

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО–ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

В.П. Волков, І.А. Мармут, В.Д. Мигаль, А.М. Пойда, І.С. Наглюк,
О.В. Дитятєв, І.Ю. Сараєва, С.І. Кривошапов, С.М. Мастепан,
Є.Ю. Зенкін, Ю.В. Горб'юк, В.М. Павленко, С.А. Торяник, В.І. Белов,
Ю.В. Зибцев, В.В. Безрідний, М.П. Булгаков, В.М. Попов, В.О. Зуєв,
М.І. Наглюк, Є.О. Комов, О.Ю. Ставицький

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

*Рекомендовано Міністерство освіти і науки,
молоді та спорту України як підручник для студентів
напряму підготовки “Автомобільний транспорт”*

Харків ХНАДУ 2012

УДК 629.083 (076)

ББК 39.33-08я7

Гриф надано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України

Рецензенти: *Волонцевич Д.О.*, д-р техн. наук, професор, Національний технічний університет «ХПІ»;

Лебедев А.Т., д-р техн. наук, професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка;

Писарєв В.П., д-р техн. наук, професор, Академія внутрішніх військ МВС України.

Лабораторний практикум з технічної експлуатації автомобілів: Навчальний посібник / Волков В.П., Мармут І.А., Мигаль В.Д., Пойда А.М., Наглюк І.С., Дитятєв О.В., Сараєва І.Ю., Кривошапов С.І., Мастепан С.М., Зенкін Є.Ю., Горбик Ю.В., Павленко В.М., Торяник С.А., Белов В.І., Зибцев Ю.В., Безрідний В.В., Булгаков М.П., Попов В.М., Зуєв В.О., Наглюк М.І., Комов Є.О., Ставицький О.Ю. // Під загальною редакцією В.П. Волкова. –Харків: ХНАДУ, 2012. – 517 с.

Навчальний посібник призначений для методичного забезпечення лабораторних занять з технічної експлуатації автомобілів.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих технічних навчальних закладів України, що здійснюють підготовку фахівців за напрямком “Автомобільний транспорт”, а також фахівців, котрі працюють у галузі випробування та експлуатації автомобільного транспорту.

Іл. 241. Бібліогр. 40 назв. Табл. 74.

© В.П. Волков, І.А. Мармут, В.Д. Мигаль, А.М. Пойда, І.С. Наглюк, О.В. Дитятєв, І.Ю.Сараєва, С.І. Кривошапов, С.М. Мастепан, Є.Ю. Зенкін, Ю.В. Горбик, В.М. Павленко, С.А. Торяник, В.І. Белов, Ю.В. Зибцев, В.В. Безрідний, М.П. Булгаков, В.М. Попов, В.О. Зуєв, М.І. Наглюк, Є.О. Комов, О.Ю. Ставицький,

© Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2012.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Лабораторний практикум з технічної експлуатації автомобілів призначений для методичного забезпечення лабораторних занять студентів всіх форм навчання напрямків 6.070106, 6.050503, 6.070101, 6.010104.

Проведення занять спрямоване на закріплення теоретичних знань, отриманих завдяки курсам лекцій «Експлуатація та обслуговування машин», «Технічне обслуговування транспортних засобів», «Технічна експлуатація автомобілів», «Основи технічної діагностики автомобілів», «Технічна експлуатація автомобілів з мікропроцесорними системами керування», «Експлуатаційні матеріали».

Практикум передбачає виконання робіт які охоплюють шість основних складових технічної експлуатації автомобілів: перевірка систем живлення ДВЗ, загальна діагностика, діагностика електроустаткування, технічний огляд і оцінка автомобілів, обслуговування систем автомобілів з мікропроцесорним керуванням, паливно-мастильні матеріали.

Роботи виконуються студентами всіх форм навчання відповідно до діючих робочих планів і в обов'язку навчального навантаження в лабораторіях кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів. Трудомісткість виконання кожної роботи в повному обов'язку становить 2 навчальні години, обсяг виконання лабораторних робіт може коректуватися викладачем, що веде заняття.

Кожна робота виконується групою студентів у кількості 5...6 осіб. Виконана робота захищається кожним студентом індивідуально.

Лабораторна робота № 1

БУДОВА І РОБОТА СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ

Мета роботи

Вивчити принципи побудови інформаційних систем і програмно-апаратних комплексів, що застосовуються у технічній експлуатації автомобілів, одержати практичні навички роботи із системою збору, зберігання й обробки даних, побудованої на основі персонального комп'ютера, модуля введення аналогових сигналів та програмного додатку PowerGraf Professional.

Склад і структура системи

Основним об'єднуючим елементом системи, що розглядається, є персональний комп'ютер (ПК), який має системну шину PCI, порти USB і інтерфейс послідовного обміну, пристрої пам'яті для зберігання програм і даних.

До PCI-шини персонального комп'ютера підключений модуль введення аналогових сигналів L783, який діє під керуванням програми PowerGraf Professional. Мінімальні вимоги до ПК: операційна система Windows (98, ME, 2000, XP); 32 Мб оперативної пам'яті; 20 Мб дискового простору.

Через інтерфейс PCI забезпечується висока швидкість обміну інформацією між модулем L783 і ПК. Модуль L783 є аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) електричних сигналів, має у своєму складі аналоговий комутатор на 32 канали, програмно керований підсилювач, 12-бітний АЦП, сигнальний процесор ADSP-2184/2186. У модулі L783 здійснюється аналого-цифрове перетворення, у результаті чого будь-які безперервні аналогові сигнали перетворюються в дискретні функції часу. Програма PowerGraf здійснює синхронне відображення оцифрованих сигналів на екрані комп'ютера.

Завдяки модулю L783 і програмі PowerGraf, персональний комп'ютер перетворюється в багатоканальний цифровий осцилограф. Це дозволяє відтворювати будь-які процеси, що відбуваються в системах автомобіля, які можна перетворити за допомогою датчиків

в електричні сигнали. Автомобілі, які облаштовані мікропроцесорними системами керування, добре пристосовані до такого способу збору інформації, бо у вузлах мікропроцесорних систем діють електричні сигнали, які можна, при наявності доступу до них, досліджувати за допомогою цифрового осцилографа. Крім того, через діагностичне рознімання K-Line та інтерфейсу послідовного обміну за допомогою спеціального адаптера можна отримати інформацію про параметри роботи системи й коди несправностей.

Через порти USB1 і USB2 можна підключити газоаналізатор, вимірник диму та інші прилади, розширивши інформацію про роботу автомобіля.

Функціонування системи

За допомогою системного кабелю цифровий осцилограф з'єднується з випробуваним об'єктом. Сигнали датчиків і виконавчих пристроїв по системному кабелю надходять на входи АЦП, перетворюються в цифрові коди й зберігаються в пам'яті комп'ютера. Драйвер керування модулем L783 під час старту програми завантажується в її тіло і далі модуль L783 функціонує під керуванням PowerGraf. Для кожного сигналу в модулі виділяється окремий вхід. Але тому, що в модулі L 783 один АЦП і 32 аналогових входи, то за допомогою аналогового комутатора (перемикача) сигнали по черзі підключаються до АЦП і перетворюються в цифрові коди. Результат перетворення заноситься в оперативну пам'ять цифрового сигнального процесора ADSP-2186, де формується масив даних, і через інтерфейс PCI дані передаються в оперативну пам'ять комп'ютера. На екрані монітора дані представляються у вигляді графіків «амплітуда-час» для кожного каналу окремо, але узгоджено у часі.

Інтерфейс програми.

Головне вікно програми «PowerGraph» (рис.1.1) складається з наступних функціональних частин:

«Меню й панель інструментів» – займає верхню частину вікна програми; «Графічний дисплей» – центральну частину вікна програми; ліворуч від графічного дисплея розташована «Шкала амплітуди»; під графічним дисплеєм – «Шкала часу». Праворуч від графічного дисплея розташована «Інформаційна панель», а під нею – «Панель запису», над нею – «кнопка вибору частоти дискретизації». «Рядок

стану» – розташований у нижній частині вікна програми. Під панеллю запису праворуч унизу розташована кнопка «Старт/стоп» для початку й зупинки реєстрації.

Графічний дисплей містить графіки всіх записаних даних у вигляді послідовності блоків. *Поряд зі шкалою амплітуди* розташовані кнопки керування каналами й графіками, що мають колірне маркування. *Шкала часу* має вісь часу і горизонтальну смугу прокручування, що дозволяє перегортати вперед та назад стрічку запису. *Інформаційна панель* відображає додаткову службову інформацію – параметри блоків даних і області виділення, а також значення сигналів у процесі реєстрації.

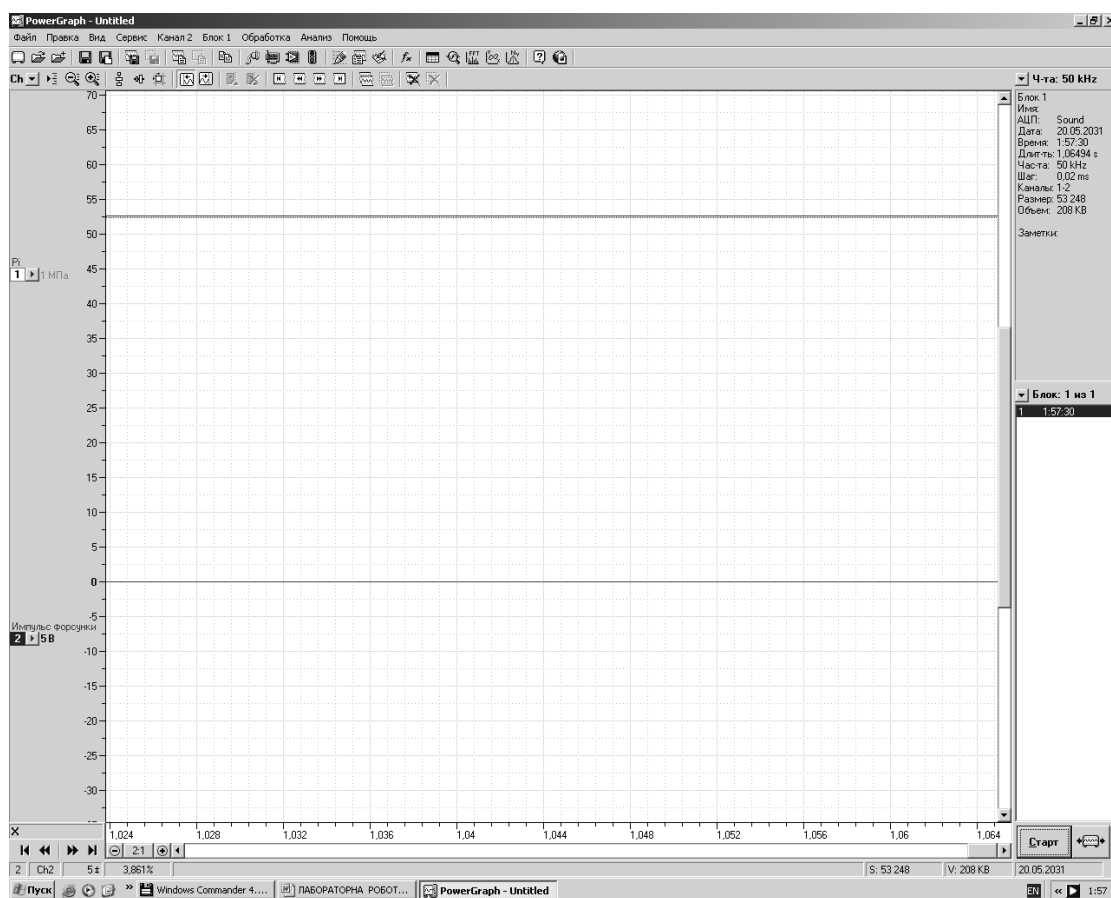


Рис.1.1. Головне вікно програми «PowerGraph»

На панелі запису розміщується список всіх записаних блоків і кнопки керування процесом реєстрації даних. *Рядок стану* відображає параметри поточного файлу.

Канали та графіки

Канали. Програма «PowerGraph» дозволяє використати до 32 каналів – джерел даних. Кожний канал має свої незалежні налаштування (назва, одиниці вимірювань, формули розрахунків і ін.) і може містити дві копії даних: вихідні (записані з АЦП) і розрахункові (отримані в результаті математичної обробки).

Графіки. Для візуального відображення каналу в програмі використовується Графік (Graph). Графіки також мають свої незалежні налаштування (кольори й стиль ліній, масштаб і положення на стрічці самописа) і використовуються для керування параметрами каналів.

Вікно «Вхідний Підсилювач» (Input Amplifier) дозволяє проводити попередній моніторинг вхідних сигналів будь-якого каналу АЦП, установлювати діапазон вимірювань каналу (коефіцієнт підсилення) АЦП і проводити програмне калібрування й корекцію вхідного сигналу.

Шкала амплітуди. Зміна положення й масштабу графіка сигналу здійснюється зміною відповідних параметрів шкали амплітуди. Для цього використовуються кнопки, розташовані над і під шкалою амплітуди. Ці команди, а також список масштабів, доступні через меню, що викликається за допомогою кнопки, розташованої ліворуч від шкали амплітуди. Змінювати положення 0 можна також за допомогою миші, натискаючи лівою кнопкою на шкалі амплітуди та переміщуючи курсор нагору або вниз.

Назва каналу й одиниці вимірювань. Праворуч від кнопки вибору каналу розташовані два текстові поля уведення: Ім'я (Title)-назва каналу. Одиниця (Unit) – назва одиниці вимірювання сигналу. Кнопки, розташовані праворуч від кожного із цих полів, дозволяють вибрати назви каналу й одиниці вимірювання зі списку визначених значень.

Блоки даних і область виділення

Блоки даних. Програма «PowerGraph» здійснює блоковий запис результатів аналого-цифрового перетворення. Кожний блок являє собою безперервний набір даних, записаних із заданою часто-

тою, і може містити необмежену кількість даних. Кожний блок може містити дані довільного набору каналів від 1 до 32. Програма дозволяє записувати в один файл до 32000 блоків даних.

Кожний блок даних має індивідуальні незалежні параметри. При переміщенні курсору над графічними даними блоку або при виборі активного блоку, інформація про його параметри відображається в інформаційній панелі:

- Ім'я (Title) – назва блоку (уводиться користувачем);
- АЦП (ADC) – пристрій, що використалося для реєстрації даних;
- Дата (Date) – дата початку реєстрації блоку;
- Час (Time) – час початку реєстрації блоку;
- Тривалість (Duration) – тривалість реєстрації даних;
- Частота (Rate) – швидкість реєстрації даних (частота дискретизації);
- Крок (Step) – інтервал часу між сусідніми значеннями;
- Канали (Ch-s) – номери записаних каналів;
- Розмір (Size) – кількість значень для кожного каналу (розмір блоку);
- Обсяг (Volume) – обсяг даних (у байтах);
- Замітки (Notes) – замітки (уводяться користувачем).

У кожний момент часу тільки один блок може бути обраний у списку – цей блок є «активним». Команди меню «Блок» (Block), що відповідають вибраній кнопці панелі інструментів і різні команди обробки та аналізу даних дійсні тільки для активного блоку. Якщо файл не містить записаних даних, всі команди для роботи із блоками будуть відключені.

Програма «PowerGraph» дозволяє здійснювати різні операції над блоками: переміщати, копіювати, видаляти цілком або тільки частину даних, змінювати швидкість запису, експортувати дані, а також вводити додаткову текстову інформацію для опису даних блоку.

Навігація по запису. Стрічка запису програми (Chart) містить послідовність записаних блоків, розділених вертикальними лініями. У нижній частині вікна програми, безпосередньо під стрічкою запису, розташована шкала часу (рис.1.1), що містить вісь часу для кожного блоку і його порядковий номер.

Зміна масштабу шкали. Програма «PowerGraph» дозволяє зменшувати масштаб шкали часу для перегляду великих обсягів даних. Масштаб шкали часу змінюється за допомогою команди «Масштаб шкали X» (X Zoom) у меню «Вид», що містить список доступних масштабів від 1:1 (немає стиску) до 2k: 1 (стиск в 2000 разів), кратних 2, 5 і 10. Ліворуч від смуги прокручування розташована кнопка швидкого доступу до списку масштабів. Змінити масштаб часу можна також за допомогою кнопок (-) і (+), розташованих ліворуч і праворуч від кнопки масштабу, а також командами «Зменшити» (Zoom Out) і «Збільшити» (Zoom In) у меню «Вид».

Переміщення блоків. Програма «PowerGraph» дозволяє змінювати порядок розташування записаних блоків. Зміна порядку блоків здійснюється переміщенням активного блоку вперед або назад за допомогою кнопок панелі інструментів або команди «Перемістити блок» (Move) у меню «Блок».

Створення копії активного блоку здійснюють командою «Дублювати блок» (Duplicate Block) у меню «Блок», або відповідною кнопкою панелі інструментів. Новий блок, що містить копію даних активного блоку, додається безпосередньо після активного блоку.

Видалення активного блоку здійснюють командою «Видалити блок» (Delete Block) у меню блок або відповідною кнопкою панелі інструментів. Для видалення частини даних блоку використовують область виділення.

Властивості блоків. Команда «Властивості» (Properties) у меню «Блок» викликає додаткове вікно «Властивості блоку», що дозволяє для кожного блоку вказати назву й текстовий опис (замітки), а також редагувати й видаляти коментарі (текстові замітки), установлені усередині блоку. Додатково програма «PowerGraph» дозволяє вводити текстові описи (замітки) до всього файлу. Вікно заміток викликається командою «примітки»(Notes)у меню «Файл».

Область виділення. Програма «PowerGraph» дозволяє виділяти довільну ділянку даних усередині блоку. Для виділення ділянки даних треба переміщувати курсор усередині блоку при натиснутій лівій кнопці миші.

Створення нового блоку даних. Дані області виділення можуть бути скопійовані в новий блок, що додається до кінця запису.

Для створення нового блоку, що містить дані з області виділення, застосовують команду «Дублювати виділення в блок» (Selection to Block) у меню «Виправлення» або відповідну кнопку панелі інструментів.

Видалення даних. Дані, що перебувають усередині області виділення, можуть бути вилучені із блоку. Для видалення даних області виділення використовують команду «Видалити виділені дані» (Delete Selection) у меню Виправлення або відповідною кнопкою панелі інструментів. Видалення даних залежить від розташування області виділення у тілі блоку. Якщо виділення розташоване на початку блоку до довільної точки – видаляються всі дані від початку блоку до останньої точки виділення; виділення від довільної точки до кінця блоку – видаляються всі дані від першої точки виділення до кінця блоку; виділений весь блок – видаляється весь блок (загальна кількість блоків зменшується); виділена довільна ділянка усередині блоку – блок, що містить область виділення, розбивається на два блоки (тому що безперервність даних порушується): перший з них містить дані від початку блоку до першої точки виділення; другий – від останньої точки виділення до кінця блоку.

Файли, імпорт і експорт даних

Робота з файлами. Програма «PowerGraph» дозволяє здійснювати наступні операції з файлами: створити новий файл, відкрити файл, додати файл, зберегти файл, зберегти блок (експорт даних).

Файли даних (*.pgc). Для зберігання даних у програмі «PowerGraph» використовуються файли формату «PowerGraph Chart» (файли з розширенням «pgc»). Цей формат дозволяє записувати в один файл кілька блоків даних, а також зберігати разом з даними різні налаштування, додатковий текст і таблиці розрахункових значень.

Текстові файли (*.txt). Імпорт даних у текстовому форматі. Програма «PowerGraph» дозволяє відкривати текстові файли, що містять дані у вигляді стовпців, розділених символами табуляції. Текстовий файл може містити кілька блоків даних, які повинні бути розділені текстовим рядком. Програма «PowerGraph» дозволяє також імпортувати дані в текстовому форматі з буфера обміну (Clipboard) – команда «Вставити з буфера обміну» (Paste from Clipboard)

у меню «Виправлення». Імпортовані дані вставляються у вигляді окремого блоку в кінець запису. Імпорт даних з буфера обміну здійснюється в такий же спосіб, що й при завантаженні з текстового файлу.

Експорт даних у текстовому форматі. Програма «PowerGraph» дозволяє експортувати дані у вигляді тексту, що містить стовпці даних, розділених символами табуляції.

Збереження даних у текстовий файл. Для збереження всіх даних у текстовому форматі треба вибрати команду «Зберегти» (Save As) у меню «Файл». При збереженні даних треба вказати тип файлу «Text» (файли *.txt).

Експорт даних активного блоку здійснюють командами меню «Файл»: «Зберегти блок» або «Копіювати блок».

Експорт виділених даних здійснюють наступними командами меню «Виправлення»: «Зберегти виділення» або «Копіювати виділення».

Параметри експорту даних. При експорті даних у текстовому форматі з'являється діалогове вікно з додатковими параметрами експорту.

Канали (Channels) – список записаних у блоці каналів. Перемикачі, розташовані ліворуч від назви каналів, дозволяють вибрати певні канали для експорту в текстовий файл. Кнопки зі стрілками, розташовані праворуч від списку каналів, дозволяють змінювати порядок проходження каналів.

Текстовий формат (Text Format) – додаткові параметри текстового формату:

- параметри блоку (Block Information) – вказати перед даними інформацію про блок (дата й час запису, кількість значень і інтервал між ними);
- заголовки стовпців (Headers of Columns) – вказати заголовки стовпців даних (назви каналів і одиниці вимірювання);
- X стовпець (X Column) – включити значення осі X (перший стовпець).

Порядок виконання роботи

Перевірте правильність підключення основних вузлів комп'ютера й надійність заземлення. Після перевірки включити

комп'ютер.

Запустіть програму PowerGraf Professional за допомогою ярлика (рис.1.2), розташованого на робочому столі.

Помістіть курсор на поле ярлика та двічі клацніть лівою кнопкою мишки. З'явиться вікно програми PowerGraf і список модулів, з якими вона працює. Помістіть курсор на L783, клацніть лівою кнопкою мишки. Це ім'я модуля з'явиться у верхньому правому куті вікна у вигляді напису на кнопці. Помістіть курсор на кнопку з написом L783 і клацніть лівою кнопкою мишки. Відбудеться запуск програми і на екрані з'явиться її головне вікно.



PowerGraph Professional.lnk

Рис.1.2. Ярлик програми «PowerGraph»

Виберіть кількість графіків і каналів. У верхньому лівому куті головного вікна програми розташована кнопка Ch (Канали). Помістіть курсор на кнопку з написом Ch і клацніть лівою кнопкою мишки. З'явиться вікно команд, у якому перша команда «Кількість графіків». Помістіть курсор на цю команду. У загальному меню каналів розкриється список від 1 до 32. Вибір будь-якого значення включає відповідну кількість графіків. Для швидкого перемикання каналів також можна використати цифрові клавіші клавіатури (1–9,0) при натиснутій клавіші Ctrl: Ctrl+1 – канал 1, Ctrl+2 – канал 2, ...Ctrl+9 – канал 9, Ctrl+0 – канал 10.

Виберіть ім'я (назву) каналу й назву одиниці вимірювання сигналу для кожного графіка. Помістіть курсор на кнопку «Вхідний підсилювач», виберіть команду *Вхідний Підсилювач* у меню Сервіс і клацніть лівою кнопкою мишки. У вікні, що з'явилося, виберіть ім'я сигналу й назву одиниці вимірювання.

Установіть шкалу графіків. Для цього по черзі поміщайте курсор на кнопку відповідного каналу і клацніть лівою кнопкою мишки відкрийте вікно з командою шкала Y. У списку, що з'являється, числових значень шкали вибирайте число, необхідне для даного графіка.

Установіть частоту дискретизації. Помістіть курсор на кнопку «частота». У списку, що з'являється, числових значень частоти виберіть необхідне число.

Запустіть реєстрацію графіків: клацніть лівою кнопкою мишки на кнопці «старт». На цій кнопці напис «старт» зміниться написом «стоп». Для зупинки реєстрації графіків повторно клацніть лівою кнопкою мишки на кнопці «стоп».

Експорт даних. За вказівкою викладача відкрийте файл, записаний у програмі PowerGraf, виділіть область даних, які Ви маєте намір експортувати в інші додатки.

Виберіть команду Зберегти виділення (Save Selection) у меню Файл. Натисніть у панелі інструментів відповідну кнопку. Укажіть параметри експорту даних.

Створіть файл параметрів і збережіть дані області виділення й файл параметрів.

Імпорт даних з інших додатків. Відкрийте файл, зазначений викладачем, збережений у текстовому форматі.

Перевірте правильність формату файлу(дані у вигляді стовпців, розділених символами табуляції) і наявність у ньому необхідної інформації про швидкість запису, кількості каналів, обсяг даних.

Скопіюйте дані в буфер обміну.

Виберіть команду «Вставити з буфера обміну (Paste from Clipboard)» у меню «Виправлення».

Збережіть файл у програмі PowerGraf.

Контрольні запитання

1. Що являється основним об'єднуючим елементом системи збору даних?
2. Які компоненти необхідні для створення системи збору даних?
3. Які функції виконує програма PowerGraf?
4. У якій формі зберігаються дані у цій програмі?
5. Які дії можна виконувати над даними, збереженими у програмі PowerGraf?

Література [5, 24]

Лабораторна робота № 2

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ ЗБОРУ ДАНИХ

Мета роботи

Вивчити принципи цифрової обробки сигналів, способи використання різних алгоритмів обробки сигналів і створення нових каналів з розрахунковими даними.

Устаткування та прилади

1. Модуль уведення аналогових сигналів L783.
2. Програма PowerGraf Professional.
3. Персональний комп'ютер.
4. Системна стійка.
5. База даних.

Обробка даних

Цифрова обробка сигналів. Програма «PowerGraph» дозволяє здійснювати цифрову обробку сигналів, створювати нові канали з розрахунковими даними, а також створювати й використовувати різні алгоритми обробки сигналів.

Для проведення цифрової обробки сигналів у програмі «PowerGraph» використовується додаткове вікно «Функції» (рис.2.1), що викликається командою «Функції» (Functions) у меню «Обробка».

Вікно «Функції» дозволяє створювати математичні формули та здійснювати розрахунки за цими формулами. Результати розрахунків можна скопіювати в кожний канал.

Для створення формули необхідно виконати наступні дії:

- вибрати функцію цифрової обробки;
- вибрати канали-джерела, у яких одержуються вихідні дані для обробки;

- вибрати канал-приймач, у який будуть поміщені результати обчислень;
- указати чисельні аргументи функції.

У загальному випадку формула виглядає в такий спосіб:
 Канал-приймач = Функція (Канал-джерело; [Чисельний аргумент]).

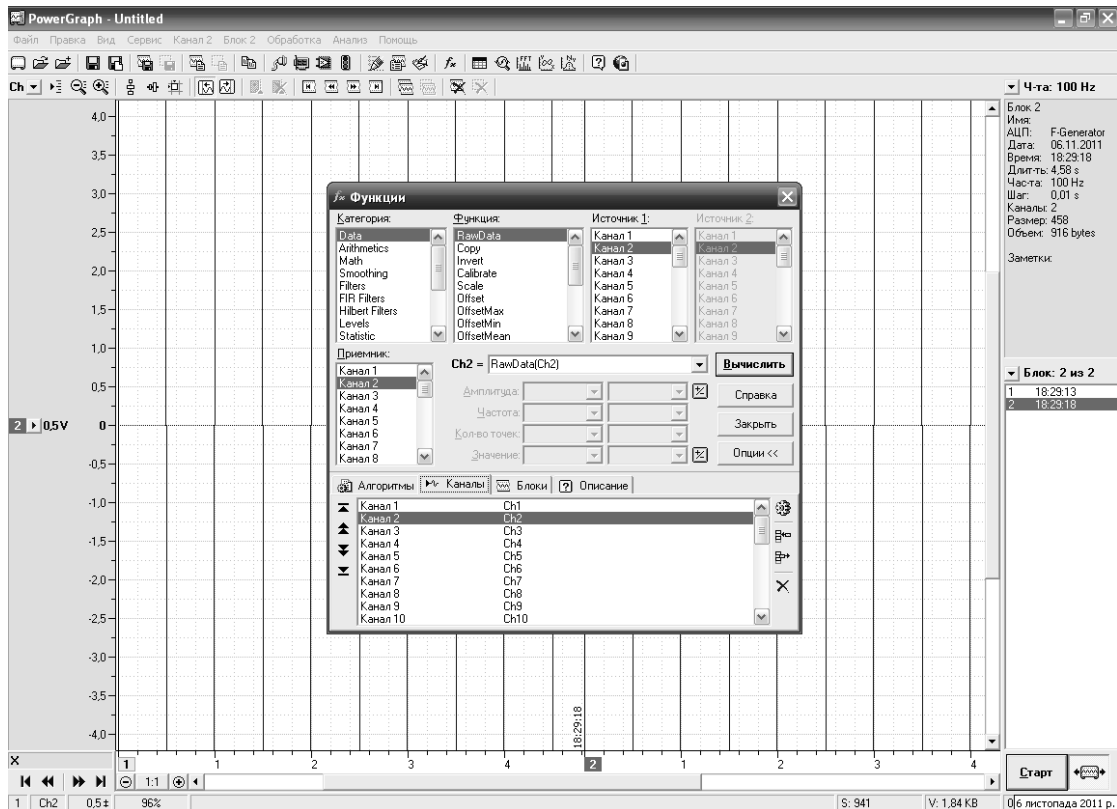


Рис.2.1. Головне вікно програми «PowerGraph»

Елементи керування. Верхню частину вікна займають чотири списки:

- *Категорія* – вибір категорії (групи) функцій;
- *Функція* – вибір функції цифрової обробки;
- *Джерело 1 і Джерело 2* – вибір каналів-джерел, що містять вихідні дані для обробки.

Під списком категорій розташований список «*Приймач*», у якому вибирається канал-приймач даних. Під списком функцій розташовується текстове поле – (рядок формули), що містить *поточну формулу* обчислень і автоматично заповнюється при виборі функції, каналів-джерел і чисельних аргументів.

Під рядком формули перебувають окремі поля введення для різних типів чисельних аргументів:

- *Амплітуда* – рівень амплітуди сигналу (A) в одиницях виміру каналу;
- *Частота* – значення частоти (F) у герцах (Гц);
- *Кількість точок* – кількість точок (N);
- *Значення* – довільне числове значення (ДО).

Кнопка «*Обчислити*» запускає процес обробки сигналу по встановленій формулі. Результат обчислень копіюється в канал-приймач.

Опції. У нижній частині вікна «*Функції*» містяться вкладки з додатковими параметрами та налаштуваннями обробки сигналів:

- *Алгоритми* – список алгоритмів обробки;
- *Канали* – список каналів із установленими формулами;
- *Блоки* – вибір блоків для проведення обчислень;
- *Опис* – опис функцій цифрової обробки сигналів.

Алгоритми (*Algorithms*). Програма «PowerGraph» дозволяє зберігати різні набори формул обчислень у вигляді окремих алгоритмів обробки сигналів. Збережені алгоритми можна використати для проведення автоматизованих обчислень і запису протоколів обробки.

Вкладка «*Алгоритми*» містить список збережених алгоритмів обробки й дозволяє завантажувати, редагувати й створювати набори формул. У цій вкладці є два списки – список алгоритмів (ліворуч) і список формул (праворуч). Список алгоритмів містить назви створених алгоритмів і заповнюється автоматично. Список формул містить набір формул обчислень і заповнюється відповідними формулами при виборі того або іншого алгоритму.

Кнопки, розташовані ліворуч від списку алгоритмів, виконують наступні операції:

- створити новий алгоритм. У списку алгоритмів з'явиться новий елемент із зазначеною назвою й порожнім списком формул;
- зберегти обраний алгоритм із новим ім'ям;
- видалити обраний алгоритм;
- включити/виключити режим запису формул (перемикач). Режим запису формул дозволяє при проведенні обчислень автоматично додавати використовувані формули в список формул об-

раного алгоритму. Цей режим можна використати для запису протоколу обробки сигналів.

Кнопки, розташовані праворуч від списку формул, виконують наступні операції:

- запустити алгоритм. Запуск алгоритму означає автоматичне проведення обчислень по всіх формулах алгоритму (послідовно вниз). Для використання окремих формул алгоритму необхідно подвійним натиском на ліву клавішу миші завантажити обрану формулу в рядок формули та натиснути кнопку «Обчислити»;
- додати в список формулу, установлену в рядку «Формули»;
- видалити зі списку обрану формулу;
- перемістити обрану формулу на одну позицію нагору;
- перемістити обрану формулу на одну позицію вниз.

Канали (Channels). При проведенні математичної обробки сигналів, програма «PowerGraph» автоматично запам'ятовує для кожного каналу останню формулу обчислень. Установлену в каналі формулу можна використати для швидкого перерахування всього каналу в основному вікні програми – команда $Ch = \dots$ у меню Канал. Крім того, програма «PowerGraph» дозволяє визначити послідовність обробки каналів (див. розділ – «Робота з даними каналів»), що використовується при автоматичному перерахуванні всіх каналів (команда Обчислити все в загальному меню каналів «Сервіс/Канали й Графіки» основного вікна програми) і при обробці сигналів у процесі реєстрації (у режимі реального часу). Вкладка «Канали» (рис.2.1) містить список всіх каналів із установленими формулами: Список каналів відбиває задану послідовність обробки каналів. Для кожного каналу в списку вказується назва й установлена формула в наступному форматі:

- $Ch\#$ - канал не має формули;
- $Ch\# = \text{Функція}(\dots)$ – формула останніх обчислень у каналі;
- $Ch\#* = \text{Функція}(\dots)$ – формула обчислень у режимі реального часу (див. розділ – «Настроювання каналів»).

Кнопки, розташовані ліворуч від списку, дозволяють змінювати послідовність обробки каналів. Праворуч від списку розташовуються кнопки для керування встановленими в каналах формулами:

- запустити процес обчислень у всіх каналах;
- установити в обраний канал поточну формулу;

- видалити формулу останніх обчислень в обраному каналі;
- очистити формули останніх обчислень у всіх каналах.

Блоки (Blocks). Вкладка «Блоки» містить список всіх записаних блоків із вказівкою розміру, швидкості запису й назви блоку. Цифрова обробка сигналів здійснюється тільки в блоках, відзначених у списку. Ліворуч від списку розташовані перемикачі для автоматичного вибору блоків:

- усе – обробка сигналів здійснюється у всіх блоках;
- поточний – обробка сигналів здійснюється тільки в активному блоці;
- вибрати – обробка сигналів здійснюється тільки у відзначених блоках.

Опис (Description). Вкладка «Опис» містить контекстну підказку по функціях цифрової обробки сигналів. При виборі функції в списку «Функція», контекстна підказка до неї автоматично з'являється в цьому вікні.

Функції цифрової обробки. Категорії функцій:

- *Data* – загальні операції над даними: копіювання, масштабування, зсув, нормалізація;
- *Arithmetics* – арифметичні операції над каналами;
- *Math* – загальні математичні функції;
- *Smoothing* – функції згладжування сигналів – розрахунок середнього значення сигналу по заданій кількості точок N (фільтри ковзного середнього);
- *Filters* – функції амплітудної фільтрації сигналів;
- *FIR Filters* – функції частотної фільтрації сигналів (нерекурсивні частотні фільтри, фільтри з кінцевою імпульсною характеристикою);
- *Hilbert Filters* – функції, що використовують перетворення Гільберта, для виділення що обгинає амплітудно-модульований сигнал;
- *Levels* – функції, що заповнюють дані каналу-приймача одним значенням – рівнем сигналу. Як рівень сигналу можуть бути використані розрахункові статистичні значення, а також користувальницькі й математичні константи;
- *Statistic* – функції статистичної обробки сигналів;

- *Differential* – функції диференціювання сигналів;
- *Integral* – функції інтегрування сигналів;
- *Cyclic* – функції обробки циклічних сигналів;
- *Shift* – функції зміщення даних по осі X;
- *Comparison* – функції порівняння сигналів;
- *Generators* – функції-генератори сигналів різної форми;
- *Windowing* – віконні (вагарні) функції.

Проріджування даних. Проріджування даних із заданим цілочисельним коефіцієнтом («децимація») дозволяє скоротити обсяг записаних даних і зменшити частоту дискретизації сигналів. У програмі «PowerGraph» для проріджування даних використовується додаткове вікно «Проріджування», що викликається командою «Проріджування даних» (Decimation) у меню «Обробка».

Для проріджування варто вибрати блок вихідних даних (список у верхній частині вікна), а також указати коефіцієнт і спосіб проріджування:

- *Фактор* (Factor) – цілочисельний коефіцієнт проріджування даних (N), що вказує, у скільки разів варто скоротити обсяг даних. Наприклад, якщо коефіцієнт проріджування дорівнює 5, то з кожних 5-ти значень залишиться тільки одне;
- *Режим* (Mode) – спосіб проріджування даних;
- *Усереднення* (Averaging) – нове значення буде розраховуватися як середнє з кожних N значень вихідних даних;
- *Вилучення* (Rejection) – зайві значення (N-1) будуть вилучені з нового набору даних. Праворуч під списком блоків відображаються характеристики блоку до (Before) і після (After) проріджування;
- *Частота* (Rate) – частота реєстрації блоку;
- *Крок* (Step) – інтервал часу між сусідніми значеннями;
- *Розмір* (Size) – кількість значень для кожного каналу (розмір блоку);
- *Обсяг* (Volume) – обсяг даних (у байтах).

Перемикач «Створити блок» (Create New Block) дозволяє використати режим створення нового блоку. Проріджені дані будуть поміщені в новий блок, що додається після блоку з вихідними даними.

Кнопка «*Виконати*» (Decimate) запускає процес проріджування.

Аналіз даних. Для аналізу даних у програмі «PowerGraph» використовуються додаткові вікна, що надають спеціалізовані функції (розрахунок статистичних значень, додаткові графічні побудови, спектральний аналіз сигналів, побудова графіків залежностей, побудова гістограм розподілу). Доступ до функцій аналізу даних здійснюється через команди меню «*Аналіз*» (Analysis).

Таблиця значень (Data Pad). Програма «PowerGraph» дозволяє зберігати разом з кожним блоком даних текстову таблицю розрахункових значень. Таблиця кожного блоку може містити наступні значення:

- параметри блоку даних і області виділення;
- статистичні, диференціальні й інтегральні характеристики сигналів;
- окремі значення записаних даних;
- довільні значення, уведені користувачем.

Робота з таблицям розрахункових значень здійснюється за допомогою додаткового вікна програми «*Таблиця значень*», що викликається командою «*Таблиця значень*» у меню «*Аналіз*».

Список «*Блок*» у верхній лівій частині вікна дозволяє вибрати блок даних для роботи з відповідною таблицею значень. Таблиця значень обраного блоку відображається в нижній частині вікна.

Редагування таблиці значень. Вікно «*Таблиця значень*» дозволяє редагувати вміст таблиці значень за допомогою клавіатури або миші. Збереження внесених змін здійснюється автоматично при закритті вікна «*Таблиця значень*» або при переході до іншого блоку. Кнопка «*Копіювати*» дозволяє скопіювати в буфер обміну (Clipboard) виділену ділянку тексту або весь вміст таблиці значень. Кнопка «*Очистити*» повністю видаляє весь вміст таблиці значень.

Додавання розрахункових значень. Вікно «*Таблиця значень*» має власну бібліотеку інформаційних і математичних функцій і дозволяє додавати в таблицю блоку розрахункові значення:

- у списку «*Категорія*» виберіть групу функцій;
- у списку «*Значення*» виберіть функцію для розрахунку необхідного параметра;

- у списку «Джерело» даних укажіть канал, що містить дані для обробки;
- натисніть кнопку «Додати» для додавання обраного значення в таблицю блоку.

Додавання окремих значень каналів. Програма «PowerGraph» дозволяє додавати в таблицю блоку окремі значення всіх видимих каналів:

- у головному вікні програми треба розташувати курсор миші над графіками у відповідній точці осі X;
- утримуючи клавішу Ctrl натисніть ліву кнопку миші в цій точці. Дані, що додають у таблицю, складаються із двох рядків (рядок заголовків і рядок значень), кожна з яких містить стовпці даних, розділені символами табуляції: перший стовпець – значення осі X, інші – значення каналів в обраній точці. Якщо одночасно втримувати клавіші Ctrl і Alt, то в таблицю буде поміщений тільки рядок значень (без рядка заголовків).

Аналіз сигналу (Zoom View). Програма «PowerGraph» дозволяє аналізувати й редагувати окремі ділянки та значення сигналу, а також проводити додаткові графічні побудови і розрахунки:

- побудову проєкцій на осі часу й амплітуди;
- розрахунок кута нахилу й побудову дотичної в точці;
- пошук максимального, мінімального й середнього значень із побудовою відповідної проєкції;
- побудову довільної прямої, а також прямої, що проходить через дві точки даних;
- розрахунок і побудовою лінійного тренда;
- визначення точок перетинання дотичних і проєкцій.

Аналіз і редагування сигналів здійснюється за допомогою додаткового вікна програми «Аналіз сигналу», що викликається командою «Аналіз сигналу» у меню «Аналіз». Графічний дисплей вікна «Аналіз сигналу» аналогічний графічному дисплею головного вікна програми, але містить графік тільки одного каналу в одному блоці. На відміну від головного вікна програми графічний дисплей вікна «Аналіз сигналу» дозволяє змінювати масштаб шкали X у сторону збільшення (від 1:1 до 1:100). При збільшенні масштабу шкали (починаючи з 1:5) на графіку відображаються маркери окремих значень сигналу.

Графічні інструменти вікна «Аналіз сигналу» використовуються для проведення додаткових графічних побудов, що полегшують візуальну обробку та аналіз даних. Принцип роботи графічних інструментів полягає в побудові на графіку прямих ліній, що характеризують ті або інші параметри вихідної кривої: рівень амплітуди сигналу, положення точки на осі часу, кут нахилу кривої і ін. Всі графічні інструменти вікна «Аналіз сигналу» утворюють дві основні групи:

- інструменти, що працюють із окремими значеннями (точками) сигналу;
- інструменти, що аналізують виділену ділянку даних.

Вибір поточного інструмента здійснюється в меню «Інструменти» (Tools) або за допомогою панелі інструментів, розташованій поблизу лівої межі вікна.

Аналіз сигналу

Аналіз окремих значень. Для використання інструментів, що працюють із окремими значеннями мі сигналу, варто помістити курсор у графічному дисплеї над необхідною точкою даних і натиснути ліву кнопку миші. Для плавного переходу до сусідніх точок варто переміщати курсор уздовж осі X, утримуючи ліву кнопку миші. Точка, у якій установлений графічний інструмент, називається – активною точкою:

- *маркер у точці* (Marker in Point) – побудова проєкцій на осі X і B, що проходять через задану точку сигналу;
- *дотична в точці* (Slope in Point) – побудова дотичної, що проходить через задану точку сигналу. Даний інструмент дозволяє визначити кут нахилу дотичній, що відповідає куту нахилу прямій, що проходить через дві сусідні точки;
- *редагування точки* (Editing of Point) – зміна положення точки по осі B (редагування амплітуди сигналу). Переміщення курсору миші при натиснутій лівій кнопці проводить до зміни положення точки по вертикалі. Для продовження редагування обраної крапки (для запобігання вибору іншої крапки) варто втримувати на клавіатурі клавішу Shift.

Аналіз ділянки сигналу. Для використання інструментів, що працюють із ділянкою сигналу, варто виділити на графіку область

даних, переміщаючи курсор миші уздовж осі X при натиснутій лівій кнопці. Перша крапка виділеної області називається – початковою крапкою точкою ділянки, а остання крапка виділеної області – кінцевою крапкою точкою ділянки. Для зміни границь існуючої виділеної ділянки варто натиснути на клавіатурі клавіші Ctrl (зміна початкової крапки) або Shift (зміна кінцевої крапки). Частина графічних інструментів цієї групи також мають активну крапку, що може збігатися з однією із крапок досліджуваної ділянки або бути довільною точкою, отриманої в результаті аналізу даних:

- *ділянка* (Range) – виділення ділянки сигналу з побудовою проєкцій на осі X и B, що проходять через початкову й кінцеву точки ділянки;
- *максимальне на ділянці* (Maximum In Range) – виділення ділянки сигналу з визначенням максимального значення й Побудовою відповідної проєкції на вісь Y. Активна точка: збігається із точкою виділеної ділянки, що має максимальне значення;
- *середнє на ділянці* (Mean in Range) – виділення ділянки сигналу з обчисленням середнього арифметичного значення й побудовою відповідної проєкції на вісь Y. Активна точка: розташовується в центрі виділеної ділянки на рівні середнього арифметичного значення;
- *мінімальне на ділянці* (Minimum in Range) – виділення ділянки сигналу з визначенням мінімального значення й побудовою відповідної проєкції на вісь Y. Активна точка: збігається із точкою виділеної ділянки, що має мінімальне значення;
- *лінія* (Line) – побудова прямої, що проходить через дві точки на границях ділянки з довільними значеннями по осі Y. Для зміни положення точок по осі Y варто натиснути на клавіатурі клавіші Ctrl (початкова точка) або Shift (кінцева точка) і переміщати курсор миші по вертикалі при натиснутій лівій кнопці;
- побудову наступних ліній: *сполучна лінія* (Connecting Line), *лінійний тренд* (Linear Trend), *дотичні в точках* (Slope And Slope), *максимальне й дотична* (Maximum And Slope), *мінімальне й дотична* (Minimum And Slope) – виділення ділянки сигналу з побудовою прямої, що проходить через характерні точки ділянки.

Використання графічних інструментів. Крім графічних побудов вікно Аналіз сигналу дозволяє використати інструменти аналізу для наступних операцій:

- визначення характеристик сигналу у вигляді чисельних значень;
- виділення ділянки даних в основному вікні програми;
- графічне редагування даних – зміна сигналів відповідно до графічних побудов.

Порядок використання роботи

Перевірте правильність підключення основних вузлів комп'ютера й надійність заземлення. Після перевірки ввімкніть комп'ютер.

Запустіть програму PowerGraf Professional.

Відкрийте файл, записаний у програмі PowerGraf, за вказівкою викладача.

Зробіть обробку даних за завданням викладача.

Збережіть файл у програмі PowerGraf.

Контрольні запитання

1. Яку цифрову обробку сигналів дозволяє здійснювати програма PowerGraf?
2. Для чого служить додаткове вікно «Функції»?
3. Для чого служить вікно «Аналіз сигналу» ?
4. Як використовуються графічні інструменти?

Література [5, 24]

Лабораторна робота № 3

МЕТРОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕРЕВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПДС-Л (Частина 1)

Мета роботи

Вивчення методів і засобів, застосовуваних при метрологічній атестації тягово-гальмівного стенда ПДС-Л. Придбання навичок по обробці результатів вимірів, виконуваних при проведенні періодичній перевірці вимірювальних систем.

Устаткування та прилади

1. Тягово-гальмівний стенд ПДС-Л.
2. Частотомір-хронометр Ф-5041.
3. Генератор імпульсів ГЗ-110.
4. Зразковий динамометр.
5. Осцилограф.

Теоретичні положення. Вимірювальна система ПДС-Л

Періодична атестація діагностичного устаткування, зокрема тягово-гальмівних стендів, є одним з основних способів підтримки на заданому рівні точнісних характеристик цього устаткування в умовах експлуатації.

Тягово-гальмівний стенд з біговими барабанами ПДС-Л має нестандартизовану вимірювальну систему, за допомогою якої реєструються значення діагностичних параметрів. Перевірка нестандартизованих вимірювальних систем повинна проводитися один раз у три роки за розробленою методикою метрологічної атестації. При позитивних результатах метрологічної перевірки органи Держстандарту видають акт акредитації.

Вимірювальна система (ВС) стенда ПДС-Л призначена для

виміру наступних діагностичних параметрів (табл.3.1).

ВС працює у двох режимах: режим «РОЗГІН» і режим «ГАЛЬМУВАННЯ». У режимі «РОЗГІН» реєструються параметри 1; 2; 3; 4; 5; 6, у режимі «ГАЛЬМУВАННЯ» – параметри 7; 8; 9; 10 (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Діагностичні параметри

Найменування параметра	Межа основної* погрішності, що допускається, не більше
1. Лінійна швидкість на окружності барабанів, км/год	±1,5 км/год
2. Тягове зусилля на ведучих колесах, Н	±2,0 %
3. Потужність на ведучих колесах, кВт	±3,0 %
4. Витрата палива, л/100 км, л/год або г/кВт·год	±2,0 %
5. Опір обертанню коліс і трансмісії, Н	±2,0 %
6. Час і шлях розгону, с	±1,0 %
7. Зусилля натискання на гальмівну педаль, Н	±4,0 %
8. Усталене сповільнення, м/с ²	±4,0 %
9. Час спрацьовування гальм, с	±0,01 з
10. Гальмівний шлях, м	±5,0 %

- Основна погрішність – це погрішність засобів вимірів, використуваних у нормальних умовах (температура навколишнього середовища – 20±5⁰С; атмосферний тиск – 100±4 кПа; відносна вологість повітря – 65±15%; відсутність зовнішніх електромагнітних полів).

Структурна схема ВС ПДС-Л представлена на рис. 3.1.

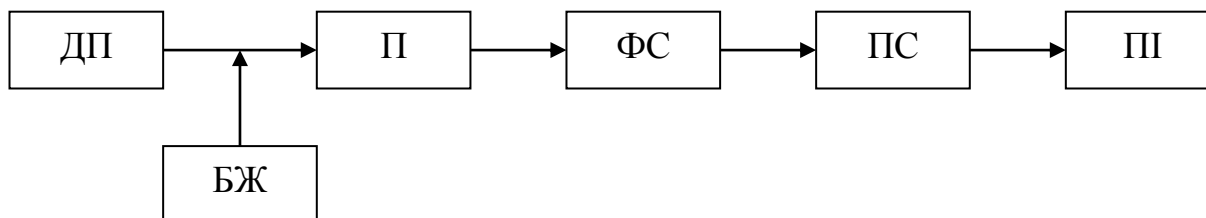


Рис.3.1. Структурна схема ВС ПДС-Л: ДП – датчики первинні; ДП – датчик первинний; БЖ – блок живлення; П – перетворювач сигналу; ФС – фільтр сигналу; ПС – підсилювач сигналу; ПІ – прилад індикації

Як первинний датчик використовується датчик дискретного виміру швидкості – фотодатчик і обтюратор (диск із прорізами). Фотодіод перетворює світлові сигнали, відповідно до частоти обертання обтюратора, в електричні сигнали, які підсумовуються протягом 0,5 с електронною системою і протягом наступних 0,5 с зображується індикаторі. Зв'язок між частотою імпульсів і частотою обертання наступна (протягом 1 с):

$$f_{об} = z \cdot n, \quad (3.1)$$

де $f_{об}$ – частота імпульсів обтюратора; z – кількість прорізів обтюратора; n – частота обертання барабана, c^{-1} .

Похибка (помилки) вимірів

У техніці розрізняють кілька видів похибки.

Абсолютна похибка (в одиницях вимірюваної величини):

$$\Delta x = \pm(x_{п} - x_{д}), \quad (3.2)$$

де $x_{п}$ – показання приладу; $x_{д}$ – дійсне значення, що вимірюється більше точним засобом виміру.

Відносна похибка, %:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{д}} \cdot 100\%. \quad (3.3)$$

Наведена похибка, %:

$$\delta_{пр} = \frac{\Delta x}{x_{н}} \cdot 100\%, \quad (3.4)$$

де $x_{н}$ – верхня межа шкали вимірювального приладу.

При випробуваннях виникають різні похибки вимірів (при виконанні n -ї кількості вимірів):

– похибка середнього арифметичного:

$$\Delta i = x_i - \bar{x}, \quad (3.5)$$

де x_i – вимірювана величина; \bar{x} – середнє арифметичне (сума значень окремих вимірів, ділена на число вимірів);

– середня арифметична похибка окремого виміру:
при малому n

$$\Delta_{03} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{\sqrt{n(n-1)}}; \quad (3.6)$$

при великому n

$$\Delta_{03} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n}. \quad (3.7)$$

Для виміру відхилень (зміни) окремих величин використовується середнє квадратичне відхилення:

при $n > 20$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad (3.8)$$

при $n < 20$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (3.9)$$

Середня квадратична похибка середнього арифметичного:

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}. \quad (3.10)$$

Середня квадратична похибка одного виміру:

$$\sigma_{\text{оз}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (3.11)$$

Вираз (3.11) може служити мірою точності зроблених вимірів. Розглянемо приклад аналізу результатів експерименту по визначенню температури відпрацьованих газів двигуна (табл.3.2).

Середнє арифметичне значення температури: $\bar{t} = 4740/6 = 790^\circ\text{C}$.

Середня квадратична похибка середнього арифметичного:

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \sqrt{688/6(6-1)} = \pm 5^\circ\text{C} \quad (t = 790 \pm 5^\circ\text{C}).$$

Середня квадратична похибка одного виміру:

$$\sigma_{\text{оз}} = \pm \sqrt{688/(6-1)} = \pm 12^\circ\text{C}.$$

Таблиця 3.2

Аналіз вимірів температури

№ виміру	$t, ^\circ\text{C}$	Δi	Δi^2
1	787	-3	9
2	785	-5	25
3	788	-2	4
4	775	-15	225
5	810	+20	400
6	795	+5	25
Сума	4740	–	688

Таким чином, можна записати, що можлива температура відпрацьованих газів – $t = 790 \pm 12^\circ\text{C}$ (778...802°C). У нашому прикладі – 775...810°C (похибка $\approx 1\%$).

Зміст і порядок виконання роботи

Перевірка системи виміру лінійної швидкості. Для виконання цієї перевірки необхідно підключити замість фотодатчика гене-

ратор імпульсів ГЗ-110. Задаючи генератором відповідну частоту (для розрахункових швидкостей 20, 40, 60, 80 км/год), зчитувати з відповідних індикаторів значення швидкості. Зробити не менш 5 вимірів для кожної розрахункової швидкості. Результати вимірів оформити у вигляді табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати перевірки системи виміру лінійної швидкості

Показання генератора ГЗ-110, Гц	Розрахункова швидкість, V_d , км/год	Показання приладу, V_{Π} , км/год		Абсолютна погрішність, Δi , км/год	
		Лівий канал	Правий канал	Лівий канал	Правий канал
398	20				
796	40				
1194	60				
1592	80				

Для кожної швидкості розрахувати середнє арифметичне значення абсолютної погрішності, км/год:

$$\bar{\Delta}_{V_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta i}{n}. \quad (3.12)$$

Розрахувати середньоквадратичне відхилення за формулою (3.11).

Сумарна похибка, км/год, при нормальному законі розподілу і довірчої ймовірності $\alpha = 0,95$, $t_{\alpha} = 2,57$:

$$\Delta_{V_i} = \bar{\Delta}_{V_i} + \sigma \cdot t_{\alpha}; \quad (3.13)$$

або у відсотках

$$\delta^{\max} = \frac{\Delta_{V_i}}{V_d} \cdot 100. \quad (3.14)$$

Результати розрахунків погрішностей оформити у вигляді

табл.3.4. Зрівняти зі значенням погрішності, що допускається (табл.3.1) і зробити висновок про придатність системи виміру лінійної швидкості.

Таблиця 3.4

Результати розрахунків похибки

Показання генератора ГЗ-110, Гц	Швидкість, що перевіряє, км/год	Значення похибки δ^{\max} , %	
		Лівий канал	Правий канал
398	20		
796	40		
1194	60		
1592	80		

Перевірка пристрою для натискання на педаль гальма («пневмоноги»). За допомогою зразкового динамометра замірити зусилля на гальмівній педалі при тиску в ресивері пневмоноги 0,4 Мпа; виміри робити не менш 5 разів. Результати оформити у вигляді табл.3.5.

Таблиця 3.5

Результати перевірки «пневмоноги»

Значення тиску в ресивері, Мпа	Показання зразкового динамометра, Н
0,4	

Розрахувати за формулами (3.11 – 3.14) значення похибки при перевірці «пневмоноги».

Література [6, 25]

Лабораторна робота № 4

МЕТРОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕРЕВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПДС-Л (Частина 2)

Мета роботи

Вивчення методів і засобів, застосовуваних при метрологічній атестації тягово-гальмівного стенда ПДС-Л. Придбання навичок по обробці результатів вимірів, виконуваних при проведенні періодичної перевірки вимірювальних систем.

Устаткування та прилади

1. Тягово-гальмівний стенд ПДС-Л.
2. Частотомір-хронометр Ф-5041.
3. Генератор імпульсів ГЗ-110.
4. Зразковий динамометр.
5. Осцилограф.

Зміст і порядок виконання роботи

Перевірка системи виміру показника сповільнення.

Перевірка секундоміра вимірювальної системи. Ця перевірка виконується за допомогою частотоміра-хронометра Ф-5041. Результати вимірів оформити у вигляді табл.4.1.

Розрахувати середнє значення відносної основної похибки по лівому і правому каналах за формулою

$$\bar{\delta}_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta t}{t_d}}{n} \cdot 100\%. \quad (4.1)$$

Перевірка системи початку і кінця рахунку на індикаторі «Показник сповільнення». За допомогою зразкового генератора задати частоти, що відповідають швидкостям 27 км/год (500 Гц) і 6

км/год (124 Гц). Зафіксувати на індикаторах показання частоти. Результати оформити у вигляді табл.4.2 і 4.3.

Таблиця 4.1

Результати перевірки секундоміра в системі «Показник сповільнення»

Показання зразкового секундоміра, $t_d, c \cdot 10^{-3}$	Показання секундоміра, що перевіряється, $t_n, c \cdot 10^{-3}$		Абсолютна похибка, $\Delta t, c \cdot 10^{-3}$	
	Лівий канал	Правий канал	Лівий канал	Правий канал
503				
471				
525				
446				
480				
900				
1376				

Таблиця 4.2

Результати вимірів параметрів системи початку рахунку на Індикаторі «Показник сповільнення»

Частота зразкового генератора, Гц	Показання на індикаторі, Гц		Абсолютна похибка, $\Delta_1, Гц$	
	Лівий канал	Правий канал	Лівий канал	Правий канал
500				

Таблиця 4.3

Результати вимірів параметрів системи кінця рахунку на індикаторі «Показник сповільнення»

Частота зразкового генератора, Гц	Показання на індикаторі, Гц		Абсолютна похибка, $\Delta_2, Гц$	
	Лівий канал	Правий канал	Лівий канал	Правий канал
124				

Максимальне значення абсолютної похибки по двох каналах:

$$\Delta^{\max} = |\Delta_{1\max} - \Delta_{2\min}|. \quad (4.2)$$

Максимальна відносна похибка виміру по двох каналах:

$$\delta_p^{\max} = \frac{\Delta^{\max}}{500 - 124} \cdot 100\%. \quad (4.3)$$

На підставі даних, наведених у першій частині цієї лабораторної роботи, величина основної похибки виміру показника сповільнення становить:

$$\delta_{\text{пз}} = \sqrt{(\delta_p^{\max})^2 + \delta_c^2}. \quad (4.4)$$

Перевірка системи “Показник спрацьовування”. Перевірка цієї системи включає три етапи: перевірка системи “Тривалість імпульсу обтюратора”; перевірка системи визначення часу “0,5 с”, % визначення похибки кроку обтюратора. Похибки цих систем відповідно – $\delta_{\text{имп}}$; $\delta_{0,5}$; $\delta_{\text{ш}}$.

Тоді основна похибка показника часу спрацьовування становить:

$$\delta_{\text{пс}} = \sqrt{\delta_{0,5}^2 + \delta_{\text{имп}}^2 + \delta_{\text{ш}}^2}. \quad (4.5)$$

Оформлення звіту

За результатами розрахунків робиться висновок про придатність вимірювальної системи.

Контрольні запитання

1. Основні елементи вимірювальної системи стенда ПДС-Л.
2. Які основні види похибок розрізняють при виконанні вимірів?
3. Як розрахувати середньоквадратичне відхилення?
4. Перевірка каналу виміру лінійної швидкості.

Література [6, 25]

Лабораторна робота № 5

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОГЛЯДУ АВТОМОБІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

Мета роботи

Придбати навички перевірки технічного стану автомобілів за допомогою діагностичного устаткування.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Scoda Octavia, VOLKSWAGEN GOLF (GTI).
2. Пересувна станція діагностики легкових автомобілів ПДС-Л з устаткуванням і приладами.
3. Стенд для перевірки кутів установки коліс «Унітест-Лазер».
4. Прилад для перевірки рульового керування К-402.
5. Прилад для перевірки фар BOSCH.
6. Балансувальний стенд ELDIS.
7. Газоаналізатор UREX-3110.

Зміст і порядок виконання роботи

Загальні положення

Технічний огляд виконується відповідно до ДСТУ 3649-97. Цей стандарт поширюється на дорожні транспортні засоби, які перебувають в експлуатації. Стандарт установлює експлуатаційні вимоги і методи контролю технічного стану ДТЗ і систем, що впливають на безпеку руху. Вимоги ДСТУ є обов'язковими для громадян і підприємств, установ і організацій, які діють на території України незалежно від форм власності і видів діяльності.

Стандарт не поширюється на дорожні транспортні засоби:

- максимальна швидкість яких, установлена підприємством-виготовлювачем, не перевищує 25 км/год;

- з двигуном, що має менше чотирьох коліс, якщо їхня повна маса не перевищує 1 т;
- з установленим навантаженням на вісь понад 115 кН.

Технічний стан і устаткування дорожнього транспортного засобу повинне відповідати вимогам діючої нормативної документації по безпеці дорожнього руху і охороні навколишнього середовища.

Не допускається вносити зміни в конструкцію дорожнього транспортного засобу і застосовувати експлуатаційні матеріали, не передбачені підприємством-виготовлювачем ДТЗ, без узгодження з ним або з іншою, уповноваженою на це організацією.

Порядок проведення технічних оглядів

Зробити огляд ДТЗ зовні: кабіни, кузова, оперення, платформи, ходової частини, скла, прилади освітлення і сигналізації. Номерні і розпізнавальні знаки повинні бути чистими й не мати ушкоджень. Зовнішнім оглядом перевірити стан шин, коліс, відсутності витoku повітря, гальмівної рідини, паливно-мастильних матеріалів і інших авторідин.

Перевірити ідентифікаційні номери ДТЗ – кузова (шасі) і двигуна. Наявність і зміст передбачених підприємством-виготовлювачем номерних і кодових табличок, державний реєстраційний номер, ідентифікаційні дані. Характеристики використовуваного устаткування, умови проведення і результати контролю повинні бути занесені до протоколу контролю відповідно до додатка.

Закріпити шланг до глушника і включити насос відсосу вихлопних газів.

Контроль дальнього й ближнього світла фар автомобіля

Методика, устаткування для перевірки та основні параметри зовнішніх світлових приладів повинні відповідати ДСТУ 3649-97.

Контроль складу відпрацьованих газів

Автомобілі з бензиновим двигуном підлягають перевірці на вміст оксидів вуглецю (СО) і вуглеводнів (СН) у відпрацьованих газах по ДСТУ 4277:2004; для дизельних двигунів – по ДСТУ 4276:2004.

Рівень зовнішнього шуму визначається за ГОСТ 27436-87. На нерухомому ДТЗ він не повинен перевищувати нормативне значення для ДТЗ, що рухається більш, ніж на 10 дБ, або значення, зазначеного підприємством-виготовником ДТЗ.

Система живлення бензинових двигунів і дизелів не повинна мати підтікань палива. Підтікання перевіряється візуально. Кришки паливних баків і пристроїв перекриття палива повинні бути в працездатному стані.

Контроль технічного стану ходової частини

Шини і колеса. Висота рисунку протектора шин повинна бути не менш: для ДТЗ категорій M_1 і N_1 – 1,6 мм; M_2 і M_3 – 2 мм; N_2 і N_3 – 1 мм; O – тих же значень, що й для тягачів (табл.5.1).

Таблиця 5.1

Класифікація ДТЗ по категоріях

Категорія	Тип, найменування й повна маса ДТЗ
<i>M</i>	ДТЗ із двигуном (пасажирські автомобілі, їхні модифікації, автобуси, тролейбуси, пасажирські автопоїзди), призначені для перевезення пасажирів, що мають принаймні чотири колеса, або три колеса і максимальну масу, що перевищує 1 т
M_1	ДТЗ, які мають не більше 8 місць для сидіння, не вважаючи місця водія
M_2	Ті ж, що мають більше 8 місць для сидіння, не вважаючи місця водія, з повною масою до 5,0 т
M_3	Ті ж, з повною масою більше 5,0 т
<i>N</i>	ДТЗ із двигуном (вантажні автомобілі, автомобілі-тягачі, а також їхній шасі зі змонтованим на них устаткуванням, призначені для перевезення вантажів і мають або принаймні чотири колеса, або три колеса і максимальна маса більше 1 т
N_1	ДТЗ із повною масою до 3,5 т
N_2	Ті ж, з повною масою від 3,5 т до 12 т
N_3	Ті ж, з повною масою більше 12 т
<i>O</i>	ДТЗ без двигуна (причепи й напівпричепи)
O_1	ДТЗ із повною масою до 0,75 т
O_2	Ті ж (причепи й напівпричепи, за винятком причепів категорії O_1), з повною масою до 3,5 т
O_3	Ті ж, з повною масою від 3,5 до 10 т
O_4	Ті ж, з повною масою понад 10 т

Шини не повинні мати місцевих ушкоджень (проколи, порізи), оголяючих корд, а також місцевих відшарувань протектора. Не допускається наявності сторонніх предметів між здвоєними колісьми. Тиск повітря в шинах повинен відповідати значенням, встановленим ІЕ та правилами експлуатації шин. Здвоєні колеса повинні бути встановлені так, щоб вентиляльні отвори були сполучені між собою. Не допускається заміна золотників заглушками, пробками або іншими пристосуваннями.

ДТЗ повинні бути укомплектовані шинами, зазначеними в інструкції по експлуатації. Не допускається установка на одну вісь ДТЗ шин різних розмірів, конструкцій (радіальної, діагональної, камерної, безкамерної) моделей з різними рисунками протектора, шин із шипами противоковзання и без них.

Не допускається установка на колеса ДТЗ шин, відновлених по класу, що не відповідає категорії ДТЗ, шин з відремонтованими місцевими ушкодженнями на передню вісь ДТЗ. Класи відновлення шин повинні відповідати наведеним у табл.5.2.

Таблиця 5.2

Класи відновлення шин

Категорії ДТЗ	Класи відновлення шин	
	для передньої осі	для інших осей
M_1, N_1, M_2, M_3^*	1	1,2 D
O_1, O_2	1,2	1,2
N_2, N_3, O_3, O_4	1,2	1,2 D

- На передню вісь міжміських автобусів заборонено використання шин, відновлених по будь-якому класу.

Не допускається відсутність хоча б одного болта або гайки кріплення дисків або обідів коліс, ослаблення моменту їхнього затягування і наявність тріщин на дисках або ободах коліс.

Кути установки коліс. Контроль кутів установки керованих коліс оцінюється відповідними методами і засобами.

Контроль технічного стану гальмівної системи

Перевірка технічного стану гальмівних систем здійснюється відповідно до ДСТУ 3649-97. Перевіряється овальність гальмівних

барабанів (биття гальмівних дисків), виміряється опір коченню коліс, загальна питома гальмівна сила, коефіцієнт осьової нерівномірності і час спрацювання.

Контроль технічного стану рульового керування та автомобіля знизу (ДСТУ 3649-97)

Для огляду автомобіля знизу з метою виявлення несправностей ходової частини, рульового керування, трансмісії тощо служить гідравлічний підйомник. Не допускаються: непередбачені конструкцією переміщення деталей і вузлів рульового керування, ходової частини відносно один одного або опорної поверхні; ушкодження і деформація деталей рульового керування, обумовлені візуально; мимовільний поворот кермового колеса підсилювачем рульового керування від нейтрального положення під час його нерухомого стану і при працюючому двигуні; підтікання робочої рідини в гідросистемі підсилювача. Обертання кермового колеса повинне здійснюватися без ривків і заїдань у всьому діапазоні кута його повороту. Осьове переміщення і хитання площини кермового колеса не допускається. Сумарний кутовий зазор у рульовому керуванні наведений в табл.5.3.

Таблиця 5.3

Категорія ДТЗ	Сумарний кутовий зазор, не більше
M_1, M_2, N_1	10
M_3, N_2, N_3	20

Не допускаються:

- не передбачені заводом конструкції кермових шарнірів, нарізні сполучення повинні бути затягнуті і зафіксовані встановленим способом;
- деталі рульового керування, що мають тріщини і інші дефекти;
- не передбачені конструкцією переміщення коліс на шворнях або в кульових шарнірах поворотних стійок;
- відсутність або ослаблення моменту затягування болта (гайки) кріплення дисків і обідів коліс, а також наявність на них тріщин;

- підтікання рідин, а також витік повітря із систем автомобіля;
- наявність місцевих ушкоджень, розшарувань, що оголюють корд шин;
- ушкодження гальмівних шлангів, надриви, порізи;
- деталі підвіски автотранспортних засобів не повинні мати ослаблення моментів затягування нарізних сполучень або підтікань амортизаторів. Ресори, важелі і пружини не повинні мати тріщин і руйнувань.

Результати перевірки ДТЗ по названих пунктах занести до протоколу контролю (рис.5.1) – кількісні показники, і зробити вивід про технічний стан за вимогами ДСТУ.

**Протокол контролю ДТЗ
на відповідність вимогам безпеки
до технічного стану**

_____ (Найменування організації підприємства, що виконує контроль)

Ідентифікаційні дані ДТЗ: _____

Марка ДТЗ _____ Категорія _____ ; Державний номер _____

Номер кузова (шасі) _____ номер двигуна _____ Рік виготовлення _____ ; пробіг _____ км

Власник ДТЗ _____

Контроль проводиться за пунктами ДСТУ: _____

За методикою (методикам) _____

Засоби виміральної техніки: _____

Найменування	Характеристики	Дані про перевірку (атестацію)
--------------	----------------	--------------------------------

Результати контролю

Наводяться результати контролю, кількісні

_____ показники показуються за характеристиками точності

_____ робиться категоричний висновок про відповідність технічного стану вимогам ДСТУ)

Дата проведення контролю _____

Підписи осіб, що проводили контроль:

Підпис _____ дата _____

Підпис _____ дата _____

Рис.5.1. Протокол контролю

Література [7, 16, 23]

Лабораторна робота № 6

ЗАПОВНЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ КАРТИ І ВИСНОВОК ПРО ТЕХНІЧНИЙ СТАН АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕОМ

Мета роботи

Вивчити методи автоматизованого обліку та заповнення документації про технічний стан автомобіля.

Устаткування та прилади

1. Персональна ЕОМ (NoteBook або IBM-сумісна).
2. Спеціалізоване програмне забезпечення.

Основні положення

Результати контролю технічного стану дорожнього автомобіля оформляються у вигляді документів. Результати технічного огляду та інструментального контролю заносяться в діагностичну карту. Форма карти наведена на рис.6.1. Замовникові видається свідчення про проходження технічного контролю встановленої форми, наведеної на рис.6.2. З метою автоматизації складання документації пропонується використати ПЕОМ. На кафедрі розроблена спеціальна програма, призначена для введення інформації, формування документації, зберігання і пошуку інформації про технічний стан автомобілів.

Зміст і порядок виконання роботи

Зробити огляд технічного стану автомобіля відповідно до ДСТУ 3649-97 «Засобу транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану і методи контролю».

Запустити програму PSD.exe, що перебуває на «робочому столі» персонального комп'ютера.

КАРТА ДІАГНОСТУВАННЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Власник _____ Адреса проживання власника _____

Модель транспортного засобу _____ Державний номер _____ Рік випуску _____

Елементи автомобіля	Код	Параметри	Норматив	Діагноз	
				зліва	справа
1. Прилади зовнішні світлові ізна					
Фари Світлові сигнальні вогні	1.1	Сила ближнього світла, кд	760...1600		
	1.2	Сила дальнього світла, кд	не менше 10000		
	1.3	Показники повороту	справність		
	1.4	Сигнали гальмування	справність		
	1.5	Габаритні вогні	справність		
	1.6	Стоянкові вогні	справність		
	1.7	Вогні заднього ходу	справність		
2. Ходова частина					
Кермове керування	2.1	Сумарний кутівий зазор, град	не більше 10		
	2.2	Максимальне зусилля, Н	не більше 13		
	2.3	Стан кермових тяглів	справність		
Шни та колеса	2.4	Тиск повітря в шинах	за інструкцією		
	2.5	Висота рисунку протектора, мм	не менше 1,6		
	2.6	Стан шин	не ушкоджені		
3. Робоча гальмівна система ($V_0=50 \text{ км/год}$)					
Передні колеса	3.1	Час спрацювання, с	не більше 0,5		
	3.2	Осьова нерівномірність, %	не більше 20		
Задні колеса	3.3	Час спрацювання, с	не більше 0,5		
	3.4	Осьова нерівномірність, %	не більше 20		
Гальмівна система	3.5	Загальна питома гальмівна сила	не менше 0,59		
	3.6	Еквівалентний шлях гальмування, м	не більше 21,6		
	3.7	Еквівалентне уповільнення, м/с^2	не менше 5,8		
	3.8	Антиблокувальна система	справність		
4. Стоянкова гальмівна система					
Задні колеса	4.1	Загальна питома гальмівна сила	не менше 0,16		
5. Двигун та його системи					
Перевірка токсичності відпрацьованих газів	5.1	Об'ємна доля CO на $N_{\text{мін}}$, %	не більше 1,5		
	5.2	Об'ємна доля CO на $N_{\text{пов}}$, %	не більше 2,0		
	5.3	Об'ємна доля CH на $N_{\text{мін}}$, %	не більше 1200		
	5.4	Об'ємна доля CH на $N_{\text{пов}}$, %	не більше 600		
	5.5	Об'ємна доля NO_x , млн^{-1}	не більше 1200		
Система двигуна	5.6	Каталітичний нейтралізатор	справність		
	5.7	Зовнішній шум, дБА	77...82		
	5.8	Підтікання палива	відсутнє		
6. Інші елементи конструкції					
Справність	6.1	Звуковий сигнал	справність		
	6.2	Замки дверей	справність		
	6.3	Спідометр	справність		
	6.4	Ремені безпеки	справність		
Стан	6.5	Сьдосчисник та сьдоомивач	справність		
7. Комплектистсть автомобіля					
Наявність	7.1	Вогнегасник	наявність		
	7.2	Медична аптечка	наявність		
	7.3	Знак аварійної зупинки	наявність		

Висновок за результатами діагностування автомобіля:

Дата _____ Час _____ Висновок сьлав _____

Рис.6.1. Форма діагностичної карти технічного стану автомобіля, що генерується програмою

Загальний вид вікна програми наведений на рис.6.3. Викликати вікно перегляду бази даних діагностичних карт. Для цього на інструментальній панелі завдань вибрати розділ «Карта» і натиснути кнопку «Діагностична» (рис.6.1).

Додаток 4
до Правил проведення
державного технічного огляду
автомобілів, автобусів,
мототранспорту та причепів

ДОВІДКА №
Про технічний стан транспортного засобу

Транспортний засіб _____

Номерний знак _____ Рік випуску _____

Кузов № _____

Двигун № _____

Свідоцтво про реєстрацію: серія _____ № _____

Транспортний засіб зареєстровано в _____ районі

Власник _____
(прізвище, ім'я, по батькові або назва організації)

Транспортний засіб випробувано на відповідність вимогам нормативів
до безпеки дорожнього руху, визначено нехнічно справним, несправним
(непотрібне закреслити)

Виявлено технічні несправності: _____
(коди несправностей відповідно
до діагностичної карти)

Технічний стан перевірено

(назва лабораторії діагностики технічного стану дорожніх транспортних засобів, її адреса,
номер атестата про акредитацію)

Перевірку проведено _____ р.







Відповідальний майстер _____
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові)

М.П.

Довідка дійсна протягом 30 днів із дня видачі

Рис.6.2. Форма довідки, що генерується програмою і видається власникові про технічний стан транспортного засобу

У центрі вікна програми показана таблиця бази даних, що містить відомості про всі проведені технічні огляди. Переміщення по записах у таблиці бази даних виробляється за допомогою панелі керування (правий нижній кут у вікні програми), де значками пред-

ставлені 4 команди:  – «на перший запис»,  – «не попередній запис»,  – «на наступний запис»,  – «на останній запис» (у порядку зліва направо). Створити новий запис про результати діагностування транспортного засобу. На панелі керування переміщенням у базі даних натисніть значок  – «на останній запис». На клавіатурі натисніть клавішу ↓ – «униз» керування курсором. У таблиці створитися нова (порожня) запис. Потім треба перемкнутися на режим відображення інформації – «редагування». На екрані з'явиться вікно, зображене на рис.6.5. Інформація для діагностичної карти розділена на розділи. Переміщення по розділах здійснюється натисканням маніпулятором «миша» на панелі перемикачів введення інформації. У середній частині програми представлене найменування основних показників (коричневі слова), вікна для введення значень параметрів (чорні слова і білі поля) і нормативні значення діагностичних параметрів (червоні слова). Зробити введення інформації про результати діагностування автомобіля. За результатами огляду і діагностування транспортного засобу заповнити всі розділи форми «редагування» карти діагностування. Залежно від типу полів у форму необхідно ввести текст, цифри, поставити мітку у вигляді пташки або крапки. Перелік діагностичної інформації і характеристика полів наведені в програмі. Переглянути результати введення інформації діагностичної карти. Для цього натисніть на закладці «перегляд» перемикача режиму перегляду (рис.6.4). Роздрукувати діагностичну карту. Включити принтер. Вставити в принтер аркуш паперу. На принтері натисніть кнопку «On Line». У програмі на панелі перегляду діагностичної карти нажати кнопку «Печатка». Дочекатися завершення процесу печатки діагностичної карти. Роздруківку прикласти до звіту по лабораторних роботах. Заповнення довідки про діагностування автомобіля. Для переходу в режим роботи з довідкою необхідно нажати на інструментальній панелі завдань кнопку «Довідка» з розділу «Карта». Інформація про довідку може бути представлена в трьох видах: «Таблиця», «Редагування», «Перегляд». Керування режимами аналогічно тому, як здійснювалося введення/редагування «Діагностичної карти». Для створення нового запису необхідно в режимі «Таблиця» на панелі переміщень по таблиці нажати на кнопку  - «на останній запис», а потім нажати клавішу ↓ на клавіатурі. Перейти в режим «редагування». Вид екрана

програми в цьому режимі представлений на рис.6.6.



Рис.6.3. Загальний вид програми автоматизації діагностичних операцій на ПДС-Л

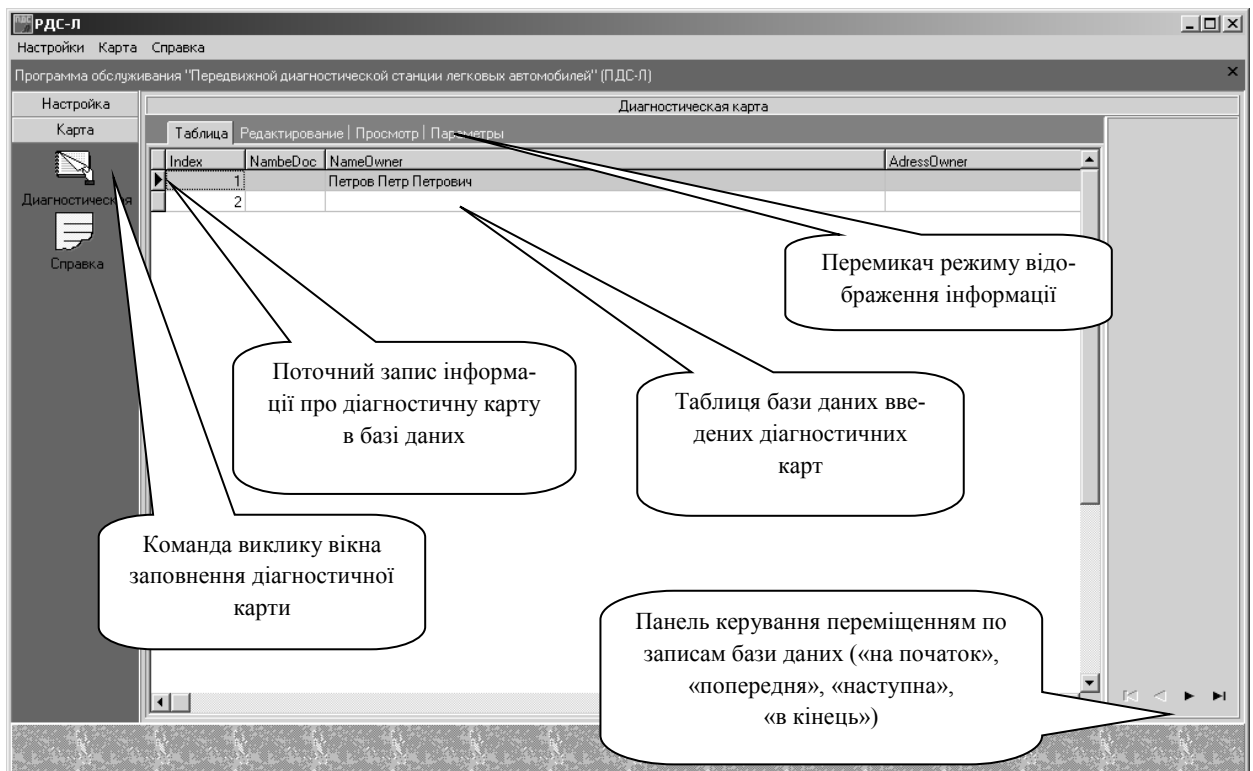


Рис.6.4. Вид вікна програми для перегляду таблиці бази даних про проведені технічного огляду

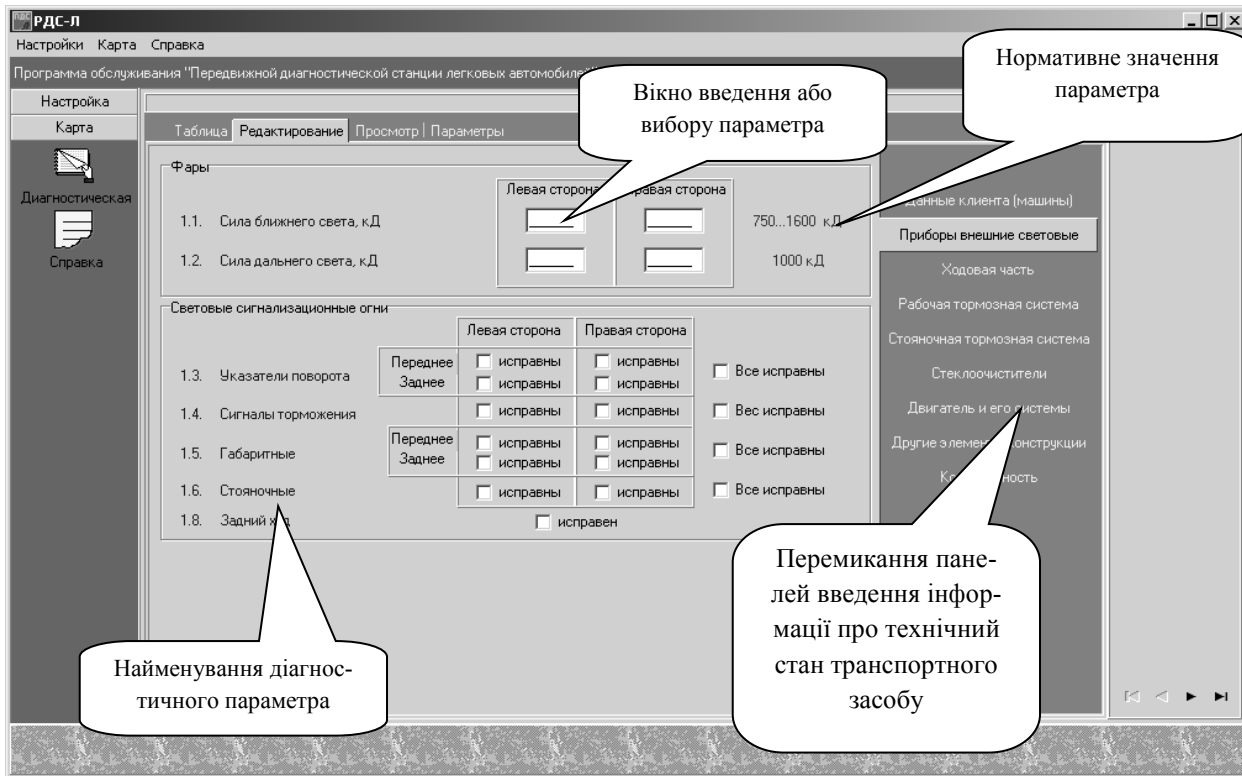


Рис.6.5. Вид вікна програми для введення і редагування діагностичних параметрів технічного огляду автомобіля

У вікні «Редагування» (рис.6.6) здійснити заповнення полів.

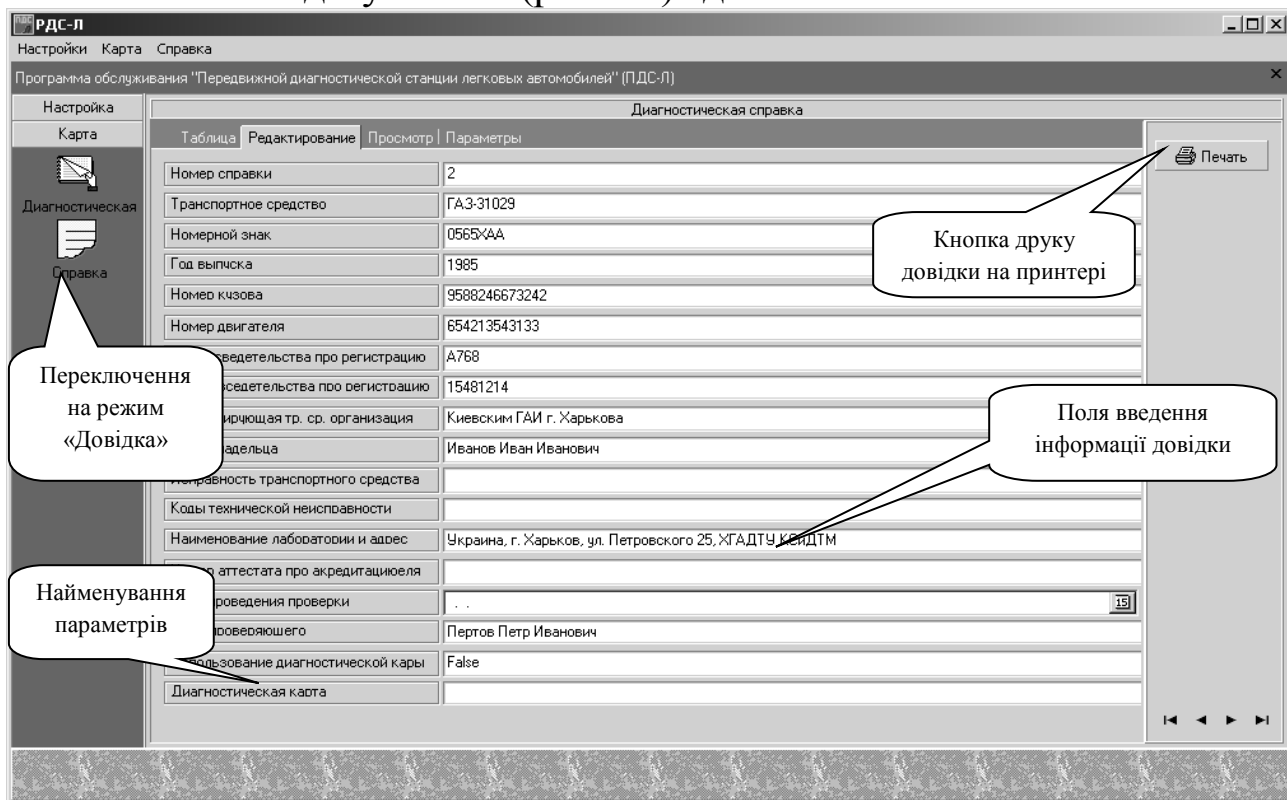


Рис.6.6. Форма заповнення/редагування інформації діагностичної довідки про технічний стан автомобіля

Після завершення введення перемкнутися в режим «Перегляд», у якому можна переглянути довідку у вигляді, у якому вона буде роздруковуватися. Для печатки довідки на принтері, підготовці його до печатки і натисніть кнопку «Печатка» (див. рис.6.6). Роздруковану довідку прикласти до звіту по лабораторній роботі.

Контрольні запитання

1. Які документи готуються після оцінки технічного стану транспортних машин?
2. Які системи транспортного засобу перевіряються при технічному огляді?
3. При яких несправностях транспортний засіб не допускається до експлуатації?
4. Яке програмне забезпечення використовується для зберігання даних?
5. Яким чином організовується передача документації між ПЕ-ОМ?
6. У чому переваги комп'ютеризованого обліку документації про технічний стан транспортного засобу?

Література [8, 25]

Лабораторна робота № 7

ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ПЕРЕСУВНІЙ СТАНЦІЇ ДІАГНОСТИКИ

Мета роботи

Одержати практичні навички по перевірці технічного стану легкових автомобілів і роботі на пересувній станції діагностики ПДС-Л.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль SKODA OCTAVIA.
2. Пересувна станція діагностики легкових автомобілів ПДС-Л з устаткуванням і приладами.

Огляд існуючих аналогів пересувних станцій діагностики

ПДС не одержали поки належного застосування в системі «Автотехобслуговування», однак вони ставляться до числа перспективного устаткування. Приклади використання ПДС:

- перевірка рухомого складу, що працює певний час у відрядженні (місця сезонних робіт, короткострокового будівництва тощо);
- перевірка легкових автомобілів, що належать індивідуальним власникам, у місцях стоянок або сезонного скупчення, наприклад, літнього відпочинку;
- перевірка автомобілів, що проходять тривалі випробування на дорогах загального користування;
- перевірка автомобілів органами ДАІ (за кордоном – дорожньої поліції) на дорогах із сезонним або періодичним зростанням інтенсивності руху;
- перевірка рухомого складу збройних сил у місцях бойових дій або навчань.

Можливо також використання ПДС органами автотехнічної експертизи, коли небажана доставка автомобіля до стаціонарного діагностичного пункту – при здійсненні їм дорожньо-транспортної

пригоди. У цьому випадку забезпечується висока точність технічної експертизи та виключається можливість випадкової або навмисної зміни технічного стану автомобіля під час його доставки до стаціонарної станції діагностики.

Компонування та оснащення ПДС залежать від її функціонального призначення. Наприклад, для органів технічного нагляду ДАІ кращим є такий варіант, що дозволяє діагностувати в умовах, найбільш близьких до реальних, гальмівні системи, рульове керування, систему освітлення та сигналізації, а також оглядати нижню частину автомобіля. Ці вимоги припускають наявність гальмівного стенда з біговими барабанами та естакади.

Деякі фірми розробили і випускають пересувні діагностичні станції. Наприклад, російська компанія «Новгородський завод ГАРО». Як приклад нижче наведені два варіанти подібних станцій (рис.7.1 та 7.2).



Рис.7.1. Мобільна лінія технічного контролю ЛТК-3Л-СП-16

ЛТК-3Л-СП-16 – мобільна лінія технічного контролю легкових автомобілів, мікроавтобусів і міні-вантажівок. Виконана на базі гальмівного стенду силового типу СТС-3-СП-24. Напільна установка блоку роликів. Вентильований і опалювальний офіс для апаратури і персоналу. Не має обмежень по висоті автомобіля, що перевіряється.

Пристосована для перевезення в кузові бортового автомобіля та установки автокраном. Відповідає різноманітним умовам засто-

сування. Не вимагає спеціально обладнаних утеплених приміщень. Може бути оперативно розгорнута на відкритому майданчику під навісом, у неопалюваному ангарі. Застосування напільного варіанта в будь-якому приміщенні дозволить уникнути капітальних настановних робіт.

ЛТК-3Л-СП-17 – мобільна станція контейнерного типу. Розміщена в спеціальному посиленому контейнері. Оснащена персональним комп'ютером із двома моніторами, принтером, пультом дистанційного керування. Укомплектована обов'язковими засобами технічного діагностування. Має вентилязоване та опалювальне приміщення для апаратури і персоналу. Перевозиться контейнеровозом і встановлюється автокраном.



Рис.7.2. Мобільна лінія технічного контролю ЛТК-3Л-СП-17

Не вимагає пристосованих виробничих приміщень. Може застосовуватися на відкритих площадках. Висота автомобілів, що перевіряються – до 2,6 м.

Особливості конструкцій:

- російсько-німецьке виробництво;
- перевірка на відповідність ДСТУ 3649-97 при державному технічному огляді, техобслуговуванні та ремонті;
- повний комплект обов'язкових засобів технічного діагностування;

- потоковий контроль автомобілів і вивід діагностичної карти встановленого зразка;
- модульність, багатоваріантність і можливість подальшого розширення функцій;
- можливість організації комплексів багатопостового контролю.

Недоліком наведених мобільних станцій є те, що вони оснащені силовими стендами для перевірки гальмівних систем. Такі стенди не моделюють реальних режимів роботи гальм і тому знижують точність перевірки.

Для повноцінної перевірки гальмівних систем необхідні швидкохідні інерційні стенди з біговими барабанами.

Зміст і прядок виконання роботи

Для виконання даної роботи використати пересувну станцію (рис.7.3) на базі автомобіля ГАЗ-66 (дослідний зразок), призначену для перевірки технічного стану легкових автомобілів, мікроавтобусів і вантажних автомобілів малої вантажопідйомності колісної формули 4×2 з навантаженням на вісь не більше 11 кН.

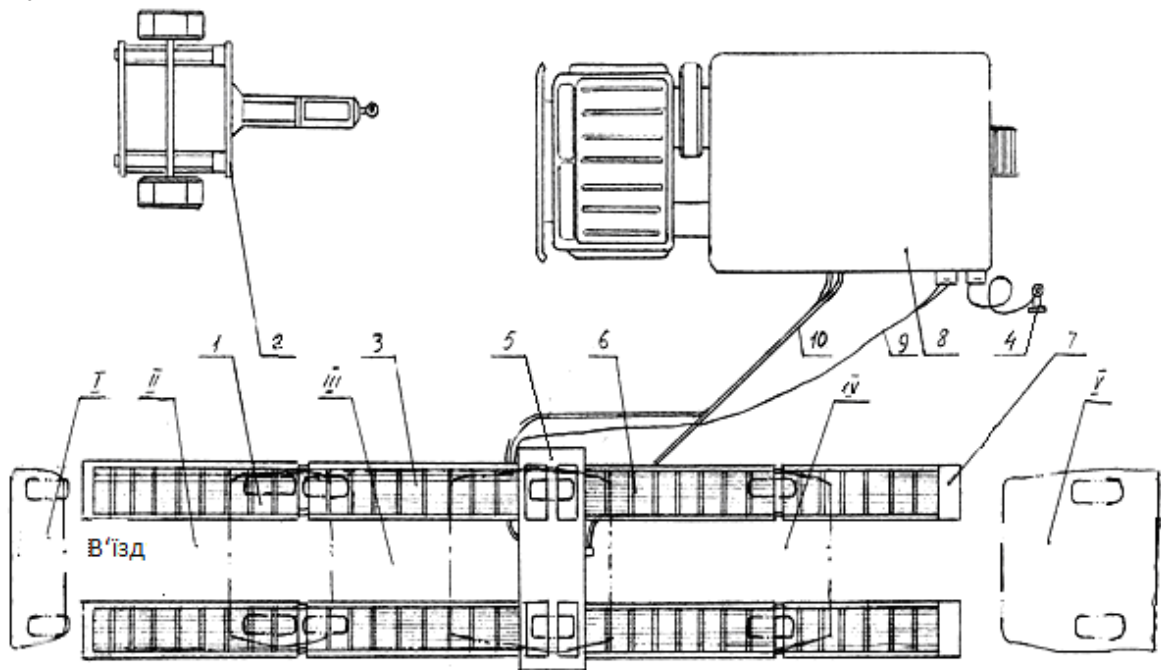


Рис.7.3. Пересувна діагностична станція ПДС-Л: 1 – апарат в'їзна; 2 – візок транспортний; 3 – трап в'їзної; 4 – депресор «пневмонога»; 5 – стенд; 6 – трап з'їзний; 7 – апарат з'їзна; 8 – автомобіль-тягач; 9 – сполучні кабелі; 10 – шланги гідросистеми. I, II, III, IV, V – позиції автомобіля, що перевіряється

Технічні дані:

1. Тип станції – пересувна автономна станція діагностики легкових автомобілів.

2. Режими перевірок:

- швидкість у режимі привода від барабанного стенда: мінімальна – 1 км/год, максимальна – 67,5 км/год;
- найбільше тангенціальне зусилля в контактi колесо-барабан при обертанні коліс – 660 Н;
- максимальна тягова сила на ведучих колесах – 1850 Н.

3. Обслуговуючий персонал – 2 чол.

4. Час розгортання-згортання станції – 20...30 хв.

Склад станції. ПДС-Л включає у свій склад наступні комплекси (рис.7.3):

- нестандартизований тягово-гальмівний стенд (5);
- динамометричний пристрій для натискання на гальмівну педаль (4);
- комплект переносних діагностичних приладів (у шафах кузова автомобіля-тягача);
- розбірну естакаду для в'їзду автомобіля, що перевіряється, на стенд та з'їзду з нього (1, 3, 6, 7);
- автомобіль-тягач ГАЗ-66 (8) з гідросистемою привода стенда;
- причіп (транспортний візок) (2) для перевезення стенда та естакади.

Примітка. При виконанні лабораторної роботи станція перебуває в розгорнутому стані, підключені рукави гідросистеми, кабелі вимірювальної системи, шланг "пневмоноги". Виконано всі підготовчі операції по заїзду автомобіля на естакаду.

Пульт керування та індикації стенда показаний на рис.7.4. Розгортання, згортання та підготовка до роботи станції проводиться силами двох операторів.

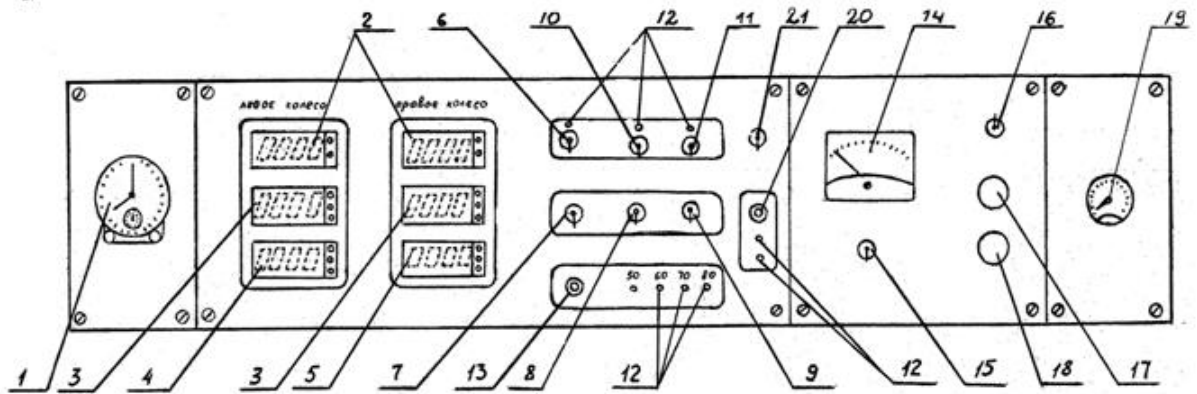


Рис.7.4. Пульт керування станцією діагностики: 1 – годинник із секундоміром; 2 – індикатор швидкості (V); показника спрацьовування (ПС); 3 – індикатори показника прискорення (ПУ); показника сповільнення (ПЗ); вибігу заднього моста (ВЗМ); 4 – індикатор гальмівного шляху лівого колеса (ТП); витрати палива (РТ); 5 – індикатор гальмівного шляху правого колеса (ТП); тиску (Р); потужності (N); 6 – тумблер режиму муфт («Авт.» і «Ручн.»); 7 – тумблер «Тиск» - «Потужність»; 8 – тумблер включення режиму «ВЗМ.»; 9 – тумблер включення виміру двійного вибігу заднього моста (ДВ); 10 – тумблер відключення моторної муфти (ММ) у ручному режимі; 11 – тумблер відключення центральної муфти (МЦ) у ручному режимі; 12 – індикатори; 13 – кнопка вибору швидкості початку гальмування; 14 – міліамперметр виміру тягової сили; 15 – тумблер включення тензопідсилювача для виміру тягової сили; 16 – тумблер меж зміни тягової сили «50» і «10»; 17 – ручка установки нуля міліамперметра «Точно»; 18 – ручка установки нуля міліамперметра «Грубо»; 19 – манометр напірної магістралі; 20 – кнопка вибору режиму «Розгін»; «Гальмування»; 21 – тумблер включення пульта.

Перевірка гальм задніх коліс

Установити задні колеса автомобіля на стенд. Поставити страховочні колодки під передні колеса позаду та попереду.

Закріпити на гальмівній педалі динамометричний пристрій для натискання – ”пневмоногу” (депресор). Тиск повітря в ресивері “пневмоноги” повинен становити при перевірці автомобіля з підсилювачем – 0,10...0,12 Мпа, без підсилювача – 0,15...0,18 Мпа.

Відкрити магістральний кран живлення гідросистеми.

Зайти в салон тягача і переконатися, що маховички клапанів ”Барабани” і ”Навантаження” повністю відкриті.

Включити пульт (рис.7.4) і блок живлення. При цьому повинна загорітися лампочка, що сигналізує про включення блоку живлення та індикатори пульта. Тумблер ”Муфти” повинен перебувати в по-

ложенні "Авт.", тумблери "ММ" і "МЦ" – у положенні "Викл.". Кнопкою вибору режиму встановити режим розгону. Кнопкою "Вибір швидкості" установити необхідну швидкість початку гальмування.

Дати команду операторові, що перебуває за кермом автомобіля, розігнати задні колеса до швидкості початку гальмування (довести швидкість до значення, що трохи перевищує встановлене). Потім натиснути кнопку "Гальмування" і одночасно дати команду операторові, що сидить за кермом, вимкнути зчеплення. Після повної зупинки коліс зняти та зареєструвати показання індикаторів обох каналів (гальмівний шлях – ТП, показник спрацьовування – ПС, показник сповільнення – ПЗ). Натиснути кнопку "Розгін" і повторити гальмування. Зрівняти отримані результати з нормативними.

Перевірка стоянкового гальма

Перевірка стоянкового гальма проводиться динамічним способом у режимі запасного гальма (початкова швидкість гальмування 30 км/год).

Включити тумблер "ВЗМ" і режим "Розгін". Переконавшись, що маховички клапанів "Ролики" і "Навантаження" повністю відкриті. Двигуном автомобіля, що перевіряє, розігнати ролики до швидкості 30 км/год.

Включити режим "Гальмування", перевести тумблер "Муфти" у режим "Ручн." І подати команду операторові, що перебуває за кермом автомобіля, що перевіряється. Оператор затуляє важіль стоянкового гальма. Після повної зупинки коліс автомобіля зняти й занести показання індикатора "ВЗМ" у діагностичну карту. Зрівняти з нормативними значеннями (табл.7.1).

Перевірка тягових властивостей

Операторові в салоні автомобіля ГАЗ-66 включити режим "Розгін", тумблер "Муфти" – у положенні "Авт.", включити тензопідсилювач і ручками "Уст. 0" встановити стрілку міліамперметра на нуль, тумблер перемикач між виміру тягової сили – у положення "50". Двигун тягача повинен бути заглушений, клапани "Барабани" і "Навантаження" відкриті. Установити страховочні колодки під передні колеса попереду.

Діагностичні параметри гальмівної системи деяких легкових автомобілів

Марка автомобіля	Швидкість початку гальмування, км/год	Показник спрацювання – ПС, $c \cdot 10^{-5}$			Показник сповільнення – ПЗ, $c \cdot 10^{-5}$			Гальмівний шлях – ТП, імпульси			Стоянкове гальмо – ВЗМ, с		
		Задні колеса			Задні колеса			Задні колеса			Задні колеса		
		Норматив	Ліве	Праве	Норматив	Ліве	Праве	Норматив	Ліве	Праве	Норматив	Ліве	Праве
ЗА3-1102	50	1,20			0,813			1344			0,57		
ВА3-2106	50	1,08			0,576			1088			0,53		
Skoda Octavia	60	0,93			0,338			50			0,4		

Дати команду операторові, що перебуває в автомобілі, що перевіряється, розігнати колеса до швидкості 50 км/год. При виході на цю швидкість почати навантаження. Прикриваючи клапан "Навантаження", збільшувати протитиск у зливальній магістралі моторнасоса доти, поки не стабілізується швидкість 50 км/год при повній подачі палива. При цьому необхідно контролювати по індикатору тиск у зливальній магістралі, він не повинен перевищувати 25 Мпа. Перемкнути тумблер у положення виміру потужності, зняти та зареєструвати його показання. Також зафіксувати показання тягової сили. Зрівняти з нормативними значеннями (табл.7.2).

Примітка. Якщо при перевірці тиск досягне 25 Мпа, а оператор ще не повністю вичавив педаль акселератора, то діагностування двигуна робити за часом розгону від швидкості 50 км/год до 70 км/год при повністю відкритій дросельній заслінці при тиску 25 Мпа. У цьому випадку реєструється показник прискорення (ПУ) по відповідному індикатору.

Нормативні дані по тягових якостях

Марка автомобіля	Потужність двигуна при V=50 км/год, кВт (к.с.)		Тягова сила при V=50 км/год, Н	
	норматив	замір	норматив	замір
Skoda Octavia	31 (42)		1860	

Вказівки до звіту

Записати значення параметрів, отриманих при кожній з перевірок, зрівняти їх з нормативними (табл.7.1, 7.2), зробити висновок про справність перевірених систем автомобіля. Указати, як усунути виявлені несправності.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні елементи мобільних станцій діагностики.
2. Як проводиться перевірка тягових якостей?
3. Як перевірити гальма задніх коліс?
4. Як перевірити стоянкове гальмо?

Література [7, 25]

Лабораторна робота № 8

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «ESI TRONIC». ПРИЗНАЧЕННЯ І МОЖЛИВОСТІ

Мета роботи

Вивчити призначення програмного забезпечення. Ознайомитися з функціональними можливостями. Одержати навички при роботі з прикладним програмним забезпеченням «ESI Tronic».

Устаткування та прилади

1. Діагностична стійка «Bosch-720».
2. Програмне забезпечення «ESI Tronic».

Зміст роботи

За допомогою програмного забезпечення «ESI Tronic» виконайте наступні завдання.

- Визначіть місце розташування діагностичного рознімання і тип сполучного кабелю для автомобілів:

1 Audi A4 Avant 1.8T	11 Mazda Xedos 9 2.5
2 BMW 328i touring	12 Mercedes-Benz SLK 230
3 Chevrolet Camaro 3.8 V6	13 Mitsubishi Galant 2000 GLS
4 Citroen ZX 1.9 TD Advantage	14 Nissan Maxima Qx 2.0 SLX
5 Daewoo Espero 1.8 CD	15 Opel Omega Caravan 2.5 V6
6 Fiat Marea Weekend 2.0 20V	16 Porsche 911 Carrera 4 Cabrio
7 Ford Mondeo 1.8 TD CLX	17 Renault Laguna V6 3.0
8 Honda Civic 1.6i SR VTEC	18 Subaru Impreza 2.0i 16V
9 Jaguar XJ6 Classic 4.0	19 Toyota Corola Compact 1.4
10 Lada Samara 1.51	20 Volkswagen Passat 1.9 TD1

2. Укажіть запасні частини, що відповідають № замовлення, на яких автомобілях використовуються дані запчастини:

1. 1987352025	11. 0433300304	21. 0451103093
2. 0221504464	12. 0414651002	22. 0261230122

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| 3. 0242235754 | 13. 0227100200 | 23. 0986478853 |
| 4. 0124325116 | 14. 0986041510 | 24. 0241235751 |
| 5. 009355501A | 15. 1987947683 | 25. 0241236828 |
| 6. 0986487608 | 16. 0335200041 | 26. 0242235930 |
| 7. 0986486534 | 17. 018065551T | 27. 0451103079 |
| 8. 0280160213 | 18. 0986237149 | 28. 0124515082 |
| 9. 0580464069 | 19. 0258002014 | 29. 1987352023 |
| 10. 0450905002 | 20. 0261210030 | 30. 1273004362 |

3. Визначите найменування запасних частин по серійному номеру, підберіть аналог:

- | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. WR7DC | 11. KCB1()14V40-70A | 21. RF74-M5012V(L) |
| 2. F8BC4 | 12. КСАПАРАТУРА14V70A | 22. |
| 12V110AH850A | | |
| 3. JH4 | 13. KCV1(>)14V40/70A | 23. 228252MVBATE |
| 4. FQR8LEU2 | 14. F7LDCR | 24. 12V60Ah760A |
| 5. 12V62AH480A | 15. CM129 | 25. KCB1(>)14V50- |
| 6. FR5DPP222 | 16. 6DPK1195 | 26. 90A |
| 7. FR7LDC+ | 17. CPPN16769,525M95 | 27. E4(>)14V55-110A |
| 8. JHFU4АПАРАТУРА | | 18. TZ50I 28. |
| 6PK2080 | | |
| 9. TZ68H | 19. EZ58F | 29. HR7MPP+ |
| 10. TZ16H | 20. TZ96 | 30. HR7MPP22U |

4. Підберіть елементи системи запалювання для автомобілів:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Scoda Octavia 1,8T | 11. Honda Civic 1.6i SR VTEC |
| 2. VW Golf Plus 1.6 | 12. Jaguar Xj6 Classic 4.0 Sov. |
| 3. AUDI 100 1.8 | 13. Lada Samara 1.5i |
| 4. Audi A4 Avant 1.8T | 14. Mazda Xedos 9 2.5 |
| 5. BMW 328i touring | 15. Nissan Maxima Qx 2.0 SLX |
| 6. Chevrolet Camaro 3.8 V6 Coupe | 16. Opel Omega Caravan 2.5 V6 |
| 7. Citroen ZX 1.9 TD Advantage | 17. Renault Laguna V6 3.0 |
| 8. Daewoo Espero 1.8 CD | 18. Toyota Corola Compact 1.4 |
| 9. Fiat Marea Weekend 2.0 20V | 19. Porsche 911 Carrera 4 Cabr. |
| 10. Ford Mondeo 1.8 TD CLX Turnier | 20. Volkswagen Passat 1.9 TDI |

5. Укажіть величину зазору у свічах запалювання, на яких автомобілях використовуються дані свічі запалювання:

- | | | |
|--------------|---------------|---------------|
| 1. FR8DCX+ | 11. FR7KPP332 | 21. WR91 |
| 2. F8DC4 | 12. FR7DPX | 22. WR9DP |
| 3. WR7DC | 13. FR6DC+ | 23. WR9DC+ |
| 4. FR8DPX | 14. FR6DP | 24. FR78X |
| 5. FR7DPP22U | 15. WR8DP | 25. F7LTCR |
| 6. FR7DPP33 | 16. WR8DP | 26. F7DPP222T |
| 7. FR7LDC+ | 17. WR8DC+ | 27. FLR8LDCU+ |
| 8. WR7DP | 18. FR7DPP33 | 28. WR78X |
| 9. WR7BP | 19. HR7MPP+ | 29. WR8LTCR |
| 10. FR7DCX+ | 20. HR7MPP22U | 30. W8LTCR |

6. Приведіть перелік взаємозамінних деталей для виробів:

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| 1. 018065850F | 11. 0451103079 | 21. 0450905002 |
| 2. 1457429071 | 12. 1987949403 | 22. 0261210030 |
| 3. 0221502004 | 13. 3397118506 | 23. 1273004362 |
| 4. 1987947911 | 14. 0180657000 | 24. 0580464069 |
| 5. 0258986501 | 15. 0450905925 | 25. 0258002014 |
| 6. 0986356975 | 16. 0258006255 | 26. 1987352023 |
| 7. 0986450119 | 17. 1987431300 | 27. 0986486534 |
| 8. 0242240530 | 18. 0242235740 | 28. 018065551T |
| 9. 0093A56054 | 19. 0356301036 | 29. 0451103079 |
| 10. 0180655015 | 20. 0451103033 | 30. 0335200041 |

7. Приведіть ескіз деталей:

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| 1. 1457429054 | 11. 0120489030 | 21. 0451103314 |
| 2. 0450904149 | 12. 018065850F | 22. 1457433264 |
| 3. 0093S57042 | 13. 0986356975 | 23. 0450905316 |
| 4. 0001208711 | 14. 018065551N | 24. 0450905002 |
| 5. 0250201032 | 15. 0093A56054 | 25. 018065501T |
| 6. 1987431313 | 16. 0093S5551N | 26. 0180654415 |
| 7. 0986468870 | 17. 0093T5552Z | 27. 0356912884 |
| 8. 0986424468 | 18. 0258986501 | 28. 0356912883 |
| 9. 0986477042 | 19. 0986460938 | 29. 0241235690 |
| 10. 0250201008 | 20. 0986491900 | 30. 0301087263 |

8. Автомобіль AUDI A8, quarto, 1998, V=2,8, двигун АСК:

- укажіть розташування діагностичного рознімання;
- що позначає Х64 на електричній схемі?

– знайти електричну схему системи ABS, ASR.

- Opel Astra 1,4 1996 X 14XE:

- де знаходиться реле вентилятора вторинного повітря?
- знайти електричну схему по даному реле;
- знайти схему підключення датчика Холу.

10. W Golf III, 1995, 2.0, ADY:

- укажіть розташування діагностичного рознімання;
- код 020Д – який запобіжник треба перевірити, якщо немає сигналу?

11. Toyota Camry 3,0; 2002р., система керування М-ОBD, двигун IM ZFE:

- укажіть значення датчика витрати повітря на ХХ при 2500 хв⁻¹;
- де розташований блок керування двигуном?

12. Vectra, V= 1,8i, 2002р. двигун XEL:

- які виконавчі механізми двигуна можна перевірити за допомогою KTS?
- як зробити кодування блоку ABS, ASR 5.3?

13. Lada 2115 – розташування діагностичного рознімання, до яких виводів треба підключитися для діагностики?

14. Fiat Brava 1,6 182A.4000:

- укажіть розташування діагностичного рознімання;
- укажіть розташування паливного насоса;
- укажіть час впорскування на ХХ.

Контрольні запитання

1. Призначення програмного забезпечення «ESI Tronic».
2. Функціональні можливості «ESI Tronic». Чи забезпечує дане програмне забезпечення пошук запасних частин?

Література [21, 35]

Лабораторна робота № 9

СЕРВІСНІ ПРОЦЕДУРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОФЕСІЙНОГО УСТАТКУВАННЯ

Мета роботи

Знайомство із професійним сервісним устаткуванням і одержання навичок у виконанні сервісних процедур із системою самодіагностики автомобіля.

Устаткування та прилади

1. Сервісний прилад VAG 1551.
2. Автомобіль «Skoda Octavia».

Міри безпеки

Для запобігання травм або ушкодження автомобіля й приладу VAG 1551 дотримуйте наступних мір безпеки:

Уникайте дотику до гарячим і частин, що рухаються, автомобіля.

Забезпечте гарну вентиляцію приміщення при роботі із приладом: вдихання часток, що втримуються у вихлопі автомобіля, може завдати серйозної шкоди здоров'ю.

Перед початком роботи встановіть важіль перемикання передач автомобіля в нейтральне положення, задійте ручне гальмо й заблокуйте колеса.

Дотримуйте обережності при роботі поруч із катушкою запалювання, кришкою розподільника системи запалювання, проводами запалювання й свічами запалювання. Ці компоненти створюють небезпечні напруги при запуску двигуна.

Необхідно дотримувати правил пожежної безпеки й мати при собі вогнегасник.

Не з'єднуйте/від'єднуйте прилад VAG 1551 при працюючому двигуні або запалюванні.

Прилад VAG 1551 повинен бути сухим і чистим. При необхідності, використовуйте м'які засоби, що чистять, і чисту тканину для очищення VAG 1551.

Зміст роботи

Короткі відомості про систему самодіагностики

Сучасні автомобілі оснащені великою кількістю електронних систем керування різними компонентами автомобіля. Характерним для систем з мікропроцесорним керуванням є:

- постійне спостереження й контроль за відповідністю сигналів від датчиків, за функціонуванням блоків керування, а також функціональний контроль виконавчих елементів;
- інтегровані захисні функції, що запобігають, наприклад, перешкоди функціонування двигуна;
- властивості функціонування в аварійному режимі, що дозволяють добратися до СТО у випадку відмови.

Оскільки розпізнані несправності зберігаються в спеціальному секторі пам'яті блоку керування, природно зробити цю інформацію доступною при пошуку несправностей на СТО. Існує діагностичний інтерфейс, що дозволяє робити передачу інформації між застосовуваними блоками керування й приєднаним на час діагностування діагностичним приладом (зокрема, VAG 1551). При цьому, потік інформації можливий в обох напрямках, тобто прилад VAG 1551 може не тільки приймати дані, але й посилати блоку керування команди й дані. Таким чином, дана система дозволяє механікам СТО суттєво прискорити процес локалізації несправностей і тим самим знизити витрати на ремонт.

Всі системи керування в автомобілі побудовані за однаковою структурою (рис.9.1): Чутливі елементи(датчики) → Блок керування → Виконавчі елементи. Функціональний контроль різноманітних датчиків і виконавчих елементів виконується на підставі різних критеріїв. Розглянемо на прикладі функціональний контроль датчи-

ка температури охолодної рідини (G62) у системі керування двигуном.

Інформація від датчика температури двигуна використовується для визначення найбільш вигідних значень кута випередження запалювання, тривалості упорскування, параметрів холостого ходу, а також цілого ряду системних функцій.

Вимірювальним елементом датчика є опір на базі напівпровідника з негативним коефіцієнтом температури (резистор з негативним ТКС). Кожне значення напруги на резисторі відповідає певному значенню температури. За допомогою програмного забезпечення діапазон виміру в блоці керування встановлюється від -35°C до 120°C . Якщо цей інтервал перевищується або не досягається, то блок керування робить висновок про невідповідність логіці сигналу й несправність записується в область пам'яті несправностей. При цьому запис містить відомості про джерело та тип несправності. (наприклад, «ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРИ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ РІДИНИ-G62; ОБРИВ/КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ НА ПЛЮС»). Після того, як блок керування зміг розпізнати відсутність сигналу температури він, для забезпечення функціонування системи, використовує в якості заміни стандартне значення (наприклад, 80°C), що стає помітним по нерівній роботі двигуна при холодному пуску й у процесі його прогріву.

Якщо виникнення несправності носить короткочасний характер, то ця несправність позначається як випадкова (/SP).

Варто мати на увазі, що при діагностуванні електронних систем керування зустрічаються, в основному, п'ять видів несправностей: 1) обрив ланцюга; 2) замикання на плюс; 3) замикання на мінус, 4) замикання проводів між собою; 5) підвищений опір.

Перші три дефекти ілюструються на рис.9.2 і з достатньою вірогідністю визначаються приладом VAG 1551. Остані два зустрічаються рідко й виявляються за допомогою мультиметру. Оскільки блок керування не перебуває безпосередньо на датчику, а з'єднаний з ним за допомогою проводів і штекерних з'єднань, то немає впевненості, що несправність буде усунута заміною датчика. Сигнал може бути сприйнятий блоком керування як неправильний, якщо дефект є в джгуті проводів або в штекерних з'єднаннях.

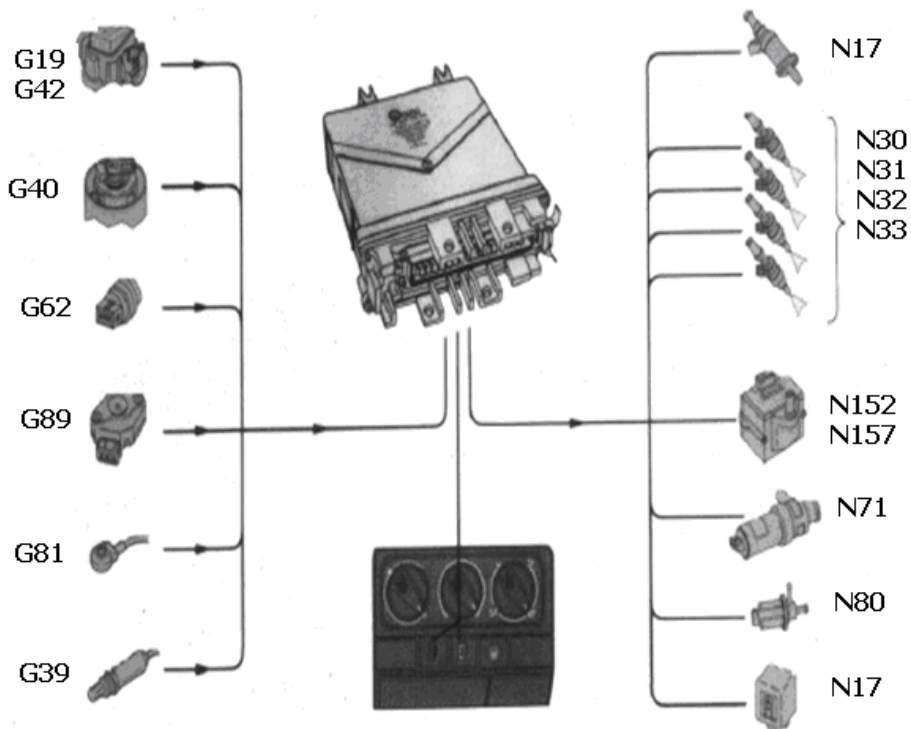


Рис.9.1. Схема системи керування двигуном. Ліворуч і по середині датчики, що визначають вхідні сигнали контролера; праворуч – виконавчі електричні пристрої

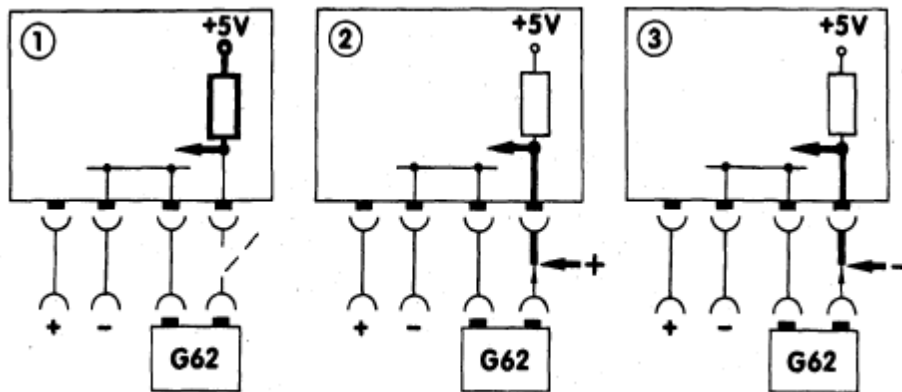


Рис.9.2. Схеми несправностей датчика охолодної рідини

Короткий опис приладу VAG 1551

Прилад (рис.9.3)призначений для пошуку й усунення несправностей у електронних системах керування автомобілів марок Volkswagen Audi Group. Значення символів клавіатури:

0...9 – для введення цифрових значень;
C – для стирання інформації що, вводиться;
Q – для підтвердження введення;
→ – для подальшого перемикавання ходу програми або для наступної текстової інформації;
HELP – для виклику вказівок по експлуатації;
O – для керування подачею паперу;
PRINT – для включення й вимикання друкувального пристрою.
Вбудований світлодіод світиться при включеному принтері.

Прилад у різних місцях різних рівнів керування (індикація на панелі HELP) пропонує допоміжні тексти, які полегшують роботу користувача на даному рівні. Тексти видаються на печатку через друкувальний пристрій після натискання на клавішу HELP.

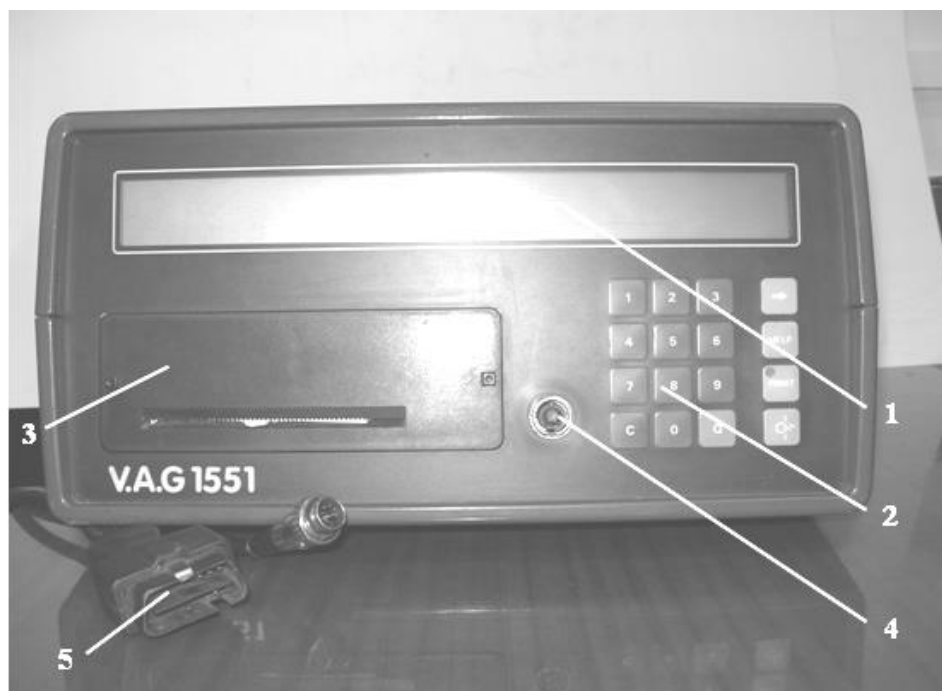


Рис.9.3. Передня панель: 1 – дисплей; 2 – клавіатура; 3 – друкувальний пристрій; 4 – гніздо для приєднання діагностичного/живильного кабелю; 5 – діагностичний кабель

Всіма функціями приладу керує легко замінна програмна карта з, що перебуває на ній програмним забезпеченням. У діючій програмній карті використовується німецька мова.

Порядок виконання роботи

У завдання лабораторної роботи входить визначення технічного стану трьох систем керування, наприклад, 1) двигуна, 2) надувних подушок безпеки, 3) кліматичної установки. Прилад організований таким чином, що спочатку виконуються всі операції з однією системою, після чого прилад вертається у вихідний стан. Потім виконують всі необхідні процедури по другій системі з наступним поверненням і т.д.

Прилад VAG 1551 має багаторівневий алгоритм керування. У даній роботі розглядаються два рівні, викликувані відповідними меню. Через обмеженість кількості рядків на дисплеї меню довідника виводиться на принтер. Згідно меню, у приладі може бути заданий бажаний режим роботи, для чого необхідно виконати наступні кроки:

1) Підключити 16-ті контактний штекер приладу до рознімання OBD автомобіля.

На дисплеї з'явиться двохстрочне повідомлення: 1.

V.A.G. – Aigendiagnose	HELP
1 – SchnelleDatenubertragung	(*)
2 – Blinkkodeausgabe	(*)

Переклад повідомлення: 1.

V.A.G. – Самодіагностика	HELP
1 – Швидка передача даних	(*)
2 – Видача миготливого коду	(*)

Режими передачі даних, позначені (*), індицірується поперемінно.

2) Включити запалювання. Натисканням клавіші 1 можна вибрати режим «швидка передача даних», клавішею 2 вибирається режим «видача миготливого коду» (у сучасних автомобілях не вико-

ристовується). У цьому ж вікні можна викликати режим «самоконтроль» клавішею 3 і режим «позначення підприємства» клавішею 4. У цьому екрані при натисканні клавіші HELP роздруковуються вказівки по експлуатації приладу, в основному, опис елементів передньої панелі.

3) Вибираємо режим «швидка передача даних», нажавши на клавішу 1. На дисплеї з'являється наступне повідомлення: 2.

SchnelleDatenubertragung Adresswort angeben XX	HELP
---	------

Переклад повідомлення: 2.

<i>Швидка передача даних</i> <i>Задати адресне слово XX</i>	HELP
--	------

При натисканні на клавішу HELP на принтері роздруковується список адресних слів (меню 1), за допомогою яких можна звернутися до відповідного блоку керування. Виводиться наступне повідомлення: 3, (табл.9.1) .

Таблиця 9.1

Ubersicht der Adressworte
01 – Motorenelektronik
41 – Dieselpumpenelektronik
02 – Getriebeelektronik
12 – Kupplungselektronik
22 - Allradelektronik
03 – Bremsenelektronik
14 – Raddampfungselektronik
24 – Antriebschlupfregelung
34 – Nivearegelung
15 – Airbag
25 – Wegfahrsicherung

35 – Zentralverriegelung
45 – Innenraumherwachung
55 – Leuchtweitenregulierung
65 – Reifendruckunerwachung
75 – Notrufmodul
16 – Lenkradelektronik
26 – Elektrische Dachbetätigung
36 – Hitzverstellung Fahrerseite
46 – Zentralmodul Komfortsystem
56 – Radio
66 – Hitze-/ Spiegelverstellung
76 – Hinparkhilfe
17 – Schalttafeleinsatz
37 – Navigation
47 – Soundsystem
08 – Klima-/Heizungelektronik
18 – Zu-/Standheizung
09 – Elektronische Zentralelektrik
00 Automatischer Prüflauf (Fehlerspeicher aller Systeme abfragen und drucken)

Переклад повідомлення: 3, (табл.9.2)

Таблиця 9.2

Огляд адресних слів

- 01 – Електроніка двигуна*
- 41 – Електроніка ТНВД дизеля*
- 02 – Електроніка КП*
- 12– Електроніка зчеплення*
- 22 - Електроніка повного привода*
- 03 – Електроніка гальмової системи*
- 14 – Електроніка зміни твердості амортизатора*
- 24 – Антибуксовальна система*

34 – Регулювання рівня кузова
15 – Надувна подушка безпеки
25 – Доступ до електронного замка запалювання
35 – Центральний замок дверей
45 – Система ультразвукового захисту салону
55 – Автоматичне регулювання кута нахилу фар
65 – Контроль тиску в шинах
75 – Модуль сигналу допомоги
16 – Електроніка багатофункціонального кермового колеса
26 – Електропривод даху
36 – Установка обігріву водія
46 – Центральний модуль систем комфорту
56 – Радіо
66 – Регулювання обігріву дзеркал
76 – Система допомоги при паркуванні
17 – Електронна дошка приладів
37 – Електроніка телевізійної й навігаційної систем
47 – Акустична система
08 – Клімат-Контроль
18 – Автономний-/додатковий підігрівник
09 – Центральний електронний блок
00 – Автоматичне тестування й печатка всіх вищевказаних систем бортової електроніки

4) Запустити двигун.

Увага: тут починаються процедури обслуговування всіх систем!

5) Звернемося до блоку керування двигуном, для чого наберемо адресне слово «01»; на дисплеї з'явиться повідомлення: 4.

Швидка передача даних Q 01 – Електроніка двигуна
--

Підтвердимо свій вибір клавішею Q. Прилад посилає адресне слово блоку керування й на дисплеї з'являється повідомлення: 5.

Tester sendet das Adresswort 01 Bitte, warten
--

Далі контролер повідомляє прилад свій серійний номер: 6.

06A906018CG	1,8 L	R4/5Vt	MOTP HS	DO2
→				
Codierung 04000				WSC
80402				

Цей екран є свідченням того, що зв'язок із блоком керування встановлено і можуть бути виконані подальші діагностичні процедури, для чого необхідно натиснути клавішу →.

б) Натиснути клавішу →. Після натискання з'являється наступний екран: 7.

SchnelleDatenubertragung HELP Funktion anwallen XX
--

Переклад повідомлення 7:

Швидка передача даних HELP Вибрати функцію XX

Поява цього екрана означає, що над блоком керування (у цьому випадку двигуна) можуть бути пророблені спеціальні процедури, склад яких визначений у меню 2 (див. табл.9.3).

Зміст меню 2 може бути виведене на принтер, як і колись, натисканням клавіші HELP. Перебуваючи в цьому меню, можна послідовно перебрати всі режими, однак, відповідно до завдань даної роботи, необхідно відробити режими 01, 02, 03, 06.

Огляд функцій
<i>01 - Запит типу блоку керування</i>
<i>02 - Опитування пам'яті несправностей</i>
<i>03 - Діагностика виконавчих елементів</i>
<i>04 - Переклад діагностуємого контролера в режим сервісного обслуговування (Базове регулювання)</i>
<i>05 - Стерти вміст пам'яті несправностей</i>
<i>06 - Закінчити видачу даних</i>
<i>07 - Введення/зміна кодування блоку керування</i>
<i>08 - Зчитування блоків вимірюваних величин</i>
<i>09 - Зчитування окремої вимірюваної величини</i>
<i>10 - Підстроювання значень параметрів</i>
<i>11 - Введення пароля для доступу до систем бортової діагностики</i>

Увага: Інші режими не вводити, оскільки некваліфіковане втручання може непередбаченим образом змінити заводські налаштування автомобіля!

7) Увести функцію «01» – Запит типу блоку керування. Прилад відповідає дублюванням запитуваної функції: 8.

SchnelleDatenubertragung Q 01 – Steuergerateversion abfragen
--

8) Підтвердити введення натисканням клавіші Q, після чого прилад реагує видачею знайомого екрана 6. У правому нижньому куті показується номер СТО, де блок кодувався останній раз.

9) Увести функцію «02» – Опитування пам'яті несправностей. На дисплеї з'явиться повідомлення: 9.

SchnelleDatenubertragung Q

02 – Fehlerspeicher abfragen

10) Підтвердити від натисканням клавіші Q. Якщо в області пам'яті блоку керування записані несправності, прилад виведе на дисплей їхню кількість. Наприклад, при трьох несправностях повідомлення буде мати вигляд: 10.

3Fehlererkant

→

11) Послідовним натисканням клавіші → вважати всі несправності, що утримуються в пам'яті блоку керування. Формат виводу несправностей наступний (приклад): 11.

Spannungsversorgung

K1.30

Spannung zu klein

/SP

Таким чином, у повідомленні 11 утримується інформація про місце несправності (електропостачання клем 30), про її характер (низька напруга), а також тимчасових параметрах (спорадична - тимчасова). Після виводу всіх несправностей на дисплей знову буде виведене повідомлення 7. Для введення наступної функції двигун виключити, запалювання включене.

12) Увести функцію 03 – Діагностика виконавчих елементів. Прилад відгукнеться повідомленням: 12.

SchnelleDatenubertragung

Q

03 – Stellglieddiagnose

Підтверджуємо вибір клавішею Q, після чого з'являється повідомлення (приклад): 13.

Stellglieddiagnose

→

Magnetventil Ladedruckbegrenzung

N75

У цьому режимі на діагностуємий компонент, у цьому випадку на клапан обмеження тиску турбокомпресора, подаються імпульси напруги, що визивають його спрацьовування і що проявляється у вигляді чутних клацань. Відсутність клацань свідчить про несправність самого клапана, або ланцюгів його керування. Послідовно натискаючи клавішу →, оцінити працездатність усіх діагностуємих компонентів. Останнє натискання клавіші переводить прилад у режим завдання функції (екран 7). По адресному слову «01» програма виконана, тому повертаємо прилад у режим завдання адресного слова, меню 1, для чого:

13) Увести функцію «06», після чого з'явиться екран: 14.

SchnelleDatenubertragung	Q
06 – Ausgabe beendet	

Уведення режиму клавішею Q повертає прилад до екрана 2.

Далі для виконання лабораторної роботи необхідно для адресних слів, наприклад, 15, 46, 08 повторити операції 5...13.

Увага: Для адресного слова 15 функцію 03 вводити категорично забороняється!

Вказівки до оформлення звіту

За результатами роботи заповнити наступний протокол випробувань:

Адресне слово-система	Блок керування			Несправність	Елементи діагностики Справні + несправний –
	№ за каталогом	Версія ПО	Кодування		
01 – двигун					

15 – Airbag					НЕ ПРОВО- ДИТИ
46 – систе- ма ком- форту					
08 – кліма- тичних си- стема					

Контрольні запитання:

1. Як функціонує система самодіагностики в автомобілі?
2. Які функції, що полегшують локалізацію дефектів, у числі інших властиві автомобільним мікропроцесорам?
3. Які електричні несправності, в основному, зустрічаються в автомобілі?
4. Який формат повідомлення приладу про несправності в системі?
5. Які режими роботи приладу доступні користувачеві?

Лабораторна робота № 10

ДІАГНОСТИКА КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Одержання навичок перевірки геометричних параметрів кузова легкового автомобіля. Засвоєння основних видів порушення геометрії кузова, методик діагностування й усунення несправностей.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль VW-Golf.
2. Плакати та схеми.
3. Оглядова яма для легкового автомобіля.
4. Набір вимірювальних інструментів.

Короткі теоретичні відомості

У процесі експлуатації легкового автомобіля відбувається зміна технічного стану його кузова. Причинами цього можуть бути uszkodження при ДТП, втомне руйнування елементів кузова, порушення умов експлуатації автомобіля (їзда по нерівностях на великій швидкості, неправильне паркування, підвищення припустимої вантажопідйомності автомобіля). Все це приводить до порушення заводських розмірів прорізів і зазорів у деталях кузова, що сполучаються, а також зсуву контрольних точок основи кузова щодо їхнього номінального положення.

По зміні розмірів прорізів і зазорів кузова можна судити про пробіг і режими експлуатації автомобіля, про стан і ступінь зношування кузова.

Крім лінійних розмірів прорізів і зазорів важливе місце в оцінці технічного стану кузова легкового автомобіля займає правильне положення точок кріплення двигуна й підвіски. Зсув точок кріплення двигуна до кузова порушує розподіл мас автомобіля, а також приводить до збільшення навантажень на елементи кузова. Зсув то-

чок кріплення підвіски до кузова легкового автомобіля порушує паралельність розташування осей, кути установки коліс, що приводить до погіршення керованості автомобілем, інтенсивного зношування шин і підвищеної витрати палива.

Порушення понад припустимі межі геометричних параметрів прорізів (вікон, дверей, капота, кришки багажника), а також місця розташуван

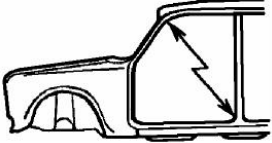
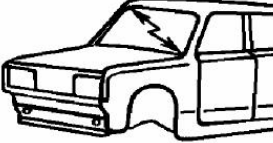
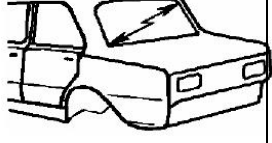



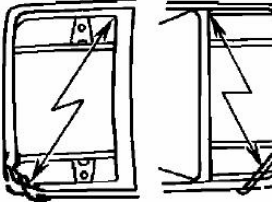
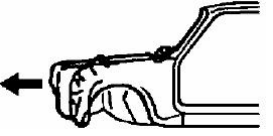
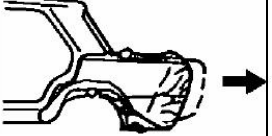



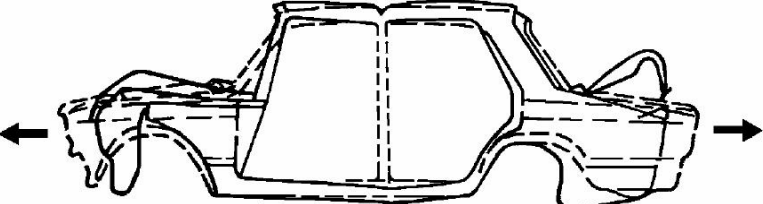
ня базових точок кріплення силового агрегату, підвіски й вузлів трансмісії до основи кузова називається перекосом кузова.

Розглянемо класифікацію перекосів кузова:

- перекіс прорізу – бічних дверей або вітрового вікна, або заднього вікна – це ушкодження кузова з порушенням понад припустимі межі геометричних параметрів прорізу;
- нескладний перекіс кузова – ушкодження кузова зі зміною понад припустимі межі геометричних параметрів прорізу капота або кришки багажника без порушення геометрії основи й каркаса кузова, дверних і віконних прорізів, за винятком зміни зазорів дверей з передніми або задніми крилами;
- перекіс кузова середньої складності – одночасне порушення геометричних параметрів прорізу капота й кришки багажника, або ушкодження кузова з порушенням понад припустимі межі геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів без порушення геометрії каркаса кузова (при відсутності в конструкції автомобіля поперечки передньої підвіски – тільки для задніх лонжеронів);
- складний перекіс кузова – одночасне порушення понад припустимі межі геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів або ушкодження кузова з порушенням геометричних параметрів передніх або задніх лонжеронів і каркаса кузова, або тільки передніх лонжеронів для автомобілів, у конструкції яких відсутня поперечка передньої підвіски;
- перекіс кузова особливої складності – ушкодження кузова з порушенням понад припустимі межі геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів і каркаса кузова, або тільки передніх лонжеронів і каркаса кузова для автомобілів, у конструкції яких відсутня поперечка передньої підвіски.

Схематично класифікація перекосів показана в табл.10.1.

Таблиця 10.1

Класифікація переко- сів	Схематичне зображення		
Перекіс прорізу - бічних дверей; - вітрового вікна; - заднього вікна.			
Нескладний перекіс кузова - прорізу капота; - прорізу кришки ба- гажника; - прорізу задніх две- рей.			
Перекіс кузова сере- дньої складності - прорізу капота й кришки багажника; - передніх лонже- ронів (крім перед- ньoprивідних авто- мобілів); - задніх лонжеронів.			
Складний перекіс кузова - передніх і задніх лонжеронів (крім пе- редньoprивідних); - передніх лонже- ронів і каркаса кузо- ва (крім передньop- ривідних); - задніх лонжеронів і каркаса кузова; - передніх лонже- ронів для передньop- ривідних.			
Перекіс кузова особ- ливої складності - передніх і задніх лонжеронів і каркаса кузова (крім перед- ньoprивідних); - передніх і задніх лонжеронів перед- ньoprивідних; - передніх лонже- ронів і каркаса кузо- ва передньoprивідних автомобілів.			

Для контролю геометричних параметрів кузова використовують різні вимірювальні пристрої, класифікація яких представлена на рис.10.1.

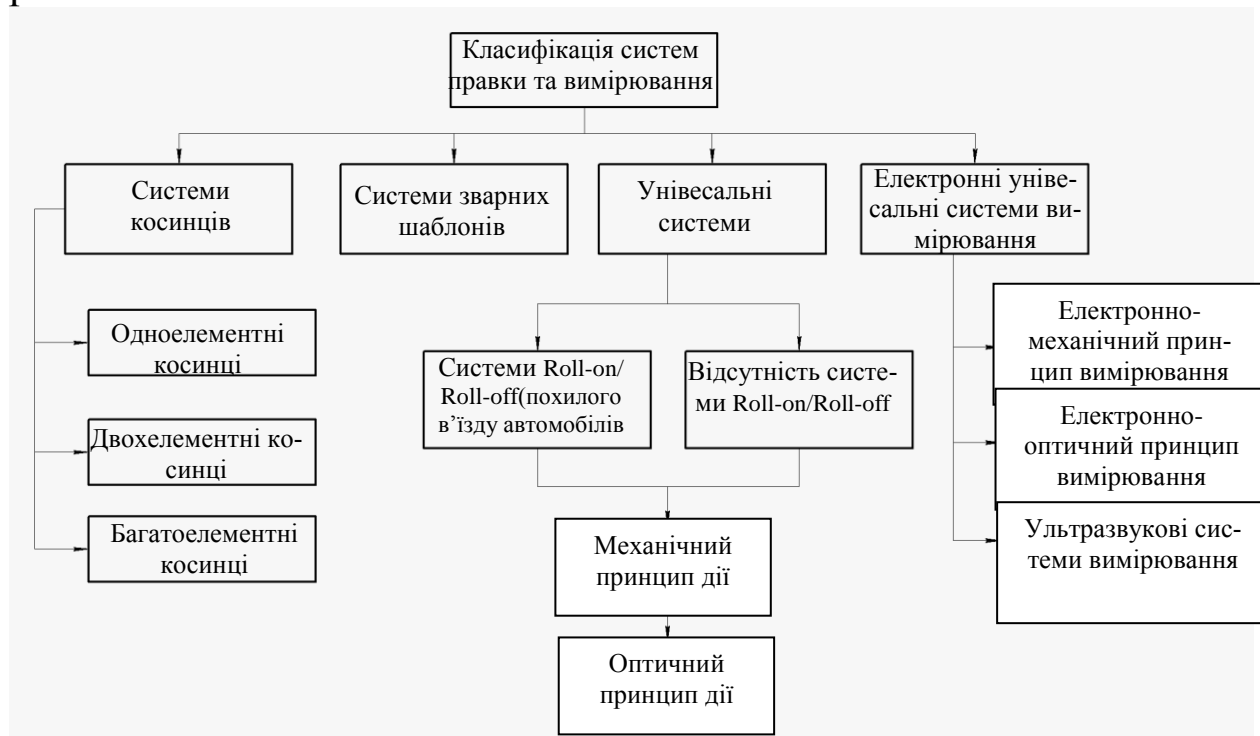


Рис.10.1. Класифікація систем правки й виміри геометричних параметрів кузова

Зміст і порядок виконання роботи

Перевірка геометричних параметрів кузова буде виконуватися візуально (на наявність видимих ушкоджень і деформацій елементів кузова) і за допомогою вимірювальних інструментів (перевірка геометрії дверних і віконних прорізів, прорізів капота й багажника, положення точок кріплення підвіски).

1. Провести візуальний огляд автомобіля. На елементах кузова не допускається наявність тріщин, вм'ятин. Колеса повинні розташовуватися по центру колісних арок. Відкриваючи й закриваючи всі двері, кришки капота й багажника перевірити на легкість ходу й щільність прилягання до кузова.

2. Установити автомобіль на оглядову канаву. Відкрити всі двері й кришки капота й багажника.

3. За допомогою виміральної лінійки визначити розміри прорізів капота, багажника. Схема проведення вимірів показана на рис.10.2.

