

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



Ю.М. Бороденко

ДІАГНОСТИКА МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

Лабораторний практикум
для студентів денного та заочного навчання за спеціальністю
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Затверджено методичною
радою університету,
протокол № ____ від ____.

Харків 2026

УДК 629.25(075)

Діагностика мехатронних систем автомобіля.

Лабораторний практикум./Ю.М. Бороденко, – Х.: ХНАДУ, 2026. – 107 с.

Лабораторний практикум з дисципліни «Діагностика мехатронних систем автомобіля» містить опис практичних занять, які виконуються студентами при вивченні даної дисципліни. При цьому, для кожного заняття вказані: мета, задачі, опис діагностичного устаткування, контрольні запитання, вимоги до звіту. Коротко висловлюється теоретичний матеріал, необхідний для осмисленого виконання завдання.

Лабораторний практикум передбачає можливість проведення занять в умовах дистанційного навчання за рахунок використання відеоконтенту.

Ілюстрацій – 66, таблиць – 3, бібліографія – 52 найменувань.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
Заняття №1. ПОБУДУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	5
Заняття №2. АНАЛІЗ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	11
Заняття №3. КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ НА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОМУ УСТАТКУВАННІ.....	17
Заняття №4. КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ СИСТЕМИ COMMON RAIL.....	28
Заняття №5. КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ ФОРСУНОК СИСТЕМИ COMMON RAIL.....	35
Заняття №6. ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО АДАПТЕРА.....	45
Заняття №7. ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ МУЛЬТИМАРОЧНИМ СКАНЕРОМ.....	59
Заняття №8. ПРОВЕДЕННЯ РЕПРОГРАМІНГУ ЕЛЕКТРОННОГО БЛОКУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВЗ.....	68
Заняття №9. КОДУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ СКАНЕРОМ.....	76
Заняття №10. КОМПЛЕКСНЕ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРУ.....	84
Заняття №11. ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИЛІНДРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРУ.....	91
Заняття №12. КОНТРОЛЬ ФАЗ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРУ.....	98
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	105

ПЕРЕДМОВА

Програмою навчальної дисципліни ДМСА передбачено проведення практичних занять (ПЗ) загальним обсягом 16 год.

Тематика ПЗ торкається питань, пов'язаних з вивченням засобів і методів діагностики мехатронних систем з використанням комп'ютерних технологій та спрямована на виконання практичних завдань [1].

Дана навчально-методична розробка являє сукупність методичних вказівок за темами означеної дисципліни і включає всі необхідні елементи лабораторного практикуму (ЛП), а саме, поєднує: постановку задачі (тема, мета, завдання); теорію (теоретичну частину); практику (порядок виконання завдання), самоконтроль знань (контрольні запитання).

Обсяг годин на проведення кожного ПЗ визначається викладачем залежно від форми навчання (аудиторна чи дистанційна) та регламенту закладеному в навчальні плани спеціальності.

Кількість ПЗ наданих в ЛП дещо перевищує регламент робочої програми дисципліни, що дозволяє обирати альтернативні теми ПЗ залежно від форми їх проведення і наявності діагностичного устаткування.

Послідовність проведення занять має подвійну нумерацію. Перша цифра це порядковий номер ПЗ у складі ЛП. Другий подвійний номер у дужках, перша цифра якого вказує номер теми згідно робочій програмі (силабусу) дисципліни, друга – порядковий номер завдання з цієї теми. Така альтернатива завдань дозволяє, в разі аудиторних занять, поділити групу студентів на підгрупи, і проходити кожне завдання на окремих дільницях лабораторії (майстерні) почергово. У випадку дистанційного навчання номер ПЗ обирається викладачем, залежно від спеціалізації майбутніх фахівців.

Для кращого засвоєння матеріалу теоретичної і практичної частин заняття передбачено перегляд коротеньких (1 – 5 хв.) тематичних відеороликів за технологією «своїми очима» та «чужими руками» [2].

Теоретична частина ПЗ містить інформацію про об'єкти або засоби діагностики, що розглядаються в межах теми ПЗ з використанням анімаційних та демонстраційних відеороликів. Практична частина, являє порядок виконання операцій контролю та діагностування з використанням постановочних відеороликів. В ЛП складено загальний перелік посилань, який налічує 52 інформаційні джерела, з яких 30 є продукцію YouTube.

Зміст ПЗ загалом передбачає:

- засвоєння методів складання діагностичної документації;
- ознайомлення з устроєм засобів діагностики та процедурою діагностування мехатронних систем автомобіля;
- апробацію діагностичних приладів та устаткування в умовах електровідділення, на борту автомобіля, і діагностичного поста;
- локалізацію місця та усунення причини несправностей.

Практичне заняття №1 (1.1)

ПОБУДУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Мета заняття: ознайомитися з методами побудування функціональної діагностичної моделі на прикладі абстрактної (безвідносної) системи керування.

Завдання, що вирішуються під час заняття

1. Побудувати функціональну діагностичну модель (ФДМ) системи керування в графічному наданні.
2. Скласти вихідні логічні функції блоків діагностичної моделі (аналітичне надання).
3. Сформуувати бінарну таблицю несправностей (матрицю станів) ФДМ.

Вихідні дані

Абстрактна система керування складається з трьох датчиків вимірювальної інформації (Д), двох виконавчих пристроїв (ВП) та електронного блоку керування (ЕБ), рисунок 1.

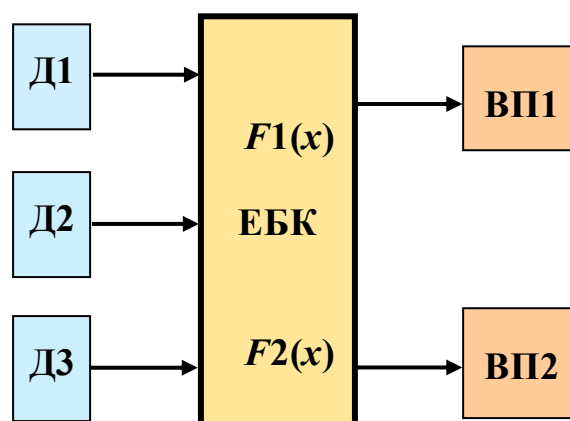


Рисунок 1.1 – Схема функціональна системи керування

Вихідні дані для побудування функціональної діагностичної моделі системи керування наведені в таблиці 1.

Відповідно до номеру варіанта в таблиці 1 задано функції перетворення F_i вхідних сигналів (зовнішніх впливів X_i) системи до вихідних (сигналів керування виконавчими пристроями Y_i).

У таблиці також зазначено (позначкою «+») які периферійні пристрої потребують живлення. При цьому, виконавчі пристрої живляться безпосередньо від бортової мережі +12 В, а датчики вимірювальної інформації та електронний блок системи – через вторинне джерело напруги (стабілізатор напруги +5 В).

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для побудування діагностичної моделі

Варіант	ВП1	ВП2	Д1	Д2	Д3	F1	F2	Варіант	ВП1	ВП2	Д1	Д2	Д3	F1	F2
00	+	+	-	+	+	1, 2	2, 3	26	-	+	+	+	-	1, 2	1, 3
01	+	+	-	+	+	1, 3	2, 3	27	-	+	-	-	+	1, 2	2, 3
02	+	+	-	+	+	1, 2	1, 3	28	-	+	-	-	+	1, 3	2, 3
03	+	+	+	-	+	1, 2	2, 3	29	-	+	-	-	+	1, 2	1, 3
04	+	+	+	-	+	1, 3	2, 3	30	-	+	-	+	-	1, 2	2, 3
05	+	+	+	-	+	1, 2	1, 3	31	-	+	-	+	-	1, 3	2, 3
06	+	+	+	+	-	1, 2	2, 3	32	-	+	-	+	-	1, 2	1, 3
07	+	+	+	+	-	1, 3	2, 3	33	-	+	+	-	-	1, 2	2, 3
08	+	+	+	+	-	1, 2	1, 3	34	-	+	+	-	-	1, 3	2, 3
09	+	+	-	-	+	1, 2	2, 3	35	-	+	+	-	-	1, 2	1, 3
10	+	+	-	-	+	1, 3	2, 3	36	+	-	-	+	+	1, 2	2, 3
11	+	+	-	-	+	1, 2	1, 3	37	+	-	-	+	+	1, 3	2, 3
12	+	+	-	+	-	1, 2	2, 3	38	+	-	-	+	+	1, 2	1, 3
13	+	+	-	+	-	1, 3	2, 3	39	+	-	+	-	+	1, 2	2, 3
14	+	+	-	+	-	1, 2	1, 3	40	+	-	+	-	+	1, 3	2, 3
15	+	+	+	-	-	1, 2	2, 3	41	+	-	+	-	+	1, 2	1, 3
16	+	+	+	-	-	1, 3	2, 3	42	+	-	+	+	-	1, 2	2, 3
17	+	+	+	-	-	1, 2	1, 3	43	+	-	+	+	-	1, 3	2, 3
18	-	+	-	+	+	1, 2	2, 3	44	+	-	+	+	-	1, 2	1, 3
19	-	+	-	+	+	1, 3	2, 3	45	+	-	-	-	+	1, 2	2, 3
20	-	+	-	+	+	1, 2	1, 3	46	+	-	-	-	+	1, 3	2, 3
21	-	+	+	-	+	1, 2	2, 3	47	+	-	-	-	+	1, 2	1, 3
22	-	+	+	-	+	1, 3	2, 3	48	+	-	-	+	-	1, 2	2, 3
23	-	+	+	-	+	1, 2	1, 3	49	+	-	-	+	-	1, 3	2, 3
24	-	+	+	+	-	1, 2	2, 3	50	+	-	-	+	-	1, 2	1, 3
25	-	+	+	+	-	1, 3	2, 3								

Вказівки до виконання

Функціональна ДМ – модель блочної структури, в якій кожний блок виконує певну функцію перетворення вхідного сигналу у вихідний. Припускається, що кожний блок моделі може знаходитися в двох станах – дієздатному або несправному. Функціональна ДМ дозволяє локалізувати несправність до рівня функціонального блока.

Щоб задати функціональну ДМ системи, необхідно виконати наступні операції:

1. Визначити всі можливі технічні стани системи. Слід вважати, що несправним може бути будь який але тільки один елемент системи (функціональний блок моделі Q_i).

2. Вказати, які комбінації допустимих впливів X_i необхідно додати до кожного блока Q_i для одержання допустимої реакції Y_i . Під допустимою реакцією

розуміють значення вихідного параметра блока, що знаходиться в дієздатному стані.

3. Задати схему об'єкта зі вказанням блоків і зв'язків між ними.

При побудованні блочної схеми функціональної ДМ необхідно дотримуватися вимоги: функціональний блок може мати декілька входів, але тільки один вихід (виконувати певну функцію).

Вихідні функції блоків моделі являють собою аналітичні вирази отримані на підставі положень алгебри логіки. Наприклад, функція $Y_1 = X_1 X_2 Q_1$ показує, що її значення допустимі $Y_1 = 1$, якщо одночасно є допустимими значення вхідних параметрів блоку $X_1 = 1$, $X_2 = 1$ та блок справний $Q_1 = 1$. Отримані вихідні функції перетворюються до вигляду $Y = XQ$ методом підстановки. Сукупність отриманих логічних функцій також являє ДМ надану в аналітичному вигляді.

Побудована ДМ може бути представлена в універсальній абстрактній формі у вигляді таблиці несправностей.

Таблиця несправностей (ТН) – таблиця, в якій у рядках записані технічні стани з множини станів S , у стовпцях – елементарні перевірки із множини перевірок Π . Заповнювати таблицю можна рядками або стовпцями. Бінарна ТН, що заповнюється «0»/«1», називається *матрицею станів*. Множина станів S_i в ТН розглядається як перелік несправних блоків $Q_i = \langle 0 \rangle$, а множина перевірок Π – як значення функцій Y_j . Приймається, що вхідні параметри X_1, X_2, X_3 – мають допустиме значення «1». Стан S_0 відповідає справному стану системи (всі блоки Q_i - справні).

Таблиця несправностей може бути скорочена без втрати діагностичних властивостей за наступними правилами.

1. Якщо в ТН є перевірки (стовпці), що мають тільки «0» або тільки «1», то їх можна видалити.

2. Якщо в ТН є однакові стовпці, то їх можна звести в один.

Докладніше, основні положення і методи технічної діагностики викладено в [3]. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичні відеоролики [4 – 6].

Приклад виконання

Функціональна схема системи керування складається з трьох датчиків вимірювальної інформації Д1, Д2, Д3; двох виконавчих пристроїв ВП1, ВП2; електронного блока ЕБК (дивись рисунок 1.1).

Згідно завдання за обраним варіантом (дивись таблицю 1), усі датчики та електронний блок живяться від вторинного джерела напруги, а виконавчі пристрої – безпосередньо від бортового джерела живлення. Функції перетворення сигналів по каналах керування виконавчими пристроями мають вигляд $Y_1 = F_1(X_1, X_2, X_3)$; $Y_2 = F_2(X_1, X_2, X_3)$.

1. Відповідно до вихідних даних будемо функціональну діагностичну модель системи, яка складається з восьми функціональних блоків $Q_1 - Q_8$, рисунок 1.2.

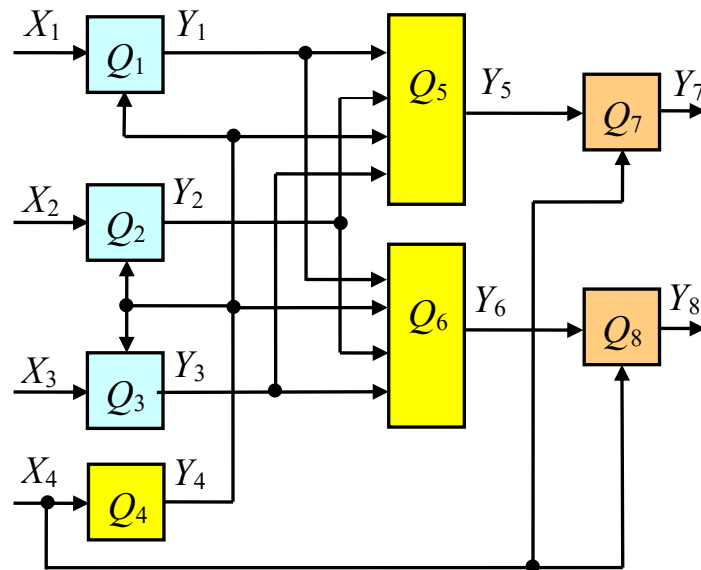


Рисунок 1.2 – Схема функціональної діагностичної моделі системи керування

В наведеній моделі вхідний параметр X_4 відтворює кола бортового живлення виконавчих пристроїв Q_7, Q_8 , а блок Q_4 – стабілізатор пониженої напруги живлення датчиків $Q_1 \dots Q_3$ та електронного блока Q_5, Q_6 .

2. Згідно з діагностичною моделлю складемо вихідні функції для кожного блоку.

$$Y_1 = X_1 \cdot Y_4 \cdot Q_1; \quad Y_2 = X_2 \cdot Y_4 \cdot Q_2; \quad Y_3 = X_3 \cdot Y_4 \cdot Q_3;$$

$$Y_4 = X_4 \cdot Q_4; \quad Y_5 = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \cdot Y_4 \cdot Q_5;$$

$$Y_6 = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \cdot Y_4 \cdot Q_6; \quad Y_7 = Y_5 \cdot X_4 \cdot Q_7; \quad Y_8 = Y_6 \cdot X_4 \cdot Q_8.$$

Виконуємо перетворення функцій до вигляду $Y = X \cdot Q$ підстановкою

$$Y_1 = X_1 \cdot Y_4 \cdot Q_1 = X_1 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_1;$$

$$Y_2 = X_2 \cdot Y_4 \cdot Q_2 = X_2 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_2;$$

$$Y_3 = X_3 \cdot Y_4 \cdot Q_3 = X_3 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_3;$$

$$Y_5 = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \cdot Y_4 \cdot Q_5 = X_1 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_1 \cdot X_2 \cdot Q_2 \cdot X_3 \cdot Q_3 \cdot Q_5;$$

$$Y_6 = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \cdot Y_4 \cdot Q_6 = X_1 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_1 \cdot X_2 \cdot Q_2 \cdot X_3 \cdot Q_3 \cdot Q_6;$$

$$Y_7 = Y_5 \cdot X_4 \cdot Q_7 = X_1 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_1 \cdot X_2 \cdot Q_2 \cdot X_3 \cdot Q_3 \cdot Q_5 \cdot Q_7;$$

$$Y_8 = Y_6 \cdot X_4 \cdot Q_8 = X_1 \cdot X_4 \cdot Q_4 \cdot Q_1 \cdot X_2 \cdot Q_2 \cdot X_3 \cdot Q_3 \cdot Q_6 \cdot Q_8.$$

Вважаючи, що зовнішні впливи системи мають допустимі значення ($X_i=1$), а несправним може бути будь який але тільки один блок, запишемо функції несправностей у вигляді $Y=Q$

$$Y_1=Q_4 \cdot Q_1; \quad Y_2=Q_4 \cdot Q_2;$$

$$Y_3=Q_4 \cdot Q_3; \quad Y_4=Q_4;$$

$$Y_5=Q_4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_5; \quad Y_6=Q_4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_6;$$

$$Y_7=Q_4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_5 \cdot Q_7; \quad Y_8=Q_4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_6 \cdot Q_8.$$

3. Використовуючи отримані функції формуємо бінарну таблицю несправностей (матрицю станів), заповнюючи її за рядками або за стовпцями. Кількість можливих перевірок в таблиці несправностей дорівнює кількості блоків моделі, таблиця 1.2.

Таблиця 1.2 – Таблиця несправностей моделі

Стани системи	Перевірки блоків за вихідними сигналами							
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8
S0	1	1	1	1	1	1	1	1
S1	0	1	1	1	0	0	0	0
S2	1	0	1	1	0	0	0	0
S3	1	1	0	1	0	0	0	0
S4	0	0	0	0	0	0	0	0
S5	1	1	1	1	0	1	0	1
S6	1	1	1	1	1	0	1	0
S7	1	1	1	1	1	1	0	1
S8	1	1	1	1	1	1	1	0

При формуванні таблиці вважаємо, що перевірка $П_j$ полягає у вимірюванні діагностичного параметра Y_j на виході блоку Q_j , а стан системи S_i відповідає несправному стану відповідного блоку Q_i . Технічний стан S_0 позначаємо як справний стан системи (всі блоки справні, всі перевірки дають позитивний результат).

Одиницям в таблиці несправностей відповідає позитивний результат перевірки, а нулям – негативний. Сформована, таким чином, таблиця не містить однакових рядків (всі стани розрізнявальні) та однакових стовпців (зайві перевірки відсутні), отже вона не підлягає скороченню.

Контрольні запитання

1. Що таке діагностична модель технічної системи?

2. Чим функціональна діагностична модель відрізняється від функціональної схеми системи?
3. Яким чином будується функціональна діагностична модель?
4. У яких формах може бути надана функціональна діагностична модель?
5. Поясніть запис логічної функції блоку моделі
6. Що таке матриця станів системи керування?
7. Що означають «0» і «1» в матриці станів (бінарній таблиці несправностей)?
8. Як можна скоротити матрицю станів?
9. З якою метою будуються діагностичні моделі технічних систем?

Зміст звіту

Звіт повинен містити: вихідні дані за варіантом; схему функціональну діагностичної моделі, побудованої згідно варіанту; вихідні функції блоків діагностичної моделі згідно варіанту; таблицю несправностей розробленої моделі, відповіді на контрольні запитання (усно при очному захисті, письмово – на дистанції).

Практичне заняття №2

АНАЛІЗ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Мета заняття: ознайомитися з методами аналізу функціональної діагностичної моделі на прикладі абстрактної (безвідносної) системи керування.

Завдання, що вирішуються під час заняття

1. Визначити оптимальний діагностичний тест для перевірки системи.
2. Побудувати алгоритм діагностування за критерієм вартості.
3. Визначити вартості виділення кожного технічного стану системи, середню вартість постановки діагнозу та ефективність впровадження оптимізованого алгоритму в процес діагностування.

Вказівки до виконання

Оптимальний діагностичний тест (ОДТ) – тест, оптимізований за заданим критерієм. Тест оптимізований за вартістю, має мінімальну сумарну вартість перевірок, що входять до його складу. Для визначення оптимального діагностичного тесту використовують таблицю покриттів перевірок.

Таблиця покриттів (ТП) – таблиця, отримана на підставі таблиці несправностей, стовпцям якої відповідають елементарні перевірки із множини перевірок Π_j , а рядкам – елементи множини U_e , що складаються з пар розрізнявальних станів Si/Sk . Таблиця покриття формується наступним чином. На перехрещенні стовпця Π_j та рядка U_e ставиться значення двійкової змінної $A_{j,e}$ за умови, що: $A_{j,e} = \langle 1 \rangle$, якщо результат ТН – $r_{ij} \neq r_{kj}$; $A_{j,e} = \langle 0 \rangle$ при $r_{ij} = r_{kj}$. Як правило, значення $\langle 0 \rangle$ в ТП не проставляють. Таблиця покриттів має наступні властивості.

1. Якщо в ТП утворюється пустий рядок, то пара станів, що відповідає цьому рядку, нерозрізняльна на заданій множині перевірок;
2. Якщо в ТП утворюється пустий стовпець, то перевірка, що відповідає цьому стовпцю, не виявляє жодної несправності і цей стовпець можна видалити з таблиці.

Щоб отримати ОДТ шляхом перекриття розрізняваності в таблиці покриття (метод крізної одиниці) треба доповнити ТП значеннями вартостей перевірок. Для всіх варіантів завдання прийняти значення вартостей перевірок відповідно до їх номеру (номеру блока, що перевіряється). Наприклад, вартість перевірки Π_2 (перевірки блока Q_2) дорівнює дві умовні одиниці.

Метод крізної одиниці полягає у виборі перевірок для порівнювальних станів (рядків ТП) де виконується умова розрізняваності (наявність одиниці). Якщо, при виборі виникають альтернативні перевірки, то обирається перевірка з меншою вартістю. При цьому, слід мінімізувати кількість обраних перевірок, які складають ОДТ (не додавати нових перевірок до тесту, якщо є альтернативна перевірка, яка вже увійшла до складу ОДТ). Щоб здійснити такий вибір

більш оперативно, рекомендується спочатку обрати рядки (пари станів), які розрізняються тільки за результатами однієї перевірки. Відповідні перевірки додати до складу ОДТ (перевірки які не можна обминути). Потім розглядати альтернативні перевірки за методом, що пропонується.

Після визначення ОДТ складається таблиця несправностей тільки для перевірок, які входять до складу тесту, та на її підставі будується алгоритм діагностування з використанням функції переваги за вартістю. Процес побудування алгоритму діагностування полягає в послідовному виконанні двох операцій.

1. З множини перевірок ОДТзначається перевірка з мінімальною вартістю.

2. Множина технічних станів розбивається на дві підмножини, для одної з яких обрана перевірка має позитивний результат, тобто «1», для другої – негативний «0».

Розбиття на підмножини проводиться для виділення (відокремлення) кожного із станів, що розглядаються. При цьому, перевірки, призначені для локалізації кожного стану, не повинні повторюватись.

Вартість виділення кожного із станів визначається як сума вартостей перевірок, які необхідно провести у відповідності з побудованим алгоритмом. Середня вартість постановки діагнозу визначається як сумарна вартість відокремлення всіх технічних станів системи (всіх наперед визначених несправностей) поділена на кількість перевірок, які входять до складу діагностичного тесту. Ефективність впровадження оптимізованого алгоритму в процес діагностування визначається як відсоток зниження витрат на постановку діагнозу в разі застосування алгоритму відносно загальній вартості проведення всіх наперед заданих перевірок системи керування.

Докладніше, методи аналізу діагностичних моделей викладено в [3]. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичні відеоролики [7, 8].

Приклад виконання

Вихідними даними для виконання завдання є бінарна таблиця несправностей (матриця станів системи), отримана на попередньому кроці згідно з обраним варіантом, таблиця 2.1.

1. Для визначення оптимального, з боку вартості, діагностичного тесту (ОДТ) перетворюємо таблицю 2.1 до таблиці покриттів, таблиця 2.2.

Вважаємо, що діагностуванню підлягають тільки несправні об'єкти (справний стан S_0 – не розглядається). Доповнюємо таблицю покриттів вартостями перевірок (рядок C_j). Виконуємо аналіз таблиці покриттів методом перекриття розрізнюваності (крізної одиниці). Визначення перевірок, що входять до складу ОДТ виконуємо в наступній послідовності.

Таблиця 2.1 – Таблиця несправностей моделі

Стани системи	Перевірки блоків за вихідними сигналами							
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8
S0	1	1	1	1	1	1	1	1
S1	0	1	1	1	0	0	0	0
S2	1	0	1	1	0	0	0	0
S3	1	1	0	1	0	0	0	0
S4	0	0	0	0	0	0	0	0
S5	1	1	1	1	0	1	0	1
S6	1	1	1	1	1	0	1	0
S7	1	1	1	1	1	1	0	1
S8	1	1	1	1	1	1	1	0

Таблиця 2.2 – Таблиця покриттів перевірок системи керування

Пари станів	Перевірки							
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8
S1/S2	1	1						
S1/S3	1		1					
S1/S4		1	1	1				
S1/S5	1					1		1
S1/S6	1				1		1	
S1/S7	1				1	1		1
S1/S8	1				1	1	1	
S2/S3		1	1					
S2/S4	1		1	1				
S2/S5		1				1		1
S2/S6		1			1		1	
S2/S7		1			1	1		1
S2/S8		1			1	1	1	
S3/S4	1	1		1				
S3/S5			1			1		1
S3/S6			1		1		1	
S3/S7			1		1	1		1
S3/S8			1		1	1	1	
S4/S5	1	1	1	1		1		1
S4/S6	1	1	1	1	1		1	
S4/S7	1	1	1	1	1	1		1
S4, S8	1	1	1	1	1	1	1	
S5/S6					1	1	1	1
S5/S7					1			
S5/S8					1		1	1
S6/S7						1	1	1
S6/S8						1		
S7/S8							1	1
C _j	1	2	3	4	5	6	7	8

Спочатку знаходимо рядки з однією одиницею (розрізнюваності станів яких не можна обминути). Такими рядками є порівняння $S5/S7$ на перевірці П5, та $S6/S8$ на перевірці П6. Обрані перевірки додаємо до складу ОДТ. Непокритими при цьому залишаються порівняння $S1/S2$, $S1/S3$, $S2/S4$, $S3/S4$, $S1/S4$, $S2/S3$, $S7/S8$.

Для перших чотирьох порівнянь обираємо найбільш дешеву перевірку П1, яка забезпечує розрізнюваність парних станів. Щоб розрізнити стани $S1/S4$, $S2/S3$ альтернативним є перевірки П2, П3, П4. Обираємо перевірку П2 як більш дешеву. Стани $S7/S8$ розрізняються тільки на перевірках П7 або П8. Обираємо більш дешеву перевірку П7 та додаємо її до складу ОДТ. Таким чином перекриття таблиці за розрізнюваністю станів можливо досягнути виконуючи тільки п'ять перевірок, що утворюють ОДТ. Вартість ОДТ при цьому складе

$$\text{ОДТ [П1, П2, П5, П6, П7]}=1+2+5+6+7=21 \text{ у.о.}$$

Загальна вартість всіх перевірок без винятку складала 36 у.о.

2. Для побудування алгоритму діагностування який оптимізується за критерієм вартості формуємо таблицю несправностей для перевірок, що входять до складу ОДТ та доповнюємо її відповідними вартостями C_j , таблиця 2.3.

Таблиця 2.3 – Таблиця несправностей в обсязі ОДТ

Стани	Перевірки ОДТ				
	П1	П2	П5	П6	П7
$S1$	0	1	0	0	0
$S2$	1	0	0	0	0
$S3$	1	1	0	0	0
$S4$	0	0	0	0	0
$S5$	1	1	0	1	0
$S6$	1	1	1	0	1
$S7$	1	1	1	1	0
$S8$	1	1	1	1	1
C_j	1	2	5	6	7

Алгоритм будуємо в наступній послідовності. Першою обираємо найдешевшу перевірку П1 та групуємо окремо стани для яких перевірка має позитивний результат (відповідає одиницям $R1=1$) та негативний результат (відповідає нулям $R1=0$). На цьому кроці множина станів розбивається на підмножини $S1$, $S4$ та $S2$, $S3$, $S5 \dots S8$. Далі призначаємо перевірку П2 за результатами проведення якої відокремлюються стани $S1$, $S4$ для першої підмножини та стан $S2$ – для другої. Для станів $S3$, $S5 \dots S8$, що залишилися, призначаємо перевірку П5 (наступну за вартістю). За результатами цієї перевірки утворюються дві підмножини для кожної з яких призначаємо перевірку П6. За результатами перевірки відокремлюються стани $S3$, $S5$, $S6$. Стани $S7$ та $S8$ розрізняються тільки при

проведенні перевірки П7. Побудований таким чином алгоритм наведено на рисунку 2.1.

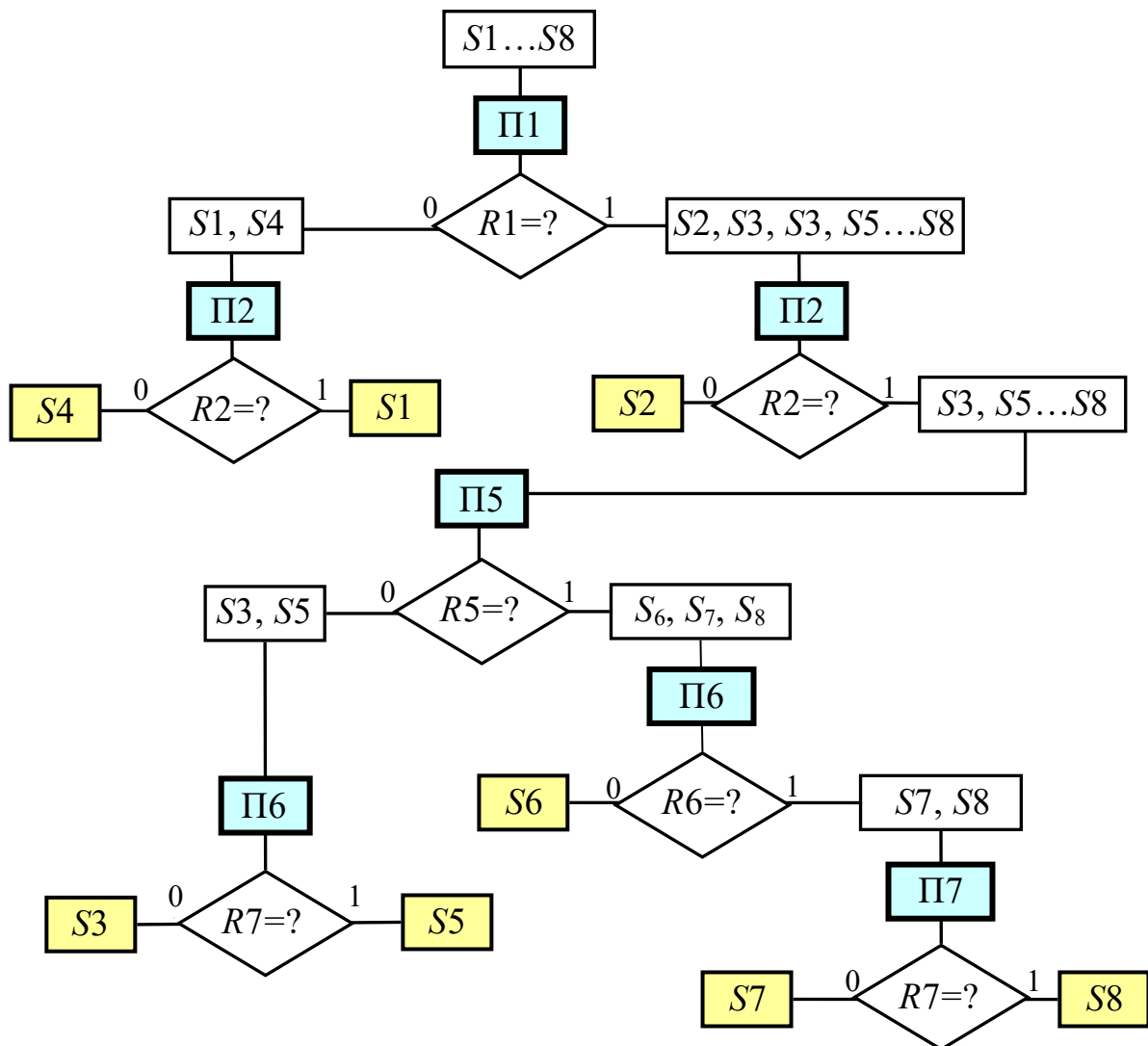


Рисунок 2.1 – Алгоритм діагностування оптимізований за критерієм вартості

6. Вартість визначення несправності кожного з блоків системи (технічних станів) за побудованим алгоритмом діагностування становитиме, у.о.

$$B(S1)=B(S4)=B(S2)=B(\Pi1)+B(\Pi2)=1+2=3 ,$$

$$B(S3)=B(S5)=B(S6)=B(\Pi1)+B(\Pi2)+B(\Pi5)+B(\Pi6)=1+2+5+6=14 ,$$

$$B(S8)=B(S7)=B(\Pi1)+B(\Pi2)+B(\Pi5)+B(\Pi6)+B(\Pi7)=1+2+5+6+7=21 .$$

Середня вартість діагностування системи в разі застосування алгоритму діагностування визначається як середні витрати на постановку діагнозу, у.о.

$$V_{\text{АД}} = [V(S1) + V(S2) + V(S3) + V(S4) + V(S5) + V(S6) + V(S7) + V(S8)] / 5 = \\ = (3 \times 3 + 3 \times 14 + 2 \times 21) / 5 = 18,6 .$$

Вартість постановки діагнозу без застосування оптимізованого алгоритму за результатами перевірки всіх блоків системи дорівнює сумарно ї вартості всіх перевірок, у.о.

$$V_{\text{ПД}} = V(\text{П1}) + V(\text{П2}) + V(\text{П3}) + V(\text{П4}) + V(\text{П5}) + V(\text{П6}) + V(\text{П7}) + V(\text{П8}) = \\ = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 36 .$$

Ефективність впровадження алгоритму діагностування визначаємо як відсоток зниження витрат на постановку діагнозу, %

$$E_{\text{АД}} = (V_{\text{ПД}} - V_{\text{ДА}}) 100 / V_{\text{ПД}} = (36 - 18,6) 100 / 36 = 48,3 .$$

Таким чином, впровадження розробленого алгоритму дозволяє знизити витрати на постановку діагнозу на 48,3 %.

