

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

## **СУЧАСНІ ЗАСОБИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ**

### **Методичні вказівки**

до виконання лабораторних робіт для студентів за напрямом підготовки  
6.07010601 – «Автомобільний транспорт» спеціальності 8.07010601 -  
«Автомобілі та автомобільне господарство»

Затверджено на засіданні кафедри  
«Автомобільного транспорту та  
галузевого машинобудування»  
Протокол № 8 от 19.04.2017 р.

Сучасні засоби технічної діагностики автомобілів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.07010601 - «Автомобільний транспорт» спеціальності 8.07010601 - «Автомобілі та автомобільне господарство». Укл.: Веремей Г. О. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 56 с.

- Укладачі: Веремей Геннадій Олександрович,  
кандидат технічних наук, доцент кафедри  
«Автомобільного транспорту та галузевого  
машинобудування»
- Відповідальний за випуск: Кальченко Віталій Іванович, завідувач кафедри  
«Автомобільного транспорту та галузевого  
машинобудування»,  
доктор технічних наук, професор
- Рецензент: Венжега Володимир Іванович,  
кандидат технічних наук, доцент кафедри  
«Автомобільного транспорту та галузевого  
машинобудування» Чернігівського  
національного технологічного університету

## ЗМІСТ

Вступ .....	2
Лабораторна робота №1. Будова і робота системи збору даних.....	5
Лабораторна робота №2. Метрологічна оцінка результатів перевірки вимірювальної системи ПДЛ-С.....	13
Лабораторна робота №3. Діагностика кузова легкового автомобіля.....	20
Лабораторна робота №4. Визначення тягових характеристик автомобіля на стенді з біговими барабанами.....	26
Лабораторна робота №5. Системи упорскування бензину автомобільного двигуна.....	32
Лабораторна робота №6. Контроль світлопропускання автомобільного скла.....	40
Лабораторна робота №7. Діагностика двигуна по параметрам спектрального аналізу мастила.....	44
Лабораторна робота №8. Визначення швидкісних і навантажувальних характеристик бензинового двигуна.....	49
Рекомендована література.....	51

## Вступ

Курс «Засоби технічної діагностики автомобілів» є нормативною навчальною дисципліною, складеною відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму «Автомобільний транспорт».

Метою викладання навчальної дисципліни «Засоби технічної діагностики автомобілів» є засвоєння бакалаврами за спеціальністю «Автомобільний транспорт» основ та принципів виявлення технічного стану автомобілів із застосуванням методів та засобів діагностування в умовах сучасних автосервісних підприємств.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є засоби технічного діагностування автомобілів.

«Засоби технічної діагностики автомобілів» базується на таких дисциплінах, як «Основи технічної діагностики автомобілів», «Основи конструкції автомобілів», «Теоретична механіка», «Автомобілі», «Автомобільні двигуни», «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання», «Деталі машин».

Основними завданнями дисципліни «Засоби технічної діагностики автомобілів» є:

- 1) Вивчення цілей, основних понять і термінів системи технічного діагностування автомобілів.
- 2) Ознайомлення із структурою процесу діагностування та його елементами.
- 3) Засвоєння понять діагностичних моделей, параметрів й нормативів, а також прогнозування технічного стану автомобіля.
- 4) Ознайомлення із засобами для діагностування двигунів та його систем.
- 5) Вивчення понять метрологічного забезпечення робіт по перевірці технічного стану колісних транспортних засобів, ефективності діагностування автомобілів, перспектив розвитку технічної діагностики.
- 6) Придбання знань та навичок щодо визначення технічного стану основних систем АТЗ засобами класичного діагностування із застосуванням сучасного діагностичного устаткування.

Дані методичні вказівки розроблені для проведення лабораторного практикуму традиційними методами із застосуванням діагностичного устаткування та стендового автомобільного обладнання.

Застосовані скорочення:

ЗТДА – засоби технічного діагностування;

ПД – процес діагностування;

ДП – діагностичний параметр;

АСП – автосервісні підприємства;

АТЗ – автотранспортний засіб;

ПТС – параметр технічного стану.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## БУДОВА І РОБОТА СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ

### Мета роботи

Вивчити принципи побудови інформаційних систем і програмно-апаратних комплексів, що застосовуються у технічній діагностиці автомобілів, отримати навички роботи із системою збору, зберігання й обробки даних, побудованої на основі персонального комп'ютера, модуля введення аналогових сигналів та програмного додатку Power Graf 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 Power Graf 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 Power Graf здійснює синхронне відображення оцифрованих сигналів на екрані комп'ютера.

Завдяки модулю L783 і програмі Power Graf, 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.

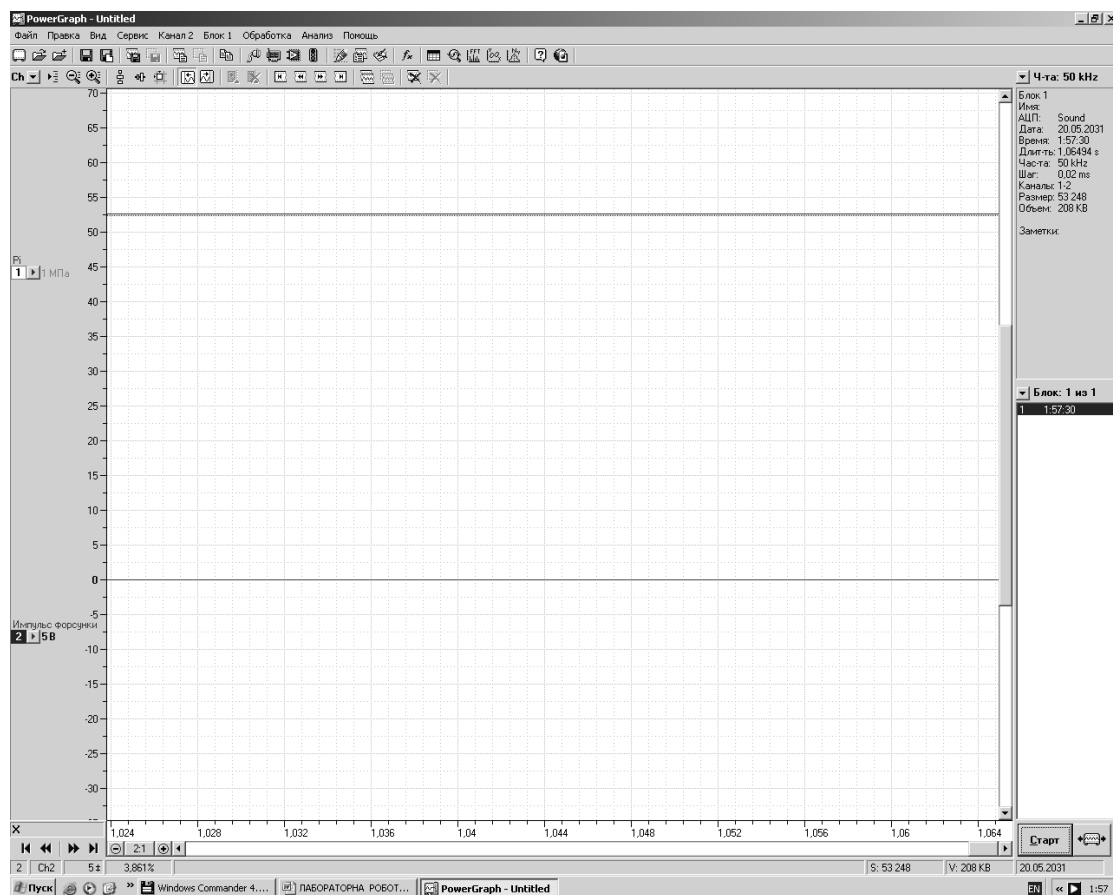
Через порти USB1 і USB2 можна підключити газоаналізатор, вимірювач диму та інші прилади, розширивши інформацію про роботу автомобіля.

### 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 PowerGraph. 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» (рисунок 1.1) складається з наступних функціональних частин:



*Рисунок 1.1 - Головне вікно програми «PowerGraph»*

«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.

*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 «Power Graph» 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 переміщаючи 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 «Power Graph» здійснює блоковий запис результатів аналого-цифрового перетворення. Кожний блок являє собою безперервний набір даних, записаних із заданою частотою, 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 «Power Graph» 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 «Power Graph» 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 «Power Graph» дозволяє вводити текстові описи (замітки) до всього файлу. Вікно заміток викликається командою «примітки»(Notes)у меню «Файл».

