розташовані в два ряди, V- подібно, по два впускних і два випускних клапанів на кожен циліндр. Клапани – сталеві, випускні з тарілкою з жароміцної сталі і наплавленою фаскою. Клапани приводяться в дію кулачками розподільних валів через гідроштовхачі.

Для роботи гідроштовхачів в головці блоку циліндрів виконані канали, які підводять до них моторну оливу. При роботі двигуна олива під тиском заповнює внутрішню порожнину гідроштовхачів і переміщає його плунжерну пару, компенсуючи тепловий зазор в приводі клапана. Таким чином, забезпечується постійний контакт між штовхачем і кулачком розподільного вала.

1.2. Основні несправності ДВЗ автомобіля Chevrolet Lacetti

Таблиця 1.1

Основні несправності двигуна та способи їх усунення [2].

<i>Колінчастий вал провертається стартером, але двигун не запускається</i>	
<i>Можлива причина</i>	<i>Спосіб усунення несправності</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
Обірваний ремінь приводу ГРМ або зрізані зубці ременя	Замінити ремінь. Перевірити компресію
Порушення фази газорозподілу	Встановити правильне взаємне положення валів. Перевірити компресію
Засмічений паливний фільтр, замерзла вода, що потрапила до системи живлення, деформовані паливні магістралі	Замінити паливний фільтр. Взимку помістити автомобіль у тепле приміщення, продути паливопроводи. Замінити пошкоджені шланги і трубки
Паливний насос не створює необхідний тиск у системі, несправність регулятора тиску	Перевірити тиск у паливній рампі. Переконалися у чистоті фільтра грубої очистки в модулі паливного насоса. При необхідності замінити фільтр, паливний насос чи регулятор тиску
Засмічення або несправність паливних форсунок, пошкодження ланцюгів їх живлення	Почистити або замінити несправні форсунки. Забезпечити контакт в електричних ланцюгах
Підсос стороннього повітря	Замінити пошкоджені шланги, прокладки, деталі з деформованими фланцями, несправний вакуумний підсилювач гальм
Несправності в системі запалювання	Перевірити ланцюги та елементи системи запалювання. Замінити несправні елементи. Забезпечити контакт в електричних ланцюгах

1	2
<i>Двигун працює з перебоями або зупиняється на холостому ході</i>	
Порушення фаз газорозподілу	Встановити правильне взаємне положення валів. Перевірити компресію
Несправності свічок запалювання, котушки запалювання, порушена ізоляція високовольтних дртів	Перевірити і при необхідності замінити пошкоджені елементи системи запалювання
Збільшений зазор між електродами або нагар на електродах свічок запалювання	Встановити необхідний зазор. При необхідності замінити свічки запалювання
Порушення фаз газорозподілу	Встановити правильне взаємне положення валів. Перевірити компресію
Низька компресія в циліндрах двигуна; знос або пошкодження клапанів, їх направляючих втулок і сідел, залягання або поломка поршневих кілець	Перевірити компресію. При необхідності замінити несправні деталі
Несправність регулятора тиску палива	Перевірити тиск в системі живлення. Якщо тиск менший за 2,8-3,3 бар, замінити регулятор тиску
Підсос стороннього повітря	Замінити пошкоджені шланги, прокладки, деталі з деформованими фланцями, несправний вакуумний підсилювач гальм
Несправність адсорбера. Негерметичність з'єднань трубок системи уловлювання випарів палива	Перевірити наявність пошкоджень адсорбер, справність клапана його продувки, герметичність з'єднань системи. Замінити несправні елементи, усунути негерметичність
Засмічення або несправність паливних форсунок, пошкодження ланцюгів їх живлення	Почистити або замінити несправні форсунки. Забезпечити контакт в електричних ланцюгах
Знос кулачків розподільних валів	Огляд після часткового розбирання двигуна. Замінити зношені вали

1	2
Несправність гідроштовхачів клапанів	Перевірити компресію. Замінити несправні гідроштовхачі
<i>Двигун не розвиває повної потужності, спостерігаються ривки і провали в процесі руху автомобіля</i>	
Підсос стороннього повітря	Замінити пошкоджені шланги, прокладки, деталі з деформованими фланцями, несправний вакуумний підсилювач гальм
Підвищений опір руху відпрацьованих газів у випускній системі	Замінити пошкоджені елементи системи випуску
Несправність електронного модулю дросельної заслінки або пошкодження ланцюгів його живлення	Замінити несправний модуль або забезпечити контакт в електричних ланцюгах
Засмічений повітряний фільтр	Замінити повітряний фільтр
Порушення фази газорозподілу	Встановити правильне взаємне положення валів. Перевірити компресію
Низька компресія в циліндрах двигуна; знос або пошкодження клапанів, їх	Перевірити компресію. При необхідності замінити несправні деталі
Збільшений зазор між електродами або нагар на електродах свічок запалювання	Встановити необхідний зазор. При необхідності замінити свічки запалювання
Сильний нагар на свічках запалювання, несправності котушки запалювання, порушення ізоляція високовольтних дротів	Перевірити і при необхідності замінити пошкоджені елементи системи запалювання
Засмічений паливний фільтр, замерзла вода, що потрапила до системи живлення, деформовані паливні магістралі	Замінити паливний фільтр. Взимку помістити автомобіль у тепле приміщення, продути паливопроводи. Замінити пошкоджені шланги і трубки
Засмічення або несправність паливних форсунок, пошкодження ланцюгів їх живлення	Почистити або замінити несправні форсунки. Забезпечити контакт в електричних ланцюгах

1	2
Паливний насос не створює необхідний тиск у системі, несправність регулятора тиску	Перевірити тиск у паливній рампі. Переконалися у чистоті фільтра грубої очистки в модулі паливного насоса. При необхідності замінити фільтр, паливний насос чи регулятор тиску
Знос кулачків розподільних валів	Огляд після часткового розбирання двигуна. Замінити зношені вали
Осадка або поломка пружин клапанів	Замінити пружини клапанів
<i>Хлопки у впускному трубопроводі</i>	
Несправність гідроштовхачів клапанів	Перевірити компресію. Замінити несправні гідроштовхачі
Впускні клапани заїдають в направляючих втулках: смолисті відкладення на поверхні стержня клапана або втулки, осадка або поломка пружин клапанів	Відремонтувати двигун
Порушення фази газорозподілу	Встановити правильне взаємне положення валів. Перевірити компресію
<i>Постріли в глушнику</i>	
Несправність гідроштовхачів клапанів	Перевірити компресію. Замінити несправні гідроштовхачі
Випускні клапани заїдають в направляючих втулках: смолисті відкладення на поверхні стержня клапана або втулки, осадка або поломка пружин клапанів	Відремонтувати двигун
Порушення фази газорозподілу	Встановити правильне взаємне положення валів. Перевірити компресію
Несправні свічки запалювання: витік струму по тріщинам в ізоляторі або по нагару на тепловому конусі, поганий контакт на центральному електроді	Замінити свічки запалювання

1	2
Пошкодження ізоляції високовольтних дротів і ланцюгів – перебої в іскроутворенні	Замінити несправну котушку запалювання і високовольтні дроти
Засмічений повітряний фільтр	Замінити повітряний фільтр
<i>Підвищена витрата палива</i>	
Низька компресія в циліндрах двигуна; знос або пошкодження клапанів, їх направляючих втулок і сідел, залягання або поломка поршневих кілець	Перевірити компресію. При необхідності замінити несправні деталі
Підвищений опір руху відпрацьованих газів у випускній системі	Замінити пошкоджені елементи системи випуску
Негерметичність паливних форсунок	Замінити несправні паливні форсунки
Підвищений тиск у паливній магістралі через несправний регулятор тиску	Замінити несправний регулятор тиску
Несправні свічки запалювання: витік струму по тріщинам в ізоляторі або по нагару на тепловому конусі, поганий контакт на центральному електроді	Замінити свічки запалювання
1	2
<i>Підвищена витрата моторної оливи (більше ніж 500 г на 1000 км пробігу)</i>	
Знос, втрата пружності сальників клапанів. Знос стрижнів клапанів, їх направляючих втулок	Замінити зношені деталі
Знос, поломка або закоксованість поршневих кілець. Знос поршнів, циліндрів	Розточити гільзи циліндрів в ремонтний розмір. Встановити ремонтні поршні і поршневі кільця
<i>Детонація (металеві стуки високого тону, що виникають, як правило, при роботі двигуна в навантаженні, особливо при низькій частоті обертання колінчастого вала (розгін «в натяг»)) і зникаючі при знятті навантаження)</i>	
Недопустимо низьке октанове число бензину	Злити паливо з баку. Заправити автомобіль паливом, рекомендованим заводом-виробником автомобіля

<i>1</i>	<i>2</i>
Перегрівання двигуна	Усунути причину перегрівання
Багато нагару в камерах згоряння, на днищах поршнів, тарілках клапанів	Усунути причину нагароутворення. Використовувати оливу рекомендованої в'язкості з низькою зольністю
Використання свічок запалювання з невідповідним калильним числом	Використовувати свічок запалювання рекомендовані заводом-виробником автомобіля

1.3. Методи та засоби діагностування КШМ та ГРМ сучасних ДВЗ

Одним із методів діагностування технічного стану КШМ та ГРМ до сьогодні залишається віброакустичний метод [3] із застосуванням спеціальної вимірювальної апаратури. Для віброакустичного діагностування використовують коливальні процеси пружного середовища, які виникають під час роботи механізмів. Під час роботи двигуна коливання, які генеруються при роботі різних систем двигуна накладаються одне на одне і, взаємодіючи, утворюють випадкову сукупність коливальних процесів, яку називають спектром. Це ускладнює віброакустичне діагностування потребою заглушувати перешкоди, виділяти корисні сигнали й розшифровувати коливальний спектр.

Повітряні коливання називають шумами, які сприймаються за допомогою мікрофона. Коливання матеріалу, з якого складається механізм, називають вібраціями. Параметри вібрації сприймають за допомогою п'єзоелектричних сенсорів, потім підсилюють, вимірюють за масштабом і реєструють. Є кілька методів віброакустичного діагностування. Найпоширеніша реєстрація рівня коливального процесу у вигляді миттєвого імпульсу в функції часу (або частоти обертання колінчастого вала) за допомогою осцилографа. Рівень і характер спаду коливального процесу порівняно з нормативним дають змогу визначити несправність сполучення, що діагностується.

Наближено шуми і стукіт у двигуні можна визначити за допомогою різних стетоскопів. Двигун допускається до експлуатації, якщо стукіт клапанів, штовхачів і розподільного вала на малих обертах холостого ходу помірний.

Зниження потужності двигуна спричинюється зменшенням компресії [3], внаслідок: порушення ущільнення прокладкою головки циліндрів у разі слабкого або нерівномірного затягування гайок кріплення; пошкодження прокладки головки блоку циліндрів; пригоряння кілець в канавках поршня через відкладення смолистих речовин; спрацювання стінок циліндрів; спрацювання, поломки або втрати пружності кілець. Компресію в циліндрах двигуна перевіряють компресометром.

Стан циліндро-поршневої групи можна перевірити за кількістю газів, що прориваються в картер двигуна [3], а також за розрідженням в надпоршневому просторі. Кількість газів, що прориваються в картер двигуна, пропорційна величині зносу циліндрів і поршневих кілець. Для вимірювання кількості газів, що прориваються, використовують різні витратоміри.

Стан поршневих кілець, гільз, сполучення «клапан – гніздо» і прокладки головки циліндрів можна перевірити за відносним витіканням повітря при непрацюючому двигуні за допомогою приладу типу К-69М [3].

Крім розглянутих способів, стан циліндро-поршневої групи можна перевірити за угаром оливи за одиницю часу [3]. Застосовують його тоді, коли немає втрат оливи через корінні підшипники і нещільності картера. Угар масла залежить від спрацювання кілець, поршнів, циліндрів та від герметичності клапанів.

Для діагностування двигуна за концентрацією продуктів спрацювання в картерній оливі застосовують спектральний аналіз, спалюючи рідку пробу оливи у високотемпературному полум'ї вольтової дуги. Спектр реєструють за допомогою високочутливого спектрографа. Пара продуктів спрацювання дає лінійчатий спектр, який піддають кількісному аналізу. Якісним аналізом виявляють спектральні лінії, що свідчать про наявність у картерній оливі часток деталей, які спрацюються, а кількісним визначають інтенсивність почорніння спектральних ліній, яке вимірюють мікрофотометром. Потім добути

результати переводять в абсолютні одиниці концентрації, використовуючи спеціальні графіки.

Підвищена витрата оливи, перевитрата палива та димний випуск відпрацьованих газів сірого кольору з'являються внаслідок залягання поршневих кілець та їхнього спрацьовування [3].

Тріщини в стінках порожнини охолодження блока та головки циліндрів можуть виникнути в разі замерзання охолодної рідини, заповнення сорочки охолодження гарячого двигуна холодною рідиною.

Потужність двигуна значною мірою залежить від стану механізму газорозподілу. Внаслідок зносу і деформації деталей механізму величина зазору між клапаном і коромислом порушується. Як зменшення, так і збільшення зазору приводять до порушення нормальної роботи двигуна.

В сучасному автомобільному двигуні визначальну роль відіграють електронні системи управління і регулювання робочими процесами [4-6]. Поступово, крок за кроком вони витіснили механічні системи, оскільки лише електроніка дає змогу дотримання усе більш жорстких екологічних норм по викидах шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Електронні системи управління двигуном (ЕСУД) складається з електронного блоку управління (ЕБУ), датчиків та виконавчих механізмів [5, 6]. Блок управління при увімкненні запалювання (подачі живлення) подає на входи датчиків опорні сигнали у вигляді напруги певного рівня. В свою чергу, кожен датчик в системі на своєму виході формує певний сигнал, який відповідає контрольованій ним фізичній величині і передає його до ЕБУ. Наприклад, датчик положення колінчастого вала генерує сигнал для визначення поточного положення колінчастого вала і швидкості його обертання; датчик масової витрати повітря перетворює поточну витрату повітря двигуном у відповідний рівень напруги; датчик положення дросельної заслінки контролює поточний кут відкриття заслінки і видає відповідну напругу. Датчик концентрації кисню видає сигнал, який інформує ЕБУ про вміст кисню у відпрацьованих газах.

Блок управління отримує зворотні сигнали від датчиків і на підставі цього розраховує масу палива, що відповідає необхідному наповненню циліндрів

повітрям, і за цими даними визначається необхідна тривалість та момент впорскування палива. Також на підставі описаних параметрів система визначає кут випередження запалювання або кут випередження впорскування (для дизельних двигунів). Таким чином, за допомогою отриманих сигналів від датчиків, ЕБУ формує управляючі імпульси для виконавчих механізмів – паливних форсунок, котушок запалювання, регулятора холостого ходу, вентиляторів системи охолодження, різноманітних електромагнітних клапанів тощо.

Якщо рівень сигналу від якого-небудь датчика виходить за допустимий діапазон, система зберігає відповідний код несправності і формує попереджувальний сигнал водієві – вмикає сигнальну лампу "Check Engine" на панелі приладів.

Як правило, діагностика двигуна автомобіля з такою системою управління розпочинається з перевірки системи за допомогою спеціалізованого сканера (рис. 1.3). Сканер підключається до шини обміну даними електронного блоку управління через діагностичний роз'єм автомобіля і дозволяє зчитувати коди несправностей, які були зареєстровані та збережені електронним блоком управління в процесі роботи двигуна. Також сканер дозволяє переглядати потік даних, що поступає від датчиків як у вигляді фізичної величини, яку вимірює датчик, так і у вигляді, що отримує ЕБУ.



Рис. 1.3. Мультимарочний діагностичний сканер електронних систем автомобіля Launch X-431 Pro

1.4. Огляд та аналіз існуючих засобів діагностування систем ДВЗ

Патент № RU 2545253 C2 [7].

Винахід має відношення до області технічної діагностики, зокрема до вимірювальної техніки, що ґрунтується на порівнянні форми імпульсу спектру робочих шумів, визначених датчиком робочих шумів, і форми еталонного імпульсу спектру робочих шумів, в робочому об'ємі циліндра ДВЗ.

У винаході розглядаються стаціонарні шуми, що характеризуються постійністю середніх параметрів; інтенсивністю (потужністю), розподілом інтенсивності по спектру (спектральна щільність).

Під шумом слід розуміти шуми різної фізичної природи походження, що утворюються в місцях зносу деталей, вузлів і механізмів ДВЗ.

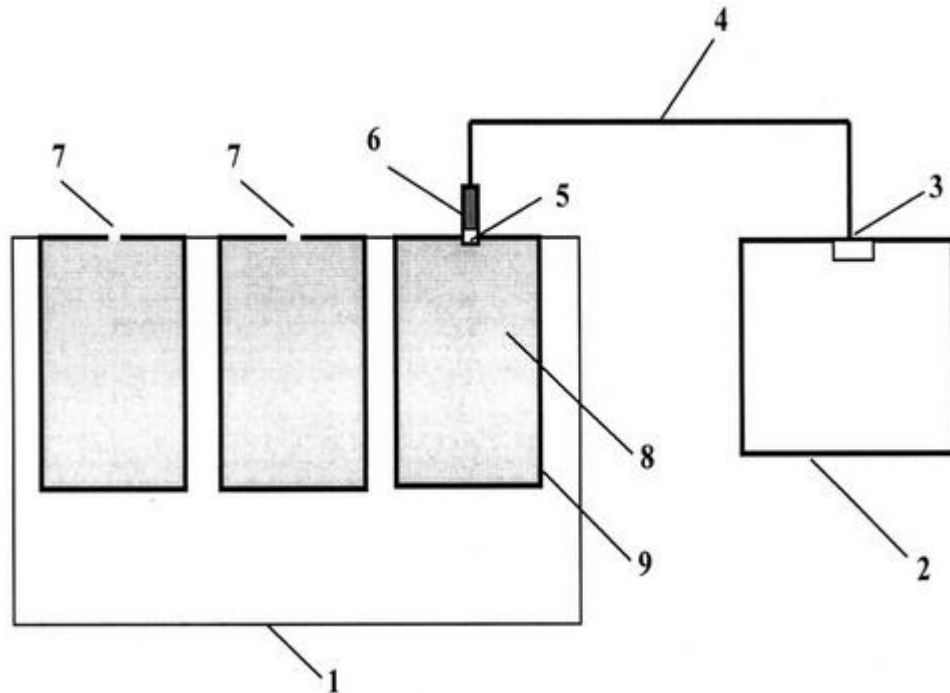
У пропонованому способі проводиться оцінка зносу деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ), кривошипно-шатунового механізму, газорозподільного і інших механізмів ДВЗ за енергією шуму, усіх відомих дев'яти складових діючих сил за природою походження, розділених за походженням на власні, загальні і зовнішні шуми, що проходять в робочий об'єм циліндра двигуна.

Функціональна схема технологічного процесу діагностування зносу деталей двигуна за механічною енергією шумів, представлена на рис. 1.4.

Датчик шумів, перетворювач механічної енергії в електричну, усіх дев'яти основних складових шумів в звуковому діапазоні частот від 10 Гц до 20 кГц може бути п'єзоелектричного, магнітоелектричного, електромагнітного або іншого типу.

Спосіб діагностики за енергією шумів в ДВЗ полягає у вимірюванні принаймні однієї діючої сили в робочому об'ємі циліндра, обумовленої переміщенням повітря при прокручуванні колінчастого валу двигуна. Особливість способу полягає в тому, що в якості вимірювального пристрою застосовують датчик шумів, що вимірює дев'ять відомих за фізичним походженням діючих сил, розділених також за походженням на власні, загальні

і зовнішні шуми в робочому об'ємі циліндра, які виникають при взаємодії деталей між собою.