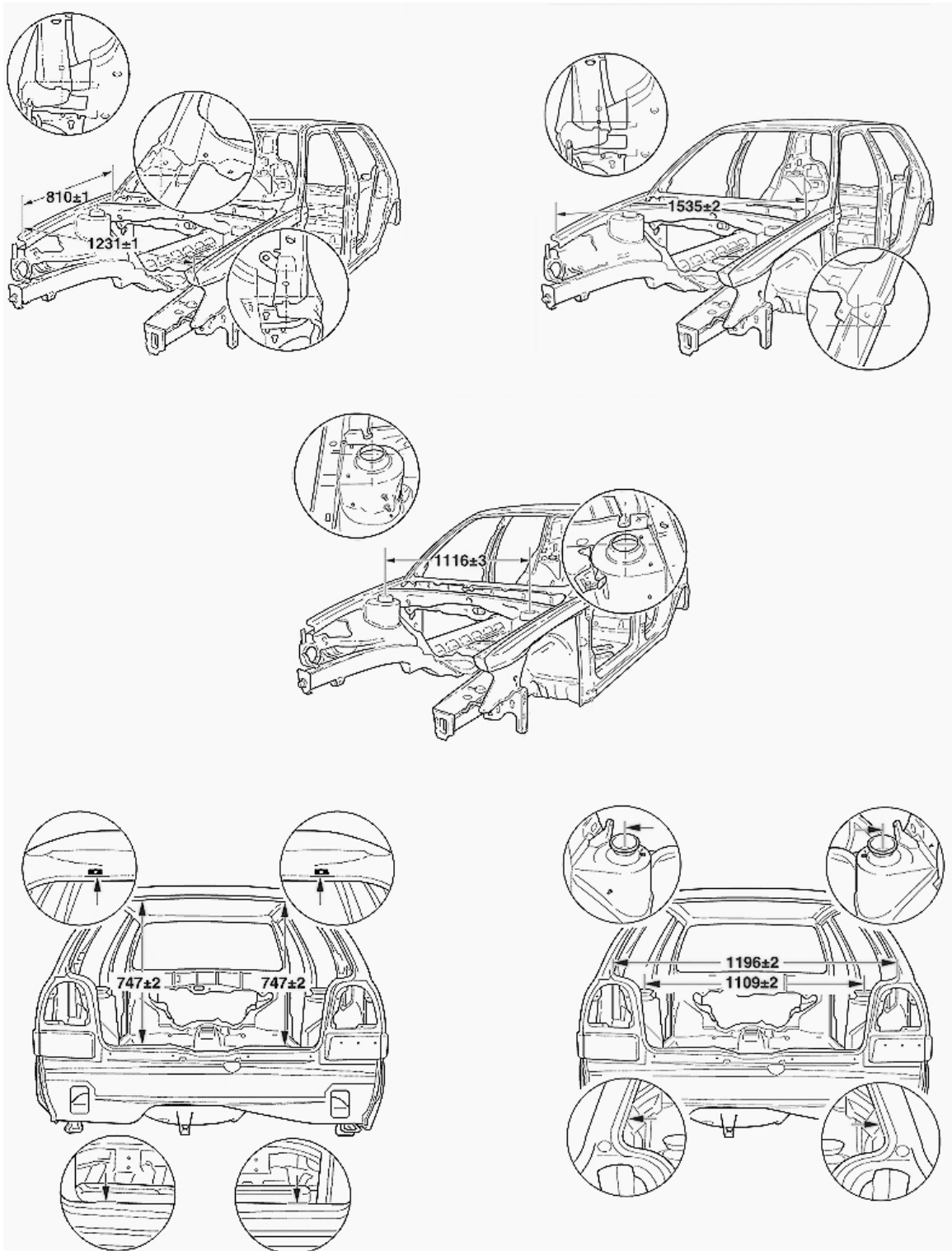


Рис.10.2. Розміри прорізів капота й багажника автомобіля VW-Golf

- За допомогою вимірювальної лінійки визначити розміри основи кузова. Схема проведення вимірів показана на рис.10.3.

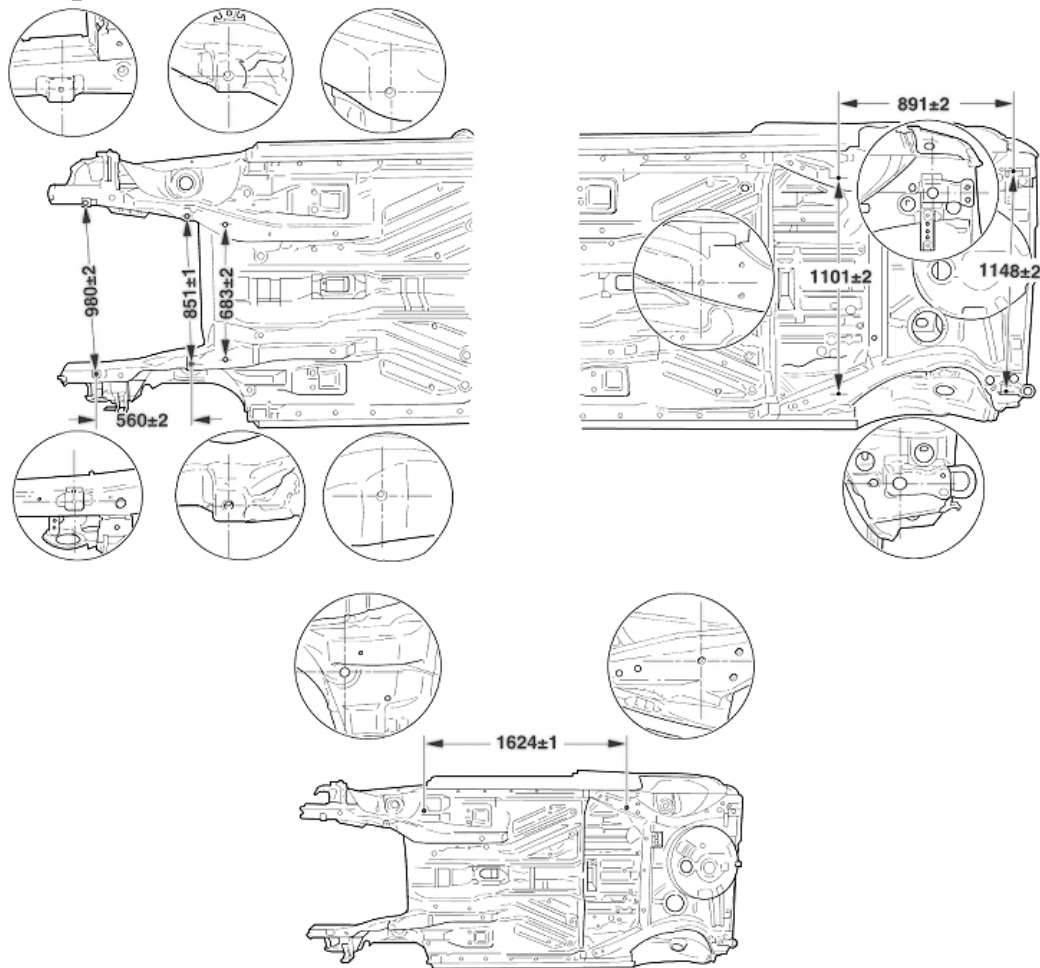


Рис.10.3. Розміри основи кузова автомобіля VW-Golf

5. На підставі виконаних вимірів скласти письмовий звіт із вказівкою виявлених відхилень.

6. За допомогою штангенциркуля зробити виміри зазорів лицьових деталей кузова, що сполучаються, в наступному порядку:

- визначити зазор між переднім лівим крилом і дверима водія;
- визначити зазор між лівою стійкою прорізу вітрового скла й рамкою двері з лівої сторони;
- визначити зазор між дахом і верхніми сторонами дверей лівих передньої й задньої;
- визначити зазор між задніми дверима й крилом з лівої сторони автомобіля;

- визначити зазор між передніми й задніми дверима з лівої сторони автомобіля;
- визначити зазор між порогом основи кузова й дверима з лівої сторони автомобіля;
- ті ж самі виміри зробити із правої сторони автомобіля;
- визначити зазори по периметру кришки капота;
- визначити зазори по периметру кришки багажника.

Контрольні запитання

1. Які причини зміни геометричних параметрів кузова легкового автомобіля в процесі експлуатації?
2. Назвіть види перекосів кузова й охарактеризуйте їх.
3. Назвіть системи для правки й виміру геометрії кузова легкового автомобіля.
4. Яка основна відмінність електронних вимірювальних систем від систем косинців і шаблонів?

Література [21]

Лабораторна робота № 11

ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ НА СТЕНДІ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ

Мета роботи

Вивчити будову і характеристики автомобільного двигуна Skoda Octavia і одержати практичні навички по визначенню тягових властивостей автомобіля на стенді з біговими барабанами за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Skoda Octavia.
2. Стенд із біговими барабанами.
3. Система збору даних (СЗД).

Коротка характеристика силового агрегату

На передньоприводному автомобілі Skoda Octavia Elegance установлений силовий агрегат AGU 1,8 20V Turbo, що складається із двигуна, зчеплення, коробки передач із головною передачею й диференціалом. Диференціал – симетричний, конічний із двома сателітами.

Передаточні числа КП: 1 передача – 3,78; 2 – 2,18; 3 – 1,43; 4 – 1,03; 5 – 0,84; З.Х. – 3,44; Головна передача – 3,7. Колеса – 205/55 R16.

Двигун моделі AGU 1,8 20V Turbo – чотиритактний чотирициліндровий рядний двигун рідинного охолодження із примусовим запалюванням, з газотурбінним наддуванням, зовнішнім сумішоутворенням, 5 клапанів на циліндр. Система керування мікропроцесорна Bosch Motronic **ME 7.5. 1**. Вона забезпечує комплексне керування паливоподачею шляхом фазованого розподіленого упорскування бензину у впускний колектор, газотурбінним наддуванням, високоенергетичною системою запалювання з індивідуальними ко-

тушками для кожного циліндра і системою зниження токсичності із трикомпонентним нейтралізатором та двома λ –зондами.

Паливний насос заглибного типу, вихровий з електроприводом. Форсунки – електромагнітні клапанні. Спосіб включення їх у роботу – фазований, що означає вмикання кожної з них один раз за два оберти колінчатого вала по черзі через 180 градусів повороту колінчатого вала відповідно до порядку роботи циліндрів, тобто один раз за повний робочий цикл двигуна. На одному з розподільних валів установлений диск із виступами й западинами, що модулює магнітне поле датчика Холу, розташованого поруч. Сигнал, одержуваний на виході цього датчика, використовується контролером для ідентифікації номера циліндра.

Особливістю системи Bosch Motronic ME 7.5. 1 є те, що в ній застосована так звана електронна педаль, що дозволяє керувати двигуном залежно від потреби автомобіля в крутному моменті. Керуючи наддуванням і положенням дросельної заслінки, система забезпечує постійний максимальний крутний момент – 210 Н.м у діапазоні частот обертання 1750...4600 мін^{-1} при роботі двигуна по зовнішній швидкісній характеристиці (рис.11.1).

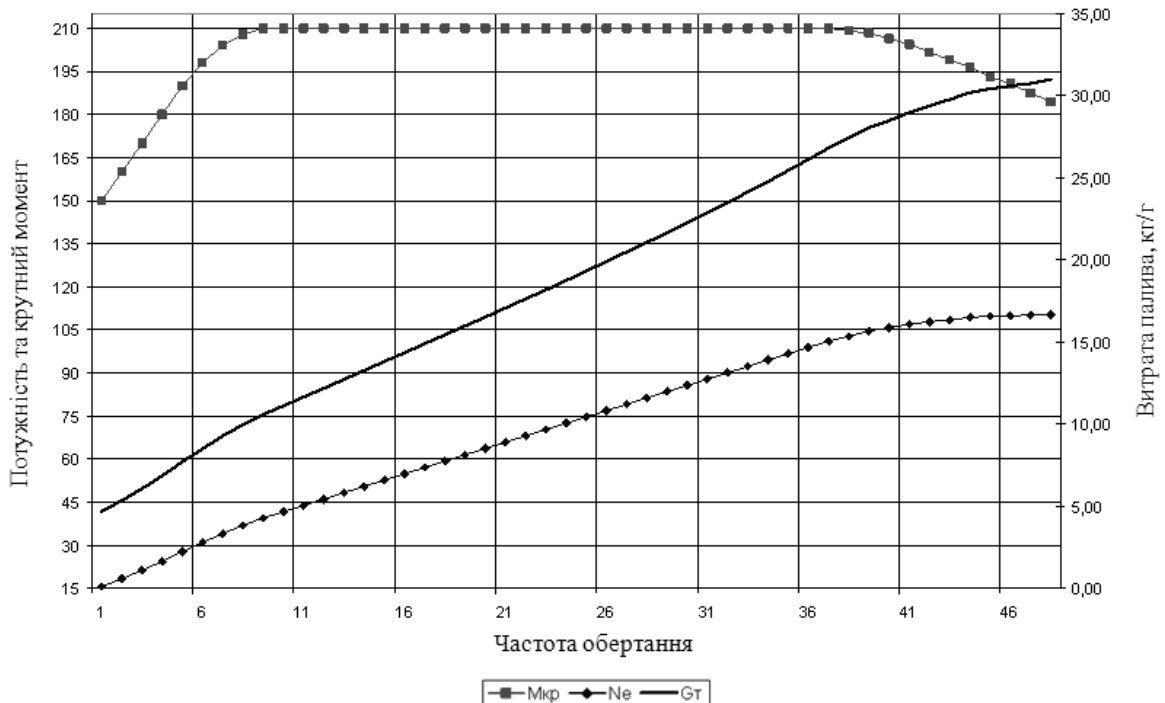


Рис.11.1. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна Skoda Octavia

Технічна характеристика двигуна

Діаметр циліндра – $81 \cdot 10^{-3}$ м; хід поршня – $86,4 \cdot 10^{-3}$ м;

Робочий об'єм циліндрів – $1,8 \cdot 10^{-3}$ м³; ступінь стиску – 9,5.

Потужність номінальна (нетто) – 110 кВт, при частоті обертання 5600...5700мін⁻¹.

Частота обертання колінчатого вала:

мінімальна – 800...940мін⁻¹;

номінальна – 5600...5700мін⁻¹; максимальна – 5800 хв⁻¹.

Порядок роботи циліндрів 1 –3 –4 –2.

Паливо – бензин А – 95. Щільність палива – 0,760 г/см³.

Система збору даних

Система збору даних складається з персонального комп'ютера із установленим у його слоту модулем уведення аналогових сигналів L783. Програмне забезпечення містить програму PowerGraf Professional, що має драйвер керування модулем L 783. Таким чином, програма PowerGraf забезпечує керування модулем уведення сигналів L783 і структурований збір даних.

Для захисту входів модуля L783 від перевантажень передбачено погоджувальний пристрій, який представляє собою електронний блок, у якому розміщені підсилювачі та дільники напруги, що дозволяють привести сигнали датчиків і виконавчих пристроїв до рівня, безпечного для роботи АЦП.

Персональний комп'ютер, модуль L783, програма PowerGraf і погоджувальний пристрій утворюють систему збору даних (СЗД), що розташована в системній стійці.

Автомобіль Škoda Octavia, що має мікропроцесорну систему керування двигуном Bosch Motronic ME 7.5. 1 зі штатними датчиками й виконавчими пристроями, установлений на стенді з біговими барабанами, оснащеному датчиками швидкості обертання барабанів і крутного моменту.

Датчики та виконавчі пристрої двигуна і стенда підключені до рознімання, розташованого у підкапотному просторі автомобіля. Його за допомогою додаткового кабелю перед початком роботи необхідно з'єднати із погоджувальним пристроєм СЗД.

Схема підключення устаткування

Сам же погоджувальний пристрій за допомогою системного кабелю постійно підключено до АЦП модуля L783 у відповідності зі схемою, зображеної на рис.11.2.

Під час роботи двигуна і стенда сигнали датчиків і виконавчих пристроїв по системному кабелю надходять на входи АЦП. Драйвер керування модулем L783 при запуску програми завантажується в її тіло й далі модуль L783 функціонує під керуванням PowerGraph.

Для кожного сигналу в модулі виділяється окремий вхід (фізична адреса) і перетворена їм інформація зберігається в ОЗП комп'ютера в цифровій формі. На екран дисплея вона виводиться в графічному виді $U = f(\tau)$.



Рис.11.2. Схема підключення датчиків та виконавчих пристроїв двигуна і стенда до системи збору даних

Порядок виконання роботи

Підготувати до роботи систему збору даних.

Вихідний стан системи збору даних:

- вимикач живлення на погоджувальному пристрої у положенні «виключене»;
- рознімання інформаційного кабелю між автомобілем і погоджувальним пристроєм відключений.

Перевірити наявність заземлення, увімкнути живлення на системному блоці комп'ютера, запустити програму PowerGraf, вибрати кількість каналів для реєстрації – 7, встановити частоту дискретизації 10 кГц у вікні «Частота». Присвоїти імена каналам відповідно таблиці 11.1.

Увімкнути живлення на блоці погоджувального пристрою.

Для визначення експлуатаційних показників автомобіля кожному студентові призначається режим випробувань (номер включеної передачі й швидкість руху) автомобіля, що реалізує водій кафедри. Після встановлення водієм відповідного режиму руху здійснити запис, натиснувши на кнопку «Старт» у меню програми PowerGraf. Через 1 с повторно натиснути на ту ж кнопку.

Таблиця 11.1

Вихідні дані для настроювання каналів

№ каналу	Джерело сигналу	Ім'я каналу	Одиниця виміру	Масштабний множник
1	Форсунки	Форсунки	В	17
2	Датчик фази	ДФ	В	5
3	Датчик масової витрати повітря	ДМВП	кг/год	*
4	Датчик кутового положення колінчастого вала	КПКВ	В	2
5	Датчик положення педалі газу	ПГ	В	2
6	Датчик швидкості обертання барабанів	Швидкість автомоб.	м/с	6,23
7	Датчик крутного моменту	М кр	Н. м	k _m

Зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування. В ім'я файлу входить прізвище студента, а також інформація про режим випробування (включену передачу й швидкість руху автомобіля).

Алгоритм обробки результатів стендових випробувань

З індивідуального файлу, записаного в процесі випробування, визначити наступні параметри:

- номер включеної передачі й швидкість руху автомобіля по спідометру (ця інформація повинна бути в імені файлу);
 - тривалість керуючого імпульсу τ_k на форсунці (мс) – із графіка «Напруга на форсунках» – канал 1;
 - період обертання розподільного вала $T_{\text{ц}}$ (мс) – із графіка «датчик фази» – канал 2;
 - виміряти напругу $U_{\text{в}}$ за графіком «масова витрата повітря», канал 3;
 - виміряти напругу датчика положення дросельної заслінки $U_{\text{др}}$, – за графіком канал 5;
 - виміряти напругу $U_{\text{б}}$ за графіком «швидкість обертання барабанів», канал 6;
 - виміряти за графіком «крутний момент на барабанах», канал 7;
- За результатами вимірювань обчислити:
- швидкість автомобіля, км/г

$$V_a = \frac{3,6 \cdot \pi}{30} \cdot \frac{n_k}{U_K} \cdot U_{\text{б}} \cdot r_{\text{б}} = 22,43 \cdot U_{\text{б}}; \quad (10.1)$$

- крутний момент на барабанах

$$M_{\text{кр.б}} = U_{\text{м}} \cdot k_{\text{м}}; \quad (10.2)$$

- частоту обертання колінчатого вала по формулі

$$n = \frac{1,2 \cdot 10^5}{T_{\text{ц}}}; \quad (10.3)$$

– об’ємну годинну витрату палива по формулі, л/г

$$Q_{\text{п}} = g_{\text{ст}} \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}) \cdot 1,2 \cdot n \cdot 10^{-4} = 0,0005 \cdot n \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}); \quad (10.4)$$

– масову годинну витрату палива по формулі, кг/ч

$$G_{\text{п}} = 0,76 \cdot Q_{\text{п}}; \quad (10.5)$$

– масову годинну витрату повітря можна визначити, скориставшись формулою Кінга для термоанемометричного витратоміра

$$U_{\text{пв}} = U_{\text{пв0}} + k_{\text{пв}} \cdot G_{\text{пв}}^m,$$

з якої знаходимо витрату повітря, підставивши $k_{\text{пв}}=0,244$

$$G_{\text{пв}} = 2,2 \sqrt{\frac{U_{\text{пв}} - U_{\text{пв0}}}{k_{\text{пв}}}}, \quad (10.6)$$

– коефіцієнт надлишку повітря

$$\alpha = \frac{G_{\text{пв}}}{l_0 \cdot G_{\text{п}}}; \quad (10.7)$$

– крутний момент на валу двигуна

$$M_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot H_{\text{н}}}{120 \cdot \pi \cdot n} G_{\text{п}} \cdot \eta_e = 116713,625 \cdot \eta_e \cdot \frac{G_{\text{п}}}{n}, \quad (10.8)$$

де $H_{\text{н}}=44000$ кДж/кг – нижча теплота згоряння бензину;
 $\eta_e=0,25\dots0\dots0,32$ – ефективний ККД двигуна залежно від навантаження й частоти обертання вала;

– питому шляхову витрату палива, л/100 км

$$Q_{\text{у}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{Г}}}{V_a}. \quad (10.9)$$

Проаналізувати результати.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти системи розподіленого упорскування бензину.
2. Як визначити частоту обертання колінчатого вала?
3. Як визначити об'ємну годинну витрату палива?
4. Як визначити масову годинну витрату палива?
5. Як визначити коефіцієнт надлишку повітря?
6. Як визначити крутний момент на валу двигуна?
7. Як визначити питому шляхову витрату палива?

Література [7, 25]

Лабораторна робота № 12

ДИНАМІЧНЕ БАЛАНСУВАННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ НА СТЕНДІ ELDIS

Мета роботи

Засвоїти перелік параметрів технічного стану колісного вузла легкового автомобіля, а також методику та прийоми контролю цих параметрів.

Устаткування та прилади

1. Автомобільне колесо.
2. Манометр для виміру тиску повітря в шинах.
3. Штангенциркуль (для виміру глибини протектора).
4. Верстат балансувальний ELDIS.
5. Набір інструментів.
6. Балансувальні тягарці.

Зміст і порядок виконання роботи

У випадку порушення автокалібровки верстата необхідно перш за все підготувати верстат до роботи. Для цього слід встановити ручку тумблера «мережа» у верхнє положення. При цьому повинні вмикатися індикатор 4, один з індикаторів 1 або 3 (рис.12.1). Перевірити працездатність стенда і наявність збереження даних автокалібровки. Задля перевірки працездатності верстата, слід натиснути одночасно обидві кнопки 7 і 6. При цьому індикатор 4 повинен вмикатися, а індикатор 5 вимикатися, одночасно з'являється переривчастий сигнал низького тону. Це свідчить про відсутність даних автокалібровки в запам'ятовувальній пристрої. Подальша робота верстата без виконання режиму автокалібровки неможлива.

Перевірка збереження даних автокалібровки. Для вмикання /перевірки/ режиму автокалібровки натиснути одночасно кнопки 7 і 6, через якийсь час (не більше 2 с) натиснути на ту із кнопок (6 або 7), напроти якої індикатор 1 або 3 не горить. При цьому повинен

бути переривчастий звуковий сигнал високого тону, а на індикаторі 2 повинні загорятися написи «1—» або «1». Якщо дані попередньої автокалібровки відсутні, то в другому і третьому розряді індикатора 2 висвічується знак «_ _». При збереженні даних попередньої автокалібровки на індикаторі 2 висвічується тільки номер етапу автокалібровки.

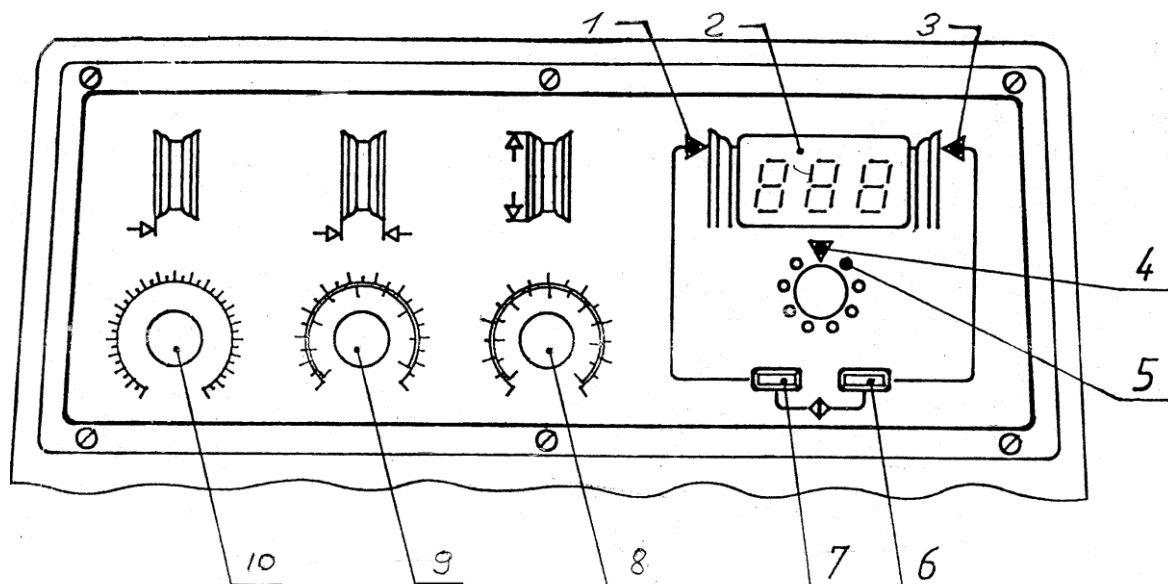


Рис.12.1. Пульта керування балансувального верстата: 1 – індикатор лівої площини корекції; 2 – індикатор маси корекції; 3 – індикатор правої площини корекції; 4 – індикатор положення корекції «точно»; 5 – індикатор положення корекції; 6 – кнопка вибору правої площини корекції; 7 – кнопка вибору лівої площини корекції; 8 – ручка введення діаметра установки коригувальних тягарців; 9 – ручка введення відстані між площинами корекції; 10 – ручка введення зсуву площини корекції

Автокалібровка верстата

Режим автокалібровки складається з 4 етапів. Порядковий номер етапу висвічується в першому розряді індикатора 2.

Зміну етапу автокалібровки досягають почерговим натисканням на ту із кнопок 6 або 7, проти якої індикатор 1 і 3 не горить. Зміна супроводжується коротким звуковим сигналом високого тону і почерговою зміною світіння індикаторів 1 і 3.

Перший етап автокалібровки. Установити ручки 8, 9 і 10 панелі керування (рис.12.1) проти годинникової стрілки до упору,

сполучивши rischi лімбів з найменшими значеннями цифр на шкалі. Натиснути на одну із кнопок 6 або 7.

Другий етап автокалібровки. Повернути ручки 8, 9 і 10 за годинниковою стрілкою, сполучивши rischi лімбів з найбільшими цифрами на шкалі. Натиснути на одну із кнопок (6 або 7).

Третій етап автокалібровки. Установити на вал стенда автомобільне колесо. Величина дисбалансу колеса не має значення. Установити ручку 10 у положення, що відповідає необхідному значенню маси коригувального вантажу в грамах. Виміряти відстань між площинами корекції W і діаметр установки коригувальних вантажів D. Ці дані встановити на шкалах за допомогою ручок 9 і 8. Плавню розкрутити колесо за годинниковою стрілкою до появи короткого звукового сигналу низького тону і загоряння на індикаторах 2 написів у вигляді сходів із сегментів » \cup° «. Початку вимірювального циклу відповідає загасання напису у вигляді сходів і загоряння цифри 3. Після закінчення вимірювального циклу, про що свідчить короткий звуковий сигнал високого тону, зупинити обертання колеса за допомогою гальмового пристрою. Повільно повертати колесо з ротором доти, поки світловий сигнал в індикаторі 5 зміститься в позицію 4. Установити проти стрілки в площині еталонний вантаж масою 80 ± 1 г. За допомогою вбудованої лінійки виміряти відстань до лівої площини корекції і отриманий результат увести за допомогою ручки 10. Натиснути на одну із кнопок (6 або 7).

Четвертий етап автокалібровки. Плавню розкрутити ротор за годинниковою стрілкою до появи короткого звукового сигналу низького струму і загоряння на індикаторі 2 напису у вигляді сходів « $_ -$ ». Про початок вимірювального циклу свідчить загасання напису у вигляді сходів і загоряння цифри 4. Короткий звуковий сигнал високого тону свідчить про закінчення вимірювального циклу. Зупинити обертання колеса за допомогою гальмового пристрою. Дані автокалібровки заносяться автоматично до пам'яті верстата.

Перевірка автокалібровки

Для перевірки правильності проведення автокалібровки натиснути на кнопки 7 і 6. При цьому повинні згаснути індикатор 2 та спалахнути індикатори 1 і 3, а також індикатор 5, при відсутності

звукового сигналу. Якщо зазвучить сигнал низького тону, це свідчить про допущені помилки при проведенні автокалібровки та необхідність її повторного проведення в повному обсязі. Для цього необхідно зняти контрольний вантаж і провести автокалібровку згідно раніше наведеної схеми.

Балансування коліс

Технічний стан колісного вузла визначати шляхом виміру таких параметрів:

- тиску повітря в шині;
- радіального і осьового биття шини і диска;
- висоти протектора;
- дисбалансу колісного вузла.

Послідовність контролю параметрів технічного стану колісного вузла:

- визначення висоти протектора;
- характеру зношування шини;
- наявності ушкоджень протектора і боковин;
- перевірка тиску повітря в шині;
- перевірка радіального і осьового биття шини;
- перевірка диска і шини зовнішнім оглядом: наявності порізів, здуттів, або предметів, що застрягли в протекторі шини;
- деформації диска, зношування отворів кріплення диска тощо.

За допомогою штангенциркуля визначити глибину протектора. До експлуатації допускаються шини із глибиною протектора не менше 1,6 мм.

Перевірити тиск повітря в шині за допомогою манометра. Допускається відхилення тиску від норми не більше $\pm 0,01$ Мпа.

Перевірка дисбалансу коліс здійснюється на балансувальному верстаті в наступному порядку:

- установити і закріпити колесо на ротор верстата;
- визначити радіальне биття шини і осьове биття диска і шини.

Радіальне і осьове биття шини не повинні перевищувати 1,2 мм. Балансування колеса при наявності дисбалансу проводити в наступній послідовності:

- виміряти відстань до лівої площини корекції /колеса/ за допомогою вбудованої лінійки (рис.12.1) і отриманий результат зафіксувати за допомогою ручки 10, розташованої на лівій панелі;
- увести за допомогою ручок 8 і 9 відповідно діаметр установки коригувальних тягарців D і значення відстані між площинами корекції W (рис.12.1);
- натиснути на кнопки 7 і 6 і плавно розкрутити колесо за годинниковою стрілкою до появи сигналу низького тону. Про початок вимірювального циклу свідчить поява другого сигналу високого тону і напис на індикаторі 2 у вигляді сходів « $_ - \bar{_}$ »;
- після закінчення вимірювального циклу, про що свідчить вмикання цифрового індикатора, зупинити обертове колесо за допомогою гальмового пристрою;
- короткочасно натиснути на кнопки 7 або 6, при цьому спалахує індикатор 1 або 3, що вказує площину коректування;
- повернути колесо в будь-якому напрямку до вмикання індикатора 4, причому у цю мить місце корекції (установки тягарців) повинне перебувати напроти вказівної стрілки у верхній точці диска колеса в обраній площині корекції;
- установити на диск колеса коригувальний тягарець з масою, що контролюється цифровим індикатором 2;
- задля виставлення тягарця колеса необхідно зняти зі стенда.

Вказівки до оформлення звіту

Отримані дані експлуатаційних параметрів колісного вузла порівняти з нормативними та заповнити табл.12.1.

Таблиця 12.1

Значення параметрів

Найменування параметрів	Нормативне значення	Фактично отримане
Розмір шини		
Тиск у шині, Мпа		
Глибина протектора, мм		
Характер зношування шини		
Радіальне биття шини, мм		
Осьове биття диска і шини, мм		
Маса встановлюваного вантажу, г		

Контрольні запитання

1. Чи впливає осьове і радіальне биття шин на дисбаланс і зношування шин?
2. Чому необхідно перевіряти тиск повітря в шині перед балансуванням колеса?
3. Що впливає на величину дисбалансу?
4. Як впливає дисбаланс колісного вузла на зношування шин?
5. На які експлуатаційні властивості автомобіля впливає дисбаланс коліс?

Література [7, 37]

Лабораторна робота № 13

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ТА МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ НА СТЕНДІ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ

Мета роботи

Засвоїти методику визначення ККД автомобіля та величини механічних втрат на стенді з біговими барабанами.

Устаткування та прилади

1. Пересувна станція діагностики ПДС–Л.
2. Контролер введення інформації із ЦВС ПДС.
3. Персональна ЕОМ (NoteBook або ІВМ–сумісний).
4. Автомобіль.
5. Витратомір палива.
6. Програмне забезпечення.

Основні положення

Випробування автомобілів проводяться на роликівих стендах. Автомобіль розташовують ведучими колесами на ролики стенда. Навантаження динамометричного гальма стенда таке, щоб при максимальній (на даному циклі) швидкості автомобіля, розрідження у впускному трубопроводі при випробуваннях автомобіля на стенді відповідало реальному розрідженню при русі його по рівній дорозі з гарним покриттям. Інерційні маси стенда (ролики і додаткові маховики) відтворюють дійсні умови руху на режимах прискорення та сповільнення. Загальна схема стенда для проведення випробувань автомобілів за циклами на токсичність наведена на рис.13.1.

Зміст і порядок виконання роботи

- 1. Визначення ККД автомобіля здійснюється в такій послідовності*

1.1. Установити автомобіль ведучими колесами на барабани стенда ПДС–Л. Під передні колеса поставити страхувальні колодки. На вихлопну трубу закріпити шланг відсосу відпрацьованих газів.

1.2. Прогріти двигун до температури охолоджувальної рідини 80... 85 °С.

1.3. Приєднати входні і вихідні трубки витратоміра палива в паливну магістраль між бензонасосом і фільтром тонкого очищення. Перевірити правильність напрямку течі бензину через витратомір.

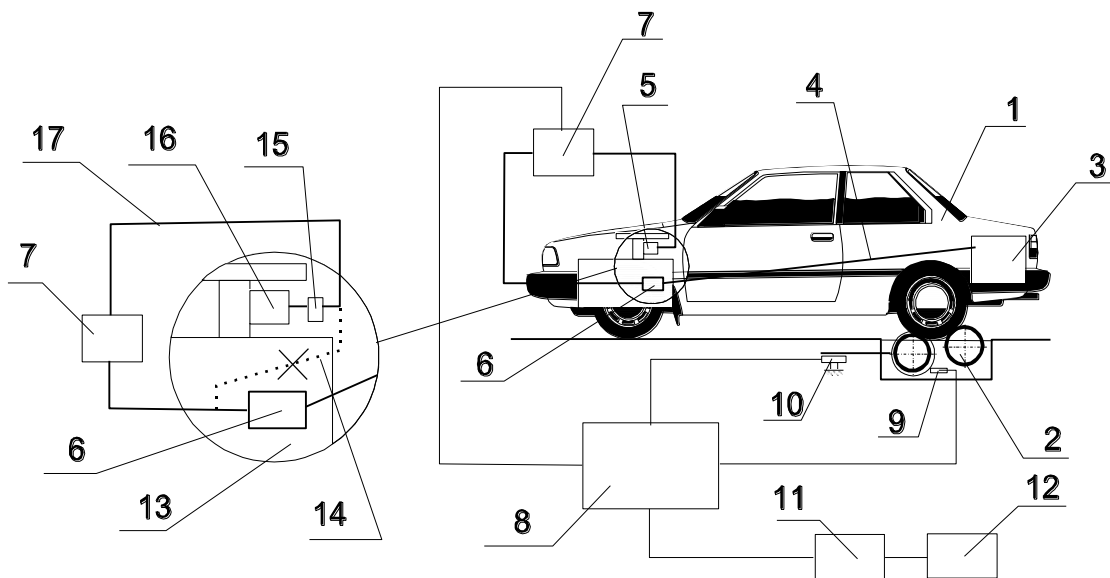


Рис.13.1. Загальна схема вимірювальної системи для визначення ККД автомобіля і механічних втрат у трансмісії: 1 – автомобіль; 2 – стенд із біговими барабанами; 3 – автомобільний паливний бак; 4 – паливопровід; 5 – карбюратор; 6 – паливний насос; 7 – витратомір палива; 8 – контролер уведення інформації із ЦВС ПДС; 9 – датчик виміру кутової швидкості колеса; 10 – тензOMETричний датчик крутного моменту з підсилювачем; 11 – ПЕОМ; 12 – друкувальний пристрій; 13 – двигун; 14 – паливопровід, що відключається під час виміру; 15 – фільтр тонкого очищення палива; 17 – паливопровід вимірника витрати палива

1.4. Підключити живлення витратоміра до акумулятора автомобіля. Проконтролювати дотримання полярності акумуляторної батареї та витратоміра.

1.5. Підключити канал виводу інформації витратоміра палива до АЦП. Підключити цифрову вимірювальну систему (ЦВС) ПДС–Л до АЦП. Підключити АЦП до ПЕОМ за засобами інтерфейсного

рознімання RS–232.

1.6. Ввімкнути живлення вимірювальної системи ПДС–Л за допомогою кнопки «МЕРЕЖА».

1.7. Ввімкнути живлення ПЕОМ, дочекавшись завантаження операційної системи. Запустити програму реєстрації інформації з АЦП.

1.8. Розігнати автомобіль на стенді з біговими барабанами до швидкості 50 км/год. Утримувати постійну величину швидкості «руху» автомобіля.

1.9. Запустити програму індикації «руху» автомобіля на «СТАРТ». Контролювати процес зчитування показань годинної витрати палива, швидкості руху автомобіля та навантаження на бігових барабанах протягом не менш 60 с. Після чого зупинити зчитування програмою даних з АЦП.

1.10. Зафіксувати з екрану дисплея показання годинної витрати палива, швидкості руху та навантаження.

1.11. Повторити п. 1.9 – 1.10 не менш трьох разів. Результати занести до протоколу випробувань.

1.12. Розрахувати величину ККД автомобіля згідно формулі

$$\eta_a = \frac{(P_b + P_c) \cdot V_a}{G_t \cdot H_H}, \quad (12.1)$$

де G_t – погодинна витрата палива, кг/год; H_H – найнижча теплота згоряння палива (для бензину приймається $H_H = 43000$ кДж/кВт); P_b – сила на навантажувальному пристрої ($P_b = k \cdot A_H$, де k – коефіцієнт; A_H – показання індикатора на навантажувальному пристрої); V_a – швидкість «руху» автомобіля, км/год; P_c – сила внутрішнього опору в стенді, що приймається постійною величиною $P_c = 50$ Н).

1.13. За допомогою рукоятки “Навантаження” на пульті ПДС–Л установити середню величину навантаження при швидкості 50 км/год.

1.14. Повторити п. 1.9–1.13 при частковому навантаженні коліс автомобіля. Оцінити зміну ККД автомобіля при підвищенні навантаження на колесах автомобіля, з відповідними висновками.

1.15. Результати вимірів занести в табл.13.1.

2. Визначення механічних втрат трансмісії автомобіля на стенді з біговими барабанами виконати в такій послідовності

2.1. Підготувати автомобіль і вимірювальну систему до вимірювання (див. пп. 1.1 – 1.7).

2.2. Розігнати автомобіль на стенді з біговими барабанами до швидкості 50 км/год. Утримувати цю швидкість «руху» автомобіля постійною.

2.3. Зробити запуск програми запису процесу «руху» автомобіля на «СТАРТ». Контролювати процес початку роботи програми. Дати команду водієві на початок процесу «Вибіг».

Таблиця 13.1

Результати виміру ККД автомобіля Skoda Octavia на стенді ПДС–Л

Вимірювані параметри	Номер виміру			Середнє значення
	1	2	3	
Відсутність «навантаження» навантажувального пристрою стенда				
Швидкість руху автомобіля, км/год				
Годинна витрата палива, л/год				
Навантаження на бігових барабанах, Н·м				
ККД автомобіля	–	–	–	
Часткове «навантаження» навантажувального пристрою стенда				
Швидкість руху автомобіля, км/год				
Годинна витрата палива, л/год				
Навантаження на бігових барабанах, Н·м				
ККД автомобіля	–	–	–	

- Водій залежно від режиму вибігу:
 - припиняє натискати педаль акселератора і вимикає запалювання двигуна автомобіля (1-й режим);
 - припиняє натискати педаль акселератора і натискає на педаль зчеплення (2-й режим);
 - припиняє натискати педаль акселератора і переводить важіль коробки передач у нейтральне положення, очікуючи повної зу-

пинки обертання коліс автомобіля.

2.5. Після повної зупинки автомобіля на стенді з біговими барабанами припинити запис параметрів у програмі, подаючи команду «СТОП». Після – зупинити зчитування даних з АЦП.

2.6. Зберегти дані на диску комп'ютера, за допомогою команди «Save». На запит програми ввести ім'я файлу (за правилами операційної системи MS-DOS). Дочекатися завершення процесу збереження.

2.7. Розрахувати силу механічних втрат у трансмісії автомобіля за формулою, Н

$$P_{\text{тр}} = \frac{J}{r^2} \cdot \left(b_t - (a_t - V_a) \cdot \frac{c_t}{b_t + c_t} \right), \quad (13.2)$$

де J – наведена інерційна маса трансмісії, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; r – радіус колеса, м;

a_t , b_t і c_t – поліноміальні коефіцієнти процесу вибігу автомобіля на стенді з біговими барабанами (визначаються по програмою на ПЕОМ);

V_a – розрахункова швидкість автомобіля, км/год (приймати $V_a = 50 \text{ км/год}$).

2.8. Повторити п. 2.2 – 2.6 для іншого режиму «Вибіг».

2.9. Результати вимірів занести в табл.13.2.

Таблиця 13.2

Результати виміру «вибігу» автомобіля Skoda Octavia на стенді ПДС–Л

Вимірювані параметри	Номер режиму			Середнє значення
	1	2	3	
Відсутність «навантаження» навантажувального пристрою стенда				
Початкова швидкість руху автомобіля, км/год				
Час «вибігу» автомобіля, с				
Навантаження на бігових барабанах, $\text{Н} \cdot \text{м}$				
Сила механічних втрат у трансмісії, Н				

Контрольні запитання

1. У яких межах змінюється ККД сучасного автомобіля в умовах експлуатації?
2. У яких випадках ККД автомобіля може рівнятися нулю?
3. Які параметри необхідно замірити, щоб одержати ККД автомобіля у дорожніх умовах та на стенді з біговими барабанами?
4. Чим відрізняється умови визначення механічних втрат на стенді з біговими барабанами і у дорожніх умовах?
5. У чому переваги використання ПЕОМ при проведенні діагностування автомобіля?

Література [6]

Лабораторна робота № 14

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ОКСИДІВ АЗОТУ (NO_x) У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ ПДС-Л

Мета роботи

Ознайомлення з методами та засобами оцінки токсичності відпрацьованих газів легкових автомобілів з бензиновими двигунами. Практично зробити оцінку вмісту оксидів азоту в газах на роликовому стенді. Оцінити вплив рециркуляції газів на вміст NO_x.

Устаткування та прилади

1. Пересувна станція діагностики ПДС-Л.
2. Автомобіль SKODA OCTAVIA.
3. Стендовий двигун ВАЗ-2108.
4. Комплект ультразвукового гомогенізатора.
5. Газоаналізатор NO/NO_x 344ХЛ01.
6. Набір ключів.

Основні положення

Присутність токсичних компонентів у відпрацьованих газах поршневих двигунів обумовлено рядом конструктивних і регулювальних факторів, видом використовуваних палив і мастил, а також залежить від протікання процесу згоряння, умов роботи та технічного стану двигунів.

До числа основних токсичних речовин, що виділяються з відпрацьованими газами відносяться: монооксид вуглецю, оксиди азоту та сірки, вуглеводні, альдегіди тощо.

Проблема захисту повітря від забруднення його токсичними компонентами відпрацьованих газів є складною, а її успішне рішення обумовлене тісним співробітництвом заводів-виготовлювачів автомобілів і автотранспортних організацій, а також залежить від стану

науково-обґрунтованого повітроохоронного законодавства та нормативної бази всієї природоохоронної діяльності.

Із всіх токсичних компонентів оксиди азоту є найнебезпечнішими з погляду впливу на навколишнє середовище та організм людини.

Утворення оксидів азоту при згорянні палива є результатом термічної реакції, тобто зі збільшенням температури згорання кількість NO_x збільшується. Установлено, що найбільша кількість оксидів азоту проявляється при значенні коефіцієнта надлишку повітря $\alpha = 1 \dots 1,05$, тобто при максимальній температурі згорання. Таким чином, чим досконаліше процес згорання, тим більше викиди оксидів азоту. Основним методом зниження концентрації оксидів азоту є установка на автомобіль каталітичного нейтралізатора. По такому шляху і йдуть розроблювачі конструкцій автомобілів. Однак тут високі вимоги пред'являються до палива – бензин повинен бути не етилірованим. Лише в цьому випадку забезпечується робота каталітичного нейтралізатора.

Як показують статистичні дослідження, в умовах вуличного руху частки часу роботи двигуна на окремих режимах можна представити таким чином: на холостому ході та середніх частотах обертання – 35% часу, на постійних частотах обертання – 29%, із прискоренням – 22%, із сповільненням – 14%. Середній вміст оксидів азоту на холостому ході та середній частоті обертання – 30 млн^{-1} , на середній постійній частоті обертання (під навантаженням) – 1050 млн^{-1} , на режимі розгону – 650 млн^{-1} , при сповільненні – 20 млн^{-1} . Як видно з наведених цифр, контроль за вмістом оксидів азоту необхідно здійснювати під навантаженням.

Зростання погрози забруднення навколишнього середовища, у значній мірі обумовлене викидами двигунів. Це спонукало керівні органи багатьох країн до видання законодавчих нормативів на обмеження викиду токсичних компонентів з відпрацьованими газами. Перший у світі закон, що визначає гранично припустиму концентрацію основних токсичних компонентів (оксиду вуглецю та вуглеводнів) у відпрацьованих газах був прийнятий у США в 1959р. Даний документ був розроблений на підставі досвіду штату Каліфорнія. У наступні роки його неодноразово доповнювали, уводячи норми, що визначають гранично припустимий викид оксидів азоту, ка-

ртерних газів, а також припустимий ступінь димності відпрацьованих газів дизельних двигунів. Аналогічні стандарти розроблялися та впроваджувалися в країнах Європи. У цей час у країнах Європи діє стандарт Євро-5, що обмежує викиди CO, CH і NO_x у грамах на кілометр. У нашій країні діє ДСТУ 4277:2004, що нормує концентрацію CO і CH на холостому ходу.

Однак, як вказувалося вище, викид двигуном токсичних компонентів залежить від способу керування автомобілем, умов руху, конструктивних параметрів двигуна. Тому для перевірки токсичності відпрацьованих газів автомобіля були розроблені моделі циклів – випробувальні цикли, що відтворюють середні режими руху автомобіля. Тільки таким способом можна контролювати та зіставляти викиди газів різних типів автомобілів. Маса компонентів, що викидаються двигуном у період випробувального циклу, може співвідноситися або з роботою, виконаної двигуном (г/квт. Год), або із пробігом автомобіля (г/км), або із циклом у цілому. У цей час використовуються три основних методи оцінки токсичності двигунів по випробувальним циклам: американському, японському і європейському. Випробувальні цикли розроблені на основі вивчення режимів роботи двигунів в умовах руху автомобілів у великих містах.

Оцінку токсичності автомобільних двигунів на основі випробувальних циклів роблять звичайно з метою:

- визначення відповідності кількості токсичних речовин стандартам;
- дослідження впливу конструкції та параметрів роботи двигуна на токсичність.

Випробування автомобілів проводяться на роликівих стендах. Автомобіль встановлюють ведучими колісьми на ролики стенда. Навантаження динамометричного гальма стенда вибирається таким, щоб при максимальній (на даному циклі) швидкості автомобіля, розрідження у впускному трубопроводі при випробуваннях автомобіля на стенді відповідало реальному розрідженню при русі його по рівній дорозі з гарним покриттям. Інерційні маси стенда (ролики та додаткові маховики) відтворюють дійсні умови руху на режимах прискорення і сповільнення. Загальна схема стенда для проведення випробувань автомобілів по циклах на токсичність наведена на рис.14.1.

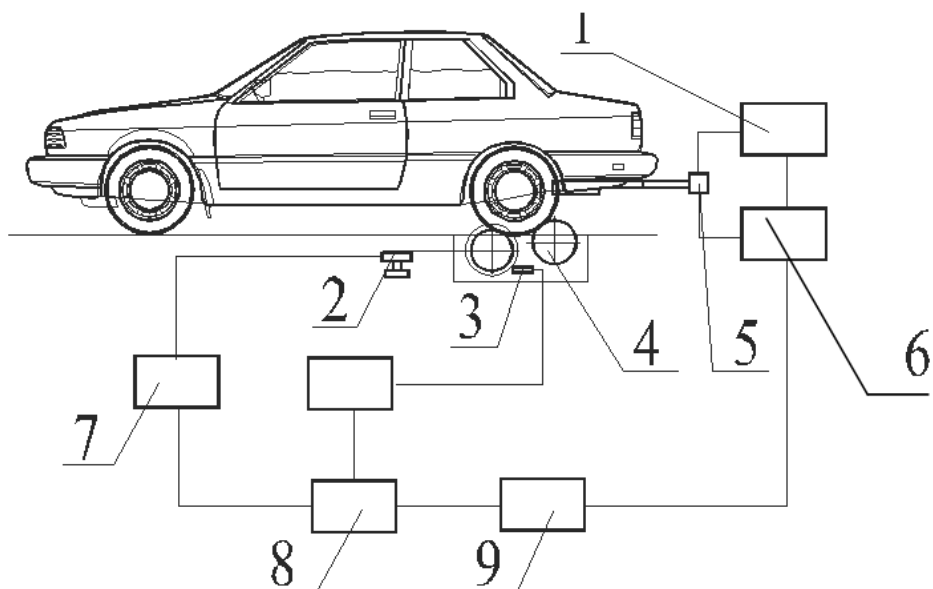


Рис.14.1. Загальна схема для проведення випробувань автомобілів по циклах на токсичність: 1 – газоаналізатор NO_x ; 2 – тензометричний датчик крутного моменту; 3 – датчик виміру швидкості; 4 – роликівий стенд; 5 – пробоотборник; 6 – газоаналізатор CO і CH ; 7 – підсилювач електричного сигналу; 8 – АЦП; 9 – ПЕОМ

Відпрацьовані гази, що викидаються двигуном, збираються в еластичні ємності. Не пізніше, ніж через 20 хв. Після випробувань, проби газу піддають аналізу з метою визначення середнього об'ємного вмісту токсичних компонентів. Масу газів, що виділяється двигуном під час випробувань і зібрану у ємність, визначають за допомогою газового лічильника. Потім визначають масу токсичних компонентів, що доводяться на 1 км пробігу або на весь цикл випробувань.

Способи зменшення викидів оксидів азоту (NO_x)

Токсичність відпрацьованих газів двигунів можна зменшити шляхом попередження утворення токсичного компонента або за допомогою нейтралізації. До числа конструктивних засобів є застосування в бензинових двигунах безпосереднього впорскування палива. Дана система практично повністю забезпечує умови для рівномірного розподілу суміші по окремих циліндрах. Завдяки безпосередньому впорскуванню палива в простір перед впускним клапаном

досягається гарне розпилення палива та змішування його з повітрям. При безпосередньому впорскуванні палива двигун може стійко працювати на збіднених сумішах на всіх режимах, і тільки на режимі повного навантаження (з метою одержання максимальної потужності) він працює на багатій суміші (у такому режимі зменшується викид NO_x).

Засіб нейтралізації заснований на хімічній реакції, що відновлює NO і NO_2 (NO_x). Установлюється нейтралізатор у випускному трубопроводі та, як правило, має дві камери: в одній камері відбувається процес відновлення NO_x , у другий – процес окислювання CO і CH .

Другим засобом зменшення вмісту NO_x у відпрацьованих газах карбюраторних двигунів є напрямок частини газів назад у циліндри двигуна (рециркуляція відпрацьованих газів). Завдяки рециркуляції, разом з ультразвуковим гомогенізатором, забезпечується зменшення температури згоряння та поліпшується якість готування суміші. Це приводить до зменшення викидів оксидів азоту.

Схема системи рециркуляції відпрацьованих газ представлена на рис.14.2.

Перепуск частини газів з випускної системи у впускний трубопровід відбувається внаслідок різниці тисків. Рециркуляція 5% відпрацьованих газів зменшує концентрацію NO_x на 47%, а 15% газів – на 84%. Одночасно із цим спостерігається незначне зменшення викиду CH і деяке збільшення викиду CO . Експериментально встановлено, що кількість газу, що перепускається, при повному навантаженні двигуна не повинно перевищувати 10%.

Зміст і порядок виконання роботи

Перевірку виконати в такій послідовності.

На стенді з біговими барабанами.

1. Встановити автомобіль SKODA OCTAVIA ведучими колісьми на ролики стенда ПДС-Л. Під вільні колеса поставити страховочні колодки. На вихлопну трубу закріпити шланг відсосу відпрацьованих газів.

2. Прогріти двигун до температури $80...85^{\circ}\text{C}$ (для прискорення прогріву доцільно прокручувати ролики стенда на зниженій переда-

чі).

3. Закріпити у вихлопній трубі автомобіля зонд газоаналізатора. Включити газоаналізатор і прогріти його протягом 5 хвилин.

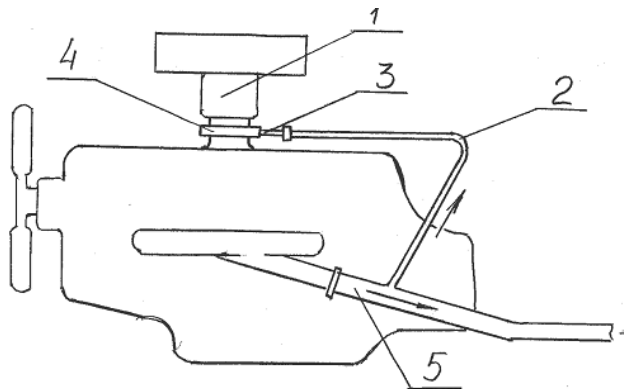


Рис.14.2. Схема системи рециркуляції відпрацьованих газів: 1 – карбюратор; 2 – трубопровід; 3 – ультразвуковий гомогенізатор; 4 – пластина гомогенізатора; 5 – випускний трубопровід

4. Зробити вимір вмісту NO_x у газах на холостому ході.

5. Розігнати ролики стенда до швидкості 60 км/год і зробити вимір змісту NO_x без навантаження (як навантаження служать інерційні маси обертових елементів стенда і колеса).

6. За допомогою рукоятки “Навантаження” на пульті ПДС-Л встановити середню величину навантаження та при тій же швидкості 60 км/год зробити вимір змісту NO_x .

7. Встановити повну величину навантаження і також зробити вимір змісту NO_x . При нормально працюючому нейтралізаторі значного підвищення вмісту NO_x не повинне бути. Результати вимірів занести до протоколу випробувань (табл.14.1). Зробити висновки про роботу каталітичного нейтралізатора.

На стендовому двигуні ВАЗ-2108.

1. Прогріти двигун ВАЗ-2108 до температури 80...85⁰С.

2. Закріпити у вихлопній трубі зонд газоаналізатора. Включити газоаналізатор і прогріти його протягом 5 хвилин.

3. Зробити вимір вмісту NO_x у газах на холостому ході при закритому крані рециркуляції.

4. Перемкнути кран рециркуляції в положення “відкрите” і зробити виміри вміст NO_x з рециркуляцією відпрацьованих газів. Результати вимірів також занести до протоколу випробувань (табл.14.2).

5. Зрівняти результати вимірів змісту NO_x у штатному режимі та з використанням ультразвукового гомогенізатора з рециркуляцією газів. Зробити висновки.

Таблиця 14.1

Результати випробувань автомобіля SKODA OCTAVIA на зміст NO_x на стенді ПДС-Л

Режим перевірки	Вміст NO_x , млн ⁻¹
1. Холостий хід	
2. Розгін інерційних мас стенда ($V=60$ км/год)	
3. Середнє навантаження ($V=60$ км/год)	
4. Повне навантаження ($V=60$ км/год)	

Таблиця 14.2

Результати випробувань двигуна ВАЗ-2108 на вміст NO_x у газах

Режим перевірки	Вміст NO_x у штатному режимі, млн ⁻¹	Вміст NO_x при рециркуляції, млн ⁻¹
1. Холостий хід		

Контрольні запитання

1. Які токсичні компоненти містяться у відпрацьованих газах автомобіля з бензиновим двигуном?
2. Чому необхідний контроль змісту оксидів азоту в газах?
3. Який механізм утворення окислів азоту при роботі двигуна?
4. Що таке випробувальний цикл?
5. За допомогою яких засобів можна здійснювати контроль вмісту NO_x у відпрацьованих газах?
6. Які основні способи зменшення змісту NO_x ?

Література [6, 38]

Лабораторна робота № 15

ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМУ АВТОМОБІЛІВ

Мета роботи

Вивчити методику оцінки шуму транспортного засобу. Одержати навички запису і аналізу акустичного сигналу двигун а на ПЕОМ. Одержати навички роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням для введення і обробки акустичного сигналу.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль.
2. Вимірник шуму і вібрації ВШВ-003-М2.
3. Прилад комбінований Ц4328 (Автотестер).
4. Персональна ЕОМ (NoteBook або IBM-сумісна).
5. Програмне забезпечення SoundForse.
6. Комплект мікрофонів.

Основні положення

Відповідно до вимог ДСТУ 3649-97 «Засобу транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану і методи контролю» загальний стан двигуна визначається за рівнем зовнішнього шуму (п. 10.3). Стандарт встановлює, що рівень зовнішнього шуму не повинен перевищувати нормативне значення більш ніж на 10 дБА. Методика проведення вимірів шуму транспортного засобу, а також нормативні значення рівня шуму, повинні відповідати ГОСТ 27436-87 «Зовнішній шум автотранспортних засобів. Припустимі рівні і методи виміру».

В відповідності з ГОСТ 27436-87 встановлені припустимі рівні шуму для базових моделей автомобілів і їхніх модифікацій, значення яких наведені в табл.15.1 Стандарт передбачає два режими виміру: під час руху автомобіля і вимір шуму на нерухомому автомобілі. Під час загального контролю технічного стану транспортного засобу (ДСТУ 3649-97) застосовується другий режим перевірки (на не-

рухомому автомобілі), при якому повинні бути виконані наступні умови:

- вимірювання рівня шуму повинно здійснюватися шумоміром 1-го класу за ГОСТ 17187-81;
- при вимірюванні шуму на автомобілі коробка передач повинна бути в нейтральному положенні, а зчеплення повинне бути включене;
- вимірювання повинне виробляється на майданчику, на якому на відстані 3 м від автомобіля не повинно бути об'єктів, що відбивають звук;

Таблиця 15.1

Припустимий рівень шуму за ГОСТ 27436-87

Тип автомобіля	Рівень шуму дБА, автомобілів, виробництво яких почато		
	До 01.01.87	з 01.01.87	з 01.01.89
Легкові і вантажопасажи́рські автомобілі	82	80	77
Автобуси з повною масою до 3500 кг і двигуном потужністю менш 150 кВт	84	81	78-79
Автобуси з повною масою більше 3500 кг і двигуном потужністю 150 кВт і більше	89	82	83
Автобуси з повною масою більше 3500 кг і двигуном потужністю 150 кВт і більше	91	85	78-79
Вантажні автомобілі з повною масою менш 3500 кг	84	84	
Вантажні автомобілі з повною масою більше 3500 кг і двигуном потужністю менш 75 кВт	89	86	81
Вантажні автомобілі з повною масою більше 3500 кг і двигуном потужністю більше 75 кВт, але не менш 150 кВт			83
Вантажні автомобілі з повною масою більше 3500 кг і двигуном потужністю більше 150 кВт	91	88	84

- мікрофон повинен бути встановлений на відстані 0,5 м від ви-

хлопної труби, головна вісь мікрофона повинна бути паралельна дорозі і становити кут $(45 \pm 10)^\circ$ з вертикальною площиною осі вихлопної труби, висота розташування мікрофона повинна відповідати висоті вихлопної труби, але не нижче 0,2 м від поверхні дороги. Схема розташування мікрофона при вимірі шуму на нерухомому автомобілі наведена на рис.15.1;

- при вимірюванні шуму частота обертання колінчатого вала двигуна повинна становити $3/4$ номінальної частоти;
- шум вимірюється з моменту встановлення постійної частоти обертання і до моменту повного сповільнення обертання колінчатого вала двигуна при різкому перекладі педалі акселератора в положення, що відповідає мінімальній подачі палива;
- при вимірюванні рівня шуму шумомір повинен перебувати в режимі «швидкого» виміру;
- вимір шуму роблять не менш трьох разів. Виміри вважаються дійсними, якщо різниця між трьома результатами не перевищить 2 дБА. За результат виміру шуму приймається найбільше значення із трьох вимірів.

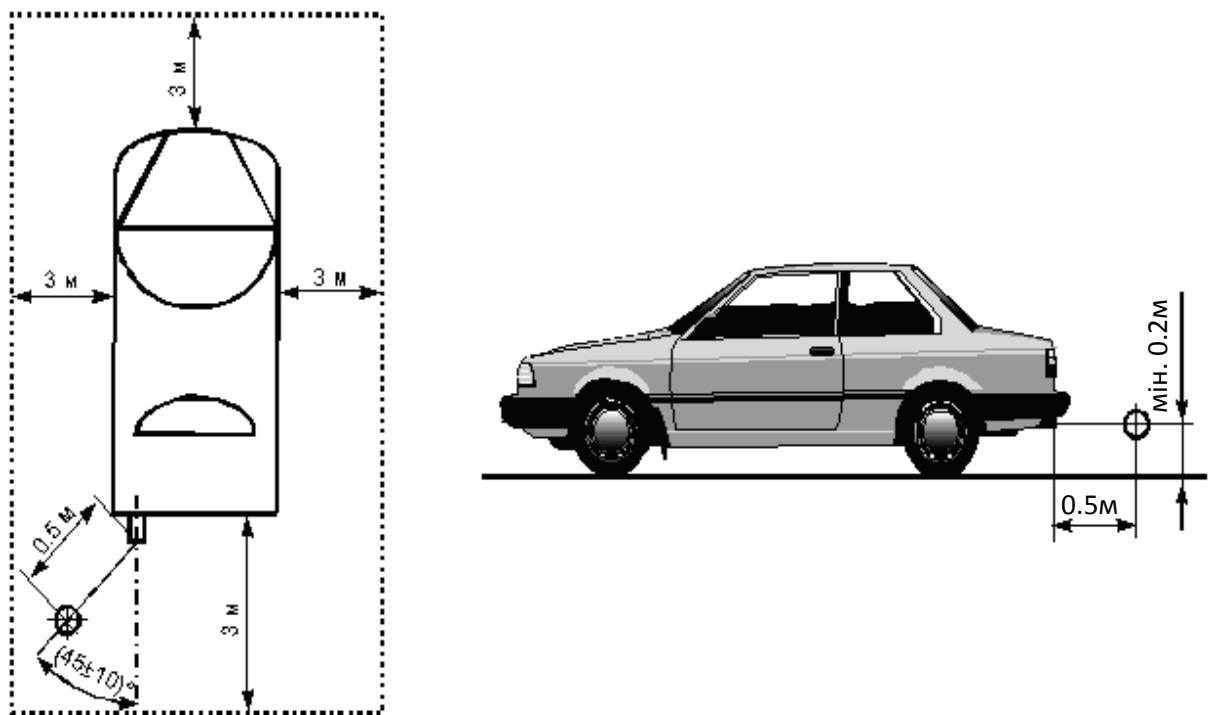


Рис.15.1. Схема розташування мікрофона при вимірюванні шуму на нерухомому автомобілі

Зміст і порядок виконання роботи

1. Вимір зовнішнього рівня шуму транспортного засобу.

1.1. Встановити автомобіль на майданчик. Встановити мікрофон, як показано на схемі (рис.15.1). Підключити автотестер для виміру частоти обертання колінчатого вала двигуна.

1.2. Підготувати шумомір до роботи: приєднати шумомір до мережі ~ 220 В и за допомогою перемикача 8 включити прилад (рис.15.2); за допомогою перемикачів 12 і 14 встановити чутливості шкали 6 на вимір рівня шуму до 100 дБА; перемикачі 8 встановити на режим виміру «швидко» (мітка "F"); підключити мікрофон до рознімання 1; вмикачі 10, 12 і 13 повинні бути встановлені у вимкненому стані. Положення регуляторів 7 і 9 не має значення.

1.3 Встановити нейтральну передачу коробки передач автомобіля. Завести двигун. Прогріти двигун до температури охолоджувальної рідини $70...80$ °С.

1.4. За допомогою педалі акселератора довести частоту обертання колінчатого вала до 3400 хв⁻¹. Частоту контролювати по показанню індикатора автотестера. Утримувати постійну частоту обертання двигуна. Зафіксувати показання шумоміра по індикатору 5 (рис.15.2).

1.5. Швидко перевести педаль акселератора в положення, що відповідає мінімальній частоті обертання колінчатого вала. Стежити за показаннями індикатора 5 шумоміра. Фіксувати максимальне відхилення покажчика на індикаторі 5. Результат занести до протоколу.

1.6. Повторити етапи 1.4 – 1.5 три рази. Різниця між трьома вимірами не повинна перевищувати 2 дБА. Остаточне прийняти найбільше значення рівня шуму із трьох вимірів.

1.7. Заглушити двигун автомобіля. Виключити шумомір перевівши перемикач 8 у положення «Відкл.». Від'єднати мікрофон.

1.8. Порівняти результати вимірів з нормативними значеннями для даного типу рухомого складу. Зробити висновки.

2. Вимір рівня шуму двигуна за допомогою ПЕОМ.

2.1. Підготовка вимірювальної системи до роботи: встановити мікрофон на відстані $0,5...1,0$ м від двигуна; підключити мікрофон у

гніздо ПЕОМ; включити живлення ПЕОМ; завантажити операційну систему; завантажити програму Sound Forge 7.0. Вид робочого вікна програми Sound Forge 7.0 приведено на рис.15.3. Ознайомиться з роботою програми Sound Forge 7.0.

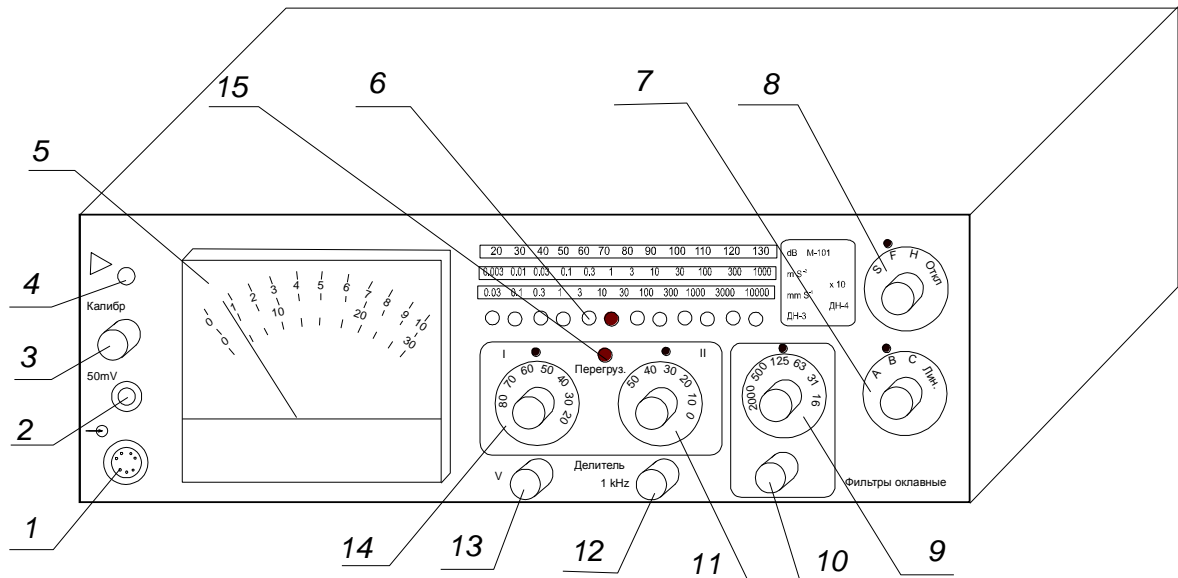


Рис.15.2. Загальний вид вимірника шуму і вібрації ВШВ-003-М2: 1 – рознімання приєднання мікрофона; 2 – рознімання підключення калібратора; 3 – вмикач режиму калібрування; 4 – рознімання підключення навушників; 5 – індикатор рівня шуму; 6 – індикатор діапазону; 7 – перемикач рівня фільтрації; 8 – вмикач приладу і перемикач чутливості; 9 – перемикач октав; 10 – вмикач режиму фільтрації; 11 і 14 – перемикач діапазону; 12 і 13 – вмикачі дільника; 15 – індикатор перевантаження

2.2. Налаштувати програму на запис: викликати з меню «Файл» команду «Створити»; у вікні, що з'явилося (рис.15.4) встановити наступні параметри: частота оцифровки – 192000 Гц, розрядність – 24 біта; канал – моно; натиснути кнопку «ОК» для підтвердження установок.

2.3. Підготувати програму для запису звуку: натиснути на кнопку «Запис», розташовану на панелі керування записом/відтворення (рис.15.5); у новому вікні встановити наступні параметри: режим – «кілька заходів» або «завжди починати з початку», початок – 0.00 з, рівень – в активний стан, вид даних – «секунди», норм. DC – в активний стан. Командою «настроїти» можна встановити фоновий шум за початок звіту. При натисканні кнопки «настроїти» не повинно

бути активних джерел шуму.

2.4. Підготовка автомобіля до виміру рівня шуму: двигун повинен бути прогрітий до температури охолоджувальної рідини 70...80 °С; капот автомобіля необхідно відкрити. Завести двигун автомобіля. Встановити мінімальну стійку частоту обертання колінчатого вала (у межах 700 ... 900 хв⁻¹).

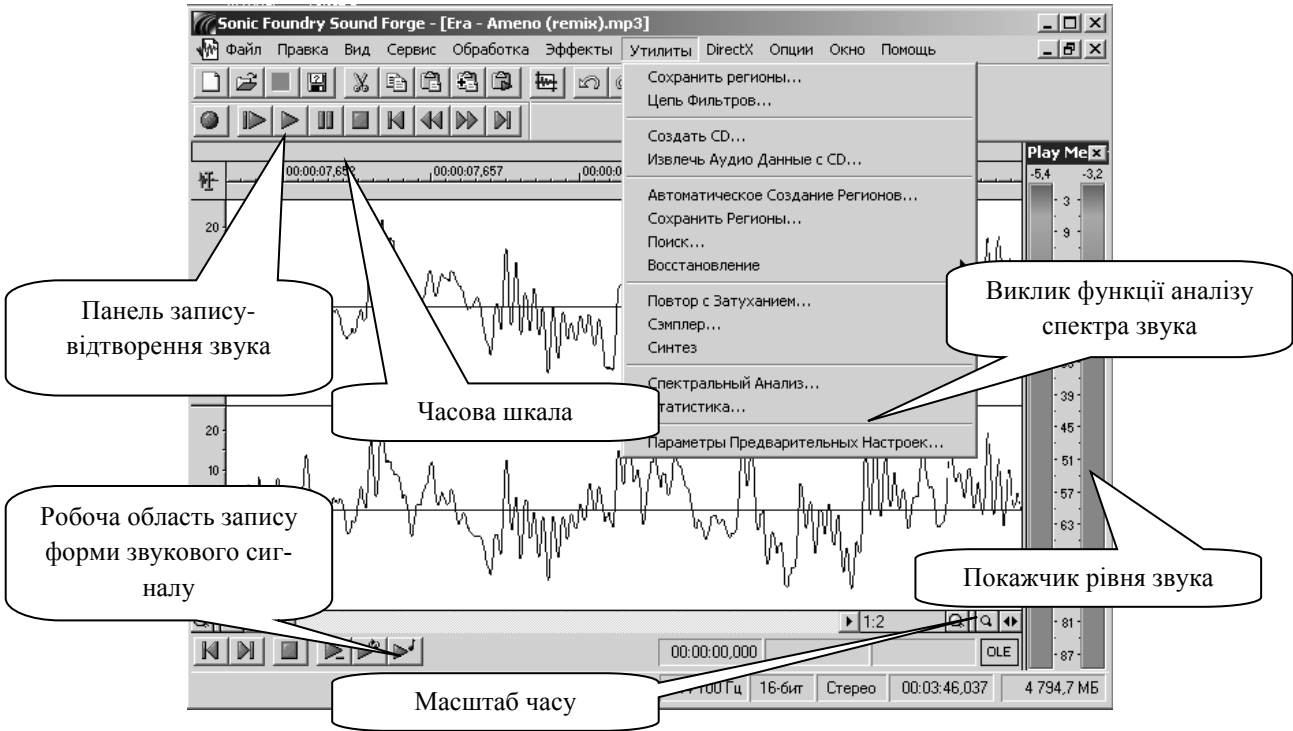


Рис.15.3. Вид робочого вікна програми Sound Forge 7.0

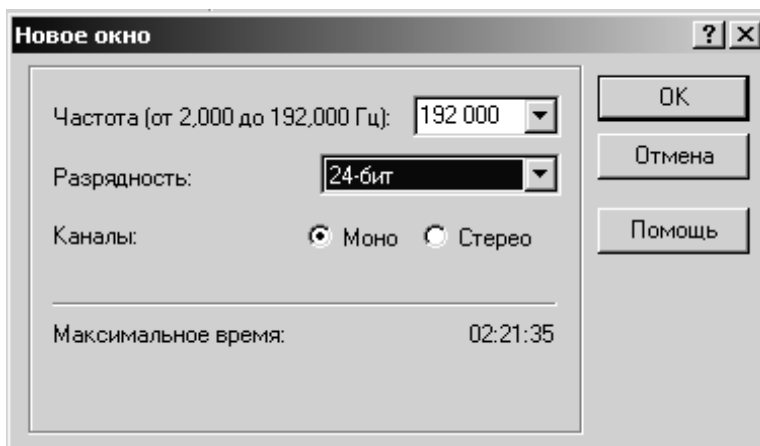


Рис.15.4. Вікно параметрів команди "Створити" і "Запис"

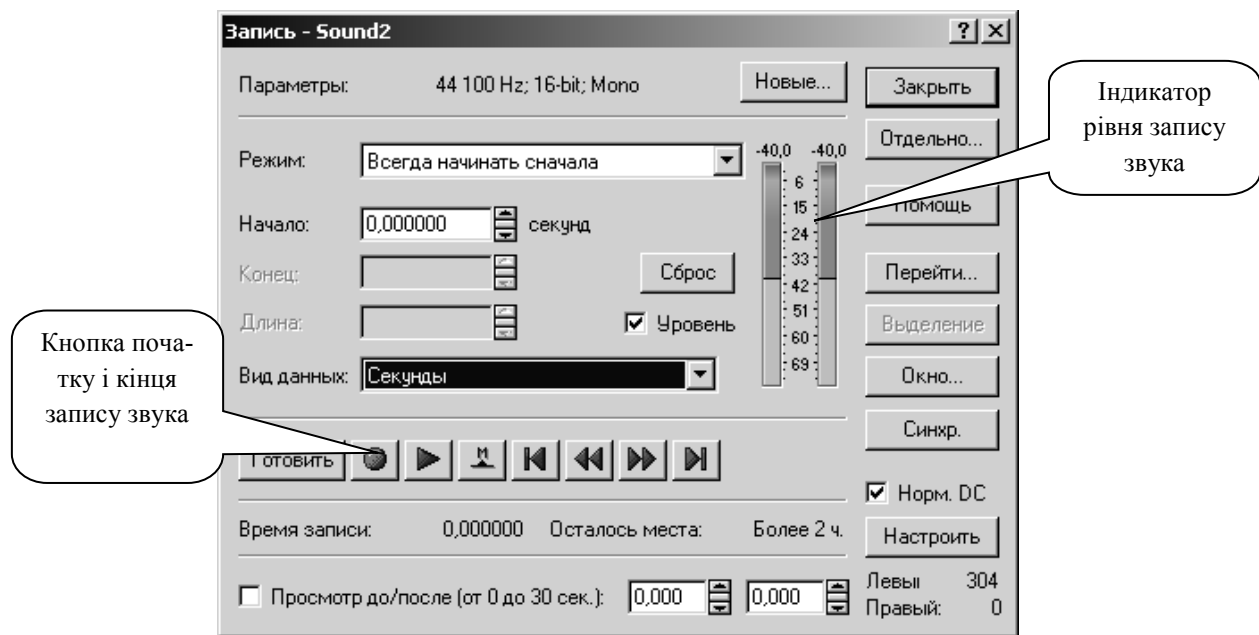


Рис.15.5. Вікно параметрів команди “Запис”

2.5. Запустити програму на запис звуку, натиснувши кнопку «запис» на панелі «запис». Зробити запис звуку, контролюючи індикатори рівня запису, не допускаючи перевищення рівня звуку вище припустимого, і час запису. Після 10...20 с зупинити запис звуку, натиснувши кнопку «Стоп».

2.6. Записати отриманий звуковий файл на диск. Для цього викликати команду «Запис» з головного меню «Файл». У вікні, що з’явилося (рис.15.6.) у рядку «ім’я файлу» укажіть припустиме операційною системою ім’я файлу, під яким на диску буде збережені дані. Як тип файлу рекомендується використати: Wave (Microsoft) /*.wav/ або MP3 (Audi) /*.mp3. Якщо необхідно, то встановити потрібний каталог для запису файлів, формат і атрибути файлу.

3. Аналіз рівня шуму двигуна за допомогою ПЕОМ.

3.1. При необхідності запустити програму Sound Forge і завантажити файл даних з диска або зробити запис шуму двигуна (виконати п. 2) у програму.

3.2. У робочій області виділити ділянку звуку, що відповідає одному повному циклу роботи двигуна. Для зручності можна збільшити масштаб графіка коливального процесу по тимчасовій і по амплітудній шкалі. Не вибирайте ділянку, що віддалена від перехідних процесів у двигуні. Роздрукувати обрану ділянку на принтері за допомогою команди Print Screen.

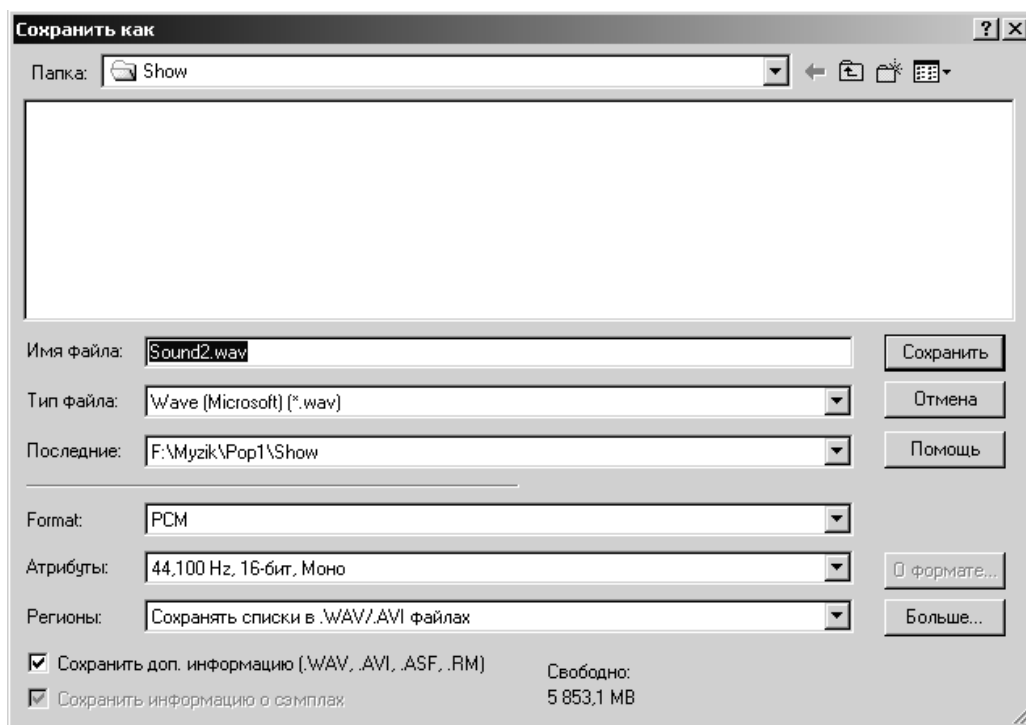


Рис.15.6. Вікно параметрів команди «Зберегти»

3.3. Зробити аналіз коливального процесу: визначити частоту обертання колінчатого вала двигуна; визначити амплітудне і середнє значення рівня шуму; оцінити форму коливального процесу; зрівняти між собою кілька циклових ділянок, узятими з різних місць звукової діаграми. Результат аналізу занести до протоколу.

3.4. Викликати команду «спектральний аналіз» з головного меню «Утиліти». У вікні, що з'явилося, програма побудує спектр виділеної області звуку. Перегляд спектра можна робити у двох режимах (рис.15.7): «нормальному» (лінійних або логарифмічних координатах) і «сонограмма» (кольоровій або чорно-білій).

3.5. Зробити роздруківку отриманих спектральних діаграм на принтері. Для цього необхідно скористатися командою «Печатка» з меню «Опції» панелі «Спектральний аналіз».

3.6. Проаналізувати спектральну діаграму: виділити частоти, при яких досягається максимум і мінімум рівня коливань; виділити характерні зони постійного, загасаючого і періодичного процесів, визначити періодичність сплеску і гасіння рівня коливань. Зробити висновки.

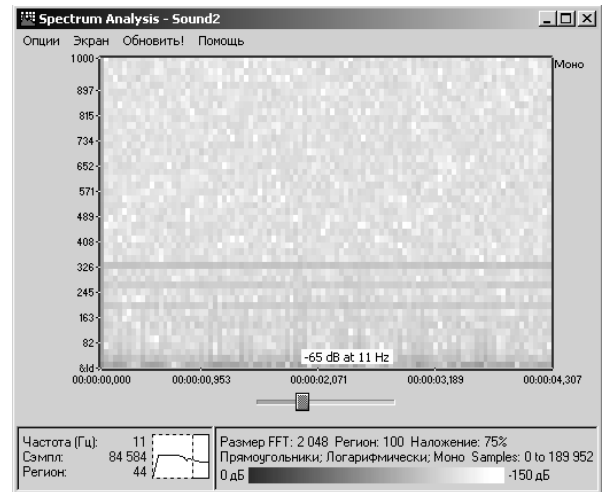
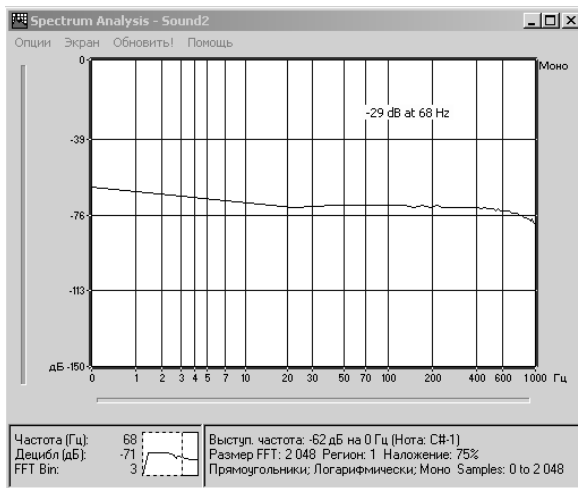


Рис.15.7. Спектральний аналіз шуму двигуна: (а) – у нормально-логарифмічних координатах; (б) – у вигляді «синограмми»

Контрольні запитання

1. На яких режимах необхідно робити вимір рівня зовнішнього шуму транспортного засобу?
2. У яких межах перебуває припустимий рівень зовнішнього шуму для легкового автомобіля?
3. Що являє собою фізична величина «рівень шуму»?
4. Чи можна за допомогою шумоміра визначити причину підвищеного джерела шуму на транспортному засобі?
5. Що таке рівень спектра? Як цей показник можна використати в процесі діагностування транспортного засобу?
6. Які додаткові можливості надає програма Sound Forge для аналізу джерела шуму?

Література [8]

Лабораторна робота № 16

ПЕРЕВІРКА СВІТЛОПРОПУСКАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО СКЛА

Мета роботи

Вивчити й освоїти методику перевірки світлопропускання автомобільного скла за допомогою спеціальних приладів.

Устаткування та прилади

1. Автомобілі Volkswagen Golf і Skoda Octavia.
2. Прилад для перевірки світлопропускання стекол.
3. Світлонепроникливий екран.
4. Інструкція з експлуатації тауметра.

Короткі теоретичні відомості

Останнім часом все більше автовласників вдаються до тонування своїх автомобілів. Зазвичай під тонуванням розуміють затемнення автомобільного скла. Це надає презентабельний зовнішній вигляд авто та робить його більше сучасним. Однак найчастіше тонування служить не тільки естетичним, але й практичним цілям: захищає пасажирів від шкідливого впливу ультрафіолету, поглинає більшу частину теплових променів, полегшуючи роботу кондиціонера. Тоноване скло стає міцнішим при ударі або влученні каменю. Однак необхідно усвідомлювати, що в критичній ситуації ця міцність може обернутися боком: терміново покинути автомобіль при дверях, що заклинили, буде значно складніше, якщо скло не можна швидко вибити. До того ж мало хто знає про той факт, що затемнення скла негативно впливає на здоров'я. І воно, навіть може бути небезпечним. У темний час доби в людському організмі виробляється гормон, відповідальний за сон людини. Його виробіток залежить від освітленості, чим темніше стає навколо, тим більше його виробляється, тим сильніше відчувається млявість і сонливість, що неприпустимо при їзді за кермом. Крім того, в інтенсивному місь-

кому потоці, жести рук водія у тонованому автомобілі стають менш помітними, наприклад, якщо він хоче пропустити інший автомобіль або ж попросити «сусіда» по потоці пропустити його.

Існує два основних способи затемнення скла:

- за допомогою напилювання;
- нанесення спеціальних плівок.

Перший спосіб полягає в нанесенні на внутрішню сторону скла автомобіля тонкого шару металу або полімеру методом напилювання. Вартість цього методу відносно невисока, однак такий спосіб має ряд істотних недоліків:

- напилювання не можна нанести, не демонтуючи скло й обшивку дверей автомобіля;
- напилювання має дзеркальний ефект, що є порушенням правил дорожнього руху;
- напилювання дряпається;
- напилювання не можна демонтувати, тому з появою дефектів необхідна заміна всього комплекту скла;

На сьогоднішній день найбільшою популярністю користується другий спосіб – застосування плівок. При цьому способі спеціальна металізована плівка наклеюється на внутрішній стороні скла. Причому сучасні технології дозволяють зробити це, не демонтуючи скло з автомобіля. І як наслідок, усувається ризик деренчання скла або його неправильної посадки внаслідок неточного монтажу після нанесення тонування. Однак неякісна плівка може не тільки не дати бажаного ефекту затемнення, але й відшаруватися, помутніти, подряпатися. Щоб уникнути цих і інших неприємностей варто вибирати якісний продукт. Сучасні плівки, що застосовуються професіоналами, є високотехнологічними, екологічно чистими, негорючими й нетоксичними.

Ступінь затемнення скла автомобіля регулює ГОСТ 5727-88. Відповідно до пункту 2.2.4 цього держстандарту світлопропускання скла, що забезпечує видимість для водія, повинно бути не менше (рис.16.1):

- 75% - для вітрового скла;
- 70% - для скла, що не є вітровим, вхідним у нормативне поле огляду П, що визначає передню оглядовість;
- світлопропускання іншого не вітрового скла не нормується.

Скло зі світлопропусканням менше 70% додатково маркується знаком V. Тоноване вітрове скло (рис.16.1), не повинне спотворювати правильне сприйняття білого, жовтого, червоного, зеленого та блакитного кольорів.

При недотриманні вимог експлуатації автомобіля, у тому числі й вимог світлопропускання скла згідно ГОСТ 5727-88, водій повинен нести відповідальність.

Не варто забувати, що нове лобове скло автомобіля типу триплекс поглинає 15-20% світлового потоку, а старе (потерте) понад 20%. Тому тонування лобового скла – однозначне порушення правил дорожнього руху.



Рис.16.1. Тонування скла автомобіля: правила та норми

Відповідно до закону, ступінь світлопропускання визначають за ГОСТ 27902-88, випробування проводять у трьох різних точках кожного зразка. За величину світлопропускання приймають середнє арифметичне результатів трьох вимірів. Випробування, при відсутності спеціальних вказівок, повинні проводитися при наступних умовах (для приладу «Блик»):

- температура навколишнього середовища ($20 \pm 5^\circ\text{C}$);
- атмосферний тиск (від 80 до 106 кПа);
- відносна вологість повітря ($60 \pm 20\%$).

Якщо умови не дотримані, то вимір можна вважати не дійсним.

Тауметр – прилад для перевірки світлопропускної здатності скла. Він підключається до електричного прикурювача автомобіля, або ж може мати власне джерело живлення на акумуляторах. Відповідно до інструкції, прилад дає точні показання при напрузі 12 ± 6 В. Тауметр показує, яку кількість світлового потоку пропустило скло, а не навпаки. Умови експлуатації забороняють використовувати даний пристрій у дощову або морозну погоду, але час доби на роботу приладу не впливає.

Згідно ст. 9 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», засоби вимірювальної техніки можуть використовуватися тільки, якщо вони відповідають вимогам по точності, установленим для цих засобів, у певних умовах їхньої експлуатації. Далі в цій же статті зазначено, що засоби вимірювальної техніки, на які поширюється державний метрологічний контроль, дозволяється застосовувати, тільки за умови, що вони пройшли перевірку або державну метрологічну атестацію. Таким чином, кожний прилад повинен один раз у рік проходити державну перевірку в місцевому органі сертифікації. Після перевірки на вимірник видається свідоцтво, а сам прилад опечатується особистою пломбою особи, що перевіряє. Крім того, така самий відбиток ставиться і на свідоцтво про перевірку.

Зміст і порядок виконання роботи

При проведенні перевірки треба дотримуватися наступних вимог безпеки: не прикладати великих зусиль до органів управління приладом, тримати його в чистоті, не піддавати ударам, не допускати падіння.

1. Провести зовнішній огляд.

Прилад оглядають на наявність ушкоджень корпусу, екрана, клавіатури і т.п., що впливають на працездатність, а також перевіряють справність органів керування.

2. Приєднати прилад до джерела живлення.

Залежно від моделі тауметра, що застосовується, живлення може бути як від бортової мережі автомобіля (через підключення в гніздо прикурювача), так і від автономних акумуляторних батарей,

які у свою чергу можуть встановлюватися в корпусі приладу, або в окремому додатковому відсіку.

3. Включити прилад натисканням на кнопку.

4. У випадку використання акумуляторів, переконатися в достатньому рівні заряду акумуляторних батарей.

5. Прогріти прилад протягом 5 хв.

6. Провести перевірку справності світлоприймача приладу.

Для цього необхідно закрити світлонепроникним екраном лінзу світлоприймача і переконатися, що показання значення світлопропускання перебувають у межах від 0 до 1 %.

7. Провести калібрування приладу.

Сполучити по зовнішніх поверхнях корпуси освітлювача й світлоприймача й, утримуючи їх у цьому положенні, виконати калібрування приладу натисканням на кнопку. При цьому на дисплеї повинне встановитися значення світлопропускання в межах $(100,0 \pm 0,2)\%$.

•Визначити світлопропускання скла, що перевіряється.

Для цього прикласти з невеликим зусиллям впритул на внутрішню сторону скла світлоприймач, а на зовнішню освітлювач. Відцентрувати їх візуально по зовнішніх поверхнях. Більш точне центрування можна забезпечити за рахунок незначних поперечних переміщень освітлювача відносно світлоприймача до досягнення максимального показання приладу. Це показання і приймається за результат виміру.

При повторному вимірі необхідно заново виконати калібрування відповідно до пункту 7.

При проведенні вимірів необхідно виключити наявність яскравих сторонніх джерел світла, що освітлюють світлоприймач.

Дійсним значенням вимірюного світлопропускання, вважають середнє арифметичне результатів, отриманих при вимірі в трьох різних зонах досліджуваного зразка.

•Результати вимірів занести до протоколу випробувань (табл.16.1).

Таблиця 16.1

Марка автомобіля	№ виміру	Скло		
		Переднє ліве	Лобове	Переднє праве
Volkswagen Golf	1			
	2			
	3			
	Ср.зн.			
Skoda Octavia	1			
	2			
	3			
	Ср.зн.			

Контрольні запитання

1. Що таке тауметр?
2. Що вимірює тауметр?
3. Які види затемнення автомобільного скла Ви знаєте?
4. Назвіть допустимий ступінь затемнення скла автомобіля.
5. Назвіть умови проведення виміру.
6. Яких вимог безпеки треба дотримуватися при проведенні виміру.
7. Які перевірки приладу необхідно провести перед вимірюванням.

Література [17]

Лабораторна робота № 17

ДІАГНОСТИКА ЗАГАЛЬНОГО СТАНУ ДВИГУНА. ПЕРЕВІРКА ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ТА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Мета роботи

Освоїти прийоми визначення загального стану двигуна, технічного стану циліндропоршневої групи та газорозподільного механізму за допомогою компресометра і пневмотестера, а також ступеня зношування циліндрів двигуна.

Устаткування та прилади

1. Автомобільний двигун ВАЗ-2108.
2. Пневмотестер К-69М.
3. Компресометр.
4. Стетоскоп.
5. Компресорна установка.
6. Набір ключів.
7. Комплект плакатів.

Зміст і порядок виконання роботи

Вивчити основні несправності циліндропоршневої групи та газорозподільного механізму [2].

Провести зовнішній огляд двигуна без запуску та перевірити:

- наявність підтікань масла, палива, охолоджувальної рідини;
- кріплення вузлів і агрегатів на двигуні;
- кількість масла в картері двигуна;
- рівень охолоджувальної рідини.

Визначити загальний стан двигуна – методом прослуховування за допомогою стетоскопа (рис.17.1):

- запустити двигун і прогріти до робочої температури 85...90°C;
- визначити роботу клапанів, поршнів, поршневих пальців, шату-

них і корінних підшипників по зазначених зонах (рис.17.2).

Характер стукотів при роботі двигуна наступний: клапанів – ритмічний, добре прослуховується на мінімальних обертах холостого ходу; поршнів – сухий, що клацає (особливо у непрогрітого двигуна); поршневих пальців – різкий металевий. Наявність шуму в передній частині двигуна говорить про зношування розподільних шестірень або ланцюга привода.



Рис.17.1. Стетоскоп механічний КА-6323

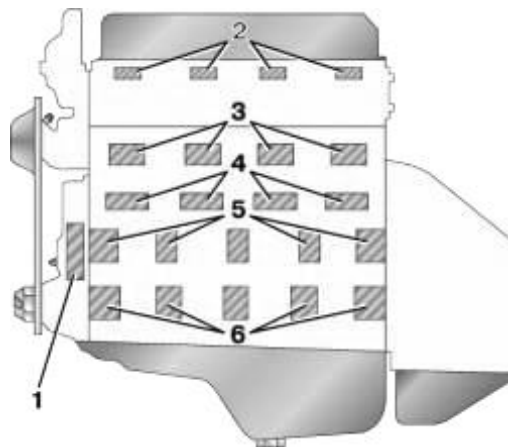


Рис.17.2. Зони прослуховування двигуна за допомогою трубчастого стетоскопа: 1 – розподільних шестерень; 2 – клапанів; 3 – поршневих пальців; 4, 5 – штовхачів, штанг клапанів, підшипників розподільного валу; 6 – корінних підшипників колінчастого валу

Визначити технічний стан циліндропоршневої групи та газорозподільного механізму за допомогою компресометра (рис.17.3):

- прогріти двигун до робочої температури 85..90°C;
- відкрити повністю дросельну заслінку та вивернути свічі запалювання;
- вставити гумовий наконечник компресометра в отвір для свічі

- першого циліндра;
- повернути колінчатий вал стартером протягом 3...5 с зі швидкістю 180...200 мін^{-1} ;
 - замірити компресію в першому циліндрі. Завмер провести 2...3 рази та визначити середнє арифметичне значення компресії для першого циліндра (нормативне значення компресії – не менш 1 МПа);
 - замірити компресію в інших циліндрах. Різниця показань компресометра між циліндрами не повинна перевищувати 0,1 МПа.

Примітка. При низьких значеннях тиску (менш 0,45 МПа) необхідно залити в циліндр 10 г моторного масла, повернути колінчатий вал стартером і повторити вимір компресометром. Якщо величина тиску не зміниться, то це вкаже на нещільне прилягання клапанів до сідел або обгорання фасок клапанів. У протилежному випадку – укаже на зношування поршневих кілець.



Рис.17.3. Компресометр в коробці

Визначити технічний стан циліндропоршневої групи та газорозподільного механізму можна за допомогою пневмотестера (рис.17.4, 17.5).

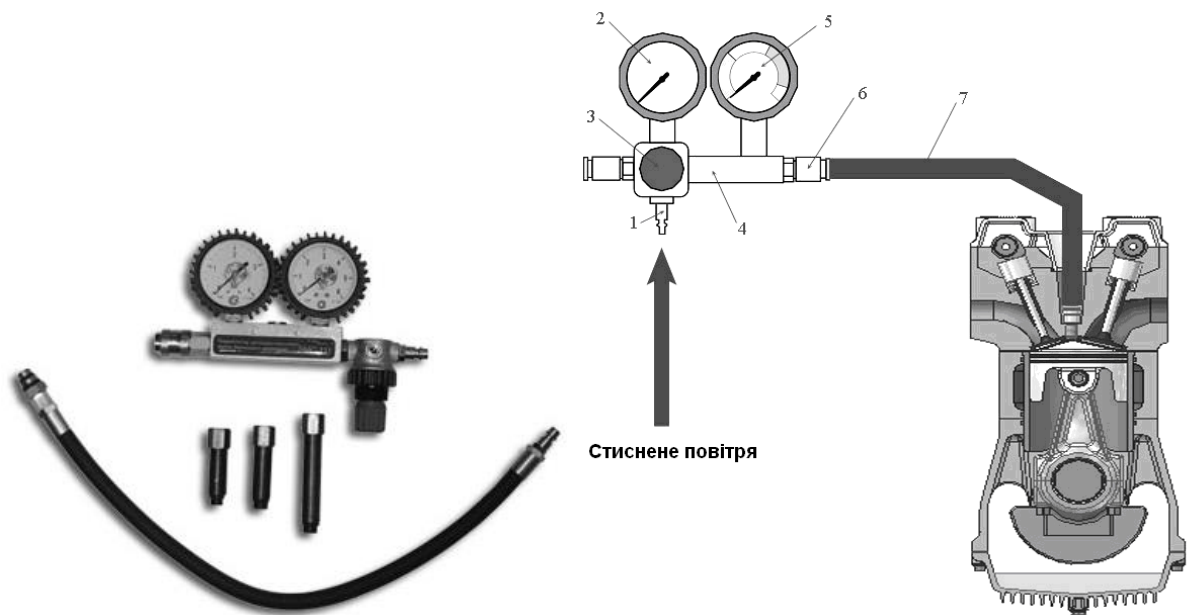


Рис.17.4. Пневмотестер SMC-111 mini: 1 – вхідний штуцер; 2 – манометр для вимірювання тиску подаваного повітря; 3 – регулятор тиску подаваного повітря; 4 – зворотний хлипак(клапан); 5 – манометр для виміру тиску в надпоршневому просторі циліндру, яке дорівнює тиску подаваного повітря за хвилину витoku; 6 – вихідний штуцер; 7 – шланг та адаптер для підключення до свічного отвору

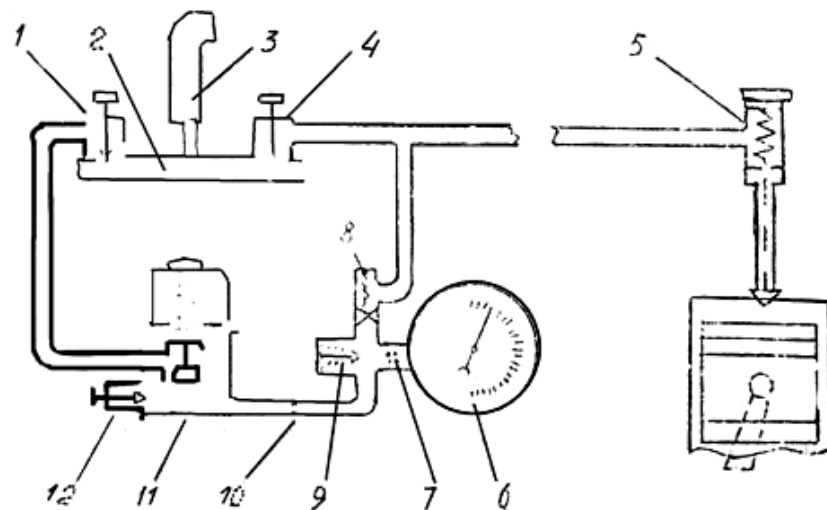


Рис.17.5. Схема пневмотестера К-69М: 1 – вентиль; 2 – колектор; 3 – штуцер; 4 – вентиль; 5 – випускний наконечник; 6 – манометр; 7, 10 – калібровані отвори; 9 – запобіжний клапан; 8 – зворотний клапан; 11 – газовий редуктор; 12 – регулювальна голка

Провести тарування приладу:

- підключити прилад до компресора;
- відкрити кран 1 (рис.17.5) і подати повітря до приладу під тиском 0,4...0,5 Мпа;
- відрегулювати газовим редуктором 11 показання манометра так, щоб стрілка встановилася на нуль витоку;
- приєднати випускний наконечник 5 до каліброваного штуцера приладу та замірити витік (витік повинен відповідати паспортним даним приладу).

Перевірити герметичність прокладки головки блоку:

- прогріти двигун до температури 85..90°C;
- зупинити двигун, обдути свічі циліндрів стисненим повітрям, вивернути свічі;
- встановити поршень першого циліндра у ВМТ такту стиску (по сигналізатору) і по мітках на шківі колінчатого вала та кришці розподільних шестірень, не довівши мітку на колінчатому валу на 3...5° до ВМТ;
- відвернути пробку верхнього бачка радіатора;
- підключити випускний наконечник приладу до свічкового отвору першого циліндра, відкривши при цьому кран 4 і закрити кран 1;
- перевірити наявність пухирців повітря у верхньому бачку радіатора. У випадку появи пухирців повітря прокладка головки блоку вимагає заміни;
- повторити зазначені вище п'ять пунктів по інших циліндрах.

Перевірити герметичність клапанів газорозподільного механізму:

- встановити поршень першого циліндра у ВМТ такту стиску по відповідних мітках;
- приєднати випускний наконечник 5 приладу К-69М до свічкового отвору;
- перевірити наявність шуму (витоку повітря) у впускному та випускному колекторах.

Наявність шуму свідчить про негерметичності клапанів. У протилежному випадку клапани справні.

Зазначені вище операції повторити по інших циліндрах.

Визначити технічний стан циліндропоршневої групи:

- встановити поршень першого циліндра у ВМТ такту стиску як зазначене в п. 1.5.2;
- відкрити випускний клапан 1 і, обертаючи рукоятку редуктора 11, встановити стрілку манометра на нуль;
- відкрити впускний клапан наконечника (5), стрілка повинна показати 100% виток повітря, при закритті клапана повинна вертатися на нульову оцінку;
 - встановити поршень першого циліндра в початок такту стиску;
 - приєднати наконечник приладу до свічкового отвору та зробити відлік показань манометра (Y_1);
 - визначити ступінь зношування циліндра по різниці виток повітря ($Y_p = Y_2 - Y_1$) і графіку (рис.17.6);

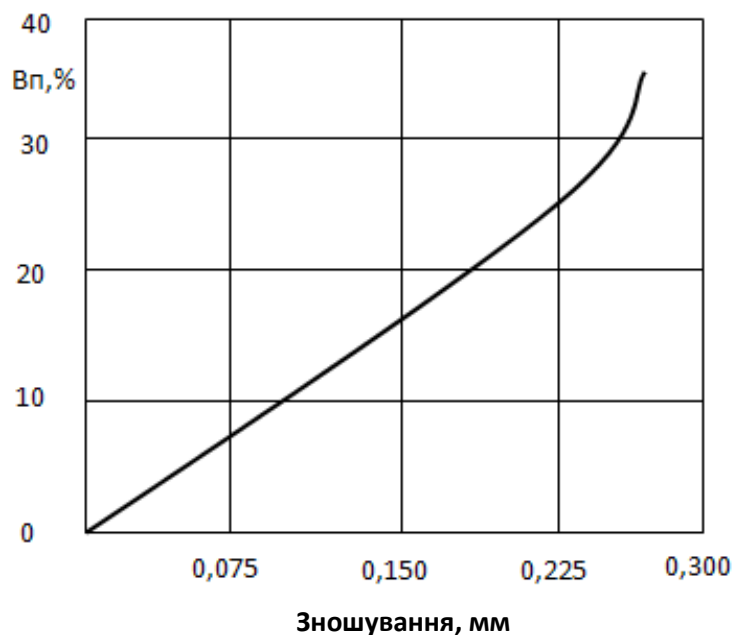


Рис.17.6. Графік залежності різниці виток повітря від середнього радіального зношування циліндра двигуна

- визначити в зазначеній вище послідовності технічний стан інших циліндрів.
- приєднати наконечник приладу до свічкового отвору і зробити відлік показань манометра (Y_2);
 - результати вимірів зафіксувати та звірити із граничними значеннями виток повітря (табл.17.1).

Показання витоку для сполучень двигуна

Об'єкт перевірки	Показники	Бензинові			Дизельні	
		Діаметри циліндрів, мм				
		50-75	75-100	100-130	75-100	100-130
Циліндр	В _п	Циліндри непридатні, вимагають ремонту при витоку, %				
		12-16	20-28	30-50	30-45	30-52
Поршневі кільця	–	Поршневі кільця непридатні при витоку, %				
		8	14	23	24	30
Прокладка головки блоку	–	Прокладка непридатна, якщо пухирці повітря прориваються в горловину радіатора				

Вказівки до оформлення звіту

Записати значення параметрів, отриманих при кожній з перевірок, і зрівняти їх з нормативними. Зробити висновок про технічний стан ЦПГ і ГРМ. Указати способи усунення несправностей.

Контрольні запитання

1. Як за допомогою пневмотестера К-69М визначити величину зношування циліндра двигуна?
2. Назвіть зони прослуховування стукотів у двигуні і їхні характеристики.
3. Як за допомогою пневмотестера визначити зношування кілець?
4. Послідовність виміру компресії в циліндрах двигуна.

Література [7, 12, 16, 17, 21, 35]

Лабораторна робота № 18

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКІСНИХ І НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ВАЗ – 21083

Мета роботи

Вивчити характеристику силового агрегату ВАЗ – 21083 і одержати практичні навички по визначенню ефективних показників на випробувальному стенді за допомогою інформаційно-вимірювального комплексу при роботі двигуна по швидкісній або навантажувальній характеристиці.

Устаткування та прилади

1. Випробувальний стенд із силовим агрегатом ВАЗ – 21083.
2. Інформаційно-вимірювальний комплекс.

Загальні відомості про стендові випробування

Новий або капітально відремонтований двигун перш, ніж надійти в експлуатацію, повинен пройти холодне й гаряче обкатування, у процесі яких відбувається прироблення тертьових поверхонь деталей. По закінченні обкатування визначають ефективні та індикаторні показники двигуна. Звичайно ці завдання вирішують на випробувальних стендах. Крім того, на подібних стендах знімають швидкісну й навантажувальну характеристики двигуна, по яких вивчають динамічні й економічні характеристики автомобілів, оцінюють їхні коефіцієнти пристосованості по крутному моменту та частоті обертання колінчастого вала, визначають його експлуатаційні властивості і створюють базу даних, необхідну для контролю технічного стану у процесі експлуатації двигуна.

Випробувальний стенд повинен забезпечувати функціонування двигуна у всьому діапазоні режимів його роботи від холостого ходу до номінального режиму з дотриманням нормального теплового

режиму двигуна, відводу відпрацьованих газів і вимірювання всіх параметрів, необхідних для рішення поставленого завдання. Як правило, потужність, що розвивається двигуном, поглинають за допомогою навантажувального пристрою – гальма, а основні параметри, що характеризують режим роботи двигуна, – крутний момент і частоту обертання колінчастого вала – вимірюють відповідними приладами.

Коротка характеристика силового агрегату ВАЗ – 21083

Силовий агрегат ВАЗ – 21083 призначений для передньопривідних автомобілів. Він складається із двигуна, зчеплення, коробки передач (КП) із головною циліндричною косозубою передачею. Диференціал – симетричний, конічний із двома сателітами.

Передаточні числа КП

1 – 3,636; 2 – 1,95; 3 – 1,357; 4 – 0,941; 5 – 0,783; З.Х. – 3,53;

Головна передача – 3,7.

Двигун моделі ВАЗ – 21083 – чотиритактний чотирициліндровий рядний двигун рідинного охолодження із примусовим запалюванням, із зовнішнім сумішоутворенням. Система керування мікропроцесорна Bosch Motronic MP 7.0. Вона забезпечує комплексне керування паливоподачею шляхом попарно – паралельного розподіленого упорскування бензину у впускний колектор, високоенергетичною системою запалювання з котушками – модулями, кожна з яких обслуговує два циліндри, і системою зниження токсичності із трикомпонентним нейтралізатором і λ – зондом.

Система паливоподачі циркуляційна. Паливний насос заглибного типу, виконаний у вигляді моноблока з насосом і електроприводом у загальному корпусі. Форсунки – електромагнітні клапанні. Вони об'єднані попарно (1 та 4; 2 та 3) і кожна пара включається по черзі через 180 градусів повороту колінчастого вала один раз за один оберт колінчатого вала.

Технічна характеристика двигуна.

Діаметр циліндра – $82 \cdot 10^{-3}$ м; хід поршня – $71 \cdot 10^{-3}$ м;

Робочий об'єм циліндрів – $1,449 \cdot 10^{-3}$ м³;

Ступінь стиску – 9,9.

Потужність номінальна (нетто) – 51,5 кВт, при частоті обертання 5600 хв⁻¹.

Частота обертання колінчатого вала:

мінімальна – 800...940 хв⁻¹; номінальна – 5600 хв⁻¹;

максимальна – 5800 хв⁻¹.

Максимальний крутний момент, Н·м – 106,4 при частоті обертання колінчатого вала 3400 хв⁻¹.

Порядок роботи циліндрів 1 –3 –4 –2.

Паливо – бензин А – 95. Густина палива – 0,760 г/см³.

Електронний блок системи упорскування забезпечує програмне керування процесом підготовки паливоповітряної суміші на основі інформації, одержуваної від датчиків, установлених на двигуні. Після оцінки даних, що надходять від датчиків у вигляді електричних сигналів, і відповідних обчислень електронний блок подає електричні керуючі сигнали на електромагнітні форсунки, які забезпечують дрібне розпилювання бензину. Циклова подача палива визначається електронним блоком по наближеній формулі

$$G_{\text{цип}} = \mu f_{\text{con}} \cdot \sqrt{2\rho_{\text{п}} \cdot \Delta P_{\text{п}}} \cdot \tau_k, \quad (18.1)$$

де μf_{con} – ефективний прохідний перетин розпилювача форсунки;
 $\rho_{\text{п}}$ – щільність палива; $\Delta P_{\text{п}}$ – перепад тиску палива на форсунці;

τ_k – тривалість керуючих сигналів;

Всі перераховані параметри передбачаються постійними. Тому циклова подача визначається тривалістю керуючих імпульсів, що визначається по формулі

$$\tau_k = \tau_{\text{б}} \cdot K_{\text{too}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\lambda} + \Delta\tau_{\text{аб}}, \quad (18.2)$$

де K_{too} , $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{п}}$, K_{λ} – коефіцієнти, що враховують температуру охолодної рідини, температуру повітря, прискорення при холодному двигуні і склад відпрацьованих газів, відповідно, (визначаються з коригувальних матриць по сигналах відповідних датчиків); $\tau_{\text{б}}$ – час, вибраний з базової матриці, як функція частоти обертання колінчастого вала і навантаження, яке визначається по сигналу дат-

чика масової витрати повітря; $\Delta\tau_{аб}$ – проміжок часу, що враховує зміну напруги акумуляторної батареї.

Отже, тривалість керуючого імпульсу τ_k враховує стан двигуна і мережі живлення, тому для визначення витрати палива при стандартних випробуваннях (якщо відомі значення $g_{ст}$ та τ_k) можна скористатися формулою

$$G_{цпи} = k_{\tau} \cdot g_{ст} \cdot \tau_k, \quad (18.3)$$

де $g_{ст}$ – статична продуктивність форсунки; τ_k – тривалості керуючого імпульсу, що подається на форсунку; k_{τ} – коефіцієнт, що враховує запізнювання спрацьовування форсунок.

Він придатний тільки для конкретного значення τ_k .

Контролер управляє накопиченням енергії і кутом випереження запалювання. Базовий час $\tau_{б1}$ визначається із тривимірної матриці з урахуванням витрати повітря та частоти обертання колінчастого вала. Потім відбувається корекція по коригувальних матрицях з урахуванням сигналів датчиків температури охолодної рідини і датчика детонації по формулі

$$\tau_{вз} = \tau_{б1} + \Delta\tau_{тоо} + \Delta\tau_{д} + \Delta\tau_{аб}, \quad (18.4)$$

де $\tau_{б1}$ – час, вибраний з базової матриці, як функція частоти обертання колінчастого вала і навантаження; $\Delta\tau_{тоо}$ – час, вибраний з коригувальної матриці, як функція температури охолодної рідини; $\Delta\tau_{д}$ – час, вибраний з коригувальної матриці при наявності детонації.

Окремо враховується зміна напруги акумуляторної батареї у вигляді добавки часу $\Delta\tau_{аб}$.

У реальному процесі контролер відраховує затримку включення катушок запалювання таку, щоб імпульс високої напруги був поданий на запалювальну свічку саме за $\tau_{вз}$ до верхньої мертвої точки.

Випробувальний стенд

Силовий агрегат ВАЗ – 21083 разом із КЗП установлений на випробувальному стенді із навантажувальним пристроєм.

У даній лабораторній роботі функцію навантажувального пристрою виконує електричне гальмо, що представляє собою електричну машину (генератор постійного струму) у балансірному виконанні, вал якої з'єднаний з валом випробуваного двигуна. Механічна енергія двигуна в гальмі перетворюється в електричну енергію, що потім утилізується.

Загальна будова електричної балансірної машини постійного струму показана на рисунку 18.1. Її корпус 1 на кулькових підшипниках 14 установлений на стійки 8. У бічні кришки статора вмонтовані кульковий і роликовий підшипники 18 вала 4 якоря (ротора) 2, змащення до яких подають через крапельниці 7. Статор і ротор, маючи загальну вісь обертання, можуть робити кутові переміщення незалежно один від одного.

Крутний момент вимірюють за допомогою вагового пристрою.

Електрична машина може працювати в режимі електродвигуна, тому на стенді можна робити обкатування двигуна.

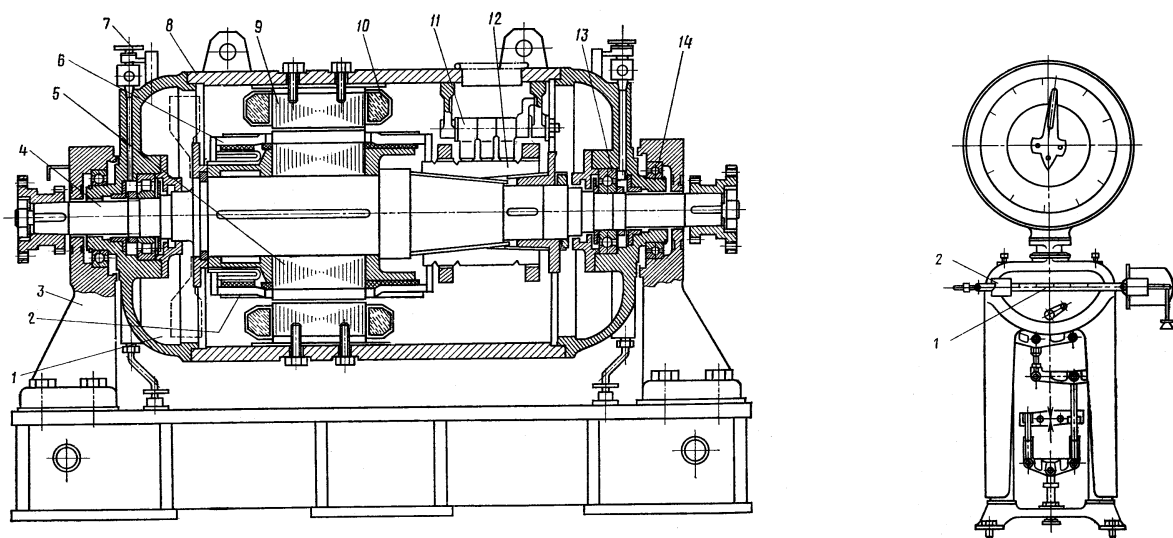


Рис.18.1. Електрична балансірна машина постійного струму та ваговий пристрій для вимірювання крутного моменту

Система збору даних

Персональний комп'ютер з модулем уведення аналогових сигналів L783 і програмою PowerGraph Professional розташований у системній стійці.

Датчики та виконавчі пристрої двигуна і стенда підключені до рознімання, розташованого на стенді, разом із системною стійкою утворюють інформаційно –вимірвальний комплекс (ІВК). Рознімання, розташоване на стенді, за допомогою додаткового кабелю перед початком роботи необхідно з'єднати із погоджувальним пристроєм.

Погоджувальний пристрій. Погоджувальний пристрій являє собою електронний блок, у якому розміщені підсилювачі та дільники напруги, що дозволяють привести сигнали датчиків і виконавчих пристроїв до рівня, безпечного для роботи АЦП.

Погоджувальний пристрій за допомогою системного кабелю постійно підключений до АЦП. Під час роботи двигуна і стенда сигнали датчиків і виконавчих пристроїв по системному кабелю надходять на входи АЦП. Драйвер керування модулем L 783 при запуску програми завантажується в її тіло і далі модуль L 783 функціонує під керуванням PowerGraph. Для кожного сигналу в модулі виділяється окремий вхід (фізична адреса) і інформація зберігається в ПЗП комп'ютера.

Канали і датчики. Через погоджувальний пристрій до входів АЦП підключені датчики і виконавчі пристрої з наступним розміщенням даних по каналах реєстрації:

- Канал № 1 – датчик кутового положення колінчастого вала;
- Канал № 2 – сигнал датчика положення дросельної заслінки;
- Канал № 3 – сигнал датчика витрати повітря;
- Канал № 4 – сигнал датчика тиску у впускному колекторі;
- Канал № 5 – сигнал датчика концентрації кисню (λ -зонд);
- Канал № 6 – сигнал датчика детонації;
- Канал № 7 – сигнал датчика частоти обертання вала балансірної машини (навантажувального пристрою);
- Канал № 8 – сигнал датчика сили на валу балансірної машини;
- Канал № 9 – сигнал керування котушкою 1 для оцінки кута випередження запалювання у першому та четвертому циліндрах;

Канал № 10 – сигнал керування котушкою 2 для оцінки кута випередження запалювання у другому та третьому циліндрах;

Канал № 11 – сигнал керування форсунками першого та четвертого циліндрів;

Канал № 12 – сигнал керування форсунками другого та третього циліндрів;

Канал № 13 – сигнал датчика високої напруги на запалювальній свічці.

Порядок виконання роботи

Підготувати до роботи систему збору даних: перевірити наявність заземлення, увімкнути живлення на системному блоці комп'ютера, запустити програму PowerGraf, вибрати кількість каналів для реєстрації – 13, встановити частоту дискретизації 10 кГц у вікні «*Частота*».

Присвоїти імена каналам відповідно пункту «*Канали і датчики*».

Увімкнути живлення на блоці погоджувального пристрою.

Після встановлення механіком відповідного режиму роботи двигуна здійснити запис процесів у форсунці, натиснувши на кнопку «*Старт*» у меню програми PowerGraf. Через 1 с повторно натиснути на ту ж кнопку.

Зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування. В ім'я файлу входить прізвище студента, а також інформація про режим випробування.

Виконати обробку даних.

Обробка даних

Визначення ефективних показників двигуна. Через те, що двигун з'єднаний з балансирною машиною через вісь коліс, вимірювана на гальмівному пристрої потужність N_2 дорівнює потужності N_6 на осях ведучих коліс автомобіля. За вимірними значеннями частоти обертання вала балансирної машини (гальма) n_2 і показаннями на шкалі вимірювача гальмівної сили p_2 обчислюють потужність, яку поглинає гальмівний пристрій:

$$N_{\Gamma} = c \cdot p_{\Gamma} \cdot n_{\Gamma}, \quad (18.5)$$

де c – постійна гальма; p_{Γ} – показання вимірювача гальмівної сили;

n_{Γ} – частота обертання вала балансірної машини.

Крутний момент на осях ведучих коліс:

$$M_{\text{в}} = 9549,3 \cdot c \cdot p_{\Gamma}. \quad (18.6)$$

Крутний момент на осях ведучих коліс пов'язаний з крутним моментом на колінчастому валу наступною залежністю:

$$M_{\text{в}} = M_{\text{кр}} \cdot i_{\text{кп}} \cdot i_0 \cdot \eta_{\text{тр}}. \quad (18.7)$$

Середній ефективний тиск:

$$p_e = \frac{4 \cdot \pi}{z \cdot V_h} \cdot M_{\text{кр}}, \quad (18.8)$$

де z – число циліндрів; V_h – робочий об'єм одного циліндра.

Циклова подача палива однією форсункою визначається за формулою (17.3), частоту обертання колінчастого вала по формулі

$$n = \frac{1,2 \cdot 10^5}{T_{\text{ц}}}; \quad (17.9)$$

- об'ємну годинну витрату палива по формулі, л/год

$$Q_n = g_{\text{ст}} \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}) \cdot 1,2 \cdot n \cdot 10^{-4} = 0,0005 \cdot n \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}); \quad (18.10)$$

- масову годинну витрату палива по формулі, кг/год

$$G_{\text{п}} = 0,76 \cdot Q_{\text{п}}; \quad (18.11)$$

Питома ефективна витрата палива (кг/кВт.г):

$$g_e = \frac{G_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{N_{\text{в}}} \quad (18.12)$$

Ефективний ККД:

$$\eta_e = \frac{3600}{g_e \cdot H_u}, \quad (18.13)$$

де $H_u = 44000$ кДж/кг – нижча теплота згоряння бензину.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти системи розподіленого попарно-паралельного упорскування бензину.
2. Як визначити масову годинну витрату палива?
3. Як визначити крутний момент на валу двигуна?
4. Як визначити ефективний ККД?
5. Як визначити частоту обертання колінчатого вала?
6. Як визначити об'ємну годинну витрату палива?

Література [7, 12, 22, 29]

Лабораторна робота № 19

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИКАТОРНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА ВАЗ – 21083

Мета роботи

Одержати практичні навички по визначенню індикаторних показників автомобільного двигуна за допомогою системи збору даних (на прикладі двигуна ВАЗ – 21083).

Устаткування та прилади

1. Система збору даних
2. Вибірки індикаторних діаграм у базі даних

Зміст роботи

Технічна характеристика двигуна ВАЗ – 21083.

Діаметр циліндра – 0,082 м;

Хід поршня – 0,071 м;

Робочий об'єм циліндрів – 1,449 л;

Ступінь стиску – 9,9.

Потужність номінальна (нетто) – 51 кВт

Номінальна частота обертання колінчастого вала 5500 хв⁻¹.

Максимальний крутний момент – 106,4 Н.м

при частоті обертання колінчастого вала 3500 хв⁻¹.

Канали й датчики. Через узгоджувальний пристрій до входів АЦП можна підключити наступні датчики: датчик КПКВ або ВМТ, датчик тиску в циліндрі, об'єднаний зі свічкою запалювання (рис.19.1).

Алгоритм обчислення середнього індикаторного тиску по індикаторних діаграмах у програмі «PowerGraph». Вихідними для розрахунку є блоки даних, отримані в результаті аналого – цифрового перетворення параметрів двигуна, записані в програмі «PowerGraph», що містять інформацію про зміну тиску в циліндрі

як функцію часу $P = f(\tau)$ (індикаторну діаграму) і оцінку верхньої мертвої крапки.

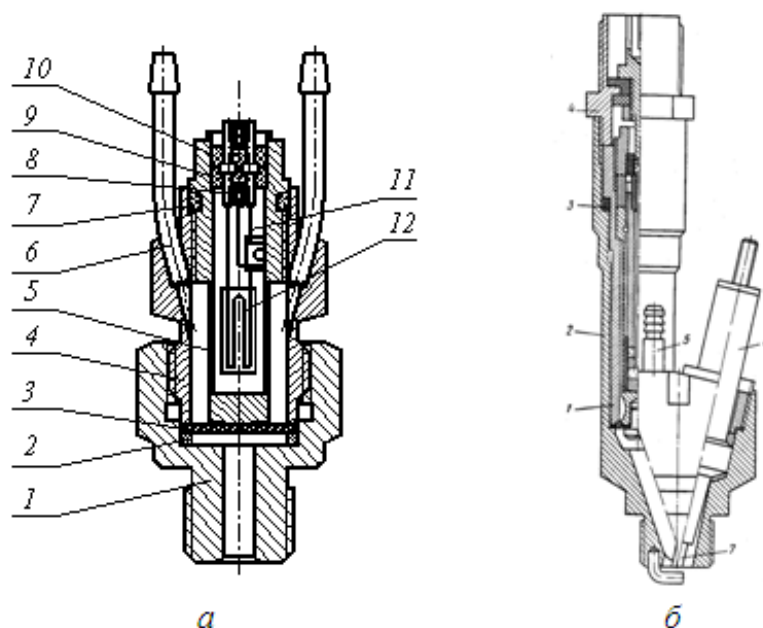


Рис.19.1. Індикаторні датчики тиску: *a* – тензорезистивний датчик; *б* – п'єзоелектричний датчик тиску, об'єднаний із свічкою запалювання

Рівняння для обчислення середнього індикаторного тиску.
Відповідно до положення теорії ДВЗ середній індикаторний тиск циклу визначається за формулою

$$P_i = \frac{1}{V_h} \cdot \int_0^{\tau} P \cdot dV, \quad (19.1)$$

де $V_h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot S$ – робочий об'єм одного циліндра двигуна; d – діаметр циліндра; S – хід поршня; P – тиск у циліндрі; d – зміна об'єму циліндра.

Поточне значення об'єму циліндра можна визначити за формулою

$$V_x = V_c + \frac{V_h}{2} \cdot \sigma, \quad (19.2)$$

де σ – кінематична функція обчислюється за формулою

$$\sigma = \left[(1 - \cos\varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos 2\varphi) \right], \quad (19.3)$$

де $\lambda = \frac{R}{L}$ – кінематичний параметр; R – радіус кривошипа; L – довжина на шатуна; φ – кут повороту кривошипа.

Геометричні розміри ЦПГ: діаметр циліндра $d=0,082$ м, хід поршня $S=0,071$ м, радіус кривошипа $R=0,0355$ м, довжина шатуна $L=0,095$ м, об'єм камери згоряння $V_c=0,0407$ л, робочий об'єм одного циліндра $V_h=0,36225$ л.

Розміщення даних по каналах реєстрації.

Канал № 1 – керуючий сигнал котушки для визначення кута випередження запалювання

Канал № 2 – сигнал датчика ВМТ.

Канал № 3 – тиск у циліндрі $P = f(\tau)$.

Канал № 4 – кінематична функція σ .

Обробка даних. Для виконання цифрової обробки сигналів у програмі «PowerGraph» використовується додаткове вікно *Функції*, що викликається командою *Функції...* (Functions) у меню *Обробка*. Вікно *Функції* дозволяє створювати математичні формули й робити розрахунки за цими формулами. Результати розрахунків можуть бути скопійовані у будь-який канал.

Крім того, завданням обробки є: фільтрація сигналів від перешкод, масштабування даних, обчислення поточного об'єму циліндра синхронно з переміщенням поршня, визначення похідної об'єму, обчислення інтеграла PdV , обчислення середнього індикаторного тиску.

Для створення формули необхідно виконати наступні дії:

- вибрати функцію цифрової обробки;
- вибрати канали – джерела, у яких знаходяться вихідні дані для обробки;
- вибрати канал – приймач, у який будуть поміщені результати обчислень;

– указати чисельні аргументи функції. Деякі функції використовують у розрахунках додаткове чисельне значення (наприклад, рівень амплітуди сигналу або кількість точок).

У загальному випадку формула виглядає в такий спосіб:

Канал – приймач = Функція (Канал – джерело; [Чисельний аргумент]).

Фільтрація сигналу тиску від перешкод. Зі списку елементи керування в меню *Обробка* у вікні *категорії функцій* вибираємо категорію «*Smoothing*», функція – «*Smooth Tringle*», кількість точок 10;

– відкрити додатково три логічних канали, у які будуть записуватися обчислюють параметри, що;

– присвоїти ім'я новим каналам: dV , PdV , p_i .

Обчислення об'єму циліндра. Для обчислення поточних значень об'єму циліндра V_x по формулі (19.2), необхідно помножити кінематичну функцію σ , що змінюється синхронно з кутом повороту колінчатого вала, на множник $V_h / 2$, а потім додати об'єм камери згоряння V_c .

У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Data*. Канал – джерело – 4, Канал – приймач – 4. Далі за допомогою команди «*Scale*» множимо графік на величину $V_h / 2$. Потім за допомогою команди «*Offset*» зміщуємо його по шкалі амплітуди на величину V_c й одержуємо графік V_x .

Канал № 5 побудова графіка dV . У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Differential*. Диференціюємо графік за допомогою команди «*Diff 1 Pt (Ch 8)*». Джерело – канал № 4, приймач – канал № 5.

Канал № 6 – обчислення добутку $P \cdot dV$, що знаходиться під знаком інтегралу у формулі $P_i = \frac{1}{V_h} \cdot \int_0^{\tau} P \cdot dV$. Для цього необхідно

дані каналу № 3 помножити на дані каналу № 5. У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Arithmetics* і команду «*помножити*».

Обчислення середнього індикаторного тиску. Канал № 7. У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Integral* – функції інтегрування сигналів. Джерело – канал № 6, приймач – канал № 7.

За допомогою команди «*Integral 1 Pt*» інтегруємо графік з каналу № 6. Потім у вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Data*. Далі за допомогою команди «*Scale*» множимо графік на величину $1/V_h$. Наприкінці цього графіка одержуємо чисельне значення середнього індикаторного тиску p_i .

Крім того, можна побудувати індикаторну діаграму в $P-V$ – координатах, використовуючи в підменю «*Аналіз*» команду «*X – Y Осцилограф*». Далі вказати по шкалі X – об'єм циліндра (графік у каналі № 4), а по шкалі Y – тиск у циліндрі (графік у каналі № 3).

Контрольні запитання

1. Як визначити тиск у циліндрі?
2. Як визначити кінематичну функцію?
3. Як обчислити поточні значення об'єму циліндра?
4. Як здійснити фільтрацію сигналу тиску від перешкод?
5. Як обчислити середній індикаторний тиск?

Література [7, 12, 22, 29]

Лабораторна робота № 20

ПЕРЕВІРКА ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ ВІДПОВІДНО ДО ДСТУ

Мета роботи

Освоєння методу виміру токсичності відпрацьованих газів бензинового двигуна та оптимального регулювання системи живлення на мінімум вмісту CO і CH. Вивчити симптоми несправностей, освоїти методику постановки діагнозу, навчитися усувати несправності.

Устаткування та інструмент

1. Автомобіль SKODA OCTAVIA.
2. Стендовий двигун ВАЗ-2108.
3. Пересувна станція діагностування технічного стану легкових автомобілів ПДС-Л.
4. Газоаналізатор.
5. Мотор-тестер BOSCH.

Загальні положення

Методи та режими виміру шкідливих викидів. Вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ) регламентують два стандарти: ДСТУ 4277:2004 “Охорона природи. Атмосфера. Норми і методи вимірів вмісту окису вуглецю та вуглеводнів у ВГ автомобілів з бензиновими двигунами, які працюють на бензині та газовому паливі” і ДСТУ 4276:2004 “Атмосфера. Норми і методи вимірів димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями”. За ДСТУ 4277:2004 вміст CO і CH перевіряється на двох режимах холостого ходу: при мінімальній частоті обертання коленвала (ЧО) n_{\min} і підвищеної ЧО $n_{\text{пов}}=2200 \text{ хв}^{-1} \pm 100 \text{ хв}^{-1}$. Гранично припустимі вмісти (ГДВ) такі (табл.20.1 і 20.2).

Засоби контролю, фізичні принципи їхньої дії. Перевірка вмісту CO і CH виконується газоаналізаторами, що працюють за принципом інфрачервоної спектроскопії (поглинання частини спектра інфрачервоного випромінювання при проходженні його через аналізоване середовище). Принципова схема газоаналізатора представлена на рис.20.1, загальний вид – на рис.20.2.

Таблиця 20.1

Гранично-припустимі норми вмісту шкідливих речовин у ВГ автомобілів, не оснащених нейтралізаторами

Паливо, на якому працює двигун	Режим	CO, об'ємна частка, %	CH, об'ємна частка, млн ⁻¹ для двигуна із числом циліндрів	
			4	6
Бензин	n _{min}	3,5*	1200	2500
	n _{пов}	2,0	600	1000
Газ природний	n _{min}	1,5	600	1800
	n _{пов}	1,0	300	600
Газ нафтовий зріджений	n _{min}	3,5	1200	2500
	n _{пов}	1,5	600	1000

*Для автомобілів, виготовлених до 1 жовтня 1986 р. припустимий вміст CO становить 4,5%.

Таблиця 20.2

Гранично-припустимі норми вмісту шкідливих речовин у ВГ автомобілів, оснащених нейтралізаторами

Частота обертання	Автомобілі з окисними нейтралізаторами		Автомобілі із трикомпонентними нейтралізаторами	
	CO, об'ємна частка, %	CH, об'ємна частка, млн ⁻¹	CO, об'ємна частка, %	CH, об'ємна частка, млн ⁻¹
n _{min}	1,0	600	0,5	100
n _{пов}	0,6	300	0,3	100

Технічна характеристика газоаналізатора «АВТОТЕСТ»: діапазон вимірів: CO – 0...10 %, CH – 0...5000 млн⁻¹; CO₂ – 0...25%; O₂ – 0...25%. Діапазон робочих температур – 0...40⁰C; з пробозаборною

системою, що обігривається – до мінус 20⁰С, електроживлення – мережа змінного струму 220± 22В або бортова мережа автомобіля 12,6± 2,2 В.

Вміст токсичних речовин у відпрацьованих газах двигунів залежить у першу чергу від стану та регулювання приладів системи живлення (рис.20.3), а також від загального технічного стану автомобіля та режимів роботи двигуна. Навантаження двигуна також впливає на токсичність газів.

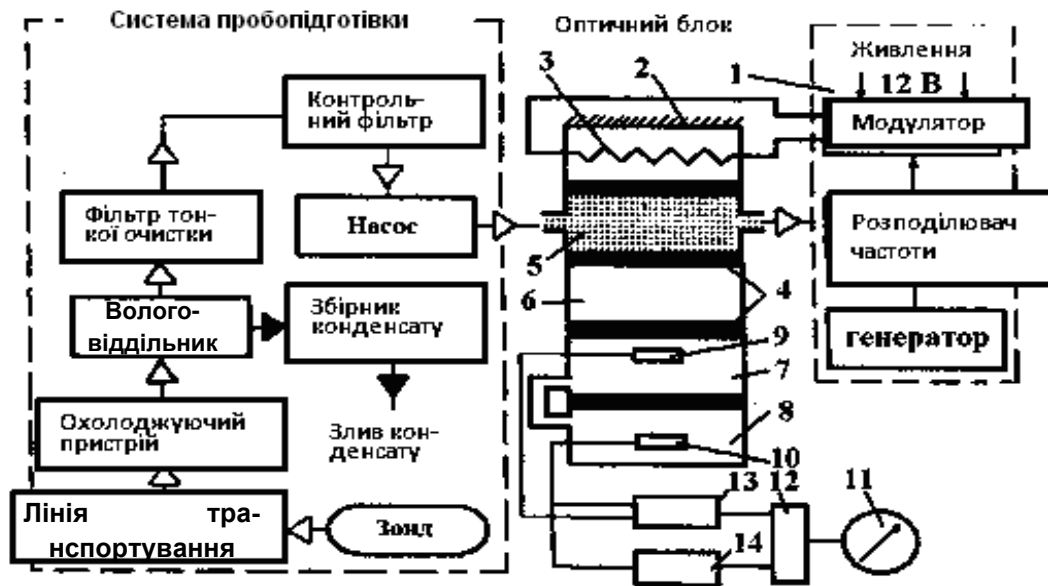


Рис.20.1. Принципова схема газоаналізатора: 1 – генератор прямокутних імпульсів; 2 – дзеркала; 3 – джерело випромінювання ІВ; 4 – оптичне скло з лейкосапфіра; 5 – робоча камера; 6 – фільтрувальна камера; 7, 8 – робоча і приймальні камери випромінювання, що порівнюють; 9, 10 – термочутливі резистори; 11 – демонстраційний пристрій; 12 – пристрій формування вихідного сигналу газоаналізатора; 13, 14 – пристрій формування вимірювального сигналу



Рис.20.2. Загальний вид газоаналізатора «АВТОТЕСТ»

Методи активного впливу на нейтралізацію шкідливих викидів. Зниження шкідливих викидів можливо здійснити за допомогою електронних систем керування двигуном. Керування бензиновим двигуном являє собою базовану на микроЕОМ систему комплексного регулювання впорскування палива, кута випередження запалювання, детонації, частоти обертання колінчатого вала на холостому ходу. Ця система виконує також функції діагностики і забезпечує оптимальні умови роботи двигуна, поліпшує його робочі характеристики, підвищує чистоту відпрацьованих газів, економічність і інші параметри.

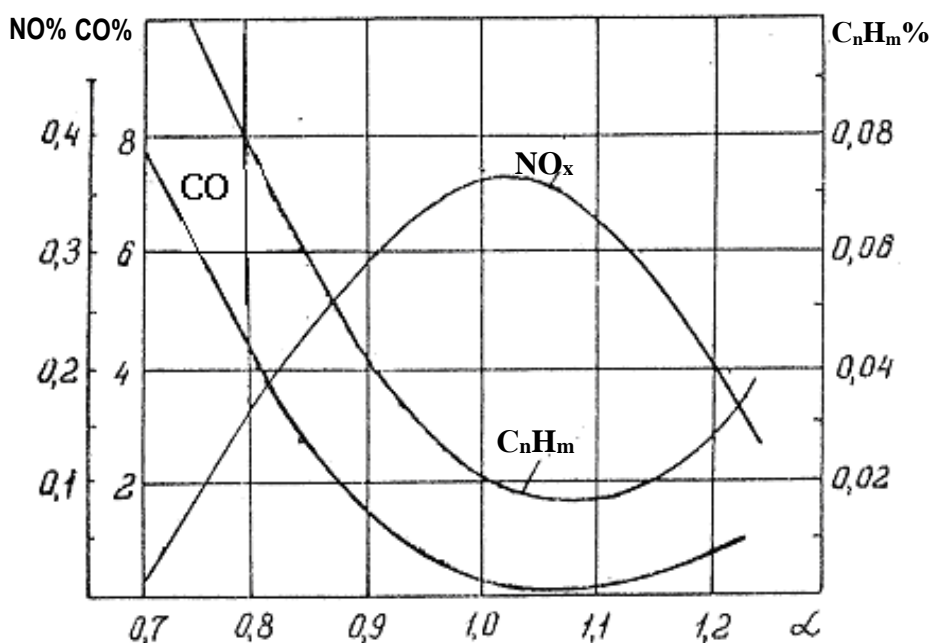


Рис.20.3. Характеристика токсичності бензинового двигуна

З метою поліпшення робочих характеристик двигуна, підвищення чистоти відпрацьованих газів, економічності, потужності система керування впорскуванням палива розраховує на підставі сигналів датчиків кількість палива, що впорскується, для одержання оптимального співвідношення палива і повітря в горючій суміші. Кількість палива, що впорскується, визначається часом відкриття електромагнітного клапана форсунки.

Корекція співвідношення повітря-паливо (рис.20.4, а) забезпечується методом зворотнього зв'язку. Щоб за допомогою трикомпонентного нейтралізатора одночасно досягти високого ступеня

очищення відпрацьованих газів по компонентах CO , CH і NO_x , необхідне точне регулювання коефіцієнта надлишку повітря λ таким чином, щоб склад суміші був максимально близький до стехіометричного – оптимального співвідношення між масами речовин, що вступають у хімічну реакцію (рис.20.4, б область такого співвідношення обмежена вертикальними лініями). Із цією метою за допомогою датчика, встановленого у випускній системі (лямбда-зонд), вимірюється концентрація кисню у відпрацьованих газах. Таким чином, організується зворотний зв'язок у системі автоматичної стабілізації стехіометричного складу горючої суміші (рис.20.4, б).

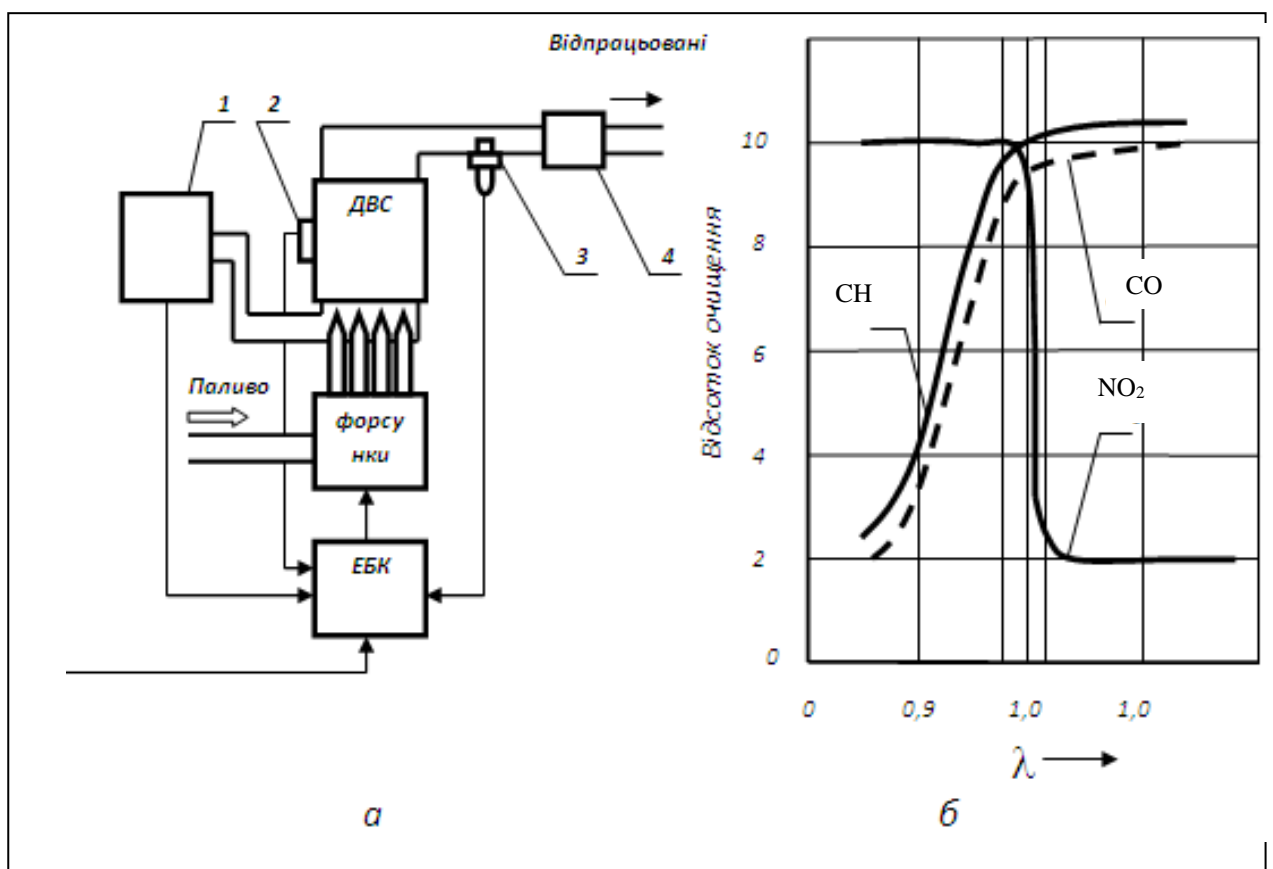


Рис.20.4. Система керування двигуном: а – система керування складом паливної суміші із зворотнім зв'язком; б – залежність викидів шкідливих речовин від складу горючої суміші: 1 – датчик витрати повітря; 2 – датчик частоти обертання колінчатого вала; 3 – датчик кисню; 4 – трьохкомпонентний

Зміст і порядок виконання роботи

Визначити температуру повітря в лабораторії. Встановити термометр у зріз вихлопної труби автомобіля. Двигун автомобіля при цьому повинен бути виключений.

Визначити атмосферний тиск у лабораторії. По барометру зробити відлік величини барометричного тиску в лабораторії.

Запустити і прогріти двигун випробуваного автомобіля, попередньо включивши вентиляційну установку. Температура охолоджувальної рідини повинна бути в межах 80...85 °С.

Підключити мотор-тестер до системи запалювання автомобіля.

Порядок виконання перевірки:

- загальмувати автомобіль СГС;
- заглушити двигун;
- відкрити капот;
- встановити пробоотбірний зонд газоаналізатора у випускную трубу на глибину не менш 300 мм (при косому зрізі відміряти від короткої частини зрізу);
- повністю відкрити повітряну заслінку карбюратора (на двигуні ВАЗ-2108);
- запустити двигун;
- збільшити частоту обертання до підвищеної, проробити не менш 15 секунд;
- встановити мінімальну частоту обертання і, не раніше чим через 20 с, виміряти вміст СО і СН;
- встановити підвищену частоту обертання і, не раніше чим через 30 с, виміряти вміст СО і СН.

Отримані результати вимірів занести в табл.20.3 і зрівняти з нормативними (табл.20.1 і 20.2).

Контроль вмісту окису вуглецю і вуглеводнів варто здійснювати:

- при експлуатації автомобілів не рідше, ніж при технічному обслуговуванні № 2, після ремонту агрегатів, систем і вузлів, що впливають на вміст окису вуглецю і вуглеводнів, а також за заявками водіїв автомобілів;
- при технічному обслуговуванні автомобілів індивідуальних

- власників і ремонті агрегатів систем і вузлів, що впливають на зміст окису вуглецю й вуглеводнів, а також за заявками власників;
- при капітальному ремонті автомобілів, після заводського обкатування;
 - при серійному випуску автомобілів.

Таблиця 20.3

Протокол випробувань токсичності відпрацьованих газів

Параметр	Од. вим.	Режим	Норма за ДСТУ	Фактично отримано	Прим.
CO	%	n_{\min}			
		$n_{\text{пов}}$			
C _n H _m	млн ⁻¹	n_{\min}			
		$n_{\text{пов}}$			

Пристрій, конструкція і якість виготовлення агрегатів, вузлів і деталей автомобіля повинні забезпечувати дотримання норм у період усього строку експлуатації, за умови дотримання правил експлуатації і уходу.

Контрольні запитання

1. Назвіть фактори, що впливають на вміст токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобіля.
2. Назвіть основні методи контролю токсичності відпрацьованих газів автомобіля.
3. Назвіть особливості конструкції газоаналізатора.
4. Назвіть симптоми несправностей двигуна автомобіля, що викликають підвищення токсичності відпрацьованих газів. Методика постановки діагнозу.
5. Засоби усунення несправностей двигуна автомобіля, що викликають підвищення токсичності відпрацьованих газів.

Література [7, 19, 38]

Лабораторна робота № 21

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНА З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГНОСТИЧНОГО УСТАТКУВАННЯ ФІРМИ BOSCH

Мета роботи

Придбати уміння та навички технічного діагностування циліндропоршневої групи двигуна на устаткуванні фірми BOSCH. Ознайомитися з особливостями технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна. Вивчити структурні та діагностичні параметри, що характеризують технічний стан циліндропоршневої групи. Проаналізувати методи і засоби технічного діагностування циліндропоршневої групи. Освоїти методику виміру компресії двигуна на устаткуванні фірми BOSCH.

Устаткування та інструмент

1. Діагностичне устаткування фірми BOSCH серії FSA-720/740/750

Теоретична частина

Циліндро-поршнева група (ЦПГ) ставиться до кривошипно-шатунного механізму і забезпечує герметичність тактів двигуна. ЦПГ містить у собі циліндри, поршні та поршневі кільця.

Основними факторами, під дією яких відбувається зміна технічного стану ЦПГ двигуна, є високий тиск 3...5 МПа в бензинових двигунах і 7...9 МПа у дизелів, висока температура газів – до 2000...2500⁰К усередині циліндра, а так само перекладка поршня біля його верхньої мертвої точки (ВМТ) (рис.21.1).