*Область виділення.* Програма «Power Graph» 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 «Power Graph» 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 «Power Graph» використовуються файли формату «Power Graph Chart» (файли з розширенням «pgc»). Цей формат дозволяє записувати в один файл кілька блоків даних, а

також зберігати разом з даними різні настроювання, 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 «Power Graph» 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 вибирати команду «Зберегти» (Save As) у меню «Файл». При збереженні даних треба указати 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) – указати перед даними інформацію про блок (дата й час запису, кількість значень і інтервал між ними);
- заголовки стовпців (Headers of Columns) – указати 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 Power Graf 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**

*Рисунок 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 Power Graf?
4. У якій формі зберігаються дані у цій програмі?
5. Які дії можна виконувати над даними, збереженими у програмі Power Graf?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 МЕТРОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕРЕВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПДС-Л

### 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.

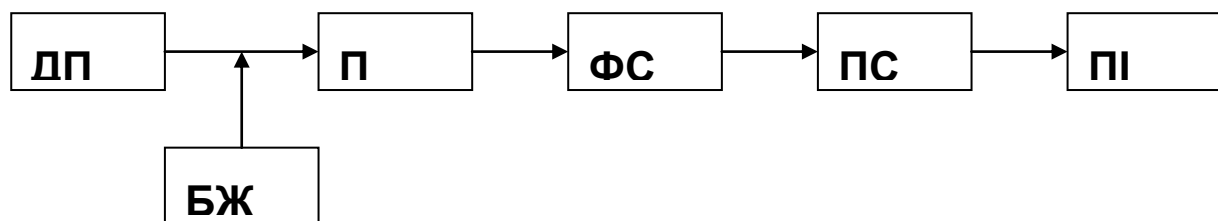
### Теоретичні положення

#### *Вимірювальна система ПДС-Л*

Періодична атестація діагностичного устаткування, зокрема тягово-гальмівних стендів, є одним з основних способів підтримки на заданому рівні характеристик точності 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.

Структурна схема ВС ПДС-Л представлена на рис. 2.1.



*Рисунок 2.1 - Структурна схема ВС ПДС-Л:*

*ДП – датчик первинний; БЖ – блок живлення; П – перетворювач сигналу; ФС – фільтр сигналу; ПС – підсилювач сигналу; ПІ – прилад індикації*

Вимірювальна система (ВС) стенда ПДС-Л призначена для виміру наступних діагностичних параметрів (табл. 2.1).

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 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Діагностичні параметри

Найменування параметра	Межа основної* похибки, 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 <sup>2</sup>	±4,0 %
9. Час спрацьовування гальм, с	±0,01 з
10. Гальмівний шлях, м	±5,0 %

- Основна похибка – це похибка засобів вимірів, використовуваних у нормальних умовах (температура навколишнього середовища – 20±5<sup>0</sup>С; атмосферний тиск – 100±4 кПа; відносна вологість повітря – 65±15%; відсутність зовнішніх електромагнітних полів).

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):

$$f_{об} = z \cdot n, \quad (2.1)$$

де  $f_{об}$  – частота імпульсів обтюратора;  $z$  – кількість прорізів обтюратора;  $n$  – частота обертання барабана, с<sup>-1</sup>.

#### Похибки вимірів

У техніці розрізняють кілька видів похибок.  
Абсолютна похибка (в одиницях вимірюваної величини):

$$\Delta x = \pm(x_{п} - x_{д}), \quad (2.2)$$

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

Відносна похибка, %:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{д}}} \cdot 100\%. \quad (2.3)$$

Наведена похибка, %:

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{\Delta x}{x_{\text{н}}} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

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

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

- похибка середнього арифметичного:

$$\Delta i = x_i - \bar{x}, \quad (2.5)$$

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

- середня арифметична похибка окремого виміру:  
при малому значенні  $n$

$$\Delta_{\text{оз}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta i}{\sqrt{n(n-1)}}; \quad (2.6)$$

при великому значенні  $n$

$$\Delta_{\text{оз}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta i}{n}. \quad (2.7)$$

Для виміру відхилень окремих величин використовується середнє квадратичне відхилення:

при  $n > 20$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad (2.8)$$

при  $n < 20$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (2.9)$$

Середня квадратична похибка середнього арифметичного:

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}. \quad (2.10)$$

Середня квадратична похибка одного виміру:

$$\sigma_{\sigma_3} = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (2.11)$$

Вираз (2.11) може служити мірою точності зроблених вимірів. Розглянемо приклад аналізу результатів експерименту по визначенню температури відпрацьованих газів двигуна (табл.2.2).

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:

$$\sigma_{\sigma_3} = \pm \sqrt{688 / (6-1)} = \pm 12^\circ\text{C}.$$

Таблиця 2.2 - Аналіз вимірів температури

№ виміру	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta i$	$\Delta i^2$
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 $^\circ\text{C}$ ). У нашому прикладі – 775...810 $^\circ\text{C}$  (похибка  $\approx 1\%$ ).

## Зміст і порядок виконання роботи

### 1. Перевірка системи виміру лінійної швидкості



Для виконання цієї перевірки необхідно підключити замість фотодатчика генератор 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. 2.3.

Таблиця 2.3 - Результати перевірки системи виміру лінійної швидкості

Показання генератора ГЗ-110, Гц	Розрахункова швидкість, $V_d$ , км/год	Показання приладу, $V_{п}$ , км/год		Абсолютна похибка, $\Delta i$ , 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 похибки, км/год:

$$\bar{\Delta}_{V_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta i}{n}. \quad (2.12)$$

Розрахувати середньоквадратичне відхилення за формулою (2.11).

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

$$\Delta_{V_i} = \bar{\Delta}_{V_i} + \sigma \cdot t_{\sigma}; \quad (2.13)$$

або у відсотках

$$\delta^{\max} = \frac{\Delta_{V_i}}{V_d} \cdot 100. \quad (2.14)$$

Таблиця 2.4 - Результати розрахунків похибки

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

Результати розрахунків похибок оформити у вигляді таблиці 2.4. Зрівняти зі значенням похибок, що допускаються (табл. 2.1) і зробити висновок про придатність системи виміру лінійної швидкості.

## 2. Перевірка системи виміру показника сповільнення

Перевірка секундоміра вимірювальної системи. Ця перевірка виконується за допомогою частотоміра-хронометра Ф-5041. Результати вимірів оформити у вигляді табл. 2.5.

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

$$\bar{\delta}_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta t}{t_{дi}}}{n} \cdot 100\%. \quad (2.15)$$

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. 2.6 і 2.7.

Таблиця 2.5 - Результати перевірки секундоміра в системі «Показник сповільнення»

Показання зразкового секундоміра, $t_{д}, c \cdot 10^{-3}$	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 2.6 - 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 2.7 - 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:

$$\Delta^{\max} = |\Delta_{1\max} - \Delta_{2\min}|. \quad (2.16)$$

Максимальна відносна похибка виміру по двох каналах:

$$\delta_p^{\max} = \frac{\Delta^{\max}}{500 - 124} \cdot 100\%. \quad (2.17)$$

На підставі даних, наведених у цій лабораторній роботі, величина основної похибки виміру показника сповільнення становить:

$$\delta_{\text{пз}} = \sqrt{(\delta_p^{\max})^2 + \delta_c^2}. \quad (2.18)$$

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

Тоді основна похибка показника часу спрацьовування становить:

$$\delta_{\text{пс}} = \sqrt{\delta_{0,5}^2 + \delta_{\text{имп}}^2 + \delta_{\text{ш}}^2}. \quad (2.19)$$

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.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

### **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**

Автомобіль VW-Golf, плакати та схеми, оглядова яма для легкового автомобіля, набір вимірювальних інструментів.

#### **Короткі теоретичні відомості**

У процесі експлуатації легкового автомобіля відбувається зміна технічного стану його кузова. Причинами цього можуть бути ушкодження 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 точок 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.

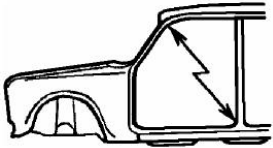

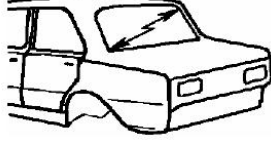
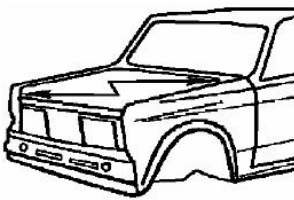

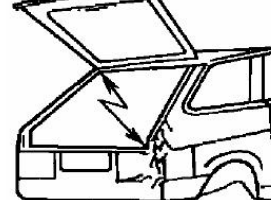
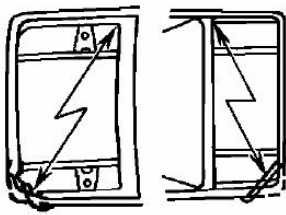
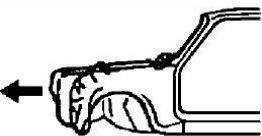
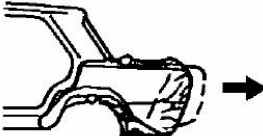



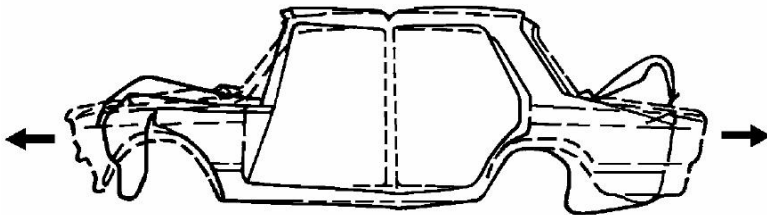
Порушення понад припустимі межі геометричних параметрів прорізів (вікон, дверей, капота, кришки багажника), а також місця розташування базових точок кріплення силового агрегату, підвіски й вузлів трансмісії до основи кузова називається перекосом кузова.