Контрольні запитання

1. Що таке діагностичний тес?
2. Що таке мінімальний та оптимальний діагностичні тести?
3. Що таке таблиця покриттів перевірок?
4. Яким чином формується таблиця покриттів?
5. Назвіть властивості таблиці покриттів.
6. В чому полягає метод крізної одиниці при визначені тесту?
7. Що таке алгоритм діагностування?
8. За якими правилами будується алгоритм діагностування?
9. Як визначається вартість локалізації кожної перевірки за побудованим алгоритмом?
10. За якими показниками оцінюють економічну ефективність застосування діагностичних тестів та використання побудованого алгоритму діагностування?

Зміст звіту

Звіт повинен містити: таблицю покриттів перевірок; таблицю несправностей в обсязі ОДТ; схему алгоритму діагностування, побудованого згідно варіанту; результати розрахунку показників економічної ефективності; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття № 3 (2.1)

КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ НА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОМУ УСТАТКУВАННІ

Мета занять: на підставі аналізу основних несправностей елементів ходової частини автомобілів здійснити підбір засобів діагностики; вивчити їх конструкцію, принципи та порядок роботи; навчитися здійснювати операції діагностики системи і елементів ходової частини транспортного засобу.

Завдання, що вирішуються під час занять:

1. Ознайомитись з принципом будови, конструкцію та порядком застосування контрольно-вимірювального устаткування, стендів і приладів для діагностування ходової частини транспортного засобу.

2. Отримати навички контролю технічного стану ходової частини автомобіля за допомогою комп'ютеризованого вібро-гальмівного стенду SA 2 EURO фірми МАНА.

Устаткування робочих місць

1. Тестер підвіски S-A-T USB;
2. Тестер підвіски FWT-2010E;
3. Стенд перевірки амортизаторів і підвіски SA 2 EURO;
4. Люфт-детектор гідравлічний ЛД-4000;
5. Стенд аналізу геометрії ходової частини CURA R 2000 АТТ;
6. Вібро-гальмівний стенд SA 2 EURO фірми МАНА.

Теоретична частина

Технологія контролю стану ходової частини автомобіля зводиться до послідовного виконання операцій: візуальної оцінки стану сполучених деталей і вузлів при її активізації (застосування люфт детекторів), вимірювання параметрів демпфуючих характеристик (застосування вібростендів), перевірки нормативних параметрів рульового керування (застосування вимірювачів сумарного окружного люфту) [9]. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [10].

Для оцінки демпфуючих властивостей підвіски автомобіля можуть розглядатися вимушені або вільні коливання підресореної або не підресореної мас. При цьому, існує кілька методів визначення технічного стану амортизаторів:

- візуальний огляд та підрахунок коливань кузова автомобіля (суб'єктивна оцінка працездатності амортизаторів);
- зняття характеристик амортизаторів на спеціальному стенді (агрегатна діагностика апаратним методом);
- вимірювання параметрів коливань кузова або колеса (апаратні методи в умовах діагностичного посту).

Методи, що ґрунтуються на аналізі параметрів коливань кузова (амплітудний, метод «шок-тест», метод гальмування) або коліс полягають у діагностуванні не самих амортизаторів, а роботи підвіски по кожній колісній стойці або загалом по осі [9].

1. Методи вимірювання параметрів підвіски на вібростендах (тестерах підвіски) реалізуються двома методами аналізу по коливанням коліс – BOGE/ МАНА і EUSAMA (European Association of Shock Absorber Manufacturer – Європейська асоціація виробників амортизаторів). В обох випадках автомобіль встановлюється на спеціальні платформи, що по черзі збуджують вертикальні коливання коліс.

Метод BOGE/МАНА полягає у вимірюванні ваги колеса та амплітуди коливань платформи із встановленим на неї колесом автомобіля, рисунок 3.1, а.

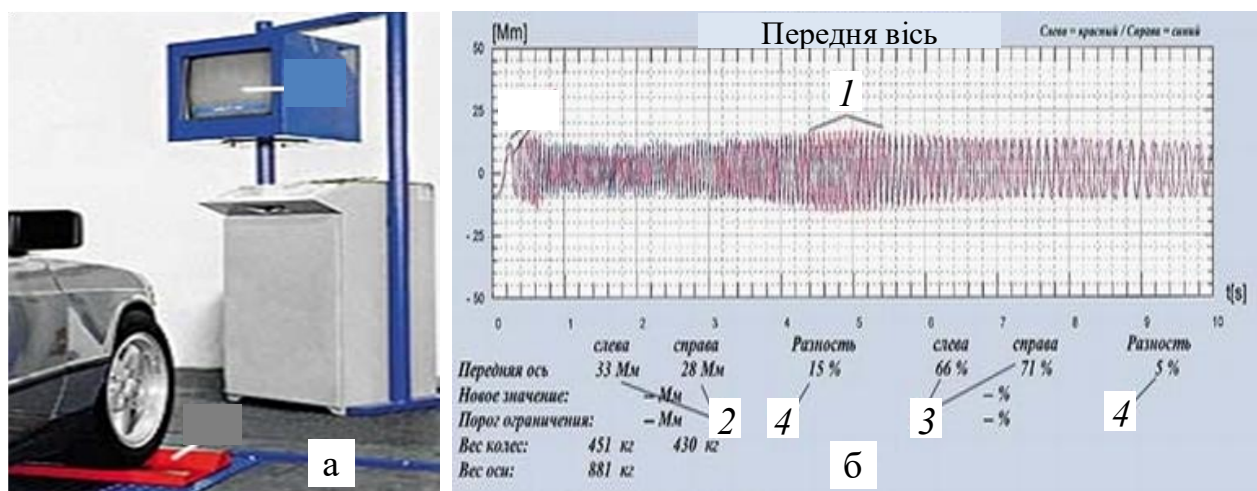


Рисунок 3.1 – Система перевірки підвіски методом BOGE/МАНА:
 а – зовнішній вигляд амплітудно-резонансного стенду;
 б – візуалізація результатів на дисплеї

Платформа з бордюрами збуджує коливання з частотою вище резонансної частоти підвіски (близько 16 Гц). Амплітуда коливань у процесі випробувань реєструються по переміщенню діагностичних майданчиків, які коливаються в такт з колесом. Результати тестування виводяться на екран монітора, рисунок 1 б. Під час зниження частоти вимушених коливань настає резонанс 1. Найбільші значення амплітуди коливань у зоні резонансу відповідають найгіршому стану амортизатора. Додатково, комп'ютер стенду перераховує отримані значення амплітуд 2 у відсоткові коефіцієнти ефективності амортизатора 3 і відносну різницю між лівим і правим колесами осі 4.

До переваг методу BOGE/МАНА в порівнянні методом EUSAMA можна віднести наступне: коливання, після проходження точки резонансу практично вільні від зовнішніх сил; резонансний метод вимірювань найближче імітує поведінку амортизатора в дорожніх умовах і задовольняє вимогам більшості

автомобільних компаній, що вважають за краще вимірювати амплітуду коливань.

За методом *EUSAMA* оцінюється здатність підвіски утримувати контакт колеса з нерівною дорогою. Стенд відстежує силу, з якою колесо автомобіля впливає на платформу. Спочатку виміри проводяться на нерухомій платформі, а потім у процесі загасаючих коливань починаючи з частоти 25 Гц. За результатами тестування комп'ютер обчислює коефіцієнт зчеплення колеса з опорною поверхнею, виражений у відсотках 1, рисунок 3.2, б. Він дорівнює відношенню мінімального навантаження під час коливань до навантаження на нерухому платформу.

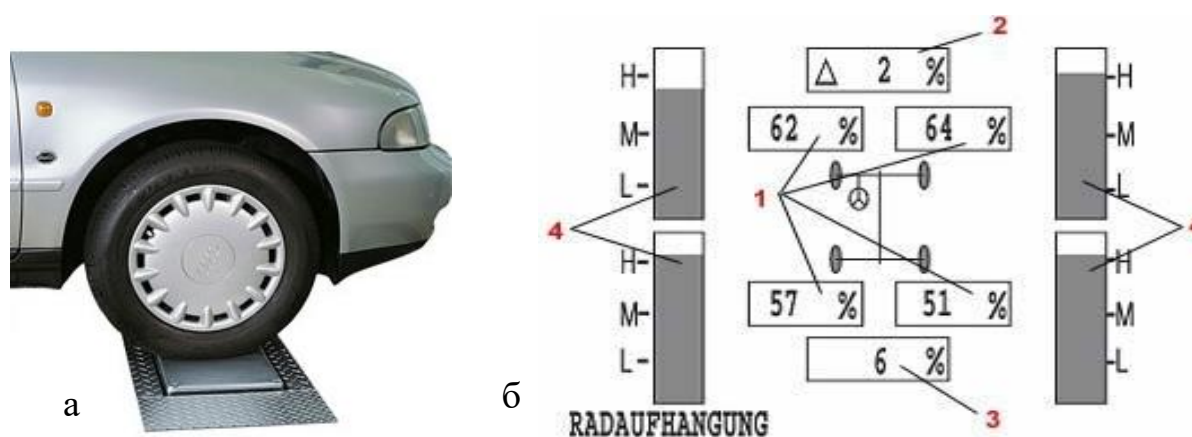


Рисунок 3.2 – Система перевірки підвіски методом EUSAMA:
а – установка автомобіля на стенді; б – візуалізація результатів на дисплеї

Роздруківка вимірювань також містить інформацію про відносну різницю коефіцієнтів для коліс передньої і задньої осей 2, 3 і квазі-аналогові шкали стану амортизаторів 4. Отримані результати порівнюються з нормативними значеннями.

До недоліків методу EUSAMA можна віднести: залежність результатів вимірювань від тиску повітря в шині і зовнішніх сил; необхідність розташовувати колесо точно посередині площадки амортизаторного стенду; відносно висока вартість стенду.

2. Тестер S-A-T USB створений для швидкої і точної перевірки амортизаторів, безпосередньо на автомобілі, рисунок 3.

Дозволяє об'єктивно оцінити здатність підвіски сприймати навантаження і повертатися в початкове положення, а так само, виявити схильність автомобіля до «відведення» при вірних кутах установки коліс. В основу вимірювань покладено амплітудний метод коливання кузова автомобіля.

Тестер SAT – високоточний інструмент, що працює за технологією дистанційного ультразвукового вимірювання. Він використовує спеціально розроблену програму для оцінки затухаючих коливань кузова в області кожного з чотирьох коліс автомобіля і дає висновок про роботу і стан амортизатора.

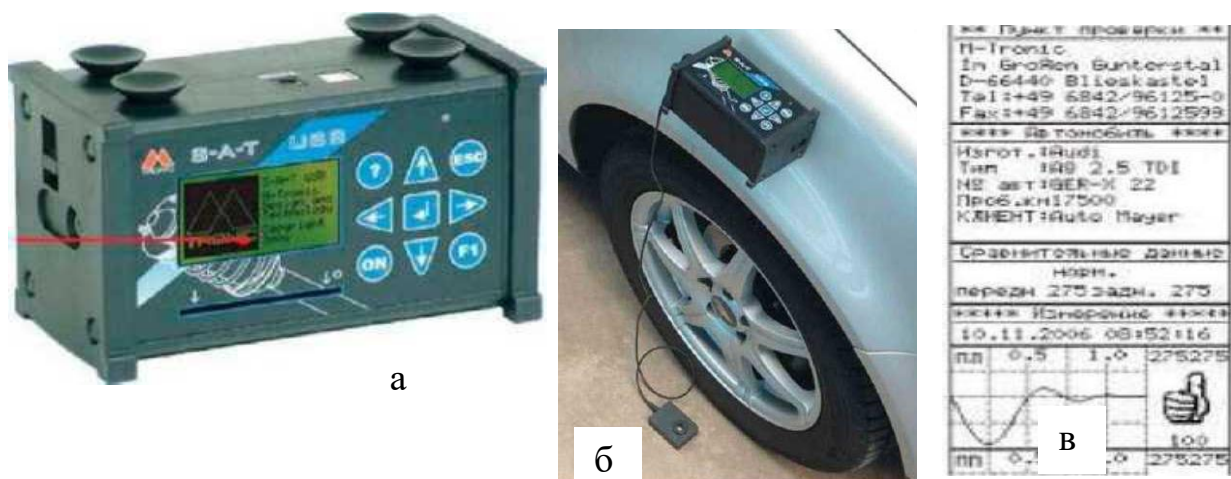


Рисунок 3.3 – Діагностичний прилад SAT USB: а – зовнішній вигляд; б – встановлення на автомобілі; в – роздруківка результатів тестування

Дані тестування негайно виводяться на дисплей приладу і можуть бути роздруковані на вбудованому принтері для клієнта. Завдяки автономному джерелу живлення, перевірку амортизаторів можна проводити як в самій майстерській, так і за її межами. Тестер S-A-T USB оснащений могутнім 32-бітовим процесором, рідкокристалічним індикатором, пристроєм термодруку і USB-роз'ємом. Це дозволяє аналізувати і обробляти отримані при тестуванні дані без використання комп'ютера, а також відображати дані у вигляді графічних елементів і виводити їх на друк. Протокол вимірювання, складений в простій і доступній формі, виявиться для клієнта оптимальним підтвердженням. Інструкція щодо використання тестеру S-A-T USB надано до методичних вказівок.

Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [11].

3. Тестер підвіски FWT-2010E Німецької фірми Cartec призначений для діагностики підвіски легкових автомобілів, мікроавтобусів і міні-вантажівок з навантаженням на вісь до 2 тон. Силова частина представляє моноблок із двома незалежними вимірювальними майданчиками, рисунок 3.4, а.

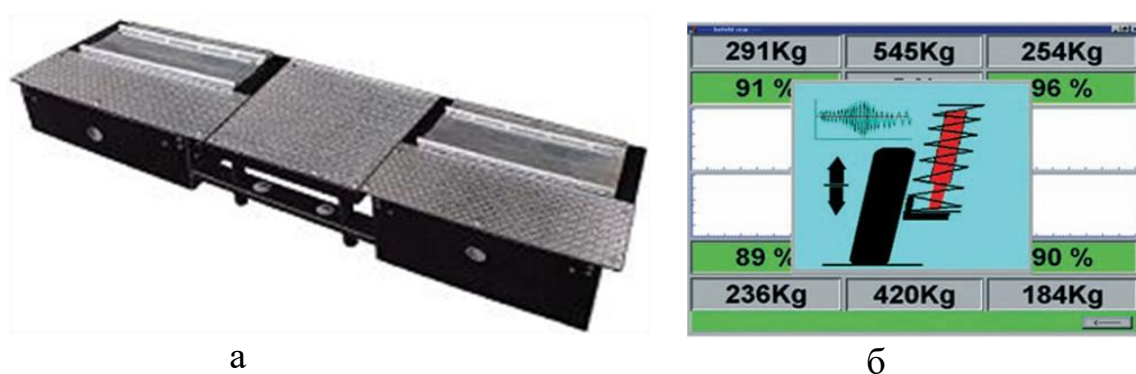


Рисунок 3.4 – Тестер підвіски моделі FWT-2010E: а – панель віброплатформ; б – візуалізація результатів вимірювань

Тестер визначає стан підвіски за величиною відносного коефіцієнта зчеплення з опорною поверхнею за методом EUSAMA (в умовах примусової вібрації кожного колеса по всіх осях, що діагностуються). Оцінка роботи підвіски проводиться автоматично за допомогою ПК з амплітуди коливань ваги та інтенсивності гасіння цих коливань (зміна ваги автомобіля при зважуванні його в статичному та динамічному стані).

Динамічне зважування здійснюється в період подачі на вісь автомобіля коливань змінної частоти, які імітують вплив дороги на автомобіль під час руху. Оцінний норматив лежить в межах 20...30% втрати ваги автомобіля при динамічному зважуванні від його статичної ваги.

На екран цифрового дисплея виводяться графіки зчеплення в діапазоні частот, динамічна вага колеса та осі ефективність роботи амортизаторів, рисунок 4, б. Тестер має інтерфейс для підключення пульта дистанційного керування і принтера, і може бути інтегрований до складу гальмівного стенда у складі діагностичної лінії. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [12].

4. Стенд перевірки амортизаторів і підвіски SA 2 EURO призначений для перевірки демпфіруючих властивостей підвіски. Вимірювальна система тестера підвіски SA 2 EURO (МАНА, Німеччина) побудована за методом BOGE/МАНА з функцією осьових терезів. Використовується для автомобілів з осьовим навантаженням до 2 тон, має ширину колії 880...2200 мм. При інтегуванні тестера підвіски в діагностичну лінію (EURO-SCREEN, EURO-SYSTEM), робочі площадки тестера розміщені на опорній платформі, спільно з роликівим блоком гальмівного стенду, рисунок 5, а.

Аналіз стану амортизаторів здійснюється в автоматичному режимі, починаючи з завантаження обох майданчиків стенду. Забезпечується ручне управління вібрацією платформ для пошуку шумів (віброакустична діагностика амортизаторів). При цьому, використовуються опціональні модулі пошуку шумів з кабельним або інфрачервоним пультом дистанційного керування.

Перевірка на стенді проводиться таким чином. Автомобіль в'їжджає на стенд передньою віссю. В результаті зміни ваги на робочих майданчиках проводяться вимірювання в автоматичному режимі. На моніторі комп'ютера формуються зображення, на якому указуються атрибути і вага передньої осі, рисунок 5, б.

Далі активізуються коливання лівого майданчика стенду. На екран виводяться результати тестування у вигляді часової діаграми коливань червоного кольору і цифрових значень амплітуди коливань в зоні резонансу (Махаметр).

В результаті перерахунку вимірних значень на екран також виводиться процентний коефіцієнт ефективності амортизатора (%). Після цього активізуються коливання правої платформи стенду і аналогічним чином виводяться результати для правого амортизатора (накладається діаграма коливань синього кольору).

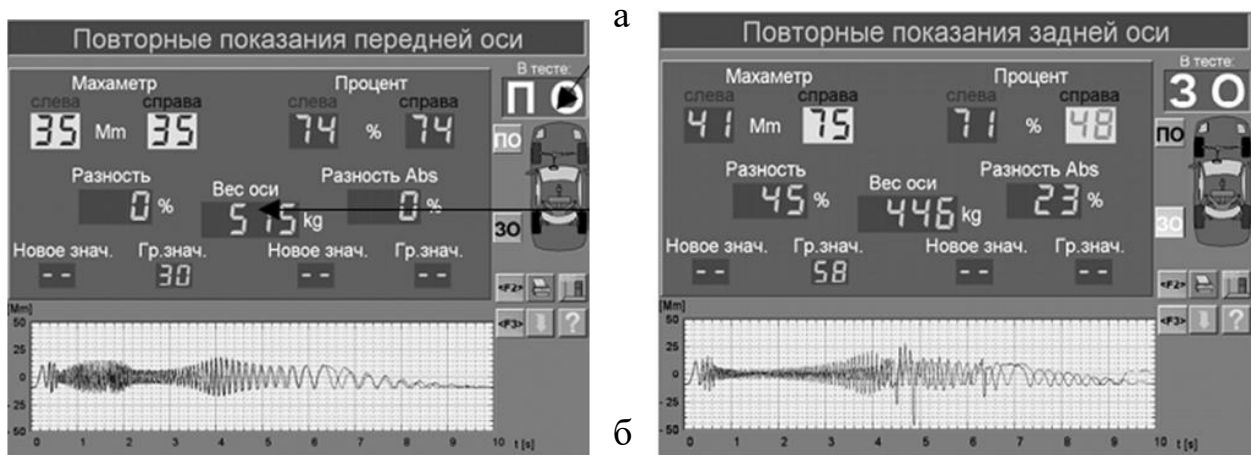
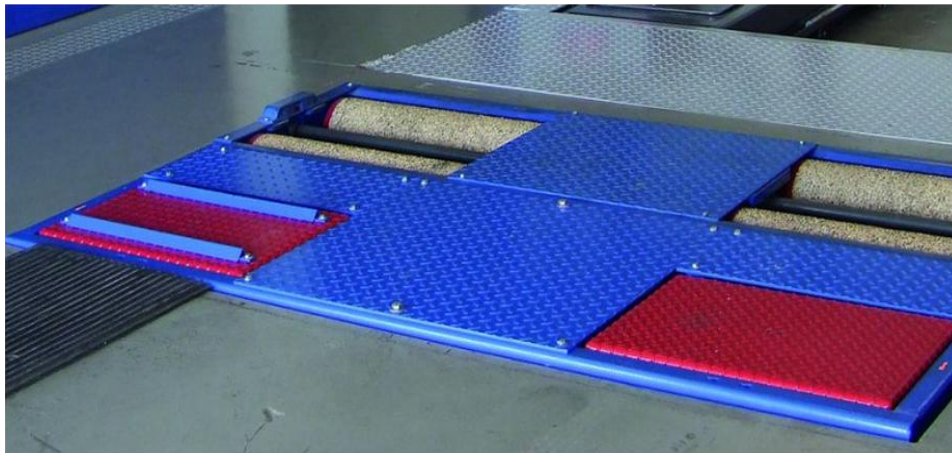


Рисунок 3.5 – Тестер підвіски SA 2 EURO: а – конструкція силової частини; б – візуалізація результатів вимірювань

За результатами оцінки обох амортизаторів передньої осі обчислюється відносна різниця між лівим і правим колесами. Перевірка задніх ресор однакова після наїзду коліс задньої осі на платформи стенду. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [13].

5. Люфт-детектори призначені для контролю наявності зазорів в підшипниках, шарнірах і інших рухомих вузлах підвіски автомобіля, рульового управління, а також оцінки ступеню їх зносу. Повна діагностика підвіски і рульового управління. Майданчики люфт-детектора імітують всі можливі навантаження, що передаються на рульове управління і підвіску автомобіля в процесі його руху. Люфт-детектор може встановлюватися як на підйомнику, так і на оглядовій канаві. Окремі модифікації стендів мають систему синхронізації руху майданчиків, що забезпечує рівноцінну передачу навантаження як на ліве, так і на праве колесо. Навантаження створює гідравлічний або пневматичний привід.

Люфт-детектор гідравлічний ЛД-4000 з навантаженням до 4 тон (по 2 тони на майданчик) дозволяє імітувати всі можливі навантаження, що передаються на рульове управління і підвіску автомобіля в процесі його руху. Аналогічну конструкцію має детектор люфтів для легкових автомобілів ДЛ-003, рисунок 3.6, а.

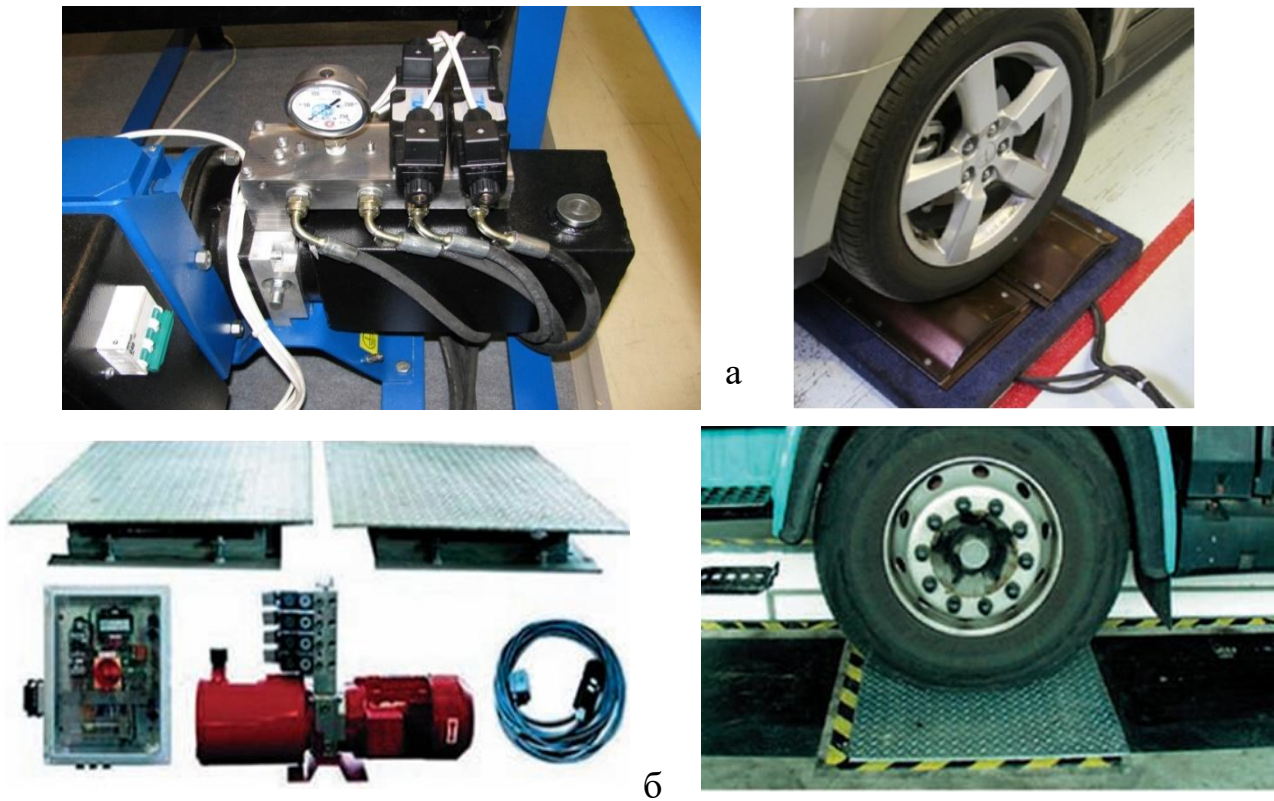


Рисунок 3.6 – Комплектація і установка гідравлічних тестерів люфтів:
а – моделі ЛД – 4000 фірми МЕТА; б - моделі GST-4500

Гідравлічні тестери люфтів в зчленуваннях рульового управління і підвіски автомобілів GST-2300 з навантаженням на вісь до 4 тон і GST-4500 з навантаженням на вісь до 20 тон мають аналогічні конструкції, рисунок 3.6, б. Управління зрушенням обох перевірочних майданчиків проводиться за чотирма (уздовж і поперек) або вісьмома (уздовж, поперек, по діагоналі, на зустріч) напрямками в ручному або автоматичному режимі, за допомогою дистанційного пристрою, вмонтованого в ліхтар підсвічування. Привід майданчиків здійснюється від гідравлічної силової станції. Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [5].

б. Стенд аналізу геометрії ходової частини CURAR 2000 ATT (ATT – Automotive Testing Technologies GmbH) виробництва Німеччини має у своєму складі унікальний зонд SIDIS 3DCAM, що є основою всієї вимірювальної системи за технологією CCT (Color Coded Triangulation – тріангуляція з кольоровим кодуванням). Такий принцип 3D-обміру полягає у наступному.

Проектор під нахилом зверху висвітлює об'єкт (колесо) растром кольорових ліній. При цьому, камера, розташована навпроти центру об'єкта горизонтально відстежує відображення від нього, рисунок 3.7, а.



Рисунок 3.7 – Стенд аналізу геометрії ходової частини CURA R 2000 АТТ: а – растрове підсвічування автомобіля проектором; б – вигляд стенду

Якщо об'єкт плоский і нерухомий, то проєктовані лінії растра сприймаються камерою як прямі паралельні (рівномірне поле). У разі зігнутої або нахиленою поверхні, а також при русі об'єкта рівномірність поля відображення порушується. Тривимірні дані про кожну точку лінії реєструється камерою. Для одержання координатної інформації про поточний стан об'єкта, координати множини кольорових (різнобарвних) ліній сприймаються одночасно.

Вимірювальна частина стенду у складі з ножичним підйомником включає електронні плати на платформі підйомника і два безконтактних модуля, встановлених на санчатах підйомника, рисунок 3.7, б.

Застосування ССТ-технології на стенді дозволяє вимірювати нахил шворня (програма «Micro Sweep») з поворотом колеса на 1/4 і здійснювати автоматичну компенсацію биття обода. При цьому, колеса однієї осі приводяться в рух гідравлікою за допомогою поворотно-зсувних пластин, які обертаються в протилежних напрямках, а автомобіль знаходиться в стані спокою і надійно зафіксований.

Після вибору марки автомобіля з банку даних, подальший процес проводиться повністю автоматично, відповідно до інструкцій виробника. Електронна синхронізація підйому платформ забезпечена функцією «заморожування» даних, отриманих на будь-якій висоті, що дозволяє точно проводити регульовальні операції. Інтерактивна система безпеки (технологія Safety Star) гарантує цілковиту безпеку на кожній висоті і синхронізацію між обома ходовими шинами за допомогою траєкторних вимірювань електроніки і пропорційної гідравліки. Відсутність будь-яких кріпильних пристосувань виключає ймовірність пошкодження дисків. Похибки і помилки вимірювань, викликані

неоднаковою установкою рульового колеса або помилками обслуговуючого персоналу при компенсації биття, в системі виключаються.

Комплектація стенда:

- ножичний підйомник з рампами і бар'єрами.
- спеціальні плати на платформі підйомника що рухаються за допомогою гідравліки.

- два вимірювальних безконтактних пристрої, що рухаються по платформах підйомника.

Пересувна шафа керування стенду містить:

- персональний комп'ютер з 17-дюймовим монітором, клавіатурою і кольоровим принтером;

- стандартний пакет програмного забезпечення;

- пульт дистанційного керування.

Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [15].

Порядок виконання завдання

Практична частина занять проводиться на вібро-гальмівному стенді фірми МАНА. Перед виконанням завдання пропонується переглянути тематичний відеоролик [16], який наочно демонструє операції тестування, рисунок 3.8.

Згідно завдання виконати наступні операції на посту діагностики.

1. Внесіть автомобіль у базу даних, впишіть державний номер автомобіля, щоб надалі передати роздруківку з параметрами вимірювання безпосередньо самому клієнту.

2. Заїдьте переднім колесом автомобіля на платформу напрямку руху тестера уводу (первинна діагностика розвал-сходження), рисунок 3.8, а.

3. Переїдьте на платформу вібростенду, який вимірює різницю демпфування осей, рисунок 3.8, б, в. Відбувається вібрація, яка передається на стійку і оцінюються показники на стенді. Почергово спостерігаються амплітудні коливання кожного колеса осі, на моніторі стенда відтворюються накладені амплітудно модульовані діаграми.

4. Проїдьте передніми колесами на гальмівні барабани для вимірювання різниці гальмівних зусиль лівого та правого коліс, рисунок 3.8, г, д. Дочекатися обертання барабанів і потроху натискуйте на педаль гальма до повного гальмування і зупинки барабанів.

5. З'їдьте вперед з гальмівних барабанів для вимірювання відхилення задньої осі відносно передньої на платформі тестеру відведення, рисунок 3.8, ж.

6. Продовжуючи рух вперед, заїдьте на віброплатформи стенду колесами задньої осі, рисунок 3.8, з. Повторити п. 2.

7. Проїдьте на замір гальмівних зусиль задньої осі, рисунок 3.8, и. Перевірте реакцію стоянкових гальм, а потім аналогічно п. 3 протестуйте гальма коліс задньої осі робочої системи.

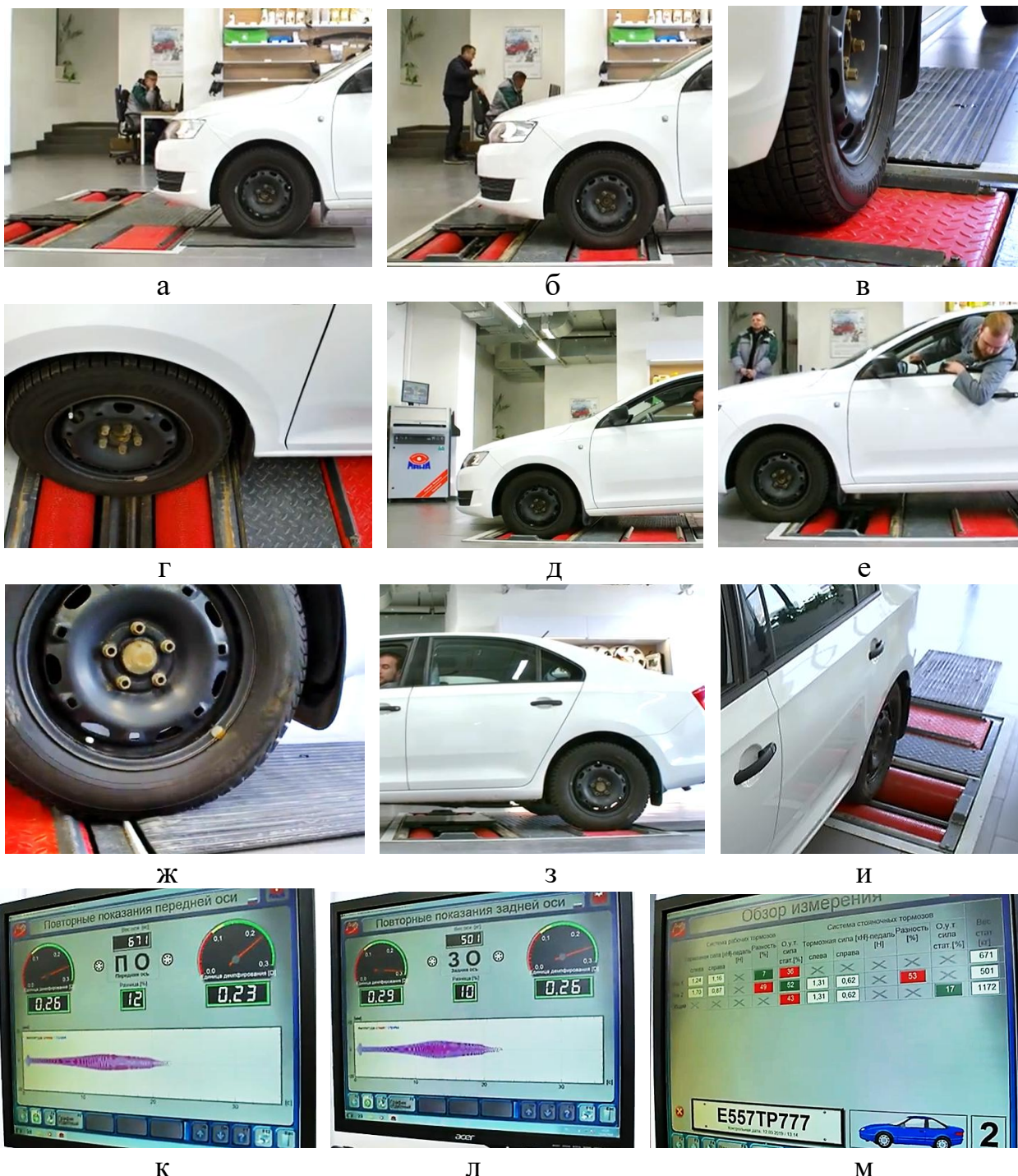


Рисунок 3.8 – Перевірки ходової частини автомобіля на стенді МАНА:
 а, е, ж – відведення коліс; б, в, з – демпфування стійок підвіски;
 г, д, и – гальмування; к, л –вікна монітору підвіски;
 м – вікно монітору гальмування

8. Збережіть результати вимірювань згідно інструкції. На діаграмах оцініть різницю показників демпфування передньої осі, тобто лівої та правої стійки амортизатора, рисунок 3.8, к.