Алгоритм функціонування ЦПГ зводиться до забезпечення герметичності тактів двигуна. При цьому надлишковий тиск із надпоршневого простору не повинен проникати в картер двигуна, а з кар-

тера в камеру згоряння не повинне надходити мастило. Отже, ЦПГ двигуна, що несе високі теплові і механічні навантаження, під дією яких змінюється вид її технічного стану, є справною, якщо працездатні та правильно функціонують всі елементи, що входять у цю групу: поршні, поршневі кільця, циліндри, - і несправною, якщо неправильно функціонує хоча б один елемент із цієї групи, що приводить до порушення герметичності камери згоряння, влученню в неї мастила, падінню в ній тиску стиску та прориву газів у картер двигуна.

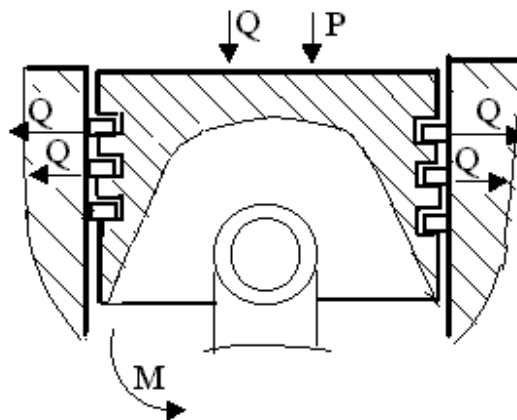


Рис.21.1. Основні фактори, що впливають на зношення деталей ЦПГ двигуна: P – тиск; Q – потоки теплового навантаження; M – момент, що викликає перекидку поршня

Сучасні двигуни автомобілів за рідкісним винятком є багатоциліндровими. Вихід з ладу якого-небудь циліндра ще не означає повну втрату працездатності всього двигуна. Однак, такий несправний, але працездатний стан двигуна веде до погіршення його конструктивних і експлуатаційних характеристик: втрати потужності, зниженню крутного моменту, збільшеній витрати пально-мастильних матеріалів.

Завдання діагностування ЦПГ зводяться до встановлення приналежності технічного стану одному із двох підмножин – справному і працездатному або несправному, але працездатному, а також розпізнанню і локалізації місця несправності.

При оцінці технічного стану ЦПГ двигуна повинні перевірятися прямі (структурні) або відповідні їм непрямі (функціонально залежні від структурного) параметри. Структурні параметри ЦПГ – це

зазор між поршнем і кільцем по висоті канавки, зазор у стиках поршневих кілець, зазор між циліндром і поршнем у верхньому поясі (рис.21.2).

Оскільки функцію герметичності камери згоряння забезпечує не тільки ЦПГ, але й клапанна група, необхідно враховувати в процесі діагностування двигуна і такий структурний параметр, як зазор між клапаном і сідлом, тобто герметичність клапана (рис.21.3).

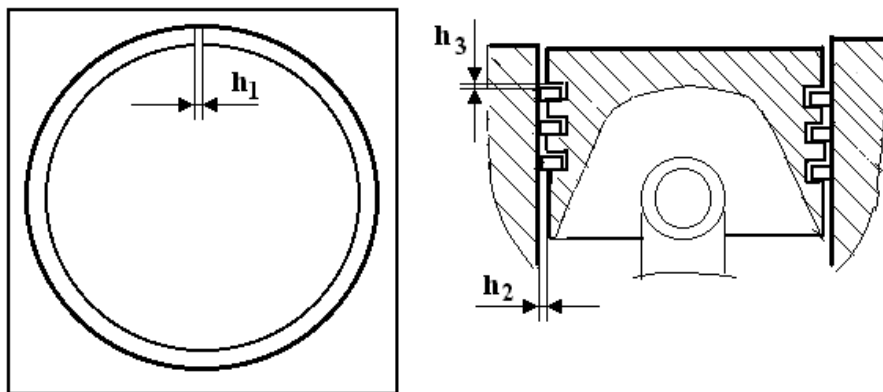


Рис.21.2. Структурні параметри ЦПГ, що перевіряються:

h_1 – зазор у стиках поршневих кілець; h_2 – зазор між циліндром і поршнем;
 h_3 – зазор між поршнем і кільцем по висоті канавки

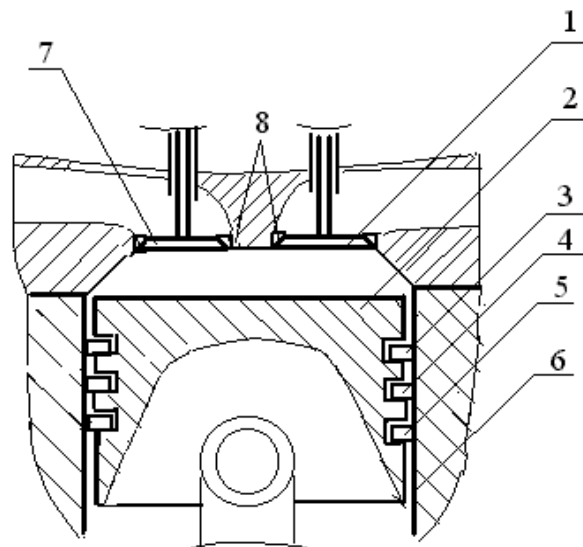


Рис.21.3. Елементи, що забезпечують герметичність камери згоряння двигуна: 1 – впускний клапан; 2 – поршень; 3 – верхнє компресійне кільце; 4 – середнє компресійне кільце; 5 – мастилоз'ємне кільце; 6 – циліндр; 7 – випускний клапан; 8 – сідла клапанів

Складність конструкції двигуна внутрішнього згорання унеможлиблює безпосередній вимір структурних параметрів без розбирання двигуна. Тому для визначення технічного стану ЦПГ використовуються діагностичні параметри, обумовлені з використанням різних методів і засобів діагностики (рис.21.4).

Незважаючи на розмаїтість методів діагностування ЦПГ, вони не дають бажаної інформації про технічний стан ЦПГ двигуна внаслідок неточності і суперечливості одержуваних відомостей, вірогідність яких становить 35...50%. На сьогоднішній день найпоширенішими і доступними залишаються методи технічної діагностики ЦПГ двигуна що дозволяють вимірювати величину компресії.

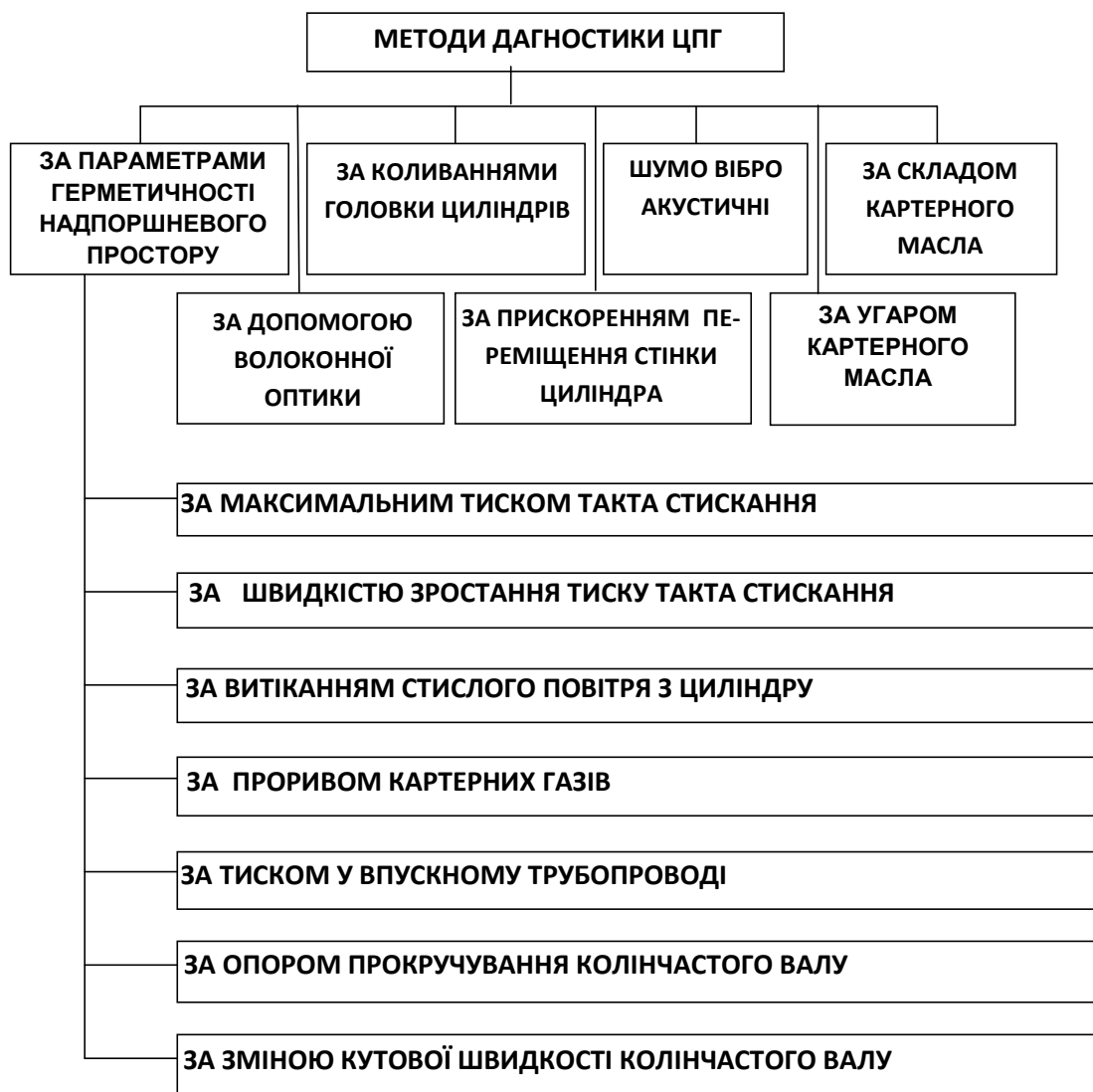


Рис.21.4. Класифікація методів діагностики ЦПГ

Термін компресія широко вживається в практиці технічної діагностики двигуна. Під компресією розуміється тиск наприкінці такту стиску, вимірюваний при відсутності запалення в циліндрі, тобто в тестовому режимі при прокручуванні колінчатого вала двигуна за допомогою стартера. Величина компресії залежить в основному від конструктивних особливостей двигуна і приводиться в керівництвах по технічному обслуговуванню і ремонту автомобіля (табл.21.1).

Величина компресії сучасних бензинових двигунів перебуває в межах 1,0...1,5 МПа. У дизельних двигунів величина компресії набагато вище і становить 3,0...3,5 МПа.

Основним конструктивним параметром двигуна, що визначає величину компресії, є ступінь стиску (відношення повного обсягу циліндра до обсягу камери згорання). У сучасних бензинових двигунів ступінь стиску перебуває в межах 10...11,5, у дизельних двигунів – у межах 19...24.

Таблиця 21.1

Величина компресії бензинових двигунів

Модель автомобіля	Величина компресії, Мпа		
	Припустима	Мінімальна	різниця між циліндрами
Audi	1,0-1,3	0,75	0,2-0,3
Volkswagen	1,0-1,3	Не враховується	0,2-0,3
Opel	1,2-1,5	0,70	0,10-0,15
Daewoo	1,2-1,5	Не враховується	0,3
Ford	1,2	Не враховується	0,12
BMW	1,0-1,3	Не враховується	0,20-0,26
Scoda	1,1-1,5	Не враховується	0,15
Mercedes-Benz	1,1-1,2	Не враховується	0,15
Honda	1,29	0,95	0,20
Renault	1,0-1,3	Не враховується	0,20-0,26

Параметрами, що впливають на величину компресії, є температура двигуна, кут відкриття дросельної заслінки та частота обертання колінчатого вала. Чим вище ці параметри, тим вище величина компресії двигуна і навпаки.

Для виміру компресії найбільше часто використовуються такі

засоби діагностування ЦПГ, як компресометр і мотор-тестер. За допомогою компресометра здійснюється манометричний вимір тиску наприкінці такту стиску (компресії).

Обмірювані значення компресії в циліндрах двигуна порівнюються між собою. Розбіжність у вимірах не повинне перевищувати 10...20%. Значна розбіжність у компресії вказує на несправність циліндро-поршневої групи двигуна. Перевага даного способу виміру компресії в його простоті і відносній швидкості проведення робіт, а також низької вартості компресометра. Основним недоліком даного способу є мала інформативність і чутливість до зношування ЦПГ. Навіть при значному зношуванні ЦПГ компресія падає всього на 10...15 %, а у випадку влучення масла в циліндр через зношені сполучення компресія може, навпаки зрости.

Найбільше швидко перевірку величини компресії дозволяють здійснити сучасні мотор-тестери (рис.21.5). У цьому випадку відбувається вимір амплітуди пульсацій струму, споживаного стартером при прокручуванні колінчатого вала. Сучасні мотор-тестери здатні вимірювати абсолютне значення піка струму на кожний циліндр, і зіставляти їх з дійсним тиском.



Рис.21.5. Мотор-тестер BOSCH серії FSA

Перевагою даного засобу діагностування є швидкість і одночасний вимір тиску по всіх циліндрах протягом 10...15 с, відсутність необхідності викручування свіч, що особливо зручно при діагностиці багатоциліндрових двигунів. Поряд із цим знижується точність виміру компресії.

У випадку падіння компресії ні мотортестер, ні компресометр не дозволяють визначити причину, що викликає зниження компресії. Ця причина може полягати в порушенні герметичності клапанів, у несправності деталей ЦПГ. Перераховані вище недоліки засобів виміру компресії в більшій мері проявляються при діагностуванні бензинових двигунів.

Умови проведення діагностичних робіт

Автомобіль повинен бути на нейтральній передачі.

Двигун прогрітий до робочої температури 80...100°C.

Дросельна заслінка повністю відкрита.

Акумулятор заряджений не менш чим на 75%.

Стартер і електроустаткування автомобіля повинні перебувати в справному технічному стані.

Вимір компресії здійснюється в тестовому режимі шляхом прокручування колінчатого вала за допомогою стартера.

Методичні вказівки по виміру компресії з використанням діагностичного устаткування BOSCH

Приєднати червону клему приладу FSA до (+) акумуляторної батареї автомобіля, а чорну клему до (-) .

Активізувати програмне забезпечення FSA (рис.21.6).

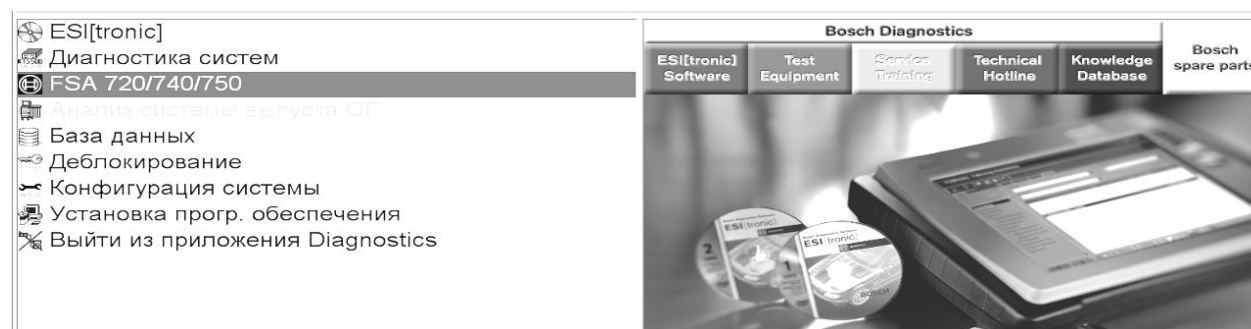


Рис.21.6. Активізація програмного забезпечення FSA

Вибрати етап перевірки – «ідентифікація автомобіля»

(рис.21.7).



Рис.21.7. Проверка – «Идентификация автомобиля»

Активизировать рядок «марка автомобиля» (рис. 21.8)



Рис.21.8. Рядок – «Марка автомобиля»

Выполнить идентификацию автомобиля (рис.21.9).



Рис. 21.9. – Выполнение Проверка идентификации автомобиля

Активизировать рядок - «этапы проверки» (рис.21.10).



Рис.21.10 – «Этапы перевірки»

Вийняти запобіжник паливного насоса на автомобілі.

Запустити двигун і почекати, поки він не стихне через нестачу палива.

Активізувати необхідний рядок етапу перевірки - «Аккумулятор/ стартер/ стиск» (рис.21.11).

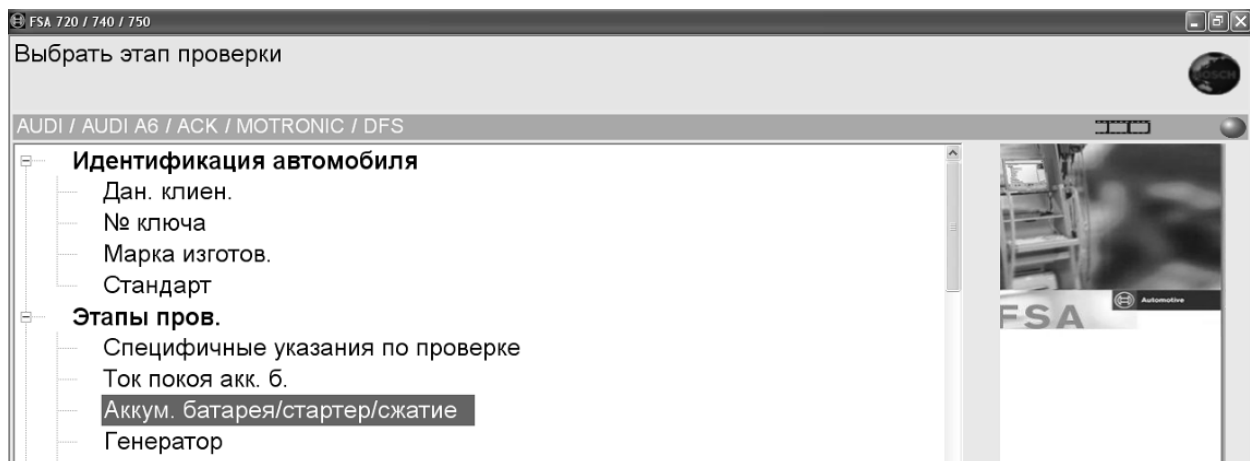


Рис.21.11 – Перевірка «Аккумулятор/ стартер/ стиск»

Вимкнути стартер двигуна на 3...4 с.

На моніторі з'являться результати виміру. Зберегти результати виміру натисканням клавіші F4 (рис.21.12).

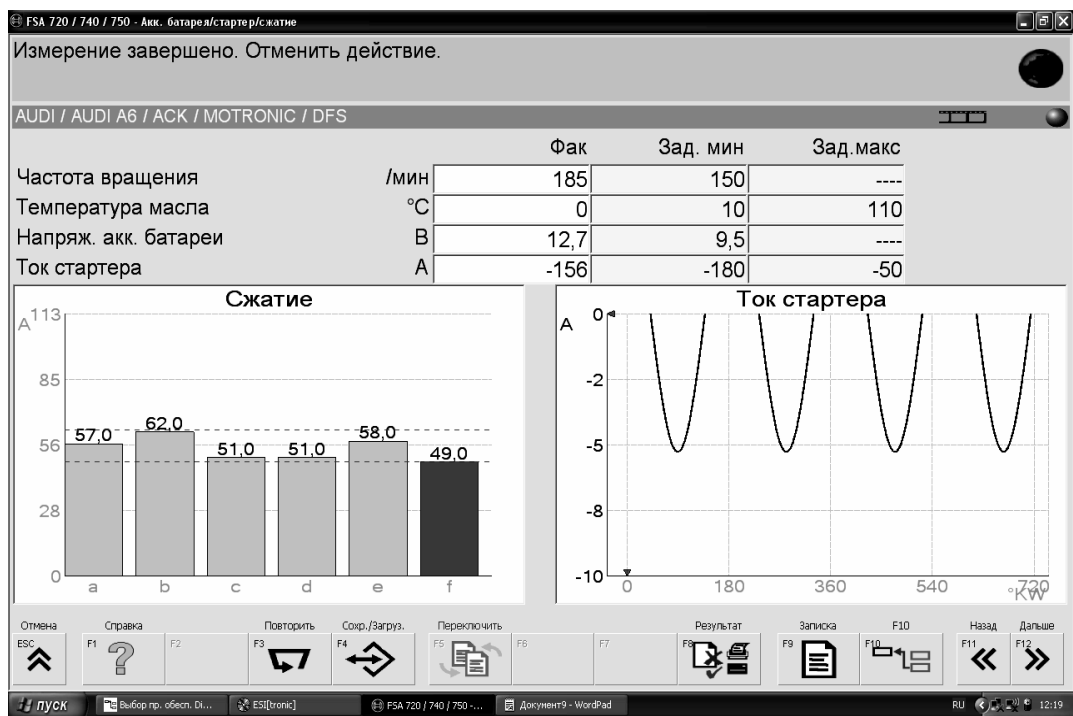


Рис.21.12 – Збереження результатів виміру

Вивести результати вимірів на роздруківку (рис.21.13).

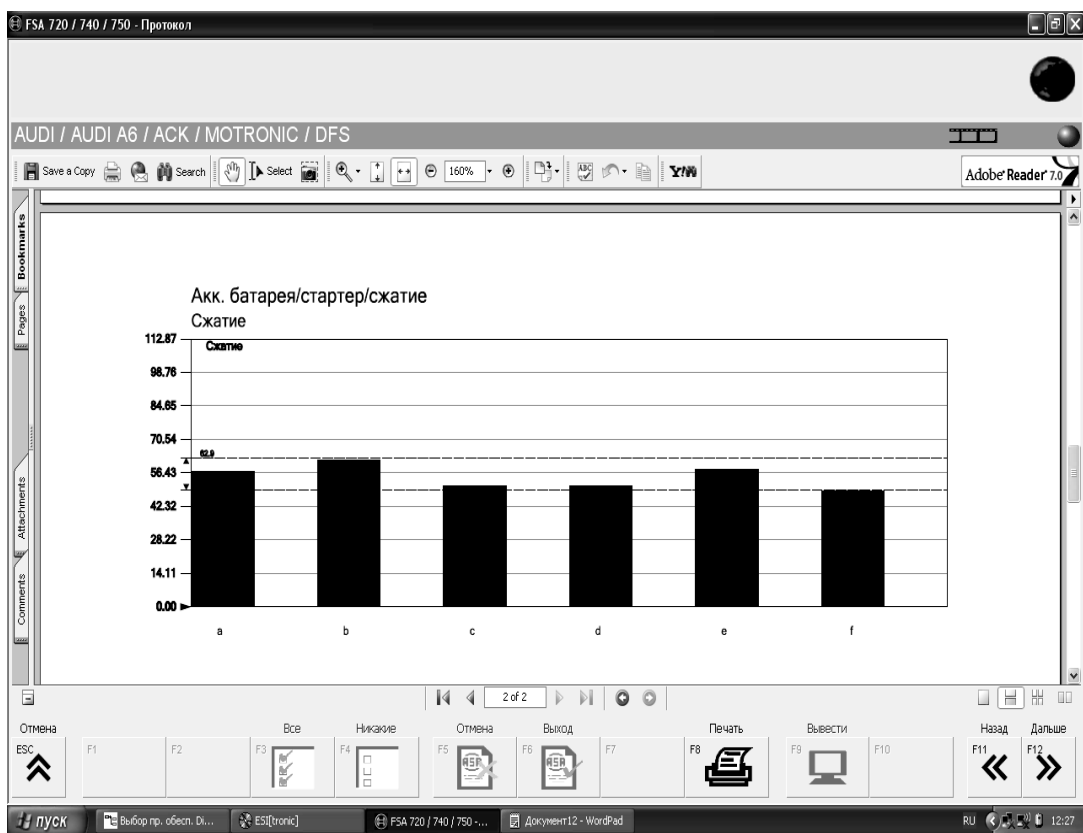


Рис.21.13 – Друк результатів виміру

Заповнити протокол перевірки автомобіля (рис.21.14).

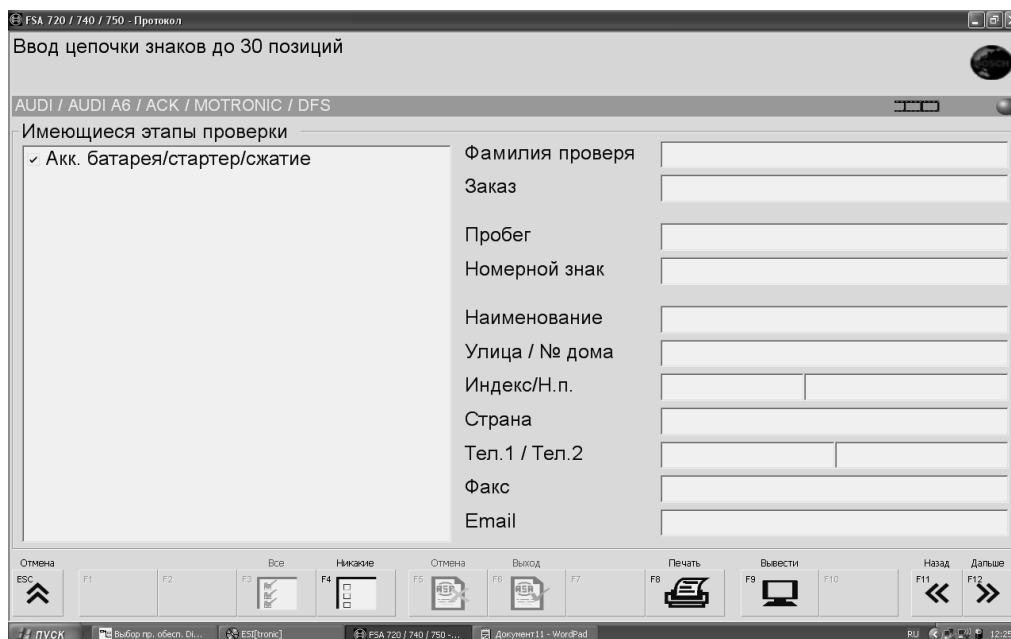


Рис.20.14 – Протокол перевірки автомобіля

Від'єднати клеми приладу FSA від акумуляторної батареї та вставити на місце запобіжник паливного насоса.

На підставі виконаних вимірів зробити висновок про технічний стан ЦПГ двигуна.

Контрольні запитання

1. Під дією яких основних факторів відбувається зміна технічного стану ЦПГ двигуна?
2. Які структурні параметри повинні перевірятися при оцінці технічного стану ЦПГ?
3. Розкрийте поняття компресія. Від яких основних факторів залежить величина компресії?
4. Перелічіть основні методи діагностики ЦПГ двигуна.
5. Які технічні умови повинні дотримуватися при діагностуванні ЦПГ двигуна?
6. Як здійснюється процес діагностування ЦПГ двигуна з використанням діагностичного устаткування BOSCH?

Лабораторна робота № 22

ВІБРАЦІЙНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦПГ І КШМ ДВИГУНА

Мета роботи

Освоїти вібраційні методи діагностування двигунів. Вивчити засоби вібраційного діагностування. Ознайомитися з правилами вибору контрольних точок виміру вібрації. Освоїти послідовність виміру вібрації аналізатором «Кварц» та методику виявлення джерел вібрації ЦПГ і КШМ шляхом порівняння обмірюваних спектральних складових вібрації з розрахунковими значеннями.

Устаткування та інструмент

1. Віброперетворювач РА-023.
2. Магніт для кріплення віброперетворювача в контрольній точці.
3. Віброаналізатор «Кварц».
4. Кабель для з'єднання віброперетворювача з віброаналізатором «Кварц».
5. Фазовий відмітник КР-020л з магнітною стійкою для визначення частоти обертання.
6. Комп'ютер.
7. Програмне забезпечення «Діамант 2».
8. Стенд випробувань двигуна ВАЗ – 2108.

Комплект засобів виміру вібрації повинен бути перевірений органами Держстандарту України. Строк перевірки засобів виміру вібрації не повинен перевищувати один рік.

Параметри і частотний діапазон вимірюваної вібрації

Вимір вібрації виробляється по середніх квадратичних значеннях віброприскорень в третьоктавних (дБ) і вузьких (м/с^2) смугах частот у м/с^2 . За нульовий рівень прийняте прискорення, рівне $3 \times 10^{-4} \text{м/с}^2$. Вимір вібрації здійснюється в частотному діапазоні від 6,3 Гц до 10000 Гц. У цьому частотному діапазоні проявляються вібрації

порушувані основними дефектами ЦПГ і КШМ (табл.22.1).

Таблиця 22.1

Розрахункові частоти основних дефектів ЦПГ і КШМ

Вид дефектів	Розрахункова формула порушеної частоти	Гармоніки	Частота вібрації, Гц
Неврівноваженість колінчатого вала	$fp = \frac{n}{60}$	$K_1 = 1$	50
Сили обертового колінчатого вала	$f = \frac{i \cdot K_1 \cdot K \cdot n}{60}$	$K_1 = 1$ $K_1 = 2$ $K_1 = 3$	50 100 150
Перекидка поршня в зазорі	$f_n = K_1 \cdot \frac{b \cdot n}{60}$	$K_1 = 1$ $K_1 = 2$ $K_1 = 3$	100 200 300
Сили тертя	$f_m = K_1 \cdot \frac{z \cdot n}{60}$	$K_1 = 1$ $K_1 = 2$ $K_1 = 3$	150 300 450
Коливання газу в циліндрі	$f_\Gamma = \frac{c}{2d}$		6578,9
Газодинамічні коливання ударної хвилі, що виникають у процесі запалення	$f_{с.г.} = 10 \sqrt{\frac{T_\Gamma}{D_\Gamma}}$		2500
Вплив ударного імпульсу на стінки циліндра	$f = b \cdot \frac{c}{2d}$		7565
Збільшення радіального зазору в підшипнику	$0,49f_p; f_p; 2f_p$		25;50; 100
Ослаблення кріплення натягу вкладишів	$1/3f_p$		50

Прийняті позначення і їхні значення:

$n=3000$ – число обертів двигуна у хвилину, $хв^{-1}$;

$i = 1$ - сумарне передатне відношення;

$b = 2$ - число перекидок поршня в зазорі за цикл;

$z = 3$ - число третюв пар;

$c = 1000$ - швидкість ударної хвилі, м/сек;

$d = 0,076$ - діаметр циліндра, м;

$T_\Gamma = 2500$ – максимальна температура газу в циліндрі, $^{\circ}C$;

$D_\Gamma = 0,04$ – діаметр камери згоряння, м

Місця і точки контролю вібрації

1. Вібрації, які виникають через дефекти і несправності ЦПГ, вимірюються на картері блоку циліндрів у верхній зоні ВМТ кожного циліндра. Одна контрольна точка А1 показана на рис.22.1, а. Точка контролю вібрації А1 розташована в максимальній твердості ребер пустотілого корпусу.



а



б

Рис. 22.1. Контрольна точка А1 та Б1 виміру вібрації

Вібрації які виникають через дефекти і несправності КШМ вимірюються на картері блоку циліндрів корінних підшипників осі колінчатого вала. Одна з контрольних точок Б1 показана на рис. 22.1, б.

Послідовність проведення діагностування

Установити віброперетворювач РА-023 з кабелем у контрольну точку А1 діагностування ЦПГ за допомогою магніту.

Приєднати кабель віброперетворювача до віброаналізатора «Кварц» (рис.22.2).

Установити магнітну стійку з фазовим відмітником КР-020л з кабелем на раму стенда. Направити лазерний (червоний промінь) на мітку розташовану на маховику.

Приєднати кабель фазового відмітника КР-020л до віброаналізатора «Кварц».

Підготувати віброаналізатор «Кварц» до діагностування:

- включити кабель живлення віброаналізатора «Кварц» у мережу

220 В;

- включити живлення віброаналізатора клавішею «Вкл.». Після завантаження «Програмне забезпечення» на екрані приладу з'явиться заставка «Диамех»;
- для входження в основне меню приладу «Кварц» натиснути кнопку «Введення»;

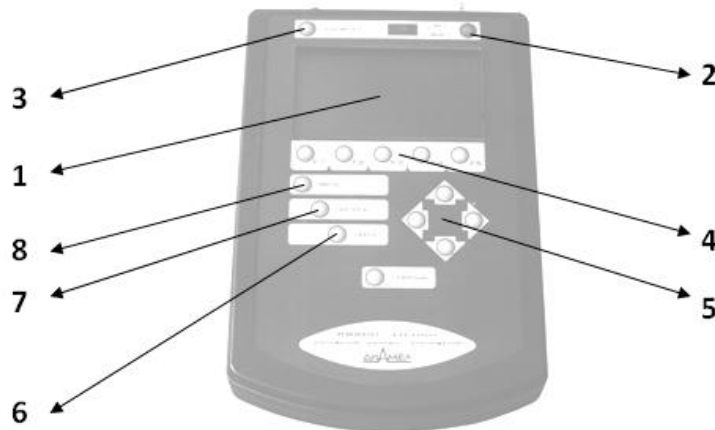


Рис.22.2. Лицьова сторона приладу «КВАРЦ»: 1 – екран приладу; 2 – <ВКЛ/ВИКЛ>; 3 – <ПІДСВІЧУВАННЯ>; 4 – програмувальні функціональні клавіші <F1>, <F2>, <F3>, <F4>, <F5>; 5 – курсор/селектор меню; 6 – <СКИДАННЯ>; 7 – <ЗАПИС>; 8 – <ВВЕДЕННЯ>

Запустити двигун і за показниками фазового відмітчика на приладі «Кварц» установити стабільну частоту обертання колінчатого вала – 3000 хв^{-1} . Для цього:

- у меню «Контроль» вибрати пункт «Отметчик» після чого показання фазометра будуть відображатися на екрані приладу;
- утримувати стабільну частоту обертання колінчатого вала протягом виміру вібрації;
- зробити обкатування двигуна протягом 10 хв.

Зробити виміри віброприскорень двигуна в точці А1 у трьох октавних смугах частот від 6,3 до 10000 Гц. Для цього:

- включити кнопки 6, 8 (рис.22.2) і увійти в меню «Виміру»;
- вибрати пункт «1/3 окт. Аналіз»;
- записати поточний спектр вібрації (клавіша 7, рис.22.2);
- зберегти поточний спектр вібрації (клавіша 7, рис.22.2);

Зробити виміри віброприскорень (м/с^2) у вузьких смугах час-

тот від 100 до 10000 Гц.

Зупинити двигун. Встановити віброперетворювач РА – 023 у точку Б1.

Запустити двигун повторивши операції 5, 6. Зробити виміри третьоктавних віброприскорень двигуна в точці Б1, повторивши операції 5, 7. Зробити виміри віброприскорень (м/с^2) у вузьких смугах частот від 5 до 500 Гц.

Зупинити двигун. Спектри вібрації ЦПГ і КШМ оброблені комп'ютером за допомогою програмного забезпечення «Діамант 2» представлені на рис.22.3 і рис.22.4.

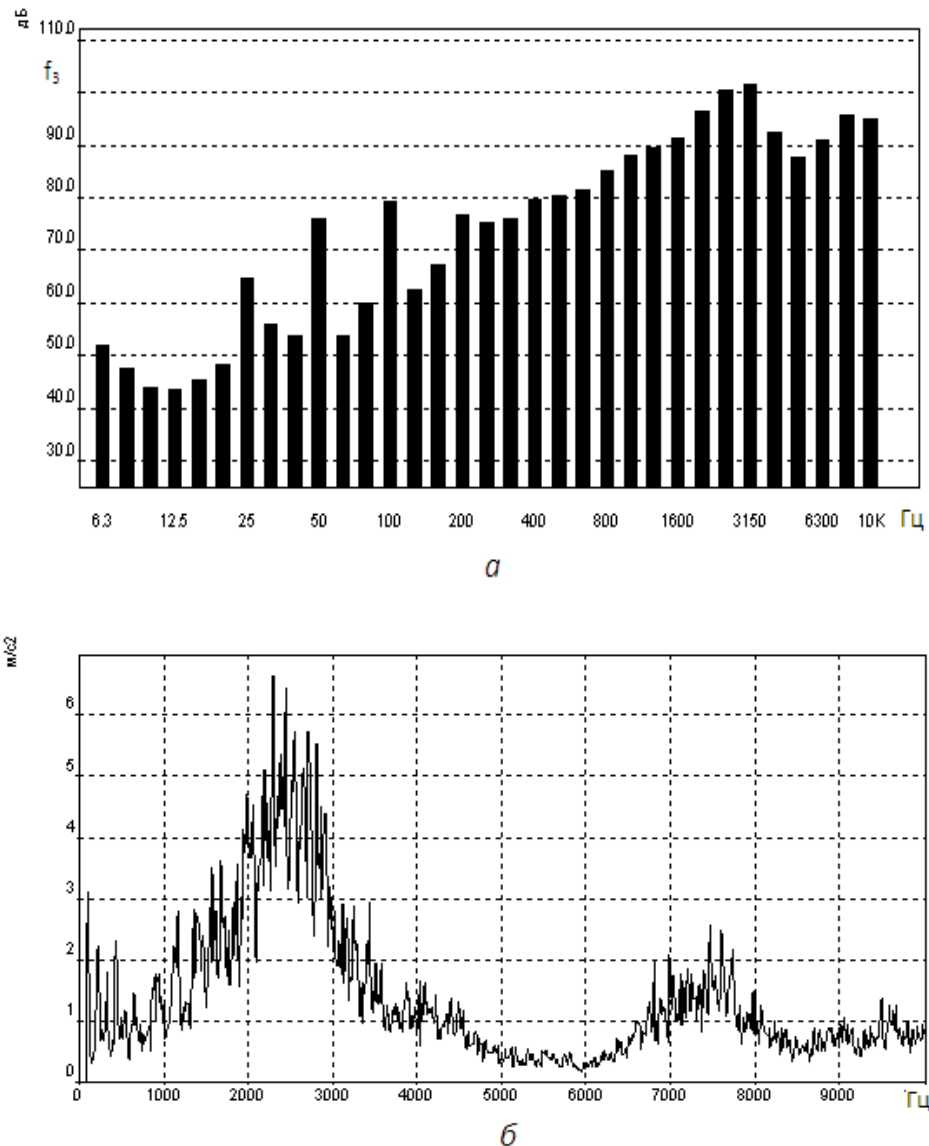


Рис.22.3. Спектри вібрації двигуна в точці А1: *a* – 1/3 октавний спектр вібрації (дБ); *б* – вузькополосний спектр вібрації (м/с^2)

Визначити джерела вібрації f_1 , f_2 , f_3 ЦПГ двигуни шляхом порівняння обмірюваних рівнів вібрації в точці А1 (рис.22.4) і даними табл.22.1. Визначити джерела вібрації f_1 , f_2 , f_3 КШМ двигуна шляхом порівняння обмірюваних рівнів вібрації в точці Б1 (рис.22.3) і даними табл.22.1.

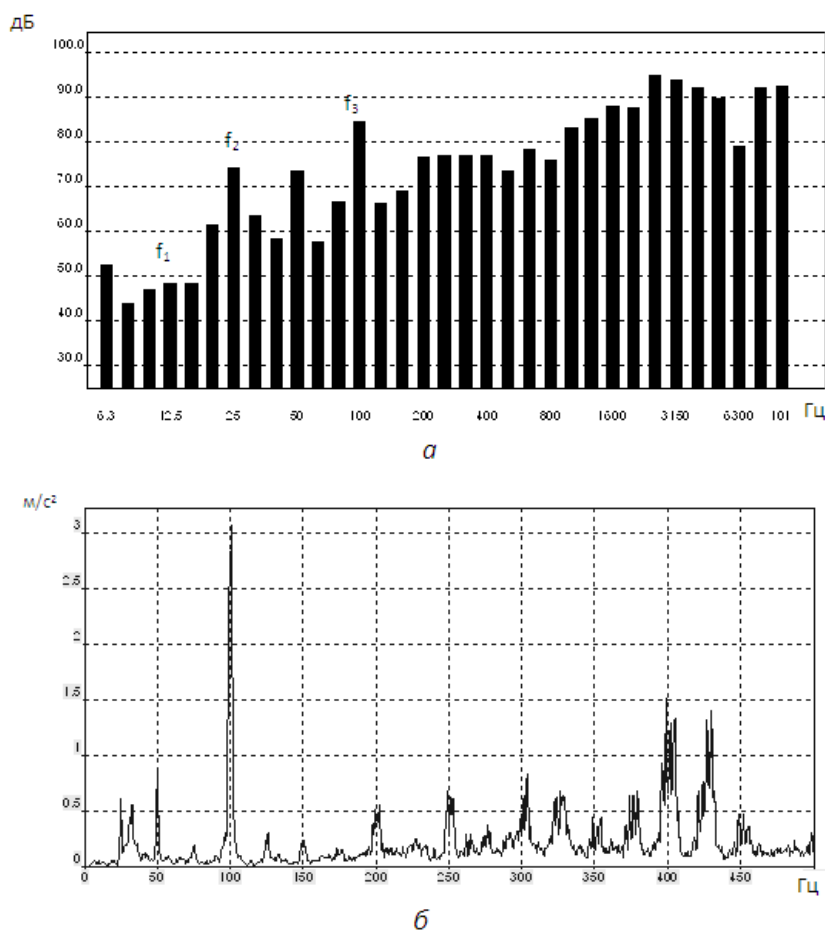


Рис.22.4. Спектри вібрації двигуна в точці Б1: a – 1/3 октавний спектр вібрації (дБ); b – вузькополосний спектр вібрації (m/s^2)

Контрольні запитання

1. Які правила вибору контрольних точок виміру вібрації?
2. За якими правилами вібрації вибирають засоби вимірів?
3. Як визначити діапазон вимірів вібрації ЦПГ і КШМ.
4. Визначите розподільні здатності 1/3 октавного та вузькополосного спектрів вібрації. Як у спектрі вібрації виявляти джерела вібрації порушення ЦП і КШМ двигуна?

Література [7, 12, 30]

Лабораторна робота № 23

КОНТРОЛЬ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

Мета роботи

Ознайомитися з розміщенням елементів системи охолодження на автомобілі, закріпити знання щодо параметрів працездатності системи, одержати реальне уявлення відносно характеру та обсягу робіт при технічному обслуговуванні системи.

Устаткування та інструмент

1. Автомобіль Skoda Octavia 1,8 T.
2. Прилад для визначення герметичності системи охолодження моделі M.S. 554 07.
3. Автомобільний цифровий тестер Fluke (мод. 334 або Unit мод. M 830 BUZ з термопарою).

Зміст і порядок виконання роботи

Основними параметрами працездатності системи охолодження двигуна є підтримувана температура охолоджувальної рідини та герметичність системи.

Принципова схема системи охолодження автомобіля Skoda Octavia 1,8 T зображена на рис.23.1.

Параметри працездатності системи охолодження формуються всіма без винятку елементами системи.

Контрольний огляд

Використовуючи посібник визначити місця розташування елементів системи охолодження на автомобілі.

Перевірити кріплення елементів, патрубків, хомутів. Візуально оцінити герметичність системи за наявністю підтікань. При наявно-

сті спірних випадків провести апаратну перевірку герметичності системи за допомогою приладу M.S. 554–07.

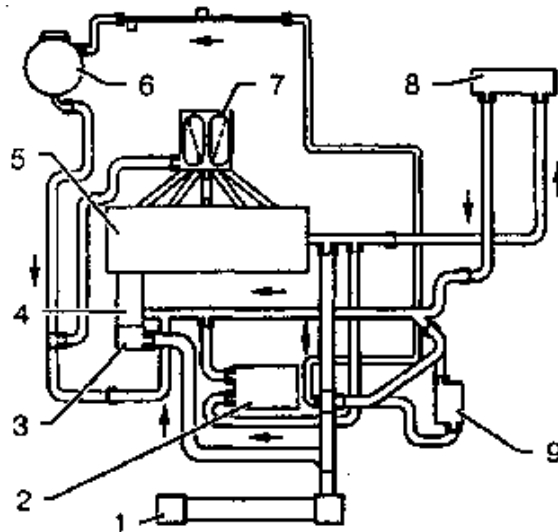


Рис.23.1. Система охолодження двигуна «Skoda AGU»: 1 – радіатор системи охолодження; 2 – масляний радіатор; 3 – термостат; 4 – насос системи охолодження; 5 – блок циліндрів; 6 – розширювальний бачок; 7 – турбонаддув; 8 – радіатор системи опалення; 9 – радіатор трансмісійного масла

Перевірка працездатності системи

Зробити контрольний огляд і перевірку герметичності системи в обсязі операцій, перерахованих вище.

На приєднувальний патрубок, розташований на головці блоку циліндрів праворуч від генератора (рис.23.2) за допомогою липкої стрічки встановити термопару мультиметра Fluke 334 і запустити двигун. Записувати показання термометра щохвилини. У міру прогріву двигуна при закритому термостаті температура повинна зростати незначно. При подальшому прогріві двигуна термостат відкривається і показання термометра різко починають зростати, свідчачи про справність термостата.

Продовжити роботу двигуна на холостій ході до вмикання електровентилятора системи охолодження. Відзначити показання покажчика температури охолоджувальної рідини, що відповідає миті вмикання електровентилятора.

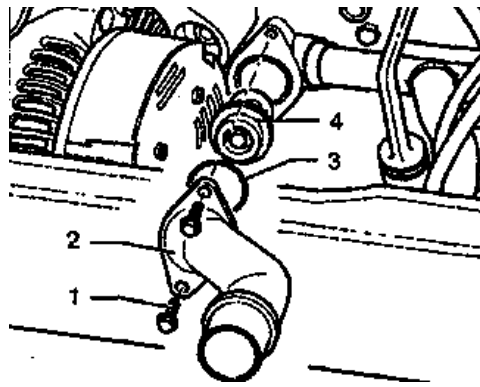


Рис.23.2. Кріплення термостата: 1 – болт; 2 – приєднувальний патрубок; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – термостат

Побудувати графік зміни температури вхідного патрубку з часом і переконатися в наявності стрибкоподібного збільшення температури. На цьому перевірка працездатності системи охолодження вважається завершеною.

Перевірка герметичності системи

Поставити замість клапана розширювального бачка адаптер M.S. 554–01. Приєднати до адаптера прилад M.S. 554–07.

Запустити двигун, прогріти, потім заглушити його.

За допомогою приладу створити в системі тиск на 10 кПа менше тиску спрацьовування запобіжного клапана (150 кПа). Зафіксувати цей тиск гвинтом приладу.

Спостерігати за тиском за показниками манометра, які не повинні падати. Якщо тиск падає система негерметична, необхідно відшукати витік.

Поступово знижуючи тиск у системі охолодження, відгвинтити прилад від адаптера M.S. 554–01 і зняти адаптер.

Перевірка тарування клапана розширювального бачка

Приєднати до приладу перехідник M.S. 554–06 і встановити на нього клапан, обраний для перевірки.

Повільно підвищувати тиск до значення 160 ± 10 кПа.

Від'єднати клапан розширювального від перехідника і повернути його на своє місце.

Злив і заправлення охолоджувальної рідини

Не можна допускати, щоб частка антифризу в охолоджувальній рідині перевищувала 60%, тому що подальше підвищення її частки приводить до погіршення морозостійкості при одночасному погіршенні охолодних властивостей рідини.

Для зливу охолоджувальної рідини необхідно відкрити пробку розширювального бачка, зняти швидкозйомну муфту шланга охолоджувальної рідини з масляного радіатора 9 (рис.23.1) і вивернути різьбову пробку зливого отвору на блоці циліндрів.

При відкритті розширювального бачка може відбутися витік гарячої пари. Щоб уникнути травми, необхідно пробку прикрити ганчіркою, дотримуючись обережності.

Заправлення системи здійснити в наступній послідовності.

Надягти шланг для охолоджувальної рідини на масляний радіатор. Загвинтити різьбову пробку зливого отвору охолоджувальної рідини. Заправити розширювальний бачок охолоджувальною рідиною аж до верхнього рівня – «стрілка» на бачку. Закрити розширювальний бачок. Завести двигун і дати йому попрацювати три хвилини на частоті обертання 2000 хв^{-1} . Залишити працювати двигун в режимі холостої ходи доти, поки не спрацює вентилятор.

Перевірити рівень охолоджувальної рідини і за необхідності, долити її до рівня «стрілка».

Контрольні запитання

1. Які основні параметри визначають працездатність системи охолодження?
2. У чому відмінності систем охолодження з установкою термостата у верхньому та нижньому патрубках радіатора?
3. Які методи контролю герметичності системи найбільше поширені?
4. Яким є обсяг робіт із системи охолодження у випадку сезонного обслуговування?

Література [23, 36, 40]

Лабораторна робота № 24

ДІАГНОСТИКА ДВИГУНІВ ПО ПАРАМЕТРАМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ МАСТИЛА НА МФС-7

Мета роботи

Одержати практичні навички по визначенню складу продуктів зношування в мастилах агрегатів автомобіля за допомогою фотоелектричної установки МФС-7 і вміти визначити технічний стан агрегату.

Устаткування, прилади й матеріали

1. Двигун КамАЗ-740.
2. Фотоелектрична установка МФС-7.
3. Електромеханічна мішалка.
4. Пристосування для відбору проб мастил.
5. Ємність 250 см³.
6. Бензин Б-70.
7. Вугільні електроди марки С-2.
8. Пристосування для калібрування електродів.

Зміст і порядок виконання роботи

Діагностування технічного стану двигунів по параметрах мастила, що працювало, повинне включати як контроль накопичення продуктів зношування в мастилі, так і зміна фізико-хімічних показників мастила.

Найбільше поширення в практиці діагностування двигунів одержав метод спектрального аналізу мастила, що працювало, через його особливо високу інформативність і малу трудомісткість.

У табл.35.1 наведені елементи-індикатори, що характеризують стан двигуна.

При виникненні якого-небудь дефекту в третій парі, пов'язаного з її прогресуючим зношуванням, темп наростання, а також кількісний зміст у мастилі металу, характерного для даної пари,

різко збільшується.

У зв'язку з цим для своєчасного виявлення підвищення концентрації елементів зношування, що дозволяє запобігти значному ушкодженню деталей і вихід з ладу двигуна, у даній роботі необхідно проаналізувати проби мастила з картера двигуна, взяті через певні періоди експлуатації автомобіля.

Для визначення інтенсивного наростання продуктів зношування в мастилі при несправностях систем очищення повітря і мастила в роботі використовувати установку МФС-7.

Фотоелектрична установка МФС-7 призначена для порушення емісійних спектрів і реєстрації аналітичних сигналів спектральних ліній різних елементів продуктів зношування в мастилі, що відробило.

У комплект установки входять (рис.24.1, 24.2) поліхроматор (1) зі спеціальним штативом (2) для аналізу рідких проб, персональна електронно-обчислювальна машина та друкувальний пристрій (4), джерело порушення спектра ДПС-28 (3), електромагнітний стабілізатор напруги С-0,75 (5), стабілізатор СТС-2М (6).

Таблиця 24.1

Елементи-індикатори, що характеризують стан двигуна

Елемент-індикатор	Зміна технічного стану двигуна, що характеризується появою елемента-індикатора в мастилі
Залізо	Зношування шийок колінчатого вала, гільз, циліндрів, підшипників кочення, зубів шестірень
Алюміній	Зношування поршня, підшипників, влучення пилу з повітря
Свинець, мідь	Зношування і викрашування підшипників
Олово	Зношування підшипників ковзання, поршневих кілець
Хром	Зношування поршневих кілець
Кремній	Влучення пилу з повітря
Нікель	Зношування підшипників кочення, клапанів

Випромінювання розряду направляється на вхідну щілину поліхроматора з увігнутими дифракційними ґратами, що розкладає випромінювання в спектр. Вихідні щілини поліхроматора виділяють

зі спектра необхідні аналітичні лінії.

Виділений потік випромінювання направляєтся на фотокатод відповідного ФЕУ (фотоелектронний множувач).

В анодному ланцюзі ФЕУ протікає струм. Для одержання стабільних результатів спостережень необхідне усереднення спектральних сигналів у деякому обраному проміжку часу.

В установці це усереднення досягається накопиченням (інтегруванням) зарядів на конденсаторах з ємністю C , включених в анодному ланцюзі ФЕУ та установлених у блоці інтеграторів. Заряд всіх конденсаторів виробляється одночасно.

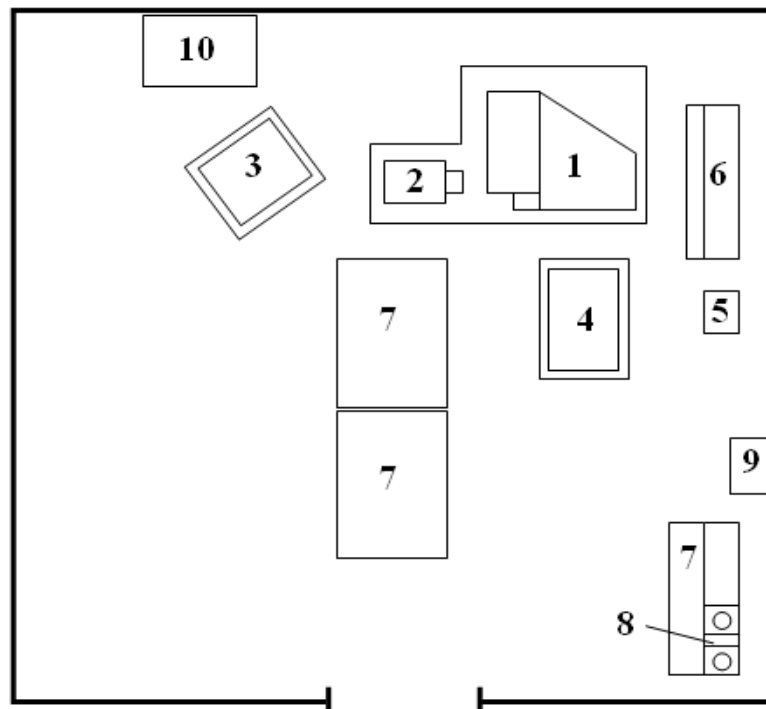


Рис.24.1. Планування лабораторії спектрального аналізу мастил:
1 – поліхроматор; 2 – штатив; 3 – ДПС-28; 4 – ЕОМ і друкувальний пристрій; 5 – стабілізатор С-0,75; 6 – стабілізатор СТС-2М; 7 – стіл;
8 – електромеханічна мішалка; 9 – рубильник; 10 – шафа

По закінченні часу інтегрування T по програмі керування виробляється послідовне опитування конденсаторів шляхом підключення їх на вхід комп'ютера.

Комп'ютер по заданій програмі робить обробку сигналів і передає їх на екран монітора, що робить роздруківку результатів, що представляють собою перетворені значення сигналів, пропорційні абсолютним або відносним значенням інтенсивності спект-

ральних ліній або значенням концентрації аналізованих елементів проби.

У процесі роботи установки команди направляються в дешифратор блоку контролера K . Дешифратор перетворює цифрові сигнали, які підсилюються по потужності і подаються на виконавчі пристрої автоматики ДПС і блоку I_H .

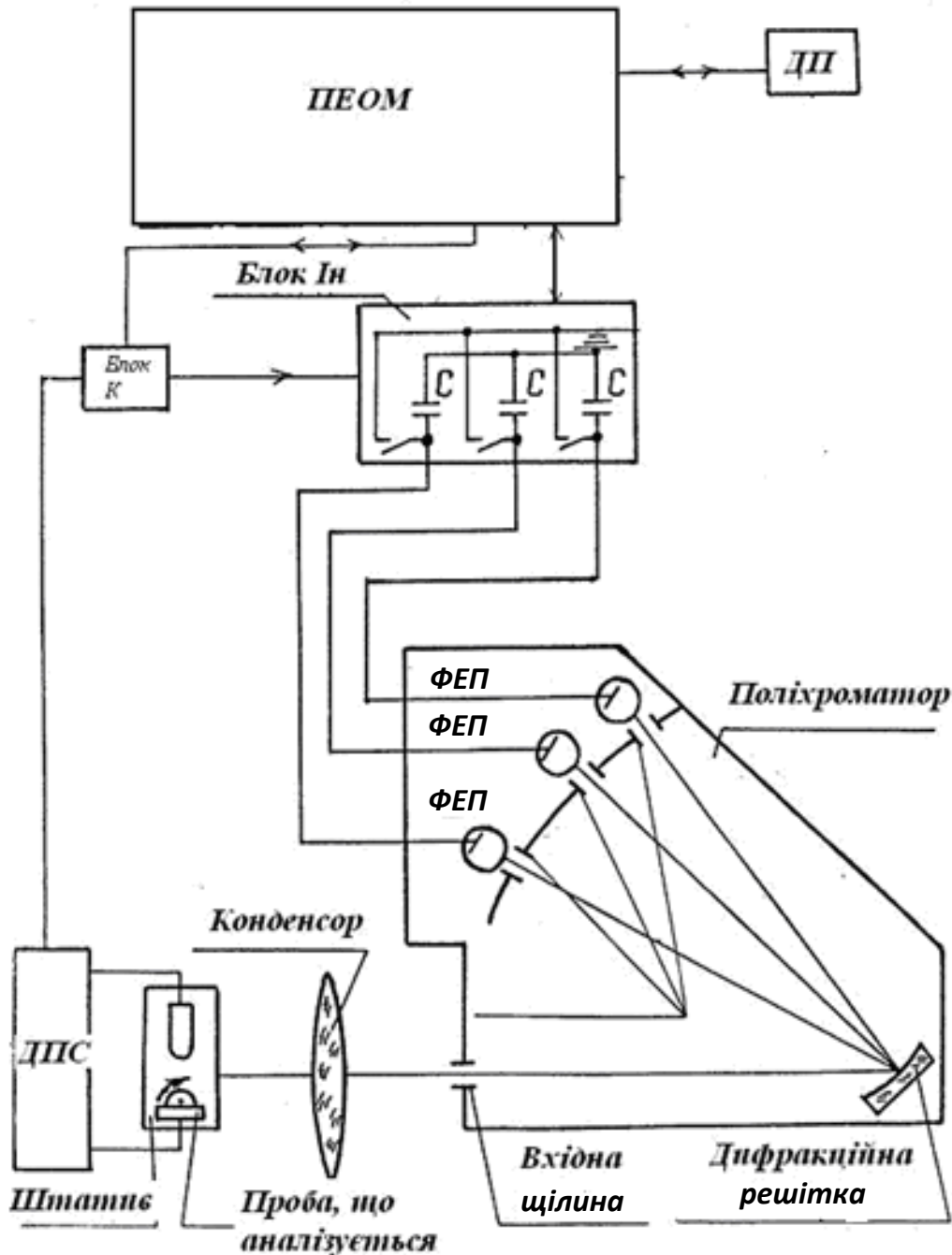


Рис.24.2. Функціональна схема фотоелектричної установки МФС-7: ДП – друкувальний пристрій; ФЕУ – фотоелектронний множитель; C – конденсатор; ДПС – джерело порушення спектра; I_H – інтегратори; K – контролер; ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина

Установлення часу інтегрування в установці здійснюється програмним способом за рахунок використання тактового генератора. При цьому забезпечується можливість отримання сигналів, пропорційних абсолютним значенням інтенсивностей спектральних ліній.

Загальний час аналізу однієї проби мастила на 16 елементів становить 3...4 хвилини і складається із часу:

- промивання дозуючого диска;
- установка електродів;
- наповнення ванночки аналізованою пробойою мастила і установки в штатив;
- попереднього нагрівання електродів, випалу і експозиції;
- печатки даних.

Перед початком проведення аналізу необхідно:

Запустити двигун КамАЗ-740. Прогріти його до температури 45...50°C і відібрати за допомогою пробовідбірника в ємність 30...40 см³ моторне мастило, вставивши замість вимірювального щупа мастиловідбірну трубку (відбір проби здійснюється не пізніше 10 хв після зупинки двигуна).

За допомогою електромеханічної мішалки перемішати пробу, що аналізується протягом 5 хв, налити у ванночку і встановити в штатив.

Включити живлення установки МФС-7 за допомогою рубильника (9) (рис.24.1).

Включити тумблер "мережа" на комп'ютері (4) (рис.24.1).

Включити тумблер "мережа" на блоці живлення КМС.

Отримані результати перевести з вольтів у концентрацію г/т за допомогою тарувальних графіків. По осі ординат відкласти отриманий результат, знайти точку перетинання на графіку і опустити перпендикуляр на вісь абсцис, де зафіксувати результат у г/т (рис.24.3).

Отримані результати зрівняти із гранично припустимими концентраціями та дати висновок про технічний стан двигуна. Гранично припустимі концентрації елементів індикаторів для ДВЗ Камаз-740:

Fe – 30 г/т; Pb – 16 г/т; Al – 11 г/т; Si – 20 г/т; Cu – 15 г/т; Cr – 4 г/т.

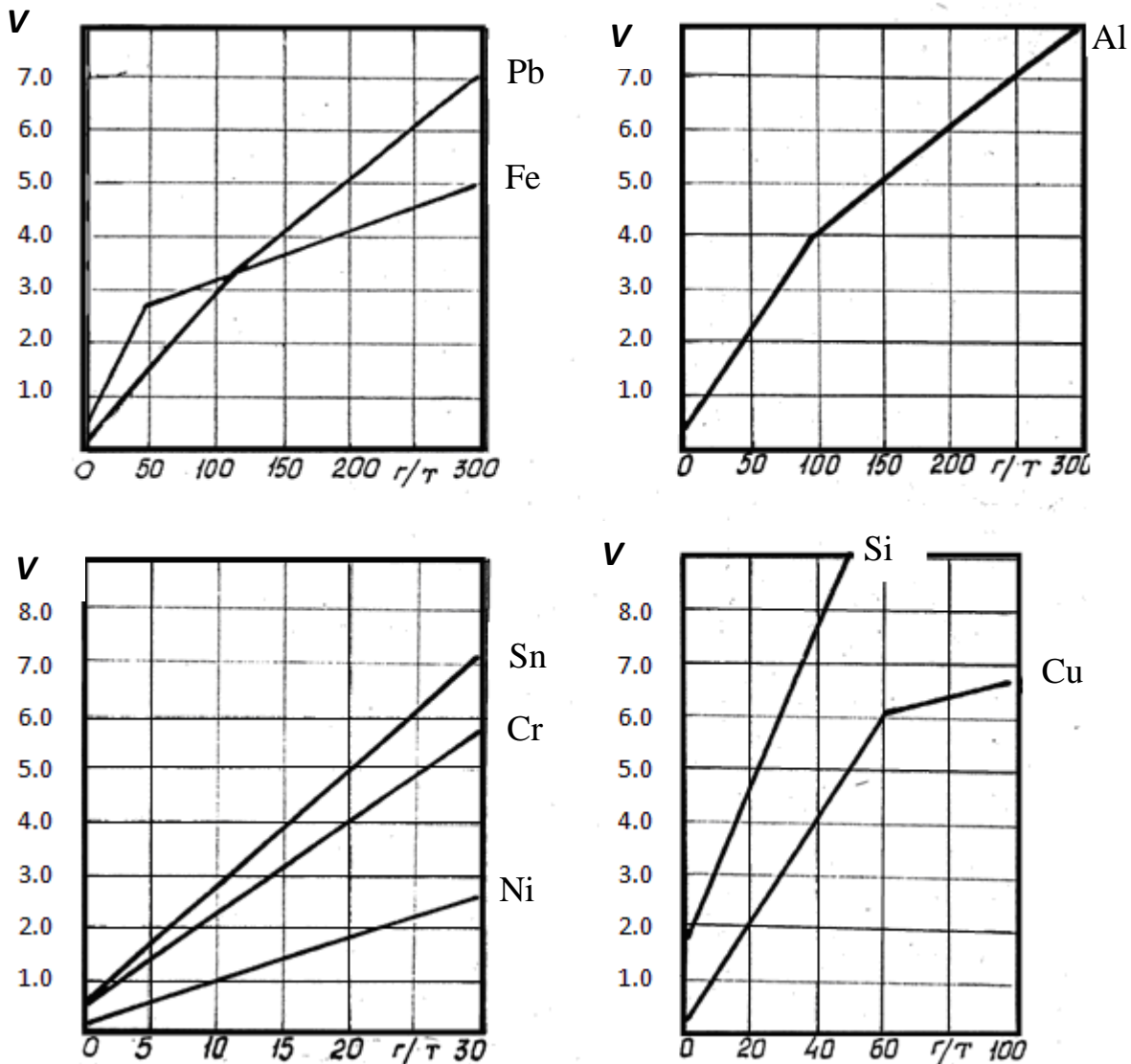


Рис.24.3. Тарувальні графіки на мастилі М-10 Г_{2К}

Вказівки до оформлення звіту

Отримані результати вимірів порівняти із гранично припустимими значеннями концентрації елементів. Зробити висновок про характер несправності.

Контрольні запитання

1. Роботу якої системи двигуна характеризує концентрація Si у мастилі?

2. Роботу яких сполучень характеризують концентрації Al і Cr у мастилi?
3. Роботу якого сполучення характеризують концентрації Pb і Cu ?
4. По яких елементах-індикаторах у більшій мері можна судити про справну роботу системи очищення мастила?

Література [17, 23]

Лабораторна робота № 25

ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ХОЛОСТОГО ХОДУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ VW–GOLF

Мета роботи

Засвоїти способи та практичні прийоми перевірки та регулювання системи холостого ходу двигуна. Ознайомитися з симптомами несправностей і навчитися усувати ці несправності.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль VW–Golf.
2. Плакати та схеми.
3. Газоаналізатор Urex 3110.
4. Тахометр цифровий.
5. Комплект допоміжних проводів.
6. Світлодіодний пробник.
7. Мультиметр цифровий.

Зміст і порядок виконання роботи

Спочатку наведемо узагальнену характеристику відомості комплексної системи керування двигуном «Digifant».

Система розроблена фірмою «VW» і встановлюється на двигуни з літерним позначенням PB, PF, PG, GT і 2E. Електронний блок одночасно здійснює керування запалюванням і впорскуванням. Система впорскування в основному відповідає системі L–Jetronic фірми «Bosch».

Розташування основних елементів комплексної системи керування двигуном (КСКД) «Digifant» представлена на рис.25.1.

Підсистема керування впорскуванням палива КСКД «Digifant» розроблена на базі системи розподіленого (багаточкового) впорскування з електронним керуванням «LE–Jetronic» фірми Bosch і являє собою систему переривчастого впорскування палива (два рази за один оберт колінчатого вала) низького тиску.

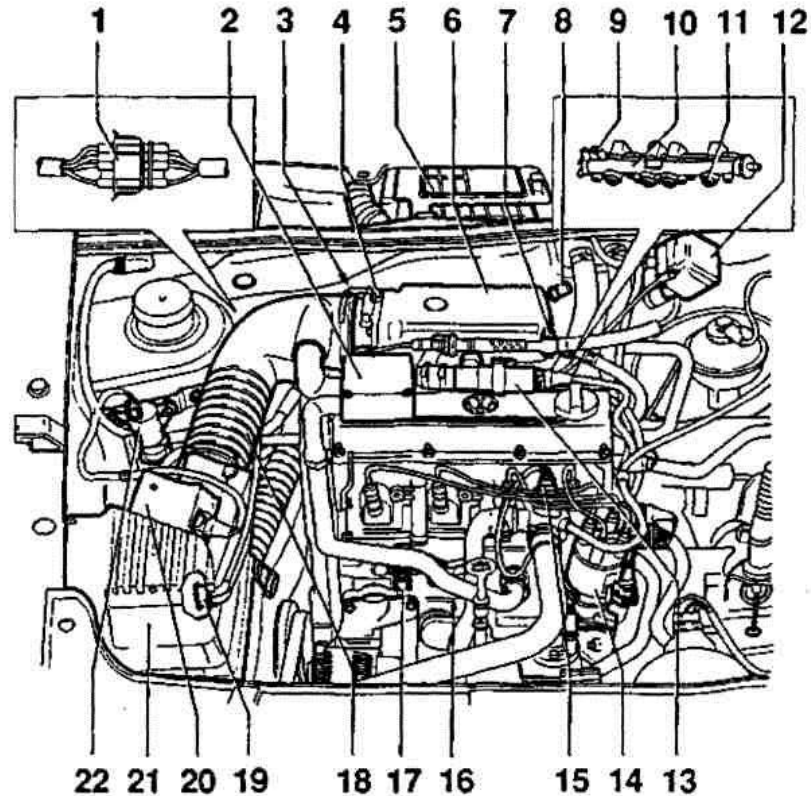


Рис.25.1. Розміщення компонентів системи «Digifant» на автомобілі:
 1 – чотириконтактне штепсельне роз'єднання, яке призначене для підключення кисневого датчика (G39), роз'єднання перебуває в правій опорі двигуна; 2 – клапан, що регулює тиск у системі вентиляції картера; 3 – потенціометричний датчик (С60) кута відкриття дросельної заслінки; 4 – патрубок камери дросельної заслінки; 5 – авторегулятор (Л 60) систем впорскування палива та запалювання суміші «Digifant»; 6 – впускний колектор; 7 – пусковий клапан (N17); 8 – газоконтрольна трубка; 9 – регулятор тиску палива; 10 – бензорозподільувач; 11 – клапанні форсунки (N30 – N33); 12 – трансформатор високої напруги (N13 2); 13 – клапан (N71) стабілізації режиму холостого ходу; 14 – розподільник запалювання; 15 – датчик (G62) температури рідини в системі охолодження, прилад сполучений з датчиком (G2) показчика температури рідини в системі охолодження; 16 – 1-й датчик детонаційного згоряння (G61); 17 – контакт для підключення до «маси»; 18 – повітрязабірний шланг; 19 – регулятор температури, призначений для підігрівника усмоктуваного повітря; 20 – витратомір повітря, який комплектується датчиком (G42) температури усмоктуваного повітря та потенціометром (G19); 21 – повітряний фільтр; 22 – електромагнітний клапан (N80) вугільного фільтра

Основними параметрами системи, що визначають кількість паливно-повітряної суміші, є частота обертання колінчатого вала і

кількість повітря, що надходить до двигуна.

Паливо відбирається електричним заглибним роликним насосом, розташованим у паливному баку в одному блоці з датчиком рівня палива.

Марка та каталожний номер паливного насоса: Bosch O 580 453 012.

Паливо крізь фільтр марки Bosch, розташований у задній частині автомобіля, подається до форсунок. Тиск палива, що підводиться до форсунок, підтримується на заданому рівні залежно від тиску у впускному трубопроводі регулятором тиску палива, відтарованому на тиск 0,3 МПа.

Подача необхідної кількості палива і підтримка постійної якості робочої суміші забезпечуються контролером, що отримує та обробляє наступну інформацію:

- кількість і температура усмоктуваного повітря;
- частота обертання та кутове положення колінчатого вала двигуна;
- температура охолоджувальної рідини;
- положення дросельної заслінки (для визначення режиму роботи двигуна).

На автомобілях із двигуном «РВ» і двигуном «2Е» без каталітичного нейтралізатора контролер розташований у моторному відсіку за підсилювачем щита передка.

Марка й каталожний №: автомобілі з механічною коробкою передач: Bosch O 261 200 298; автомобілі з автоматичною трансмісією: Bosch O 261 200 299. На автомобілях із двигуном «2Е» з каталітичним нейтралізатором контролер розташований під панеллю приладів праворуч. Марка і тип VW Audi Digifant DFI. Залежно від отриманих сигналів контролер здійснює одночасне керування відкриттям форсунок, які розпорошують паливо перед впускними клапанами.

Для запобігання підсмоктування повітря вимірником витрати повітря передбачена повна герметичність усього повітряного тракту подачі повітря у двигун.

Для очищення повітря, що надходить до циліндрів передбачено повітряний фільтр із сухим паперовим змінним елементом марки Мапп С 31152, з підігрівником надходячого повітря, заслінка якого

відкривається при температурі повітря вище 30°C и закривається при температурі повітря нижче 20°C. Періодичність заміни змінного елемента: через кожні 30000 км пробігу.

При роботі двигуна на холостій ході контролер отримує сигнал частоти обертання колінчатого вала від датчика Холла, вмонтованого в розподільник запалювання, а також сигнал навантаження двигуна від вимикача холостого ходу та вимикача повного навантаження (двигун «РВ») або датчика положення дросельної заслінки (двигун «2Е») і порівнює отриману інформацію із запрограмованим значенням частоти обертання колінчатого вала під час холостої ходи. На двигуні «2Е» датчик положення дросельної заслінки потенціометричного типу, розміщений на осі дросельної заслінки. Він видає на контролер сигнал щодо навантаження двигуна. На двигуні «РВ» датчики позиційного типу встановлені на осі дросельної заслінки. Сигнали з датчиків служать для визначення режиму роботи двигуна (холоста хода або повний дросель). При відхиленні частоти обертання колінчатого вала від запрограмованої величини контролер збільшує або зменшує струм сигналу керування, що подається на електромагнітний клапан стабілізації холостої ходи, шток якого відповідним чином змінює прохідний перетин обхідного каналу, виконаного паралельно дросельній заслінці. Це приводить до відповідного збільшення або зменшення обертів холостої ходи.

Порядок виконання роботи, перевірка та регулювання холостої ходи двигуна

Перед регулюванням і перевіркою холостої ходи двигуна необхідно:

- прогріти двигун (температура масла не менш 80°C);
- відімкнути споживачі електроенергії, у тому числі кондиціонер, якщо він передбачений;
- переконатися в справності технічного стану вимикачів холостої ходи і повного навантаження та датчика положення дросельної заслінки (кут випередження запалювання і частота обертання колінчатого вала повинні змінитися при роз'єднанні рознімання вимикачів або датчика);
- переконатися в правильності виставлення кута випередження запалювання і зазору між електродами свіч запалювання;

– переконатися в працездатності електромагнітного клапана: при вмиканні запалювання клапан повинен вібрувати і гудіти.

Електроventилятор системи охолодження при перевірці вмикати не потрібно.

Приєднати контрольний тахометр (відповідно до інструкції з експлуатації) та газоаналізатор до трубки А (рис.25.2) виміру вмісту окису вуглецю (СО) у відпрацьованих газах.

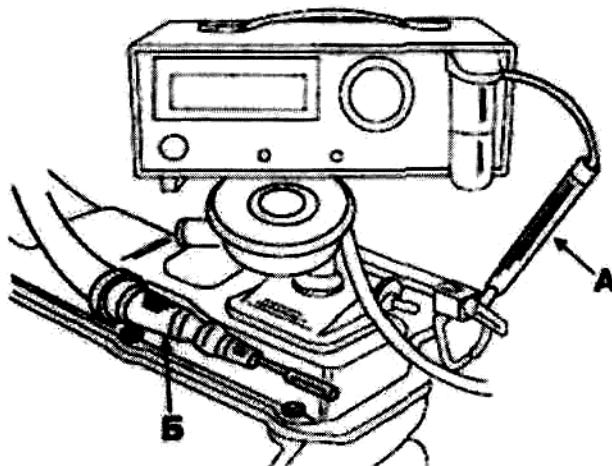


Рис.25.2. Приєднання газоаналізатора на двигуні «РВ»: А – шланг газоаналізатора, приєднаний до трубки виміру СО; Б – роз’єднаний і заглушений шланг вентиляції картера

Роз’єднати шланг вентиляції картера Б (рис.25.2 на двигуні «РВ») або 3 (рис.25.3 на двигуні «2Е») і заглушити його.

Запустити двигун на холостій ході і дати йому попрацювати близько 1хв.

Роз’єднати розйоми блакитних кольорів 2 (рис.25.3) датчика температури охолоджувальної рідини, потім три рази послідовно збільшити частоту обертання колінчатого вала до величини понад 3000 хв^{-1} і залишити двигун працювати на холостій ході.

Перевірити частоту обертання колінчатого вала на холостій ході і вміст СО у відпрацьованих газах, які відповідно повинні бути в межах $750...850 \text{ хв}^{-1}$ і $0,5...1,5\%$. Якщо отримані значення не укладаються в зазначені межі, вийняти заглушки з регулювальних гвинтів холостого ходу і, по черзі обертаючи гвинт повітря холостої ходи (для регулювання числа обертів холостої ходи) і гвинт корекції СО (рис.25.4 і 25.5), домогтися необхідних значень.

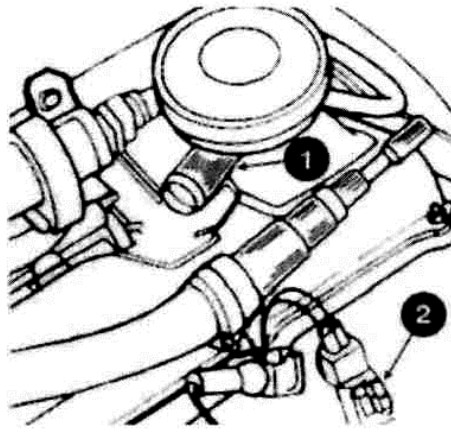


Рис.25.3. Перевірка та регулювання холостої ходи двигуна «РВ»: 1 – місце від'єднання шланга вентиляції картера; 2 – рознімання блакитних кольорів датчика температури охолоджувальної рідини підсистеми керування впорскуванням палива

Після регулювання приєднати шланг вентиляції картера та з'єднати розєми датчика температури охолоджувальної рідини підсистеми керування впорскуванням палива, поставити нові заглушки на регульовальні гвинти холостого ходу. Натиснути декілька разів на педаль акселератора і знову перевірити оберти холостої ходи, які повинні перебувати в необхідних межах.

Відокремити вакуумний шланг регулятора тиску палива від патрубка корпуса дросельної заслінки і закрити отвір патрубка. Вміст СО при цьому повинен спочатку короткочасно підвищитися, а потім знизитися. Після цього приєднується шланг.

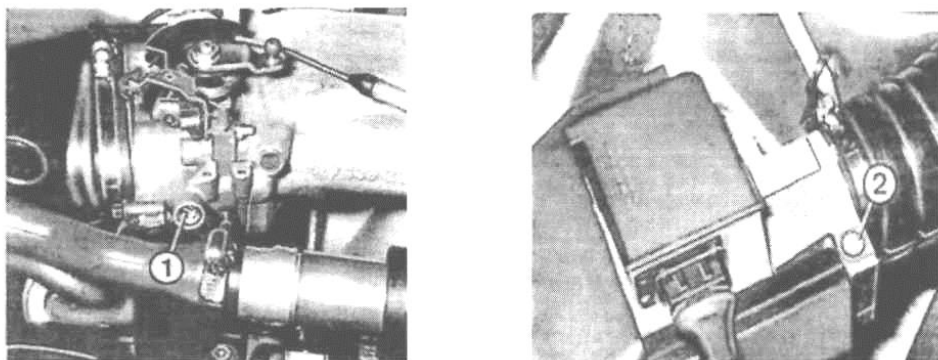


Рис.25.4. Регулювання холостої ходи двигуна «РВ»: 1 – регульовальний гвинт повітря холостого ходу (для регулювання числа обертів холостого ходу); 2 – гвинт корекції СО

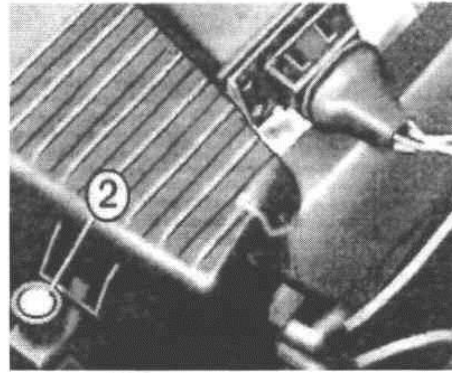
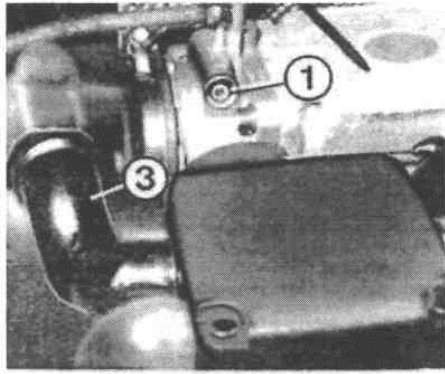


Рис.25.5. Регулювання холостої ходи двигуна «2Е»: 1 – регулювальний гвинт повітря холостого ходу (для регулювання числа обертів холостого ходу); 2 – гвинт корекції СО; 3 – шланг вентиляції картера, що від’єднується при регулюванні

Примітка: На двигуні «2Е» з каталітичним нейтралізатором відпрацьованих газів, частота обертання колінчатого вала двигуна на холостому ході і вміст СО автоматично підтримуються в заданих межах за командами контролера.

Перевірка електромагнітного клапана стабілізації холостої ходи

Перевірка працездатності електромагнітного клапана стабілізації холостої ходи здійснюється на прогрітому двигуні (температура масла не вище 80°C), при правильно відрегульованій холостій ході двигуна, справному датчику температури охолоджувальної рідини підсистеми керування впорскуванням палива, при відсутності підсмоктування повітря у впускному тракті двигуна.

Ввімкнути запалювання. Якщо клапан стабілізації холостої ходи справний, то він повинен вібрувати та гудіти. Якщо цього не відбувається, роз’єднати розійми (рис.25.6) клапана і виміряти опір обмотки клапана, підключивши омметр до виводів колодки клапана. Для двигуна «РВ» він повинен бути в межах 3,5...4,5 Ом, для двигуна «2Е» 2...10 Ом. Якщо отримане значення не відповідає заданому, клапани підлягають заміні. Перевірити цілісність ланцюга між клапаном і контролером, приєднуючи омметр до виводів сполучної колодки. Якщо ланцюг ушкоджений, слід замінити контролер.

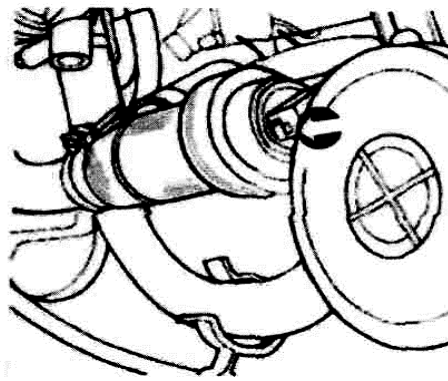


Рис.25.6. Перевірка електромагнітного клапана стабілізації холостої ходи (стрілкою показане рознімання клапана)

Перевірити керуючий струм клапана. Для цього з'єднати виводи колодки клапана і сполучної колодки перемичками та підключити до них амперметр.

Запустити двигун на холостій ході і через приблизно 1 хв. Тричі довести число обертів двигуна до більш ніж 3000 хв^{-1} .

Виміряти керуючий струм на холостій ході, який залежно від навантаження двигуна повинен бути в межах $400 \dots 1000 \text{ мА}$ для двигуна «РВ» і $400 \dots 650 \text{ мА}$ для двигуна «2Е».

Роз'єднати роземи датчика температури охолоджувальної рідини підсистеми керування впорскуванням палива і виміряти керуючий струм клапана, який повинен бути в межах $420 \pm 30 \text{ мА}$. Якщо отримане значення керуючого струму клапана не відповідає нормі, замінити контролер.

Після виконання вимірів приєднати усе раніше зняті роземи та патрубки.

Контрольні запитання

1. Які переваги двигунів із системами впорскування перед карбюраторними двигунами?
2. Яке призначення основних елементів системи впорскування (рис.25.1)?
3. Які операції необхідно виконати перед регулюванням і перевіркою холостої ходи двигуна?
4. Яких правил виробничої гігієни необхідно дотримуватися при роботах із системи живлення та впорскування палива?

5. Якими мають бути величина частоти обертання колінчатого вала на холостій ході та межі вмісту СО у відпрацьованих газах?

Література [7, 21, 29]

Лабораторна робота № 26

ЗАПУСК НЕСПРАВНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА, ЩО МАЄ ЕЛЕКТРОННУ СИСТЕМУ КЕРУВАННЯ (ЕСКД)

Мета роботи

Набуття практичних навичок пошуку несправностей двигуна, що відмовив (будь-якої марки і модифікації) обладнаного ЕСКД; ознайомлення з розміщенням компонентів системи на автомобілях різних марок.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль VW Golf, Skoda Octavia, ВАЗ–21099 і ін.
2. Манометр паливний 0,6 Мпа моделі МДФ–1 зі штуцерами та переходниками.
3. Ламповий пробник 12 В.
4. Автомобільний тестер Fluke 78.
5. Манометр паливний 0,6 Мпа моделі МДФ–1 зі штуцерами та переходниками.

Загальні відомості

Пошук несправностей в ЕСКД є досить складним завданням, тому здійснюється в умовах оснащеної СТО при наявності спеціального устаткування та програмного забезпечення.

Алгоритми пошуку наводяться в спеціальній ремонтній документації.

Разом з тим, існують інші підходи щодо вирішення цієї проблеми, особливо при наявності дрібних несправностей, або коли локалізація несправності спостерігається в межах системи двигуна, що дозволяє обійтися досить простими засобами. Ці підходи засновані на загальних принципах роботи двигуна.

Зміст і порядок виконання роботи

Варто пам'ятати, що все різноманіття чинників, завдяки яким двигун не запускається, в остаточному підсумку зводиться до двох: до відсутності іскри на свічах запалювання в потрібну мить часу та/або подачі палива в циліндр двигуна.

При цьому несправність міститься або в системі живлення, або в системі запалювання, або в датчику повороту колінчатого вала, за сигналами якого синхронізується робота систем.

Склад і конструктивне оформлення систем живлення і запалювання залежно від покоління використовуваної ЕСКД може бути різним. У таблиці 26.1 наведені загальні характеристики типів ЕСКД автомобілів, обраних для виконання даної лабораторної роботи.

Таблиця 26.1

Загальні характеристики ЕСКД

Автомобіль	Тип ЕСКД	Система живлення	Система запалювання	Датчик ПКВ
а) VW Golf 1994 р.	Digifant	Багатоточковевпорскування з пусковою форсункою	З розподільним запалювання	Датчик Холла в розподільнику запалювання
б) Skoda Octavia 2002 р.	Motronic BOSCH	Багатоточковевпорскування із двома λ -зондами	З окремими котушками	Електромагнітний (з диском у районі маховика)
в) ВАЗ-21099	Motronic BOSCH MP 7.0H	Багатоточковевпорскування з λ -зондом	Двоіскрове з модулем запалювання	Електромагнітний з диском у районі шківів коленвала

Примітки: Тут і далі індекси а), б), в) ставляться відповідно до автомобілів VW Golf, Skoda Octavia, ВАЗ-21099.

У останньому стовпці наведені характеристики датчиків повороту колінчатого вала двигуна.

Послідовність виконання роботи

За вказівкою викладача обрати марку автомобіля, на якому буде проводитися лабораторна робота.

Переконатися в тому, що двигун автомобіля прокручується стартером, але не запускається.

Перевірити частоту обертання вала двигуна при прокручуванні та за потреби стан акумуляторної батареї.

Переконатися, що палива в баку досить для надійного запуску двигуна, а повітряний фільтр чистий.

Перевірити стан «масових» проводів ЕСКД і їхнє кріплення до двигуна: а) рис.26.1 контакт 18, б) рис.26.2 контакт 68, с) рис.26.3 контакт G2.

Перевірити електромережу, головне реле, запобіжники, що захищають ланцюги ЕСКД:

- запобіжник №15 (захищає БК DIGIFANT) і №18 (захищає ланцюг живлення електричного бензонасоса та датчика кисню);
- запобіжник № 228 (блок керування), №234 (блок керування, датчик витрати повітря, λ –зонд);
- плавка вставка до головного реле і запобіжники X, Y, Z.

Подальші операції мають умовні переходи, що дозволяє одержати розвітлений алгоритм пошуку дефектів, рис.26.4.

Коментарі до перевірки 1. Вмикання бензонасоса при включенні запалювання не є достатньою підставою для висновку, що система подачі справна, тому що з різних причин паливо може не надходити до форсунок.

Для перевірки варто здійснити наступне:

- відвернути на кілька обертів болт М4 (на кінці паливної рампи);
- натиснути на фіксуючу кнопку хомута шланга подачі палива, розташованого на початку паливної рампи і зняти шланг;
- відвернути пластмасову заглушку на торці паливної рампи та короткочасно натиснути на золотник, розташований у штуцері.

Увага!

Не виконуйте дану перевірку на гарячому двигуні. Паливо може перебувати під тиском. Щоб уникнути витік палива варто прикрити місце розгерметизації дрантям.

Коментарі до перевірки 2.

Ця перевірка здійснюється на двигунах, обладнаних форсунками холодного пуску.

Зняти форсунку холодного пуску, електричні розйоми та паливопровід залишаються підключеними.

Відключити розйоми датчика температури охолоджувальної рідини. Розмістити форсунку в ємність, прокрутити двигун стартером. Форсунка повинна протягом 1...4 с випустити рівномірний струмінь бензину.

Для перевірки герметичності витерти досуха форсунку. Протягом однієї хвилини з вихідного отвору не повинно з'явитися жодної краплини бензину, а із зовнішнього боку форсунка повинна залишатися сухою.

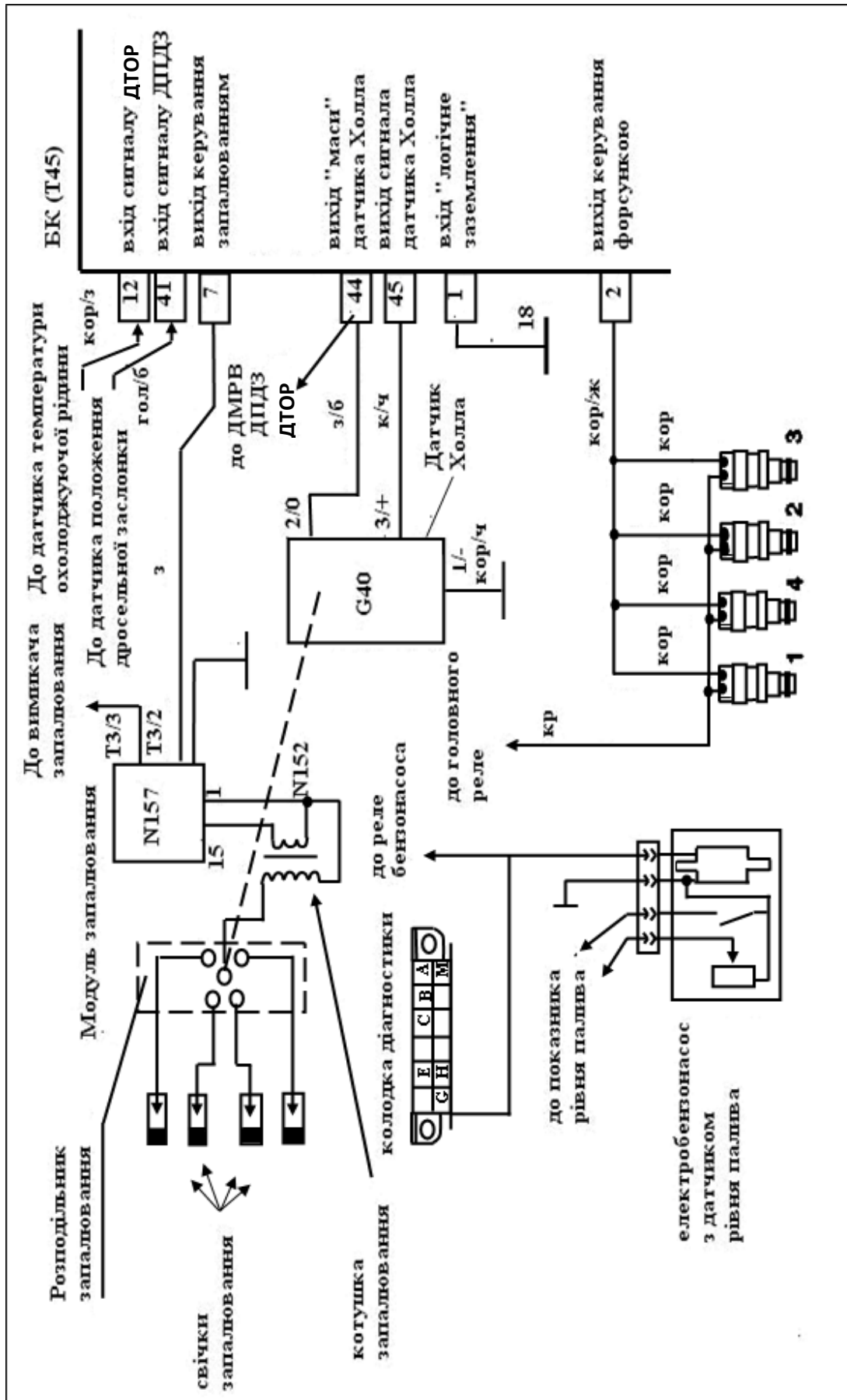


Рис.26.1. Схема з'єднань компонентів ЕСКД автомобіля VW Golf 2,0

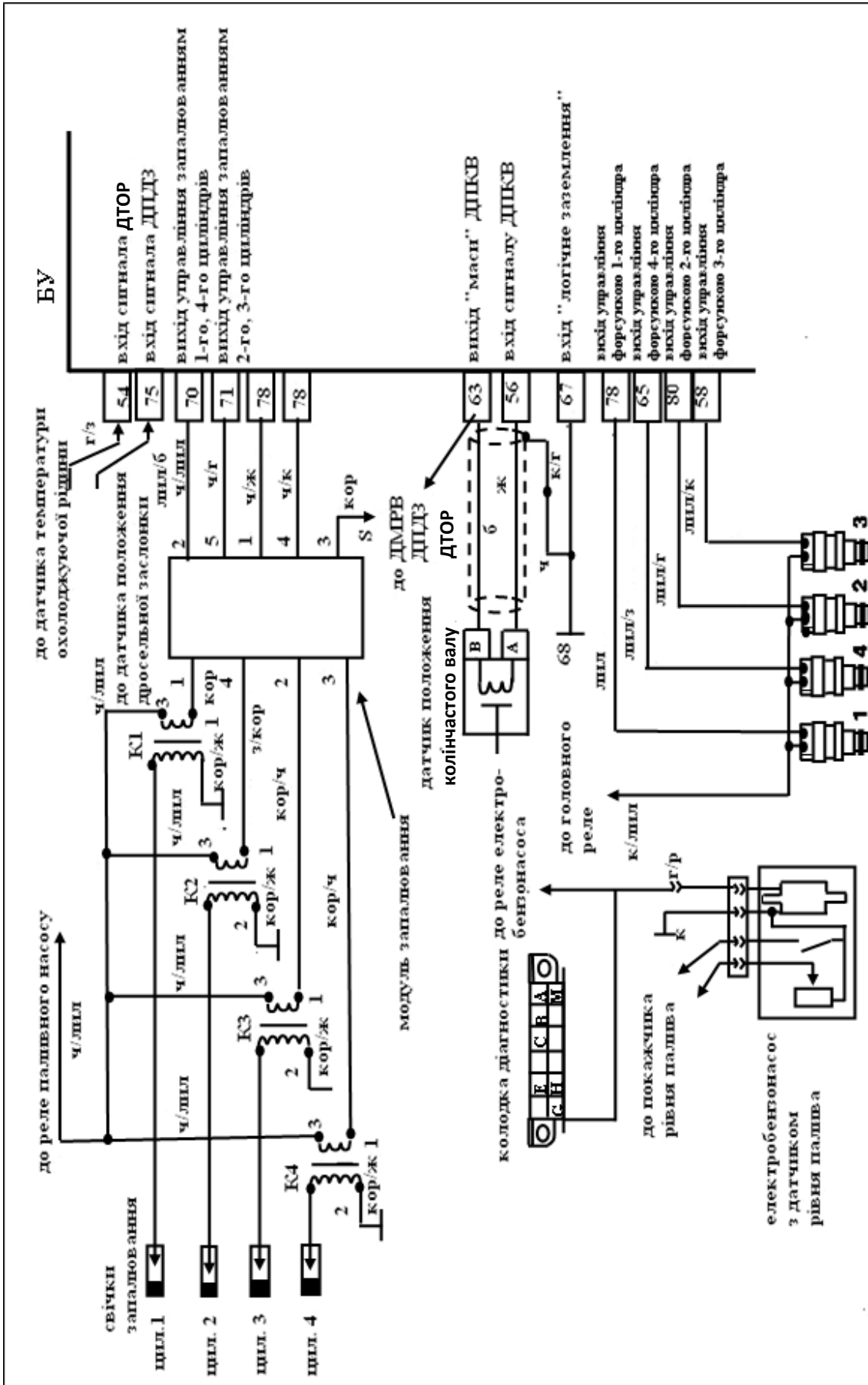


Рис.26.2. Схема з'єднань компонентів ЕСКД автомобіля Skoda Octavia 1,8T

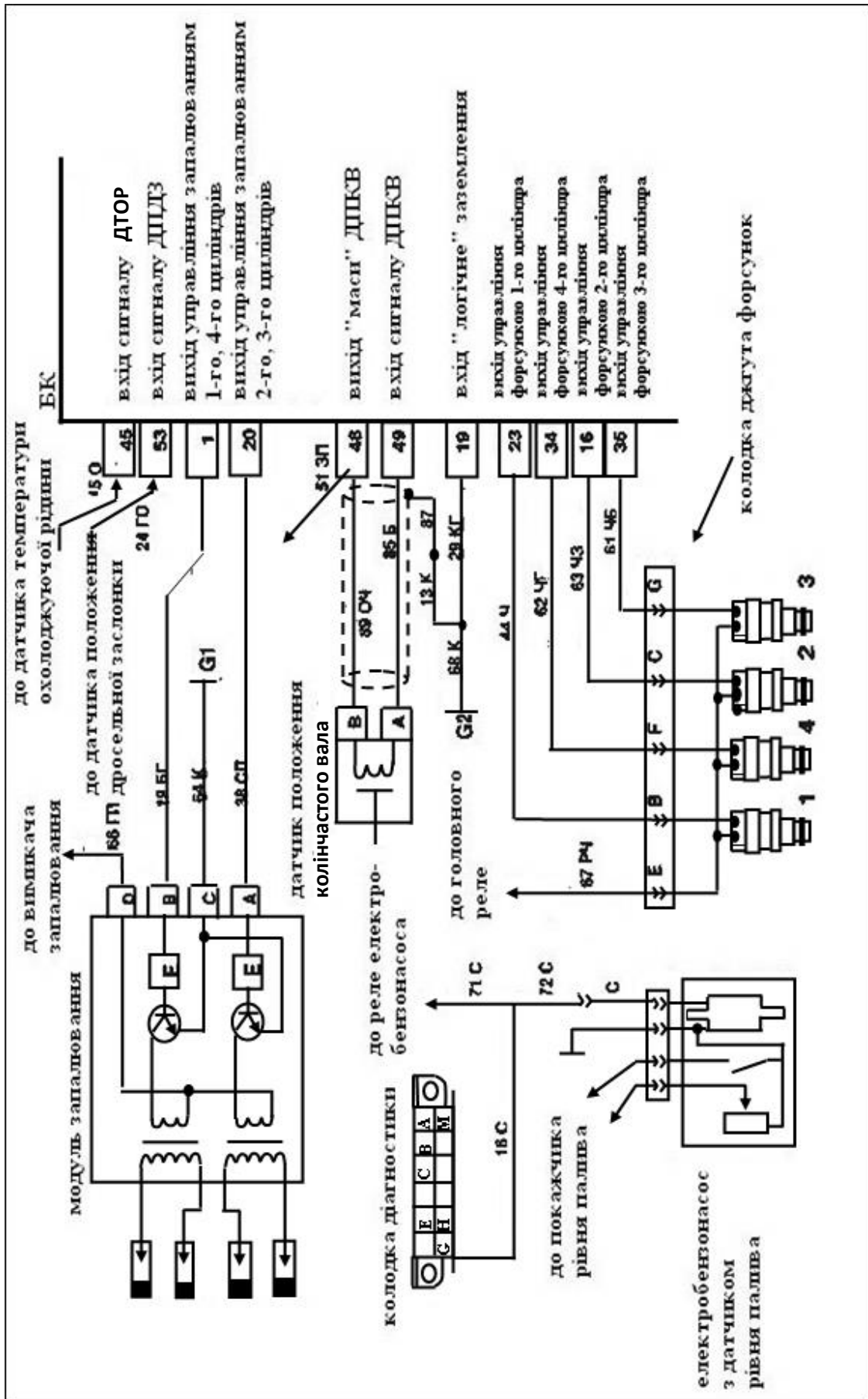


Рис.26.3. Схема з'єднань компонентів ЕСКД автомобіля ВАЗ-21099

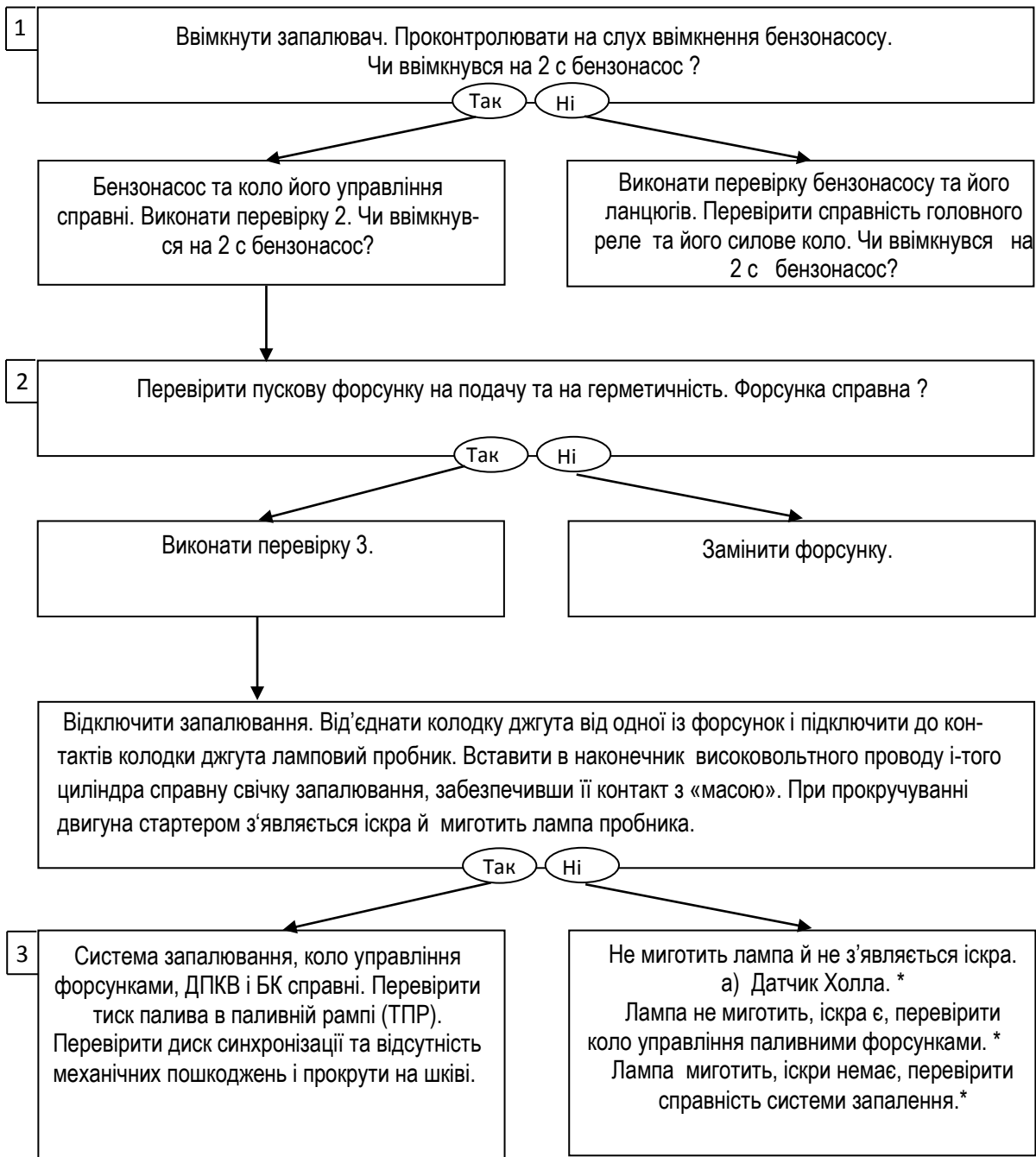


Рис.26.4. Алгоритм пошуку дефекту у системі

Примітка до рис.26.4. Перевірки, відзначені зірочкою, проводяться за окремими алгоритмами. Один з них, а саме перевірка тиску палива, наведений на рис.26.5.

Вказівки до оформлення звіту

Представити графічно послідовність перевірок на блок-схемі. Зробити висновок щодо стану систем, що забезпечують можливість запуску двигуна.

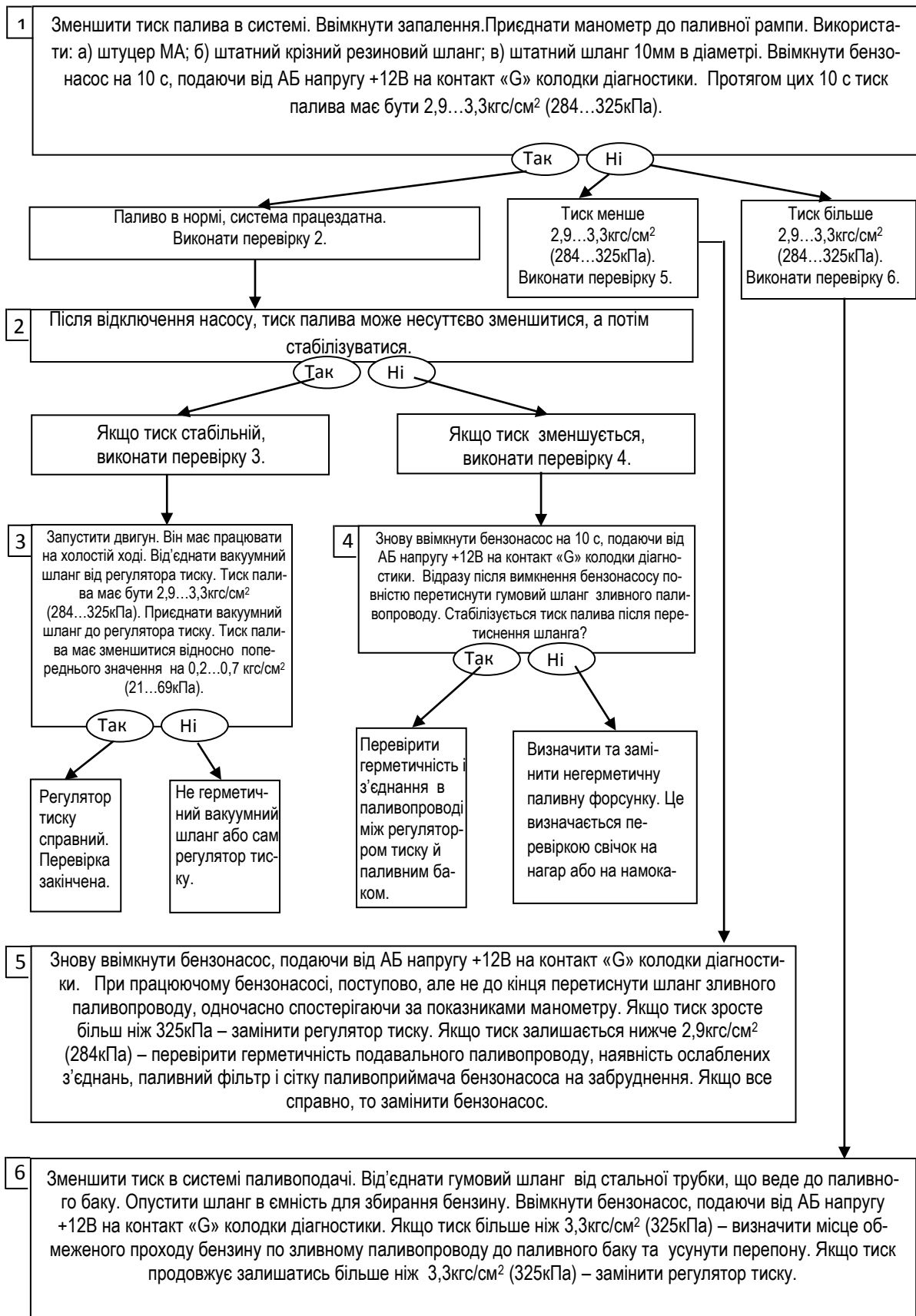


Рис.26.5. Алгоритм перевірки тиску палива

Контрольні запитання

1. Які системи здатні забезпечити можливість запуску та роботу двигунів, обладнаних ЕСКД?
2. У чому полягає спільність підходів діагностування двигунів, обладнаних різними системами ЕСКД?
3. Які особливості блок-схем перевірок двигуна та системи живлення?

Література [16, 26, 40]

Лабораторна робота № 27

ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

Мета роботи

Ознайомитися з засобами та практичними прийомами перевірки і регулювання систем впорскування палива, симптомами несправностей системи впорскування, набувши навичок усувати зазначені несправності.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль VW–Golf.
2. Плакати та схеми.
3. Контрольний манометр V.A.G 1318.
4. Перехідник VAG 1318/10.
5. Комплект допоміжних проводів.
6. Світлодіодний пробник.
7. Мультиметр цифровий.
8. Мірна склянка.

Зміст і порядок виконання роботи

Наведено загальні відомості про комплексну систему керування двигуном « Digifant»

Система розроблена фірмою «VW» і встановлюється на двигуни з літерним позначенням RB, PF, PG, GT і 2E. Електронний блок здійснює керування запалюванням і впорскуванням одночасно. Система впорскування, в основному відповідає системі L–Jetronic фірми «Bosch».

Комплексна система керування двигуном (КСУД) «Digifant» (рис.27.1), фірми Volkswagen, складається із двох підсистем: керування впорскуванням палива та керування кутом випередження за-

палювання. Робота всіх підсистем керується електронним контролером, що є спеціалізованим мікрокомп'ютером.

Підсистема керування впорскуванням палива відповідає за підготовку паливної суміші та її подачу у двигун. При цьому до кожного циліндра, паливна суміш подається окремою форсункою. Працює підсистема таким чином.

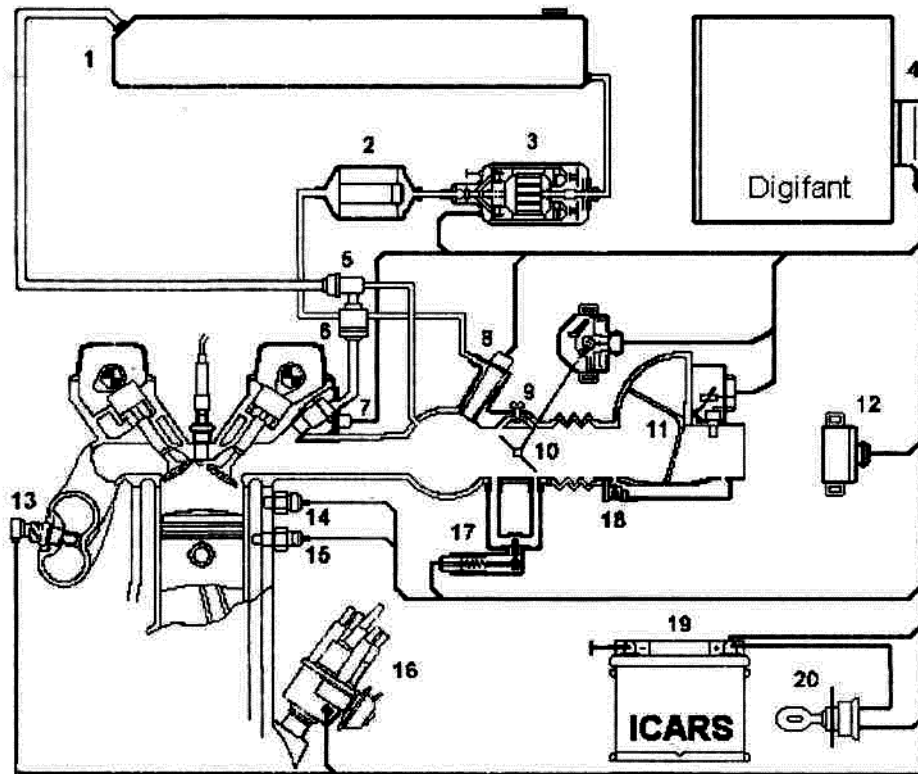


Рис.27.1. Структурна схема системи керування двигуном – «Digifant»: 1 – паливний бак; 2 – паливний фільтр; 3 – паливний насос; 4 – електронний блок керування; 5 – регулятор тиску палива; 6 – накопичувач палива; 7 – форсунки; 8 – пускова форсунка; 9 – гвинт регулювання холостого ходу; 10 – дросельна заслінка; 11 – вимірник потоку повітря; 12 – реле керування; 13 – лямбд-зонд; 14 – датчик детонації; 15 – термодатчик охолоджувальної рідини; 16 – розподільник запалювання; 17 – клапан стабілізації холостого ходу; 18 – гвинт регулювання СО; 19 – акумуляторна батарея; 20 – замок запалювання

Паливний електричний насос під тиском 0,25 Мпа подає паливо з бензобаку крізь паливний фільтр до паливного тракту і далі до форсунок. Наприкінці паливного тракту встановлений регулятор тиску палива в системі, що підтримує постійний тиск впорскування та здійснює злив надлишків палива знову до паливного баку, тим самим, забезпечуючи, циркуляцію палива в системі і виключає

утворенню в ній пари палива.

Залежно від інформації, отриманої від датчиків встановлених на двигуні, ЕБК управляє форсунками, таким чином, регулюючи кількість паливної суміші, що подається у циліндри. При цьому враховується об'єм і температура усмоктуваного повітря, частота обертання і кут положення колінчатого вала, навантаження двигуна та температура його охолоджувальної рідини. Крім того, при встановленому лямбда-зонді, ЕБК враховує і його інформацію, тим самим, підтримуючи оптимальний вміст шкідливих домішок у вихлопних газах.

Основним параметром, що визначає дозування палива, є об'єм всмоктуваного повітря. Повітряний потік, що надходить крізь фільтр, відхиляється на певний кут напірну заслінку, що пов'язана з потенціометричним датчиком кута відхилення цієї заслінки. Сигнал з датчика щодо положення повітряної заслінки надходить в електронний блок керування (ЕБК), який визначає потрібну кількість палива в цю мить часу і видає відповідні сигнали керування на відкриття форсунок протягом необхідного часу. Незалежно від положення впускних клапанів, впуск палива здійснюється двічі на кожний оберт колінчатого вала. Якщо впускний клапан закритий, паливо залишається у впускному колекторі до наступного відкриття впускного клапана даного циліндра.

При перевищенні заданої частоти обертання двигуна або в режимі на примусовій холостій ході ЕБК припиняє керування форсунками, тим самим, припиняючи подачу палива в циліндри двигуна.

Дозування подачі повітря під час запуску, прогріву та на холостій ході здійснюється клапаном стабілізації холостій ходи.

При запуску холодного двигуна контролер КСКД двигуна «РВ» видає команди на збільшення тривалості відкриття форсунок подачі палива, а на двигуні «2Е» додаткова кількість палива впускається за командами контролера пусковою форсункою.

Ступінь збагачення суміші визначається контролером залежно від температури охолоджувальної рідини, часу роботи стартера і частоти обертання колінчатого вала.

При запуску, як холодного, так і гарячого двигуна до контролера надходить електричний сигнал із клеми «50» стартера про час його вмикання, а також сигнал від датчика температури охолоджу-

вальної рідини. Після їхньої обробки контролер визначає необхідну тривалість відкриття форсунок, забезпечуючи надійний запуск двигуна незалежно від його температурного стану. Під час прогріву двигуна контролер визначає необхідні ступені збагачення паливно-повітряної суміші на основі інформації від датчика температури охолоджувальної рідини і відповідним чином збільшує час відкритого стану форсунок подачі палива (двигун «РВ») або пускової форсунки (двигун «2Е»). Одночасно контролер адаптує струм керування електромагнітного клапана стабілізації холостого ходу до температури охолоджувальної рідини. Заслінка клапана прикривається. У результаті горюча суміш збагачується, що забезпечує роботу двигуна на холостій ході із прискореною частотою обертання. При роботі двигуна на холостій ході контролер одержує сигнал частоти обертання колінчатого вала від датчика Холла, вмонтованого в розподільник запалювання, а також сигнал навантаження двигуна від вимикача холостої ходи та вимикача повного навантаження (двигун «РВ»), або датчика положення дросельної заслінки (двигун «2Е») і порівнює отриману інформацію із запрограмованим значенням частоти обертання колінчатого вала під час холостої ходи. На двигуні «2Е» – датчик положення дросельної заслінки потенціометричного типу, розміщений на осі дросельної заслінки, видає на контролер сигнал щодо навантаження двигуна. На двигуні «РВ» датчики позиційного типу встановлені на осі дросельної заслінки. Сигнали з датчиків служать для визначення режиму роботи двигуна (холоста хода або повний дросель). При відхиленні частоти обертання колінчатого вала від запрограмованої величини контролер збільшує або зменшує струм сигналу керування, що подається на електромагнітний клапан стабілізації холостого ходу, шток якого відповідним чином змінює прохідний перетин обхідного каналу, виконаного паралельно дросельній заслінці. Це призводить до збільшення, або зменшення обертів холостої ходи. На автомобілях з кондиціонером і гідропідсилювачем рульового керування за командами контролера режим холостої ходи збільшується на 100 хв^{-1} .

Блок керування регулює відповідно заміряним кількостям повітря та частоти обертання колінчатого вала двигуна – час і кількість впорскування.

Додаткові датчики дозволяють точно дозувати паливо в різних

експлуатаційних режимах. Клапан керування стабілізує частоту обертання на холостій ході, особливо під час фази прогріву, або якщо двигун сильно завантажений ввімкненими споживачами.

Датчик-вимикач положення дросельної заслінки розташовується безпосередньо на валу дросельної заслінки. Він сигналізує ЕБК про положення дросельної заслінки під час холостої ходи і повної потужності. Це стосується керування вимикачем подачі палива, доки замкнені контакти датчика-вимикача холостої ходи, при частоті обертання, що перевищує 1500 хв^{-1} (примусова холоста хода), ЕБК повинен припинити подачу палива у двигун.

Лямбда-зонд (кисневий датчик), установлений в автомобілях з регульованим каталізатором, вимірює вміст кисню в потоці відпрацьованих газів, посилаючи відповідні електросигнали ЕБК. Останній змінює якість паливно-повітряної суміші таким чином, щоб відпрацьовані гази щонайкраще спалювались у каталізаторі.

Регулятор (акумулятор) тиску в розширювальній магістралі служить для підтримки тиску в паливній системі 250 кПа. Гасник коливань знижує коливання тиску в каналі повернення палива.

Повітря засмоктується двигуном крізь повітряний фільтр і повітрезабірну трубу та вимірюється витратоміром повітря. У корпусі витратоміра розташована заслінка, що відхиляється потоком минаючого через неї повітря на певний кут. Кутове положення заслінки служить мірою об'єму повітря. Інформація про кількість повітря передається в ЕБК з потенціометра.

Додаткові чутливі елементи та датчики забезпечують подачу потрібної кількості палива зокрема в екстремальних ситуаціях руху:

- форсунка пуску холодного двигуна впорскує у впускний колектор додаткове паливо для забезпечення пуску двигуна;
- термочасовий вимикач визначає тривалість впорскування форсункою пуску холодного двигуна;
- стабілізація частоти обертання колінчатого вала двигуна в процесі розігріву забезпечується додатковою повітряною заслінкою;
- вимикач дросельної заслінки розташовується безпосередньо на осі цієї заслінки.

Порядок виконання роботи

- **Перевірка регулятора тиску палива та залишкового надлишкового тиску в системі живлення.**

Регулятор тиску палива управляє їм у залежності від тиску у впускному колекторі. Продуктивність бензонасоса повинна відповідати нормативній шляхом перевірки за встановленою методикою.

Примітка. Щоб уникнути розбризкування бензину при від'єднанні топливопроводів прикривайте місця розстикування обтиральними кінцями.

Підключити контрольний манометр V.A.G 1318.

Увага. Запірний кран контрольного манометра повинен бути закритий (рукоятка крана повинна бути розташована поперек потоку, як показано стрілкою). Операції, виконуються на автомобілях, випущених до липня 1993 р.

Від'єднати паливопровід 1 від штуцера 2 на пусковому клапані (рис.27.2).

Приєднати контрольний манометр V.A.G 1318 за допомогою переходника VAG 1318/10 до паливопроводу 1.

Вивернути з бензорозподілювача різьбову пробку 1 та завдяки переходнику V.A.G 1318/1 приєднати до нього контрольний манометр V.A.G 1318 (рис.27.2). Завести двигун для роботи в режимі холостої ходи. Виміряти тиск палива.

Нормативна вимога: надлишковий тиск повинний бути на рівні 2,5 бар.

Від'єднати вакуумний шланг (рис.27.3) від показаного стрілкою трійника регулятора тиску палива. При цьому надлишковий тиск палива повинен зрости приблизно до 3,0 бар.

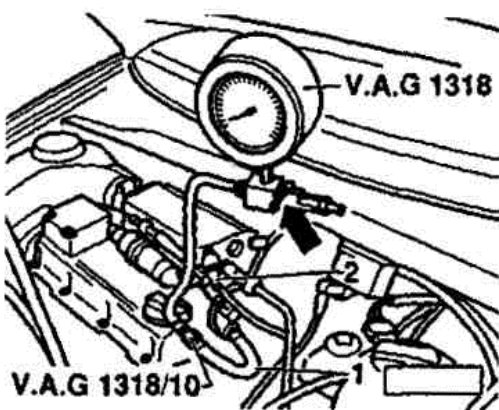


Рис.27.2.

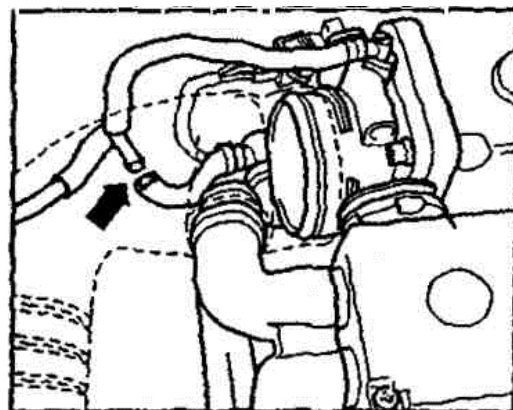


Рис.27.3.

Вимкнути запалювання. Перевірити герметичність системи та збереження в ній залишкового надлишкового тиску, стежачи за його падінням по шкалі манометру. Протягом 10 хв. Воно ще повинне залишатися на рівні не нижче 2 бар.

Увага. Якщо залишковий надлишковий тиск падає нижче 2 бар, то виконати наступне.

Завести двигун для роботи на холостій ході. Коли в системі буде досягнуто необхідний тиск, вимкнути запалювання і одночасно наглухо перетиснути зливальний шланг (із синім маркуванням) поблизу бензорозподільника.

Простежити манометром за падінням тиску. Якщо тиск зменшуватися не буде, то замінити регулятор тиску палива.

Якщо тиск знову впаде, то виконати наступне. Перевірити зворотний клапан бензонасоса. Перевірити на герметичність місця приєднання паливопроводів, ущільнювальні кільця круглого перетину на бензорозподільнику та клапанні форсунки. Перевірити на герметичність контрольний манометр із арматурою в зборі.

Примітка. Перед зняттям контрольного манометра варто стравити тиск у системі живлення, відкривши для цього запірний кран і підставивши ємність під відкритий кінець шланга.

- **Перевірка пускового клапана.**

Примітка. Пусковий клапан впускує паливо лише при температурі охолоджувальної рідини до 15 °С.

Зняти з бензорозподільника 2 штепсельну колодку 1 клапанних форсунок (рис.27.4).

Перевірка подачі напруги на пусковий клапан. Зняти з пускового клапана (N17) штепсельну колодку (рис.27.5) і, скориставшись допоміжними проводами з комплекту V.A.G 1594, приєднати світлодіодний пробник V.A.G 1527.

Зняти штепсельну колодку з датчика (G62) температури рідини в системі охолодження. Налаштувати блок А цифрового потенціометра V.A.G 1630 на опір 3,8 кОм, що відповідає температурі 10°С, і допоміжними проводами з комплекту V.A.G 1594 приєднати до контактів 1 і 3 зняті штепсельні колодки.

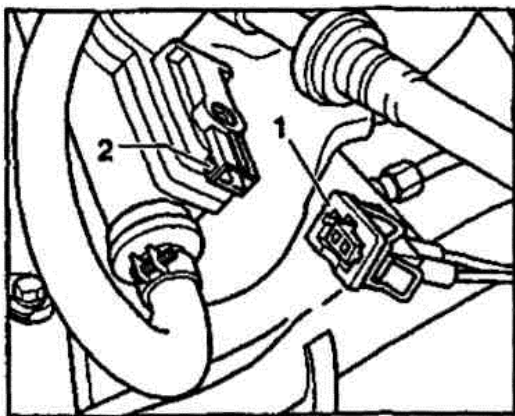


Рис. 27.4.

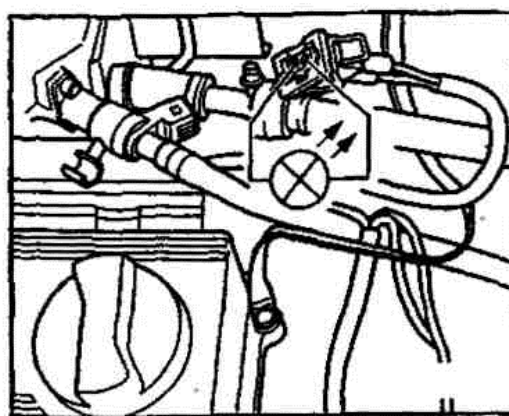


Рис. 27.5.

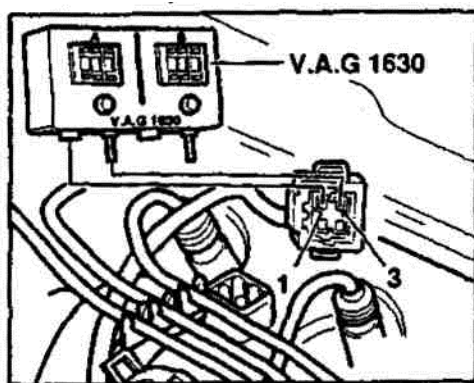


Рис. 27.6.

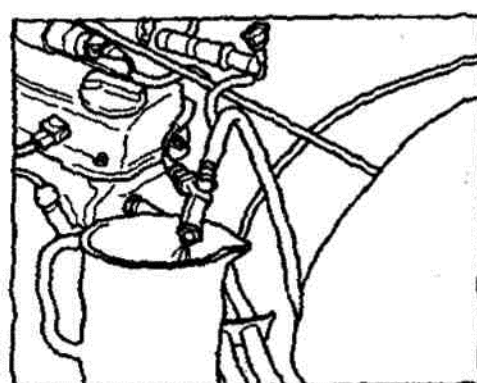


Рис. 27.7.

Ввімкнути стартер. При цьому світлодіод світитися не повинен.

У протилежному випадку виконати наступне. Підключити штепсельну колодку до пускового клапана. Провести електротестування та, якщо знадобиться, то й замінити авторегулятор (Л 69) системи «Digifant».

Перевірка пускового клапана (N17):

- напруга живлення повинна відповідати нормі;
- штепсельна колодка пускового клапана повинна бути розташована на призначеному місці;
- цифровий потенціометр повинен бути приєднаний до штепсельної колодки датчика температури рідини в системі охолодження;
- штепсельна колодка клапанних форсунок повинна бути знята з бензорозподільвача.

Налаштувати блок А цифрового потенціометра V.A.G 1630 на опір 3,8 кОм.

Зняти пусковий клапан і підставити під відкритий кінець паливопроводу мірну посудину. Ввімкнути короткочасно стартер.

Пусковий клапан, за час роботи від 1 до 4 с, повинен забезпечити рівномірний за формою струмінь палива. Просушити форсунку пускового клапана. Протягом хвилини із клапана не повинно впасти жодної краплини палива. Не допускається також наявність палива на зовнішніх поверхнях клапана.

Відімкнути запалювання. Відімкнути раніше підключені прилади. Підключити раніше зняті штепсельні колодки.

Контрольні запитання

1. Які переваги мають двигуни із системами впорскування перед карбюраторними?
2. Яких правил виробничої гігієни необхідно дотримуватися під час роботи із системою живлення та впорскування палива?
3. Які основні призначення елементів системи впорскування (рис.27.1)?

Література [7, 16]

Лабораторна робота № 28

ДІАГНОСТИКА ЗАГАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Навчитися визначати несправності електроустаткування автомобіля, а також одержати навички по його діагностуванню за допомогою діагностичних пристроїв.

Устаткування та прилади

1. USB KL-Line адаптер.
2. Автомобіль, що діагностується
3. Навчальні матеріали.
4. Пристрій, що зчитує.

Теоретичні дані та порядок виконання роботи

Технічна діагностика дозволяє вирішувати два основні завдання по підтримці електроустаткування автомобіля в експлуатації в справному стані:

- визначення фактичного стану виробів;
- видача інформації для визначення обсягу та глибини технічних впливів.

Третя задача, також розв'язувана на основі діагностичної інформації – прогнозування безвідмовної роботи пристрою.

Діагностичні параметри можуть бути як вихідними, так і структурним, що задовольняють вимогам безрозбірної оцінки технічного стану елемента, вузла або агрегату.

Діагностика технічного стану електроустаткування автомобіля виконується на посту діагностування, де попередньо необхідно перевірити надійність з'єднання дротів, кріплення підвісного електроустаткування та натягу ремня генератора.

Підключити до адаптера відповідне діагностичне рознімання. Замість спеціалізованих рознімань можна скористатися універсаль-

ним. У цьому випадку необхідно знати схему распиновки рознімання автомобіля, що діагностується (рис.28.1). Распиновка універсального рознімання: червоний затискач +12 вольт (АКБ); чорний затискач – 12 вольт (АКБ, маса авто); зелений дріт К-Line; жовтий дріт L-Line.

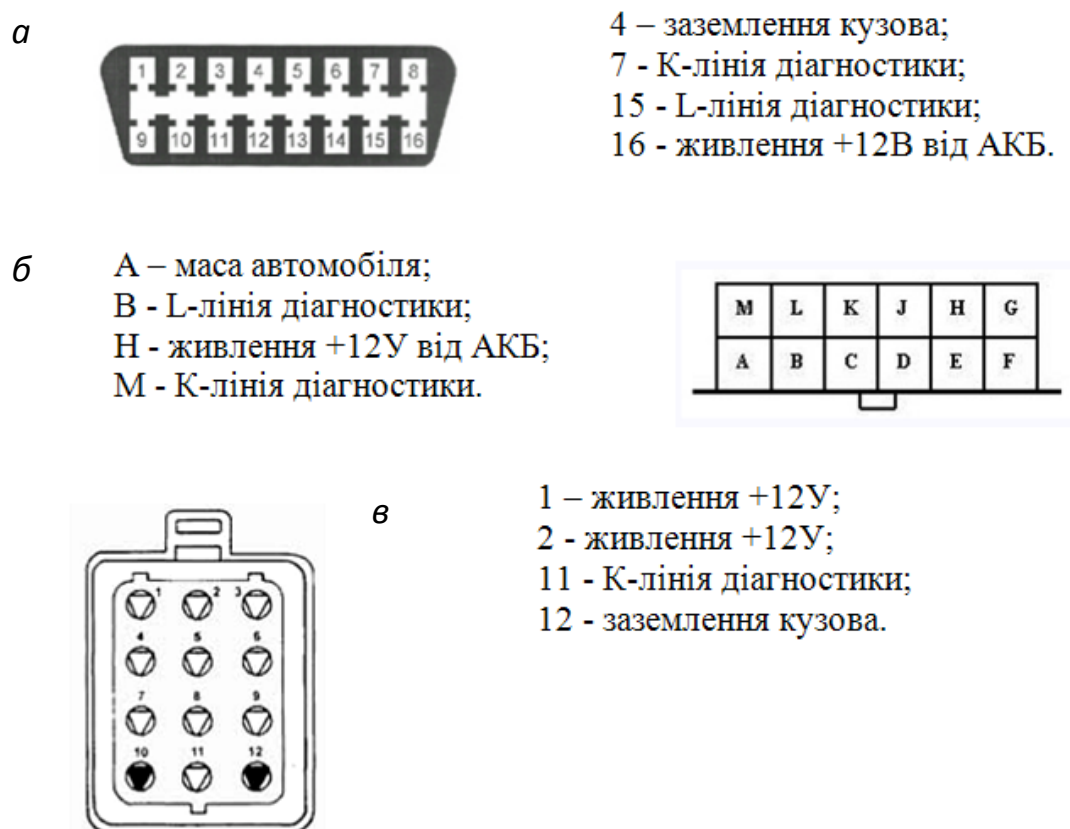


Рис.28.1. Распиновка різних діагностичних рознімань автомобілів:
а – 16-ти контактне рознімання OBD-II; *б* – 12-ти контактне рознімання GM;
в – 12-ти контактне прямокутне рознімання автомобіля GAZ

Зробити підключення USB KL-Line адаптера до пристрою, що зчитує, на якому встановлене відповідне програмне забезпечення, після чого з'єднатися з бортовою мережею транспортного засобу через діагностичне рознімання (рис.28.2).

На адаптері повинен засвітитися червоний світлодіод, що говорить про подачу на адаптер живлення 12 V.

Примітка. Не допускається торкання зеленого та жовтого дротів на +12 вольт.

На пристрої, що зчитує, вибрати відповідну програму для автомобіля. У програмі вказати СОМ-порт до якого підключений ада-

птер. У деяких випадках вказувати тип блоку керування встановленого на транспортний засіб, інакше висвітиться помилка: “немає зв’язку з адаптером” або “адаптер не підключений”.

Примітка. Запалювання при діагностиці повинне бути включене або автомобіль повинен працювати на холостому ході!!!

Перевірку автомобіля починають із читання помилок збережених у пам’яті блоку керування, з наступним їхнім усуненням. Потім виконується перегляд вихідних параметрів у реальному режимі роботи двигуна.

Вибір діагностичних параметрів електроустаткування автомобіля враховує дані про помилки з пам’яті блоку керування та елементи електричного устаткування, що перевіряються.

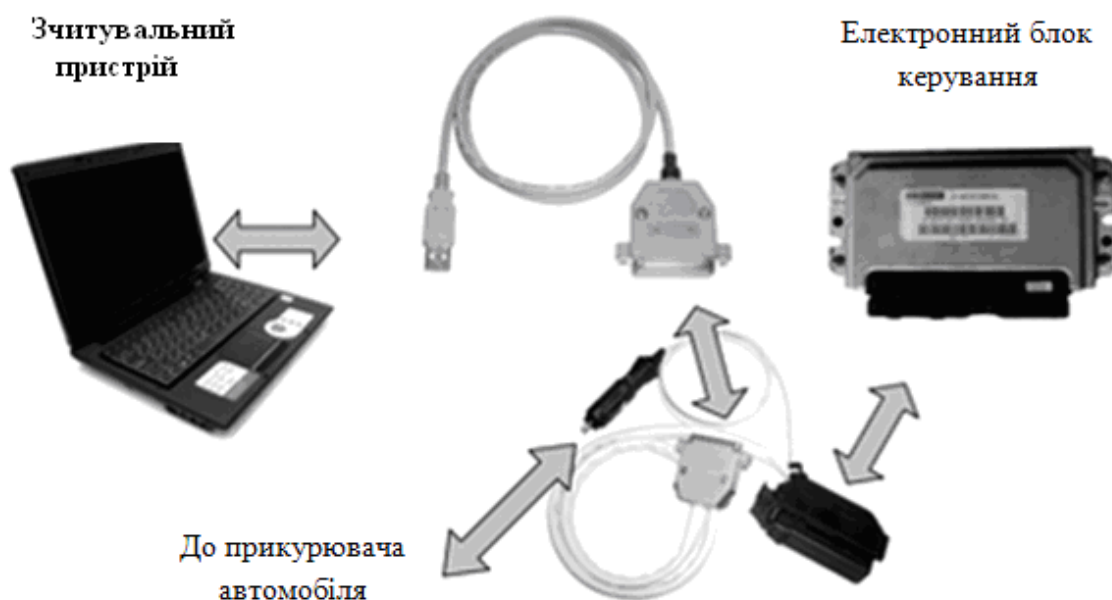


Рис.28.2. Схема підключення USB KL-Line адаптера до блоку керування автомобіля

При необхідності проводиться тест виконавчих механізмів (катушка запалювання, форсунки, клапан холостого ходу тощо).

Результати всіх вимірів заносяться до протоколу (табл.28.1).

За результатами діагностування зробити висновок про технічний стан автомобіля, написати рекомендації з регулювання та усунення виявлених несправностей.

Протокол діагностування автомобіля

Вимірюваний параметр	Обмірюване значення	Нормальне значення
1. Бортова напруга АКБ, В		13,8-14,0 В
2. Оберти двигуна, хв ⁻¹		750-900 хв ⁻¹
3. Кут випередження запалювання, град.		10-13°
4. Положення дросельної заслінки, град.		0-90°
5. Температура охолоджуючої рідини, °С		85-98°С
6. Датчик масової витрати повітря, кг/год (В)		14-15 кг/год (0-5 В)
7. Напруга на датчику кисню, В		від 40-100 мВ до 0,7-1 В

Контрольні запитання

1. Що перевіряється при зовнішньому огляді електроустаткування автомобіля?
2. Навіщо необхідно знати схему распиновки діагностичного роз'єму автомобіля?
3. Які завдання вирішуються при діагностиці транспортного засобу?
4. Які параметри можуть бути визначені при діагностиці автомобіля USB KL-Line адаптером?
5. Навіщо необхідно включати запалювання при діагностиці автомобіля?

Література [9, 29, 35]

Лабораторна робота № 29

ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО КЕРУВАННЯ ВПОРСКУВАННЯМ ПАЛИВА

Мета роботи

Опанувати навичками роботи з комп'ютерною програмою “Мотор-тестер”. За допомогою даної програми навчитися зчитувати і обробляти дані з електронного блоку керування (ЕБК) автомобіля через адаптер, зберігати, переглядати і роздруковувати отриману інформацію, а також управляти виконавчими механізмами (ВМ) двигуна.

Устаткування та прилади

1. Диск інсталяційний програми МОТОР–ТЕСТЕР.
2. Адаптер KR2 з паспортом.
3. Шнур RS232.
4. Шнур ВАЗ.
5. Електронний ключ захисту.
6. Керівництво для користувача.
7. Двигун ВАЗ–21083 із системою впорскування палива.
8. Комп'ютер типу ІВМ РС.
9. Плакати і схеми.

Загальні відомості

Ця програма використовується для проведення діагностування, технічного обслуговування і ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування та автосервісу. Програма має такі можливості:

- відображати в динаміці всі контрольовані параметри ЕБК, переглядати як у цифровому, так і в графічному вигляді до 7 параметрів одночасно.
- управляти виконавчими механізмами двигуна в процесі відо-

браження необхідних параметрів.

- система запису та перегляду інформації, що поступає, поставлена набором візирів. Вона дозволяє визначати значення параметрів у будь-яку мить.
- одержувати відомості відповідно помилок ЕБК, паспортах ЕБК, двигуна, калібрувань, таблиць коефіцієнтів паливоподач.
- проводити випробування для визначення частоти обертання колінвалу, механічних втрат, швидкості прогріву двигуна та інші, залежно від типу ЕБК.
- вести базу даних про клієнтів – власників автомобілів і персональні бази даних для кожного автомобіля згідно проведеного діагностування, зберігати в базі дані графіки параметрів.
- завдяки зручному інтерфейсу легко керувати процесом діагностики автомобіля.

Програма “Мотор-Тестер” підтримує діагностику наступних систем:

Для автомобілів сімейства ВАЗ: “ЯНВАРЬ 4”, “ЯНВАРЬ 5.1”, “BOSCH M1.5.4”, “BOSCH M1.5.4N”, “GM ISFI–2S” розподілене впорскування, “GM EFI–4” центральне впорскування, “BOSCH MP-7.0”

Для автомобілів сімейства ГАЗ “МИКАС M1.5.4” “МИКАС M1.5.4 КЗ”, “МИКАС 7.1.”, “АВТРОН M1.5.4”, “МКД–105”.

Перелік видів випробувань для різних типів ЕБК наведений у табл.29.1.

Таблиця 29.1

Перелік випробувань для всіх типів ЕБК

Тип	Прокручування	Запуск	Тест ЕБК	Розгін	Розгін хх	Мех. Втрати	Прогрів	Скидання ЕБК	Ініціалізація ЕБК
МКД–105									
Автрон M1.5. 4.	•	•	•						
Микас M1.5. 4.	•	•		•	•	•	•		

Микас М1.5. 4.КЗ									
Микас 7.1	•	•		•	•	•	•		
Січень 4	•	•		•	•	•	•		
Bosch M1.5. 4.	•	•						•	
Bosch M1.5. 4.N	•	•						•	
Bosch MP7.0.								•	•
GM ISFI-2S	•								
GM EFI-4	•								
Январь 5.1. 1.	•	•						•	

Зміст і порядок виконання роботи

Спочатку виконати інсталяцію (установку) програмного забезпечення. Для цього встановити програму “Мотор-Тестер” на комп’ютер, відповідно до загальних правил інсталяції програм. Блок-схема інсталяції програми показана на рис.29.1. За замовчуванням, шлях інсталяції: C:\Program files\НПП НТС\MOTOR-TESTER

Увага. Якщо була встановлена попередня версія програми “Мотор-Тестер”, спочатку необхідно видалити старий драйвер. Під час видалення HARDLOCK програма “Мотор-Тестер” не повинна виконуватися! Для спрощення запуску програми можна винести ярлик програми на “Робочий стіл”.

Підключення до автомобіля

Для підключення ПЕОМ до автомобіля (рис.29.2) необхідно наступне:

- взяти адаптер, що поставляється одночасно із програмою, і приєднати відповідне рознімання сполучного кабелю RS 232 (9/9) до вільного послідовного порту комп’ютера (9 виводів), розташованого на задній стінці комп’ютера (якщо вільний послідовний порт має 25 виводів, необхідний перехідник або RS 232 9/25);

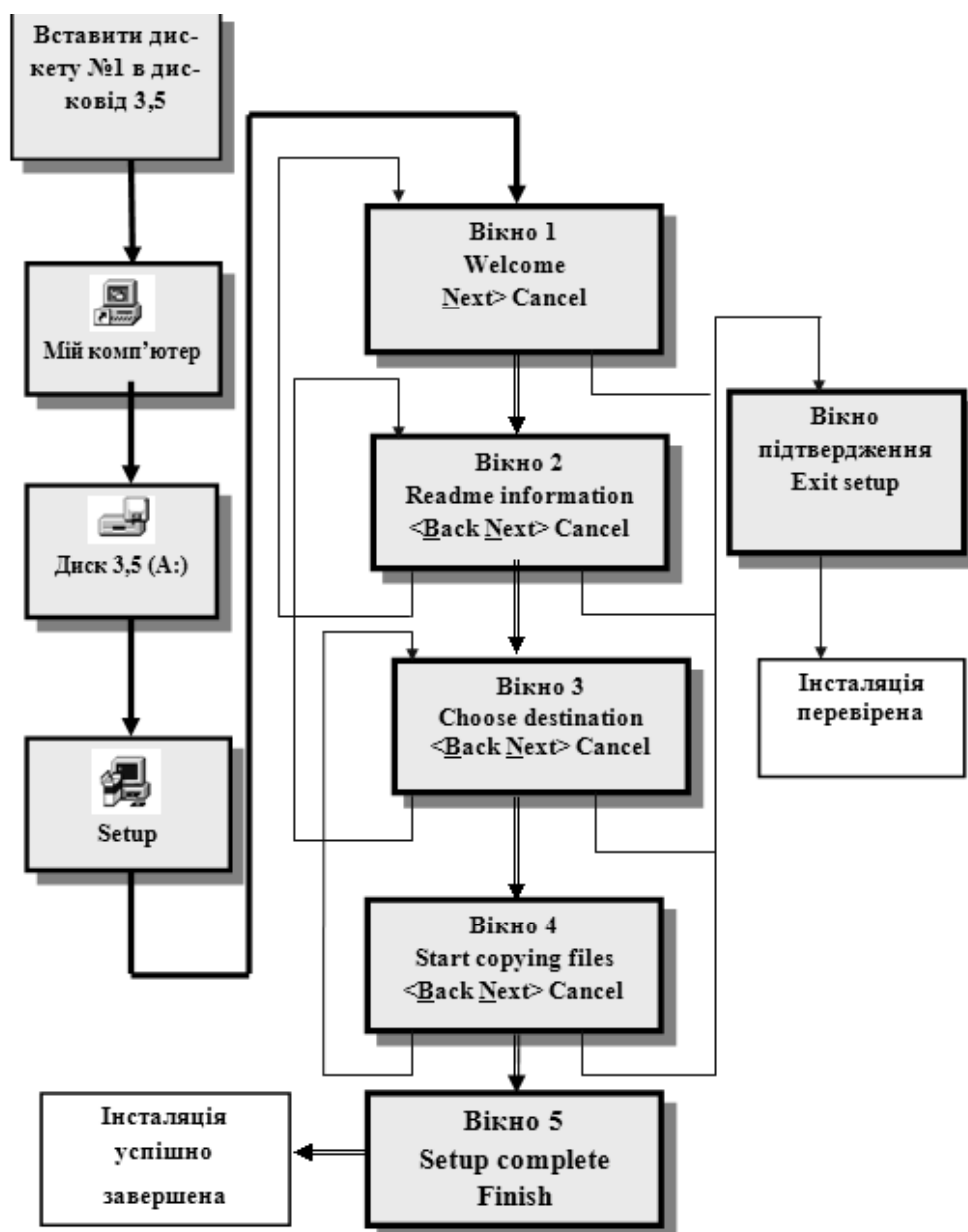


Рис.29.1. Блок-схема інсталяції програмного забезпечення

- приєднати кабель RS 232 до відповідного розйому адаптера;
- переконатися, що запалювання на автомобілі ВИМКНЕНЕ;
- приєднати відповідне рознімання діагностичного кабелю (ВАЗ, ГАЗ) до розйомів ЕБК (контакт “М” колодки діагностики);
- приєднати діагностичний кабель до відповідного розйому адаптера. (для автомобілів ВАЗ приєднати відповідні контакти до акумулятора).