Класифікація перекосів кузова (схематично показана в табл. 3.1):

- 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

Таблиця 3.1 – Класифікація перекосів

Класифікація перекосів	Схематичне зображення		
<p>Переко́с прорізу:                      - бічних дверей;                      - вітрового вікна;                      - заднього вікна.</p>			
<p>Нескладний переко́с кузова:                      - прорізу капота;                      - прорізу кришки багажника;                      - прорізу задніх дверей.</p>			
<p>Переко́с кузова середньої складності:                      - прорізу капота й кришки багажника;                      - передніх лонже-ронів (крім передньопривідних автомобілів);                      - задніх лонжеронів.</p>			
<p>Складний переко́с кузова:                      - передніх і задніх лонжеронів (крім передньопривідних);                      - передніх лонже-ронів і каркаса кузова (крім передньопривідних);                      - задніх лонжеронів і каркаса кузова;                      - передніх лонже-ронів для передньопривідних.</p>			
<p>Переко́с кузова особливої складності:                      - передніх і задніх лонжеронів і каркаса кузова (крім передньопривідних);                      - передніх і задніх лонжеронів передньопривідних;                      - передніх лонжеронів і каркаса кузова передньопривідних автомобілів.</p>			

- віконних прорізів, за винятком зміни зазорів дверей з передніми або задніми крилами;

- переко́с 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 припустиму межу 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.

Для контролю геометричних параметрів кузова використовують різні вимірювальні пристрої, класифікація яких представлена на рисунку 3.1.

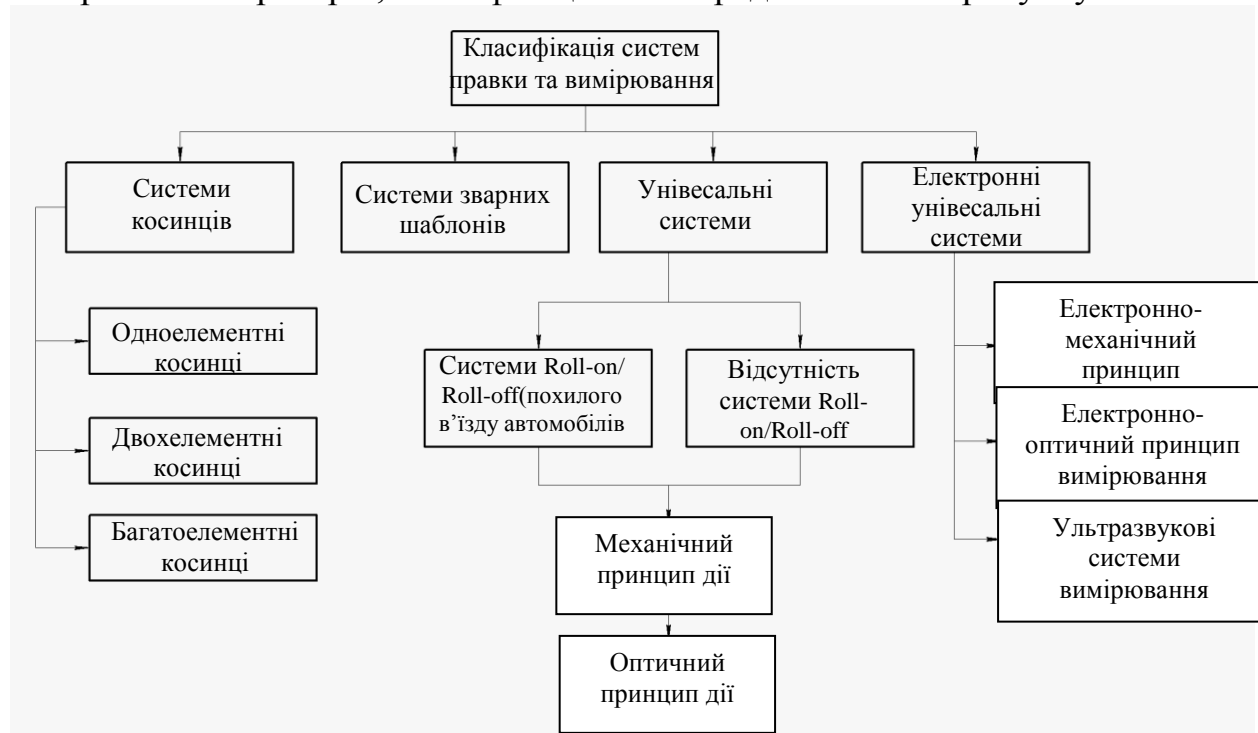


Рисунок 3.1 - Класифікація систем правки й виміри геометричних параметрів кузова

## Хід виконання роботи

Перевірка геометричних параметрів кузова виконується 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 вимірної лінійки визначити розміри прорізів капота, багажника. Схема проведення вимірів показана на рис. 3.2.

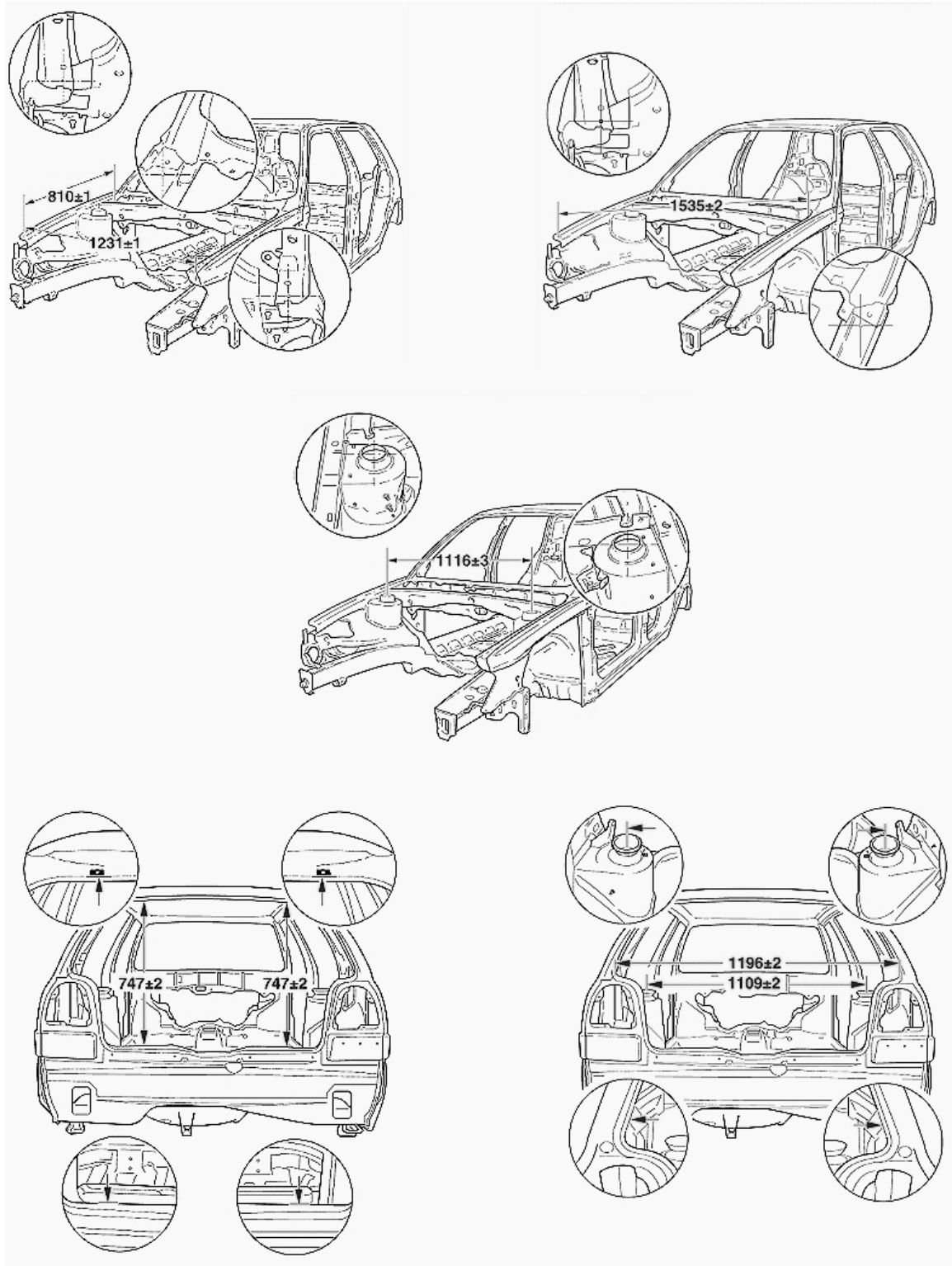
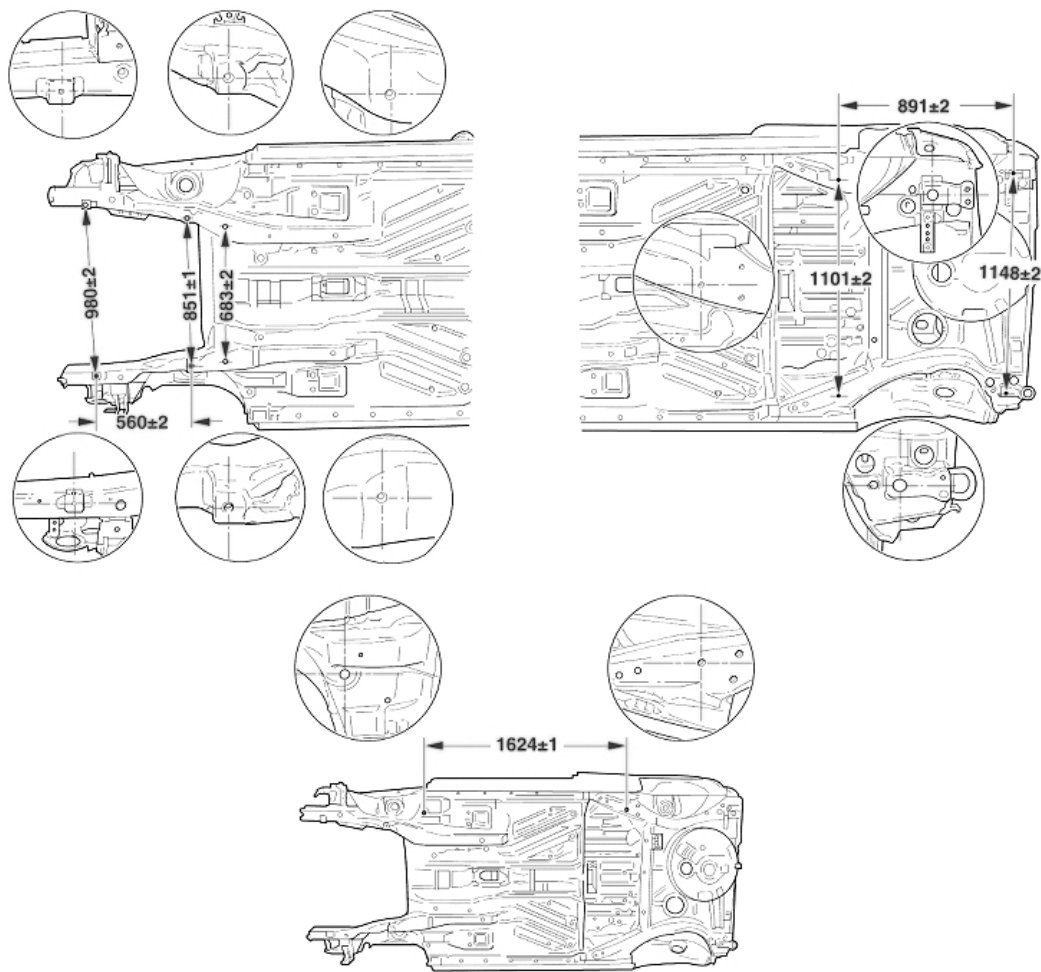