1 – двигун; 2 – персональний комп'ютер (ПК); 3 – вхід звукового адаптера ПК;
4 – з'єднувальний дрiт датчика; 5 – датчик шумів; 6 – корпус датчика; 7 – свічні
отвори циліндрів; 8 – робочий об'єм циліндра; 9 – гільза циліндра

Рис. 1.4. Функціональна схема технологічного процесу діагностування зносу деталей двигуна за механічною енергією шумів

Під час сканування датчик шумів встановлюють в отвір свічки запалення або паливної форсунки дизеля, і підключають до звукового адаптера комп'ютера. Для виміру діючих сил прокручують колінчастий вал, і датчик перетворює шуми у вигляді електричної енергії у формі повного циклу імпульсу спектру шумів. Для створення еталонного графіку імпульсу шумів виконують запис шумів нового двигуна або двигуна після капітального ремонту в режимі прокрутки стартером при відключених системах подання палива і запалювання впродовж 1-2 секунд.

У заявленому винаході представлений перелік усіх відомих дев'яти складових діючих сил шумів за природою походження, що проходять в

робочий об'єм циліндрів ДВЗ, вимірюваних і в пропонованому способі діагностики:

1. Імпульс сили впускання повітря в робочий об'єм циліндра через впускний клапан.

2. Імпульс сили стиснення повітря в робочих об'ємах циліндрів.

3. Акустичний імпульс сили, що виникає в результаті екзотермічної хімічної реакції нагріву маси повітря, що стискається, супроводжується підвищенням тиску, відбувається він під час відкриття випускного вікна в двотактних двигунах.

4. Імпульс сили впускання повітря в циліндр через впускний клапан в чотиритактних двигунах.

5. Імпульс сили перепускання повітря з об'єму картера в робочий об'єм циліндра в двотактних двигунах.

6. Імпульси сил від зіткнень між деталями.

7. Імпульси сил тертя, що виникають між поверхнями дотичних деталей.

8. Імпульси сил звукового тиску, що випромінюються поверхнею деталей, що утворюють порожнину робочих об'ємів циліндрів.

9. Імпульси сил вібрації тіла в місці установки датчика робочих шумів.

Під час діагностики сканують робочий об'єм циліндра двигуна і отримують форму імпульсу спектру шумів, що діагностується, за повний цикл перетворення енергії шумів. Накладають на отриману форму еталон з лінійкою кута повороту колінчастого валу і графік зворотно-поступального руху поршня та порівнюють форми кривих, на підставі чого оцінюють технічний стан механізмів двигуна.

Знос деталей газорозподільного механізму визначають у реперних точках еталонних форми імпульсу: верхня мертва точка, відкриття впускного клапана, закриття впускного клапана, відкриття випускного клапана, нижня мертва точка, закриття випускного клапана.

Оцінка міри зносу деталей ЦПГ здійснюють за амплітудою шуму, після зміни напрямку зворотно-поступального руху поршня.

Патент № RU 194297 U1 [8].

Пропоноване технічне рішення має відношення до техніки діагностування ЦПГ ДВЗ, зокрема до оцінки технічного стану поршневих кілець за витратою картерних газів, і може бути використано для попередньої діагностики як на етапах експлуатації, так і при технічному обслуговуванні автотранспортного засобу.

Прилад оцінки технічного стану ЦПГ ДВЗ (рис. 1.5) складається з пластмасового корпусу 1, виконаного з можливістю герметичного з'єднання з маслозаливною горловиною двигуна за допомогою манжети 8, засобу виміру об'ємної витрати картерних газів 2, датчика кількості обертів 3 з електричним виходом сигналу, датчика температури картерних газів 4, мікроконтролера 5, вихід якого підключений до входу цифрового дисплея 7, джерела живлення 6, кнопка живлення 9 і чип-пам'яті 10.

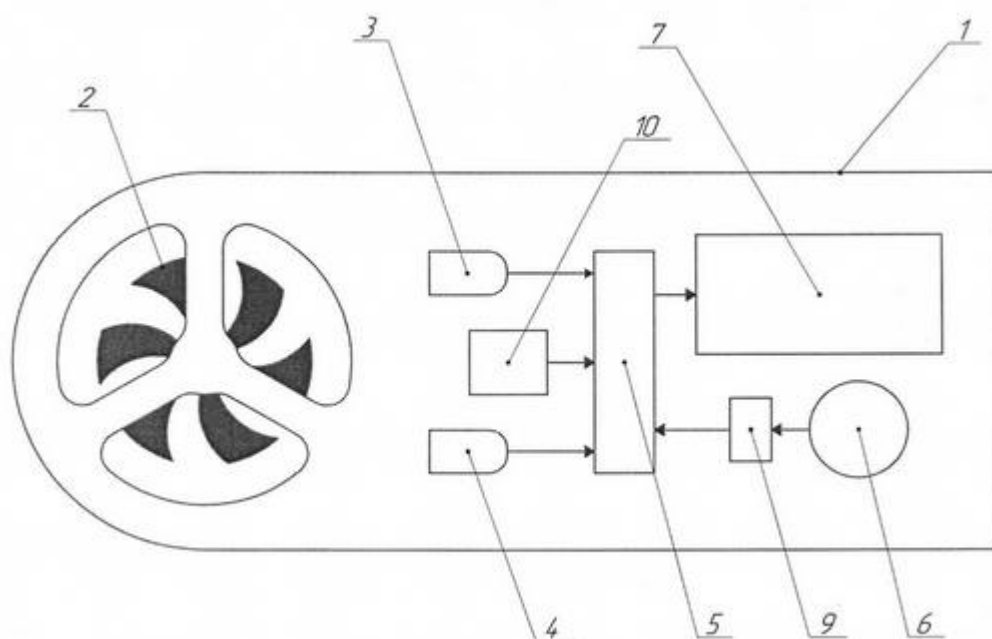


Рис. 1.5. Загальний вид пристрою оцінки технічного стану ЦПГ ДВЗ

Засіб виміру об'ємної витрати картерних газів представляє собою крильчатку, яка жорстко закріплена на корпусі пристрою з можливістю обертання навколо своєї осі.

Виходи усіх датчиків підключені до відповідних входів мікроконтролера, в чип-пам'яті якого міститься база нормативних значень (швидкість потоку і температура картерних газів) для конкретної моделі двигуна.

Для електроживлення мікроконтролера передбачено джерело живлення напругою 3 В.

Принцип дії цього пристрою ґрунтується на визначенні кількості картерних газів, що прорвалися через нещільність ЦПГ ДВЗ.

Визначати кількість картерних газів, що прорвалися, можна як на прогрітому, так і на непрогрітому двигуні на режимі холостого ходу, фіксуючи при цьому температуру картерних газів за допомогою датчика температури 4. Вмикання пристрою здійснюється шляхом натиснення на кнопку живлення 9, потім пристрій закріплюється на маслозаливній горловині двигуна, за допомогою манжети 8. За рахунок того, що картерні гази витісняються під тиском через відкритий отвір маслозаливної горловини, відбувається розкручування крильчатки 2 пристрої. Частота обертання крильчатки фіксується датчиком кількості оборотів 3, при цьому температура потоку картерних газів визначається датчиком температури 4. Далі, мікроконтролер 5 обробляє отримані з датчиків 3 і 4 дані про швидкість потоку і температуру картерних газів і порівнює їх з базою нормативних значень, збережених в чип-пам'яті 10 мікроконтролера для конкретної моделі двигуна, і на підставі цього оцінюється технічний стан ЦПГ.

В результаті мікроконтролер 5 виводить на цифровий дисплей 7 інформацію про «хороший», «задовільний» або «незадовільний» стан ЦПГ двигуна.

Патент № RU 2681695 C1 [9].

Винахід має відношення до техніки діагностування двигунів внутрішнього згорання і призначено для визначення технічного стану ЦПГ за часом наростання заданої величини тиску відпрацьованих газів (ВГ), в картері двигуна, що діагностується, без його пуску.

Заявлений пристрій містить порожнистий корпус 1 (рис. 1.6) зі встановленим в ньому клапанним сідлом 2 (рис. 1.7), виконаним у вигляді кільцевого виступу, верхній торець якого має товщину 1 мм і оброблений за 12-тим класом чистоти. Усередині корпусу 1 також розташовані циліндр 3 корпусу 1, клапан 4 у вигляді поршня, який має на своєму нижньому торці циліндричне поглиблення з шайбою ущільнювача 13, призначеною для сполучення з верхнім торцем сідла 2. Поверхня шайби також оброблена за 12-тим класом чистоти. Клапан 4 розташовується в циліндрі 3 корпусу 1 з плаваючою посадкою і переміщується вільно усередині нього у вертикальному напрямі, закриваючи і відкриваючи прохідний переріз А сідла 2.

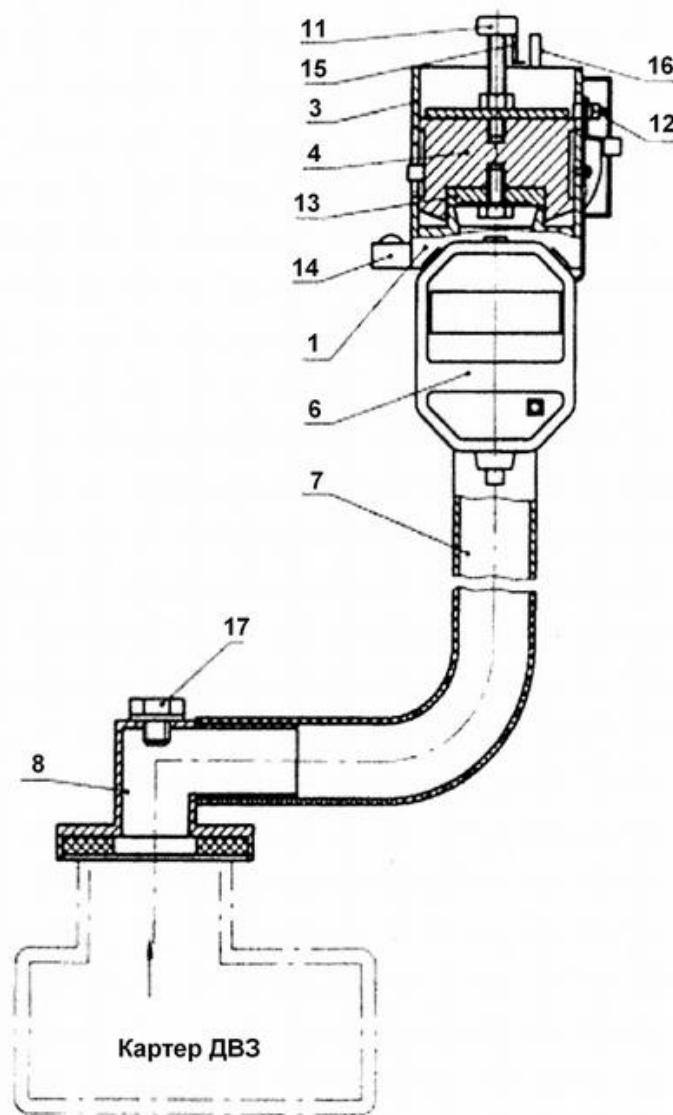


Рис. 1.6. Пристрій для визначення технічного стану ЦПГ ДВЗ
(початковий стан – клапан опущений)

Переріз А має певну площу, за якою визначається маса клапана 4 при заданій величині тиску ВГ, що прориваються в картер ДВЗ. Вище від сідла 2 в циліндрі 3 корпуса 1 виконаний вихідний отвір 5, а в нижній частині корпуса 1 є вхідний отвір 18.

Зовні корпуса 1 закріплений секундомір 6. До нижнього вхідного отвору 18 приєднується один кінець пластмасової гофрованої трубки 7, яка іншим своїм кінцем з'єднується з пробкою 8, що щільно закриває маслозаливний отвір картера ДВЗ. На верхньому торці пробки 8 зроблений різьбовий отвір 17 для установки датчика тиску, наприклад манометра, під час визначення технічного стану ЦПГ. Коли пристрій не експлуатується, в цей отвір укручують пробку. Пристрій має також покажчик 14 вертикального положення корпуса 1.

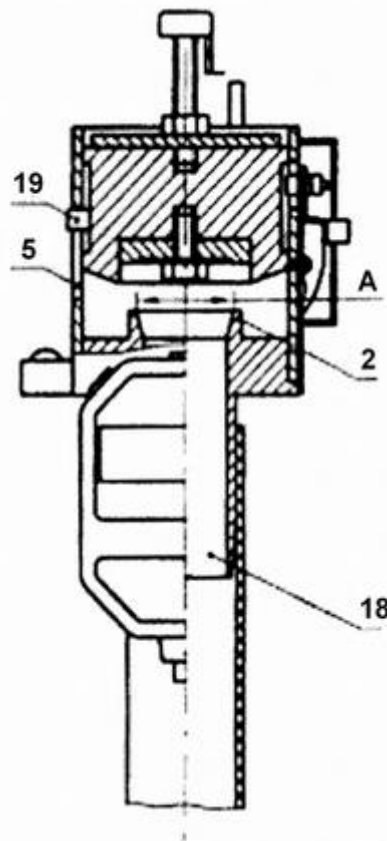


Рис. 1.7. Пристрій для визначення технічного стану ЦПГ ДВЗ
(початковий стан – клапан піднятий)

У комплект пристрою входить стробоскоп 9 (рис. 1.8) з датчиком 10, який встановлюється на штуцер або паливопровід паливного насоса високого тиску двигуна (ПНВТ), ЦПГ якого контролюється. Стрижень 11 може бути

виконаний із стрілкою 15, положення якої при роботі визначається шкалою. Стрілка може бути закріплена на вертикальному стрижні, встановленому зверху клапана 4 і жорстко з ним сполученому, а шкала 16 – на корпусі 1 так, щоб при заданій величині тиску ВГ, що встановилася в картері, стрілка вказувала за шкалою величину підйому (вертикального ходу) клапана 4.

Для фіксації відкритого положення клапана 4 передбачений відповідний фіксатор 19, який може бути виконаний, наприклад, у вигляді встановленого в клапані 4 стопора.

Клапан 4 при переміщенні усередині корпуса 1 управляє електричним контактом 12, який запускає секундомір 6 у момент закриття клапаном 4 перерізу А і відключає секундомір 6 у момент відкриття цього перерізу в результаті підйому клапана 4 під дією заданої величини тиску ВГ.

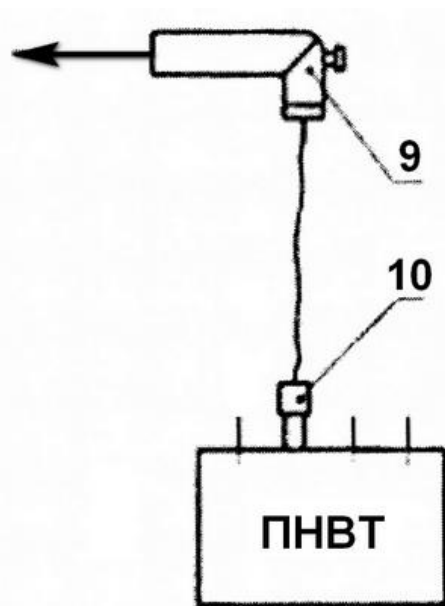


Рис. 1.8. Частина пристрою для визначення технічного стану ЦПГ ДВЗ, що дозволяє діагностувати окремий циліндр

Ресивер 20 (рис. 1.9), обладнаний запірним краном 22 і манометром 21, модифікованою кришкою повітряного фільтра 24, що підключається до ресивера за допомогою пластмасової гофрованої трубки 23, модифікованої кришки 26 маслозаливної горловина з вмонтованим в неї манометром. Модифікована кришка забезпечує прямоточне подання повітря у впускний

колектор двигуна, що діагностується, і встановлюється у разі використання пристрою для діагностування двигуна без його пуску замість штатної кришки повітряного фільтра.

Пристрій працює в двох режимах: режимі визначення технічного стану ЦПГ двигуна за часом наростання заданої величини тиску ВГ в картері і режимі визначення технічного стану ЦПГ двигуна без його пуску.

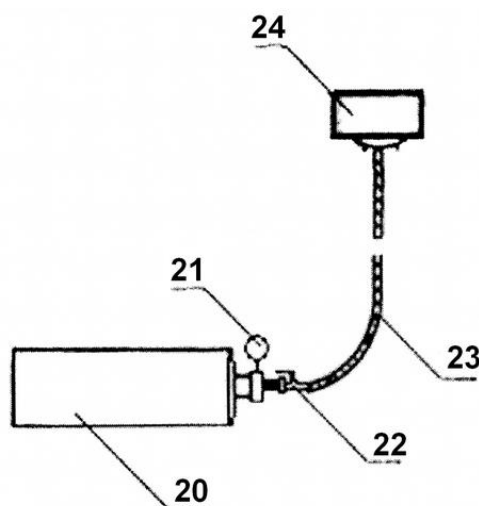


Рис. 1.9. Частина пристрою для визначення технічного стану ЦПГ ДВЗ, що дозволяє виконувати діагностування без запуску двигуна

На першому режимі роботи перевіряють рівень моторної оливи в картері двигуна, доводячи його до норми при необхідності. Запускають і прогривають двигун, відкривають маслозаливний отвір і герметизують простір картера ДВЗ, закриваючи пробками отвір сапуна і отвір під масляний щуп. Встановлюють пробку 8 пристрою на маслозаливну горловину ДВЗ, заздалегідь зафіксувавши клапан 4 у відкритому положенні.

Далі встановлюють необхідний швидкісний режим роботи ДВЗ (номінальні обороти холостого ходу). При заданому постійному режимі роботи двигуна звільняють клапан 4, клапан за рахунок своєї маси опускається на сідло 2 і закриває герметично переріз А. Одночасно клапан 4 замикає електричний контакт 12, і секундомір 6 запускається. Як тільки тиск ВГ в картері піднімається до певної заданої величини (наприклад, 32 кПа), клапан 4

відкривається, натискає на електричний контакт 12, і секундомір 6 відключається. По свідченню секундоміра 6 визначають час наростання тиску газів, що прориваються в картер ДВЗ.

При другому режимі роботи пристрою також перевіряють рівень моторної оливи в картері двигуна, доводячи його до норми при необхідності.

Відкривають маслозаливний отвір і герметизують простір картера ДВЗ, закриваючи пробками отвір сапуна і отвір під масляний щуп, замість кришки маслозаливної горловини двигуна встановлюють модифіковану кришку 26 маслозаливної горловини з вмонтованим в неї манометром 25 при цьому забезпечуючи герметичність.

Відключають подачу палива в циліндри, знімають кришку повітряного фільтра двигуна, і встановлюють на її місце модифіковану кришку 24, підключену до ресивера 20 через манометр 21 і запірний кран 22 за допомогою пластмасової гофрованої трубки 23. Відкривають запірний кран 22.

Одночасно з цим і прокруткою стартером колінчастого вала двигуна механічним способом включається секундомір 6, повітря під тиском з ресивера 20 поступає у впускний колектор двигуна, далі через клапани газорозподільного механізму в циліндри, а через випускні клапани у випускні колектори. При цьому частина повітря з циліндра потрапляє в картер двигуна, проходячи між поршнем і гільзою циліндра (чим більше зносу ЦПГ, тим швидше картер двигуна наповнюватиметься повітрям).

Величина тиску в ресивері 20 перед експлуатацією пристрою у разі діагностування двигуна без його пуску має бути певної величини і однаковою для певного типу двигуна, що діагностується.

Як тільки тиск повітря в картері піднімається до певної заданої величини (наприклад, 32 кПа), і буде зафіксована манометром 25, секундомір 6 вимикається механічним способом. За свідченням секундоміра визначають час наростання тиску повітря, що проривається в картер двигуна. Припиняється прокрутка стартером, запірний кран 22 закривається, подача повітря з ресивера 20 припиняється.