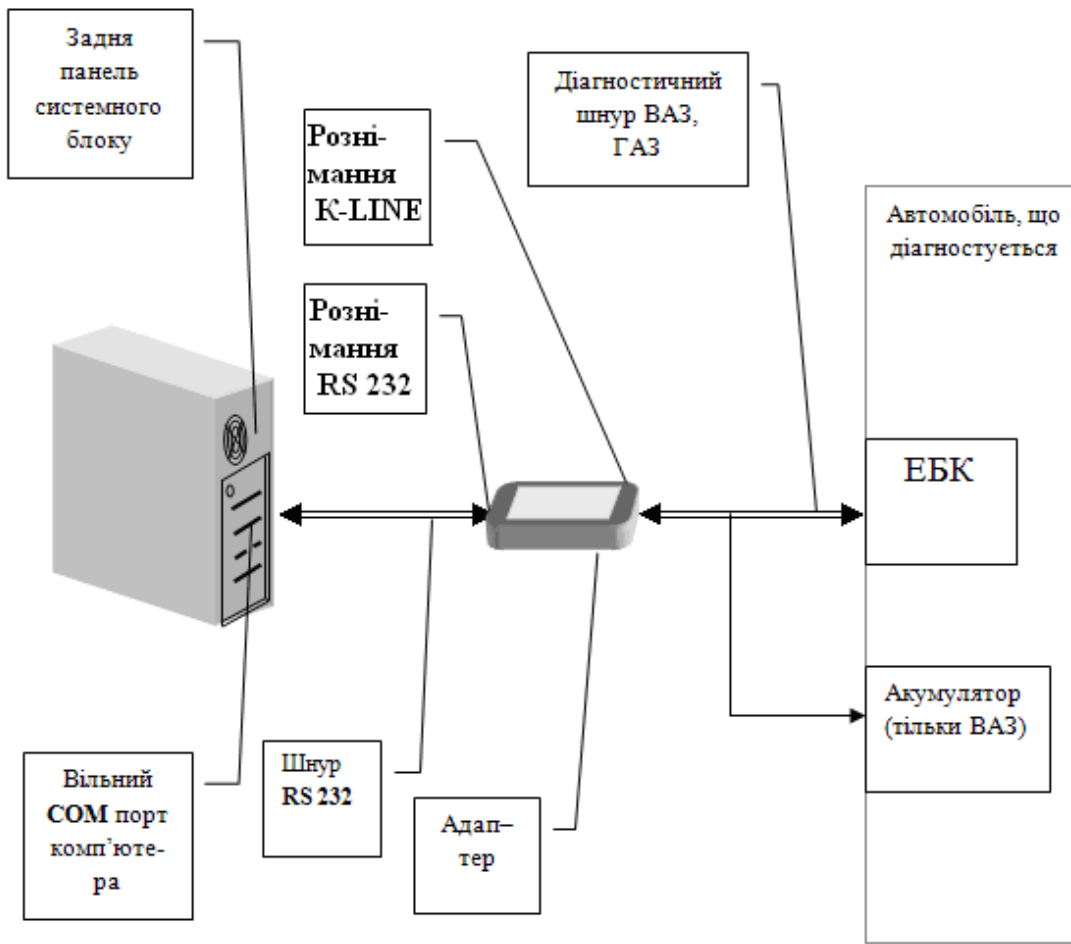


Рис.29.2. Схема підключення сканера до ПЕОМ та до автомобіля

Примітка. При необхідності зчитування даних, накопичених тестером ДСТ-2М, і обробки їх на ПЕОМ передбачена також можливість підключення комп'ютера до тестера ДСТ-2М.

При запуску програми користувачем на екрані з'являється головне меню програми. При першому запуску програми на екрані з'являється вікно, у якому необхідно ввести отриманий при покупці пароль програми (рис.29.3):

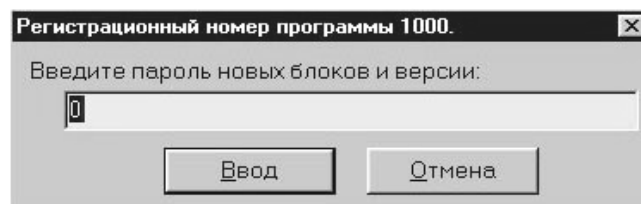


Рис.29.3. Головне меню програми

Натиснути клавішу “Уведення” для запуску програми.

Після запуску програми на екрані з’являється список користувачів (рис.29.4):

- Адм
- Користувач 1
- Користувач 2
- Користувач 3

Примітка. Після першого запуску відсутні

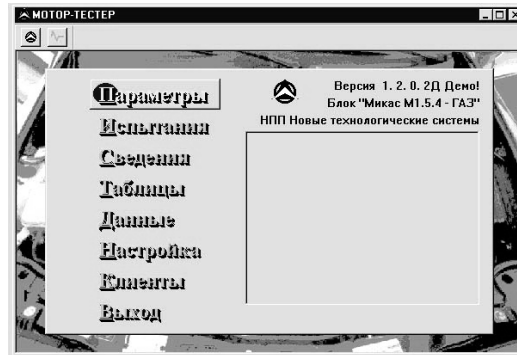


Рис.29.4. Список користувачів

Вибір користувачів здійснюється або щикликом лівої кнопки мишки на елементі списку, або установкою курсору на необхідний пункт меню за допомогою клавіш (↑), (↓) і натискуванням клавіші «Уведення» (Enter) .

Пункт меню «Параметри» дозволяє переглянути всі параметри, що знімаються із ЕБК, а також здійснити збереження і роздруківку потрібної послідовності даних і управляти ВМ.

Пункт «Випробування» дозволяє проводити тести для визначення частоти обертання колінвалу, механічних втрат, швидкості прогріву двигуна тощо.

У пункті «Відомості» є інформація відносно кодів несправностей (помилки), паспорта ЕБК, паспорта двигуна, паспорта калібрувань, паспорта програми тощо.

У пункті «Помилки» є інформація відносно кодів несправностей. Для блоків керування “Микас” і “Январь 4” цей пункт меню включений у пункт «Відомості».

Пункт «Таблиці». Таблиці коефіцієнтів паливоподач.

Пункт «Дані». Цей пункт дозволяє звернутися до раніше збережених даних у пам’яті тестера ДСТ–2М або в пам’яті комп’ютера.

Пункт «Настроювання». Даний пункт меню дозволяє укласти групи (набори) параметрів для перегляду, обирати тип блоку керування і порт, до якого приєднується адаптер.

Пункт «Клієнти». Цей режим дозволяє накопичувати, зберігати і змінювати різну інформацію про клієнтів і їхні автомобілі.

Пункт «Вихід». Вихід із програми або вимикання комп'ютера.

При виборі пункту головного меню програми у вікні праворуч відображається підменю цього пункту (якщо воно існує).

Примітка. У зв'язку з тим, що останнім часом у комплектацію автомобілів, обладнаних системою керування двигуном проекту 136 з контролером "БОШ" виробництва Бош–Саратов, включений роз'йом для підключення іммобілізатора (рис.29.5), зв'язок між програмою «Мотор–Тестер» і ЕБК може бути порушеним.

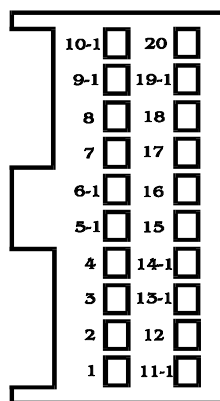


Рис.29.5. Ескіз колодки підключення іммобілізатора з боку приєднувальної частини

У випадку відсутності зв'язку необхідно перевірити наявність іммобілізатора у системі.

Якщо іммобілізатор відсутній, необхідно перевірити наявність електричного з'єднання між контактами 9–1 і 18 колодки його підключення. Якщо з'єднання відсутнє, треба його забезпечити установкою перемички між згаданими контактами колодки або між підключеними до них проводами.

Керування виконавчими механізмами (ВМ) можливо тільки при підключенні ПЕОМ до автомобіля. При підключенні ПЕОМ до тестера ДТС–2М керування ВМ не можливе.

Щоб вибрати виконавчий механізм:

- клацніть мишею символ "▼" або перейдіть у вікно "Упр"

- клавішею (Tab) і натисніть (↓),
– оберіть VM мишею або клавішами (↑),(↓).

Керування VM можливо двома способами:

1. Включити/виключити – застосовується для VM типу бензо-насоса, кондиціонера тощо. Керування здійснюється за допомогою двох кнопок: “Вкл.” І “Викл.” Або за допомогою клавіатури клавішею (Enter), на екрані відображається поточний стан VM (до початку керування стан VM прийняте як невідомий).

2. Зміна чисельної характеристики VM – цей спосіб застосовується для керування кутом випередження запалювання й т.п. Зміна чисельної характеристики здійснюється за допомогою мишки переміщенням ползунка або клавішами (←),(→).

Пункт «Випробування двигуна» дозволяє проводити тести для визначення частоти обертання колінвала, механічних втрат, швидкості прогріву двигуна тощо (рис.29.6).

Необхідно обрати пункт підменю та дотримуватися подальших інструкцій.

Прокручування. Прокручування двигуна. Під час цього випробування визначається середня частота обертання колінчатого вала, середня напруга і мінімальна напруга бортової мережі за час прокручування двигуна.

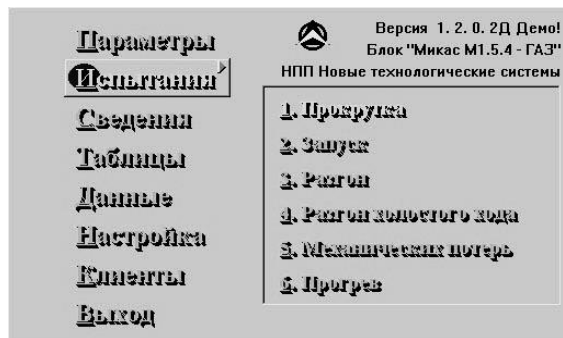


Рис.29.6. Тести визначення параметрів двигуна

Запуск. Під час цього випробування визначається середня частота обертання колінчатого вала, середня напруга і мінімальна напруга бортової мережі за час запуску двигуна.

Розгін двигуна. Визначається час, протягом якого двигун набирає оберти від деякої мінімальної величини до максимальної. Екстремальні величини частоти обертання колінчатого вала задаються користувачем.

Розгін холостого ходу. Визначається час, протягом якого двигун на холостій ході розганяє оберти від деякої мінімальної величини до максимальної під управлінням програми.

Механічні втрати. Визначення механічних втрат. Визначається час, за який двигун скидає оберти з однієї частоти до іншої.

Швидкість прогріву двигуна. Визначається час, протягом якого температура охолоджувальної рідини збільшується від деякої мінімальної величини до максимальної. Екстремальні величини задаються користувачем. Якщо поточна температура охолоджувальної рідини вища мінімальної, заданої користувачем, тест припиняється.

Тест ЕБК. Виконується внутрішній тест ЕБК.

Скидання ЕБК. Еквівалентний відключенню та включенню живлення блоку керування.

Ініціалізація ЕБК. Те ж саме що й скидання, але додатково виробляється очищення даних навчання.

Щоб завершити роботу програми (рис.29.7)., оберіть пункт меню «Вихід». У підменю пропонуються такі два способи виходу із програми:

- безпосередній вихід із програми в Windows:
- автоматична підготовка до вимикання комп'ютера.

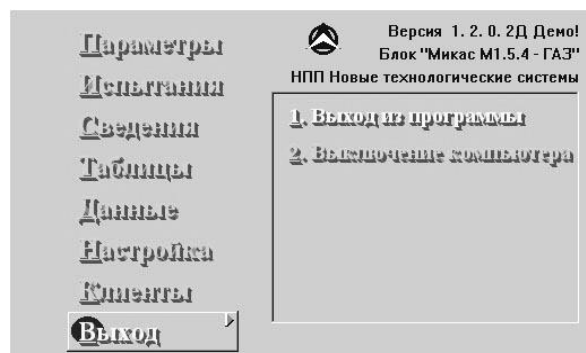


Рис.29.7. Завершення роботи програми

При виборі другого пункту підменю програма закриває всі запущені додатки і налаштовує комп'ютер до вимикання живлення.

Щоб завершити роботу програми слід обрати пункт меню «Вихід».

Завершити роботу програми можна також стандартними засо-

бами Windows.

Порядок виконання роботи

Установити програму «Мотор-тестер» на персональний комп'ютер. Зібрати схему комп'ютерного сканера. Підключити комп'ютерний сканер до стендового двигуна або до автомобіля, що діагностується. Встановити зв'язок сканера з ЕБК двигуна. Зафіксувати групу параметрів роботи системи впорскування за вказівкою викладача. Вийти із програми. Скласти звіт про виконану роботу.

Контрольні запитання

1. Яке призначення комп'ютерного сканера?
2. Яким є склад комп'ютерного сканера.
3. Якими виконавчими механізмами може керувати сканер?
4. Як виробляється зчитування кодів помилок?
5. Які операції необхідно виконати до запуску двигуна?

Література [11, 19]

Лабораторна робота № 30

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМИ УПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ У ВПУСКНИЙ КОЛЕКТОР АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

Мета роботи

Вивчити будову системи упорскування бензину у впускний колектор, усвідомити структурні й діагностичні параметри й одержати практичні навички по визначенню параметрів її компонентів за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Лабораторний макет системи керування двигуном;
2. Система збору даних.

Загальні положення

Подача палива у двигуни із примусовим запалюванням суміші може здійснюватися безупинно або дискретно у вигляді дозованих порцій, у впускний колектор або безпосередньо в циліндр двигуна. Найбільш поширені системи, у яких утворення горючої суміші відбувається поза робочим циліндром. Такий спосіб сумішоутворення прийнято називати зовнішнім. Основне завдання процесу сумішоутворення полягає в одержанні гомогенної (однорідної) суміші палива з повітрям і забезпечення повного випару палива. Весь процес сумішоутворення можна представити як послідовність процесів дозування, розпилення, випару палива й перемішування його пари з повітрям. У реальних умовах ці процеси протікають із перекриттям, тому процес утворення горючої суміші представляють двома стадіями: дозування палива (забезпечення кількісного співвідношення між паливом і повітрям) і гомогенізація, тобто одержання однорідної паливоповітряної суміші.

Органи, що дозують паливо, можуть бути загальними для всіх циліндрів або індивідуальними для кожного циліндра. Залежно від розташування дозуючих органів розрізняють центральні (із загальними дозаторами) і розподілені (з індивідуальними дозаторами) системи паливоподачі. По цих ознаках у системах зовнішнього сумішоутворення двигунів із примусовим запалюванням розрізняють наступні методи дозування й розпилення палива:

- карбюрація;
- центральне упорскування;
- розподілене упорскування – безперервне або дискретне.

До систем із центральним розташуванням дозаторів відносяться карбюраторні системи й системи із центральним упорскуванням, які ще називають моноупорскуючими.

До систем з розподіленими дозаторами ставляться системи з електрокерованими форсунками й системи з некерованими форсунками (інжекторами). При цьому в карбюраторах і в системах з інжекторами забезпечується безперервна подача палива, а в системах з електрокерованими форсунками – дискретна.

Незалежно від способу подачі палива система повинна забезпечувати гомогенну(однорідну)паливоповітряну суміш, здатну запалюватися й ефективно згоряти на всіх режимах роботи двигуна.

Карбюраторна система є однією з перших систем, у якій намагалися застосувати електронні засоби керування для поліпшення показників двигуна, зберігши принцип карбюрації. Однак з ряду причин у системах із центральним розташуванням дозуючого органа не вдається одержати гарні результати по показниках економічності й токсичності відпрацьованих газів.

Головна причина, що породжує цей недолік систем із центральним розташуванням дозуючого органа – конденсація пар бензину у впускному колекторі й утворення паливної плівки на його стінках. Під впливом потоку повітря плівка рухається, зноситься в циліндри, викликаючи неконтрольовану нерівномірність подачі палива. Із цієї причини карбюраторні системи й системи центрального упорскування витиснуті системами розподіленого упорскування.

Більше 30 років різні фірми світу випускають автомобілі із системами розподіленого упорскування бензину. Вони досягли високого ступеня досконалості, дозволили істотно поліпшити показники

двигунів.

Експлуатаційні властивості сучасних двигунів з мікропроцесорним керуванням

Найбільш важливі експлуатаційні якості автомобіля – економічні й екологічні показники, тягово-швидкісні властивості, прийомистість, ефективність гальмування, керованість, курсова стійкість і ін. Більшість із цих якостей залежать від конструкції й характеристик двигуна, у тому числі й системи паливоподачі.

Зв'язку між компонентами системи паливоподачі реалізуються трьома способами, а саме шляхом передачі:

- енергії (енергетичні);
- речовини (речовинні);
- інформації (інформаційні).

Мікропроцесорна система керування дозволяє істотно розширити інформаційні зв'язки, урахувати більшу кількість факторів, що впливають, реалізувати оптимальні закони керування.

Перші системи здійснювали програмне керування паливоподачею і запалюванням з урахуванням п'яти-семи впливових факторів і дозволяли реалізувати досить складні закони керування двигуном. Це були розімкнуті системи керування без зворотного зв'язка.

Економія палива при такому способі керування досягалася як за рахунок реалізації складних законів регулювання подачі палива й кута випередження запалювання залежно від частоти обертання й навантаження, так і за рахунок корекції цих законів залежно від теплового стану двигуна, особливостей режиму роботи й зміни зовнішніх умов.

До введення в ряді країн законодавчого нормування припустимого викиду токсичних речовин з газами, що відробили, основна стратегія керування двигунами із примусовим запалюванням формувалася як пошук і реалізація законів керування, що забезпечують найкращу паливну економічність на часткових навантаженнях і максимальний крутний момент при повнім відкритті дросельної заслінки. Як обмеження приймалися: робота без детонації й забезпечення їздових якостей автомобіля.

Із запровадженням у дію норм на припустимий викид токсичних речовин і іспитових їздових циклів для оцінки токсичних і економічних показників автомобіля стратегія керування змінилася. Провідні фірми й концерни при пошуку оптимальних законів керування визначають регулювання на режимах їздового циклу, щоб забезпечити максимально досягну економічність при виконанні норм на припустимий викид токсичних речовин по сумі режимів їздового циклу. Поза режимами їздового циклу регулювання вибираються виходячи з колишніх передумов, тобто досягнення максимальної економічності.

Перший напрямок – розробка нових датчиків.

Другий напрямок – введення одного або декількох зворотних зв'язків за вихідними показниками. Ці системи одержали назву програмно-адаптивні. Прикладами можуть служити сучасні системи комплексного керування, у яких забезпечується стехіометричний склад горючої суміші за рахунок зворотного зв'язку за складом відпрацьованих газів і обмеження кута випередження запалювання за рахунок зворотного зв'язку за ознакою детонації. Шляхом логічної обробки сигналів спеціальних датчиків у цих системах вдається забезпечити адаптацію двигуна до зміни умов експлуатації.

Третій напрямок – розширення функцій системи керування двигуном. Виконання різних функцій у єдиній системі керування дозволяє оптимізувати певні показники двигуна на кожному режимі його роботи.

Структура і функції системи керування

Організація процесу упорскування. Упорскування бензину у впускний колектор ставиться до зовнішнього сумішоутворення й відповідно до теоретичних положень повинне забезпечувати гомогенну (рівномірну) паливоповітряну суміш. Розподілене упорскування бензину передбачає розміщення на впускному колекторі декількох форсунок, кількість яких дорівнює кількості циліндрів. Бензин впорскується дискретно в область впускних клапанів, де він випаровується, перемішується з повітрям, утворюючи готову гомогенну паливоповітряну суміш.

Розрізняють три способи керування форсунками:

- одночасне упорскування всіма форсунками;
- попарно-паралельне упорскування;
- послідовне (фазоване) упорскування.

При одночасному й попарно-паралельному способах форсунки спрацьовують один раз за кожний оберт колінчастого вала, тобто впорскують бензин два рази за робочий цикл. Це створює неоднакові умови сумішоутворення, тому що для деяких форсунок упорскування припадає на таку фазу робочого процесу, коли відкритий впускний клапан, у той час як для інших форсунок упорскування відбувається при закритих впускних клапанах.

Послідовне (фазоване) упорскування забезпечує рівні умови сумішоутворення для всіх циліндрів, тому що бензин впорскується при закритих впускних клапанах.

Макет системи керування

Керування двигуном здійснює система (рис.30.1), що складається із блоку керування, набору датчиків і виконавчих пристроїв.

Діючий макет системи керування двигуном виконаний на базі контролера «Январь 4.1» з набором відповідних датчиків і виконавчих пристроїв, відповідно до переліку, наведеному на рис.30.1. Виключення становить датчик концентрації кисню, що принципово не може працювати в температурних умовах навколишнього середовища.

Макет призначений для вивчення структури мікропроцесорної системи керування двигуном, візуального спостереження процесів, що відбуваються в системі паливоподачі й запалювання, виміру ряду діагностичних параметрів, які неможливо виміряти безпосередньо на двигуні.

У розглянутій системі датчиками, від яких контролер одержує вхідну інформацію, служать: витратомір повітря; датчик температури охолодної рідини; λ -зонд; потенціометр положення дросельної заслінки. Інформація про частоту обертання колінчастого вала надходить від індукційного датчика, встановленого в картері маховика. Цей датчик одночасно видає маркерну мітку для відліку моменту запалювання. Таким чином, ідентифікація режимів роботи двигуна здійснюється по сигналах перерахованих датчиків.

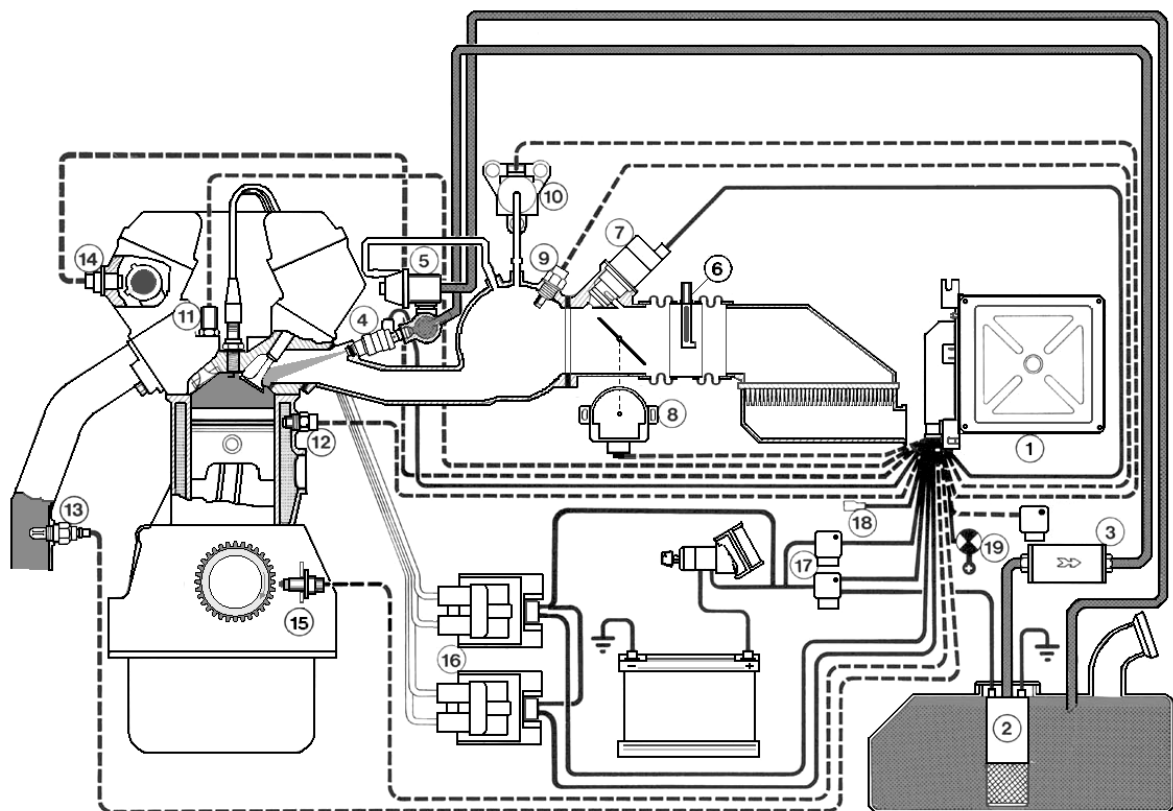


Рис.30.1. Функціональна схема системи керування двигуном з упорскуванням бензину у впускний колектор: 1 – контролер; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 – форсунка; 5 – регулятор тиску; 6 – датчик витрати повітря; 7 – регулятор додаткової подачі повітря; 8 – потенціометр положення дросельної заслінки; 9 – датчик температури повітря; 10 – датчик абсолютного тиску; 11 – датчик детонації; 12 – датчик температури охолодної рідини; 13 – датчик концентрації кисню; 14 – датчик фази; 15 – датчик частоти обертання колінчатого вала; 16 – модуль запалювання з 2 –х котушок; 17 – реле; 18 – діагностичне рознімання; 19 – індикаторна лампа діагностики

Подача бензину з надлишком (запас на зношування) в 2...3 рази перевищує потреба в ньому на номінальному режимі. Тиск у рампі 250...300 кПа знижує утворення парових пробок. У системах з рециркуляцією палива вплив тиску компенсується тим, що регулятор тиску підтримує постійну різницю між тиском палива й тиском у впускному трубопроводі.

Система керування – мікропроцесорна «Январь 4.1» складається з декількох підсистем:

- підсистема подачі палива;
- підсистема запалювання;
- підсистема зниження токсичності – уловлювання пар бензину й нейтралізація відпрацьованих газів.

До складу підсистеми подачі палива входять: паливний бак, електричний бензонасос, паливний фільтр, регулятор тиску палива, паливна рампа, форсунки й трубопроводи. Поєднує основні компоненти підсистеми паливна рампа, до якої підключені форсунки, паливний фільтр, бензонасос і регулятор тиску.

У підсистемі запалювання використані нові рішення: на два циліндри виділили окрему котушку запалювання, що дало можливість виключити механічний розподільник високої напруги, що вимагає технічного обслуговування. Високовольтні проведення з'єднують безпосередньо одну котушки й дві свічі запалювання. Така система запалювання є повністю статичної, тому що в ній відсутні механічно рухомі вузли. Ця система є системою запалювання високої енергії. Транзисторні ключі, комутуючі струми в ланцюгах котушок, винесені за межі контролера й вмонтовані в блок котушок, що одержав назву модуль запалювання. У ньому розташовані дві котушки й комутатор. Одна котушка створює одночасно іскровий розряд в 1 і 4 циліндри, а інша в 2 і 3.

Підсистема вловлювання пар бензину складається із трубопроводів, ємності з активованим вугіллям (адсорбера) і клапана продувки адсорбера. Нейтралізація газів, що відробили, забезпечується нейтралізатором і кисневим датчиком.

Компоненти системи.

Датчики:

- індукційний датчик положення колінчатого вала;
- термоанімометричний датчик витрати повітря;
- датчик температури повітря;
- потенціометричний датчик положення дросельної заслінки;
- датчик температури охолодної рідини;
- датчик швидкості автомобіля;
- датчик концентрації кисню у відпрацьованих газах λ -зонд;
- п'єзоелектричний датчик детонації;

Виконавчі пристрої:

- реле паливного насоса;

- реле підігріву λ -зонда;
- паливний насос із електроприводом;
- робочі форсунки з параметрами: тиск упорскування – 300 кПа; продуктивність – 108 г/хв (3 %);
- регулятор тиску палива – механічний, робочий тиск 250 кПа;
- кроковий електродвигун додаткової подачі повітря;
- клапан продувки адсорбера;
- модуль запалювання;
- свічі запалювання – А17ДР.

У розглянутій системі значення базового часу відкриття клапана форсунки визначається по тривимірній матриці заданого складу суміші залежно від навантаження на двигун і частоти обертання вала двигуна. Навантаження ідентифікується по витраті повітря. Обране з матриці базове значення потім коректується при ідентифікації режиму з урахуванням температури охолодної рідини, необхідності збагачення суміші при прискоренні, а також з урахуванням характеру роботи форсунок при відхиленні напруги бортової мережі. Дані для корекції також перебувають у пам'яті у вигляді двох- і тривимірних матриць і коефіцієнтів, загальне число яких може досягати 7 – 8 і більше, залежно від кількості щаблів ідентифікації. Наявність у системі λ -зонда робить систему замкнутою й дозволяє реалізувати програмно-адаптивне керування двигуном.

Вказана система забезпечує адаптивну підтримку стехіометричного складу суміші для нормальної роботи нейтралізатора. Вона реалізує повну програму дозування палива, включаючи пуск і прогрівання двигуна. Система підтримує задану частоту обертання колінчатого вала двигуна в режимі холостого ходу. Вона забезпечує функціонування економайзерів потужності й примусового холостого ходу, збагачення горючої суміші при різкому відкритті дросельної заслінки й збідніння при її закритті, із закриття дросельної заслінки.

У системі упорскування зі зворотним зв'язком застосовується система вловлювання пар палива. Вона складається з адсорбера, встановленого в моторному відсіку, сепаратора, клапанів і сполучних шлангів. Пари палива з бака частково конденсуються в сепараторі, конденсат зливається назад у бак. Пари, що залишилися, проходять через гравітаційний і двоходовий клапани. Гравітаційний

клапан запобігає витікання палива з бака при перекиданні автомобіля, а двоходовий перешкоджає надмірному підвищенню або зниженню тиску в паливному баку. Потім пари палива потрапляють в адсорбер, де поглинаються активованим вугіллям. Другий штуцер адсорбера з'єднаний шлангом із дросельним вузлом, а третій — з атмосферою. Однак на виключеному двигуні третій штуцер перекритий електромагнітним клапаном, так що в цьому випадку адсорбер не повідомляється з атмосферою. При запуску двигуна контролер системи упорскування починає подавати керуючі імпульси на клапан із частотою 16 Гц. Клапан повідомляє порожнина адсорбера з атмосферою й відбувається продувка сорбенту: пари бензину відсмоктуються через шланг у ресивер. Чим більше витрата повітря двигуном, тим більше тривалість керуючих імпульсів і тем інтенсивніше продувка. У системі упорскування без зворотного зв'язку система вловлювання пар палива складається із сепаратора із двоходовим зворотним клапаном.

Алгоритм керування паливоподачею і запалюванням

Управляє процесами паливоподачі й запалювання контролер. Він здійснює програмне керування процесом підготовки паливоповітряної суміші на основі інформації, одержуваної від датчиків, установлених на двигуні. Після оцінки даних, що надходять від датчиків у вигляді електричних сигналів, і відповідних обчислень контролер подає електричні керуючі сигнали на електромагнітні форсунки, які забезпечують дрібне розпилення бензину. Циклова подача палива:

$$G_{\text{тц}} = k_{\tau} \cdot g_{\text{ст}} \cdot \tau_y, \quad (30.1)$$

де $g_{\text{ст}}$ – статична продуктивність форсунки; τ_y – тривалості керуючого імпульсу, що подається на форсунку; k_{τ} – коефіцієнт, що враховує запізнювання спрацьовування форсунок.

Тривалість керуючих імпульсів визначається за формулою

$$\tau_y = \tau_{\text{б}} \cdot K_{\text{тоо}} \cdot K_{\text{уc}} \cdot K_{\lambda} + \Delta\tau_{\text{аб}}, \quad (30.2)$$

де $K_{\text{тоо}}, K_{\text{в}}, K_{\text{уc}}, K_{\lambda}$ – коефіцієнти, що враховують температуру

охолодної рідини, температуру повітря, прискорення при холодному двигуні й склад відпрацьованих газів, відповідно , (визначаються з коригувальних матриць по сигналах відповідних датчиків); τ_{ζ} – час, вибраний з базової матриці, як функція частоти обертання колінчатого вала й навантаження, що визначають по сигналу датчика масової витрати повітря; $\Delta\tau_{аб}$ – проміжок часу, що враховує зміна напруги акумуляторної батареї.

У системі запалювання контролер керує накопиченням енергії й кутом випередження запалювання. Базовий час визначається із тривимірної матриці з урахуванням витрати повітря й частоти обертання колінчастого вала. Потім відбувається корекція по коригувальних матрицях з урахуванням сигналів датчиків температури охолодної рідини, температури повітря й датчика детонації за формулою

$$\tau_{0.3} = \tau_{б1} + \Delta\tau_{to.p.} + \Delta\tau_{д} + \Delta\tau_{АКБ}. \quad (30.3)$$

Окремо враховується зміна напруги акумуляторної батареї у вигляді добавки часу.

Порядок виконання роботи

Датчики й виконавчі пристрої макета підключені до наступних фізичних каналів.

Канал 1 – Датчик кутового положення колінчатого вала

Канал 2 – Датчик масової витрати повітря

Канал 3 – Датчик положення дросельної заслінки;

Канали 4 і 5 – Напруга на форсунках 1 і 3;

Канал 6 і 7 – Керуючі сигнали на модулі запалювання.

Установите кількість реєстрованих графіків у меню «Ch», «Кількість графіків», дайте ім'я каналам й позначте одиниці виміру (В) у меню «Настроювання каналів». На заданому режимі кожний студент повинен записати й зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування. Запис здійснюється натисканням на кнопку «старт/стоп» у меню PowerGraf лівою клавішею мишки. В ім'я файлу входить прізвище студента, а також інформація про режим випробування.

Проаналізуйте результати.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти системи розподіленого упорскування бензину.
2. Перелічіть основні компоненти системи запалювання.
3. Як визначити ВМТ?
4. Як визначити тривалість упорскування бензину?
5. Як визначити кут випередження запалювання?

Література [10, 13, 18]

Лабораторна робота № 31

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ФОРСУНОК У СИСТЕМІ УПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ

Мета роботи

Вивчити структуру підсистеми упорскування бензину у впускний колектор, будову і принцип дії її основних компонентів, одержати практичні навички по визначенню статичної продуктивності форсунок методом проливання, освоїти методику визначення циклової подачі палива за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Лабораторний макет підсистеми упорскування бензину;
2. Система збору даних.

Загальні положення і основні компоненти системи упорскування бензину

Упорскування бензину у впускний колектор, що одержало широке поширення, відноситься до зовнішнього сумішоутворення і відповідно до теоретичних положень повинне забезпечувати гомогенну (рівномірну) паливоповітряну суміш. Один із способів реалізації зовнішнього сумішоутворення – розподілене дискретне упорскування бензину передбачає розміщення форсунок на впускному колекторі, кількість яких дорівнює числу циліндрів. Бензин впорскується імпульсами (дискретно) в область впускних клапанів, де він випаровується, пара переміщується з повітрям, утворюючи готову гомогенну паливоповітряну суміш. Завдяки використанню нових технологій керування упорскуванням удалося істотно скоротити витрату палива й викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами на режимах малих навантажень.

Основними компонентами системи розподіленого упорскування бензину у впускний колектор є: паливний насос з електрич-

ним приводом, паливна рампа (акумулятор), регулятор тиску палива та електромагнітні клапанні форсунки.

Роликовий бензонасос. Насос об'ємного типу виконаний у вигляді моноблока (рис.31.1). У корпусі 1 розміщені: насосний вузол 3 і електродвигун постійного струму з збудженням від постійних магнітів 5. Якір 4 двигуна разом з колектором інтенсивно охолоджуються паливом. У зоні іскріння щіткового вузла перебуває бензин, але немає повітря, тому його запалення принципово неможливо. Запобіжний клапан 2, з'єднує порожнини нагнітання й усмоктування, а зворотний клапан 7, перешкоджає зливу палива із системи.

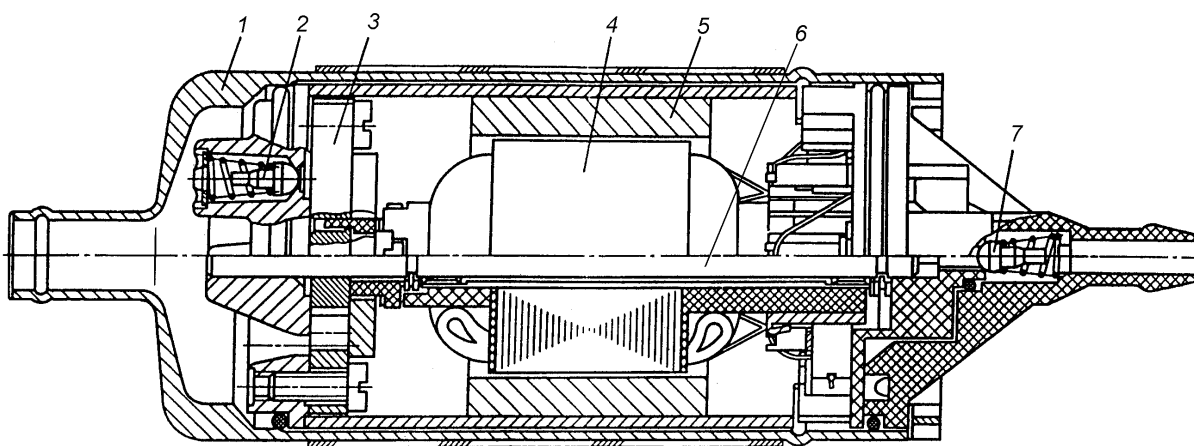


Рис.31.1. Конструкція підвісного бензонасоса: 1 – корпус насоса; 2 – запобіжний клапан; 3 – насосний вузол; 4 – якір електродвигуна; 5 – постійний магніт, 6 – вісь електродвигуна; 7 – зворотний клапан

Паливна рампа. Паливна рампа призначена для накопичення запасу палива з постійним тиском і подачі його до форсунок. Вона закріплена на впускному колекторі. З однієї сторони на ній розташований штуцер для контролю тиску палива, з іншого боку – регулятор тиску. Останній змінює тиск у паливній рампі – від 280 до 320 кПа – залежно від розрідження в ресивері, підтримуючи постійний перепад між ними. Це необхідно для точного дозування палива форсунками.

Регулятор тиску. Регулятор тиску палива являє собою редукційний клапан з роздільною діафрагмою, яка навантажена пружиною. Під дією пружини клапан закритий. Діафрагма ділить порожнину регулятора на дві ізольовані камери – «паливну» і «повітря-

ну». «Повітряна» камера з'єднана вакуумним шлангом з ресивером, а «паливна» – безпосередньо з порожниною рампи. При роботі двигуна розрідження, переборюючи опір пружини, прагне втягти діафрагму, відкриваючи клапан. З іншої сторони на діафрагму тисне паливо, також стискаючи пружину. У результаті клапан відкривається, і частина палива стравлюється через зливальний трубопровід назад у бак. При натисканні на педаль «газу» розрідження за дросельною заслінкою зменшується, діафрагма під дією пружини прикриває клапан – тиск палива зростає. Якщо ж дросельна заслінка закрита, розрідження за нею максимальне, діафрагма сильніше відтягає клапан – тиск палива знижується. Перепад тисків задається жорсткістю пружини й розмірами отвору клапана. Регулятор тиску – нерозбірний, регулюванню не підлягає, при виході з ладу його замінюють.

Електромагнітна форсунка. Форсунка (рис.31.2) являє собою гідравлічний клапан із приводом від електромагніта і є кінцевим виконавчим пристроєм апаратури упорскування, що дозує й розпиляє паливо.

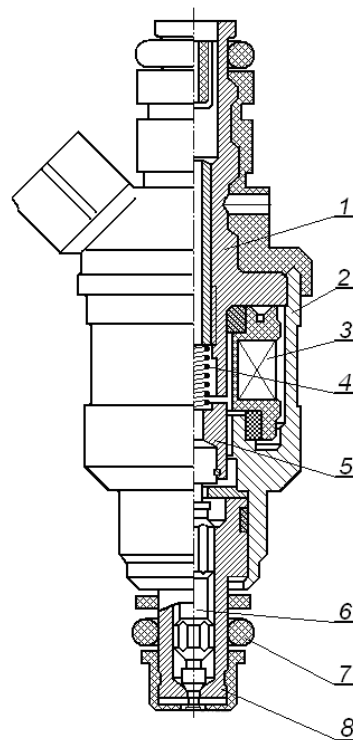


Рис.31.2. Поперечний перетин форсунки: 1 – внутрішній корпус – магнітопровід, 2 – зовнішній корпус – магнітопровід, 3 – обмотка електромагніта, 4 – пружина зворотного ходу, 5 – якір електромагніта, 6 – голка розпилювача, 7 – ущільнювальне гумове кільце, 8 – корпус розпилювача

Голка 9 розпилювача під дією пружини 5 у вихідному стані замикає розпилюючий отвір у корпусі 8 розпилювача. При подачі на обмотку 3 електромагніта керуючих електричних імпульсів у магнітопроводі 1 і 2 виникає магнітне поле. Електромагнітна сила притягує якір 5 електромагніта. Якір переміщується приблизно на 0,12...0,15 мм і разом з ним піднімається голка 6 розпилювача. Бензин під тиском із внутрішньої порожнини форсунки витісняється через кільцевий зазор між голкою 6 і корпусом 8 розпилювача. Штифт на кінці голки 6 сприяє формуванню паливного факела у вигляді порожнього конуса. На двигуні бензин впорскується в область впускних клапанів, на макеті – у вимірювальні ємності.

Форсунки являють собою нерозбірні вузли й кріпляться у отворах впускного колектора та рампи через нижнє і верхнє ущільнювальні гумові кільця 7.

Під час експлуатації автомобіля у наслідок зношування змінюються зазори в зчленуваннях деталей клапанів форсунок, через старіння матеріалів змінюються жорсткість пружин та опір і індуктивність котушок. Дрібні тверді частки, що не затримуються фільтром, забруднюють внутрішні об'єми форсунок, а важкі фракції палива осідають у вигляді плівки на поверхнях розпилюючих отворів, зменшуючи їхні прохідні перетини. У наслідок цих процесів погіршується технічний стан форсунок, результатом чого є порушення вихідних характеристик двигуна. Отже, виникає потреба періодично діагностувати форсунки шляхом визначення їхньої продуктивності.

Форсунки чи не єдині нерозбірні вузли системи впорскування, характеристики яких вдається відновити, очищаючи від бруду. У даній лабораторній роботі розглядаються метод визначення продуктивності форсунок шляхом проливання.

Рівняння для обчислення продуктивності і циклової подачі форсунок

Циклова подача палива i -тою електромагнітною клапанною форсункою описується рівнянням:

$$G_{ципi} = \int_0^{\tau_{впр}} \mu f \cdot \sqrt{2\rho_n (P_a - P_s)} \cdot d\tau, \quad (31.1)$$

де $\tau_{\text{впр}}$ – тривалість відкритого стану клапана форсунки (тривалість впорскування); ρ_n – щільність палива; P_a – тиск палива в акумуляторі; P_s – тиск повітря у впускному колекторі; μf – ефективний прохідний перетин розпилювача форсунки, що змінюється залежно від підйому клапана (голки форсунки).

В реальних системах в основу алгоритму керування форсунками покладена спрощена модель визначення циклової подачі по статичній продуктивності форсунки і тривалості керуючого імпульсу. У цій моделі приймається постійний ефективний прохідний перетин розпилювача форсунки, а тривалість відкритого стану клапана форсунки приймається рівною тривалості керуючого імпульсу, яку визначають за принципом базової та коригувальної матриць. За цією моделлю циклова подача палива:

$$G_{\text{цик}} = g_{\text{ст}} \cdot \tau_k, \quad (31.2)$$

де $g_{\text{ст}}$ – статична продуктивність форсунки; τ_k – тривалість керуючого імпульсу, що подається на форсунку.

Під статичною продуктивністю форсунки $g_{\text{ст}}$ розуміють її здатність пропустити кількість палива G_n при постійно відкритому клапані за певний проміжок часу τ_b . Таким чином, статична продуктивність форсунки визначається способом *статичного проливання* при постійному тиску палива, при постійно відкритому клапані протягом часу τ_b і обчислюється за формулою

$$g_{\text{ст}} = \frac{G_{\text{п}}}{\tau_b}. \quad (31.3)$$

При цьому кількість палива:

$$G_{\text{п}} = \mu f_{\text{con}} \cdot \sqrt{2\rho_{\text{п}} \cdot \Delta P_{\text{п}}} \cdot \tau_b, \quad (31.4)$$

де μf_{con} – постійний ефективний прохідний перетин розпилювача

форсунки при повністю відкритому клапані; ΔP_{Π} – постійний перепад тиску палива на форсунці; $\tau_{\text{в}}$ – час вимірювання при проливанні.

Висока точність вимірювань кількості палива та часу при статичному проливанні забезпечують високу точність визначення статичної продуктивності форсунки. З урахуванням формул (31.3) і (31.4) статична продуктивність форсунки представляє собою масову швидкість течії палива через розпилювач і чисельно дорівнює:

$$g_{\text{ст}} = \mu f_{\text{con}} \cdot \sqrt{2\rho_n \cdot \Delta P_{\Pi}}. \quad (31.5)$$

У рівнянні (31.5) μf_{con} , ρ_n і ΔP_{Π} – величини постійні, тому керують паливоподачею, змінюючи тривалість електричного керуючого імпульсу τ_k , що подається на електромагніт форсунки. Для збереження видаткових характеристик форсунок при різних режимах роботи двигуна в умовах експлуатації, подача палива ведеться при постійному перепаді $\Delta P_{\Pi} = P_a - P_s$ між тиском палива й тиском у впускному трубопроводі після дросельної заслінки. Для цього в паливній системі уведений зворотний зв'язок по тиску, для чого встановлений стабілізатор перепаду тиску, редукційний клапан якого з мембранним приводом навантажений пружиною, причому порожнина над мембраною з'єднується з порожниною за дросельною заслінкою.

Відомо, що переліт клапана запізнюється у часі при підйомі на величину τ_n і опусканні на $-\tau_o$. Це приводить до того, що тривалість відкритого стану клапана форсунки $\tau_{\text{впр}}$ відрізняється від тривалості електричного керуючого імпульсу τ_k , подаваного на обмотку електромагніта форсунки, бо:

$$\tau_{\text{впр}} = \tau_k - \tau_{\Pi} + \tau_o, \quad \text{або} \quad \tau_{\text{впр}} = \tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}, \quad (31.6)$$

де $\Delta\tau_{\text{н}} = \tau_n - \tau_o$ – враховує невідповідність керуючого імпульсу τ_k реальному часові впорскування $\tau_{\text{впр}}$.

Виходить, що у формулу (31.2) з урахуванням формули (31.6) треба внести корекцію. Тоді:

$$G_{\text{цпi}} = g_{\text{ст}} \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}). \quad (31.7)$$

Невідповідність $\Delta\tau_{\text{н}}$ можна визначити шляхом динамічного проливання форсунок. Під динамічним проливанням розуміють такий режим роботи форсунок, коли в рампі підтримується постійний тиск палива, а клапани відкриваються на короткий час при подачі на обмотки форсунок керуючих імпульсів тривалістю τ_k . Такий режим роботи форсунок відповідає режиму їхньої роботи на двигуні. Якщо $G_{\text{пд}}$ – кількість палива, накопичена у вимірювальній посудині за час динамічного проливання, j – кількість упорскувань (циклових подач), зроблених за час проливання, то циклова подача $G_{\text{цпд}}$, обчислена за результатами динамічного проливання

$$G_{\text{цпi}} = \frac{G_{\text{пд}}}{j}. \quad (31.8)$$

За результатами статичного та динамічного проливання можна визначити величину невідповідності $\Delta\tau_{\text{н}}$ для кожної форсунки:

$$\Delta\tau_{\text{н}} = \tau_k - \frac{G_{\text{пд}}}{G_{\text{п}}} \cdot \frac{\tau_{\text{в}}}{j}. \quad (31.9)$$

Іноді зручніше користуватися поправочним коефіцієнт k_{τ} , що враховує запізнювання спрацьовування форсунок. Його можна визначити з формули

$$k_{\tau} = 1 - \frac{\Delta\tau_{\text{н}}}{\tau_k}. \quad (31.10)$$

Для обчислення поточних значень циклової подачі дискретними методами, використовуючи статичну продуктивності форсунки й тривалість керуючого імпульсу відповідно до формули (31.7), необхідно враховувати запізнювання, або у формулі (31.2) помножити статичну продуктивність форсунки $g_{\text{ст}}$ на тривалість електричного керуючого імпульсу τ_k і коефіцієнт k_{τ} , що враховує запізнювання спрацьовування форсунок.

Однак у програмі PowerGraf цю операцію виконати важко, тому що програма розрахована на множення каналів, представлених значеннями аналогових величин.

Тому скористаємося формулою (31.1), виконавши підстановки з формули (31.7), тобто замінимо операцію множення двох дискретних значень формули (31.2) операцією інтегрування, тоді після підстановок:

$$G_{\text{цпи}} = k_{\tau} \cdot \int_0^{\tau_k} g_{\text{ст}} \cdot d\tau. \quad (31.11)$$

Лабораторний макет системи упорскування бензину

Лабораторний макет системи розподіленого упорскування бензину призначений для відтворення статичного й динамічного режимів проливання форсунок, які неможливо реалізувати безпосередньо на двигуні.

Він виконаний на базі серійних виконавчих пристроїв: паливного насоса, паливного фільтра, паливної рампи, регулятора тиску й форсунок, а також додаткових пристроїв відповідно до переліку, наведеному на рис.31.3. До них відносяться: манометр, вимірювальні посудини із блоком електромагнітних клапанів, електронний блок керування, сполучні провідники.

Електронний блок керування, призначений винятково для перевірки форсунок методом проливання, істотно відрізняється від системного блоку, застосовуваного на автомобілях.

Для відтворення статичного режиму проливання на обмотки електромагнітних форсунок 7 подається постійна напруга. Час виміру $\tau_{\text{в}}=10 - 30$ с, протягом якого форсунки відкриті і відбувається проливання, формується в електронному блоці за допомогою генератора стабілізованої частоти й лічильника імпульсів.

В динамічному режимі на форсунки подаються керуючі імпульси тривалістю $\tau_k=1 - 20$ мс, які формуються в електронному блоці на основі еталонних інтервалів часу. Наявний лічильник імпульсів у цьому режимі вимірює кількість циклових подач j . Такий підхід дозволяє не застосовувати секундомір, а встановлювати за до-

помогою перемикача калібровані інтервали часу й забезпечує високу повторюваність режимів випробувань.

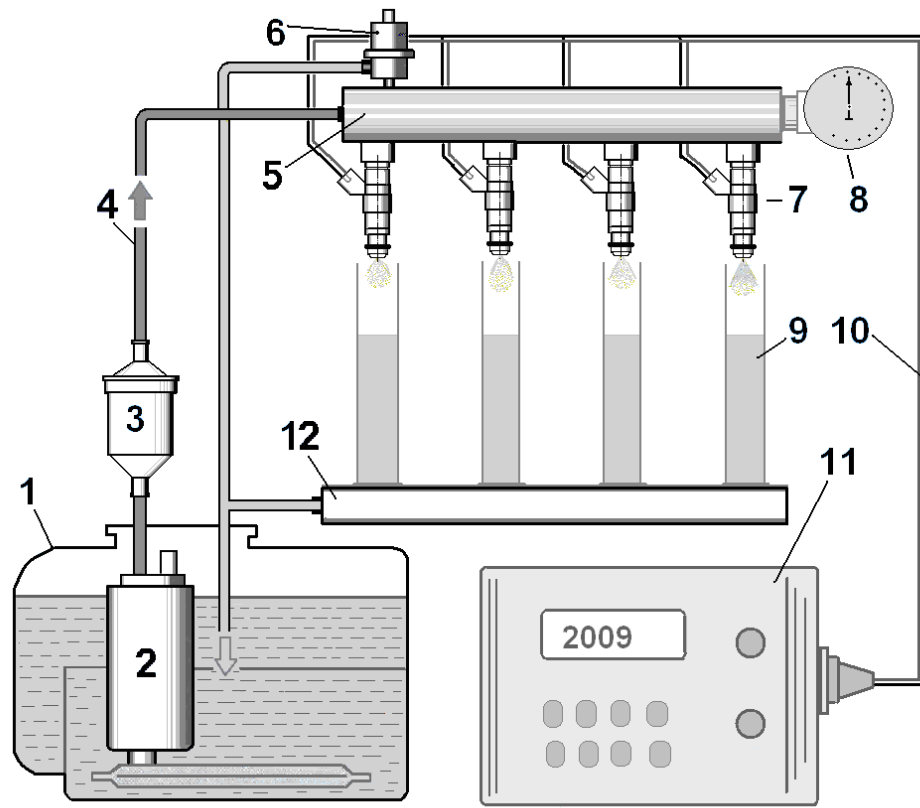


Рис.31.3. Функціональна схема лабораторного макета: 1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 – нагнітальний трубопровід; 5 – паливна рампа; 6 – регулятор тиску; 7 – форсунки; 8 – манометр; 9 – вимірювальні посудини; 10 – сполучні провідники; 11 – електронний блок керування, 12 – блок електромагнітних клапанів для зливання палива

У статичному режимі проливання включається паливний насос 2, що нагнітає паливо в паливну рампу 5. Тиск у рампі контролюється манометром 8. За допомогою перемикача на блоці керування встановлюється заданий час вимірювань τ_B . Включається тумблер «Вимірювання-зливання» устанавлюється в положення «Вимірювання», тумблер установки режиму в положення «Статичний» і після натискання кнопки «Старт» на обмотки електромагнітних форсунок 7 подається постійна напруга. Клапани форсунок відкриваються і знаходяться у відкритому стані увесь час проливання, бензин впрскується у вимірювальні посудини 9. Одночасно включається лічильник часу, наявний в електронному блоці. Коли заданий інтер-

вал часу τ_B сплине, відбувається автоматичне відключення форсунок. Таким чином, у вимірювальній посудині 9 кожної форсунки накопичується паливо G_n протягом однакового заданого інтервалу часу τ_B . Далі по формулі (31.4) для кожної форсунки обчислюють статичну продуктивність $g_{ст}$.

Динамічний режим устанавлюється тумблером установки режиму в положення «Динамічний» і відрізняється тим, що на форсунки подаються керуючі імпульси тривалістю $\tau_k = 1 - 20$ мс, а лічильник імпульсів у цьому режимі вимірює кількість імпульсів, тобто кількість циклових подач j . Далі за формулою (31.9) для кожної форсунки можна обчислити поправочний коефіцієнт k_τ .

Система збору даних

Система збору даних складається з персонального комп'ютера із установленим у його слоту модулем уведення аналогових сигналів L783. Програмне забезпечення містить програму PowerGraf Professional, що має драйвер керування модулем L783 і забезпечує керування збором даних. Персональний комп'ютер, модуль L783, програма PowerGraf і блок управління лабораторного макета сумісно утворюють систему збору даних (СЗД).

Керуючий сигнал, що подається на вхід блоку керування, і напруга на форсунці подані на два входи АЦП модуля L783. У програмі PowerGraf обраний режим запису з синхронізацією, що починається й завершується по фронту і спаду керуючого імпульсу. Таким імпульсом обраний сигнал блоку керування, тривалість якого дорівнює кількості упорскувань j . Отже, запис починається й завершується автоматично, поки впорскується паливо у вимірювальній посудині. Вибір і настроювання каналів. Перед початком роботи необхідно вибрати два канали. Надати імена каналам: канал 1 – керуючий сигнал, канал 2 – напруга на форсунці. Вибрати одиниці виміру (В) і масштаби графіків – 10 В. Установити в меню PowerGraf частоту реєстрації АЦП – 50 кГц.

На заданому режимі кожен студент повинен записати й зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування. Запис починається натисканням на кнопку «старт». В ім'я файлу входить

прізвище студента, а також інформація про тривалість керуючого імпульсу τ_k на форсунці.

Порядок виконання роботи

Статичний режим проливання форсунок. За завданням викладача встановити інтервал часу проливання τ_6 . Тумблер «Вимірювання-зливання» установити в положення «Вимірювання», тумблер установки режиму – у положення «Статичний». Натиснути кнопку «Старт». Після завершення проливання визначити по шкалі вимірювальної посудини кількість накопиченого палива (для кожної форсунки). Записати до протоколу результати вимірювань.

Динамічний режим проливання форсунок. За завданням викладача встановити кількість циклових подач j . Тумблер «Вимірювання-слив» установити в положення «Вимір», тумблер установки режиму – у положення «Динамічний». Натиснути кнопку «Старт» у меню програми PowerGraf. Запис процесів у системі збору даних відбувається автоматично за час проливання. Натиснути кнопку «Старт» на блоці управління макета. Після завершення проливання визначити по шкалі вимірювальної посудини кількість накопиченого палива (для кожної форсунки). Записати до протоколу результати вимірів.

Обробка даних

Перший етап обробки полягає в обчисленні статичної продуктивності форсунок за результатами статичної проливання відповідно до формули (31.4) і обчислення поправочного коефіцієнта k_τ по формулі (31.9).

Другий етап – цифрова обробка сигналів, записаних у процесі випробування в індивідуальний файл, у програмі «PowerGraph». Для виконання цифрової обробки сигналів у програмі «PowerGraph» використовується додаткове вікно *Функції*, що викликається командою *Функції...* (Functions) у меню *Обробка*. Вікно *Функції* дозволяє створювати математичні формули й робити розрахунки по цих формулах. Результати розрахунків можуть бути скопійовані в кожний з каналів.

Крім того, завданням обробки є: фільтрація сигналів від перешкод, масштабування даних, обчислення поточного об'єму циліндра синхронно з переміщенням поршня, визначення похідної об'єму, обчислення інтеграла PdV , обчислення середнього індикаторного тиску.

Для створення формули необхідно виконати наступні дії:

- вибрати функцію цифрової обробки;
- вибрати канали-джерела, у яких утримуються вихідні дані для обробки;
- вибрати канал-приймач, у який будуть поміщені результати обчислень;
- указати чисельні аргументи функції. Деякі функції використовують у розрахунках додаткове чисельне значення (наприклад, рівень амплітуди сигналу або кількість точок).

У загальному випадку формула виглядає в такий спосіб:

Канал-приймач = Функція (Канал-джерело; [Чисельний аргумент]).

Фільтрація сигналу тиску від електричних перешкод.

Зі списку елементи керування в меню *Обробка* у вікні *категорії функцій* вибираємо категорію «*Smootling*», функція – «*Smoot Tringle*», кількість точок 10;

- відкрити додатково два логічних канали, у які будуть записуватися параметри, що обчислюють;
- присвоїти ім'я новим каналам:

Канал 3 – статична продуктивність, мг/мс;

Канал 4 – циклова подача, мг/цикл.

Обчислення циклової подачі в програмі PowerGraf. Для обчислення поточних значень циклової подачі по статичній продуктивності форсунки й тривалості керуючого імпульсу відповідно до формули (31.7) необхідно проінтегрувати імпульсний сигнал амплітудою g_{cm} і тривалістю τ_k . Одержання сигналу амплітудою g_{cm} і тривалістю τ_k .

Скопіюємо графік каналу № 1 у канал № 3. У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Data*, канал-джерело – 1, канал-приймач – 3. Далі за допомогою команди «*Сору*» копіюємо графік каналу № 1 у канал № 3. Потім за допомогою команди «*Offset*» змі-

щаємо його по шкалі амплітуди на величину мінус 2. Далі у вікні *категорії функцій* вибираємо функцію «*Filters*», за допомогою команди «*Negative*» зберігаємо тільки негативні значення. Вертаємося у функцію *Data*, за допомогою команди «*Offset*» зміщаємо графік по шкалі амплітуди на величину плюс 1. Знову вертаємося у функцію «*Filters*», за допомогою команди «*Positive*» зберігаємо тільки позитивні значення. У результаті цих дій одержимо одиничний імпульс (амплітудою 1 В).

Помножимо амплітуду одиничного імпульсу на статичну продуктивність форсунки. У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Data*, канал-джерело – 3, канал-приймач – 3. Далі за допомогою команди «*Scale*» множимо графік на величину g_{cm} , отриману при проливанні.

Обчислення циклової подачі виконаємо інтегруючи графік амплітудою g_{cm} канал № 3.

У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Integral* – функції інтегрування сигналів. Джерело – канал № 3, приймач – канал № 4.

Проаналізувати результати.

Контрольні запитання

1. Чому виникає невідповідність керуючого імпульсу на форсунці реальному часові впорскування?
2. Які методи можна застосувати для визначення невідповідності керуючого імпульсу реальному часові впорскування?
3. Як визначити тривалість відкритого стану розпилювача форсунки?

Література [2, 10, 13]

Лабораторна робота № 32

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛИВНИХ ФОРСУНОК З ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ПРИВОДАМИ КЛАПАНІВ

Мета роботи

Вивчити конструкцію форсунок з електромагнітними приводами клапанів, усвідомити вплив характеристик форсунок на процес паливоподачі та отримати практичні навички у визначенні динамічних характеристик.

Устаткування та прилади

1. Лабораторний макет з форсункою упорскування бензину;
2. Презентація до лабораторної роботи;
3. Система збору даних.

Загальні положення

Робота автомобільного двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) заснована на процесах перетворення хімічної енергії палива в механічну роботу. Від якості протікання цих процесів залежать такі експлуатаційні властивості двигуна як економічність та токсичність відпрацьованих газів. Мікропроцесорні системи керування (МПСУ), які широко застосовують на автомобільному транспорті, дозволяють істотно поліпшити зазначені експлуатаційні властивості ДВЗ, забезпечуючи оптимізацію процесу паливоподачі з урахуванням багатьох факторів.

У сучасних двигунах подача рідкого або газоподібного палива в циліндри здійснюється механічним способом під керуванням мікропроцесорних систем переважно шляхом розпилювання за допомогою клапанних форсунок. Форсунки з'єднуються з акумулятором палива, у якому підтримується постійний тиск. Попереднє стиснення палива додає паливному струменю механічної енергії, що забез-

печує необхідну далекобійність і спрямованість факела, а також дозволяє отримати дрібні краплі розпиленого палива – умови, необхідні для гарного сумішоутворення. У цій фазі процесу реалізуються енергетичний і речовинний зв'язки в системі паливоподачі шляхом передачі кількості речовини (палива), що володіє хімічною енергією. Механічна енергія, що надана паливному струменю, сприяє поліпшенню якості процесів сумішоутворення й згоряння палива. Тиск палива в акумуляторі можна змінювати залежно від режиму роботи двигуна. Електричний спосіб керування клапанами форсунок дозволяє, крім того, оперативно управляти початком і тривалістю упрорскування палива.

Мікропроцесорна система використовується при цьому як технічний засіб для реалізації інформаційних зв'язків у керуванні потоками енергії в процесі паливоподачі. У МПСУ здійснюється збір і обробка інформації від датчиків, а також використовується інформація, отримана шляхом математичного й фізичного моделювання в процесі випробування й доведення двигуна. Інформація, що міститься в контролері у вигляді численних таблиць, перетворюється у сигнали керування, що подаються на форсунки. Носієм інформації в мікропроцесорній системі є електричний сигнал, а живлення системи здійснюється від бортової електричної мережі автомобіля. Тому спочатку інформаційний сигнал малої потужності у вихідному каскаді (драйвері) МПСУ підсилюється по потужності, а потім передається на активатор, частиною якого є електромеханічний перетворювач (ЕМП), розташований у форсунці. Таким чином, в ЕМП вирішується завдання перетворення деякої частини електричної енергії бортової мережі в механічний вплив на потік керованої енергії.

МПСУ істотно розширили застосування інформаційних зв'язків, що дозволяє реалізувати складні закони керування, урахувати велику кількість впливових факторів і більш ефективно управляти енергетичними процесами. Величина витрат електричної енергії визначається опором середовища, у якій перебуває виконавча ланка ЕМП, а також силами інерції й швидкістю переміщення виконавчої ланки ЕМП. Часто виникають завдання, у яких від ЕМП потрібно велике механічне зусилля при високій швидкодії.

Форсунки, що мають ЕМП, який безпосередньо піднімає клапан (голку), одержали назву електромеханічних. У більшості відо-

мих конструкцій електромеханічних форсунок (ЕМФ) запирання клапана (голки) здійснюється за допомогою пружини. При цьому голка жорстко пов'язана з рухомою частиною електромеханічного привода. Величина циклової подачі в ЕМФ визначається тривалістю включення електромеханічного привода та величиною тиску палива на вході у форсунку.

ЕМП є інтерфейсом зв'язку між електричною частиною системи керування й механічним клапаном форсунки. В основу його роботи покладений принцип перетворення електричної енергії в механічну. За принципом дії електромеханічні перетворювачі діляться на: *електромагнітні, електродинамічні, магнітострикційні та п'єзоелектричні*.

Електромагнітні й електродинамічні перетворювачі засновані на зовнішніх ефектах взаємодії магнітних полів, створюваних різними методами. Магнітострикційні і п'єзоелектричні – побудовані на використанні внутрішніх фізичних властивостей речовин і особливостей їхньої кристалічної будови. Ці властивості проявляються при взаємодії кристалів відповідно з магнітним і електричним полем.

Конструкція форсунок для двигунів з іскровим запалюванням

Одним з найбільш відомих електромеханічних перетворювачів, через свою ефективність, простоти й давнини винаходу, є електромагнітний перетворювач, у якому використовуються сили електромагнітної взаємодії магнітних полів, створюваних обмоткою електромагніта у феромагнітних масах нерухомого магнітопроводу котушки і рухомого якоря.

Висока ефективність електромагнітних пристроїв визначається наявністю в магнітній системі феромагнітних мас із більшим значенням відносної магнітної проникності, що у багато разів більше магнітної проникності повітря. Вплив феромагнітних мас позначається на зменшенні магнітного опору середовища, що оточує котушку зі струмом, викликаючи збільшення магнітного потоку. Характерною рисою сил електромагнітної взаємодії є незалежність їхнього напрямку від напрямку магнітного потоку, а отже, і струму, що протікає по обмотці керування. Таким чином, електромагнітні пере-

творювачі енергії мають однобічну характеристику, тобто вони роблять роботу тільки в одному напрямку.

Даний тип форсунок, що мають електромагнітний привод, одержав широке поширення у двигунах з іскровим запалюванням. Нижче наведені конструкції форсунок, використовувані для подачі бензину, стислого природного й зрідженого нафтового газу (рис.32.1).

На рис.32.1, *а* наведена конструкція форсунки фірми Бош, що одержала найбільше поширення в системах розподіленого упорскування бензину у впускний колектор.

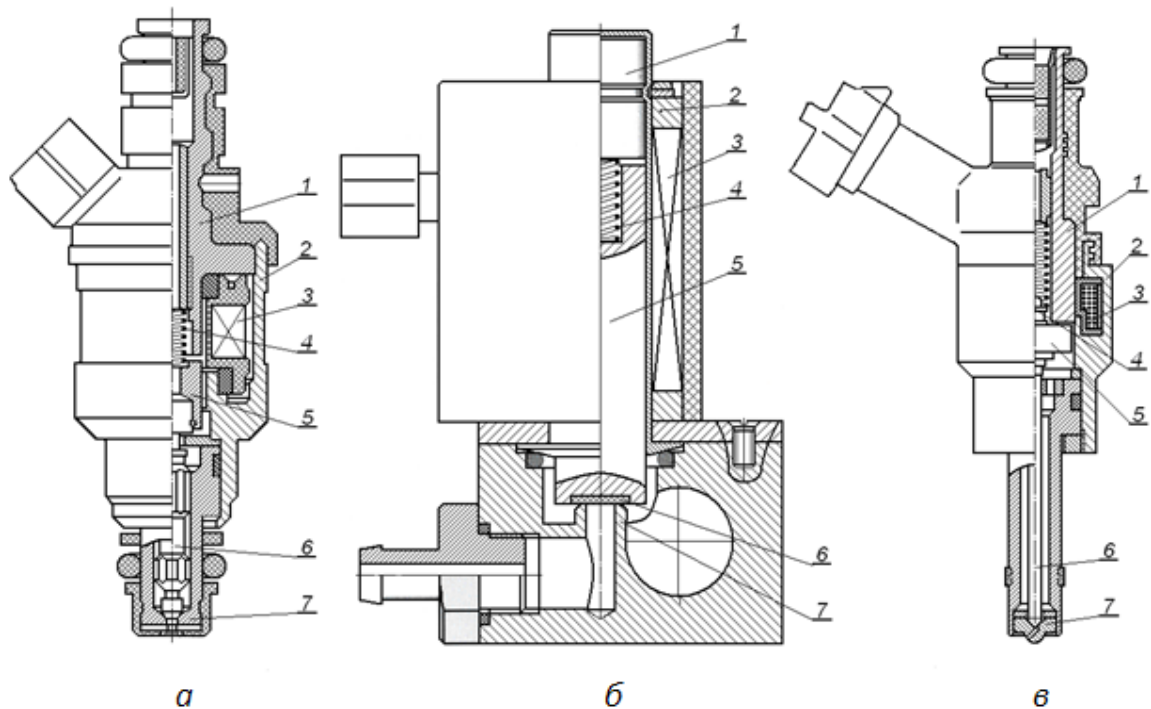


Рис.32.1. Конструкції форсунок для подачі бензину та газу: 1 – внутрішній магнітопровід; 2 – зовнішній магнітопровід; 3 – котушка електромагніта; 4 – пружина; 5 – якір електромагніта; 6 – клапан (голка) форсунки; 7 – сідло (ущільнююча поверхня) клапана

Форсунки, використовувані концерном Фольксваген у системах упорскування бензину в камеру згоряння (рис.32.1, *в*), відрізняються від попередніх подовженою частиною розпилювача, бо працюють у більш важких температурних умовах, та формою магнітопроводу і кількістю витків котушки електромагніта, бо безпосереднє впорскування бензину має обмеження у часі тому ЕМП повинен мати більшу швидкодію.

Форсунки для подачі скрапленого нафтового газу чи стисненого природного газу (рис.32.1, б) суттєво відрізняються від двох попередніх конструкцій формою деталей електромагніта, клапана та безпосереднім розташуванням форсунок на рампі.

Але для всіх наведених варіантів форсунок характерною ознакою є наявність елементів ЕМП: феромагнітного магнітопроводу, який охоплює котушку, і рухомого якоря. Тобто всі вони електро-механічні з електромагнітним приводом безпосередньої дії.

До переваг ЕМФ варто віднести простоту конструкції, недоліком є суттєва затримка відкриття голки форсунки при спрацьовуванні ЕМП (рис.32.2).

Практично у всіх системах в основу алгоритму керування форсунками покладена модель визначення циклової подачі:

$$G_{\text{цп}} = g_{\text{ст}} \cdot \tau_k, \quad (32.1)$$

де $g_{\text{ст}}$ – статична продуктивність форсунки; τ_k – тривалості керуючого імпульсу, що подається на форсунку.

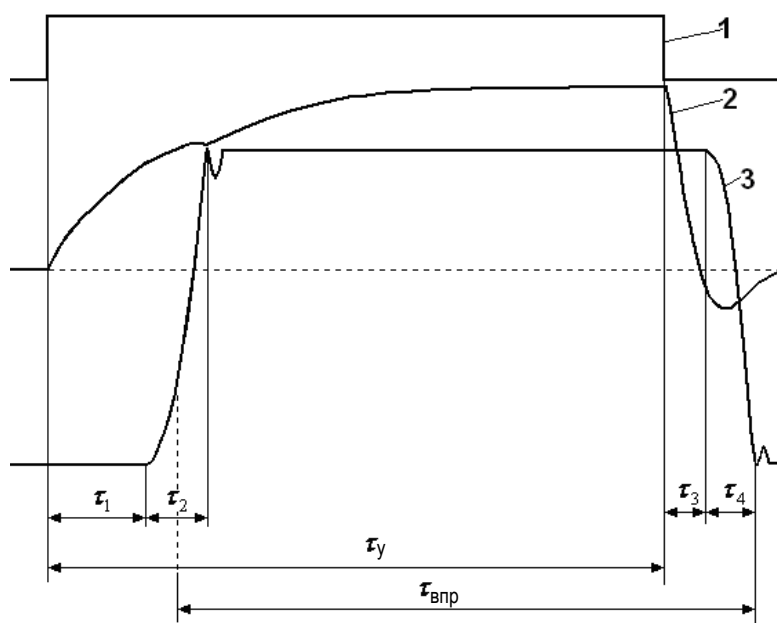


Рис.32.2. Осцилограма процесів в електромагнітному приводі клапана форсунки: 1 – керуючий сигнал; 2 – сила струму у котушці електромагніту; 3 – діаграма руху якоря електромагніту (клапана форсунки)

Під статичною продуктивністю форсунки $g_{ст}$ розуміють її здатність пропустити кількість палива $G_{п}$ при постійно відкритому клапані за певний проміжок часу $\tau_{в}$.

Із рис.32.2 видно, що діаграма руху клапана має форму, близьку до трапеції. Згідно формули (32.1) циклова подача визначається як площа прямокутника висотою $g_{ст}$ і шириною τ_k . Похибка визначення циклової подачі:

$$\frac{\Delta G_{цп}}{G_{цп}} = \frac{\Delta g_{ст}}{g_{ст}} + \frac{\Delta \tau_k}{\tau_k}, \quad (32.2)$$

де $\frac{\Delta G_{цп}}{G_{цп}}$, $\frac{\Delta g_{ст}}{g_{ст}}$ та $\frac{\Delta \tau_k}{\tau_k}$ – відносні похибки циклової подачі, статичної продуктивності форсунки та тривалості керуючого імпульсу.

Очевидно наступне: по – перше, $g_{ст}$ відрізняється у різних форсунках через технологічні неточності та змінюється в експлуатації через забруднення; по – друге, як видно з рис.32.2, тривалість відкритого стану клапана форсунки $\tau_{впр}$ відрізняється від тривалості електричного керуючого імпульсу τ_k , що подається на обмотку електромагніта форсунки, на величину запізнювання перельоту клапана при підйомі і посадці:

$$\tau_{впр} = \tau_k - (\tau_1 + 0,5\tau_2) + (\tau_3 + \tau_4). \quad (32.3)$$

У формулі (32.3) τ_1 – час, витрачений на подолання сили опору пружини і тиску палива; τ_2 – час, витрачений на подолання сили опору пружини, сили тертя, інерції клапана і якоря електромагніту при прямому перельоті; τ_3 – час, протягом якого накопичена сила електромагніту зменшиться на стільки, що сила пружини і тиску палива перевершать її і розпочнеться зворотний рух якоря; τ_4 – час, витрачений на подолання сили тертя, інерції клапана і якоря електромагніту при посадці.

Формулу (32.3) можна також представити в іншому вигляді:

$$\tau_{\text{впр}} = \tau_k - \Delta\tau_{\text{н}}, \quad (32.4)$$

де $\Delta\tau_{\text{н}}$ – враховує невідповідність керуючого імпульсу τ_k реальному часові впорскування $\tau_{\text{впр}}$ і визначається з формули

$$\Delta\tau_{\text{н}} = (\tau_1 + 0,5\tau_2) - (\tau_3 + \tau_4). \quad (32.5)$$

Іноді зручніше користуватися поправочним коефіцієнт k_{τ} , що враховує запізнювання спрацьовування форсунок. Його можна визначити з формули

$$k_{\tau} = 1 - \frac{\Delta\tau_{\text{н}}}{\tau_k}. \quad (32.6)$$

Умовою початку руху якоря електромагніту є перевищення сили електромагніту над силами опору, що діють у протилежному напрямку:

$$F_e \geq F_{\text{пр}} + F_{\text{тр}} + F_{\text{п}}, \quad (32.7)$$

де F_e – сила електромагніту; $F_{\text{пр}}$ – сила пружини; $F_{\text{тр}}$ – сила тертя;

$F_{\text{п}}$ – сила від тиску палива.

Величина сили електромагнітного приводу визначається за формулою

$$F_e = \left[\frac{U}{R_k} \cdot (1 - e^{-\frac{\tau}{T}}) \right]^2 \cdot \omega^2 \cdot \mu_0 \cdot S \cdot \frac{1}{2\delta^2}, \quad (32.8)$$

де U – напруга на котушці; R_k – опір котушки; ω – кількість витків у котушці; μ_0 – абсолютна магнітна проникливість вакууму; S – площа поперечного перетину магнітопроводу; δ – магнітний зазор у магнітопроводі; τ – поточний час; T – постійна часу котушки електромагніту, яка визначається з формули

$$T = \frac{L}{R_k}, \quad (32.9)$$

де L – індуктивність котушки.

Як свідчать формули (32.2 – 32.6) складовими часу, які обумовлюють зміщення $\tau_{\text{впр}}$ відносно τ_k у цьому процесі, задіяні певні фактори, які частково залежать від технології виготовлення, а також можуть змінюватись у часі та в залежності від умов експлуатації. Забруднюються зазори між прецезійними парами, зношуються поверхні у місцях контакту пружини й клапана форсунки, змінюється зазор між ними і відповідно сила пружини; через старіння матеріалів відбувається усадка і змінюється жорсткість пружини, напруга живлення, опір і індуктивність котушки електромагніта.

При комплектації двигуна форсунками треба забезпечити, щоб у комплекті були форсунки, у яких проміжки часу $\tau_1 \dots \tau_4$ відрізняються не більше ніж на 5 %. Особливо це стосується переобладнання бензинового двигуна для роботи на газовому паливі, бо характеристики газових форсунок суттєво відрізняються від бензинових.

Для встановлення різниці між форсунками за ознакою $\tau_{\text{впр}}$ можна скористатися кількома методами:

- методом проливання у динамічному режимі;
- методом реєстрації руху клапана або якоря;
- методом реєстрації руху паливного струменя.

Кожен із зазначених методів має свої недоліки і переваги.

Наприклад, метод проливання є універсальним для форсунок будь-якої конструкції, що застосовуються для впорскування рідкого палива. Виміряти кількість поданого газу окремо кожною форсункою складно. Крім того, зазначений метод дає змогу виявити лише різницю у кількості поданого палива між форсунками і не спроможний з'ясувати різницю у всіх проміжках часу запізнення від τ_1 до τ_4 .

Метод реєстрації руху клапана або якоря дає змогу отримати у подробицях усі проміжки часу запізнення $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$. Але його можна застосувати тільки на тих форсунках, конструкція яких дозволяє реєстрацію руху клапана або якоря.

Метод реєстрації руху паливного струменя можна застосувати тільки для форсунок впорскування рідкого палива.

У лабораторній роботі № 31 застосовано метод проливання у динамічному режимі, а у даній лабораторній роботі розглядаються метод реєстрації руху клапана або якоря, який можна застосувати для форсунок, зображених на рис.32.1, а та рис.32.1, б.

Лабораторний макет для визначення динамічних характеристик форсунок

Лабораторний макет містить серійну форсунку для впорскування бензину як об'єкт для визначення динамічних характеристик, генератор керуючих імпульсів та набір перетворювачів і підсилювачів, що дозволяють записати в систему збору процесу, які відбуваються в електромагнітному приводі клапанної форсунки. Макет складається із джерела живлення та моноблоку, що містить форсунку, оснащену датчиком сили струму та оптоелектронним датчиком переміщення клапана, підсилювачі до цих датчиків, генератор імпульсів з регуляторами частоти і тривалості імпульсів, роз'ємний з'єднувач для підключення системи збору даних.

Це дає змогу отримати осцилограму процесів (подібну рис.32.2), які відбуваються в електромагнітному приводі, що неможливо реалізувати безпосередньо на двигуні. По осцилограмі визначають тривалість усіх фаз руху клапана форсунки.

Порядок виконання роботи

Підготувати до роботи систему збору даних: перевірити наявність заземлення, увімкнути живлення на системному блоці комп'ютера, запустити програму PowerGraf, вибрати кількість каналів для реєстрації – 4, встановити частоту дискретизації 50 кГц у вікні «Частота».

Присвоїти імена каналам: 1 – керуючий імпульс, В; 2 – сила струму, А; 3 – напруга на котушці, В; 4 – переміщення якоря, мм.

Увімкнути живлення на блоці лабораторного макета. За завданням викладача за допомогою регуляторів частоти і тривалості імпульсів, розташованих на макеті, встановити частоту і тривалість керуючих імпульсів τ_k . Здійснити запис процесів у форсунці, нати-

снувши на кнопку «Старт» у меню програми PowerGraf. Через 1 с повторно натиснути на ту ж кнопку.

Зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування. В ім'я файлу входить прізвище студента, а також інформація про частоту і тривалість керуючого імпульсу τ_k на форсунці.

Виконати обробку даних, визначивши тривалість фаз руху якоря електромагніту сумісно з голкою форсунки: $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$, так як показано на рис.32.2.

Згідно з формулою (32.3) визначити тривалість відкритого стану розпилювача форсунки $\tau_{впр}$, невідповідність керуючого імпульсу τ_k реальному часові впорскування $\Delta\tau_n$ за формулою (32.5), а також коефіцієнт запізнення k_τ за формулою (32.6).

Контрольні запитання

1. Чому виникає невідповідність керуючого імпульсу реальному часові впорскування?
2. Які методи можна застосувати для реєстрації руху клапана?
3. Як визначити тривалість відкритого стану розпилювача форсунки?

Література [2, 10, 13]

Лабораторна робота № 33

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМИ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО УПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ В КАМЕРУ ЗГОРЯННЯ

Мета роботи

Вивчити будову компонентів двигуна з безпосереднім упорскуванням бензину в камеру згоряння, усвідомити експлуатаційні якості таких двигунів і одержати практичні навички по аналізу робочих процесів за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Макет з компонентами двигуна FSI і презентація двигунів VW FSI 1,6 і 2,0 л.
2. Система збору даних.
3. Осцилограми робочих процесів у двигуні з безпосереднім упорскуванням бензину у камеру згоряння.

Загальні положення

Викиди утвореного при згорянні діоксиду вуглецю (CO_2), що сприяє утворенню парникового ефекту, можуть бути знижені тільки в результаті зменшення витрати палива.

Однак, у двигунів із зовнішнім сумішоутворенням (з подачею бензину у впускний трубопровід) резерви зниження витрати палива практично відсутні.

Тому автомобілі оснащують двигунами з безпосереднім упорскуванням бензину в циліндри під керуванням мікропроцесорних систем. Це означає, що двигуни мають внутрішнє сумішоутворення і якісне регулювання суміші, тому що паливо впорскується безпосередньо в камеру згоряння, циклова подача повітря змінюється незначно і регулювати потужність треба кількістю палива, що впорскується, тобто якістю суміші без дроселювання повітряного потоку.

Тому в системі може бути відсутня дросельна заслінка, а для одержання необхідної якості суміші використовується ефект розшарування заряду та підвищений тиск упорскування бензину.

До основних переваг такого способу сумішоутворення можна віднести:

- кращу рівномірність розподілу палива по циліндрах двигуна;
- зменшення втрат енергії у впускній системі внаслідок зменшення гідравлічного опору, відсутність потреби у підігріві суміші на впуску і підвищення коефіцієнта наповнення;
- можливість підвищити ступінь стиску на 1,5..2,0 одиниці, тому що *упорскування бензину в камеру згоряння створює ефект охолодження повітря*, що надійшло в циліндр, оскільки при випарі дрібно розпиленого палива від повітря відбирається теплота.
- не утворюється паливна плівка у впускному трубопроводі, і, як наслідок, припиняється збідніння горючої суміші при розгоні двигуна та її перезбагачення при гальмуванні;
- можливість застосування впускних трубопроводів спеціальної форми, що забезпечує одержання, наприклад, інерційного наддування або спрямованого руху повітря в камері згоряння;
- незалежність процесу сумішоутворення від положення двигуна.

Першорядною метою розробки нових двигунів FSI (Fuel Stratified Injection) є зниження витрати палива і відповідне йому зменшення викиду шкідливих речовин. У порівнянні з двигунами з упорскуванням бензину у впускний трубопровід ці двигуни дозволяють заощаджувати до 15% палива. Однак частину зекономленого палива доводиться витратити на регенерацію нейтралізатора накопичувального типу, чутливого до наявності сірки в паливі. Тому економії палива доводиться домагатися сукупністю заходів:

- рециркуляцією відпрацьованих газів (2%);
- спалюванням бідних сумішей (3%);
- безпосереднім упорскуванням (8%);
- електронним регулюванням системи охолодження (1,5%);
- керуванням фазами газорозподілу (2,5%).

Варто зазначити, що пошарове сумішоутворення застосовується лише на режимах малих навантажень (до 30% потужності). На інших режимах двигун працює на гомогенній суміші.

Для забезпечення пошарового сумішоутворення необхідно створити в циліндрі і на його вході погоджений рух повітря та палива, щоб у потрібний момент біля електродів січки утворилася паливоповітряна суміш, придатна до запалювання.

Це досягається сукупністю заходів, закладених у конструкції деталей впускного тракту, камери згоряння, компонентів паливної апаратури, моделі функціонування системи керування, а саме:

- зміною геометрії впускного тракту;
- спеціальною формою камери згоряння;
- розташуванням форсунки й характеристикою її розпилювача;
- наявністю моделі, що адекватно описує процеси сумішоутворення і згоряння;
- наявністю датчиків, виконавчих пристроїв і програмно-апаратних засобів, що дозволяють реалізувати складні алгоритми керування.

Система живлення повітрям

У верхній частині впускного колектора (рис.33.1, *a*) розташований двопозиційний перемикач трубопроводів у вигляді золотника з вакуумним приводом. Він забезпечує сприятливе протікання характеристики крутного моменту або досягнення максимальної потужності. Момент перемикання визначається електронною системою по багатопараметровій характеристиці з урахуванням навантаження двигуна, частоти обертання колінчастого вала і температури охолодної рідини.

У нижній частині впускної системи (рис.33.1, *з*) розташовані чотири заслінки, які повертаються за допомогою електропривода V157, що діє на їхній загальний вал. Убудований в електропривод потенціометр G336 забезпечує зворотний зв'язок із блоком керування двигуном J220.

При роботі двигуна на режимах з високим навантаженням і при високих частотах обертання золотники відкриті (рис.33.1, *б*) і повітря проходить у циліндри через обидві частини впускних каналів. Великий перетин впускного каналу забезпечує наповнення циліндра, необхідне для одержання високої потужності й крутного моменту.

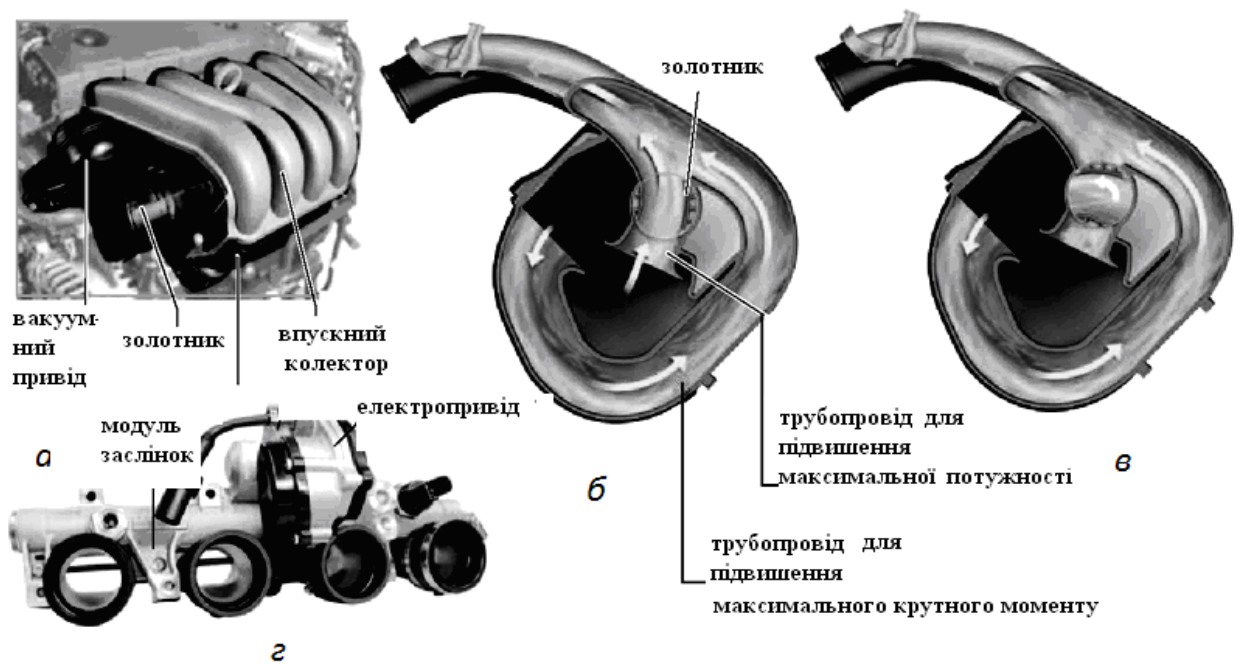


Рис.33.1. Компоненти впускного тракту: *а* – загальний вид впускного тракту; *б* – золотник перебуває в положенні, що відповідає підвищенню максимальної потужності; при цьому повітря надходить у двигун одночасно через короткі й довгі трубопроводи; *в* – золотник перебуває в положенні, що відповідає підвищенню максимального крутного моменту; при цьому повітря надходить у двигун тільки через довгі трубопроводи; *г* – модуль заслінок з електроприводом

При роботі двигуна на пошаровій і бідній гомогенній суміш, а також на деяких режимах з використанням гомогенних сумішей стехіометричного складу (рис.33.2) заслінки перекривають нижні частини впускних каналів (рис.33.1, *в*), розташованих у головці циліндрів.

При цьому повітря проходить у циліндри тільки через верхні частини впускних каналів. Форма верхньої частини впускного каналу підібрана таким чином, щоб повітря, що впускається в циліндр, закручувалося на вході в нього. Крім того, підвищена швидкість повітря через вузький канал сприяє кращому сумішоутворенню.

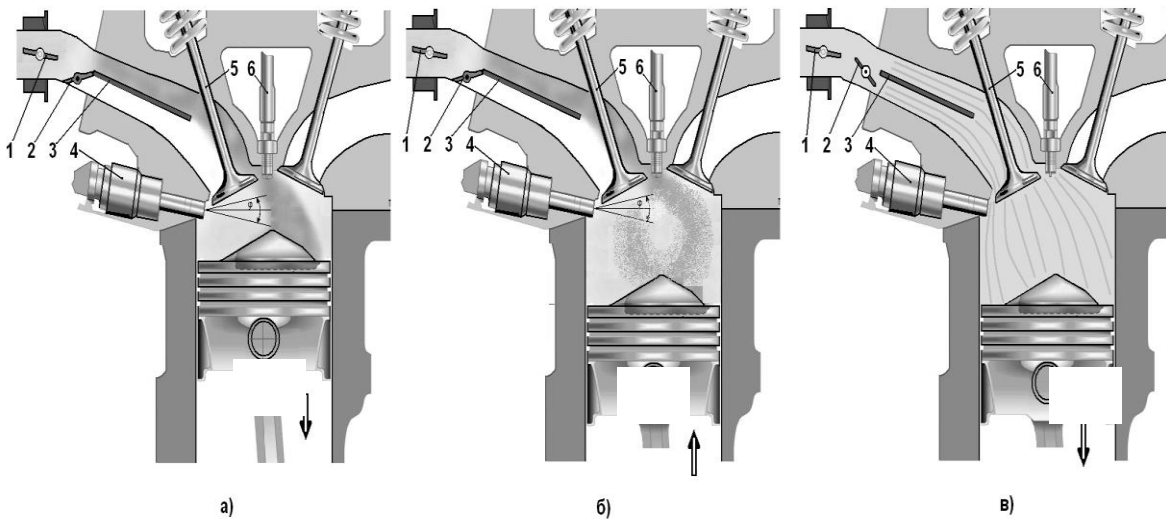


Рис.33.2. Схема руху повітряного заряду у впускному колекторі та у камері згоряння при пошаровому (а, б) і гомогенному (в) сумішоутворенні: 1 – дросельна заслінка з електроприводом; 2 – впускна заслінка (золотник) з вакуумним приводом; 3 – роздільники впускних каналів; 4 – електромагнітна форсунка; 5 – впускний клапан; 6 – свіча запалювання

Функціональна схема системи живлення повітрям наведена на рис.33.3.

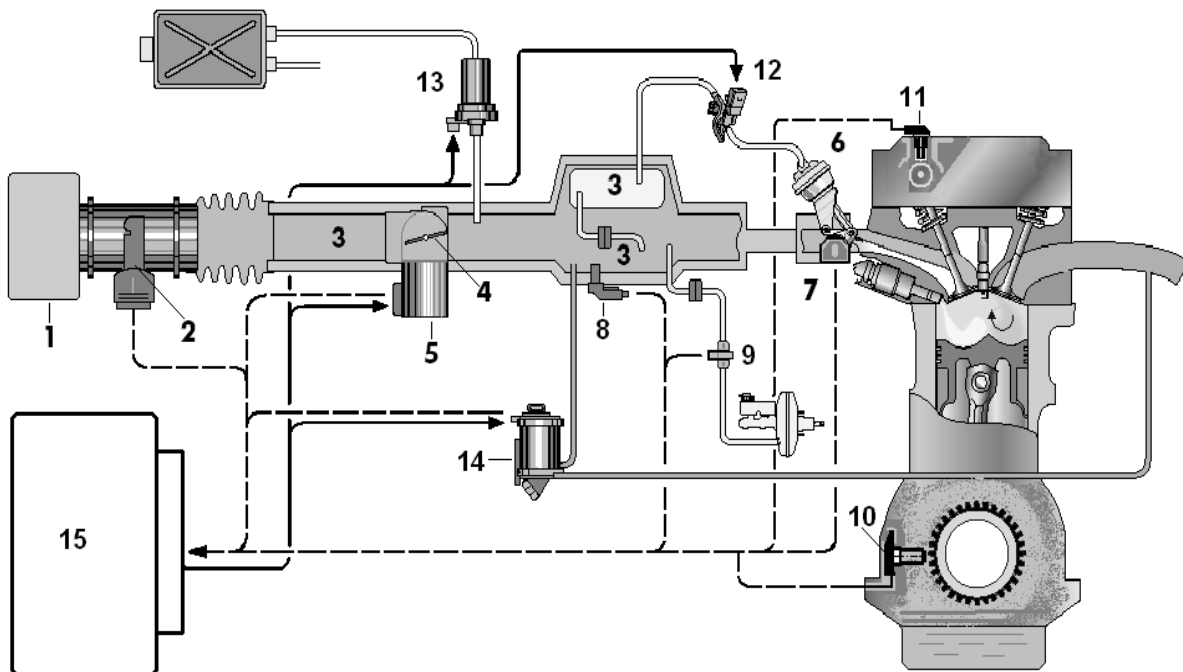


Рис.33.3. Функціональна схема системи живлення повітрям: 1 – повітряний фільтр; 2 – датчик масової витрати повітря (G70) з датчиком температури по-

вітря на впуску (G42) для точнішого визначення навантаження двигуна; 3 – впускний колектор; 4 – дросельна заслінка; 5 – блок керування дросельною заслінкою (J338); 6 – вакуумний привод вузла керування геометрією впускного колектора; 7 – потенціометр впускних заслінок G336; 8 – датчик тиску у впускному трубопроводі (G71) для розрахунку кількості відпрацьованих газів, що перепускаються; 9 – датчик тиску (G294) для регулювання розрідження в магістралі до вакуумного підсилювача гальмового привода; 10 – датчик кутового положення колінчастого вала; 11 – датчик кутового положення розподільного вала; 12 – клапан керування приводом заслінок N316; 13 – клапан продувки адсорбера (N80); 14 – електромагнітний клапан системи рециркуляції відпрацьованих газів (G212, N18) зі збільшеними прохідними перетинами для перепуску більшої кількості газів; 15 – блок керування системою Motronic MED 9.5.10 (J220)

Режими роботи двигуна і способи їхньої реалізації

Режим з пошаровим сумішоутворенням. Паливо впорскується під час такту стиску безпосередньо перед моментом запалювання.

Режим з гомогенним сумішоутворенням. Паливо впорскується під час такту впуску, що забезпечує більше ефективно його змішування із повітрям, що надходить.

Економічний режим з гомогенним сумішоутворенням забезпечується у фазі переходу з пошарового в гомогенний.

Режим з гомогенно – пошаровим сумішоутворенням: на такті впуску впорскується перша порція близько 75% палива, утворюючи бідну гомогенну суміш (рис.33.4).

Друге упорскування (залишок палива близько 25 %) відбувається на такті стиску і створює біля запалювальної свічки багату легко займисту суміш. Такий режим подвійного упорскування на низьких частотах обертання вала двигуна є перехідним етапом між пошаровим і гомогенним режимом. Він характеризується меншими викидами сажі в атмосферу в порівнянні з пошаровим режимом, і меншою витратою палива в порівнянні з гомогенним режимом.

Режим з гомогенним антидетонаційним сумішоутворенням. Із впровадженням подвійного упорскування при повнім навантаженні відпала необхідність «пізньому» запалюванні, оскільки зниження детонації вдалося досягти завдяки пошаровому розподілу упориснутого палива. Необхідний крутний момент зберігається при цьому за рахунок оптимального кута випередження запалювання.

Примітка: в економічному гомогенному, антидетонаційному й режимі нагрівання каталізатора упорскування здійснюється двічі: на такті впуску й на такті стиску.

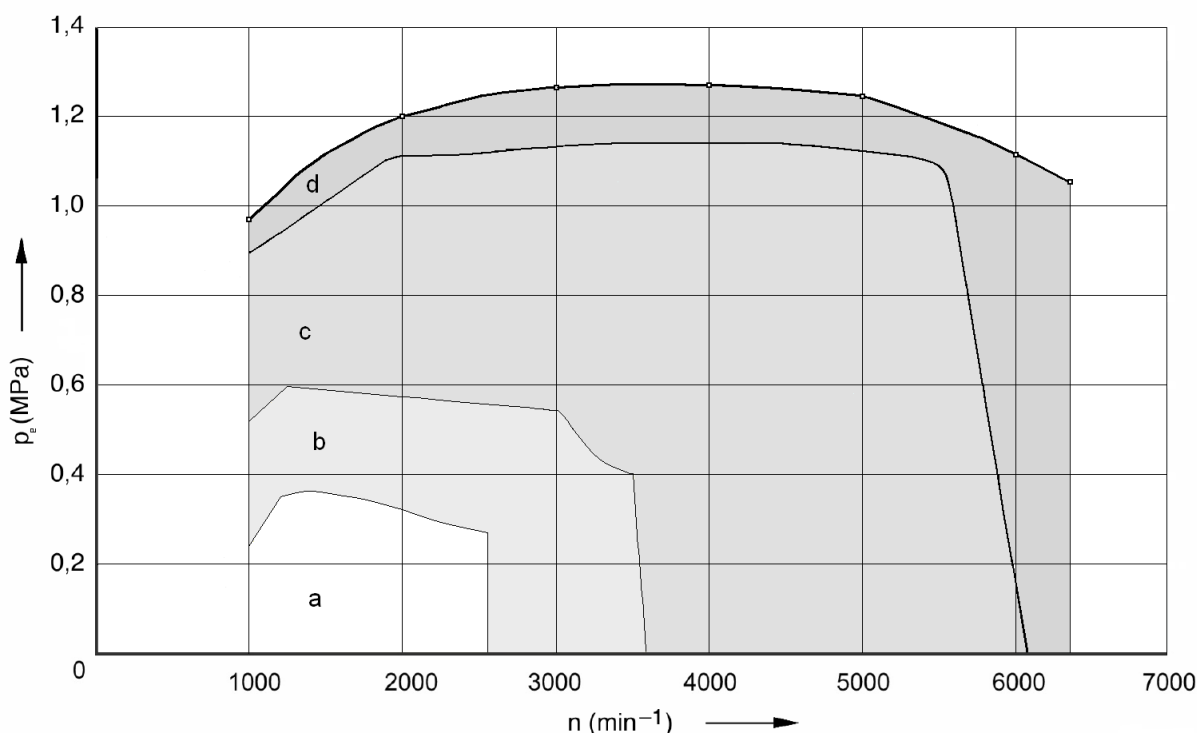


Рис.33.4. Зони використання способів сумішоутворення залежно від режимів роботи двигуна: а – область режимів роботи двигуна при малих навантаженнях з розшаруванням заряду й рециркуляцією ВГ; упорскування палива здійснюється під час такту стиску безпосередньо перед моментом запалювання, $\alpha = 1,6 - 3$. б – область режимів роботи двигуна при малих навантаженнях з гомогенною сумішшю $\alpha = 1,5$ без рециркуляції ВГ; с – область режимів роботи двигуна з гомогенною сумішшю при $\alpha = 1$ з рециркуляцією ВГ; d – область режимів роботи двигуна підвищеної потужності з гомогенною сумішшю при $\alpha < 1$ без рециркуляції ВГ

Система паливоподачі

Система складається із двох контурів: високого та низького тиску (рис.33.5). Дуже маленька частина палива підводить у циліндри через систему вловлювання пар бензину. Основна ж паливоподача здійснюється через електромагнітні форсунки високого тиску.

Контур низького тиску

Контур низького тиску охоплює частина паливної системи від розташованого в баку електронасоса до насоса високого тиску. Тиск палива в цьому контурі звичайно дорівнює 300 кПа і тільки при пуску гарячого двигуна може бути підвищене до 580 кПа.

У контур низького тиску входять: паливний бак, накопичувач, вхідний фільтр, паливопідкачувальний насос із електроприводом, паливний фільтр, датчик низького тиску палива, електронний блок керування паливопідкачувальним насосом. У даній системі електронний блок керує паливопідкачувальним насосом по тиску та продуктивності. Для цього використовується сигнал датчика низького тиску палива.

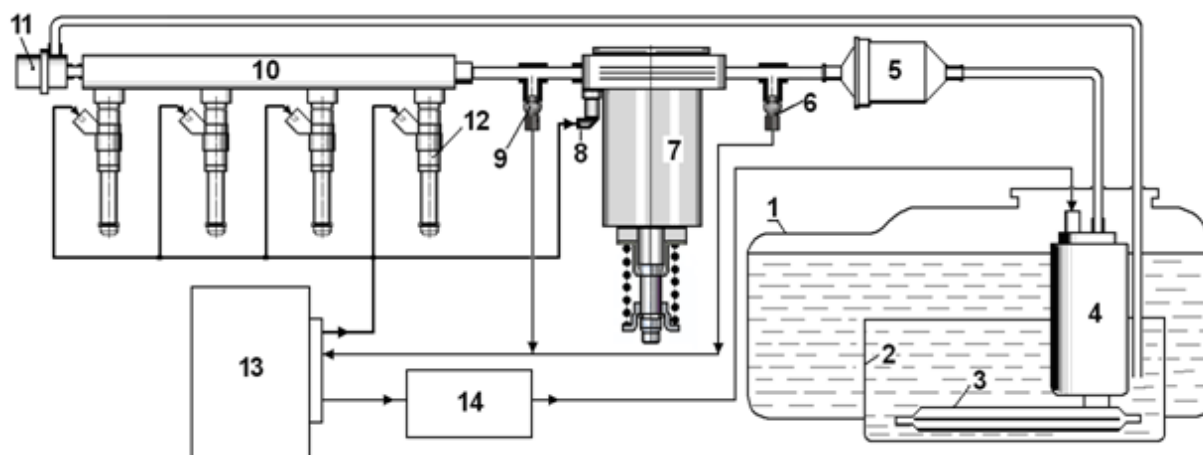


Рис.33.5. Функціональна схема підсистеми упрскування бензину в камеру згоряння: 1 – паливний бак; 2 – накопичувач палива; 3 – вхідний фільтр; 4 – паливний насос низького тиску із електроприводом; 5 – паливний фільтр; 6 – датчик низького тиску палива; 7 – паливний насос високого тиску; 8 – електромагнітний клапан регулятора тиску; 9 – датчик високого тиску палива; 10 – паливна рампа; 11 – запобіжний клапан перевищення тиску; 12 – електромагнітні форсунки; 13 – електронний блок керування двигуном; 14 – електронний блок керування паливним насосом низького тиску

Контур високого тиску

Контур високого тиску починається з паливного насоса високого тиску, що подає паливо в паливну рампу. У контур високого тиску входять: паливний насос високого тиску, трубопроводи висо-

кого тиску, паливна рампа, датчик високого тиску палива, клапан регулятора тиску, електромагнітні форсунки високого тиску.

На рампі встановлений датчик високого тиску палива, сигнали якого використовуються для підтримки та регулювання тиску в діапазоні від 5,0 до 10,0 Мпа за допомогою клапана регулятора. Упорскування палива в циліндри здійснюється через форсунки високого тиску. Щоб одержати найкращий розподіл палива при пошаровому сумішоутворенні, кут конуса паливного факела прийнятий рівним 70° , а вісь конуса нахилена на 20° .

Електронний блок керування двигуном подає на форсунки керуючі імпульси напругою порядку 90 Вольтів, щоб забезпечити швидке відкриття форсунки (фаза попереднього намагнічування). При такій напрузі струм в обмотці досягає 10 Амперів. Далі, щоб утримувати її клапан у відкритому стані, досить подати 30 Вольт. При цьому струм утримання в її обмотці дорівнює 3 – 4 Амперам.

Керування фазами газорозподілу

Двигун має два верхніх розподільних вали з безступінчастою зміною фаз впуску. Керує фазами контролер через електромагнітний клапан. На один з валів насаджена гідромуфта. Клапан встановлений на корпусі розподільних валів; він підключений до системи змащення двигуна.

Залежно від положення клапана, який є виконавчим пристроєм у системі керування фазами газорозподілу, олива подається до муфти через один або через обидва канали.

Залежно від підключення того або іншого каналу здійснюється перестановка ротора муфти в положення «рано», «пізно» або ж він утримується в певнім фіксованім положенні. Одночасно з ротором муфти повертається впускний розподільний вал, на який ротор нагвинчений. При виході клапана керування з ладу перестановка розподільного вала припиняється.

Порядок виконання роботи

По макету з компонентами двигуна FSI і презентація двигунів VW FSI 1,6 і 2,0 л вивчити пристрій і роботу двигунів.

По осцилограмах за допомогою системи збору даних проаналізувати робочі процеси в системах двигуна.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти підсистеми упорскування бензину в камеру згоряння.
2. Перелічіть переваги безпосереднього упорскування бензину в камеру згоряння.
3. Перелічіть недоліки безпосереднього упорскування бензину в камеру згоряння.
4. Які експлуатаційні властивості двигуна поліпшуються завдяки безпосередньому упорскуванню бензину та мікропроцесорному керуванню?

Література [10, 13, 18, 29]

Лабораторна робота № 34

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АКУМУЛЯТОРНОЇ СИСТЕМИ ПАЛИВОПОДАЧІ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ

Мета роботи

Вивчити будову і роботу акумуляторної системи паливоподачі типу CR автомобільного дизеля, усвідомити експлуатаційні властивості дизелів із системами паливоподачі типу CR, одержати практичні навички по визначенню діагностичних параметрів у системі CR за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Лабораторний макет з компонентами акумуляторної системи Common Rail
2. Система збору даних.
3. Програма USB Skope.
4. База даних.

Загальні положення

У дизелях камеру згоряння заповнює повітря з незначною домішкою залишкових газів. У процесі стиску температура повітря підвищується до $570 - 620^{\circ}\text{C}$. Холодне, важко парке дизельне паливо впорскується наприкінці такту стиску в середовище нагрітого повітря. Температура суміші, що утворилася, набагато перевищує температуру самозапалювання дизельного палива (470°C). Однак початку появи полум'я передуює період фізико-хімічної підготовки палива, під час якої воно прогрівається і утворюються активні центри, що дають початок ланцюговим реакціям. Найбільш інтенсивно активні центри утворюються в тій частині камери згоряння, де температура суміші підвищуються дуже швидко.

Варто зазначити, що в дизелях внаслідок упорскування палива наприкінці стиску час на розпилювання, випаровування і перемішу-

вання палива з повітрям дуже обмежений і приблизно в 10 разів менше, ніж у карбюраторних двигунах. У підсумку впорснуте паливо нерівномірно розподіляється по камері згоряння: струмінь палива під час руху перетворюється у факел дрібних крапель з залученням повітря, як наслідок у зоні дії факела спостерігається збагачена паливом суміш, тобто надлишок палива, а на периферії камери згоряння збіднена суміш – недостача палива.

Через нерівномірний розподіл палива по камері згоряння, у дизельних двигунах при повному навантаженні не вдається збільшити коефіцієнт надлишку повітря більше як 1,2 – 1,4. При подачі більшої кількості палива воно повністю не згоряє, з'являється димний випуск, потужність дизеля знижується, а питомі витрати палива на експлуатаційних режимах зростають.

У системі паливоподачі, як і в будь-якій технічній системі, зв'язки між компонентами реалізуються трьома способами, а саме шляхом передачі:

- енергії (енергетичні зв'язки);
- речовини (речовинні зв'язки);
- інформації (інформаційні зв'язки).

Мікропроцесорна система керування як технічний засіб обробки інформації дозволяє істотно розширити інформаційні зв'язки, а це дає можливість урахувати більшу кількість факторів, що впливають на процеси двигуна, реалізувати оптимальні закони і гнучке керування паливоподачею.

Комбінація акумуляторної системи паливоподачі з мікропроцесорним керуванням, підсилюючі енергетичні зв'язки і розширюючи інформаційні зв'язки, створює найважливіші передумови для підвищення питомої потужності, зниження витрати палива, а також для зменшення рівнів шуму та емісії відпрацьованих газів.

Головні переваги акумуляторної системи Common Rail полягають в наступному:

- у ній розділені процеси створення тиску і дозування палива. Паливний насос високого тиску (ПНВТ) лише створює резерв палива і забезпечує необхідний тиск у паливному акумуляторі;
- тиск в акумуляторі постійний, що зменшує гідродинамічні процеси, які негативно впливають на точність дозування палива;

- тиск можна змінювати залежно від режиму роботи дизеля в межах від 20 до 200 Мпа, що забезпечує високу енергію упорскування, дрібне розпилювання, більш рівномірний розподіл палива у об'ємі камери згоряння і дозволяє подавати паливо в будь-який момент часу, одночасно управляючи випередженням, тривалістю, тиском і законом подачі палива;
- в акумуляторній системі є можливість організувати багатофазне упорскування палива, розділивши циклову подачу на окремі порції – попередню, основну та декілька додаткових.

Структура і функції системи керування

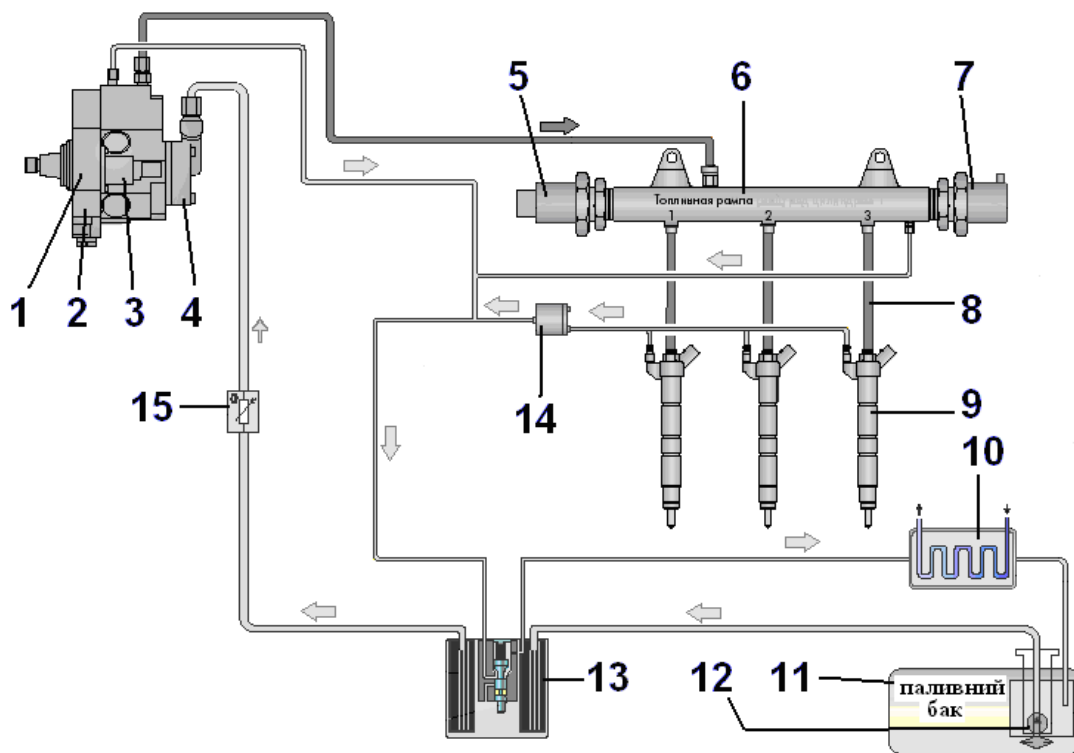


Рис.34.1. Схема гідравлічна принципова акумуляторної системи паливоподачі: 1 – ПНВТ; 2 – клапан постійного тиску; 3 – клапан дозування палива; 4 – шестеренний паливопідкачувальний насос; 5 – датчик тиску палива в акумуляторі; 6 – паливний акумулятор високого тиску (рампа); 7 – електромагнітний регулятор тиску палива; 8 – трубопроводи; 9 – форсунки; 10 – радіатор для охолодження палива; 11 – паливний бак; 12 – електричний паливопідкачувальний насос; 13 – паливний фільтр; 14 – клапан постійного тиску в магистралі зливу; 15 – датчик температури палива

Система керування дизелем з акумулятором тиску типу Common Rail (рис.34.1, 34.2, 34.3) містить:

- контур низького тиску, а також агрегати подачі палива;
- контур високого тиску, включаючи паливний насос високого тиску, паливний акумулятор високого тиску, форсунки та магістралі високого тиску;
- систему електронного регулювання роботи дизеля, датчики керування й виконавчі механізми;
- систему подачі повітря й відводу відпрацьованих газів.

Гідравлічна частина акумуляторної системи паливоподачі.

Принцип функціонування акумуляторної паливної системи полягає в наступному. Паливо забирається з паливного бака паливопідкачувальним насосом, що може бути встановленим як у баку, так і на двигуні. У баку встановлюються відцентрові турбінні електричні насоси, а на двигуні з окремим приводом або усередині корпусу ПНВТ – насоси шестеренного типу із зовнішнім або внутрішнім зачепленням шестірень.

Паливо проходить крізь систему фільтрації грубого і тонкого очищення. Найчастіше система підготовки палива являє собою тільки фільтр тонкого очищення, оснащений датчиком води і системою підігріву палива. Підігрів здійснюється або нагрівальною спіраллю, або за рахунок нагрітого палива в лінії зворотного зливу.

Підсистема високого тиску включає ПНВТ, форсунки, трубки високого тиску, рампу (акумулятор високого тиску). Форсунки пов'язані з акумулятором короткими магістралями високого тиску. Електрогідравлічні форсунки не залежно від виробника мають однаковий принцип – для здійснення упорскування на електромагнітний клапан подається електричний імпульс, після чого він відкриває зливальний отвір спеціальної керуючої камери. Тому що в закритому стані голка форсунки втримується не пружиною як у класичній паливній апаратурі, а силою від тиску палива, що діє на шток – мультиплікатор, то падіння тиску в керуючій камері приводить до переміщення мультиплікатора і підняття голки форсунки.

Електрична функціональна схема системи. Для полегшення аналізу, зображені на схемі компоненти, розподілені за функціональними ознаками на групи. У першу групу включені компоненти,

властиві будь-якій системі з дизельним двигуном: 1 – вимикач форсунок і свічок накаливання; 2 – акумуляторна батарея; 3 – головне реле.

До другої групи віднесені датчики: 4 – масової витрати повітря; 5 – атмосферного тиску; 6 – тиску палива; 7 – тиску відпрацьованих газів; 8 – швидкості автомобіля; 9 – кутового положення колінчастого вала; 10 – ідентифікації номера циліндра; 11 – положення педалі акселератора; 12 – температури повітря; 13 – температури палива; 14 – температури охолодної рідини; 15 – температури відпрацьованих газів; 16 – положення педалі гальма; 17 – контролер системи керування.

У третю групу включені виконавчі пристрої: 18 – реле електричного паливопідкачувального насоса; 19 – електричний паливопідкачувальний насос; 20 – реле системи охолодження палива; 21 – насос системи охолодження палива; 22-25 – електрогідравлічні форсунки; 26 – привод регулятора повітряної заслінки; 27 – реле вентилятора; 28 – електропривод вентилятора; 29 – клапан реле тиску палива; 30 – редукційний клапан у ПНВТ; 31 – клапан системи охолодження палива; 32 – електромагнітний клапан припинення подачі палива; 33 – лампа «Check Engine»; 34 – реле свічок накаливання; 35-38 – свічки накаливання; 39 – виходи на інші системи; 40 – діагностичне рознімання; 41 – реле підігріву датчика концентрації кисню; 42-43 – датчики концентрації кисню у відпрацьованих газах.

Момент початку упорскування в координатах «кут-час» установлює контролер. Необхідну інформацію контролер одержує від датчика 9 про частоту обертання і кутове положення колінчастого вала. Датчик 10 призначений для розпізнавання циліндрів і визначення фаз розташований поблизу розподільного вала. По сигналах датчика масової витрати повітря 4 і атмосферного тиску 5 ідентифікується режим роботи дизеля. По сигналах інших датчиків коректуються параметри паливоподачі.

Паливо із ПНВТ направляється через магістраль високого тиску до впускного штуцера акумулятора. З акумулятора воно розподіляється по окремих форсунках.

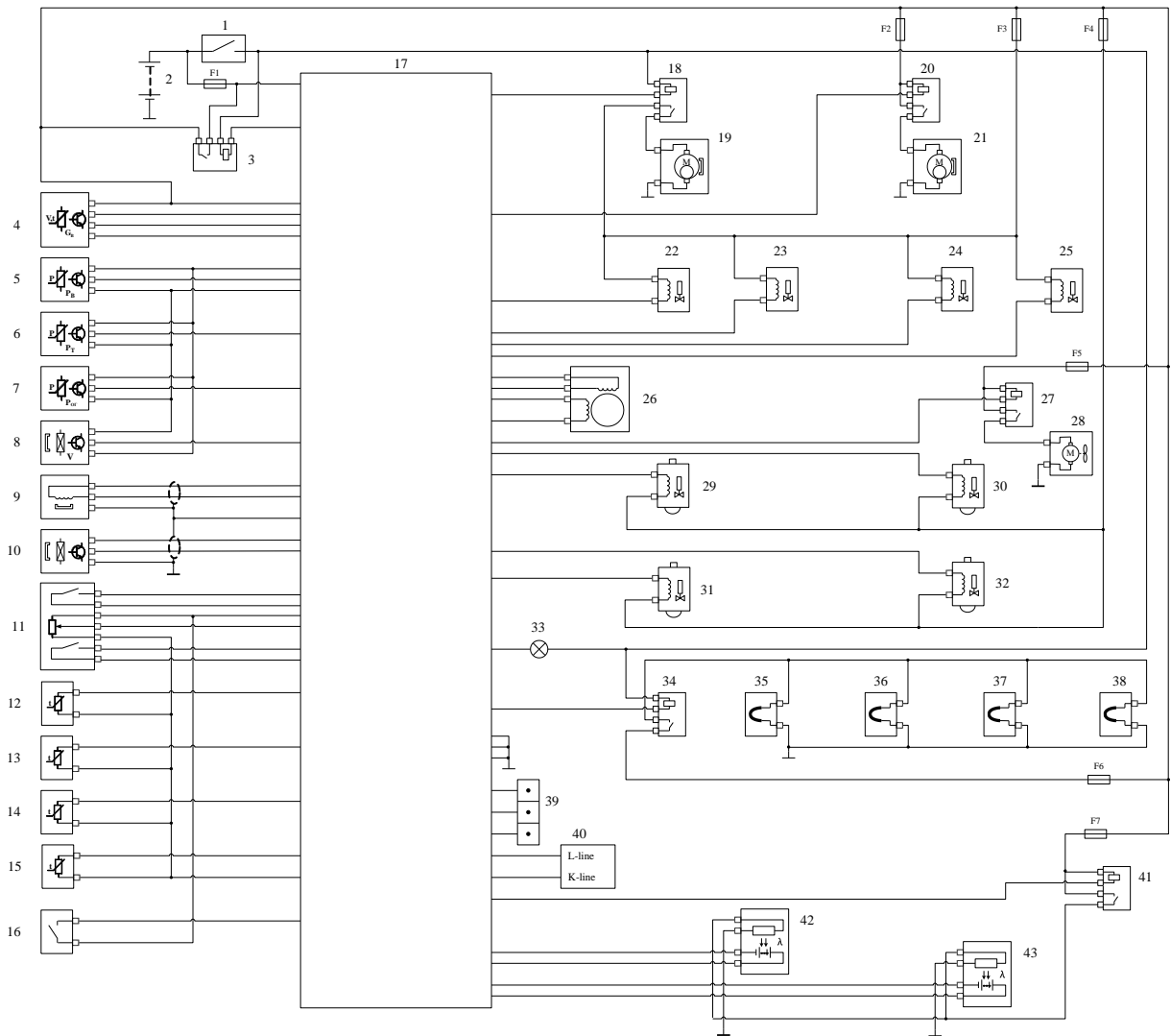


Рис.34.2. Схема електрична функціональна системи типу Common Rail керування дизелем легкового автомобіля

Тиск усередині акумулятора вимірюється датчиком тиску палива 6 і обмежується клапаном регулювання тиску 30 до якоїсь максимально припустимої величини залежно від параметрів системи упорскування. Через обмежник витрати палива, що дроселює потік палива, останнє під тиском надходить до форсунок.

Комплексне керування дизелем. Крім паливоподачі, контролер управляє наддуванням, очищенням відпрацьованих газів, додатковими системами. Взаємозв'язок компонентів системи керування представлений на рис.34.3.

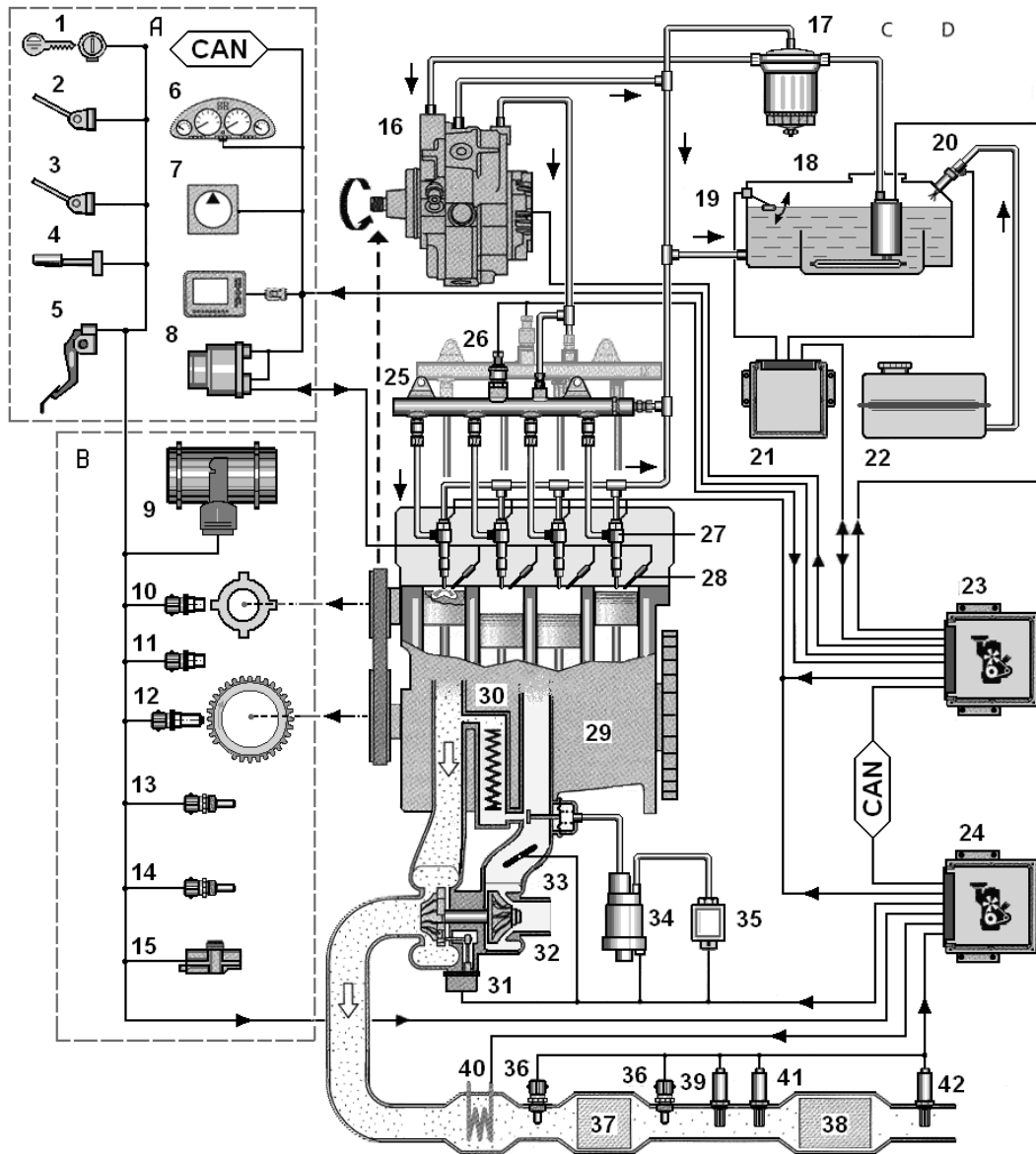


Рис.34.3. Схема розміщення компонентів системи керування дизелем

На схемі виділені характерні зони розміщення компонентів.

Зона «А» відображує елементи, розташовані на робочому місці водія: 1 – вимикач стартера і свічок накаливання; 2 – датчик-вимикач зчеплення; 3 – контакти гальм (2); 4 – установочний елемент регулятора швидкості автомобіля; 5 – датчик положення педалі газу; 6 – комбінована панель приладів; 7 – панель керування компресором кондиціонера; 8. Діагностичний монітор і таймер роботи свічок накаливання; комбінована панель приладів з видачею сигналів про витрату палива, частоти обертання колінчастого вала і т. і.; шина CAN (інтерфейс міжсистемного обміну).

У зоні «В» згруповані датчики, розташовані на двигуні: 9 – плівковий вимірник масової витрати повітря; 10 – датчик фази; 11 – датчик швидкості автомобіля; 12 – датчик частоти обертання колінчастого вала; 13 – датчик температури охолодної рідини; 14 – датчик температури повітря на впуску; 15 – датчик тиску повітря у впускному трубопроводі.

У зоні «З» розташований контур низького тиску паливної системи: паливний фільтр із клапаном перепуску; паливний бак з фільтром грубого очищення і паливопідкачувальним насосом; датчик рівня палива.

Зона «Д» охоплює додаткові системи: 20 – додаткове дозування; 21 – додатковий (ведений) контролер; 22 – додатковий бак.

Зона «Е». Постачання повітрям: 30 – охолоджувач рециркуляційних ВГ; 31 – регулятор тиску наддування; 32 – турбонагнітач (тут – зі змінюваною геометрією турбіни VTG); 33 – регулювальна заслінка; 34 – виконавчий механізм рециркуляції ВГ; 35 – вакуумний насос.

Зона «Ф». Очищення відпрацьованих газів: 36 – датчик температури ВГ; 37 – нейтралізатор окисний; 38 – сажовий фільтр; 39 – датчик перепаду тисків; 40 – підігрівник ВГ; 41 – датчик рівня NO_x ; 42 – широкополосний лямбда-зонд; 43 – нейтралізатор NO_x накопичувального типу; 44 – дворежимний лямбда-зонд; 45 – каталітичний очищений сажовий фільтр.

Двигун, його система керування і агрегати високого тиску представлені на схемі: 16 – ПНВТ; 23 – блок керування роботою дизеля (ведучий контролер); 24 – блок керування роботою дизеля (ведений); 25 – паливний акумулятор високого тиску; 26 – датчик тиску палива в акумуляторі; 27 – електрогідравлічна форсунка; 28 – штифтова свічка накаливання; 29 – дизель.

Експлуатаційні властивості сучасних дизелів з мікропроцесорним керуванням

Найбільш важливі експлуатаційні якості автомобіля – економічні і екологічні показники, тягово-швидкісні властивості, прийомистість, ефективність гальмування, керованість, курсова стійкість і ін. Більшість із цих якостей залежать від конструкції й характеристик двигуна, у тому числі й системи паливоподачі.

Особливості систем з мікропроцесорним керуванням, як переваги в порівнянні з апаратурою паливоподачі традиційного типу:

- забезпечення гнучкого регулювання циклової подачі відповідно до заданого швидкісного режиму двигуна; забезпечення необхідної зовнішньої швидкісної характеристики (не обов'язково жорстко заданої);
- досягнення мінімальної нерівномірності подачі палива по циліндрах або, навпроти, оптимальні нерівномірність подачі й кут випередження упорскування для кожного циліндра відповідно до його особливостей конструкції, технології виготовлення й поточного технічного стану;
- оптимальне регулювання кута випередження упорскування відповідно до режиму роботи;
- автоматизація пуску, необхідне збагачення при пуску, вимикання подачі палива на примусовому холостому ході, регулювання на перехідних режимах;
- відключення циліндрів і циклів на часткових режимах;
- діагностування датчиків і виконавчих пристроїв і компенсація вибухливих з ладу за допомогою резервних програм.

Функції системи керування можуть сполучатися з керуванням двигуном або транспортним засобом.

АСПП із мікропроцесорним керуванням дозволяє:

- одержати низьку експлуатаційну витрату палива при досить високих динамічних показниках транспортного засобу;
- організувати побудову гідравлічної схеми по модульному принципі при відносно простій конструкції окремих вузлів паливних апаратур;
- забезпечити самостійне прокачування системи у випадку влучення повітря при втраті герметичності;

Недоліки АСПП:

- висока чутливість до якості фільтрації палива;
- висока чутливість до наявності води в паливі;
- знижена надійність гідравлічних вузлів форсунки, через те, що вся система постійно перебуває під високим тиском, а також внаслідок ускладнення її конструкції;

- високе сажоутворення внаслідок специфіки реалізованого робочого процесу.

Порядок виконання роботи

Користуючись лабораторним макетом і комп'ютерним стендом вивчити будову, роботу та технічні характеристики компонентів акумуляторної паливної системи дизеля.

Вивчення почати з контуру низького тиску.

При розгляді компонентів контуру високого тиску скористатися записами в базі даних сигналів на приводах форсунок, регулятора тиску та на датчиках КПКВ і фази.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти АСПП.
2. Перелічіть переваги акумуляторної паливної системи дизеля.
3. Перелічіть недоліки АСПП.
4. Які експлуатаційні властивості дизелів поліпшуються завдяки АСПП та мікропроцесорному керуванню?

Література [27, 30]

Лабораторна робота № 35

РЕГУЛЮВАННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОДАЧІ ПАЛИВНОГО НАСОСА ВИСОКОГО ТИСКУ

Мета роботи

Ознайомитися з конструкцією та принципом дії стенда для перевірки паливних насосів високого тиску освоївши практичні прийоми по визначенню продуктивності насосної секції, рівномірності подачі та кута початку впорскування палива. Засвоїти симптоми несправностей та методику постановки діагнозу, навчитися усувати зазначені несправності.

Устаткування та прилади

1. Стенд для випробування та регулювання паливної апаратури КИ-921 М (СДТА-2, рис.35.1).
2. Насос високого тиску, що перевіряється, ЯМЗ-238.
3. Набір форсунок.
4. Набір гайкових ключів.
5. Плакати та схеми.

Зміст і порядок виконання роботи

Паливний насос високого тиску повинен забезпечувати рівномірну подачу строго дозованих порцій палива під високим тиском у кожний циліндр у певну мить і протягом певного проміжку часу.

Якщо робота паливного насоса порушена, з'являються стукоти у двигуні (рання подача) або димний випуск (пізня подача).

У процесі експлуатації насоса високого тиску зношуються його основні деталі: гільзи й плунжери нагнітальних секцій, нагнітальні клапани, кулачковий вал, штовхачі та інші деталі.

Зношування нагнітальних клапанів впливає на характер впорскування, погіршує відсічення палива форсункою, викликає підтікання його через розпилювач і закоксування соплових отворів. Якість подачі палива залежить також від пружності пружин штовхачів, герметичності штуцерів, підведених паливопроводів і інших

причин.

Регулювання насоса здійснюється з робочим комплектом перевірених форсунок, закріплених за секціями та відповідними моделями насоса. Форсунки слід встановлювати на двигун у порядку їхнього закріплення за секціями.

Визначення величини та рівномірності подачі палива

Перевірку проводять на стенді СДТА-2 (рис.35.1), що дозволяє здійснювати обкатування, випробування та регулювання паливних насосів високого тиску: настроювання регулятора; випробування форсунок, що підкачують, насосів і паливних фільтрів.

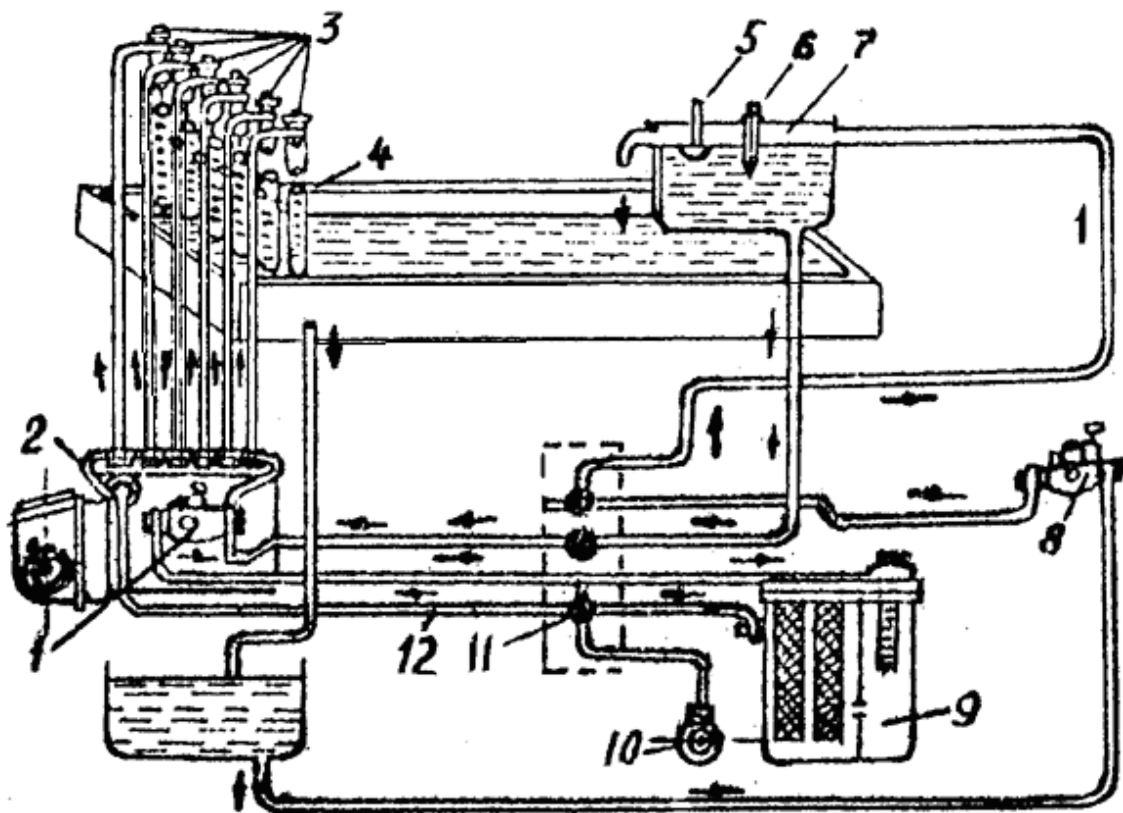


Рис.35.1. Стенд СДТА-2: 1 – насос низького тиску; 2 – насос високого тиску; 3 – еталонні форсунки; 4 – мірні скляні циліндри; 5 – рівнемір; 6 – термометр; 7 – паливний бачок; 8 – насос для підкачки пального; 9 – фільтри; 10 – манометр; 11 – кран; 12 – привід підводки пального

Існують системи паливоподачі та високого тиску зі стендовим насосом високого тиску, рахунковий пристрій і електроустаткування.

Випробування проводити в такій послідовності:

- розташувати випробуваний насос на кронштейн, попередньо закріплений до напрямних стола, закріпити його Г-образним прихватом; кулачковий вал насоса з'єднати з валом привода за допомогою перехідної муфти й сполучної шайби;
- приєднати до насоса паливопроводи низького тиску;
- установити очищені, промиті, відрегульовані на відповідну величину тиску початку впорскування та підібрані по пропускній здатності форсунки в склянки датчиків;
- з'єднати форсунки з відповідними секціями насоса паливопроводу високого тиску;
- поставити рукоятку крана розподільника із правої сторони стенда в положення «через фільтр»;
- здійснюючи безперервну подачу палива насосом ручного підкачування, випустити повітря із системи за допомогою спеціального вентиля, встановленого при приєднанні паливопровода до головки насоса;
- ввімкнути стенд в електромережу;
- ввімкнути електродвигун валу привода стенда кнопковою станцією;

Увага! Без дозволу викладача стенд не вмикати!

- виставити номінальне число обертів кулачкового вала насоса високого тиску за тахометром (1050 хв^{-1}) за допомогою рукоятки варіатора;
- встановити важіль регулятора на максимальну подачу палива;
- виставити лічильником-автоматом певне число обертів вала насоса (800 хв^{-1}); рукоятку лічильника-автомата відтягнути на себе до відмови, повертаючи доти, поки стрілка «Показчик» не співпаде із заданою кількістю обертів на зовнішній шкалі диска, і повернути рукоятку від себе до упору;
- ввімкнути лічильник-автомат для відліку кількості обертів натисканням на важіль (шторка відсунеться і паливо з форсунок потрапить у мензурки, після досягнення заданої кількості обертів повернеться у вихідне положення і подача палива припиниться);
- важіль регулятора встановити на відсутність подачі, варіатором виставити 500 хв^{-1} ;

- відімкнути стенд;
- визначити обсяг палива в мензурках по нижньому меніску (по нормі 92 мм);
- визначити нерівномірність подачі палива по секціях насоса згідно формулі

$$\sigma = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} \cdot 2 \cdot 100\%,$$

де V_{\max} та V_{\min} – найбільший і найменший об'єми палива в мензурках;

- злити паливо з мензурок поворотом рукоятки моста мензурок по годинній стрілці.

Отримані результати випробувань занести в табл.35.1.

При великій нерівномірності подачі палива ПНВТ (більше 10%) його необхідно відрегулювати. Величина подачі палива кожною секцією регулюється шляхом повороту корпусу секції насоса в різних напрямках, для чого необхідно послабити гвинт зубчастого хомутика секції.

Таблиця 35.1

Протокол випробування ПНВТ

Параметр	Од. вимір.	Норма за ТУ	Фактично отримано	Прим.
Об'єм палива в мензурці	см ³	92±2		
секція 1				
секція 2				
секція 3				
секція 4				
секція 5				
секція 6				
секція 7				
секція 8				

При повороті секції ліворуч циклова подача збільшується, праворуч – зменшується.

Контрольні запитання

1. На чому ґрунтується принцип роботи ПНВТ?
2. У якій послідовності необхідно здійснювати перевірку ПНВТ на рівномірність подачі палива?
3. Які характерні симптоми несправностей системи живлення дизельного двигуна?
4. Які основні способи усунення несправностей системи живлення дизельного двигуна?

Література [2, 19, 27]

Лабораторна робота № 36

ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Мета роботи

Засвоєння прийомів перевірки герметичності сполучень форсунки та регулювання тиску впорскування палива на стенді моделі НПАТ–625. Засвоєння симптомів несправностей та методики постановки діагнозу, усунування несправностей.

Устаткування та прилади

1. Стенд моделі НПАТ–625 (рис.36.1).
2. Ручний пневматичний насос.
3. Секундомір.
4. Ключ (14) і викрутка.
5. Форсунки двигунів, що перевіряють, ЯМЗ–238 і КамАЗ–740.
6. Плакати та схеми.

Зміст і порядок виконання роботи

У дизельних двигунах робочий цикл відбувається в результаті стиску повітря, впорскування в нього палива, запалення та згорання робочої суміші, що утворилася.

Форсунка призначена для впорскування певної кількості дрібно розпиленого палива в камеру згорання.

Протягом одиничного впорскування палива в циліндр двигуна змінюється тиск впорскування та умови перемішування часток палива з повітрям. На початку і наприкінці впорскування струмінь палива дробиться на порівняно великі краплі, а в середині відбувається саме дрібне розпилювання. Отже швидкість витікання палива через отвори розпилювача форсунки змінюється нерівномірно за весь період впорскування.

Помітний вплив на швидкість витікання початкових і кінцевих порцій палива в циліндр двигуна здійснюють пружини запірної гол-

ки форсунки. При збільшенні стиску пружини розміри краплі палива на початку і наприкінці подачі зменшуються. Це спричиняє збільшення середнього значення тиску в системі живлення, що погіршує роботу двигуна при малій частоті обертання колінчатого вала і цикловій подачі.

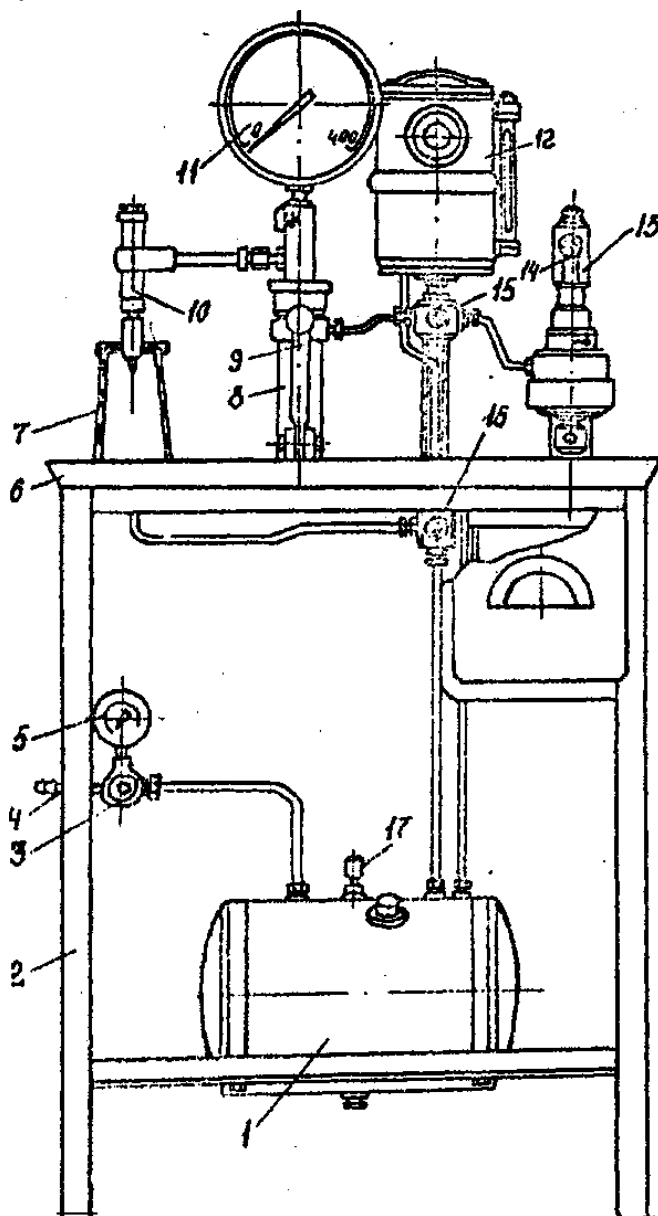


Рис.36.1. Стенд моделі 625 для перевірки форсунок і плунжерних пар:
 1 – паливний бак; 2 – стіл; 3 – голчастий повітряний клапан; 4 – штуцер для підключення стисненого повітря; 5 – повітряний манометр; 6 – ванна;
 7 – склянка для установки форсуки, що перевіряється; 8 – прилад для перевірки форсунки; 9 – важіль насоса; 10 – форсунка, що перевіряється; 12 – бачок із паливом; 13 – прилад для плунжерних пар; 14 – навантажувальний важіль приладу; 15 – кран подачі палива до приладів; 16 – кран керування; 17 – запобіжний клапан

Зменшення стиску пружини негативно впливає на процеси згоряння, призводячи до збільшення витрати палива і підвищення задимлення. Оптимальне зусилля стиску пружини рекомендується заводом-виготовлювачем і регулюється в процесі експлуатації на стендах.

Процеси впорскування палива в значній мірі визначаються також технічним станом розпилювача, а саме діаметром його отворів і герметичністю запірної голки. Збільшення діаметра соплових отворів знижує тиск впорскування і змінює будову факела розпилювання палива (рис.36.2). У факелі розрізняють серцевину 1, що складається з великих краплин і цілих струмків палива, середню зону 2, що складаються з великої кількості великих крапель, зовнішню зону 3, що складається із дрібно розпилених краплин.

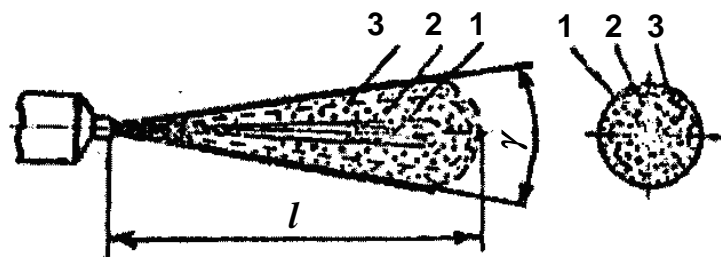


Рис.36.2. Факел розпилювання палива: 1 – серцевина; 2 – середня зона; 3 – зовнішня зона; l – довжина факела; γ – кут конуса факела

Утворення факела і його далекобійність залежать від тиску впорскування, діаметра соплового отвору, щільності і рухливості повітря. Чим більше тиск впорскування і діаметр соплового отвору, тим сильніше проникає факел у глиб камери згоряння. Потoki повітря в камері згоряння відхиляють факел палива, що впорскується, вздовж напрямку свого руху.

Під час експлуатації форсунок варто враховувати, що засмічення або закоксування хоча б одного отвору в багатосопловому розпилювачі приводить до перекручування будови факелів розпилення палива, а в підсумку – до порушення сумішоутворення і процесу горіння.

На дизельних двигунах ЯМЗ, КамАЗ і ЗІЛ застосовуються форсунки закритого типу з фіксованим розпилювачем і з гідравліч-

ним керуванням голкою (рис.36.2). Форсунки зазначених автомобільних дизелів відрізняються незначними конструктивними змінами, способами кріплення в головці циліндрів, а також кількістю соплових отворів розпилювача і величиною тиску підйому голки розпилювача. Двигун КамАЗ–740 має форсунки, розпилювач яких має чотири соплових отвори і тиск підйому голки $18,0 \pm 0,5$ МПа; у двигунів ЯМЗ відповідно отворів чотири і тиски $19,5 \dots 20,2$ МПа; у двигуна ЗИЛ–645 – отворів два і тиски $18,5 \pm 0,5$ МПа, у двигуна РАБА–МАН – отвір один, а тиск відповідає 18 МПа.

Регулювання тиску підйому голки розпилювача, залежно від конструкції форсунки, здійснюють регулювальним гвинтом або установкою шайб. Зміна товщини шайб у двигуна КамАЗ–740 на 0,05 мм змінює тиск підйому голки форсунки на $0,30 \dots 0,36$ МПа.

Вприскування палива новою форсункою супроводжується характерним різким звуком, але якщо у форсунки, що була в роботі, цей звук відсутній, то це не означає, що форсунка несправна.

У випадку закоксування отворів розпилювача варто розібрати форсунку, прочистити деталі дерев'яним шкребком, просоченим дизельним маслом і промити їх у бензині. Соплові отвори прочистити сталевим дротом діаметром 0,25 мм.

Чистити розпилювач гострими, твердими предметами або наждаковим папером не дозволяється.

При підтіканні палива по конусу розпилювача або заїданні голки варто замінити корпус розпилювача з голкою.

Перед зборкою розпилювач і голку ретельно промити в чистому бензині і змазати попередньо вистояним та профільтрованим дизельним паливом.

При затягуванні гайки розпилювача потрібно попередньо піджати розпилювач із упором у конусний торець до повного стиску пружини. Момент затягування розпилювача $70 \dots 80$ Н·м.

Перш ніж встановити форсунку в головку циліндра, варто очистити від бруду гніздо форсунки і перевірити наявність і стан ущільнювальної шайби (кільця).

Більшість несправностей форсунок виникає в наслідок застосування забрудненого і низькоякісного палива, а також у результаті тривалої роботи двигуна на малій частоті обертання колінчатого вала в режимі холостого ходу.

На малій частоті обертання різко падає тиск впорскування, паливо розпорошується недостатньо, підтікає, не повністю згоряє, відпрацьовані гази здобувають темні кольори, що нерідко супроводжується підгорянням соплових отворів форсунок.

Для перевірки справності форсунки під час роботи необхідно послабити штуцер цієї форсунки, для того, щоб паливо впливало назовні і не надходило у форсунку та на малій частоті обертання колінчатого вала спостерігають за роботою двигуна.

Якщо після вимикання форсунки частота обертання колінчатого вала зменшується, перебої в роботі циліндрів стануть помітнішими та задимленість відпрацьованих газів не зміниться, то форсунка вважається справною. Якщо ж частота обертання і перебої не змінюються, а задимленість газів зменшується, то це вказує на несправність форсунки. Її варто зняти та відремонтувати.