Рисунок 3.2 - Розміри прорізів капота й багажника автомобіля VW-Golf

4. За допомогою виміральної лінійки визначити розміри основи кузова. Схема проведення вимірів показана на рис. 3.3.



*Рисунок 3.3 - 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?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ НА СТЕНДІ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ

### Мета роботи

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

### Устаткування та прилади

Автомобіль Skoda Octavia, стенд із біговими барабанами, система збору даних (СЗД).

#### *Коротка характеристика силового агрегату*

На передньопривідному 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.

Передавальні числа КП: 1 передача – 3,78; 2 – 2,18; 3 – 1,43; 4 – 1,03; 5 – 0,84; 3.Х. – 3,44; Головна передача – 3,7. Параметри 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 паливopoдачею шляхом фазового розподіленого упорскування бензину у впускний колектор, газотурбінним наддуванням, високоенергетичною системою запалювання з індивідуальними котушками для кожного циліндра і системою зниження токсичності із трикомпонентним нейтралізатором та  $\lambda$  – зондом.

Паливний насос заглибленого типу, вихровий з електроприводом. Форсунки – електромагнітні клапанні. Спосіб включення їх у роботу – фазовий, 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 западиною, що модулює магнітне поле датчика Хола. 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 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 $\text{мін}^{-1}$  при роботі двигуна по зовнішній швидкісній характеристиці (рис.4.1).

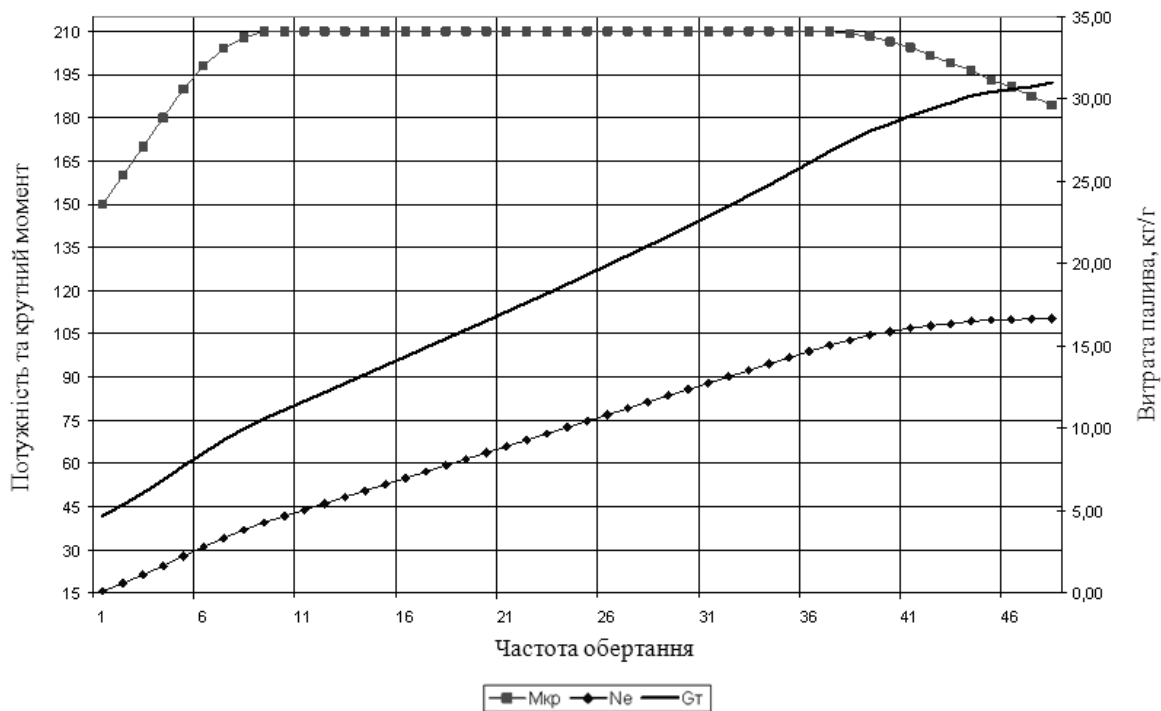


Рисунок 4.1. - Зовнішня швидкісна характеристика двигуна Skoda Octavia

#### Технічна характеристика двигуна

Діаметр циліндра –  $81 \cdot 10^{-3}$  м; хід поршня –  $86,4 \cdot 10^{-3}$  м;  
 Робочий об'єм циліндрів –  $1,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; ступінь стиску – 9,5.  
 Потужність номінальна – 110 кВт, при частоті обертання 5600...5700 $\text{мін}^{-1}$

1.

Частота обертання колінчатого вала:  
 мінімальна – 800...940 $\text{мін}^{-1}$ ;  
 номінальна – 5600...5700 $\text{мін}^{-1}$ ; максимальна – 5800 хв<sup>-1</sup>.  
 Порядок роботи циліндрів 1 –3 –4 –2.  
 Паливо – бензин А – 95. Щільність палива – 0,760 г/см<sup>3</sup>.

#### Система збору даних

Система збору даних складається з персонального комп'ютера із установленим у його слоті 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 роз'єму, розташованого у підкапотному просторі автомобіля. Його за допомогою додаткового кабелю перед початком роботи необхідно з'єднати із погоджувальним пристроєм СЗД.

### Схема підключення устаткування

Погоджувальний пристрій за допомогою системного кабелю постійно підключено до АЦП модуля L783 у відповідності зі схемою, зображеної на рис.4.2.



Рисунок 4.2. - Схема підключення датчиків та виконавчих пристроїв двигуна і стенда до системи збору даних

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  $U = f(\tau)$ .

## Хід виконання роботи

Підготувати до роботи систему збору даних.

Вихідний стан системи збору даних:

- вимикач живлення на погоджувальному пристрої у положенні «виключене»;
- роз'єм 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 4.1.