Патент № RU 2715132 C1 [10].

Цей винахід спрямований на підвищення достовірності контролю технічного стану деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ) і газорозподільного механізму (ГРМ) двигуна внутрішнього згорання, зниження трудомісткості і економічних витрат при проведенні діагностичних робіт, забезпечення виконання робіт без демонтажу деталей двигуна, розширення діагностичних можливостей.

Діагностування проводилося на прикладі дизельного двигуна ТМЗ 8492.10-033. Суть пропонованого способу діагностування полягає у вимірі пульсацій струму, що споживається стартером при прокрутці колінчастого вала без пуску двигуна. Початковим чинником визначення технічного стану деталей ЦПГ і ГРМ є те, що струм, споживаний стартером у момент прокручування маховика двигуна без його пуску, змінюється синусоїдально, причому максимумами струму відповідають черговим наближенням поршнів двигуна у верхню мертву точку такту стиснення.

Технологія діагностування цим способом полягає у наступному: перевіряють рівень моторної оливи двигуна і, при необхідності доводять його до норми, відключають подачу палива в циліндри двигуна, тим самим забезпечують неможливість пуску двигуна в період прокручування колінчастого вала стартером. Акумуляторна батарея має бути заряджена, температура навколишнього середовища не менш допустимої для використовуваної моторної оливи з метою унеможливлення зниження її в'язкості.

У осцилографічному пристрої з функцією запам'ятовування зображення, яке використовується для аналізу синусоїдального сигналу встановлюють необхідний режим і масштаб вимірів, підключають його до акумуляторної батареї системи електрообладнання двигуна, що діагностується. На екран осцилографічного пристрою спеціально наносять шкалу відповідності між величиною струму, споживаного стартером, і значенням величини тиску в циліндрах двигуна.

Датчик стробоскопа сполучають зі штуцером або паливопроводом паливного насоса високого тиску (ПНВТ) першого циліндра. Стартером прокручують колінчастий вал двигуна без його пуску не більше 10 с. Одночасно з цим, направляють стробоскоп на початок екрану осцилографічного пристрою з того боку, звідки з'являється крива у формі синусоїди, максимуми якої відповідають наближенню поршнів циліндрів до верхніх мертвих точок при такті стиснення. На рівні її максимального значення, стробоскоп освітить точку на синусоїді. Контролюють проходження точки, яка знаходиться на одній з вершин синусоїди і відповідатиме наближенню поршня першого циліндра до верхньої мертвої точки при такті стиснення. По переміщенню точки в протилежну частину екрану фіксують і запам'ятовують положення синусоїди за допомогою осцилографічного пристрою. Виводять положення синусоїди на екран.

На рис. 1.10 представлений результат діагностування двигуна моделі ТМЗ 8492.10-033, що вказує на відсутність несправностей ЦПГ і ГРМ двигуна.

За максимальними значеннями синусоїди, порядком роботи циліндрів двигуна, використовуючи спеціальну шкалу екрану осцилографічного пристрою, роблять висновки про технічний стан деталей ЦПГ і ГРМ окремих циліндрів двигуна.

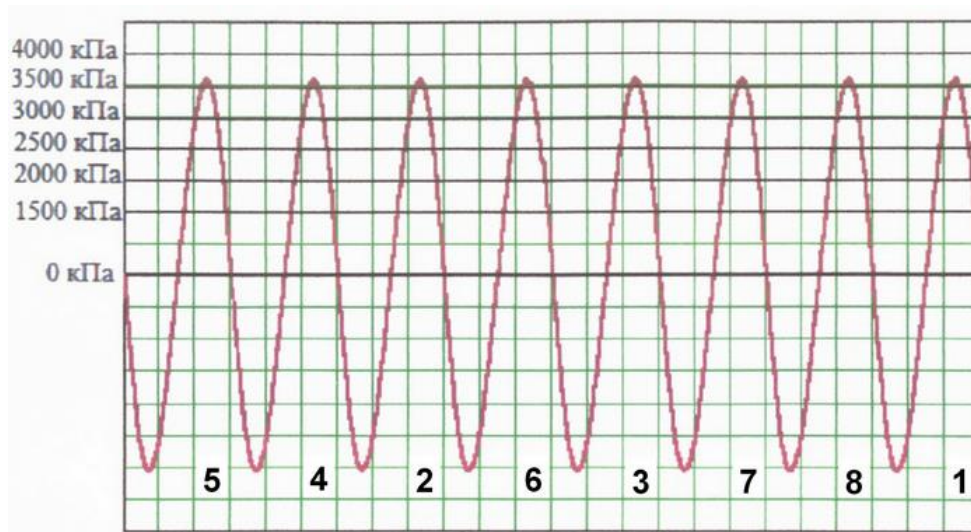


Рис. 1.10. Осцилограма струму, споживаного стартером, справного двигуна ТМЗ 8492.10-033

На рис. 1.11 показаний випадок наявності несправності ЦПГ і ГРМ двигуна тієї ж моделі. За порядком роботи циліндрів двигуна 1-5-4-2-6-3-7-8 можна зробити висновок про те, що в другому циліндрі тиск у кінці такту стиснення нижчий, ніж в інших на 500...600 кПа, це вказує на наявність несправності.

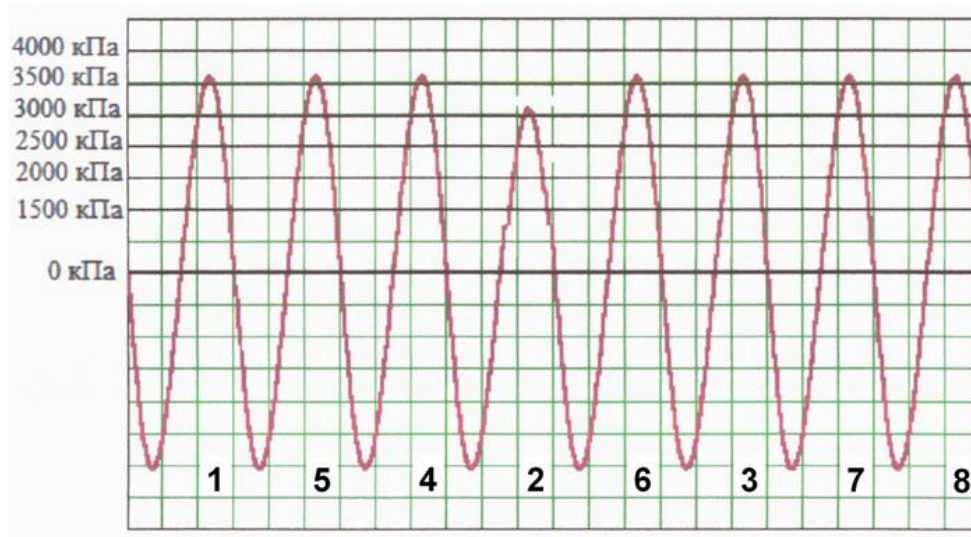


Рис. 1.11. Осцилограма струму, споживаного стартером, з несправністю ЦПГ та/або ГРМ двигуна ТМЗ 8492.10-033

Висновки до першого розділу

Огляд можливих несправностей, які виникають під час роботи двигуна автомобіля Chevrolet Lacetti, надає можливість обґрунтувати вибір об'єкта діагностування та сформулювати наступні висновки:

1. Під час аналізу основних несправностей ДВЗ, що виникають в процесі його роботи, а також під час проходження відповідних практик на ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» з'ясували, найчастіше автовласники Chevrolet Lacetti звертаються до автосервісу з питань роботи ДВЗ, пов'язаних саме із технічним станом ЦПГ та ГРМ. Також, слід зазначити, що при наявності несправностей ЦПГ та ГРМ погіршуються умови для нормального згорання робочої суміші (зменшується компресія); відбувається угар моторної оливи, що призводить до утворення нагару в камерах згорання і на днищах поршнів,

підвищенню температури в камері згоряння і, як наслідок, утворенню оксидів азоту; руйнуванню каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів. Тому, в якості об'єкта діагностування прийняті зазначені системи ДВЗ.

2. Всебічний огляд методів діагностування сучасних ДВЗ та засобів діагностування, які при цьому застосовуються, з'ясували певні проблеми, що виникають в процесі діагностування сучасних ДВЗ, та, як наслідок, сформований напрямок подальших досліджень, а саме – запропонувати раціональний метод діагностування сучасних ДВЗ.

РОЗДІЛ 2

АПРОБАЦІЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ДВИГУНА

2.1. Вимоги до двигуна та його систем

ДСТУ 3649-2010 встановлює наступні вимоги до двигунів колісних транспортних засобів та їх систем [11].

1. Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах КТЗ із двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі – згідно з ДСТУ 4277.

2. Гранично допустимий рівень димності відпрацьованих газів КТЗ із дизелями або газодизелями – згідно з ДСТУ 4276.

3. Рівень зовнішнього шуму (звуку), виміряний на нерухомому КТЗ, має бути не більше ніж контрольне значення, встановлене підприємством-виробником. Під час проведення державного технічного огляду рівень зовнішнього шуму (звуку) контролюють за потреби (наприклад, у разі виникнення спірних питань щодо стану системи випуску відпрацьованих газів, застосування нештатних (непередбачених) систем випуску тощо).

4. За відсутності відомостей відповідно до п.3 рівень зовнішнього шуму (звуку), виміряний на нерухомому КТЗ, не має перевищувати значень, наведених у табл. 2.1.

5. У паливній системі двигунів не має бути витоків палива. Кришки паливних баків та пристрої перекриття подавання палива мають бути у працездатному стані.

6. На КТЗ із системою нейтралізації відпрацьованих газів демонтування цієї системи чи окремих її складників або непрацездатність її сигналізатора (за наявності) не дозволено.

7. Комплектність і стан систем випуску та нейтралізації відпрацьованих газів (за наявності), систем зниження шуму, інших систем та пристроїв, що

передбачені конструкцією КТЗ і призначені для підвищення потужності двигуна та зменшення викидів забруднюючих речовин (систем наддуву, вентиляції картера, рециркуляції відпрацьованих газів, уловлювання випаровувань палива, подачі вторинного повітря, економайзера примусового холостого ходу тощо), мають відповідати вимогам підприємства-виробника КТЗ та (або) НЕ (настанови щодо експлуатування).

8. Не дозволено наявність прогарів, механічних пробоїн та нещільностей у з'єднаннях випускної системи КТЗ.

Таблиця 2.1

Обмеження рівня зовнішнього шуму (звуку) КТЗ.

Тип КТЗ	Рівень шуму (звуку), дБА
Легкові та вантажопасажирські	87
Автобуси з максимальною масою понад 3500 кг та двигуном потужністю, кВт: – менше ніж 150; – 150 та більше	90 93
Автобуси та вантажні автомобілі з максимальною масою, кг: – не більше ніж 2000; – понад 2000, але не більше ніж 3500	88 89
Вантажні автомобілі, автопоїзди з максимальною масою понад 3500 кг та двигуном потужністю, кВт: – менше ніж 75; – 75 та більше, але менше ніж 150; – 150 та більше	91 93 94
Примітка. Під потужністю двигуна розуміють максимальну потужність, зазначену в НЕ.	

2.2. Обґрунтований вибір методу та засобу діагностування сучасних ДВЗ

У багатьох випадках за допомогою лише результатів діагностування сканером практично неможливо однозначно визначити причину несправності систем ДВЗ з електронним керуванням. Тому найоптимальнішою методикою

пошуку буде безпосередній аналіз сигналів, що поступають в ЕБУ і управляючих сигналів від блоку управління на виконавчі механізми системи, порівняння їх з еталонами. Для цих цілей при наявності несправностей, які не можуть визначитись за допомогою блоку управління застосовуються мотор-тестери.

Мотор-тестер (рис. 2.1) – це спеціальний багатоканальний цифровий осцилограф, призначений для діагностики різних систем автомобіля, у тому числі і двигуна [1]. Діагностика за допомогою осцилографа полягає в дослідженні амплітудних і часових параметрів сигналів, що поступають в ЕБУ, а також вимірюванні параметрів, які не контролюються датчиками системи управління за допомогою датчиків з комплекту мотор-тестера.

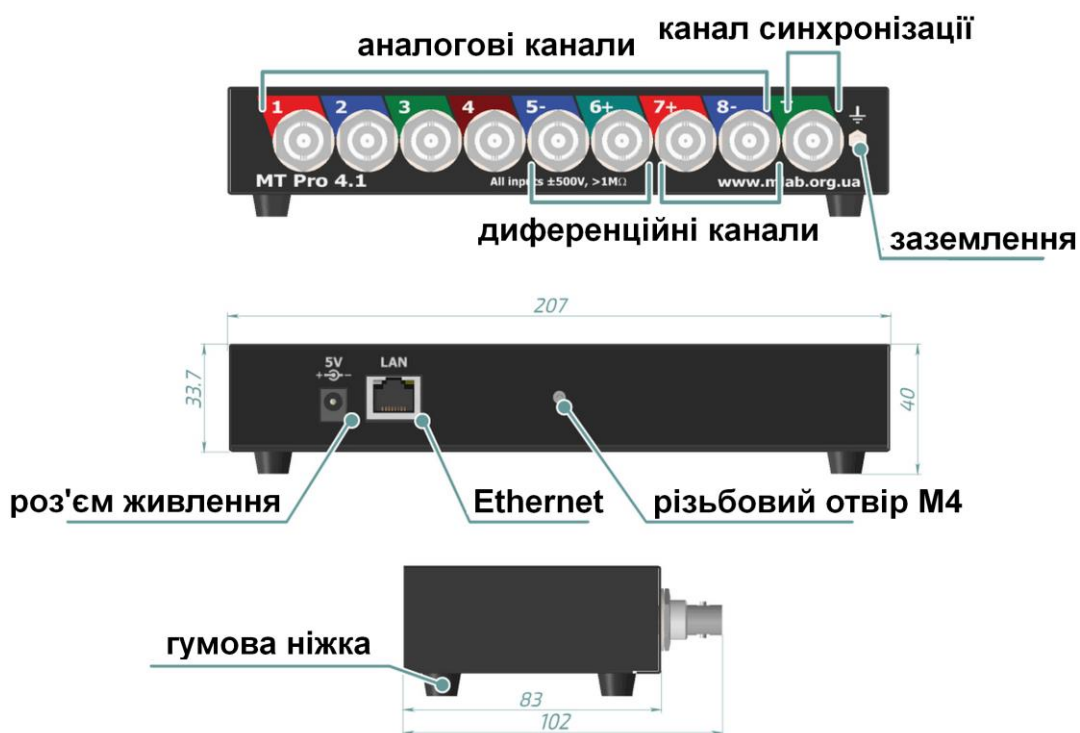


Рис. 2.1. Автомобільний осцилограф мотор-тестер MT Pro 4.1

Наприклад, за допомогою датчика тиску можна отримати графік зміни тиску в циліндрі двигуна, за яким можна визначати справність циліндро-поршневої групи, а також газорозподільного механізму ДВЗ; тиск у впускному колекторі, за яким можна порівняти наповнення усіх циліндрів паливо-повітряною сумішшю; тиск у випускному колекторі, за яким можна визначити

тиск протидії системи випуску відпрацьованих газів – це дозволяє оцінити пропускну здатність каталітичного нейтралізатора і системи випуску в цілому. За допомогою ємкісного датчика можна перевірити справність системи запалювання із загальною котушкою запалювання і високовольтними дротами. А справність системи запалювання з індивідуальними котушками можна перевірити використовуючи індуктивний датчик з комплекту мотор-тестера. Також можна виміряти напругу і струм в різних електричних ланцюгах автомобіля (рис. 2.2).

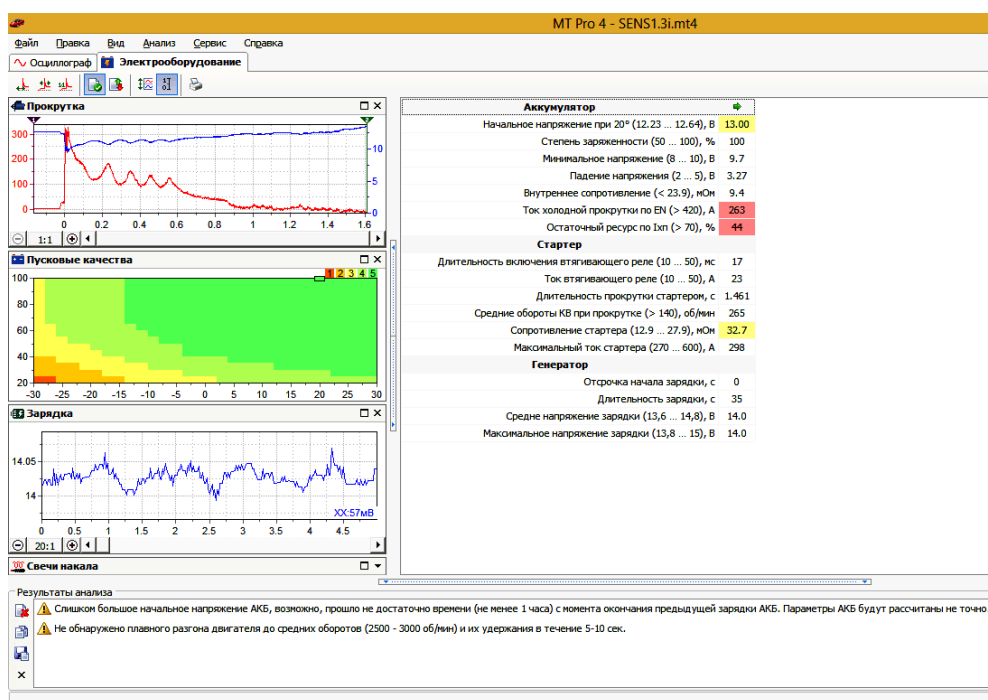


Рис. 2.2. Робоче вікно програми MT Pro 4 при тестуванні електрообладнання автомобіля ЗАЗ Сенс [1]

Усі ці сигнали можна безпосередньо аналізувати за допомогою мотор-тестера незалежно від того, чи можливо взагалі їх переглянути за допомогою сканера.

Отже, можна зробити висновок, що сканер підключається до ЕБУ через діагностичну шину і дозволяє переглянути дані, з якими оперує електронний блок при управлінні роботою двигуна. Також можна переглянути параметри розраховані блоком управління, наприклад, час впорскування палива або кут

випередження запалювання, на підставі яких ЕБУ генерує управляючі сигнали для виконавчих механізмів.

У разі виходу якого-небудь параметра за межі допустимого діапазону, ЕБУ фіксує помилку (код несправності), проте достовірно визначити несправність конкретного вузла можна лише безпосередньо перевіривши ще раз мотор-тестером рівні сигналу на вході електронного блоку або на виході датчиків. Або навіть додатково проаналізувавши сигнали, які надходять до виконавчих механізмів. Так як несправність може полягати у банальному пошкодженні електричних дротів, при якому ЕБУ не зможе адекватно оцінювати параметри роботи двигуна і, відповідно, буде формувати помилкові управляючі імпульси. При необхідності, також можна підключити додаткові датчики з комплекту мотор-тестера і отримати осцилограми необхідних параметрів.

Мотор-тестер у вигляді приставки до персонального комп'ютера, що дає змогу використовувати обчислювальні ресурси комп'ютера для аналізу сигналів, а також виводити результати аналізу на монітор комп'ютера в зручній формі у вигляді графіків і діаграм, і зберігати еталонні сигнали та осцилограми несправностей для окремого автомобіля.