Несправності форсунок при експлуатації можна виявити лише частково, більшість їх визначають лише під час перевірки за допомогою спеціального устаткування.

Основними ознаками несправності форсунок є:

- ускладнений запуск двигуна – знижений тиск впорскування форсункою палива, розробка її соплових отворів;
- перебої та нерівномірність у роботі циліндрів двигуна – відхилення в регулюванні форсунок;
- втрата двигуном потужності залежить від кількості палива, що подається в циліндри двигуна та протікання процесів запалення та горіння.

Протікання процесів згоряння залежить від тиску відкриття форсунки і її технічного стану.

Перевірити герметичність сполучень форсунки. Перед перевіркою форсунки необхідно підготувати стенд:

- відвернути заливну пробку та заповнити бак через вирву відстояним дизельним паливом, після чого загорнути пробку і закрити кран-трійник;
- відкрити кран бака і за допомогою стисненого повітря заповнити бачок паливом (на 3/4 рівня мірної трубки), заклавши потім кран;
- відкрити кран-трійник і випустити повітря з бака (стрілка манометра повинна показати нуль);

– повернути ручку крана бачка убік приладу для перевірки форсунки.

Перевірку здійснювати в такій послідовності:

- установити форсунку, на прилад, з'єднавши її штуцер з гайкою приладу;
- відкрити випускний клапан і підкачувати паливо важелем для видалення повітря із трубопроводу і приладу доти, поки не припиниться поява бульбашок повітря, потім випускний клапан закрити;
- прокачуючи паливо важелем до початку його надходження із соплових отворів розпилювача форсунки; відпустити контргайку регулювального гвинта форсунки;
- прокачуючи паливо важелем, повільно закручувати регульований гвинт форсунки, піднявши тиск за показниками манометра до 30 Мпа;
- зафіксувати за секундоміром час, протягом якого тиск упаде з 28 до 23 МПа (по нормі цей час не менш 17 с);
- перевірити наявність підтікання палива в місцях сполучень форсунки, звернувши особливу увагу на розпилювач (при $P=30...23$ Мпа протягом 1...2 хв. Підтікання допускається тільки через отвір регулювального гвинта).

Відрегулювати тиск початку підйому голки і якість розпилення палива форсункою:

- повільно підвищувати тиск у порожнині форсунки важелем, спостерігаючи за показаннями манометра;
- визначити початок підйому голки форсунки по величині тиску, при якому починається впорскування палива;
- довести до норми тиск початку впорскування за допомогою регулювального гвинта і закріпити гвинт контргайкою (тиск початку впорскування палива по нормі $15\pm 0,5$ Мпа);
- зробити кілька хитань у швидкому темпі важелем, спостерігаючи за якістю розпилення (струмені не повинні мати згущень і великих крапель; початок і кінець впорскування повинні бути чіткими та супроводжуватися глухим тріском);
- припинити подачу палива до приладу поворотом ручки крана і скинути тиск у приладі через випускний клапан.

Отримані результати занести в табл.36.1, зрівняти з норматив-

ними даними та зробити висновок про технічний стан форсунки.

Таблиця 36.1

Протокол випробувань форсунки

Параметр, що перевіряється	Одиниця вимірів	Норма за ТУ	Фактично отримано	Примітка
Час падіння тиску з 28 до 23 Мпа	с	17...45*		
Тиск підйому голки	Мпа	15±0,5		
Якість розпилу	–	Відповідність ТУ		

Примітка. Припустимий час падіння тиску до 23 МПа – 17...45 с при кінематичній в'язкості дизельного палива 3,5...6 мм/с і температурі 20°C.

Контрольні запитання

1. З яких стадій складається протікання процесів впорскування палива?
2. Для яких цілей необхідна форсунка, її пристрій і принцип дії?
3. Які характерні несправності мають форсунки і їхні ознаки?
4. Назвіть симптоми несправностей форсунки. Методика постановки діагнозу.
5. Які існують засоби усунення несправностей форсунки?

Література [2, 7, 21]

Лабораторна робота № 37

ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР НАГНІТАЛЬНИХ СЕКЦІЙ ПНВТ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Мета роботи

Засвоєння прийомів перевірки герметичності та гідравлічної щільності сполучень плунжерної пари ПНВТ, симптомів несправностей та методики постановки діагнозу під час перевірки плунжерної пари.

Устаткування та прилади

1. Стенд моделі НПАТ–625 (рис.37.1).
2. Ручний пневматичний насос.
3. Секундомір.
4. Набір гайкових ключів і викрутка.
5. Плунжерні пари паливних насосів високого тиску двигунів ЯМЗ–238 і КамАЗ–740, що перевіряються.
6. Плакати та схеми.

Зміст і порядок виконання роботи

Плунжерна пара є основою кожної нагнітальної секції паливного насоса високого тиску. Кількість нагнітальних секцій ПНВТ дорівнює кількості циліндрів двигуна. Плунжерна (прецизійна) пара складається із плунжера та гільзи. Ці деталі підбираються селективно один до одного із зазором 0,001...0,002 мм і в процесі експлуатації їх не можна розукомплектувати. Нижнім кінцем плунжер упирається в регулювальний гвинт, закручений у корпус роликового штоухача нагнітальної секції ПНВТ. Для попередження мимовільного вивертання регулювального гвинта передбачена контргайка.

Плунжер насоса переміщується догори при набіганні кулачка на роликовий штоухач. Зворотне переміщення плунжера відбува-

ється при збіганні кулачка з ролика під впливом пружини, що впирається через тарілку в плунжер.

Робота нагнітальної секції ПНВТ (рис.37.1) складається з таких стадій: наповнення, зворотного перепуску, подачі, відсічення та перепуску палива в зливальний канал.

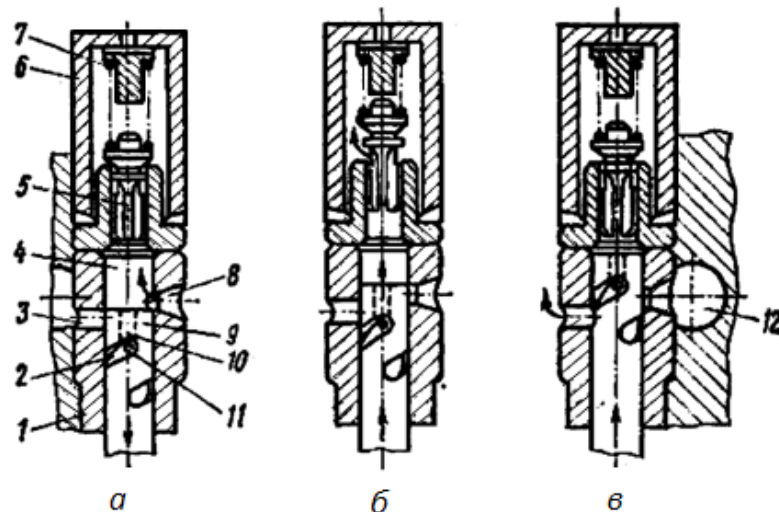


Рис.37.1. Схема роботи нагнітальної секції паливного насоса високого тиску:
а – наповнення; *б, в* – початок і кінець подачі палива; 1 – гільза;
 2 – відсічна крайка; 3 – зливальний отвір; 4 – надплунжерна порожнина;
 5 – нагнітальний клапан; 6 – штуцер; 7 – пружина; 8 – впускний отвір;
 9 – плунжер; 10, 11 – вертикальний і горизонтальний канали плунжера;
 12 – канал підводу у корпусі насоса

Наповнення паливом надплунжерної порожнини 4 у гільзі (рис.37.1, *а*) відбувається при русі плунжера 9 до низу, коли він відкриває впускний отвір 8. В цю мить паливо починає надходити в порожнину над плунжером, тому що вона перебуває під тиском, створюваним паливопідкачувальним насосом. При переміщенні плунжера до гори під дією кулачка, що набігає, спочатку відбувається зворотний перепуск палива в канал підводу через впускний отвір 8. Як тільки торцева крайка плунжера перекриває впускний отвір 8, зворотний перепуск палива припиняється та різко підвищується тиск палива, під дією якого нагнітальний клапан 5 відкривається (рис.37.1, *б*). Це відповідає початку подачі палива, що надходить до форсунки з подальшим впорскуванням у циліндр двигуна.

Подача палива нагнітальною секцією триває доти, поки за допомогою відсічної крайки 2 плунжера не почнет перепуск палива в зливальний канал насоса високого тиску через отвір 3 у гільзі

плунжерної пари (оскільки тиск у ньому значно нижчий, ніж у порожнині над плунжером). При цьому тиск над плунжером різко падає і нагнітальний клапан швидко закривається, припиняючи подачу палива (рис.37.1, в).

Кількість палива, що подається нагнітальною секцією насоса з миті закриття впускного і до миті відкриття випускного отвору в гільзі плунжерної пари за один хід плунжера (активний хід) визначає теоретичну подачу палива секцією. Дійсно подана кількість палива, тобто циклова подача відрізняється від теоретичної через витік палива крізь зазори плунжерної пари, а також інших факторів. Різниця між цикловою та теоретичною подачами враховується коефіцієнтом подачі, рівним 0,75...0,9. Під час роботи нагнітальної секції ПНВТ при переміщенні плунжера догори тиск палива підвищується до 1,2...1,8 МПа, що спричиняє відкриття нагнітального клапана та початок подачі палива. Подальше переміщення плунжера зумовлює збільшення тиску до 15...18,5 МПа, залежно від марки ПНВТ. В результаті цього відкривається голка форсунки і здійснюється впорскування палива в циліндр двигуна, що триває до моменту досягнення відсічною крайкою плунжера випускного отвору в гільзі. Робочі процеси нагнітальної секції ПНВТ характеризують його роботу при постійній подачі палива і незмінній частоті обертання колінчатого вала та навантаження двигуна.

Порядок перевірки плунжерної пари на герметичність на стенді

Перед перевіркою плунжерної пари на герметичність необхідно підготувати стенд до роботи. Після цього слід:

- оглянути торець втулки плунжера, що перевіряється, при наявності рисок і слідів корозії торець втулки притерти за допомогою притирочних плиток;
- змочити плунжерну пару в дизельному паливі та установити втулку плунжера в склянку приладу для перевірки плунжерних пар таким чином, щоб паз втулки збігся з віссю регулювального гвинта приладу. Після чого гвинт загорнути до відмови;
- установити склянку приладу разом із втулкою плунжера в корпус приладу, повернувши її так, щоб виступи склянки зайшли

під відповідні виступи корпусу, а отвори паливоживлення збіглися;

- дещо затягти гвинт приладу воротком;
- повернути кран подачі палива на стенді, щоб паливо заповнило втулку і поглиблення в склянці приладу, закрити кран;
- розташувати плунжер у втулку таким чином, щоб він напрямними ввійшов у паз втулки, при цьому риска на плунжері повинна бути звернена до оператора;
- легко натиснути на плунжер рукою до появи помітного опору;
- повернути навантажувальний важіль приладу до зіткнення з торцем плунжера, опустити його на плунжер, одночасно ввімкнувши секундомір; у момент повного опускання навантажувального важеля секундомір виключити.

Зафіксований час характеризує гідравлічну щільність плунжерної пари (він повинен бути не меншим 10с). Отримані результати занести в табл.37.1, порівняти з нормативними даними і зробити висновок щодо технічного стану плунжерної пари.

Таблиця 37.1

Протокол випробувань плунжерної пари

Параметр	Одиниця вимірів	Норма за ТУ	Фактично отримано	Примітка
Час опускання навантажувального важеля:				
1-й замір	с	10		
2-й замір	с	10		
3-й замір	с	10		
Середнє значення виміру	с	10		

Контрольні запитання

1. Яким є принцип роботи нагнітальної секції ПНВТ?
2. Яким є принцип дії плунжерної пари?
3. Які характерні несправності плунжерної пари і їхні ознаки?
4. Як показники характеризують гідравлічну щільність плунжерної пари та яка процедура їх перевірки?

Література [2, 7, 21]

Лабораторна робота № 38

ПЕРЕВІРКА ПАЛИВНОГО НАСОСА СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Мета роботи

Ознайомитися з конструкцією та принципом дії насоса, засвоїти практичні прийоми по визначенню продуктивності насоса і тиску, який він розвиває. Розглянути симптоми несправностей та методику постановки діагнозу.

Устаткування та прилади

1. Паливний манометр із діапазоном шкали до 600 кПа.
2. Набір шлангів і штуцерів для приєднання манометра до різних паливних систем.
3. Паливний насос, що перевіряється, з автомобіля ВАЗ–2110 із системою розподіленого впорскування палива у впускний колектор Bosh MP7.0.
4. Автомобіль Skoda Octavia 1,8 Turbo.
5. Інструмент необхідний для монтажу і демонтажу манометра.
6. Дренажний трубопровід для зливу палива.
7. Мірна ємність.
8. Секундомір.

Зміст і порядок виконання роботи

Для нормального функціонування інжекторних систем живлення бензонасос повинен подавати у форсунки необхідну кількість палива і одночасно підтримувати його тиск, достатній для ефективного впорскування при всіх режимах роботи двигуна. Звичайний бензонасос діафрагменого типу від карбюраторних двигунів не застосовується в системах впорскування завдяки тому, що його продуктивність і робочий тиск у декілька разів менші необхідних.

Крім того, такий насос має механічний привід від двигуна і починає подавати паливо лише після вмикання стартера та запуску

мотора.

У той же час в інжекторних системах робочий тиск у паливній магістралі форсунок повинен бути забезпечений безпосередньо перед моментом запуску двигуна. Сучасний бензонасос (рис.38.1) приводиться в дію електромотором постійного струму, що живиться від бортової електромережі автомобіля – 12-вольтового акумулятора. Якір (ротор), колектор і щітки електричного бензонасоса постійно перебувають у бензині. Бензин, що прокачується, вільно проходить через електродвигун і одночасно охолоджує весь вузол. Таке конструктивне рішення дозволило відмовитися від підшипників кочення: їх замінили підшипники ковзання, змащенням для яких служить бензин. Низьку змащувальну здатність цього виду палива компенсують високою точністю виготовлення деталей електронасоса.

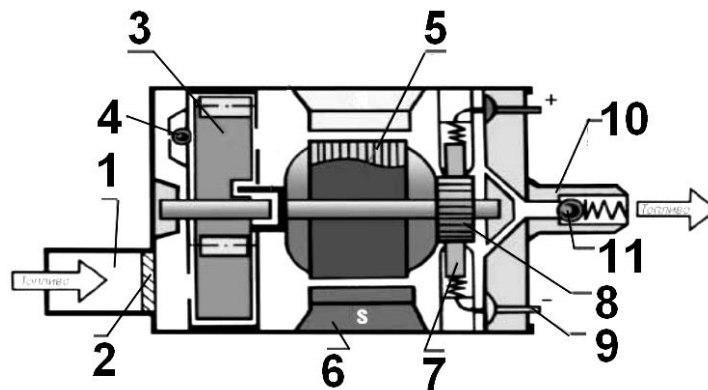


Рис.38.1. Підвісний електричний бензонасос: 1 – впускний штуцер;
2 – фільтруюча входна сітка; 3 – гидравлічна нагнітаюча частина;
4 – редукційний клапан; 5 – ротор; 6 – постійний магніт (статор) 7 – графітні щітки; 8 – колектор; 9 – електричний контакт; 10 – випускний штуцер;
11 – зворотний клапан

За принципом дії електробензонасоси розподіляються на об'ємні і відцентрові (рис.38.2 – 38.3). Відмінності в конструкціях стосуються, в основному, їхніх нагнітаючих вузлів.

Робота насосів об'ємного типу ґрунтується на циклічній зміні обсягів усмоктувальної і нагнітаючої порожнин. У бензонасосів шиберного типу гидронагнітач – роликівий. Він має диск із п'ятьма прорізами, у кожному з яких перебуває циліндричний ролик. Диск розташований на одній осі з електромотором, але зміщений (ексцентричний) стосовно обойми нагнітача, усередині якої він обертається.

ся. Ролики відіграють роль рухливих ущільнень між секціями ротора і обоймою. При обертанні кожна секція ротора за рахунок ексцентриситету збільшує свій об'єм у зоні забору палива. Створюється розрідження, що сприяє засмоктуванню бензину в насос. Подальше обертання викликає зменшення об'єму (зона нагнітання палива), і відбувається викид бензину крізь випускний отвір під тиском. Зворотний клапан у вихідному штуцері насоса перешкоджає зливу палива із системи після вимикання запалювання.

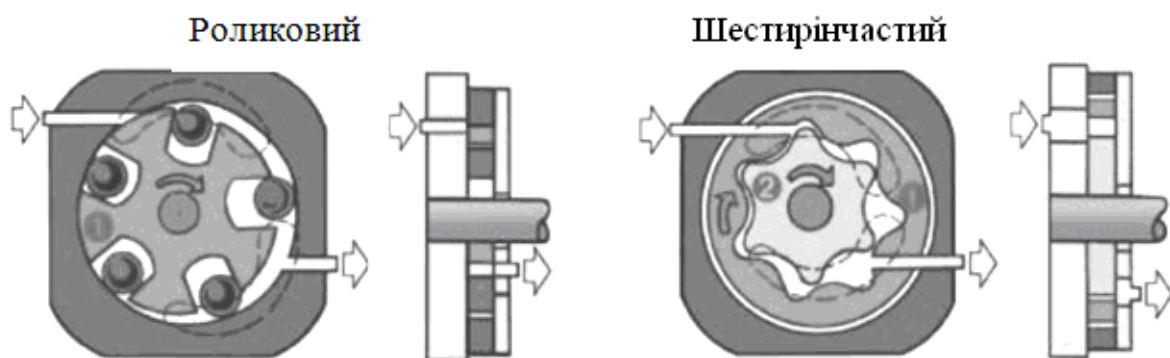


Рис.38.2. Бензонасоси об'ємного типу

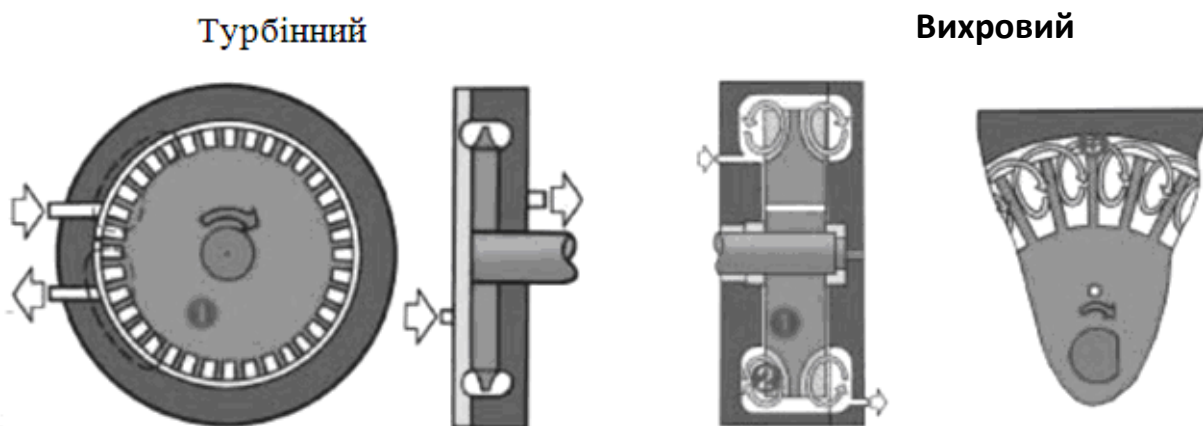


Рис.38.3. Бензонасоси відцентрового типу

Принцип роботи шестеренчатих об'ємних насосів аналогічний роликовим, тільки замість дискового ротора в нагнітачі використовуються дві шестірні – зовнішня і внутрішня. Роликові насоси здатні розвивати максимальний тиск до 0,6...1 МПа, шестеренчаті – до 0,4 МПа.

Відцентрові насоси розподіляються на турбінні та вихрові. Нагнітаючим елементом у них служить крильчатка з лопатками різної конфігурації. Максимальний тиск, що розвивається цими насосами, не перевищує 0,4 МПа при ККД – 10...15%. Проте вони відрізняються стабільним потоком і працюють практично без пульсацій тиску. Використовуються звичайно як перший щабель багатоступінчастих насосних систем розподіленого та центрального впорскування.

Вихровий насос має крильчатку з виїмками сферичної форми, бо саме така конструкція лопаток при обертанні створює додаткові завихрення рідини. За один оберт крильчатки одна й та ж сама кількість палива під дією відцентрової сили багаторазово відкидається від центра до периферії, в наслідок чого послідовно накопичується його кінетична енергія. Вихрові насоси розвивають тиск до 0,6 МПа при ККД – 30...45%.

Основні характеристики будь-якого бензонасоса:

- продуктивність;
- тиск, що розвиває насос.

Для гарантованого прокачування бензину крізь фільтр тонкого очищення бензонасос повинен забезпечувати тиск, в 1,3...2 рази більший необхідного робочого тиску в системі впорскування (при робочому тиску в 200...400 кПа насос повинен розвивати максимальний тиск в 550...650 кПа).

Продуктивність насоса повинна істотно перевищувати потреби двигуна навіть на режимах максимальної потужності і, залежно від об'єму двигуна, становити 1...2 л/хв.

Незалежно від режиму роботи мотора, бензонасос постійно ввімкнений. Тому електродвигун насоса споживає від АКБ машини однакову потужність (близько 60 Вт) і перекачує бензин при незмінному числі обертів.

Електробензонасоси (рис.38.4) можуть установлюватися як поза бензобаком, так і всередині нього. Зовнішні бензонасоси (підвісні), кріпляться під днищем автомобіля на гумових «амортизаторах» і мають захисний металевий картер.

Таке розташування полегшує огляд насоса, його діагностику, а при необхідності – заміну.

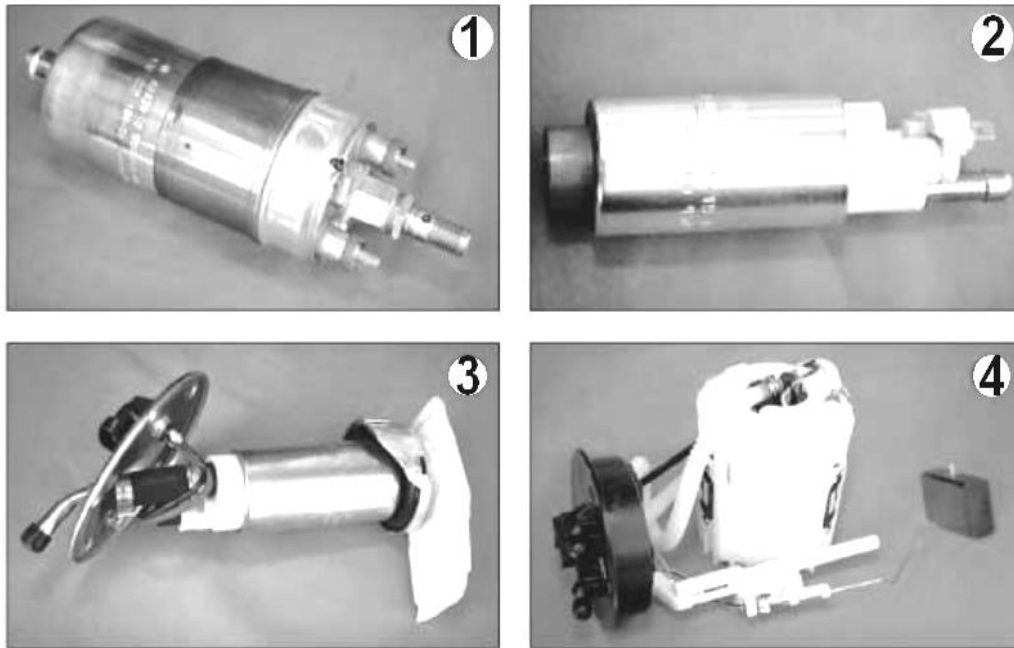


Рис.38.4. Електробензонасоси різних виробників: 1 – підвісний Bosch; 2 – підвісний Walbro; 3 – заглибний VDO; 4 – заглибний, установлений у касеті, Walbro

Основні методи оцінки технічного стану бензонасосів.

Перевірки електричної частини:

- вимір напруги живлення електронасоса (під навантаженням);
- вимір опору обмоток.

Перевірки гідравлічної частини:

- вимір тиску в системі на різних режимах;
- вимір витрати палива в лінії зворотного зливу.

Додаткові методи оцінки технічного стану бензонасоса.

Перевірки електричної частини, а саме вимір пульсацій сили струму в ланцюзі живлення.

Перевірки гідравлічної частини, що охоплює:

- вимір тиску, що розвиває максимально, до відкриття запобіжного клапана (на знятому з автомобіля насосі);
- оцінку параметрів коливань тиску палива в рампі (за допомогою зовнішнього датчика тиску).

Порядок проведення перевірки насоса

Перевірка системного тиску на автомобілі Skoda Octavia:

- приєднати манометр у розрив лінії подачі палива на рампу за допомогою трійника;
- завести двигун, перевірити витік в місцях приєднання, якщо витоків немає – перейти до наступного пункту перевірки;
- виміряти тиск палива манометром ХХ (повинно бути близько 250 кПа);
- натиснути на педаль газу, повільно збільшуючи оберти двигуна. Тиск не повинен знижуватися;
- різко натиснути на педаль газу і відпустити (тиск повинен стрибкоподібно піднятися до 300 кПа).

Перевірка продуктивності насоса на автомобілі Skoda Octavia:

- від'єднати шланг лінії зворотного зливу палива від паливної рампи;
- приєднати шланг довжиною не менш 50 см і вивести його кінець у мірну ємність;
- запустити двигун, як тільки струмінь палива потече в мірну ємність – запустити секундомір, заміривши подачу палива протягом 1 хвилини (для автомобіля Skoda Octavia подача палива насосом становить 1,5...2 л/хв).

Перевірка максимального тиску палива, що розвиває насос до відкриття редуційного клапана:

- бензонасос інжекторного автомобіля ВАЗ – 2110 з'єднати з манометром напряму («тупикове» з'єднання, бо насос витискує паливо безпосередньо в манометр);
- приєднати електричну проводку до клем бензонасоса;
- помістити бензонасос у ємність із 2–ма літрами бензину таким чином, щоб насос був занурений у паливо якнайглибше, щоб уникнути виплескування палива з ємності. Манометр перебуває зовні і дозволяє проводити виміри;
- короткочасно приєднати живлення +12 від акумулятора;
- візуально оцінити швидкість наростання тиску палива за манометром, відзначивши максимальний тиск, при якому відбулося відкриття запобіжного клапана (для справного насоса цей тиск

становить 550...650 кПа).

Результати перевірок занести в табл.38.1, порівнявши з еталонними.

Після проведення всіх перевірок і вимірів – злити бензин у герметичну каністру або у бак автомобіля.

Демонтувати манометр і з'єднати паливні трубопроводи.

Короткочасно завести двигун і переконатися у відсутності підтікань палива.

Таблиця 38.1

Основні несправності бензонасосів

Несправність	Зовнішній прояв
Зношування підшипників	Шум, періодичне підклинювання бензонасоса, супроводжуване згорянням запобіжника
Зношування щіток або контактних кілець ротора	Періодично бензонасос не вмикається
Зношування нагнітаючого елемента	Низький тиск палива, мала витрата палива в лінії зворотного зливу, тиск падає в міру збільшення навантаження й обертів двигуна. Запуск автомобіля ускладнений.
Несправність зворотного клапана	Швидке падіння тиску в системі після зупинки двигуна
Негерметичність редукційного клапану	Низький тиск палива, мала витрата палива в лінії зворотного зливу, тиск падає в міру збільшення навантаження і обертів двигуна. Запуск автомобіля ускладнений.
Обрив ланцюга живлення, обрив обмотки, несправність реле або запобіжника ланцюга живлення бензонасоса.	Насос не вмикається при повороті ключа запалювання.
Двигун глохне, при нахилі автомобіля і різких поворотах	Утруднено надходження палива в касету бензонасоса
Через якийсь час після початку руху автомобіль втрачає потужність, глохне	Забруднено забірну сітку на насосі, бруд у паливній касеті.

Результати перевірки бензонасоса

Контрольний параметр	Еталон	Результат виміру	Висновок
Тиск палива ХХ	250 кПа		
Тиск палива (різке натискання на педаль газу)	300 кПа		
Витрата в лінії зворотного зливу	1,5 л/хв		

Контрольні запитання

1. Які розходження мають основні типи бензонасосів?
2. Яким є перелік основних параметрів бензонасосів (гідравлічних та електричних)?
3. Які три найбільш використовувані методи оцінки стану бензонасоса з послідовністю виконання?
4. Назвіть перспективні методи діагностування бензонасоса.
5. Одна несправність на вибір з таблиці.

Література [10, 13, 18, 29, 31]

Лабораторна робота № 39

ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ У ВПУСКНИЙ КОЛЕКТОР ПО СИГНАЛУ λ –ЗОНДА

Мета роботи

Ознайомитися із принципами керування бензиною форсункою та з принципами функціонування зворотного зв'язка за сигналами кисневих датчиків бензинового двигуна. Набути навички визначати склад суміші без використання зовнішнього газоаналізатора, а лише завдяки штатних можливостей системи керування.

Устаткування та прилади

1. Автомобілі VW–Golf і Skoda Octavia;
2. Методичний матеріал, слайди, схеми, плакати;
3. Осцилограф із записом USB Scop–II з набором спеціалізованих щупів;
4. Ноутбук (із установленим програмним забезпеченням (ПЗ) для проведення діагностування);
5. KL–Line адаптер.

Зміст і порядок виконання роботи

На сучасних двигунах з впорскуванням бензину у впускний колектор дозування подачі палива здійснюється за допомогою керування електромагнітною форсункою.

У певну мить часу, синхронізовано з кутом повороту колінчатого вала, виробляється подача напруги на форсунку. Під дією цієї напруги електромагнітне поле, що виникає в обмотці форсунки, піднімає голку, і бензин починає впорскуватися в колектор.

Як правило, 90% сучасних мікропроцесорних систем керування двигуном (МПСКД) використовують наступну схему – один з контактів обмотки електромагніту постійно живиться напругою бо-

ртовій мережі, а інший контакт через транзистор у блоці управління двигуна комутується на «масу» (рис.39.1).

Залежно від реалізації алгоритму спрацьовування форсунок передбачено розподіл загальної циклової подачі (відповідно до циклової тривалості впорскування) на кілька окремих впорскувань за один оберт двигуна. При «одночасному» впорскуванні палива відбувається розподіл загальної тривалості на чотири впорскування таким чином, що імпульс подається на всі форсунки одночасно 2 рази за один оберт колінчатого вала двигуна (4 рази за цикл). При «попарно-паралельному» (груповому впорскуванні) керуючий імпульс подається на кожні дві форсунки один раз за оберт колінчатого вала двигуна (2 рази за цикл). При «фазованому» (секвентальному) впорскування здійснюється один раз за цикл, індивідуально кожною форсункою строго у свою мить часу і тому завдяки цьому розподілу на окремі ділянки не відбувається. Варіант алгоритму впорскування повинен урахуватися при вимірі тривалості керуючого сигналу (алгоритми впорскування наведені в додатку до лабораторної роботи).

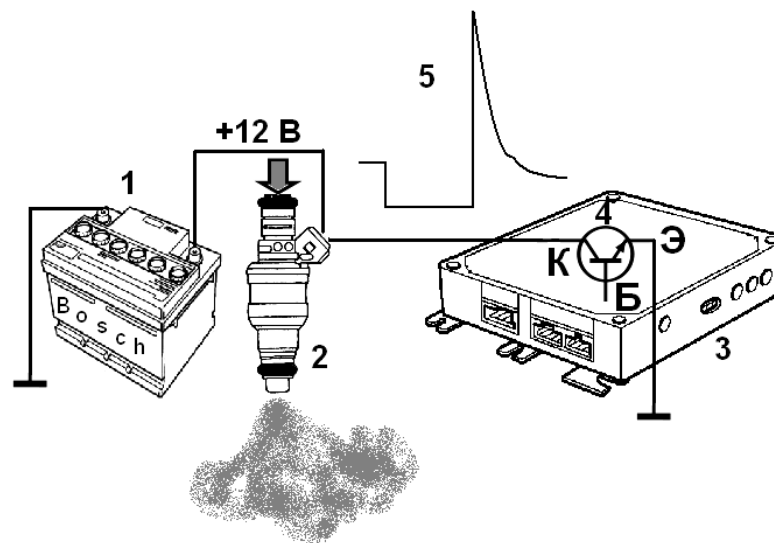


Рис.39.1. Принцип керування бензиновою електромагнітною форсункою:
1 – акумуляторна батарея; 2 – форсунка; 3 – ЕБК; 4 – силовий каскад;
5 – керуючий сигнал на форсунку

Для бензинових двигунів з впорскуванням палива у впускний колектор існує три різновиди сигналу керуючого імпульсу на форсунці: для традиційної (16 Ом) форсунки системи розподіленого впорскування бензину, для низькоомної (1,5...4 Ом) форсунки сис-

теми, для обох систем – розподіленого і централізованого впорскування бензину. Залежно від варіанта сигналу необхідно по різному враховувати дійсну тривалість керуючого імпульсу. На рис.39.2 показаний сигнал керування на високоомну форсунку багатоточкової системи впорскування.

Необхідно відзначити, що пониження сили струму на режимі утримування може здійснюватися як за допомогою зменшення абсолютної різниці потенціалів на виводах обмотки, так і завдяки переходу до частотної, дискретної подачі імпульсів на обмотку.

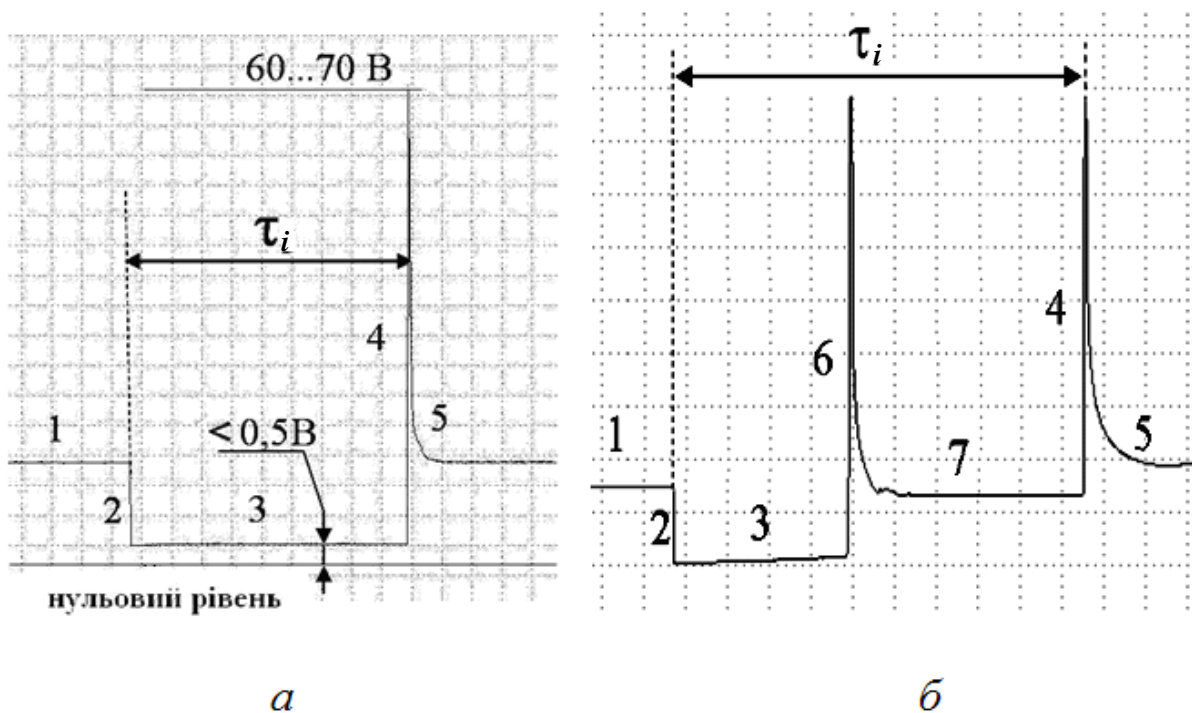


Рис.39.2. Імпульс керування: *а* – високоомної форсунки, *б* – низкоомної
 1 – форсунка закрита, і на осцилограмі наведена напруга живлення постійно, підведена на один з контактів форсунки; 2 – силовий транзистор в ЕБК замикає другий контакт обмотки електромагніта форсунки на масу; 3 – утримання форсунки у відкритому стані (впорскування палива); 4 – ЕБК вмикає силовий транзистор, в обмотці електромагніта виникає ЕДС самоіндукції від різкого відмикання напруги, голка починає опускатися; 5 – голка зайняла посадкове місце; 6 – на низькоомних форсунках при досягненні критичної величини струму ЕБК перемикає транзистор, знижуючи напругу на обмотці електромагніта; 7 – на низькоомних форсунках утримання голки у відкритому стані (впорскування триває) при зниженій напрузі живлення обмотки

Тривалість впорскування палива τ_i є важливим діагностичним параметром системи керування впорскування бензину. Тривалість впорскування визначається розрахунковим шляхом на основі сигналів датчиків системи керування і залежно від алгоритмів паливоподачі, закладених у блок керування. Розрахунок тривалості впорскування можна розподілити на два основних етапи: перший етап – жорстке завдання τ_i з основного алгоритму паливоподачі закладеного в електронний блок керування. Другий етап – гнучке коректування залежно від реального складу паливоповітряної суміші за сигналами λ – зонда. Залежно від режиму роботи двигуна може реалізовуватися той або інший варіант завдання тривалості впорскування. Робота двигуна – без зворотного зв'язка за λ – зондом здійснюється при запуску, початковому етапі прогріву, при різкому прискоренні, при гальмуванні. У цьому випадку контроль складу суміші не здійснюється і τ_i устанавлюється у жорсткій залежності від сигналів основних датчиків системи.

На всіх інших режимах діє зворотний зв'язок за λ – зондом і враховується реальний склад паливоповітряної суміші (рис.39.3). Принцип роботи зворотного зв'язка. Як відомо дворівневий λ – зонд не може визначати точний стан суміші та коефіцієнт надлишку повітря. При роботі двигуна на збідненій суміші, коли у відпрацьованих газах залишається велика кількість кисню, що не вступив у реакцію (1,09...2%), в інформаційному каналі λ – зонда напруга буде від 100 мВ до 500 мВ.

ЕБК аналізує напругу кисневого датчика і визначає, що суміш «бідна», після чого здійснює *збільшення* тривалості керуючого імпульсу на форсунку. Оскільки тривалість керуючого імпульсу збільшується на певну фіксовану стандартну величину, а точне значення α не відомо, тому, як правило, на справній паливній системі це призводить до збагачення суміші. При роботі двигуна на збагаченій суміші (вміст O_2 0,14...1,09%) напруга в каналі λ – зонда буде від 500 мВ до 900 мВ. ЕБК аналізує напругу кисневого датчика і визначає, що суміш «багата», після чого здійснює *зменшення* тривалості керуючого імпульсу на форсунку. Оскільки тривалість керуючого імпульсу зменшується на якусь фіксовану стандартну величину, а точне значення α не відомо, тому, як правило, на справній паливній

системі це приводить до збідніння суміші. Після чого цикл повторюється знову.

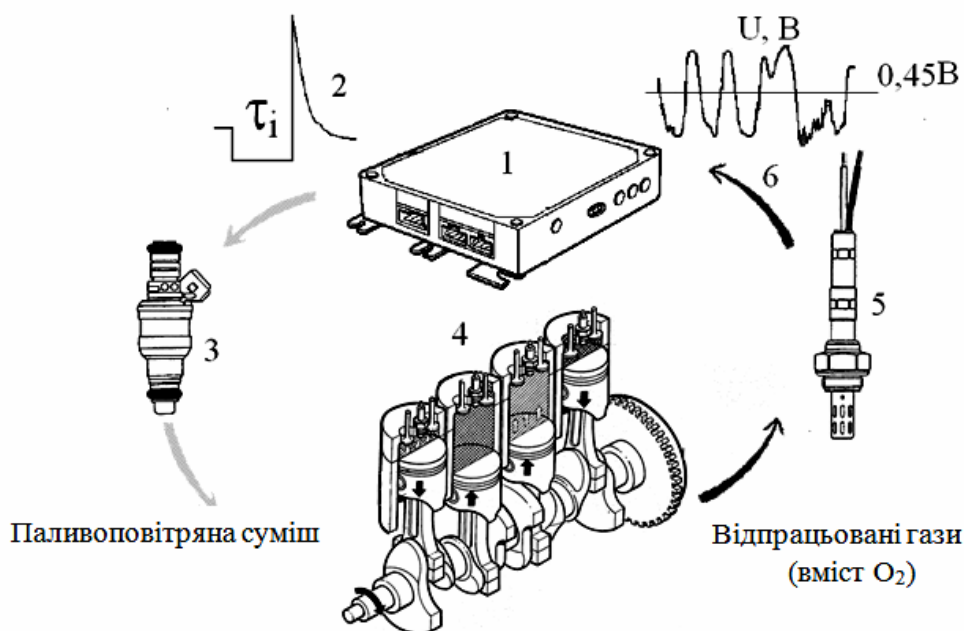


Рис.39.3. Робота системи керування впорскуванням палива за замкнутим зворотнім зв'язком: 1 – електронний блок керування; 2 – керуючий імпульс форсунки; 3 – електромагнітна форсунка; 4 – циліндри двигуна в яких відбувається процес згоряння палива; 5 – кисневий датчик (λ – зонд); 6 – вихідна напруга дворівневого λ – зонда

У результаті ЕБК при роботі із дворівневим λ – зондом не здатний забезпечити ідеальну стехіометричну суміш a , а здійснює лише постійну незначну зміну тривалості впорскування по чергово то збагачуючи, то збіднюючи суміш. Діапазон зміни коефіцієнта надлишку повітря при цьому називається «вікном» лямбда регулювання і становить $a = 0,99 \dots 1,01$ (на ряді автомобілів згідно нормам токсичності Euro-1 і Euro-2 припустиме $a = 0,98 \dots 1,02$). Утримання складу суміші близької до стехіометричного співвідношення на сучасних бензинових двигунах потрібне задля забезпечення нормального режиму роботи трикомпонентного нейтралізатора відпрацьованих газів.

Залежно від модифікації ЕСКД та її адаптації до тих або інших норм токсичності можуть бути реалізовані різні схеми і алгоритми установки λ – зондів.

Euro-1 і Euro-2: один дворівневий λ – зонд попереду трикомпонентного нейтралізатору;

Euro–3: два однакових дворівневих λ – зонда, один попереду, інший позаду нейтралізатора ВГ. Перший λ – зонд здійснює корекцію паливоповітряної суміші, другий – контроль технічного стану нейтралізатора;

Euro–4 і Euro–5: перед нейтралізатором розміщено широкополосний λ – зонд, що точно визначає величину коефіцієнта надлишку повітря, за нейтралізатором другий дворівневий λ – зонд для контролю технічного стану нейтралізатора.

Необхідно нагадати, що на ряді ЕСКД зазначені λ – зонди розташовані за нейтралізатором здійснюють не лише контроль технічного стану самого нейтралізатора, але й використовуються для додаткової корекції складу суміші.

У результаті зміни технічного стану елементів системи керування двигуном або паливної апаратури може спостерігатися значна зміна складу паливоповітряної суміші на різних робочих режимах двигуна. Але використання зворотного зв'язку за λ – зондом в більшості випадків дозволяє повернути суміш до стехіометричного співвідношення. Це забезпечується за рахунок застосування декількох алгоритмів корекції величини паливоподачі.

Короткочасна і довгострокова корекції паливоподачі. Коли двигун виходить на будь-який робочий режим, ЕБК обирає значення тривалості впорскування палива на підставі сигналів основних датчиків системи і залежно від тривимірної матриці паливоподачі за навантаженням і обертами, закладеної в енергонезалежну пам'ять ЕБК. Після чого розпочинає додатково коректувати суміш за сигналами датчика кисню у ВГ. Якщо реальний склад суміші не відповідає розрахунковому на обраному режимі, то ЕБК буде змінювати тривалість впорскування палива доки не досягне необхідного результату. Величина зазначеної корекції може досягати до 15...25% залежно від марки автомобіля та його системи керування. Значення корекції буде записане у відповідну комірку пам'яті. Якщо режим роботи змінився, то комірка пам'яті обнулюється та заповнюється величиною корекції вже для нового режиму роботи двигуна. Цей тип корекції називається «короткочасною корекцією». При поверненні на попередній робочий режим величина короткочасної корекції розраховується заново. Оскільки розрахунок величини корекції вимагає певного часу, то якщо б її величина була більше 25%, не-

компенсовані відхилення у паливоподачі позначалися б на протіканні процесів на перехідних режимах роботи двигуна. Це може проявлятися у втраті потужності, погіршенні динаміки під час розгону, шумах у впускному колекторі, або навпаки – підвищеного викиду сажі та витрати палива тощо.

Для того, що б уникнути перерахованих вище недоліків роботи двигуна, ЕБК додатково здійснює розрахунок величини «довгострокової корекції». Тобто, якщо величина короткочасної корекції досягла свого граничного значення, то її значення записується в іншу комірку пам'яті, значення якої не стираються при зміні режиму і зберігаються навіть при непрацюючому двигуні. При зміні режиму роботи двигуна використовуються нові осередки для запису довгострокової корекції вже для нового режиму. При поверненні на попередній режим роботи ЕБК не здійснює розрахунок паливоподачі, а відразу обирає останнє збережене значення довгострокової корекції з комірки пам'яті, що відповідає досягнутому режиму. У сучасних ЕБК величина довгострокової корекції записується в енергонезалежну пам'ять, і провести зчитування та обнуління її значення можливо лише за допомогою спеціалізованого діагностичного устаткування. У старих моделях ЕБК живлення комірок пам'яті, що містять значення довгострокової корекції, підтримувалося акумуляторною батареєю автомобіля, (навіть при заглушеному двигуні). Тому при відключенні акумуляторної батареї відбувалося обнуління пам'яті несправностей і пам'яті корекції.

При діагностуванні ЕСКД стандартизованим під EOBD діагностичним устаткуванням короткочасна корекція позначається на екрані приладу як «Short-term fuel trim» (STFT) а довгострокова корекція – «Long-term fuel trim» (LTFT).

Адитивна та мультиплікативна корекції паливоподачі. Залежно від режиму роботи двигуна потрібна різна величина циклової подачі палива. Зміна цієї величини може задаватися двома способами. На ХХ і малих навантаженнях, коли потрібна мала кількість палива навіть незначна зміна тривалості керуючого сигналу на форсунок може призводити до значних змін складу паливоповітряної суміші. Тому основний спосіб зміни паливоподачі – це віднімання, або додавання періодів часу до сигналу тривалості впорскування. Таке коректування називається адитивним. При роботі двигуна під

навантаженням значення циклової подачі змінюються в широкому діапазоні. Тому для зручної та ефективної зміни тривалості впоркування її краще помножити на певний коефіцієнт (величина якого більша, або менша одиниці, залежно від того чи потрібно збагатити суміш, чи її збіднити). Такий тип корекції називається мультиплікативним.

Методика діагностування паливної апаратури використовує сигнал датчика кисню. Величини паливної корекції полягає в наступному:

- виробляється оцінка сигналу датчика кисню на його адекватність (тобто справність датчика);
- за допомогою осцилографа та/або мотор-тестера, і діагностичного сканера здійснюється запис сигналу датчика кисню та величин паливної корекції на різних режимах роботи двигуна (наприклад на ХХ, і далі через кожні 500 хв⁻¹, або при русі автомобіля на різних передачах і при різному навантаженні). Кількість режимів оператор поста діагностики обирає сам залежно від попередніх симптомів несправності та резерву часу на проведення діагностування транспортного засобу;
- реалізується карта відхилення величини паливоподачі залежно від режиму, причому для стаціонарних режимів краще враховувати величину корекції, а для перехідних – вихідний сигнал датчика кисню;
- отримана карта обробляється за допомогою діагностичної моделі, що дозволяє локалізувати та визначити вид несправності і величину її впливу на процеси у двигуні та в системі паливоподачі.

Порядок проведення вимірів на автомобілі

Дотримуйтесь такої послідовності підключення системи діагностики:

- підключення USB осцилографа та KL–line адаптера до ноутбука із діагностичним ПЗ (у випадку підключення до ПК замість ноутбука необхідно виконати додаткове заземлення устаткування та автомобіля);
- підключення KL–line адаптера до діагностичного роз'єму транспортного засобу використовуючи схему на рис.39.4;

- підключення 1–го каналу осцилографа до інформаційного проведення λ –зонда;
- підключення 2–го каналу осцилографа до інформаційного проведення витратоміру повітря;
- підключення 3–го каналу осцилографа до інформаційного проведення датчика частоти обертання;
- б) підключення 5–го каналу осцилографа до керуючої лінії модуля форсунок (для Skoda Octavia – до керуючої лінії першої форсунки).

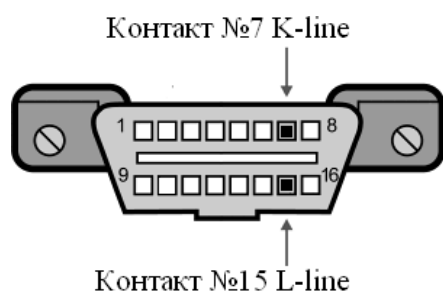


Рис.39.4. Роз'йоми для підключення діагностичного устаткування за стандартом OBD II

Подальша послідовність операцій є такою:

- обрати в меню осцилографа режим «*Lambda –контроль*»;
- запустити холодний двигун, відстеживши час прогріву λ – зонда і момент включення зворотного зв'язка;
- прогріти мотор до температури $+80^{\circ}\text{C}$, проконтролювати тривалість керуючого сигналу на форсунці та його відсоткове співвідношення, а також роботу λ –зонда;
- запустити діагностичну програму і за допомогою KL–Line адаптера зв'язатися з ЕБК, оцінивши величини уведеної в пам'ять ЕБК корекції за паливоподачею (групи 06, 07, 08, 10 в VagCom для двигуна AGU автомобіля Skoda Octavia система керування – рис.39.5, або групи для двигуна автомобіля VW Golf система керування DIGIFANT – рис.39.6;

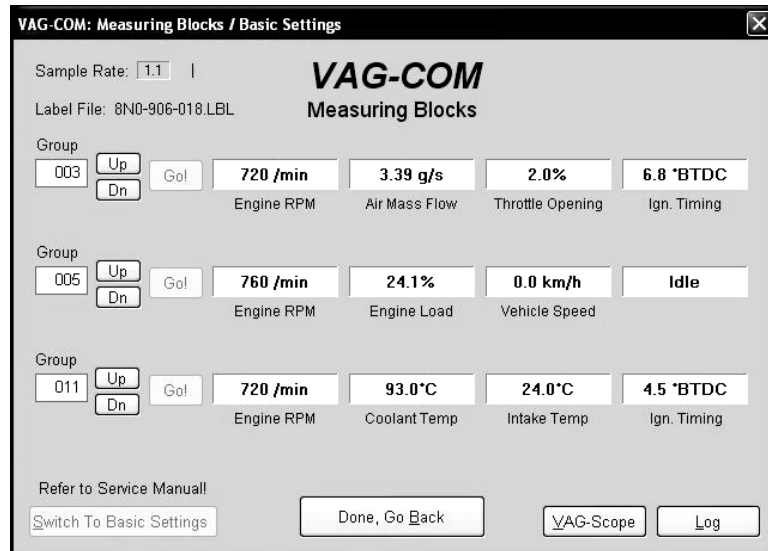


Рис.39.5. Екран діагностичної програми Vag–Com для блоків оцінки лямбда контролю системи керування Motronic

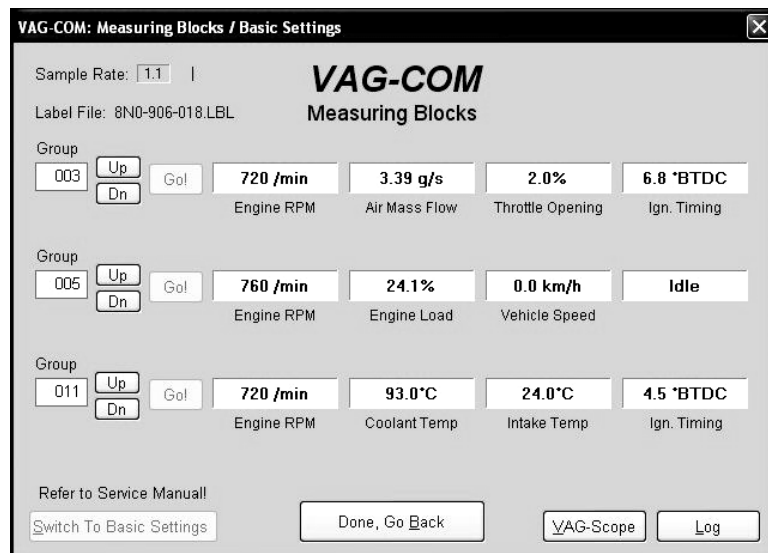


Рис.39.6. Екран діагностичної програми Vag–Com для блоків оцінки лямбда контролю системи керування DIGIFANT

- записати осцилограми на XX, 2500 хв⁻¹, при різкому натисканні на педаль газу та на режимі примусового XX;
- проаналізувати зміну сигналів датчиків на цих режимах і зміну тривалості впорскування форсунками;
- примусово створити несправність (збіднену або збагачену суміш за допомогою витратоміра повітря);
- зафіксувати відхилення сигналу λ –зонда, тривалість імпульсу на форсунці та величину паливної корекції (табл.39.1).

Протокол вимірів на транспортному засобі _____
Алгоритм впорскування _____

Режим ХХ	Еталон	Результат виміру
1. Тривалість впорскування, τ_i мс		
2. Напруга кисневого датчика, мВ	100... 900 мВ	
3. Короткочасна корекція STFT, %		
4. Довгострокова корекція LTFT, %		
5. Режим 2500 хв^{-1}	- -	- -
6. Тривалість впорскування τ_i , мс		
7. Напруга кисневого датчика, мВ	100... 900 мВ	
8. Короткочасна корекція STFT, %		
9. Довгострокова корекція LTFT, %		

Контрольні запитання

1. Скільки варіантів схем використання λ –зондів існує, та як вони пов'язані з європейськими екологічними нормами?
2. Що таке адитивна та мультиплікативна корекція? У чому різниця поміж ними? На яких режимах вона спостерігається?
3. Що таке короткочасна і довгострокова корекція, в чому полягає різниця між ними?
4. Якою є послідовність процесу діагностування системи паливоподачі транспортного засобу на основі величини корекції тривалості впорскування та сигналу датчика кисню?
5. Якому рівню сигналу одновольтового дворівневого λ – зонда відповідає «збіднена суміш»?
6. Якому рівню сигналу одновольтового дворівневого λ –зонда відповідає «збагачена суміш»?

Література [10, 13, 18, 29, 31]

Лабораторна робота № 40

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ФОРСУНОК СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

Мета роботи

Освоїти методи тестування форсунок та набути практичні навички роботи з універсальним устаткуванням для перевірки бензинових електромагнітних форсунок.

Устаткування та прилади

1. Стенд для діагностики форсунок «Пульсар–Економ» (рис.40.1).
2. Форсунки, що діагностуються (одночасно – до 4 шт.).
3. Прилад для виміру опору форсунок (омметр).
4. Рідина для тестування форсунок (зокрема рекомендується використати гас) – 50 мл.
5. Секундомір.
6. Плакати, довідкові матеріали.
7. Набір інструментів.

Основні положення

До роботи на стенді допускаються особи, ознайомлені з технічним описом його роботи.

Стенд повинен бути обов'язково заземлений.

Приміщення зберігання та робочі місця повинні бути обладнані примусовою вентиляцією і засобами пожежогасіння.

Розчини для очищення є легкозаймистими і шкідливими для здоров'я рідинами, тому необхідно знати правила їхнього застосування.

Для захисту очей від влучення в них промивної рідини передбачені спеціальні окуляри.

Зміст і порядок виконання роботи

Перед початком роботи необхідно переконатися, що кран на вхідному штуцері стисненого повітря та кран зливального штуцера закриті. Підключити мережний шнур у мережу живлення 220 В. Установити перемикач «Очистка-Перевірка» у середнє положення.

Ввімкнути живлення стенда тумблером на лівій панелі стенда. На панелі керування спалахує зелений світлодіод, що свідчить про готовність стенда до роботи.

Максимальний тиск у стенді не більше 6 Бар. Щоразу при установці/знятті форсунок, обов'язково перекривати подачу повітря за допомогою вхідного вентиля на задній стінці стенда, скидаючи залишок тиску відкриттям кришки бака.

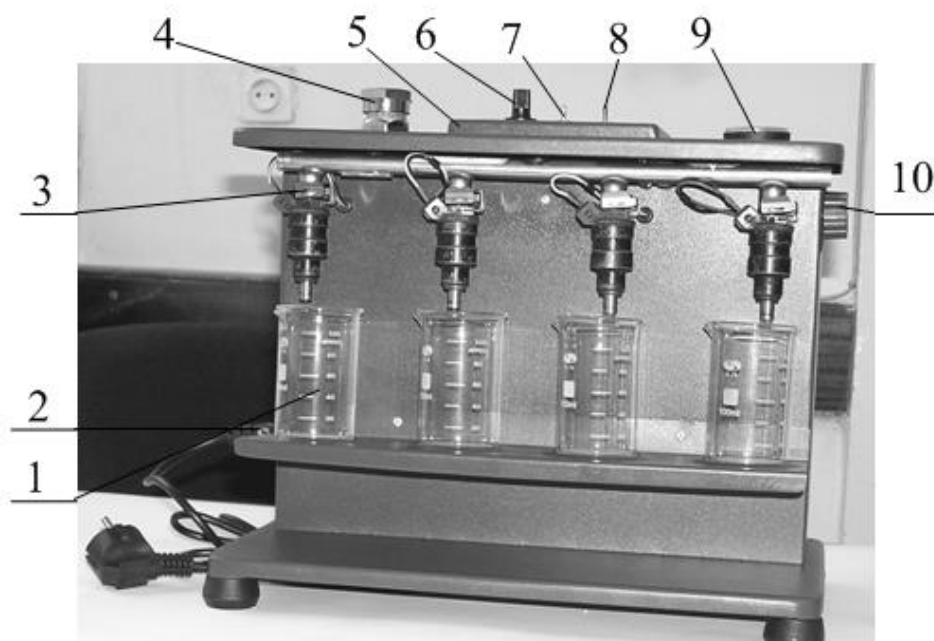


Рис.40.1. Загальний вид стенда ПУЛЬСАР–ЕКОНОМ: 1 – приймальні склянки; 2 – тумблер включення живлення; 3 – пружинні фіксатори тримачів форсунок; 4 – кришка бака; 5 – панель керування; 6 – регулятор частоти; 7 – перемикач режимів роботи «Очистка-Перевірка»; 8 – перемикач режимів роботи форсунок (H34); 9 – манометр; 10 – ручка пневморегулятора

Діагностика форсунок здійснюються в режимі «Перевірка» на двох режимах роботи форсунок – низькій частоті (НЧ) і високій частоті (ВЧ) у такій послідовності:

– перед установкою форсунок на стенд, вимірюється омметром

опір кожної форсунки (опір форсунок повинен бути в межах від 11 до 20 Ом);

- встановлюємо форсунки на рамку стенда, закріпивши їх за допомогою пружинних фіксаторів, виконуємо електричне підключення їх;
- розташовуємо прийомні склянки під кожну форсунку;
- заливаємо в бак приблизно 500 мл тестової рідини (в якості якого рекомендується користуватися гасом);
- відкриваємо кран стисненого повітря, рукояткою пневморедуктора виставляємо тиск у стенді, що відповідає робочому тиску для форсунок, що діагностуються.

Для перевірки герметичності форсунок засікаємо секундоміром контрольний час – 1 хв., по витіканню якої з форсунок не повинна впасти жодна крапля рідини.

Форма конуса розпилу визначається візуально в режимі перевірки продуктивності. Зразок розпилення є задовільним, якщо його кут близько 35° і паливо гарне розпорошується.

Перевірка продуктивності форсунок. На стенді оцінюється порівняльна продуктивність форсунок, яка забезпечує стійку і оптимальну роботу двигуна автомобіля на всіх режимах.

Основна умова – рівномірне впорскування палива. Максимально припустима різниця об'ємів впорскуваного палива – 5% від середньої продуктивності на одній паливній рамці. Якщо відхилення по впорскуванню більше 5%, то двигун починає «троїти» і глохнути.

У режимі «Перевірка» форсунки вмикаються на фіксований час – 1 хв. Оператор у будь-який момент може припинити тест.

Крім того, оператор обирає один із двох режимів роботи форсунок:

- низька частота(НЧ);
- висока частота(ВЧ).

На низькій частоті стенд імітує роботу форсунок на середніх обертах двигуна під навантаженням.

На високій частоті стенд імітує роботу форсунок на максимальних обертах двигуна без навантаження.

При цьому на високій частоті (ВЧ) перевіряється порівняльна швидкодія форсунок.

Для перевірки продуктивності форсунок приймаємо наступну послідовність дій:

- обираємо бажаний режим перевірки «ВЧ» або «НЧ»;
- для запуску режиму «Перевірка» переводимо перемикач режимів роботи в положення «Перевірка», опісля 2 хв. Роботи процес призупиняємо, переводячи перемикач в середнє положення;
- після закінчення перевірки визначаємо продуктивність форсунок за кількістю рідини в мірних склянках.

Визначення продуктивності може бути перерване в будь-яку мить часу переводом перемикача «Перевірка» у середнє положення.

Після вимірів наводимо розрахунок середнього об'єму впорскування (V_{cp}) на даній рампі: сума об'ємів чотирьох форсунок ділиться на 4.

Потім визначається величина відхилення об'ємів по кожній форсунці:

$$\Delta V_1 = V_1 - V_{\text{cp}}; \quad \dots \quad \Delta V_4 = V_4 - V_{\text{cp}}.$$

Далі визначається величина відхилення об'ємів впорскування палива по кожній форсунці у відсотках:

$$\Delta_1 = \frac{V_1}{V_{\text{cp}}} \cdot 100; \quad \dots \quad \Delta_4 = \frac{V_4}{V_{\text{cp}}} \cdot 100.$$

Припустимим розбалансом продуктивності форсунок можна вважати розбаланс в 1,5%. При відхиленні продуктивності форсунок більш ніж на:

- 2,5% – збільшується витрата палива автомобілів.
- 3,5% – двигун погано заводиться в холодному стані, хитливо працює на холостій ході.
- 4% – ефект «провалу» при рушанні з місця та спробах різкого прискорення.
- 5% проявляється ефект стійкого «троїння» двигуна з поганим його запуском.

Після завершення режиму «Перевірка» необхідно злити залишки тестової рідини. Для чого необхідно переконатися, що до зливального штуцера приєднано шланг, спрямований у ємність для

зливу та відкрито зливальний кран. При цьому вся рідина, що перебуває в стенді надходить до ємності для зливу. Після цього закриваємо зливальний кран.

Вказівки до оформлення звіту

Порівняти результати перевірки з нормативним даними, подавши висновок щодо технічного стану форсунок.

Контрольні запитання

1. Яким повинен бути «факел» розпилу робочої форсунки?
2. Які фактори впливають на продуктивність форсунок?
3. Який тип форсунок є найпоширенішим на бензинових двигунах?
4. Який режим роботи форсунок перевіряється на низькій частоті стенда?
5. Який режим роботи форсунок перевіряється на високій частоті стенда?

Література [13, 22]

Лабораторна робота № 41

ОЧИЩЕННЯ ФОРСУНОК СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ НА СТЕНДІ ПУЛЬСАР–ЕКОНОМ

Мета роботи

Освоїти методи очищення форсунок бензинових двигунів набувши практичних навичок роботи з універсальним устаткуванням для очищення форсунок у системах впорскування палива

Устаткування та прилади

1. Стенд для діагностики форсунок «Пульсар–Економ».
2. Форсунки, які потребують очищення (до 4 шт.).
3. Промивна рідина (Wynn's, Лавр, X-FLUSH, Епоклин ВМ або інші рідини призначені для очищення форсунок).
4. Плакати, довідкові матеріали.
5. Набір інструментів.

Основні положення

Стенд для очищення форсунок «Пульсар–Економ» є універсальним устаткуванням, призначеним для очищення бензинових електромагнітних форсунок більшості виробників. На стенді здійснюється промивання та очищення спеціальною рідиною як знятих, так і не знятих форсунок з паливної рампи автомобіля:

- кількість форсунок, шт. – 4;
- напруга живлення, В – $220 \pm 10\%$
- напруга керування форсунок, В – 12;
- діаметр посадкового аркуша форсунок, мм – 14;
- опір форсунок, Ом – 11...20;
- споживана потужність, не більше, Вт – 60;
- гранично допустимий тиск у рамці (очищення форсунок на стенді), Ваг – 6;

- гранично припустимий тиск при очищення форсунок на двигуні, Bar – 6;
- робочий діапазон температури навколишнього середовища, °С – +10...+35;

До роботи на стенді допускаються виключно особи, що ознайомилися з технічним описом його роботи. Стенд повинен бути обов'язково заземлений.

Приміщення зберігання та робочі місця повинні бути обладнані примусовою вентиляцією і засобами пожежогасіння.

Розчини для очищення є легкозаймистими і шкідливими для здоров'я рідинами, тому необхідно дотримуватися інструкції по їх використанню. Для захисту очей від влучення в них промивної рідини передбачені спеціальні окуляри.

Зміст і порядок виконання роботи

Для видалення забруднень із каналів подачі палива, поверхонь голки розпилювача та самого розпилювача вмикаємо режим роботи стенда «Очищення» (рис.41.1).



Рис.41.1. Пульт управління стенда ПУЛЬСАР–ЕКОНОМ: 1 – регулятор частоти; 2 – індикатор включення живлення (зелений); 3 – індикатор миготливий із частотою роботи форсунки (жовтий); 4 – індикатор спрацьовування захисту стенда (червоний); 5 – перемикач вибору режиму «Очистка–Перевірка»; 6 – перемикач вибору частоти

У цьому режимі на форсунки, розміщені на стенді, подаються

імпульси, частоту яких оператор може змінювати регулятором «Частота».

Відновлення робочих параметрів форсунок, знятих із двигуна, проводиться в наступній послідовності:

- встановлюємо притискні склянки під форсунки;
- відкриваємо пружину бака (4) і заливаємо в бак приблизно 500 мл очищувальної рідини (категорично забороняється використання ацетону та інших рідин, що містять нітророзчинники);
- переводимо перемикач режимів «Очистка–Перевірка» у положення «Очищення», запускаючи режим очищення (рис.41.2);



Рис.41.2. Стенд «Пульсар–Економ»: 1 – приймальні склянки; 2 – форсунка; 3 – притискні фіксатори; 4 – кришка бака; 5 – регулятор «Частота»; 6 – перемикач «Очищення–Перевірка»; 7 – манометр; 8 – регулятор тиску; 9 – штуцер підведення стисненого повітря; 10 – зливальний кран

- встановлюємо тиск (7) у стенді нарівні 0,5 Bar з метою ощадливої витрати промивної рідини;
- за допомогою регулятора «Частота» (5) виставляємо найбільш

- високу частоту, при якій працюють всі форсунки;
- рекомендований час очищення 20...25 хв. Причому протягом останніх 5...7 хв очищення регулятором (5) встановити мінімальну частоту очищення і за допомогою регулятора (8) встановити робочий тиск для форсунок, що очищають, для того щоб відшарований бруд під тиском зміг вийти із внутрішніх каналів;
 - по завершенні очищення переводимо перемикач «Очистка-Перевірка» (6) у середнє положення;
 - відкриваємо зливальний кран (10), зливаючи рідину з стенду в ємність для зливу, закриваючи опісля зливальний кран.

Очищення форсунок на двигуні

Очищення форсунок без зняття їх із двигуна виконуються в наступній послідовності:

- відімкнути паливний насос шляхом видалення запобіжника в ланцюзі живлення бензонасоса, вимикання перемикача (реле бензонасоса), або шляхом від'єднання мережі живлення палива до насоса;
- відімкнути канал впускного паливопроводу від паливного розподільника;
- закрити сполучний отвір випускного паливопроводу на паливному розподільнику заглушкою, а потім шлангом зливальний штуцер стенда до паливного розподільника автомобіля;
- залити суміш бензину А-95 із промивною добавкою в бак стенда;
- рукояткою пневморедуктора встановити тиск у стенді на рівні робочого тиску автомобіля, що обслуговується;
- відкрити кран на зливальному штуцері;
- запустити двигун і дати йому попрацювати протягом 20...30 хв.
- заглушити двигун, від'єднати стенд і відновити всі первісні з'єднання паливної системи двигуна;
- перевірити та відрегулювати роботу двигуна в режимі холостої ходи.

Вказівки до оформлення звіту

Порівняти результати очищення з технічними умовами, надавши висновок про стан форсунок.

Контрольні запитання

1. Які методи застосовуються для очищення забруднених форсунок?
2. Що дає перевірка балансу продуктивності форсунок?
3. Які засоби застосовуються задля тестування і очищення форсунок?
4. У чому відмінність ультразвукового очищення від хімічних методів?
5. Чим відрізняються форсунки з тепловідводом від звичайних?

Література [13, 18, 22]

Лабораторна робота № 42

КОНТРОЛЬ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗАГЛИБНИХ БЕНЗОНАСОСІВ

Мета роботи

Опанувати практичними прийомами контролю працездатності заглибних бензонасосів, здобувши навички виявлення симптомів несправностей та засобів їх усунення.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль VW–Golf III.
2. Плакати та схеми.
3. Контрольний манометр V.A.G 1318.
4. Переходник VAG 1318/10.
5. Комплект допоміжних проводів.
6. Світлодіодний пробник.
7. Мультиметр цифровий.
8. Мірна склянка.
9. Секундомір.

Зміст і порядок виконання роботи

Для подачі палива в рампу форсунок системи живлення автомобіля VW–Golf III із системою керування двигуном «Digifant» використовується заглибний бензонасос (модуль бензонасоса), що розташований у паливному баку багажного відсіку автомобіля. Для контролю працездатності бензонасосного агрегату додатне устаткування наведене в розділі «Устаткування та інструмент» з дотриманням всіх норм і правил техніки робочої та пожежної безпеки для такого роду робіт.

Перевірка бензонасоса.

Примітка. При перевірці напруга акумулятора повинна відповідати нормі (не менш 12,5 В). Запобіжник № 18 повинен бути справним.

Підключити цифровий мультиметр цифровий до АКБ.

Ввімкнути запалювання. При цьому повинне спостерігатися явно чути короткочасне вмикання бензонасоса.

Перевірка продуктивності бензонасоса

Примітка/ Ланцюг електроживлення повинен бути справним.

Перевірка виконується при підключеному пульті дистанційного керування V.A.G 1348/3A за допомогою комплекту додаткових проводів.

Зняти пробку із заправної горловини.

Операції, виконуються на двигунах з літерним позначенням ААМ або ABS

Відкрити живильний бензопровід 1 від штуцера на блоці впорскування палива (рис.42.1).

Приєднати контрольний манометр V.A.G 1318 через перехідник V.A.G 1318/10 до живильного паливопроводу 1.

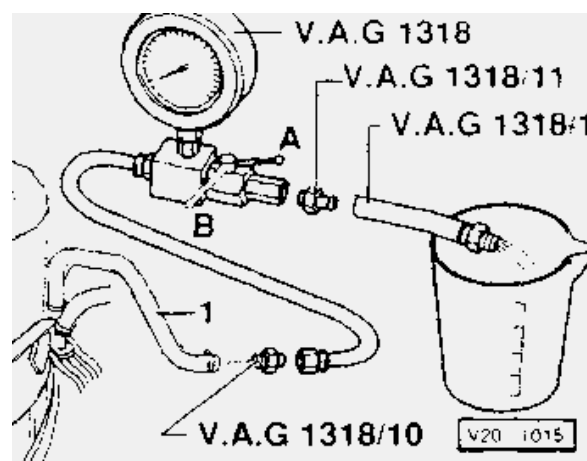


Рис.42.1. Підключення контрольного манометра на двигунах з літерним позначенням ААМ або ABS

Надягти шланг V.A.G 1318/1 на перехідник V.A.G 1318/11 контрольного манометра, підставивши мірну посудину.

Відкрити запірний кран контрольного манометра (повертаючи рукоятку крана уздовж потоку).

- Тримавши включеним пульт дистанційного керування V.A.G 1348/3A, одночасно поволі закривати запірний кран до тих пір, поки стрілка манометра, що показує надлишковий тиск, не дійде до 1,2 бар. Після цього положення запірного крана змінювати не можна.

Відкрутити живильний паливопровід 1 від штуцера на бензорозподільнику.

Операції, виконуються на двигунах з літерним позначенням 2E.

Приєднати контрольний манометр V.A.G 1318 через перехідник V.A.G 1318/10 до живильного бензопроводу 1 (рис.42.2).

Надягти шланг V.A.G 1318/1 на перехідник V.A.G 1318/11 контрольного манометра, підставивши мірну посудину.

Відкрити запірний кран контрольного манометра (повернувши рукоятку крана уздовж потоку).

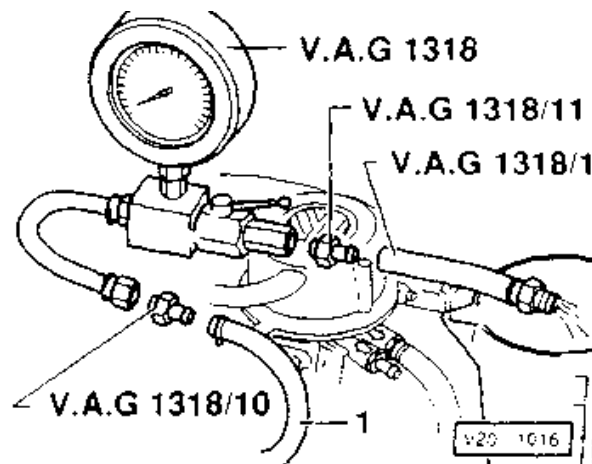


Рис.42.2. Підключення контрольного манометра на двигунах з літерним позначенням 2E

Примітка. Тримавши включеним пульт дистанційного керування V.A.G 1348/3A, одночасно поволі закривати запірний кран до тих пір, поки стрілка манометра, що показує надлишковий тиск, не дійде до 3 бар. Після цього положення запірного крана змінювати не можна.

Операції перевірки продуктивності бензонасоса, виконуються на двигунах з кожним із трьох літерних позначень

Спорожнити мірну посудину.

Натиснувши кнопку пульта дистанційного керування, утримувати її протягом 30 с.

Зіставити подану насосом кількість палива з нормативною, наведеною на діаграмах (рис.42.3, 42.4).і занести значення до протоколу випробувань (табл.42.1)

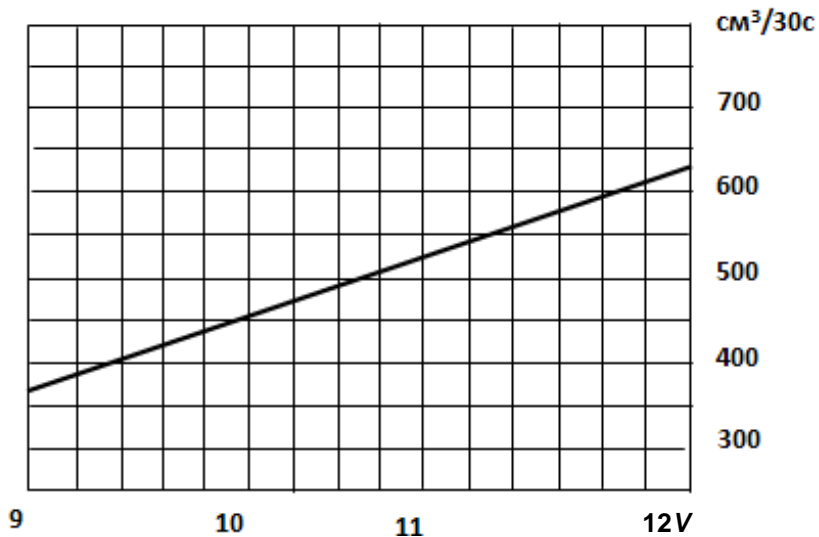


Рис.42.3. Діаграма для двигунів з літерним позначенням ААМ або АВС

Примітка. Для двигунів з літерним позначенням ААМ або АВС і 2Е:

а) мінімально припустима продуктивність насоса, обумовлена кількістю мілілітрів бензину, поданого протягом 30 с.

в) напруга на затискачах працюючого бензонасоса при непрацюючому двигуні повинна бути приблизно на 2В нижча, ніж напруга акумулятора.

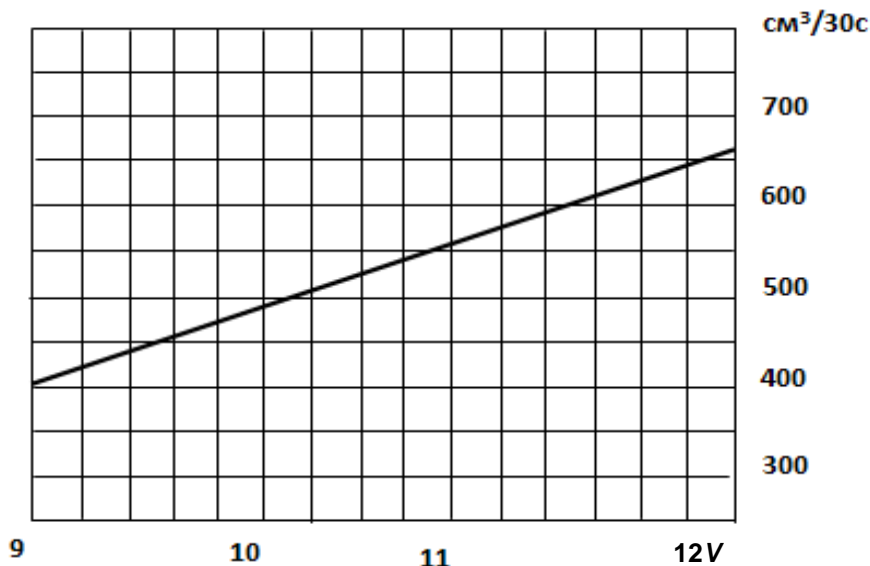


Рис.42.4. Діаграма для двигунів з літерним позначенням 2Е

Примітка. Якщо фактична продуктивність нижче за нормативну, то чинниками цього можуть бути:

- злам або засмічення бензопроводів;
- засмічення паливного фільтра;
- несправність бензонасоса (у випадку якої заміні підлягає бензонасосний агрегат).

Перевірка зворотнього клапана бензонасоса

Примітка. Під час даної операції одночасно перевіряється герметичність всіх з'єднань живильної магістралі на ділянці від бензонасосного агрегату до точки підключення до контрольного манометра V.A.G 1318.

Операції, що виконуються на двигунах з літерним позначенням ААМ або АВС

Закрити запірний кран контрольного манометра (повернувши рукоятку крана поперек потоку).

Частими короткочасними вмиканнями пульта дистанційного керування довести надлишковий тиск приблизно до 2 бар.

Операції, що виконуються на двигуні з літерним позначенням 2Е. Закрити запірний кран контрольного манометра (повернувши рукоятку крана поперек потоку) (рис.42.5).

Частими короткочасними вмиканнями пульта дистанційного керування довести надлишковий тиск приблизно до 3 бар.

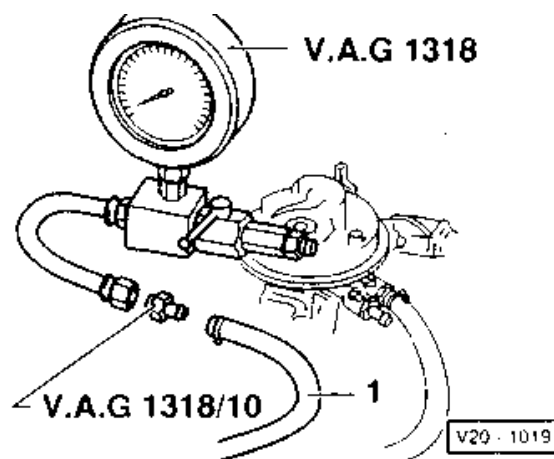


Рис.42.5. Перевірка зворотнього клапана бензонасоса

Наступні операції, що виконуються на двигуні з кожним із трьох літерних позначень.

Обережно відкриваючи запірний кран, стравити надлишок надлишкового тиску.

Увага! Щоб уникнути розбризкування бензину при відкриванні запірнього крана підставте під відкритий штуцер контрольного манометра мірний посуд.

Слід простежити за падінням тиску. Протягом 10 хв. Тиск не повинен впасти нижче 1,2 бар на двигуні з літерним позначенням ААМ або ABS або нижче 2,0 бар – на двигуні з літерним позначенням 2Е.

Якщо ця вимога не виконується, перевірити місця приєднання бензопроводів або замінити бензонасосний агрегат. У випадку якщо бензонасос не вмикається слід діяти таким чином.

Вимкнути запалювання. Витягти із гнізда 12 релейної панелі реле (Л 7) бензонасоса.

Примітка. Якщо для добування реле або блоків керування з релейної панелі знадобиться спеціальний інструмент, те попередньо варто від'єднати акумулятор від «маси».

Вставити штекер перехідника V.A.G 1348/3-2 у гніздо 4, а токоз'ємний затискач пульта дистанційного керування V.A.G 1348/3А з'єднати з «плюсом» акумулятора (рис.42.6).

Натиснути кнопку пульта дистанційного керування. Якщо бензонасос увімкнеться, то перевірити спрацювання його реле.

Якщо ж бензонасос не увімкнеться, то слід діяти в такій послідовності. Зняти кришку люка в підлозі багажного відсіку автомобіля. Від'єднати штепсельну колодку від фланця на паливному баку.

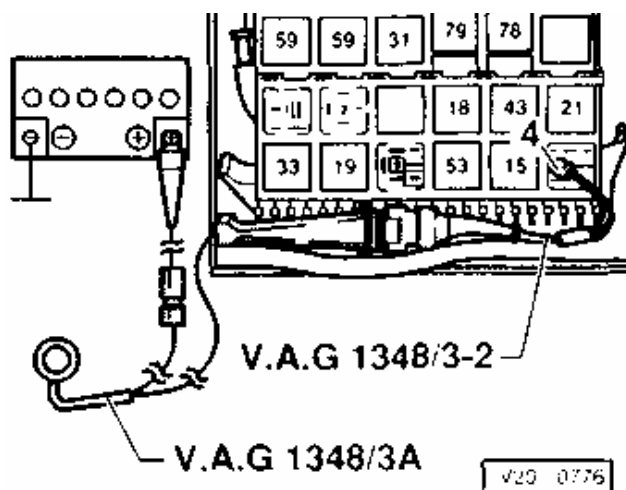


Рис.42.6. Підключення пульта дистанційного керування V.A.G 1348/3А

Допоміжними провідниками з комплекту V.A.G 1594 приєднати світлодіодний пробник V.A.G 1527 до крайніх контактів штепсельної колодки.

Ввімкнути пульт дистанційного керування. При цьому світлодіод повинен спалахнути. Якщо цього не спостерігається (рис.42.7), то слід виявити, орієнтуючись за схемою елементних з'єднань, розрив електропроводки та усунути його.

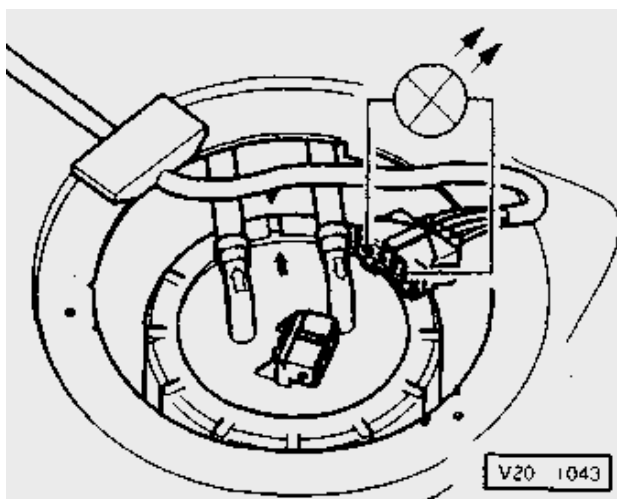


Рис.42.7. Перевірка справності електропроводки бензонасосного агрегату

Якщо світлодіод спалахне, тобто якщо ланцюг електроживлення справний, то треба діяти в наступним чином.

Спеціальним ключем 3217 відкрити накидну гайку кріплення бензонасосного агрегату.

Перевірити надійність приєднання проводів, прокладених між фланцем і бензонасосом.

Примітка. Якщо обрив в електропроводці не діагностується, то замінити бензонасосний агрегат.

Відімкнути раніше підключені прилади.

Приєднати раніше зняті штепсельні колодки.

Оформлення звіту

За результатами проведених випробувань заповнити протокол (див. табл. 42.1) і зробити висновок про стан бензонасосного агрегату автомобіля VW–Golf III.

Протокол випробувань бензонасосного агрегату

Вид перевірки	Нормативні значення	Отримані значення	Висновки справний/несправний
Перевірка напруги АКБ	Не менш 12,5 В (перед випробуваннями)		
Перевірка продуктивності бензонасоса	Для двигунів ААМ або ABS – 630 см ³ /30с при напрузі АКБ – 12 В (за номограмою)		
	Для двигунів 2Е – 660 см ³ /30с при напрузі АКБ – 12 В (за номограмою)		
Перевірка зворотного клапана	Час перевірки: протягом 10 хв. Після зупинки		
	Мінімальний тиск – 1,2 бар		
Загальний висновок по бензонасосі			

Контрольні запитання

1. Які основні несправності можуть спостерігатися у заглибних бензонасосів?
2. За якими параметрами оцінюється працездатність бензонасосів?
3. Які операції необхідно виконати під час контролю працездатності бензонасосів?
4. Яких правил виробничої гігієни необхідно дотримуватися під час роботи із системами живлення та впорскування палива?

Література [10, 13, 16, 18, 31]

Лабораторна робота № 43

ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ КИСНЕВОГО ДАТЧИКА (ЛЯМБДА-ЗОНДА)

Мета роботи

Закріпити отримані знання по керуванню составом суміші в бензинових двигунах. Одержати практичні знання по діагностиці лямбда-зонда бензинових двигунів. Знайти точки підключення до кисневого датчика; визначити стан лямбда-зонда автомобіля, використовуючи різне встаткування.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Volkswagen
2. Осцилограф
3. Вольтметр
4. Лямбда-зонди

Загальні відомості

Жорсткі екологічні норми давно узаконили застосування на автомобілях каталітичних нейтралізаторів – пристроїв, що сприяють зниженню змісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Але каталізатор ефективно працює лише за певних умов. Без постійного контролю состава паливно-повітряної суміші забезпечити каталізаторам тривалу роботу неможливо – через бідну суміш каталізатори перегріваються, а через багату забиваються сажею. Для контролю за составом суміші на автомобілях встановлюють датчики змісту кисню (рис.43.1) у відпрацьованих газах.

Назва датчика походить від грецької букви λ (лямбда), що в автомобілебудуванні позначає коефіцієнт надлишку повітря в паливно-повітряній суміші.

При оптимальному составі цієї суміші, коли на 14,7 частин повітря доводиться 1 частина палива, λ дорівнює 1 (рис.43.2). «Вікно»

ефективної роботи каталізатора дуже вузьке: $\lambda = 1 \pm 0,01$. Забезпечити таку точність можливо тільки за допомогою систем живлення з електронним (дискретним) упорскуванням палива й при використанні в ланцюзі зворотного зв'язку лямбда-зонда.

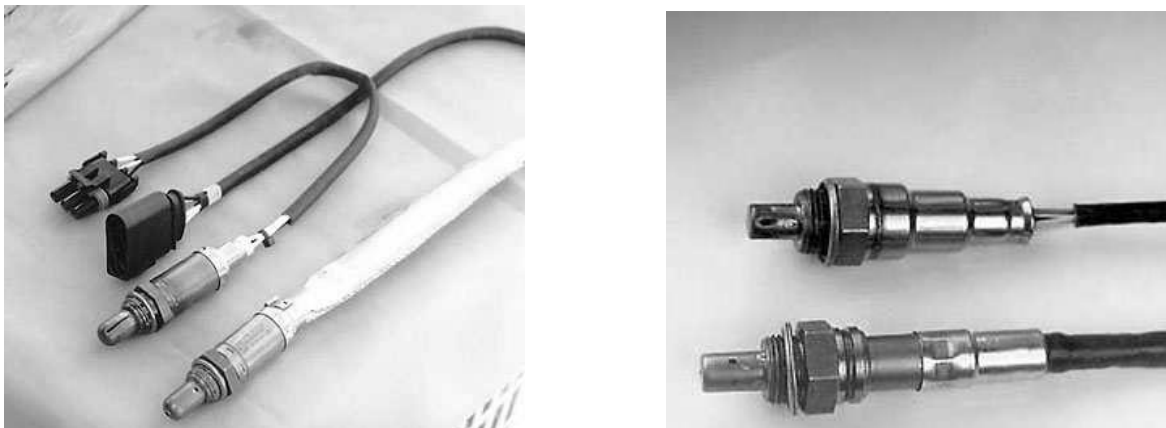


Рис.43.1. Зовнішній вигляд лямбда-зонда

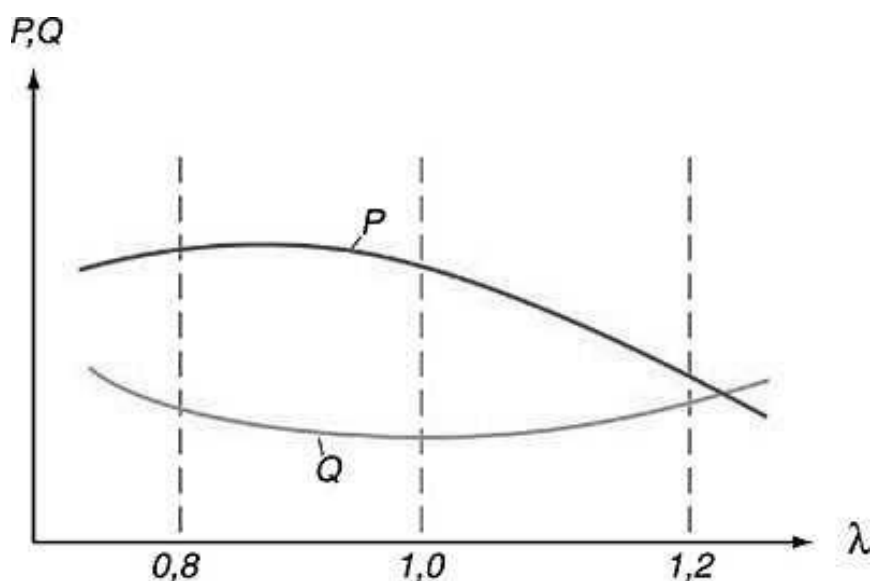


Рис.43.2. Залежність потужності двигуна (P) і витрати палива (Q) від коефіцієнта надлишку повітря (λ)

Розташування лямбда-зонда. Надлишок повітря в суміші вимірюється досить оригінальним способом – шляхом визначення у вихлопних газах змісту залишкового кисню (O_2). Тому лямбда-зонд і знаходиться у випускному колекторі перед каталізатором (рис.43.3).

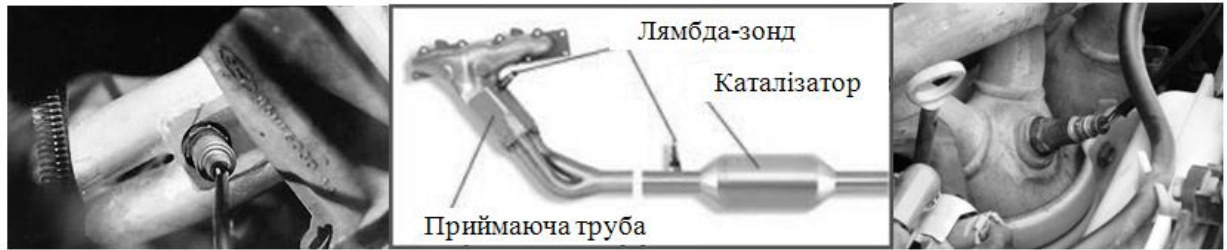


Рис.43.3. Розташування лямбда-зонда

Електричний сигнал датчика зчитується електронним блоком керування системи упорскування палива (ЕБУ), а той у свою чергу оптимізує состав суміші шляхом зміни кількості палива, яке подається у циліндри. На деяких сучасних моделях автомобілів є ще один лямбда-зонд. Розташований він на виході каталізатора. Цим досягається більша точність приготування суміші і контролюється ефективність роботи каталізатора.

Принцип дії лямбда-зонда. Лямбда-зонд діє за принципом гальванічного елемента із твердим електролітом у вигляді кераміки з діоксида цирконію (ZrO_2). Кераміка легована оксидом іттрию, а поверх її напилуються струмопровідні пористі електроди із платини. Один з електродів обмивається вихлопними газами, а другий – повітрям з атмосфери (рис.43.4).

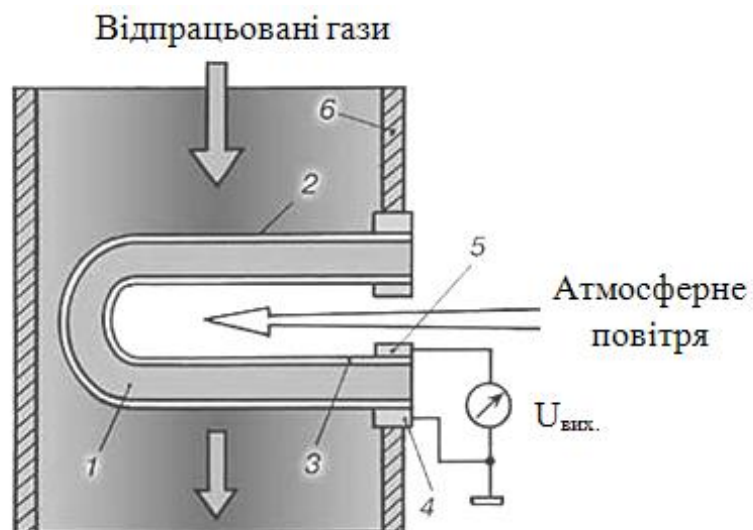


Рис.43.4. Схема датчика

Ефективне вимірювання залишкового кисню в газах лямбда-зонд забезпечує після розігріву до температури 300 – 400°C. Тільки

в таких умовах цирконієвий електроліт набуває провідності, а різниця в кількості атмосферного кисню й кисню у вихлопній трубі веде до появи на електродах лямбда-зонда вихідної напруги.

При пуску й прогріві холодного двигуна керування упорскуванням палива здійснюється без участі цього датчика, а корекція состава паливно-повітряної суміші здійснюється по сигналах інших датчиків (положення дросельної заслінки, температури охолодної рідини, числа обертів колінчастого валу й ін.). Особливістю цирконієвого лямбда-зонда є те, що при малих відхиленнях состава суміші від ідеального (0,97...1,03) напруга на його виході змінюється стрибком в інтервалі 0,1 – 0,9В (рис.43.5). Крім цирконієвих, існують кисневі датчики на основі двоокису титана (Ti_2). При зміні змісту кисню (O_2) у відробивших газах, вони змінюють свій об'ємний опір

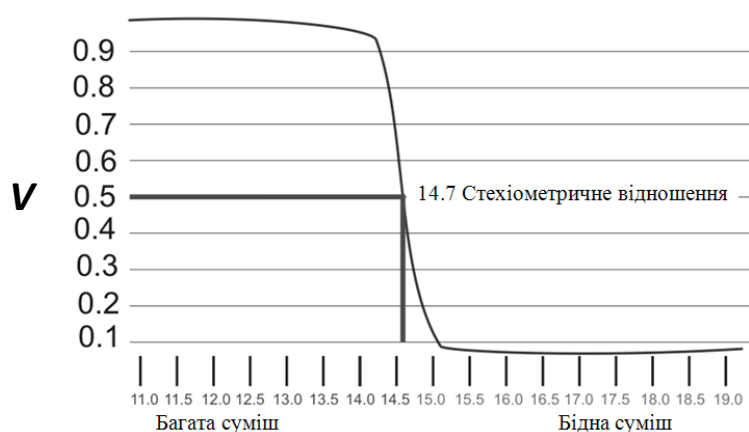


Рис.43.5. Залежність напруг лямбда-зонда від коефіцієнта надлишку повітря (λ) при температурі датчика 500-800°C

Генерувати ЕДС титанові датчики не можуть; вони конструктивно складні й дорожче цирконієвих, тому, незважаючи на застосування в деяких автомобілях (Nissan, BMW, Jaguar), широкого поширення не одержали.

Конструкція лямбда-зонда. Типову конструкцію лямбда-зонда подано на рис.43.6.

Несправності лямбда-зонда. Перелік можливих несправностей лямбда-зонда досить великий і деякі з них (втрата чутливості, зменшення швидкодії) самодіагностикою автомобіля не фіксуються.

Тому остаточне рішення про заміну датчика можна прийняти тільки після його ретельної перевірки.

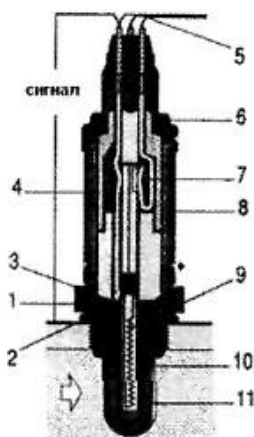


Рис.43.6. Будова датчика: 1 – металевий корпус із різьбленням; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – струмознімач електричного сигналу; 4 – ізолятор (кераміка); 5 – джгут проводки; 6 – ущільнювальна манжета проводів; 7 – токопровідний контакт ланцюга підігріву; 8 – зовнішній захисний екран з отворами для атмосферного повітря; 9 – спіраль підігріву; 10 – керамічний наконечник; 11 – захисний екран з отворами для вихлопних газів

При згорілому або відключеному лямбда-зонді зміст СО зростає на порядок: від 0,1 – 0,3% до 3 – 7% і зменшити його значення не завжди вдається, тому що запасу ходу гвинта якості суміші може не вистачити (на деяких автомобілях, наприклад, Daewoo є так званий «гвинт СО»). В автомобілях, система корекції яких має два кисневих датчики, справа ще складніша. У випадку відмови другого лямбда-зонда (або «пробивання» секції каталізатора) домогтися нормальної роботи двигуна практично неможливо.

Лямбда-зонд – найбільш уразливий датчик автомобіля із системою упорскування. Його ресурс становить 40 – 80 тис. км залежно від умов експлуатації й справності двигуна. Поганий стан маслознімальних кілець, потрапляння антифризу в циліндри й випускні трубопроводи, збагачена паливно-повітряна суміш, збої в системі запалювання сильно скорочують строк його служби. Застосування етильованого бензину категорично неприпустимо – свинець «отрує» платинові електроди лямбда-зонда за кілька безконтрольних заправок.

Порядок виконання роботи

Перевірка лямбда-зонда за допомогою вольтметра. Прогріти автомобіль. Знайти на автомобілі місце розташування лямбда-зонда. Підключити щуп вольтметра на інформаційний провід. Другий провід на «-» акумуляторної батареї. Запустити двигун і спостерігати за показаннями вольтметра.

Перевірка лямбда зонда за допомогою осцилографа. Прогріти автомобіль. Знайти на автомобілі місце розташування лямбда-зонда. Підключити щуп осцилографа на інформаційний провід. Зняти осцилограму з лямбда-зонда й проаналізувати.

В обох випадках перевірку необхідно проводити на різних обертах двигуна (табл..43.1).

Таблиця 43.1

Протокол випробувань

Оберти двигуна	Мінімальна напруга, В	Максимальна напруга, В	Частота зміни сигналу, Гц
800 хв ⁻¹			
2500 хв ⁻¹			

Контрольні запитання

1. Що називають стехіометричною сумішшю?
2. Для яких цілей установлюється лямбда-зонд?
3. Що впливає на роботу лямбда-зонда і як він впливає на роботу двигуна?
4. У чому полягає принцип дії лямбда-зонда?
5. Де розташований лямбда-зонд і як визначити інформаційний провід?
6. Можливі несправності лямбда-зонда?
7. Як перевірити лямбда-зонд?
8. Чи взаємозамінні лямбда-зонди? Чому?
9. Як замінити лямбда-зонд?

Література [35, 40]

Лабораторна робота № 44

ДІАГНОСТУВАННЯ ДАТЧИКІВ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ

Мета роботи

Освоїти методи діагностування датчиків мікропроцесорної системи керування двигуном. Ознайомитися із пристроєм, принципом дії та робочими характеристиками датчиків. Вивчити місця розташування датчиків на автомобілі. Вивчити симптоми несправностей датчиків. Зробити перевірку технічного стану датчиків.

Устаткування та прилади

1. Мультиметр.
2. Діагностична стійка Bosch 720.
3. Комплект допоміжного інструмента.
4. Датчик масової витрати повітря.
5. Датчик температури.
6. Датчик положення дросельної заслінки.
7. Датчик концентрації кисню у відпрацьованих газах (λ -зонд).
8. Датчик фаз.

Зміст і порядок виконання роботи

Датчик масової витрати повітря фірми Bosch або GM розташований між фільтром і шлангом впускної труби. У ньому перебувають температурні датчики та нагрівальний резистор.

Минаюче повітря прохолоджує один з датчиків, а електронна схема датчика перетворить цю різницю температур у вихідний сигнал для електронного блоку керування.

У різних варіантах систем впорскування палива можуть застосовуватися датчики масової витрати повітря двох типів. Вони відрізняються по пристрою і по характеру видаваного сигналу, який може бути частотним або аналоговим.

У першому випадку залежно від витрати повітря змінюється частота сигналу, а в другому випадку – напруга. ЕБК (електронний блок керування) використовує інформацію від датчика масової витрати повітря (рис.44.1 – 44.3) для визначення тривалості імпульсу відкриття форсунок.

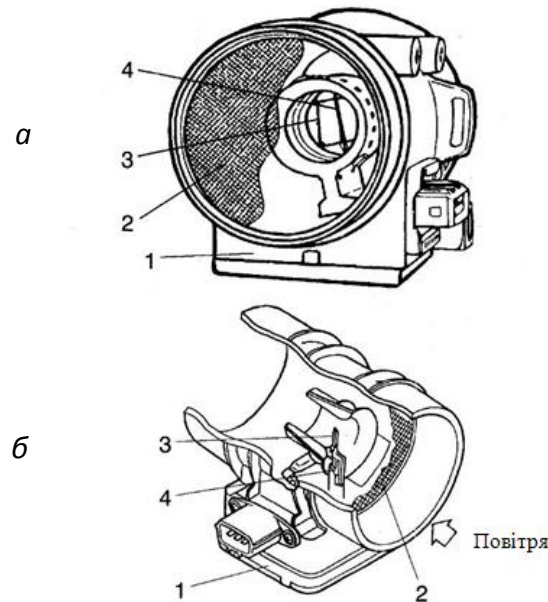


Рис.44.1. Конструкція термоанемометричних датчиків витрати повітря із дровим (а) і плівковим (б) вимірювальними елементами: 1 – корпус; 2 – штахет-стабілізатор потоку; 3 – вимірювальний елемент; 4 – термокомпенсаційний резистор

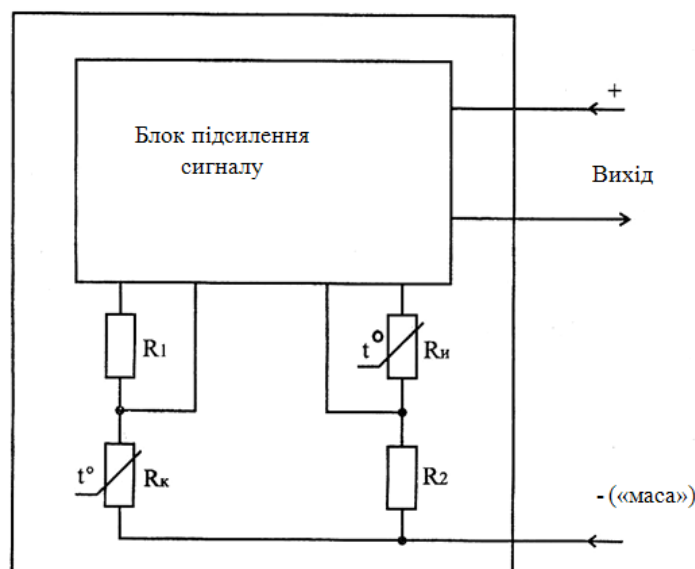


Рис.44.2. Узагальнена електрична схема термоанемометричних датчиків витрати повітря: $R_{и}$ – вимірювальний елемент; $R_{к}$ – термокомпенсаційний резистор; R_1, R_2 – елементи вимірювальної схеми

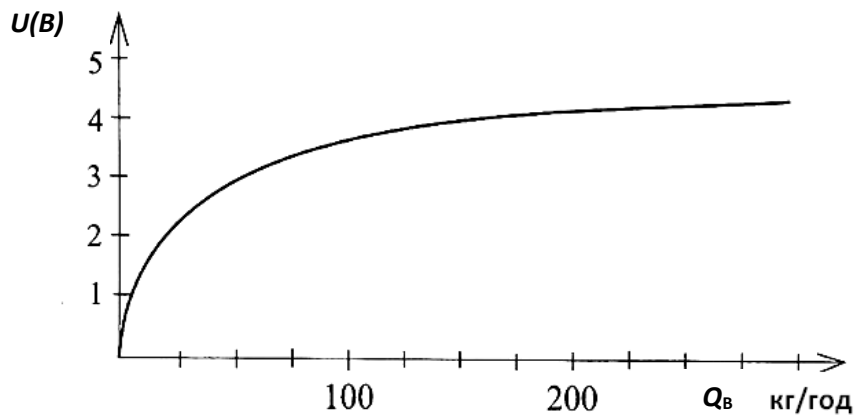


Рис.44.3. Приклад вихідної характеристики термоанемометричного датчика витрати повітря

Датчики температури. Практично всі застосовувані в цей час датчики температури виконані на основі напівпровідникових резисторів, що мають негативний температурний коефіцієнт опору (ТКР). Опір таких датчиків зменшується зі збільшенням температури. Конструкція такого датчика показана на рис.44.4.

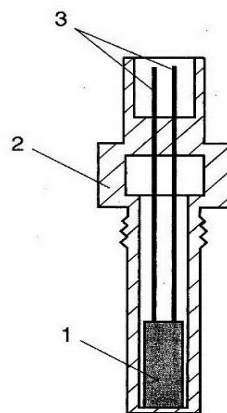


Рис.44.4. Конструкція датчика температури охолоджуючої рідини:
1 – напівпровідниковий резистор; 2 – металевий корпус; 3 – електричні контакти

Характеристики датчиків, застосовуваних різними виробниками, відрізняються друг від друга, однак у принципі вони схожі.

Типова залежність опору датчика від температури охолодної рідини представлена на рис.44.5 практично такі ж характеристики мають і датчики температури всмоктуваного повітря. Більше того, дуже часто в датчиках температури охолоджувальної рідини та

всмоктуваного повітря використовується той самий тип терморезистора.

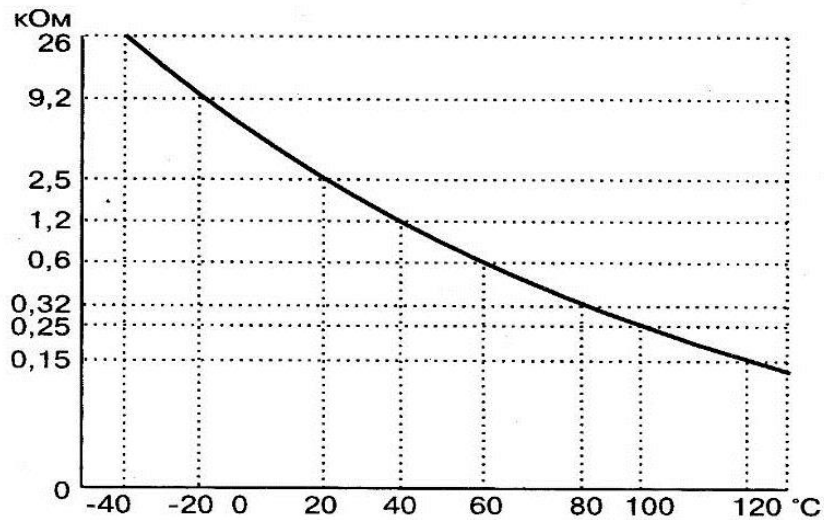


Рис.44.5. Типова характеристика датчика температури

У цьому випадку такі датчики відрізняються тільки конструкцією корпусу (рис.44.6).

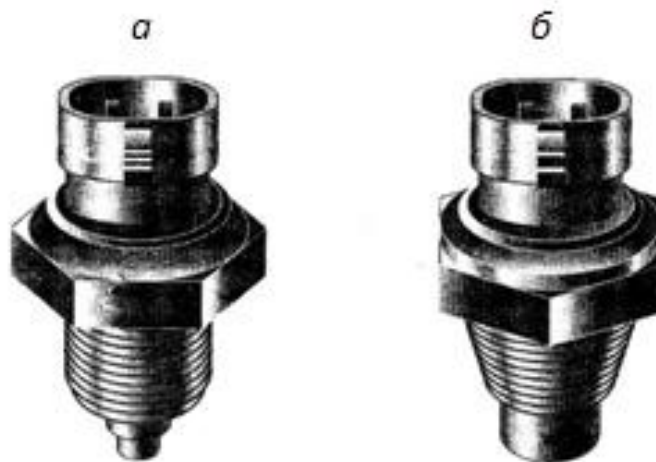


Рис.44.6. Датчики температури повітря у впускному колекторі (а) і охолоджувальної рідини (б)

Датчик положення дросельної заслінки (ДПДЗ). У деяких системах керування двигуном колишніх років застосовувалися датчики крайніх положень дросельної заслінки на основі кінцевих мікро-вимикачів (рис.44.7).

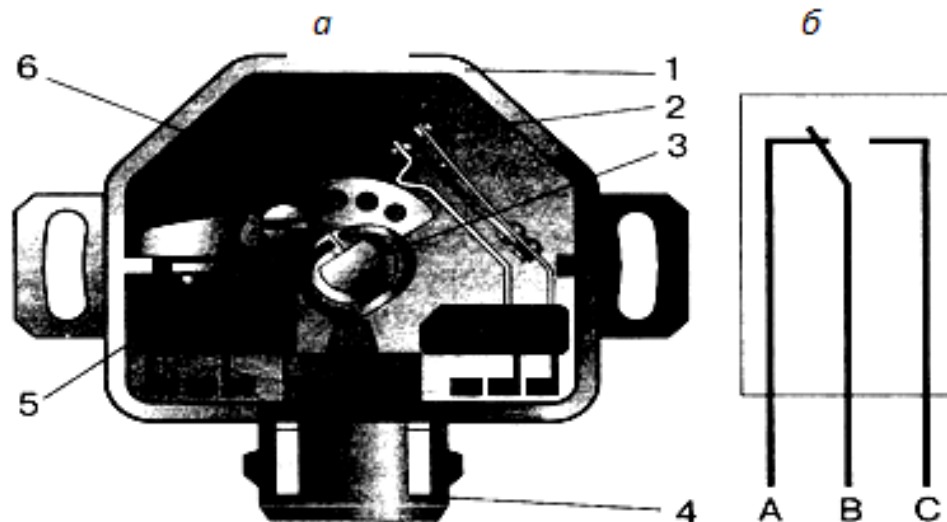


Рис.44.7. Датчик положення дросельної заслінки кінцевого типу: конструкція (а); електрична схема (б); 1 – корпус; 2 – контакти повного навантаження; 3 – вісь дросельної заслінки; 4 – електричне рознімання; 5 – мікрореле холостого ходу; 6 – ексцентрик

Мікро-вимикач «холостого ходу» і мікро-вимикач «повного навантаження». Кожен з кінцевих мікро-вимикачів може приймати одне з двох можливих станів – «замкнений» або «ні». В залежності від поточного стану мікро-вимикача, напруга його вихідного сигналу може приймати значення відповідне низького рівня сигналу (зазвичай це значення дорівнює 0В), або відповідне високого рівня сигналу (зазвичай це значення дорівнює 5В, або 12В).

Перевірка справності кінцевого мікро-вимикача проводиться шляхом вимірювання опору датчика з допомогою омметра. Опір розімкнутого мікро-вимикача повинен прагнути до нескінченності. Коли мікро-вимикач замкнений, його опір не повинно перевищувати значення 1 Ом. При цьому слід звернути увагу на стабільність опору мікро-вимикача в стані «замкнений» при декількох його спрацюваннях. Після кожного перемикаччя вимикача в стан «замкнений» омметр повинен показувати одне і те ж значення опору датчика з відхиленням не більше 0,1 Ом. Змінні величини опору мікро-вимикача в стані «замкнений» можуть бути ознакою утворення мікротріщин в області сполучення вихідних клем вимикача з роз'ємом датчика, або ознакою підгоряння контактів датчика.

Сигнал ДПДЗ використовується контролером системи управління двигуном для розрахунку кутового положення дросельної заслінки. ДПДЗ монтується на дросельному патрубку, при повороті дросельної заслінки її вісь передає свій рух на датчик. ДПДЗ являє собою резистор потенціометричного типу (рис.44.8).

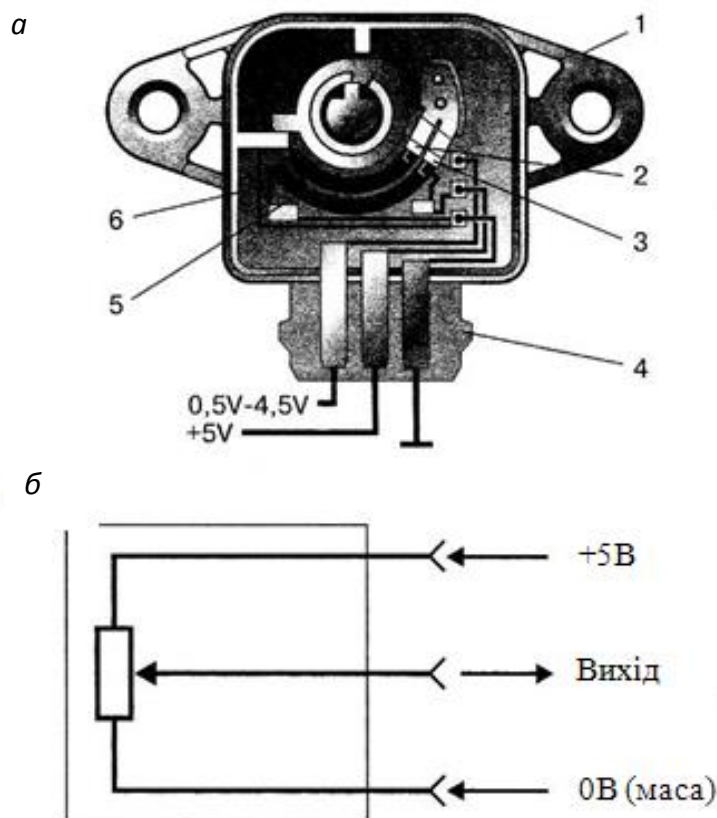


Рис.44.8. Датчик положення дросельної заслінки потенціометричного типу: конструкція (а); схема підключення (б); 1 – корпус; 2,3 – ковзні контакти; 4 – рознімання; 5,6 – резистивні доріжки

На одне плече потенціометра подається опорне напруга з контролера, друге плече з'єднане з «масою». Третій контакт датчика з'єднаний з рухомим контактом потенціометра. Вихідний сигнал ДПДЗ змінюється пропорційно куті повороту дросельної заслінки. При повністю закритій дросельної заслінки напруга датчика становить 0,35-0,7В, а при повністю відкритій – 4,05-4,75В (рис.44.9).

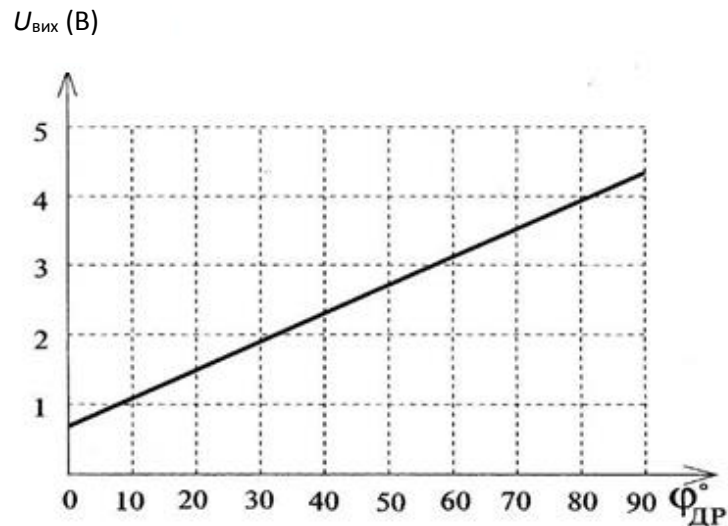


Рис.44.9. Характеристика потенціометричного датчика положення дросельної заслінки

Мінімальне значення напруги датчика, обумовлене контролером на режимі холостого ходу, використовується як початок відліку, тобто 0% відкриття дросельної заслінки. За сигналом ДПДЗ контролер визначає поточний режим роботи двигуна. Повністю закрыта дросельна заслінка відповідає режиму холостого ходу. При великих кутах відкриття дросельної заслінки відбувається перехід на потужностний режим роботи, при якому досягається максимальний момент або максимальна потужність двигуна. При проміжних значеннях відкриття дросельної заслінки (режим часткових навантажень) контролер підтримує стехіометричний склад паливоповітряної суміші. За сигналами датчика положення колінчатого вала і датчика положення дросельної заслінки контролер визначає навантаження двигуна. Цей параметр використовується для розрахунку паливоподачі і кута випередження запалювання КВЗ у разі несправності датчика масової витрати повітря.

Для компенсації короткочасного збіднення паливоповітряної суміші при швидкому відкритті дросельної заслінки контролер розраховує добавку до базової паливоподачі, використовуючи інформацію про збільшенні сигналу ДПДЗ.

Датчики частоти обертання і положення. У мікропроцесорних системах запалювання для формування сигналу частоти обертання і положення колінчатого вала застосовуються індукційні датчики, які встановлюються в безпосередній близькості від зубів

спеціального диска, закріпленого на колінчатому валу (рис.44.10, *a*). Основу датчика становить магніт 1, котушка з обмоткою 5 і сердечник 4. Принцип дії датчика заснований на зміні величини магнітного потоку при проходженні зубів диска поблизу сердечника датчика.

У більшості випадків маркерні диски мають конструкцію, що дозволяє при використанні всього одного датчика одержати сигнал, що містить інформацію, як про частоту обертання колінчатого вала, так і про його кутове положення. Для цього використовується диск із пропущеним зубом (рис.44.10, *б*).

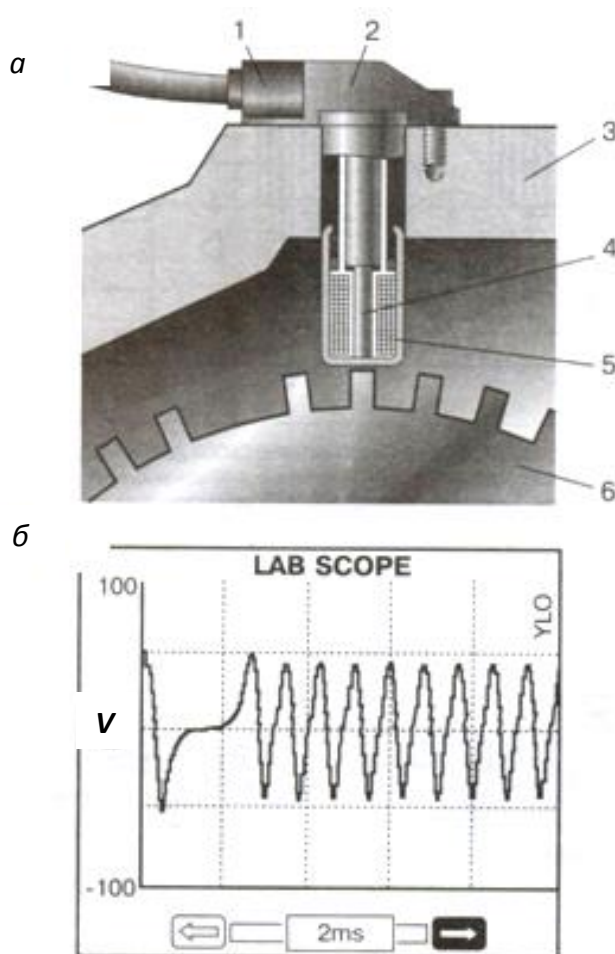


Рис. 44.10. Індукційний датчик частоти обертання колінчатого вала: конструкція (*a*); сигнал (*б*); 1 – постійний магніт; 2 – корпус; 3 – стінка блоку циліндрів або картера коробки передач; 4 – сердечник; 5 – обмотка; 6 – маркерний диск

Датчик концентрації кисню (λ -зонд) застосовується в систе-

мі впорскування зі зворотним зв'язком і встановлюється на прийомній трубці глушителей. Кисень, що втримується у відпрацьованих газах реагує з датчиком кисню, створюючи різницю потенціалів на виході датчика. Вона змінюється приблизно на 0,1 В (високий зміст кисню – бідна суміш) до 0,9 В (мало кисню – багата суміш). Для нормальної роботи датчик повинен мати температуру не нижче 360⁰ С. Тому для швидкого прогріву після пуску двигуна в датчик вбудований нагрівальний елемент. Відслідковуючи вихідну напругу датчика концентрації кисню, контролер визначає, яку команду по коректуванню складу робочої суміші подавати на форсунки. Якщо суміш бідна (низька різниця потенціалів на виході датчика), то дається команда на збагачення суміші. Якщо суміш багата (висока різниця потенціалів), дається команда на збідніння суміші.

Датчики детонації. Найпоширенішим типом датчика детонації на сучасних автомобілях є п'єзоелектричний перетворювач. Принцип роботи такого датчика полягає в перетворенні вібрації яких-небудь поверхонь двигуна (наприклад, стінки головки циліндрів) в електричний сигнал.

Багато виробників застосовують широкополосні датчики детонації (рис.44.11), власна резонансна частота яких досить висока (більше 20...30 кГц). У цьому випадку необхідна резонансна характеристика формується в електронному блоці обробки сигналу детонації.

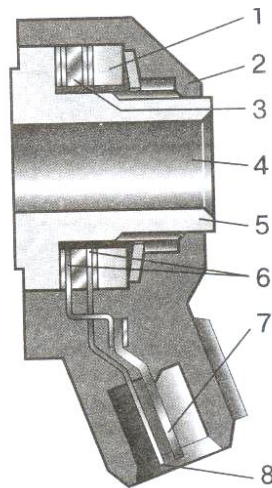


Рис.44.11. Конструкція датчика детонації фірми BOSCH: 1 – гравітаційна маса; 2 – корпус; 3 – п'єзокерамічне кільце; 4 – отвір для болта кріплення; 5 – металева втулка; 6 – контактні пластини; 7, 8 – контакти рознімання

Контрольні запитання

1. Яким чином індукційний датчик частоти обертання і положення колінчатого вала забезпечує роботу мікропроцесорної системи керування двигуном?
2. Що забезпечує зворотний зв'язок у мікропроцесорній системі керування двигуном?
3. Принцип дії п'єзоелектричного датчика детонації.

Література [9, 31]

Лабораторна робота № 45

ДІАГНОСТИКА ЗАГАЛЬНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Вивчити симптоми несправностей електроустаткування, придбавши навички його діагностування за допомогою мотор-тестера МТ-100.

Устаткування та прилади

1. Мотор-тестер МТ-100.
2. Двигун автомобіля ВАЗ-2108.
3. Плакати по електроустаткуванню автомобіля.

Зміст і прядок виконання роботи

Прогріти двигун до робочої температури охолоджувальної рідини (85...90(3)). Зробити візуальний контроль елементів електроустаткування. Перевірити надійність кріплення елементів електроустаткування, надійність з'єднання проводів, звернувши особливу увагу на виводи АКБ і генератора (окислені виводи та наконечники проводів зачистити і змазати технічним вазеліном). Перевірити натяг ременя генератора. Установити мотор-тестер поблизу автомобіля, що проходить діагностику.

Підключити мотор-тестер до ланцюга електроустаткування відповідно до інструкції по його експлуатації (рис.45.1). Для цього необхідно виконати наступні операції:

- затискач «Кр» лабораторного типу «крокодил» приєднати до клеми «К» котушки запалювання;
- датчик «L» (синього кольору) надягти на високовольтне проведення першого циліндра так, щоб стрілка на датчику була спрямована до свічі;
- датчик «L» (синього кольору) надягти на високовольтне прове-

- дення першого циліндра так, щоб стрілка на датчику була спрямована до свічі;
- датчик «С» (червоного кольору) надягти на високовольтне проведення, де буде вимірюватися напруга іскрового пробую;
 - низьковольтний щуп «П» приєднати до досліджуваної точки ланцюга електроустаткування автомобіля;
 - затискач живлення «-» (білого кольору) з'єднати з мінусовим виводом АКБ;
 - затискач живлення «+» (червоного кольору) з'єднати із плюсовим виводом АКБ.

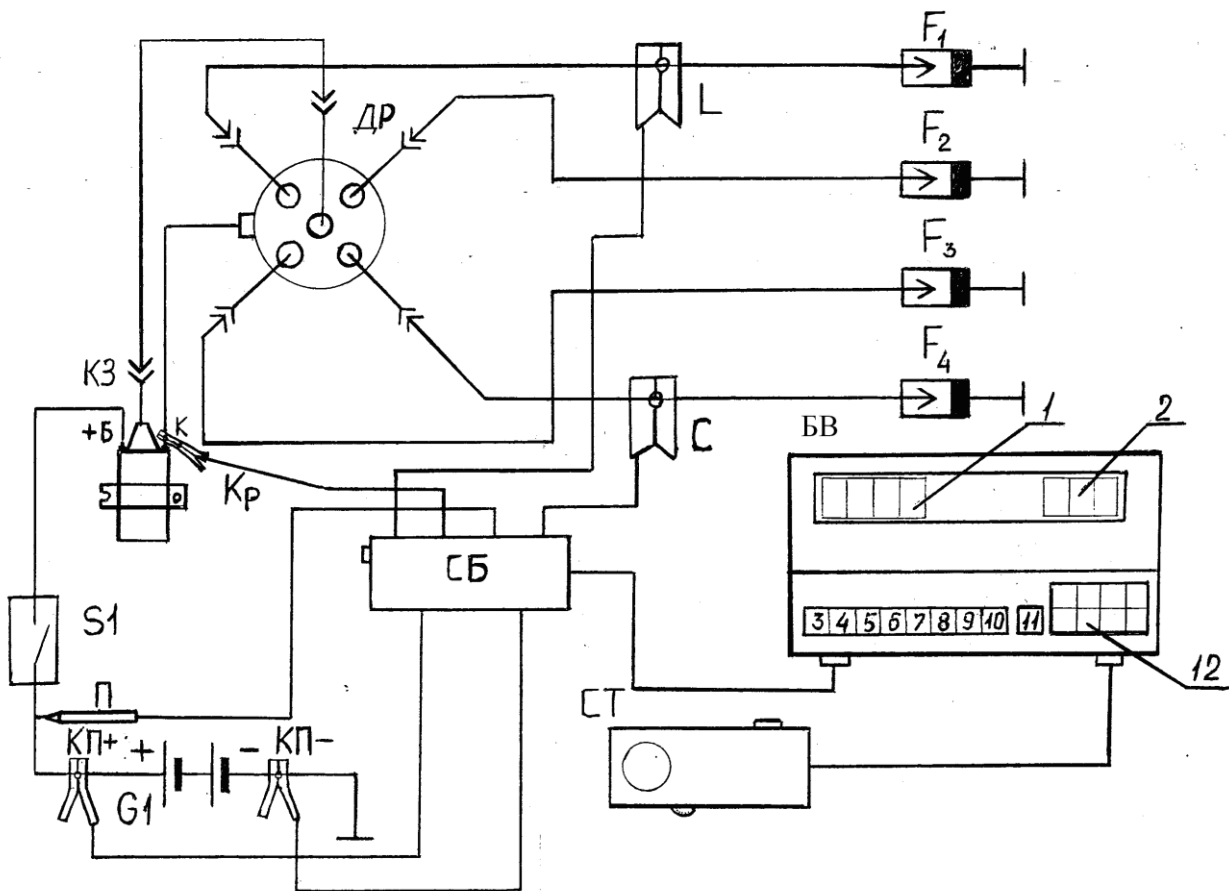


Рис.45.1. Схема підключення мотор-тестера МТ-100: БВ – блок вимірювальний; СТ – стробоскоп; СБ – сполучний блок; S1 – вимикач запалювання; КЗ – котушка запалювання; ДР – датчик розподільник; F1–F4 – свічі запалювання; G1 – АКБ; П – низьковольтний щуп; L – датчик «L» синіх кольорів; С – датчик «С» червоних кольорів; КП+ – затискач «+» червоних кольорів; КП – затискач «-» білих кольорів; Кр – наконечник типу «крокодил»; 1 – чотирьохрозрядний індикатор; 2 – трьохрозрядний індикатор; 3–10 – кнопки вибору режимів; 11 – кнопка скасування «RESET»; 12 – кнопка встановлювання кількості циліндрів

Після підключення мотор-тестера до плюсової клеми АКБ натисніть кнопку 11 «RESET» початкової установки. При цьому на індикаторі 2 повинне з'явитися значення напруги на низьковольтному щупі «П».

Увага. При роботі з мотор-тестером необхідно пам'ятати наступне: при натисканні кнопки 11 «RESET» процесор мотор-тестера переводиться в початковий стан, при цьому число циліндрів за замовчуванням автоматично встановлюється рівним 4. Якщо двигун автомобіля виключений або швидкість обертання колінвала нижча мінімального значення, то на індикаторі 1 з'являється напис «EEEE», а на індикаторі 2 – напис «EEE».

Примітка. При роботі з мотор-тестером необхідно оберегти датчик «L» від ударів щоб уникнути ушкодження феритового осерця.

Виміряти напругу АКБ. Для цього натиснути кнопку 3 і приєднати щуп «П» до плюсової клеми акумулятора. Результати всіх вимірів слід занести до протоколу випробувань (табл. 45.1). Запустити двигун. На індикаторі 1 вимірювального блоку «БИ» з'явиться значення частоти обертання колінчатого вала двигуна.

Ввімкнути режим установки кількості циліндрів (кнопка 10). Натисканням однієї із кнопок 12 встановити число циліндрів, згідно перевірки. Виміряти напругу в бортовій мережі автомобіля, що перевіряється. Для цього необхідно:

- встановити режим виміру напруги постійного струму, натиснувши кнопку 3;
- підключити щуп «П» до контрольованого ланцюга (клема «+» АКБ). Значення обмірюваної напруги відображається на індикаторі 2 у десятковій формі із плаваючою комою.

Виміряти кут замкнутого стану контактів (КЗСК) переривника. Для цього необхідно:

- встановити режим виміру КЗСК переривника, натиснувши на кнопку 6;
- зафіксувати показання індикатора 2 та значення КЗСК при різних швидкостях обертання колінвалу двигуна.

Виміряти кут випередження запалювання. Для цього необхідно:

- встановити режим виміру кута випередження запалювання, на-

- натиснувши кнопку 7;
- направити промінь стробоскопа на шків колінчатого вала, натиснувши на кнопку;
 - обертаючи регулятор на корпусі стробоскопа, домогтися сполучення стробоскопічної мітки на шківі із приливом на блоці розподільних шестірень;
 - співмістити мітки. Обмірюване значення кута випередження запалювання буде висвітлено на індикаторі 2.

Примітка. При необхідності регулювання початкового кута випередження запалювання слід встановити необхідне значення кута на заданій швидкості обертання колінвалу за допомогою регулятора на стробоскопі, і обертанням корпусу переривника-розподільника домогтися співпадання міток.

Виміряти асинхронізм іскроутворення. Для цього необхідно встановити режим виміру асинхронізма іскроутворення, натиском кнопки 9. Обмірюване значення в процентному вираженні відобразиться на індикаторі 2.

Виміряти амплітуди пробою іскрового проміжку у свічі запалювання. Для цього необхідно:

- встановити режим виміру амплітуди напруги пробою іскрового проміжку, натиском кнопки 5;
- встановити датчик «С» (червоного кольору) на високовольтний провід свічі циліндра, що перевіряється.

Виміряне значення амплітуди напруги пробою іскрового проміжку в кВ відображається на індикаторі 2. При вимірі цього параметра варто пам'ятати, що значення високовольтної напруги відображається для кожної миті виміру, проведеного один раз у секунду, і зміни показань щодо середнього значення відображають реальний характер зміни амплітуди напруги пробою іскрового проміжку у свічі запалювання.

Виміряти амплітуду імпульсної напруги первинної обмотки котушки запалювання (КЗ). Для цього необхідно встановити режим виміру амплітуди імпульсної напруги на первинній обмотці КЗ, натиснувши кнопку 4. Обмірюване значення напруги у вольтах відобразиться на індикаторі 2.

Перевірка генератора. Для цього необхідно:

- встановити режим виміру постійного струму, натиском кноп-

ки 3;

- за допомогою повітряної заслінки карбюратора встановити швидкість обертання колінвалу двигуна 1800...2000 хв⁻¹;
- ввімкнути споживачі електроенергії (наприклад, далеке світло фар). Обмірюване значення напруги відобразиться на індикаторі 2 у десятковій формі із плаваючою комою і повинне бути в межах 13,8...14,0 В.

Результати всіх вимірів занести до протоколу (табл.45.1).

Таблиця 45.1

Протокол діагностування електроустаткування автомобіля

Вимірюваний параметр	Умови діагностування	Отримане значення	Норма
Напруга на АКБ, В	Двигун не запущений		Не менш 12,5 В
Напруга на виході генератора	При $n_{xx} - 1800 \text{ хв}^{-1}$		13,8–14,0 В
КЗСК (кут замкнутого стану контактів), градуси	По ТУ для автомобіля, що перевіряється		Не нормується для БТСЗ
Амплітуда пробою іскрового проміжку у свічах запалювання, кВ	По циліндрах	1 2 3 4	8–12 кВ
Амплітуда імпульсної напруги на первинній обмотці КЗ, В	По ТУ для автомобіля, що перевіряється		200–300 В
Початковий кут випередження запалювання, градуси	При $n_{xx} - 850 \text{ хв}^{-1}$		1°
Асинхронізм іскроутворення	При $n_{xx} - 850 \text{ хв}^{-1}$		3°

За результатами діагностування зробити висновок щодо технічного стану електроустаткування, надавши рекомендації з регулювання та усунення виявлених несправностей.

Контрольні запитання

1. У чому полягає зовнішній огляд електроустаткування автомобіля?
2. Який порядок підключення мотор-тестера до електроустаткування автомобіля?
3. Які параметри електроустаткування автомобіля можуть бути визначаються за допомогою мотор-тестера МТ–100?
4. Як визначається напруга генератора?
5. У чому відмінність установки кута замкнутого стану контактів за допомогою щупа і за допомогою мотор-тестера?

Література [4, 7, 28, 33]

Лабораторна робота № 46

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ЗАРЯДКА АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Мета роботи

Придбати навички послідовності доведення акумуляторних батарей (АКБ) до робочого стану, та проведення їхнього технічного обслуговування і зарядження різними методами

Устаткування та прилади

1. Випрямляч типу ВСА–5А.
2. Навантажувальна вилка ЛЕ–2, Е–108, Е–107.
3. Денсиметр із піпеткою для виміру густини електроліту.
4. Комплект пристосувань та інструменти.
5. Акумуляторні батареї.
6. Плакати з технічного обслуговування акумуляторних батарей та з розрізом акумуляторної батареї.

Зміст і порядок виконання роботи

Ознайомитися з плакатами по конструкції акумуляторних батарей та з розрізу акумуляторної батареї.

Порядок приведення сухозарядженої акумуляторної батареї в робочий стан:

- забезпечити вентиляцію АКБ (вийняти вентиляційні пробки кришок і видалити герметизуючи плівку або виступи вентиляційних отворів пробок);
- залити електроліт в батарею тонким струменем з кухля через скляну вирву (температура електроліту, що заливається, повинна бути в межах $+15...+45^{\circ}\text{C}$; щільність близько $1,27 \text{ г/см}^3$);
- припинити заливання електроліту, якщо дзеркало електроліту торкнеться нижнього торця горловини кришки (при відсутності тубуса рівень електроліту повинен бути на $10...15 \text{ мм}$ ви-

щим рівня пластин, рівень контролюють за допомогою спеціальної скляної трубки);

- виміряти температуру електроліту акумуляторної батареї (температура електроліту повинна бути не більше $+45^{\circ}\text{C}$);
- для просочення внутрішніх елементів електролітом дати вистоятися АКБ протягом 2–х годин;
- після цього заміряти густину електроліту, якщо вона за час вистоювання знизилася не більше ніж на $0,03 \text{ г/см}^3$, АКБ встановлюють на автомобіль для експлуатації, якщо знизилася більш ніж на $0,03 \text{ г/см}^3$ – АКБ необхідно попередньо підзарядити.

Зробити зовнішній огляд АКБ під час експлуатації. Визначити чистоту поверхні кришок і наявність тріщин у стінках моноблока, а також ступінь окислювання виводів. Погойдуванням виводів визначити люфт їх у свинцевих втулках. Перевірити чистоту вентиляційних отворів і рівень електроліту.

При зниженому рівні в акумуляторі доливають дистильовану воду. Рівень електроліту повинен бути вище запобіжного щитка в батареях 6СТ–55 на 5...10 мм, а в інших батареях на 10...15 мм.

При вивернутих пробках спостерігають за виділенням бульбашок газів з електроліту, бо їх наявність свідчить про утворення місцевих струмів в активній речовині електролітів. Вимірюють щільність електроліту з урахуванням температурного виправлення, значення якої в справних акумуляторах не повинна відрізнятись більш ніж на $0,01 \text{ г/см}^3$.

Провести очищення АКБ. При необхідності зачистити клеми АКБ, з'єднати з попередньо очищеними клемми з'єднувальних проводів, покривши зверху технічним вазеліном.

Очистити поверхню АКБ 10–процентним розчином кальцінованої соди (не допускаючи потрапляння розчину усередину АКБ), потім протерти поверхню чистим вологим дрантям.

Здійснити контроль щільності та електроліту. Величина щільності електроліту свідчить про ступінь зарядженості акумуляторної батареї.

Визначити щільність електроліту денсиметром:

- набрати в піпетку електроліт доти, поки денсиметр не спливе; мітка на шкалі, до якої поринув денсиметр, дає значення щіль-

ності електроліту;

- визначити за щільністю електроліту ступінь зарядженості батареї (табл.46.1).

З достатньою точністю можна прийняти, що зменшення щільності електроліту на $0,01 \text{ г/см}^3$ відповідає розрядженості акумулятора на 6%.

Якщо АКБ розряджена більш ніж на 25% взимку і більш ніж на 50% влітку, її необхідно зняти з автомобіля та зарядити в стаціонарних умовах.

Таблиця 46.1

Значення щільності електроліту АКБ

Ступінь розрядженості акумуляторної батареї, %	Кліматичні зони із середньою температурою (у січні, °С)			
	дуже холодна від –50 до –30	холодна від –30 до –15	помірна від –15 до –4	жарка від –4 до +10
0	1,31	1,29	1,27	1,25
25	1,27	1,25	1,23	1,21
50	1,23	1,21	1,19	1,17
75	1,19	1,17	1,15	1,13
100	1,15	1,13	1,11	1,09

Здійснити заряд акумуляторної батареї при сталому струмі:

- підключити акумуляторну батарею до зарядного пристрою, з'єднавши плюсовий полюс батареї з плюсовим полюсом джерела струму, а мінусовий – з мінусовим;
- повернути ручку реостата навантаження до упору ліворуч (на мінімум);
- установити перемикач «Режим роботи» у положення « $I_{ст}$ »;
- повернути перемикач «Мережа» ліворуч, установивши в положення «Вкл», при цьому займеться контрольна лампочка;
- установити ручкою реостата напругу, що забезпечує силу зарядного струму, рівну $0,1C_{20} \text{ А}$;
- зафіксувати показання амперметра і вольтметра;
- коректувати періодично силу зарядного струму та напругу;
- контролювати з періодичністю в 1 годину щільність електроліту

та температуру. Рекомендується при підвищенні температури електроліту до 45°C знижувати зарядний струм у два рази або переривати заряд для охолодження електроліту до $30\text{...}35^{\circ}\text{C}$;

- визначити кінець зарядження акумуляторів батареї (незмінна щільність протягом 3-х годин). Щільність електроліту в акумуляторах батареї не повинна відрізнятися більш ніж на $0,01\text{ г/см}^3$.

Здійснити зрівняльний заряд акумуляторної батареї:

- повторити перші чотири дії, які відбуваються при заряді акумуляторної батареї при сталому струмі;
- установити ручкою реостата величину струму, чисельно рівну $0,1C_{20}\text{ А}$;
- зняти показання амперметра і вольтметра;
- продовжувати заряд доти, поки у всіх акумуляторах буде спостерігатися постійна величина щільності електроліту та напруги протягом 3 годин;
- контролювати періодично температуру електроліту.

Провести форсований заряд акумуляторної батареї:

- повторити перші чотири дії, які відбуваються при заряді акумуляторної батареї при сталому струмі;
- установити ручкою реостата силу струму чисельно рівної $0,7C_{20}\text{ А}$ або $0,5C_{20}\text{ А}$ або $0,3C_{20}\text{ А}$;
- тривалість зарядки струмом $0,7C_{20}$ не повинна перевищувати 30 хв.; $0,5C_{20}$ – 45 хв.; $0,3C_{20}$ – 90 хв.
- зафіксувати показання амперметра і вольтметра;
- контролювати періодично температуру електроліту та величину струму.

Примітка. Застосування форсованого заряду повинне бути виключенням, тому що його систематичне багаторазове повторення для однієї і тієї ж акумуляторної батареї помітно скорочує строк її експлуатації.

Технічне обслуговування, методи зарядки та зберігання акумуляторної батареї наведені в роботах.

Вказівки до оформлення звіту

Записати результати зовнішнього огляду АКБ, значення щіль-

ності та рівня електроліту в акумуляторах обраної викладачем батареї. Обчислити за щільністю електроліту залишкову ємність АКБ. Записати висновки щодо необхідності технічних впливів по обслуговуванню та подальшому використанню АКБ.

Контрольні запитання

1. Яка послідовність операцій під час приведення сухозарядженої акумуляторної батареї в робочий стан?
2. Як зв'язані між собою щільність електроліту та ступінь зарядженості АКБ?
3. Які використовуються методи заряду акумуляторних батарей?
4. У чому полягають особливості заряду при сталому струмі і при сталій напрузі?
5. Які характерні ознаки перезаряду і недозаряду акумуляторної батареї в процесі експлуатації?

Література [7, 33]

Лабораторна робота № 47

ОЦІНКА РОЗРЯДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Мета роботи

Ознайомлення з параметрами класифікації, розрядними характеристиками та критеріями відбраковування акумуляторних батарей.

Устаткування та прилади

1. Акумуляторна батарея з номінальною напругою 12 В та номінальною ємністю до 200 А·год.;
2. Зарядний пристрій типу ВСА–5А, що забезпечує зарядний струм не менш 10% від номінальної ємності акумуляторної батареї;
3. Електричний навантажувальний пристрій;
4. Вимірник величини струму (струмова цанга) UT 200;
5. Мультиметр автомобільний UT 100 SERVIS;
6. Секундомір;
7. Комплект провідників і інструмента.

Зміст і порядок виконання роботи

Варто пам'ятати, що стартерні свинцеві акумуляторні батареї класифікують за номінальною напругою (6 і 12 В) і номінальною ємністю. Умовна позначка типу батареї (наприклад, 6СТ-55А) містить вказівку на кількість послідовно з'єднаних елементів у батареї (3 або 6), що характеризують її номінальну напругу (6 або 12 В). Вказівка на призначення по функціональній ознаці (СТ-стартерна), номінальну ємність в А·год. Й виконання (наприклад, А – з загальною кришкою). Останній компонент в позначенні може бути відсутній.

Таким чином, електрична ємність акумуляторної батареї є її

найважливішою характеристикою.

Розрізняють зарядну і розрядну ємності батареї. При постійному струмі заряду (розряду) зарядна (розрядна) ємність батареї дорівнює добутку струму на час заряду (розряду). Розрядна ємність завжди менше зарядної. Розрядна ємність зменшується зі збільшенням розрядного струму та зі зменшенням температури, (рис.47.1).

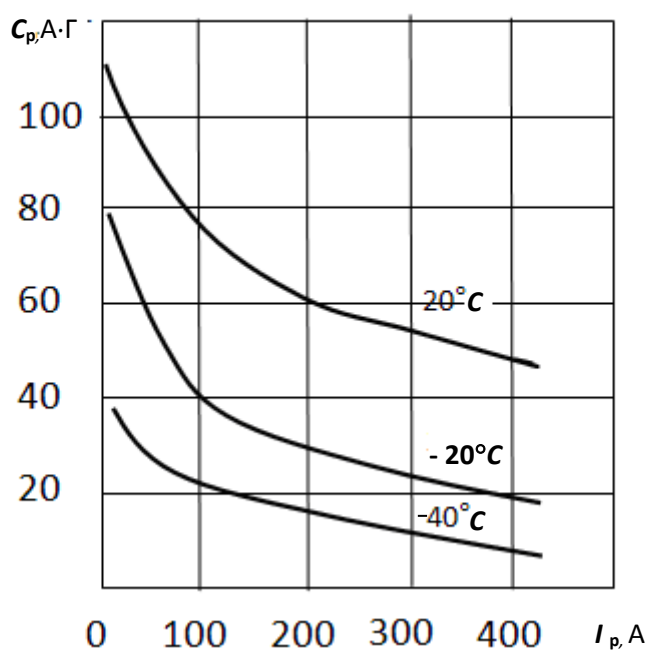


Рис.47.1. Залежність ємності акумуляторної батареї СТ-100А від величини розрядного струму при різній температурі

Тому завод-виготовлювач гарантує номінальну ємність при струмі 20-годинного розряду $I = 0,05C_{20}$, А, (де С – номінальна ємність батареї, А·год), та температурі електроліту від 18 до $27^{\circ}C$. Кінцева розрядна напруга – $10,5$ В. Батарея вибраковується, якщо ємність її стає меншою 40% від номінальної.

Важливим для експлуатації показником є «резервна ємність». За цим показником можна оцінювати здатність акумуляторної батареї забезпечувати необхідний мінімум електричного навантаження на автомобілі у випадку виходу з ладу генератора. Мінімум електричного навантаження складається зі струмів, що споживаються системами запалювання та освітлення, склоочисником і контрольно-вимірними приладами в режимі руху «зима, ніч», і становить величину порядку 25 А. Резервна ємність визначається часом розря-

ду (у хвилинах) повністю зарядженої акумуляторної батареї при температурі $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ струмом силою 25 ± 5 А до кінцевої напруги на акумуляторі, рівної 10,5 В.

Нормативний показник «резервна ємність» забезпечує більшу відповідність. Резервна ємність визначається часом розряду у хвилинах повністю зарядженої акумуляторної батареї при температурі $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ струмом величиною 25 ± 5 А до кінцевої напруги на акумуляторі, рівної 10,5 В режимі випробувань батареї умовам експлуатації її на автомобілі.