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 4.1 - Вихідні дані для налаштування 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 автомобіля	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  $\tau_k$  на форсунці (мс) – із графіка «Напруга на форсунках» – канал 1;
  - період обертання розподільного вала  $T_{\Pi}$  (мс) – із графіка «датчик фази» – канал 2;
  - виміряти напругу  $U_B$  за графіком «масова витрата повітря», канал 3;
  - виміряти напругу датчика положення дросельної заслінки  $U_{др}$ , – за графіком канал 5;
  - виміряти напругу  $U_6$  за графіком «швидкість обертання барабанів», канал 6;
  - виміряти за графіком «крутний момент на барабанах», канал 7;
- За результатами вимірювань обчислити:
- швидкість автомобіля, км/г

$$V_a = \frac{3,6 \cdot \pi}{30} \cdot \frac{n_k}{U_K} \cdot U_6 \cdot r_6 = 22,43 \cdot U_6; \quad (4.1)$$

- крутний момент на барабанах

$$M_{крб} = U_m \cdot k_m; \quad (4.2)$$

- частоту обертання колінчатого вала по формулі

$$n = \frac{1,2 \cdot 10^5}{T_{\Pi}}; \quad (4.3)$$

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

$$Q_{\Pi} = g_{cr} \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\Pi}) \cdot 1,2 \cdot n \cdot 10^{-4} = 0,0005 \cdot n \cdot (\tau_k - \Delta\tau_{\Pi}); \quad (4.4)$$

- масову годинну витрату палива по формулі, кг/ч

$$G_{\Pi} = 0,76 \cdot Q_{\Pi}; \quad (4.5)$$

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

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

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

$$G_{\text{пв}} = \sqrt[2,2]{\frac{U_{\text{пв}} - U_{\text{пв0}}}{k_{\text{пв}}}}, \quad (4.6)$$

- коефіцієнт надлишку повітря

$$\alpha = \frac{G_{\text{пв}}}{l_0 \cdot G_{\text{н}}}; \quad (4.7)$$

- крутний момент на валу двигуна

$$M_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot H_{\text{н}}}{120 \cdot \pi \cdot n} G_{\text{н}} \cdot \eta_e = 116713,625 \cdot \eta_e \cdot \frac{G_{\text{н}}}{n}, \quad (4.8)$$

де  $H_{\text{н}} = 44000$  кДж/кг – нижча теплота згоряння бензину;

$\eta_e = 0,25 \dots 0 \dots 0,32$  – ефективний ККД двигуна залежно від навантаження й частоти обертання вала;

- питому шляхову витрату палива, л/100 км

$$Q_v = \frac{100 \cdot Q_T}{V_a}. \quad (4.9)$$

Проаналізувати результати.

### Контрольні запитання

1. Перелічіть основні компоненти системи розподільного 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?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**

### **СИСТЕМИ УПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ 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**

Лабораторний макет системи керування двигуном, система збору даних.

#### **Короткі теоретичні відомості**

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 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 монопорскуючими.

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 паливоповітряну суміш, здатну запалюватися й ефективно згоряти на всіх режимах роботи двигуна.

Карбюраторна система є однією з перших систем, в якій намагалися застосувати електронні засоби керування для поліпшення показників двигуна, зберігаючи принцип карбюрації. Однак з ряду причин у системах із центральним розташуванням дозуючого органа не вдається одержати необхідні результати по показниках економічності й токсичності відпрацьованих газів.

Головна причина, що породжує цей недолік систем із центральним розташуванням дозуючого органа – конденсація парів бензину у впускному колекторі й утворення паливної плівки на його стінках. Під впливом потоку повітря плівка рухається, заноситься 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.

### *Сучасні двигуни 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'язки 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 повному відкритті дросельної заслінки. Як обмеження приймалися: робота без детонації й забезпечення їздових якостей автомобіля.

Із впровадженням 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 вимог щодо досягнення максимальної економічності.

Таким чином, пошук виявився в декількох напрямках. *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 відноситься до зовнішнього сумішоутворення й відповідно до теоретичних положень повинне забезпечувати гомогенну 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 (фазове) упорскування.

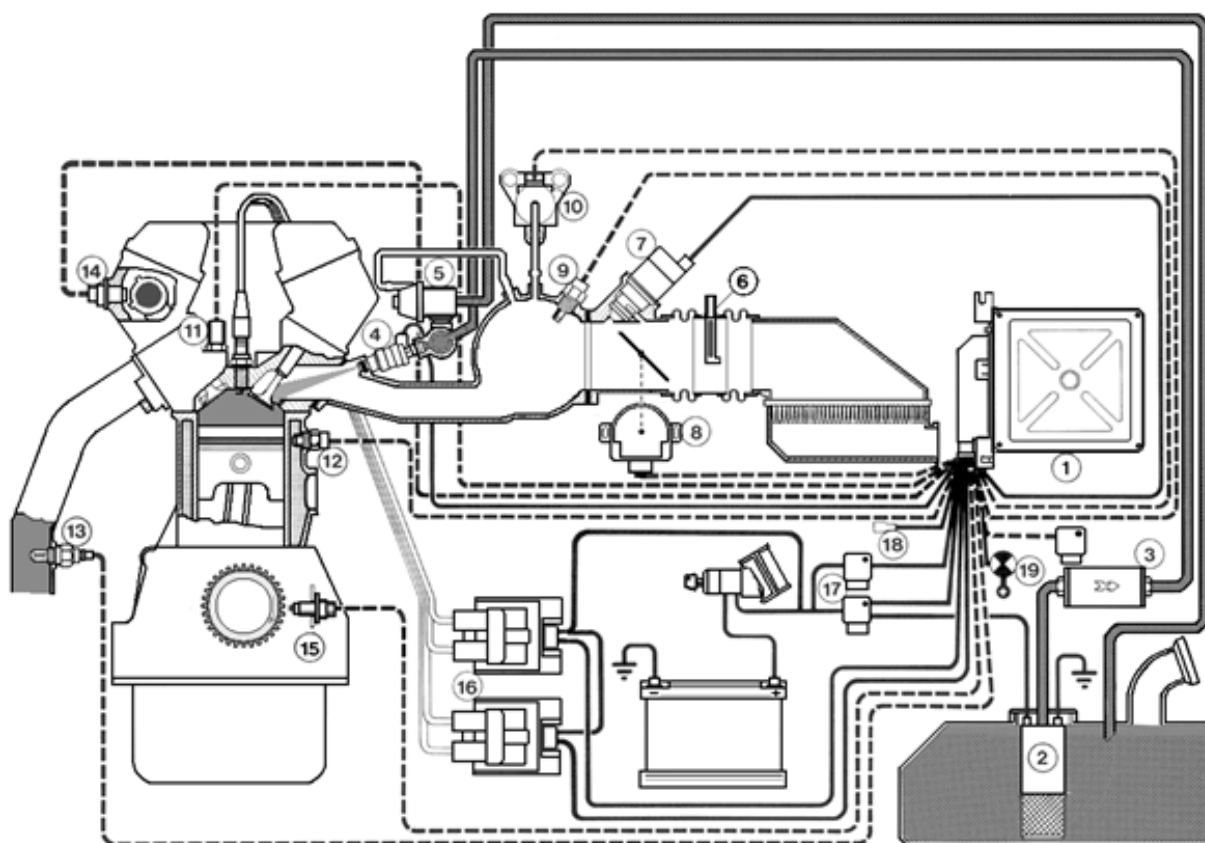
При одночасному й попарно-паралельному способах форсунки спрацьовують один раз за кожний оберт колінчастого вала, тобто впорскують бензин два рази за робочий цикл. Це створює неоднакові умови сумішоутворення, тому що для деяких форсунок упорскування припадає на

таку фазу робочого процесу, коли впускний клапан - відкритий, у той час як для інших форсунок упорскування відбувається при закритих впускних клапанах.

Послідовне (фазове) упорскування забезпечує рівні умови сумішоутворення для всіх циліндрів, тому що бензин впорскується при закритих впускних клапанах.

### *Макет системи керування*

Керування двигуном здійснює система (рисунок 5.1), що складається із блоку керування, набору датчиків і виконавчих пристроїв.



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 роз'єм; 19 – індикаторна лампа діагностики  
Рисунок 5.1. - Схема системи керування двигуном з упорскуванням бензину у впускний колектор

Діючий макет системи керування двигуном виконаний на базі контролера з набором відповідних датчиків і виконавчих пристроїв, відповідно до переліку,

наведеному на рисунку 5.1. 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;  $\lambda$ -зонд; потенціометр положення дросельної заслінки. Інформація про частоту обертання колінчатого 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.