Варто зазначити, що навіть у разі вимірювання деяких параметрів сканером, безпосереднє вимірювання цих же параметрів мотор-тестером, дозволяє отримати додаткову інформацію. Мала інформативність сигналу отриманого зі сканера пов'язана з невисокою швидкістю оновлення даних. Як правило, сканер дозволяє робити вимірювання параметра кілька разів за секунду, що є недостатнім для аналізу швидкозмінних параметрів. Мотор-тестер дозволяє робити від ста тисяч вимірювань в секунду.

В якості прикладу розглянемо аналіз напруги бортової мережі під час запуску двигуна і роботі його на режимі холостого ходу. Вимірювання напруги буде відбуватися одночасно за допомогою мультимарочного сканера AutoCom і мотор-тестера МТ Pro 4.1. У вікні сканера (рис. 2.3) в якості параметрів, що відображаються, вибрано «Напруга батареї» і «Оберти двигуна».

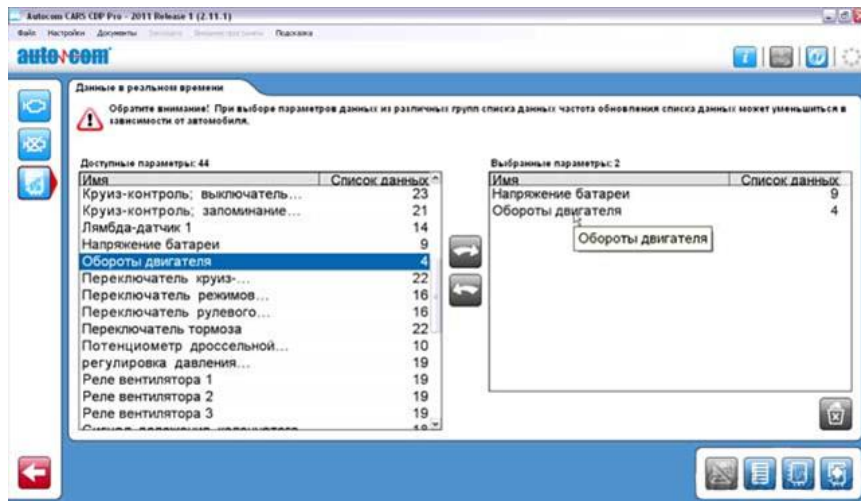


Рис. 2.3. Рабочее вікно програми AutoCom

Вікно налаштування попереджує, що швидкість оновлення кожного параметра буде залежати від кількості обраних параметрів для одночасного відображення.

Двигун зупинений. Запускаємо запис осцилограми (рис. 2.4), Рівень напруги складає майже 12,8 В, що відповідає нормально зарядженій акумуляторній батареї.

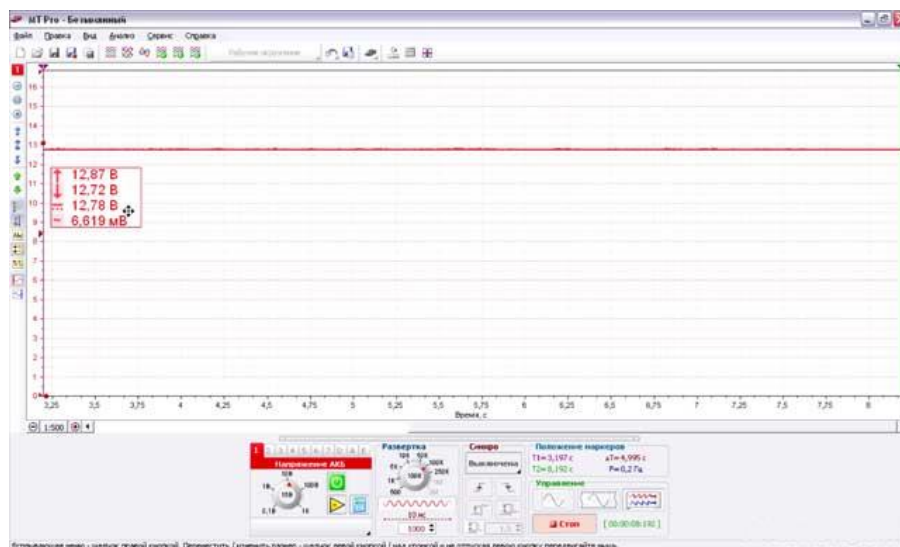


Рис. 2.4. Запис осцилограми напруги бортової мережі за допомогою мотор-тестера (двигун зупинений)

Тепер вмикаємо запис у вікні сканера (рис. 2.5). Вибираємо режим відображення у вигляді графіків.

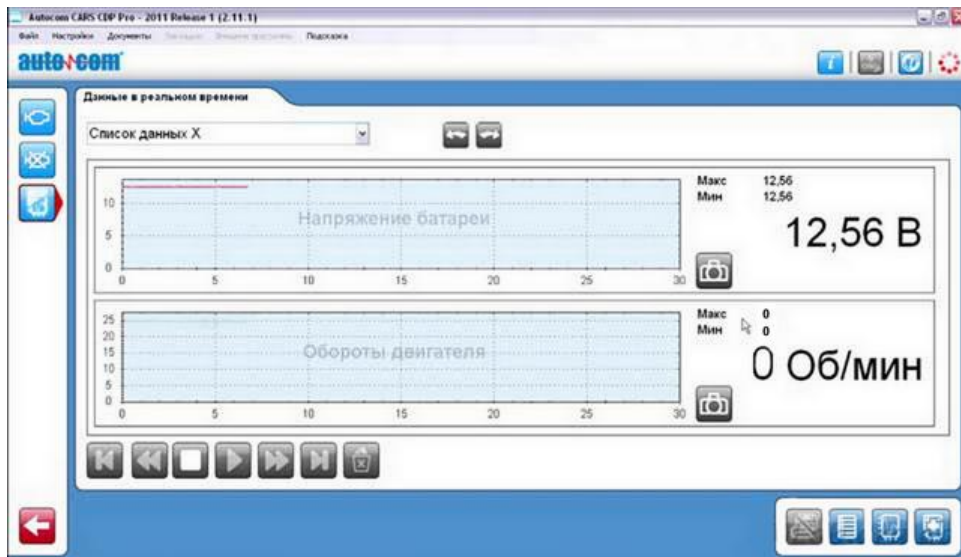


Рис. 2.5. Запис осцилограми напруги бортової мережі за допомогою сканера (двигун зупинений)

Можна спостерігати відмінності в отриманих даних стосовно постійної напруги. Причиною цього може бути те, що вимірювання напруги здійснюється в різних точках: щуп мотор-тестера підключений безпосередньо до клем акумуляторної батареї, а електронний блок показує напругу, яка приходиться на його вхід. Оскільки різниця у даних невелика і ніяких симптомів несправності в роботі автомобіля не проявляються, то можна це ігнорувати.

Запускаємо двигун. На рис. 2.6 за графіком «Оберти двигуна» можна спостерігати невелику ділянку, що відповідає роботі стартера, запуск двигуна і стабілізацію обертів колінчастого валу на режимі холостого ходу. На графіку «Напруга батареї» видно зниження бортової напруги до рівня, приблизно, 10,5 В, потім плавне наростання до нормальної напруги роботи генератора 14,2...14,3 В.

Зупиняємо запис і переходимо до вікна мотор-тестера (рис. 2.7). Знаходимо ділянку запуску двигуна.

Спостерігається явна схожість сигналів, але перше, що можна зазначити, це – наявність сходинок на графіку, отриманому сканером. Розмір цих сходинок і визначається часом оновлення параметра.



Рис. 2.6. Запис осцилограми напруги бортової мережі за допомогою сканера (пуск двигуна і робота на режимі холостого ходу)



Рис. 2.7. Запис осцилограми напруги бортової мережі за допомогою мотор-тестера (пуск двигуна і робота на режимі холостого ходу)

Із графіків чітко видно, що пік падіння напруги у момент включення стартера пропущений і насправді напруга знижувалася до 9 В. В деяких випадках за цим сигналом можна визначити справність акумуляторної батареї або стартера, а, якщо аналізувати сигнал при працюючій системі зарядки акумуляторної батареї, за пульсаціями напруги можна визначити справність генератора (рис. 2.8).

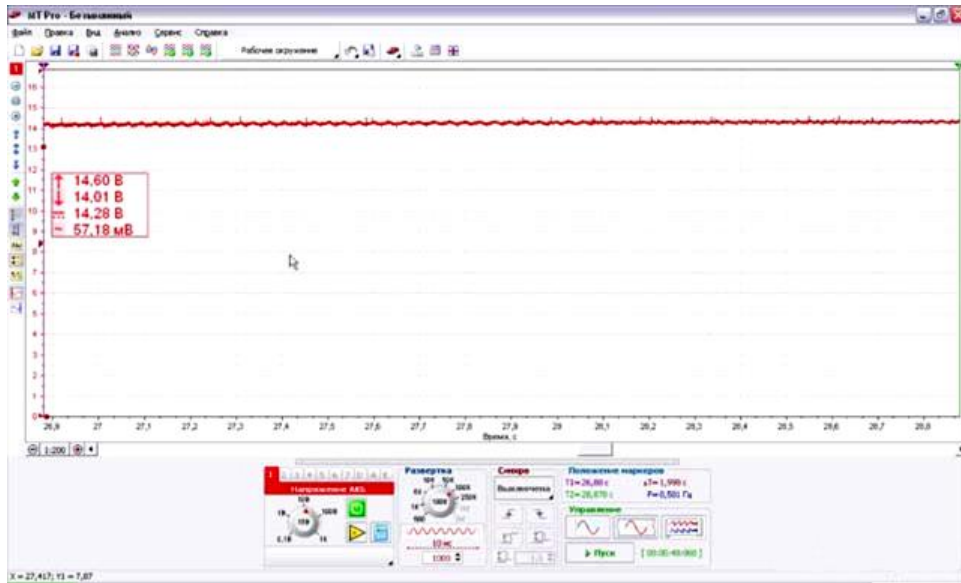


Рис. 2.8. Запис осцилограми напруги бортової мережі за допомогою мотор-тестера (двигун працює на режим холостого ходу)

Основною перевагою сканера є простий доступ практично до всіх параметрів двигуна за допомогою під'єднання лише одного дроту сканера до діагностичного роз'єму. У разі використання мотор-тестера, необхідно власноруч підключати щуп осцилографа до відповідної точки електричних дротів для аналізу необхідного параметра. З іншого боку, мотор-тестер дозволяє проводити безпосереднє вимірювання і забезпечує отримання більш достовірних даних, незалежно від справності бортової мережі або ЕБУ. А також, дозволяє проводити аналіз параметрів, які неможливо проконтролювати за допомогою сканера.

Мотор-тестер і сканер – два незамінні прилади в діагностиці сучасного двигуна, які не замінюють один одного, а доповнюють можливості кожного. Тому, для ефективної роботи, необхідно раціонально поєднувати можливості цих двох приладів.

2.3. Принцип оцінки технічного стану ДВЗ за допомогою запропонованого методу діагностування

Широке застосування для управління бензиновими і дизельними двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) електронних систем управління двигуном (ЕСУД) дозволило:

- оптимізувати роботу двигуна на різних швидкісних та навантажених режимах;
- покращити екологічні параметрів двигунів;
- зменшити витрати палива;
- зменшити потребу (або, й в загалі, позбавити потреби) у будь-яких ручних налаштуваннях систем запалювання та/або паливоподачі.

До складу ЕСУД входить значна кількість датчиків, інформація з яких використовуються для діагностування ДВЗ. Зазвичай, значення окремих параметрів двигуна в умовах експлуатації діагностується за допомогою сканерів, які дозволяють визначати значення параметрів на конкретних режимах роботи двигуна і відповідність цих значень значенням, що встановлюються заводом-виробником (зазначені в нормативно-технічній документації). За допомогою сканерів також можна перевірити працездатність виконуючих пристроїв системи управління ДВЗ, подаючи на них управляючі сигнали.

Але не завжди значення параметрів, що використовують діагностичні сканери, відображають якісну картину несправностей, що виникли і вимагають проведення додаткових діагностичних операцій. З точки зору впливу окремих несправностей на якісну картину зміни деяких параметрів залежно від кута повороту колінчастого вала (кута ПКВ) може використовуватися частота обертання колінчастого вала.

Пропонований метод діагностування несправностей ДВЗ полягає в аналізі графіків миттєвої частоти обертання колінчастого вала двигуна. Суть методу полягає в побудові графіку залежності миттєвої частоти обертання

колінчастого вала двигуна від кута ПКВ і зіставленні цього графіку з графіком, отриманим з несправного двигуна. На рис. 2.9 зображений графік зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала через проміжки в 6° ПКВ. Побудова графіків зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала може здійснюватися за наступною схемою (рис. 2.10).

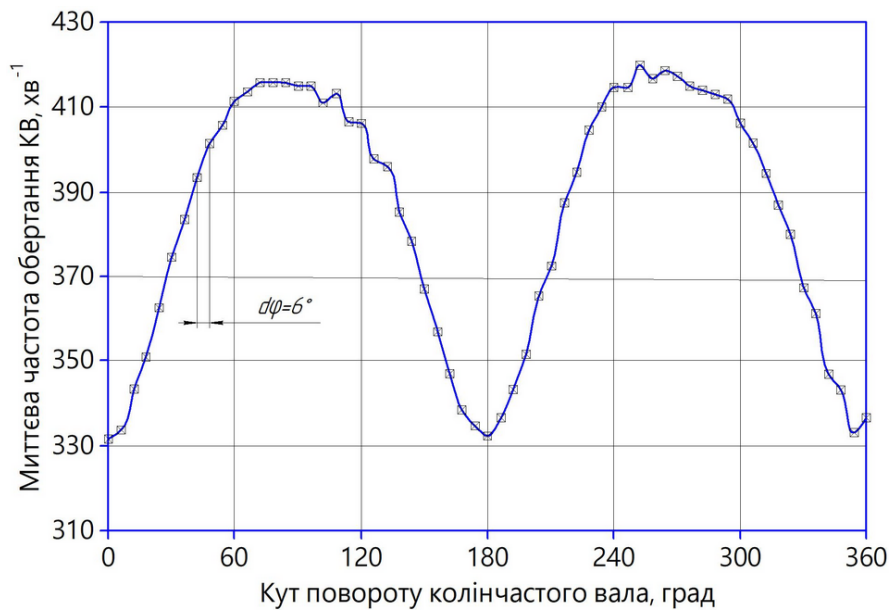


Рис. 2.9. Приклад графіка зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала через проміжки в 6° ПКВ

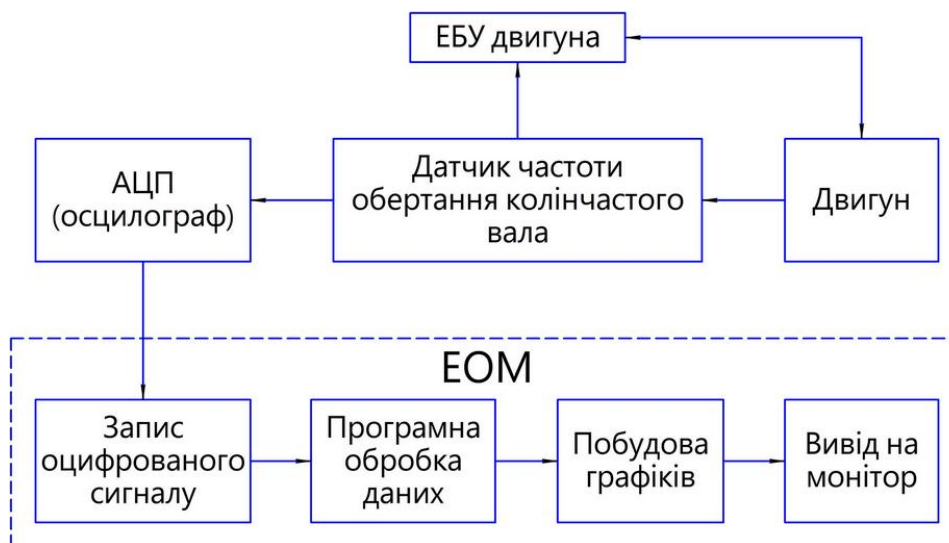


Рис. 2.10. Принципова схема побудови графіків зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала

Для реалізації запропонованого методу, як основний, використовується сигнал з датчика положення колінчастого вала (ДПКВ) і додатково сигнал на управління паливною форсункою першого циліндра – для синхронізації осцилограми з міткою першого циліндра. Сигнали з ДПКВ та на паливну форсунку першого циліндра подається на вхід USB-осцилографа паралельно електронному блоку управління двигуном (ЕБУД). Далі оброблений в аналого-цифровому перетворювачі сигнал отримується і передається до ноутбуку, де за допомогою відповідного програмного забезпечення здійснюється його обробка. Таким чином, отримуємо можливість побудови графіків зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала залежно від кута ПКВ для подальшого аналізу технічного стану двигуна, що діагностується.

В експлуатаційних умовах на матеріально-технічній базі підприємства ПАТ "Дніпропетровськ-АВТО" за допомогою цього методу було проведене діагностування двигунів різних автомобілів на наступних режимах:

1. Режим прокрутки стартером холодного двигуна.
2. Режим прокрутки стартером двигуна, прогрітого до робочої температури.
3. Режим холостого ходу.
4. Режим вільного прискорення.

Далі розглянемо результати діагностування двигунів на зазначених режимах.

2.4. Результати діагностування ДВЗ

2.4.1. Результати діагностування на режимі прокрутки стартером.

Для зручності сприйняття усі подальші графіки відображатимуться у виді, показаному на рис. 2.11. На ньому представлений графік зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала двигуна по куту його повороту справного 4-циліндрового рядного двигуна моделі K4J740 з робочим об'ємом 1,4 л. автомобіля Renault Megane II. Графік отриманий на режимі прокрутки колінчастого вала стартером на прогрітому двигуні.

За допомогою такого графіку, в загальному випадку, можна оцінювати несправності КШМ та ГРМ двигуна. Так, на рис. 2.12 представлено графік зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала 4-циліндрового рядного двигуна моделі KGBA з робочим об'ємом 1,6 л. автомобіля Ford Mondeo IV, що має несправність у вигляді зниження компресії в 2-му циліндрі. Зниження компресії на графіку, показаному на рис. 2.14, проявляє себе у наступному: при куту повороту колінчастого вала на 90° відносно НМТ 2-го циліндра збільшився пік максимальної частоти обертання по відношенню до інших циліндрів двигуна.