9. Аналогічно оцініть показники демпфування колісних стійок задньої осі, рисунок 3.8, л.

10. Перейдіть до перегляду показників гальмівної системи автомобіля, рисунок 3.8, м.

11. Роздрукуйте результати тестування на стенді перевірки ходової частини автомобіля. Зробіть висновки про технічний стан: колісної бази, підвіски та гальмівної системи автомобіля.

Контрольні запитання

1. Назвіть методи діагностування підвіски автомобіля.
2. В чому полягає метод BOGE/МАНА застосований на вібростендах?
3. В чому полягає метод EUSAMA застосований на вібростендах?
4. Назвіть діагностичні параметри, що визначають характеристики підвіски автомобіля.
5. Назвіть діагностичні параметри, що визначають характеристики ходової частини автомобіля.
6. Назвіть засоби діагностування амортизаційних стійок на автомобілі.
7. Яким чином контролюють характеристики підвіски за допомогою тестера SAT USB?
8. Назвіть загальні класифікаційні ознаки тестера SAT USB як засобу діагностики (категорія, мобільність, умови використання, тип індикації, тип живлення).
9. Назвіть загальні класифікаційні ознаки вібростенду типу SA 2 EURO як засобу діагностики (категорія, мобільність, умови використання, тип індикації, тип живлення, функціональність).
10. Наведіть технологію тестування підвіски на вібростенді типу SA 2 EURO.
11. Яким чином функціонує люфт-детектор?
12. Які приводи використовуються в люфт-детекторах?
13. Назвіть загальні класифікаційні ознаки люфт-детектора як засобу діагностики (категорія, мобільність, умови використання, тип індикації, тип живлення).
14. В чому полягає технологія кольорової тріангуляції в стендах контролю ходової частини автомобіля CURA R 2000 АТТ?
15. Назвіть переваги технології кольорової тріангуляції в стендах контролю ходової частини автомобіля.

Зміст звіту

У звіті повинно бути: тема й мета роботи; опис та призначення засобів діагностування; технічні характеристики підвіски; принцип будови контрольно-вимірювального устаткування; застосовані методи контролю, щодо виявлення несправностей та діагностичні параметри; висновки щодо технічного стану ходової частини та підвіски контрольованого автомобіля.

Практичне заняття №4 (2.2)

КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ СИСТЕМИ COMMON RAIL

Мета заняття: вивчити конструкцію, особливості функціонування і технічні характеристики ПНВТ системи Common Rail, а також отримати практичні навички контролю їх параметрів на комп'ютеризованому устаткуванні.

Завдання, що вирішуються під час занять

1. Ознайомитись з особливостями конструкції і технічними характеристиками ПНВТ системи Common Rail виробництва BOSCH, DELPHI і DENSO.
2. Отримати навички перевірки нормативних параметрів і робочих характеристик ПНВТ системи Common Rail на універсальному комп'ютеризованому стенді DiMeD EXPERT.

Об'єкти та засоби діагностики

1. Контрольно-вимірювальний стенд типу DiMeD EXPERT;
2. Дослідний зразок магістрального ПНВТ типу CR2 DENSO;
3. Інструмент для демонтажу;
4. Монтажні проводи і з'єднувальні трубопроводи.

Теоретична частина

Магістральні ПНВТ застосовуються в акумуляторних паливних системах типу Common Rail (CR) де процеси створення високого тиску і вприскування розділені. Конструкції насосів такого типу, перш за все, відрізняються за кількістю плунжерних секцій [17], рисунок 4.1.

На рисунку 4.1, а, б позначено позиції: 1 – привідний вал; 2 – ролик; 3 – пружина плунжера; 4 – плунжер; 5 – штуцер до паливної рампи; 6 – випускний клапан; 7 – впускний клапан; 8 – редукційний клапан; 9 – фільтр тонкого очищення; 10 – перепускний клапан; 11 – злив палива; 12 – подача палива; 13 – кулачки; 14 – впускні канали.

На рисунку 4.1, в позначено позиції: 1 – корпус; 2 – дренажний клапан з дроселем; 3 – вал приводу; 4 – кулачок; 5 – плунжер; 6 – канал підводу палива; 7 – випускний клапан високого тиску; 8 – редукційний клапан; 9 – кульковий клапан; 10 – якір ЕК; 11 – обмотка ЕК; 12 – електричне рознімання; 13 – ущільнювач; 14 – зворотний клапан низького тиску. На рисунку також показано підключення паливних магістралей: А – забір палива з бака; В – зливна магістраль; С – подача палива в акумулятор.

Тиск вприскування створюється незалежно від частоти обертання ДВЗ і кількості вприскуваного палива. Паливо під тиском зберігається в паливному акумуляторі и система, таким чином, завжди готова до вприскування [18].

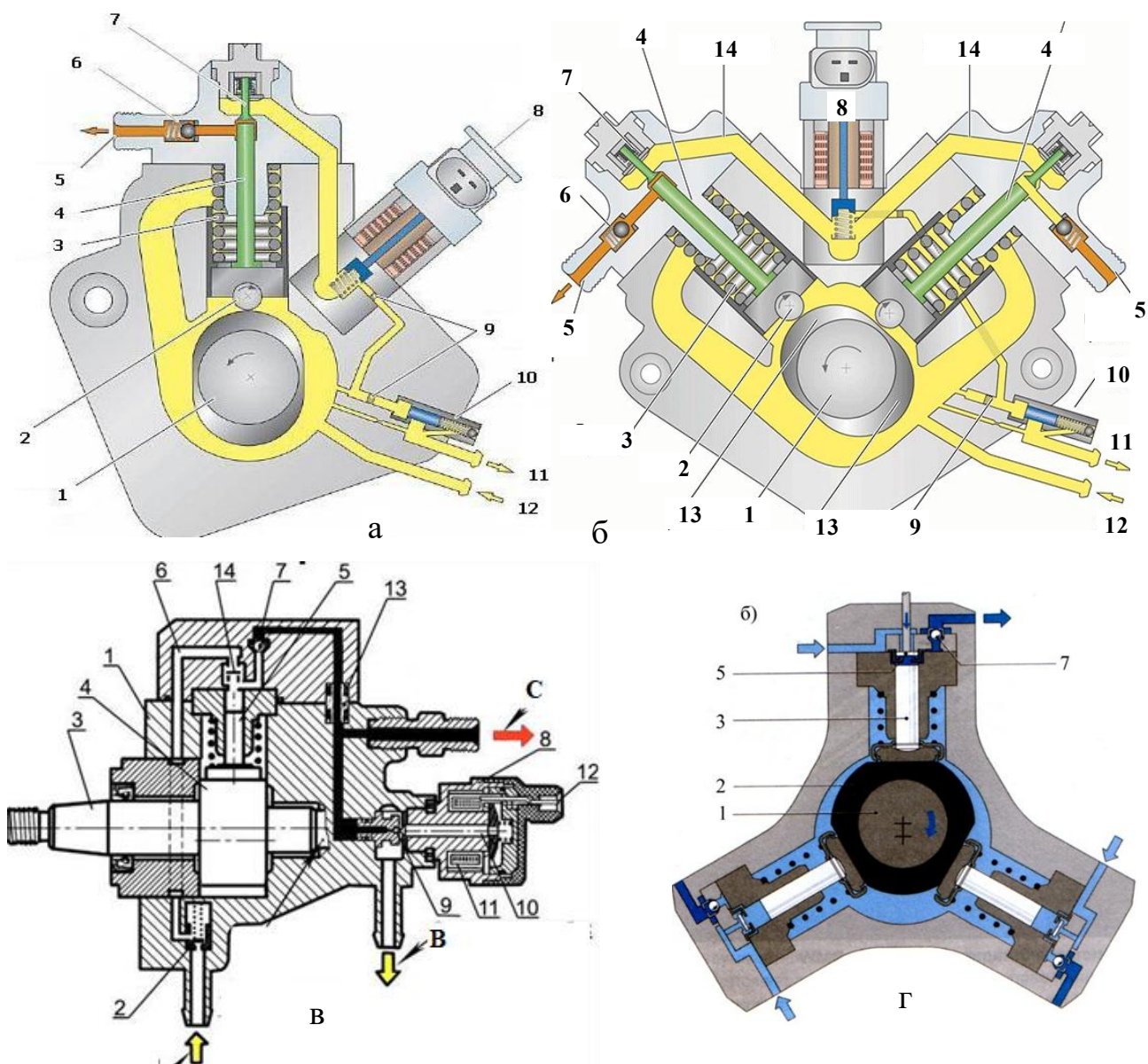


Рисунок 4.1 – Гідравлічні схеми магістральних ПНВТ: а – одноплунжерний; б – двох-плунжерний; в, г – трьох-плунжерний

Для підтримки заданого тиску впорскування використовується редукційний клапан, який може встановлюватися в контурі низького тиску. Редукційний клапан регулятора тиску розміщується або в структурі ПНВТ, або в структурі паливного акумулятора. Редукційний клапан незалежно від міста розташування, керується ШІМ-сигналом. Високий тиск на виході магістрального ПНВТ, залежно від модифікації насоса, може утворюватися паралельною або послідовною дією плунжерних секцій. В останньому випадку, для керування продуктивністю насоса, в окремій секції високого тиску передбачається ЕК відключення плунжерної секції. Для підкачки палива в контурі низького тиску використовуються насоси з механічним приводом (окремий чи вмонтований) або електричний занурювальний, або і перше і друге разом.

Система DELPHI DFP1 відноситься до першого покоління дизельних систем DELPHI, обладнаних апаратурою типу CR. Конструкція ПНВД з кулачковим механізмом, який приводить в роботу радіально розташовані елементи, що накачують, повторює архітектуру попередніх поколінь насосів для атмосферних двигунів [19], рисунок 4.2, ж.

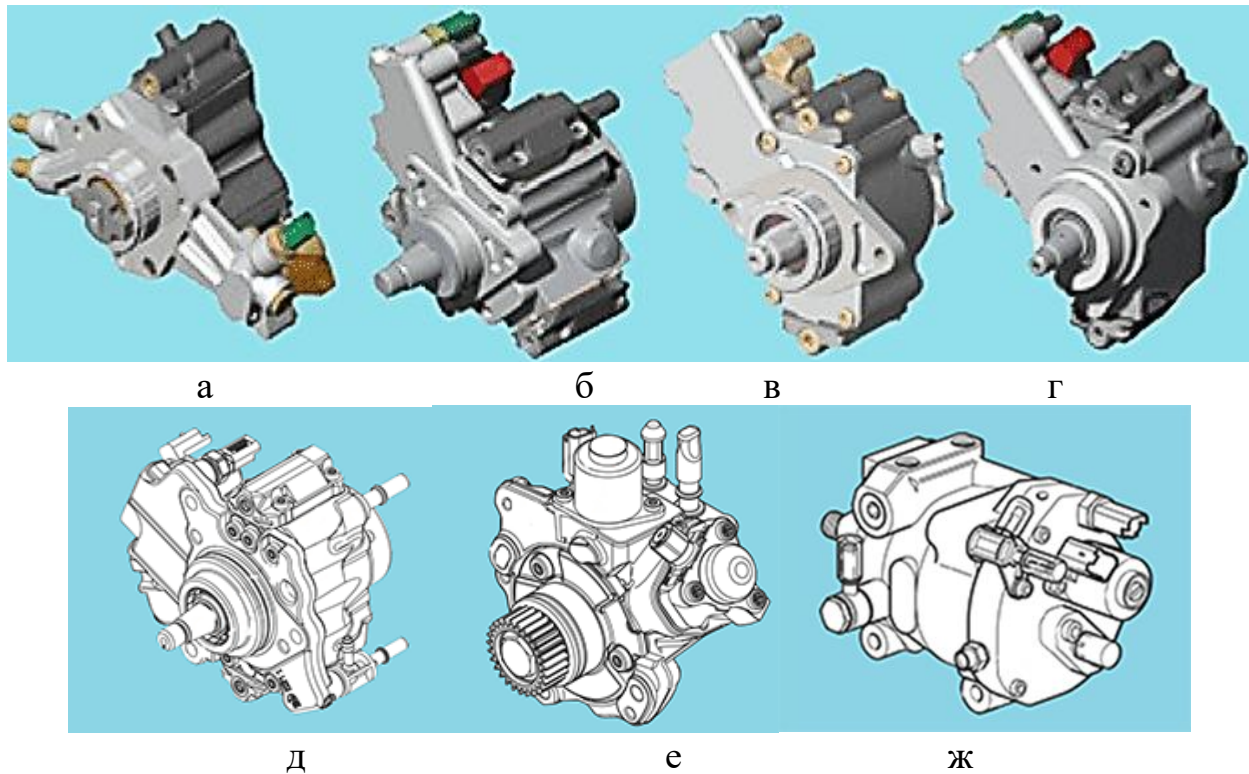


Рисунок 4.2 – Паливні насоси високого тиску DELPHI: а – DFP3.1; б – DFP3.2; в – DFP3.3; г – DFP3.4; д – DFP4; е – DFP6; ж – DFP1

Розподільний вал з чотирма кулачками конструктивно ідентичний традиційному насосу від DELPHI. Кількість палива, що подається в область високого тиску, регулюється клапаном контролю тиску IMV (Inlet Metering Valve). На задній частині ТНВД розташований температурний датчик, який стежить за температурою палива в діапазоні від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Основні відмінності системи DFP3 від попереднього покоління у використанні ексцентрика, зміненої форми передавального валу, кількості плунжерів (2 або 3), використанні роликів підшипників замість підшипників ковзання, більшої продуктивності одного обороту, більшою швидкістю обертання валу, меншими розмірами, більшою потужністю. Де-які моделі DFP3 не мають підкачуючого насоса. Моделі DFP3 відрізняються за формою, кількістю плунжерів, типом приводу та подають тиск від 1600 до 2000 бар, рисунок 4.2, а – г.

Система DELPHI DFP4 розроблена на основі DFP3 та призначена для використання на двигунах комерційних машин. Насос має два плунжери, розведені під кутом 180 градусів. Відмінність конструкції від попередньої версії: використання керамічної кульки у випускному клапані, наявність ексцентрика з

прорізами, охолодження паливом передніх та задніх підшипників ковзання. В архітектурі, де є редуційний клапан HPV (High Pressure Valve) на рампі, клапан-обмежувач тиску може бути відсутнім на ТНВД, рисунок 2, д.

Насоси типу DFP6 відносяться до третього покоління паливних систем DELPHI для CR, рисунок 4.2, е. ТНВД цього типу успадкували архітектуру попереднього покоління з кулачками та роликками. Однак вони менші за розміром, легші за вагою, менш шумні, ефективніші за продуктивністю, створюють більш високий тиск. Основні технічні відмінності у наявності одного плунжера та двотактної системи стиснення під час одного обороту валу, а також наявність комбінованого ролика та поршня. Також ці насоси не мають температурного датчика, та підкачуючого насосу вони перенесені в контур низького тиску.

Для закріплення лекційного матеріалу, в теоретичній частині заняття, передбачається передивитися відеоролик (3D-анімацію), який наочно демонструє особливості устрою і функціонування НПВТ типу CR3 [20], рисунок 4.3.

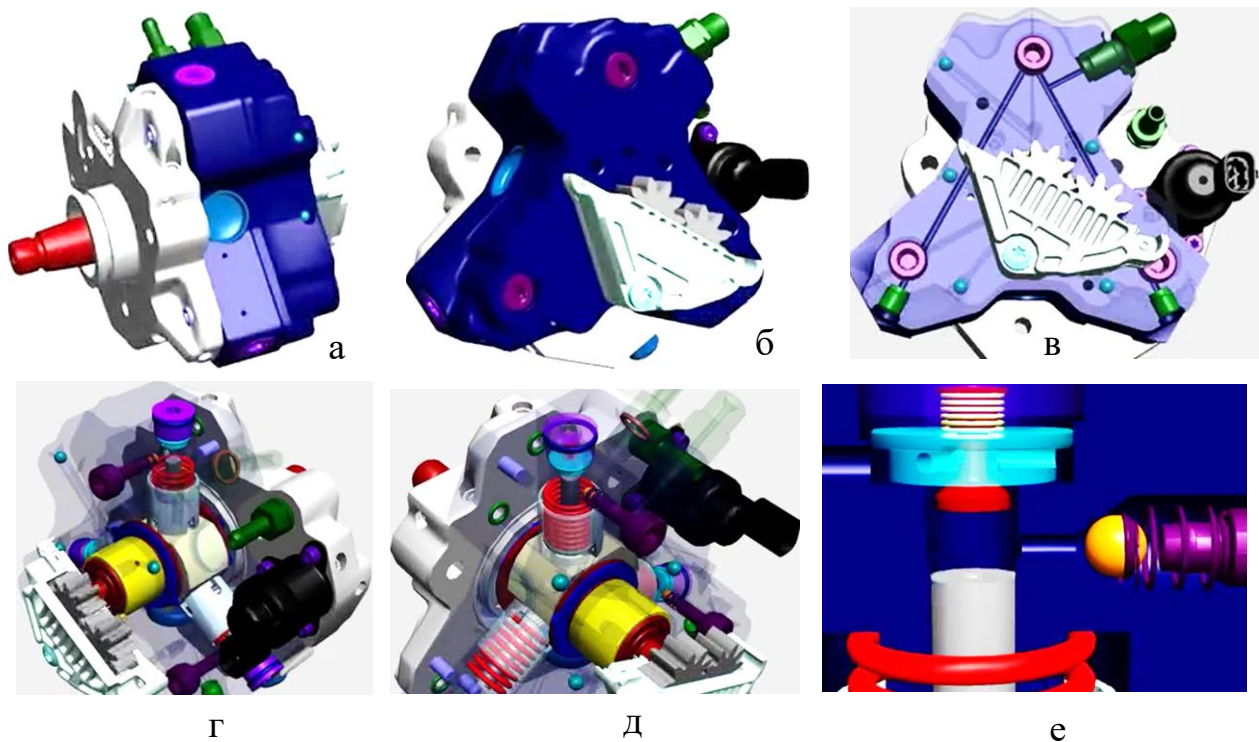


Рисунок 4.3 – Устрій та функціонування ПНВТ CR3:

а, б – компоновка конструкції; в – дія насосу підкачки; в, д – дія плунжерного насосу високого тиску; е – дія відсічного клапану

Показана конструкція магістрального ПНВТ з усіх боків. На модельному рівні продемонстровано функціонування плунжерних секцій високого тиску. Окремо розглянуто процес подачі і перекриття у клапані відсічки палива окремої плунжерної секції.

Виконання практичного завдання

Завдання практичної частини занять виконуються на стенді агрегатної перевірки компонентів системи CR типу DiMeD EXPERT, рисунок 4.4.



Рисунок 4.4 – Склад контрольно-вимірювального комплексу DiMeD EXPERT: а – робочі панелі комплексу; б – відсік з тестовою рідиною

Основу модульного стенда складають три секції: перевірки паливних насосів; перевірки паливних форсунок; комп'ютерний сектор керування і реєстрації результатів, рисунок 4.4, а. В нижній частині основного модуля поміщені ємність тестової рідини разом з ємністю відпрацьованої, рідини насосом підкачки та нагрівачем, рисунок 4.4, б.

В другій частині заняття, передбачено передивитися тематичний ролик за технологією «Чужими руками», який наочно демонструє операції установки ПНВТ на стенд для перевірки [21], рисунок 4.5.

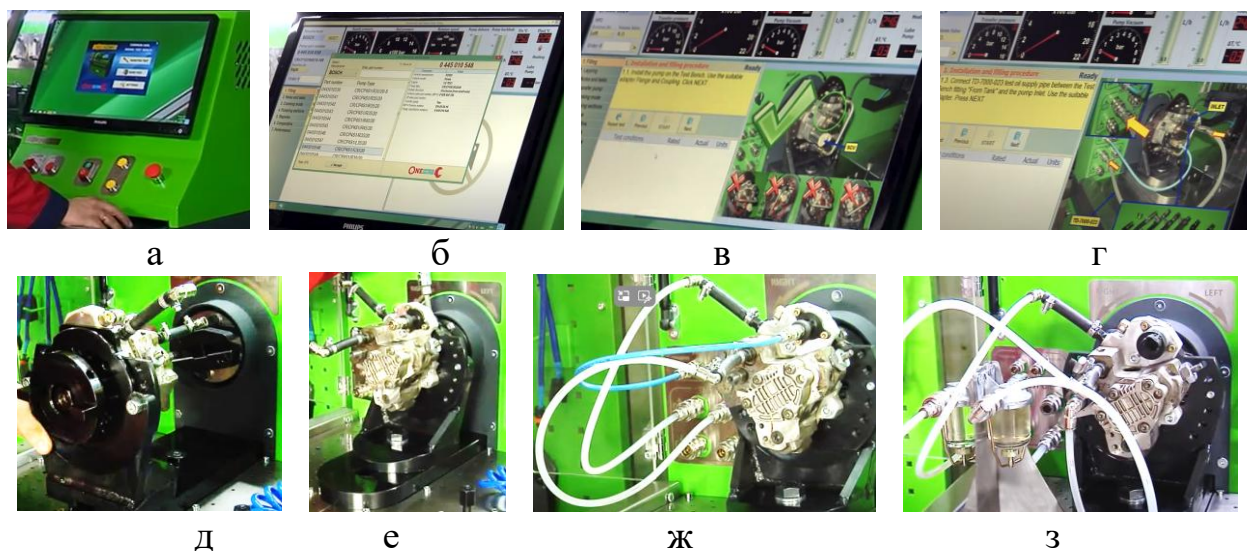


Рисунок 4.5 – Установка ПНВТ на стенді DiMeD EXPERT: а – головне меню; б – каталог насосів; в – інструкція по установці обраного насоса; г – інструкція по підключенню обраного насоса; д – фіксація насоса на кронштейні і конусної муфти на насосі; е – під'єднання приводу через конусну муфту; ж – підключення трубопроводів; з – використання фільтрів-сепараторів

Для установки ПНВТ на стенд зробіть наступні дії.

1. Оберіть насос за вказівкою викладача.
2. Включіть стенд, запусніть робочу програму, ідентифікуйте тип обраного ПНВТ в каталозі програми, рисунок 4.5, а, б.
3. Викличте інструкцію по встановленню і підключенню насоса на стенді, рисунок 5, в, г.
4. Встановіть і закріпіть на кронштейні насос, рисунок 4.5, д.
5. Оберіть конусну муфту і під'єднайте до насоса згідно інструкції.
6. Розверніть кронштейн з насосом і під'єднайте насос до приводу стенда через обрану конусну муфту, рисунок 4.5, е.
7. Підключіть до штуцерів насоса і стенда з'єднувальні трубопроводи і електричні підключення, надайте установку агрегату на перевірку викладачу, рисунок 4.5, ж.
8. За вказівкою викладача, підключіть у магістраль насоса фільтр-сепаратор, рисунок 4.5, з.
9. Запусніть програму план-тесту для обраного агрегату згідно вказанням інструкції.
10. Спостерігайте за процесом тестування на екрані монітору і роздрукуйте результати тестування ПНВТ [22], рисунок 4.6.

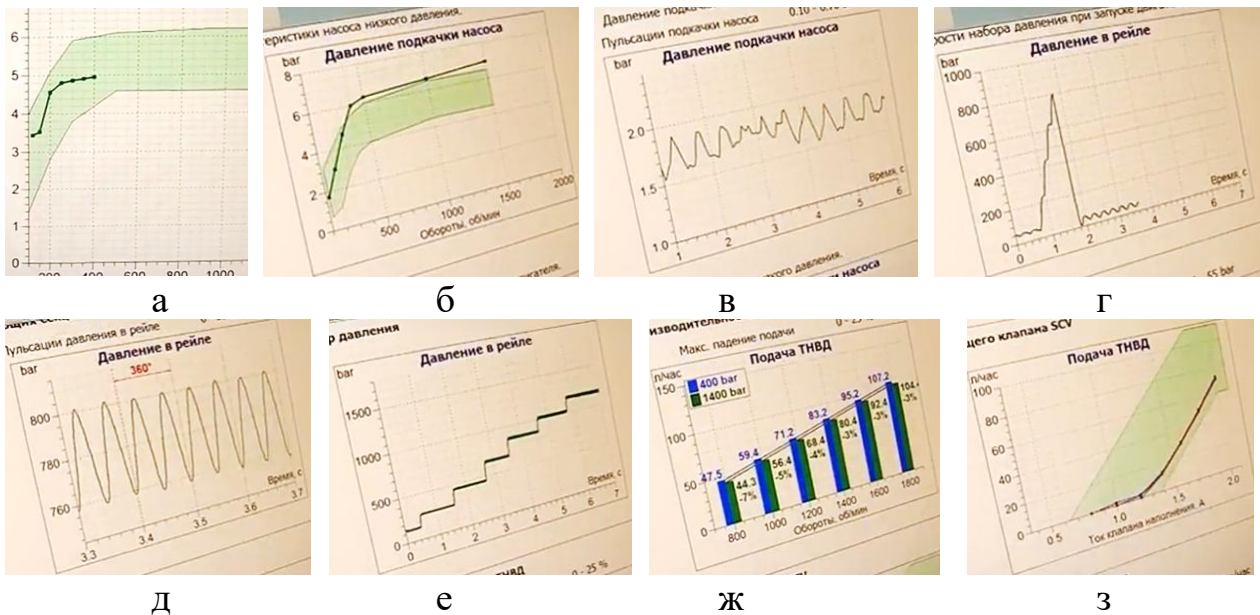


Рисунок 4.6 – Приклад результатів тестування агрегату ПНВТ:
а, б – характеристики справного і несправного насоса підкачки;
в – пульсації тиску насоса підкачки; г – швидкість набору тиску в рампі;
д – пульсації тиску в рампі; е – ступеневий набір тиску в рампі;
ж – продуктивність ПНВТ від частоти; з – продуктивність ПНВТ від редукції
клапану регулятора тиску палива

11. За результатами операцій перевірок зробіть висновки про справність ПНВТ і його складових. Отримані результати і висновки про технічний стан агрегату ПНВТ наведіть у звіті.

Запитання для самоконтролю

1. Які функції керування подачею палива реалізує ПНВТ магістрального типу CR?
2. З яких основних вузлів і модулів складається ПНВТ типу CR?
3. Назвіть відомі фірми виробників ПНВТ магістрального типу CR.
4. Назвіть структурні відмінності магістральних ПНВТ різних моделей.
5. Що таке тест-план перевірок компонентів системи CR?
6. Перелічить тести, що входять до тест-плану для ПНВТ типу CR?
7. Назвіть призначення (режими спрацьовування) електроклапана блокування окремої плунжерної пари ПНВТ магістрального типу CR.
8. Назвіть призначення редуційного клапана в структурі ПНВТ магістрального типу CR.
9. Чим відрізняються конструкції ПНВТ магістрального типу CR?
10. Назвіть технічні характеристики ПНВТ магістрального типу CR.

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету заняття; перелік використаного устаткування; результати перевірок; звіт про технічний стан ПНВТ; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №5 (2.3)

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ ФОРСУНОК СИСТЕМИ COMMON RAIL

Мета заняття: вивчити конструкцію, особливості функціонування і технічні характеристики паливних форсунок системи Common Rail, а також отримати практичні навички контролю їх параметрів на комп'ютеризованому устаткуванні.

Завдання, що вирішуються під час занять

1. Ознайомитись з особливостями конструкції і технічними характеристиками гідроелектричних і п'єзогідравлічних паливних форсунок системи Common Rail виробництва BOSCH, DELPHI.

2. Отримати навички тестування і кодування паливних форсунок системи Common Rail на універсальному комп'ютеризованому стенді DiMeD EXPERT.

Об'єкти та засоби діагностики

1. Контрольно-вимірний стенд типу DiMeD EXPERT;
2. Дослідний комплект паливних форсунок різних типів;
3. Інструмент для демонтажу;
4. монтажні проводи і з'єднувальні трубопроводи.

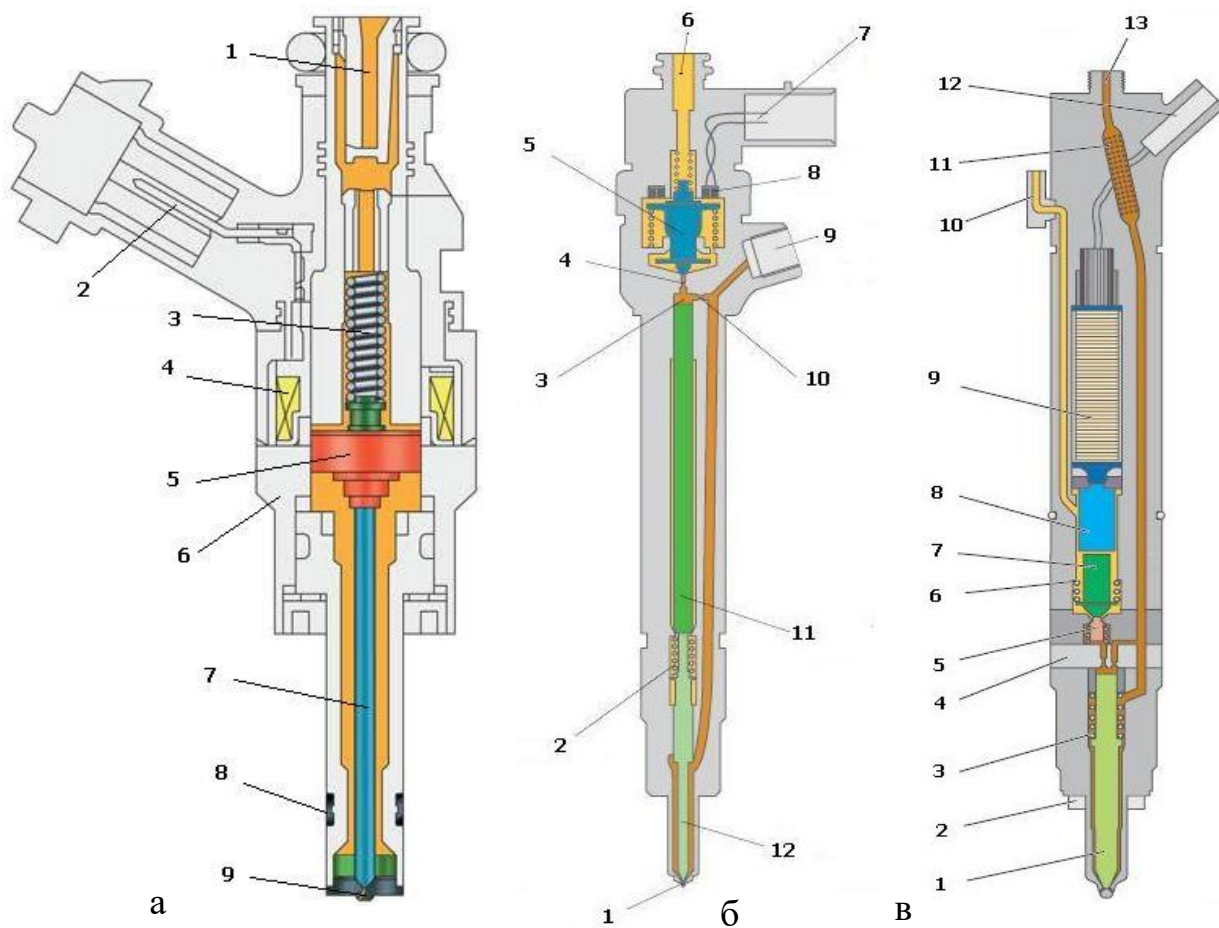
Теоретична частина

У дизельних двигунах використовуються системи вприскування палива, які незалежно від типу, мають два основних компоненти: паливний насос високого тиску (ПНВТ) і форсунки. Відмінності систем полягають в їх устрої, розташуванні функціональних елементів і наявності додаткових компонентів.

Форсунка (інжектор) – основний функціональний елемент системи вприскування, призначена для дозованої подачі палива, його розпилення в камері згоряння з метою утворення паливно-повітряної суміші. Залежно від способу здійснення вприскування розрізняють гідромеханічні, електромагнітні, гідроелектричні і п'єзогідравлічні форсунки.

Гідромеханічні форсунки закритого типу здійснюють вприскування палива по досягненню критичного тиску в клапанній камері, значення якого незмінно і визначається конструктивними параметрами клапанного механізму. Електромагнітна форсунка являє електромагнітний привід голчастого запірника клапана [17], рисунок 5.1, а.

Електромагнітна сила, створена обмоткою 4 (з роз'ємом підключення 2), долаючи зусилля пружини 3, втягує якір 5 з голкою і звільняє сопло 9. Відбувається вприскування палива.



а – електромагнітна; б – гідроелектрична; в – п'єзогідролічна
 Рисунок 5.1 – Устрій паливних форсунок дизельних ДВЗ

При відключенні обмотки, пружина повертає голку форсунки 7 в початковий стан, перекриваючи подачу палива. У паливному каналі форсунки передбачений сітчастий фільтр 1, а в хвостовій частині корпусу 6 передбачено ущільнення 8.

Гідроелектрична форсунка використовується на дизельних двигунах, обладнаних системою впорскування СР. Конструкція форсунки поєднує електромагнітний клапан, камеру керування 3, впускний 10 і зливний 4 дроселі, рисунок 1, б. Принцип побудови заснований на використанні тиску палива при його впорскуванні і відсіченні. У знеструмленому стані обмотки 8 з роз'ємом 7 голка форсунки 12 під дією тиску палива на поршень 11 в камері керування 3 притиснута до сібла 1, клапан закритий. При цьому, тиск палива на голку через різницю площ контакту менше тиску на поршень.