Для виміру резервної ємності необхідно провести такі операції:

- зарядити батарею до повної ємності;
- підключити до затискачів батареї вольтметр, див. рис.47.2;
- підключити батарею до розрядного пристрою;
- виставити розрядний струм 25 А;
- відконтролювати час розряду годинником із секундною стрілкою;
- закінчити розряд при досягненні напруги на затискачах батареї 10,5 В;
- зафіксувати резервну ємність батареї (у хвилинах).

Примітка: Розряд батареї проводити при температурі електродоліту $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$.

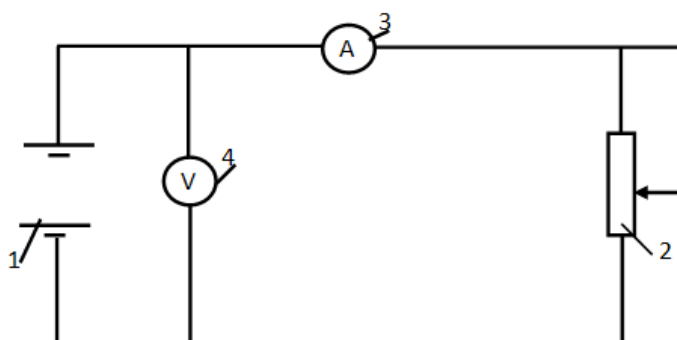


Рис.47.2. Електрична схема з'єднань: 1 – акумуляторна батарея; 2 – електричний навантажувальний пристрій; 3 – амперметр; 4 – вольтметр

Резервна ємність C_r пов'язана з ємністю C при 20-годинному розряді наступним співвідношенням:

$$C_p = \frac{C^2 + 266.6}{208,3}, \text{ хв.}, \quad (47.1)$$

$$C = -133,3 + \sqrt{17778 + 208,3C_p} \text{ А}\cdot\text{год.} \quad (47.2)$$

Процес визначення технічного стану акумуляторної батареї складається з наступних процедур:

Повний заряд батареї. Батареї, що не обслуговують, заряджають при температурі навколишнього середовища $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ при постійній напрузі $(14,4 \pm 0,1)$ В не менш 24 і не більше 30 год. Причому величина струму не повинна перевищувати $I_3 = 0,05C_{20}$ А.

Визначення резервної ємності у хвиликах. Розрахунок фактичної ємності батареї за формулою (47.2).

Порівняння фактичної і номінальної ємностей батареї і перевірка умови придатності батареї до подальшої експлуатації: $C_f \geq 0,4C$, А·год. У випадку не виконання цієї умови батарея вибраковується.

Примітка. При використанні великої кількості однотипних батарей доцільно для перевірки умови придатності батареї використати припустиму величину резервної ємності, розраховану згідно формулі 1.

Вказівка до оформлення звіту

Зафіксувати параметри, що супроводжують вимір резервної ємності. Сформулювати висновок про працездатність батареї, виходячи з величин номінальної і фактичної ємності батареї.

Контрольні запитання

1. З якою метою на акумуляторних батареях вказується її електрична ємність?
2. З яких елементів складається позначення акумуляторної батареї?
3. Який зміст має показник «резервна ємність» акумуляторної батареї?

Література [7, 16, 33]

Лабораторна робота № 48

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ЗМІННОГО СТРУМУ

Мета роботи

Набути практичні навички швидкого визначення технічного стану генератора безпосередньо на автомобілі та на стенді.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Skoda Octavia.
2. Стенд для перевірки приладів електроустаткування Elkon U400.
3. Автомобільний тестер UT 100 Servis.
4. Електронний осцилограф С1–107.

Генератор змінного струму сучасного автомобіля являє собою синхронний електродвигун і містить статорні обмотки, розміщені вздовж кола на шихтованому сердечнику: обмотку збудження, розміщену на якорі, що разом з магнітопроводом по суті являється обертовим електромагнітом; випрямний міст і регулятор напруги. Обмотка збудження живиться від регулятора напруги через щітковий вузол. Генератор забезпечує електроенергією всі потреби автомобіля, охоплюючи зарядку акумуляторної батареї. При відмові генератора на панелі приладів спалахує контрольна лампа.

У процесі експлуатації генератор може набути наступні несправності: проковзування ремня привода; обрив у ланцюзі живлення обмотки збудження; обрив або коротке замикання на масу обмотки збудження або її з'єднань із контактними кільцями; обрив або коротке замикання в одному або декількох вентилях випрямного моста; обрив або коротке замикання в обмотці статора; забруднення контактних кілець; ослаблення наконечників проводів; зношування і зависання щіток у щіткотримачі; відмова електронного регулятора напруги тощо.

Ці несправності приводять до повної або часткової втрати віддачі генератора.

Порядок виконання роботи

Перевірити напругу, що виробляється генератором (обмежувальна напруга), для чого підключити вольтметр до полюсів акумуляторної батареї. Запустити двигун, безупинно контролюючи напругу. При запуску напруга може знизитися до 8 В (при температурі навколишнього повітря +20 °С). Збільшити частоту обертання до 3000 хв⁻¹ і дати попрацювати двигуну на цьому режимі протягом 2 хв., при цьому напруга повинна бути в межах від 13,0 В до 14,5 В. Це свідчить про те, що генератор і регулятор напруги працездатні.

Далі, перевірити напругу під навантаженням. Величина цієї напруги свідчить про стабільність функціонування регулятора напруги і про можливість генератора віддавати в мережу необхідну кількість електроенергії. Для перевірки ввімкнути далеке світло і повторити вимір при частоті обертання 3000 хв⁻¹. Отримане значення не повинне відрізнятися від раніше отриманого більше, ніж на 0,6 В. Результати випробувань занести у табл.48.1.

Таблиця 48.1

Характеристика генератора

Параметр	Режим, хв ⁻¹	Нормативне значення, U, В	Фактичне значення, U, В	Примітка
Обмежувальна напруга, U _о , В	3000	13,0...14,5		
Напруга під навантаженням	3000	U _о ±0,6 В		

Якщо величини, отримані під час перевірки, виходять за межі номінальних значень, генератор необхідно зняти і перевірити на стенді.

Попередження. При виконанні робіт з електроустаткуванням в моторному відсіку обов'язково слід відімкнути від акумуляторної батареї клему проводу «маси» (-).

Перенести генератор на стенд, підключити до нього електронний осцилограф. Схема з'єднань для перевірки генератора на стенді показана на рис. 48.1.

Осцилограф дозволяє за формою кривої випрямленої напруги точно і швидко перевірити справність генератора й визначити характер ушкоджень. При справних вентилях і обмотці статора напруга має синусоїдальну форму з рівномірним чергуванням періодів (рис. 48.2).

Розмах коливань напруги при цьому не перевищує 1 В. Якщо є обрив в обмотці статора або обрив, чи коротке замикання у вентилях випрямляча – форма кривої різко змінюється: порушується рівномірність періодів і з’являються глибокі западини, які свідчать про появу в спектрі коливання напруги низькочастотної складової. Розмах коливань при цьому збільшується до 3 В. Обидва фактора згубно діють на акумуляторну батарею і електронні блоки керування.

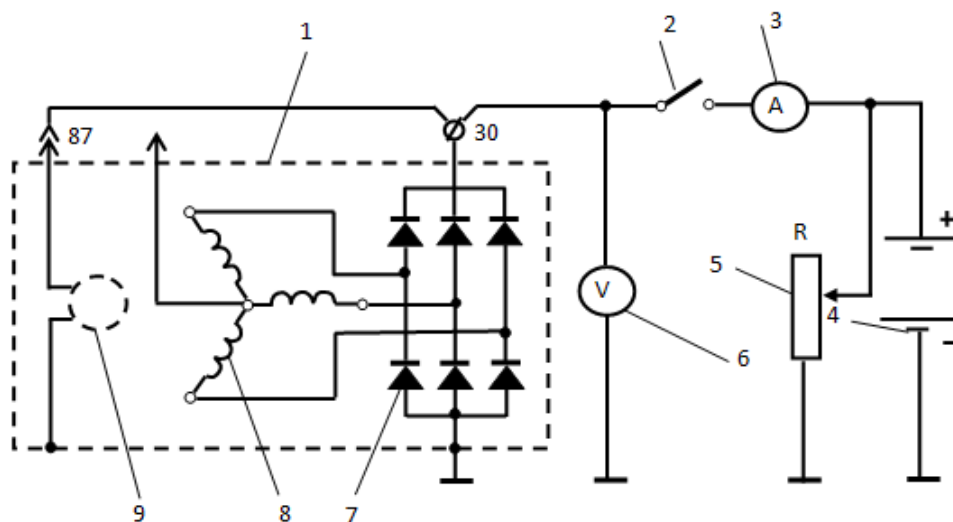


Рис.48.1. Схема з’єднань генератора на стенді для зняття кривої струму, що віддає: 1 – генератор, 2 – вимикач, 3 – амперметр, 4 – акумуляторна батарея, 5 – реостат, 6 – вольтметр, 7 – вентилялі, 8 – обмотка статора, 9 – обмотка ротора

Електронний осцилограф необхідно підключити паралельно випрямному мосту, відключивши останній від клемми 30. Перевірку виконувати в наступній послідовності: ввімкнути привод стенда при частоті обертання 1500 хв^{-1} , контролюючи напругу генератора, яке повинне бути в межах 13,0...14,5В. Виставити на осцилографі режим виміру напруги змінного струму та, управляючи розгорненням, домогтися стабілізації картинки. Управляючи вертикальним відхиленням, встановити масштаб картини на всю шкалу.

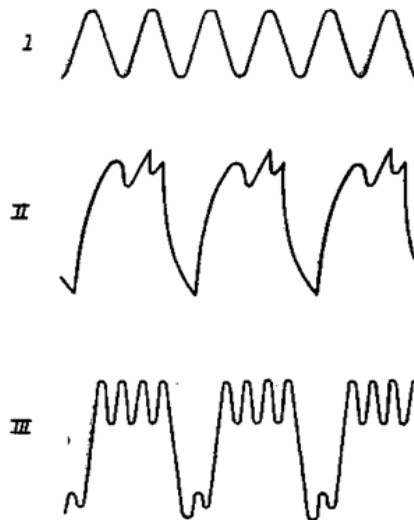


Рис.48.2. Форма кривої випрямленої напруги генератора: *I*– генератор справний, *II* – вентиль пробитий, *III*– обрив у ланцюзі вентилля

Спостерігати отриману картинку, накреслити її для протоколу випробувань, і, порівнюючи з даними рис.48.2, зробити висновок про справність генератора змінного струму.

Контрольні запитання

1. Які основні елементи генератора та яке їхнє функціональне призначення?
2. Які основні механічні і електричні несправності генератора найбільш імовірні?
3. За допомогою яких засобів можна оцінити працездатність генератора безпосередньо на автомобілі? Які параметри при цьому використовуються?
4. На якому фізичному принципі заснована оцінка технічного стану генератора із застосуванням електронного осцилографа?

Література [4, 28, 33]

Лабораторна робота № 49

ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СТАРТЕРА

Мета роботи

Ознайомлення з методикою перевірки стартерів і надбання практичних навичок у роботі з контрольно-випробувальними стендами.

Устаткування та прилади

1. Універсальний програмувальний цифровий стенд «Елкон–400».
2. Стартер, що перевіряється.
3. Вузли і деталі генераторів змінного струму.

Загальні відомості

Універсальний стенд Елкон–400 призначено для діагностичного контролю стартерів безпосередньо на автомобілі, а також для контролю їхнього технічного стану та випробування в електротехнічних відділеннях. Принцип дії стенда базується на приводі нової системи і пов'язаному з ним програмувальному методі випробувань. Схема підключення стартеру до стенду наведено на рис.49.1. Порядок випробування стартера запам'ятовуванням обмірюваних величин – на рис.49.2, а методика оцінки випробувань – рис.49.3. У табл.49.1. наведено технічні характеристики стартерів

Порядок виконання роботи

Установити стартер, що перевіряється, на стіл, надягти клиновий ремінь відповідного профілю. Вибрати та установити на вал головного привода шестірню, що відповідає модулю шестірні вмикання випробовуваного стартера. Шестірня фіксується трьома болтами із внутрішнім шестигранником (з необхідним зусиллям затягування).

Для виміру числа обертів (індикатор А) визначити передаточне

число зубчастого привода:

- ручкою $\rightarrow 0 \leftarrow$, розташованою поблизу індикатора «А», виставити величину 0000 на індикаторі;
- визначити число зубів z_2 шестірні випробуваного стартера, відрахувати число зубів зубчастого колеса z_1 , встановленого на маховику і користуючись таблицею, розміщеною біля маховика, визначити передаточне число z_1 / z_2 .
- натиснути кнопку \downarrow і ручкою d_1 / d_2 z_1 / z_2 установити співвідношення z_1 / z_2 на індикаторі «А».
- відпустити кнопку \downarrow , після чого індикатор буде показувати число обертів стартера.

Після настроювання на індикаторах («А», «В») повинні встановитися нульові значення.

Для виміру крутного моменту виконати наступні операції:

- натиснути кнопку $\rightarrow 0 \leftarrow Nm$;
- ручкою $\rightarrow 0 \leftarrow$, розташованою поблизу індикатора «В», встановити величину 000 на індикаторі;
- натиснути кнопку \downarrow ;
- по таблиці визначити передатне співвідношення z_1 / z_2 відповідно до описаного вище методу виміру обертів і кнопкою z_1 / z_2 виставити це співвідношення по індикатору «В»;
- відпустити кнопку \downarrow , після чого індикатор буде показувати гальмовий момент стартера.

Установлений на стенді стартер повинен перебувати в такому положенні, щоб між торцевими поверхнями зубчастих коліс був проміжок 2...4 мм і зубчасті колеса перебували в радіальному напрямку на відстані, що відповідає приблизно міжосьовій відстані. Стіл повинен бути ретельно зафіксований притиском. Стартер підключається до акумулятора і вимірювальної системи згідно схеми (рис.49.1). Затискач виміру величини струму встановлюється залежно від очікуваної величини струму або безпосередньо на кабель сполучення (при $I < 600$ А), або на дільник струму (600...6000А). Якщо мінусова клема стартера ізольована від корпусу, необхідно цю точку електрично приєднати до столу. Слід звернути увагу на те, щоб дільник струму не перетинався іншим проводами. При випробуванні стартера головний привод не вмикати. Для випробування

стартера запам'ятовуванням обмірюваних даних потенціометром настроювання величини встановлюється значення 999. На клавіші діагностичного блоку натискається кнопка того параметра, до сталої величини якого нам необхідно запам'ятати значення інших параметрів.

Можливі комбінації параметрів наведені в таблиці (рис.49.2).

„A”	„B”	„C”
n	U	I
n	M	I
n	U	P
n	M	P
n	M	U

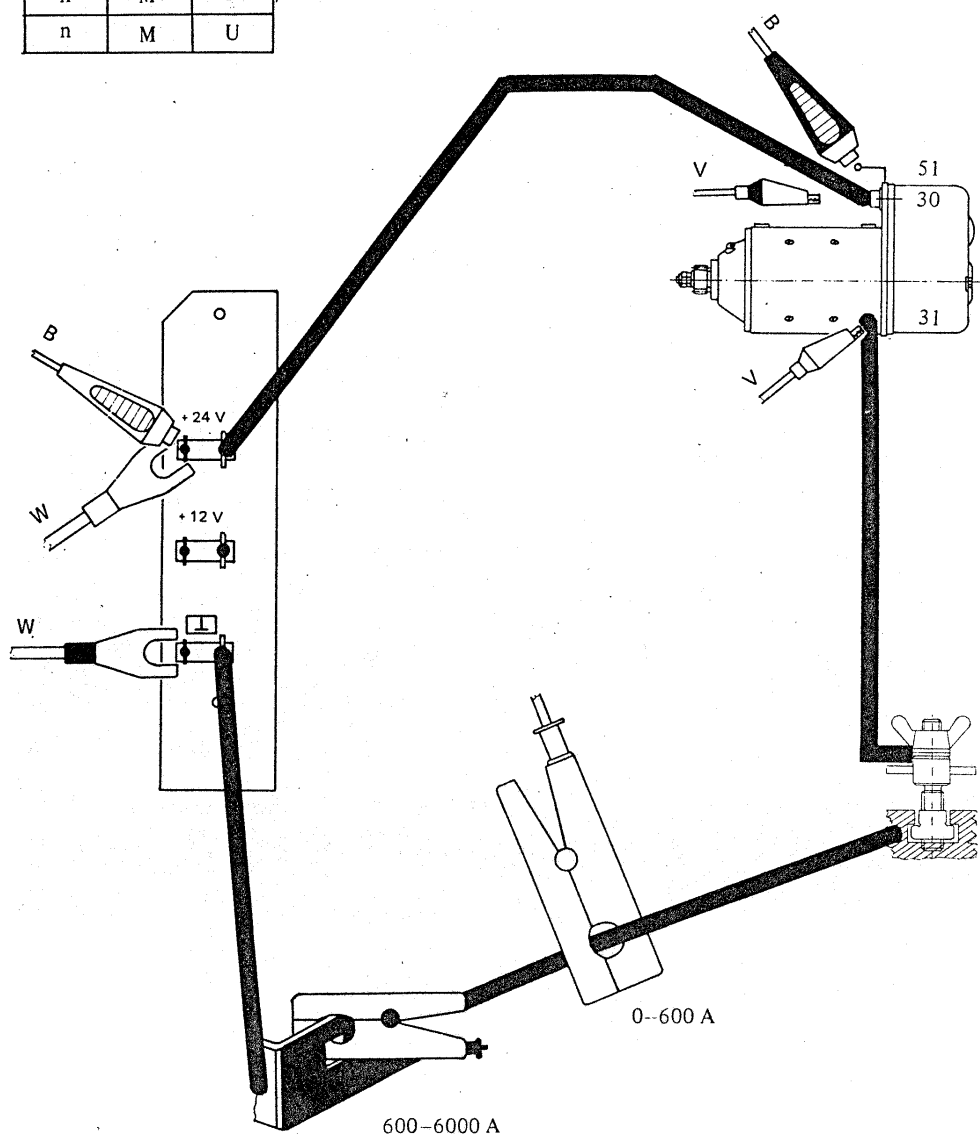


Рис.49.1. Схема підключення стартера

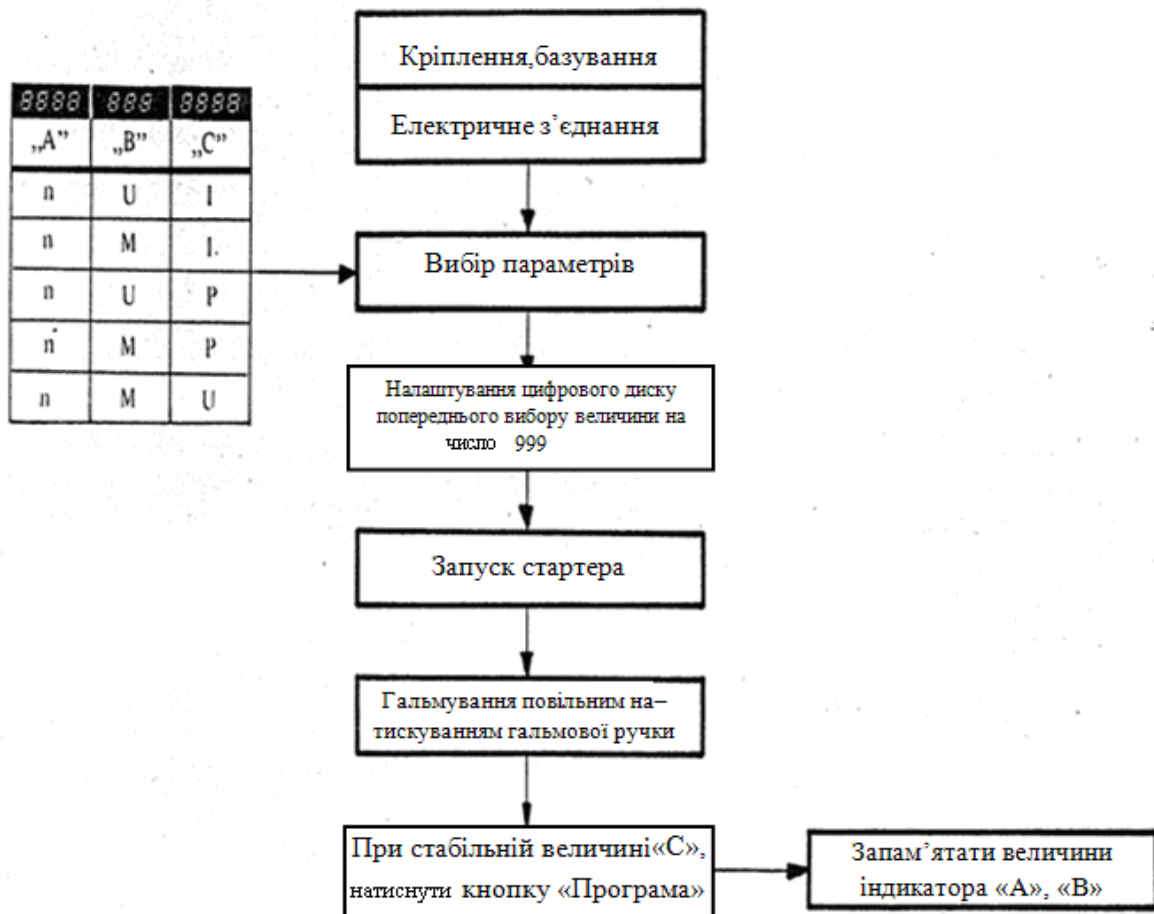


Рис.49.2. Випробування стартера запам'ятовуванням обмірюваних величин

Кнопкою пуску запускається стартер. Повільним натисканням гальмової рукоятки поступово навантажується стартер. Необхідно уникати різкого гальмування, щоб запобігти спотворенням величини вимірюваного крутного моменту. Спостерігаючи за показаннями цифрового індикатора діагностичного блоку в мить досягнення бажаної величини, натискуємо кнопку вибору режиму роботи. У такий спосіб стенд запам'ятовує значення інших параметрів, що відносяться до видимої (на індикаторі діагностичного блоку) величини на індикаторах «А» і «В».

Цим методом випробування можна контролювати будь-які точки відомих характеристик стартерів, маючи на увазі і стан холостої ходи і короткого замикання «С». Величина, видима на індикаторі «С» діагностичного блоку, теж може запам'ятовуватися натисканням кнопки «тест» клавіші того ж блоку. Це має значення при вимірі величини струму короткого замикання і холостої ходи. Оцінка випробувань стартера приведено на рис.49.3.

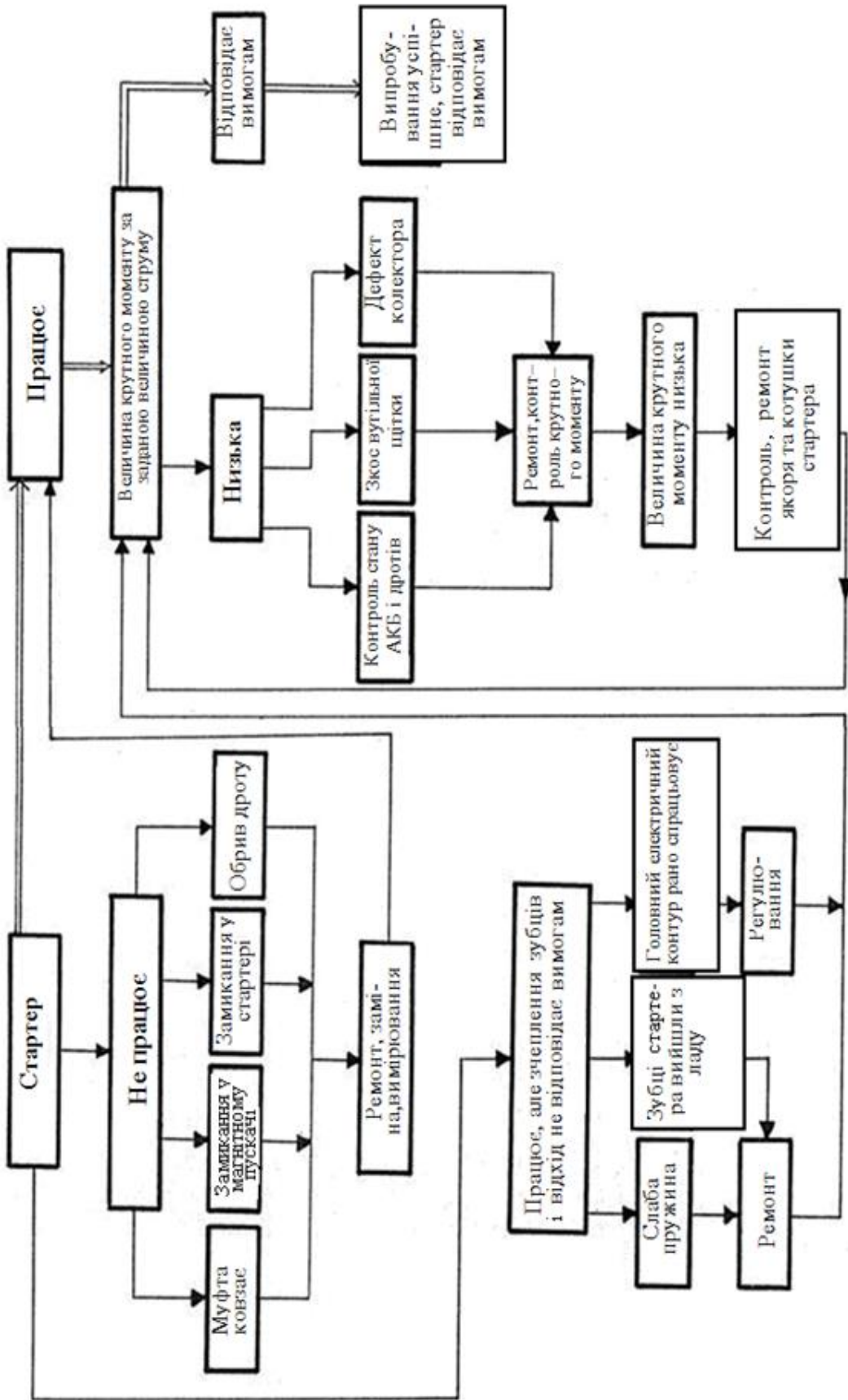


Рис.49.3. Оцінка випробувань стартера

Характеристика стартерів

Показники	Стартер			
	СТ-230	СТ-221	СТ-142	СТ-103
Установлений на автомобілі	ГАЗ-3110 ГАЗ-53-12 ЗИЛ-431410	ВАЗ	КамАЗ	МАЗ КрАЗ
Номінальна напруга, В	12	12	24	24
Номінальна потужність, кВт (к. с.)	1,0 (1,4)	1,25 (1,7)	7,7 (10,5)	7,0 (9,5)
Режим холостої ходи: величина споживаного струму, А, частота обертання вала, хв ⁻¹ напруга, В	85 4000 12	35 5000 11,5	130 – 24	110 5000 24
Режим повного гальмування: величина струму, А, обертальний момент, Н·м (кгс·м), напруга, В	530 22,1 (2,25) 7	500 13,7 (1,4) 6,5	800 49 (5,0) 8	825 58,8 (6,0) 7
Мінімальна висота щіток, мм	6	12	13	15
Зусилля пружини, Н (кгс)	8,3–13,7 (850–1400)	8,8–10,8 (900–1100)	14,7–19,6 (1500–2000)	12,3–17,2 (1250–1750)
Тип тягового реле та реле вмикання	РС-230 РС-507	РС-221	РС-142	РС-1
Опір котушки обмотки збудження, Ом	–	2,4	–	–
Опір обмотки реле, що втягує, Ом	0,35	0,4	–	0,9
Опір утримуючої обмотки реле, Ом	1,11	–	–	5,0

Рис. 49.3. Оцінка випробувань стартера

Пробні включення, перевірка працездатності реле вмикання та муфти вільного ходу проводяться відповідно до інструкції заводу-виготовлювача з використанням вимірювальних можливостей стенда (вимір опору, вимір напруги одночасно у двох місцях і т.п.).

Вказівки до оформлення звіту

Накреслити принципову електричну схему перевірки стартера. Результати випробувань порівняти з технічною характеристикою (табл.49.1), зробивши висновок щодо технічного стану стартера.

Навести несправності, причини та засоби їхнього усунення.

Контрольні запитання

1. За якими параметрами оцінюється технічний стан стартера?
2. Які режими є основними при перевірці технічного стану стартера?

Література [4, 28, 33]

Лабораторна робота № 50

ДІАГНОСТИКА ЗАГАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

Мета роботи

Освоїти прийоми визначення загального технічного стану складових системи запалювання (акумуляторної батареї, котушки запалювання, комутатора, датчика-розподільника) шляхом зіставлення кривих, що спостерігаються на екрані осцилографа, з відповідними еталонними осцилограммами, придбавши навички усунення виявлених несправностей.

Устаткування та прилади

1. Двигун автомобіля ВАЗ–2108 або система запалювання, змонтована на стенді СПЗ–12.
2. Осцилограф С1–107.
3. Несправні елементи системи запалювання.
4. Комплект допоміжного інструмента.
5. Плакати з електроустаткування автомобіля.

Зміст і порядок виконання роботи

Система запалювання (СЗ) горючої суміші істотно впливає на роботу двигуна, його запуск, потужність, витрату палива, токсичність ОГ. Несправності СЗ можуть виникати як внаслідок спрацювання деталей у процесі експлуатації, так і через неякісне технічне обслуговування і ремонт системи.

Практично всі несправності СЗ пов'язані з погіршенням експлуатаційних показників роботи автомобіля. Найбільший вплив СЗ має на витрату палива та зміст шкідливих речовин в ВГ.

Варто знати, що зміна структурних параметрів елементів системи запалювання в процесі природного зношування відбувається в незначних межах, і не всі ці параметри можна вимірювати. Тому оцінка технічного стану системи запалювання найчастіше проводиться за змінною їхніх робочих характеристик (осцилограм), еле-

менти яких є діагностичними параметрами системи.

Несправності в первинному або вторинному ланцюзі системи запалювання, а так само деякі механічні несправності двигуна, впливають на форму осцилограм вихідної напруги котушки запалювання і на форму осцилограм вихідної напруги комутатора.

У роботі пропонується розглянути три типи СЗ, які в цей час є найпоширенішими і використовуються в переважній більшості автомобілів:

- **класична (контактна)** (рис.50.1). Система з нагромадженням енергії в індуктивній котушці запалювання та з механічними регуляторами випередження запалювання і механічним розподільником імпульсів високої напруги. Керування первинним контуром СЗ (синхронізація) здійснюється механічними контактами. Відсоток експлуатованих автомобілів з таким типом СЗ щорічно зменшується, але дана система дозволяє наочно розглянути методи їхнього діагностування;
- **безконтактна**, з датчиком Холла або індуктивним датчиком (рис.50.1). За принципом дії схожа на класичну, відрізняється принципом керування контуром низької напруги. Функцію контактів виконує транзисторний комутатор, що, у свою чергу, управляється імпульсами датчика Холла або індуктивного датчика. Цей тип запалювання широко розповсюджений, (дотепер встановлюється на автомобілях ЗАЗ, ВАЗ, ГАЗ і ін.), а також використовується на багатьох моделях автомобілів іноземного виробництва.
- **мікропроцесорні СЗ** і комплексні системи керування двигуном (рис.50.2). Є найбільш сучасними типами запалювання. Принцип іскроутворення залишився таким же, як і в попередніх системах, але суттєво вдосконалено процес керування котушкою запалювання.

Цю функцію виконує мікропроцесор у складі електронного блоку керування.

Дана система встановлюється на більшості сучасних автомобілів.

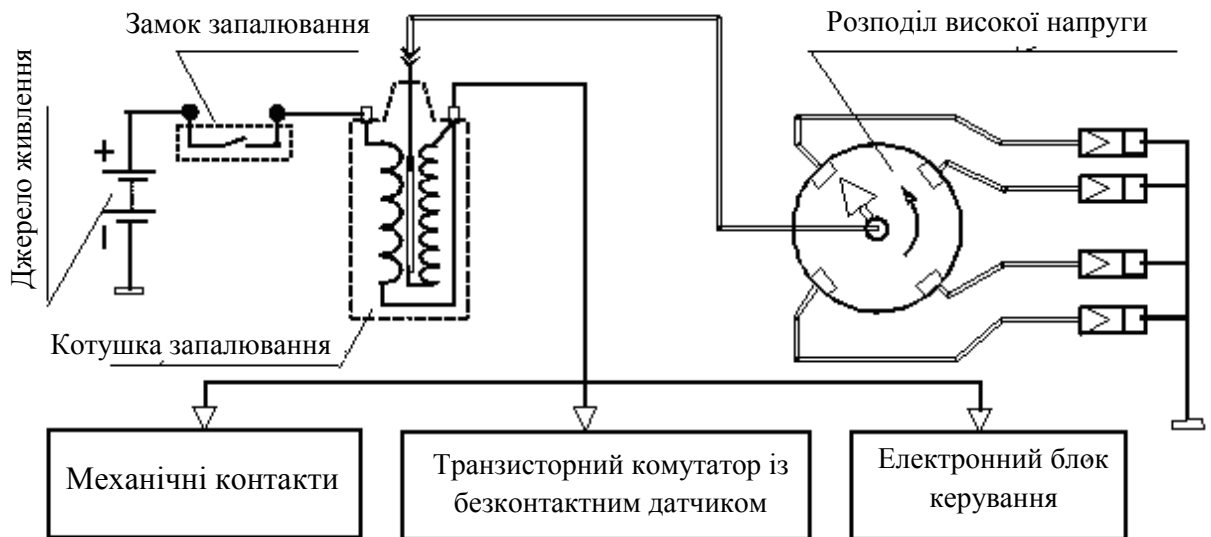


Рис.50.1. Принципова схема «класичної» контактної та безконтактної систем запалювання

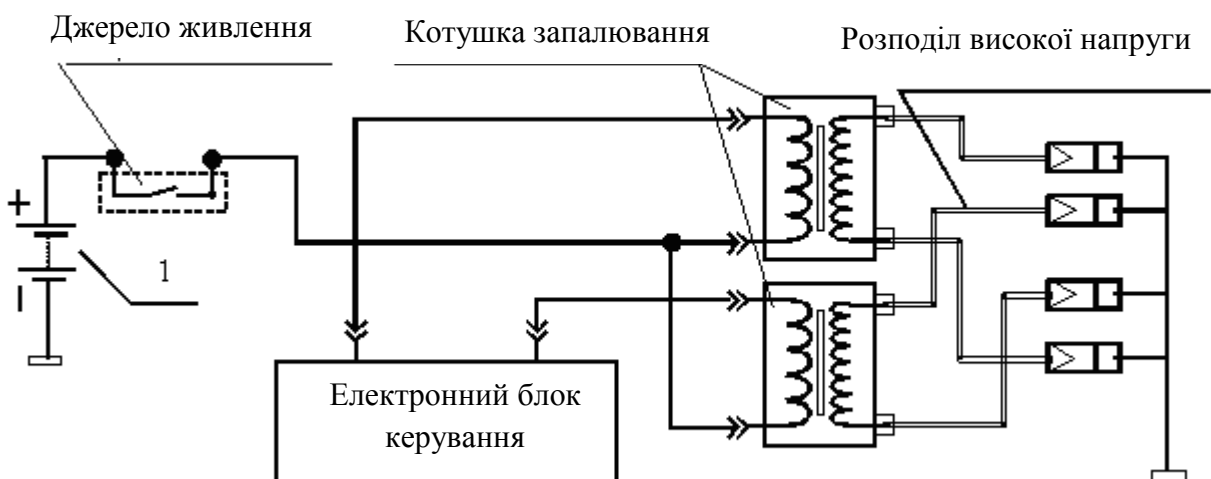


Рис.50.2. Принципова схема мікропроцесорної СЗ

Основною перевагою мікропроцесорних СЗ є можливість статичного розподілу високої напруги поміж циліндрами двигуна. Такий принцип розподілу може бути реалізований у декількох варіантах:

- на кожний циліндр встановлюється одна одноіскрова котушка запалювання;
- на кожну пару циліндрів встановлюється одна двоіскрова ко-

тушка запалювання;

- на чотири циліндри встановлюється одна чотирьохіскрова катушка запалювання із двома послідовно з'єднаними первинними обмотками.

Найбільше поширення одержали перший і другий варіанти компонування. Застосування мікропроцесорних СЗ і систем керування двигуном дозволило істотно поліпшити їхні характеристики. Особливо в реалізації кута випередження запалювання. Завдяки відсутності розподільника та механічних регуляторів випередження запалювання, кут випередження запалювання можна досить швидко змінювати в широкому діапазоні окремо для кожного циліндра.

Система запалювання характеризується сукупністю діагностичних і структурних параметрів. Поява несправностей у СЗ супроводжується зміною цих параметрів. У табл.50.1 наведений типовий перелік діагностичних і структурних параметрів, що характеризують СЗ.

Розглянемо робочий процес, що відбувається в СЗ під час іскроутворення. Робочий процес іскроутворення в циліндрах двигуна можна умовно поділити на три етапи (рис.50.3).

Перший етап. Замикання первинного контуру СЗ. На цьому етапі через первинну обмотку котушки запалювання починає проходити наростаючий первинний струм. При цьому в магнітному полі котушки накопичується електромагнітна енергія.

Таблиця 50.1

Діагностичні і структурні параметри СЗ

Діагностичний параметр	Що характеризує
По контуру низької напруги:	
1. Початковий кут випередження запалювання	Правильність установки початкового кута випередження запалювання
2. Зміна кута випередження запалювання залежно від частоти обертання колінчатого вала	Роботу відцентрового регулятора кута випередження запалювання
3. Зміна кута випередження запалювання залежно від навантаження	Роботу вакуумного регулятора кута випередження запалювання

4. Швидкість наростання і зникнення струму в первинному ланцюзі системи запалювання	Технічний стан елементів ланцюга низької напруги і транзисторного комутатора
5. Спадання напруги на контактах переривника-розподільника	Технічний стан контактів переривника-розподільника
6. Кут замкнутого стану контактів	Зазор між контактами переривника-розподільника
7. Опір окремих ділянок	Технічний стан проводів, з'єднань, обмоток
8. Напруга живлення датчика Холла	Контур живлення датчика Холла
9. Зміна керуючого імпульсу датчика Холла	Технічний стан датчика Холла
10. Відключення струму комутатором	Справність комутатора по відключенню струму
11. Характер зміни напруги в первинному колі	Технічний стан елементів низької і високої напруги
По контуру високої напруги:	
12. Характер зміни напруги у вторинному контурі	Технічний стан елементів низької і високої напруги
13. Величина пробивної напруги	Технічний стан елементів низької і високої напруги
14. Тривалість горіння іскри	Технічний стан елементів низької і високої напруги
15. Напруга горіння іскри	Технічний стан елементів низької і високої напруги
16. Зазор між електродами свіч запалювання	Технічний стан свіч запалювання
17. Енергія і тривалість горіння іскри	Технічний стан елементів низької і високої напруги

Другий етап. Розмикання первинного контуру СЗ. На цьому етапі первинний струм зникає внаслідок розмикання первинної обмотки котушки запалювання від джерела живлення. Накопичена електромагнітна енергія перетворюється в електростатичну. Виникає електрорушійна сила високої напруги у вторинній обмотці котушки запалювання.

Третій етап. Електрорушійна сила у вторинній обмотці досягає значення пробивної напруги, виникає пробій іскрового проміжку свічі запалювання з наступним розрядним процесом.

Третій етап процесу іскроутворення має дві складові: ємнісну і

індуктивну фази. Ємнісна фаза являє собою розряд енергії, накопичений у вторинному контурі за рахунок його ємності.

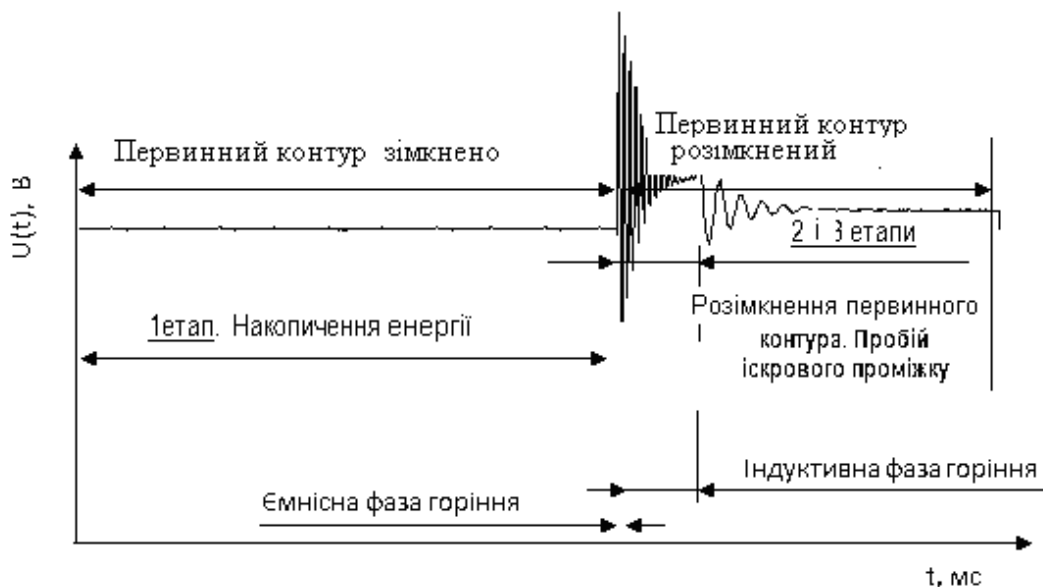


Рис.50.3. Етапи робочого процесу СЗ

Ємнісна фаза характеризується досить значною величиною струму, що може досягати десятків амперів. Ємнісна фаза за часом надзвичайно коротка (близько 1...2 мкс), тому потужність іскри в цій фазі дуже висока. Ця фаза визначає величину пробивної напруги.

Друга фаза – індуктивна. В індуктивній фазі виділяється енергія, накопичена в магнітному полі котушки запалювання. Тривалість цієї фази значно вище – (1...2,5 мс). Ця фаза визначає напругу і тривалість горіння іскри.

Перераховані етапи робочого процесу властиві всім типам систем запалювання. З погляду визначення діагностичних параметрів найцікавішими є другий і третій етапи, а також інтервал часу розмикання первинного та вторинного контурів СЗ. Зміни напруги в первинному та вторинному контурах СЗ є взаємозалежними сигналами. Тому зміна параметрів вторинного контуру буде відображена в зміні напруги первинного контуру.

Контактна СЗ

Для проведення діагностики СЗ за первинною напругою, необхідно зняти осцилограму напруги на первинній обмотці котушки запалювання шляхом приєднання осцилографічного щупа до пер-

винного ланцюга котушки запалювання.

Для проведення діагностики СЗ за вторинною напругою, ємнісний датчик повинен бути встановлений на високовольтне проведення, що йде від котушки запалювання до кришки розподільника запалювання, а датчик першого циліндра – на високовольтне проведення першого циліндра (рис.50.4).

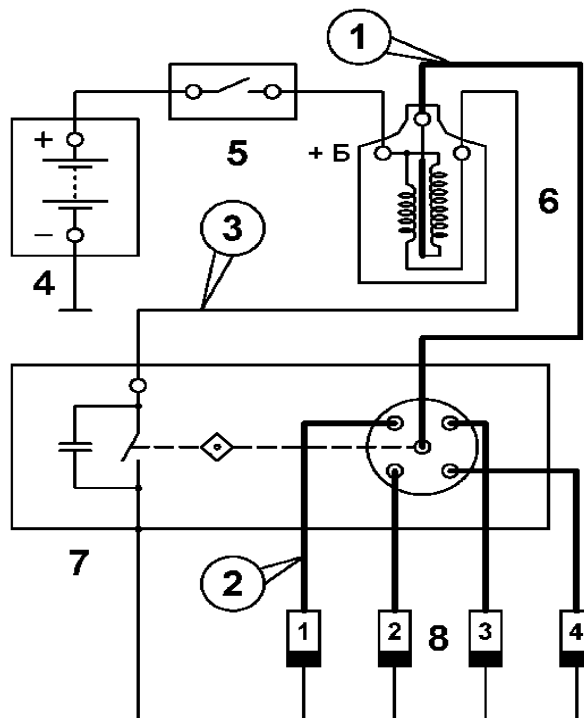


Рис.50.4. Схема підключення осцилографа до СЗ із механічним контактним переривником: 1 – точка знімання сигналу за допомогою ємнісного датчика; 2 – точка знімання синхронізуючого сигналу за допомогою датчика першого циліндра; 3 – точка приєднання осцилографічного щупа до первинного ланцюга; 4 – акумуляторна батарея; 5 – вимикач запалювання; 6 – котушка запалювання; 7 – розподільник запалювання з механічним контактним переривником; 8 – свічі запалювання

У випадку справної системи запалювання, значення параметрів імпульсів високої напруги перебувають у таких діапазонах:

– напруга пробую – у середньому 7...10 кВ;

- напруга горіння іскри – 1...2 кВ;
- час горіння іскри ~ 1,5 мс.

При цьому потрібно знати, що для окремо взятого циліндра напруга пробую може значно змінюватися, а час і напруга горіння іскри мають майже незмінні значення на сталих режимах роботи двигуна.

Порядок виконання роботи

Роботу слід виконувати в такій послідовності.

Розглянути схему з'єднання окремих приладів системи запалювання (на плакаті та безпосередньо на двигуні).

Повторити правила техніки безпеки при роботі з електричними приладами. Підключити осцилограф до СЗ двигуна (рис.50.5, 50.6 за вказівкою викладача).

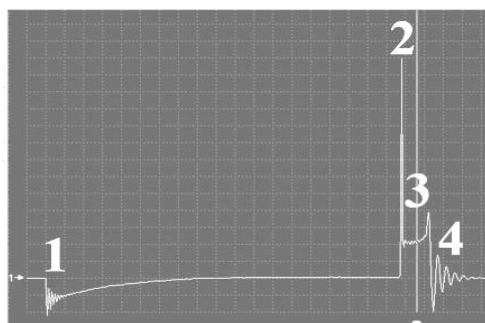


Рис.50.5. Осцилограма імпульсу високої напруги класичної СЗ із механічним контактним переривником: 1 – початок нагромадження енергії в магнітному полі котушки запалювання (момент замикання контактів переривника); 2 – пробій іскрового проміжку між електродами свічі запалювання і початок горіння іскри (момент розмикання контактів переривника); 3 – ділянка горіння іскри; 4 – кінець горіння іскри і початок загасаючих коливань

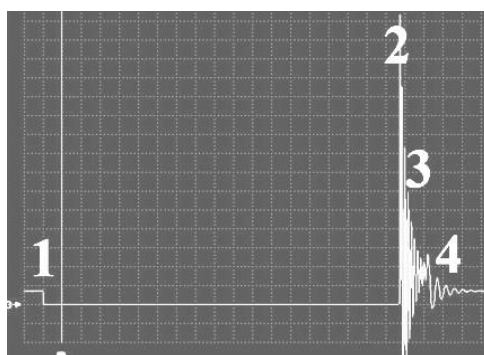


Рис.50.6. Осцилограма напруги в первинному ланцюзі СЗ із механічним контактним переривником: 1 – момент замикання контактів переривника (початок нагромадження енергії в магнітному полі котушки запалювання); 2 – момент розмикання контактів переривника (пробій іскрового проміжку між електродами свічі запалювання і початок горіння іскри); 3 – ділянка горіння іскри; 4 – кінець горіння іскри і початок загасаючих коливань

Безконтактна СЗ з датчиком Холла або індуктивним Датчиком

Підключити осцилограф до СЗ двигуна (рис. 50.7).

Перевірити первинну напругу першого циліндра (рис. 50.8 – 50.9):

- запустити двигун і встановити швидкість обертання колінчатого вала $800 \dots 1000 \text{ хв}^{-1}$;
- установити ручками «Запуск» і «Розмір» стабільне зображення, розтягнувши його на всю шкалу;
- визначити стан котушки за інтенсивністю коливань. Слабкі коливання в обох частинах зображення на замикання витків первинної обмотки котушки запалювання;
- визначити стан датчика Холла (рис. 50.10).

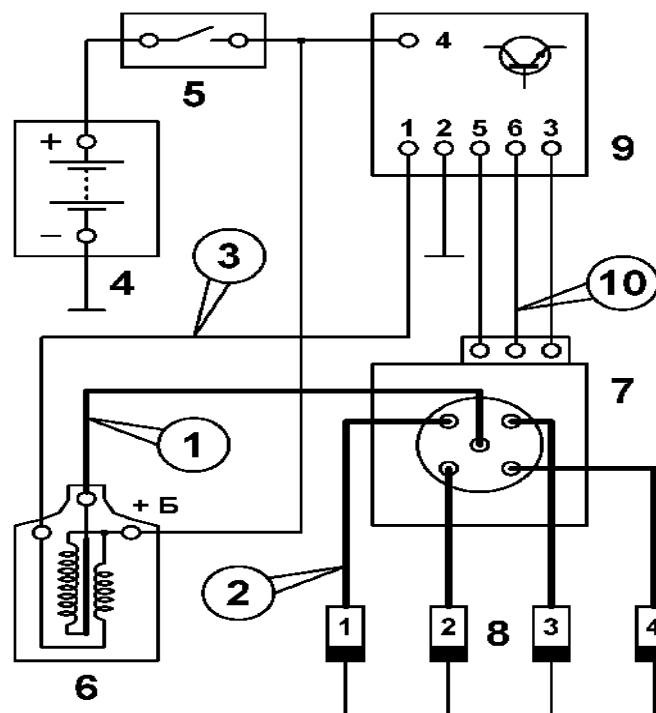


Рис.50.7. Схема підключення осцилографа до безконтактного СЗ: 1 – точка знімання сигналу за допомогою ємнісного датчика, 2 – точка знімання синхро-нізуючого сигналу за допомогою датчика першого циліндра, 3 – точка приєднання осцилографічного шупа до первинного ланцюга, 4 – акумуляторна батарея. 5 – вимикач запалювання, 6 – котушка запалювання. 7 – розподільник запалювання з датчиком Холла, 8 – свічі запалювання, 9 – комутатор, 10 – точка приєднання осцилографічного шупа до сигнального проведення датчика Холла

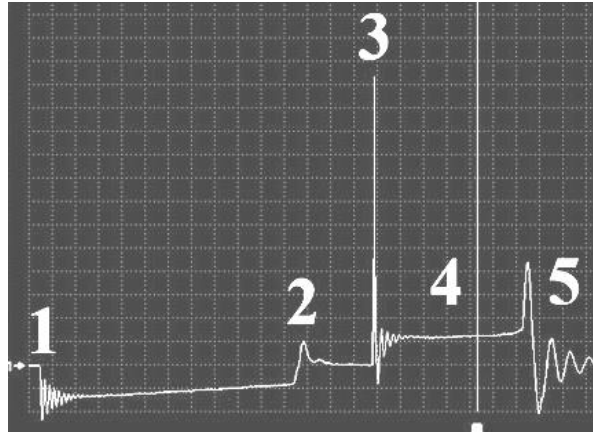


Рис.50.8. Осцилограма імпульсу високої напруги безконтактної СЗ:
 1 – початок нагромадження енергії в магнітному полі котушки запалювання (мить відкриття силового транзистора комутатора); 2 – час переходу комутатора в режим обмеження струму в первинному ланцюзі (по досягненні струму в первинній обмотці котушки запалювання рівного близько 8А, комутатор переходить у режим обмеження струму на цьому рівні); 3 – пробій іскрового проміжку між електродами свічі запалювання і початок горіння іскри (момент закриття силового транзистора комутатора); 4 – ділянка горіння іскри; 5 – кінець горіння іскри і початок загасаючих коливань

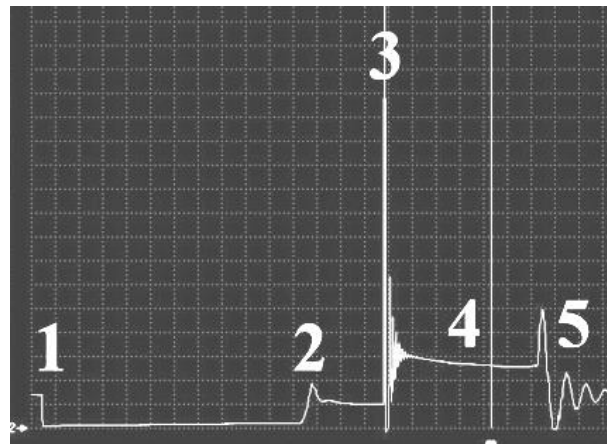


Рис.50.9. Осциллограма напруги в первинному ланцюзі безконтактної СЗ:
 1 – мить відкриття силового транзистора комутатора (початок нагромадження енергії в магнітному полі котушки запалювання); 2 – мить переходу комутатора в режим обмеження струму в первинному ланцюзі (по досягненні струму в первинній обмотці котушки запалювання рівного близько 8А, комутатор переходить у режим обмеження струму на цьому рівні); 3 – мить закриття силового транзистора комутатора (пробій іскрового проміжку між електродами свічі запалювання і початок горіння іскри); 4 – ділянка горіння іскри; 5 – кінець горіння іскри й початок загасаючих коливань

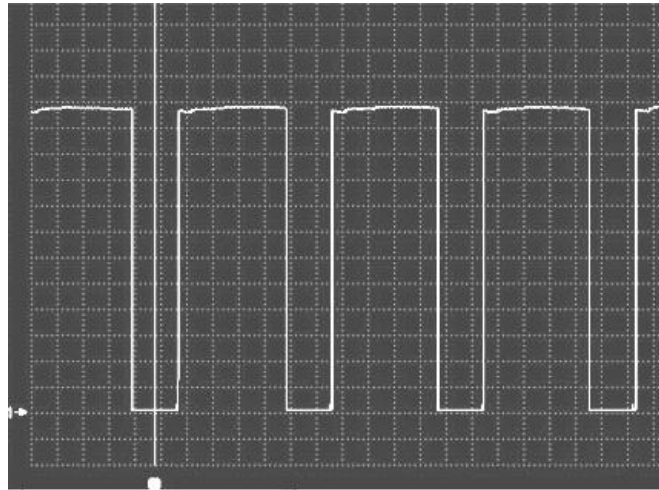


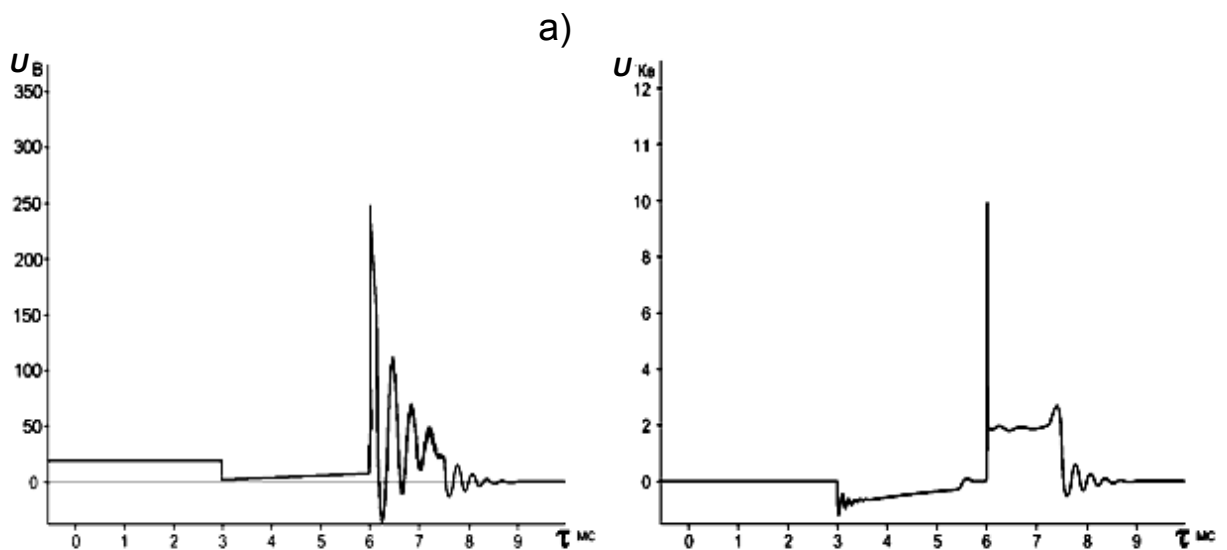
Рис.50.10. Осциллограмма вихідного сигналу датчика Холла

Перевірити первинну напруга по всіх циліндрах (рис. 50.9):

- визначити відхилення в чергуванні іскор (асинхронизм) за величиною перекриття в момент сигналу датчика Холла (повинно становити $1^\circ \dots 3^\circ$).

Визначити час накопичення енергії КЗ (кут замкненого стану контактів):

- установити швидкість обертання колінчатого вала, що відповідає мінімальній швидкості колінвала на холостій ході, і одержати на екрані зображення осцилограми (приклади осцилограм із несправностями СЗ, рис.50.11);



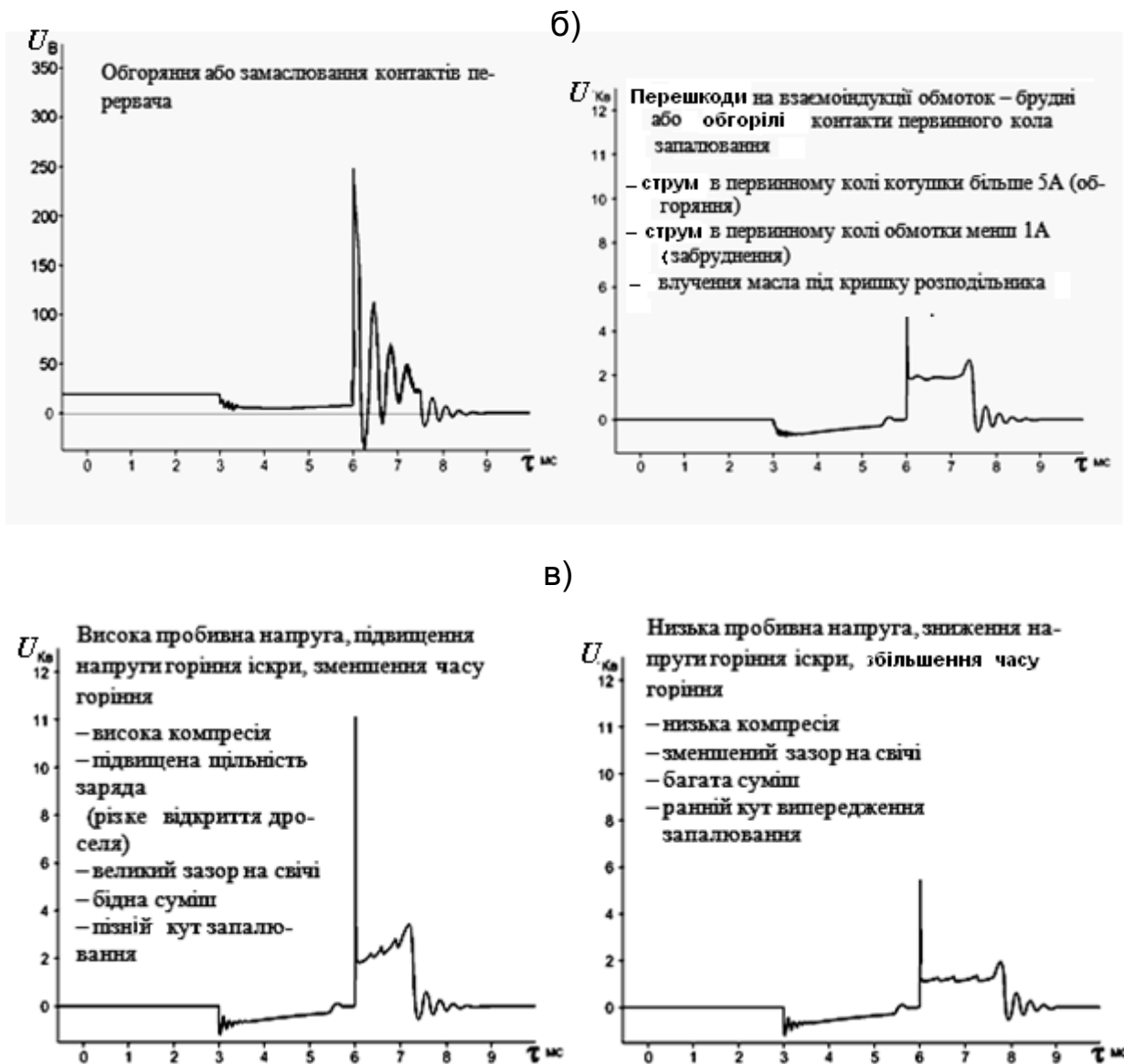


Рис.50.11. Приклади осцилограм із несправностями СЗ (еталонні осцилограми: первинна наведена для контактної, а вторинна для всіх СЗ): а) – шунтування, забруднення, нагар, масло, волога, суміш; б) – відхилення залежно від зміни режиму роботи ДВЗ; в) – зміна пробивної напруги від експлуатаційних параметрів ДВЗ

– відрегулювати зазор (при необхідності) до одержання потрібного кута замкнутого стану контактів (класична СЗ).

Визначити вторинну напругу першого циліндра (рис.50.8):

- відрегулювати зображення, як у випадку першої перевірки;
- за зображенням визначити полярність вторинної напруги, стан вторинної обмотки та стан високовольтного сполучення від ко-

тушки до розподільника.

Визначити вторинну напругу всіх циліндрів у приведеному варіанті, установити та відрегулювати зображення, визначивши стан ланцюгів високої напруги.

Визначити вторинну напругу по всіх циліндрах послідовно: відрегулювати зображення; по зображенню перевірити: пробивну напругу у свічах, свічі в умовах високого навантаження, зазор ротора розподільника.

Відлік пробивної напруги здійснюється за шкалою осцилографа з наступним множенням на значення ціни розподілу. Для перевірки свіч в умовах високого навантаження необхідно різко збільшити швидкість обертання колінчатого вала. Максимум пробивної напруги на кожній свічі не повинен перевищувати $2/3$ від напруги, що розвивається котушкою запалювання. Для перевірки зазору необхідно заземлити по черзі свічкові сполучення, а потім здійснити відлік напруги в кожному випадку (тільки у випадку класичної СЗ).

Вказівки до оформлення звіту

Порівняти результати перевірок з нормативними, надавши висновок щодо технічного стану системи запалювання в цілому та в окремих її складових:

Контрольні запитання

1. Які основні симптоми та діагнози несправностей системи запалювання?
2. Яка ділянка осцилограми відповідає за напругу акумуляторної батареї?
3. За якими параметрами оцінюється технічний стан котушки запалювання й конденсатора?
4. Технічний стан яких елементів визначають при перевірці вторинного ланцюга системи запалювання?
5. Як визначити величину пробивної напруги на всіх свічах?

Література [4, 26, 28, 29]

Лабораторна робота № 51

ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИЛАДІВ ОСВІТЛЕННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ

Мета роботи

Вивчити принцип дії та освоїти методи перевірки технічного стану приладів освітлення та сигналізації, а також придбати навички постановки діагнозу та усунення виявлених несправностей.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль SKODA OCTAVIA.
2. Прилади перевірки фар BOSCH, ПФ-72.
3. Контрольний екран.
4. Плакати, довідкові матеріали.
5. Комплект інструмента.

Загальні положення

Варто знати, що прилади освітлення сучасних автомобілів під-розділяються на зовнішні та внутрішні, які об'єднані у дві системи – систему освітлення та систему світлової сигналізації. До зовнішніх приладів системи освітлення ставляться фари (ближнє, дальнє світло), габаритні ліхтарі, освітлення номерного знака, а до внутрішніх – освітлення салону, підкапотного простору, багажного відділення та лампи освітлення контрольно-вимірювальних приладів.

До системи світлової сигналізації ставляться покажчики повороту, стоп-сигнали, прилади, що сигналізують про аварійний стан автомобіля.

Велике значення для безпеки руху в умовах обмеженої видимості має правильна установка фар. У процесі експлуатації автомобілів нахил фар змінюється за рахунок зношування шин, ступеня їхнього накачування повітрям, деформації ресор, порушення форми кузова або крила автомобіля, а сила світла фар – за рахунок зношування рефлектора.

Несправності фар і світлосигнальних приладів викликають до

40% всіх ДТП у темний час доби. Тому досконалості та надійній роботі цих пристроїв приділяється величезна увага.

Параметри і нормативи технічного стану світлових приладів установлені стандартом ДСТУ 3649-97.

Фари ближнього та дальнього світла повинні бути укомплектовані лампами та відрегульовані відповідно до інструкції по експлуатації (ІЕ).

Тип світлорозподілу – за ДСТУ 3544 “Фари ближнього та дальнього світла автомобілів. Технічні умови”.

Позначення типів фар: *R* – фари дальнього світла; *C* – фари ближнього світла та додаткового дальнього світла; *CR* – фари ближнього та дальнього світла. Не допускається установка на ДТЗ фар, призначених для лівостороннього руху.

Особливості контролю системи освітлення та сигналізації автомобіля

Система освітлення та сигналізації автомобіля (рис.51.1) складається із приладів, що формують світловий потік, і елементів підведення до них електроенергії.



Рис.51.1. Блок-схема системи освітлення та сигналізації

Принцип дій цих приладів (крім вторинних – світловідбивачів) однакове – перетворення електричної енергії у світловий пучок певної структури і спектра.

Світлооптична схема приладів складається із трьох компонентів: відбивача, розсіювача і лампи. Перший являє собою параболоїд, на внутрішню поверхню якого нанесений у вакуумі шар алюмінію. Відбивач дозволяє забезпечувати необхідну щільність світлового потоку та перерозподіляти енергію в межах кута охвата за допомогою розсіювача. Останній являє собою скляне (або інше прозоре) тіло.

Щоб забезпечити колірне кодування сигналу та необхідну структуру потоку, розсіювачі виготовляють із оптично прозорих матеріалів і з різними мікроелементами на внутрішній поверхні.

Крім того, застосовується різне розташування тіла розжарення ламп щодо фокуса та осі відбивача.

Існують дві різні системи світлорозподілу: «американська» і «європейська».

У першій ближнє світло створюється шляхом паралельного зсуву нитки цього світла нагору та вліво від осі відбивача, у результаті світловий пучок зміщається вправо і вниз, тобто освітлюється праве узбіччя дороги і не засліплюється водій зустрічного автомобіля.

При другій системі світлорозподілу ближнє світло створюється ниткою, виведеною з фокуса відбивача до вихідного його отвору. Форма непрозорого, розташованого під ниткою лампи екрана, визначає границю розділу між світлом і ниткою в перетині пучка.

Система освітлення та сигналізації автомобіля не може ефективно працювати без надійної роботи комутуючих пристроїв, основна вимога до яких – забезпечити гарантоване включення (вимикання) необхідного сигналу. Схема комутації системи повинна забезпечувати включення:

- одночасне (або попарне) фар дальнього світла;
- при перемиканні ближнього світла на далекий принаймні однієї пари фар дальнього світла;
- при перемиканні дальнього світла на ближній одночасно всіх фар дальнього світла (фари ближнього світла можуть залишатися включеними при роботі фар дальнього світла);

- сигналу гальмування при приведенні в дію ручного гальма;
- ліхтаря освітлення номерного знака тільки одночасно з габаритними вогнями;
- окремим перемикачем всіх покажчиків повороту для позначення аварійного режиму;
- протитуманних фар незалежно від фар дальнього або ближнього світла;
- заднього протитуманного ліхтаря тільки тоді, коли включені або фари дальнього, або ближнього світла, або протитуманні (вимикання протитуманного ліхтаря повинне відбуватися незалежно від вимикання протитуманних фар);
- фари заднього ходу тільки при включенні задньої передачі;
- стоянкових вогнів без необхідності включення якого-небудь іншого вогню.

Крім того, ця схема повинна забезпечити наступне:

- роботу покажчиків поворотів незалежно від включення інших світлотехнічних приладів;
- включення та вимикання всіх покажчиків поворотів, розташованих на одній стороні транспортного засобу від того самого перемикача.

Весь комплекс вимог, пропонованих до розглянутої системи, як по функціонуванню, так і по надійності обговорений у національних та міжнародних нормативних документах.

Рівень якості приладів системи освітлення та сигналізації автомобіля в лабораторних умовах перевіряється за допомогою ламп, світловий потік яких дорівнює номінальному. Він підтримується регулюванням напруги живлення лампи.

При обслуговуванні автомобіля це виконати неможливо.

Однак результати досліджень властивостей автомобільних ламп дозволяють не тільки з достатньою точністю зрівняти результати вимірів сили світла, але й визначити причину неправильної установки фар на автомобілі.

У табл.51.1 наведені основні несправності системи освітлення та сигналізації.

Критеріями технічного стану фар типу світлорозподілу *C* (*HC*) і *CR* (*HCR*), які працюють у режимі “ближнє світло” є:

- розташування світлотіньової границі на контрольному екрані;

– сила світла в контрольних точках екрана (рис.51.2, табл.51.1, 51.2).

Таблиця 51.1

Несправності системи освітлення та сигналізації

Прилад	Структурний елемент	Несправність	Ознаки	Чим (як) можна виявити
Фари і ліхтарі	Лампи	Обрив нитки розжарення; втрата світлової віддачі; зміна геометричних параметрів	Фара не горить, зменшення світлового потоку	Візуально, фотометрированням
	Відбивач	Порушення форми; окислювання поверхні; забруднення	Зміна форми світлової плями; зменшення сил світла в необхідних напрямках	Те ж
	Розсіювач	Тріщини, забруднення	Порушення форми пучка. Зменшення сил світла в необхідних напрямках	Те ж

Розташування світлотіньової границі на контрольному екрані визначається координатами h_p , v_p точки P і різницею координат $\Delta V_p = |V_p - V_{p'}|$ точок P і P' .

Примітка. Для протитуманних фар, а також для фар, які призначені для експлуатації як при лівосторонньому, так і при правобічному русі, повинні контролюватися тільки координата V_p і різниця координат ΔV_p . При цьому необхідно прийняти, що точка P лежить на перетинанні світлотіньової границі та вертикальної осі OV .

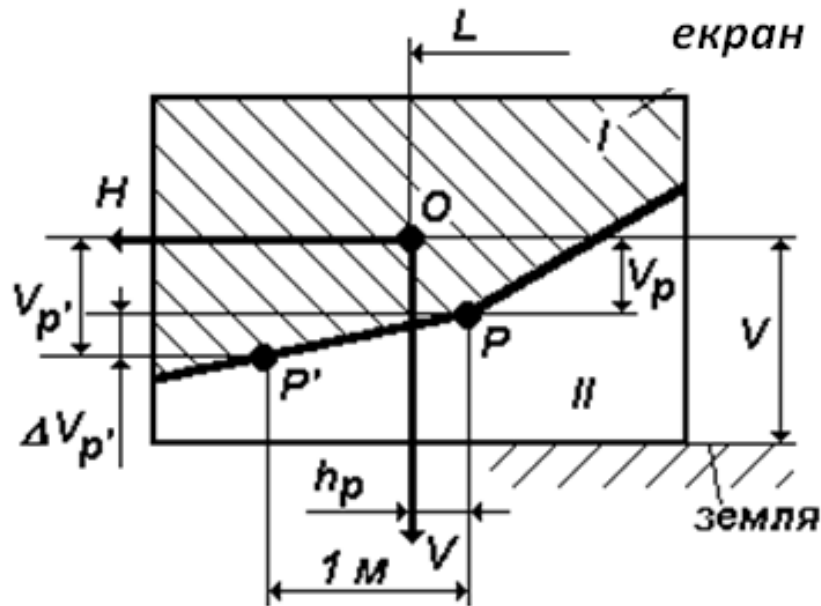


Рис.51.2. Розмітка контрольного екрана: *I* – зона малої освітленості; *II* – зона інтенсивної освітленості; *O* – проекція на екран центра розсіювача фари; *VOH* – система координат, пов’язана із проекцією центра розсіювача фари на екран (позитивні значення координат точок на контрольному екрані по осі *OV* – вниз, по осі – *OH* вліво, вісь *OH* паралельна опорної поверхні); *P* – точка переходу світлотіньової границі з горизонтальної ділянки в похилу; *P'* – точка, що лежить ліворуч від точки *P* на світлотіньовій границі на відстані 1 м; *v* – відстань проекції на екран центра розсіювача фари від опорної поверхні; *L* – відстань між центрами розсіювачів фар одного призначення, м; *hp*, *vp* – координати точки *P*; *vp'* – вертикальна координата точки *P'*

Критеріями технічного стану фар світлорозподілу типу *R (HR)* і *CR (HCR)*, які працюють у режимі “дальнє світло” є:

- розташування центра найбільш яскравої частини світлового пучка на контрольному екрані (табл.51.4);
- сила світла в центрі найбільш яскравої частини світлового пучка, що для всіх фар *R (HR)* і *CR (HCR)*, розташованих на одній стороні ДТЗ, повинна перебувати в межах 10000...112500 кд.

Таблиця 51.2

**Нормативні параметри розташування світлотіньової границі на
контрольному екрані**

Тип світло-розподілу фари	Координати точки P на екрані				ΔV_p , м, не більше
	V_p		h_p		
	не менш	не більше	не менш	не більше	
C (HC) CR (HCR)	$0,083 \times V$	$0,125 \times V$	$-(0,220 - 0,063 \times L)$	$+(0,145 - 0,042 \times L)$	0,10
B (проти-туманна)	$0,125 \times V$	$0,200 \times V$	–	–	–

Таблиця 51.3

Сила світла фари в режимі “ближнє світло”

Тип світло-розподілу фари	Координати точки P на екрані, у якій повинен бути встановлений фотоприймач, м		Сила світла, кд	
	h	V	не менш	не більше
C, CR	0,3	$V_p - 0,05$	–	750
	-0,1	$V_p + 0,05$	1600	–
HC, HCR	0,3	$V_p - 0,05$	–	750
	-0,1	$V_p + 0,05$	3000	–
B (проти-туманна)	0	$V_p - 0,2$	–	625
	0	$V_p + 0,2$	1000	–

Таблиця 51.4

Координати центра екрана

Тип світло-розподілу фари	V , м		h , м
	не менш	не більше	
CR (HCR)	$V_p - 0,05$	V_p	± 0,1
R (HR)	0	0,05	

Для світлових сигнальних вогнів регламентується найменша та найбільша сила світла, яка вимірюється по осі відліку, а для показчиків повороту ще й частота проблисків.

Умови перевірки. Тиск у шинах повинен бути доведено до но-

рми по ІЕ ДТЗ, керовані колеса повинні стояти в напрямку прямолінійного руху. Відстань від центрів розсіювачів фар до поверхні контрольного екрана повинна бути $5 \pm 0,05$ м.

Кутове представлення стандартних вимог необхідно для перевірки установки фар за допомогою оптичних приладів на постах діагностики. Перевірка за екраном досить проста, сам екран – недорогий об'єкт, може бути легко виготовлений у будь-якому АТП або на СТО самотужки. Правда, його потрібно доповнити люксометром або іншим приладом для виміру освітленості, по якій і визначається потім сила світла в канделах (лат. *Candela* свіча).

Для перевірки за екраном потрібен досить великий майданчик (5 м плюс довжина автомобіля), що має нерівність не більше 3 мм на м (тобто загальний ухил не більше 10', бажано затінена (без вікон або з освітленням що вимикається). Це доступно не завжди.

Точність зчитування з екрана невелика, і ± 8 мм, які пропонує стандарт – найчастіше нездійсненна вимога, особливо коли слюсар регулює положення фари та повинен уловлювати ці 8 мм із відстані в 5 м.

Саме із цих причин в усьому світі використовуються різні оптичні та оптико-електричні прилади (ПФ), які дозволяють перевірити як установку фар, так і силу світла (рис.51.3, 51.4, 51.5).



Рис.51.3. Прилад для перевірки фар EFLE 60,61 (BOSCH)

Прилад, точніше, його вимірювальний блок, монтується на стійці, по якому може переміщатися нагору і вниз, а сама стійка може переміщатися по підлозі поста діагностики.

Стойки одного типу опираються на коліщата вкриті гумою, їх встановлюють перед автомобілем, потім піднімають вимірювальний блок на потрібну висоту та орієнтують щупом по фари. Дуже важливо виставити прилад так, щоб поздовжня вісь вимірювального блоку була паралельна поздовжньої осі автомобіля. Для цього застосовують різні прийоми. Наприклад, оснащують ПФ поперечною штангою із двома щупами, кожний з яких упирають у центр розсіювача своєї фари. Коли блок виставлений, включають дальнє та ближнє світло і вимірюють положення характерних точок на екрані зі шкалами, а також силу світла. При необхідності регулюють положення фари по приладу.

В іншому варіанті стійка ПФ має профільовані металеві коліщата, які котяться по покладеним у підлозі рейкам особливої форми строго в одному напрямку.



Рис.51.4. Пост по перевірці фар

Вісь вимірювального блоку в цьому варіанті завжди перпендикулярна рейкам. Тут доводиться виставляти автомобіль щодо рейок

– загалом, набагато більше складне завдання. Однак в одному окремому випадку вона вирішується дуже просто: а саме, коли автомобіль спирається задніми колісьми на ролики стенда.

Після обертання коліс на роликах вісь моста завжди встановлюється паралельно роликам. Якщо рейки ПФ також змонтовані паралельно роликам, то після перевірки на роликовому стенді автомобіль уже встановлений у потрібне положення. Тут проявляється одна дуже важлива перевага такого варіанта.

Як ми вже згадували, задній міст може бути перекошений, і усувати цей дефект дуже непросто.

Тому автомобіль так і їздить по дорозі в перекошеному стані, тобто поздовжня вісь автомобіля розташована під деяким кутом до справжньої осі руху. Якщо відрегулювати установку фар звичайним приладом, тобто прийнявши за базу відліку поздовжню вісь автомобіля, то на дорозі фари будуть світити трохи убік – або на узбіччя, або на зустрічну смугу руху.

При спільному використанні роликового стенда та ПФ на рейках базою відліку є вісь заднього моста, що визначає вісь руху автомобіля по дорозі, тобто фари при будь-якому перекосі будуть відрегульовані, як це потрібно.

Прилади для перевірки фар звичайно випускають універсальними для всіх типів автомобілів – легкових, вантажних і автобусів. Універсальність забезпечується необхідною висотою стійки та ходом по ній вимірювального блоку.

Зміст і порядок виконання роботи

Перед перевіркою перевірити положення коректора фар відповідно до завантаження автомобіля.

Перевірка сили світла фар:

- встановити автомобіль на рівній площадці;
- встановити вимірювальний блок приладу фар (рис.51.5) по горизонталі і вертикалі напроти фари;
- установити за допомогою щупа 10 відстань 200 мм до розсіювача фари;
- установити вимірювальний блок у горизонтальній площині за допомогою рівня 7;

- сполучити візирний пристрій 4 із центром фари за допомогою рукояток;
- вмикати світло фар (спочатку в режимі «ближнє світло», потім – «далеке світло»);
- відкинути відкидне дзеркало 3 для проходження світлового пучка до фотоелемента 9;
- зафіксувати за показниками мікроамперметра величину сили світла фари в кожному режимі.

Сила світла фар повинна бути в межах, зазначених у таблиці 29.3. При недостатній силі світла перевірити стан рефлектора, а також напругу акумуляторної батареї.

Перевірка правильності установки фар:

- проробити перші шість операцій попереднього пункту;
- підняти відкидне дзеркало 3 у положення, при якому світлова пляма відбивається на екрані 5 (рис.51.5, вид А);
- зафіксувати положення світлової плями щодо розмітки екрана та зрівняти з технічними умовами.

Фари повинні бути встановлені таким чином, щоб кут між пучком світла і поверхнею дороги дорівнював значенням, наведеним у табл. 51.5, а в горизонтальній площині кут установки дорівнює 0.

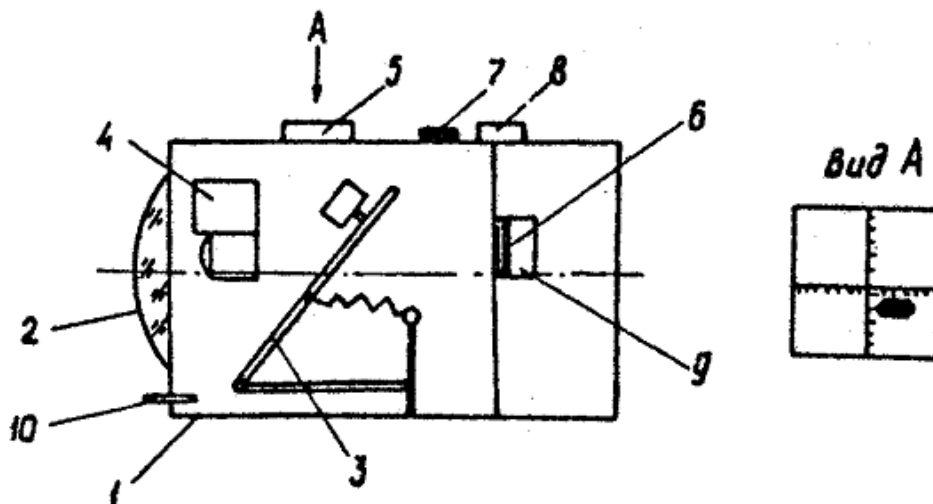


Рис.51.5. Схема вимірювального блоку приладу ПФ-72: 1 – корпус вимірювального блоку; 2 – лінза; 3 – відкидне дзеркало; 4 – відкидний візирний пристрій; 5 – екран; 6 світлофільтр; 7 – рівень; 8 – мікроамперметр; 9 – фотоелемент; 10 – висувний щуп

Показники розташування світлотіньової границі пучка ближнього світла фар залежно від висоти установки фари

Висота установки фари (по центрі розсіювача) H , мм	Кут нахилу світлового пучка у вертикальній площині
До 600	34'
Від 600 до 700	45'
>> 700 >> 800	52'
>> 800 >> 900	60'
>> 900 >> 1000	69'
>> 1000 >> 1200	75'
>> 1200 >> 1600	100'

Якщо зазначені значення кутів установки фар порушені, то необхідно виконувати регулювання. Для цього необхідно:

- зняти ободок розсіювача;
- відрегулювати спочатку положення фари у вертикальній площині, а потім у горизонтальній за допомогою регулювальних гвинтів;
- при виконанні регулювань стежити за положенням світлової плями на екрані приладу.

Якщо фари мають три регулювальних гвинти, то регулювання установки фар досягається шляхом їхнього почергового обертання, починаючи з регулювання у вертикальній площині.

Після перевірки і регулювання плями ближнього світла перевіряють розташування плями дальнього світла. Пляма ближнього світла повинне розташовуватися на екрані приладу нижче плями дальнього світла.

Перевірка протитуманних фар і приладів сигналізації.

Протитуманні фари (тип *B*) повинні бути відрегульовані так, щоб площа, що містить верхню світлотіньову границю пучка, була розташована, як це зазначено в табл.51.2.

При цьому верхня світлотіньова границя пучка протитуманної фари повинна бути паралельна площини робочої площадки, на якій встановлено ДТЗ.

Сила світла протитуманних фар – відповідно до табл.51.3.

Протитуманні фари повинні включатися при включених габаритних вогнях незалежно від включення фар дальнього і (або) ближнього світла.

Сила світла кожного зі світлосигнальних вогнів (ліхтарів) у напрямку осі відліку повинна бути в межах, зазначених у табл.51.4 стандарту ДСТУ 3949-97.

Сила світла парних симетрично розташованих на різних сторонах ДТЗ (передніх або задніх) ліхтарів одного функціонального призначення не повинна відрізнятись більш ніж у два рази.

Габаритні вогні, а також розпізнавальний знак автопоїзда повинні працювати в постійному режимі.

Сигнали гальмування (основні і додаткові) повинні включатися при впливі на органи керування гальмівних систем і працювати в постійному режимі.

Ліхтар заднього ходу повинен включатися при включенні передачі заднього ходу та працювати в постійному режимі.

Показчики поворотів і бічні повторювачі показчиків повинні бути працездатні. Частота проходження проблісків повинна перебувати в межах 60...120 проблісків у хвилину.

Тривалість часу від моменту включення показчиків повороту до появи першого пробліску не повинна перевищувати 1,2 с. Частоту проходження проблісків показчиків поворотів перевіряють не менш чим по 10 пробліскам за допомогою вимірювального приладу або універсального вимірника часу з відліком від 1 до 60 з і ціною розподілу не більше 1 с.

Аварійна сигналізація повинна забезпечувати синхронне включення всіх показчиків повороту та бічних повторювачів у проблісковому режимі,

Ліхтар освітлення заднього державного реєстраційного знака повинен включатися одночасно з габаритними вогнями і працювати в постійному режимі.

Задні протитуманні ліхтарі повинні включатися тільки при включених фарах дальнього або ближнього світла або протитуманних фарах і працювати в постійному режимі.

Сигналізатори включення світлових приладів, що перебувають у кабіні (салоні), повинні бути працездатні.

Вказівки до оформлення звіту

Записати значення параметрів, отриманих при кожній з перевірок, і зрівняти їх з табличними. Зробити висновок про несправності кожного приладу. Указати, як можна усунути виявлені несправності.

Контрольні запитання

1. З якою метою здійснюється центрування оптичних осей приладу і фари автомобіля?
2. Назвіть причини, що викликають зменшення сили світла фари.
3. Як відрегулювати правильність установки фари?
4. Як визначити технічний стан зовнішніх світлових приладів?

Література [4, 7, 28].

Лабораторна робота № 52

СТРУКТУРА, ФУНКЦІЇ Й КОМПОНЕНТИ АВТОМОБІЛЬНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Мета роботи

Вивчити структуру та принципи функціонування мікропроцесорних систем керування агрегатами й механізмами автомобілів.

Устаткування та прилади

1. Системна стійка.
2. Персональний комп'ютер.
3. Модуль уведення аналогових сигналів L783.
4. Програма PowerGraf Professional.
5. База даних.
6. Системний модуль Motronic M 1.2.
7. Узагальнена схема системи керування.

Загальні положення

Система керування (СК) складається з об'єкта керування, системного модуля із входним у нього мікроконтролером, набору датчиків і активаторів (виконавчих пристроїв). На рис.52.1 показана спрощена структурна схема СК.

Основу СК становить системний модуль, що одержує інформацію від датчиків про стан об'єкта. Цей стан характеризується комплексом параметрів, що відбивають стан, умови роботи об'єкта керування і впливи, що збурюють його стан. Режим роботи об'єкта керування визначається керуючим впливом G тих органів керування, на які впливає водій.

Керуючий вплив G перетворюється відповідним перетворювачем (задатчиком), що входить у групу датчиків D , в інформаційний сигнал, по якому процесор ідентифікує (розпізнає) необхідний ре-

жим роботи. Інші датчики Д и активатори А розташовані на об'єкті або пов'язані з його системами. Датчики безпосередньо сприймають фізичні параметри об'єкта й перетворюють їх в електричні сигнали, які надходять у системний модуль. У результаті арифметичної й логічної обробки інформації, отриманої від датчиків, обчислювальний вузол системного модуля СМ виробляє керуючі сигнали, що передаються на активатори А.

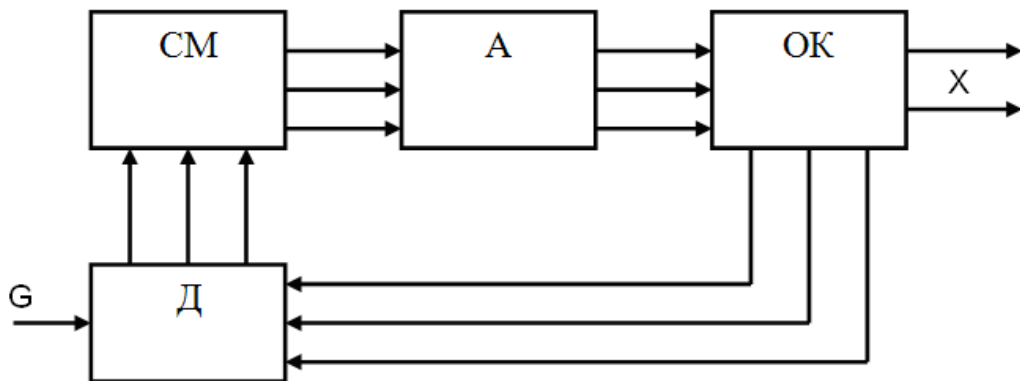


Рис.52.1. Структурна схема мікропроцесорної системи керування: СМ – системний модуль (контролер); Д – датчики; А – активатори (виконавчі пристрої); ОК – об'єкт керування; G – керуючий вплив; X – вихідні параметри

Активатори – це виконавчі пристрої, які фізично впливають безпосередньо на керовані параметри об'єкта керування. В остаточному підсумку, ці впливи створюють реальні параметри, що характеризують стан об'єкта. Оскільки такі параметри й впливи, створювані виконавчими пристроями, пропорційні відповідним керуючим впливам мікропроцесора й відрізняються від них тільки фізичною природою, доцільно в загальному випадку говорити про комплекс керуючих впливів системного модуля (контролера).

Датчик – це конструктивно й функціонально завершений пристрій, що містить один або кілька вимірювальних перетворювачів, що безпосередньо сприймають фізичну величину й перетворюють її в електричний нормований сигнал. За формою вихідних сигналів датчики ділять на аналогові й цифрові. Аналогові сигнали – це напруга, що повільно або швидко змінюється, або безперервний в часі струм. Носієм інформації аналогового сигналу є його рівень (амплітуда) у цей момент часу. Цифрові сигнали мають імпульсний характер синусоїдальної, прямокутної форми або перепад (перегонів) на-

пруги. Передача інформації в цифровому сигналі здійснюється: частотою, періодом, тривалістю і фазою імпульсів.

Керуючий сигнал виробляє задатчик-перетворювач, установлений безпосередньо під педалью, наприклад, гальма, педалью газу або пов'язаний з віссю кермового колеса, тобто фіксує її положення. Інші датчики конструктивно можуть бути включені в пульт керування або розташовуються в різних системах двигуна й автомобіля.

Властиво датчики і виконавчі пристрої діють безпосередньо в системах автомобіля. Але в структурах систем керування більш зручно відносити їх до засобів керування, а не до об'єкта керування.

Основні завдання, які коштують при проектуванні СУ, це вибір погоджених рішень за структурою й параметрами окремих складених елементів СМ, їхніх взаємних зв'язків, розробка математичного забезпечення, вибір датчиків і виконавчих пристроїв. При рішенні складних завдань керування системний модуль змушені будувати на базі двох-трьох мікроконтролерів.

Структура системного модуля

Системний модуль являє собою конструктивно, функціонально й енергетично завершений блок, що виконує функції збору, обробки інформації й виробітку електричних керуючих сигналів, достатніх по потужності для спрацьовування виконавчих пристроїв. Крім того, у технічній літературі його називають: блок керування, контролер. В англійській аббревіатурі-ECU(Electronic Control Unit). Звичайно він вбудований у металевий корпус, що захищає електронні компоненти від електромагнітних перешкод, механічних ушкоджень, пилу та вологи і одночасно забезпечує відвід теплоти від інтегральних схем підвищеної електричної потужності.

Основу системного модуля становить один або декілька *мікроконтролерів* із пристроями вводу-виводу (ПВВ). У складі мікроконтролера може бути кілька десятків ПВВ, вони розділені на групи, що утворюють порти. На рис.52.2 показані лише ті елементи, які необхідні для пояснення зв'язків СМ із периферією (датчиками й активаторами).

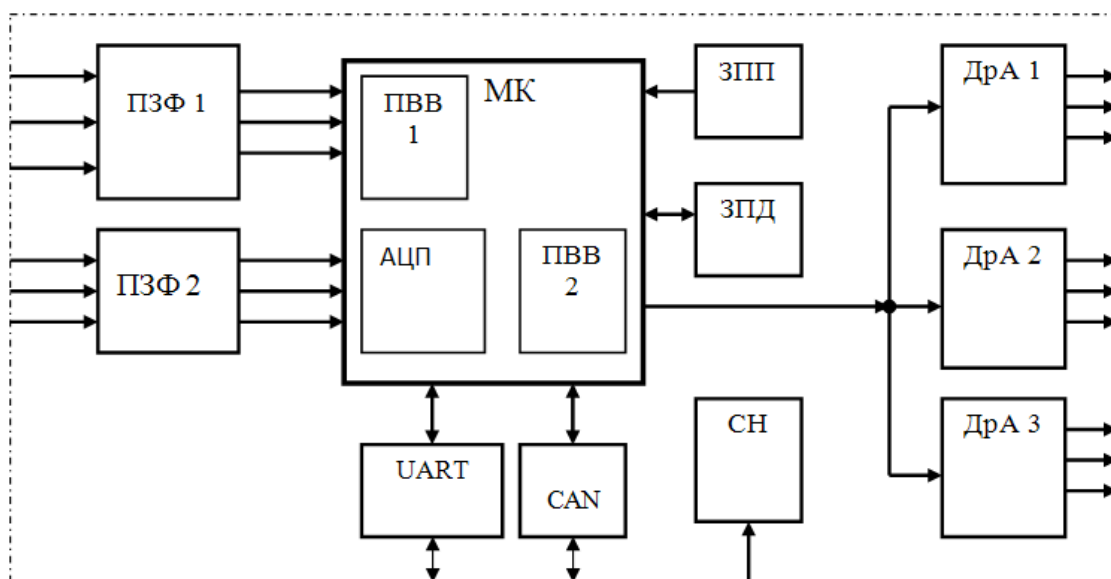


Рис.52.2. Структурна схема системного модуля (контролера): МК – мікроконтролер; ПВВ – пристрій вводу-виводу; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ЗПП – зовнішня пам'ять програм; ЗПД – зовнішня пам'ять даних; UART – послідовний інтерфейс; CAN – інтерфейс міжсистемного обміну; СН – стабілізатор напруги; ДрА 1 – ДрА 3 драйвери активаторів (виконавчих пристроїв); ПЗФ – пристрої захисту й фільтрації сигналів цифрових (1) і аналогових (2) датчиків

Цифровий мікропроцесор не може безпосередньо обробляти аналогові сигнали, тому в інтерфейсі уведення передбачається аналого-цифровий перетворювач (АЦП).

У сучасних системах АЦП інтегрований на кристал МК і використовується для вводу сигналів аналогових датчиків. Щоб підкреслити цю особливість, на рис.52.2 аналогові сигнали виділені в окрему групу і подані на вхід АЦП. Через те, що датчики розташовані на деякій відстані від СМ і з'єднуються з ним проводами з різніми з'єднувачами, на яких наводяться ЕДС електромагнітних перешкод, то на вході СМ встановлюються пристрої захисту й фільтрації сигналів ПЗФ. На схемі їх показано два: для цифрових датчиків ПЗФ 1 і для аналогових – ПЗФ 2. Слід зазначити, що пристрою захисту віднесені до вузлів фільтрації умовно для спрощення схеми. Наявність цих вузлів у СМ обумовлено тим, що датчики підключені до контролера за допомогою проводів і рознімачів. Щоб захистити вхідні ланцюги СМ, що живиться від убудованого стабілізатора напруги +5 В, від випадкових проявів більш високої напруги, наприклад,

12 В бортової мережі автомобіля. Отже, сигнали аналогових датчиків надходять через ПЗФ 2 на вхід АЦП і далі вже в цифровому виді на внутрішню шину МК. Сигнали цифрових датчиків через ПЗФ 1 і ПВВ 1 також надходять у МК. Він тимчасово може їх розміщати в зовнішню пам'ять даних ЗПД, якщо ресурси МК дозволяють, то може ці дані зберігати у внутрішніх регістрах МК. Програмне забезпечення сучасних СУ через великий обсяг не вміщується у внутрішньому ПЗУ МК, тому програми роботи СУ розташовують у зовнішній пам'яті програм.

Відповідно до програми МК обробляє інформацію, отриману від датчиків, і обчислює тривалість і моменти подачі керуючих сигналів на виконавчі пристрої. Для цього в складі СМ є **драйвери активаторів** – пристрої керування соленоїдами, реле, лампами накалювання, електродвигунами постійного струму та кроковими електродвигунами. У своїй структурі ці драйвери мають потужні вихідні транзисторні ключі, що допускають комутацію струмів великої сили і, отже, безпосереднє керування активаторами. Кількість і типи драйверів залежать від конкретного призначення СУ. На схемі умовно показано три ДрА 1 – ДрА 3. Входи драйверів з'єднані безпосередньо з лініями портів, що на схемі відбито з'єднанням ДрА 1 – ДрА 3 із МК за допомогою ПВВ 2.

Обов'язковим атрибутом сучасної СУ є засоби діагностики. Для цього в СМ є **інтерфейс послідовного обміну**, який практично є у складі МК, але апаратні засоби його сполучення із зовнішньою діагностичною апаратурою вводяться в СМ як окремі компоненти. На схемі він позначений UART.

Периферійні пристрої системи керування (датчики й активатори) підключаються до СМ за допомогою системного кабелю та спеціальних з'єднувачів (рознімачів). Основний системний з'єднувач розташований безпосередньо на системному модулі, а його відповідна частина – на системному кабелі.

Сучасний автомобіль може містити у своєму складі декілька СК, які працюють у тісній взаємодії, і обмінюються між собою інформацією, необхідною для їхньої роботи. Для цього розроблений спеціальний **інтерфейс міжсистемного обміну** – CAN, що також показаний на схемі.

Наприклад, комплексна система динамічної стабілізації, установлювана на автомобілі Mercedes-Benz, має блок керування з 32-бітним мікропроцесором, що оснащений 56-кілобайтною пам'яттю й керує декількома електронними системами: динамічної стабілізації, антиблокування, протибуксування й системою екстреного гальмування. А із блоком керування двигуном він спілкується за допомогою загальної шини даних CAN-bus.

По сигналу, що надходить від блоку керування, ця система може не тільки розгальмовувати, але й пригальмовувати кожне з коліс.

Найважливішою характеристикою будь-якого керуючого пристрою є *алгоритми керування*. Вони показують, яка інформація і як використовується в системному модулі для формування керуючих впливів. Алгоритми є основою програмного забезпечення (ПЗ) і реалізуються в програмних модулях, записаних у ПЗП контролера.

Численність завдань керування агрегатами й системами автомобіля вимагають застосування широкого набору різноманітних алгоритмів керування. Очевидно, що від призначення системи, залежать структура й вимоги до алгоритмів. Створення комплексу алгоритмів керування, так само як і розробка самих систем керування, є складним і трудомістким процесом.

Алгоритм керування представляють у вигляді функціональної, структурної схеми або у вигляді блок-схеми програми функціонування системи. Система може містити кілька взаємозалежних підсистем, кожної з яких при її створенні задається вихідна версія свого алгоритму керування. У більшості випадків вона залишається незмінною на весь період експлуатації автомобіля.

У процесі експлуатації автомобіля накопичують досвід, удосконалюють алгоритми, з'являється нова елементна база для побудови контролера й нові датчики, тому вихідна версія ПЗ може бути поліпшена. Розроблювачі встановлюють шифри для позначення версії програмного забезпечення й на корпусі ПЗП системного модуля наклеюють бірку, на якій зазначений шифр ПЗ.

До основних функціональних алгоритмів, що забезпечують роботу СК, відносяться:

- диспетчер часу, що регулює послідовність виконання всіх операцій, їхню синхронізацію і прив'язку в часі, а для двигунів ще і до кута повороту колінчастого вала;
- програми збору, обробки й розподілу інформації;
- диспетчер режимів, що визначає режим роботи об'єкта і відповідну частину програми, за якою повинне відбуватися керування;
- алгоритми формування керуючих сигналів за всіма керуючими впливами;
- алгоритми перетворення й виводу керуючих команд на виконавчі пристрої;
- алгоритми, що забезпечують діагностування роботи системи керування і її елементів, запам'ятовування й вивід відповідної інформації, а також алгоритми, що забезпечують працездатність СУ при відмові окремих її елементів;
- алгоритми оптимізації, адаптації й самонавчання.

Алгоритм керування вибирається, опираючись на задані вимоги до якості керування кожним об'єктом і з урахуванням його конкретного призначення. У першу чергу алгоритми залежать від структури системи керування, що може бути розімкнутої, замкнутої й комбінованою.

У всіх системах керування і в кожному з їхніх елементів обов'язково присутній прямий зв'язок – вплив вхідного сигналу на вихідний. Зворотний зв'язок – це вплив вихідного сигналу на вхідний. Він може бути обумовлений природними властивостями системи або організований в ній штучно (цілеспрямовано).

Лінія зворотного зв'язку може бути одна або декілька. Вони можуть охоплювати як всю систему керування (загальні), так і будь-яку її частину (місцеві). Зворотні зв'язки можуть мати місце, наприклад, у виконавчих пристроях. При цьому зворотні зв'язки можуть бути як негативними, що зменшують невідповідність значень вихідного сигналу значенням вхідного сигналу, так і позитивними, що збільшують цю невідповідність до технічно максимально можливої межі. Позитивні зворотні зв'язки можуть бути тільки місцевими, що охоплюють окремої частини систем. Якщо вони охоплюють всю систему (з виходу на вхід), тоді система взагалі втрачає можливість виконувати своє призначення

Порядок виконання роботи

По прикладених схемах і опису вивчити структуру й функціонування системи керування.

По натурному зразку вивчити вид, состав і розташування електронних компонентів системного модуля.

Оформлення звіту

У звіті привести структурні схеми системи керування й системного модуля, їхній короткий опис, а також перелік і функціональне призначення електронних компонентів досліджуваного системного модуля.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти системи керування.
2. Які функції виконують датчики системи керування?
3. Які функції виконують активатори системи керування?
4. Які функції виконує системний модуль?

Література [9, 24, 31].

Лабораторна робота № 53

КОМПОНЕНТИ, РОБОЧИЙ ПРОЦЕС І ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ З ЕЛЕКТРОННИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи

Вивчити будову компонентів, роботу, технічні характеристики та методи контролю технічного стану систем запалювання з електронним керуванням.

Устаткування та прилади

1. Макет компонентів системи запалювання.
2. Лабораторний макет електронної системи запалювання.
3. Системна стійка з персональним комп'ютером і модулем введення аналогових сигналів L783.

Загальні положення

Способи одержання імпульсів високої напруги в автомобільних системах запалювання/

Система запалювання призначена для того, щоб підвищити напругу бортової мережі електропостачання автомобіля до величини, необхідної для виникнення електричного розряду, і в необхідний момент часу подати цю напругу на відповідну запальну свічку. Правильне функціонування системи запалювання значною мірою забезпечує бензиновому двигуну його відповідність вимогам за енергетичними (потужність), економічними (витрата палива на 100 км пробігу) і екологічними (вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах) показниками. Відомі нині системи запалювання отримують необхідну енергію від проміжного накопичувача енергії, залежно від типу якого розрізняють системи з накопиченням енергії в котушці індуктивності чи у конденсаторі. Накопичення енергії від бортової мережі автомобіля здійснюється протягом тривалого проміжку часу та наступна передача накопиченої енергії через підвищувальний трансформатор на іскровий проміжок запальної свічки протя-

гом істотно меншого проміжку часу.

Часто котушку-накопичувач об'єднують із котушкою первинної обмотки підвищувального трансформатора. У цьому випадку схема пристрою здобуває вид, зображений на рис.53.1.

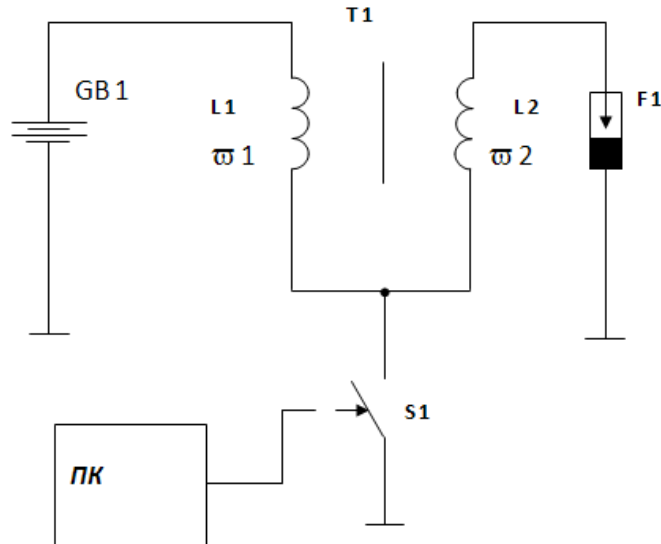


Рис.53.1. Функціональна схема системи запалювання з накопиченням енергії в котушці індуктивності: GB 1 – акумуляторна батарея; T 1 – підвищувальний трансформатор; F 1 – свічка запалювання; S 1 – ключ (переривник); ПК – пристрій керування

Джерело живлення $GB1$, котушка $L1$ трансформатора $T1$, ключ $S1$ утворюють ланцюг низької напруги (рис.53.2). При замкнутому ключі запалювання $S1$ у цьому ланцюзі, іменованому первинним, протікає струм $I1$. У цей період у котушці $L1$ накопичується енергія. У момент розмикання переривника $S1$ кінетична енергія магнітного поля котушки $L1$ перетворюється в електричну, генеруючи в ній електрорушійну силу (ЕРС) індукції, амплітуда якої визначається швидкістю зміни магнітного потоку. Час перетворення магнітної енергії в електричну значно коротше часу нагромадження в період замкнутого стану $S1$, тому амплітуда ЕРС індукції у кілька десятків разів вище напруги джерела живлення. Імпульс ЕРС, що виник у первинному ланцюзі в момент розмикання контактів, трансформується у вторинній обмотці трансформатора $T1$ і подається на свічку $F1$. Коли ЕРС у котушці $L2$ досягне напруги пробою іскрового проміжку свічки, відбудеться електричний розряд і запалювання робочої суміші в циліндрі двигуна.

Пробивна напруга свічки запалювання. Енергія, накопичена в системі запалювання, перетворившись при розряді в теплоту, визначає кількість теплоти, що може бути підведена до осередку запалювання для інтенсивного розвитку полум'я.

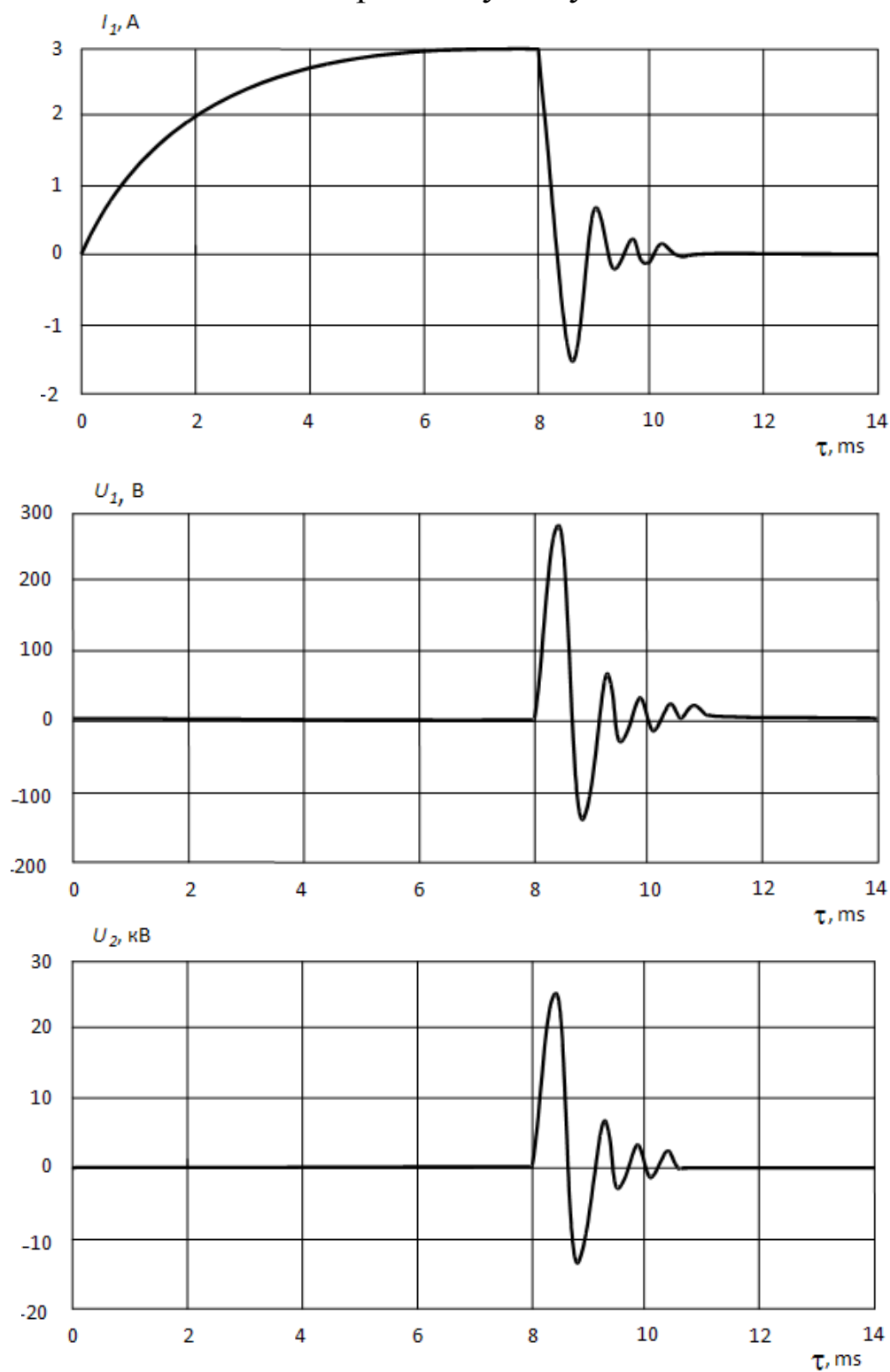


Рис.53.2. Діаграми струму та напруги в обмотках котушки запалювання T_1

Різниця потенціалів, прикладених до електродів свічки, які викликають лавиноподібний пробій газу, у результаті чого виникає іскровий розряд, називають пробивною напругою.

На величину пробивної напруги свічки впливають наступні фактори:

- тиск і температура в камері згоряння в момент електричного пробою іскрового проміжку (зазору) свічки;
- іскровий проміжок свічки;
- форма й температура електродів свічки, а також швидкість наростання вторинної напруги на електродах;
- склад робочої суміші в камері згоряння;
- швидкість руху робочої суміші в зоні іскрового проміжку свічки;
- матеріал електродів свічки.

Пробивну напругу запалювальної свічки можна визначити з формули Пашена:

$$U_{\text{п}} = f\left(\frac{P \cdot \delta}{T}\right), \quad (53.1)$$

де P – тиск у камері згоряння в момент пробою; δ – іскровий проміжок свічки; T – абсолютна температура середовища в камері згоряння в момент пробою.

Джерело імпульсної напруги є джерелом малої потужності. Якщо опір ізоляції свічки недостатньо великий, то виникає струм витоку через цей опір. У реальних умовах роботи свічки запалювання завжди існують фактори, що сприяють зниженню опору ізоляції. Це, насамперед, нагар на ізоляторі свічки, що утвориться в результаті відкладання на ньому часток мастила та палива, а також водяна пара, що конденсується при остиганні двигуна. Нагар і волога, будучи поганими ізоляторами, шунтують ізолятор свічки, створюючи додатковий витік струму. Це прийнято характеризувати шунтуючим опором $R_{\text{ш}}$. Наявність нагару на ізоляторі свічки сприяє збільшенню струму витоку в процесі наростання вторинної напруги, у результаті чого амплітуда імпульсу знижується, а при $R_{\text{ш}} = 0,25 \div 0,5$ Мом вторинна напруга може не досягати рівня пробивної напруги. За таких умов коефіцієнт запасу $K_3 < 1$ і запалювання робочої

суміші не відбувається. Для котушок запалювання контактних систем коефіцієнт трансформації перебуває в межах 56 – 100.

Транзисторні системи запалювання виникли на базі контактних систем у зв'язку зі спробами замінити механічний контактний переривник безконтактним транзисторним ключем. Слід наголосити, що ці спроби виявилися успішними, тому що зазначена заміна сприяла зниженню втрат енергії у вузлі комутації струму первинного ланцюга. У транзисторній системі запалювання зберігається принцип нагромадження енергії в котушці індуктивності за час замкнутого стану ключа. Функції комутатора струму в первинному ланцюзі виконує потужний транзистор, здатний проводити достатній для нагромадження необхідної енергії струм, швидко закриватися (розривати первинний ланцюг) і витримувати імпульси напруги (пряму і зворотну), що виникають на котушці в момент розмикання ланцюга, амплітудою 350 – 400 В.

Системи запалювання з мікропроцесорним управлінням.

Система запалювання з мікропроцесорним управлінням (МПСУ) складається із системного модуля, набору датчиків, котушок і свічок запалювання. У складі системного модуля або за його межами є електронний комутатор, що підключає на короткий час первинну обмотку котушки запалювання до акумуляторної батареї.

Керування моментом іскроутворення в МПСУ здійснюється на підставі обчислених блоком керування оптимальних значень кута випередження запалювання, що відповідають швидкості обертання колінчатого вала двигуна, розрідженню (тиску) у впускному колекторі або витраті повітря. Наявність датчика детонації в ланцюзі зворотного зв'язку дозволяє усунути детонаційне згоряння шляхом швидкого зменшення кута випередження запалювання. У системі відсутній механічний розподільник високої напруги.

На кожний циліндр (або на два циліндри) застосовується окрема котушка запалювання. Застосування такої системи дозволяє домогтися зниження витрати палива й токсичності відпрацьованих газів.

Лабораторний макет

Лабораторний макет виконаний за схемою, наведеною на рис.53.3.

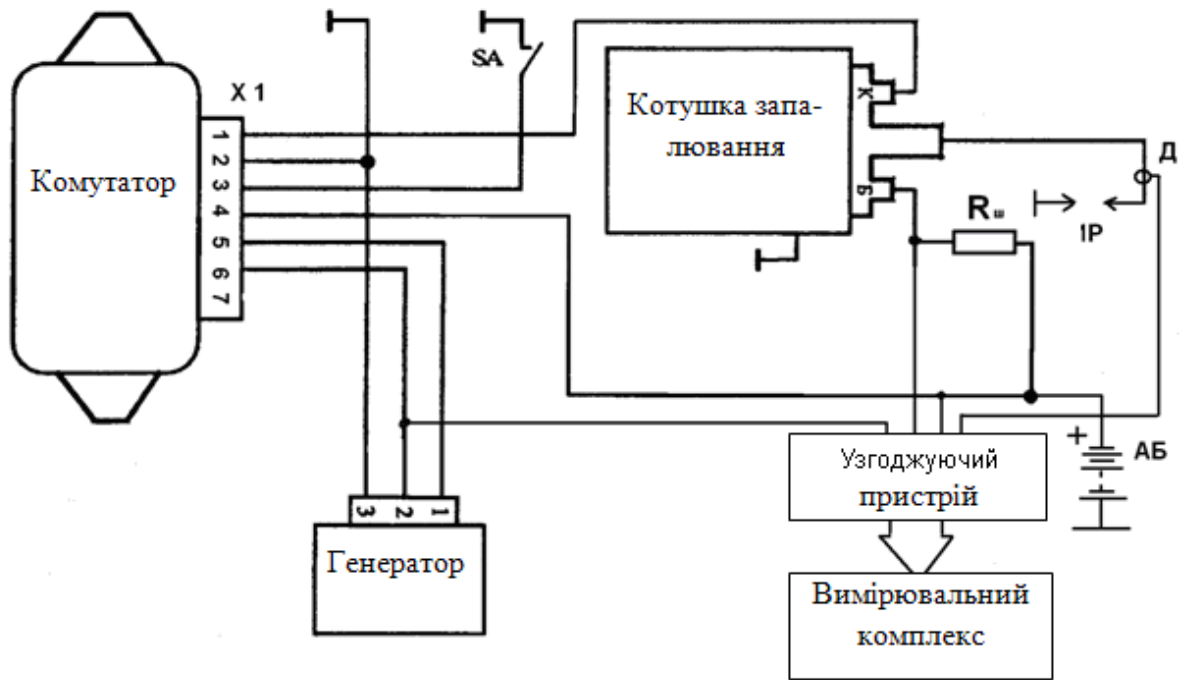


Рис.53.3. Схема електрична принципова лабораторного макета: АБ – акумуляторна батарея, ІР – іскровий розрядник, Д – датчик вторинної напруги, $R_{ш}$ – опір шунта, SA – вимикач, X1 – рознімання

У ньому використані стандартні компоненти систем запалювання – котушка із сухою ізоляцією із замкнутим П – подібним магнітопроводом і комутатор 0529.3734. Сила струму у ланцюзі комутатора повинна бути 6,7...7,3 А, а час накопичення енергії не більше 8,5 мс при частоті 33,3 Гц, і не менш 4 мс при частоті 150 Гц.

Керуючий електричний імпульс прямокутної форми, що подається на вхід комутатора, формується в спеціальному генераторі. Реєстрація сигналів у характерних точках системи запалювання здійснюється за допомогою комп'ютерної системи збору даних і ПЗ PowerGraf Professional. Неприпустимо, щоб високовольтні провідники торкалися низьковольтних проводів.

Контрольовані параметри:

- напруга живлення;
- напруга керуючого імпульсу;
- сила струму в первинній обмотці котушки запалювання;
- напруга на первинній обмотці котушки запалювання;
- напруга на вторинній обмотці котушки запалювання.

Порядок виконання роботи

Вихідний стан:

Клеми акумуляторної батареї відключені.

Вимикач живлення на лабораторному макеті в положенні «ВИКЛЮЧЕНЕ».

Рознімання інформаційного кабелю модуля *L783* відключений.

Перевірте заземлення комп'ютера.

Дотримуючи орієнтації рознімача, підключить інформаційний кабель модуля *L783* комп'ютерного стенда до лабораторного макета.

Увімкніть комп'ютер. Відкрийте програму PowerGraf. Виберіть кількість графіків 3.

Дотримуючи полярності, підключить клеми лабораторного макета до акумуляторної батареї.

Переведіть вимикач живлення на лабораторному макеті в положення «ВКЛЮЧЕНЕ». На іскровому розряднику повинні з'явитися електричні розряди.

Короткочасно натисніть кнопку «старт/стоп» у меню PowerGraf. Перевірте наявність сигналів на екрані монітора. Якщо вони є, то все готове до роботи.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти електронної системи запалювання.
2. Назвіть призначення основних компонентів.
3. Перелічіть переваги електронної системи запалювання.
4. Перелічіть недоліки електронної системи запалювання.
5. Назвіть основні параметри робочого процесу системи запалювання.

Література [9, 24, 31].

Лабораторна робота № 54

ПЕРЕВІРКА АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Засвоїти методи та практичні прийоми постановки діагнозу, придбати навички усунення несправностей.

Устаткування та прилади

1. Автомобілі ГАЗ–66 та Камаз–5320.
2. Стенд з біговими барабанами.
3. Стробоскоп.
4. Комплект приладів для виміру сумарних кутових зазорів в агрегатах трансмісії.
5. Спеціальна лінійка.
6. Набір гайкових ключів.

Підготовка автомобіля до роботи

Установити автомобіль ведучими колісьми на бігові барабани, а під вільні – поставити упори.

Надягти і закріпити на випускній трубі шланг для відводу відпрацьованих газів.

Перевірити наявність змащення в агрегатах і вузлах трансмісії; при необхідності підтягти кріпильні з'єднання; прогріти агрегати трансмісії до робочої температури.

Зміст роботи

Лабораторна робота охоплює:

- вивчення симптомів несправностей агрегатів трансмісії;
- перевірку і регулювання вільного ходу педалі зчеплення,
- видалення повітря з гідравлічного приводу зчеплення та перевірку його пробуксовки;

- замір кутових зазорів в агрегатах трансмісії;
- прогнозування працездатності агрегатів за результатами діагностування.

Порядок виконання роботи

Перевірку вільного ходу педалі зчеплення здійснювати в наступному порядку:

- спеціальну лінійку встановити упором на підлогу кабіни таким чином, щоб площадка педалі зчеплення розташувалася між движками лінійки;
- натиснувши рукою на педаль, повністю вибрати її вільний хід;
- по відстані між движками визначити значення вільного ходу педалі і порівняти його з нормативним.

Регулювання вільного ходу педалі зчеплення в механічному приводі зчеплення:

- для збільшення вільного ходу регулювальну гайку на тязі відкрутити, а для зменшення – закрутити.

У гідравлічному приводі зчеплення перед перевіркою величини вільного ходу педалі переконатися у відсутності повітря в системі та наявності в ній гальмової рідини.

Видалення повітря з гідравлічної системи привода зчеплення

Знявши гумовий ковпачок з головки пропускного клапана, надягти на клапан шланг для прокачування, другий кінець шланга занурити в прозору скляну посудину з гальмовою рідиною.

При необхідності долити гальмову рідину в головний циліндр через отвір, що закривається пробкою. Нормальний її рівень повинен бути на 15...20 мм нижче верхньої крайки отвору під пробку. Після доливу пробку встановити в отвір і надійно закрутити.

Приєднати до наконечника пробки резервуара головного циліндра шланг насоса для накачування шин, створити в системі тиск 0,01...0,03 Мпа.

Відкрутивши пропускний клапан на 1/4 оберта, контролювати хід і закінчення прокачування за бульбашками повітря та колірними відтінками рідини. Як тільки рідина піде в посудину рівним струменем без бульбашок повітря, закрутити щільно пропускний клапан.

Після завершення прокачування відвернути пробку резервуара головного циліндра, долити гальмову рідину до нормального рівня. Закрутивши пробку головного циліндра, вичавити педаль зчеплення і знову виміряти величину ходу штовхача робочого циліндра.

Регулювання вільного ходу педалі зчеплення з гідравлічним приводом.

У гідравлічному приводі зчеплення автомобіля ГАЗ–66 нормальний вільний хід педалі становить 40...60 мм. Він необхідний для вибору нормального зазору (0,3...1,0 мм) між поршнем і штовхачем, холостого ходу поршня головного циліндра до миті перекриття компенсаційного отвору та зазору між муфтою і важелями вимикання зчеплення.

Зазор між муфтою вимикання і важелями слід регулювати змінною довжини штовхача робочого циліндра. Хід штовхача повинен бути не менше 1...7 мм.

Перевірка пробуксовки зчеплення

Ввімкнути вентилятор відсовування відпрацьованих газів запустити двигун, прогріти його.

Виставити пряму передачу, створюючи на ведучих колесах навантаження не менш:

$$M_{\text{дв}} \cdot i_0,$$

де $M_{\text{дв}}$ – максимальний момент, що розвиває двигуном; i_0 – передаточне число головної передачі.

Розмістити стробоскопичний пристрій.

Направити промінь стробоскопичної лампи на карданне зчленування; якщо воно видається нерухомим, то пробуксовка відсутня; якщо спостерігається «прокручування» карданного вала, то зчеплення пробуксовує.

Визначення сумарних кутових зазорів в агрегатах трансмісії

Закріпити люфтомір (рис.54.1,.а) за допомогою затискача на фланці провідного моста, а стрілку – пружинним захватом на шийці відбивача провідного вала головної передачі. Карданний вал забло-

кувати ручним гальмом. Прокручуючи карданний вал спеціальним динамометричним ключем за карданне зчленування та задній міст із одного крайнього положення в інше (момент провертання 2,5 Н·м), визначити по шкалі сумарний кутовий зазор у карданній передачі.

Порівнявши отриманий зазор з нормативною величиною, що відповідає фактичному пробігу автомобіля і гранично припустимим значенням параметра, зробити висновок про стан карданної передачі.

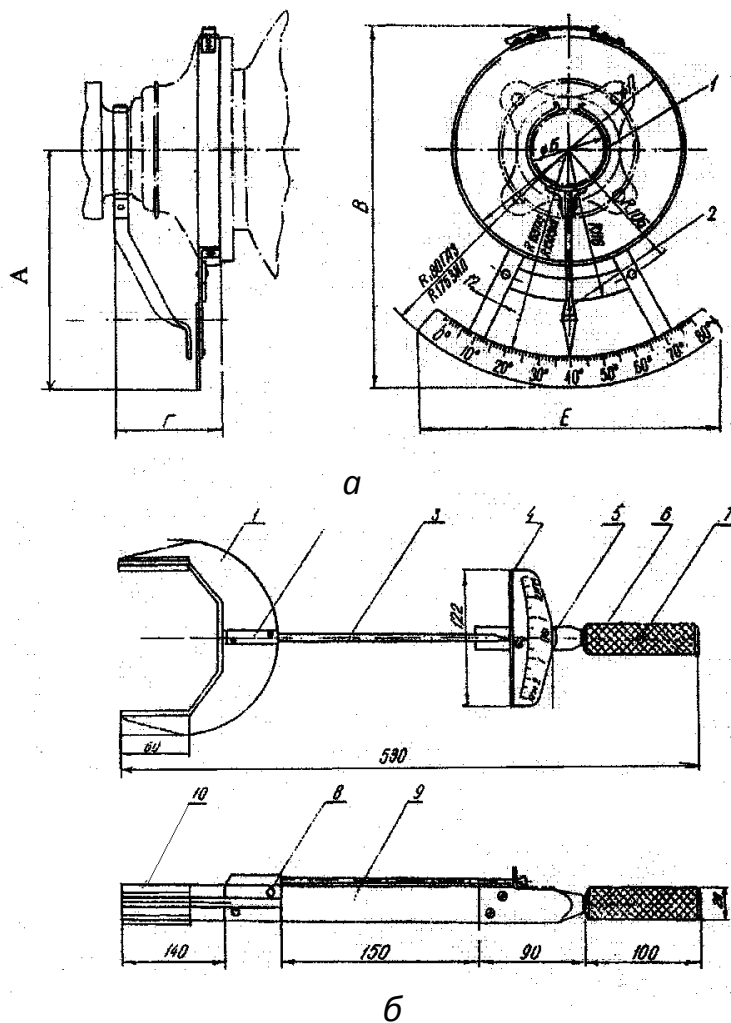


Рис.54.1. Прилади для виміру кутових вимірів в агрегатах силової передачі автомобіля: *a* – люфтомір; *б* – динамометричний ключ (1 – скоба; 2 – тримач стрілки; 3– стрілки; 4– шкала; 5– рукоятка; 6 – втулка рукоятки; 7 – вісь втулки; 8– деталь пружини; 9 – пружина пластинчаста; 10 – змінні щоки)

Для виміру кутових зазорів у коробці передач відпустити гальмо і ввімкнути першу передачу (блокування первинного вала за-

безпечується моментом опору двигуна).

Прокрутивши карданний вал із зазначеним моментом (рис.54.1, б) праворуч-ліворуч та визначивши за шкалою люфтоміра сумарний кутовий зазор, відняти з отриманої величини зазор у карданній передачі. Отримана різниця відповідає кутовому зазору на першій передачі.

Послідовно вмикаючи інші передачі та задній хід, повторити операцію та, визначивши зазори на кожній з них, зробити відповідні висновки.

Для виміру в головній передачі ведучі колеса заблокувати ножними гальмами, а важіль перемикання передач виставити в нейтральне положення.

Визначити зазор у головній передачі з відповідним висновком.

Контрольні запитання

1. Які основні симптоми несправностей агрегатів трансмісії.
2. Які особливості перевірки і регулювання вільного ходу педалі зчеплення з гідравлічним приводом?
3. Яка причина ускладненого перемикання передач у випадку справної коробки передач?
4. Як можна виявити пробуксовку зчеплення?
5. Яким чином замірюється сумарний кутовий зазор на 2 передачі коробки автомобіля КамАЗ–5320?
6. Які особливості методики виміру і регулювання сумарного зазору в задньому мосту?

Література [7, 17, 34]

Лабораторна робота № 55

ВІБРАЦІЙНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ SKODA OCTAVIA

Мета роботи

Освоїти вібраційні методи діагностування коробки передач автомобілів. Об'єкт діагностування – коробки передач та силовий агрегат автомобіля SKODA OCTAVIA. Вивчити засоби вібраційного діагностування коробки передач та силового агрегату. Ознайомитись із правилами вибору контрольних точок виміру вібрації коробки передач. Освоїти методику оцінки технічного стану коробки передач і силового агрегату методом порівняння поточних значень вібрації в широкій смузі частот з нормативними значеннями граничних параметрів експлуатаційної вібрації.

Устаткування та прилади

1. Віброперетворювач РА-023.
2. Магніт для кріплення віброперетворювача в контрольній точці.
3. Віброаналізатор «Кварц».
4. Кабель (екранований) для з'єднання віброперетворювача з віброаналізатором «Кварц».
5. Комп'ютер.
6. Програмне забезпечення «Діамант 2».
7. Стенд з біговими барабанами.

Комплект засобів виміру вібрації повинен бути перевірений органами Держстандарту України. Строк перевірки засобів виміру вібрації не повинен перевищувати один рік.

Параметри та частотний діапазон вимірів вібрації

Вимір вібрації здійснюється по середнім квадратическим значенням віброприскорень у децибелах (дБ) у третьоктавних смугах частот.

За нульовий рівень вібрації прийняте прискорення, рівне 3×10^{-4} м/с².

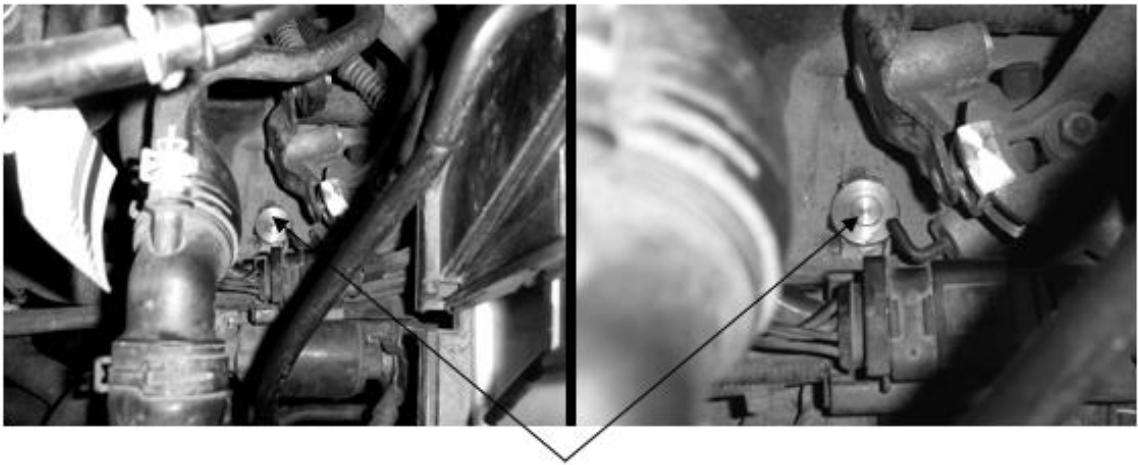
Вимір вібрації здійснюється в частотному діапазоні від 6,3 до

10000 Гц. У цьому частотному діапазоні збуджуються вібрації основних дефектів зачеплення зубчастих передач і підшипникових вузлів.

Місця і точки контролю вібрації

Вібрації порушені дефектами і несправностями зубчастих передач і підшипникових вузлів вимірюються на корпусі в точці А в радіальному напрямку до осі первинного вала.

Контрольна точка А вібрації коробки передач перебуває на корпусі опори підшипників у місці максимальної твердості корпусу (рис.55.1).



Точка контролю А

Рис.55.1. Місце і точка контролю вібрації коробки передач

Послідовність проведення діагностування

Установити автомобіль ведучими колісьми на стенд з біговими барабанами.

Установити за допомогою магніту віброперетворювач РА-023 з кабелем у контрольну точку А.

Приєднати кабель віброперетворювача до віброаналізатора «Кварц».

Підготувати віброаналізатор «Кварц» до діагностування:

- включити кабель живлення віброаналізатора «Кварц» у мережу 220 В;

- включити живлення віброаналізатора (клавiша «Вкл.»). Після завантаження ПО на екрані приладу з'явиться заставка «Диамех»;
- для входження в основне меню приладу «Кварц» натиснути кнопку «Введення»;

Запустити автомобіль, включити другу передачу і зробити об'їзду протягом 10 хвилин.

Установити стабільну частоту обертання двигуна – 2000 хв^{-1} і зробити виміри віброприскорень коробки передач у точці А в смузі частот від 6,3 до 10000 Гц. Для цього:

- включити кнопку 8 (рис.55.2) і увійти в меню «Виміру»;
- вибрати пункт «Загальний рівень»;
- записати поточний спектр вібрації (клавiша 7, рис.55.2);
- зберегти поточний спектр вібрації (клавiша 7, рис.55.2).

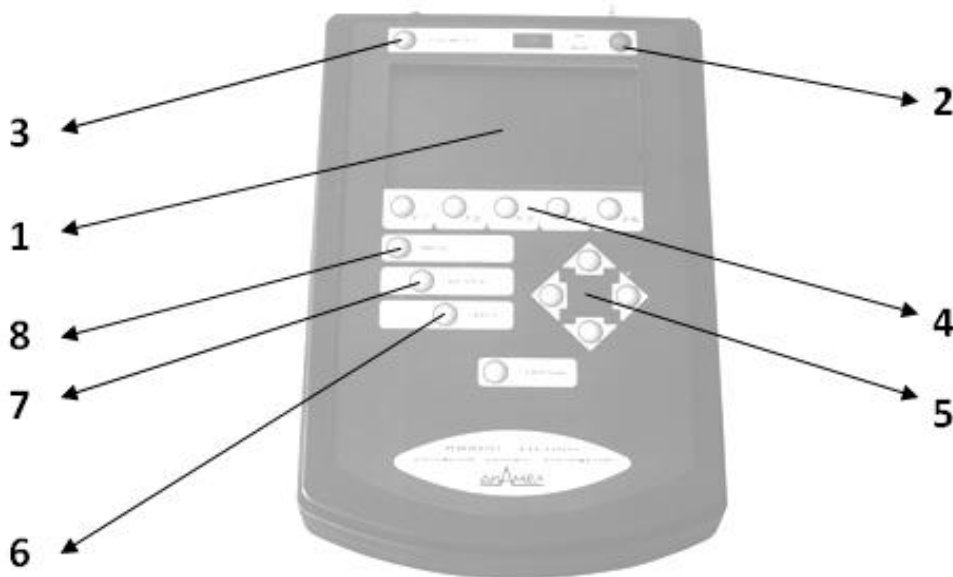


Рис.55.2. Лицьова сторона приладу «КВАРЦ»: 1 – екран приладу; 2 – <ВКЛ/ВИКЛ>; 3 – <ПІДСВІЧУВАННЯ>; 4 – програмувальні функціональні клавiші <F1>, <F2>, <F3>, <F4>, <F5>; 5 – курсор/селектор меню; 6 – <СКИДАННЯ>; 7 – <ЗАПИС>; 8 – <ВВЕДЕННЯ>

Оцінити загальний технічний стан коробки передач шляхом зіставлення поточних спектрів вібрації з нормативними наведених на рис.55.3. Визначте на яких частотах (f_1, f_2, f_3, f_4) вібрації мінімальний запас ресурсу.

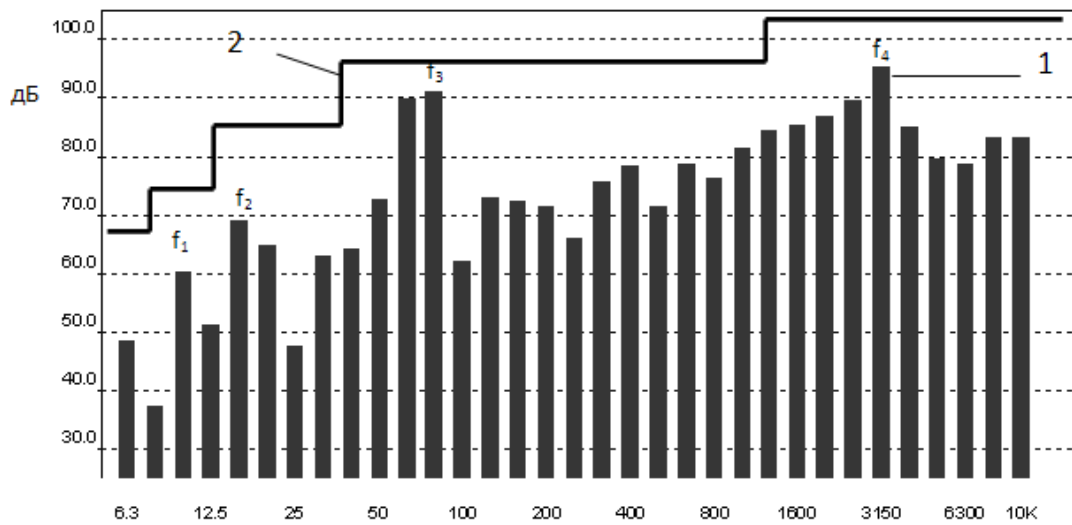


Рис.55.3. Спектри вібрації коробки передач у контрольній точці А:
 1 – спектр поточних значень вібрації; спектр (маска) нормованих граничних значень вібрації

Контрольні запитання

1. По яких параметрах вибирають засоби виміру вібрації?
2. Як визначити місця і точки контролю вібрації?
3. Як визначається по спектру вібрації запас ресурсу коробки передач?

Література [7, 40]

Лабораторна робота № 56

ДІАГНОСТИКА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ

Мета роботи

Набути навичок перевірки технічного стану рульового керування автомобіля.

Устаткування та прилади

1. Автомобілі КамАЗ-5320, VW Golf, Skoda Octavia
2. Люфтомір
3. Пристосування для перевірки гідравлічного підсилювача і насоса рульового керування автомобілів
4. Домкрат
5. Набір інструментів
6. Плакати
7. Інструкція з експлуатації люфтоміра

Зміст і порядок виконання роботи

Знайомство з пристроєм і принципом дії рульового керування і пристроїв контролю його параметрів технічного стану.

Аналіз конструкцій в пристрої рульового керування

Особливістю пристрою рульових керувань автомобілів є наявність в їх конструкції підсилювачів різних типів. Найбільш поширеним типом є гідропідсилювачі трьох основних компоновальних схем (рис.56.1, *а, б, в*).

Зовнішній вигляд пристрою рульового управління з компоновкою на рис. 56.1, *а* представлено на рис.56.2.

Насос забезпечує тиск і циркуляцію робочої рідини в системі.

Розподільник направляє (розподіляє) потік рідини в необхідну порожнину гідроциліндра або назад в бачок.

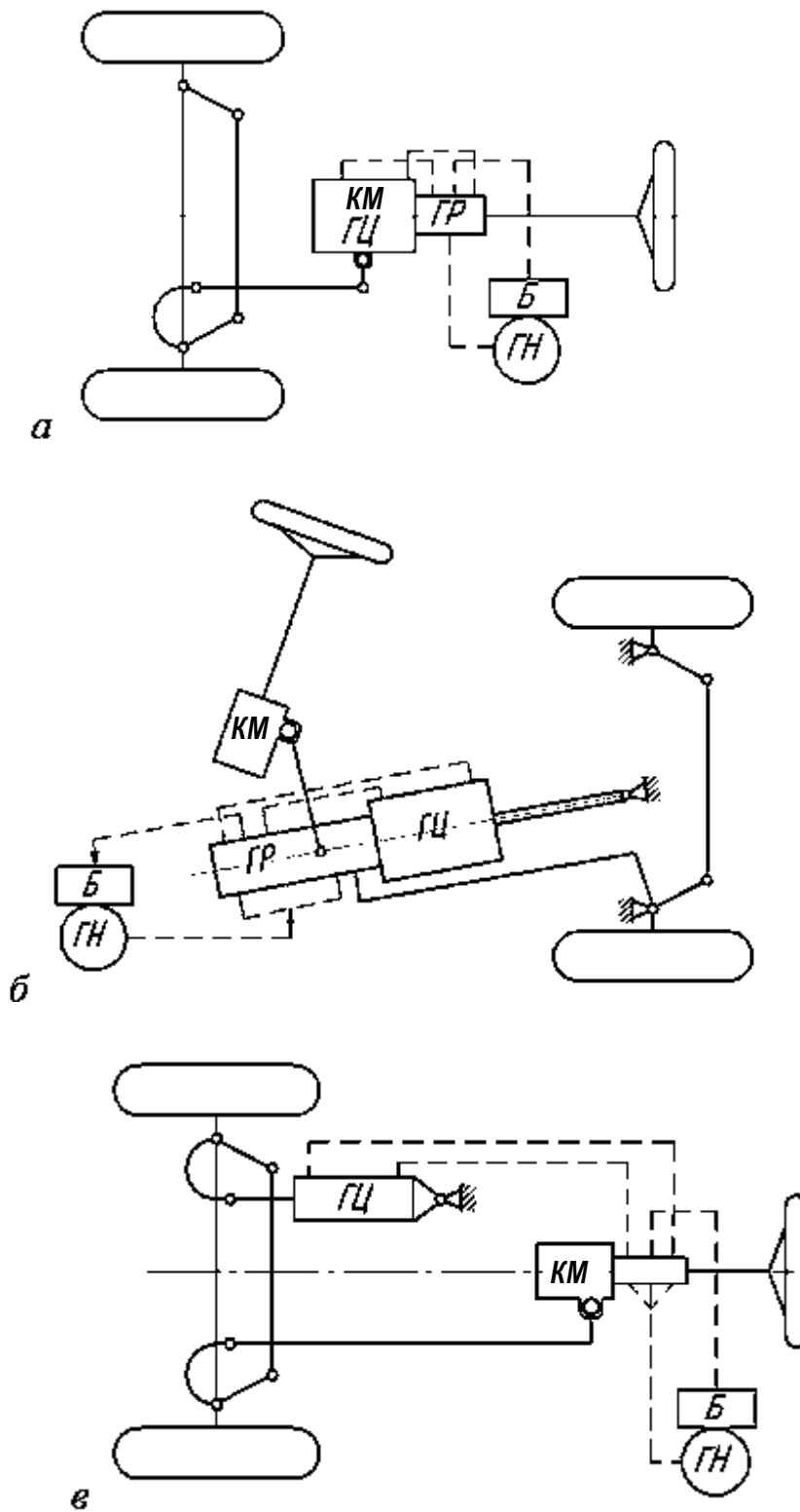


Рис.56.1. Схеми компоновок гідропідсилювача: РМ – рульовий механізм, ;Р – гідророзподілювач; ГЦ – гідроциліндр, ГН – гідронасос, Б – бачок з робочою рідиною

Гідроциліндр перетворює тиск рідини в переміщення поршня і штока, який через систему важелів повертає колеса.

Робоча рідина (спеціальне мастило) передає зусилля від насоса до гідроциліндра і змащує всі пари тертя.

Сполучні шланги забезпечують циркуляцію рідини за системою підсилювача.

Стежачий пристрій забезпечує пропорційність між силовою дією підсилювача і дією водія, що керує, тобто зберігає відчуття дороги.

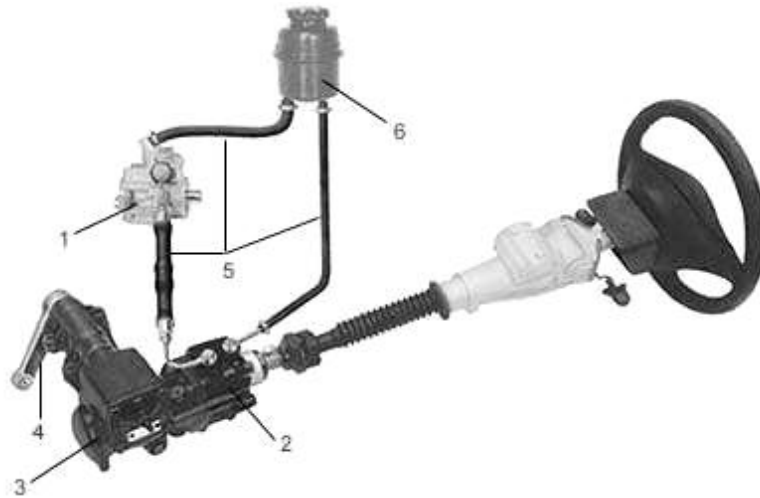


Рис.56.2. Гідропідсилювач з гідроциліндром в рульовому механізмі:
1 – насос, 2 – корпус розподільника, 3 – рульовий механізм, 4 – рульова сошка; 5 – сполучні шланги; 6 – бачок

У пристрої гідропідсилювачів сучасних автомобілів присутні електронні системи автоматизації управління робочими процесами складових елементів. Робота гідропідсилювача з осьовим розподільником (без електронної системи) схематично представлена на рис.56.3.

При нерухомому рульовому колесі (рис.56.3, а) золотник утримується в середньому (нейтральному) положенні центруючими пружинами. Порожнини розподільника з'єднані між собою так, що робоча рідина вільно перетікає з нагнітальної магістралі в зливну. Насос підсилювача працює тільки на прокачування рідини по системі, а не на поворот коліс.

При повороті рульового колеса (рис.56.3, б) золотник переміщується і перекидає зливну магістраль. Робоча рідина під тиском

надходить в одну з робочих порожнин циліндра. Під дією тиску рідини поршень зі штоком повертає колеса. Вони, в свою чергу, переміщують корпус розподільника у бік руху золотника.

Як тільки рульове колесо перестає обертатися, золотник зупиняється і корпус його «доганяє». Відновлюється нейтральне положення розподільника, при якому знову відкривається зливна магістраль і припиняється поворот коліс. Таким чином, реалізується кінематична спостерігаюча дію підсилювача – забезпечення повороту коліс на кут, що задається водієм при обертанні рульового колеса.

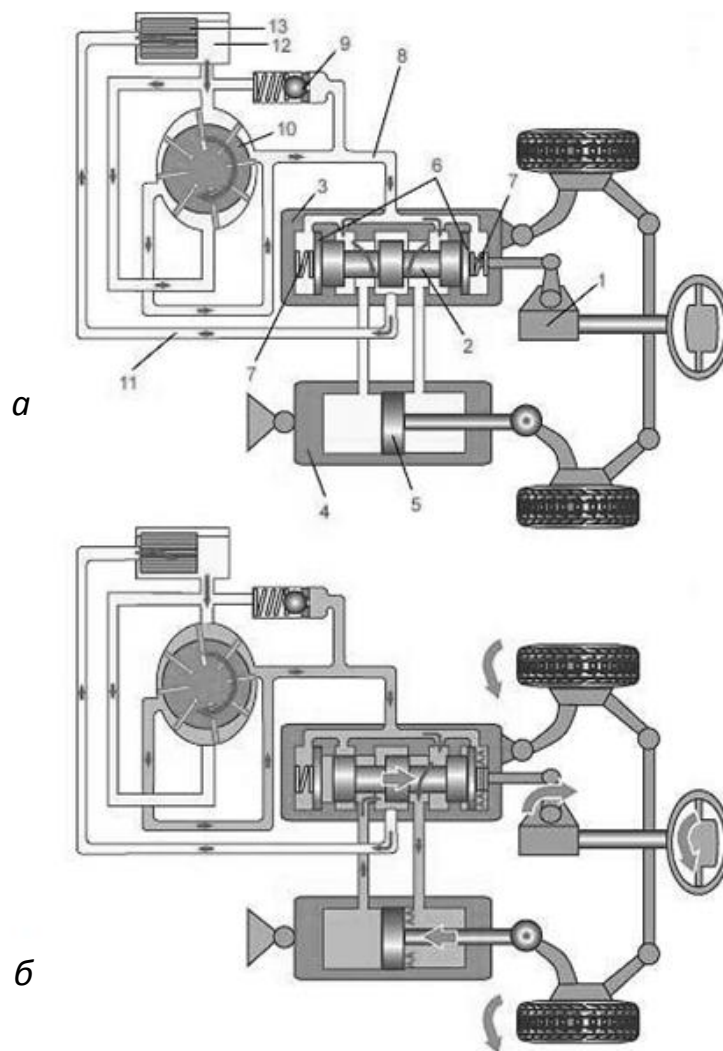


Рис.56.3. Схема принципу дії гідропідсилювача: *а* – при нерухомих колесах; *б* – при повороті керма; 1 – рульовий механізм; 2 – золотник, 3 – корпус розподільника, 4 – гідроциліндр, 5 – поршень гідроциліндра; 6 – реактивна шайба; 7 – центруюча пружина, 8 – нагнітальна магістраль; 9 – клапан; 10 – насос; 11 – зливна магістраль; 12 – бачок; 13 – фільтр

У пристрої більшості електромеханічних підсилювачів рульового керування (ЕМПРК) присутні такі складові елементи:

- рульовий вал з торсіонним валом;
- електродвигун;
- електронний блок управління (ЕБУ);
- датчик обертального моменту (безконтактний);
- датчик положення ротора.