Подача бензину з надлишком в 2...3 рази перевищує потребу 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 складається з декількох підсистем:

- підсистема подачі палива;
- підсистема запалювання;
- підсистема зниження токсичності – уловлювання парів 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 виділено окрему котушку запалювання, що дає можливість виключити механічний розподільник високої напруги (який вимагає технічного обслуговування). Високовольтні кабелі з'єднують безпосередньо одну котушку й дві свічі запалювання. Така система запалювання є повністю статичною, тому що в ній відсутні механічно рухомі вузли. 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 парів 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  $\lambda$ -зонд;
- п'єзоелектричний датчик детонації;

*Виконавчі пристрої:*

- реле паливного насоса;
- реле підігріву  $\lambda$ -зонда;
- паливний насос із електроприводом;
- робочі форсунки з параметрами: тиск упорскування – 300 кПа; продуктивність – 108 г/хв;
- 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 корегується 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. Наявність у системі  $\lambda$ -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 збіднення при її закритті.

У системі упорскування зі зворотним зв'язком застосовується система вловлювання парів 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 витіканню 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 пов'язується з атмосферою. При запуску двигуна контролер системи упорскування починає подавати керуючі імпульси на клапан із частотою 16 Гц. Клапан з'єднує порожнину 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 парів палива складається із сепаратора із двоходовим зворотним клапаном.

### *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:

$$G_{\text{тц}} = k_{\phi} \cdot g_{\text{ст}} \cdot \tau_y, \quad (5.1)$$

де  $g_{\text{ст}}$  — статична продуктивність форсунки;  $\tau_y$  — тривалості керуючого імпульсу, що подається на форсунку;  $k_{\tau}$  — коефіцієнт, що враховує запізнювання спрацьовування форсунок.

Тривалість керуючих імпульсів визначається за формулою

$$\tau_y = \tau_6 \cdot K_{\text{тоо}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{yc}} \cdot K_{\lambda} + \Delta\tau_{\text{аб}}, \quad (5.2)$$

де  $K_{\text{тоо}}, K_{\text{в}}, K_{\text{yc}}, K_{\lambda}$  — 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);  $\tau_6$  — час, вибраний з базової матриці, як функція частоти обертання колінчатого вала й навантаження, що визначають по сигналу датчика масової витрати повітря;  $\Delta\tau_{\text{аб}}$  — проміжок часу, що враховує зміну 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

$$\tau_{0.3} = \tau_{б1} + \Delta\tau_{то.р.} + \Delta\tau_{д} + \Delta\tau_{акб} . \quad (5.3)$$

## Порядок виконання роботи

Датчики й виконавчі пристрої макета підключені до наступних 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.

Встановити кількість реєстрованих графіків у меню «Ch», «Кількість графіків», дайте ім'я каналам й позначте одиниці виміру у меню «Налаштування 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 клавшею мишки.

Проаналізуйте результати.

## Контрольні запитання

1. Як класифікуються системи упорскування?
2. Чому карбюраторні системи виключено із застосування?
3. Перелічіть основні компоненти систем впорскування: карбюраторної, центральної, розподіленої.
4. В чому полягають переваги і недоліки мікропроцесорної системи керування двигуном?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6**

### **КОНТРОЛЬ СВІТЛОПРОПУСКАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО СКЛА**

#### **Мета роботи**

Вивчити й освоїти методику перевірки світлопропускання тонованого автомобільного скла за допомогою спеціальних сучасних засобів.

#### **Устаткування та прилади**

Автомобіль з тонованим склом, прилад для перевірки світлопропускання скла, світло непроникаючий екран, інструкція з експлуатації тауметра.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Під тонуванням розуміють затемнення автомобільного скла з метою досягнення більш естетичного зовнішнього вигляду, захисту пасажирів від шкідливого впливу ультрафіолету та поглинання частини теплових променів. Тоноване скло набуває збільшеної міцності при ударі або пошкодженнях. Однак в критичних ситуаціях ця міцність може бути негативним фактором при необхідності - терміново покинути автомобіль через вибите скло.

Сьогодні існує два основних сучасних способи затемнення скла:

- за допомогою напилювання;
- шляхом 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 найбільш розповсюдженим є другий спосіб – застосування плівок. Відповідно до нього спеціальна металізована плівка наклеюється на внутрішній стороні скла. Причому сучасні технології дозволяють зробити це, не демонтуючи скло з автомобіля. 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 (рисунок 6.1):

- 75% - для вітрового скла;



- 70% - для скла, що не є вітровим, що визначає передню оглядовість у полі огляду і підлягає нормуванню;

- світлопропускання іншого не вітрового скла не нормується.

Тоноване вітрове скло (рисунок 6.1), 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 несе адміністративну відповідальність.



*Рисунок 6.1 - Тонування скла автомобіля: правила та норми*

Відповідно до закону ступінь світлопропускання визначають за ГОСТ 27902-88, згідно якого випробування проводять у трьох різних точках кожного зразка. За величину світлопропускання приймають середнє арифметичне результатів трьох вимірів. Випробування повинні проводитися при наступних умовах (для більшості приладів):

- 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 виміри можна вважати не дійсними.

Тауметр – прилад для перевірки світлопропускання скла. Він підключається до електричного джерела автомобіля, або ж може мати власне джерело живлення на акумуляторах. Відповідно до інструкції прилад дає точні показання при напрузі  $12 \pm 6$  В. Тауметр показує, яку кількість світлового потоку пропустило скло. 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 повірку та державну метрологічну атестацію. Таким чином, кожний прилад повинен один раз у рік проходити державну перевірку в місцевому органі сертифікації. Після повірки та атестації видається свідоцтво, а сам прилад опечатується пломбою. Крім того, такий самий відбиток ставиться і на свідоцтво про перевірку.

### **Хід 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.

8. 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  $100,0 \pm 0,2$  %.

9. 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 точно 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 виміряного світлопропускання, вважають середнє арифметичне результатів, отриманих при вимірі в трьох різних зонах досліджуваного зразка.

10. Результати вимірів занести до протоколу випробувань (табл.6.1).

*Таблиця 6.1 – результати вимірювань*

Марка автомобіля	№ виміру	Скло		
		Переднє ліве	Лобове	Переднє праве
Volkswagen Golf	1			
	2			
	3			
	Сер.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.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

### **ДІАГНОСТИКА ДВИГУНА ПО ПАРАМЕТРАМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ МАСТИЛА**

#### **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 й матеріали**

Двигун КамАЗ-740, фотоелектрична установка МФС-7, електромеханічна мішалка, пристосування для відбору проби мастила, ємність 250 см<sup>3</sup>, бензин Б-70, вугільні електроди марки С-2, пристосування для калібрування електродів.

#### **Хід виконання роботи**

Діагностування технічного стану двигунів по параметрах мастила, що працювало, повинне включати як виявлення накопичення продуктів зношування, так і контроль зміни 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 таблиці 7.1 наведені елементи-індикатори, що характеризують стан двигуна.

При виникненні якого-небудь дефекту в парі тертя, 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 слід 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 (рисунок 7.1, 7.2) 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 7.1 - 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, зубців шестірень
Алюміній	Зношування поршня, підшипників
Свинець, мідь	Зношування і руйнування підшипників
Олово	Зношування підшипників ковзання, поршневих кілець
Хром	Зношування поршневих кілець
Кремній	Потрапляння пилу з повітря
Нікель	Зношування підшипників кочення, клапанів

Випромінювання розряду направляєтся 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 виробляєтся одночасно.

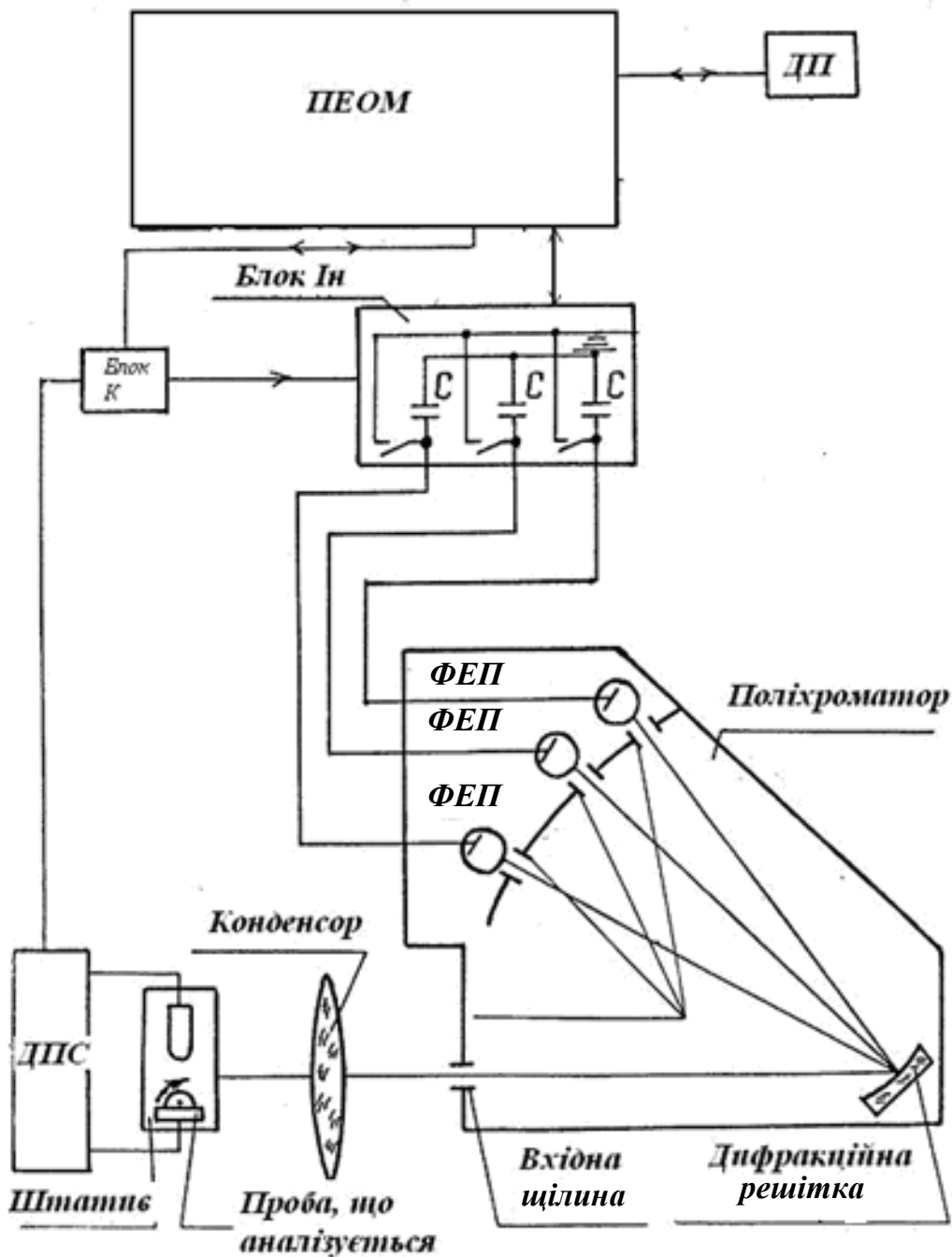
По закінченні часу інтегрування  $T$  по програмі керування виробляєтся послідовне опитування конденсаторів шляхом підключення їх на вхід комп'ютера.