Спрацьовування електромагніту підіймає запірний якір 5, відчиняючи зливний дросель 4 в каналі підведення палива 9. Паливо з камери керування надходить через дросель 4 в зливну магістраль 6. При цьому, впускний дросель перешкоджає швидкому вирівнюванню тиску в камері керування і впускній магістралі. Тиск на поршень знижується, а тиск палива на голку не змінюється.

Під дією такого перепаду тиску голка підіймається і відбувається впорскування палива.

П'єзогідравлічна форсунка (ПГФ) встановлюється на дизельних двигунах, обладнаних системою впорскування CR [17]. Принцип дії форсунки побудований на використанні зворотного п'єзоелектричного ефекту (деформація кристала при підведенні напруги до його граней). Завдяки швидкодії (в 4 рази швидше ніж електромагнітні) такі форсунки дозволяють забезпечити багаторазове впорскування за один робочий цикл і точне дозування палива. Конструкція п'єзоелектричної форсунки включає набір п'єзоелементів 9 з роз'ємом підключення 12, штовхач 8, що перемикає клапан 5 з повертаючою пружиною 6 і клапанну голку 1 з притискною пружиною 3, встановлених в корпусі з ущільненням 2, рисунок 5.1, в.

В роботі ПГФ, також використовується гідравлічний принцип. Паливо подається в нагнітальний канал 13 через сітчастий фільтр 11. У початковому положенні голка 1 посаджена на сідло за рахунок високого тиску палива. При подачі електричного сигналу на п'єзоелементи 9, збільшується їх довжина, передаючи зусилля на штовхач 8 і поршень клапана 7. Це викликає відкриття перемикаючого клапана 5 і паливо надходить в зливну магістраль 10, тиск над голкою падає. Голка за рахунок тиску в нижній частині піднімається і відбувається впорскування палива. Тиск перемикавання балансується блоком дроселів 4. Кількість палива, що впорскується, визначається тривалістю впливу електричного сигналу на п'єзоелемент і тиском палива в паливній рампі.

Форсунки DELPHI типу DFI 1.1/1.4 схожі за конструкцією та принципом дії форсунок будь-якого виробника [23], рисунок 5.2, а.

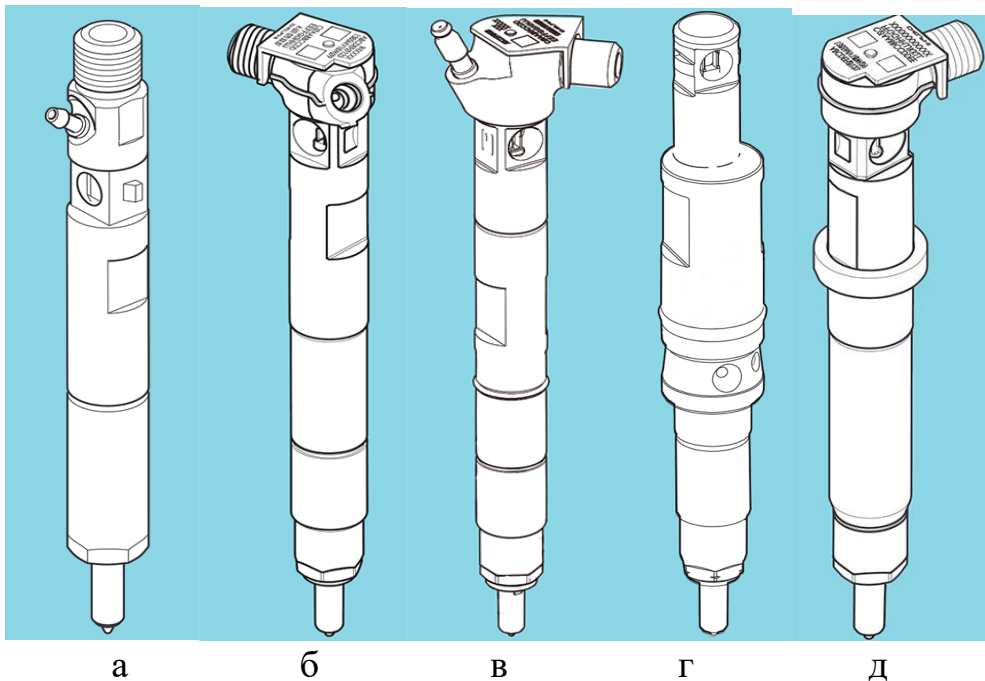


Рисунок 5.2 – Конструкції форсунок DELPHI:

а – DFI 1.1/1.4; б – DFI 1.5; в – DFI 1.20; г – DFI 2.5 HPC; д – DFI 3Б

Такі форсунки можуть виробляти від двох до п'яти індивідуальних відкритій протягом одного циклу упорскування: окремий пілотний, близький пілотний, попередній, основний, близький наступний упорскування, пост упорскування, додатковий пост упорскування. Крім того, інжектори цього типу мають таку особливість, як злив палива у зворотну магістраль в аварійному випадку. Для цього, котушка форсунки отримує імпульс з ЕБК, якого достатньо для того, щоб підняти клапан і з'єднати паливо в рампі зі зворотною магістраллю, але недостатньо для того, щоб підняти голку і відкрити доступ палива в двигун. Такий контроль можливий лише в тому випадку, якщо точно відомий час між початком руху клапана та початком відкриття голки. Цей час залежить від фізичних властивостей кожного конкретного інжектора та від ступеня його зношування. Тому програмі ЕБК необхідно точно знати фізичний стан кожної форсунки. Це досягається шляхом калібрування форсунок на заводі та присвоєння кожної форсунки індивідуального коду. Компанія DELPHI використовує два типи калібрування форсунок:

- C2I (Correction Individual Injector) – код з 16 символів;
- C3I (Improved Individual Injector Correction) – код з 20 знаків.

Код вводиться в пам'ять DCU під час заміни форсунки на нову або код зі старих форсунок вводиться в новий блок при заміні ЕБК за допомогою сканера. Спираючись на закодовані калібрувальні дані, ЕБК проводить корекцію по кожній форсунці.

Форсунки типу DFI 1.5 були розроблені для виконання наступних завдань: підтримка стандарту Євро 5; підвищення ефективності впорскування; підтримка до 7 відкритій під час упорскування; найкраща захищеність від бруду; підвищена стабільність потоку під час упорскування.

Основні відмінності від першого покоління: спеціальне лакове покриття голки та її сідла, кут якого змінений до 60 град.; зменшений кут між отворами в розпилювачі; збільшений діаметр впускного каналу; комбінована адаптивна пластина з клапаном; збільшена сила повернення пружини, новий тип конекторів, рисунок 5.2, б. Система підключення зливу аналогічна DFI 1.1, а калібрування використовується метод C3I.

Форсунки типу DFI 1.20 були розроблені для підтримки екологічного класу Євро 6 та роботи під максимальним тиском 2200 бар. Елементи конструкції форсунки ідентичні попереднім поколінням, рисунок 2, в. Відмінності у використанні нового електричного конектора, нового конектора для зливу з позитивним тиском в 6 бар, нової котушки покращеного типу, вужчої голки розпилювача та зміненої внутрішньої форми каналу голки, допусках на мікронному рівні та посиленій пружині. Застосовується алгоритм кодування C3I.

Форсунки типу DFI 2.3 розроблені як версія 1.3, але з великим потоком палива для роботи на комерційних двигунах та агрегатах великого розміру. Залежно від покоління форсунка працює під максимальним тиском 1600 бар. Калібрують форсунки як методом C2I, так і методом C3I.

Форсунки DFI 2.5/2.5 HPC підтримують роботу при екологічному класі до Євро 5 за максимального тиску в 2000 бар. Крім цього форсунка має покращені характеристики впорскування – IRCF (Injection Rate Coefficient Factor) з можливістю проводити до 7 відкритій під час одного циклу впорскування зі спеціальним захистом від проникнення в корпус бруд, рисунок 5.2, г.

Принцип роботи цього типу форсунок такий самий як у типу 1.5, а калібрування на заводі проходить за принципом СЗІ з 20 значним кодом. Форсунки типу DFI 2.5 HPI призначені для великих двигунів. Вони працюють на агрегатах для екологічного класу вище Євро 4 і під максимальним тиском у 2000 бар. Вони відрізняються великим діаметром корпусу і великим діаметром вхідних отворів. Ще одна особливість форсунки – особливий конектор.

Форсунки DFI 3B відрізняються від інших поколінь наявністю п'єзоелемента прямої дії, коли ефект зміни свого розміру кристала під дією напруги використовується для прямого керування голкою замість електрогідравлічного принципу. Ця технологія дозволяє відкривати форсунку на час до 100 мікросекунд, що дозволяє додатись 7 і більше відкритій під час повного циклу впорскування. Нове покоління форсунок не має зливу, що дозволяє не витрачати енергію форсунки на передачу палива в бак, рисунок 5.2, д. Під впливом напруги 200 В п'єзоелемент в збалансованій системі знаходиться в стислому стані. Корекція інжектора проводиться за 24 значним кодом.

Для закріплення лекційного матеріалу, в теоретичній частині заняття, передбачається передивитися тематичні ролики. Перший анімаційний ролик тривалістю 4,2 хв. [24] під назвою «Теорія і принцип роботи форсунок CR», фрагментально наведений на рисунку 5.3.

В ролику демонструється принцип будови, устрій і функціонування гідроелектричних і п'єзогідравлічних форсунок. Показано розподіл тисків палива в структурних паливних каналах форсунки, що створює протитиск, який діє на осердя голки. Локально показано функціональні вузли елементів конструкції форсунок і їх взаємодія. Підкреслено, що швидкодія спрацьовування форсунок з електричним керуванням пояснюється тим, що головну роль (силовий фактор) відіграє гідродинаміка, а допоміжну – електрика.

Другий постановочний ролик має назву «П'єзогідравлічні форсунки» і триває 6 хв [25]. Кадрова фрагментація ролика наведена на рисунку 4.

Демонструється розбирання п'єзогідравлічної форсунки фірми Bosch і окремо дії набору п'єзокристалів. Пояснюється особливості вихідного каналу палива «Злив» і лінії впускного каналу високого тиску «Подача». Детально описується устрій і функціонування втулки мультиплікатора і проставки, а також утворення протитиску за рахунок різниці площі робочих поверхонь кромок осердя голки форсунки. Показано дію п'єзоелементу на клапан гідрокомпенсатору під час скидання палива. Розглянуті питання, що пов'язані з експлуатацією форсунок розглянутого виробника.

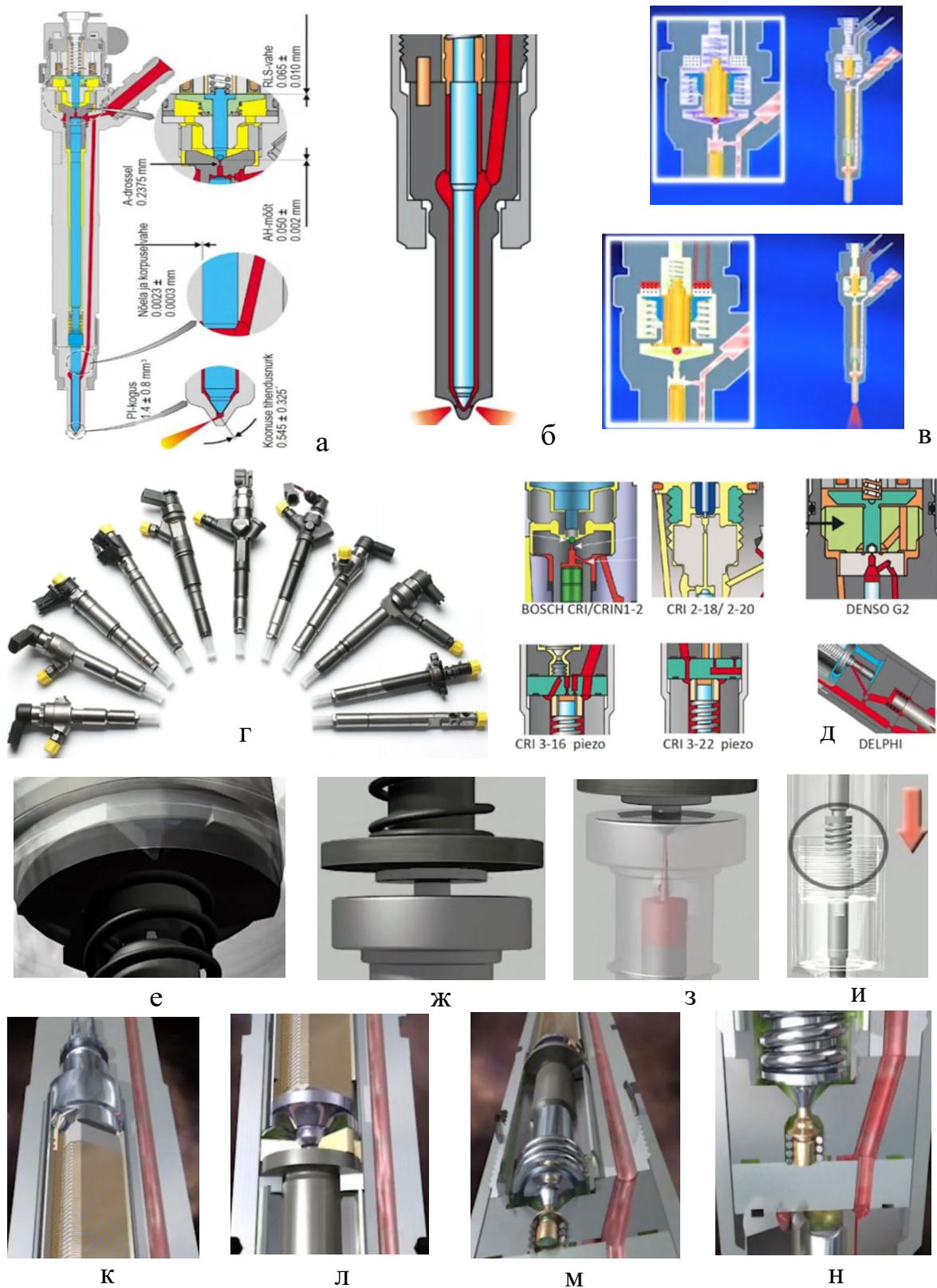


Рисунок 5.3 – Устрій і функціонування форсунок Common Rail: а – в – устрій гідроелектричної форсунки; г – форсунки різних типів і виробників; д – особливості устрою п'єзогідролічної форсунки; е – л – демонстрація функціонування п'єзогідролічної форсунки

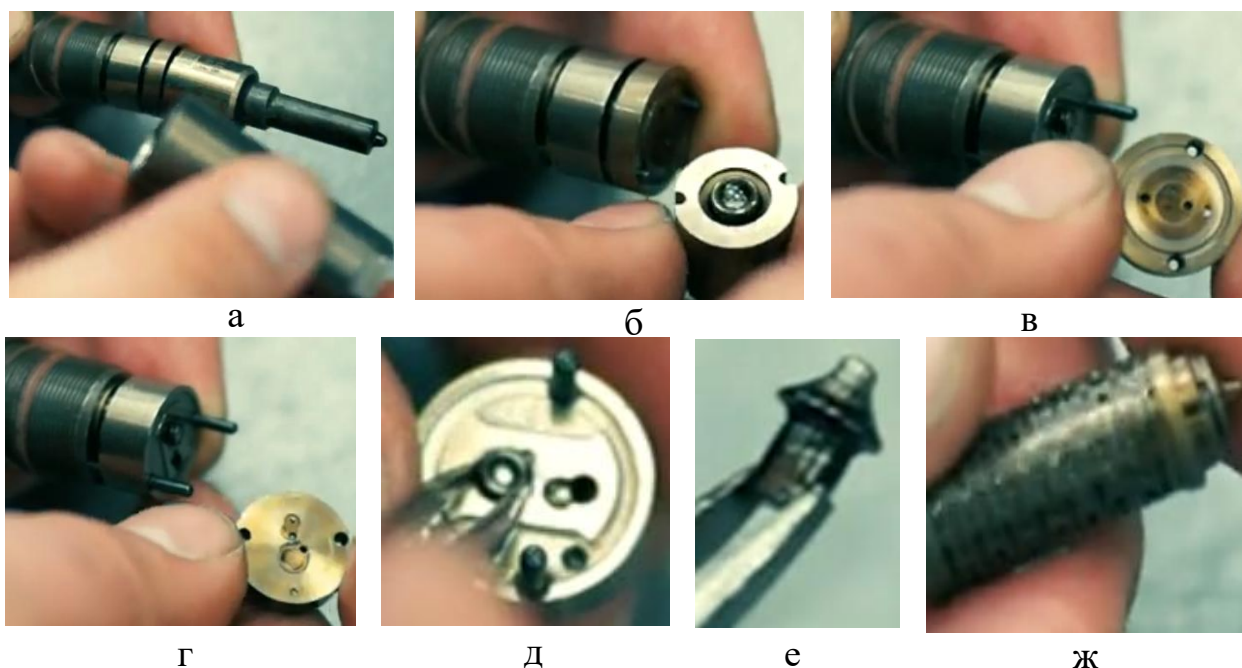


Рисунок 5.4 – Ілюстрації відео-ролика устрій п'єзогідравлічної форсунки:
 а, б – розпилювач; в, г – проставка; д – пружина клапану; е – клапан;
 ж – гідрокомпенсатор

Порядок виконання завдання

Для отримання практичних навичок, в другій частині заняття, передбачається передивитися тематичний ролик за технологією «Чужими руками», який наочно демонструє процес діагностування і калібрування паливних форсунок CR на промисловому стенді DiMeD. Технологія перевірки форсунок передбачає наступні операції [21], рисунок 5.5.

Процес установки компонентів систем CR включає наступні дії.

1. Установка паливної форсунки легкового автомобіля.

1.1. Оберіть форсунку легкового автомобіля за вказівкою викладача.

1.2. Встановіть ПФ в обойму тримача у вертикальному положенні і закріпіть її фіксуючим гвинтом, таким чином, щоб штуцер високого тиску співпадав з положенням гвинта, рисунок 5.5, а.

1.3. Підключіть трубку зворотного зливу палива і провід до електричного рознімання інжектора, рисунок 5.5, б.

1.4. Розверніть утримувач в горизонтальне положення, під'єднайте приймач палива до носика форсунки і зафіксуйте і кронштейн і приймач струменю палива, рисунок 5.5, в.

1.5. Розверніть утримувач таким чином, щоб штуцер високого тиску ПФ був спрямований вертикально і під'єднайте трубку високого тиску до форсунки і штуцеру розподільної рампи, рисунок 5.5, г.

2. Установка паливної форсунки вантажного автомобіля.



Рисунок 5.5 – Установка компонентів систем CR на стэнд:

а – г – паливних форсунок легких автомобілів; д, е – адаптерів для форсунок вантажівок; ж – и – закріплення і підключення форсунки вантажівки; к – м – клапану високого тиску; н – рампи форсунок

2.1. Оберіть паливну форсунку автомобіля (з отворами замість штуцерів) за вказівкою викладача.

2.2. Демонтуйте з утримувача фіксатори для легкових інжекторів. Оберіть на панелі адаптер для ПФ вантажівки, встановіть його разом с форсункою на утримувач і зафіксуйте останнє, рисунок 5.5, д, е.

2.3. Підключіть електричне рознімання і трубку зворотного зливу палива, рисунок 5.5, ж.

2.4. Встановіть утримувач з інжектором у горизонтальне положення, під'єднайте приймач струменю ПФ та з'єднайте трубкою високого тиску вхідний штуцер адаптера з інжектором і штуцером рампи, рисунок 5.5, з, и.

3. Оберіть редукційний клапан з відповідним адаптером, встановіть комплект на утримувач і підключіть його аналогічно паливній форсунці вантажівки, рисунок 5.5, к – м.

4. Встановіть на утримувач адаптер разом з рампою форсунок, що перевіряється на витіки, спрацьовування запобіжного і регулюючого клапанів, а також датчика високого тиску, рисунок 5.5, н.

4.1. Закрийте роздавальні штуцери рампи заглушками і під'єднайте трубку високого тиску до вільного штуцера рампи, що перевіряється і рампи стенда.

4.2. Під'єднати до рампи і стенда зливну магістраль.

4.3. Підключіть кабель до рознімань регулятора тиску і стенда надати результати підключень викладачу для перевірки.

5. Оберіть за вказівкою викладача комплект форсунок і встановіть їх на стенд, рисунок 5.6, а.

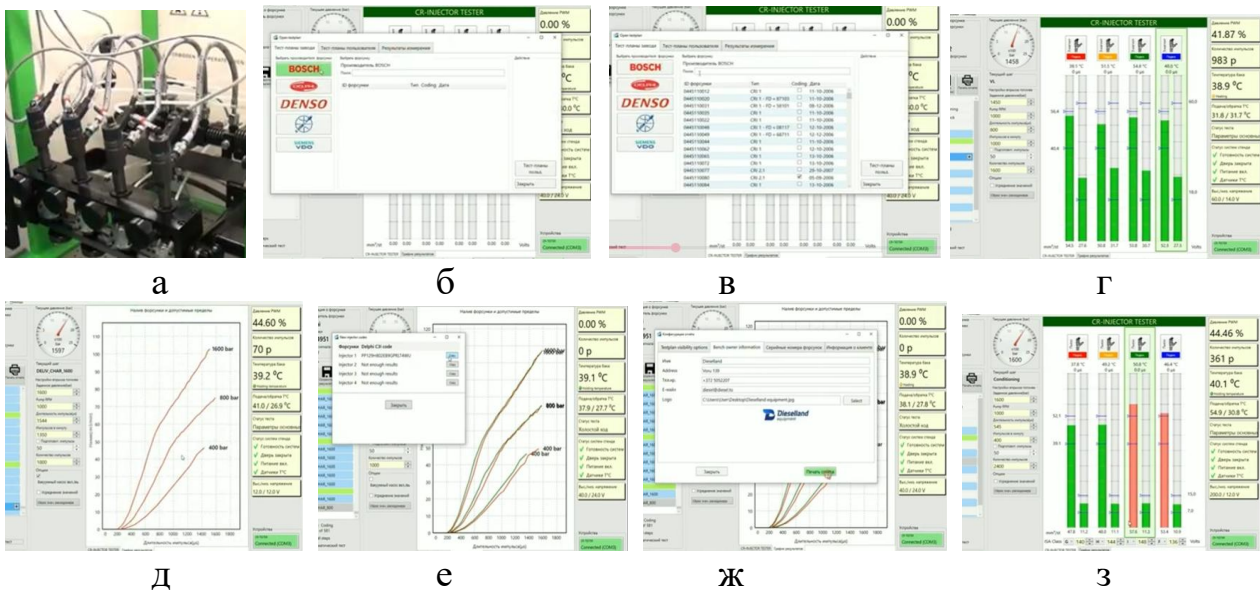


Рисунок 5.6 – Процес тестування і кодування паливних форсунок:

- а – встановлення форсунок; б, в – ідентифікація типу форсунок;
- г – перевірка продуктивності; д – ж – надання результатів кодування;
- з – надання результату тестування

5.1. Ідентифікуйте форсунки в каталозі програми, рисунок 5.6, б, в.

5.2. Запустіть програму план-тесту для обраних форсунок згідно вказанням інструкції.

5.3. Спостерігайте за процесом тестування на екрані монітору стенда [26], рисунок 5.6, г.

5.4. Запустіть програму на кодування форсунок і спостерігайте за процесом кодування на екрані монітору стенда, рисунок 5.6, д – ж.

5.5. Роздрукуйте результати операцій перевірок та кодування, зробіть висновки про справність кожної форсунки і означте результати їх кодування. Висновки про технічний стан форсунок навести у звіті.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть три типи дизельних паливних форсунок за принципом будови.
2. Назвіть відомі фірми виробників паливних форсунок типу CR.
3. Які функції керування подачею палива реалізує рампа форсунок CR?
4. З яких основних компонентів складається рампа форсунок типу CR?
5. Які функції керування вприскуванням палива реалізує форсунка CR?
6. З яких основних вузлів складається гідроелектрична форсунка типу?
7. З яких основних вузлів складається п'єзогідролічна форсунка типу?
8. Назвіть технічні характеристики паливних форсунок типу CR.
9. Чим зовні відрізняється конструкція паливних форсунок типу CR для дизелів легкових і вантажних автомобілів?
10. В чому полягає і яка мета кодування паливних форсунок типу CR.

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету заняття; перелік використаного устаткування; результати перевірок; висновки про технічний стан паливних форсунок; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №6 (5.1)

ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО АДАПТЕРА

Мета роботи: ознайомитись з технологією діагностики електронних систем керування ДВЗ та засвоїти методику проведення комп'ютерної діагностики на борту автомобіля.

Завдання, що вирішуються під час занять:

1. Ознайомитись з класифікацією, конструкцією, програмним забезпеченням та функціональними характеристиками сканерів-адаптерів типу ELM327, побудованих на базі сучасних мікропроцесорів.
2. Отримати навички діагностування електронних систем на борту автомобіля (по кодах несправностей) за допомогою адаптерів ELM327 з різними типами зв'язку (USB, Bluetooth, Wi-Fi) і інтерфейсами оператора (ноутбуком і мобільним телефоном).

Об'єкти та засоби діагностики

1. Автомобіль ВАЗ-2114.
2. Автомобіль Mitsubishi.
3. Діагностичний адаптер USB ELM327 v1.5 OBD2.
4. Діагностичний адаптер ELM327 mini 1.5v з Bluetooth зв'язком.
5. Діагностичний адаптер ELM327 з Wi-Fi зв'язком.
6. Ноутбук з ПЗ Window.
7. Телефон з ПЗ Android.
8. Програма «OpenDiagFree».
9. Програма «Car Scanner Pro».

Теоретична частина

Діагностичні сканери (ДСК) розрізняють за декількома класифікаційними ознаками, рисунок 6.1.

Кожний тип, модель та модифікація ДСК додатково характеризуються показниками: програмної сумісності (за протоколом обміну даними і інтерфейсом зв'язку); застосовності (переліком марок автомобілів); функціональності (переліком діагностичних функцій).

Програмно-апаратні адаптери отримали назву VCI (Vehicle Communication Interface). Прилади, які надають інформацію оператору, позначають НІД (Human Interface Device). У якості НІД можуть використовуватись будь-який гаджет (ПК, ноутбук, планшет, мобільний телефон). VCI комунікує з діагностичним розніманням (ДР) автомобіля і інтерфейсом оператора НІД.



Рисунок 6.1 – Класифікаційна структура діагностичних сканерів

Для функціонування VCI і HID використовується спеціальне програмне забезпечення (ПЗ) DSW (Diagnostic Software).

Програмно-апаратні адаптери VCI типу ELM 327 мають різний спосіб зв'язку з HID: USB, Bluetooth, Wi-Fi. Причому, для гаджетів на системі Android підійде звичайний Bluetooth, а для iPhone (iOS) тільки Wi-Fi або Bluetooth 4.0

Найбільш популярними DSW для сканерів такого рівня є програми: Car Scanner ELM OBD2; OBD Auto Doctor; Scan Master; Torque Pro.

Адаптери ELM 327 в основному призначені для діагностики СК бензинових ДВЗ легкових автомобілів, починаючи з 1996 р. та дизельних ДВЗ з 2004 року за протоколами eOBD і OBD2: SAE J1850 PWM; SAE J1850 VPW; ISO 9141-2; ISO 14230-4 KWP; ISO 14230-4 KWP; ISO 15765-4 CAN. Деякі моделі дозволяють «бачити ЕБК» інших за призначенням систем борта.

Мінімальний функціонал ELM 327 включає читання і видалення кодів несправностей з ЕБК двигуна, та відображення показів датчиків в режимі реального часу.

Розглянемо приклади конструкцій і технічних характеристик діагностичних адаптерів ELM 327 з різними типами зв'язку [27, 28].

Діагностичний сканер ELM327 FORScan – модифікований ELM327 з перемикачем, який дозволяє реалізувати підтримку HS/MS CAN шин. Він надає можливість діагностувати всі блоки керування на легкових автомобілях FORD та MAZDA. Програма FORScan під час роботи інформує, коли необхідно зробити перемикання тумблера, рисунок 6.2, а.

Автосканер зібраний на чіпах PIC18F25K80 та FTDI, які дають можливість проведення сервісних функцій та кодування блоків.

Сумісність з авто: будь-які автомобілі марок Ford, Mazda, Lincoln, Mercury після 1996 року.

Програми для роботи з ELM327 USB: FORScan (Ford/Mazda); ELMConfig

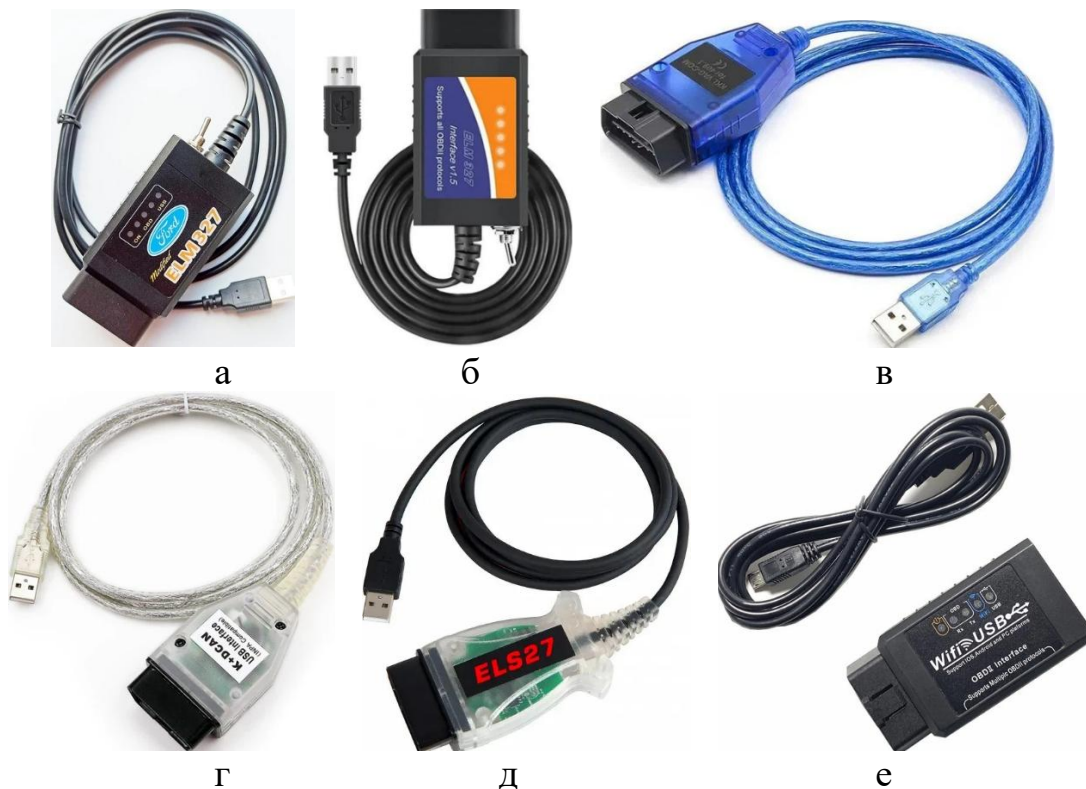


Рисунок 6.2 – Автосканери ELM327 з USB підключенням:
 а – FORScan з перемикачем HS CAN/MS CAN; б – з перемикачем USB;
 в – VAG COM 409.1; г – K-DCAN line INPA; д – FORScan; е – Wi-fi + USB

(Ford Focus, C-Max, Kuga); FoCCCus (Ford Focus, Fiesta 7, Kuga 2).

Основні функції сканера ELM327 FORScan для Ford/Mazda:

- читання і видалення кодів несправностей по всіх ЕБК;
- відображення показів датчиків в режимі реального часу;
- зчитування VIN коду та іншої інформації по автомобілю;
- тести виконавчих механізмів.

Сервісні функції – адаптація та кодування ЕБК.

Автомобільний сканер FORScan ELM327 v1.5 USB – розроблений для власників автомобілів Mazda, Ford і Lincoln. Цей сканер OBD2 забезпечує миттєвий доступ до електронних систем керування двигуном, трансмісією, системою гальмування та багатьма іншими, рисунок 6.2, б.

Оснащений передовим чіпом PIC18F25K80, забезпечує передачу даних між автомобілем і комп'ютером. Завдяки його сумісності з програмним забезпеченням FORScan (перемикач), забезпечується доступ до розширених функцій діагностики, включаючи кодування блоків автомобіля, активацію прихованих функцій, зміну мови та активацію додаткового обладнання.

K-Line адаптер VAG-COM 409.1 FTDI призначений для з'єднання ПК (ОС «Windows») і автомобільних систем керування, сумісних з ISO-9141 (K, L-line) або ISO14230, рисунок 6.2, в.

Додатково до мінімального функціоналу, забезпечує регулювання констант (УВЗ, мінімальні оберти ХХ і т. і.), адаптацію імобілайзера. Працює з усіма блоками керування (ECU, ABS, Airbag, тощо) Охоплює парк автомобілів групи VAG (Audi, VW, Skoda, Seat) і ранні (VOLVO і SUBARU по К-лінії), які не підтримують шини даних CAN.

Можливості програми VAG COM 409.1:

- читання і стирання поточних і збережених кодів помилок;
- ідентифікація блоку керування автомобіля і його версією;
- відображення поточних параметрів, значень;
- графічне представлення, схем розташування вузлів;
- тести додаткових механізмів;
- кодування і програмування блоків керування;
- адаптація компонентів СК;
- скидання сервісних інтервалів.

Для автомобілів з інжекторними ДВЗ підтримуються специфікації OBD2 по протоколах:

- ISO-9141 або ISO 14230/KWP2000 (Chevrolet Aveo, Lexus) за допомогою програми Vehicle Explorer, OBD Tool, OBD Scan Tech або інших аналогів;
- Daewoo з ПЗ Sens Diag, Daewoo АКМ (Т-Monitor), Daewoo Scan;
- Chevrolet Lacetti, Aveo з ПЗ Chevrolet Explorer;
- Cherry Tiggo з ПЗ TiggoDiag.

Діагностичний шнур сканер адаптер K-DCAN line INPA призначений для сканування протоколів ЕБК автомобілів BMW, рисунок 6.2, г.

Дана версія краща за рахунок того що працює з нестандартними протоколами, а також старими автомобілями.

Функції сканера:

- читання і видалення помилок з пам'яті ЕБК ДВЗ;
- відключення лампи MIL/SE після видалення кодів несправностей;
- читання показань датчиків в реальному часі;
- виконання вимірювань, спираючись на постановку;
- побудування графіків, запис логів;
- читання VIN-номера кузова на авто після 2004р.в.;
- вимірювання миттєвої витрати палива;
- читання і видалення помилок з АКП і ABS (не на всіх авто);
- лічильник часу розгону від 0 до 100 км/год;

При використанні сканера у зв'язці зі смартфоном, можна відображати значення різних датчиків СК ДВЗ в реальному часі.