Електропідсилювач встановлюється на рульовий вал автомобіля, частини якого з'єднані між собою торсіонним валом, зі встановленим датчиком величини крутного моменту. При обертанні рульового колеса відбувається скручування торсіонного валу, яке реєструється датчиком моменту. На підставі отриманих з датчика моменту даних, а також даних з датчиків швидкості і оборотів колінчастого валу, електронний блок управління обчислює необхідне компенсаційне зусилля і подає команду на електродвигун підсилювача.

Електропідсилювач в залежності від повної маси і компонування автомобіля може вбудовуватися в різні ланки рульового управління рис.56.4.

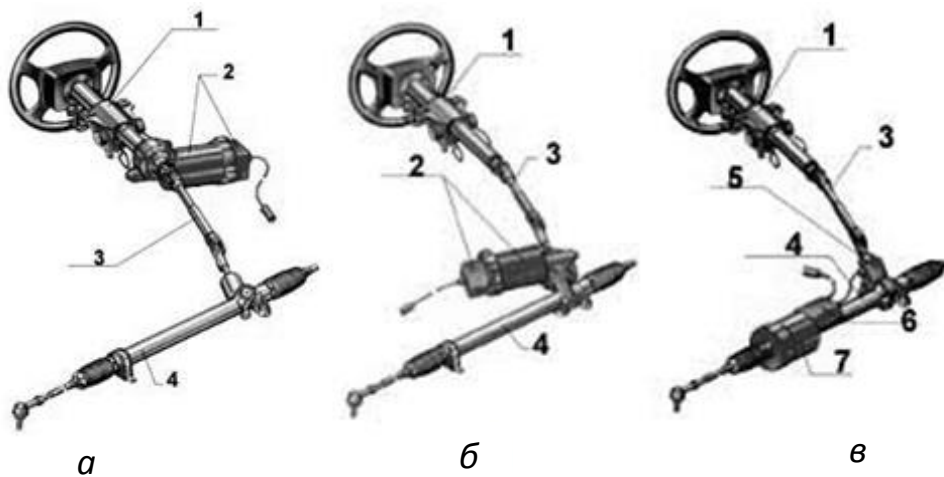


Рис.56.4. Схеми компонування електропідсилювача рульового управління: *а* – підсилювач вбудований в рульову колонку, *б* – підсилювач встановлений на вихідному валу; *в* – підсилювач встановлений у приводі рульового управління; 1 – рульова колонка; 2 – електропідсилювач з черв'ячною передачею та електронним блоком управління; 3 – проміжний вал; 4 – рейковий рульовий механізм; 5 – стежучий пристрій з торсіоном; 6 – блок управління; 7 – електропривод з механізмом гвинт-кулькова гайка-рейка

Особливістю пристроїв електропідсилювачів рульового керування є повна відсутність гідравліки. На торсіони стежачих пристроїв цих підсилювачів встановлений датчик. Залежно від його сигналу електроніка подає струм потрібної полярності і сили на обмотки електромотора, пов'язаного з рульовим механізмом через черв'ячну передачу. За сигналами від датчика швидкості змінюється характеристика підсилювача відповідно до програми, закладеної в пам'ять ЕБУ.

Перевірка зусилля обертання і вільного ходу (люфту) рульового колеса

Визначити особливості порядку перевірки згідно відмінностям у пристрої рульового управління:

- для автомобіля з підсилювачем встановити поворотні колеса в положення відповідне прямолінійному руху;
- для автомобіля без підсилювача виконати аналогічні дії, попередньо вивісивши керовані колеса осі (осей).

Приступити до перевірки зусилля на кермовому колесі в наступному порядку:

1. Ознайомитися з інструкцією по експлуатації люфтоміру.
2. Розташувати складові елементи люфтоміру на рульовій колонці і рульовому колесі згідно з вказівками в інструкції.
3. Запустити мотор автомобіля з підсилювачем в рульовому управлінні встановивши середню частоту обертання колінчастого вала, виключаючи запуск мотора автомобіля без підсилювача.
4. Зафіксувати показання динамометра повертаючи рульове колесо силовим впливом на динамометричні пристрій. При перевищенні граничних значень від'єднавши рульовий механізм від рульового приводу і повертаючи рульове колесо силовим впливом на динамометричні пристрій, зафіксувати показання динамометра.
5. Встановити причину при перевищенні значень величин зусиль шляхом:

- перевірки мастила в рульовому механізмі;
- регулювання рульового механізму;

Приступити до перевірки люфту:

1. Встановити колеса автомобіля в положення відповідне прямолінійним руху.

2. Вивісити ліве колесо при контакті правого з опорною поверхністю.

3. Запустити мотор автомобіля з підсилювачем в рульовому управлінні встановивши середню частоту обертання колінчастого вала, виключаючи запуск мотора автомобіля без підсилювача.

4. Повертати рульове колесо проти ходу годинникової стрілки із зусиллям не більше 10Н впливаючи на динамометричні пристрій люфтоміру до моменту вибору зазорів в рульовому механізмі, встановити нульову відмітку на вимірювальному пристрої.

Повертати рульове колесо по ходу годинникової стрілки із зусиллям не більше 10Н впливаючи на динамометричні пристрій люфтомір до моменту вибору зазорів в рульовому механізмі і зафіксувати показання вимірювального пристрою.

5. Встановити причину разі перевищення значень величин люфту шляхом перевірки зазорів в сполученні рульових тяг, повертаючи рульове колесо із зусиллям 10Н для рульового керування без підсилювача, 15Н з підсилювачем.

Приступити до контролю значень величин тиску мастила в робочому режимі, при спрацьовуванні запобіжно-перепускного клапану гідронасоса рульового управління і запобіжного клапана силового циліндра системи з гідروпідсилювачем в наступному порядку:

- Встановити необхідні пристрої в систему згідно схеми (рис.56.5).

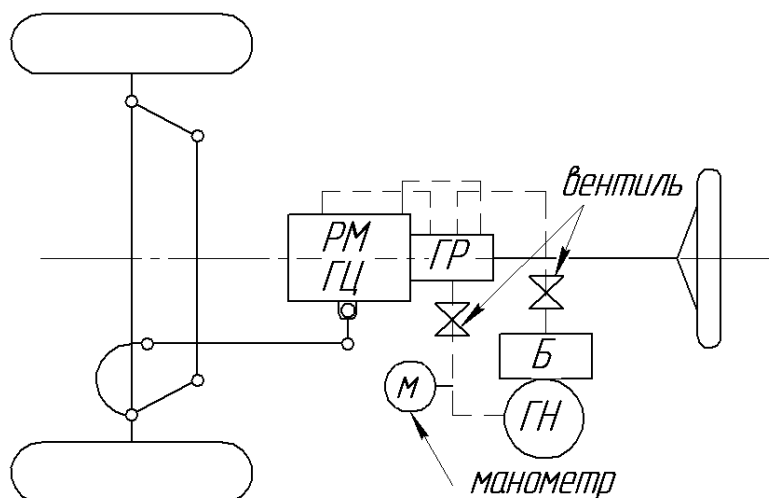


Рис.56.5. Схема приладу для перевірки значень величин тиску робочої рідини

2. Перевірити тиск робочої рідини в момент спрацьовування запобіжно-перепускного клапану гідронасоса запустивши мотор, встановивши частоту обертання вихідного вала на рівні 1300 ... 1500 хв⁻¹, закривши вентиль нагнітального трубопроводу, зафіксувати показання манометра.

3. Встановити причину відхилень значень від нормативного рівня шляхом регулювання запобіжно-перепускного клапану.

4. Перевірити тиск робочої рідини в момент спрацьовування запобіжного клапану силового циліндра гідропідсилювача запустивши мотор, встановивши обороти обертання вихідного валу 1300 ... 1500 хв⁻¹, закривши вентиль випускного трубопроводу, зафіксувати показання манометра.

5. Встановити причину при перевищенні значень величин зусиль шляхом:

- мащення поворотного пристрою коліс на осі;
- усунення джерела опору повороту коліс.

Контрольні запитання

1. Параметри технічного стану рульового керування.
2. Нормативні значення зусилля на рульовому колесі для різних типів автомобілів.
3. Типи приладів контролю значень величин параметрів технічного стану рульового керування автомобілів.
4. Чому спочатку слід проводити перевірку зусилля на рульовому колесі, а не люфт?
5. Які існують основні відмови і несправності рульового управління?

Література [7, 17, 34]

Лабораторна робота № 57

ПЕРЕВІРКА КУТІВ ВИСТАВЛЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАЗЕРНОГО СТЕНДА “УНІТЕСТ–ЛАЗЕР”

Мета роботи

Вивчити технологію контролю технічного стану ходової частини легкових автомобілів.

Устаткування та прилади

1. Автомобілі Scoda Octavia, VOLKSWAGEN GOLF GTI.
2. Лазерний стенд для контролю і регулювання кутів виставлення коліс автомобілів «Унітест-лазер».
3. Стійка з лазерним індикатором переміщення для виміру осьового і радіального биття шин.
4. Манометр для виміру тиску повітря в шинах.
5. Лінійка для виміру стріли прогину ресор і статичного радіуса коліс.

Зміст і прядок виконання роботи

Перевірка загального технічного стану автомобіля. Відхилення нижче приведених параметрів від норм знижує точність вимірів і ефективність регулювання геометричних параметрів ходової частини автомобіля(рис.57.1).

Перш ніж перейти до контролю кутів виставлення коліс, необхідно перевірити зовнішнім оглядом стан шин: наявність порізів, здуттів, металевих предметів, що застрягли в протекторах шин, деформацій дисків.

Визначити тиск повітря за допомогою шинного манометра і при необхідності довести до норми (табл.57.1). Відхилення тиску від норми повинне бути не більше 0,01 МПа.

За допомогою лінійки замірити статичні радіуси на всіх колесах. Різниця статичних радіусів на правих і лівих колесах не повинна перевищувати 3 мм.

Визначити стрілу прогину ресор або довжину пружин. Різниця прогинів праворуч і ліворуч повинна бути не більша 3 мм. Перевірити зношеність гумових втулок – візуально «за просіданням» вала у втулці. В автомобілях з бесшкворневою підвіскою слід перевірити люфти в кульових опорах підвіски методом погойдування колеса у вертикальній площині при піддомкращеному колесі. У автомобілів зі шкворневою підвіскою (ГАЗ–31029) радіальний зазор у шкворні перевіряється таким же чином, а осьовий зазор перевіряється шляхом переміщення колісного вузла у вертикальному напрямку.

Таким же чином визначається зазор у підшипниках коліс (на автомобілях, де ці зазори регулюються). Одночасно перевіряються осьове і радіальне биття шин. При погойдуванні колісного вузла в горизонтальній площині визначають люфти в шарнірах кермових тяг.

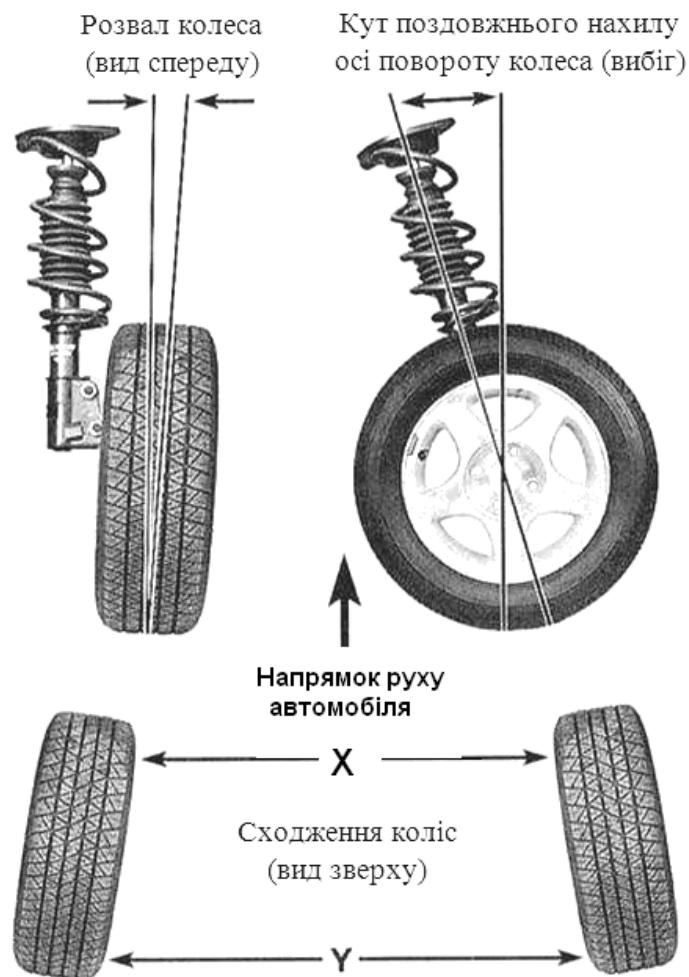


Рис.57.1. Кути установки керованих коліс

Осьове биття диска колеса і шини визначають в такій послідовності: піддомкратити колесо; установити стійку з індикатором біля колеса; уперти ніжку індикатора в боковину шини або в полицю диска (залежно від того, що перевіряється); прокрутити колесо; за максимальним відхиленням стрілки визначити биття диска або шини (норма 1,5 мм для диска і 2 мм для шини).

Радіальне биття шини контролюють за такою ж методикою, але ніжку індикатора необхідно вперти в центральну бігову доріжку протектора (норма не більше 2 мм).

Таблиця 57.1

Параметри, що характеризують кути установки коліс автомобіля

Показники	ГАЗ– 31029 «Волга»	VOLKSWAGEN GOLF GTI
1. Розмір шин	205/70R14	195/65 R15
1. Тиск повітря в шинах, кг/см ² /Мпа/ а) передніх коліс б) задніх коліс	1,7 (0,17) 1,9 (0,19)	2,6 (0,26) 2,6 (0,26)
3. Радіальний люфт у шкворневому з'єднанні, мм	0,1	0,1
4. Осьовий люфт у шкворневому з'єднанні, мм	0,2	–
5. Кут розвалу	0°±30'	0°35'±20'
6. Кут сходження	0°10'...0°20'	0°±10'(1,5 мм)
7. Кути поздовжнього нахилу шворня	0°...1°	1°35'±30'

Улаштування стенда

Стенд (рис.57.2) складається із правої 1 і лівої 2 стійок, у кожену з яких убудований лазерний випромінювач і оптична система, що формує промінь, перпендикулярний осі автомобіля, для виміру кутів розвалу і сходження керованих коліс.

На обидва колеса установлюються розпірні консолі із дзеркалами 5 таким чином, щоб площини дзеркал були паралельні площинам обертання коліс.

Принцип контролю, виміри і регулювання керованих коліс автомобілів на даному стенді полягає у визначенні величини відхилення від співвісності між прямим і відбитим променями лазера.

У процесі виміру промені лазера, спрямовані зі стійок, проходять через спеціальні отвори в шкалах 3 і 4, відбиваються від дзеркал розпірних консолей і потрапляють на площину фіксації шкал, утворюючи на ній світлові плями підвищеної контрастності. Положення світлових плям на шкалах відповідає кутам установки коліс автомобіля.

Розташування лазерних стійок щодо оглядової канави і їхня установка показані на рис.57.2.

Стійки повернені одна до одної об'єктивами і установлені на одній лінії, перпендикулярній осі оглядової канави.

Стійки 1, 2 та опорні площини поворотних платформ 6 розташовані на одній горизонтальній площині (рівень підлоги).

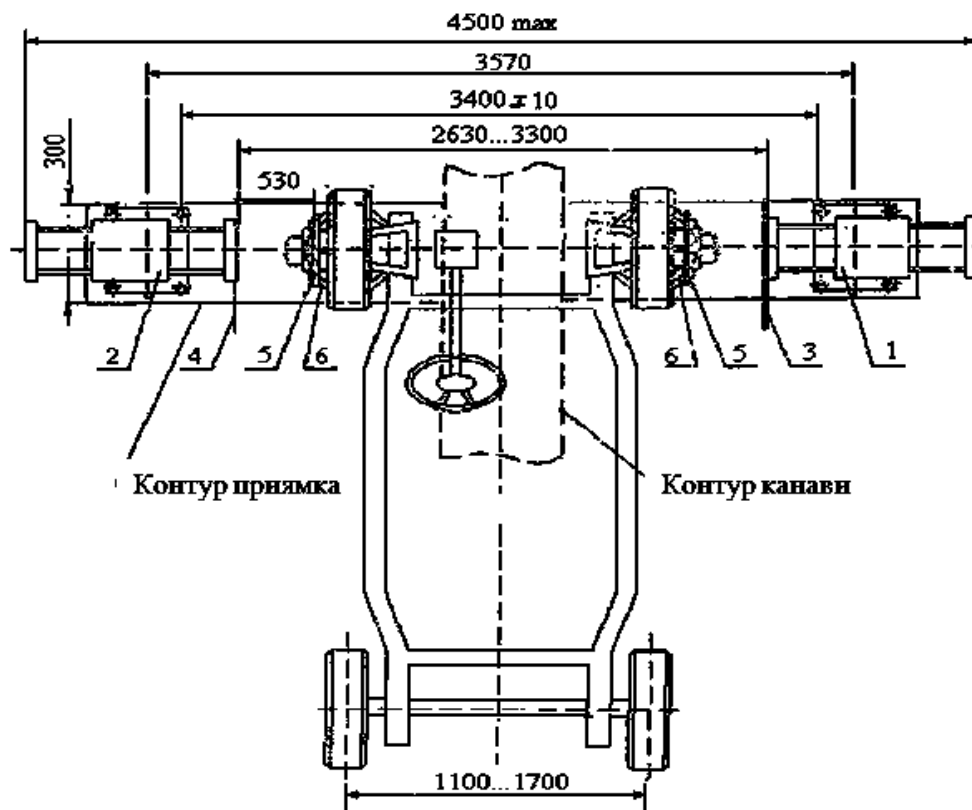


Рис.57.2. Схема станда: 1 – стійка лазерна права; 2 – стійка лазерна ліва; 3 – шкала права; 4 – шкала ліва; 5 – розпірна консоль; 6 – поворотна платформа

Технічні можливості станда (табл.57.2) дозволяють визначати сходження і кути розвалу керованих коліс, кути поздовжнього нахилу шворня, максимальні кути повороту і співвідношення кутів повороту керованих коліс легкових автомобілів.

Технічні дані стенда

• Межі виміру, градуси	
- сходження передніх коліс (для коліс 13»)	20
- кутів розвалу передніх коліс	± 3
- поздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс	± 20
- співвідношення кутів повороту передніх коліс	± 40
2. Абсолютна погрішність виміру, кутові хвилини	
- сходження передніх коліс (для коліс 13»)	0,5
- кутів розвалу передніх коліс	$\pm 7,5$
- поздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс	± 15
- співвідношення кутів повороту передніх коліс	± 30
3. Діаметр обіду колеса автомобіля, що перевіряється, мм (дюйми)	12»..16» 300...406
4. Колія автомобіля, мм	1100...1700
5. Максимальна маса автомобіля, кг	2000

Порядок контролю геометричних параметрів ходової частини

1. Розмістити автомобіль керованими колесами на поворотних платформах (рис.57.2, поз. 6) таким чином, щоб колеса перебували між лазерними стійками приблизно на однаковій відстані від них.

1.1. Установити кермо в положення, що відповідає руху на прямолінійній ділянці.

1.2. Шкали на платформах обертання зафіксувати в нульовому положенні.

1.3. Зафіксувати задні колеса гальмом стоянки.

• Вимір максимального кута повороту коліс.

2.1. Переконатися, що платформи обертання зафіксовані і передні колеса перебувають у положенні прямолінійного руху.

2.2. Поворотом рукоятки проти годинникової стрілки розфіксувати платформи обертання.

2.3. Повернути кермо ліворуч до упору та за шкалою на лівій поворотній платформі визначити максимальний кут повороту колеса.

2.4. Повторити вимір при повороті вправо до упору.

3. Вимір співвідношення кутів повороту передніх коліс

3.1. Положення платформ обертання і коліс повинні бути такими ж, як у п. 2.

3.2. Розфіксувати платформи обертання.

3.3. Повернути кермо ліворуч таким чином, щоб ліве колесо повернулося на 20 градусів. За шкалою правої поворотної платформи визначити кут повороту правого колеса.

3.4. Повторити вимір під час правого повороту.

4. Установка колісних блоків.

4.1. Колісні блоки (рис.57.3) кріпляться до коліс за допомогою трьох упорних гвинтів (поз. 4). Нижня пара гвинтів заводиться усередину виступу обіду колеса, а верхній підводять до ободу і дотискають до надійної фіксації вузла на колесі за допомогою ручки 3.

4.2. Вивісити передні колеса автомобіля. Установити положки 8, 2 у робоче (нижнє) положення.

4.3. Установити площину дзеркала паралельно площині обертання колеса, для чого:

- запустити лазер відповідної стійки;
- обертаючи колесо, переконатися, що проекція відбитого променя лазера «а» вписує на шкалі окружність (рис.57.5);
- регулювальними гайками (рис.57.3, поз. 2) домогтися зменшення діаметра окружності і наступної трансформації її в точку (точка «о» – проекція променя «б»).

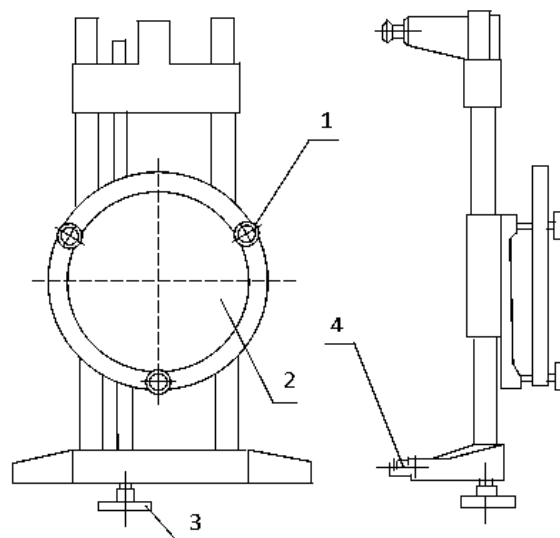


Рис.57.3. Розпірна консоль колісного блоку: 1 – дзеркала; 2 – регулювальна гайка; 3 – ручка ходового гвинта; 4 – упорний гвинт

Аналогічно відрегулювати положення дзеркала на іншому передньому колесі.

4.4. Зафіксувати платформи обертання в нульовому положенні і опустити автомобіль так, щоб його колеса виявилися в центрі платформи.

4.5. Кілька разів натискаючи зверху вниз на задній, а потім на передній бампер зусиллям 400..500 Н, продавити підвіску автомобіля.

5. Вимір кутів розвалу передніх коліс. З напрямного полозка (рис.57.4, поз. 4) висунути до упору лінійку-щуп (рис.57.4, поз. 2), зафіксувавши її в такому положенні пружинним фіксатором.

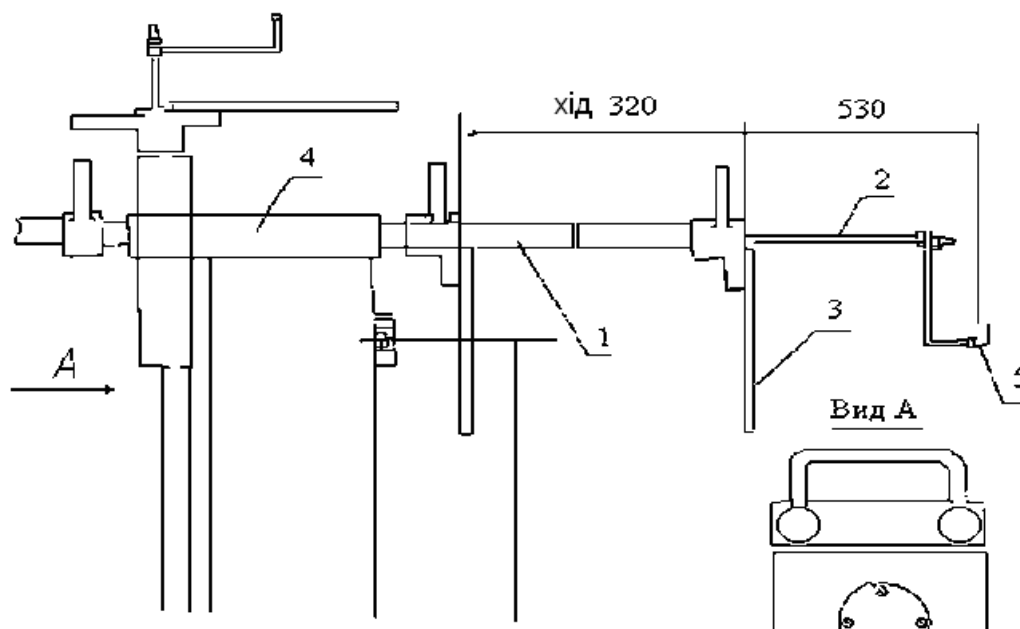


Рис.57.4. Стійка з полозками: 1 – полозки; 2 – лінійка-щуп; 3 – шкала; 4 – стійка; 5 – упор

Перемістити полозки вперед до торкання наконечником прапорця дзеркала (рис.57.5). При цьому шкала буде встановлена на відстані 530 мм від поверхні дзеркала і на ній буде видна світлова пляма (проекція променя лазера, відбитого від дзеркала). Показання значення кута розвалу зчитуються з вертикальною шкали від горизонтальної лінії «0» градусів до проекції променя лазера.

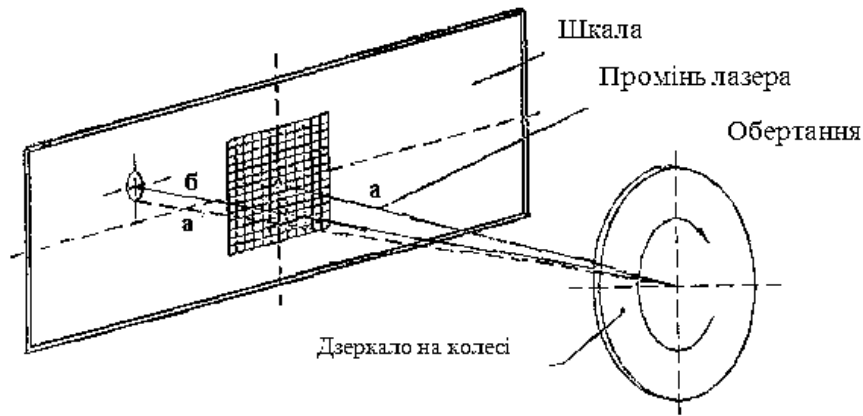


Рис.57.5. Схема установки дзеркала в площину обертання вузла

6. Вимір сходження передніх коліс.

Вимір сходження здійснюється одночасно з виміром кута розвалу, при цьому показання знімаються по горизонтальній шкалі від вертикальної лінії «0» у міліметрах. Сума двох значень (правого і лівого) відповідає куту сходження передніх коліс автомобіля.

Примітка: шкала кутів сходження в міліметрах відповідає колесам з діаметром ободу 330 мм (13»). Для того, щоб мати точні значення в міліметрах для коліс іншого діаметра, необхідно помножити отримані значення для коліс із діаметром ободу: 300 мм (12») на 0,92; 335 мм (14») на 1,08; 380 мм (15») на 1,15; 406 мм (16») на 1,21.

7. Вимір кута поздовжнього нахилу шворня передніх коліс.

7.1. Перевірити правильність установки дзеркал на передніх колесах (див. п. 4), переконавшись, що поворотні платформи розфіксовані.

7.2. Повертати кермо ліворуч доти, поки проекція променю лазера не переміститься в сектор «А» передньої правої шкали на бічну кутову шкалу. Запам'ятайте отримані показання. Потім повертати кермо вправо, поки проекція променя лазера не переміститься в сектор «В», на іншу бічну шкалу. Відніміть із числа значення («А») друге число («В»). Отримана різниця відповідає куту поздовжнього нахилу шворня. Знак різниці визначає напрямок поздовжнього нахилу осі повороту колеса (позитивний або негативний нахил).

7.3. Аналогічно виконати виміри для лівого колеса. Отримані значення зрівняти з табличними (табл.57.1). Дати висновки щодо

технічного стану ходової частини.

Контрольні запитання

1. Яка послідовність контролю технічного стану ходової частини?
2. Як регулюється положення дзеркала?
3. Як визначається значення кутів повороту коліс?
4. Як визначається різниця кутів повороту коліс?
5. Як вимірюється кут поздовжнього нахилу шворня?

Література [7, 37]

Лабораторна робота № 58

КОНТРОЛЬ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПНЕВМАТИЧНОЇ ГАЛЬМОВОЇ СИСТЕМИ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Ознайомитися з основними несправностями пневматичних гальмових систем і засвоїти методи контролю справного стану елементів гальмових систем безпосередньо на автомобілі. Одержати навички у виконаннях операцій ТО й ремонту гальмових систем автомобілів КамАЗ.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Камаз-5320.
2. Штатний манометр.
3. Лінійка.
4. Мильна емульсія.
5. Ключі.
6. Набір щупів.
7. Демонстраційний щит.
8. Набір плакатів.

Зміст і порядок виконання роботи

Пневматичний гальмовий привід застосовують на вантажних автомобілях середньої й великої вантажопідйомності, на автопоїздах і автобусах. У гальмовій системі автомобіля із пневмоприводом гальмові механізми приводяться в дію енергією стисненого повітря, водій тільки впливає на керуючі (повітророзподільні) прилади. Він полегшує керування автомобілем, більше ефективний у порівнянні з іншими приводами й забезпечує використання стисненого повітря для різних цілей (відкриття й закриття дверей в автобусі; накачування й підтримка тиску в шинах, у приводі склоочисників і ін.). Однак пневмопривід менш компактний, складний по конструкції й в

обслуговуванні, більш коштовний, має більший час спрацьовування (в 5...10 разів більше, ніж у гідроприводу).

Пневматичний гальмовий привід містить у собі наступні прилади:

- *живильні* – компресор, ресивери;
- *керуючі* – гальмові крани, клапани керування гальмовими механізмами причепа й напівпричепа;
- *виконавчі* – гальмові камери, гальмові циліндри;
- *регулюючі* – регулятор тиску компресора, регулятор гальмових сил і ін.;
- *поліпшуючі експлуатаційні якості й надійність* – влаговідокремлювачі, захисні, прискорювальні й інші клапани;
- *сигнальні* – сигналізатори різних типів.

Пневматичний привід гальм автомобіля КамАЗ-5320 обладнаний робочою, стояночною, допоміжною й запасною гальмовими системами, а також системою для аварійного розгальмовування стояночного гальмового механізму й виводами для живлення стисненим повітрям причепів і напівпричепів. Робочі гальмові механізми мають роздільний привід.

Привід розбитий на автономні контури. Кожний контур діє незалежно від інших. Незалежність дії кожного контуру забезпечується спеціальними дво- і трисекційними клапанами. Забезпечена також пропорційність між інтенсивністю гальмування й величиною зусилля, що прикладається до педалі гальма.

Гальмовий пневмопривід складається із загальної ділянки живлення всіх контурів стисненим повітрям і п'яти незалежних контурів. Принципова схема гальмової системи автомобіля КамАЗ-5320 представлена на рис.58.1. Загальна ділянка складається з компресора, регулятора тиску, запобіжника від замерзання конденсату й конденсаційного ресивера. Повітря по повітропроводу підходить до дво- і трисекційному захисним клапанам, а потім розходить по п'ятьох незалежних контурах:

3 контур I привода робочих гальмових механізмів коліс переднього моста й причеп;

4 контур II привода робочих гальмових механізмів коліс заднього візка й причепа;

- 5 контур III привода гальмових механізмів стояночної і запасної гальмових систем тягача й причепа, а також живлення комбінованого привода гальмових механізмів причепа;
- 6 контур IV привода допоміжної гальмової системи й живлення споживачі;
- 7 контур V привода системи аварійного розгальмовування гальмових механізмів стояночної гальмової системи.

Несправності та обслуговування пневматичної гальмової системи

Причиною несправності гальмової системи можуть бути витік стисненого повітря в пневмоприводі через негерметичність з'єднань трубопроводів і гнучких шлангів. Про негерметичності контурів пневмоприводу сигналізують лампи попереджувальних сигналів на щитку приладів, що світяться і зумер. При досягненні тиску в контурах вище 4,5–5,5 Мпа лампи повинні згаснути, і одночасно повинен припинити звучання зумер. Можливі несправності гальмової системи, причини й методи їхнього усунення представлені в табл.58.1

Герметичність пневмопривода перевіряється при номінальному тиску, включених споживачах стисненого повітря й непрацюючому двигуні. Місця великого витіку повітря визначаються на слух. Незначні витіки можна визначити, покриваючи з'єднання трубопроводів мильною емульсією.

Хід штоків гальмових камер регулюється у випадку перевищення величини 40 мм. Залежно від ходу штока міняється зазор у гальмових механізмах.

Величина зазору між гальмовою накладкою й барабаном перевіряється щупом через контрольні отвори рис.58.2.

При цьому гальмові барабани повинні бути холодними, а стояночна гальмова система виключена. Зазор слід регулювати при вивішеному колесі поворотом осі/черв'яка регулювального важеля, попередньо послабивши пробку-фіксатор на один-два оберти.

Повертаючи вісь черв'яка, треба встановити величину ходу штока гальмової камери 20 мм. Необхідно, щоб штоки правих і лівих камер на кожному мосту мали, по можливості, однаковий хід

(різниця не більше 2 – 3 мм) для одержання однакової ефективності гальмування правих і лівих коліс.

Тиск стисненого повітря в пневмоприводі регулюється гвинтом 2 регулятора тиску (рис.58.3). При ввертанні гвинта величина регульованого тиску збільшується, при вивертанні – зменшується. Для накачування шин на регуляторі тиску є клапан відбору повітря, закритий ковпачком 1.

Конструкція пневмоприводу гальмових механізмів автомобіля передбачає можливість екстреного розгальмовування при горизонтальному положенні рукоятки крана керування стояночною і запасною гальмовими системами незалежно від ступеня наповненості ресиверів повітрям. Таким чином, можливо починати рух після того, як згасне контрольна лампа стояночної гальмової системи. Варто пам'ятати, що при відсутності повітря в ресиверах (показання манометра) робоча гальмова система не діє й гальмування потрібно проводити ручним гальмовим краном. Крім того, при відсутності стисненого повітря в пневмосистемі автомобіль можна розгальмувати за допомогою гвинтів механізму аварійного розгальмовування, які вбудовані в циліндри пружинних енергоакумуляторів.

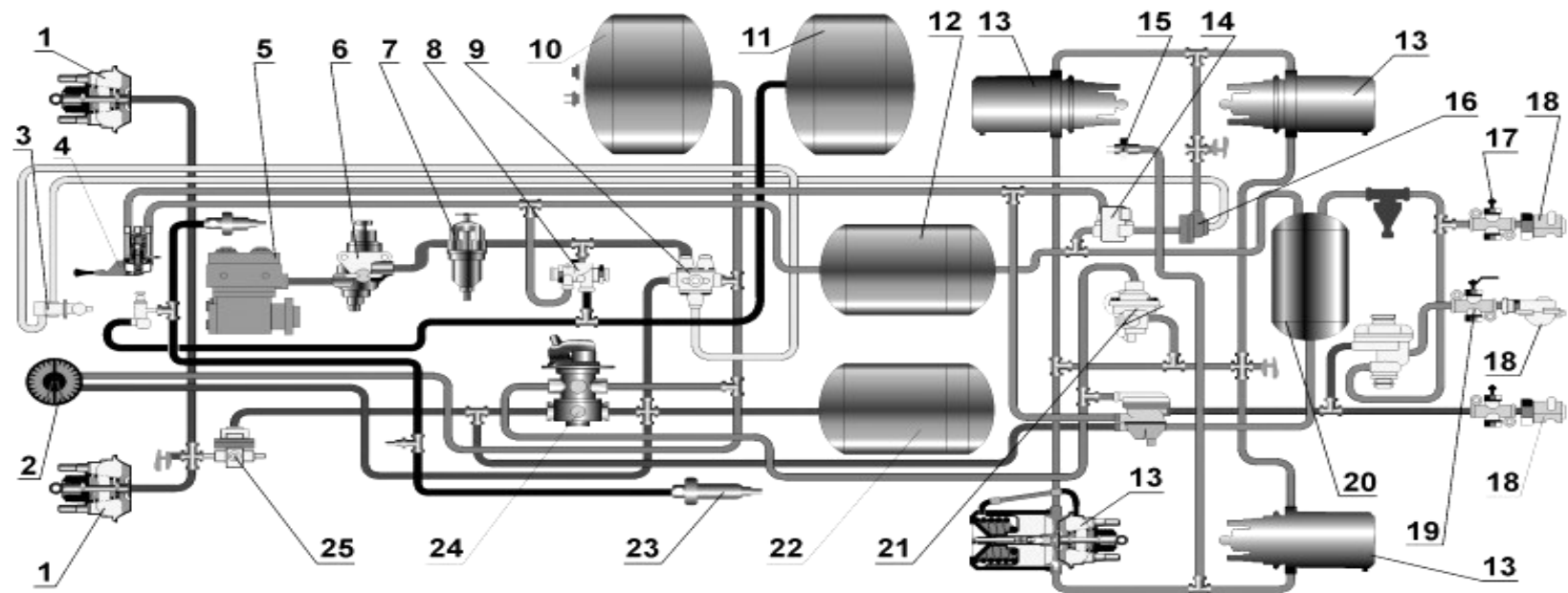


Рис.58.1. Принципова схема гальмової системи автомобіля Камаз-5320:

1 – гальмівна камера; 2 – двострілочний манометр; 3 – кран аварійного розгальмовування стоян очної гальмової системи; 4 – кран керування стоян очної гальмової системи; 5 – компресор; 6 – регулятор тиску; 7 – запобіжник від замерзання; 8 – подвійний захисний клапан; 9 – потрійний захисний клапан; 10 – конденсаційний ресивер контуру II; 11 – ресивер контуру IV; 12 – ресивер контуру III; 13 – гальмова камера з енергоакумулятором; 14 – прискорювальний клапан; 15 – датчик включення контрольної лампи стояночної гальмової системи; 16 – двомагістральний клапан; 17 – роз'єднувальний кран; 18 – сполучні головки відповідно типу А и типу «Палм»; 19 – клапан одинарний захисний; 20 – ресивер контуру III; 21 – автоматичний регулятор гальмових сил; 22 – ресивер контуру I; 23 – пневмоциліндр привода заслінки допоміжної гальмової системи; 24 – двосекційний гальмовий кран; 25 – клапан обмеження тиску.

Таблиця 58.1

Несправності гальмової системи, причини й методи їхнього усунення

Несправність	Можлива причина	Метод усунення
Ресивери пневмосистеми не заповнюються або заповнюються повільно	Порушено герметичність ресивера	Замінити ресивер
	Негерметичність з'єднань трубопроводів	Усунути нещільності в з'єднаннях
	Порушено регулювання регулятора тиску	Відрегулювати регулятор тиску
Часто спрацьовує регулятор тиску при заповненій пневмосистемі	Витік повітря в магістралі від регулятора тиску до блоку захисних клапанів	Усунути витік
Неефективне гальмування або відсутність гальмування при повністю натиснутій гальмовій педалі	Витік повітря в контурах I і II після гальмового крана	Усунути витік
	Перевищення припустимої величини ходу штоків гальмових камер	Відрегулювати хід штоків
	Порушення регулювання приводу гальмового крана	Відрегулювати привод гальмового крана
Неефективне гальмування або відсутність гальмування стояночною або запасною гальмовими системами	Перевищення припустимої величини ходу штоків гальмових камер	Відрегулювати хід штоків
При установці рукоятки крана керування стояночною системою в горизонтальне положення автомобіль не розгальмовується	Витік повітря із трубок контуру III, з атмосферного виводу прискорювального клапана	Усунути витік
Відсутність гальмування при включенні допоміжної гальмової системи	Заїдання заслінок механізмів допоміжної системи	Розібрати механізм, очистити від нагару й промити
	Витік повітря з магістралі допоміжної гальмової системи	Усунути витік

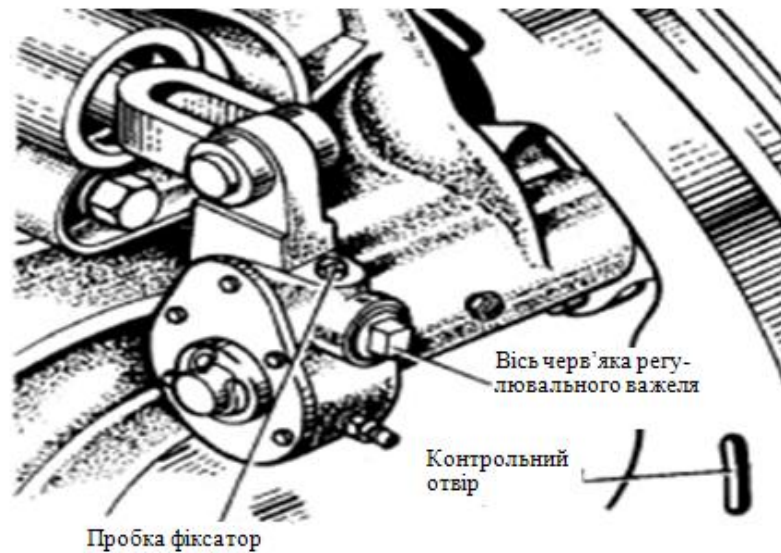


Рис.58.2. Регулювання зазору в гальмових механізмах

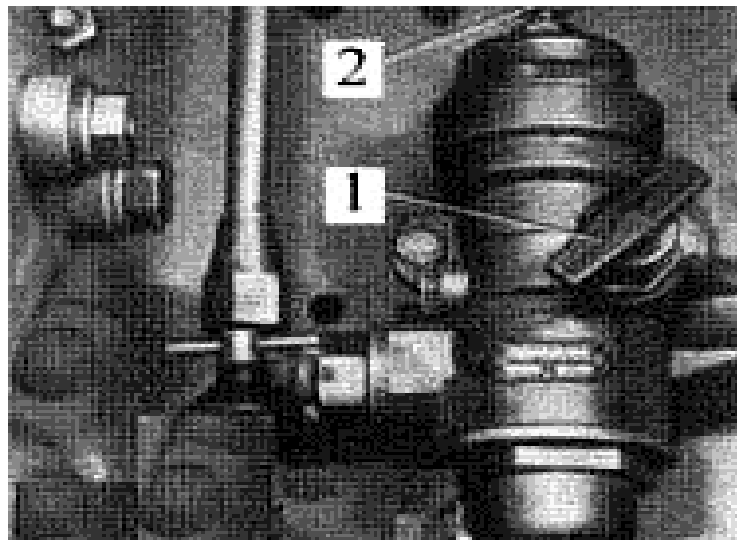


Рис.58.3. Регулятор тиску: 1 – клапан контрольного виводу; 2 – регулювальний гвинт

Ефективність гальмування перевіряється гальмуванням на рівній площадці або на підставі стендових випробувань: гальмовий шлях на рівному сухому асфальті в умовах дорожніх випробувань, при початковій швидкості гальмування $V_0=45$ км/год не повинен перевищувати 22 м, при швидкості 40 км/год – 18,3 м. Загальне сповільнення не повинне бути менше $5,5$ м/с². Нерівномірність гальмових сил на колесах однієї осі не повинна перевищувати 20 %.

Контрольні запитання

1. Якими гальмовими системами обладнаний автомобіль КамАЗ-5320?
2. Назвіть основні несправності пневматичної гальмівної системи.
3. Класифікуйте та перерахуйте прилади пневматичної гальмівної системи.
4. З якої кількості контурів складається гальмівна система КамАЗ-5320, перерахуйте їх.
5. Як здійснюється перевірка герметичності пневматичної гальмівної системи?
6. Для чого необхідний регулятор тиску?
7. Яку відбувається екстрене розгальмовування гальмівної системи?

Література [7, 32, 34]

Лабораторна робота № 59

ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА СТЕНДІ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ

Мета роботи

Закріпити отримані знання по постановці діагнозу для гальмівної системи автомобіля. Одержати практичні знання по використанню комплексу програмно-апаратних засобів. Одержати гальмівну діаграму за допомогою зазначеного встаткування. Поставити діагноз для гальмівної системи

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Volkswagen
2. Осцилограф L-783 на базі L-Card
3. Тахогенератор
4. Програмне забезпечення Power Graph

Загальні відомості

У процесі випробування гальмівної системи (ГС) виміряються наступні параметри гальмування: гальмівний шлях, час спрацьовування, стале уповільнення, гальмівна сила й т.д. По їхній величині можна судити про працездатність ГС, ефективності її роботи й дефектах, що виникли в ній. Деякі з параметрів (гальмівний шлях, стале уповільнення) є в першу чергу контрольними величинами, що підтверджують відповідність технічного стану ГС вимогам Правил дорожнього руху й стандартів. Відхилення величини гальмівного шляху або часу спрацьовування від норми свідчить про несправність, але не вказує конкретну причину.

Набагато більше інформативним у цьому змісті є графік залежності гальмівної сили або уповільнення від часу – гальмова діаграма (ГД, рис.59.1), одержувана під час стендових випробувань. Нормальна ГД при випробуванні на стенді має вигляд нерівнобед-

реної трапеції й на ній чітко видні характерні зони: ділянка запізнювання, ділянка наростання гальмівної сили (3), ділянка сталого гальмування. Відхилення форми й розмірів від стандартних (рис.59.2) можна вважати проявом характерних несправностей гальмового привода або механізму.

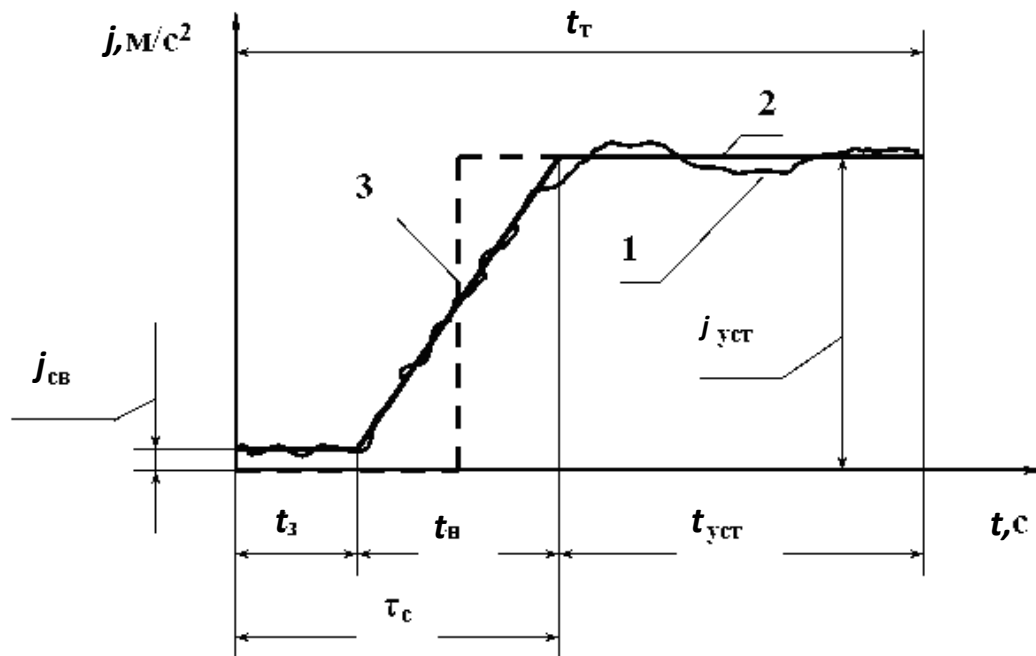


Рис.59.1. Гальмівна діаграма: 1 – істина; 2 – ідеалізована; 3 – зразкова

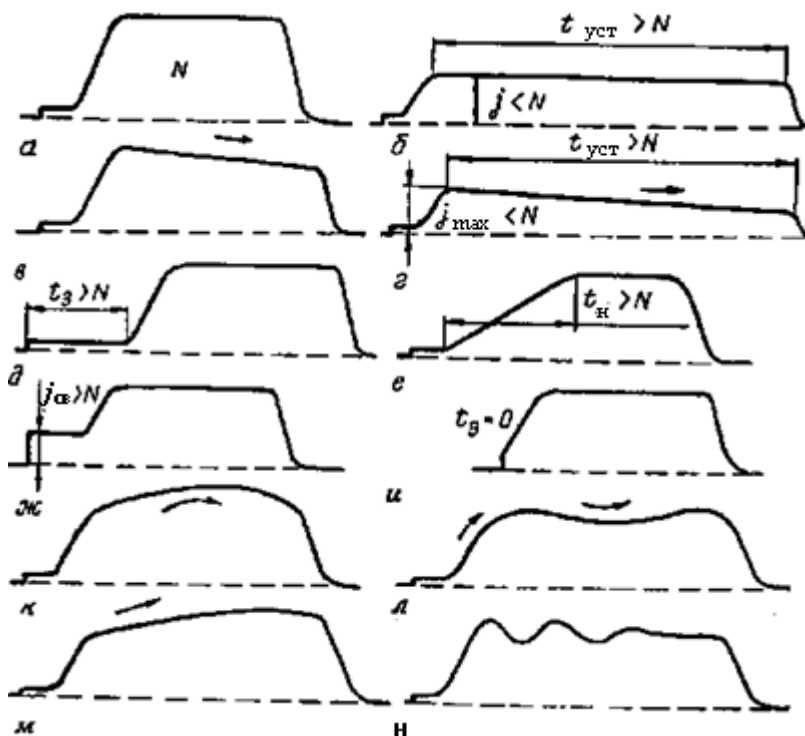


Рис.59.2. Види гальмівних діаграм: а – нормальна; б – заоливлення гальмівних накладок; в – витік гальмівної рідини; г – знос або пошкодження манжети гальмівного циліндру; д – великі зазори у приводі; е – влучення повітря у гальмівну рідину; ж, и – відсутність зазорів; к, л, м – зниження площі контакту накладки з барабаном (диском); н – дефект форми гальмівного барабану (диску)

За допомогою спеціально розробленого комплексу сигнал з датчика швидкості, встановленого на стенді, записується й обробляється по спеціальному алгоритму. Процес обробки відбувається після повного запису сигналу. Результати вимірів заносяться у табл.59.1.

Порядок виконання роботи

1. Підключити провід з тахогенератора в рознімання АЦП.
2. Заземлити програмно-апаратний комплекс і автомобіль.
3. Запустити комп'ютер, і, для реєстрації й обробки сигналів, програму Power Graph.
4. Провести випробування автомобіля.

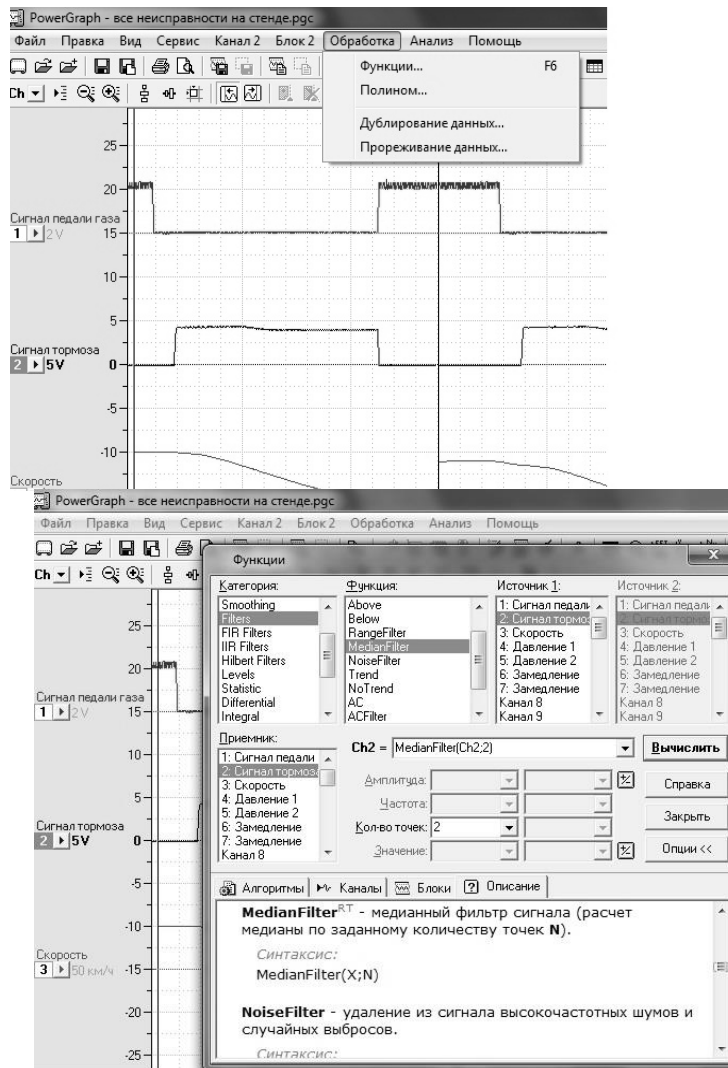


Рис.59.3. Процедура виклику функций

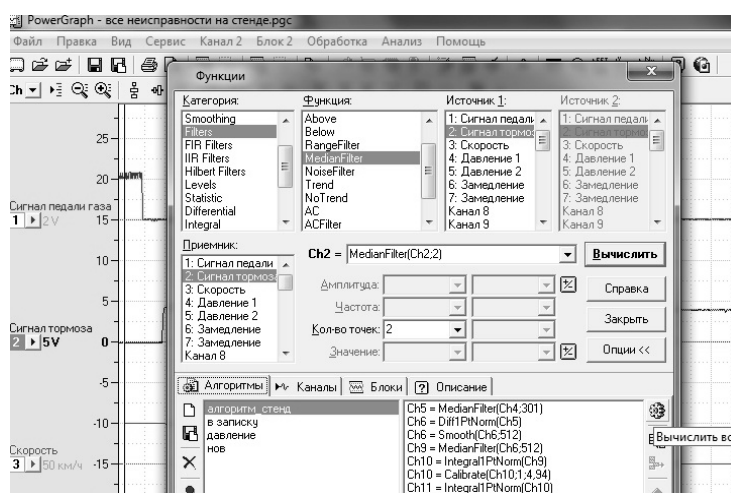


Рис.59.4. Процедура виконання алгоритму

Після закінчення гальмування викликати в меню розділ «Обробка», підрозділ «Функції». На вкладці нижче перейти в розділ «Алгоритми». Вибрати потрібний алгоритм обробки й натиснути «Виконати». Процес показаний на рис.59.3-59.4.

Таблиця 59.1

Бланк досліджень

Режими випробувань автомобіля	Час повного гальмування	Вид гальмівної діаграми	Примітка
40 км/ч			
60 км/ч			

У програмі будується гальмівна діаграма по якій можна оцінити стан гальмівної системи. Крім максимального уповільнення ми можемо також довідатися тривалість гальмування. Додаткові датчики, поставлені в систему, дозволяють оцінити більш точно момент початку гальмування.

Контрольні запитання

1. Що називають гальмовою діаграмою автомобіля?
2. Які параметри для гальмівної системи визначає стандарт?
3. Що впливає на час спрацьовування гальмівної системи?
4. У чому полягає принцип дії тахогенератора?
5. Які несправності можна визначити по гальмовій діаграмі?
6. З яких швидкостей необхідно робити перевірку? Чому?
7. Які роботи необхідно виконати перед проведенням випробувань?
8. Як визначити масштаб при вимірі швидкості?

Література [8, 17, 32]

Лабораторна робота № 60

КОНТРОЛЬ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ГІДРАВЛІЧНОЇ ГАЛЬМОВОЇ СИСТЕМИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Ознайомитися з основними несправностями гідравлічних гальмових систем і засвоїти методи контролю справного стану елементів гідравлічної гальмової системи. Одержати навички при виконанні операцій ТО й ремонту гальмових систем легкових автомобілів обладнаних ABS.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Volkswagen Golf III.
2. Пристосування для виміру биття гальмового диска.
3. Штангенциркуль.
4. Мікрометр.
5. Ключі.
6. Набір плакатів.

Зміст і порядок виконання роботи

Призначення гальмової системи – сповільнення швидкості руху до повної зупинки автомобіля з необхідною ефективністю. Ефективне гальмове керування сучасного автомобіля повинне складатися з наступних гальмових систем (ГС):

- **основна (робоча)**, що забезпечує сповільнення легкового автомобіля не менш $5,8 \text{ м/с}^2$; що рухається зі швидкістю не більше 80 км/г при зусиллі на педаль менш 500 Н ;
- **допоміжна (аварійна)**, що забезпечує сповільнення не менш $2,75 \text{ м/с}^2$;
- **стоянкова**, що може бути сполучена з аварійної.

Основна система. На сучасних легкових автомобілях установлюють основні ГС, що складаються з гальмового гідроприводу («гідрорідина») і гальмових механізмів. При натисканні на гальмову

педаль у гідроприводі основної ГС виникає надлишковий тиск гальмової рідини, що забезпечує спрацьовування «колісних» гальмових механізмів.

Допоміжна система. Допоміжна ГС починає діяти при розгерметизації одного з робочих контурів (витікає гальмова рідина). У цьому випадку в бачку з гальмовою рідиною, розділеному на два незалежних об'єми, рівень знижується до критичної позначки. Далі він продовжує знижуватися тільки в об'ємі несправного контуру, а обсяг справного зберігає критичний рівень гальмової рідини.

Стоянкова система. Стоянкова гальмова система має механічний привід, як правило, на задні колеса. Важіль стоянкового гальма з'єднується тонким тросом із задніми гальмовими механізмами, у яких перебуває пристрій, що приводить у дію штатні або додаткові (стоянкові) колодки. Регулювання стоянкового гальма звичайно виконується ексцентриком на гальмовому механізмі, регулювальною гайкою на штоку пристосування, що з'єднує важіль і приводний трос, або шляхом зміни місця розташування важеля в салоні автомобіля.

Щоб підвищити безпека руху й виключити можливість одночасного виходу з ладу всіх коліс, у сучасних моделях автомобілів застосовують роздільний привід гальм передніх і задніх коліс. *Робочий контур* повинен ділитися на основний і допоміжний. Якщо вся система справна, то працюють обое, але при розгерметизації одного – інший продовжує працювати, стаючи допоміжним (аварійним). Найпоширеніші три компонування поділу робочих контурів (рис.60.1):

- **2+2** гальмові механізми, підключені паралельно (передні + задні);
- **2+2** гальмові механізми, підключені діагонально (правий передній + лівий задній і т.д.);
- **4+2** гальмові механізми (в один контур підключені гальмові механізми всіх коліс, а в інший тільки два передніх).

Гальмова система з гідравлічним приводом діє в такий спосіб. Зусилля, прикладене до педалі, передається через шток поршню головного гальмового циліндра. Внаслідок переміщення поршня підвищується тиск у головному циліндрі до 8...9 МПа.

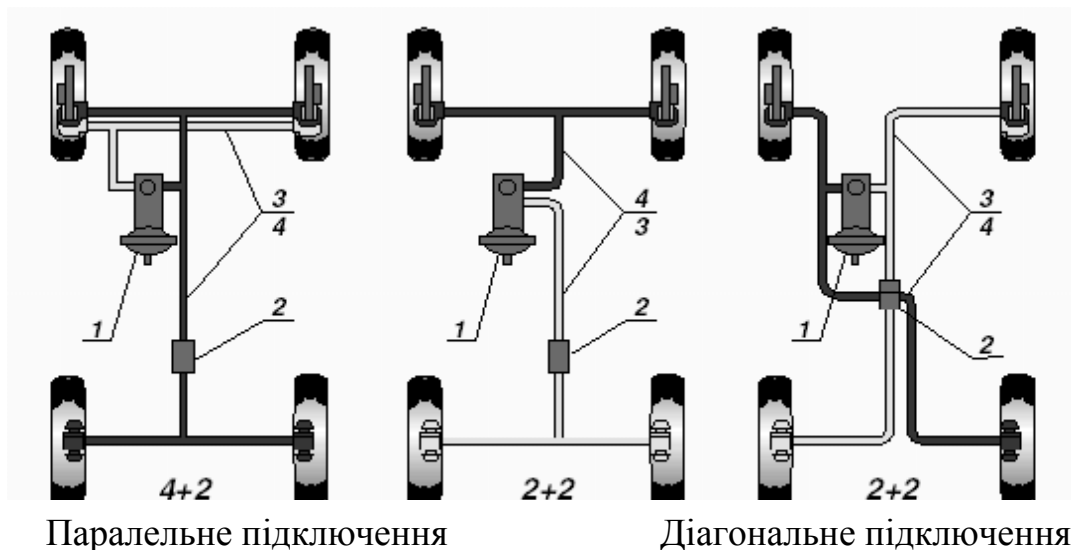


Рис.60.1. Схема компонування гідроприводу: 1 – головний гальмовий циліндр із вакуумним підсилювачем; 2 – регулятор тиску рідини в задніх гальмових механізмах; 3-4 – робочі контури

Рідина, що витісняє, надходить по трубопроводах до колісних гальмових циліндрів і діє на поршні, що перебувають у них. Поршні, переміщаючись, притискають колодки до гальмових барабанів, здійснюючи гальмування коліс.

При відпусканні педалі гальма колодки під дією стяжних пружин повертають поршні у вихідне положення, витісняючи рідину по трубопроводу в головний гальмовий циліндр. Тиск у трубопроводі залишається надлишковим 50...100кПа, завдяки чому повітря не проникає в систему.

Гальмова система автомобіля VW Golf III має дві працюючі незалежно один від одного підсистеми робочу (ножну) і стоянкову. Робоча гальмова система з гідравлічним приводом розділена на два незалежних контури праве переднє й ліве заднє колесо – один контур, а інший контур – ліве переднє й праве заднє колесо керовані за допомогою двосекційного головного циліндра.

Тиск в обох контурах гальмування створюється в головному гальмовому циліндрі шляхом натискання на педаль гальма Для зменшення зусилля при натисканні на педаль гальма й більш ефективної роботи системи застосовується вакуумний підсилювач.

Вакуумний підсилювач гальмового привода працює за рахунок розрідження, що утвориться у впускному колекторі бензинового

двигуна, або за рахунок спеціального вакуумного насоса у дизельних двигунів.

До складу робочої гальмової системи входять: педаль гальма, сигнальний пристрій, головний гальмовий циліндр, підсилювач гальмового привода вакуумного типу, гальмові механізми на передніх і задніх колесах, трубопроводи, шланги й антиблокувальна система (ABS).

Передні дискові гальма приводяться в дію плаваючим супортом з одним поршнем, що забезпечує рівність тисків, що діють на кожну гальмову колодку.

Задні барабанні гальма містять у собі що набігає й збігає гальмові колодки, які приводяться в дію колісними циліндрами із двома поршнями. Задні дискові гальма так само, як і передні, приводяться в дію плаваючим супортом з одним поршнем і убудованим механізмом стоянкового гальма.

Регулювання гідравлічної гальмової системи

Робоча гальмова система передніх і задніх коліс у міру зношування накладок гальмових колодок не має потреби в регулюванні, тому що за рахунок роботи регулювального механізму поршні гальмових циліндрів забезпечують необхідні зазори між накладками й гальмовими дисками.

Однак поршні гальмових циліндрів задніх коліс що здатні самовигвинчуватися (через роботу регулювального механізму) перед установкою нових гальмових колодок знову ввертають за допомогою спеціального інструмента.

Дію гальм перевіряють на спеціальних установках або на рівній і сухій ділянці дороги. Для цього автомобіль розганяють до швидкості 30-40 км/г і потім його сильно гальмують, перевіряючи одночасність дії гальм всіх коліс.

Важіль стоянкового гальма через тросові тяги пускає в хід гальмові механізми задніх коліс. У якості тяг використовується сталевий трос у гнучкій крученій уплітці. Знос стоянкового гальма в процесі експлуатації незначний.

Регулювання стоянкового гальма відбувається при справній робочій гальмовій системі в наступних випадках:

- після заміни тросів привода стоянкового гальма;

- після заміни направляючих колодок гальмового дискового механізму;
- після заміни гальмових колодок або гальмових дисків;
- при великому ході важеля стоянкового гальма.

В автомобілях із задніми дисковими гальмовими механізмами стоянкове гальмо регулюють у зоні гальмового циліндра.

Зовнішні ознаки й відповідні їм несправності гідравлічної гальмової системи наведені в табл.60.1.

Перш ніж міняти гальмові колодки, варто виміряти товщину накладок на гальмових колодках.

Для приблизної оцінки товщини накладок гальмових колодок, яку варто проводити регулярно, підсвітіть переносною лампою в оглядове вікно супорта й візуально оцініть товщину накладок гальмових колодок.

Для точного визначення товщини накладок гальмових колодок необхідно зняти переднє колесо й замірити товщину зовнішньої й внутрішньої гальмової накладки.

Гальмові колодки завжди необхідно міняти попарно (у комплекті 4 шт.), навіть якщо зносилася накладка тільки однієї колодки й одночасно на обох гальмових механізмах передніх коліс.

Переставляти місцями гальмові колодки заборонено.

Якщо товщина накладки становить 2 мм, то досягнуто граничну границю зношування накладки й колодки варто замінити.

Перевірку переднього гальмового диска проводиться по наступному алгоритму:

- затягти стоянкове гальмо, послабити болти кріплення переднього колеса, підняти за допомогою домкрата передню частину автомобіля й установити її на опори. Зняти відповідне переднє колесо;
- повільно обертаючи гальмовий диск, перевірити по обидва боки всю його поверхню. При виявленні значних задирків або тріщин диск необхідно замінити;
- виміряти мікрометром товщину гальмового диска (рис.60.2).

Ознаки й відповідні їм несправності гідравлічної гальмової системи

Ознаки	Несправності
Відхилення від прямолінійного руху при гальмуванні	<ul style="list-style-type: none"> – ушкодження або забруднення гальмових колодок з однієї сторони; – деформація, задирки на поверхні гальмового диска; – ослаблення кріплення, деформація супорта; – заїдання поршня робочого циліндра; – витік гальмової рідини в робочому циліндрі; – ушкодження або засмічення шлангів, трубопроводів; – несправності підвіски.
Великий хід педалі гальма	<ul style="list-style-type: none"> – підсмоктування повітря в системі; – зношування гальмових колодок.
Скреготня при гальмуванні	<ul style="list-style-type: none"> – граничне зношування гальмових колодок; – попадання стороннього предмета між колодкою й диском.
Вереск, свист при гальмуванні	<ul style="list-style-type: none"> – зношування або забруднення гальмових колодок; – задирки на поверхні гальмового диска.
Зниження зусилля на педалі при гальмуванні	<ul style="list-style-type: none"> – підсмоктування повітря в системі; – ушкодження або деформація шлангів, трубопроводів; – витік гальмової рідини в головному циліндрі.
Підвищення зусилля на педалі при гальмуванні	<ul style="list-style-type: none"> – несправності вакуумного підсилювача гальм; – зношування або забруднення гальмових колодок; – заїдання поршня робочого циліндра.
Вібрація педалі при гальмуванні	<ul style="list-style-type: none"> – зношування або деформація гальмового диска; – ослаблення кріплення супорта; – зношування маточиних підшипників коліс.

Виміри проводяться в декількох місцях диска, у межах поверхні контакту з колодкою. Якщо в якій-небудь точці товщина диска внаслідок зношування дорівнює мінімальній припустимій товщині або менше її, то диск варто замінити; перевірити осьове биття робочої поверхні гальмового диска (рис.60.3), не знімаючи його з автомобіля, за допомогою вимірювального приладу по зовнішній кромці. Для чого слід встановити штифт вимірювального приладу на відстані приблизно 5 мм від зовнішнього краю гальмового диска й повільно крутите диск.

Максимально припустима величина осьового биття диска становить 0,03 мм.

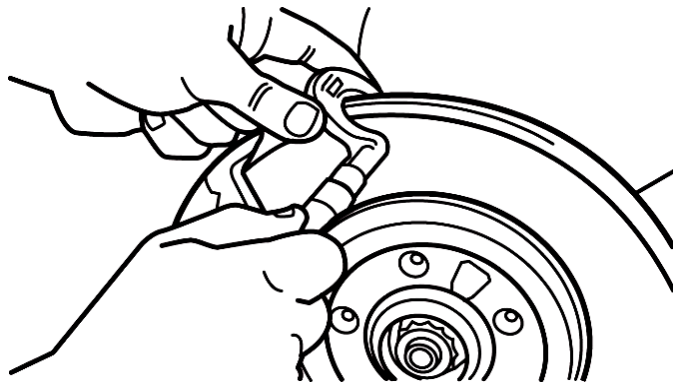


Рис.60.2. Вимір товщини гальмового диска мікрометром

Якщо биття більше припустимого, замінити диск або прошліфувати його, однак перед цим доцільно перевірити стан підшипника маточини.

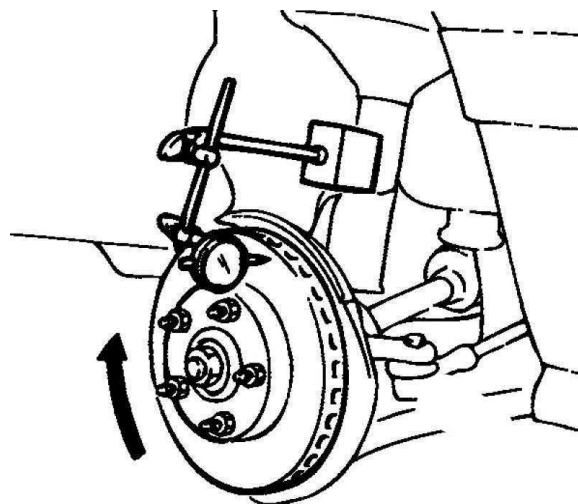


Рис.60.3. Вимір биття гальмового диска

Головний гальмовий циліндр ремонту не підлягає й при його виході з ладу замінюється на новий.

Перевірка вакуумного підсилювача виконується натисканням на педаль гальма при непрацюючому двигуні 5 – 6 разів, щоб створити у вакуумній і атмосферній камерах вакуумного підсилювача однаковий тиск, близьке до атмосферного. Утримуючи педаль гальма в натиснутому положенні, запустити двигун. При справному вакуумному підсилювачі педаль гальма після запуску двигуна повинна «піти вперед» і повинне ослабнути зусилля опору на ногу за рахунок посилення вакууму. Якщо педаль гальма не «йде вперед»,

необхідно перевірити герметичність сполучного шланга між впускним каналом і підсилювачем або справність самого вакуумного підсилювача.

Причиною несправності вакуумного підсилювача також може бути зворотний клапан, а на автомобілях з дизельними двигунами варто перевірити роботу вакуумного насоса. За допомогою викрутки обережно видавити клапан і продати його в напрямку стрілки, що вибита на клапані. Повітря при продувці повинне виходити з іншої сторони клапана. Якщо дути проти вибитої на клапані стрілки, то повітря, навпаки, не повинне виходити з іншої сторони. При установці клапан упресовується у вакуумний підсилювач гальмового приводу.

Прокачування гальм необхідне для видалення повітря з гідроприводу, що значно знижує ефективність робочої гальмової системи. Повітря може потрапити в гідропривід внаслідок розгерметизації системи при ремонті або заміні окремих вузлів, а також при заміні гальмової рідини. На наявність повітря в приводі гальм указує збільшений хід педалі гальма і її «м'якість». Перед видаленням повітря з гальмової системи необхідно переконатися в герметичності всіх вузлів приводу гальм і їхніх з'єднань, слід очистити кришку й поверхню навколо кришки бачка, ретельно очистити штуцери для прокачування. Прокачування гальмової системи необхідні після кожного ремонту гальмової системи, якщо відкривалася гідравлічна система приводу гальм. На моделях з ABS штуцери для видалення повітря з гідравлічного модулятора відвертати не можна.

Якщо було розгерметизовано лише частину системи й при цьому були дотримані всі запобіжні заходи, необхідні для мінімізації втрат рідини, то повітря необхідно видалити тільки із цієї частини системи (тобто з першого або другого контуру). Якщо необхідно видалити повітря із всієї системи, то це повинне бути виконане в наступному порядку: праве заднє гальмо; ліве заднє гальмо; праве переднє гальмо; ліве переднє гальмо.

Система ABS підвищує активну безпеку автомобіля й перешкоджає блокуванню коліс при різкому гальмуванні. При цьому автомобіль до повної зупинки зберігає керуваність без заносу. Це досягається автоматичним відпусканням гальма на відповідному колесі, після чого гальмування відновлюється. До складу ABS входять:

стандартна система гальмування, кінцеві датчики частоти обертання коліс, гідравлічний блок, електронний блок керування й електричні проводи. Загальна схема системи ABS представлена на рис.60.4.

При загорянні лампи під час руху необхідно зупинитися й виключити запалювання й прилади, потім знову запустити двигун. Після включення запалювання гідравлічний блок протягом 60 с. відновлює необхідний робочий тиск у системі. Індикатор ABS спалахує на 2-20 с. Залежно від величини тиску в системі. Потім ЕБК-ABS перевіряє окремі компоненти системи. У випадку, якщо будуть замічені які-небудь відхилення, гальмова система з ABS буде працювати, як звичайна гальмова система без ABS, а контрольна лампа буде горіти. Вихід з ладу системи ABS дозволяє рухатися автомобілю, але вимагає більшої уваги до швидкості руху й дорожній обстановці, тому що ефективність керування різко знижується.

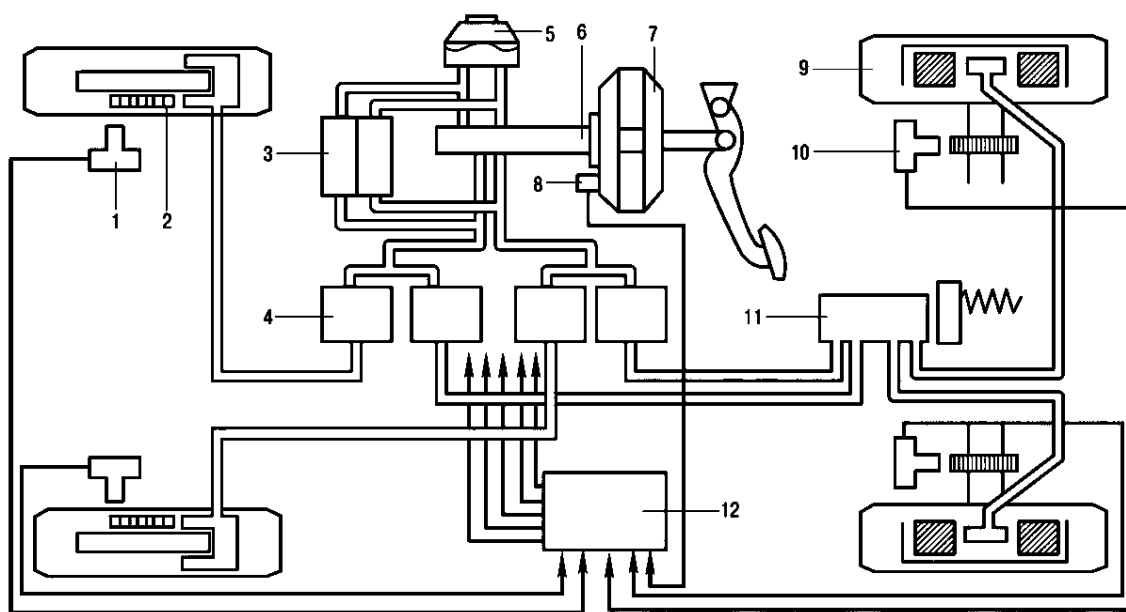


Рис.60.4. Загальна схема системи ABS: 1, 10 – кінцеві датчики частоти обертання колеса; 2 – зубчастий вінець ABS колеса; 3 – двоконтурний насос із електричним двигуном; 4 – гідравлічні клапани; 5 – бачок з гальмовою рідиною; 6 – двоконтурний головний гальмовий циліндр із гідравлічним блоком; 7 – вакуумний підсилювач; 8 – датчик положення педалі гальма; 9 – заднє коло; 11 – регулятор тиску; 12 – електронний блок керування системою ABS (ЕБК-ABS).

Якщо контрольна лампа згасне, то, виходить, що напруга в бортовій мережі вище 10 В. При необхідності слід зарядити акумуляторну батарею. Якщо світіння контрольної лампи не пов'язане зі спаданням напруги, перевірте цілісність проводів і з'єднань, пов'язаних з кінцевими датчиками. Більше складні перевірки варто робити на станціях технічного обслуговування. Проте можна зробити контроль системи ABS самотужки за допомогою тестера й мегомметра, вимірюючи напругу або опір між контактами рознімача ЕБК-ABS. Контрольні електричні величини, можливі несправності системи ABS і методи їхнього усунення можна знайти в посібнику з експлуатації автомобіля Volkswagen Golf 3.

Контрольні запитання

1. З яких гальмових систем складається гальмова система VW Golf III?
2. Перелічіть основні несправності гідравлічної гальмової системи.
3. Які існують робочі контури гальмової системи?
4. У чому полягає перевірка вакуумного підсилювача гальм?
5. Як перевіряється передній гальмовий механізм VW Golf III?

Література [8, 17, 32]

Лабораторна робота № 61

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АНТИБЛОКУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Мета роботи

Вивчити структуру, принцип дії та експлуатаційні властивості гальмівної системи з автоматичним регулюванням гальмівної сили.

Устаткування та прилади

1. Система збору даних;
2. Презентація АБС;
3. Автомобіль VW Golf або Skoda Octavia.

Загальні положення

Сучасні робочі гальма автомобіля – досить складні гідромеханічні або пневмомеханічні пристрої, основна функція яких полягає в передачі зусиль від гальмівної педалі водія до колісних гальмівних колодок, де формується гальмівна сила.

Структурна організація гальмівних систем з автоматичним регулюванням гальмівної сили припускає розміщення між гальмівним приводом і колісними гальмівними механізмами електронних пристроїв, за допомогою яких реалізується місцевий зворотний зв'язок системи автоматичного регулювання.

При цьому як і раніше для передачі зусиль до колісних гальмівних колодок залишаються пневматичний або гідравлічний приводи. Робочі пневматичні гальмові камери і колісні гідравлічні циліндри в обох видах систем залишилися на своїх місцях, але сам привод став розірваним. Як відзначено раніше, між педальним приводом і колісними гальмівними механізмами з'явилися додаткові пристрої, у їхньому числі, модулятор тиску, що містить групу електрокерованих клапанів.

За допомогою електромагнітних клапанів, керованих електронним блоком, у пневматичному або гідравлічному приводах лег-

ко реалізуються релейні алгоритми «включене – виключене». Тому такі приводи одержали найбільше поширення і називаються відповідно електропневматичний та електрогідравлічний приводи гальм.

Електропневматичний привод (ЕПП). У пневматичних гальмівних системах робочим тілом служить повітря, що перебуває під тиском у спеціальних ресиверах.

Робочий тиск у системі створює приводний компресор, що нагнітає повітря в ресивери, а виконавчими механізмами є пневматичні гальмівні камери. ЕПП застосовують на великотонажних вантажівках, магістральних тягачах і інших важких транспортних засобах.

Електрогідравлічний привод (ЕГП). Його використовують у гідравлічних гальмівних системах на легкових автомобілях і малотонажних вантажівках.

Основу ЕГП становить електрогідравлічний агрегат, до складу якого входять джерело гальмівного зусилля (гідронасос із електроприводом), гідравлічний акумулятор і блок модуляторів, що змінюють тиск робочої рідини в колісних гальмівних циліндрах.

Максимальна гальмівна сила P_{Γ} , яка може бути отримана на колесі, дорівнює силі P_3 зчеплення колеса з дорогою:

$$P_{\Gamma} = P_3. \quad (61.1)$$

У свою чергу сила зчеплення:

$$P_3 = \varphi \cdot X_k, \quad (61.2)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою; X_k – нормальна реакція, рівна вазі G_k , що приходить на колесо.

Очевидно, що навіть при незмінній вазі G_k , гальмівна сила P_{Γ} на кожному колесі може змінюватись під час гальмування, бо змінюється в широких межах коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою φ . За існуючими нормативами величина середнього реалізованого зчеплення колеса з дорогою повинна бути не менш 75% від максимально можливого.

Отже під час гальмування реакція з боку дороги змушує колесо обертатися, забезпечуючи необхідне зчеплення коліс з дорогою.

Якщо гальмівна сила P_T одного або кількох коліс перевищує силу зчеплення з дорогою $P_T > P_3$, то відповідне колесо перестає обертатися, тобто блокується.

Систему автоматичного регулювання гальмівної сили на кожному колесі, що запобігає блокуванню коліс при гальмуванні, прийнято називати антиблокувальною системою (АБС).

Структура і алгоритми функціонування АБС

Як видно із формул (61.1) і (61.2) гальмівною силою P_T можна управляти, якщо знати коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою ϕ , який, на жаль, виміряти безпосередньо неможливо. Тому в основу роботи АБС покладені алгоритми, за допомогою котрих замість зчеплення коліс із дорогою визначають побічні показники: швидкість обертання коліс або уповільнення обертання.

Найчастіше джерелами інформації про протікання процесу гальмування служать датчики швидкості обертання коліс.

Основою АБС є ЕГП і електронний блок керування, що містить мікроконтролер, який виконує логічну та математичну обробку інформації. У постійному запам'ятовувальному пристрої (ПЗП) мікроконтролера записані програма та деякі константи, необхідні для роботи АБС.

Алгоритм функціонування АБС будується на аналізі сигналів, які надходять від датчиків з усіх коліс при гальмуванні, відносно швидкості руху кузова автомобіля.

Блок керування системою АБС аналізує показання датчиків швидкості обертання коліс, розпізнає ступінь уповільнення кожного з них, після чого розраховує необхідний тиск у кожному контурі.

Джерелом цього тиску служить відповідно повітряний ресивер у пневматичних гальмівних системах або гідравлічний акумулятор у гідравлічних гальмівних системах.

У випадку виходу з ладу блоку керування системою зусилля передається через головний гальмівний орган звичайним способом.

Будова гальмівних систем автомобілів VW Golf і Skoda Octavia

На зазначених автомобілях із двигунами всіх типів установлюються передні і задні дискові гальма. Гальмівна система двоконтурна, з діагональним поділом контурів, з вакуумним підсилювачем гальм. На рис.61.1 наведена функціональна схема антиблокувальної системи.

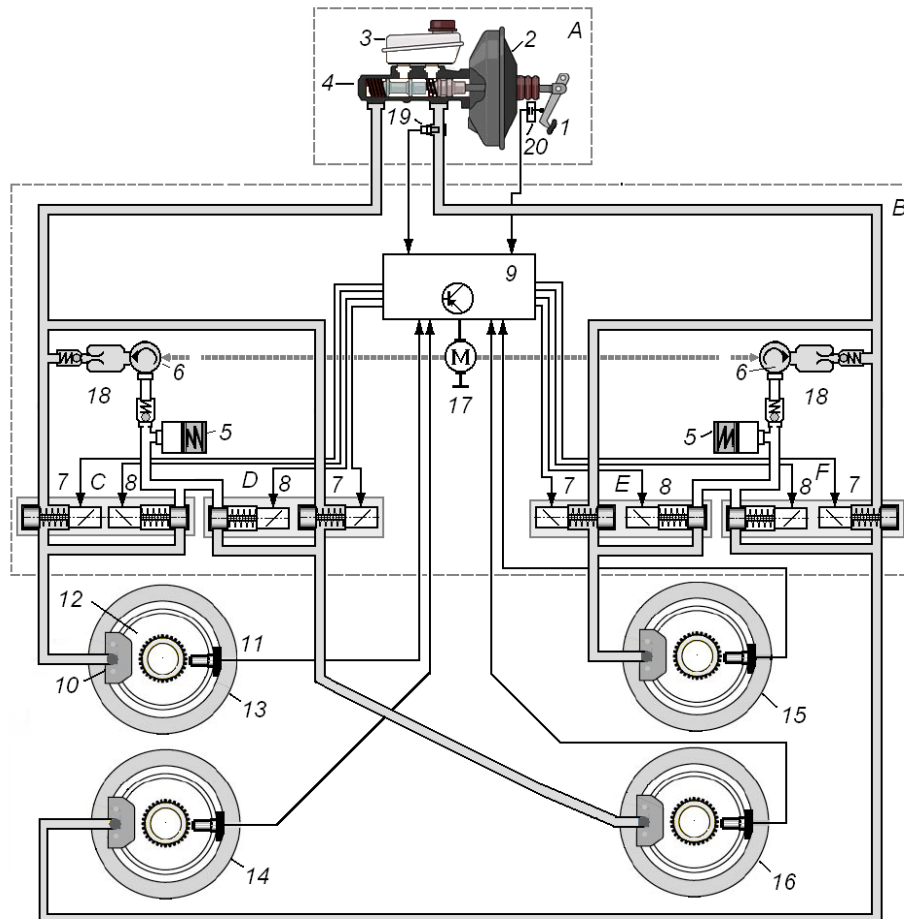


Рис.61.1. Схема електрогідравлічна функціональна ABS компанії Continental Teves : 1 – педальний привід гальма; 2 – підсилювач гальма; 3 – компенсаційний бачок; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – акумулятор тиску; 6 – гідронасос насос зворотної подачі; 7 – нагнітальний (впускний) клапан; 8 – розвантажувальний (випускний) клапан; 9 – електронний блок керування ABS; 10 – колісний гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика; 13 – переднє праве колесо; 14 – переднє ліве колесо; 15 – заднє праве колесо; 16 – заднє ліве колесо; 17 – електродвигун гідронасоса; 18 – демпферна камера; 19 – датчик тиску рідини в гальмівній системі; 20 – датчик положення педалі гальма

У виділеній зоні А зображений традиційний гідравлічний привід з педаллю 1, вакуумним підсилювачем 2, компенсаційним бачком 3 і головним гальмівним циліндром 4. Відмінна риса розглянутої гальмівної системи є наявність датчика тиску робочої рідини 19, розташованого на головному гальмівному циліндрі. Під педаллю гальма 1 розташований датчик 20 положення педалі.

Крім того, підсилювач гальм наділений функцією «Dual-Rate». Ця функція дозволяє збільшити гальмівне зусилля при різкому натисканні на педаль гальма в екстремній ситуації, тобто підсилювач працює за двоступінчастою схемою. При сильному натисканні на педаль гальма зусилля гальмівних колодок на гальмівний диск значно збільшується.

У виділеній на схемі зоні В розміщені компоненти гідравлічного блоку, іменованого також модулятором тиску: два акумулятори низького тиску 5; дві секції гідравлічного насоса зворотної подачі 6; електродвигун 17 привода гідравлічного насоса; дві демпферні камери 18; по чотири впускних клапана 7 і чотири випускних клапани 8, що утворюють чотири пари клапанів, позначених С, D, E і F; блок керування ABS.

Для підвищення безпеки автомобіля гідропривід гальм виконується двоконтурним. Переднє праве колесо 13 і заднє ліве 16 утворюють один контур, а переднє ліве колесо 14 і заднє праве колесо 15 утворюють другий контур. Акумулятор тиску 5, гідронасос 6 і демпферна камера 18 обслуговують розділені незалежні контури гальмівного привода, що одержують робочий тиск від головного гальмівного циліндра 4. Несправність одного з компонентів приводить до відмови тільки одного з контурів, автомобіль при цьому може бути зупинений за допомогою іншого контуру.

Кожному колісному гальмівному циліндру 10 у межах його контуру належить один впускний 7 і один випускний клапан 8 з пари С, D, E і F. Тим самим гальмівний механізм 10 кожного колеса може управлятися незалежно від інших. Акумулятори низького тиску 5 у кожному контурі сприяють швидкому зниженню тиску в гальмов гальмівному циліндрі 10.

На маточині кожного колеса розташований зубчастий вінець (ротор) 12 і колісний датчик 11 кутової швидкості обертання колеса.

Конструктивно компоненти системи об'єднані в єдиний моноблок (рис.61.2), що складається із трьох частин: електродвигуна 1, гідроблоку 2 і електронного блоку керування 3.

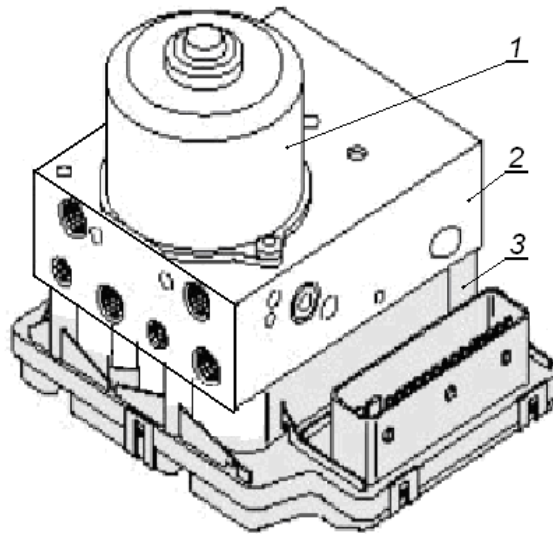


Рис.61.2. Конструкція блоку АБС

Гідронасос зворотної подачі. У загальному корпусі гідроблоку 2 поруч із клапанами розташований насос зворотної подачі, що конструктивно виконаний у вигляді двох роздільних насосних секцій, по одній для кожного контуру, що приводяться в дію одним загальним електродвигуном. З акумулятора низького тиску гальмівна рідина перекачується насосом зворотної подачі в компенсаційний бачок. Два плунжери насоса (рис.61.3), радіально розташованих по колу через 180° , роблять по одному робочому ході за один оберт вала і дозволяють забезпечити незначне та рівномірне навантаження на вал привода з ексцентриковим кулачком. Якщо плунжер перебував у ВМТ і почав рухатися на збільшення об'єму, то відкривається впускний клапан 10 і робоча рідина надходить у камеру над плунжером, що рухається. Відбувається впуск. Після досягнення плунжером НМТ впускний клапан закривається. Починається такт стиску робочої рідини в надплунжерному просторі. Коли зростаючий тиск у надплунжерному просторі насоса досягне рівня тиску в акумуляторі, відкривається випускний клапан 8. Стиснута робоча рідина надходить у порожнину нагнітання 7.

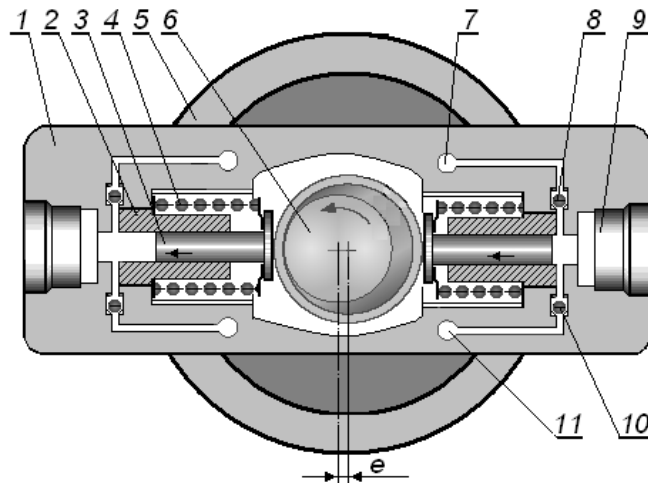


Рис.61.3. Плунжерний гідронасос зворотної подачі: 1 – корпус гідроблоку (модулятора тиску); 2 – втулка насоса; 3 – плунжер насоса; 4 – пружина; 5 – електропривод; 6 – вал привода з ексцентриковим кулачком; 7 – канал нагнітання; 8 – випускний клапан; 9 – елементи акумулятора тиску; 10 – впускний клапан; 11 – впускний канал

На рис.61.4 – 61.7 показаний стан елементів системи в різних фазах процесу гальмування

Гальмування під керуванням антиблокувальної системи

У вихідному положенні (рис.61.1) гальмівна педаль утримується зворотною пружиною. Для включення системи ABS необхідно, щоб водій нажав на педаль гальма. Система не приводиться в дію самостійно.

При гальмуванні система ABS порівнює кутові швидкості всіх чотирьох коліс. При виникненні небезпеки блокування одного або декількох коліс ABS запобігає подальше збільшення тиску у відповідних гальмових циліндрах. Автомобіль зберігає керуваність, оскільки ABS запобігає блокуванню окремих коліс. Відключити функцію ABS вручну не можна.

Початок гальмування – підвищення тиску в гальмівній системі

Тиск у гальмівній системі збільшується головним гальмівним циліндром при натисканні на педаль гальма (рис.61.4). Тиск пода-

ється через вхідний клапан (знеструмлений) до гальмівного механізму колеса. Вихідний клапан закритий (він знеструмлений) Швидкість колеса продовжує знижуватися доти, поки блок керування АБС не виявить початок блокування колеса по сигналі, отриманому від датчика швидкості колеса. Розпізнавши по сигналу датчика тиску зусилля, яке прикладене до педалі гальма, і, отже, ступінь бажаної інтенсивності гальмування, блок керування системою аналізує показання датчиків швидкості обертання коліс і характер руху автомобіля, після чого розраховує необхідний тиск у кожному контурі.

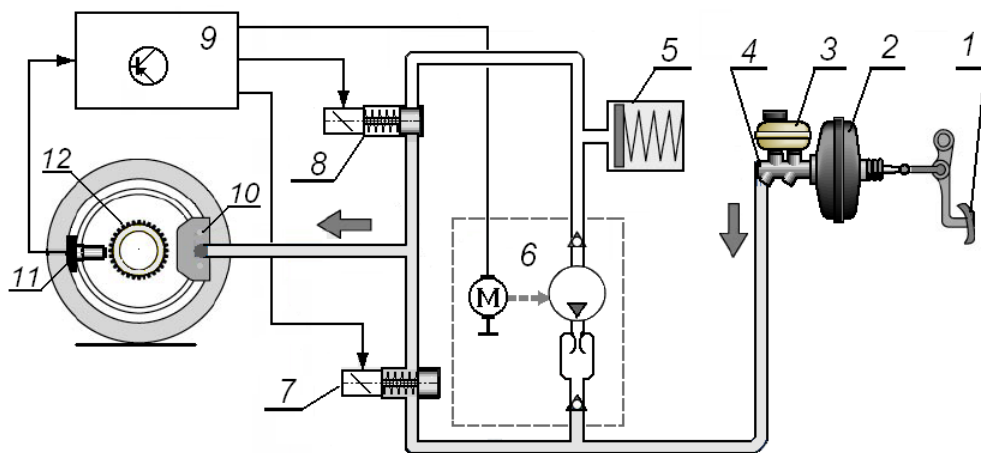


Рис. 61.4. Положення клапанів на початку гальмування після натискання на педаль привода: 1 – педаль гальма; 2 – вакуумний підсилювач; 3 – бачок; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – акумулятор тиску; 6 – насос зворотної подачі; 7 – клапан вхідний; 8 – клапан випускний; 9 – блок керування АБС; 10 – гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика

Фаза «утримання тиску»

Коли блок керування АБС розпізнає небезпеку блокування одного з коліс, він віддає команду закрити впускний клапан АБС цього колеса, залишаючи при цьому випускний клапан АБС закритим (рис.61.5). Тим самим тиск у відповідному гальмівному циліндрі утримується на досягнутому рівні і не збільшується при подальшому посиленні натискання на педаль гальма.

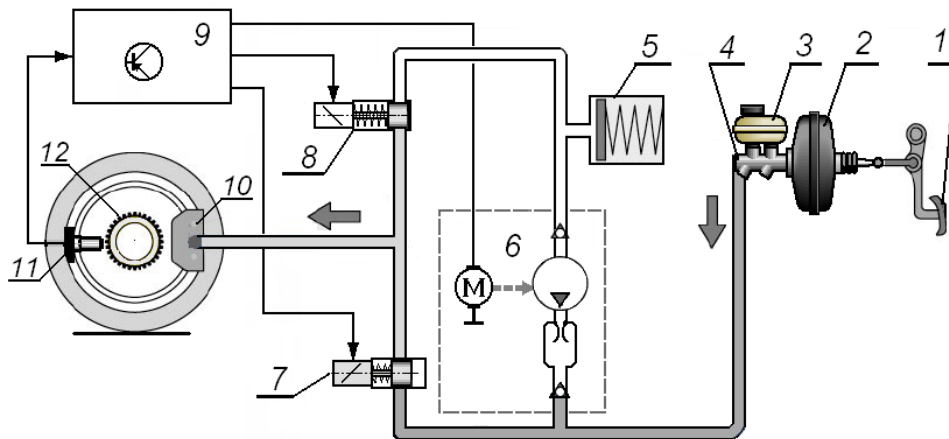


Рис. 61.5. Положення клапанів у фазі утримання тиску: 1 – педаль гальма; 2 – вакуумний підсилювач; 3 – бачок; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – акумулятор тиску; 6 – насос зворотної подачі; 7 – клапан вхідний; 8 – клапан випускний; 9 – блок керування ABS; 10 – гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика

Фаза «скидання тиску»

Якщо, незважаючи на постійний тиск, швидкість колеса продовжує падати і існує ймовірність блокування колеса, то тиск у гальмівній системі треба знизити (рис.61.6). Блок керування подає напругу на відповідний випускний клапан. У результаті випускний клапан відкривається. Впускний клапан продовжує перебувати під напругою і, таким чином, залишається закритим.

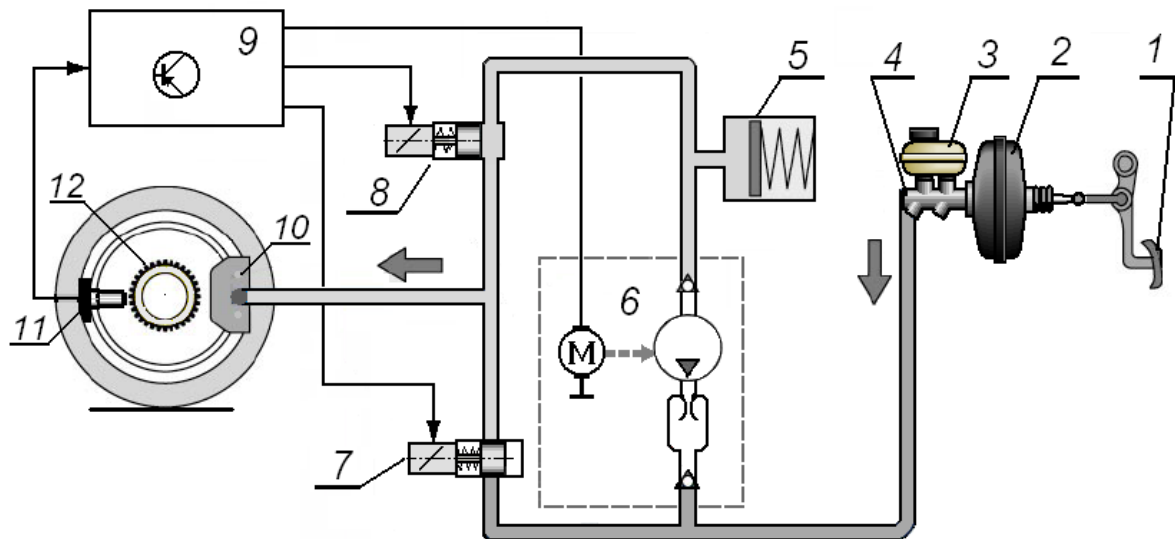


Рис. 61.6. Положення клапанів у фазі «скидання тиску»: 1 – педаль гальма; 2 – вакуумний підсилювач; 3 – бачок; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – акумулятор тиску; 6 – насос зворотної подачі; 7 – клапан вхідний; 8 – клапан випускний; 9 – блок керування ABS; 10 – гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика

Гальмівна рідина перетікає в акумулятор тиску, і тиск у колісному гальмівному циліндрі падає. Гальмівне зусилля на колодки гальмівного механізму зменшується. Створюються умови, коли реакція, що діє на колесо з боку дороги, перевищить гальмівну силу тертя, створену колісним гальмівним механізмом. Тим самим обертання колеса може знову прискоритися.

Якщо обсяг акумулятора виявляється недостатнім для того, щоб усунути схильність колеса до блокування, блок керування ABS включає гідравлічний насос зворотної подачі, що, переборюючи тиск, створений водієм шляхом натискання на педаль, перекачує гальмову рідину в головний гальмівний циліндр і компенсаційний бачок. У результаті цього педаль гальма злегка переміщається нагору. При цьому водій відчуває пульсацію педалі гальма.

Фаза «збільшення тиску»

При досягненні колесом певної швидкості обертання необхідно знову збільшити тиск у гальмівній системі для досягнення оптимального гальмування (рис.61.7).

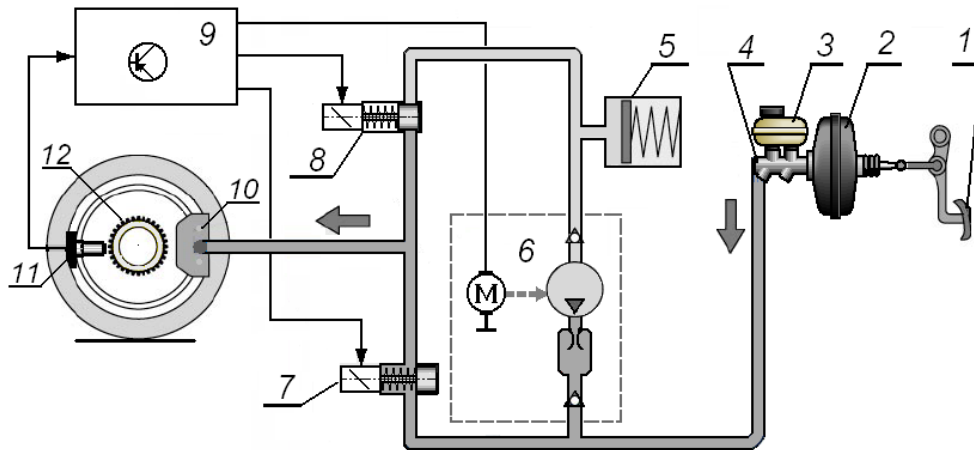


Рис. 61.7. Положення клапанів у фазі збільшення тиску: 1 – педаль гальма; 2 – вакуумний підсилювач; 3 – бачок; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – акумулятор тиску; 6 – насос зворотної подачі; 7 – клапан вхідний; 8 – клапан випускний; 9 – блок керування ABS; 10 – гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика

Як тільки кутова швидкість колеса перевищує певне значення, із цією метою з обмотки електромагніта впускного клапана 7 знімається напруга. У результаті клапан 7 відкривається. Випускний клапан 8 залишається знеструмленим і, таким чином, також закритим. Насос зворотної подачі 6 при необхідності продовжує працювати, відкачуючи гальмівну рідину, що залишилася, з резервуара низького тиску й перекачуючи її в гальмівну систему (допоміжне підживлення гальма). Колесо при підвищенні тиску знову загальмовується. Швидкість обертання колеса зменшується.

Як тільки знову буде досягнутий тиск, при якому виникне небезпека блокування колеса, цикл «утримання тиску» – «скидання тиску» – «збільшення тиску» повторюється знову, і так доти, поки гальмування не буде завершено, або поки порівняння кутових швидкостей коліс не покаже, що небезпеки блокування більше немає.

Експлуатаційні властивості автомобіля, обладнаного ABS

ABS поліпшує експлуатаційні властивості транспортного засобу, забезпечуючи:

- мінімальний гальмівний шлях відповідно до регламентованих норм (Державні стандарти, Правила ЄЕК ООН);
- стійкість автомобіля при гальмуванні;
- зберігає керованість при гальмуванні;
- адаптивність до зовнішніх умов, що змінюються;
- планове гальмування, без ривків;
- можливість гальмування при виході з ладу АБС.

АБС підвищує курсову стійкість автомобіля тим, що не допускає блокування коліс. Вона зменшує тиск у гальмах відповідних коліс доти, поки між шиною і покриттям не відновиться тертя спокою, при якому можлива передача максимального гальмівного зусилля. При цьому відновлюється можливість колеса сприймати бічні зусилля, тобто зберігається керованість автомобіля.

Порядок виконання роботи

Користуючись АБС автомобіля, презентацією і комп'ютерною системою збору даних вивчити будову, роботу і технічні характеристики АБС.

Контрольні запитання

1. Яким показником характеризується зчеплення колеса з дорогою?
2. Які показники вимірюють для оцінки зчеплення коліс з дорогою?
3. За яких умов відбувається блокування коліс?
4. Назвіть основні складові антиблокувальної системи.
5. Коли у роботі АБС застосовується фаза «утримання тиску»?
6. Коли блок керування АБС застосовує фазу «скидання тиску»?
7. Коли у роботі АБС застосовується фаза «збільшення тиску»?
8. Які експлуатаційні властивості транспортного засобу поліпшуються завдяки АБС?

Література [40]

Лабораторна робота № 62

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОТИБУКСУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Мета роботи

Вивчити структуру і принцип дії протибуксувальної системи (ПБС), в якій шляхом пригальмовування ведучого колеса, що буксує, або зниження потужності двигуна автоматично регулюються тягові властивості автомобіля

Устаткування та прилади

1. Автомобіль VW Golf або Skoda Octavia.
2. Система збору даних.
3. Презентація протибуксувальної системи.

Теоретичні положення

Відомо, що в автомобілі головна передача, диференціал і півосі об'єднані в один агрегат, називаний ведучим мостом, у якому диференціал розподіляє крутний момент між півосями, допускаючи обертання ведучих коліс із різними кутовими швидкостями на поворотах і в інших випадках, коли колеса проходять за однаковий час ділянки шляху різної довжини.

Максимальний крутний момент, який розвиває двигун, не завжди може бути використаний, тому що тягове зусилля автомобіля не може перевищувати силу зчеплення коліс із дорогою. Максимальна сила зчеплення:

$$P_{зч} = G_{ва} \cdot \varphi, \quad (62.1)$$

де $G_{ва}$ – сила ваги, що припадає на ведучі колеса автомобіля; φ – коефіцієнт зчеплення шин ведучих коліс із дорогою, який залежить від типу і стану дорожнього покриття та шин. Для асфальтобетонного покриття $\varphi = 0,5 - 0,8$.

Таким чином, кочення ведучих коліс без буксування буде відбуватися за умови, якщо:

$$P_k \leq P_{зч}; \quad P_k \leq G_{ва} \cdot \varphi. \quad (62.2)$$

При русі на підйом сила сумарного опору дороги P_ψ , що складається із сил опору коченню і підйому, буде мати вигляд:

$$P_\psi = G_a \cdot \psi, \quad (62.3)$$

де ψ – коефіцієнт сумарного опору дороги.

При прискореному русі виникає сила опору розгону P'_{ja} , що являє собою силу інерції, що залежить від маси автомобіля m_a і прискорення j_a його руху:

$$P'_{ja} = m_a \cdot j_a = \frac{G_a}{g} \cdot j_a, \quad (62.4)$$

де g – прискорення вільного падіння, рівне 9,81 м/с².

У процесі експлуатації досить часто виникають ситуації, коли обоє ведучі колеса або одне з них буксують. Наприклад, якщо автомобіль прискорюється на слизькій дорозі, то колеса починають буксувати, і автомобіль розганяється повільно або не розганяється зовсім. При русі в повороті колеса можуть сприймати тільки обмежені бічні зусилля, автомобіль втрачає керованість. Якщо значення бічної сили наближається до нуля за рахунок максимального збільшення тягового посилення, ведучі колеса починають буксувати.

При буксуванні одного ведучого колеса позитивна властивість диференціала перерозподіляти крутний момент перетворюється в негативну властивість, тому що колесо, яке буксує, може обертатися з максимальною швидкістю для даної передачі, у той час як друге ведуче колесо нерухоме.

Структурна організація гальмівних систем з автоматичним регулюванням гальмівної сили припускає розміщення між педаллю гальма і колісних гальмівних механізмів електронних пристроїв, за

допомогою яких реалізується місцевий зворотний зв'язок системи автоматичного регулювання.

Наявність між педальним приводом і колісними гальмівними механізмами додаткових пристроїв, у числі яких, модулятор тиску, що містить групу електрокерованих клапанів і гідронасос із електроприводом, дозволяють реалізувати в цій системі додаткову функцію, наприклад, поліпшення тягових властивостей автомобіля.

Завданням пристроїв автоматичного регулювання, що вводять у ходову частину автомобіля, є підтримка кожного ведучого колеса в режимі оптимального відносного ковзання, при якому поздовжній коефіцієнт зчеплення шини з опорною поверхнею виходить максимальним. Підтримка відносного ковзання у вузькому діапазоні поблизу максимуму одночасно забезпечує достатній запас бічної стійкості шини, оскільки коефіцієнт зчеплення в поперечному напрямку в цьому діапазоні має достатню величину.

Для підтримки необхідного ковзання необхідно знати значення лінійної швидкості автомобіля в кожний момент часу і кутову швидкість колеса. Основні труднощі представляє вимірювання лінійної швидкості автомобіля. Безпосереднє вимірювання швидкості автомобіля можливо тільки локаційними методами, які для цих цілей поки недостатньо розроблені.

На цей час лінійну швидкість автомобіля визначають непрямим шляхом, наприклад, по лінійному прискоренню за допомогою акселерометра. Однак набагато частіше для визначення швидкості автомобіля використовують датчики кутової швидкості коліс. За таких умов визначають середню швидкість руху автомобіля і з нею порівнюють швидкість кожного колеса. Порівняння здійснюється у блоці керування. При досягненні величини заданого відносного ковзання (граничного значення) блоком керування подається команда виконавчому механізму.

Структура і алгоритми функціонування ПБС

Отже систему автоматичного регулювання, котра шляхом пригальмування ведучого колеса, що буксує, або зниженням потужності двигуна сприяє поліпшенню тягових властивостей автомобіля, прийнято називати протибуксувальною системою.

Протибуксувальна система (вона ж ASR) запобігає проковзуванню ведучих коліс, наприклад, на льоду або гравії шляхом впливу на гальма або керування двигуном. Вона зменшує зусилля, передані ведучими колісьми на дорожнє покриття, і зменшує тим самим їхнє проковзування. Колеса можуть сприймати бічні зусилля, стійкість автомобіля зберігається. Вона допомагає водієві при рушанні або прискоренні на гладкій дорозі, зменшуючи пробуксовку ведучих коліс. При виникненні небезпеки пробуксовки ведучих коліс система зменшує зусилля, передані ними на дорожнє покриття, за рахунок певного пригальмовування коліс, що прослизують, а також за рахунок зменшення переданого на них від двигуна крутного моменту, для чого ПБС віддає команди системі керування двигуна або АКП. Таким чином, на відміну від АБС, ПБС працює, не при гальмуванні, а при прискоренні автомобіля. Для того щоб працювати під час прискорення, ПБС необхідний доступ до системи керування двигуном, щоб впливати на вибір крутного моменту, а також мати можливість самостійного створювати тиск у контурах гальмівної системи. Це необхідно для пригальмовування коліс, що буксують, без натискання водієм на педаль гальма. Алгоритм функціонування ПБС будується на аналізі швидкості обертання кожного ведучого колеса стосовно швидкості руху автомобіля. Блок керування системою аналізує показання датчиків швидкості обертання коліс, розпізнає швидкість обертання кожного з них, після чого розраховує необхідний тиск у колісному гальмовому циліндрі того ведучого колеса, що обертається швидше. Джерелом цього тиску служить гідронасос і акумулятор гідравлічної гальмової системи. ПБС працює у всьому діапазоні швидкостей автомобіля. При швидкості вище 80 км/год зусилля, що передають колеса на дорожнє покриття, регулюються винятково за рахунок керування роботою двигуна або АКП. Про спрацьовування протибуксувальної системи водія інформує контрольна лампа. За допомогою клавіші ПБС можливість втручання системи в керування двигуном можна відключити.

Будова і робота протибуксувальної системи

Основою функціонування ПБС (рис.62.1) є антиблокувальна система (АБС), у складі якої є всі необхідні компоненти: датчики частоти обертання коліс, електронний блок керування, електрокеро-

вані клапани та гідронасос, що дозволяють без натискання на педаль гальма подати під тиском гальмівну рідину в колісний циліндр буксуючого колеса і перерозподілити крутний момент у диференціалі.

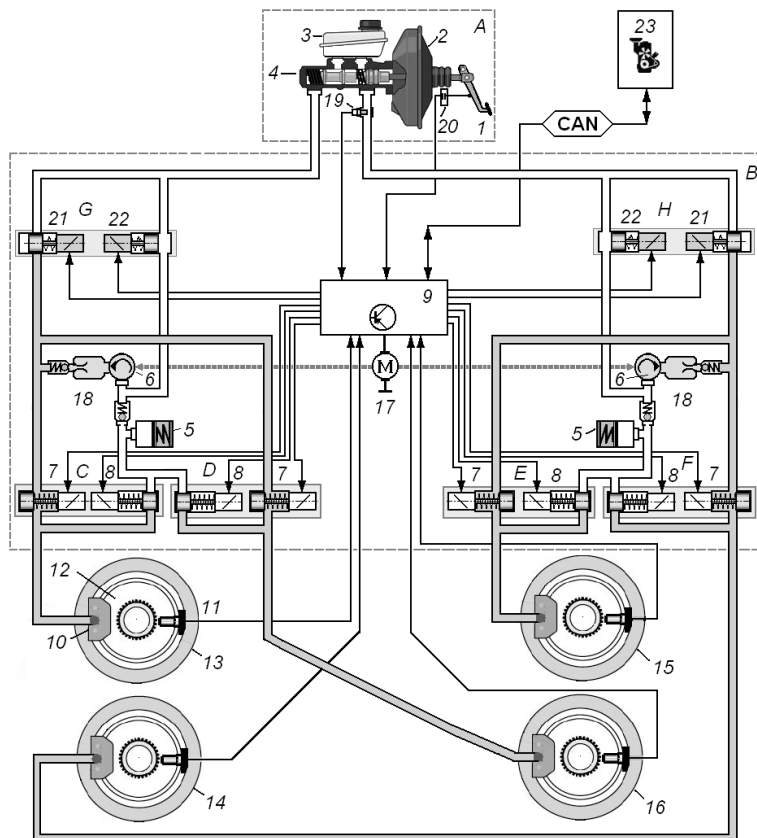


Рис.62.1.Схема електрогідрравлічна функціональна ПБС компанії Continental Teves: 1 – педальний привод гальма; 2 – підсилювач гальма;3 – компенсаційний бачок; 4 – головний гальмівний циліндр;5 – акумулятор тиску; 6 – гідронасос насос зворотної подачі;7 – нагнітальний (впускний) клапан; 8 – розвантажувальний (випускний) клапан; 9 – електронний блок керування ABS; 10 – колісний гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика; 13 – переднє праве колесо; 14 – переднє ліве колесо; 15 – заднє праве колесо; 16 – заднє ліве колесо; 17– електродвигун гідронасоса; 18 – камера, що демпфірує; 19 – датчик тиску рідини в гальмівній системі; 20 – датчик положення педалі гальма; 21 – нормально відкритий електромагнітний клапан; 22 – нормально закритий електромагнітний клапан; 23 – контролер керування двигуном

Для реалізації протибуксувальних функцій програмно-апаратні засоби ABS доповнені: двома парами *G* і *H* нормально відкритих 21

і нормально закритих 22 електромагнітних клапанів і програмним модулем, записаним у ПЗП контролера АБС.

Таким чином, ПБС являє собою як програмне, так і апаратне розширення системи АБС. Програмне забезпечення ПБС встановлюється в блок керування АБС з підвищеною обчислювальною потужністю і збільшеною пам'яттю. Сигнали датчиків частоти обертання коліс використовується так само, як і в системі АБС. Для того щоб система ПБС змогла виконувати свої функції, звичайна система АБС повинна бути істотно розширена в наступних пунктах: гідравлічний блок та інтерфейс зв'язку із системою керування двигуном.

Зміни в гідравлічному блоці

В ПБС убудовані інші функції, тому змінюється також конфігурація клапанів гідравлічного блоку АБС (по два впускних і випускних клапана на кожний контур) доповнена наступними клапанами:

- одним перемикаючим клапаном,
- одним клапаном високого тиску.

Крім того, у гідравлічному блоці встановлюється усмоктувальний насос зворотної подачі для автономного створення гальмівного тиску.

Інтерфейс зв'язку із системою керування двигуна

На відміну від системи АБС (а також і EDS) ПБС виконує свої функції не тільки за допомогою пригальмовування колеса, але й управляючи двигуном, тобто регулюючи переданий на колесо від двигуна крутний момент. Для цього педаль акселератора повинна бути механічно не пов'язана із приводом дросельної заслінки. Інакше кажучи, повинна бути можливість регулювати потужність двигуна незалежно від положення педалі акселератора.

У перших модифікаціях системи АБС з функцією ПБС застосовувалися різноманітні способи рішення проблеми зменшення крутного моменту двигуна. Були, наприклад, системи із другою дросельною заслінкою або з можливістю відключення запалювання. Поширення в автомобілях шин обміну даними CAN і електронного

керування дросельною заслінкою («електронна педаль газу») надало зручну можливість організації регулювання крутного моменту і обертів колінчатого валу двигуна без додаткових вузлів.

Керування гальмівним тиском відбувається перемиканням напруги, що подається на впускні і випускні клапани, і здійснюється у трьох фазах: «збільшення тиску», «утримання тиску» і «скидання тиску». Електромагнітний клапан привода правого заднього гальма встановлюється в положення утримання постійного тиску і перекриває ділянку магістралі між головним циліндром 4 колісним циліндром.

Принцип роботи

ПБС функціонує на підставі сигналів датчиків кутової швидкості всіх чотирьох коліс. На основі отриманих даних програмне забезпечення ПБС виконує наступні обчислення:

- обчислюється кутове прискорення ведучих коліс;
- на підставі кутової швидкості неведучих коліс обчислюється швидкість руху автомобіля;
- порівнянням кутових швидкостей неведучих коліс розпізнається траєкторія руху (радіус повороту): криволінійний або рух по прямій;
- виходячи з різниці кутових швидкостей ведучих і неведучих коліс кожного борту обчислюється величина проковзування ведучих коліс.

Виходячи із цих даних, ПБС устанавлює наявність (або відсутність) пробуксовування ведучих коліс. Крім того, із блоку управління двигуном зчитується інформація про фактичний крутний момент. На підставі цих даних ПБС визначає необхідні керуючі впливи і розраховує їхні параметри.

При низьких швидкостях руху ПБС виконує свої функції як правило за допомогою гальмівної системи.

Як і в системі АБС, керування гальмівним тиском здійснюється у трьох фазах: «збільшення тиску», «утримання тиску» і «скидання тиску». ПБС може комбінувати залучення гальм з корекцією параметрів роботи двигуна. ПБС працює у всьому діапазоні швидкостей автомобіля. Регулювання функції EDS починаючи зі швидкості 80 км/год поступово зменшується.

Для корекції за допомогою двигуна ПБС, на підставі проковзування ведучих коліс і фактичного крутного моменту двигуна, обчислює необхідний крутний момент двигуна. Це значення передається в блок управління двигуна.

Залежно від виконання керуючих елементів блок управління двигуна має наступні можливості:

- зменшити крутний момент зміною положення дросельної заслінки;
- якщо корекція здійснюється за допомогою системи упорскування – зменшити крутний момент за рахунок пропуску упорскувань палива;
- якщо корекція здійснюється за допомогою системи запалювання – можуть виконуватися пропуски імпульсів запалювання або зміна кута випередження запалювання убік запізнювання;
- в автомобілях з АКП ПБС може додатково передати блоку керування АКП вимога скасувати перемикування передачі.

Порядок виконання роботи

Користуючись ПБС автомобіля, презентацією і комп'ютерною системою збору даних вивчити будову, роботу і технічні характеристики ПБС.

Контрольні запитання

1. Яким показником характеризується зчеплення колеса з дорогою?
2. Які показники вимірюють для оцінки зчеплення коліс з дорогою?
3. За яких умов відбувається буксування ведучих коліс?
4. Назвіть основні складові протибуксувальної системи.
5. Які фази управління тиском застосовуються у роботі ПБС?
6. Які експлуатаційні властивості транспортного засобу поліпшуються завдяки застосуванню ПБС?

Література [40]

Лабораторна робота № 63

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи

Ознайомитися із будовою системи динамічної стабілізації курсової стійкості та її вплив на експлуатаційні властивості автомобіля і одержати практичні навички по визначенню деяких її показників за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Skoda Octavia або VW Golf.
2. Система збору даних (СЗД);
3. Презентація системи динамічної стабілізації.

Загальні положення

Для забезпечення безпеки руху сучасних автомобілів, які мають добрі тягово-швидкісні властивості, недостатньо регламентувати і строго контролювати тільки параметри ефективності гальмування. Не менш важливо забезпечити таке протікання процесу гальмування, при якому автомобіль буде залишатися в межах смуги безпеки, тобто, смуги, знаходження в якій виключає в нормальних умовах зіткнення із зустрічним транспортом, або транспортом, що рухається паралельно.

Відомо, що траєкторія руху автомобіля завжди є криволінійною з кривизною, що безперервно змінюється в часі. Вплив водія на органи керування поворотом відбувається майже безупинно й зміна кутів повороту керованих коліс у часі має коливальний характер. Отже, при гальмуванні керованими параметрами є швидкість і напрямок руху, а керуючими впливами – гальмівні сили, створювані

гальмівними механізмами, і кути повороту керованих коліс. Найважливішим у цьому процесі є контроль зчеплення коліс із дорогою.

На цей час, на ряд автомобілів як стандартне устаткування встановлюють систему динамічної стабілізації (СДС) курсової стійкості, що забезпечує поперечну стійкість автомобіля на своїй смузі при будь-яких умовах руху.

Її також називають «Електронна система підтримки курсової стійкості», що німецькою мовою означає «Elektronisches Stabilisierungs-programm» або «Elektronisches Stabilitats Programm», тому вона одержала абрєвіатуру ESP.

Зчеплення коліс із дорогою – найважливіший показник, який, на жаль, виміряти безпосередньо неможливо. Тому в основу роботи СДС покладені алгоритми, за допомогою котрих замість зчеплення коліс із дорогою визначають побічні показники. Так бічне ковзання однієї з осей розглядається як обертання автомобіля навколо його вертикальної осі. Береться до уваги також можливість занесення автомобіля, для визначення котрого використовують параметр – бокове прискорення кузова.

Нарешті, важлива і реакція водія на ситуацію, що складається при русі. Дії водія оцінюють по положенню керма та гальмівної педалі. За допомогою датчиків, установлених у певних місцях автомобіля, СДС визначає його хитке положення і стабілізує рух при занесенні, при русі по нерівній дорозі і т. і.

Будова і принцип дії електронної системи динамічної стабілізації курсової стійкості

На цей час СДС (рис.63.1) є найбільш розвиненою і довершеною системою контролю зчеплення коліс із дорогою. СДС не є окремою ізольованою системою, інші системи (ABS, EBV, CBC, EDS, GMB, ASR і MSR) входять у неї як компоненти.

Кожна із цих систем-компонентів здатна працювати як самостійно, так і узгоджено з іншими системами. Стосовно інших систем СДС є системою більше високого рівня.

СДС вирішує, за яких умов і яка саме система контролю зчеплення коліс із дорогою повинна бути задіяна, і управляє їхньою спільною роботою. СДС постійно перебуває в стані готовності.

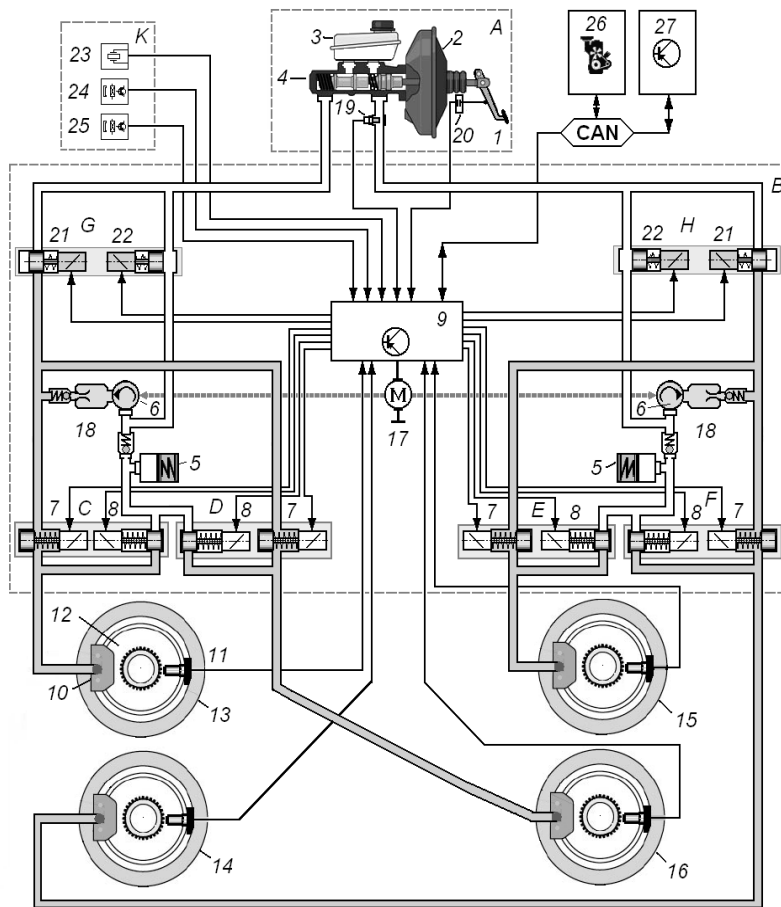


Рис.63.1.Схема електрогідравлічна функціональна СДС компанії Continental Teves: 1 – педальний привод гальма; 2 – підсилювач гальма; 3 – компенсаційний бачок; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – акумулятор тиску; 6 – гідронасос насос зворотної подачі; 7 – нагнітальний (впускний) клапан; 8 – розвантажувальний (випускний) клапан; 9 – електронний блок керування; 10 – колісний гальмівний механізм; 11 – датчик частоти обертання колеса; 12 – зубчастий вінець (ротор) колісного датчика; 13 – переднє праве колесо; 14 – переднє ліве колесо; 15 – заднє праве колесо; 16 – заднє ліве колесо; 17 – електродвигун гідронасоса; 18 – камера, що демпфірує; 19 – датчик тиску рідини в гальмівній системі; 20 – датчик положення педалі гальма; 21 – нормально відкритий електромагнітний клапан; 22 – нормально закритий електромагнітний клапан; 23 – датчик бічного прискорення; 24 – датчик швидкості обертання навколо вертикальної осі; 25 – датчик положення кермового колеса; 26 – контролер керування двигуном; 27 – контролер керування коробкою передач

Розпізнавання критичної динамічної ситуації базується на порівнянні параметрів руху, що задаються водієм, і фактичних параметрів руху автомобіля. Коли вони починають розрізнятися, до ке-

рування підключається система СДС. Залежно від конкретної ситуації СДС може зменшувати крутний момент двигуна або скасовувати перемикання передачі АКП. Після цього СДС стабілізує автомобіль точно розрахованим пригальмовуванням одного або декількох коліс.

Датчик швидкості обертання автомобіля навколо вертикальної осі – це основа СДС, але крім нього для функціонування системи необхідні й інші:

- датчик кута повороту кермового колеса, що дає інформацію про бажану траєкторію руху, яку задає водій;
- датчики швидкості обертання коліс (використаються датчики АБС), що визначають швидкість руху;
- датчик поперечного прискорення автомобіля, що реєструє будь-яке бічне переміщення автомобіля (слід зазначити, що при одночасному ковзанні передньої й задньої осей обертання автомобіля відсутнє, датчик швидкості обертання “мовчить”, а з датчика поперечного прискорення сигнал надходить у блок керування (БК));
- датчик тиску гальмової рідини, що сповіщає про гальмівне зусилля на окремих колесах автомобіля при роботі СДС.

Робота СДС здійснюється в такий спосіб: сигнали з датчиків надходять в електронний БК, зв’язаний по мультиплексної лінії із блоком керування двигуном і автоматичною трансмісією, звідки він одержує поточні дані по крутному моменті ДВЗ, положенню дросельної заслінки й включеній передачі. По цій же лінії СДС може коректувати роботу БК двигуна й БК автоматичної трансмісії – наприклад, “порадити” трансмісії перемкнутися на зимовий режим роботи при русі автомобіля по слизькій поверхні.

БК СДС постійно порівнює фактичне поведіння автомобіля з розрахунковим і якщо він відхиляється від розрахункової траєкторії, СДС повертає його назад. Це робиться двома шляхами: точно розрахунковим гальмівним імпульсом, що прикладають до одному або декількох колесах, або зменшенням крутного моменту ДВЗ.

Гальмівний імпульс виробляється пристроєм, створеним на базі гідроагрегата протибуксувальної системи (ПБС), відрізняючись тим що може загальмувати будь-яке колесо, тоді як у ПБС імпульс видається лише на ведучі колеса. СДС виправляє помилки водія й

стабілізує автомобіль у випадку бічного ковзання на мокрому, крижаному, гравійному або будь-яким несприятливому покритті дороги при всіх режимах руху – гальмуванні, розгоні або русі накатом.

СДС за допомогою відповідних датчиків завчасно розпізнає наближення критичної ситуації. Після цього СДС самостійно, за допомогою точно розрахованого пригальмовування окремих коліс або втручання в керування двигуном АКП, вживає необхідних заходів по запобіганню критичної ситуації, так щоб зберегти стійкість і керованість автомобіля.

Розглянемо роботу СДС у випадку, наприклад, занесення задньої осі. Автомобіль, що має зайву здатність повороту, входить у поворот із занадто високою швидкістю, у результаті чого виникає бічне ковзання. Це означає, що величина сигналу датчика обертання навколо вертикальної осі перевищує очікувану величину, і БУ класифікує такий стан автомобіля як ненормальний. Стабілізація автомобіля здійснюється по наступному алгоритму: насамперед БУ зменшує крутний момент двигуна, що дозволяє збільшити поперечні дотичні реакції, що діють на колеса з боку дороги.

Якщо цього недостатньо для припинення занесення, СДС автоматично пригальмовує зовнішнє переднє колесо. Дотична реакція, що з'являється, створює *стабілізуючий* момент, який допомагає відновити задану траєкторію руху. Одночасно відбувається деяке зниження швидкості руху і величина сигналу з датчика обертання стає рівної розрахункової, і подальше втручання СДС у керування автомобілем більше не потрібно.

Інша справа на автомобілі без СДС. Наприклад, якщо він повинен об'їхати перешкоду, що раптово з'явилася на його смузі руху, то водій спочатку різко повертає кермо вліво й відразу ж після цього вправо. У результаті такого сполучення маневрів автомобіль розгойдується й відбувається занесення задньої осі. Водій не в змозі більше контролювати обертовий рух автомобіля щодо вертикальної осі. Автомобіль переходить у некероване занесення.

У такій же ситуації автомобіль із вбудованою СДС при недостатній здатності повороту запобігає зміщенню автомобіля до зовнішнього краю повороту дозованим пригальмовуванням внутрішнього заднього колеса, а при надлишковій поворотності гальмується зовнішнє (стосовно повороту) переднє колесо.

СДС розпізнає недостатню здатність повороту автомобіля при повороті вліво і допомагає йому ввійти в поворот дозованим пригальмуванням лівого заднього колеса. Одночасно система, через шини даних CAN, знижує крутний момент двигуна, щоб додатково сповільнити рух автомобіля за рахунок гальмування двигуном.

Пригальмуванням окремих коліс СДС створює момент, що розвертає автомобіль відносно його вертикальної осі. Цей момент спрямований протилежно небажаному «власному» моменту, що розвертає, автомобіля й стабілізує його рух за заданим курсом.

У такий спосіб ефективно усувається небезпечна недостатня або надлишкова здатності повороту.

При недостатній здатності повороту втручання СДС починається з керування двигуном, а при надлишковій – з гальмівної системи. Коригувальне втручання триває доти, поки нестабільна ситуація не буде усунута, тобто поки не будуть знову досягнуті номінальні параметри руху.

Порядок виконання роботи

Користуючись СДС автомобіля, презентацією і комп'ютерною системою збору даних вивчити будову, роботу і технічні характеристики СДС.

Контрольні запитання

1. Яким показником характеризується зчеплення колеса з дорогою?
2. Які показники вимірюють для оцінки курсової стійкості?
3. Яка система є основою для встановлення СДС?
4. Які датчики встановлюють додатково для функціонування СДС?
5. Втручанням у яку систему розпочинаються дії СДС при недостатній здатності повороту?
6. Втручанням у яку систему розпочинаються дії СДС при надлишковій здатності повороту?

Література [16, 40]

Лабораторна робота № 64

БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КЕРОВАНОЇ ПІДВІСКИ

Мета роботи

Ознайомитися із будовою системи підресорювання автомобіля із змінними характеристиками і одержати практичні навички по визначенню показників її працездатності за допомогою системи збору даних.

Устаткування та прилади

1. Автомобіль Skoda Octavia або VW Golf.
2. Система збору даних (СЗД).

Основні поняття, терміни та визначення

У процесі руху автомобіля в результаті дії сил інерції й реакції з боку дороги виникають три основних рухи кузова автомобіля: крен уліво – вправо; нахил уперед – назад; зміщення кузова нагору – униз. Кожний рух має свою частоту коливань, що визначається конструкцією механічних елементів ходової частини.

Крім того, при русі по нерівній дорозі в результаті взаємодії коліс із опорною поверхнею виникають коливання, що передаються на кузов. Для зниження негативного впливу коливань на водія, вантаж або пасажирів між осями автомобіля і кузовом установлюють віброзахисну систему, що одержала назву система підресорювання або «підвіска». Згадані три частоти взаємозалежні, тому будь-яка механічна підвіска є компромісним рішенням проблеми експлуатаційних показників автотранспортних засобів.

Існують поняття підресорені маси автомобіля (кузов із трансмісією й частково ходова частина) і непідресорені маси автомобіля (колеса з гальмівними механізмами, а також частково маси ходової частини та привідних валів).

Коливання кузова як механічної системи з поступальним рухом описується диференціальним рівнянням

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + P \frac{dx}{dt} + Wx = F(t), \quad (64.1)$$

де m – рухома (підресорена) маса системи; x – її переміщення $x(t)$;
 P – коефіцієнт заспокоєння; W – жорсткість; $F(t)$ – сила, що збуджує рух.

Найважливішими (несучими) ланками віброзахисної системи є пружні елементи, що сприймають збурювальний вплив з боку дороги. Якщо підресорену масу m вивести з положення рівноваги деякою силою, то в пружному елементі віброзахисної системи виникне відновлювальна сила, що дозволить масі здійснити зворотний рух. При цьому маса «проскакує» положення рівноваги й відновлювальна сила одержує протилежний знак. Цей процес буде повторюватися доти, поки через опір повітря й внутрішнього тертя в пружному елементі коливання не загаснуть. Такі коливання, що характеризуються величиною амплітуди й частотою, називаються **власними коливаннями системи**. Частота власних коливань f_0 , виражена в Герцах, або $\omega_0 = 2\pi \cdot f_0$ – у радіанах у секунду, в основному визначається жорсткістю пружних елементів і величиною підресореної маси:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{W}{m}} \quad \text{або} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{W}{m}}. \quad (64.2)$$

Звідси виходить, що жорсткість пружних елементів W як відношення діючої сили до переміщення, вимірювана в Н/м, є вирішальним чинником, котрий впливає на частоту власних коливань кузова. Осьові навантаження (підресорена маса) автомобіля варіюється в широких межах і також впливають на f_0 .

Загасання коливань обумовлене втратами енергії в коливальній системі. У рівнянні (64.1) втрати енергії враховуються коефіцієнтом заспокоєння P . На практиці користуються різними варіантами показника загасання. Наприклад, розділивши вираження (64.1) на масу m , одержуємо:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{P}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{W}{m} \cdot x = \frac{1}{m} \cdot F(t). \quad (64.3)$$

Коефіцієнт h при dx/dt , позначений як $P/m = h$, називається коефіцієнтом загасання й зручний тим, що для систем будь-якої фізичної природи вимірюється в 1/с. У теорії коливань показнику загасання надають своє значення $\delta = h/2$ і називають декрементом загасаючих коливань, а відповідний декременту безрозмірний коефіцієнт β називають **ступенем заспокоєння**. Якщо виразити h в частках власної частоти $d = h/\omega_0$, то цей показник називають загасанням коливальної системи. Всі перераховані показники однозначно зв'язані між собою залежністю:

$$\beta = \frac{1}{2Q} = \frac{d}{2} = \frac{\delta}{\omega_0} = \frac{h}{2\omega_0}, \quad (64.4)$$

де Q – добротність коливальної системи

$$Q = \frac{1}{2\beta} = \frac{\omega_0}{2\delta} = \frac{\omega_0}{h}. \quad (64.5)$$

Настроювання систем підресорювання

Основні параметри системи підресорювання – жорсткість пружних елементів, ступінь заспокоєння і величина дорожнього просвіту.

Систему підресорювання можна настроїти вибором жорсткості W пружних елементів і **ступеню заспокоєння** β (показника загасання, рис.64.1).

При цьому функції між елементами системи розподіляють. Як несучі компоненти системи підресорювання виступають пружні елементи, розташовані між осями й кузовом, а для досягнення необхідного загасання коливань вводять демпферні елементи – амортизатори.

Виходять із того, що частота власних коливань кузова нижче одного Герца може викликати нудоту, частоти більше 1,5 Гц погіршують комфортність їзди, а, починаючи із частоти 5 Гц, коливан-

ня відчуваються як вібрація. Шляхом вибору параметрів підвіски частота власних коливань підресореної маси доводять до 1–1,5 Гц.

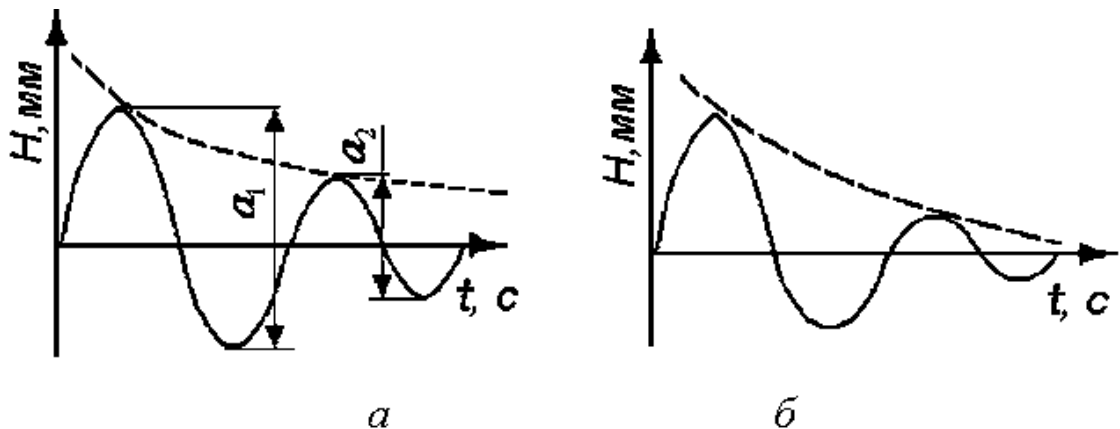


Рис.64.1. Коливання підресореної маси при різному ступені заспокоєння:
а) – $\beta=0,3$; б) – $\beta=0,5$

У ходовій частині без регулювання характеристик елементи системи підресорювання настроєні на постійну частоту власних коливань, тобто система має тільки одну параметричну характеристику. При цьому елементи системи задньої осі, як правило, настроєні на вищу частоту власних коливань кузова (наприклад, 1,33 Гц), а елементи передньої осі – на нижчу частоту (наприклад, 1,13 Гц). Це зроблено з розрахунку, що при завантаженні автомобіля в основному збільшується навантаження на задню вісь, що автоматично знижує частоту власних коливань.

Ступінь демпфірування коливань амортизатором не робить помітного впливу на величину частоти власних коливань кузова. Вона впливає лише на те, наскільки швидко загаснуть коливання (коефіцієнт загасання).

Класифікація керованих систем підресорювання

Нерегульовані системи мають тільки одну параметричну характеристику, у той час як, параметричну характеристику регульованої підвіски можна змінювати в межах заданого діапазону шляхом подачі керуючого сигналу на регульовальні компоненти системи.

Залежно від того, який параметр регулюють, системи підресорювання зі змінними характеристиками можна розділити на наступні групи:

1. Системи керування дорожнім просвітом (кліренсом).
2. Системи керування силами опору демпферних пристроїв.
3. Системи керування жорсткістю пружних елементів.
4. Системи керування кінематикою напрямних пристроїв.
5. Системи комплексного керування, у яких одночасно змінюють жорсткість пружних елементів, силу опору демпферного пристрою, підтримуючи незмінний дорожній просвіт у межах, обраних водієм.

Вплив характеристик підвісок на експлуатаційні властивості автомобілів

Системи керування величиною дорожнього просвіту забезпечують сталість кліренсу й плавність ходу при зміні маси вантажу й числа пасажирів, а також підвищують прохідність і безпека руху, знижують опір повітря при високій швидкості руху, отже, сприяють поліпшенню економічності автомобіля.

Системи керування силами опору демпферних пристроїв, протидіють розгойдуванню корпусу, осіданню (кљювкам) при різких прискореннях і гальмуваннях, при перемиканні передач, крену корпусу при різких поворотах.

Сприяють поліпшенню зчеплення шин з дорогою і підвищенню безпеки руху, зниженню теплової напруженості демпферних пристроїв.

Системи керування жорсткістю пружних елементів і кінематикою напрямного пристрою поліпшують плавність ходу, зменшують коливання кузова, протидіють крену при різких поворотах, поліпшують зчеплення шин з дорогою й підвищують безпека руху.

Системи комплексного керування, крім перерахованих вище властивостей, поліпшують стійкість і керованість автомобіля, сприяють навіть скороченню гальмівного шляху.

Наступний крок, що уже реалізований на багатьох сучасних моделях автомобілів, погоджене комплексне керування системами автомобіля, коли електроніка управляє не тільки підвіскою всіх чотирьох коліс, але й гальмами, двигуном, трансмісією й підсилювачем рульового керування.

Елементи підвісок

У підвісках без регулювання характеристик найчастіше застосовують сталеві пружні елементи у вигляді гвинтових пружин у комбінації з гідроамортизаторами або пневматичних балонів у пневмосистемах.

У системі підресорювання з керованими характеристиками пружні елементи можуть бути виконані зі сталі, гуми, еластомірів, а також використовувати як робоче тіло газ або повітря, тобто будь-який віброізолюючий пристрій, що допускає модуляцію відновлюваної сили. На цей час відомі активні віброзахисні системи з електрогідравлічним, електропневматичним або електродинамічним принципом керування, а також перетворювачі енергії, що використовують принцип зміни гідравлічного опору рідини під дією електромагнітного поля, так звані електрофлюїдні або магнітореологічні рідини. Можливе й комбіноване використання перерахованих матеріалів.

Останнім часом як демпфер застосовується двотрубний газонаповнений амортизатор (рис.64.2). У двотрубному газонаповненому амортизаторі робочий циліндр 3 і корпус 2 утворюють дві камери. Робоча камера, у якій рухаються поршень 5 зі штоком 1, розділена поршнем на дві частини – нижню В і верхню С. Обидві камери повністю заповнені робочою рідиною (маслом) D. Кільцеподібна компенсаційна камера А між робочим циліндром 3 і корпусом 2 служить для компенсації змін обсягу, викликаних переміщенням штока поршня й коливаннями температури масла.

Компенсаційна камера частково заповнена маслом (D) і газом АПАРАТУРА, котрі перебувають під тиском 0,6 – 0,8 МПа, що знижує ймовірність кавітації.

Для демпфірування коливань використовуються два клапанних вузли – поршневий 5 і донний 8. Вони складаються із системи пружинних шайб, гвинтових пружин і корпусів клапанів із дросельними отворами.

При ході стиску демпфірування забезпечується донним клапаном, а також до деякої міри опором рідини руху поршня. Масло, що витісняється поршнем, перетікає в компенсаційну камеру. Донний клапан створює певний опір для цього потоку, дроселюючи рідину і, тим самим, гальмує рух нагору.

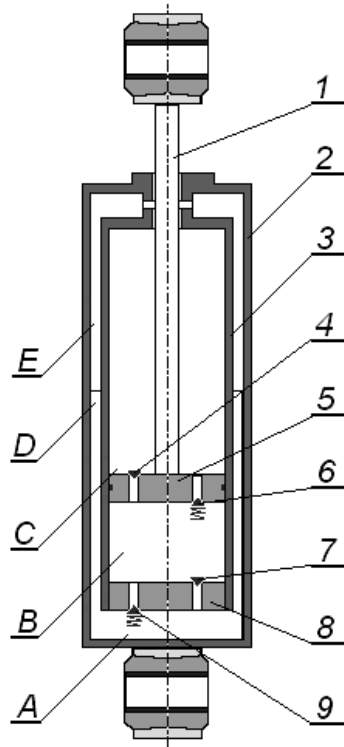


Рис.64.2. Будова двотрубного газонаповненого амортизатора: 1 – шток; 2 – корпус; 3 – робочий циліндр; 4 – зворотний клапан на поршні; 5 – поршень; 6 – дросельний клапан на поршні; 7 – зворотний клапан донний; 8 – донний клапанний вузол; 9 – дросельний клапан донний; А – кільцеподібна компенсаційна камера; В – нижня робоча камера; С – верхня робоча камера; D – робоча рідина; E – газ

При ході відбою демпфірування відбувається завдяки поршнево-му клапану, що дроселює спрямований униз потік масла. Під дією розрядження масло може вільно перетікати в робочу камеру через відкритий у цей час зворотний клапан донного клапанного вузла.

Системи з керуванням силою опору амортизаторів

Показники роботи підвіски – жорсткість пружних елементів, ступінь демпфірування й зміна положення кузова по висоті також взаємозалежні (залежні), хоча з метою оптимізації їздових режимів було б бажано робити їх незалежними, щоб водій міг робити оптимальними показники кожного індивідуально, не погіршуючи при цьому інших показників.

Вирішити цю проблему дозволяють розглянути далі керовані підвіски. Підвіски з електронним керуванням призначаються для подальшого підвищення робочих характеристик керованості, стійкості й оптимізації комфортності транспортного засобу за рахунок регулювання (зміни) демпферного зусилля амортизаторів. Чуйно й вчасно реагуючи на нерівності дорожнього покриття, подібного роду пристрою забезпечують перемикання демпферного зусилля на 2...3 рівня: жорсткий, м'який і спортивний – відповідно характеру поверхні дороги і обраному режиму руху – звичайному або спортивному.

Сила опору гідравлічного амортизатора (зусилля демпфірування) залежить від об'єму масла, що витісняється, (площі поршня), гідравлічного опору дросельного клапана, швидкості руху поршня, а також в'язкості масла.

На цей час відомо кілька різних систем керування характеристиками підвіски, які шляхом збільшення сили опору амортизаторів створюють протидію:

- осіданню, що зберігає горизонтальне положення автомобіля при різких прискореннях і зменшує осідання задньої частини;
- осіданню при перемиканні коробки передач і гасить поштовхи, що виникають при перемиканнях важеля селектора в автомобілях з автоматичною коробкою передач, і зменшує навантаження, що з'являються при цьому, на задню або передню осі;
- крену при різких поворотах, збільшуючи силу опору, зменшує крен кузова;
- «пірнанню» і гасить поштовхи при різкому гальмуванні на високій швидкості, зберігає горизонтальне положення кузова автомобіля.