Комп'ютер по заданій програмі робить обробку сигналів і передає їх на екран монітора, що робить роздруківку результатів, які представляють собою перетворені значення сигналів, пропорційні абсолютним або відносним значенням інтенсивності спектральних 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  $I_H$ .

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:



ДП – друкувальний пристрій; ФЕУ – фотоелектронний множник; С – конденсатор; ДПС – джерело порушення спектра; І<sub>н</sub> – інтегратори; К – контролер; ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина  
Рисунок 7.1 - Функціональна схема фотоелектричної установки МФС-7

- промивання дозуючого диска;
- установка електродів;
- наповнення ванночки аналізованою пробю мастила і установки в штатив;
- попереднього нагрівання електродів, випалу і експозиції;
- друку 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 см<sup>3</sup> 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.

Включити тумблер "мережа" на комп'ютері.

Включити тумблер "мережа" на блоці живлення КМС.

Отримані результати перевести з вольтів у концентрацію г/т за допомогою тарувальних графіків. По осі ординат відкладати отриманий результат, знайти точку перетинання на графіку і опустити перпендикуляр на вісь абсцис, де зафіксувати результат у г/т (рисунок 7.2).

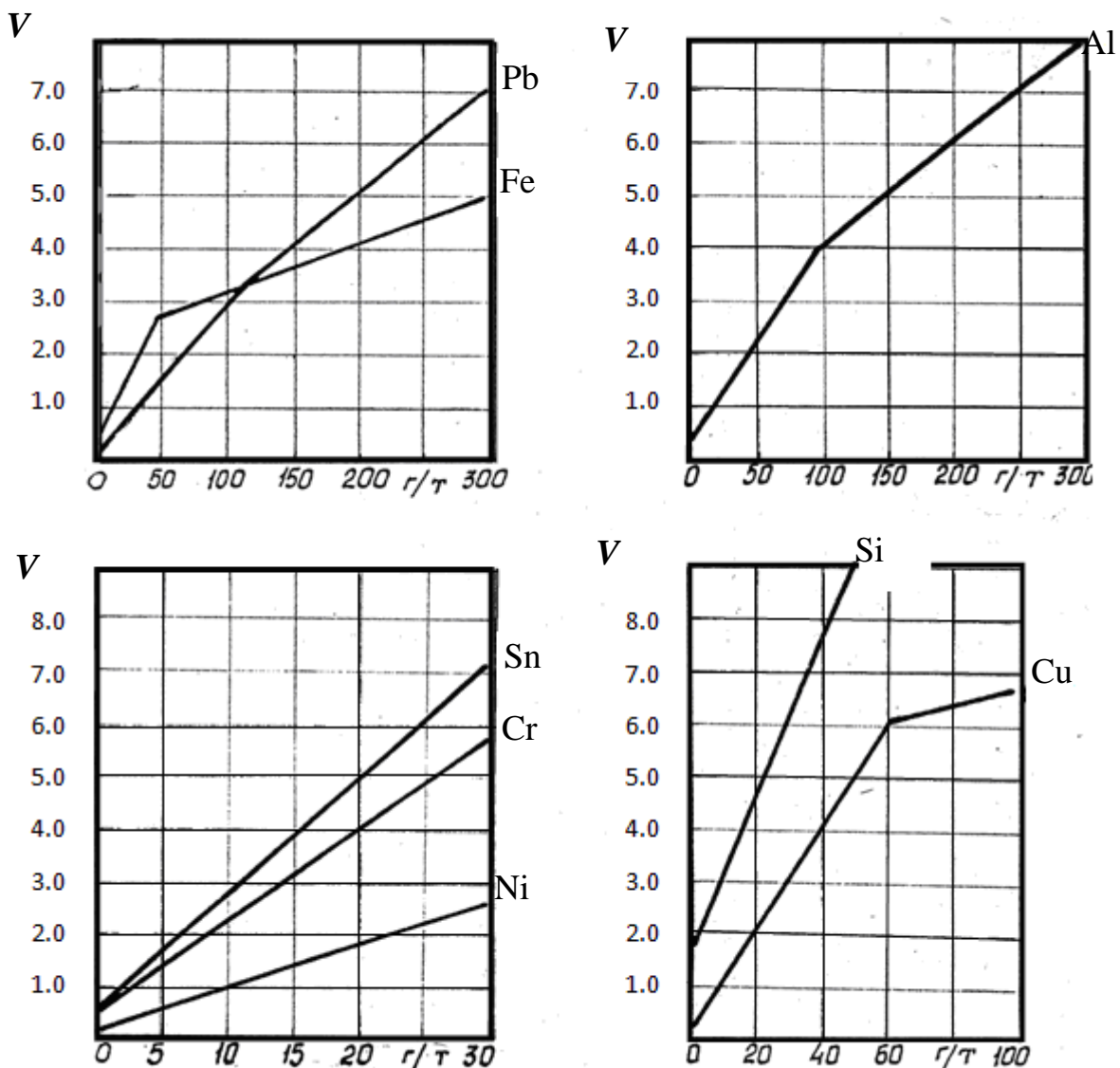


Рисунок 7.2 - Тарувальні графіки мастила М-10 Г<sub>2К</sub>

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.

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 мастилі?
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?



## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКІСНИХ І НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА**

#### **Мета роботи**

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

#### **Устаткування та прилади**

Випробувальний стенд, силовий агрегат ВАЗ – 21083, інформаційно-вимірний комплекс.

#### **Загальні відомості**

Новий або капітально відремонтований двигун перш, ніж надійти в експлуатацію, повинен пройти обкатування, у процесі якого відбувається припрацювання поверхонь тертя деталей. По закінченню обкатування визначають ефективні та індикаторні показники двигуна на випробувальних стендах. Крім того, на подібних стендах знімають швидкісну й навантажувальну характеристики двигуна, по яких вивчають динамічні й економічні характеристики автомобілів, оцінюють коефіцієнти пристосовності 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 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, вимірюють за допомогою гальмового навантажувального пристрою, а основні параметри, що характеризують режим роботи двигуна (крутний момент і частоту обертання колінчастого вала) вимірюють динамометричним приладом і тахометром.

#### *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.

Передавальні числа КП: 1 – 3,636; 2 – 1,95; 3 – 1,357; 4 – 0,941; 5 – 0,783; З.Х. – 3,53; головної передачі – 3,7.

Двигун моделі ВАЗ – 21083 – чотирьохтактний, 4-циліндровий 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, з системою запалювання з котушками – модулями, кожна з яких обслуговує два циліндри, і системою зниження токсичності із трикомпонентним нейтралізатором і  $\lambda$  – зондом. Система паливоподачі циркуляційна. Паливний насос заглибленого типу, виконаний у вигляді моноблока з насосом і електроприводом у загальному корпусі. Форсунки – електромагнітні клапанні, об'єднані попарно (1 та 4; 2 та 3), кожна пара включається по черзі через 180 градусів повороту колінчастого вала.

*Технічна характеристика двигуна*

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

Робочий об'єм циліндрів –  $1,449 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>;

Ступінь стиску – 9,9.

Потужність номінальна (нетто) – 51,5 кВт, при частоті обертання  $5600 \text{ хв}^{-1}$

1.