Автосканер ELS27 FORScan OBD2 призначений для діагностики та програмування ЕБК автомобілів концерну Ford (Ford, Mazda, Lincoln, Mercury) та окремих моделей групи GM, а також Fiat, рисунок 6.2, д.

Підтримує п'ять протоколів (у тому числі і шини CAN) і автоматично дві шини даних – HS CAN та MS CAN. Зібраний на оригінальній мікросхемі PIC24HJ128GP від MICROCHIP та FT232RL, завдяки цьому пристрій може

працювати на швидкості до 2 Мбіт/с. За допомогою програм ELMConfig або Focccus можна активувати всі доступні опції в автомобілі. Доступні всі модулі, приєднані до CAN-шини, в т.ч. GEM (General Electronic Module), Airbag, ABS, клімат-контроль, АКП, парктронік, додатковий обігрівач, оптика і т.д.

Функціонал адаптера ELS27 та програми ElmConfig:

- відображення інформації по OBD2;
- відображення інформації з ЕБК (номери блоків і прошивок);
- читання та запис VIN у блоках;
- діагностика ЕБК;
- виконання калібрувальних та сервісних процедур;
- збереження бекапів та ведення логів.

Підтримувані протоколи OBD-II:

- ISO15765-4 (CAN-шина): Audi, Opel, VW, Ford, Jaguar, Renault, Peugeot, Chrysler, Porsche, Volvo, Saab, Mazda, Mitsubishi;
- ISO14230-4 (KWP2000): Daewoo, Hyundai, KIA;
- ISO9141-2: Honda, Infinity, Lexus, Nissan, Toyota, Audi, BMW, Mercedes, Porsche;
- J1850 VPW: Buick, Cadillac, Chevrolet, Chrysler, Dodge, GM, Isuzu;
- J1850 PWM: Ford, Lincoln, Mazda.

Програми (софти) та марки автомобілів для адаптера:

- ELS27 Baudrate – для налаштування швидкості та режиму роботи адаптера ELS27, вибрана конфігурація зберігається всередині адаптера;
- FORScan (Ford, Mazda, Lincoln та Mercury);
- ELMConfig (Ford Focus 2, C-MAX MK1, Kuga MK1, Mondeo 4, S-Max, Galaxy);
- FoCCcus (Ford Focus 3, Fiesta 7 та Kuga 2);
- ELM-FFn (Ford Fusion та Ford Fiesta);
- STool – для коригування одометрів;

Адаптер OBD2 ELM327 Wi-Fi + USB крім USB з'єднання, обладнаний додатковим модулем Wi-fi, що дає підвищену свободу для проведення діагностики в бездротовому режимі за допомогою КПК або смарт-фону, якщо встановлено відповідне ПЗ і ОС Android або IOS, рисунок 6.2, е.

Сканери адаптери з Bluetooth підключенням також мають відмінності в конструктивному оформленні і засобах керування та індикації, рисунок 6.3.

Авто сканер-адаптер ELM 327 1.5 LED з індикатором має прошивку версії 1.5 і зв'язок по Bluetooth 4.0, може працювати на iPhone та Android телефоні і ноутбучі, рисунок 6.3, а.

Сканер читає та видаляє помилки (гасить лампочку Check Engine). На відміну від адаптера з прошивкою 2.1 цей адаптер добре працює з автомобілями з нестандартними протоколами.

Автосканер vLinker FD+ (новинка 2021 року від Vgate), який працює з телефонами Android, iOS або ПК Windows на професійному рівні, по зв'язку Bluetooth 4.0, рисунок 6.3, б.

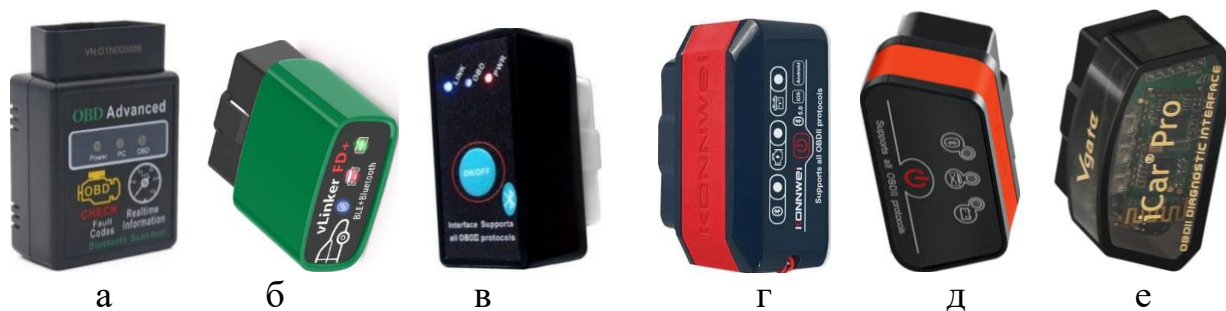


Рисунок 6.3 – Автосканери ELM327 з Bluetooth підключенням:
 а – з LED індикатором; б – Vgate vLinker FD; в – з кнопкою живлення;
 г – KONNWEI KW905; д – Vgate iCar2; е – Vgate iCar Pro

Адаптер працює з програмою ForScan, яка дозволяє професійно діагностувати автомобілі Ford і Mazda. Все це завдяки тому, що адаптер забезпечує доступ до шин даних MS-CAN і HS-CAN на додаток до всіх стандартних протоколів OBD2. На відміну від інших адаптерів OBD типу ELM 327, vLinker FD+ побудований на базі іншого мікропроцесора і не розряджає акумулятор, якщо він залишається підключеним до мережі.

Автосканер ELM327 v1.5 із зв'язком Bluetooth 4.0 з ПК і кнопкою живлення ON/OFF, рисунок 6.3, в.

Підтримуються всі протоколи OBD2 і величезна кількість спеціалізованих діагностичних програм. На відміну від USB версії, дає змогу проводити діагностику на відстані, крім того, можливе використання не тільки з ПК, а й з КПК і мобільним телефоном (необхідне відповідне).

До списку підтримуваних машин входять практично всі легкові автомобілі з інжекторним двигуном, випущені після 1996 року, а також всі американські машини, випущені з 1996 року та європейські – починаючи з 2001 року, дизель – від 2004 р.

Версія v1.5 на оригінальному чіпі PIC18F25K80 працює з 90 % закордонних авто, а також вітчизняних авто (ВАЗ, ГАЗ, Таврія, Славута, Lanos, Sens), Nissan Leaf, з використанням інших специфічних програм.

Мультимарочний адаптер KONNWEI KW905 з Bluetooth для роботи через телефон Android/iOS, рисунок 6.3, г.

Основні переваги:

- діагностика в реальному часі – оберти двигуна, температура охолоджувача, навантаження, швидкість, положення дросельної заслінки та інші;
- автоматичний режим сну – вимикається після 30 хв. Бездіяльності;
- професійний базовий чіп ELM327 v1.5 (PIC18F25K80);
- підтримка всіх OBD2 протоколів;
- формат plug & play не потребує інсталяції драйверів.

Сумісні програмні додатки (софти): MAXOBD; Car Scanner; OBD Auto Doctor; DashCommand.

Функції автосканера:

- скидання помилок «Check Engine»;
- аналіз витрати пального;
- виявлення несправностей вихлопної і паливної систем;
- відстеження навантаження двигуна та ін.;

Сканер Vgate iCar2 з Bluetooth 3.0 для телефонів Android. Має кнопку вмикання автоматичної функції «засинання», рисунок 6.3, д.

Сканер Vgate iCar Pro аналогічний пристрій, але зв'язок Bluetooth 4.0 для iOS/Android, рисунок 6.3, е. *Переваги* у порівнянні зі стандартними ELM327: працює у всіх спеціальних програмах: Vimmer Link, Vimmer Code, Carista, VAG DPF та інших; над швидкий і надійний чіп ARM (Канада).

Що стосовно компонентної бази і монтажу, в адаптерах розрізняють тип мікропроцесора (залежно від фірми розробника) і кількість друкованих плат (залежно від виробника), рисунок 6.4.

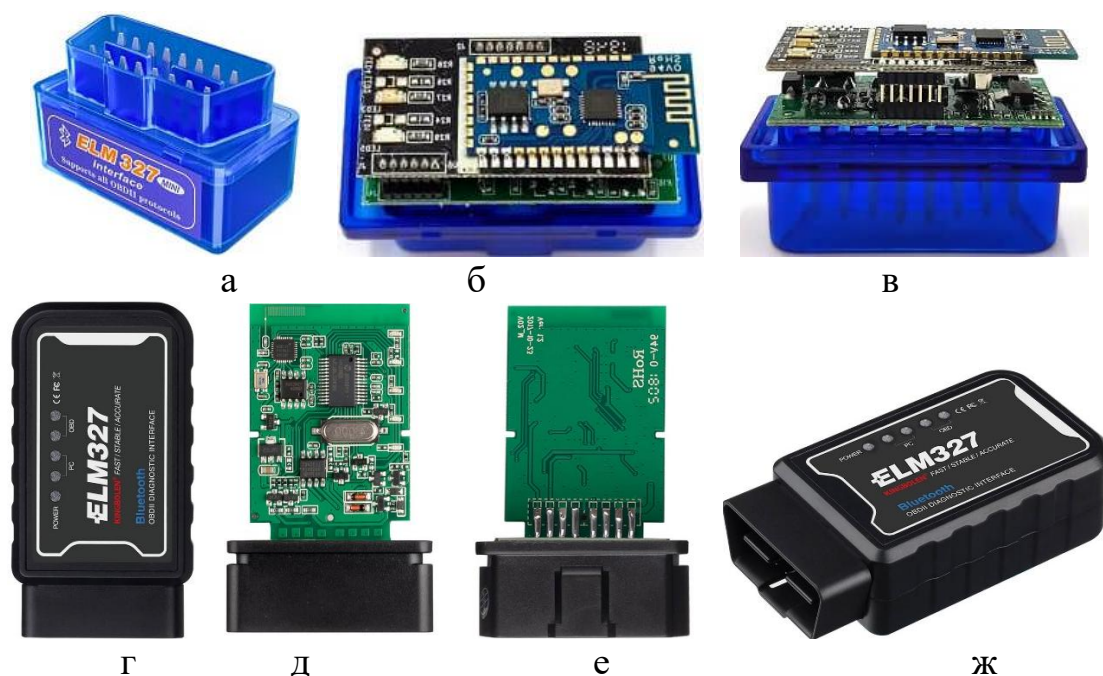


Рисунок 6.4 – Конструкції автосканерів ELM327 на базі PIC18F25K80: а – в – mini 1.5v з двома платами; г – ж – KINGBOLEN з однією платою

Адаптер ELM327 mini Bluetooth 1.5 v версії побудовані на базі сучасного мікропроцесора PIC18F25K80 та реалізований на двох друкованих платах для телефонів Android, рисунок 6.4, а – в. Крім стандарту eOBD/OBD2 здатен читати блоки ABS, SRS, TPMS та інші.

Додаткові функції сканера з використанням спеціалізованих програм.

- читання і видалення кодів несправностей з різних блоків керування (ABS, SRS, клімат та ін.);
- відображення показів датчиків в режимі реального часу з різних ЕБК по заводських протоколах;
- кодування ЕБК (активація/деактивація/налаштування функцій).

Адаптер ELM327 1.5v KINGBOLEN на базі PIC18F25K80 з Bluetooth для телефону Android має аналогічну конструкцію і функціональність, але реалізований на одній друкованій платі, рисунок 6.4, г – ж.

Зовнішній вигляд адаптерів з Wi-Fi зв'язком не відрізняється від Bluetooth аналогів, рисунок 6.5.



Рисунок 6.5 – Автосканери ELM327 з Wi-Fi підключенням:
а – з підтримкою iOS/ Android/PC; б – 1.5v KINGBOLEN; в – Vgate iCar2

Діагностичний OBD-II автосканер ELM327 з підтримкою з'єднання по Wi-Fi через iOS, Android, ПК, рисунок 6.5, а.

Підтримка протоколів/автомобілів:

- ISO15765-4 (CAN-шина): Audi, Chrysler, Ford, Jaguar, Mazda, Mitsubishi, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Saab, Volvo, VW;
 - ISO14230-4 (KWP2000): Daewoo, Hyundai, KIA;
 - ISO9141-2: Audi, BMW, Honda, Infinity, Lexus, Mercedes, Nissan, Porsche, Toyota;
 - J1850 VPW: Buick, Cadillac, Chevrolet, Chrysler, Dodge, GM, Isuzu;
 - J1850 PWM: Lincoln, Ford, Mazda;
- Протокол вибирається автоматично.

Функціональність:

- читання та видалення помилок з пам'яті ЕБК двигуном;
- читання показань датчиків СК двигуна у реальному часі;
- виконання вимірювань, ґрунтуючись на показаннях;
- побудова графіків, запис логів;
- читання VIN-номера кузова на авто після 2004 р;
- вимірювання миттєвої витрати палива;
- читання та видалення помилок по АКП та ABS (не на всіх авто);
- лічильник часу розгону від 0 до 100 км/год

Автосканер KINGBOLEN на базі PIC18F25K80 з Wi-Fi інтерфейсом для телефонів Apple/iPhone/iOS та Android, рисунок 6.5, б.

Додаткові функції сканера з використанням спеціалізованих програм:

- читання і видалення кодів несправностей з різних блоків керування (ABS, SRS, клімат та ін.);
- відображення показів датчиків в режимі реального часу з різних ЕБК по заводських протоколах;
- кодування блоків (активація/деактивація/налаштування функцій).

Адаптер Vgate iCar2 Wi-Fi для IOS/Android на відзнаку від попередньої моделі базується на оригінальному мікропроцесорі і має кнопку вмикання автоматичної функції «засинання», рисунок 6.5, в.

Порядок виконання завдання

Практична частина завдання передбачає проведення операцій підготовки і діагностики системи керування ДВЗ автомобіля за допомогою сканера-адаптера ELM 327, використовуючи три способи з'єднання між VCI і HID: USB, Bluetooth, і Wi-Fi.

Перше завдання виконується на автомобілі ВАЗ-2114 за допомогою сканера USB ELM327 V1.5 OBD2 і ноутбука з використанням ПЗ «OpenDiagFree».

1. Переглянути постановочний ролик [29] і виконати завдання у відповідності до операцій, наведених на рисунку 6.6.

1.1. На панелі «Додатки» ноутбука оберіть програму «OpenDiagFree» і визначить тип адаптера.

1.2. Зайдіть у головне вікно програми і перегляньте комплектацію автомобіля (дані занести дані до звіту), рисунок 6.6, а.

1.3. Перейдіть до діагностування блоку. Натисніть «Почати діагностику», перегляньте сектори вікна і встановіть користувацький набір параметрів до перегляду, за вказівкою викладача. Дані занесіть до звіту, рисунок 6.6, б.

1.4. Запустіть двигун і почекайте 3 хв. Перегляньте обрані параметри в графічному режимі (часова розгортка), рисунок 6.6, в.

1.5. Зробіть імітацію пошкоджень кіл системи керування ДВЗ шляхом розімкнення рознімачів датчиків (за вказівкою викладача).

1.6. Перейдіть у вікно «Помилки», ознайомтесь з меню вікна і ідентифікуйте несправності за кодами помилок (занести до звіту).

1.7. Вимкніть запалення ДВЗ і усуньте пошкодження, які були імітовані.

1.8. Увімкніть запалювання, видаліть помилки, рисунок 6.6, г.

1.9. Перейдіть у вікно «Паспорт» та занесіть дані (ЕБК, автомобіля, комплектацію) до звіту, рисунок 6.6, д.

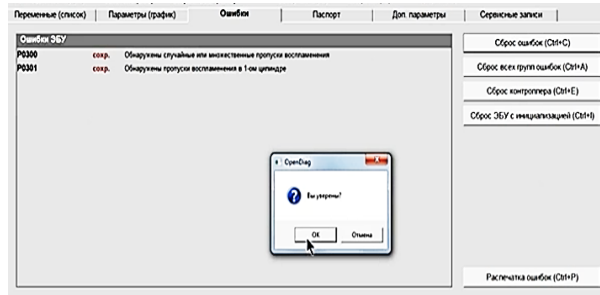
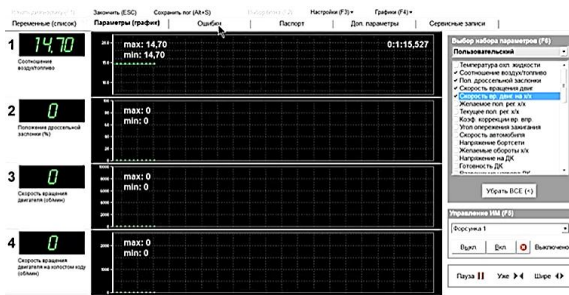
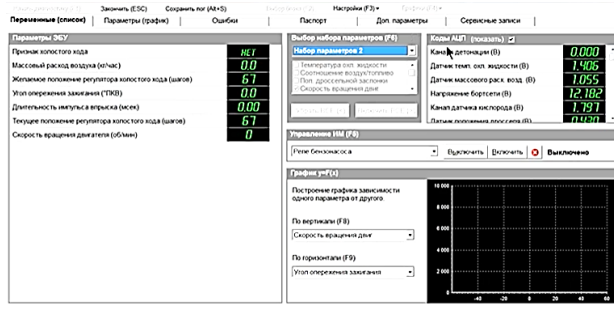
1.10. Перейдіть до вікна «Додаткові параметри» і занесіть дані до звіту, рисунок 6.6, е.

1.11. Поверніться до вікна «Змінні», оберіть сектор «Керування ВМ» та активізуйте (протестуйте) виконавчі механізми системи керування ДВЗ за вказівкою викладача, шляхом натиснення керуючих клавіш «Увімкнути»/«Вимкнути». Результати тестування занесіть до звіту, рисунок 6.6, ж.

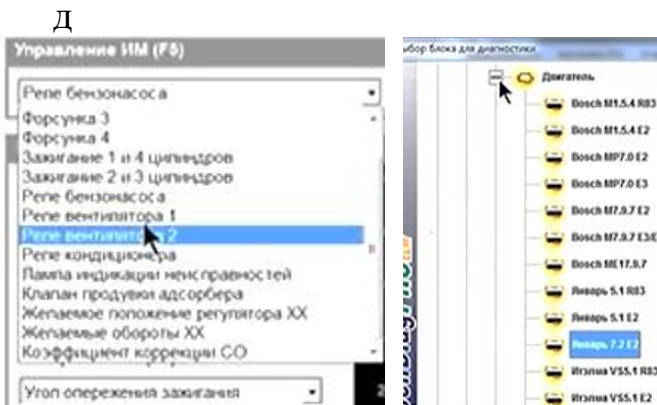
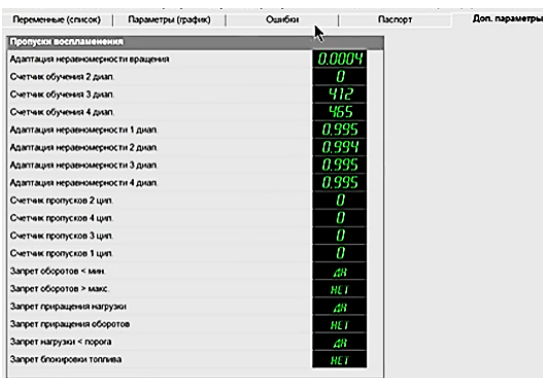
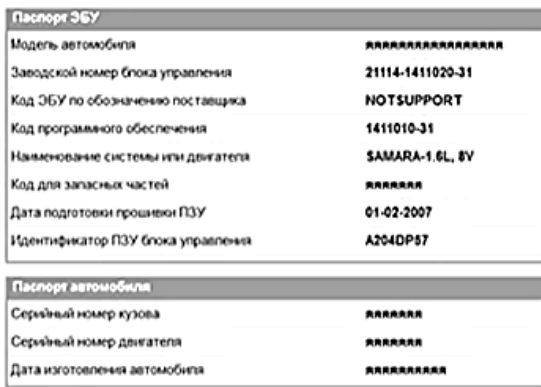
1.12. Поверніться до першого вікна програми, натисніть «Вибір ЕБК» і перегляньте бібліотеку «Двигун». Занесіть до звіту типи блоків виробництва Bosch, рисунок 6.6, з.

1.13. Натисніть клавішу «Закінчити (ESC)».

Друге завдання виконується на автомобілі ВАЗ-2114 за допомогою сканера ELM327 mini V1.5 з Bluetooth зв'язком і мобільного телефона з операційною системою Android. При цьому, використовується софт «Car Scanner Pro».



В Г



е ж з

Рисунок 6.6 – Робочі вікна програми «OpenDiagFree» під USB зв'язок: а – головне меню; б – «Почати діагностику»; в – «Параметри/графіки», г – «Помилки»; д – «Паспорт»; е – «Додаткові параметри»; ж – «Керування ВМ»; з – бібліотека «Двигун»

2. Перегляньте постановочний ролик [30] і виконайте завдання у відповідності до операцій, наведених на рисунку 6.7.

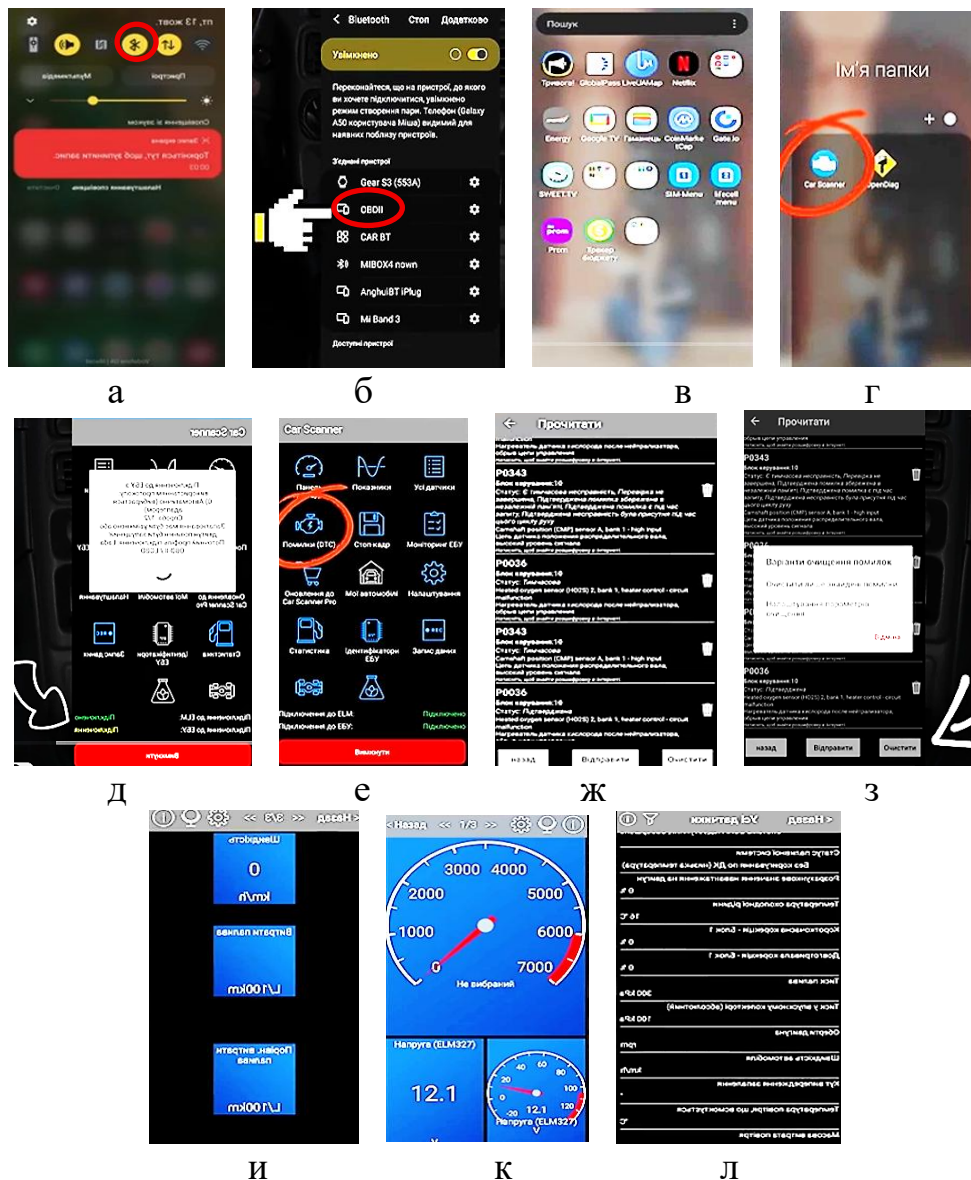


Рисунок 6.7 – Робочі вікна програми Car Scanner Pro під Bluetooth зв’язок: а – «Налаштування»; б – «Режим»; в, г – пошук додатків; д, е – меню програми «Car Scanner»; ж, з – «Помилки»; и, к – «Налаштування панелі приладів»; л – «Параметри сигналів датчиків»

- 2.1. Встановіть адаптер в рознімання OBD2 автомобіля.
- 2.2. Увімкніть телефон, зайдіть в налаштування Bluetooth, рисунок 6.7, а.
- 2.3. Оберіть режим OBD2, рисунок 6.7, б.
- 2.4. Завантажте на телефон ПЗ «Car Scanner» та відкрийте її. Оберіть мову, автомобіль і тип підключення Bluetooth, рисунок 6.7, в, г.
- 2.5. Підключіть телефон до адаптера, увімкніть запалювання натиснувши червону кнопку «Підключитись» (з’являється вікно ПЗ), рисунок 6.7, д.

2.6. Зробіть імітацію пошкоджень кіл системи керування ДВЗ шляхом розімкнення розніманих датчиків (за вказівкою викладача).

2.7. Натисніть клавішу «Помилки», потім «Прочитати», рисунок 6.7, е.

2.8. Ідентифікуйте помилки за кодами несправностей та занесіть їх до звіту, рисунок 6.7, ж.

2.9. Усуньте пошкодження кіл і видалить помилки, рисунок 6.7, з.

2.10. Апробуйте налаштування панелі приладів (за вказівкою викладача), рисунок 6.7, и, к.

2.11. Сформуйте перелік перегляду поточних параметрів сигналів датчиків системи керування ДВЗ в масштабі реального часу (за вказівкою викладача), рисунок 6.7, л.

2.12. Результати апробації ПЗ «Car Scanner» за допомогою адаптера ELM327 занесіть до звіту.

Третє завдання виконується на автомобілі Mitsubishi за допомогою сканера ELM327 з Wi-Fi підключенням і мобільного телефону з операційною системою Android. При цьому, використовується софт «Car Scanner».

3. Перегляньте постановочний ролик [31] і виконайте завдання у відповідності до операцій, наведених на рисунку 6.8.

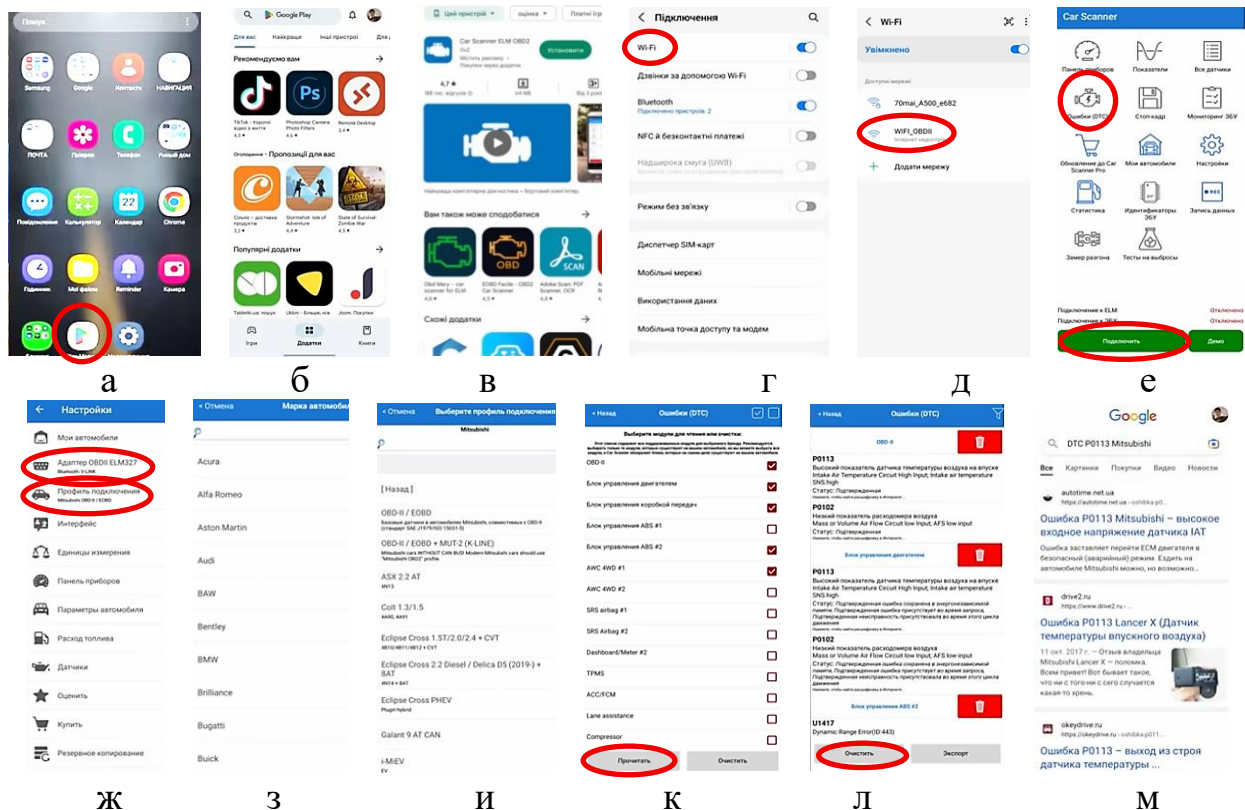


Рисунок 6.8 – Робочі вікна Car Scanner сканера під Wi-Fi зв'язок:

а – «Головне меню» телефону; б, в – «Додатки»; г, д – «Налаштування» телефону; е – меню програми «Car Scanner»; ж – «Налаштування» програми, з – дані про автомобіль; к – вибір систем, що діагностуються; л – «Помилки»; м – Google пошук

- 3.1. Увімкніть телефон, натисніть «Play Market», рисунок 6.8, а, б.
- 3.2. Зайдіть в додатки й наберіть англійською «Car Scanner» і скачайте ПЗ, рисунок 6.8, в.
- 3.3. Сядьте в автомобіль і вставте адаптер в рознімання OBD2 автомобіля (лампочка на адаптері повинна засвітитися).
- 3.4. Зайдіть в «Налаштування» і оберіть зв'язок Wi-Fi, рисунок 6.8, г.
- 3.5. Оберіть мережу Wi-Fi_OBD2, рисунок 6.8, д.
- 3.6. Зайдіть в програму «Car Scanner» / «Налаштування» та підключіть телефон до адаптера, рисунок 6.8, е, ж.
- 3.7. Поверніться до вікна «Налаштування» натисніть профіль «Підключення» та оберіть марку/модель автомобіля/двигуна (Mitsubishi) і отримайте дані по об'єкту діагностики, рисунок 6.8, з, и.
- 3.8. Включіть запалювання, поверніться в меню «Car Scanner» і натисніть на зелену клавішу «Підключити» в низу вікна. Дочекайтесь зв'язку програми з ЕБК двигуна автомобіля (повідомлення з низу вікна), рисунок 6.8, е.
- 3.9. Поверніться до меню програми, пункт «Помилки» і оберіть об'єкти перевірки (блоки систем) за вказівкою викладача. Натисніть клавішу «Прочитати» з низу вікна, рисунок 6.8, к.
- 3.10. Якщо, помилок не знайдено, вимкніть запалювання та зробіть імітацію пошкодження кіл системи керування ДВЗ шляхом розімкнення рознімачів датчиків (за вказівкою викладача).
- 3.11. Включіть запалювання. Повторіть п.3.9. На екрані з'являться коди помилок і їх тлумачення, рисунок 6.8, л.
- 3.12. Ідентифікуйте помилки за кодами несправностей та занесіть їх до звіту.
- 3.13. Для отримання розгорнутої інформації про причини виникнення помилок і способи усунення несправностей, зверніться до пошукової системи Google. Для цього, скористуйтеся мережею Інтернет (за вказівкою викладача), рисунок 6.8, м.
- 3.14. Усуньте пошкодження кіл і видалите помилки, рисунок 6.8, л.
- 3.15. Результати апробації ПЗ «Car Scanner» за допомогою адаптера ELM327 занесіть до звіту.

Контрольні запитання

1. За якими загальними ознаками класифікують діагностичні сканери?
2. Поясніть призначення пристрою інтерфейсу VCI.
3. Поясніть призначення і наведіть приклади приладу HID.
4. Поясніть призначення і наведіть приклади програм DSW (Diagnostic Software).
5. Які способи зв'язку використовуються в адаптерах типу ELM 327?
6. Назвіть основне призначення адаптерів типу ELM 327.
7. Назвіть базові функції адаптерів типу ELM 327.

8. За якими показниками різняться адаптери ELM 327 різних моделей?
9. Назвіть конструктивні відмінності ELM 327 різних моделей.
10. Прокоментуйте загальні операції при діагностуванні електронних систем автомобіля за допомогою адаптера ELM 327.
11. Прокоментуйте застосовність ELM 327, як діагностичного сканеру.
12. Чим зовні відрізняються конструкції USB, Bluetooth та Wi-Fi адаптерів?
13. Який конструктивний атрибут є обов'язковим для діагностичних адаптерів типу ELM 327?

Звіт по практичному заняттю

Звіт повинен включати: назву та мету роботи; перелік устаткування; результати тестування автомобіля; висновок про технічний стан автомобіля; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №7 (5.2)

ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ МУЛЬТИМАРОЧНИМ СКАНЕРОМ

Мета роботи: вивчити діагностичні режими та засвоїти методику проведення бортової діагностики автомобілів мультисистемним сканером.

Завдання, що вирішуються під час заняття:

1. Ознайомитись з класифікацією та функціональними характеристиками лінійки мультисистемних сканерів Launch X-431.
2. Отримати навички діагностування електронних систем на борту автомобіля (по кодах несправностей) за допомогою сканера Launch X-431 Pro.