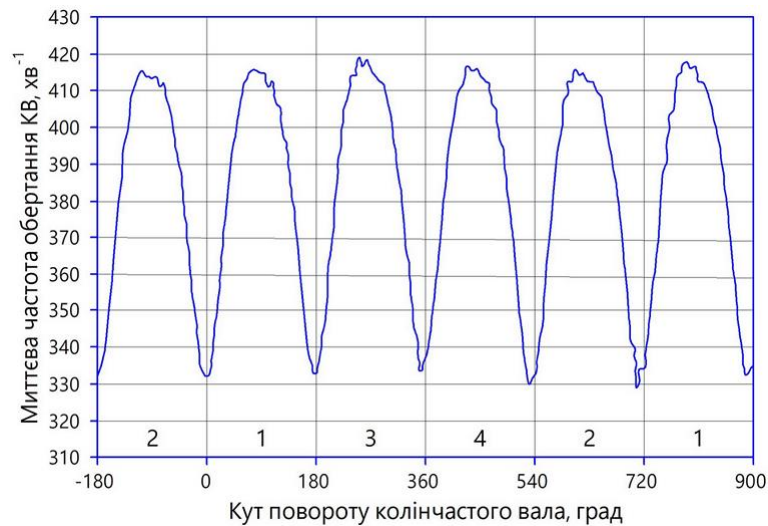


Рис. 2.11. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Renault K4J740

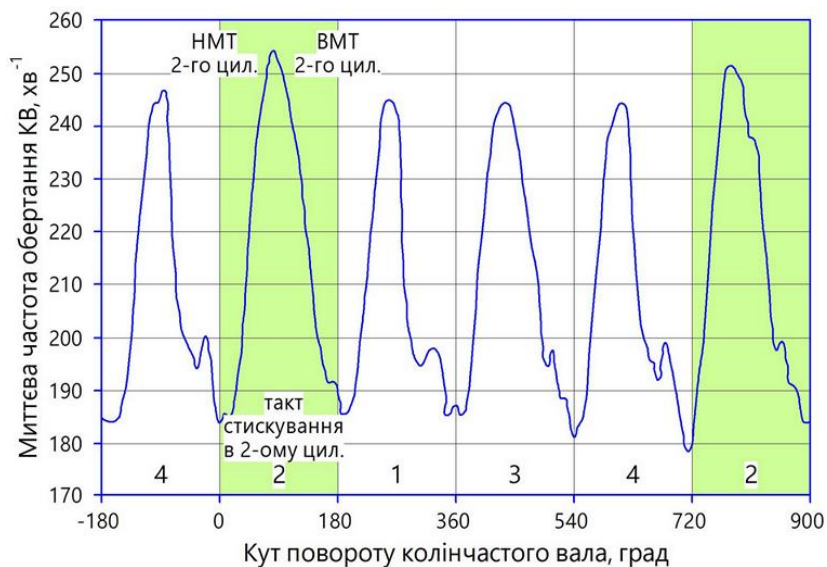


Рис. 2.12. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Ford KGBA

На рис. 2.13, 2.14 представлено приклади, що відображають зв'язок цих графіків зі значенням компресії у відповідних циліндрах двигуна.



Рис. 2.13. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна BMW M43B18



Рис. 2.14. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна BMW M43B18 з вивернутою свічкою запалювання 3-го циліндра

На рис. 2.13, 2.14 зображені графіки зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала на режимі прокрутки стартером на прогрітому двигуні. Крім

того, при знятті другого графіку була вивернута свічка запалювання третього циліндра, внаслідок чого компресія в цьому циліндрі була повністю відсутня.

Відсутність компресії знайшло відображення на рис. 2.14 у вигляді відсутності мінімального піку частоти обертання під час такту стиснення в третьому циліндрі. Випадок розглянутий на прикладі 4-циліндрового рядного двигуна моделі M43B18 з робочим об'ємом 1,8 л. автомобіля BMW 318 (E36).

2.4.2. Результати діагностування на режимі холостого ходу.

Розглянемо графіки зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала при роботі на холостому ході справного 4-циліндрового рядного двигуна моделі F16D3 з робочим об'ємом 1,6 л. автомобіля Chevrolet Lacetti.

На рис. 2.15, 2.16 представлені графіки зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала відповідно при усіх працюючих циліндрах, відключеному 1-му циліндрі і відключених 1-му і 4-му циліндрах. Відключення циліндрів відбувалося шляхом від'єднання електричних роз'ємів з паливних форсунок. На графіках, крім того, зазначені номери циліндрів, в яких в даний момент здійснюється робочий хід.



Рис. 2.15. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна F16D3

Тому є можливість розглянути вплив відсутності процесу згоряння робочої суміші в конкретному циліндрі на характер зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала.



Рис. 2.16. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна F16D3 з вимкнутим 1-им циліндром



Рис. 2.17. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна F16D3 з вимкнутими 1-им і 4-им циліндрами

На графіках, показаних на рис. 2.16, 2.17, видно вплив пропуску займання на характер зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала двигуна. Цей вплив виражається у відсутності пікових значень частоти обертання колінчастого вала двигуна в інтервалі робочого ходу відключеного циліндра, а також у зміні середнього значення частоти обертання колінчастого вала.

Варто зазначити, що значна частина усіх несправностей бензинових двигунів припадає на систему запалювання. Внаслідок чого в двигуні мають місце пропуски займання робочої суміші. Пропонований метод також дає змогу на режимі холостого ходу виявити не лише пропуски займання в цілому, але і визначити конкретний циліндр, в якому має місце ця несправність. Це особливо актуально для двигунів, в системі запалювання яких застосовані індивідуальні котушки запалювання або модулі запалювання, діагностування яких пов'язане зі значними витратами часу і засобів.

2.4.3. Результати діагностування на режимі вільного прискорення.

Прикладом застосування даного методу для діагностування елементів паливної системи може слугувати графік, зображений на рис. 2.18.



Рис. 2.18. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE з несправністю паливної форсунки 2-го циліндра на режимі холостого ходу

На рис. 2.18 показано, як забруднення однієї з паливних форсунок впливає на протікання робочих процесів в двигуні. Об'єктом діагностування слугував двигун моделі Z22SE з робочим об'ємом 2,2 л. автомобіля Opel Vectra C, у якого при роботі на холостому ходу з'явилися пропуски займання. На графіку чітко видно збої в роботі 2-го циліндра, які сталися в результаті недостатньої пропускної спроможності паливної форсунки і порушення її паливного факела.

Варто зазначити, що відрізнити несправну паливну форсунку від пропуску займання на конкретному циліндрі можна на режимі вільного прискорення, як показано на рис. 2.19. Якщо причиною пропусків займання є забруднення форсунки, то, як правило, на режимі вільного прискорення пропуски займання відразу ж припиняються, на відміну від випадку з несправністю системи запалювання.



Рис. 2.19. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE з несправністю паливної форсунки 2-го циліндра на режимі вільного прискорення

З цим двигуном було проведено експеримент, в ході якого після проведення процедури ультразвукової очистки паливних форсунок, за тією ж методикою знову були зняті відповідні графіки зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала при роботі двигуна на холостому ході.

В результаті на рис. 2.20-2.24 можна спостерігати, як впливало забруднення паливної апаратури на якісну картину приведених графіків.

На рис. 2.20 показані два графіки зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала з усіма працюючими циліндрами до ультразвукової очистки паливних форсунок (пунктирна крива) і після очищення (суцільна крива). Внаслідок чого на 2-му графіку повністю зникли пропуски займання в 2-му циліндрі, в той же час відбулося зниження середньої частоти обертання колінчастого вала на холостому ході.

На інших графіках (рис. 2.21-2.24) можна спостерігати, як поводить себе циліндр із забрудненим інжектором та після ультразвукової чистки форсунок при почерговому відключенні кожного з циліндрів.

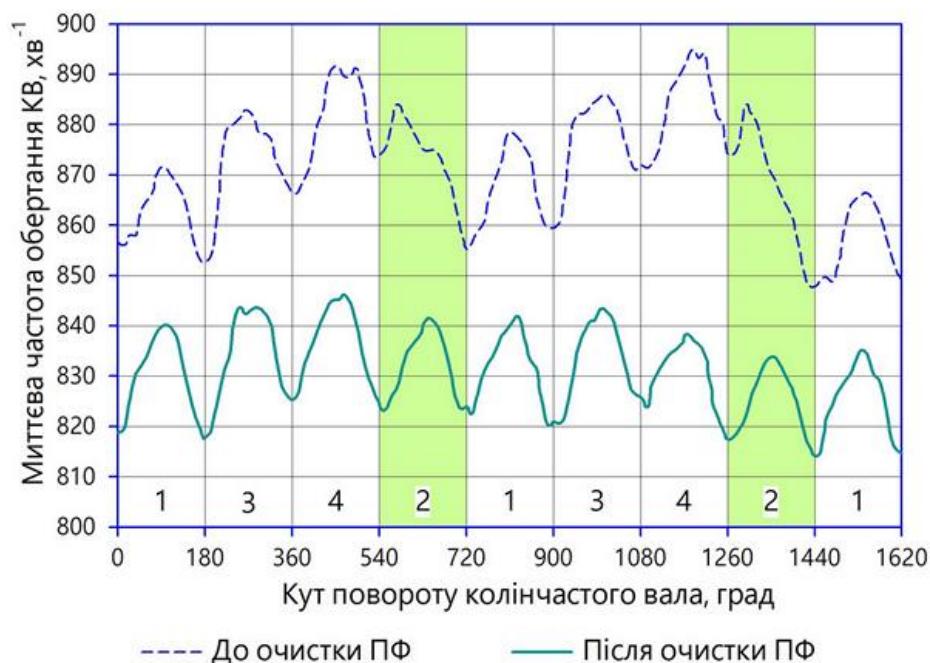


Рис. 2.20. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE на режимі холостого ходу до та після ультразвукової очистки форсунок



Рис. 2.21. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE до та після ультразвукової очистки форсунок з відключеним 1-им циліндром



Рис. 2.22. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE до та після ультразвукової очистки форсунок з відключеним 2-им циліндром



Рис. 2.23. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE до та після ультразвукової очистки форсунок з відключеним 3-ім циліндром

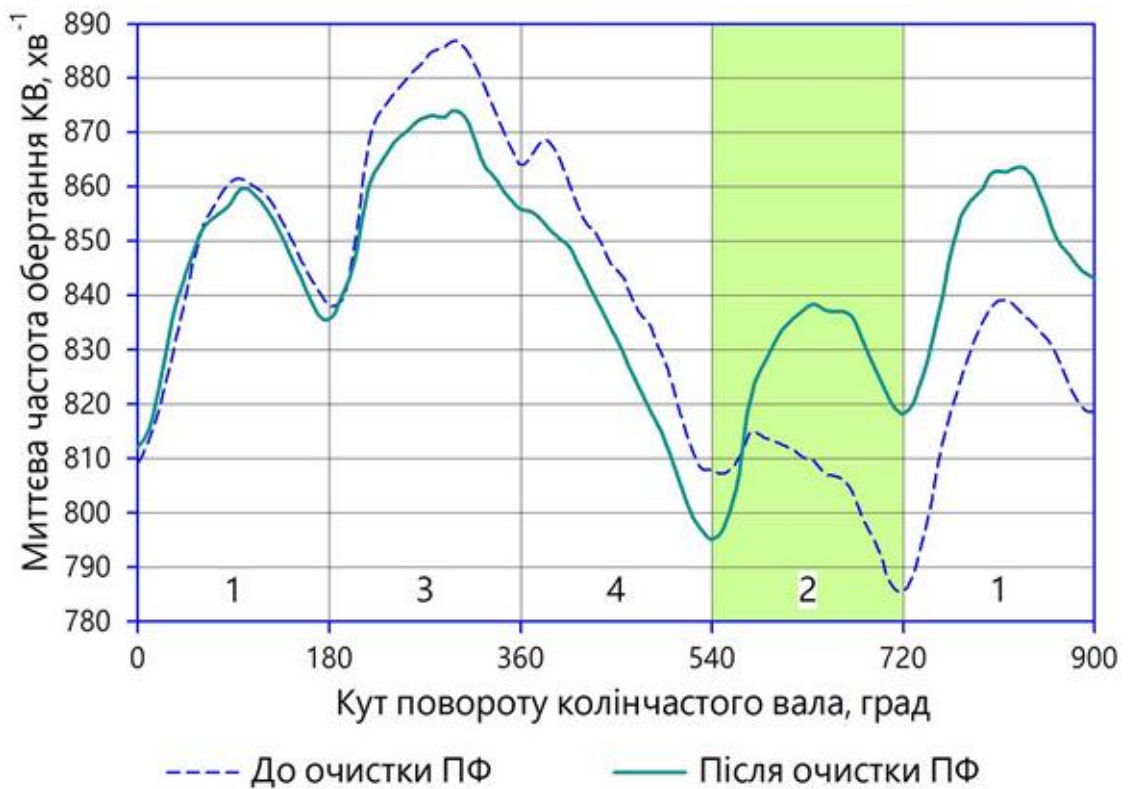


Рис. 2.24 Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна Z22SE до та після ультразвукової очистки форсунок з відключеним 4-им циліндром

Розглянемо приклад роботи 6-циліндрового рядного двигуна моделі M50B25TU з робочим об'ємом 2,5 л автомобіля BMW 525 (E34). Особливістю даного двигуна є застосування системи регулювання фаз впускного розподільного вала, відомої під назвою VANOS. На рис. 2.25 приведений графік зміни миттєвої частоти обертання колінчастого вала при роботі двигуна на холостому ходу.

З графіку видно, що зміна частоти обертання колінчастого вала з напівперіодом 720° ПКВ носить синусоїдальний характер. Особливістю цього графіку є те, що збільшення і зменшення частоти обертання колінчастого вала відбувається, починаючи із займання робочої суміші в першому циліндрі. Це пов'язано з алгоритмом управління цикловою подачею палива в двигун. Такий характер графіку пояснюється рядом логічно пов'язаних процесів, викликаних несправністю механізму регулювання фаз ГРМ (VANOS). У разі заклинювання плунжера поворотного механізму розподільного вала відбувається погіршення наповнення циліндрів двигуна свіжим зарядом на режимі холостого ходу. В результаті цього порушується робота системи підтримки частоти обертання колінчастого вала двигуна на режимі холостого ходу. Регулятором холостого ходу і кут випередження запалювання, що змінюється, не в змозі точно підтримувати необхідну частоту обертання колінчастого вала двигуна на холостому ходу. Тому ЕБУД включає механізм грубішого регулювання, що полягає у зміні циклової подачі палива. При цьому, починаючи з 1-го циліндра, відбувається збільшення циклової подачі у першому напівперіоді кута ПКВ. А у другому напівперіоді кута ПКВ відбувається зменшення циклової подачі палива, що викликає синусоїдальний характер зміни частоти обертання колінчастого вала двигуна. На рис. 2.26 показаний графік роботи двигуна зі справним механізмом регулювання фаз ГРМ.

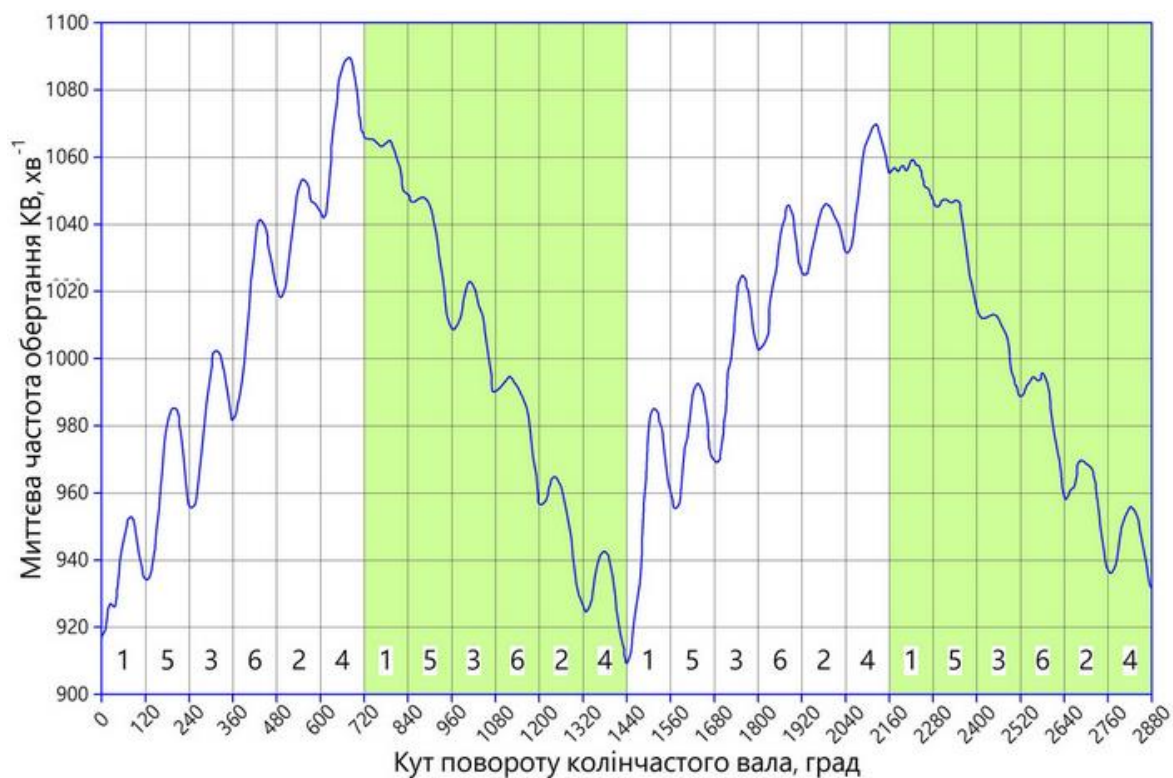


Рис. 2.25. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна М50В25ТУ на режимі холостого ходу з несправною системою регулювання фаз ГРМ

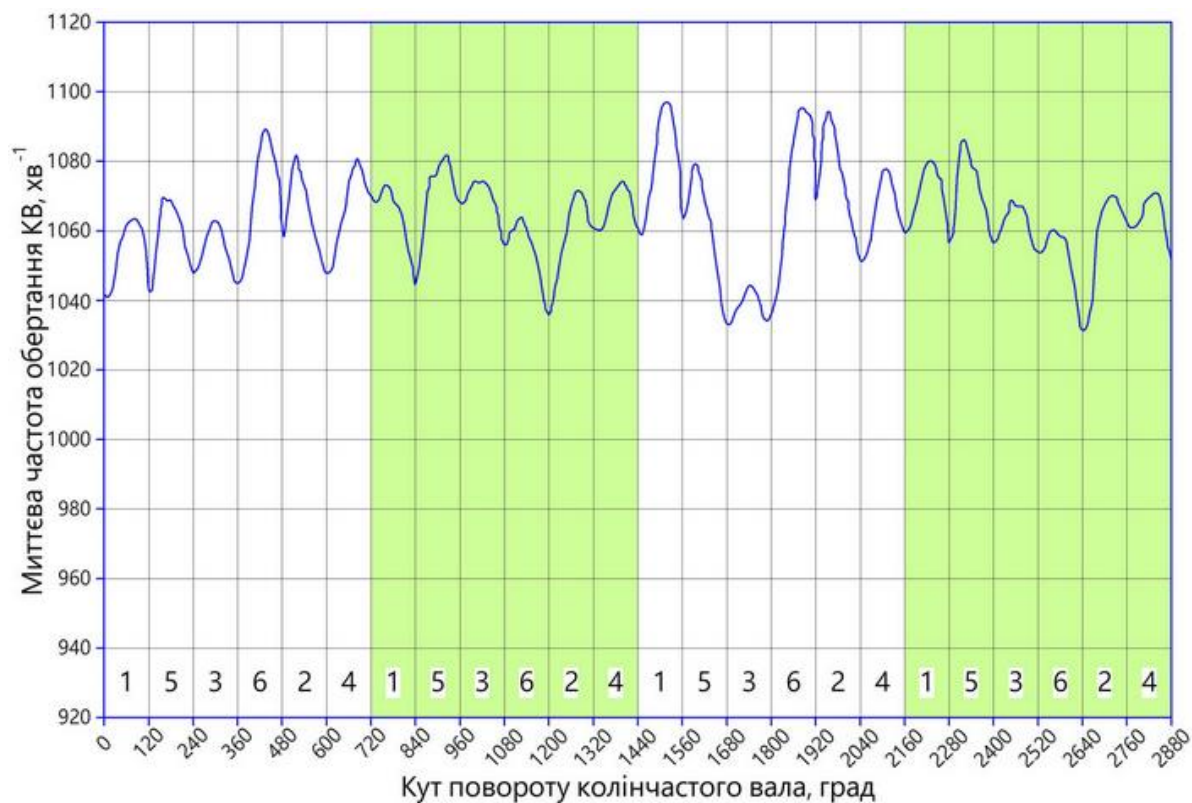


Рис. 2.26. Графік зміни миттєвої частоти обертання КВ двигуна М50В25ТУ на режимі холостого ходу зі справною системою регулювання фаз ГРМ

Висновки до другого розділу

Організовані та проведені дослідження щодо визначення технічного стану ДВЗ запропонованим методом (за миттєвим значенням частоти обертання колінчастого вала ДВЗ) дозволили сформулювати наступні висновки:

1. Пропонований метод діагностування є безпечним для електронного обладнання автомобіля, так як не потребує руйнування ізоляції дротів системи управління двигуном для зняття параметрів, що попереджує передчасний вихід з ладу електропроводки (окислення, руйнування струмонесучих жил дроту). Мотор-тестер підключається до роз'ємів датчиків і виконавчих механізмів за допомогою спеціальних щупів, які проходять між ущільнювачами електричних роз'ємів і дротами.