На високих швидкостях підвищують зчеплення шин з дорогою й безпека руху.

У даній роботі розглядається система підресорювання, що одержала назву система адаптивного керування ходовою частиною DCC. У ній використовуються чотири телескопічних амортизатори (на кожне колесо) із зовнішнім керуванням гідравлічним опором елемента, що регулює силу опору. Застосовано найпоширеніший спосіб зміни сили опору – керування прохідним перетином отворів, через які робоче тіло перетікає з однієї робочої камери в іншу.

Структура системи адаптивного керування ХОДОВОЮ ЧАСТИНОЮ

Система керування (рис.64.3) складається з електронного блоку керування (контролера), шести датчиків для визначення стану автомобіля, чотирьох амортизаторів, оснащених виконавчими механізмами керування їхніми характеристичними параметрами, індикатора, що показує встановлений режим, і перемикача (селектора) режимів роботи підвіски.

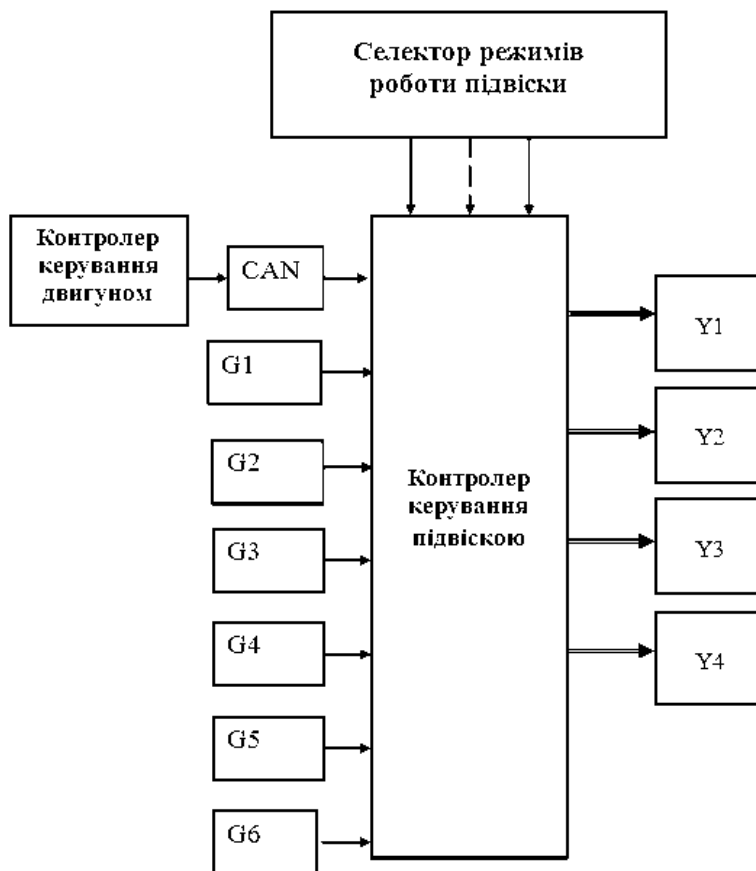


Рис.64.3. Структурна схема системи керування підвіскою: G1 – датчик положення кузова біля лівого переднього колеса; G2 – датчик вертикального прискорення біля лівого переднього колеса; G3 – датчик положення кузова біля правого переднього колеса; G4 – датчик вертикального прискорення біля правого переднього колеса; G5 – датчик положення кузова біля лівого заднього колеса; G6 – датчик вертикального прискорення біля лівого заднього колеса; Y1, Y2, Y3, Y4 – електромагнітні клапани амортизаторів; CAN – шина міжсистемного обміну

У системі застосовані демпферні елементи на основі двотрубних газонаповнених амортизаторів, зображених на рис.64.2, котрі доповнені електромагнітними клапанами (рис.64.4, *а*). На базі цих амортизаторів виконані амортизаторної стійки (рис.64.4, *б*).

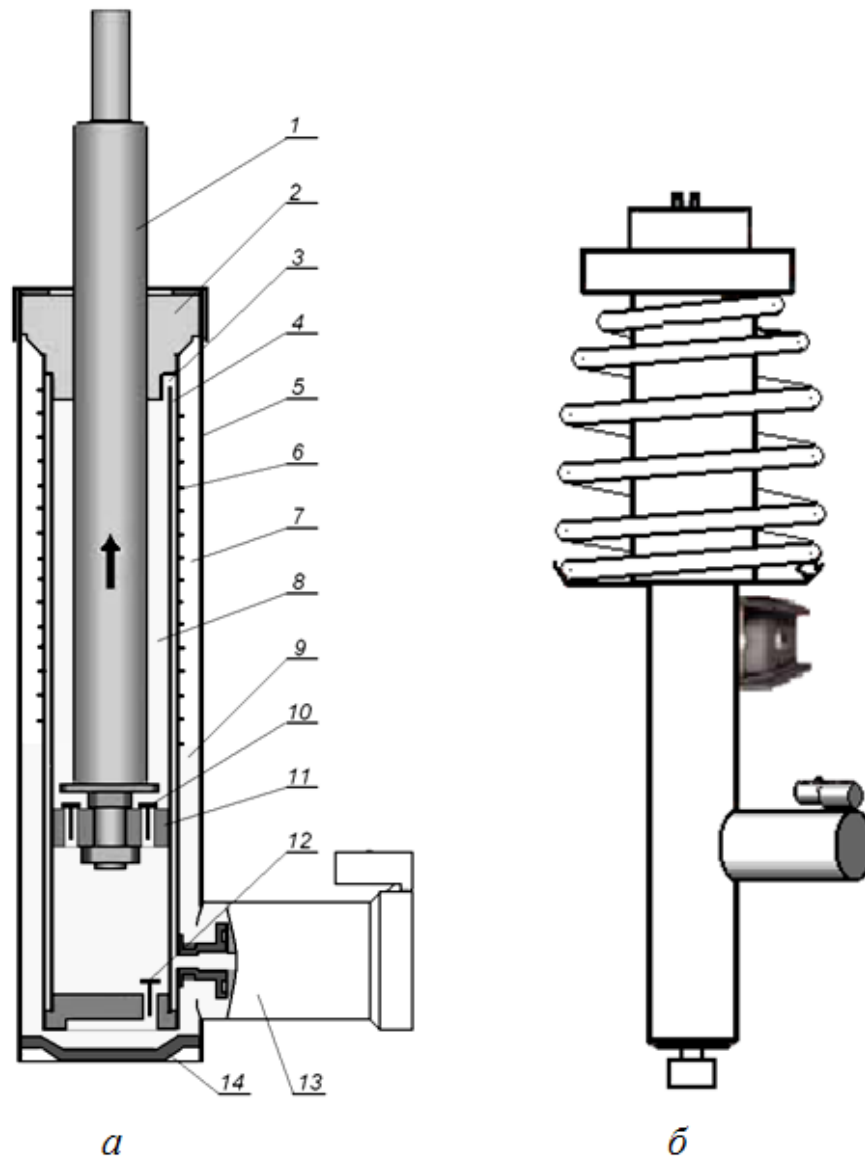


Рис.64.4. Будова керованого двотрубного газонаповненого амортизатора (*а*) і амортизаторної стійки (*б*): 1 – шток поршня; 2 – напрямна/ущільнення; 3 – пропускний отвір; 4 – кільцевий канал; 5 – трубка-резервуар; 6 – спіраль газосіння піни; 7 – газова подушка; 8 – робоча камера 1; 9 – робоча камера 2; 10 – поршневий клапан; 11 – поршень; 12 – клапан стиску; 13 – електромагнітний регульований клапан; 14 – дно

Для зміни сили опору амортизаторів на кожному з них установлений клапан з електромагнітним приводом, керований напругою із широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ).

Змінюючи силу струму, що протікає через котушку електромагніту, контролер керує поперечним перетином прохідного отвору клапана, з'єданого з якорем електромагніту. Таким чином змінюється опір перетіканню масла з однієї камери в іншу у прямому і зворотному напрямках, а значить змінюється ступінь демпфірування. Слід нагадати, що сила опору амортизатора залежить від гідравлічного опору дросельного клапана та швидкості руху поршня.

Тому поточний стан автомобіля контролер визначає по сигналах трьох датчиків дорожнього просвіту (G_1, G_3, G_5) і трьох датчиків вертикального прискорення (G_2, G_4, G_6), установлених попарно (G_1, G_2) і (G_3, G_4) біля амортизаторів передньої осі, та одна пара (G_5, G_6) біля лівого амортизатора задньої осі. Завдяки такій структурі системи, блок керування за декілька мілісекунд визначає і забезпечує необхідний ступінь демпфірування для кожного колеса.

Сигнали датчиків дорожнього просвіту надають інформацію про амплітуду коливань, а інтеграли сигналів датчиків вертикального прискорення дають уяву про швидкість руху поршня кожного амортизатора.

Таким чином *система адаптується до дорожніх умов відповідно до положення перемикача (селектора) режимів роботи підвіски: „Sport“, „Comfort“ чи „Normal“, виконуючи бажання водія рухатися у звичайному або спортивному режимі.*

По шині міжсистемного обміну (CAN) контролер керування підвіскою пов'язаний з контролером керування двигуном, щоб у критичній ситуації при необхідності можна було зменшити потужність двигуна для збереження стійкості автомобіля.

Обладнання і порядок виконання роботи

Для проведення випробувань по визначенню характеристик підвіски використовується автомобіль Skoda Octavia або VW Golf, на якому додатково встановлено два датчики:

- дорожнього просвіту;
- вертикального прискорення.

Персональний комп'ютер з модулем уведення аналогових сигналів L783 і програмою PowerGraph Professional, розташований у системній стійці, представляють система збору даних, до якої підключені датчики.

1. Підготувати до роботи систему збору даних: перевірити наявність заземлення, увімкнути живлення на системному блоці комп'ютера, запустити програму PowerGraf, вибрати кількість каналів для реєстрації – 2, встановити частоту дискретизації 10 кГц у вікні «Частота».

Присвоїти імена каналам відповідно пункту 1.

2. Увімкнути живлення на блоці погоджувального пристрою.

3. Після натиснення на крило автомобіля, біля якого встановлені додаткові датчики, почнуться коливання кузова. Здійснити запис процесів у підвісці, натиснувши на кнопку «Старт» у меню програми PowerGraf. Через кілька секунд після повного завершення коливань повторно натиснути на ту ж кнопку.

4. Зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування. В ім'я файлу входить прізвище студента, а також інформація про режим випробування.

5. Виконати обробку даних.

Обробка результатів випробування

Виходячи з того, що при загасаючих синусоїдальних коливаннях маса досягає усталеного положення через декілька періодів, в залежності від ступеню демпфірування і припускаючи, що коливання загасають по експоненціальному закону, цей процес приблизно можна описати рівнянням:

$$x(\tau) = e^{-\beta\omega_0\tau} \cdot \sin(\omega_0\tau) = e^{-\frac{2\pi\beta\tau}{T_0}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \tau\right). \quad (64.6)$$

Тоді ступінь заспокоєння β можна визначити теж приблизно з формули

$$\beta = \ln \frac{a_1}{a_2}, \quad (64.7)$$

де a_1 та a_2 – розмах амплітуд сусідніх коливань (рис. 64.1,а).

Із записаних діаграм визначте період коливань T_0 , а також розмах амплітуд сусідніх коливань a_1 та a_2 і за формулою (64.7) обчисліть ступінь заспокоєння β того процесу, який Ви записали.

Автомобіль, на якому здійснили запис процесів, має звичайну підвіску без керування. Тому для визначення характеристик підвіски з керуванням сили опору амортизатору скористаємося методом моделювання у програмі PowerGraph Professional.

Для цього треба відкрити додатково ще 6 каналів, в котрі шляхом моделювання послідовно записувати наступну інформацію.

Канал 3 заповнити постійною, що дорівнює 1. Для цього у вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Levels*, у вікні *функції* вибираємо команду *const* і задаємо аргумент 1.

Канал 4. У вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Integral*. Джерело – канал № 3, приймач – канал № 4.

За допомогою команди «*Integral 1 Pt*» інтегруємо графік з каналу № Потім у вікні *категорії функцій* вибираємо функцію *Data*. Далі за допомогою команди «*Scale*» множимо графік на величину $\frac{2\pi}{T_0}$, де T_0 – період коливань, визначений із записаної осцилограми.

Наприкінці цього графіка одержуємо чисельне значення аргументу функції $\sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \tau\right)$ у формулі (64.6). Воно співпадає з показником

ступеня експоненти, за винятком знаку та заспокоєння β . Виконаємо операцію інверсії, вибравши у вікні *категорії функцій* – функцію *Data*. Канал-джерело – 4, Канал-приймач – 4. За допомогою команди *Invert*, у тому ж каналі 4 отримаємо лінійно спадаючий графік $-\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \tau\right)$. Канал-джерело – 4, Канал-приймач – 4.

Побудуйте графік $\sin\left[-\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \tau\right)\right]$. У вікні *категорії функцій* виберіть функцію «*Math*», командою «*sin*» (вікно *функцій*) побудуйте графік $\sin\left[-\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \tau\right)\right]$, джерело – канал 4, канал-приймач – 5.

У вікні «*категорії функцій*» виберіть функцію «*Data*», у вікні *функцій* – команду «*сору*», Канал-джерело – 4, Канал-приймач – 6,

потім виберіть команду «Scale», Канал-джерело – 6, Канал-приймач – 6 і помножте $[-(\frac{2\pi}{T_0} \cdot \tau)]$ на β . Отримаєте у каналі 6 добуток

$[-(\frac{2\pi \cdot \beta}{T_0} \cdot \tau)]$. Значення β дає викладач.

У каналі 7 побудуйте експоненту $e^{-\frac{2\pi\beta\tau}{T_0}}$. Для цього у вікні *категорії функцій* виберіть функцію «Math», за допомогою команди

«Exp» у вікні *функцій* побудуйте графік $e^{-\frac{2\pi\beta\tau}{T_0}}$, обравши Канал-джерело – 6, Канал-приймач – 7.

Заключний етап моделювання – відтворення процесу загасання коливань. У вікні *категорії функцій* виберіть функцію «Arithmetics», за допомогою команди «x» у вікні *функцій* помножте графік каналу 6 на графік каналу 7. Оберіть джерело 1 – канал 6, джерело 2 – канал 7, Канал-приймач – 8.

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні параметри системи підресорювання.
2. Перелічіть способи змінювання характеристик системи підресорювання.
3. Перелічіть основні компоненти системи адаптивного керування ходовою частиною.
4. Назвіть основні переваги, які здобуває автомобіль з системою адаптивного керування ходовою частиною.
5. Як експериментально можна визначити працездатність підвіски.
6. Які параметри, що характеризують загасання коливань у підвісці, можна визначити шляхом моделювання.

Література [16, 40]

Лабораторна робота № 65

СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ РОБОЧОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

Мета роботи

Ознайомитися із будовою гальмівної системи автомобіля Skoda Octavia і одержати практичні навички по визначенню показників працездатності гальмівної системи на стенді з біговими барабанами за допомогою системи збору даних.

Устаткування і прилади

1. Автомобіль Skoda Octavia.
2. Стенд із біговими барабанами.
3. Система збору даних (СЗД).

Загальні положення

Показники працездатності робочої гальмівної системи. Однією з найважливіших перевірок працездатності систем автомобіля, що впливають на безпеку дорожнього руху, є перевірка робочої гальмівної системи (РГС). Тому показники її працездатності, їхні припустимі значення та режими перевірки регламентуються національними і міжнародними нормативними документами.

На підставі цих документів розроблювачі автомобілів закладають у конструкцію гальмівних систем такі можливості, які б гарантовано забезпечили вимоги промислових стандартів. Останні досить високі, щоб створити запас на погіршення технічного стану гальм у процесі експлуатації, що обмежене експлуатаційними стандартами, на яких базуються вимоги правил дорожнього руху. Наприклад, верхня межа усталеного уповільнення, закладена конструкторами, для легкових автомобілів може сягати 10 м/с^2 , промисловий стандарт дає значення на рівні 7 м/с^2 , а експлуатаційний стандарт – $5\text{-}6 \text{ м/с}^2$. Останні вимоги і є тими, котрі використовують ДАІ і підприємства автотранспорту, що виконують обслуговування та контроль автомобілів.

З 1.01.99 в Україні введений у дію стандарт ДСТУ 3649-97 «Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю», яким передбачені два види перевірки РГС: дорожні та стендові випробування.

Методи перевірки

Дорожній метод передбачає проведення випробувань РГС, які виконуються з водієм на дорозі із застосуванням засобів вимірювань при «холодних» гальмівних механізмах. Вислів «холодні» гальма означає, що РГС не використовувалася протягом 30-40 хвилин. Початкова швидкість гальмування V_0 повинна знаходитися в межах від 35 до 45 км/год. Зусилля на гальмівній педалі для дорожньо-транспортних засобів (ДТЗ) категорій M_1 не повинне перевищувати 490 Н. За таких умов стан РГС оцінюється за фактичним значенням гальмівного шляху, розрахованого за наступною формулою

$$S_r = V_0 \cdot (0,1 + V_0 / 150), \quad (65.1)$$

Гальмівний шлях у метрах не повинний перевищувати норматив, визначений з формули (65.1).

ДСТУ допускає оцінювання працездатності РГС за критерієм усталеного уповільнення $j_{уст}$ ДТЗ з одночасним контролем часу спрацьовування гальмівної системи τ_c . Для ДТЗ категорії M_1 уповільнення $j_{уст}$ повинне бути не менш $5,8 \text{ м/с}^2$, а час спрацьовування гальмівної системи із гідроприводом τ_c повинен бути не більш 0,5 с. Час спрацьовування гальмівної системи визначається ДСТУ 2886-94 як проміжок часу від початку гальмування до настання усталеного уповільнення.

Стендовий метод перевірки гальм реалізують на силових або інерційних стендах. При стендових випробуваннях критеріями технічного стану РГС є загальна питома гальмівна сила та час спрацьовування гальмівної системи на стенді, а також осьовий коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил для кожної осі. Загальна питома гальмівна сила γ_c повинна бути не менш 0,59 для одиночних ДТЗ категорії M_1 . При цьому максимальне значення коефіцієнта нерівномірності будь-якої осі (K_H) не повинне перевищувати 20 % у діапазоні гальмівних сил від 30 % до 100 % максимальних значень:

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{\sum P_{\Gamma \max i}}{M_a \cdot g}, \quad (65.2)$$

де $P_{\Gamma \max i}$ – максимальне значення гальмівної сили на i -ому колесі, Н;
 M_a – споряджена маса автомобіля, кг; g – прискорення вільного падіння, $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$;

$$K_{\text{Н}} = \frac{|(P_{\text{ГЛ}} - P_{\text{ГП}})|}{P_{\Gamma \max}} \cdot 100 \%, \quad (65.3)$$

де $P_{\text{ГЛ}}$, $P_{\text{ГП}}$ – значення гальмівної сили на лівому і правому колесі однієї осі, відповідно, Н; $P_{\Gamma \max}$ – більше з двох зазначених значень гальмівних сил, Н.

Час спрацьовування гальмівної системи на стенді τ_c – це проміжок часу від початку гальмування до моменту часу, у який гальмівна сила колеса ДТЗ, яке знаходиться в найгірших умовах, досягає усталеного значення (ДСТУ 2886-94).

ДТЗ на стенді обов'язково випробують при повній масі. Допускається проводити випробування ДТЗ із пневмоприводом у спорядженому стані. У цьому випадку максимальні гальмівні сили коліс і час спрацьовування повинні бути перераховані. Загальна питома гальмівна сила і час спрацьовування на стенді повинні визначатися як середнє арифметичне значення за результатами трьох випробувань, округлене до десятих часток. Якщо різниця між якими-небудь із цих значень і середнім більша 5 %, випробування необхідно повторити. Як і на дорозі, випробування слід проводити при «холодних» гальмових механізмах.

Коротка характеристика гальмівної системи автомобіля

На автомобілях Skoda Octavia використовується гідравлічна гальмівна система (рис.65.1). Вона має убудований автоматичний регулятор гальмівних сил, розташований між головним циліндром і колісними механізмами, що запобігає блокуванню коліс при гальмуванні.

У цілому така система одержала назву антиблокувальної (АБС або ABS).

Її основу становить електрогідравлічний агрегат, до складу якого входять джерело гальмівного зусилля (гідронасос із електроприводом), гідравлічний акумулятор і блок модуляторів тиску робочої рідини в колісних гальмівних циліндрах.

Всі ці компоненти об'єднані в систему за допомогою електронного блоку керування. Робочі колісні гідравлічні циліндри в гальмівній системі залишилися на своїх місцях.

Всі автомобілі Skoda Octavia другого покоління серійно оснащені дисковими гальмівними механізмами на передній і задній осях. На рисунку 65.1 наведена структурна схема гальмівної системи автомобіля Skoda Octavia з убудованим автоматичним регулятором гальмівних сил. Цей регулятор використовують для виконання функцій ABS, ASR, ESP та інших.

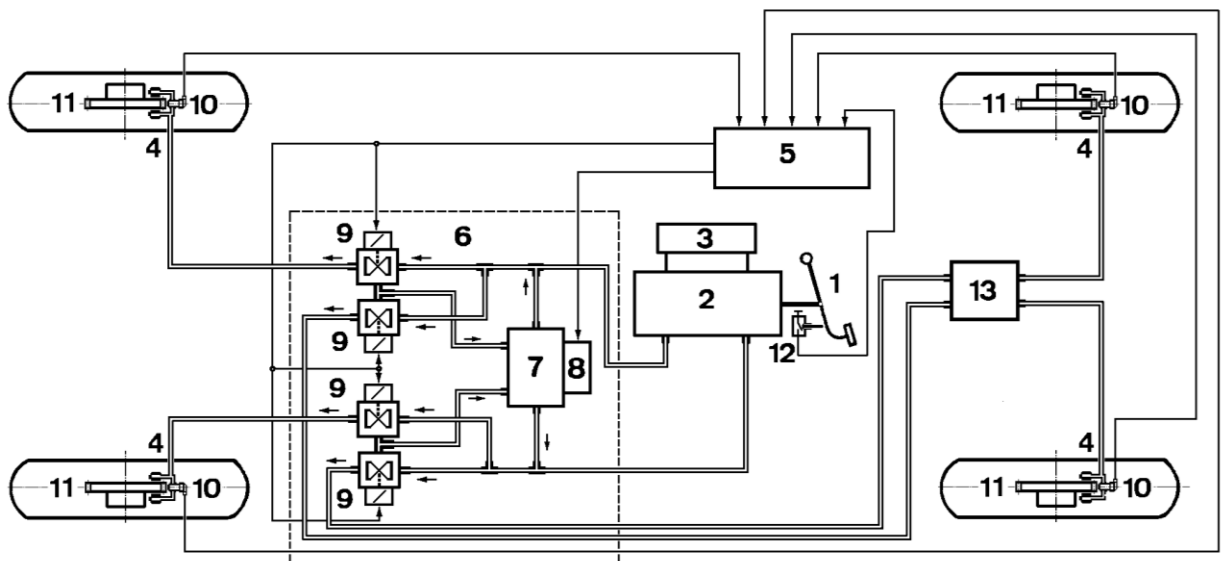


Рис.65.1. Структурна схема гальмівної системи з убудованим автоматичним регулятором гальмівних сил : 1 – педаль гальма; 2 – головний гальмівний циліндр; 3 – живильний бачок; 4 – колісний гальмівний механізм; 5 – блок керування (контролер); 6 – модулятор тиску; 7 – зворотний гідронасос; 8 – електродвигун; 9 – трипозиційні електромагнітні клапани (нагнітальний і розвантажувальний); 10 – колісний датчик; 11 – ротор колісного датчика; 12 – датчик положення педалі гальма; 13 – регулятор гальмівних сил задньої осі

Програмно-апаратні засоби

Стенд з біговими барабанами. Для проведення стендових випробувань робочої гальмівної системи використовується інерційний стенд з біговими барабанами конструкції ХНАДУ, на якому встановлений автомобіль Skoda Octavia. Чотири барабани стенда, відповідно передній і задній для лівого та правого коліс, з приведеною масою приблизно 200 кг, забезпечують поглинання гальмівних сил на колесах однієї осі. Передні барабани лівого і правого бортів стенда оснащені датчиками частоти обертання коліс. Автомобіль Skoda Octavia – передньопривідний, встановлено на барабани передніми колесами, що дає змогу встановлювати бажану швидкість руху двигуном автомобіля і вимірювати її, користуючись штатним спідометром. Для фіксації моментів часу відпущення педалі газу та натиснення на педаль гальма використовуються штатні датчики автомобіля – датчик положення дросельної заслінки – як датчик положення педалі газу та датчик положення педалі гальма. При стендових випробуваннях задні колеса автомобіля нерухомі, ABS не функціонує, тому, як і у випадку виходу з ладу блоку керування, зусилля передається через головний гальмівний орган звичайним способом.

Система збору даних. Персональний комп'ютер з модулем уведення аналогових сигналів L783 і програмою PowerGraf Professional розташований у системній стійці. Датчики автомобіля і стенда через рознімання підключені до узгоджувального пристрою (рис.65.2), котрий приводить їхні сигнали до рівня, безпечного для роботи АЦП і захищає його від пошкоджень.

Датчики разом із узгоджувальним пристроєм і системною стійкою утворюють систему збору даних (СЗД). Рознімання, розташоване на автомобілі, за допомогою додаткового кабелю перед початком роботи з'єднується із узгоджувальним пристроєм, котрий за допомогою системного кабелю постійно підключений до АЦП у відповідності зі схемою, наведеною на рис. 65.2, де К 1 – К 4 – номери каналів.



Рис.65.2. Схема підключення датчиків автомобіля і стенда до системи збору даних

Під час роботи автомобіля і стенда сигнали датчиків по системному кабелю надходять на входи АЦП. Драйвер керування модулем L 783 при запуску програми завантажується в її тіло і далі модуль L 783 функціонує під керуванням PowerGraf. Для кожного сигналу в модулі виділяється окремий вхід (фізична адреса) і інформація зберігається в ОЗП комп'ютера.

Підготовка устаткування до роботи.

Вихідний стан системи збору даних:

- вимикач живлення на узгоджувальному пристрої у положенні «виключене»;

– рознімання інформаційного кабелю між автомобілем і узгоджувальним пристроєм відключене.

Перед включенням системи необхідно перевірити заземлення комп'ютера. Якщо він не заземлений, то підключить заземлення.

Дотримуючи орієнтації рознімань, підключить інформаційний кабель між автомобілем і узгоджувальним пристроєм. Увімкніть комп'ютер. Відкрийте програму PowerGraf. Увімкніть вимикач живлення на узгоджувальному пристрої.

Короткочасно натисніть кнопку «старт» у меню PowerGraf. Перевірте наявність сигналів на екрані монітора. Якщо вони є, то система готова до роботи.

Вибір кількості графіків реєстрації і настроювання каналів.

Кількість сигналів датчиків, виведених на рознімання для даної лабораторної роботи дорівнює 4, але тому що на стенді проводяться різні роботи разом із СЗД і при відкритті програми PowerGraf кількість графіків може не відповідати потрібній кількості графіків.

Встановіть потрібну кількість графіків реєстрації, вибравши в меню «Ch», «Кількість графіків». Перед початком роботи необхідно присвоїти імена каналам, вибрати одиниці вимірювань та масштаби графіків. При виконанні цих операцій також керуйтеся інформацією рис.65.2. Крім того, за завданням викладача треба встановити в меню PowerGraf частоту реєстрації АЦП (варто вибирати у межах 10...50 кГц).

Порядок виконання роботи. Режими випробування і запис інформації

Для визначення гальмівних властивостей автомобіля кожному студентові призначається режим випробувань (номер включеної передачі і швидкість початку гальмування) автомобіля, що реалізує водій.

На заданому режимі кожен студент повинен записати та зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу гальмування. Запис відбувається після натискання на кнопку «старт» у меню PowerGraf лівою клавішею мишки перед початком гальмування, а потім на кнопку «стоп» після повної зупинки автомобіля. В ім'я файлу вхо-

дить прізвище студента, а також інформація про включену передачу і швидкість по спідометру на початку гальмування автомобіля.

1. Алгоритм визначення показників працездатності гальмівної системи за результатами стендових випробувань

2. Над сигналами індивідуального файлу, записаного в процесі випробування, треба виконати наступні попередні дії:

- видалити зайві дані, розташовані до відпускання педалі газу та після зупинки автомобіля;
- відфільтрувати дані від перешкод у каналі 3 «швидкість обертання лівого колеса, м/с» та «швидкість обертання правого колеса, м/с» у каналі 4; (опція «обробка», категорія – «Smootling», функція – «Smoot Tringle», кількість точок 10 – 50);
- відкрити додаткові логічні канали, куди будуть записуватися обчислювані параметри.
- присвоїти імена новим каналам: «усталене уповільнення лівого колеса» $j_{ул}$, м/с², канал 5; «усталене уповільнення правого колеса» $j_{уп}$, м/с², канал 6; «пройдений шлях лівого колеса», м, канал 7; «пройдений шлях правого колеса», м, канал 8;
- виконати розрахунок масштабних коефіцієнтів і зробити масштабування сигналів.

3. Формули для визначення коефіцієнтів і параметрів процесу гальмування.

Швидкість автомобіля, м/с

$$V_a = 6,23 \cdot U_V. \quad (65.4)$$

Швидкість автомобіля, км/год

$$V_{a1} = 3,6 \cdot V_a. \quad (65.5)$$

При стендових випробуваннях гальмівна сила тертя врівноважується силами інерції обертових мас стенда й коліс:

$$j_m \cdot m_{пр} = P_{г}. \quad (65.6)$$

Тоді формулу (65.3) можна представити в іншій формі:

$$K_H = \frac{|j_{yл} - j_{yп}|}{j_{y \max}} \cdot 100 \% . \quad (65.7)$$

4. Визначити наступні параметри:

- номер включеної передачі й швидкість руху автомобіля по спідометрі (ця інформація повинна бути в імені файлу);
- швидкість автомобіля по формулі (65.1);
- швидкість автомобіля по формулі (65.2);
- уповільнення j_m (м/с²) шляхом диференціювання графіка, отриманого по формулі (65.1);
- пройдений автомобілем шлях (м) отримують інтегруючи графік, отриманий по формулі (65.1);
- загальний час гальмування (с) по гальмівній діаграмі (рис.65.3);

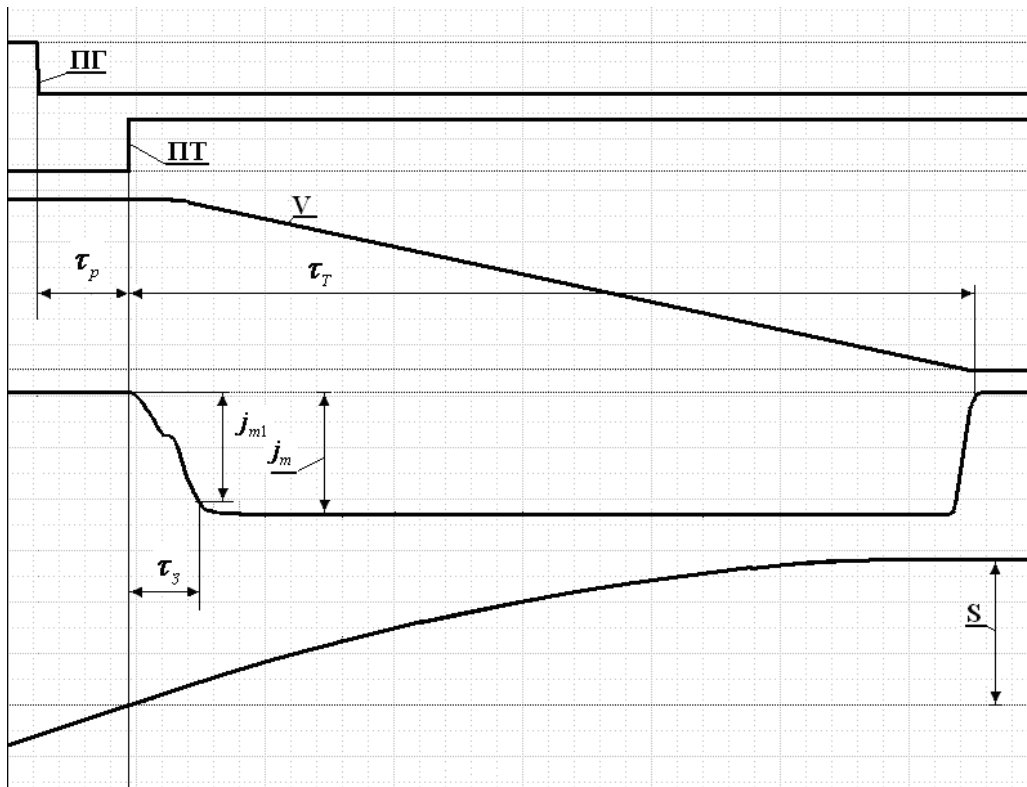


Рис.65.3. Гальмівна діаграма і показники гальмування

- час затримки спрацьовування гальмівної системи (с) по гальмівній діаграмі;
- реакцію водія (с) по гальмівній діаграмі.

Отримані результати звести в табл.65.1 за формулою (65.1).

Результати стендових випробувань

Показник, параметр	Значення
Швидкість на початку гальмування по спідометру, км/годину	
Швидкість на початку гальмування по діаграмі лівого колеса, км/годину	
Швидкість на початку гальмування по діаграмі правого колеса, км/годину	
Усталене уповільнення лівого колеса j_m , м/с ²	
Усталене уповільнення правого колеса j_m , м/с ²	
Коефіцієнт нерівномірності, %	
Загальний час гальмування τ_T , сек	
Час затримки спрацювання гальмівної системи τ_3 , сек	
Гальмівний шлях, м	

Контрольні запитання

1. Перелічіть основні показники, що характеризують працездатність гальмівної системи.
2. Назвіть методи перевірки гальм.
3. Назвіть способи отримання гальмівної діаграми.
4. Як визначити стале уповільнення автомобіля?
5. Як визначити коефіцієнт нерівномірності?
6. Як визначити загальний час гальмування?
7. Як визначити час затримки спрацювання гальмівної системи?
8. Як визначити гальмівний шлях?

Література [25, 40]

Лабораторна робота № 66

ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФАКТИЧНИХ СМОЛ У ПАЛИВІ

Мета роботи

Ознайомитися з методом контролю наявності смолистих з'єднань у паливі за ГОСТ 1567 і дати оцінку впливу засмоління палива на стан і працездатність двигуна.

Устаткування та матеріали

1. Прилад для визначення фактичних смол ПОС-77.
2. Ваги аналітичні.
3. Мірний циліндр місткістю 25 мл.
4. Ексикатор.
5. Термометр зі шкалою виміру від 0 °С до 250 °С.
6. Щипці тигельні.
7. Вирва скляна.
8. Папір фільтрувальний згідно ГОСТ 12026.
9. Вода дистильована.
10. Ацетон за ГОСТ 2603 або спиртобензольна суміш (1:4).
11. Натрій сірчаноокислий за ГОСТ 4166 свіжопрокалений.
12. Проба палива (100 мл).

Зміст і порядок виконання роботи

Перед виконанням роботи ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості, що впливають на збереження первісних якостей палива. Ознайомитися з принципом дії приладу ПОС-77.

Завдання роботи:

- визначити зміст фактичних смол у паливі;
- зіставити отримані результати досліджень із нормативними даними ДСТУ4063-2001;

– визначити вид і марку палива, зробивши висновок про якість палива, термін зберігання та доцільність його використання у двигуні.

Прилад ПОС-77 (рис.66.1) виставити на спеціально обладнане місце, приєднати до холодильника 8 гумову трубку для зливу конденсату, перевірити заземлення приладу. Прилад ввімкнути до мережі напругою 220 В вимикачем 5. Залежно від виду випробуваного палива за допомогою кнопкового перемикача 4 датчики температури виставити наступний температурний режим: для бензину 160 °С, для гасу 180 °С, для дизельного палива 225 °С. Розташувати термометр у гніздо при нагрітому не більше ніж на 60 °С термостаті. Часом початку випробування слід вважати вихід приладу на заданий температурний режим (у цю мить лампочка гасне).

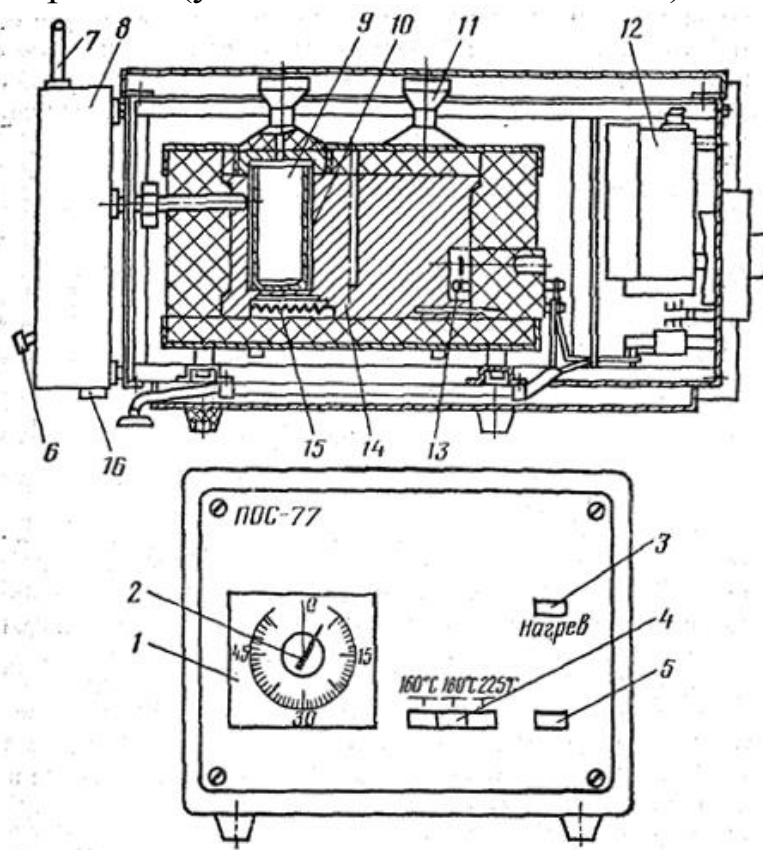


Рис.66.1. Прилад для визначення фактичних смол ПОС-77: 1 – сигнальні годинники; 2 – ручка пуску сигнальних годин; 3 – індикатор; 4 – перемикач датчика температур; 5 – вимикач мережі живлення; 6 – трубка; 7 – трубка холодильника; 8 – холодильник; 9 – склянка для палива; 10 – кишень; 11 – кришка кишень; 12 – електронний терморегулятор; 13 – датчик температури; 14 – термостат; 15 – нагрівач; 16 – корок

Перед випробуванням склянки 9, призначені для визначення фактичних смол, а також нижні кінці трубок, що подають пару в склянки, розташовані на кришках, ретельно промити як зовні, так і усередині ацетоном або спиртобензольною сумішшю. Промиті склянки 9 виставити в кишені приладу, нагрітого до температури випробування, закрити кришками 11 і витримати протягом 20 хв. Потім зняти кришки й через 2 хв вийняти щипцями з кишень склянки, остудити їх у плині 30...40 хв в ексикаторі, а потім зважити на аналітичних вагах (з хибкою не більше 0,0002 г).

Призначене для випробування паливо ретельно перемішати та профільтрувати. Для чого в мірному циліндрі встановити вирву з паперовим фільтром і налити випробуване паливо. У випадку наявності в паливі явних слідів води його варто змішати зі свіжо-приготовленим сірчаноокислим натрієм, збовтати протягом 10-15 хв і профільтрувати.

Після фільтрації паливо за допомогою мірного циліндра відміряти в склянки приладу по 25 мл. За допомогою мірного циліндра відміряти по 25 мл дистильованої води й залити в склянки приладу, призначені для води.

Склянки 9 з паливом і водою одночасно встановити у відповідні кишені приладу, що попередньо нагрітий до температури 160 °С, щільно закрити кришками 11 так, щоб ніпелі ввійшли в канали кришок, а прошліфовані порожнини кришок і кишень герметично стикалися один з одним, не пропускаючи пар палива й води.

Потім перевірити вихід приладу на заданий температурний режим $t = 160^{\circ}\text{C}$ (лампочка індикатора згасає) запустити сигнальні годинники 1 поворотом ручки запуску годин праворуч на час тривалості випробування, який повинен відповідати встановленому тепловому режиму.

Контроль підтримки теплового режиму здійснювати візуально (у період сталого температурного режиму лампочка індикатора горить тускло).

Після закінчення часу випробування (за дзвінком сигнального часу) відімкнути прилад. Обережно зняти кришки кишень і через 2 хв щипцями вийняти з кишень приладу склянки, у яке було налите паливо. Остудити їх в ексикаторі протягом 30...40 хв, а потім зважити на аналітичних вагах з точністю до 0,0002 г.

Після зважування визначити кількість фактичних смол, що перебувають у паливі як у розчиненому, так і у зваженому стані (мг на 100 мол палива кожної склянки) згідно формулі

$$X_1 = \frac{m_1 - m_2}{V} \cdot 100, \quad (66.1)$$

де X_1 – кількість фактичних смол на 100 мл палива в першій склянці, мг;

m_1 – маса чистої, сухої першої склянки, мг; m_2 – маса першої склянки зі смолами після досвіду, мг; V – об'єм палива, налитого в склянку при випробуванні, мл.

Подібний розрахунок провести і для другої склянки зі смолами. Зміст фактичних смол у досліджуваному паливі обчислити як середнє арифметичне паралельних випробувань.

Розбіжність між результатами паралельних випробувань змісту фактичних смол не повинна перевищувати значень, наведених у табл.66.1.

Таблиця 66.1

Припустима розбіжність змісту фактичних смол

Зміст фактичних смол в 100 мол палива, мг	Припустима розбіжність
до 15	2 мг
понад 15 до 40	3 мг
понад 40 до 100	8 % від меншого результату
понад 100	15 % від меншого результату

Якщо в результаті випробування отримано не більше 2 мг фактичних смол в 100 мл палива, то варто вважати, що вони в паливі відсутні. Порівняти отримані результати з вимогами стандарту, визначити відповідність палива за цими показниками вимогам технічних норм і оцінити придатність щодо до застосування у двигуні, а також для подальшого зберігання.

Оцінити кількість відкладень у впускній системі автомобільного двигуна залежно від змісту фактичних смол у паливі (рис.66.2).

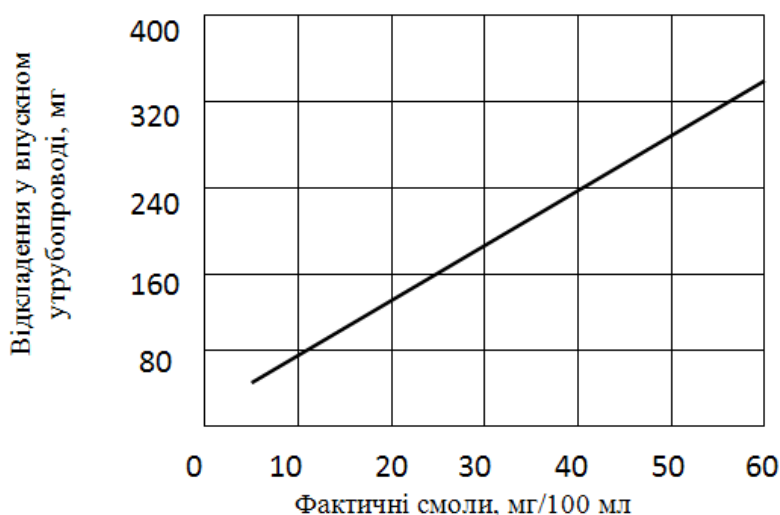


Рис.66.2. Залежність кількості відкладень у впускній системі двигуна від змісту фактичних смол у паливі

Орієнтовну оцінку стану двигуна кількістю кількості відкладень і тривалістю його нормальної роботи залежно від змісту фактичних смол у паливі можна дати на підставі табл.66.2.

Таблиця 66.2

Стан і працездатність двигуна залежно від змісту смолистих речовин у паливі

Зміст фактичних смол, мг на 100 мл	Стан двигуна після 50 годин роботи	Можливий пробіг автомобіля до появи несправностей у двигуні через смоли, км
до 10	У впускній системі відкладень не спостерігається	Необмежений
11 – 15	Слабкі сліди відкладень на клапанах і стінках впускного трубопроводу	не більше 25000
15 – 20	Невеликі відкладення на стінках трубопроводу й на клапанах	не більше 16000
20 – 25	Помітні відкладення в системі живлення	не більше 8000
25 – 30	Значні відкладення на стінках впускного трубопроводу, а також на клапанах. Зменшення впускного трубопроводу на 20-25%.	не більше 5000
50 – 120	Суттєві відкладення на стінках системи живлення й на клапанах. Жиклери, дифузор і дросельна заслінка покриті липкою смолою.	не більше 2000

Дати оцінку якості палива, оцінивши можливість його використання та вірогідні наслідки.

Контрольні запитання

1. Які хімічні процеси відбуваються в паливі при його зберіганні?
2. Що є чинниками утворення смолистих з'єднань у двигуні?
3. Як впливає груповий склад палива на утворення фактичних смол?
4. Що собою характеризує індукційний період палива і як він визначається?
5. Які фактори впливають на хімічну стабільність палива?
6. Як поліпшити хімічну стабільність палива?
7. Який вплив на роботу двигуна мають смолисті відкладення?
8. Яка припустима величина розбіжностей паралельних випробувань палива при визначенні змісту фактичних смол?
9. Який максимальний зміст фактичних смол припустимий в бензинах різних сортів?

Література [14, 15]

Лабораторна робота № 67

ВИМІРЮВАННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ

Ціль роботи

Ознайомитися з методами визначення в'язкості рідких нафтопродуктів і дати оцінку впливу в'язкісно-температурних властивостей на роботу двигуна.

Устаткування та матеріали

1. Віскозиметри капілярні зі скла з малим коефіцієнтом температурного розширення (наприклад, боросилікатного), що забезпечують необхідну точність.
2. Віскозиметри типів ВПЖТ-1, ВПЖТ-2, ВПЖТ-4, ВНЖТ згідно ГОСТ 10028-81. Можливе використання віскозиметрів типів ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4, ВНЖ.
3. Паперовий фільтр.
4. Термометр.
5. Термостат.
6. Секундомір.
7. Воронка.
8. Гумова трубка.
9. Гумова груша.
10. Гліцерин (3 л).
11. Зразок нафтопродукту (50 мл).

Загальні положення

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно проаналізувати вплив в'язкості моторного масла на роботу й термін служби двигуна на підставі рекомендованих навчальних посібників.

Властивість рідини чинити опір плину (переміщенню одного прошарку рідини відносно іншого) під дією зовнішньої сили називається в'язкістю (внутрішнім тертям). Перешкоджають перемі-

щенню прошарків рідини сили молекулярного зчеплення.

В'язкість визначають для рідких нафтопродуктів, напруга зрушення яких пропорційно швидкості деформації, так званих ньютонівських рідин. В'язкість їх не залежить від дотичного напруження та градієнта швидкості. Розрізняють динамічну й кінематичну в'язкості.

Динамічна в'язкість служить мірою опору рідини плинуну. Коефіцієнт динамічної в'язкості – це відношення діючого дотичного напруження до градієнта швидкості.

За одиницю динамічної в'язкості у системі СІ прийнята в'язкість такої рідини, що чинить опір в 1 Н взаємному переміщенню двох шарів рідини площею 1 м², що перебувають один від іншого на відстані 1 м і переміщуються з відносною швидкістю 1 м/с.

Схема взаємного переміщення прошарків рідини показана на рис.67.1. Одиницею динамічної в'язкості в системі СІ є паскаль-секунда (Па·с). На практиці застосовують МПа·с = 10⁻³ Па·с, а також сантипуаз (сП = МПа·с).

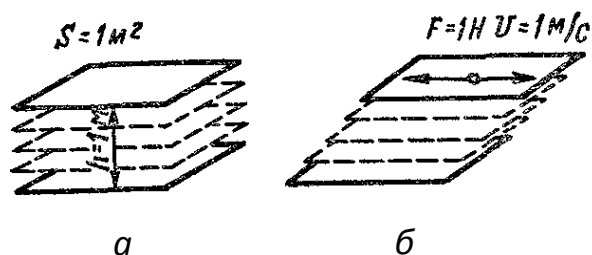


Рис.67.1. Схема взаємного переміщення прошарків рідини:
а – стан спокою; б – початок руху

Динамічну в'язкість η знаходять як добуток кінематичної в'язкості рідини ν на її густину ρ при тій же температурі:

$$\eta = \nu \cdot \rho,$$

тобто кінематична в'язкість ν – це відношення динамічної в'язкості η рідини до густини ρ при тій же температурі

Кінематична в'язкість служить мірою опору рідини плинуну під впливом гравітаційних сил.

Метод визначення кінематичної в'язкості полягає у вимірі часу

витікання певного обсягу випробуваної рідини під впливом сили ваги. Кінематичну в'язкість знаходять як добуток обмірюваного часу витікання та постійної приладу для визначення в'язкості.

У системи СІ одиницею кінематичної в'язкості є $\text{м}^2/\text{с}$. На практиці застосовується інша одиниця – $\text{мм}^2/\text{с} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, а також сантистокс ($\text{сСт} = \text{мм}^2/\text{с}$).

Віскозиметр Линкевича, показаний на рис. 67.2, являє собою V-образну трубку 1, в одному коліні якої є дві калібровані кульки 4, що переходять у капілярну трубку, а в іншому коліні – розширена ємність 5, широка трубка 2 і відвідний відросток 3.

Віскозиметри випускають із різним діаметром капілярів. Чим вища в'язкість нафтопродуктів, тим більший діаметр капіляра використовується. До кожного віскозиметра додається паспорт, у якому зазначається номер віскозиметра, його діаметр постійна величина C , виражена в $\text{мм}^2/\text{с}^2$ (СТ). Діаметр віскозиметра вибирають таким, щоб час руху рідини було не менш 200 і не більше 600 с. Якщо постійну віскозиметра C помножити на час τ у секундах витікання рідини в обсязі, кульки, то маємо значення кінематичної в'язкості ν при температурі визначення.

В якості термостату віскозиметра використовують прозору посудину (рис.67.3). Нафтопродукт, що перебуває у віскозиметрі, занурюють не менш чим на 20 мм нижче рівня рідини в лазні й на 20 мм над дном.

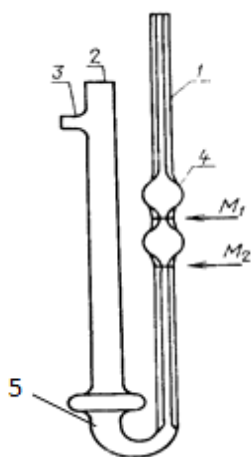


Рис.67.2. Віскозиметр Линкевича (ВПЖТ-2, ВПЖТ-4): 1 – V образна трубка; 2 – широка трубка; 3 – відвідної відросток; 4 – калібровані кульки; 5 – розширена ємність; M_1 і M_2 – мітки вимірювального обсягу

Проведення досліджень

В першу чергу слід обрати віскозиметр із межами виміру, що відповідають очікуваній в'язкості випробуваного нафтопродукту. Віскозиметр повинен бути сухим і чистим, тому поміж вимірюваннями слід промивати розчинниками (бензин-розчинник для гумової промисловості, нейтральний ефір, ацетон, толуол і т.п. Періодично віскозиметр промивають хромовою сумішшю, а потім дистильованою водою, ацетоном і просушують повітрям.

Пробу нафтопродукту фільтрують крізь сито, скляний або паперовий фільтр. Інколи нафтопродукт просушують безводним сульфатом натрію або прожареною повареною сіллю, а вже потім фільтрують через паперовий фільтр. Віскозиметр заповнюють досліджуваним нафтопродуктом і розміщують у термостат 6 (рис.67.3), встановлюючи необхідну температуру.

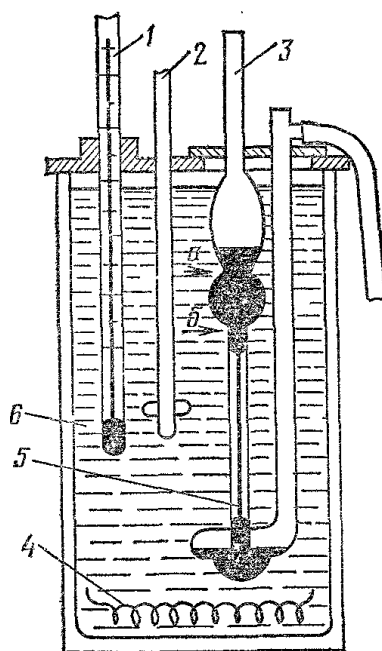


Рис.67.3. Прилад для вимірювання кінематичної в'язкості нафтопродукту:
1 – термометр; 2 – мішалка; 3 – віскозиметр; 4 – електропідігрівач;
5 – капіляр віскозиметра; 6 – термостат (лазня)

Заповнення термостату рідиною. Для заповнення термостата використовують наступні рідини: технічний етиловий для температури від -60 до $+15^{\circ}\text{C}$; дистильовану воду – для температури від 15 до 60°C ; гліцерин або розчин гліцерину з водою 1:1 або світле нафтове масло – для температури понад 60°C .

Вимірювання в'язкості нафтопродуктів

Примітка. У даній роботі вимірювання в'язкості за вказівкою викладача слід провести для дизельного палива або моторного масла

Випробуваний нафтопродукт (без домішок води або механічних домішок) залити в стаканчик у кількості 30-40 мл. Сухий і чистий віскозиметр заповнити обраним нафтопродуктом, для чого на відвідну трубку 3 (рис.67.3) надягти гумову трубку. Далі, затиснувши пальцем коліно 2 і перевернувши віскозиметр, занурити коліно 1 у посудину з нафтопродуктом і засмоктати його (за допомогою гумової груші, водоструминного насоса або іншим способом) до мітки M_2 , стежачи за тим, щоб у рідині не утворилися бульбашки повітря. Вийняти віскозиметр із посудини, швидко повернувши його в нормальне положення. Зняти із зовнішньої сторони кінця коліна 1 надлишок рідини, надягнувши на його кінець гумову трубку.

Віскозиметр розмістити в термостат таким чином, щоб розширення 4 (рис.67.3) було нижче рівня рідини.

Увага! При роботі з віскозиметром варто бути обережним, щоб не зламати його. Для цього слід дотримуватися наступних правил:

- при заповненні та розташуванні віскозиметра треба тримати його за одне коліно; на яке надівається або знімається гумова трубка;
- не допускати потрапляння повітря у віскозиметр;
- при закріпленні віскозиметра в штативі на затягувати затискач надмірно сильно.

У термостаті виставити і весь час підтримувати необхідну для випробування температуру t (п).

Віскозиметр і досліджуваний нафтопродукт утримувати в термостаті при заданій температурі протягом 15 хв.

Через гумову трубку, надягнуту на вузьку частину віскозиметра, нагнітати за допомогою груші нафтопродукт у кульку 4 трохи вище мітки a , стежачи за тим, щоб не було розривів нафтопродукту й бульбашок повітря.

Спостерігаючи за протіканням нафтопродукту через капіляр 1 у розширення 3 (рис.67.3), ввімкнути секундомір, коли рівень рідини досягне мітки a . Секундомір зупинити, коли рівень палива дося-

гне мітки b , яка розташована нижче двох кульок.

Записавши час витікання (визначений секундоміром, з точністю до 0,2 секунди, повторити досвід не менш двох разів, тобто одержати три виміри, що повинні відрізняти поміж собою не більше ніж на 0,5 %.

На підставі трьох отриманих відліків знайти середнє арифметичне й розрахувати кінематичну в'язкість досліджуваного нафтопродукту (ν) у $\text{мм}^2/\text{с}$ за формулою

$$\nu = C \cdot \tau,$$

де C – постійна віскозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$; τ – середній арифметичний час витікання нафтопродукту у віскозиметрі, с.

Обчислити значення ν (з точністю до тисячних) і результати занести в табл.67.1.

Таблиця 67.1

Результати вимірів в'язкості випробуваного зразка

Найменування проби	Час витікання, с			Середній час витікання, с	В'язкість, $\text{мм}^2/\text{с}$	Марка нафтопродукту за ДСТУ
	1	2	3			

Отримані результати вимірів порівняти із ДСТУ (табл.67.2, 67.3 залежно від виду нафтопродукту), зробивши висновки щодо його придатності.

Таблиця 67.2

Показники кінематичної в'язкості дизельного палива

Показник	Марка палива (ДСТУ 3868-99)	
	З	Л
В'язкість кінематична при 20°C, $\text{мм}^2/\text{с}$	1,8-6,0	3,0-6,0

Показники в'язкості моторних масел

Показники	Марки моторних масел згідно SAE J300							
	АЗМОЛ 20W40	АЗМОЛ Су- пер 15W40	АЗМОЛ Турбо 2 10W40	АЗМОЛ Ли- дер М-5/40	АЗМОЛ М-2042 (М-8Г2К)	АЗМОЛ М-3042 (М-10Г2К)	ESSO ULTRA 5W30	ESSO ULTRA 10W40
В'язкість кінематич- на, мм ² /с при 100°С	12,5- 16,3	13,5- 14,5	14,0- 16,3	13,0- 16,3	7,5-8,5	10,5- 11,5	10,1	14,5

Контрольні запитання

1. Від яких факторів залежить коефіцієнт рідинного тертя?
2. Чим відрізняються динамічна, кінематична й умовна в'язкості?
У яких одиницях вони вимірюються?
3. Яким експлуатаційно-технічним вимогам повинні відповідати моторні масла та до дизельних палив?
4. Чому дизельне паливо повинне мати певну в'язкість?
5. Як впливає в'язкісно-температурна характеристика на експлуатаційні властивості нафтопродуктів?
6. Як впливає на в'язкість нафтопродуктів їх температура?
7. Від яких експлуатаційно-технічних властивостей дизельного палива залежить надійність подачі його в циліндри двигуна?
8. За якими ознаками класифікуються автомобільні масла?

Література [14, 15, 20]

Лабораторна робота № 68

ДІАГНОСТУВАННЯ ЯКОСТІ ПАЛИВ І ВИЗНАЧЕННЯ ОКТАНОВИХ ЧИСЕЛ

Мета роботи

Закріпити отримані теоретичні знання щодо детонаційної стійкості автомобільних бензинів; ознайомитися з методами визначення октанових чисел бензинів на установці УИТ-65 і дати кількісну оцінку по їхньому застосуванню для двигунів з відповідним ступенем стиску.

Устаткування та матеріали

1. Установа УИТ-65 з набором інструментів.
2. Барометр.
3. Колби мірні місткість 250, 500 і 1000 мл.
4. Бензин Б-70.
5. Контрольне паливо.
6. Еталонні палива.
7. Випробуваний бензин.
8. Обтиральний матеріал.

Зміст роботи

Перед виконанням роботи необхідно:

- вивчити рекомендовану літературу звернувши увагу на властивості палива, які забезпечують безвідмовну роботу двигуна;
- ознайомитися із призначенням, пристроєм і принципом дії установки УИТ-65 (рис.68.1), що являє собою одноциліндровий двигун зі змінним ступенем стиску;
- вивчити режими й умови випробувань.

Завдання роботи:

- підготувати установку до роботи та визначити октанове число бензину за допомогою моторного й дослідницького методів, що

ґрунтуються на порівнянні детонаційної стійкості випробуваного й еталонного палив, зіставити отримані результати досліджень із нормативними даними ДСТУ 4063-2001 або ДСТУ 4839-2007;

- визначити марку випробуваного бензину, зазначивши, для двигунів яких автомобілів можна застосовувати даний вид палива.

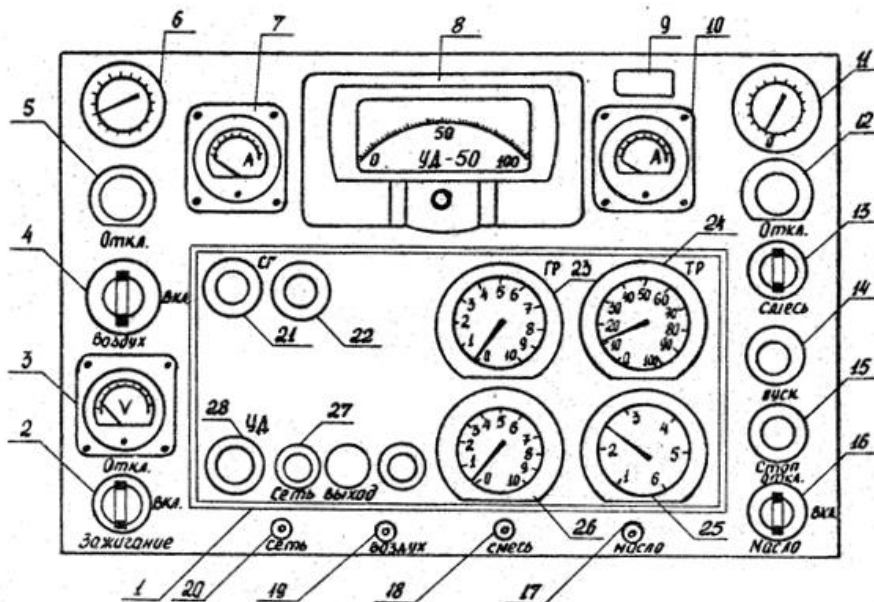


Рис.68.1. Панель приладів установки УИТ-65: 1 – детонометр ДП-60;

- 2 – вмикач «Запалювання»; 3 – вольтметр; 4 – перемикач підігріву повітря; 5 – регулятор температури підігріву повітря; 6 – манометр тиску масла; 7,10 – амперметри; 8 – детонометр; 9 – контрольна лампа; 11 – показчик температури масла; 12 – регулятор підігріву суміші; 13 – перемикач підігріву суміші; 14 – кнопка «Пуск»; 15 – кнопка «Стоп»; 16 – вмикач підігріву масла; 17, 18, 19, 20 – лампи індикації включення; 21, 22 – діагностичні рознімання; 23 – ручка грубого регулювання; 24 – ручка точного регулювання; 25 – перемикач «Постійна часу»; 26 – перемикач «Діапазон»; 27 – тумблер «Мережа»; 28 – тумблер «УД»

Перед виконанням роботи підготувати у витяжній шафі контрольне паливо (табл.68.1) з номінальним октановим числом, близьким до передбачуваного октановому числу палива, призначеного до випробування. Приготувати два еталонних палива прямим змішуванням н-гептана (ГОСТ 25828) і ізооктану (ГОСТ 12433), що відрізняються на дві октанові одиниці.

Наприклад, якщо передбачуване октанове число досліджуваного палива дорівнює 76, слід контрольне паливо обирати з ОЧ =

76,9, а дві еталонні суміші з ОЧ = 76 і ОЧ = 78.

Перевірка установки УИТ-65 по контрольному паливу

Установку перевірити по контрольному паливу, виготовленому згідно табл.68.1. З паливного бачка злити бензин Б-70, що використовується для прогріву двигуна і залити контрольне паливо.

Перевести голку карбюратора відповідно в кожне з положень «1,2,3» і відрегулювати рівень палива в паливних бачках 1, 2, і 3 по мірному склу поплавкової камери.

Виставивши рівень контрольного палива на максимальну інтенсивність детонації, зміною ступеня стиску довести показання покажчика детонації до 55 ± 3 розподілів, записавши показники індикатора ступеня стиску.

Таблиця 68.1

Методи визначення октанових чисел

Режим випробувань	Моторний метод	Дослідницький метод
Частота обертання колінчатого вала, хв ⁻¹	900±9 змінний	600±6
Кут випередження запалювання, град	26° при ст. стиску 5	постійний
Проміжок поміж між електродами свічки, мм	19° при ст. стиску 7 0,5±0,1	13° 0,5±0,1
Проміжок поміж контактами переривника, мм	0,30±0,05	0,30±0,05
Тиск масла, Мпа	0,196±0,03	0,196±0,03
Проміжок поміж штоками й коромислами клапанів, мм	0,20±0,05	0,20±0,05
Температура масла в картері, °С	333±10	333±10
Температура охолодної рідини, °С	100±2	100±2
Температура повітря, що надходить у карбюратор, °С	50±5	50±5
Температура паливоповітряної суміші, °С	149±1	не підігривається

Отримана при цьому ступінь стиску залишається незмінною в плинні всього наступного випробування контрольного палива. За для перевірки правильності виставлення ступеня стиску на стандартну

інтенсивність детонації потрібно вимкнути запалювання. Якщо двигун при цьому миттєво зупиниться, то установка підготовлена до проведення випробування палива. Після прогріву й регулювання рівня палива приступити до визначення ступеня детонації під час роботи установки на контрольному й еталонному паливах. Виставивши поворотом маховичка кран карбюратора у відповідне положення: «1» – контрольне паливо; «2» – еталонне паливо №1; «3» – еталонне паливо №2 і вмикаючи тумблер «Датчик УД», зафіксувати максимальне відхилення стрілки.

За отриманим значенням рівнів детонації на відповідних паливах розрахувати октанове число контрольного палива за формулою 1. Установка здатна до подальшого випробування, якщо отримане октанове число контрольного палива відповідає зазначеному в табл. 68.2.

Якщо відхилення октанового числа контрольного палива перевищує $\pm 0,5$ октанової одиниці, необхідно перевірити стан і режим регулювання двигуна, апаратури та перевірити склад еталонних сумішей.

Таблиця 68.2

Контрольні палива

Номер контрольного палива	Об'ємна частка компонентів, %			Номінальне октанове число (відхилення $\pm 0,5$)
	Толуол	Н-гептан	Ізооктан	
1	58	42	0	67,1
2	62	38	0	71,1
3	68	32	0	76,9
4	74	26	0	81,7
5	74	21	5	85,4
6	74	14	12	90,5
7	74	8	18	95,6
8	74	4	22	99,1
9	74	0	26	100,9

Визначення октанового числа випробуваного бензину

Випробуваний бензин залити в бачок №1, попередньо позбавившись контрольного палива.

Провести регулювання складу пальноповітряної суміші на максимальну інтенсивність детонації. Виставивши рівень випробува-

ного бензину та змінюючи ступінь стиску, довести значення показчика детонації до 55 розподілів. Отримана при цьому ступінь стиску залишається незмінною на протязі всього циклу подальшого випробування бензину.

Провести порівняння досліджуваного бензину з сумішами еталонних палив. Перемикаючи кран карбюратора послідовно на другий і третій бачки аналогічно методиці, викладеній вище, визначати рівень детонації на відповідних паливах. Якщо значення показчика детонації на зразку не перебуває між показаннями еталонних сумішей або не дорівнює рівню однієї з них, першу еталонну суміш злити з карбюратора, а замість неї залити третю еталонну суміш, що відрізняється від другої не більше ніж на дві октанові одиниці.

Якщо значення показчика детонації на зразку перебувають між значеннями еталонних палив, розрахувати величину октанового числа зразка за отриманими показниками детонації по формулі 1.

При перемиканні двигуна з одного палива на інше витримати час не менш 1 хв, щоб забезпечити сталий режим роботи двигуна.

Обробка результатів досліджень

За отриманим значенням рівнів детонації на відповідних паливах визначити середнє арифметичне значення детонації кожного палива. За середнім значенням розрахувати октанові числа контрольного й випробуваного палив за формулою

$$ОЧ_{\text{вип}} = ОЧ_1 + (ОЧ_2 - ОЧ_1) \cdot \frac{a_1 - a}{a_1 - a_2}, \quad (68.1)$$

де $ОЧ_{\text{вип}}$ – октанове число випробуваного палива; $ОЧ_1$ – октанове число еталонного палива №1, що детонує сильніше випробуваного палива; $ОЧ_2$ – октанове число еталонного палива №2, що детонує слабкіше випробуваного палива; a – середнє арифметичне значення рівня детонації випробуваного палива; a_1 – середнє арифметичне значення рівня детонації еталонного палива №1; a_2 – середнє арифметичне значення рівня детонації еталонного палива №2.

Приклад розрахунку октанового числа карбюраторного палива.

Припустимо, що було взято контрольне паливо КП №3 з табл. 68.2 з ОЧ = 76,9. Суміші еталонних палив були складені СЕП №1 з ОЧ = 76 і СЕП №2 з ОЧ = 78. Отримано наступні рівні детонації:

КП №3	СЕП №1	СЕП №2
55	61	41
56	61	41
54	61	41
56	61	41
54	61	41
середнє 55	середнє 61	середнє 41

Тоді октанове число контрольного палива № 3 за результатами випробувань становить:

$$\text{ОЧ}_{\text{КП}\#3} = 76 + (78 - 76) \cdot \frac{61 - 55}{61 - 41} = 76 + 0,6 = 76,6.$$

Порівнюючи отримане значення октанового числа контрольного палива №3 з номінальним октановим числом по табл. 68.2, приходимо до висновку, що відхилення від номінального становить 0,3 одиниці ($76,9 - 76,6 = 0,3$), а це вказує на те, що установка працює в нормальному режимі.

Аналогічно за формулою 1 визначають октанове число випробуваного бензину, що відібраний безпосередньо із цистерни або паливного бака автомобіля.

Контрольні запитання

1. Що таке октанове число бензину й від чого воно залежить?
2. Які існують шляхи підвищення детонаційної стійкості бензину?
3. У чому сутність моторного й дослідницького методів визначення октанових чисел бензину?
4. У яких випадках доцільно використовувати моторний чи дослідницький методи визначення октанового числа бензину?
5. Які групи вуглеводнів мають високу детонаційну стійкість?
6. Як визначається чутливість бензину до режиму роботи двигуна?

7. Що характеризує жорсткість бензину?
8. Чим відрізняється фактичне октанове число від дорожнього?
9. Чи змінюється октанове число при тривалому зберіганні бензину?
10. Чи впливає величина октанового числа на надійність, довговічність і економічність двигуна?

Література [3, 36]

Лабораторна робота № 69

ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ БЕНЗИНУ

Мета роботи

Ознайомитися з методом визначення фракційного складу палива згідно ГОСТ 2177 (ISO 3405), надавши оцінку впливу окремих фракцій бензину на роботу двигуна.

Устаткування та матеріали

1. Прилад для розгону нафтопродуктів.
2. Колбонагрівач з реостатом.
3. Мірний циліндр ємністю 100 мл.
4. Мірний циліндр ємністю 10 мл.
5. Термометр типу ТИН4-2 зі шкалою виміру від 0 до 360°C.
6. Азбестова прокладка.
7. Колодій.
8. Зразок палива (100 мл).

Загальні відомості

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості палива, що впливають на безвідмовну роботу двигуна.

Завдання роботи: провести розгін бензину; визначити характерні крапки фракційного складу, вид і марку палива, зіставивши отримані результати з вимогами ДСТУ 4063-2001; дати експлуатаційну оцінку по фракціях палива; дати висновок щодо його використання у двигуні й про вплив фракційного складу на витрату палива й зношування двигуна.

Бензини являють собою суміш вуглеводнів, яким притаманна різна випаровуваність. Випаровуваність характеризує швидкість і повноту переходу бензину з рідкого в пароподібний стан і визначається його хімічним складом. Бензини як складна суміш різних вуглеводнів википають не при одній постійній температурі, а в широкому діапазоні температур (30...215°C). Випаровуваність бензину оцінюється згідно температурних меж його википань і за температурами википань його окремих частин – фракцій.

Фракційний склад є головним показником випаровуваності автомобільного бензину, найважливішою характеристикою його якості. Від фракційного складу бензину залежать легкість пуску двигуна, час його прогріву, прийомістись і інші експлуатаційні показники.

На рис.69.1 наведена крива розгону бензину й зазначені його основні фракції – пускова, робоча й кінцева.

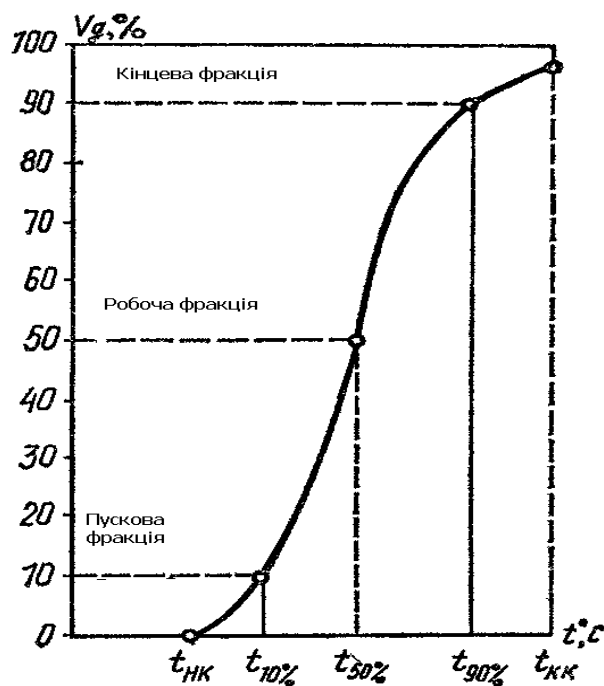


Рис.69.1. Крива розгону бензину

Пускову фракцію бензину становлять найбільш низькокиплячі вуглеводні (перші 10% обсягу дистиляту). У робочу фракцію входять дистиляти від 10 до 90 % обсягу й у кінцеву – від 90% обсягу до кінця кипіння бензину. За ДСТУ 4063-2001 фракційний состав бензину нормують п'ятьма характерними температурами: початку перегонки, перегонки 10 %, 50 і 90 % обсягу й кінця кипіння.

Фракційний склад бензину повинен бути таким, щоб забезпечилися гарний пуск двигуна й швидкий розгін автомобіля, низька питома витрата палива, рівномірний якісний і кількісний розподіл горючої суміші по циліндрах двигуна, мінімальне зношування поршнів і циліндрів.

Температури *початку перегонки* й *перегонки 10%* бензину характеризують пускові властивості палива. Якщо в бензині не ви-

стачає низькокиплячих фракцій, то при запуску холодного двигуна частина бензину не встигає випаруватися й потрапляє в циліндри в рідкому стані. Горюча суміш виявляється перезбідненою, вона не запалюється від електричної іскри й пуск двигуна стає неможливий. Рідкий бензин у циліндрах змиває змащення, а в картері двигуна розріджує моторне масло. Тому в мить запуску й при наступному прогріванні спостерігається тертя деталей циліндропоршневої групи без достатньої кількості мастильного матеріалу. Мастила виявляється недостатньо для утворення на поверхнях деталей міцної плівки. У цьому випадку відбувається зношення тертьових деталей двигуна, так звані пускові, ступінь яких залежить від кількості бензину, що не випарувався, тривалості запуску, прогріву двигуна та швидкості відновлення масляної плівки на циліндрах. Чим менше час випаровування бензину у впускній системі двигуна, чим триваліше є пуск і гірша подача мастила до тертьових деталей, тим значніше пускові зношення.

Зміст низькокиплячих вуглеводнів у сучасних автомобільних бензинах контролюється трьома показниками: температурою початку перегонки, температурою перегонки 10 % бензину та тиском насичених парів.

Відповідно до діючих стандартів температура початку перегонки автомобільних бензинів повинна бути не нижче 30 °С, а 10 % бензину повинні переганятися при температурі не вище 75 °С. Завдяки цьому на бензинах забезпечується запуск холодного двигуна при температурі навколишнього повітря вище -10°С. Поява парових корок за цих умов практично не можлива.

Температура перегонки 50% бензину, що характеризує швидкість прогріву та прийомістисть двигуна, нормується для робочої фракції (обсяг дистилатів від 10 до 90%).

Прогрів двигуна триває від митті пуску до часу встановлення стійкого режиму роботи. Наприкінці прогріву в режимі холостого ходу досягається майже повне випаровування бензину у впускному трубопроводі. Чим легшим є фракційний склад і нижча температура перегонки 50 % бензину, тим скоріше прогрівається двигун. Бензин з низькою температурою перегонки 50 % швидше випаровується у впускному трубопроводі, наповнення циліндра горючою сумішшю поліпшується, потужність двигуна зростає. При низькій температурі

навколишнього повітря необхідно застосовувати бензини з низькою температурою перегонки 50 % палива.

Прийомістисть – це властивість двигуна в прогрітому стані під навантаженням швидко переходити від малої частоти обертання до більшої при різкому відкритті дросельної заслінки. Для забезпечення гарної прийомістості двигуна потрібно, щоб циліндри двигуна в мить дроселювання наповнювалися збагаченою пальною сумішшю. При різкому відкритті дросельної заслінки до впускного трубопроводу надходить більша порція холодного повітря й рідкого бензину, що приводить до різкого погіршення умов пароутворення через недостачу теплоти для повного випару палива.

Якщо бензин має високу температуру перегонки 50 % палива, то деяка частина висококиплячих вуглеводнів, що становлять робочу фракцію палива, у системі живлення не встигає випаровуватися. У цьому випадку горюча суміш перезбіднена, і двигун не здатен досягти високої частоти обертання колінчатого вала й навіть може зупинитися.

Для відновлення теплового режиму системи живлення двигуна потрібен певний час. Теплова рівновага встановлюється тим швидше, чим краще йде процес випару й сумішоутворення, чим більше в бензині низькокиплячих вуглеводнів. Отже, прийомістисть двигуна багато в чому залежить від температури перегонки 50 % бензину. Зі зниженням цієї температури прийомістисть поліпшується й час розгону автомобіля скорочується. Оптимальний розгін автомобіля спостерігається за умови такої випаровуваності бензину, при якій створюється горюча суміш із повітря й пари палива в співвідношенні 12:1.

Якщо випаровуваність бензину гірша, а отже й вища температура перегонки 50 % палива, тоді утвориться бідна суміш і час розгону автомобіля збільшується.

Температура перегонки 50% бензину повинна бути не більше 120°C. При таких температурах забезпечуються швидкий прогрів і гарна прийомістисть двигуна під час експлуатації автомобіля.

Температури перегонки 90% і кінця кипіння бензину характеризують повноту його випару. Якщо в бензині утримується багато висококиплячих вуглеводнів, то умови роботи двигуна аналогічні умовам пуску холодного двигуна на бензині з низькою температу-

рою початку перегонки. Висококиплячі вуглеводні не випаровуються у впускному трубопроводі двигуна й потрапляють у циліндри у вигляді рідини. Деяка частина її випаровується й згоряє, а частина, що залишилася, стікає по стінках циліндра й змиває з них мастило. Потрапляючи в картер двигуна, важкі фракції бензину розріджують масло й знижують його в'язкість. У тих місцях, де змиває мастило, спостерігаються тертя без мастильного матеріалу й підвищене зношування деталей

При використанні бензинів з високою температурою кінця кипіння підвищуються зношування двигуна, кількість відкладень на його деталях і збільшується витрата палива.

Температура перегонки 90 % палива для автомобільного бензину повинна бути не вище 190°C. Кінець кипіння бензину повинен бути не вище 215°C.

Порядок виконання роботи

Перед виконанням досліджень холодильник (рис.69.2) слід заповнити водою з снігом або льодом.

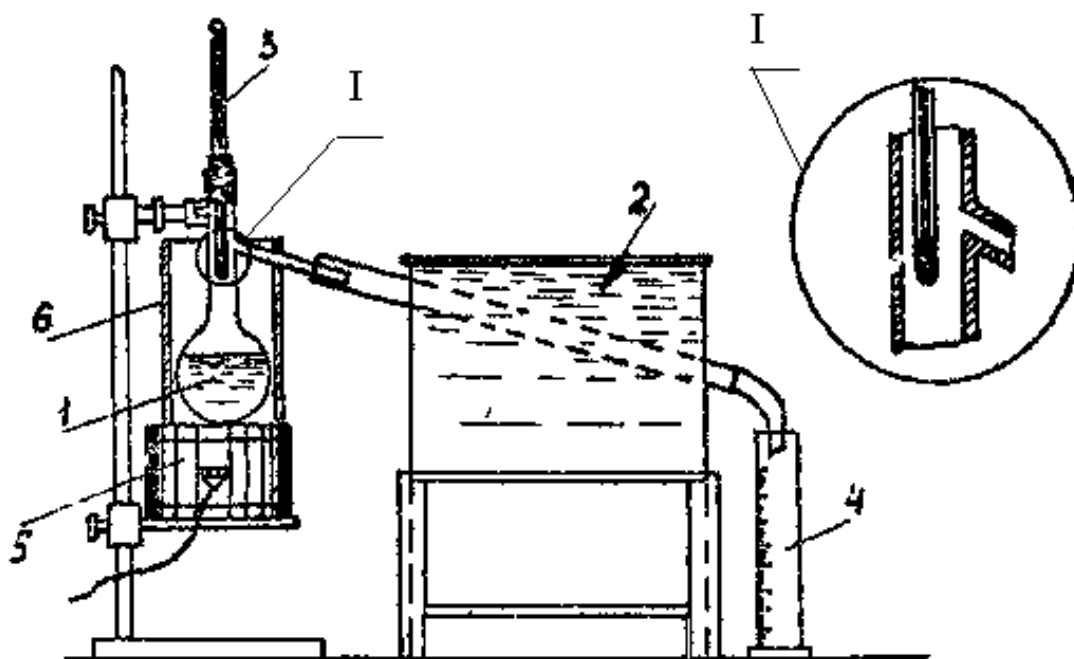


Рис.69.2. Прилад для визначення фракційного состава бензину: 1 – колба з паливом; 2 – холодильник; 3 – термометр; 4 – мірний циліндр; 5 – нагрівальний прилад; 6 – захисний кожух

При відсутності снігу або льоду через холодильник пропусти-

ти водопровідну воду з такою швидкістю, щоб її температура на виході холодильника не перевищувала 30 °С. Температуру вимірювати термометром типу ТН2.

Визначивши вимірювальним циліндром 100 мл досліджуваного палива, перелити його в колбу, тримаючи останню в такому положенні, щоб відвідна трубка була спрямована нагору. Усередину колби кинути 2-3 шматочка пористої речовини (порцеляни, шамоту).

Після заповнення колби 1 бензином (100 мл) у шийку колби вставити термометр типу ТИН4-2, щоб вісь термометра збігалася з віссю колби, а верхівка ртутної кульки перебувала на рівні нижнього краю відвідної трубки в місці її припаю. Після цього колбу виставити на азбестову прокладку й закріпити відвідну трубку в холодильнику за допомогою коркової пробки.

Колбу закрити захисним кожухом, а мірний циліндр розташувати під нижній кінець відвідної трубки холодильника таким чином, щоб трубка входила в циліндр не менш, ніж на 25 мм, але не нижче відмітки 100 мм. Після проведення зазначених підготовчих операцій приступити безпосередньо до проведення процесу перегонки.

Перегонку здійснювати в наступному порядку:

1. Ввімкнути нагрівальний прилад. Інтенсивність нагрівання повинна бути такою, щоб перша крапля дистиляту впала із трубки холодильника не раніше, ніж через 5...10 хв. Температуру, зафіксовану термометром у момент падіння першої краплі, умовно прийняти за температуру початку перегонки.

2. Подальшу перегонку вести зі швидкістю 4...5 мл/хв, що відповідає 20...25 краплям за 10 с. Запис показань термометра вести через кожні 10 мл перегнаного дистиляту.

3. Після відгону 90 % дистиляту нагрівання колби відрегулювати таким чином, щоб до кінця перегонки залишилося 3-5 хв. Перегонку закінчити, коли ртутний стовпчик зупиниться. У цей момент записати температуру кінця перегонки, вимкнути підігрів, зняти захисний кожух і дати колбі прохолоннути протягом 5 хв.

4. Після охолодження колби, вийняти термометр і зняти колбу з приладу. Залишок, що залишився в колбі, злити в мірний циліндр на 10 мл і замірити з точністю до 0,1 мл.

5. За результатами перегонки заповнити протокол (табл.69.1).

Протокол випробувань

Показники	Обсяг відгону, %	При темп., °С	А-76 ДСТУ 4063-2001	А-92 ДСТУ 4063-2001	А-95 ДСТУ 4063-2001
Температура початку перегонки бензину, °С, не нижче			30	30	30
не вище	10		75	75	75
-“-	20		-		
-“-	30		-		
-“-	40		-		
не вище	50		120	120	120
-“-	60		-		
-“-	70		-		
-“-	80		-		
не вище	90		190	190	190
кінець кипіння бензину, °С, не вище	-		215	215	215
залишок у колбі, %, не більше	-		1,5	1,5	1,5
залишок і втрати, %, не більше	-		4,0	4,0	4,0

6. Порівняти отримані результати з показниками ДСТУ 4063-2001 і зробити висновок про відповідність зразка палива по цьому показнику нормам стандарту.

7. Дати експлуатаційну оцінку випробуваному паливу, оцінивши залежність пускових якостей бензину, його здатності забезпечувати достатню прийомісткість двигуна, утворювати парові корки й розріджувати масло в картері від значень характерних крапок фракційного состава.

За графіком (рис.69.3), що визначає залежність зношування двигуна й витрати палива від температури кінця перегонки бензину, проаналізувати роботу двигуна на випробуваному паливі.

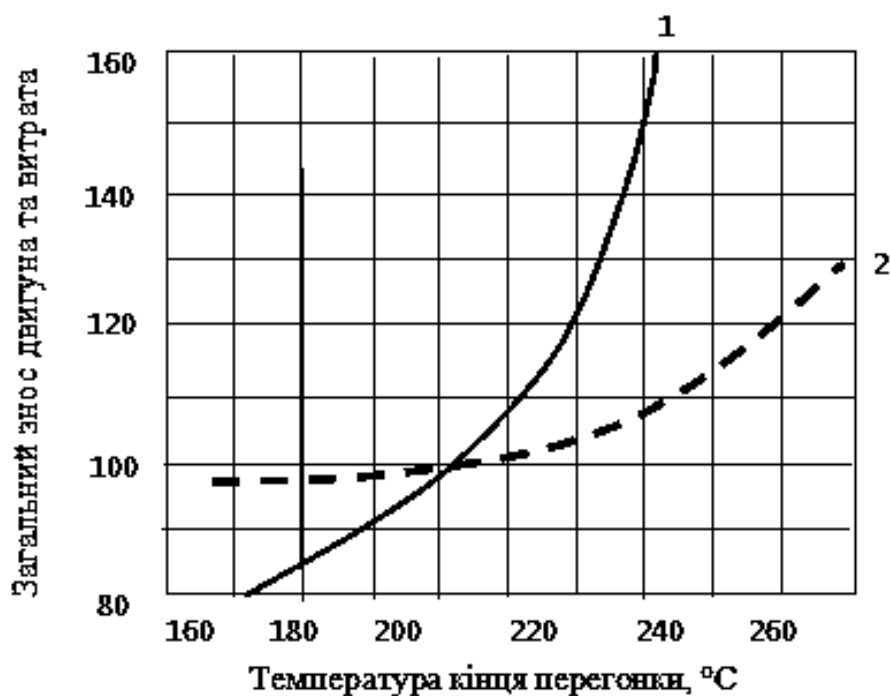


Рис.69.3. Графік залежності зношування двигуна й витрати палива від температури кінця перегонки: 1 – крива зношування двигуна; 2 – крива витрати палива

Дати оцінку якості бензину, зазначивши, до яких наслідків призведе використання даного палива на практиці.

Контрольні запитання

1. З якою метою визначають фракційний склад палива?
2. Які крапки фракційного состава бензину нормуються згідно ДСТУ 4063-2001?
3. Як впливає фракційний состав палива на режим роботи двигуна?
4. Чому бензини різних видів відрізняються за своїм фракційним складом?
5. Як змінюється фракційний склад палива при зберіганні і як це позначається на роботі двигуна?
6. Як впливає фракційний состав на економічність двигуна?

Література [12, 14, 15, 20]

Лабораторна робота № 70

ЯКІСНИЙ ТА КІЛЬКІСНИЙ КОНТРОЛЬ ДОМШОК ВОДИ В МАСЛІ

Мета роботи

Ознайомитися з методами контролю домішок води в маслі; надати оцінку впливу механічних домішок на термін служби двигуна.

Устаткування та матеріали

1. Прилад для визначення води в маслі (якісний метод).
2. Термометр до 200°C.
3. Пробірки хімічні.
4. Нагрівальний прилад.
5. Круглодонна металева або скляна колба діаметром 100 мм.
6. Приймач-пастка.
7. Холодильник зворотний.
8. Нагрівальний прилад.
9. Штатив.
10. Ваги техніко-хімічні.
11. Мірний циліндр 100 мл.
12. Розчинник.
13. Колодій.

Зміст роботи

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши увагу на корозійні властивості масел, що впливають на зношення деталей двигуна, витрати на ремонт і технічне обслуговування автомобілів. Мета роботи: визначити наявність домішок води в маслі, надавши висновок щодо можливості використання його у двигуні, щодо впливу води на стабільність, процеси окислювання вуглеводнів і вспінювання масел та на пускові характеристики двигуна.

Якісний контроль води в маслі

Прилад (рис.70.1) складається із циліндричної посудини (масляна лазня) із кришкою 1, до нижньої частини якого на стійці прикріплене металеве коло 2. У кришці є два отвори: одне з яких незначно перевищує діаметр пробірки, а інше має менший діаметр (для термометра).

У металевому колі є отвори для забезпечення стійкості пробірки і термометру. Посудина заповнюється будь-яким мінеральним маслом, що виконує функції термостатуючого середовища.

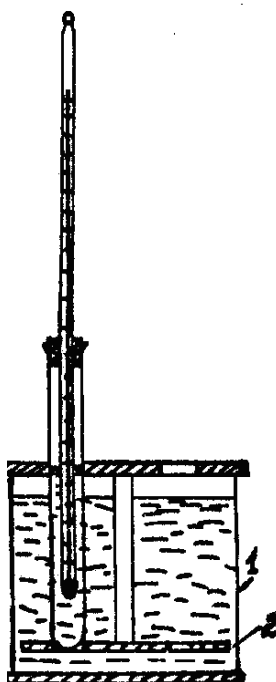


Рис.70.1. Прилад для контролю води в маслі: 1 – циліндрична посудина; 2 – стійка з металевим колом

Термостатуюче середовище слід нагріти до температури 175°C . У суху пробірку налити досліджуване масло до висоти 80-90 мм, пробірку закрити пробкою, в якій вставлений термометр. Кулька із ртуттю повинен відстояти від дна пробірки на 20-30 мм.

Пробірку з випробуванним маслом розташувати вертикально в нагрівальну лазню й зачекати декілька хвилин, доки температура масла в пробірці не досягне 150°C .

Ознаками наявності вологи в маслі є потріскування та спінювання масла.

Кількісний контроль води в маслі

У суху, попередньо зважену на техніко-хімічних вагах колбу 2 відважити близько 100 г випробуваного масла, додати 100 мл розчинника та декілька шматочків пемзи. У колбу вставити пастку 3, з'єднану з холодильником 4. Всі пробки приладу варто заливати колодієм, а верхній отвір холодильника закрити ватою (рис.70.2).

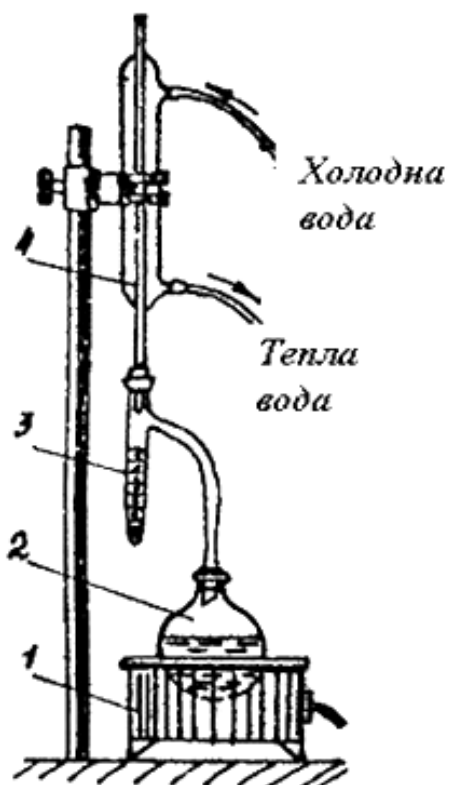


Рис.70.2. Прилад для кількісного визначення води в маслі:
1 – нагрівальний прилад; 2 – колба; 3 – пастка; 4 – холодильник

Ввімкнути нагрівальний прилад 1, і провести нагрівання з такою швидкістю, щоб з холодильника в приймач-пастку потрапляло не більше 5 крапель в секунду. Перегонку припинити, коли в пастці перестане збільшуватися обсяг рідини й верхній шар розчинника стане прозорим. Тривалість перегонки не повинна перевищувати однієї години. Розбирати прилад слід лише після повного охолодження колби.

Розрахувати зміст води в маслі за формулою

$$W = \frac{V \cdot 100}{G}, \quad (70.1)$$

де W – зміст води в маслі, %; V – об'єм води в приймачі-пастці, мл;
 G – маса масла, г.

Розбіжність між двома паралельними визначеннями не повинна перевищувати одного розподілу поблизу верхнього рівня в приймачі-пастці.

Кількість води менша 0,03 мл (половина нижнього розподілу) вважається слідами згідно Держстандарту.

Контрольні запитання

1. Як впливає на розчинність води в маслі вологість повітря та температура?
2. Чому присутність води в маслі є шкідливою?
3. У яких кількостях є допустимим зміст води в моторних маслах?
4. Чи впливає вологість і температура повітря на корозійні властивості масел?
5. Який компонентний склад опадів, що відкладаються на стінках піддона картера в процесі роботи двигуна?
6. Чи впливає наявність води на термін служби циліндрів двигуна?
7. У якій зоні циліндрів двигуна спостерігається підвищене зношування зі збільшенням змісту конденсату води в маслі?
8. Чим обумовлюються захисні властивості масел?
9. Як впливає на розчинність води в маслі його компонентний склад

Література [20]

Лабораторна робота № 71

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КАПЛЕПАДІННЯ ПЛАСТИЧНОГО ЗМАЩЕННЯ

Мета роботи

Ознайомитися з методом визначення температури каплепадіння змащення згідно ДСТ 6793-74 і дати оцінку впливу цього параметра на роботу вузла тертя.

Устаткування та матеріали

1. Спеціальний термометр у комплекті з капсулем (рис.71.1).

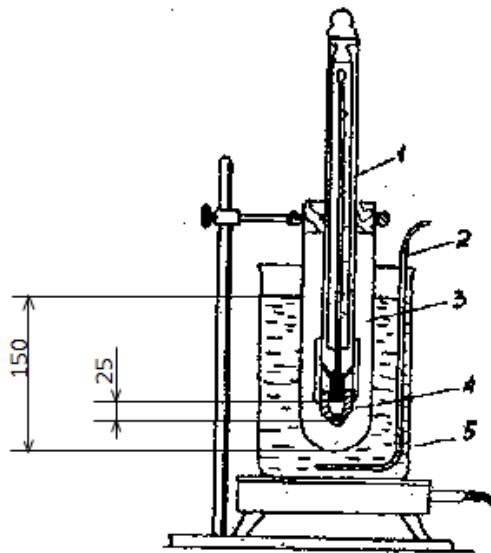


Рис.71.1. Спеціальний термометр: 1 – гільза термометра;
8 – мішалка; 3 – пробірка; 4 – капсуль; 5 – склянка

2. Пробірка скляна діаметром 40-45 мм, довжиною 180-200 мм.
3. Склянка скляний (хімічний) ємністю 300-500 мл.
4. Шпатель.
5. Секундомір.
6. Штатив.
7. Нагрівальний прилад.
8. Проба змащення.

Зміст та порядок виконання роботи

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно на підставі рекомендованою літератури, розглянувши теплотривкість пластичного змащення, що характеризує його працездатність у вузлах тертя. Завдання роботи: визначити температуру каплепадіння змащення та її марку, дати висновок про якість змащення й особливості її використання у вузлах тертя, що забезпечують надійне змащення тертьових деталей.

Вийняти капсуль 4 з гільзи термометра 1 і за допомогою шпателя наповнити його випробуваним змащенням, стежачи за тим, щоб разом з ним не попадали бульбашки повітря. Надлишок змащення зрізати з верхньої частини капсуля шпателем, вставити капсуль у гільзу термометра до упору в внутрішній бортик. Надлишок змащення, видавлений кулькою термометра, зрізати шпателем. На дно пробірки 3 розмістити кружок паперу, який необхідно замінювати опісля кожного виміру (рис.71.1). Термометр із капсулем вставити в пробірку так, щоб нижній край капсуля перебував на відстані 25 мм від дна пробірки. Вертикально розмістити пробірку в склянку 5, заповнений водою або гліцерином, закріпити в штативі на глибині занурення, близько 150 мм.

Нагрівання рідини в склянці слід здійснювати у два етапи. На першому етапі, де швидкість нагрівання ще не нормована, інтервал температур становить від кімнатної до 20°C для низькоплавких, до 60°C для середнєплавких, до 130°C для натрієвих і до 150°C для літєєвих змащень; на другому етапі темп підвищення температури в приладі повинен скласти °C у хвилину. На обох етапах рідина в склянці варто періодично помішувати спеціальною мішалкою 2.

Температура, при якій у процесі нагрівання з нижнього отвору капсуля падає перша крапля випробуваного змащення, температурою каплепадіння. Якщо змащення не утворює краплини, а витягається з капсуля у вигляді циліндра, то за температуру каплепадіння приймають ту, при якій вихідний стовпчик змащення торкнеться дна пробірки. Отримані дані занести в табл.71.1 і порівняти з вимогами ДСТ (табл.71.2). Дати експлуатаційну оцінку випробуваного змащення.

Таблиця 71.1

Протокол випробувань

Найменування змащення	Температура каплепадиння, °С	Температура вузла тертя для застосування змащення, °С	Відповідність по ISO 6743-9

Таблиця 72.2

Стандартні показники марок

Показники	Змащення графітна Ж	Литол-24	АЗМОЛ № 158	ЦИАТИМ 201	ШРБ-4	ШРУС-4	Фиол-2У	АЗМОЛ ЛИ-КА (П)
Температура каплепадиння °С, не нижче	76	185	150	175	200	190	185	230
Межі робочих температур, °С	-20... +60	-40... +130	-40... +120	-60... +90	-40... +130	-40... +120	-40... +130	-40... +150

Контрольні запитання

1. Що характеризує температуру каплепадиння пластичного змащення?
2. За якими критеріями проводять класифікацію змащень.
3. Що таке синерезис пластичних змащень? Які властивості змащень впливають на нього і як ці властивості оцінюються?
4. Які властивості пластичних змащень називаються тиксотропними? Що вони характеризують?

Література [15, 20]

Лабораторна робота № 72

ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ МОТОРНИХ МАСЕЛ У ВІДКРИТОМУ ТИГЛІ

Мета роботи

Ознайомитися з методом вимірювання температури спалаху масла згідно ГОСТ 4333, надавши оцінку впливу температури спалаху на експлуатаційні властивості моторних масел.

Устаткування та матеріали

1. Тигель металевий.
2. Піщана лазня.
3. Термометр.
4. Шаблон.
5. Масло моторне.

Зміст і порядок виконання роботи

Перед виконанням лабораторної роботи на підставі рекомендованої літератури, проаналізувати, вплив температури спалаху масла на його витрату. Завдання роботи: провести контроль температури спалаху масла, визначити вид і марку масла, зіставити отримані дані з вимогами ГОСТу, дати висновок щодо можливостей використання обраного масла в автомобільному двигуні.

Виставити прилад (рис.72.1), що складається зі штатива 1, піщаної лазні 2 і тигля 3 у витяжній шафі. На тигель розмістити шаблон і налити випробуване паливо до відповідного рівня. Тигель помістити в піщану лазню таким чином, щоб пісок був на одному рівні з маслом у тиглі. У масло помістити термометр 4. Нагрівання піщаної лазні вести зі швидкістю підйому температури масла до 10°C у хвилину.

За 40°C до очікуваної температури спалаху швидкість нагрівання зменшити до 4 °C у хвилину; за 10°C через кожні 2°C проводити вздовж країв тигля (паралельно поверхні масла) полум'ям за-

пального пристосування. Миттю спалаху слід вважати появу синього полум'я над поверхнею випробуваного продукту. Похибка експерименту не повинна перевищувати 2 °С (табл.72.1).

Експериментальні результати зрівняти з показниками ГОСТу.

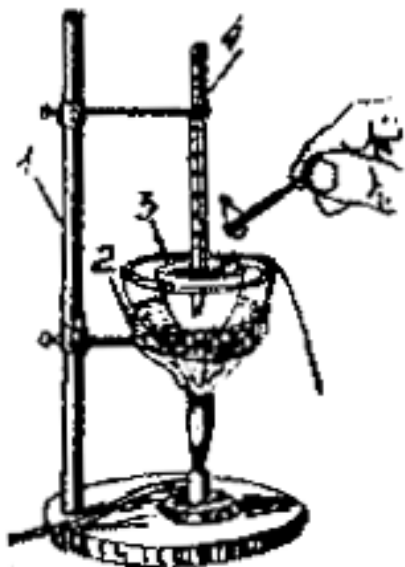


Рис.72.1. Тигель металевий: 1 – штатив; 2 – лазня піщана; 9 – тигель; 4 – термометр

Таблиця 72.1

Показники температури спалаху моторних масел

Показники	Марки моторних масел згідно SAE J300							
	АЗМОЛ 20W40	АЗМОЛ Супер 15W40	АЗМОЛ Турбо 2 10W40	АЗМОЛ Лідер M-5/40	АЗМОЛ M-2042 (M-8Г2К)	АЗМОЛ M-3042 (M-10Г2К)	ESSO ULTRA 5W30	ESSO ULTRA 10W40
Температура спалаху у відкритому тиглі, °С, не нижче	210	210	205	205	210	220	225	215

Показники температури спалаху, замірні експериментально та показники згідно відповідному ГОСТу записати в табл.72.2, визначивши марку масла.

Таблиця 72.2

Результати вимірів температури спалаху випробуваного зразка масла

Найменування проби	Показники		Марка масла
	дослідю	згідно SAE J300	

Зробити висновок щодо можливостей використання випробуваного масла.

Контрольні запитання

1. Що характеризує температуру спалаху масла і як вона визначається?
2. Який вплив на роботу двигуна робить відхилення температури спалаху від вимог ГОСТу?
3. Які зміни зазнають властивості масла в процесі його роботи у двигуні?
4. Чи впливає температура спалаху масла на його витрату?
5. Чи можна за показниками температури спалаху прогнозувати щодо фракційного складу масла?
6. На що вказує зниження температури спалаху відпрацьованого масла?
7. Чи впливає температура спалаху на ресурс масла?
8. Чи розрізняються масла для бензинових та дизельних автомобілів за температурою спалаху?

Література [15, 20]

Лабораторна робота № 73

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАСТИГАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Мета роботи

Мета роботи – ознайомитися з методом визначення низькотемпературних властивостей дизельних палив згідно ГОСТ 20287 і дати оцінку їхнього впливу на подачу та прокачуваність палива в дизелі.

Устаткування та матеріали

1. Прилад для визначення температури застигання.
2. Термометр.
3. Охолоджувальна суміш (спирт і тверда вуглекислота).
4. Зразок дизельного палива (50 мл).

Зміст і порядок виконання роботи

Перед виконанням лабораторної роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, звернувши особливу увагу на властивості дизельних палив, що впливають на безвідмовність роботи дизелів. Завдання роботи: визначити температуру помутніння й застигання палива; порівняти отримані дані з вимогами ДСТ, визначити вид і марку палива, зробити висновок щодо можливостей його використання в дизелі та щодо впливу низькотемпературних властивостей палива на режим роботи двигуна.

У пробірку 2 із внутрішнім діаметром 20 ± 1 мм злити випробуване паливо, попередньо перевірене на відсутність води (рис.73.1). Рівень палива після занурення в нього термометра 4 повинен співпадати з міткою, що нанесена на зовнішній поверхні пробірки й перебуває на відстані 30 мм від дна останньої. Термометр відцентрувати й закріпити за допомогою корки 3, причому його ртутний або спиртовий резервуари повинні займати центральне положення в об'єкті залитого палива, щоб у прошарках, що примикають до стінок

пробірки, вилучити переохолодження випробуваного палива. Надягти на пробірку (по можливості соосно з нею) скляну муфту. Зібраний прилад вертикально занурити у ванну з охолоджуючою сумішшю, температуру якої відповідно до стандарту підтримують нижче очікуваної температури застигання на 5°C.

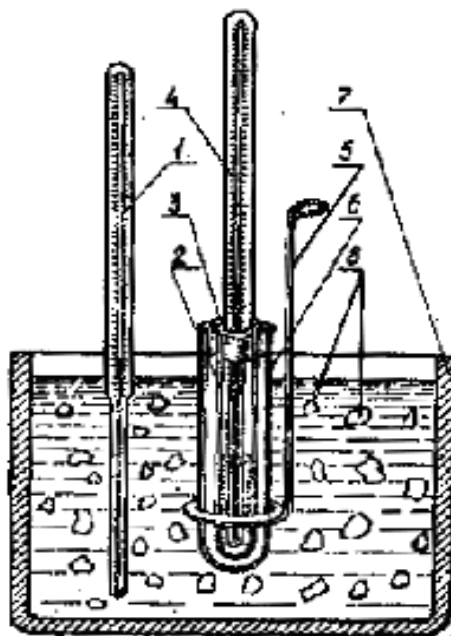


Рис.73.1. Прилад для визначення температури застигання палива:
1 – термометр; 2 – пробірка; 3 – пробка; 4 – термометр; 5 – мішалка;
6 – скляна муфта; 7 – термостат; 8 – охолоджуюча суміш

У міру зниження температури необхідно періодично виймати прилад з ванни та відхиливши його на 45° від вертикалі, спостерігати за положенням рівня палива в приладі. Якщо в нахиленому приладі спостерігається зсув рівня за час менший 1 хв, то варто продовжувати охолодження.

Надалі, повторюючи контроль зазначеним способом, зупинитися на тій температурі, при якій на протязі 1 хв не буде виявлятися зсув рівня палива в пробірці, нахиленої на 45°. Саме температуру, що відповідає втраті плинності палива, варто вважати температурою застигання .

Отримані дані порівняти з показниками ДСТУ 3868.

Результати досвіду занести в табл.73.1.

Таблиця 73.1

Результати вимірів температури застигання дизельного палива

Найменування проби	Показники		ДСТУ 3868 і марка палива
	дослідую	згідно ДСТУ	

Отримані значення температури застигання випробуваного палива порівняти з нормативними даними табл.73.2.

Таблиця 73.2

Нормативні показники температури застигання дизельного палива

Показник	ДСТУ 3868	
	З	Л
Температура застигання, °С, не вище	-25	-10

Дати оцінку якості палива, визначити його вид і марку, зробити висновок про вплив низькотемпературних властивостей дизельного палива на роботу двигуна.

Контрольні запитання

1. Що називають температурами застигання дизельних палив?
2. Яки впливає на роботу двигуна температура застигання палива?
3. Чим відрізняються зимовий і літній види дизельних палив?
4. Від яких технічних-експлуатаційно-технічних властивостей палива залежить надійність подачі його в циліндри двигуна?
5. Які присадки до дизельних палив використовують для поліпшення технічних-експлуатаційно-технічних властивостей?
6. Як впливає молекулярна маса вуглеводнів палива на температуру його застигання?
7. Що характеризує показник «гранична температура фільтрації»?
8. Які якісні показники дизельного палива впливають на його здатність до прокачуваності та фільтрації?

Література [14, 15].

Лабораторна робота № 74

ДІАГНОСТИКА ЯКОСТІ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН НИЗЬКОГО ЗАМЕРЗАННЯ

Мета роботи

Ознайомитися з методом визначення складу та температури застигання низького замерзання рідин.

Устаткування та матеріали

1. Гідромер.
2. Термометр.
3. Антифриз, що досліджується.

Загальні відомості

Охолоджувальні рідини (антифризи) низького замерзання широко використовуються в системах охолодження двигунів. Для автотракторних двигунів, наприклад, застосовують етиленгліколеві антифризи. Етиленгліколь $C_2H_4(OH)_2$ – двохатомний спирт (утримуючий дві гідроксильні групи), являє собою отрутну рідину без кольору та запаху, добре змішується з водою в будь-яких співвідношеннях, щільність при $20^{\circ}C$ становить 1113 кг/м^3 , замерзає при мінус $11,5^{\circ}C$. Проте при змішуванні етиленгліколю з водою температура застигання суміші стає нижчою, ніж у кожного з її компонентів (рис.74.1).

При змішуванні етиленгліколю з водою в різних співвідношеннях можна одержати суміші, що замерзають від $0^{\circ}C$ до мінус $70...75^{\circ}C$. У зв'язку з тим, що етиленгліколь і вода мають різну густину, при змішуванні їх у різних співвідношеннях змінюється густина антифризу. За величиною густини антифризу можна прогнозувати температуру його замерзання. Промислові зразки антифризів марок 40, 65 і концентрат марки 40к наведені в табл.74.1.

Антифриз марки 40 призначений для експлуатації двигунів у зимовий час у середній смузі.

Антифриз марки 65 випускається для експлуатації двигунів у холодну пору року в районах Півночі й Сибіру. При змішуванні 1 л концентрату 40к з 0,73 л води одержують охолоджувальну рідину марки 40.

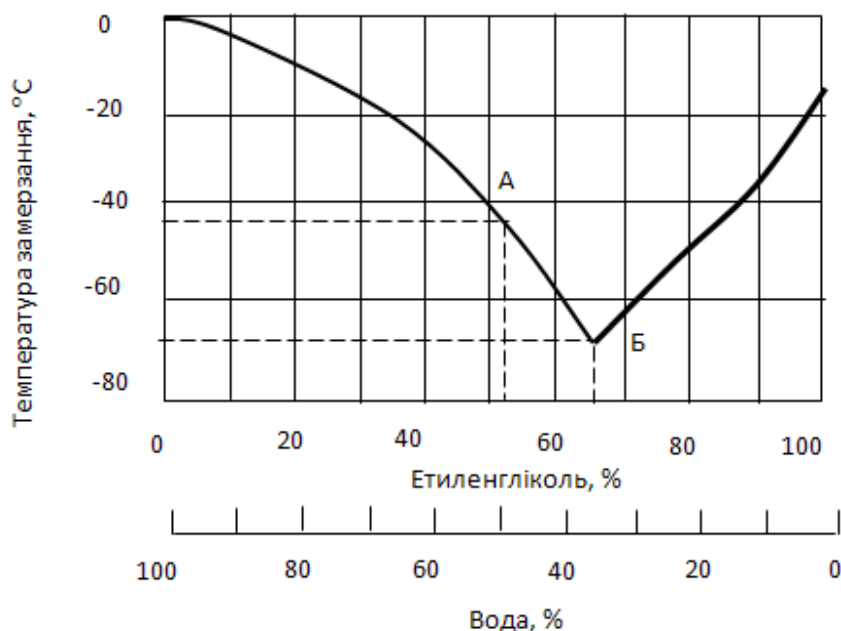


Рис.74.1. Крива кристалізації водоетиленгліколевих сумішей

Таблиця 74.1

Охолоджувальні рідини низько замерзання

Показник	Норма для марки		
	40	65	45к
Кольори	Ясно-жовтий	Жовтогарячий	Жовтий
Густина при 20°C, кг/м ³	1067...1072	1085...1090	1110...1115
Склад, % мас.			
Етиленгліколь, не менший	52	64	94
вода, не більший	47	35	5
Температура замерзання, °C, не вище	-40	-65	-
Температура застосування, °C	-40.....+95	-60.....+95	-

Етиленгліколям притаманні корозійні властивості, тому в такі охолоджувальні рідини вводять протикорозійні присадки (декстрин, динатрийфосфат, молібденовокислий натрій). Декстрин – це вугле-

вод типу крохмалю, його вводять в антифриз у кількості 1 г/л. Він захищає від корозії алюміній, мідь і свинцево-олов'яний припій. Певна частина декстрину (5...10 %), не розчиняючись в антифризі перебуває в ньому у вигляді колоїду. Тому антифриз стає дещо мутним. Декстрин при зберіганні може випасти в осад, і антифриз набуває прозорість. Антифриз як мутний, так і з осадом, декстрину придатен до вживання.

Динатрійфосфат у кількості 2,5...3,5 г/л запобігає корозії сталевих, чавунних і частково мідних деталей.

Молібденовокислий натрій вводять в антифриз у кількості 7...8 г/л для попередження корозії цинкових і хромових покриттів. Застосовуються також охолоджувальні рідини низького замерзання Тосол (Тосол А-40, Тосол А-65, Тосол А). Всі вони пофарбовані в блакитні кольори і застосовуються всесезонно з добавками антикорозійних та антипінних присадок.

Тосол А являє собою концентрат, при розведенні якого на 50 % дистильованою водою, одержують антифриз із температурою кристалізації – 35°C. При відповідному розчині концентрату дистильованою водою одержують Тосол А-40 з температурою замерзання -40°C і Тосол А-65 з температурою замерзання – 65°C.

Марку Тосола можна визначити за його густиною при 20°C, бо вона для Тосола А становить 1120...1140 кг/м³, для Тосола А-40 – 1075...1085 кг/м³, для Тосола А-65 – 1085...1095 кг/м³.

Етиленгліколеві охолоджувальні рідини – сильні отрути, тому з ними слід працювати досить обережно.

Проведення діагностичних випробувань

Склад антифризу визначають гідрометром. Існують спеціальні ареометри-гідрометри, за допомогою яких вимірюють зміст етиленгліколю в антифризі та температуру його замерзання. Гідрометр (рис.74.2) являє собою ареометр, постачений замість шкали густини подвійною шкалою – змісту етиленгліколю та температури замерзання. При проведенні досліду температура антифризу повинна бути 20°C, для чого антифриз, налитий у циліндр, витримують у термостатованому пристрої протягом 15 хв. За цих умов не потрібно вносити в результат діагностики відповідні температурні виправ-

лення.

Обережно опустити гідрометр у циліндр із антифризом.

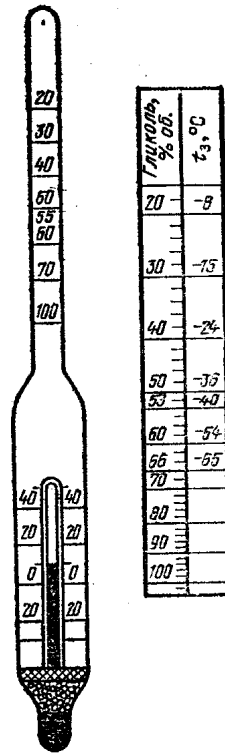


Рис.74.2. Гідрометр і його шкала

Після виставлення гідрометру, за верхньою границею меніска відрахувати на шкалі значення склад антифризу та температури застигання. Якщо визначення складу антифризу відбувало не при 20 °С, тоді в показання гідрометра слід внести відповідні виправлення (табл.74.2).

У першій графі таблиці визначають температуру, при якій проводиться дослід, а вдовж горизонтального рядка – показання гідрометра при температурі досліді. Потім у тому ж стовпці, але в рядку, що відповідає 20 °С, знаходять дійсний зміст етиленгліколю в антифризі.

Наприклад, при температурі 10°С зміст етиленгліколю за гідрометром 38 %. Дійсний зміст етиленгліколю (при 20 °С) буде 35 %. Якщо в таблиці відсутні значення температури й показань гідрометра, звертаються до інтерполяції. Після того як знайдено дійсний склад антифризу, за шкалою гідрометра визначають температуру його замерзання.

Виправлення до показань гідрометра

Температура випробуваного антифризу, °С,	Зміст етиленгліколю, % (об'ємний)								
	30	17	22	27	32	36	41	46	5
20	20	25	30	35	40	45	40	55	60
15	21	26	32	37	42	47	52	57	63
10	22	27	33	38	44	49	54	59	65
0	24	29	29	35	40	47	52	63	69
-10	26	31	37	43	50	56	62	67	73

У тому випадку, коли склад антифризу не відповідає нормам, виготовляють суміш необхідної якості. Необхідну добавку води або етиленгліколю при виправленні антифризу розраховують за формулою $M = \frac{a-b}{b} H$, а при додаванні води за формулою $M = \frac{c-d}{d} H$,

де M – кількість компонента, що додає, л; H – об'єм вихідного зразка, л; a, b – зміст води у вихідному зразку та у заданій суміші, % по обсязі; c і d – зміст етиленгліколю у вихідному зразку й у заданій суміші, % (об'єм).

Контрольні запитання

1. Що являє собою антифриз?
2. Які основні показники рідини низького замерзання?
3. За яких умов потрібно міняти тосол або антифриз?
4. Яку роль виконує охолоджувальна рідина у двигуні?

Література [3, 15]

Лабораторна робота № 75

ДІАГНОСТУВАННЯ ЯКОСТІ МАСЕЛ НА СПЕКТРАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ МФС-7

Мета роботи

Набути практичні навички по визначенню кількості присадок у маслах за допомогою фотоелектричної установки МФС-7 з можливістю прийняття рішення щодо доцільності застосування обраного масла для конкретного агрегату.

Устаткування та матеріали

1. Проби масла М-10Г₂к, МС-20.
2. Фотоелектрична установка МФС-7.
3. Електромеханічна мішалка.
4. Пристосування для відбору проб масла.
5. Ємність 250 мт.
6. Бензин Б-70.
7. Вугільні електроди марки С-2.
8. Пристосування для калібрування електродів.

Зміст і порядок виконання роботи

Існуючі масла залежно від ступеня форсування двигуна розрізняються за характером дії та змістом присадок або їхніх композицій, що досягають 0,5...20 % і більше.

При роботі двигуна присадки масел спрацьовуються і їх концентрація зменшується. Швидкість зниження початкової концентрації присадок у маслі при роботі двигуна залежить від їхньої кількості, ефективності та ступеня форсування двигуна, його технічного стану, якості палива та умов експлуатації двигуна.

Про зниження змісту присадки в маслі свідчить зміна його лужного числа. Однак цей метод придатний лише для масел із присадками, до складу яких входять з'єднання, що зумовлюють лужне середовище розчину.

Більш точно про концентрації присадок у маслі можна судити за змістом їхніх основних компонентів (барію, кальцію, цинку, фосфору, магнію, молібдену й ін.). У табл.75.1 наведені присадки, що найбільш часто зустрічаються в маслах.

Таблиця 75.1

Присадки до масел

Марка	Концентрація в маслі, %	Інші властивості й особливості Застосування
1	2	3
<i>Антиокисні</i>		
ДФ-11	1,0–2,5	Протизношувальні, протикорозійні
ДФБ	1,0–2,2	Протизношувальні, протикорозійні, має також антифрикційну дію
ДФ-1	2,0	–
ВНИИНП-354	2,0–2,2	Протизношувальні, протикорозійні
ИХП-21	2,4–2,6	Протизношувальні, протикорозійні, має також високу термоокислювальну стабільність
МНИИП-22к	4,0–4,6	Протикорозійні, миючі
КАСП-13	–	Протикорозійні, протизношувальні
Борін	–	–
ДБК (ионол)	–	–
Агидол-2 (НГ-2246)	–	Для стабілізації масел, змащень, каучуків і інших продуктів
<i>Миючі-диспергуючі</i>		
ПМС	2,2–18,0	Нейтралізуючі
С-150	1,5–5,0	Те ж
С-300	20,0–25,0	Те ж
ПМС'я (барієва)	3,2	–
ПМС'я (кальцієва)	1,5–5,0	–
СБ-3 СБ-3у	2,0–3,0	–

Продовження табл. 75.1

1	2	3
НСК	8,0–13,0	–
ЦИАТИМ-339	3,0–6,0	Протикорозійні
ВНИИНП-360	3,5–6,0	Протикорозійні, протизношувальні
ВНИИНП-370	5,0–15,0	Протикорозійні
ВНИИНП-371	2,0	
БфКу	6,0–10,0	Те ж
АСК	$\geq 0,5$	Антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
МАСК	3,8–14	Нейтралізуючі, антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
АСБ	–	Стійкі до впливу прісної й морської води
Детерсол-50	$\geq 0,5$	Антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
Детерсол-140	3,8–14	Нейтралізуючі, антиокисні, стійкі до впливу прісної й морської води
<i>Диспергуючі</i>		
С-5А	–	–
Днепрол	2–3	–
<i>Що змазують (противозадирні, протизношувальні, антифрикційні)</i>		
ЕФО	5–6	Протизношувальні
АДТФ	–	Має антифрикційними й протизношувальні властивості
ЛЗ-309/2	–	Поліпшує противоизносные властивості
ВИР-1	4,0–6,5* 2,0–3,5**	Має високі антиокисні й антифрикційні властивості
ОТП	–	Протизадирні
АБЕС	– 6-9	Для поліпшення протизадирних властивостей трансмісійних і індустріальних масел
КИНХ-2	–	Те ж

ИХП-14А	–	Те ж
БМА-5	–	–

Продовження табл. 75.1

Продовження табл. 75.1

1	2	3
ЛЗ-23К	0,5 (для моторних масел), 5-6 (для трансмісійних масел)	Протизадирні
КИНХ-2	–	Те ж
ИХП-14А	–	Те ж
БМА-5	–	–
<i>Депресорні</i>		
АзНИИ	До 0,5	–
АзНИИ-ЦИАТИМ-1	1	–
АФК	1	–
ПМА «Д»	1	Володіє загущаючими властивостями – підвищує в'язкість і індекс в'язкості
<i>Вязкостные</i>		
КП-5, КП-10, КП-20	2–3, 20	Для одержання загущених, моторних, індустриальних, редукторних і гідравлічних масел
ПМА «В-1»	18	У моторних, трансмісійних, і гідравлічних маслах
ПМА «В-2»	6	У моторних маслах і робочих рідинах для гідравлічних систем
ВИНИПОЛ	–	Загущаюча присадка для гідравлічних, компресійних і інших масел
<i>Антипінні</i>		
ПМС-200А	0,001–0,005	

*Трансмісійні масла.

** Індустриальні масла.

Фотоелектрична установка МФС-7 призначена для збудження емісійних спектрів і реєстрації аналітичних сигналів спектральних

ліній різних елементів продуктів зношування та присадок у маслі.

У комплект установки входять поліхроматор зі спеціальним штативом для аналізу рідких проб, персональна електронно-обчислювальна машина; друкувальний пристрій, джерело збудження спектра ДПС-28, електромагнітний стабілізатор напруги С-0,75, стабілізатор СТС-2М.

Проба, що аналізується, встановлюється в штатив (рис.75.1) і подається на обертовий вугільний стрижневий електрод обертовим кварцовим диском, зануреним у ванночку з маслом.

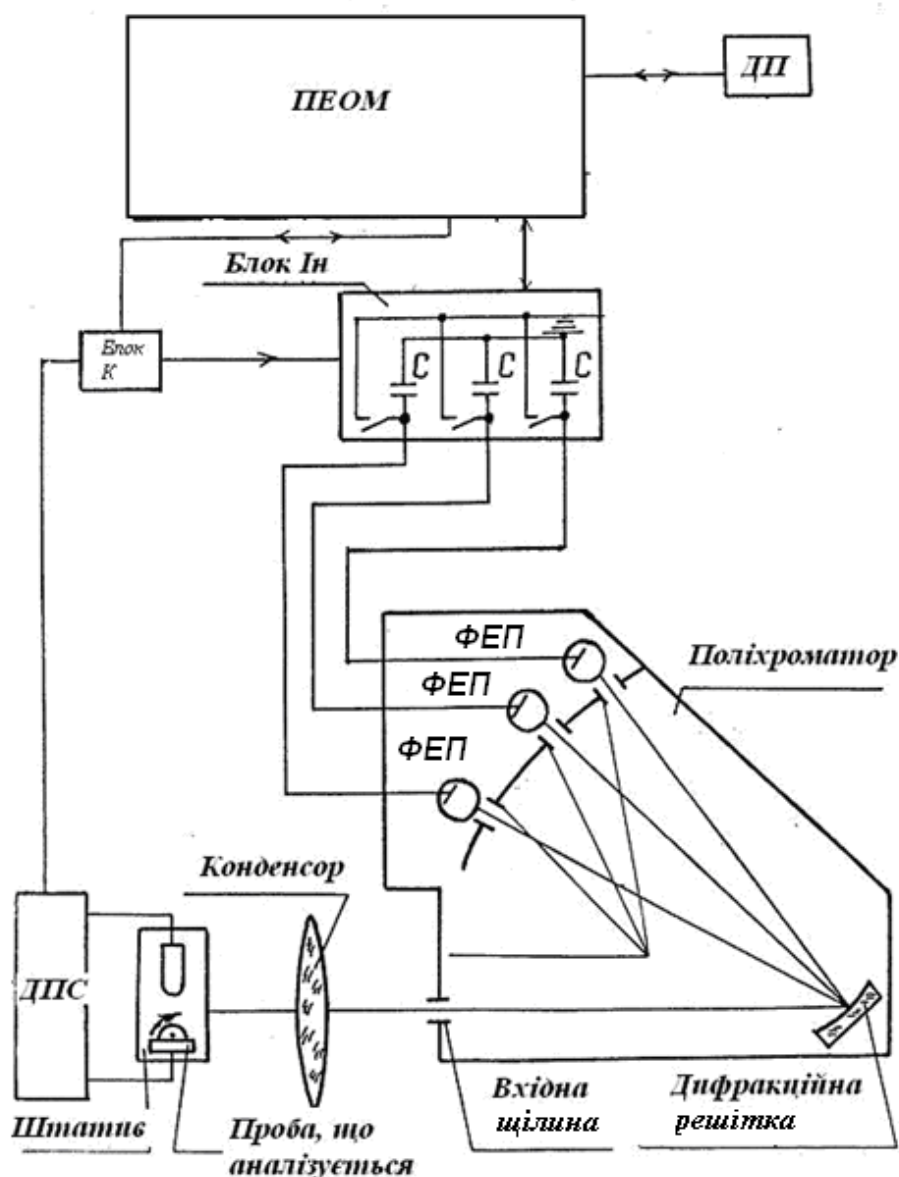


Рис.75.1. Функціональна схема фотоелектричної установки МФС-7: ДП – друкувальний пристрій; ФЕУ – фотоелектронний множитель;

С – конденсатор; ДПС – джерело порушення спектра; I_H – інтегратори;
К – контролер; ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина

Випромінювання розряду спрямовується на вхідну щілину поліхроматора з увігнутою дифракційною решіткою, що розкладає випромінювання в спектр. Вихідні щілини поліхроматора виділяють зі спектра необхідні аналітичні лінії.

Виділений потік випромінювання спрямовується до фотокато-ду відповідного ФЕУ (фотоелектричний множитель). В анодному ланцюзі ФЕУ протікає струм. Для одержання стабільних результатів спостережень необхідне усереднення спектроаналітичних сигналів протягом деякого обраного проміжку часу. В установці це усереднення досягається нагромадженням (інтегруванням) зарядів на конденсаторах з ємністю C , ввімкнених в анодному ланцюзі ФЕУ (в блоці інтеграторів). Заряд всіх конденсаторів виробляється одночасно.

По закінченні часу інтегрування T програмою керування здійснюється послідовне опитування конденсаторів. Сигнал у двоїчно-десятковому цифровому коді подається до комп'ютера і за заданою програмою відбувається обробка сигналів та їх передача на екран монітора.

Кінцеві результати являють собою перетворені значення сигналів, пропорційні абсолютному або відносному значенням інтенсивності спектральних ліній або значенням концентрації елементів проби, що аналізуються.

Під час роботи установки команди надходять до дешифратора блоку контролера K . Дешифратор перетворює цифрові сигнали, які підсилюються за потужністю і подаються на виконавчі пристрої автоматики ДПС і блоку I_H .

Тривалість часу інтегрування в установці досягається програмним засобом за рахунок використання тактового генератора. При цьому забезпечується можливість отримання сигналів, пропорційних абсолютним значенням інтенсивностей спектральних ліній.

Загальний час аналізу однієї проби масел на 16 елементів становить 3...4 хв, охоплюючи:

- промивання дозуючого диска;
- виставлення електродів;

- заправлення ванночки аналізованою пробєю масла та розміщення в штатив;
- попереднього нагрівання електродів, випалу та експозиції;
- друкування результатів.

Перед початком проведення аналізу необхідно:

1. За допомогою електромеханічної мішалки ретельно перемішати пробу протягом 5 хв, злити у ванночку та виставити в штатив.
2. Ввімкнути живлення установки МФС-7 за допомогою рубильника.
3. Включити комп'ютер.
4. Ввімкнути монітор.
5. Увійти в програму «QUANT1».
6. Увійти в режим «Завдання аналітичної програми».
7. Увійти в «PRO».
8. Увійти в «M10M2».
9. Увійти в розділ «Аналіз» і відповісти на питання в діалоговому режимі.
10. Ввімкнути тумблер "мережа" на блоці живлення КСМ.
11. Ввімкнути тумблер "мережа" на блоці ДЗС-28.

Отримані результати у вольтів перевести у концентрацію г/т (за допомогою тарувальних графіків). Вздовж осі ординат відкласти отриманий результат, знайти точку перетинання на графіку, й опустивши перпендикуляр на вісь абсцис, отримати результат у г/т (рис.75.2).

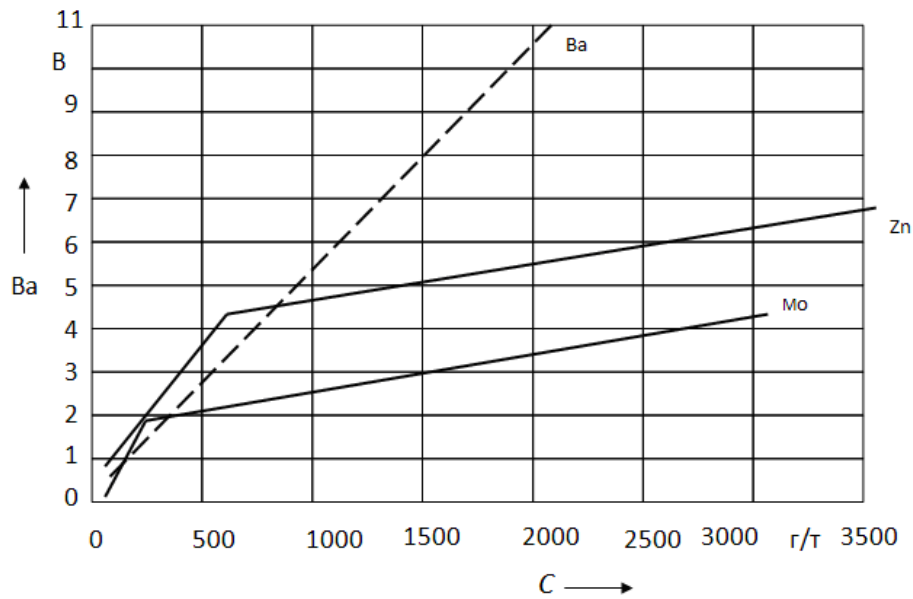


Рис.75.2. Тарувальний графік

Отримані результати порівняти із можливо-припустимими концентраціями (табл.75.1) і надавши висновок щодо наявності присадок у обраному маслі.

Контрольні запитання

1. Яку роль виконують присадки в сучасних маслах?
2. Чим відрізняється моторне масло від трансмісійного?
3. Яку роль виконує присадка, що містить молібден?
4. Які присадки здатні поліпшити декілька властивостей масла?
5. З якою метою вводиться в масло антиокисна присадка?

Література [3, 15]

Література

1. Автомобиль ГАЗ-66. Устройство, обслуживание и ремонт.
2. Буралев Ю.В. Устройство, обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей / Буралев Ю.В. и др. – М.: Высш. Шк., 1982. – 272 с.
3. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы / Л.С. Васильева. – М.: Транспорт, 1986. – 279 с.
4. Гаврилов К.Л. Диагностика электрооборудования автомобилей. Практическое руководство / К.Л. Гаврилов. – М.: Солон-Р, 2001. – 82 с.
5. Гирявец А.К. Теория управления автомобильным бензиновым двигателем / А.К. Гирявец. – М.: «Русский сервис», 1997. – 190 с.
6. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 264 с.
7. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей. – Харьков: Вища школа, 1984. – 312 с.
8. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 272 с.
9. Данов Б.А. Электронные системы управления иностранных

автомобилей / Б.А. Данов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 224 с.

10. Духнин Ю.В. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей / Ю.В. Духнин, Ю.И. Будыко, В.Э. Коганер и др. – Л.: Машиностроение, 1982. – 144 с.

11. Двигатель ВАЗ-2111 с системой распределенного впрыска топлива (контроллер BOSCH VP7.0H). – М.: За рулем, 2000. – 104 с.

12. Двигатели внутреннего сгорания / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1985. – 456 с.

13. Деревянко В.А. Системы впрыска топлива Bosh / В.А. Деревянко. – М.: Петит, 2000. – 200 с.

14. Караулов А.К. Автомобильные топлива. Бензины и дизельные. Ассортимент и применение: справочник / А.К. Караулов, Н.Н. Худолий. – К., Журнал «Радуга», 1999. – 214 с.

15. Колосюк Д.С. Використання та економія матеріалів і ресурсів на автомобільному транспорті: підруч / Д.С. Колосюк. – К.: Вища шк., 1992. – 206 с.

16. Корп, Т. Хеберле, Т. Наук. VW GOLF. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту / Корп, Т. Хеберле, Т. Наук – М.: АСТ Астрель, 2003. – 272 с.

17. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств (кн. 1 и 2) / В.Е. Канарчук. – К.: Вища школа, 1991. – 406 с.

18. Казедорф Ю. Системы впрыска зарубежных автомобилей / Ю. Казедорф. – М.: За рулем, – 2000. – 254 с.

19. Крутов В.И. Топливная аппаратура автотракторных двигателей / В.И. Крутов и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 208 с.

20. Обельницкий А.М. Топливо и смазочные материалы / А.М. Обельницкий. – М.: Высш. Шк., 1982. – 208 с.

21. Практика диагностирования автомобилей: учеб. Пособие; под ред. А.Н. Юрченко. – К.: НМК ВО, 1993. – 216 с.

22. Погребной С. ВАЗ-2110i, ВАЗ 2112i. Руководство по эксплу-

атации, техническому обслуживанию и ремонту / С. Погребной. – М.: Третий дом, 2008. – 319 с.

23. Положение о техническом обслуживании и ремонте дорожных транспортных средств автомобильного транспорта. – Приказ Минтранса Украины от 30.03.98 г. № 102. – 42 с.

24. Пинский Ф.И. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания: учеб. Пособие / Ф.И. Финский, Давтян Р.И., Б.Я. Черняк. – М.: «Легион–Автодата», 2002. – 136 с.

25. Разработка и изготовление опытного образца передвижной станции диагностики автомобилей. Отчет об опытно-конструкторской работе (бюджетная тема №30-53-92). – Харьков: ХАДИ, 1993. – 146 с.

26. Росс Твег. Системы зажигания легковых автомобилей. Устройство, обслуживание и ремонт / Росс Твег. – М.: За рулем, 1998. – 96 с.

27. Сабин А.А. Автомобили с дизельными двигателями / А.А. Сабин. – М.: Высшая школа., 1970. – 264 с.

28. Сергеев В.Н. Диагностирование электрооборудования / В.Н. Сергеев, А.С. Ютт. – М.: Транспорт, 1987. – 158 с.

29. Системы управления двигателем. Системы впрыска и зажигания бензиновых двигателей. Том 6. Диагностика и проверка узлов автомобилей выпуска 1992-96 гг. – М.: «Легион», 1998. – 832 с.

30. Системы управления дизельными двигателями. Узлы и агрегаты. Перевод с немецкого (BOSCH). Первое русское издание. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулём», 2004. – 480 с.

31. Системы управления бензиновыми двигателями. Узлы и агрегаты. Перевод с немецкого (BOSCH). Первое русское издание. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулём», 2005. – 432 с.

32. Средства транспортные дорожные. Эксплуатационные требования безопасности к техническому состоянию и методы контроля: ДСТУ 3649-97. – [Введ. 01.01.99]. – К.: Госстандарт Украины, 1998. – 17 с.

33. Тимофеев А.В. Электрооборудование автомобиля. Устранение и предупреждение неисправностей / А.В. Тимофеев, И.Н. Ильин. – М.: Транспорт, 1987. – 158 с.
34. Унгер Э.В. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ / С.В. Унгер, В.И. Левин – М.: Транспорт, 1976. – 216 с.
35. Уайт Ч. Диагностика двигателя. Коды неисправностей: руководство / Ч. Уайт. – СПб.: Алфамер, 2003. – 256 с.
36. Щеголь В.В. Одноцилиндровая универсальная установка УИТ-65 / Щеголь В.В., Безносиков И.Я., Киселев Н.А. – М.: Машиностроение, 1970. – 123 с.
37. Юрченко А.Н. Ходовая часть автомобиля / А.Н. Юрченко. – К.: Высшая школа, 1983. – 132 с.
38. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды (пер. с польского) / Ю. Якубовский. – М.: Транспорт, 1979. – 123 с.
39. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля / В.Ф. Яковлев. – М.: Салон-Пресс, 2003. – 272 с.
- Skoda Octavia 1996-2002 гг. Выпуска. Руководство по эксплуатации, техническое обслуживание, ремонт и особенности конструкции, электросхемы / Сост. В. Декет, А. Лешик, Л. Черноостровская-К., Автомастер, 2003. – 286 с.

Предметний покажчик

А

Алгоритм – 17
Аналіз даних – 21
Автокалібровка – 78
Аналіз рівня шуму – 96
Автомобільний двигун – 179
Акумуляторна система паливоподачі – 256
Акумуляторна батарея – 341, 346
Антиблокувальна система – 450

Б

Блоки даних – 8
Балансування коліс – 77
Бензиновий двигун – 283

В

Відпрацьовані гази – 37, 89, 135

Вібраційне діагностування – 153
Впорскування бензину – 291
В'язкість нафтопродуктів – 507

Г

Генератор струму – 350
Гальмова система – 429, 436, 440, 441

Д

Дорожні транспортні засоби – 36, 99
Діагностична карта – 42
Діагностування автомобіля – 49
Діагностування кузова легкового автомобіля – 62
Діагностика загального стану двигуна – 111
Дизельний двигун – 271

Е

Електроустаткування автомобіля – 335

З

Заглибні бензонасоси – 312

І

Інтерфейс – 5

Індикаторні показники – 127, 132

К

Коефіцієнт корисної дії – 83

Кисневий датчик – 320

Комплексна система керування двигуном – 326

Коробка передач – 408

Кути керованих коліс – 420

Керована підвіска – 476

Концентрація смол – 501

М

Метрологічна оцінка – 33

Мікропроцесорне керування – 263, 388

З

Обробка сигналів – 15

П

Похибка вимірів – 28

Пересувна станція діагностики – 49

Перевірка гальм – 54

Перевірка тягових властивостей – 56

Паливний насос – 266, 278

Прилади освітлення та сигналізації – 374

Протибуксувальна система – 462

Р

Регулювання холостого ходу – 170

Рульове керування – 412

С

Система – 5

Світлопропускання – 105

Система охолодження – 159

Спектральний аналіз мастила – 163

Система впорскування – 189, 202, 212, 246

Система керування двигуном – 198

Стартер – 354

Система запалювання – 362, 396

Система динамічної стабілізації – 470

Т

Тягово-гальмівний стенд – 26

Технічний огляд – 36, 142

Тягові характеристики – 69

Технічне обслуговування – 159

Трансмсія автомобіля – 403

Температура капле падіння – 533

Температура спалаху масла – 536

Температура застигання дизельного палива – 539

Ф

Форсунки – 223, 236, 271, 302, 307

Фракційний склад бензину – 251

Ш

Швидкісні характеристик двигуна – 118

Я

Якість палив – 514

Якість масла – 529, 548

Якість охолоджувальних рідин – 542

ЗМІСТ

Загальні вказівки	3
Робота № 1. Будова і робота системи збору даних	4
Робота № 2. Обробка інформації в системі збору даних	14
Робота № 3. Метрологічна оцінка результатів перевірки вимірювальної системи ПДС-Л (Частина 1)	25
Робота № 4. Метрологічна оцінка результатів перевірки вимірювальної системи ПДС-Л (Частина 2)	32
Робота № 5. Технологія проведення технічного огляду автомобілів з використанням інструментальних засобів	35
Робота № 6. Заповнення діагностичної карти і висновок про технічний стан автомобіля з використанням ПЕОМ	41
Робота № 7. Діагностування автомобілів на пересувній станції діагностики	48
Робота № 8. Програмне забезпечення «ESI TRONIC». Призначення і можливості	57
Робота № 9. Сервісні процедури з використанням професійного обладнання	61
Робота № 10. Діагностика кузова легкового автомобіля	75
Робота № 11. Визначення тягових характеристик автомобіля на стенді з біговими барабанами	82
Робота № 12. Динамічне балансування коліс автомобілів на стенді ELDIS	90
Робота № 13. Визначення коефіцієнта корисної дії та механічних втрат на стенді з біговими барабанами	96
Робота № 14. Визначення змісту оксидів азоту (NO _x) у відпрацьованих газах легкового автомобіля на роликівому стенді ПДС-Л	105
Робота № 15. Визначення та аналіз рівня шуму автомобілів	109
Робота № 16. Перевірка світлопропускання автомобільного скла	118
Робота № 17. Діагностика загального стану двигуна. Перевірка циліндропоршневої групи та газорозподільного механізму	124
Робота № 18. Визначення швидкісних і навантажувальних	131

характеристик двигуна ВАЗ-21083

Робота № 19. Визначення індикаторних показників двигуна ВАЗ-21083	140
Робота № 20. Перевірка токсичності відпрацьованих газів двигуна легкового автомобіля відповідно до ДСТУ	145
Робота № 21. Оцінка технічного стану циліндропоршневої групи двигуна з використанням діагностичного устаткування фірми BOSCH	150
Робота № 22. Вібраційне діагностування ЦПП і КШМ двигуна	163
Робота № 23. Контроль працездатності та технічне обслуговування системи охолодження	169
Робота № 24. Діагностика двигунів по параметрам спектрального аналізу мастила на МФС-7	173
Робота № 25. Перевірка та регулювання холостого ходу двигуна автомобіля VW–Golf	180
Робота № 26. Запуск несправного автомобільного двигуна, що має електронну систему керування (ЕС-КД)	189
Робота № 27. Перевірка працездатності елементів системи впорскування бензинових двигунів	199
Робота № 28. Діагностика загального стану системи керування двигуном автомобіля	208
Робота № 29. Діагностування систем електронного керування впорскуванням палива	212
Робота № 30. Будова і експлуатаційні властивості системи упорскування бензину у впускний колектор автомобільного двигуна	222
Робота № 31. Визначення продуктивності форсунок у системі упорскування бензину	233
Робота № 32. Визначення динамічних характеристик паливних форсунок з електромагнітними приводами клапанів	246
Робота № 33. Будова і експлуатаційні властивості системи безпосереднього упорскування бензину в камеру згоряння	256

Робота № 34. Будо́ва і експлуатаційні властиво́сті акумуля́торної систе́ми паливопода́чі авто́мобільного дизе́ля	266
Робота № 35. Регулюва́ння нерівно́мірності пода́чі палив-ного насо́са висо́кого тиску	276
Робота № 36. Пере́вірка та регулюва́ння форсу́нок дизе́льного дви́гуна	281
Робота № 37. Пере́вірка та регулюва́ння плунже́рних пар нагніта́льних секці́й ПНВТ дизе́льного дви́гуна	288
Робота № 38. Пере́вірка палив-ного насо́са систе́ми впо́рскуван-ня бензи́нового дви́гуна	292
Робота № 39. Діагно́стуван-ня систе́ми впо́рскуван-ня бензи́ну у впуск-ний колекто́р по сигна́лу λ -зонда	300
Робота № 40. Діагно́стика техні́чного ста́ну форсу́нок сис-тем живле́ння бензи́нових дви́гунів	311
Робота № 41. Очи́щення форсу́нок сис-тем живле́ння бензи́нових дви́гунів на ста́нді ПУЛЬСА́Р-ЕКОНО́М	316
Робота № 42. Контро́ль працездатно́сті загли́бних бензона́сосів	321
Робота № 43. Діагно́стуван-ня ста́ну кисне́вого датчи́ка (лямбда-зонда)	329
Робота № 44. Діагно́стуван-ня датчи́ків комплексно́ї систе́ми керува́ння дви́гуном	335
Робота № 45. Діагно́стика загаль-ного ста́ну електроу́статкуван-ня авто́моби́ля	345
Робота № 46. Техні́чне обслу́говуван-ня та заря́дка акумуля́торних бата́рей	351
Робота № 47. Оці́нка розряд-них характе́ристик акумуля́торних бата́рей	356
Робота № 48. Оці́нка техні́чного ста́ну авто́моби́льного ге-нерато́ра змін-ного стру́му	360
Робота № 49. Пере́вірка техні́чного ста́ну старте́ра	364
Робота № 50. Діагно́стика загаль-ного ста́ну систе́ми запалюва́ння	372

Робота № 51. Діагностування приладів освітлення та сигналізації	384
Робота № 52. Структура, функції й компоненти автомобільних мікропроцесорних систем керування	398
Робота № 53. Компоненти, робочий процес і параметри системи запалювання з електронним керуванням	406
Робота № 54. Перевірка агрегатів трансмісії автомобіля	413
Робота № 55. Вібраційне діагностування коробки передач автомобіля SKODA Octavia	418
Робота № 56. Діагностика рульового керування	422
Робота № 57. Перевірка кутів виставлення керованих коліс легкових автомобілів за допомогою лазерного стенда»УНІТЕСТ-ЛАЗЕР»	430
Робота № 58. Контроль працездатності пневматичної гальмової системи вантажного автомобіля	439
Робота № 59. Діагностування гальмівної системи легкового автомобіля на стенді з біговими барабанами	447
Робота № 60. Контроль працездатності гідравлічної гальмової системи легкового автомобіля	452
Робота № 61. Будова і експлуатаційні властивості антиблокувальної системи	462
Робота № 62. Будова і експлуатаційні властивості протибуксувальної системи	474
Робота № 63. Будова і експлуатаційні властивості системи динамічної стабілізації курсової стійкості автомобіля	482
Робота № 64. Будова і експлуатаційні властивості керованої підвіски	488
Робота № 65. Стендові випробування робочої гальмівної системи	502
Робота № 66. Вимірювання рівня концентрації фактичних смол у паливі	512
Робота № 67. Вимірювання кінематичної в'язкості нафтопродуктів	518
Робота № 68. Діагностування якості палив і визначення ок-	525

танових чисел	
Робота № 69. Визначення фракційного складу бензину	532
Робота № 70. Якісний та кількісний контроль домішок води в маслі	540
Робота № 71. Визначення температури каплепадіння пластичного змащення	544
Робота № 72. Вимірювання температури спалаху моторних масел у відкритому тиглі	547
Робота № 73. Визначення температури застигання дизельного палива	550
Робота № 74. Діагностика якості охолоджувальних рідин низького замерзання	553
Робота № 75. Діагностування якості масел на спектральній установці МФС-7	558
Література	566
Предметний покажчик	570

Навчально-методичне видання

В.П. Волков, І.А. Мармут, В.Д. Мигаль, А.М.Пойда, І.С. Наглюк,
О.В. Дитяцьєв, І.Ю. Сараєва, С.І. Кривошапов, С.М. Мастепан,
Є.Ю. Зенкін, Ю.В. Горбик, В.М. Павленко, С.А. Торяник, В.І. Белов,
Ю.В. Зибцев, В.В. Безрідний, М.П. Булгаков, В.М. Попов, В.О. Зуєв,
М.І. Наглюк, Є.О. Комов, О.Ю. Ставицький

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Відповідальний за випуск Волков В.П.

За загальною редакцією проф. Волкова В.П.

План

Підписано до друку

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк RISO. Умовн. друк. арк. Обл.-вид. арк.

Замовлення № Тираж прим. Ціна договірна

Видавництво ХНАДУ, 61002, м. Харків-МСП, вул. Петровського, 25

Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкту видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК № 897 від 17.04. 2002 р.