Об'єкти і засоби діагностики

1. Автомобіль BMW.
2. Лабораторний стенд електронних систем автомобіля Ford.
3. Лінійка сканерів Launch X-431 Pro.
4. Лінійка сканерів Launch CR601.

Теоретична частина

Назва CRpro розшифровується як CReader professional, що позиціонує цю категорію автосканерів як найбільш наближену за рівнем діагностики до сканерів лінійки LAUNCH X-431 PRO. Цільовий сегмент користувачів даних приладів – це майстри приймачі та механіки, тобто, в першу персону, якому потрібний простий і надійний інструмент для швидкої діагностики або повсякденного технічного огляду та виконання регулярних процедур заміни колодок, скидання міжсервісних інтервалів тощо, рисунок 7.1.

PADVII – новинка 2021 року і на сьогоднішній день просунутий мультимарочний сканер. Максимально потужний з усіх X-431, коли-небудь випущених компанією LAUNCH. Сучасна платформа та найпередовіші технології, включаючи віддалену діагностику Smart Link, онлайн програмування та підтримку додаткових модулів розширення роблять PADV II незамінним помічником для фахівців автосервісу. Сканер дозволяє реалізувати наступні функції:

- Vin scan для автоматичного визначення моделі а/м;
- топологічна карта;
- History для ведення журналу звітів;
- Qwick test для автоматичного читання DTC;
- читання та стирання кодів несправностей;
- ідентифікація блоків керування;
- читання поточних параметрів систем;
- активація виконавчих механізмів;



Рисунок 7.1 – Лінійка сканерів Launch X-431 Pro:
 а – PADVII; б – PADV; в – PRO5; г – PRO3 v 4.0; д – PRO (2017) з адаптером DBScar 5; е – CRP 349; ж – CRP 233/239

- адаптація блоків керування;
- кодування блоків керування;
- 33 програми сервісних функцій RESET;
- онлайн програмування та кодування;
- віддалена діагностика Smart Link;
- ведена діагностика VAG;
- підтримка додаткових модулів;
- підтримка протоколів: DOIP/CANFIJ/VP1210/D-PDU/J2534;
- можливість докупити вантажний комплект адаптерів та ПЗ.

PADV – увібрав у себе досвід попередників і новітні технологічні рішення, включаючи on-line програмування та підтримку протоколу J2534. Універсальний адаптер нового покоління SMART BOX 3.0. Док-станція для підзарядки приладу та живлення бездротових адаптерів. Підтримує 26 програм сервісних функцій.

PRO5 – підтримує хмарну технологію Smart Link. Успадкував всі основні переваги лінійки PRO і при цьому, отримав низку суттєвих покращень. Адаптер Smart Link C підтримує мережу 12/24В.

PRO3 v 4.0 – складається з планшета (ОС Android 9.0), компактного діагностичного адаптера DBScar IV і програмного забезпечення. Порівняно з версією 2017 року планшет став потужнішим і швидшим за рахунок нового 8-

ядерного процесора та збільшеної до 3 Гб оперативної пам'яті, пам'ять програм теж розширена (32 Гб внутр. + 32 Гб на карті), екран вищого роздільної здатності 1920x1200, дві камери 5Мп та 8Мп. Підтримує 15 програм сервісних функцій.

CRP 349 – підтримує понад п'ять десятків марок авто. Забезпечує читання, тлумачення та скидання кодів помилок, скидання положення дроселя і корекція характеристичних карт форсунок, прокачування системи ABS та інше. Підтримує 11 спеціальних сервісних функцій: RESETOIL, RESETBRAKE, RESETBMS, RESETEETS, RESETPPF, RESETBLEED, RESETIMMO, RESETPPMS, RESETSUN, RESETINJEC.




CRP 233/239 – усічені варіанти попередніх моделей (дешеві) сканери, що підтримують тільки 6 спеціальних сервісних функцій: RESETOIL, RESETSAS, RESETBRAKE, RESETBMS, RESETEETS, RESETPPF.

Наведемо порівняльні характеристики деяких сканерів групи CRP, таблиця 7.1.

Дамо назви деяких спеціальних функцій *RESET* (скидання, заміна):

1. Oil Reset – функція скидання індикатора сервісу;
2. Sas Reset – функція скидання датчика кута повороту рульового колеса;
3. Afs Reset – функція налаштування адаптивних фар;
4. Bleeding Reset – функція випуску повітря ABS;
5. BMS Reset – функція адаптації акумулятора BMS;
6. Vox Reset – функція адаптації коробок автомат;
7. Brake Reset – функція скидання гальмівних колодок;
8. DPF Reg Reset – функція відновлення/регенерації фільтра сажі;
9. EGR Reset – функція рециркуляції вихлопних газів;
10. ETS Reset - функція скидання датчика дросельної заслінки;
11. Immo Reset – функція прописування ключів;
12. Injector Reset – функція кодування форсунок;
13. Sunroof Reset – функція адаптації люка;
14. Sus Reset - функція управління пневмопідвіскою;
15. TPMS Reset – функція скидання датчика тиску у шинах;
16. GEAR Reset – обслуговування датчика коленвала;
17. Airbag Reset – сервіс подушок безпеки;
18. Transport Reset – обслуговування активації транспортного засобу;
19. Coolant Reset – система вентиляційного охолодження;
20. ADBLue Reset – обслуговування системи SCR упорскування рідини;
21. NOx Reset – сервіс адаптивного датчика NOX (вихлопних газів);
22. Language Reset – налаштування мови;
23. ODO Reset – сервіс одометра;
24. A/F Reset – адаптація паливно-повітряної суміші;
25. SEATS Reset - електронне регулювання сидінь;
26. STOP/START Reset – деактивація функції старт/стоп двигуна авто;
27. Windows Reset – сервіс налаштування склопідйомників;

Таблиця 7.1 – Функціональні характеристики сканерів

	CRP123 Premium	CRP129 Premium	CRP233 Premium	CRP239 Premium	CRP349 Pro
Параметр/Фото					
Екран, диаг./тип/раз.	4"/TFT/480x320		5"/IPS/1280x720		7"/IPS/1024x600
ЦПУ, ядер/ГГц	1/0.12		4/1.5		
ОЗУ, Гб	0.001		1		
Пам'ять внутр./внешн, Гб	4/8	4/16	12/0	16/0	8/0
Встр. АКБ, мАч			✓		6000
Тачскрин			✓		✓
Wi-Fi			✓		✓
Напряж. вх., VDC	9 - 18				
Функции OBDII с 1996 по н.в.					
Чтение/сброс DTC	✓		✓		✓
Состояние Check Engine	✓		✓		✓
Чтение Freeze Frame	✓		✓		✓
Чтение текущих параметров	✓		✓		✓
Информация об а/м	✓		✓		✓
Тест датчиков O2	✓		✓		✓
Чтение статусов мониторов	✓		✓		✓
Активация исп. механизмов	✓		✓		✓
Покрытие по системам (ЭБУ)					
Системы	ECM/ABS/TCM/ACU		ECM/ABS/TCM/ACU/SAS		Все системы
Диагностика через переходник (OBD I)			✓		✓
Специальные функции RESET					
Brake			✓		✓
Oil			✓		✓
SAS			✓		✓
BATT			✓		✓
ABS bleed.					✓
E. Throttle			✓		✓
TPMS					✓
DPF reg.			✓		✓
IMMO					✓
Injector					✓
Sunruf					✓
Напряжение АКБ			✓		✓

28. Gear BOX Reset – сервіс адаптації трансмісії;
29. CLUTCH Reset – адаптація зчеплення;
30. ECU Reset – скидання електронного блоку керування;
31. FRM Reset – скидання блоку FRM (для BMW/Mini);
32. GATE Reset - налаштування шлюзу шин даних Gateway;
33. LSENSOR Reset – адаптація датчика світла/дощу;
34. TURBO Reset – адаптація турбокомпресора;

- 35. ACINI Reset – сервіс системи кондиціонування;
- 36. ICCS Reset – баланс роботи циліндрів;
- 37. HVOLBAT Reset – сервіс бензинового фільтра сажі GPF;
- 38. GPF Reset – тест високовольтної батареї;
- 39. ENGPBM Reset – сервіс адаптивного круїзу контролю ACC/ICC;
- 40. MOTANG Reset – калібрування датчика кута ротора електродвигуна Resolver;
- 41. PROG Reset – сервіс для програматора Prog 2.

CReader (CR) – товарний знак компанії LAUNCH, отриманий скорочення Code Reader, тобто, буквально зчитувач кодів несправностей. Прилади серії «CR» призначені для тих автолюбителів, хто звик самостійно обслуговувати свій автомобіль, рисунок 7.2.



Рисунок 7.2 – Лінійка сканерів Launch CR: а – CR301; б – CR501; в – CR601

В автосканерах *LAUNCH* для **вантажного транспорту** реалізовано останні розробки для діагностики несправностей вантажних автомобілів, спецтехніки та автобусів. Це і широке охоплення автомобільних марок, точність даних, що тестуються, потужний функціонал з численними спеціальними функціями, рисунок 7.3.



Рисунок 7.3 – Сканери і програмне забезпечення Launch для вантажівок: а – Pilot HD; б – X-431 HDIII; в – комплектація

Вантажний комплект адаптерів та ПЗ для X-431 PAD V та PAD VII LAUNCH 301180746. Даний комплект розширює функціональні можливості діагностичного сканера Launch PAD V; PAD VII. З його допомогою ви зможете діагностувати вантажні автомобілі та комерційний транспорт. В комплект поставки входить: комплект кабелів, конверт з паролем для активації вантажного сектора та 1 рік оновлень. Після закінчення терміну оновлень сканер не блокується. Як діагностичний модуль використовується Smart Vox, який застосовується для роботи з легковими автомобілями.

Дамо детальну характеристику сканеру **LAUNCH X431 PRO (2017)**.

Мультимарочний автосканер версії 2017 працює на базі ОС Android. Зв'язок між діагностичним планшетом і діагностичним адаптером Launch DBScar 5 – бездротовим з'єднанням Bluetooth (див. рис. 7.1, д).

Технічні характеристики приладу – мультимарочний для легкових автомобілів, побудований на ОС Android 7.1 з вбудованою пам'яттю 16 Гб. Має діагональ екрану 8 дюймів і ємність акумулятора 4290 мАг.

Функціонал приладу:

- читання та стирання кодів несправностей;
- спеціальні функції кодування і адаптації ЕБК різного призначення;
- відображення поточних параметрів системи;
- керування виконавчими механізмами;
- скидання сервісних інтервалів;
- перевірка виконавчих механізмів;
- можливість виведення результатів на принтер;
- розміри 13x37x53 см, вага 5.5 кг.

Діагностична програма підтримує роботу з бензиновими, дизельними, гібридними автомобілями, сканер глибоко діагностує як автомобілі з лівим кермом, так і японські автомобілі з правим кермом.

Комплектація сканера включає в себе як сучасний діагностичний роз'єм OBDII, що останні кілька років встановлюється всіма автовиробниками, так і роз'єми старих форматів. X431 Pro 2017 підтримує всі програмні стандарти та протоколи, які використовували виробники автомобілів з 1996 року.

Діагностична програма сканера містить інформацію про розташування діагностичних роз'ємів різних стандартів. Регулярні автоматизовані оновлення дозволяють мати актуальну діагностичну базу даних. ПЗ дозволяє проводити всі необхідні діагностичні та ремонтні процедури.

Крім зчитування інформації про помилки, ідентифікацію блоків та відображення поточних даних, сканер Launch X431 Pro 2017 підтримує необхідні сервісні функції:

- адаптації вузлів та датчиків (роботизованої КП, дрoселя);
- проведення ТО, скидання індикацій масла і техобслуговування, керування гальмівними колодками і т. д;
- кодування блоків (включаючи прописування ЕБК подушками безпеки

під час його заміни);

- конфігурування, скидання калібрувань та інші сервісні утиліти;
- для частини автомобілів - прописування імобілайзера.

Також Автосканер Launch X431 Pro – відмінне рішення для завдань Trade-in та швидкої оцінки стану автомобіля:

- швидкий запуск системи діагностики та автоматична ідентифікація автомобіля;
- автоматичне опитування ЕБК з наданням короткої інформації про помилки (єдиним звітом);
- можливість збереження та роздрукування звітів діагностики;
- широке охоплення всіх марок легкових автомобілів;
- оперативні актуальні оновлення.

X-431 PRO 2017 підтримує діагностику електронних систем керування автомобілів європейського, американського та азіатського виробництва (включаючи японські автомобілі з правим кермом). Широкий діапазон марок автомобілів: Smart, America Ford, Chrysler, GM, Acura, INFINITI, Lexus, Australia Ford, Holden, Brazil GM, Brazil Fiat, Brilliance Auto, BYD, Changan, ChangCheng, Changhe, Chery, Gonow Auto, HaFei, JAC , Jiangling, SGMW, Tianjin FAW, Xiamen, XinKai, ZhongShun, Zhongxing, ZOTYE, Ауді, Benz, BMW, Citroen, Європа Ford, Fiat, Jaguar, Lancia, Landrover, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Romeo, Rover, Sa , Seat, Skoda, Transporter&V-Class, Volkswagen, Volvo, Mahindra, MARUTI, TATA, Daihatsu, Honda, JPIsuzu, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki, Toyota, Daewoo, Hyundai, Kia, Ssangyong, Perodua .Africa Opel, Thailand Isuzu, а також будь-які автомобілі, що підтримують стандарт OBDII/EOBD (шини даних SAE J1850 VPW, SAE J1850 PWM, ISO 9141-2, ISO 14230, ISO-15765-4 CAN).

Для закріплення матеріалу теоретичної частини пропонується переглянути тематичний ролик [32].

Порядок виконання завдання

Практична частина завдання передбачає декілька етапів: підключення діагностичного адаптера; налаштування Bluetooth; реєстрація користувача; вибір марки автомобіля; реєстрація діагностичного адаптера; авторизація в системі; вибір версії програми; вибір системи автомобіля; вибір функції. Перед виконанням завдання пропонується переглянути тематичний ролик [33], рисунок 4.

1. Ознайомтеся з комплектацією сканера та змістом функціональних клавіш і піктограм керування.

2. Ознайомтеся з порядком реєстрації користувача сканера і діагностичного адаптера, а також активації діагностичного рознімання приладу і оновлення версії діагностичної програми, відповідно до інструкції [34].

3. За вказівкою викладача оберіть об'єкт діагностики (стендова модель або автомобіль) скачайте для нього базу даних з сервера і підтвердіть отримання.

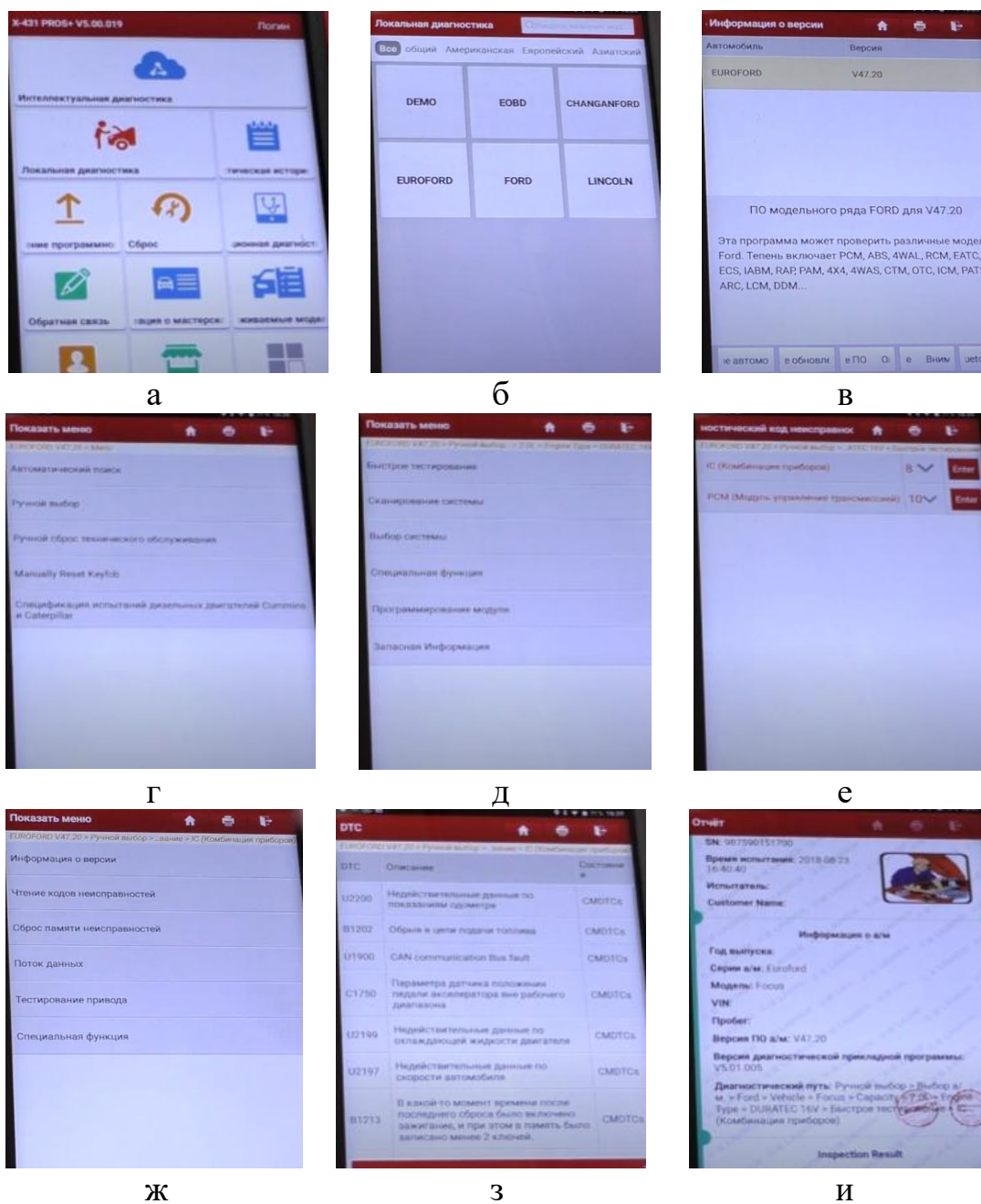


Рисунок 7.4 – Робочі вікна сканера Launch X-431 Pro: а – головне меню; б – локальна діагностика; в – інформація про версію програми; г – меню задач; д – меню функцій; е – результати сканування; ж – меню перегляду; з – коди несправностей; и – звіт

4. На панелі головного меню оберіть режим «Локальна діагностика» і далі марку автомобіля (стендової моделі), рисунок 7.4, а, б.

5. Перегляньте і завантажте версію програми для обраного автомобіля, рисунок 7.4, в.

6. Встановіть зв'язок з діагностичним адаптером (натиснути клавішу «пошук Bluetooth»).

7. На панелі меню задач оберіть «Ручний вибір» і підтвердіть дані моделі автомобіля, рисунок 7.4, г.

8. На панелі меню режимів оберіть «швидке тестування», рисунок 7.4, д. За результатами сканування всіх систем автомобіля на екрані залишаться ті системи в яких ідентифікована несправність рисунок 7.4, е.

9. Натисніть клавішу «Enter» обраної системи. На екрані з'явиться меню перегляду: інформація про версію; читання кодів несправностей; скидання кодів несправностей; потік даних; тестування приводу; спеціальна функція. Оберіть потрібну позицію за вказівкою викладача, рисунок 7.4, ж.

10. Натисніть клавішу «Читання кодів» і перегляньте тлумачення кодів, що мають місце в обраній системі, рисунок 7.4, з. Повторіть операцію для всіх несправних систем.

11. Натисніть клавішу «Звіт» і перегляньте результати виконаних операцій, рисунок 7.4, и. На панелі звіту натисніть клавішу «Зберегти».

12. Роздрукуйте результати діагностування для звіту.

Контрольні запитання

1. Які три категорії розглядають в сканерах лінійки LAUNCH X-431?
2. Що означають PRO і CR в позначенні моделі сканера?
3. Які приладивходять до складу сканеру LAUNCH X431 PRO (2017).
4. Якими пристроями комплектуються сканери LAUNCH X431 PRO?
5. Назвіть основні (OBDII) функції сканеру LAUNCH X431 PRO.
6. Що означає приставка RESET в позначенні сервісних функцій?
7. В чому полягають функціональні обмеження сканерів LAUNCH CR?
8. В чому полягає відмінність застосування сканерів LAUNCH групи HD?
9. Назвіть основні функції сканеру LAUNCH X431 PRO (2017).
10. Назвіть сервісні функції сканеру LAUNCH X431 PRO (2017).
11. В чому полягають завдання Trade-in і швидкої оцінки стану автомобіля?
12. Прокоментуйте застосовність LAUNCH X431 PRO (2017), як мультимарочного сканеру.

Звіт по практичному заняттю

Звіт повинен включати: назву та мету роботи; перелік устаткування; результати тестування автомобіля; висновок про технічний стан автомобіля; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №8 (6.1)

ПРОВЕДЕННЯ РЕПРОГРАМІНГУ ЕЛЕКТРОННОГО БЛОКУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВЗ

Мета заняття: придбати практичні навички з репрограмування електронного блоку керування двигуном автомобіля в умовах майстерні.

Завдання, що вирішуються під час заняття

1. Ознайомитись з програмно-апаратним забезпеченням і методикою проведення репрограмування в умовах майстерні.

2. Отримати навички користування програматором Combi Loader і програмою-редактором калібрувань Chip Tuning PRO 7 при поновленні змістовності характеристичних карт в постійній пам'яті ЕБК.

Об'єкти і засоби діагностики

1. Досліджуваний ЕБК (VS 5.1).
2. Адаптер ПАК «Загружчик v.3».
3. Кабель з 55-контактним розніманням для підключення до ЕБК та універсальний USB-Host для підключення до комп'ютера.
4. Ноутбук або ПК з необхідним програмним забезпеченням.

Теоретична частина

Один з найпоширеніших приладів для репрограмування (чип-тюнінгу) – це програматор або загрузчик. Він дозволяє зчитувати програмне забезпечення (ПЗ) з електронного блоку керування (ЕБК) двигуном, а потім редагувати параметри, які впливають на роботу двигуна, і записати нове ПЗ назад до ЕБК.

Закінченим рішенням для налаштувань параметрів прошивок з їх подальшим записом у ЕБК є використання мультимарочного програматора Combi Loader («Загружчик v. 3») у парі з програмою-редактором калібрувань Chip Tuning PRO 7 [35].

Combi Loader має вбудовану систему контролю параметрів двигуна та дозволяє змінювати програмне забезпечення двигуна в режимі реального часу. Крім того, цей прилад має велику базу даних, що містить інформацію про більшість автомобілів, що дозволяє швидко знайти необхідні налаштування для певного автомобіля. До базової комплектації Combi Loader входять 12 програмних модулів для ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, ЗАЗ, Daewoo, Fiat, Peugeot, Skoda Octavia.

Основна комплектація приладу «Загружчик v.3» зазвичай включає наступні елементи, рисунок 8.1, б

Адаптер ПАК «Загружчик v.3» – пристрій, який використовується для зчитування та запису ПЗ (флеш-пам'яті) у пристрої ЕБК.



Рисунок 8.1 – Засоби репрограміngu ЕБК: а – джерело живлення;
б – комплектація приладу «Загужчик v.3»; в – ноутбук

Універсальний USB-Host – кабель який використовується для з'єднання приладу «Загужчик v.3» з комп'ютером. Це дозволяє зберігати дані, які зчитуються з ЕБК, на комп'ютері та зберігати копії зміненого програмного забезпечення на комп'ютері. Кабель з 55-контактним розніманням призначений для підключення до BDM-порту ЕБК і живлення від прикурювача. Аналогічний кабель з 81-контактним розніманням для підключення до Boot-порту ЕБК.

Загужчик v.3 включає наступні функції:

- зчитування та запис даних (дозволяє змінювати параметри двигуна, такі як тиск турбіни, впорскування палива, точку запалювання, обмеження обертів, та інші);

- видалення обмежень (дозволяє видаляти обмеження, що застосовуються до двигуна автомобіля, наприклад, обмеження швидкості або обмеження обертів);

- оптимізація паливного режиму (дозволяє змінювати параметри паливного режиму, щоб забезпечити максимальну продуктивність та економію палива. Налаштування впорскування палива, тиску турбіни та точки запалювання можуть допомогти зменшити споживання палива та покращити продуктивність автомобіля);

- видалення помилок (дозволяє видаляти помилки, які з'явилися на ЕБК двигуна автомобіля, для забезпечення правильної роботи двигуна);

- калібрування сенсорів (дозволяє калібрувати різні сенсори, такі як датчики кисню, датчики тиску та датчики розташування колінчатого валу);
- створення резервної копії (дозволяє створити резервну копію оригінального програмного забезпечення ЕБК автомобіля задля збереження оригінальних даних та повернення до них у разі необхідності);
- сумісність з різними автомобілями (дозволяє працювати з різними типами ЕБК та автомобілів, включаючи бензинові, дизельні та турбовані двигуни).

Одним з найбільш поширених блоків керування двигуном виробництва компанії Bosch є ЕБК VS 5.1. Він застосовується в багатьох автомобілях різних марок, включаючи Audi, BMW, Mercedes-Benz, Volkswagen. У електронному блоці керування VS 5.1 використовується процесор C509. Процесор C509 використовується також на блоках Січень –5.1, МІКАС –7.1 та МІКАС –7.6, відповідно розглянутий алгоритм програмування застосовний до перелічених блоків.

Для відкриття, перегляду, порівняння, редагування та збереження калібрувальних даних у файлах прошивок ЕБК автомобілів застосовується професійний редактор Chip Tuning PRO 7.

Програма представляє собою візуальний редактор та працює лише з файлами прошивок, які були попередньо зчитані, за допомогою програматора, з блоків управління двигуном та дозволяє вносити зміни практично у всі калібрувальні налаштування системи управління впорскуванням. Можна змінювати такі параметри, як склад паливо-повітряної суміші в різних режимах, фазу впорскування, кут випередження запалювання, паливopодачу при запуску, зони режимів роботи двигуна, різні коефіцієнти корекції та багато іншого (сотні таблиць та калібрувальних констант). На рисунку 8.2 показано робоче вікно програми Chip Tuning PRO з основними елементами управління.

Завантаження прошивки. Вибирається в меню Файл – Відкрити. Потім вибирається потрібний файл. Слід звернути увагу, що файл повинен мати розширення «BIN», «BIR», «ABS» (простий двійковий файл або файл у форматі SMS-BIN), «HEX» (формат Intel HEX), «MOT» (формат Motorola S-RECORD) або «BCF» (контейнер SMS-Soft Container).

Після відкриття файлу програма проведе визначення типу файлу (визначення приналежності файлу-прошивки до типу ЕБК). Після визначення типу ЕБК програма спробує визначити тип базового ПЗ прошивки та знайти карту калібрувань до цього типу. Якщо карта знайдена, то файл відкриється і в рядку стану з'явиться ім'я карти калібрувань. Якщо карта не знайдена, то буде запропоновано вибрати відповідність вручну. У цьому випадку вибирається найбільш близький файл карти калібрувань.

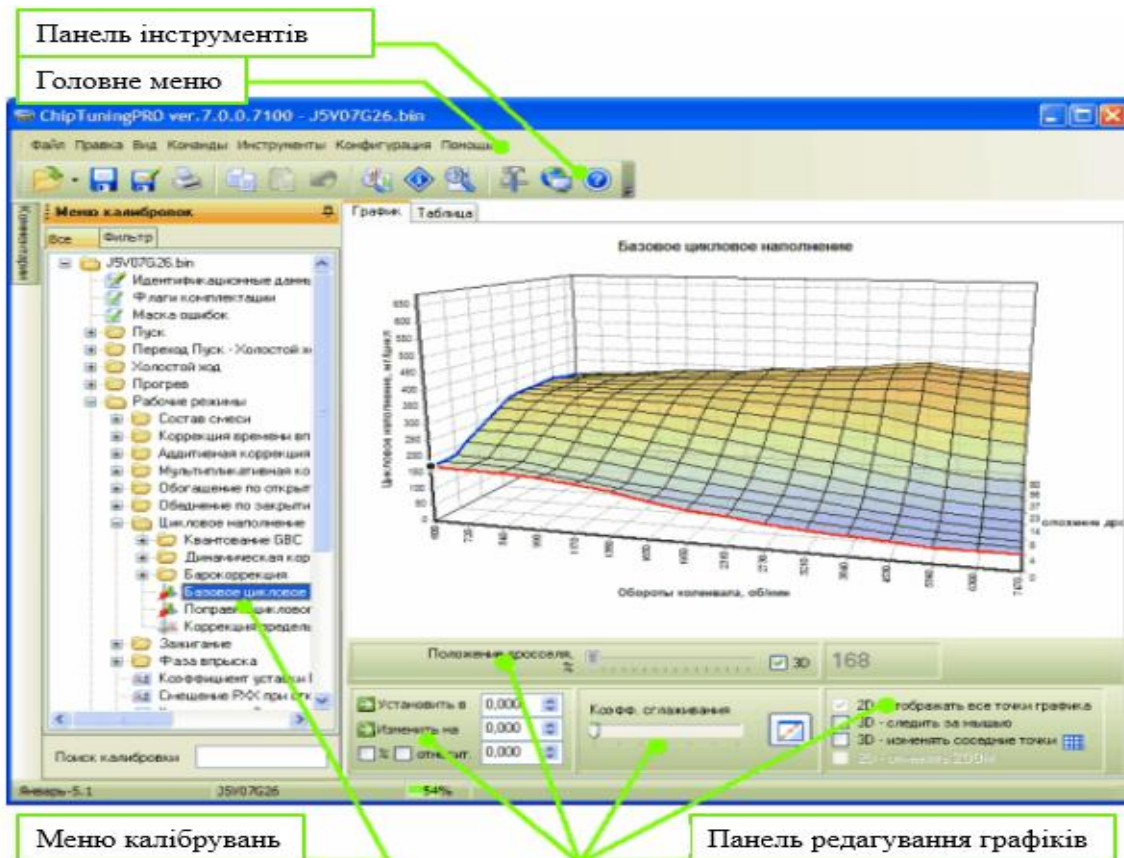


Рисунок 8.2 – Робоче вікно програми Chip Tuning PRO

Для перевірки наявності калібрувань програма додатково перевірить наявність звернень до адреси в програмному забезпеченні прошивки. Якщо звернень не знайдено, то програма виведе відповідне повідомлення.

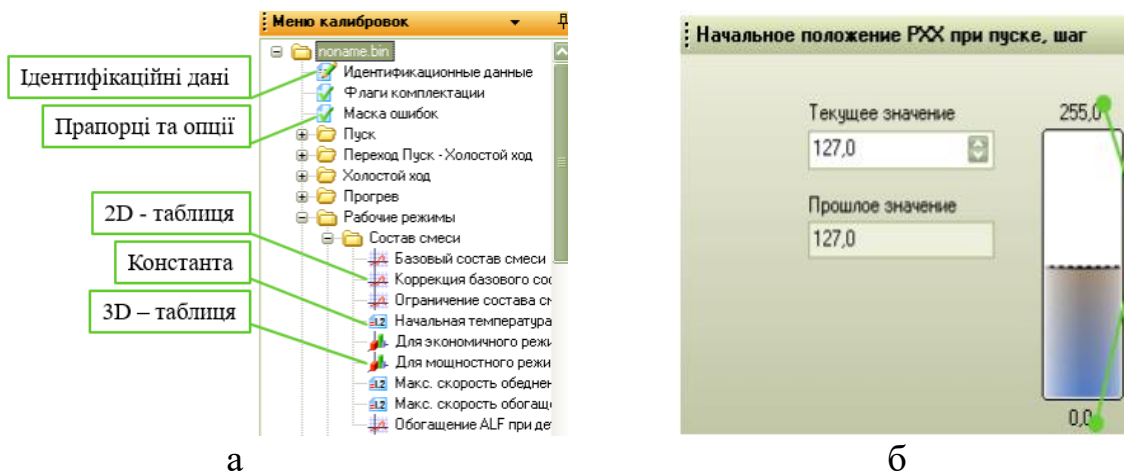
У випадку, якщо автоматичне визначення базового програмного забезпечення вимкнено або програма не знає прошивку ПЗ, користувача буде запитано про тип ПЗ (назву карти калібрування). Якщо заздалегідь не відомо, на основі якого ПЗ зроблено прошивку, необхідно вибрати найбільш близьку картку серійної прошивки, орієнтуючись на тип двигуна, комплектацію та інше.

Після визначення типу ЕБК та типу ПЗ прошивки програма здійснює перевірку «перемішаності» прошивки. У випадку, якщо прошивка має ознаки «перемішаної», буде запропоновано провести її аналіз, при цьому до аналізованої прошивки буде створено спеціальний файл з картою змінених адрес.

Редагування калібрувань. Після завантаження прошивки в лівій частині робочого вікна програми з'явиться меню калібрувань. Для зручності калібрування об'єднані в логічні групи, рисунок 8.3, а.

При виборі калібрування-константи з'явиться вікно, яке відображає поточне значення константи, її попереднє значення та межі допустимих значень її змінення, рисунок 8.3, б.

Константа також відображається у вигляді діаграми, яка наочно відображає поточне та попереднє значення.



а – меню калібрувань; б – редагування константи
 Рисунок 8.3 – Вікна програми Chip Tuning PRO

Для зміни значення можна просто ввести його у рядок редагування або скористатися кнопками «Збільшити» або «Зменшити». Є можливість завантажити калібрування з іншого файлу, сумісного за форматом з редагованим. Для цього виконується функція «Вставити калібрування з іншого файлу», яка доступна в головному меню або в контекстному меню за правим кликом у області редагування. Для зміни значень точок калібрувань можна скористатися наступними прийомами, рисунок 8.4.