2. Пропонований метод діагностування можна застосовувати як для бензинових, так і для дизельних двигунів з електронною системою управління. До того ж, при діагностуванні дизельних двигунів запропонованим методом не має потреби в демонтажі паливних форсунок або свічок накаливання.

3. На отриманих під час експериментальних досліджень графіках можна побачити чітку залежність значення миттєвої частоти обертання колінчастого вала на різних режимах роботи двигуна від несправностей різних систем та механізмів двигуна.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ДВЗ

3.1. Загальний підхід

Об'єкт діагностування розглядається як перетворювач одних величин Y , які вводяться в об'єкт, – в інші величини X , які є реакціями об'єкту. Таким чином, роботу об'єкту діагностування можна представити [12]:

$$X = A \cdot Y, \quad (3.1)$$

де X, Y – вектори відповідно вихідних і вхідних величин;

A – оператор об'єкту.

Якщо об'єкт має кінцеву кількість станів K , то модель повинна вказувати зміну вихідного сигналу при незмінному вхідному:

$$X_{(i)} = A_{(i)} \cdot Y, \quad (3.2)$$

де $A_{(i)}$ – оператор об'єкту діагностування у разі i – ої відмови.

Об'єкт діагностування має точки контролю, якщо при одиночній тестовій дії y_i , що називається елементарною перевіркою Π_j , на виході в об'єкті діагностування є реакція $R_j^{(i)}$:

$$R_j^{(i)} = A_j^{(i)} \cdot y_j, \quad (3.3)$$

де $A_j^{(i)}$ – оператор об'єкта діагностування, або його елементу при проведенні Π_j – ої перевірки і i – ої відмови.

Якщо таке рівняння буде задане для всієї сукупності перевірок і відмов, то це буде явна діагностична модель об'єкта.

Найбільш простою формою представлення моделі є таблиця станів. Вона будується таким чином. Кожній відмові відповідає стан S_i . Тому стовпці відповідають станам, а рядки – Π_j елементарним перевіркам. У клітинки

таблиці (i, j) заноситься результат $R_j^{(i)}$. У першому стовпці S_0 записуються реакції об'єкту контролю на перевірки при його справному стані.

Якщо значення входу і виходу позначити подвійними логічними змінними, то вони набуватимуть значень "1", коли вони допустимі, і "0" - коли не допустимі. Значення $R_j^{(i)}$ в таблиці станів набуватимуть значень "0" або "1" залежно від стану об'єкту.

3.2. Побудова структурної моделі об'єкту діагностування

Побудова таблиці станів відбувається у декілька етапів. Спочатку необхідно прийняти рішення про необхідність включення у формовану логічну модель кожного з елементів функціональної схеми. Якщо елемент не впливає на роботу схеми, то його можна виключити з подальшого розгляду.

Далі будується структурна схема, представлена на рис. 3.1.

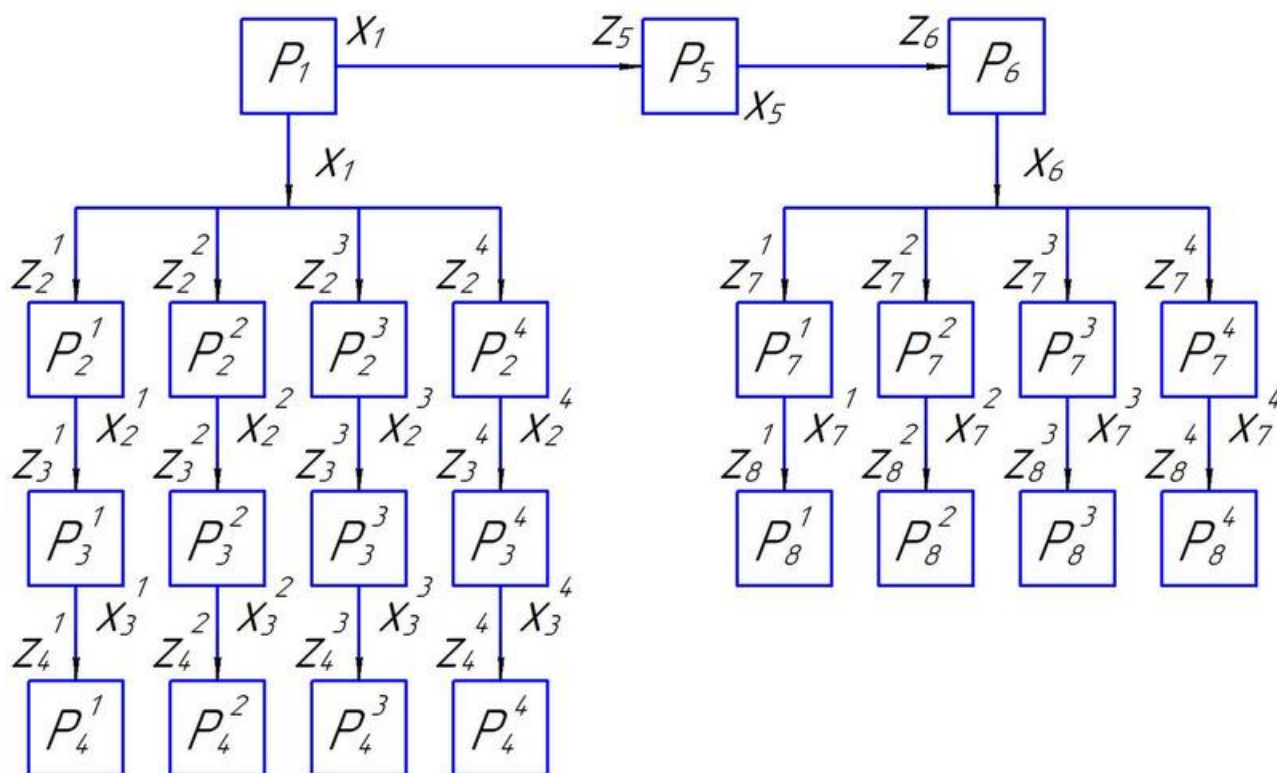


Рис. 3.1. Структурна схема ЦПГ та елементів ГРМ двигуна, від яких залежить значення компресії

де P_1 – блок циліндрів двигуна;

$P_2^1 - P_2^4$ – гільзи відповідно 1-го, 2-го, 3-го і 4-го циліндрів;

$P_3^1 - P_3^4$ – поршневі кільця відповідно 1-го, 2-го, 3-го і 4-го циліндрів;

$P_4^1 - P_4^4$ – поршні відповідно 1-го, 2-го, 3-го і 4-го циліндрів;

P_5 – прокладка голівки блока циліндрів;

P_6 – голівка блока циліндрів (ГБЦ);

$P_7^1 - P_7^4$ – сідла клапанів ГРМ відповідно 1-го, 2-го, 3-го і 4-го циліндрів;

$P_8^1 - P_8^4$ – клапани ГРМ відповідно 1-го, 2-го, 3-го і 4-го циліндрів.

3.3. Побудова таблиці станів

Після побудови структурної моделі об'єкту діагностування необхідно для кожного її блоку записати рівняння типу $R_j^{(i)} = A_j^{(i)} \cdot y_j$.

Таблиця станів заповнюється на основі рівняння $X_i = Q_i \cdot F_i$ (кількість їх повинна дорівнювати кількості блоків логічної моделі). Кількість рядків приймається рівним кількості виходів блоків моделі, до яких підключатимуться вимірювальні прилади. Кількість стовпців приймається рівним числу блоків логічної моделі плюс один, що враховує справний стан. Заповнення таблиці здійснюється за стовпцями.

Перший стовпець ($S0$), що відповідає справному стану, заповнюється за рівнянням $X_i = Q_i \cdot F_i$, за умови, що всі блоки справні ($Q_i = 1$) і всі входи припустимі ($X_i = 1$) для $i = 1, n$ [12]. Другий стовпець ($S1$) заповнюється за рівнянням $X_i = Q_i \cdot F_i$ за умови, що блок $Q1$ несправний ($Q1 = 0$), а всі інші – справні ($Q_i = 1$ для $i = 2, n$). Аналогічно заповнюються 3-ій і подальші стовпці (табл. 3.1). Для табл. 3.1 прийняті наступні позначення:

	S_7^1	S_7^2	S_7^3	S_7^4	S_8^1	S_8^2	S_8^3	S_8^4
Π_1^1	0	1	1	1	0	1	1	1
Π_1^2	1	0	1	1	1	0	1	1
Π_1^3	1	1	0	1	1	1	0	1
Π_1^4	1	1	1	0	1	1	1	0
Π_2^1	1	1	1	1	1	1	1	1
Π_2^2	1	1	1	1	1	1	1	1
Π_2^3	1	1	1	1	1	1	1	1
Π_2^4	1	1	1	1	1	1	1	1
Π_3^1	0	1	1	1	0	1	1	1
Π_3^2	1	0	1	1	1	0	1	1
Π_3^3	1	1	0	1	1	1	0	1
Π_3^4	1	1	1	0	1	1	1	0
Π_4	1	1	1	1	1	1	1	1

Π_3^1 – витік стиснутого повітря з камери згоряння 1-го циліндр;

Π_3^2 – витік стиснутого повітря з камери згоряння 2-го циліндр;

Π_3^3 – витік стиснутого повітря з камери згоряння 3-го циліндр;

Π_3^4 – витік стиснутого повітря з камери згоряння 4-го циліндр;

Π_4 – наявність газів в розширювальному бачку системи охолодження двигуна.

3.4. Розробка алгоритму пошуку відмови без використання мотор-тестера

Для складання алгоритму пошуку відмови, близького до оптимального, необхідно використовувати методи теорії інформації, де як провідна функція використовується кількість інформації, яка міститься в перевірці.

Кожна перевірка системи двигуна містить деяку кількість інформації про стан системи [12]:

$$I_{P_j} = H(S) - H(S/P_j), \quad (3.4)$$

де $H(S)$ — повна невизначеність технічного стану системи двигуна;

$H(S/P_j)$ — невизначеність стану системи двигуна, яка залишилася після виконання елементарної перевірки.

Пошук відмови починається з перевірки, яка несе найбільшу кількість інформації. Найбільшу інформацію має перевірка, яка перевіряє m елементів з сумарною вірогідністю різних відмов, рівною 0,5. Після проведення перевірки, при якій контролюється m блоків системи, можуть бути два випадки:

а) відмова фіксується. Тоді вона міститься в якому-небудь з елементів $i = 1, m$ (у табл. 3.1 в рядку P_j — ої перевірки — нулі);

б) відмова не фіксується. Тоді вона не міститься в елементах $i = 1, m$ (у табл. 3.1 в рядку P_j — ої перевірки — одиниці).

Далі розглядаються дві таблиці: перша включає стовпці, в яких були нулі при проведенні першої перевірки і усі перевірки (рядки), за винятком проведеної; друга включає стовпці, в яких були одиниці і усі рядки (перевірки), за винятком проведеної. По кожній з таблиць вибирається перевірка за тими ж правилами. Сумарна вірогідність відмов, що виявляються, має бути найбільш близька до 0,5. Процедура, повторюється до відшукування відмов усіх елементів системи двигуна. Вірогідність станів S_1, S_2, \dots, S_n вибираються з наступних умов: вірогідність відмови для гільз циліндрів $P_2 = 0,19$; поршневих кілець $P_3 = 0,19$; прокладки ГБЦ $P_5 = 0,17$. Вірогідність інших станів приймається однаковою за виразом:

$$P_i = \frac{1 - \sum P_{отв}}{m} \quad (3.5)$$

де $P_{отв}$ — сума вірогідності відмов основних елементів;

m — кількість станів (відмов), що залишилися.

Таким чином вірогідність відмови інших елементів $P_4 = P_7 = P_8 = 0,15$.
Сума вірогідності усіх станів S_1, S_2, \dots, S_n дорівнює 1.

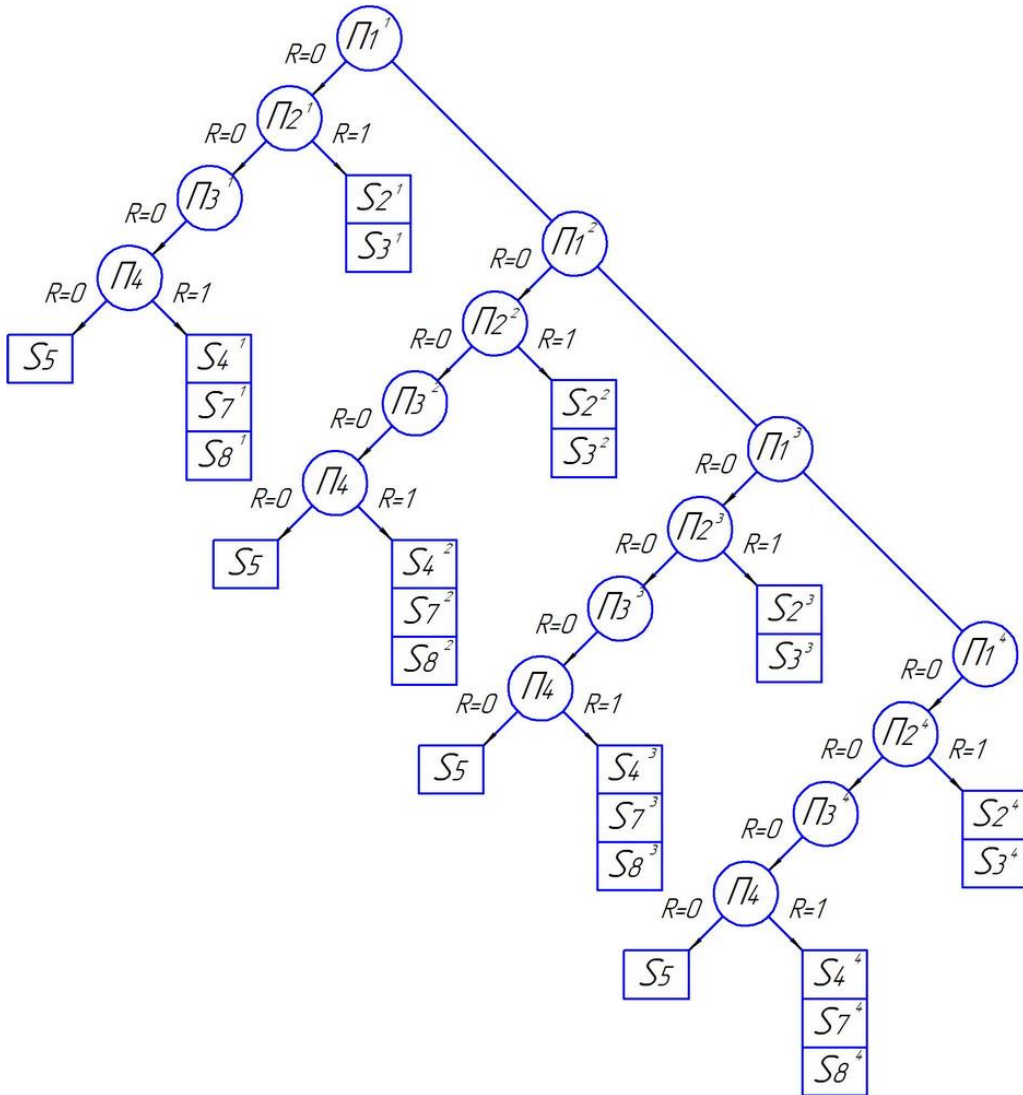


Рис. 3.2. Алгоритм пошуку відмов у ЦПГ та ГРМ двигуна (без використання мотор-тестера)

Отримано древо пошуку відмови представляється у вигляді алгоритму на рис. 3.2, де у вершинах вказуються перевірки і результати, що виходять з них: реакція "0" і реакція "1". Алгоритм складено за умови використання загально прийнятих методів діагностування.

3.5. Розробка раціонального алгоритму пошуку відмови з використанням мотор-тестера

Так як, використання мотор-тестера дає можливість діагностування працездатності відразу всіх циліндрів двигуна, що значно заощаджує час на проведення діагностування, таблиця станів для ЦПГ та ГРМ прийме наступний вигляд (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Таблиця станів для циліндро-поршневої групи та газорозподільного механізму.

	S ₀	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₇	S ₈
П ₁	1	0	0	0	0	1	1
П ₂	1	1	1	1	1	0	0

де П₁ – перевірка миттєвої частоти обертання колінчастого вала;

П₂ – перевірка пульсацій тиску повітря у системі впуску;

S₂ – гільзи циліндрів;

S₃ – поршневі кільця;

S₄ – поршні;

S₅ – прокладка ГБЦ;

S₇ – сідла клапанів ГРМ;

S₈ – клапани ГРМ.

З огляду на це, алгоритм пошуку відмов у ЦПГ та ГРМ двигуна з використанням мотор-тестера також зазнає змін (рис. 3.3).

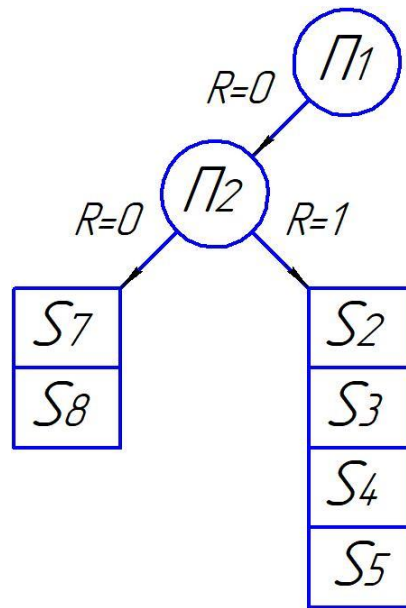


Рис. 3.3. Алгоритм пошуку відмов у ЦПГ та ГРМ двигуна (з використанням мотор-тестера)

Висновки до третього розділу

Результат розробки раціонального алгоритму діагностування ЦПГ та ГРМ двигуна дозволив сформулювати наступні висновки:

1. Для розробки алгоритму діагностування ЦПГ та ГРМ двигуна розділено на двадцять один компонент, оцінювання технічного стану яких відбувалось за тринадцятьма технічними параметрами. Для розробки раціонального алгоритму діагностування ЦПГ та ГРМ двигуна розділено на шість компонентів, оцінювання технічного стану яких відбувалось за двома параметрами.

2. Застосування запропонованого методу діагностування ЦПГ та ГРМ з використанням мотор-тестера дозволить значно заощадити час на пошук механізму в двигуні, технічний стан якого впливає на значення компресії, за рахунок одночасного аналізу параметрів в усіх циліндрах двигуна.

3. Розроблений алгоритм діагностування систем ДВЗ запропонований та запроваджений до використання в практичній діяльності випробувальної лабораторії № 1.6 «УКР-ТЕСТ-СТАНДАРТ» (Додаток А).