Частота обертання колінчастого вала:

мінімальна –  $800 \dots 940 \text{ хв}^{-1}$ ; номінальна –  $5600 \text{ хв}^{-1}$ ;

максимальна –  $5800 \text{ хв}^{-1}$ .

Максимальний крутний момент, Н·м – 106,4 при частоті обертання колінчастого вала  $3400 \text{ хв}^{-1}$ .

Порядок роботи циліндрів 1 –3 –4 –2.

Паливо – бензин А – 95. Густина палива –  $0,760 \text{ г/см}^3$ .

Електронний блок системи упорскування забезпечує програмне керування процесом підготовки паливopовітряної 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 розпилювання бензину. Циклова подача палива визначається електронним блоком по формулі

$$G_{\text{ши}} = \mu f_{\text{con}} \cdot \sqrt{2\rho_{\text{п}} \cdot \Delta P_{\text{п}}} \cdot \tau_k, \quad (8.1)$$

де  $\mu f_{\text{con}}$  – ефективний прохідний перетин розпилювача форсунки;

$\rho_{\text{п}}$  – щільність палива;  $\Delta P_{\text{п}}$  – перепад тиску палива на форсунці;

$\tau_k$  – тривалість керуючих сигналів;

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

$$\tau_k = \tau_{\text{б}} \cdot K_{\text{тоо}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\lambda} + \Delta\tau_{\text{аб}}, \quad (8.2)$$

де  $K_{\text{тоо}}$ ,  $K_{\text{пр}}$ ,  $K_{\text{п}}$ ,  $K_{\lambda}$  – коефіцієнти, що враховують температуру охолоджувальної 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 датчика масової витрати повітря;  $\Delta\tau_{\text{аб}}$  – проміжок часу, що враховує зміну напруги акумуляторної батареї.

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

$$G_{\text{шти}} = k_{\tau} \cdot g_{\text{ст}} \cdot \tau_k, \quad (8.3)$$

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

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

$$\tau_{\text{вз}} = \tau_{\text{б1}} + \Delta\tau_{\text{тоо}} + \Delta\tau_{\text{д}} + \Delta\tau_{\text{аб}}, \quad (8.4)$$

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

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

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

### *Випробувальний стенд*

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

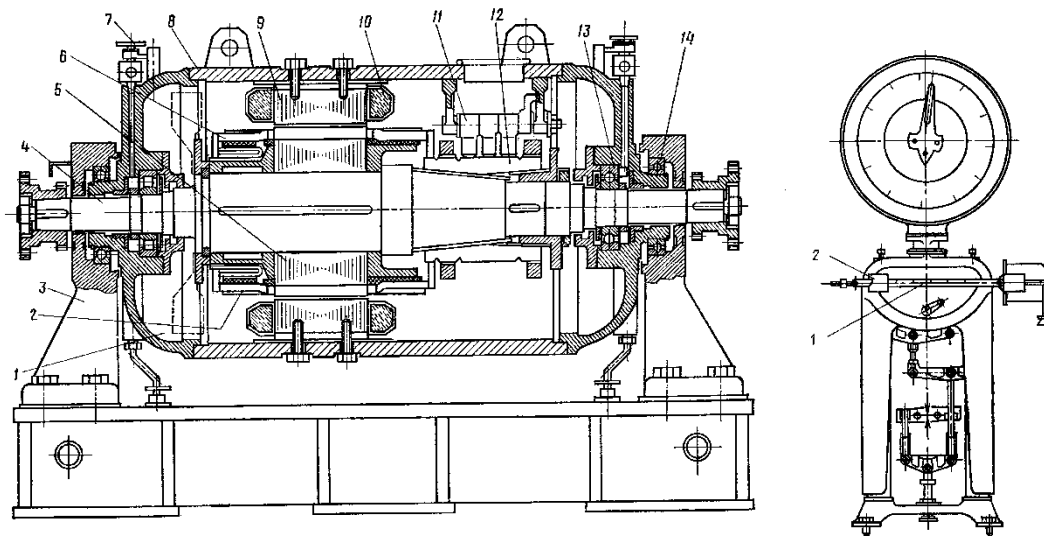
У даній лабораторній роботі функцію навантажувального пристрою виконує електричне гальмо, що представляє собою електричну машину (генератор постійного струму) у балансірному виконанні, вал якої з'єднаний з

валом випробуваного двигуна. Механічна енергія двигуна в гальмі перетворюється в електричну енергію.

Загальна будова електричної балансирної машини постійного струму показана на рисунку 8.1. Її корпус 1 на кулькових підшипниках 14 установлений на стійки 8. У бічні кришки статора вмонтовані кульковий і роликівий 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.



*Рисунок 8.1 - Електрична балансирна машина постійного струму та ваговий пристрій для вимірювання крутного моменту*

### *Система збору даних*

Персональний комп'ютер з модулем введення аналогових сигналів L783 і програмою Power Graph Professional розташований у системній стійці.

Датчики та виконавчі пристрої двигуна і стенда підключені до роз'єму, розташованого на стенді, і разом із системною стійкою утворюють інформаційно – вимірювальний комплекс (ІВК). Роз'єм, розташований на стенді, за допомогою додаткового кабелю перед початком роботи необхідно з'єднати із погоджувальним пристроєм.

*Погоджувальний пристрій.* Являє собою електронний блок, у якому розміщені підсилювачі та розподільники 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 і далі модуль L 783 функціонує під керуванням Power Graph. 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 ( $\lambda$ -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 катушкою 1 для оцінки кута випередження запалювання у першому та четвертому циліндрах;

Канал № 10 – сигнал керування катушкою 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.

## **Хід виконання роботи**

Підготувати до роботи систему збору даних: перевірити наявність заземлення, увімкнути живлення на системному блоці комп'ютера, запустити програму Power Graf, 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 відповідного режиму роботи двигуна здійснити запис процесів у форсунці, натиснувши на кнопку «Старт» у меню програми Power Graf. Через 1 с повторно натиснути на ту ж кнопку.

Зберегти в індивідуальний файл фрагмент процесу випробування з інформацією про режим випробування.

Виконати обробку даних.

### *Обробка даних*

*Визначення ефективних показників двигуна.* Через те, що двигун з'єднаний з балансірною машиною через вісь коліс, вимірювана на гальмівному пристрої потужність  $N_r$  дорівнює потужності  $N_b$  на осях ведучих

коліс автомобіля. За вимірними значеннями частоти обертання вала балансірної машини (гальма)  $n_r$  і показаннями на шкалі вимірювача гальмівної сили  $p_r$  обчислюють потужність, яку поглинає гальмівний пристрій:

$$N_r = c \cdot p_r \cdot n_r, \quad (8.5)$$

де  $c$  – постійна гальмування;  $p_r$  – показання вимірювача гальмівної сили;  $n_r$  – частота обертання вала балансірної машини.

Крутний момент на осях ведучих коліс:

$$M_b = 9549,3 \cdot c \cdot p_r. \quad (8.6)$$

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

$$M_b = M_{кр} \cdot i_{кп} \cdot i_0 \cdot \eta_{тр}. \quad (8.7)$$

Середній ефективний тиск:

$$p_e = \frac{4 \cdot \pi}{z \cdot V_h} \cdot M_{кр}, \quad (8.8)$$

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

Циклова подача палива однією форсункою визначається за формулою (8.1), тоді, якщо  $T_u$  – цикловий час подачі палива, частота обертання колінчастого вала визначають за формулою

$$n = \frac{1,2 \cdot 10^5}{T_u} \quad (8.9)$$

Об'ємна годинна витрата палива, л/год

$$Q_n = g_{ст} \cdot (\tau_k - \Delta\tau_n) \cdot 1,2 \cdot n \cdot 10^{-4} = 0,0005 \cdot n \cdot (\tau_k - \Delta\tau_n) \quad (8.10)$$

Масова годинна витрата палива, кг/год

$$G_n = 0,76 \cdot Q_n \quad (8.11)$$

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

$$g_e = \frac{G_n \cdot \eta_{тр}}{N_b} \quad (8.12)$$

Ефективний ККД:

$$\eta_e = \frac{3600}{g_e \cdot H_u}, \quad (8.13)$$

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?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Канарчук В.Є., Дудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: Підручник. - К.: Вища шк., 1994. - (у 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. - 342 с; Кн. 2: Організація, планування і управління. - 383 с; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. - 599 с.
2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підруч. /Лудченко О.А. - К.: Знання, 2007. - 527с.
3. Мирошников Д.В., Болдин А.П. Пал В.И. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. -М.: Транспорт, 1997 - 263 с.
4. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення : ДСТУ 2708:2006 / К.: Держстандарт України.,- 2006.- (Національні стандарти України)
5. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. - К.: Мінтранс України, 1998. -16 с.
6. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність: навч. посіб.[для студ. вищ. навч. закл.] / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич - Львів : Афіша, 2004. - 492 с.
7. Цюцюра В.Д. Метрологія та основи вимірювань: навч. посібн.-К.: "Знання -Прес", 2003