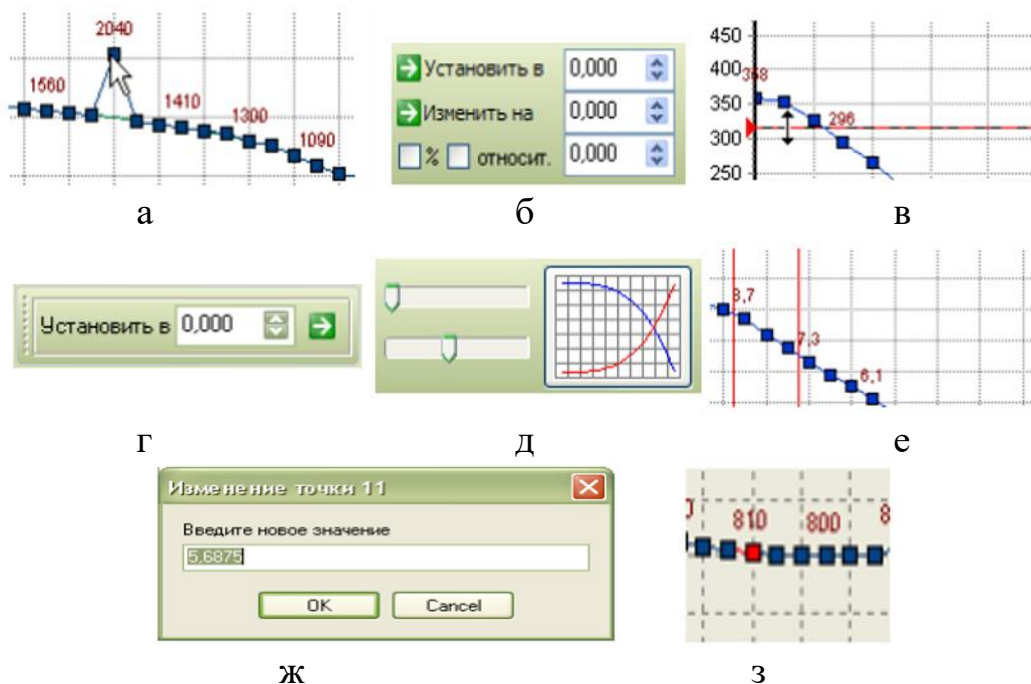


Рисунок 8.4 – Методи зміни значень точок калібрувань: а – зміна точок; б – одночасна зміна всіх точок; в – відносна зміна всіх точок; г – одночасне встановлення всіх точок; д – інтерполяція між крайніми точками; е – встановлення точок діапазону; ж – безпосереднє введення значень точки; з – швидке редагування поточної точки.

Для зміни поточної точки використовуються комбінації клавіш Ctrl-Shift (стрілка вліво) та Ctrl-Shift (стрілка вправо). Для швидкого збільшення значення обраної точки використовується комбінація клавіш від Shift-1 до Shift-0, а для зменшення Ctrl-1...Ctrl-0. При цьому, відбувається зміна значення на 1...10 квантових кроків відповідно.

Порядок виконання завдання

Підготовка приладів до роботи виконується викладачем до проведення занять. Процедура підготовки програматора до роботи демонструється в тематичному ролику і включає наступні дії [36]:

- встановлення програмного забезпечення на адаптер;
- від'єднання USB-Host від комп'ютера і підключення адаптера-загружачика до кабелю з розніманням ЕБК;
- відновлення з'єднання адаптера з ПК;
- подача живлення на адаптер про що буде свідчити світлодіод «Живлення» безпосередньо на пристрої, рисунок 8.5, а.



а



б

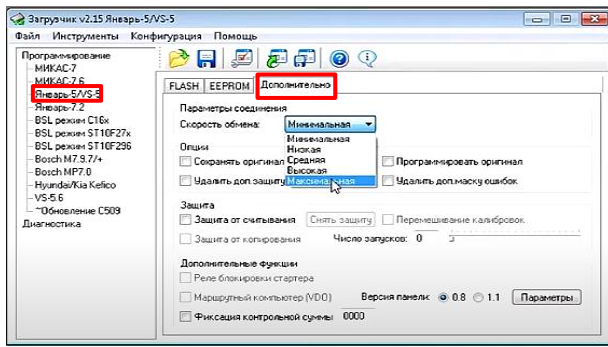
Рисунок 8.5 – Підключення приладів:
а – адаптера до ПК; б – програматора до ЕБК

Світлодіод «Живлення контролера» на головному адаптері загоряється під час операції програмування. Світлодіод «ГР»(головне реле) може працювати або ні, залежно від того чи необхідно це для програмування даного типу контролера. Система живлення комутується автоматично, тож додаткових дій для переводу контролера в режим програмування проводити не потрібно.

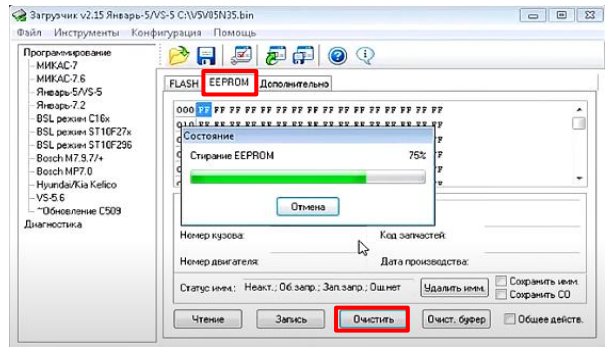
Практична частина завдання, що виконується студентом самостійно передбачає наступні пункти, продемонстровані в відеоролику [37].

1. З'єднайте адаптер з ЕБК за допомогою 55-контактного комплектного кабелю, рисунок 8.5, б.

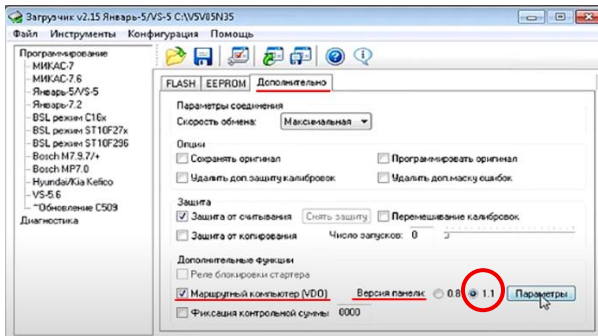
2. Оберіть програмований блок та на вкладці «Додатково» змінити швидкість обміну даних на максимальну (для скорочення часу очікування), або середню (якщо виникають помилки обміну даними), рисунок 8.6, а.



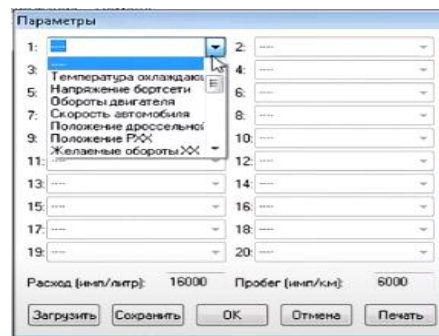
а



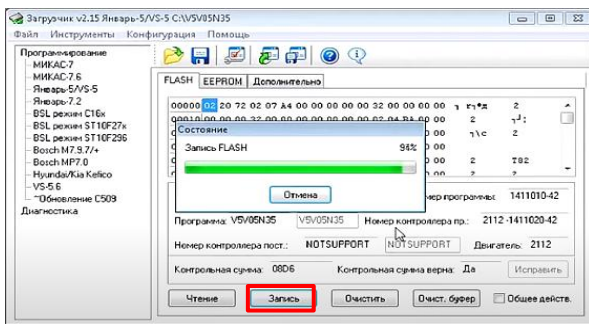
б



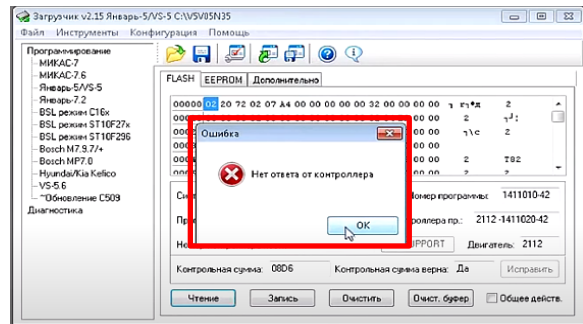
в



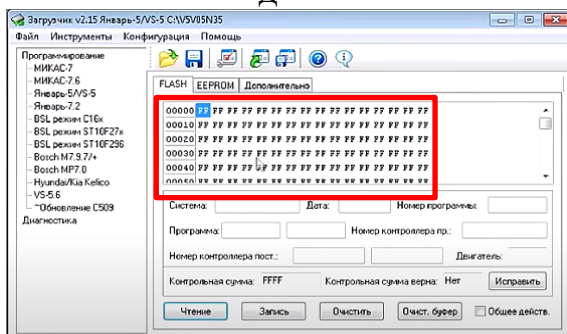
г



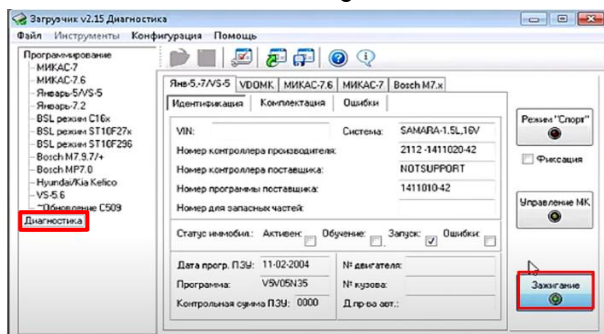
д



е



ж



з

Рисунок 8.6 – Операції по вікнах програми Chip Tuning PRO:
 а – налаштування параметрів пристрою; б – очищення мікросхеми EEPROM;
 в – додавання функції маршрутного комп'ютера; г – вибір параметрів на панель VDO; д – запис прошивки; е – повідомлення про помилку;
 ж – відсутність FLASH пам'яті в результаті захисту від зчитування;
 з – проведення діагностування контролера

3. Зчитайте прошивку блоку на вкладці «FLASH» та збережіть її на пам'яті комп'ютера або на мікросхемі EEPROM, рисунок 8.6, б.

4. Додайте додаткові функції, якщо потрібно (захист від зчитувань, перемішування калібровок, додавання функції маршрутного комп'ютера для панелі VDO). Для додавання функції маршрутного комп'ютера виберіть цю функцію на вкладці «Додатково», позначити версію панелі «1.1», рисунок 8.6, в.

5. Оберіть параметри, які будуть виводитися на панель за вказівкою викладача, рисунок 8.6, г.

5. Запишіть прошивку назад у ЕБК рисунок 8.6, д.

5.1. Якщо у процесі запису або зчитування з'являється інформація про помилку, натисніть «ОК», рисунок 8.6, е, ж.

5.2. Завантажте в контролер оригінальну прошивку, яка зберігається на комп'ютері. Для цього, необхідно відкрити збережену прошивку та записати її на пам'ять ЕБК, знявши перед цим «галочку» на захисті від зчитування.

6. Перевірте працездатність контролера, продіагностувавши його на вкладці «Діагностика». Для цього потрібно натиснути на кнопку «Запалювання», рисунок 8.6, з.

При цьому на вкладці «Помилки» можуть бути наявні помилки, які пов'язані з тим, що будучи підключеним до адаптера, до контролера не підключено жодного датчика. При скиданні цих помилок вони з'являться знову. Але при інсталяції ЕБК на автомобіль ці помилки зникнуть.

7. Від'єднати адаптер від ЕБК та закрити програму.

Контрольні запитання

1. Назвіть засоби, необхідні для проведення репрограмування ЕБК.
2. Для чого призначений прилад Combi Loader?
3. Для чого призначена програма Chip Tuning PRO 7?
4. В яких форматах надається калібрувальна інформація в програмі Chip Tuning PRO 7?
5. В якому вигляді надається калібрована константа в програмі Chip Tuning PRO 7?
6. Перелічить методи змінення значень точок калібрувань.
7. Які типи мікросхем підтримує програматор Combi Loader?
8. Які операції дозволяє виконувати Combi Loader?
9. Які додаткові функції пропонує Combi Loader?
10. Наведіть загальну методику підготовки засобів до чіп-тюнінгу.

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету роботи; алгоритм програмування ЕБК; результати програмування (параметри і помилки), відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №9 (6.2)

КОДУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ СКАНЕРОМ

Мета заняття: отримання інформації про засоби і методи програмних втручань в бортові електронні системи та придбання практичних навичок з кодування ЕБК окремих систем в мережі шинної структури автомобіля за допомогою діагностичного сканера.

Завдання, що вирішуються під час занять

1. Ознайомитись з характеристиками програмно-апаратних засобів для проведення кодування і репрограмування електронних систем на борту автомобіля.
2. Оволодіти методикою кодування ЕБК окремих електронних систем кузовної частини автомобіля в режимі оф-лайн.
3. Отримати навички кодування ЕБК багажника автомобіля Audi A6 після його заміни за допомогою сканеру Autel Maxisys MS-919.

Об'єкти і засоби діагностики

1. Досліджуваний автомобіль Audi A6.
2. Мультимарочний сканер Autel Maxisys MS-919.
3. Блок інтерфейсу зв'язку VCIМ.
4. Зарядний пристрій OTC-700.

Теоретична частина

Програмування або репрограмування автомобіля – це процедура оптимізації програмного забезпечення електронного блоку керування (ЕБК), який контролює роботу двигуна та інших систем авто [38].

Кодування електронних систем автомобіля – це процес, який пов'язаний з встановлення нового/поновленого обладнання, його підключення та програмування для сумісності з електронною системою автомобіля [39]. Кодування, на відзнаку від програмування полягає в поновленні адресних зв'язків і протоколів ЕБК в шинній структурі (топології) системи обміну інформацією на борту автомобіля. Обидві означені процедури поєднуються поняттям «Чіп-тюнінг».

Програмно-апаратні засоби програмування і кодування за функціональністю та сумісністю можна поділити на три умовні групи: USB-адаптери; модулі програматорів; багатофункціональні діагностичні сканери.

До першої групи відносять **USB-адаптери туну ELM327** [27, 28]. Використання пристойного ПЗ для тюнінгу разом із адаптером ELM327 є, безумовно, найдоступнішим способом перепрограмування ЕБК. Однак, ПЗ для тюнінгу не може виконувати інші розширені функції, такі як програмування клавіш,

повторне навчання, прокачування ABS та інші сервісні функції, які можуть виконуватися високоякісними інструментами сканування.

Для адаптеру ELM327 можна обрати декілька програм щодо тюнінгу ЕБК. Одним з найкращих і найдоступніших варіантів є TOAD Pro для модуля керування двигуном. Перепрограмування ЕБК іншого призначення, не підтримується. Означена програма TOAD Pro використовується з різними адаптерами типу ELM327, рисунок 9.1.

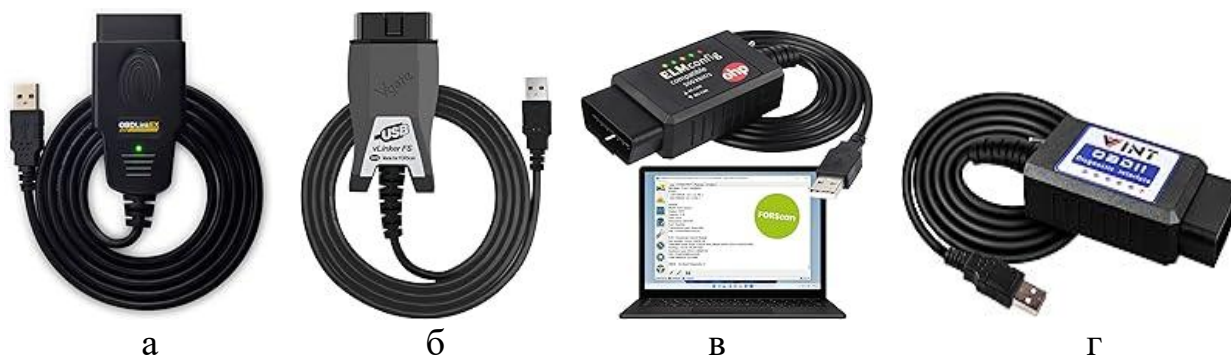


Рисунок 9.1 – USB адаптери ELM327: а – OBD Link EX; б – Vgate v-Linker FS; в – OHP ELM config; г – VINT scan TT55502

Поряд з тюнінгом ПЗ TOAD Pro дозволяє реалізувати багато інших функцій програмного сканера: активізація виконавчих пристроїв; зчитування та стирання кодів несправностей; спостереження даних в реальному часі. Але доступні лише дані про двигун та трансмісію.

Група програматорів представлена промисловими зразками різних моделей і фірм виробників [40, 41], рисунок 9.2.



Рисунок 9.2 – Модулі програматорів:
а – KESSv2; б – K-TAG; в – Powergate; г – KESS3

Програматор OBD KESSv2 – потрібен якщо у вас є більше одного автомобіля, дозволяє швидко зчитувати та записувати дані ЕБК, рисунок 9.2, а. Це універсальний інструмент для налаштування OBD електронних систем ДВЗ і трансмісії. KESSv2 Master зчитує незашифровані файли OBD і легко та безпечно записує змінені файли. Slave KESSv2 дозволяє негайно працювати завдяки файлам, що поставляються Master. KESSv2 сумісний з усіма брендами і може

бути підключений до легкових автомобілів, мотоциклів, вантажівок і тракторів для зчитування та запису параметрів двигуна та автоматичної трансмісії.

Стендовий програматор ЕБК К-TAG – це крок вперед у порівнянні з KESSv2. Надає більше контролю над ЕБК, працює з широким спектром протоколів, і відповідно з більшим переліком автомобілів і систем, рисунок 9.2, б.

Прилад є найбільш повним і професійним інструментом для зчитування, запису та клонування ЕБК ДВЗ та трансмісії на будь-якому транспортному засобі. Прилад зв'язується з усіма ЕБК, навіть останнього покоління. Дозволяє читати і записувати безпосередньо в мікропроцесор ЕБК, флеш-пам'ять і EEPROM, не відкриваючи ЕБК. Модальність Bootmode дозволяє читати і записувати, при відкритому ЕБК, більш глибокі частини, просто підключивши інструмент до електронної плати ЕБК.

Програматори фірми Alientech (Powergate, KESS3) відомі своєю зручністю у використанні, пропонуються як інструменти і як ПЗ. *Програматор Powergate* (в перекладі «ворота потужності») – це нове покоління портативних приладів застосований для автомобілів і мотоциклів. Завдяки компактному дизайну та підключенню до інтуїтивно зрозумілого додатку, Powergate забезпечує високо налаштований і точний досвід тюнінгу автомобіля, рисунок 9.2, в.

Powergate розвивається не тільки в дизайні, будучи міцним і зручним у використанні, але і завдяки великому списку сумісних автомобілів і мотоциклів, що дозволяє Powergate Manager поширювати свої налаштування по всьому світу. Хмарна інфраструктура дозволяє керувати через додаток і панель приладів, звільняючи її від географічних обмежень. Особливість структури: GPS, акселерометр, Bluetooth та Wi-Fi. *Програматор KESS3* – це швидкий і простий інтерфейс до будь-якого блоку керування ДВЗ або АКП, представлених на ринку, рисунок 9.2, г.

До високоякісних інструментів сканування, кодування і програмування належать два конкуруючих бренда Autel і Launch і [42, 43], рисунок 9.3.



Рисунок 9.3 – Сканери для програмування високого класу:
а – Autel MaxiCOM MK908 Pro II; б – Launch X431 PAD V Elite

Autel MK908 Pro II включає в себе пристрій програмування ЕБК J2534, який, крім сумісності з рядом марок автомобілів, дозволяє програмувати ЕБК в автомобілях Mercedes Benz і BMW, до яких, як відомо, важко отримати доступ без сканерів виробника. MK908 Pro II також може виконувати кодування ЕБК на багатьох інших марках транспортних засобів, зокрема: Тойота; Mitsubishi; Брід; Mazda; Фольксваген; Ауді; Porsche; Skoda; Мерседес Бенц; БМВ; Renault.

Активний тест або двонаправлене керування – це функція, яка дозволяє відправити команду на конкретний компонент автомобіля, щоб перевірити, справний він чи ні.

Наприклад, у порівнянні з вийманням стартера та його перевіркою вручну, ця функція заощадить вам купу часу та зусиль, перевіривши її лише однією кнопкою. MK908 Pro II пропонує більше 38 сервісних функцій, що більше, ніж коли-небудь знадобиться більшості механіків або автолюбителів. Крім того сканер пропонує обширний перелік функцій мультисистемної діагностики.

Аналогічний за ціною і призначенням є сканер Launch X431 PAD V Elite, який має перевагу за функціоналом, рисунок 9.3, б. Він також забезпечує повне двонаправлене керування, функції мультисистемної діагностики та більше за 60 сервісних функцій. Найцікавіше в цьому сканері полягає в тому, що він може виконувати топологічну карту, що дає вам карту того, як підключені різні модулі ECU у вашому автомобілі. Він також дозволяє дізнатися, про який модуль потрібно подбати, використовуючи різні кольори, щоб показати різний стан здоров'я кожного з модулів. Це, безумовно, великий плюс для PAD V Elite, оскільки ця функція не пропонується MK908 Pro II, і зазвичай призначена для сканерів, які коштують набагато дорожче.

Launch X431 PAD V Elite пропонує 8-ядерний процесор Cortex-A53 з 4 ГБ оперативної пам'яті та 128 Гб пам'яті (яку можна розширити до 256 ГБ, якщо потрібно), що дуже схоже на характеристики Autel Maxi COM MK908 Pro II і дозволяє Launch з відносною легкістю обробляти практично все, що ви можете на нього кинути. Що стосується ємності акумулятора, то PAD V Elite трохи поступається батареї-монстру MK908 Pro II, але з все ще дуже розумною ємністю 9360 мАг.

Як альтернативу при виборі сканеру можна застосовувати сканер ***Autel Maxisys Elite*** [40]. Це інструмент сканування з можливостями програмування ЕБК. Отже, якщо ви хочете зробити більше, ніж просто тюнінгувати ЕБК свого автомобіля, цей інструмент може бути для вас. Ви також можете використовувати його для діагностики та усунення несправностей.

Розглянуті інструменти сканування ідеально підходять для внесення невеликих налаштувань, таких як регулювання співвідношення повітря та палива або видалення обмежувачів. Перевага цього шляху полягає в тому, що не треба відразу занурюватись в повноцінне програмування. Щоб зробити усвідомлену покупку приладу для чіп-тюнінгу, треба враховувати такі важливі критерії:

- сумісність з транспортним засобом;
- функції програмування ЕБК;
- діагностичні функції;
- інтерфейс користувача та простота використання;
- оновлення програмного забезпечення;
- бездротове підключення.

Слід зазначити, що операції чіп-тюнінгу можуть здійснюватися або в режимі оф-лайн (на рисунку праворуч) або в режимі онлайн (на рисунку ліворуч), рисунок 9.4.



Рисунок 9.4 – Технологія отримання калібрувальної інформації

Оф-лайн режим здійснюється за умовою, що кодуючі дані і калібрувальна інформація для чіп-тюнінгу, зберігається в пом'яті діагностичного приладу. Он-лайн режим передбачає, що вся ця інформація зберігається на сервері виробника.

Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу пропонується переглянути тематичний відеоролик [44].

Порядок виконання завдання

Практична частина завдання передбачає два етапи – підготовка приладів до роботи і безпосередньо кодування ЕБК. Кодування проводиться в оф-лайн режимі. Перед виконанням завдання пропонується переглянути постановочний відеоролик [45], який наочно демонструє операції виконання завдання.

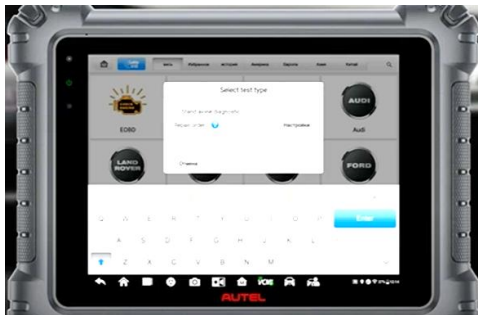
Згідно завдання виконати наступні операції.

1. Підготуйте автомобіль і прилади до роботи (продемонстровано на кадрах), рисунок 9.5.



Рисунок 9.5 – Підготовка приладів до роботи: а – встановлення сканера; б – підключення джерела живлення; в, г – установка напруги живлення; д – підключення інтерфейсу зв'язку до сканера; е, ж – підключення інтерфейсу зв'язку до OBD II рознімання

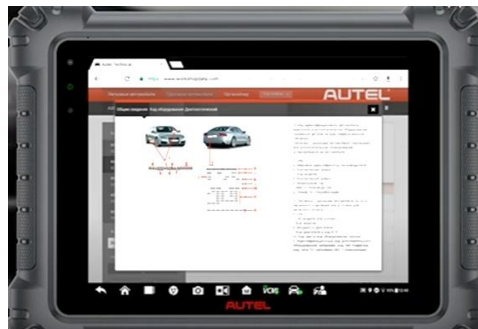
- 1.1. Встановіть основний блок сканера на кермі, рисунок 9.5, а.
- 1.2. Підключіть джерело стабілізованої напруги до АКБ автомобіля, рисунок 9.5, б.
- 1.3. Виставіть на джерелі живлення напругу 13 В у режимі флеш-репрограмування, рисунок 9.5, в, г .
- 1.4. З'єднайте модуль інтерфейсу з блоком сканера за допомогою USB-кабелю, рисунок 9.5, д.
- 1.5 Підключіть основний блок сканера до бортового рознімання OBD II, відповідним кабелем, рисунок 9.5, е, ж.
- 1.6. Включіть запалювання автомобіля.
2. Виконайте кодування ЕБК (продемонстровано на кадрах), рисунок 9.6.
 - 2.1. Виконайте скорочений тест, натиснувши кнопку «Engine». Зчитати VIN-код автомобіля і його комплектацію, рисунок 9.6, а, б, в.
 - 2.2. Апробуйте ідентифікаційну таблицю електронної бази даних по номеру двигуна.
 - 2.3. Проскануйте (опитайте) систему блоків керування у вигляді топології (шинної структури) і за кольоровою ознакою визначте: блоки без помилок (зелені); блоки з помилками (помаранчеві). У правому кутку зареєструйте кількість кодів несправностей, рисунок 9.6, г.
 - 2.4. Збережіть результати діагностики, натиснувши кнопку «Коди несправностей».



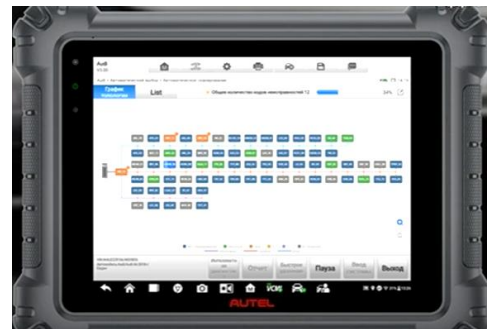
а



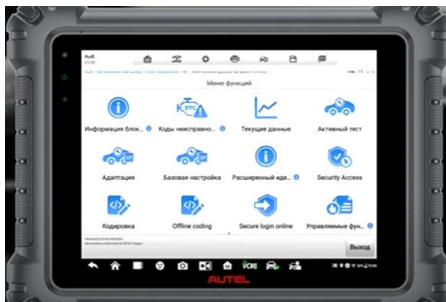
б



в



г



д



е

Рисунок 9.6 – Кодування ЕБК: а, б – проведення ідентифікаційного тесту; в – визначення комплектації; г – сканування шинної структури; д – головне меню; е – апробація системи керування кришкою багажника

2.5. Оберіть в меню розділ «Кодування», позначити тип кузова і відповідати на запитання, пов'язані з комплектацією автомобіля, рисунок 9.6, д .

2.6. Отримайте на сканері новий код системи багажника і введіть його в програмне середовище шинної структури автомобіля.

2.7. Після кодування видаліть помилку з ЕБК багажника.

2.8. Апробуйте привід багажної двері, рисунок 9.6, е.

Контрольні запитання

1. Поясніть, в чому полягає репрограмування ЕБК?
2. Поясніть, в чому полягає кодування електронної системи?
3. Назвіть класифікаційні групи приладів, що застосовуються для чіп-тюнінгу електронних систем на борту автомобіля.
4. Назвіть переваги модулів програматорів перед USB-адаптерами.
5. Назвіть переваги діагностичних сканерів перед програматорами.

6. Назвіть відомі бренди сканерів з функціями репрограмування.
7. Назвіть основні функції, що забезпечує сучасний сканер.
8. Що таке функція двох-направленого керування?
9. Що таке функція мультисистемної діагностики?
10. Що таке топологічна карта електронних систем автомобіля?
11. Поясніть різницю між технологіями оф-лайн і он-лайн кодування.
12. Наведіть приклади сервісних функцій сучасного сканера.
13. За якими чинниками обирають сканер для кодування і програмування?

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету роботи; алгоритм кодування ЕБК в мережі шинної структури; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №10(7.1)

КОМПЛЕКСНЕ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРУ

Мета заняття: придбати практичні навички з діагностування електричних систем автомобіля за допомогою USB-мотор-тестеру.

Завдання, що вирішуються під час занять

1. Ознайомитись з характеристиками USB-осцилографа «Autoscope III» для проведення тестування елементів систем пуску та електроживлення на борту автомобіля.

2. Оволодіти методикою тестування означених систем шляхом використання скрипту «EIPower» в програмі «USB Oscilloscope».

3. Отримати навички діагностування електрообладнання автомобіля за означеною технологією.

Об'єкти і засоби діагностики

1. Досліджуваний автомобіль.

2. Струмові кліщі з перетворювачем Холла «APPA-32».

3. USB-осцилограф (мотор-тестер) «Autoscope III».

4. Ноутбук з програмою «USB Oscilloscope»/скрипт «EIPower».

Теоретична частина

Скрипт комплексної діагностики EIPower (напруга, струм, потужність) призначений для виконання діагностики системи пуску та електроживлення автомобіля, а також для вимірювання відносної компресії у циліндрах бензинових та дизельних двигунів [46]. Дозволяє перевірити характеристики та стан таких елементів та систем автомобіля: АКБ; свічки розжарювання дизельного ДВЗ; стартер; генератор. Додатково на підставі даних про миттєві значення струму стартера скрипт дозволяє оцінити відносну компресію в циліндрах двигуна внутрішнього згоряння.

Пристрій Autoscope III призначений для відображення, запису та аналізу сигналів від більшості всіх систем автомобіля, таких як:

- датчики та виконавчі механізми;
- системи запалювання;
- системи подачі палива;
- впускна та випускна системи;
- механіка двигуна, така як циліндри, клапанні механізми та поршні;
- генератори, стартери, свічки розжарювання, акумулятори.

Осцилограф USB Autoscope III – одна з версій пристрою із серії багатоканальних аналізаторів. Комплект включає високовольтні датчики для перевірки як старих, так і нових типів систем запалення [47]. Крім того, комплект

дозволяє перевірити більшу частину сигналів від датчиків і виконавчих механізмів автомобіля. На рисунку 1 показано розміщення засобів комунікацій.

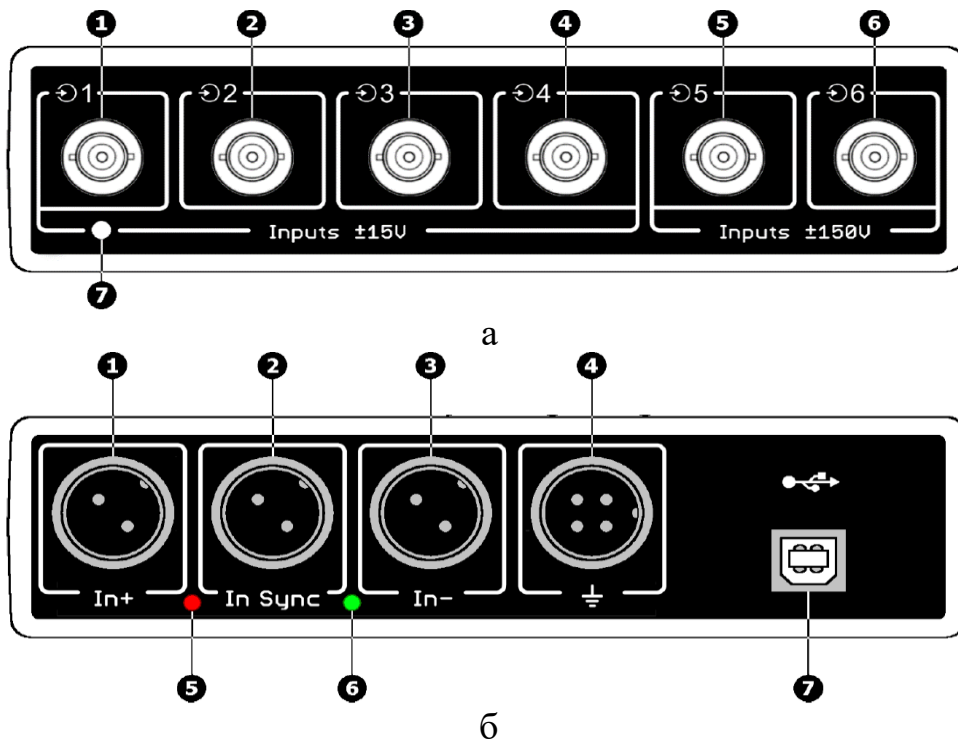


Рисунок 10.1 – Елементи робочих панелей USB Autoscope III:
а – передньої; б – задньої

Згідно рисунку 10.1, а позначені позиції елементів передньої панелі: 1 – 4 – рознімання для аналогових входів 1 – 4 (± 15 В); 5 – 6 – рознімання для аналогових входів 5 – 6 (± 150 В); 7 – індикатор стану USB. Відповідно для задньої панелі, позначено:

- 1, 3 – сполуки «В+» і «В-» використовуються для підключення високовольтних пробників;
- 2 – підключення "In Synchron" служить для синхронізуючого (тригерного) перетворювача, який використовується для виявлення іскри запалювання;
- 3 – з'єднання USB для підключення USB Autoscope IV до порту USB 2.0 480 Мбіт/с (HI-SPEED) ноутбука або ПК;
- 4 – заземлення пристрою для підключення до заземлення автомобіля;
- 5, 6 – індикатор полярності імпульсів синхронізації;
- 7 з'єднання USB для підключення до порту USB 2.0 12 Мбіт/с ноутбука чи ПК.

Технічні характеристики приладу:

- вхідний опір 1 МОм;
- розрядність АЦП 12 біт
- частота дискретизації каналу 25 кГц – 250 кГц.

Порядок виконання завдання

Практична частина завдання передбачає наступні пункти [48].

1. Порядок підключення приладів для USB Autoscope ілюстрований на рисунку 10.2 (номери позицій ілюстрацій відповідають номерам пунктів завдання).



1.1



1.2



1.3



1.4

Рисунок 10.2 – Візуалізація операцій підключення датчика струму

1.1. Підключіть до клеми "-" акумуляторної батареї діагностованого автомобіля чорний «крокодил» кабелю живлення USB Autoscope.

1.2. Вимірювальний адаптер, за допомогою пробника-затискача «крокодила», з'єднайте з клемою "+" акумулятора; і підключіть через універсальний кабель до входу №1 USB Autoscope.