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВЗ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ ДІАГНОСТА

4.1. Організація діагностування автомобіля

Добре організований процес діагностування дає значний економічний ефект і забезпечує безпеку експлуатації автомобілів. Наприклад, розосередження діагностичного устаткування між спеціалізованими постами лінії ТО або на тупикових постах дозволяє проводити перевірку агрегатів і механізмів, усунення виявлених несправностей та контроль якості виконаних робіт безпосередньо на постах ТО або ремонту. Таке діагностування відноситься до поглибленого (D_2).

В організації технічного діагностування на СТО і АТП є деякі особливості. На невеликих АТП недоцільний розрив між виявленням несправностей і місцем їх усунення. У всіх випадках слід прагнути до повнішого завантаження засобів діагностування, максимально знижувати непродуктивні витрати засобів і робочої сили. Слід враховувати використання засобів діагностування при раптових відмовах КТЗ, що неможливо планувати, а також постів діагностування при сезонних і контрольних оглядах автомобілів. Дотримуючи оптимальну послідовність вимірювання параметрів, можна в 1,5...2 рази знизити трудомісткість робіт при діагностуванні автомобіля.

Технічне діагностування проводять при введенні КТЗ в експлуатацію, при технічному обслуговуванні і ремонті КТЗ. Результати кожного діагностування заносять в діагностичну і накопичувальну карти.

Діагностування автомобілів в господарствах як мінімум повинне забезпечувати перевірку технічного стану в об'ємі вимог «Правил дорожнього руху» до автомобіля. Обов'язковою у всіх випадках є перевірка роботи агрегатів і систем автомобіля на ходу. Особливої уваги вимагають органи

керування, прилади освітлення і сигналізації, міцність кріплення всіх агрегатів і механізмів (приладів) та їх комплектність.

На СТО, як правило, спостерігається забезпечення технологічного процесу мінімальною кількістю діагностичних засобів. Діагностування елементів системи живлення, електрообладнання, та двигуна в цілому організується на тупикових постах у рамках D_1 і D_2 . Діагностування ходової частини, рульового керування та гальмівної системи ділиться на дві частини: D_1 організується на проїзних або тупикових постах, використовуючи діагностичні лінії, D_2 організується безпосередньо на постах ТО та ремонту, крім основних постів, як правило, передбачається стенд для діагностування та регулювання кутів встановлення коліс автомобіля.

4.2. Розробка технологічного процесу діагностування ДВЗ

Проектування технологічного процесу діагностування систем ДВЗ автомобілів включає виконання наступних робіт: вибір методів раціонального діагностування, вивчення конструкції систем ДВЗ, визначення змісту діагностичних операцій, встановлення режимів діагностування і норм часу на виконання операцій; розробку завдання і конструювання необхідного інструменту, пристосувань та устаткування, призначення технічних умов на діагностування відповідних систем двигуна, розробку і оформлення технічної документації.

У конкретному випадку процес розроблений на основі розрахункових норм часу на діагностування [13]. Повний об'єм робіт включає всі операції, що пов'язані з підготовчими та заключними роботами технологічного процесу (встановлення автомобіля на пост, підключення необхідних діагностичних приладів, переміщення автомобіля з поста на пост та ін.).

Поелементні нормативи часу на діагностичні роботи – це регламентовані величини витрат робочого часу на виконання окремих елементів операцій

раціональних організаційно-технічних в технологічних умовах виконання робіт.

Таблиці нормативів призначені для розрахунку технічно обґрунтованих норм часу на діагностування автомобіля в умовах дрібносерійного і одиничного виробництва. При цьому враховані наступні умови:

1. забезпеченість робочого необхідним інструментом;
2. забезпеченість робочого необхідними пристосуваннями;
3. забезпеченість робочого необхідним оснащенням;
4. забезпеченість необхідним підйомно-транспортним устаткуванням;
5. забезпечення раціональною організацією робочого місця.

Нормативи розраховуються для виконання робіт при зручному положенні робочого, рух виконавця нічим не обмежений. При відхиленні від нормативних умов роботи необхідно враховувати поправочні коефіцієнти. Кількість діагностів з розрядом не нижче четвертого вибирають у залежності від технологічних особливостей виконуючих робіт.

Для виконання робіт з діагностування систем ДВЗ автомобіля Chevrolet Lacetti на ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» задіяний діагност IV-го розряду. Під час проходження практики на зазначеному підприємстві за допомогою хронометражу здійсненні заміри часу, що витрачається під час діагностування ДВЗ із використанням діагностичного комплексу мотор-тестера, та без нього за рівних умов. Загальний час діагностування систем двигуна на спеціалізованому посту склав: без використання мотор-тестера – 37,2 хв, з використанням мотор-тестера – 24,6 хв.

4.3. Характеристика робочого місця діагноста-електрика

Розглянемо робочий пост діагноста у структурі повного робочого циклу, пов'язаного з діагностуванням, ремонтом та обслуговуванням елементів електрообладнання автомобіля Chevrolet Lacetti.

Робочим місцем називається частина виробничої площі цеху, де розташовані верстати, пристрої, інструменти, заготовки і інше. Від правильної організації робочого місця й праці робітника залежить його продуктивність й якість виконаної роботи.

На робочому місці повинні перебувати тільки ті інструменти, пристосування й заготовки, які необхідні для виконання даної роботи. Всі інші предмети необхідно зберігати на стелажах або в інструментальній шафі з полками й окремими комірками.

Інструмент, що зберігається в інструментальній шафі, повинен бути розкладений за типорозмірами. Дрібний інструмент варто поміщати у верхніх комірках, більший і рідко застосовуваний – у нижні.

Вимірювальний інструмент потрібно зберігати окремо від ріжучого, виділивши для нього спеціальне місце в інструментальній шафі. Обтиральний матеріал, щітки, шкребки рекомендується зберігати в окремому ящику.

Інструменти й пристрої, якими робітник користується частіше, варто класти ближче, якими користується рідше – далі.

У спеціалізованому відділенні для діагностування та ремонту елементів електрообладнання автомобілів розташовується пост діагностики систем двигуна на автомобілі, для цього підібране наступне обладнання – підйомник, шафа для приладів, автомобільний осцилограф мотор-тестер, інструмент слюсаря-електрика, прилад для діагностування працездатності та якості регулювання фар, також передбачені стіл зі стільцем для оформлення документації. Працездатність свічок запалювання перевіряється на спеціальному приладі, де попередньо вони очищуються, стартер та генератор знімаються з автомобіля та випробуються на стенді, ремонтні роботи проводяться з використанням стенда для розбирання та очищування деталей вузлів, верстата, прилаштованого до ремонту електрообладнання, а також прилади та пристосування для діагностування та ремонту складових електрообладнання. Культура праці на посту діагностики забезпечується

скринею для дрантя, а також скринею для використаного дрантя. Для пожежної безпеки передбачено застосування ящика з піском та вогнегасника.

На робочому місці діагноста повинні бути забезпечені раціональне освітлення, нормальна температура, вологість, чистота повітря й ін.

У подальших розрахунках організуємо робоче місце діагноста-електрика, що спеціалізується наступними роботами: діагностування та ремонт елементів систем двигуна (70%), діагностування та ремонт елементів системи пуску двигуна (генератор, стартер), 10%), діагностування та ремонт приладів освітлення (фари, сигналізація, у салоні), 15%), діагностування та ремонт вимірювальних приладів (5%). У дужках вказано розподіл загального часу роботи діагноста-електрика за видами робіт, інформація надана діагностом-електриком ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО».

4.4. Зміст робіт, що виконуються, з розбивкою на елементи виробничого циклу

Час ділиться на основний, допоміжний, додатковий й підготовчо-заклучний. Нормативи витрат робочого часу залежать від характеру виконуваних технологічних операцій і типу виробництва.

1) Знаходимо оперативний час:

Оперативний час складається з основного та допоміжного часу. У відповідності з КЗпП тривалість робочої зміни без врахування перерви на обід та відпочинок складає 480 хв. Час на перерву для обіду та відпочинку приймаємо 30 хв. Тривалість робочої зміни $T_{зм} = 510$ хв, оперативний час складає 82...87% від загального часу, тобто попередньо:

$$T_{оп} = 0,86 \cdot T_{зм} = 0,86 \cdot 510 = 438 \text{ хв.} \quad (4.1)$$

2) Знаходимо основний та допоміжний час:

Зі слів діагноста-електрика ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» на діагностування систем ДВЗ автомобіля Chevrolet Lacetti час розподіляється наступним чином: допоміжний час, що доводиться на один автомобіль складає

– 13 хв; основний час, пов'язаний з діагностуванням систем ДВЗ: без використання мотор-тестера складає – 53,3 хв, а з використанням – 35,3 хв. Тобто загальний допоміжний час складе: без мотор-тестера – 78 хв, із мотор-тестером» – 104 хв, а загальний основний час: без мотор-тестера – 319,8 хв, із мотор-тестером – 282,4 хв. При цьому оперативний час складе: без мотор-тестера – 397,8 хв при діагностуванні шести автомобілів за зміну, із мотор-тестером – 386,4 хв при діагностуванні восьми автомобілів за зміну.

3) Знаходимо додатковий час:

для такого виду робіт додатковий час становить 10,8 % від оперативного часу, тобто:

$$\text{– без мотор-тестера: } T_{\text{доп}} = 0,11 \cdot T_{\text{оп}} = 0,11 \cdot 397,8 = 44,1 \text{ хв;} \quad (4.2)$$

$$\text{– із мотор-тестером: } T_{\text{доп}} = 0,14 \cdot T_{\text{оп}} = 0,14 \cdot 386,4 = 55,8 \text{ хв;} \quad (4.3)$$

4) Знаходимо час регламентованих перерв:

час регламентованих перерв знаходиться у розмірі 1,5...4,5% від тривалості робочої зміни, залежно від категорії важкості праці:

$$\text{– без мотор-тестера: } T_{\text{пер}} = 0,018 \cdot T_{\text{зм}} = 0,016 \cdot 510 = 8,1 \text{ хв.} \quad (4.4)$$

$$\text{– із мотор-тестером: } T_{\text{пер}} = 0,018 \cdot T_{\text{зм}} = 0,015 \cdot 510 = 7,8 \text{ хв.} \quad (4.5)$$

5) Знаходимо час організаційно-технічного обслуговування:

час організаційно-технічного обслуговування знаходиться як різниця між додатковим часом і часом регламентованих перерв:

$$\text{– без мотор-тестера: } T_{\text{ото}} = T_{\text{доп}} - T_{\text{пер}} = 44,1 - 8,1 = 36 \text{ хв.} \quad (4.6)$$

$$\text{– із мотор-тестером: } T_{\text{ото}} = T_{\text{доп}} - T_{\text{пер}} = 55,8 - 7,8 = 48 \text{ хв.} \quad (4.7)$$

б) Знаходимо підготовчо-заключний час:

підготовчо-заключний час становить 4÷10% від тривалості робочої зміни

$$T_{\text{п-з}} = 0,059 \cdot T_{\text{зм}} = 0,059 \cdot 510 = 30 \text{ хв.} \quad (4.8)$$

Сума оперативного, допоміжного часу, часу організаційно-технічного обслуговування, часу регламентованих перерв і підготовчо-заключного часу повинна скласти тривалість робочої зміни на даному посту.

4.5. Визначення параметрів електротехнічного відділення

1. Вихідні дані

Адміністрація ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» люб'язно надала інформацію щодо організації роботи підприємства – 253 дні на рік, тривалість робочої зміни – 8,2 години, робота в одну зміну. Середньостатистичне значення річної трудомісткості робіт сервісного центру складала 36000 люд.-год., з них 5% доводиться на роботи поста діагноста-електрика.

2. Трудомісткість, що доводиться на електротехнічні роботи:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{СТО}} \cdot 0,05 = 36000 \cdot 0,05 = 1800 \text{ чол.} - \text{год.} \quad (4.9)$$

3. Явочна кількість робітників:

$$m_{\text{яв}} = \frac{T_{\text{р}}}{\Phi_{\text{нр}} \cdot K_{\text{пв}}} = \frac{1800}{2140 \cdot 1,15} = 0,73, \quad (4.10)$$

де $T_{\text{р}(i)}$ – річний об'єм робіт по відповідних зонах і ділянках;

$\Phi_{\text{н.р.}}$ – річний номінальний фонд робочого часу (у годинниках);

$K_{\text{нв.}} = 1,15$ – коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

$$\Phi_{\text{нр}} = [K - (B + П)] \cdot t_{\text{зм}} - П_{\text{р}} = [365 - (8 + 94)] \cdot 8,2 - 1 = 2140 \text{ год,} \quad (4.11)$$

де K – кількість календарних днів у році;

$П$ – кількість святкових днів у році;

B – кількість вихідних днів;

$t_{\text{см}}$ – тривалість робочої зміни;

$П_{\text{р}}$ – кількість годин за рік, на які скорочується робочий день у передсвяткові дні;

$t_{\text{зм}} = 8.2 \text{ год}$ – для всіх робітників;

3) Облікова кількість робочих

$$m_{\text{сп1}} = \frac{T_{\text{р}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_{\text{пв}}} = \frac{1800}{1935 \cdot 1,15} = 0,81, \quad (4.12)$$

де $\Phi_{\text{д.р}}$ – річний дійсний фонд робочого часу.

$$\Phi_{\text{др}} = (\Phi_{\text{нр}} - t_{\text{о}} \cdot t_{\text{зм}}) \cdot \beta = (2140 - 18 \cdot 8,2) \cdot 0,97 = 1932 \text{ год,} \quad (4.13)$$

де $t_o = 18$ днів – кількість днів відпочинку для робітників всіх професій, крім малярів, акумуляторщик, зварників, ковалів, вулканізаторщик;

$\beta = 0,97$ – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу за поважними причинами;

Остаточню приймаємо явочну та облікову кількість робітників 1.

4) Так як для потреб СТО за похідними даними для обслуговування електротехнічної ділянки необхідна одна людина, то вибираємо один пост, який обладнаний підйомником для здійснення поглибленого діагностування та ремонту елементів електрообладнання та діагностування систем ДВЗ.

5) Визначення номінального річного фонду часу роботи устаткування.

$$\Phi_{\text{нр}} = [K - (B + П)] \cdot t_{\text{зм}} \cdot y - П_p = [365 - (104 + 11)] \cdot 8,2 \cdot 1 = 2040 \text{ год}, \quad (4.14)$$

де $y = 1$ – кількість змін роботи устаткування.

6) Визначення мінімальної кількості одиниць основного устаткування:

$$X_{\text{д}} = \frac{T_{\text{ді}}}{\Phi_{\text{п}} \cdot m_{\text{п}}} = \frac{1800}{2040 \cdot 1} = 0,88, \quad (4.15)$$

де m – кількість робочих, що працюють на даному устаткуванні.

При виборі устаткування використовуємо «Табель технологічного устаткування і спеціалізованого інструменту» та джерела у вигляді інтернет-ресурсу.

7) Визначення площі поста діагноста-електрика.

– пост діагностування системи запалювання:

$$F_{\text{v}} = f_a \cdot X_{\text{v}} \cdot K_n = 6,71 \cdot 1 \cdot 1,2 = 8,05 \text{ м}^2, \quad (4.16)$$

де f_a – площа, яку займає автомобіль у плані, м^2 ;

$X_{\text{v},i}$ – кількість постів;

K_n – коефіцієнт щільності розстановки постів (одностороннє розташування).

Остаточну площі уточнюємо під час схематичного компонування та за даними ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» ($29,4 \text{ м}^2$). Загальна площа поста діагноста-електрика за результатами розробки схеми склала 36 м^2 .

Планувальне рішення і розміри поста діагноста-електрика залежить від обраної будівельної сітки колон (кроку колон і ширини прольотів – 6000×6000), облаштування поста. За взаємним розташуванням вибираємо тупиковий пост – для одиночних автомобілів як легкових, так і вантажних особливо малого класу. Пост розташований під прямим кутом до сітки колон. Розміри приміщення електротехнічного відділення залежать від максимального параметру довжини і ширина автомобіля, та площі, яку займає обладнання.

На рис. 4.1-4.2 представлені межі досяжності рук в робочій зоні, відповідно у горизонтальній та вертикальній площині. На рис. 4.3 представлено робоче місце діагноста-електрика.

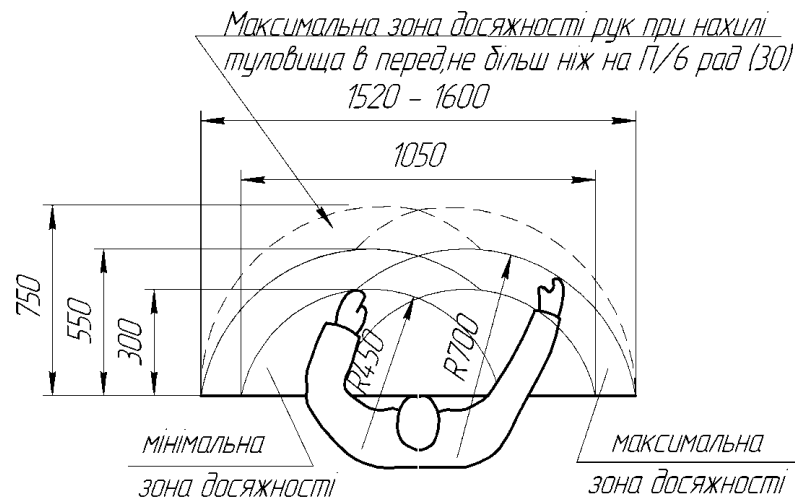


Рис. 4.1. Межі досяжності рук в робочій зоні (горизонтальна площина).

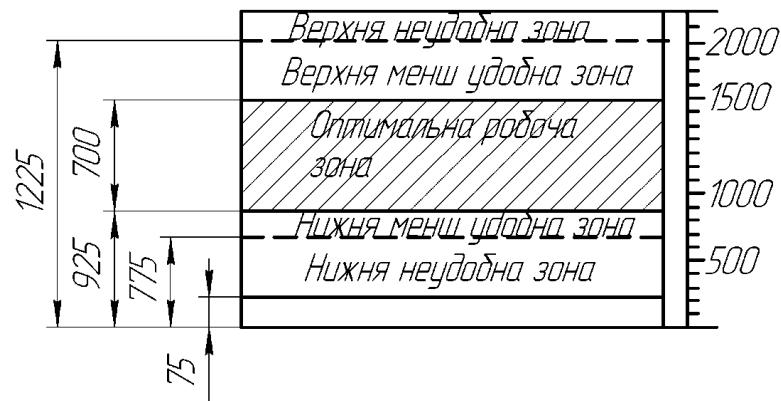
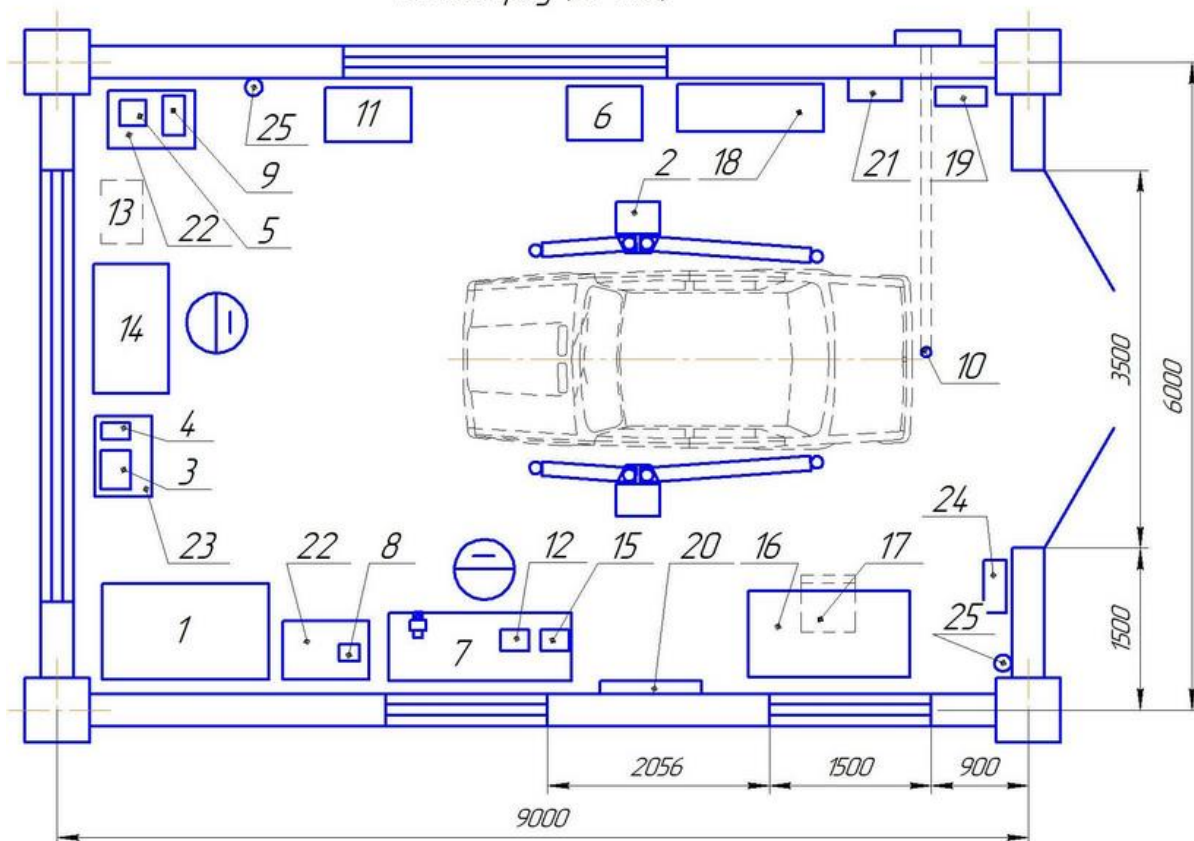


Рис. 4.2. Межі досяжності рук в робочій зоні (вертикальна площина).

Вид зверху (М 1:40)



1 – універсальний контрольно-випробувальний стенд УКС-60; 2 – підйомник Guangli GL-3,2-2E; 3 – ноутбук; 4 – осцилограф мотор-тестер; 5 – верстат свердлильний; 6 – верстат для проточки колекторів; 7 – верстак слюсарний; 8 – прилад для очищення та перевірки свічок запалювання; 9 – рейковий ручний прес; 10 – прилад для відведення відпрацьованих газів ВП-3; 11 – токарний верстат; 12 – прилад для перевірки якорів; 13 – прилад для перевірки фар; 14 – установка для розбирання деталей; 15 – прилад для перевірки КВП; 16 – стіл для документації; 17 – стілець; 18 – інструментальна шафа; 19 – скриня для дрانتя; 20 – планшет для операційних карт; 21 – розподільча щитова; 22 – стіл під обладнання та деталі; 23 – стійка під ноутбук з мотор-тестером; 24 – ящик з піском; 25 – вогнегасник ОП5.

Рис. 4.3 Робоче місце діагноста-електрика (вид зверху)

4.6. Безпека праці при визначенні технічного стану високовольтних дротів

Діагностування високовольтних (ВВ) дротів системи запалювання двигуна, не використовуючи спеціального обладнання, здійснюється шляхом перевірки виникнення іскри, але ця дія не є небезпечною. Тому необхідно для цієї мети використовувати спеціальні пристосування. Розглянемо один з них.

Як відомо, іскровий проміжок свічки запалювання складає близько 1 мм (від 0,7 до 1,2 мм). Прийmemo тиск в циліндрі в кінці такту стиснення рівним 10 атм. Напруга пробою 1 см повітря при тиску 1 атм складає приблизно 30 кВ і росте приблизно пропорційно тиску повітря. Таким чином, отримуємо, що для нормального іскроутворення в циліндрі при зазорі в свічці 1мм і тиску 10 атм напруга, що виробляється котушкою запалювання повинна бути не менше 30 кВ.

Реальна напруга іскроутворення на системах електронного запалювання складає близько 45 кВ.

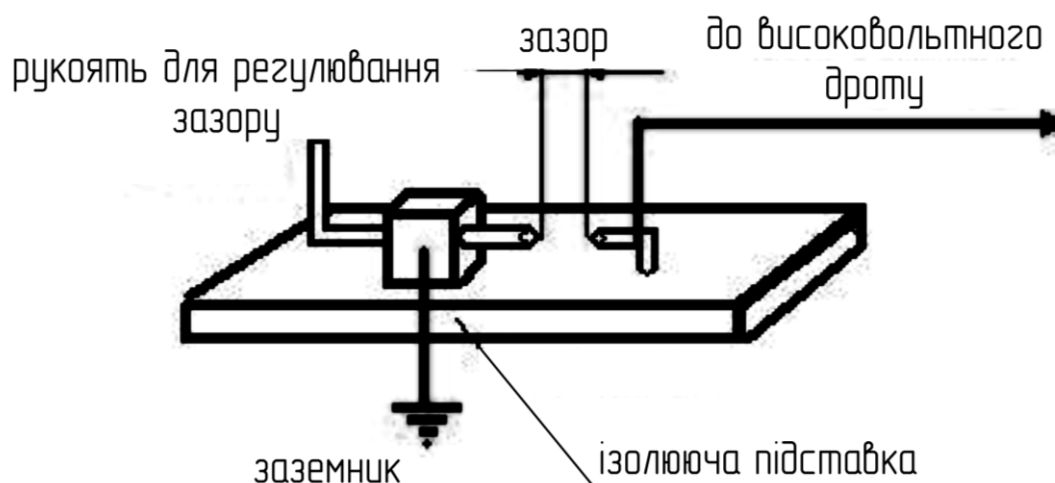


Рис. 4.4. Іскровий розрядник.

Відключивши високовольтний дріт від свічки запалювання і підключивши його до розрядника, задалегідь виставивши зазор рівний 10 мм,

ми повністю імітуємо роботу свічки в двигуні в реальних умовах. Нагадую, що напруга іскроутворення при цьому виходить не менше 30 кВ.

Методика перевірки

1. Відключаємо ВВ дріт від 1-го циліндра і підключаємо його до розрядника. Запускаємо двигун (оскільки один циліндр відключений, двигун «троїть»). Поступово збільшуючи зазор в розряднику, дивимося, при якому зазорі іскра в ньому стає нестабільною (з'являються пропуски). Даний зазор (у перерахунку на кВ) і є напругою іскроутворення на даному циліндрі (мінімальне значення повинне бути не менше 30 кВ, що відповідає 10 мм зазору в пробійнику).

2. Повторюємо вимірювання для інших циліндрів.

3. Проводимо аналіз:

А. Напруга по всіх циліндрах рівномірна і дорівнює 40...45 кВ (15 мм).

Справна система запалювання.

Б. Напруга по всіх циліндрах менше 30 кВ (10 мм). Але на центральному високовольтному дроту напруга більше 40 кВ – несправність розподільника (бігунок, кришка)

В. На центральному високовольтному дроту напруга менше 30 кВ (10 мм). Несправна котушка, комутатор.

Г. На окремих циліндрах напруга значно менше 30 кВ, хоча на інших вона перевищує 40...45 кВ. Несправність високовольтного дрота даного циліндра (або дефект кришки розподільника).

Звичайний наконечник високовольтного дроту на більшості автомобілів має наступний вигляд (рис. 4.5).

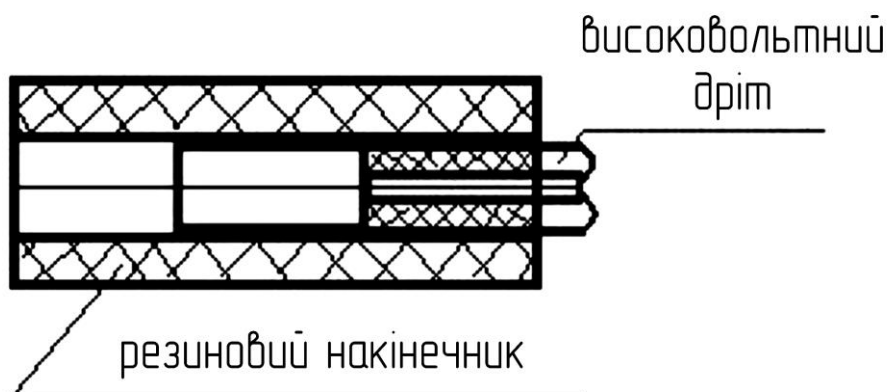


Рис. 4.5. Конструкція високовольного дроту.

Наприклад, на автомобілях МЕРСЕДЕС наконечник має ще додатковий металевий захисний кожух (рис. 4.6.).

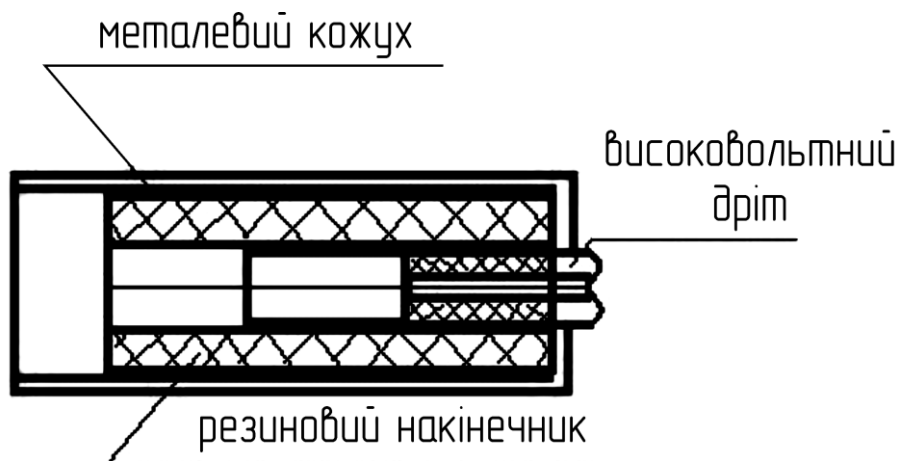


Рис. 4.6. Високовольтний дріт з металевим кожухом.

Можливий внутрішній пробій між ВВ дротом і металевим кожухом, що не виявляється візуальним оглядом.

Висновки до четвертого розділу

Результат розробки технологічного процесу діагностування ДВЗ та раціонального робочого місця діагноста дозволив сформулювати наступні висновки:

1. Вдосконалення технології проведення діагностування ДВЗ легкових автомобілів в межах ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» дозволило скоротити час на діагностування ДВЗ одного автомобіля на 25 %.

2. Запропоноване раціональне робоче місце діагноста-електрика з урахуванням специфіки автомобілів, які переважно обслуговуються на підприємстві, та завантаженості електротехнічного відділення з урахуванням виконання вимог охорони праці.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота виконана на достатньому науково-практичному рівні з використанням сучасних програмних продуктів таких як MATLAB, Компас. Основні результати, що отримані в процесі досліджень, полягають у наступному.

1. Обґрунтований вибір об'єкта діагностування, метода та засобів діагностування полягав у визначенні систем ДВЗ легкових автомобілів, з питаннями щодо яких найчастіше звертаються автовласники до ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО». Класичні методи діагностування займають значний час для встановлення місця виникнення несправностей. В результаті запропоновано метод діагностування, заснований на визначенні миттєвої частоти обертання колінчастого вала ДВЗ.

2. За допомогою реальних автомобілів, власники яких звертались до ПАТ «Дніпропетровськ-АВТО» за час проходження практик, згідно з навчальним планом отриманні результати діагностування ДВЗ запропонованим методом з метою встановлення місця знаходження несправності і після усунення її.

3. Після проведення певної кількості натурних досліджень стосовно визначення працездатного стану ДВЗ легкових автомобілів розроблено алгоритм діагностування систем ДВЗ запропонованим методом. Алгоритм діагностування систем ДВЗ запропонованим методом передбачає застосування компонентів систем ДВЗ в кількості меншою на 30% та діагностичних параметрів за кількістю на 15 % меншою у порівнянні з класичною методикою діагностування систем ДВЗ.

4. Вдосконалення технології проведення діагностування ДВЗ легкових автомобілів в межах ПАТ «Дніпропетровськ-Авто» дозволило скоротити час на діагностування ДВЗ одного автомобіля на 25 %.

Отримані висновки вказують на перспективу застосування запропонованого методу діагностування систем ДВЗ легкових автомобілів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт компанії MLab.org.ua (2009). Призначення автомобільного осцилографа мотор-тестера [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mlab.org.ua/mtp/mtp-manual.html>. – Назва з екрану.
2. Chevrolet Lacetti. Устройство, эксплуатация, обслуживание, ремонт. Иллюстрированное руководство. – М. : ООО «Книжное издательство «За рулём», 2012. – 368 с.: ил. – (Серия «Своими руками»). – ISBN 978-5-9698-0250-6 (2).
3. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 118 с.
4. Борщенко Я. А., Васильев В. И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007. – 207 с.
5. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы: Учебное пособие для специалистов по ремонту автомобилей, студентов и преподавателей вузов и колледжей / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с: ил.
6. AutoDiagnos [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.autodiagnos.com.ua/MYDIAGNOS.html>.
7. Пат. RU 2545253, МПК G 01M 15/05 G 01M 15/00. Способ диагностики по энергии шумов в рабочем объеме цилиндра газораспределительного, цилиндропоршневого, кривошипно-шатунного и других механизмов двигателя внутреннего сгорания (варианты) / В. В. Горидько; заявл. 30.07.2013 ; опубл. 27.03.2015, Бюл. № 9.
8. Пат. RU 194297, МПК G 01M 15/04. Устройство оценки технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания / Д. В. Варнаков, В. В. Варнаков, Д. Н. Яшин, С. А. Симачков, Е. А. Варнакова, И. М. Дежаткин; заявл. 17.05.2019 ; опубл. 05.12.2019, Бюл. № 34.

9. Пат. RU 2681695, МПК G 01M 15/04. Устройство для определения технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания / В. В. Нечаев, К. В. Головкин; заявл. 08.11.2017 ; опубл. 12.03.2019, Бюл. № 8.

10. Пат. RU 2715132, МПК G 01M 15/00 G 01M 15/04. Способ диагностирования цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма двигателя / В. В. Нечаев; заявл. 23.10.2019 ; опубл. 25.02.2020, Бюл. № 6.

11. ДСТУ 3649-2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. – К.: «Держспоживстандарт України», 2011. – 32 с.

12. Хасанов Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

13. РД 03112178-1023-99. Сборник норм времени на техническое обслуживание и ремонт легковых, грузовых автомобилей и автобусов. – М.: ГУЛ «Центроргтрудавтотранс», 2001. – Т.1. – 417 с.

14. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник, К.: Основа, 2011, – 480 с. – ISBN 978-966-699-615-3.

15. Мирошников Л. В. и др. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л. В. Мирошников. – М.: Транспорт, 1977, – 263 с.

16. Аринин, И. Н. Диагностирование технического состояния автомобилей / И. Н. Аринин. – М.: Транспорт, 1978. – 275 с.

17. Макушин А. А. Аналітичні дослідження впливу конструкції ГРМ на показники ДВС / А. А. Макушин. – Автомобільна промисловість. – 2012. – № 3. – С. 12-16

18. Лотин Г. Н. Анализ вибрационных свойств двигателя относительно систем вибродиагностики механизма газо распределения / Г.Н. Злотин,

К. И. Лютин // Вестник Волгоградского государственного технического университета. – 2008. – № 6(44). – С. 8-11.

19. Кузнецов В. Н. Влияние фаз газораспределения на изменение давления во впускном коллекторе многоцилиндрового двигателя / В. Н. Кузнецов, В. И. Беляев, Ф. П. Мельников // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12(122). – С. 137-141.

20. Методичні вказівки до виконання та захисту кваліфікаційної роботи студентів другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання / Укладачі: Заренбін В. Г., Лиходій О. С., Колеснікова Т. М. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2020, 48 с.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ

« УКР-ТЕСТ-СТАНДАРТ »



Призначений орган із сертифікації КТЗ, їх частин та обладнання відповідно до наказу
Міністерства інфраструктури України від 26.04.2017 р. за № 164
(номер призначеного органу із сертифікації UA.CTR.009)

49022, м. Дніпро, вул. Маршала Малиновського, 130

Акт

**щодо використання матеріалів кваліфікаційної роботи
«Розробка раціонального методу діагностування систем сучасних
двигунів внутрішнього згоряння»
Підгорного Максима Сергійовича**

Складено комісією у складі:

Шірінов Руслан Тельманович – технічний керівник дільниці

Комісія провела роботу щодо визначення можливості використання випробувальною лабораторією № 1.6 ТОВ «УКР-ТЕСТ-СТАНДАРТ» отриманих здобувачем вищої освіти другого (магістерського) рівня Підгорним М. С. наступних практичних результатів:

1. Розроблено раціональний метод діагностування систем двигуна внутрішнього згоряння шляхом визначення та аналізу миттєвої частоти обертання колінчастого вала двигуна при прокрутці стартером без пуску двигуна.
2. Розроблений метод дозволяє оцінити технічний стан циліндро-поршневої групи та газорозподільного механізму двигуна за допомогою персонального комп'ютера, осцилографа мотор-тестера та відповідного програмного забезпечення. Для аналізу використовуються сигнали з датчиків та виконавчих механізмів електронної системи управління двигуном.

Комісією встановлено, що участь здобувача вищої освіти Підгорного М. С. у зазначених дослідженнях становить 75%. Результати досліджень планується запровадити до використання в практичній діяльності випробувальної лабораторії № 1.6 ТОВ «УКР-ТЕСТ-СТАНДАРТ».

Акт складено у 4-х екземплярах.

Екземпляри 1-3 передаються до ПДАБА.

Члени комісії

Шірінов Р.Т.

Сушко А.А.

Формат	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	№ екз.	Примітка
			<u>Загальна документація</u>			
A4	1	МКР.ЕРМ.20.15039.00.ПЗ	Пояснювальна записка	88	1	
A4	2	МКР.ЕРМ.20.15039.01	Загальні положення кваліфікаційної роботи	2	1	Слайди №1 ,3
A4	3	МКР.ЕРМ.20.15039.02	Актуальність теми кваліфікаційної роботи	1	1	Слайд №2
A4	4	МКР.ЕРМ.20.15039.03	Основні несправності двигуна внутрішнього згоряння	2	1	Слайди №4, 5
A4	5	МКР.ЕРМ.20.15039.04	Літературно-патентний огляд засобів діагностув. ДВЗ	1	1	Слайд №6
A4	6	МКР.ЕРМ.20.15039.05	Організація проведення діагностування ДВЗ запропонованим методом	1	1	Слайди №7
A4	7	МКР.ЕРМ.20.15039.06	Результати діагностування ДВЗ	2	1	Слайд №8, 9
A4	8	МКР.ЕРМ.20.15039.07	Алгоритм діагностування систем ДВЗ	1	1	Слайд №10
A4	9	МКР.ЕРМ.20.15039.08	Організація раціонального робочого місця діагноста- електрика	1	1	Слайд №11
A4	10	МКР.ЕРМ.20.15039.09	Загальні висновки	1	1	Слайд №12

МКР.ЕРМ.20.15039.00.ВКР

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Підгорний М.С.					
Перевір.		Лиходій О.С.				88	1
Керівник		Лиходій О.С.			ПДАБА, гр. АТ-19мп		
Н. контр.		Стадник В.І.					
Затвер.		Лиходій О.С.					

Розробка раціонального методу
діагностування систем сучасних
двигунів внутрішнього згоряння

Відомість КР