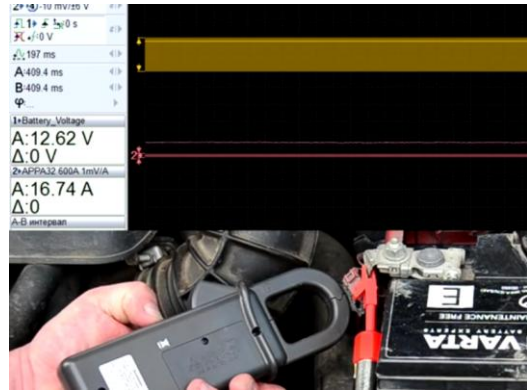
1.3. Підключіть вимірювальний адаптер через універсальний кабель до входу №1 USB Autoscope.

1.4. До входу №4 USB Autoscope за допомогою перехідника PIN3-Banana підключіть струмові кліщі та, за допомогою перемикача на корпусі кліщів, виберіть діапазон "600A 1mV/A (1000A 1mV/A)".

2. Порядок запису сигналів ілюстрований на рисунку 3 (номери позицій ілюстрацій відповідають номерам пунктів завдання).



2.2



2.3



2.5



2.11

Рисунок 10.3 – Візуалізація операцій запису сигналів

2.1. У вікні програми USB Oscilloscope викличте меню "Режими => ElPower => ElPower".

2.2. Піднесіть захоплення кліщів безпосередньо до силового проводу, що відходить від однієї з клем акумуляторної батареї, і поверніть кліщі до цієї клемі тією стороною, позначення полярності на якій збігається з позначенням полярності на клемі акумулятора.

2.3. Калібруйте нуль – шляхом обертання калібрувального колеса на корпусі кліщів, домогтися розміщення сигналу від кліщів по центру червоної зони на екрані осцилографа (або натисніть кнопку автоматичного калібрування нуля). Цю дію необхідно виконати перед увімкненням запису сигналів!

2.4. У вікні USB Oscilloscope викличте меню "Запис".

2.5. Захопленням кліщів охопіть всі дроти, що відходять від клем акумуляторної батареї; при цьому слід проконтролювати щільність змикання захоплення кліщів.

2.6. Увімкніть дальнє світло фар на 3 – 5 секунд – потягніть на себе важіль перемикавання головного світла фар і відпустіть. У разі труднощів, замість головного освітлення можна на 3 – 5 секунд включити аварійну сигналізацію.

2.7. Включіть запалення, дочекайтеся закінчення роботи електричного паливного насоса (для дизельного двигуна – дочекайтеся вимкнення свічок розжарювання).

2.8. Запустіть двигун (якщо двигун не запускається- утримувати стартер у включеному стані 5 – 10 секунд).

2.9. Через 5 – 10 секунд, увімкніть дальнє світло фар на 3 – 5 секунд (або аварійну сигналізацію).

2.10. Через 3 – 5 секунд вимкніть запалювання.

2.11. Зніміть струмові кліщі з силових проводів і піднесіть захоплення кліщів безпосередньо до силового проводу, що відходить від клеми акумулятора. Розташуйте кліщі у позиції близькій до тієї, у якій проводилися виміри.

2.12. Для припинення запису сигналів викличте меню "Зупинити". Цю дію необхідно виконати після зняття кліщів із силових проводів!

2.13. Збережіть записані сигнали, в меню "Файл => Зберегти файл".

2.14. Викличте меню, натисніть «Виконати скрипт». На екрані з'явиться вікно конфігурації "Введіть значення", рисунок 10.4.

Пусковой ток аккумулятора, А:	850
Стандарт измерения пуск. тока:	EN
Канал напряжения аккумуля.:	1 (Battery_Voltage)
Канал тока аккумулятора:	2 (APPA32 36T)
Чувствительность ток. клещей:	1 mV/A
Тип двигателя:	дизельный
Количество цилиндров двиг.:	4

Buttons: По умолчанию, ОК, Отмена

Рисунок 10.4 – Конфігурація вікна "Введіть значення"

2.15. Введіть значення пускового струму АКБ, натисніть «ОК». З'явиться вікно «Результати аналізу», рисунок 10.5.

2.16. Зробіть висновки про технічний стан АКБ, генератора, стартера та кіл систем пуску і електропостачання. Інформацію занесіть у звіт.

3. Порядок вимірювання відносної компресії.

3.1. Заблокуйте можливість запуску двигуна шляхом вимикання запобіжника його системи керування за допомогою дистанційного вимикача запобіжника Remote Power Off .

3.2. Повторіть дії за пунктами 2.1 – 2.6 попередніх вимірювань.

3.3. Вимкніть запобіжник системи керування двигуном.

3.4. Увімкніть запалювання, і дочекайтеся закінчення роботи електричного паливного насоса (для дизельного двигуна – дочекайтеся вимкнення свічок розжарювання).

	Параметр	Значення	Норма
Акумулятор 	Початкова напруга, В	12,7	12,2-12,7
	Рівень зарядженості, %	> 90	50-100
	Підсадка напруги до, В	9,7	8,5-10,0
	Пусковий струм, А	720	500-590
	Залишковий ресурс, %	85	85-105
Стартер 	Струм тягового реле, А	18	10-35
	Час увімкнення ТР, мс	21	10-45
	Факт. піковий струм, А	600	-
	Потрібний струм АКБ, А	560	480-1400
Компресія 	Оберти прокрутки СТ, хв-1	260	170-330
	Компресія в циліндрі А, %	100	90-100
	Компресія в циліндрі В, %	100	90-100
	Компресія в циліндрі С, %	75	90-100
	Компресія в циліндрі D, %	100	90-100
	Кількість циклів виміру	10	5-10
Генератор 	Максимальна напруга, В	14,5	13,8-15,0
	Діюча напруга зарядки, В	14,45	13,8-14,8
	Пульсації напруги до, В	51	20-80

Рисунок 10.5 – Конфігурація вкладки "Результати аналізу"

3.5. Включіть стартер і через 3 – 5 секунд увімкніть запобіжник системи керування двигуном.

3.6. Повторіть дії за пунктами 2.9 – 2.14 попередніх вимірювань.

3.7. Збережіть записані сигнали, викликавши меню "Файл => Зберегти файл".

3.8. Введіть значення пускового струму АКБ, натисніть «ОК». З'явиться вікно «Результати аналізу», дивись рисунок 10.5.

3.9. Зробіть висновки про технічний стан систем пуску і електропостачання, а також про компресію по циліндрах. Інформацію занесіть у звіт.

Запитання для самоконтролю

1. Для чого призначений тест «EIPower»?
2. Які індикаторні параметри використовуються в тесті «EIPower»?
3. За допомогою яких засобів діагностики проводиться тест «EIPower»?

4. Які вікна меню передбачені в скрипту «EIPower»?
5. Назвіть можливі несправності АКБ, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «EIPower»?
6. Назвіть можливі несправності стартера, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «EIPower»?
7. Назвіть можливі несправності генераторної установки, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «EIPower»?

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету заняття; перелік використаного обладнання; результати тестування; звіт про технічний стан елементів електричних систем автомобіля; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття № 11 (7.2)

ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИЛІНДРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРУ

Мета практичного заняття: придбати практичні навички з діагностування електричних і механічних систем ДВЗ автомобіля за допомогою USB-мотор-тестеру.

Завдання, що вирішуються під час занять

1. Ознайомитись з діагностичною інформацією про технічний стан систем ДВЗ, що надається у вікнах скрипта «CSS» в програмі «USB Oscilloscope».
2. Оволодіти методикою аналізу технічного стану бензинового двигуна за допомогою USB-мотор-тестера.
3. Отримати навички діагностування бензинового ДВЗ автомобіля за означеною технологією.

Об'єкти і засоби діагностики

1. Досліджуваний автомобіль.
2. Високовольтний адаптер.
3. Ємнісний датчик високої напруги.
4. Вимірювальні джгути.
5. USB-осцилограф (мотор-тестер) «Autoscope III».
6. Ноутбук з програмою «USB Oscilloscope»/скрипт «CSS».

Теоретична частина

Скрипт CSS (Crank Shaft Sensor – датчик колінчастого валу) дозволяє виявити циліндри в яких є пропуски запалювання і визначити причини погіршення віддачі роботи цих циліндрів. При цьому, він не дублює можливостей сканера, а здатний надати більше інформації для аналізу. Ця методика ґрунтується саме на аналізі ефективності вкладу циліндрів на різних режимах роботи ДВЗ [49]. Для цього, скрипт виводить на монітор кольорові діаграми у вкладці «Ефективність». Сірий графік відображає зміну обертів ДВЗ за час проведення вимірів, а кольорові графіки – віддачу потужності (прискорення КВ) кожним з циліндрів, рисунок 11.1.

На комплексній кольоровій діаграмі розглядаються характерні фрагменти графіків на яких оцінюють «поведінку» кожного циліндра:

- холостий хід (1) – дозволяє оцінити стабільність роботи ДВЗ на ХХ;
- склад паливо-повітряної суміші (2) – тут проявляються забруднені форсунки та підсмоктування повітря у впускний колектор;
- безперебійність іскроутворення (3) – дозволяє виявити несправності в системі запалювання;

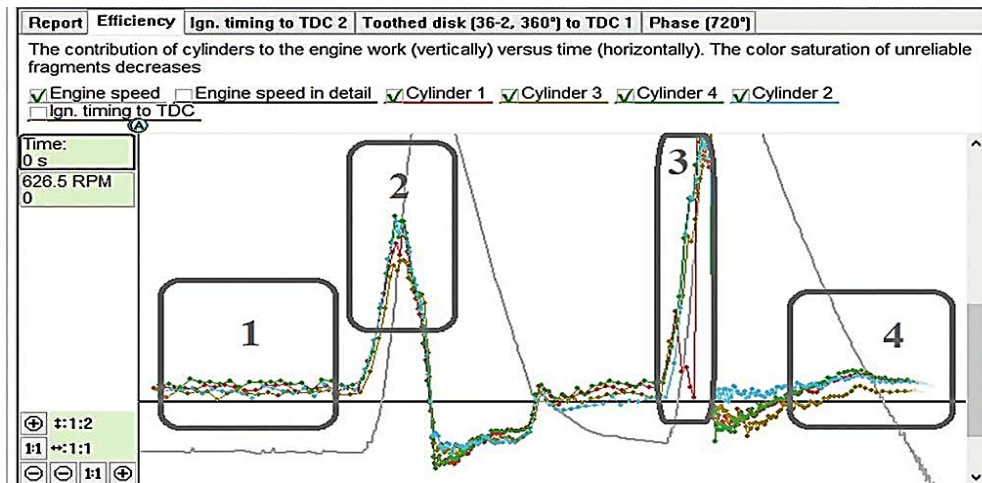


Рисунок 11.1 – Осцилограми вкладки з позначенням характерних зон

- динамічна компресія (4) – за цим фрагментом можна виявити знос поршневих кілець, нещільні клапани газорозподілу та погіршену наповнюваність циліндра повітрям.

Для отримання графіків ефективності достатньо запустити скрипт CSS, записавши перед цим, певним чином, лише два сигнали – частоти обертання КВ і синхронізації з моментом займання в одному з циліндрів.

В результаті виконання аналізу його результати будуть представлені у вікні програми "USB Осцилограф" у декількох вкладках звіту: «Report»; «Ефективність»; «Випередження»; «Зубчастий диск».

В першій вкладці звіту «Report» надається текстова інформація про результати аналізу сигналів: кількість зубів на оборот КВ; формула зубчастого диска, що працює в парі з датчиком частоти обертання або положення КВ.

У вкладці «Ефективність» відображаються графік частоти обертання колінчастого валу ДВЗ та графіки ефективності роботи для кожного з циліндрів. Графік частоти обертання відображається сірим кольором.

Сила створюваного циліндром поштовху залежить від кількості та складу паливно-повітряної суміші, від якості іскроутворення та від компресії в даному циліндрі. Тут важливо помітити те, що порівняння сили поштовхів створених різними циліндрами під час роботи ДВЗ дозволяє зробити висновок про область походження несправності – система запалювання, або система подачі палива. Часткове погіршення «віддачі» від циліндрів вказує на те, що несправність не пов'язана з системою запалювання. Виходить, що механічна частина – справна, система запалювання – справна, отже причиною несправності є система подачі палива.

У вкладці «Випередження», скрипт CSS розраховує і відображає діаграму залежності кута випередження запалювання від частоти обертання ДВЗ і від навантаження на двигун. Колір діаграми відображає ступінь навантаження на двигун, рисунок 11.2, а.

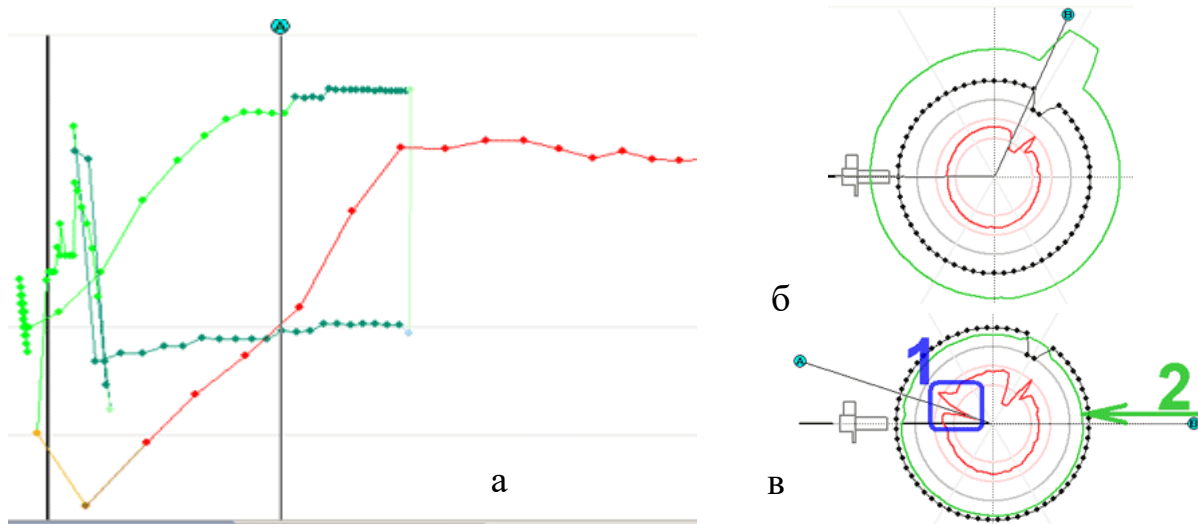


Рисунок 11. 2 – Осцилограми у вікнах програми:
а – «Випередження»; б, в – «Зубчастий диск»

Видно, що діаграма має ухил управо та вгору. Це свідчить про те, що чим вище частота обертання ДВЗ – тим кут випередження запалювання більше. Фрагмент діаграми червоного кольору (максимальне навантаження) у разі відповідає швидкому розгону ДВЗ, зеленого кольору – повільному розгону ДВЗ.

У вкладці «Зубчастий диск» скрипт CSS автоматично визначає кількість зубів і пропусків на зубчастому диску і їх розташування відносно ВМТ 1-го циліндра. Також, відображаються графіки, що дають характеристики зубчастого диска і датчика КВ, рисунок 11.2, б, в. Коло чорного кольору відображає наявність/відсутність зубів. Червоне коло індукує відхилення кроку між зубами. Якщо, зуб відсутній або деформований (зігнутий/зламаний), то відповідний фрагмент графіка виходить за межі рожевої околиці, рисунок 11.2, в (позиція 1).

Графік зеленого кольору відображає силу сигналу від датчика частоти обертання незалежно від швидкості обертання КВ. Розрахована сила сигналу залежить від устрою датчика, конструкції зубчастого диска, і від робочого зазору між ними. Якщо, графік зеленого кольору розташований всередині графіка чорного кольору, це може вказувати на те, що встановлений занадто великий зазор між датчиком і диском, рисунок 11.2, в (позиція 2).

Незважаючи на всі переваги описаного методу діагностики, він має два недоліки. Перший – коректна обробка сигналу реалізується лише на жорстко посаджених зубчастих вінцях із достатньою кількістю зубів. Другий – неможливість роботи скрипту з ДВЗ, що мають подовжений КВ (за рахунок торсіонних деформацій).

Порядок виконання завдання

Для виконання практичного завдання використовується USB-осцилограф типу) «Autoscope III» [47].

Практична частина завдання передбачає наступні пункти [50].

1. Підключення приладів, рисунок 11.3 (номери позицій ілюстрацій відповідають номерам пунктів завдання).



1.1



1.2



1.3



1.4



1.5



1.6

Рисунок 11.3 – Візуалізація операцій підключення мотор-тестера

1.1. Підключіть мотор-тестер до комп'ютера через USB-шнур.

1.2. Підключіть до мотор-тестера високовольтний адаптер за допомогою відповідного шнура.

1.3. Підключіть живлення адаптера до АКБ автомобіля враховуючи полярність підключення (червоний – «+»).

1.4. Підключіть ємнісний датчик запалювання першого циліндра до високовольтного адаптера.

1.5. Встановіть датчик на високовольтний провід першого циліндра.

1.6. Підключіть вимірювальний щуп до входу «5» МТ (чорний вивід щупа під'єднайте до маси автомобіля, а червоний – до сигнального проводу датчика положення колінчатого валу ДПКВ за допомогою конекторної голки).

2. Запис осцилограм.

2.1. Запустіть двигун автомобіля і залиште його працювати на ХХ .

2.2. Відкрийте на ПК програму «USB Oscilloscope», оберіть режим «CSS», у вікні програми включіть «Запис даних».

2.3. Плавно підійміть оберти ДВЗ до 3000 хв^{-1} , а потім різко зачиніть дросельну заслінку (відпустити педаль акселератора).

2.4. Дочекайтеся спадання обертів ДВЗ до частоти 1000 хв^{-1} і різко натисніть на педаль акселератора (відчинити ДЗ). Як тільки частота обертання двигуна досягне 3000 хв^{-1} , слід вимкнути запалювання, при цьому дросельна заслінка повинна продовжувати утримуватися у повністю відкритому стані до тих пір, поки двигун повністю не зупиниться.

2.5. Вимкніть запис осцилограм.

3. Аналіз результатів тестування.

3.1. Оберіть останню версію скрипту CSS та запустіть програму. На моніторі з'явиться запит, рисунок 11.4, а.

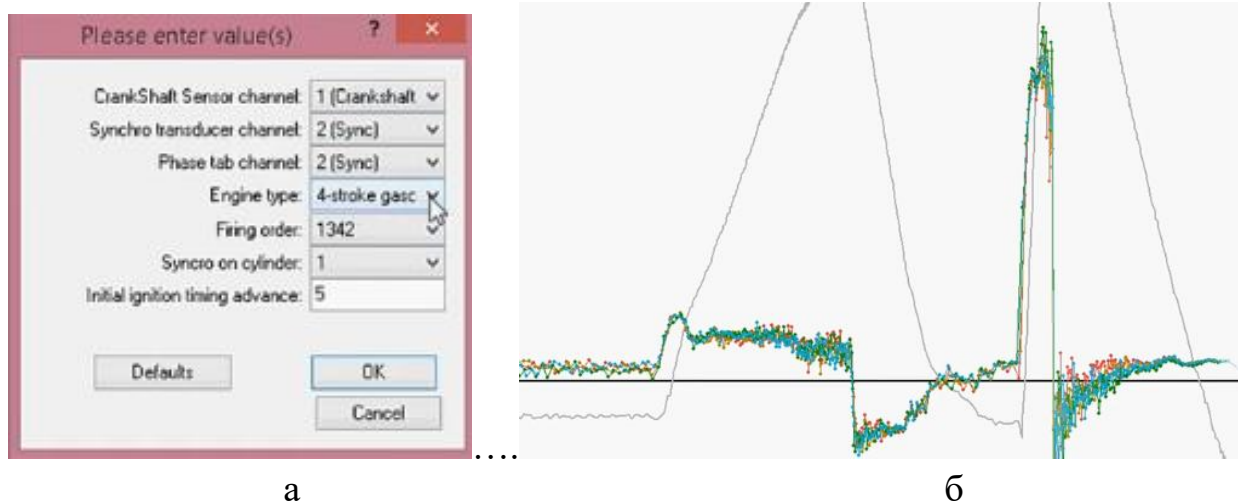


Рисунок 11.4 – Процес тестування:
а – запуск скрипта; б – вкладка ефективність

3.2. Заповніть дані: номер каналу з сигналом датчика КВ (перший); номер каналу синхронізації (другий); по якому каналу відбувається синхронізація (по першому); кількість циліндрів (чотири); порядок роботи циліндрів (1342); початковий кут випередження (10° по колінвалу).

3.3. Перегляньте вкладку «Report», запишіть у звіт наведені дані.

3.4. Оберіть вкладку «Ефективність» циліндрів і спостерігайте осцилограму справної мехатронної системи ДВЗ, рисунок 11.4, б.

3.5. Імітуйте короткочасне відключення паливної форсунки, шляхом роз'єднання кола її живлення. Спостерігайте викривлення осцилограми на режимі холостого ходу, рисунок 11.5, а.

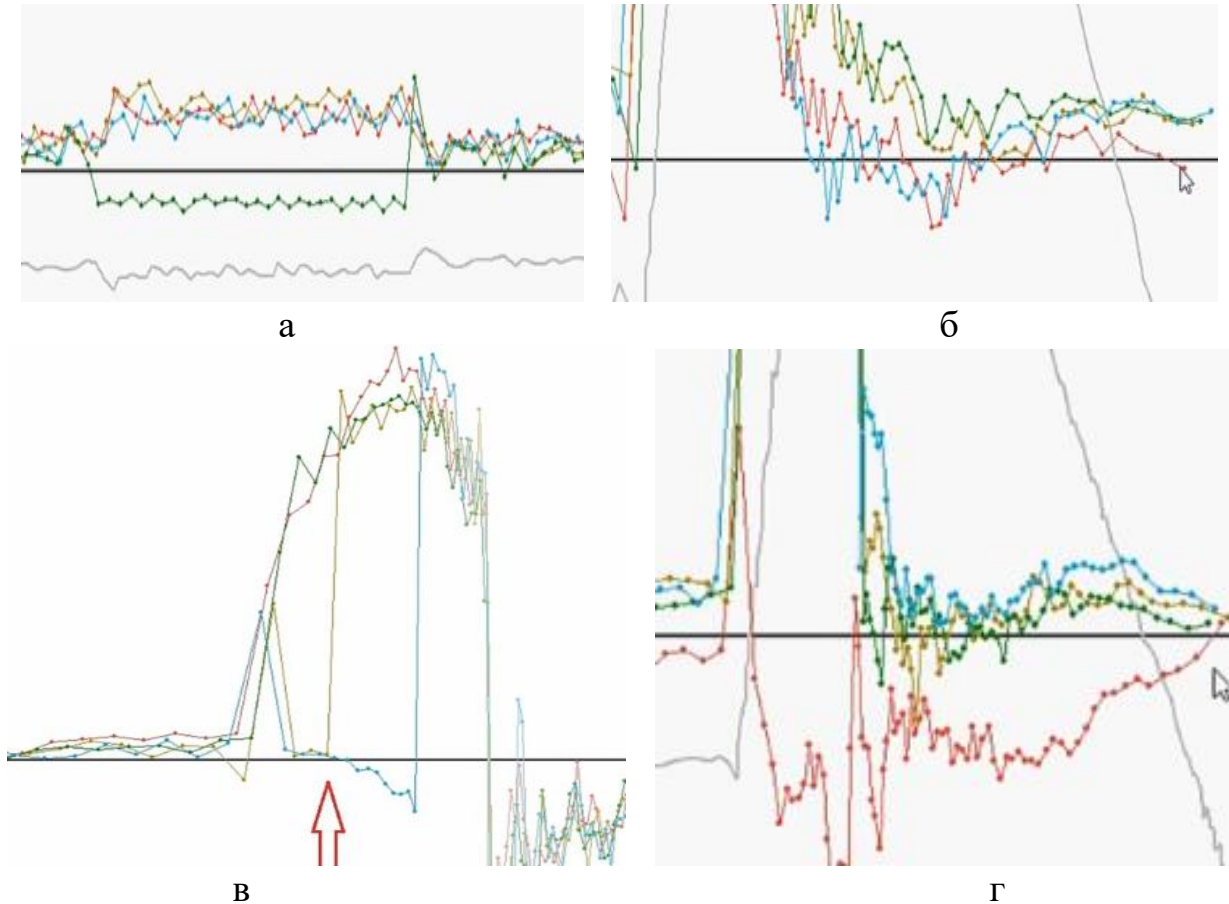


Рисунок 11.5 – Осцилограми вкладки «Ефективність» несправного ДВЗ:
а – короткочасне відключення форсунки на обертах ХХ; б – форсунка не працює на часткових навантаженнях; в – відсутність запалювання в циліндрі;
г – втрата компресії в циліндрі

3.6 Імітуйте постійне відключення форсунки аналогічним чином. Спостерігайте викривлення осцилограми на режимі скидання обертів при часткових навантаженнях ДВЗ, рисунок 11.5, б.

3.7 Імітуйте відсутність запалювання в циліндрі, шляхом відключення високовольтного проводу від свічки запалювання. Спостерігайте викривлення осцилограми на режимі максимальної потужності ДВЗ, рисунок 11.5, в.

3.8 Імітуйте втрату компресії в циліндрі, шляхом послаблення затяжки свічки запалювання. Спостерігайте викривлення осцилограми на режимі скидання обертів після максимальних навантажень ДВЗ, рисунок 11.5, г.

Зробити висновки за отриманими результатами і занести до звіту.

Запитання для самоконтролю

1. Для чого призначений тест «CSS»?
2. Які індикаторні параметри використовуються в тесті «CSS»?
3. За допомогою яких засобів діагностики проводиться тест «CSS»?
4. Які вікна меню передбачені в скрипту «CSS»?
5. Назвіть можливі несправності систем і механізмів ДВЗ, які спричиняють недостатнє наповнення циліндрів паливною сумішшю.
6. Назвіть можливі несправності систем і механізмів ДВЗ, які спричиняють недостатню компресію в циліндрах.
7. Назвіть можливі несправності систем і механізмів ДВЗ, які спричиняють порушення фаз газорозподілу.
8. Назвіть можливі несправності систем і механізмів ДВЗ, які спричиняють порушення оптимального складу паливної суміші в циліндрах ДВЗ.
9. Назвіть можливі несправності систем ДВЗ, які спричиняють некоректну реакцію автоматів кута випередження запалювання.

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету заняття; перелік використаного обладнання; результати тестування; звіт про технічний стан систем і механізмів ДВЗ; відповіді на контрольні запитання.

Практичне заняття №12 (7.3)

КОНТРОЛЬ ФАЗ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ДВИГУНА ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРУ

Мета практичного заняття: придбати практичні навички з діагностування газорозподільного механізму (ГРМ) автомобільного ДВЗ за допомогою USB-мотор-тестеру.

Завдання, що вирішуються під час занять

1. Ознайомитись з діагностичною інформацією про параметри ГРМ, що надається у вікнах скрипта «Рх» в програмі «USB Oscilloscope».
2. Оволодіти методикою аналізу технічного стану ГРМ двигуна за допомогою USB-мотор-тестера.
3. Отримати навички діагностування механізмів ДВЗ автомобіля за означеною технологією.

Об'єкти і засоби діагностики

1. Досліджуваний автомобіль.
2. Високовольтний адаптер.
3. Високовольтний розрядник.
4. Ємнісний датчик високої напруги.
5. Датчик тиску в циліндрі з подовжувачем.
6. USB-осцилограф (мотор-тестер) «Autoscope III».
7. Ноутбук з програмою «USB Oscilloscope»/скрипт «Рх».

Теоретична частина

Скрипт Рх (тиск у циліндрі) призначений для автоматичного аналізу графіка тиску в циліндрі. Генерує кілька вкладок звіту з низкою додаткових параметрів та характеристик ДВЗ і системи керування. Розраховуються пневматичні та геометричні характеристики циліндра, перелік виявлених відхилень виводиться у формі текстових повідомлень. Для поліпшення зручності та наочності дослідження фаз газорозподілу графік перетворюється скриптом на діаграму кількості газу в циліндрі і виводиться в двох формах надання. Крім того, будується діаграма циклового наповнення циліндра на такті впуску, що характеризує роботу всього впускного тракту ДВЗ. Виводиться діаграма витрат енергії на очищення циліндра від відпрацьованих газів (ВГ). За наявності додаткового сигналу синхронізації з іскрою запалення, будується діаграма кута випередження запалення (КВЗ) [51].

Для отримання графіка тиску в циліндрі застосовується датчик, що перетворює тиск у напругу. Датчик тиску Рх або Рх35 1 встановлюється на місце свічки запалювання досліджуваного циліндра та підключається до входу МТ USB Autoscope. Високовольтний провід досліджуваного циліндра

підключається до іскрового розрядника. При необхідності, задіється подовжувач для датчика тиску та високовольтний подовжувач для котушки запалювання. Після тестування ДВЗ результати аналізу виводяться кількома вкладками з різними формами представлення інформації: «Report»; «Кількість»; «Фази газорозподілу»; «Випередження»; «Впуск»; «Випуск».

Вкладка «Report» на відміну від показань компресометра, дозволяє відрізнити нещільність циліндра від низького ступеня стиснення, так як розраховує окремо величину втрат газу, і окремо величину ступеня стиснення.

Вкладка «Кількість» відображає діаграму кількості газу в циліндрі залежно від положення поршня і від такту роботи циліндра.

Вкладка «Фази газорозподілу» відображає ту ж діаграму що і у вкладці «Кількість», але вже залежно від кута повороту КВ. Кількість газу в циліндрі виражається як відстань від центру діаграми: чим більше в циліндрі газу, тим далі від центру розташований фрагмент діаграми.

Вкладка «Випередження» будує діаграму кута випередження запалювання в залежності від оборотів і навантаження на двигун. При цьому, додатково до графіка тиску в циліндрі ще реєструється і сигнал синхронізації з іскрою запалювання.

Вкладка «Впуск» відображає діаграму циклового наповнення циліндра повітрям залежно від обертів і від навантаження. Висота графіка відображає кількість газу, що залишився в циліндрі після закриття впускного клапана. Кольори фрагментів діаграми відображають навантаження на двигун, що розраховується за величиною розрідження в циліндрі на такті впуску.

Вкладка «Випуск» відображає діаграму витрат потужності ДВЗ на очищення циліндра від газів, що відпрацювали. Чим менші витрати на випуск, тим діаграма розташовується нижче. Похила червона лінія визначає максимально допустиму межу висоти розташування діаграми (визначається експериментально).

Порядок виконання завдання

Для виконання практичного завдання використовується USB-осцилограф типу) «Autoscope III» [47].

Практична частина завдання передбачає наступні пункти [52].

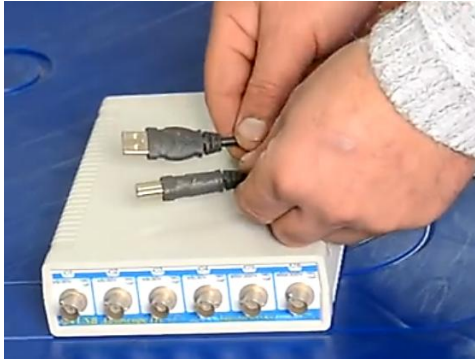
1. Підключення приладів для USB Autoscope III ілюстрований на рисунку 12.1 (номери позицій ілюстрацій відповідають номерам пунктів завдання).

1.1. Підключіть мотор-тестер до комп'ютера через USB-шнур.

1.2. Підключіть до мотор-тестера високовольтний адаптер за допомогою відповідного шнура.

1.3. Підключіть живлення адаптера до АКБ автомобіля враховуючи полярність підключення (чорний вивід «-», а червоний «+»).

1.4. Зніміть ковпачок зі свічки першого циліндра і підключіть на нього високовольтний розрядник.



1.1



1.2



1.4



1.5



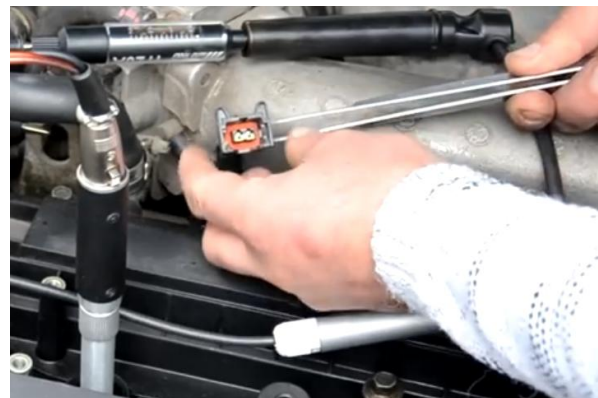
1.6



1.7



1.8



1.9

Рисунок 12.1 – Візуалізація операцій підключення

1.5. Підключіть ємнісний датчик запалювання першого циліндра до високовольтного адаптера.

1.6. Встановіть датчик на високовольтний провід першого циліндра.

1.7. Підключіть сигнальний провід датчика тиску до входу «1» МТ і подайте на нього живлення (чорний вивід «-», а червоний – «+»).

1.8. Демонтуйте свічу першого циліндра та замість неї встановіть датчик тиску (за необхідністю використовувати подовжувач датчика).

1.9. Блокуйте подачу палива в перший циліндр шляхом відключення електричного рознімання паливної форсунки.

2. Запис осцилограм.

2.1. Запустіть двигун автомобіля.

2.2. У вікні програми Oscilloscope викличте режим "Rx => Rx+Longer".

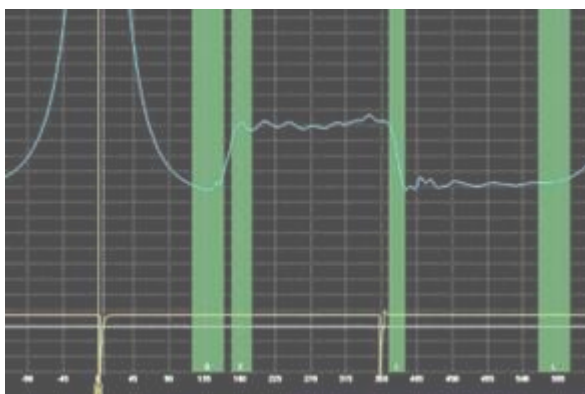
2.3. У вікні програми включіть меню «Запис даних».

2.4. Через 3 – 5 секунд плавно підійміть оберти ДВЗ до 3000 – 5000 хв⁻¹, а потім різко зачиніть дросельну заслінку (відпустити педаль акселератора).

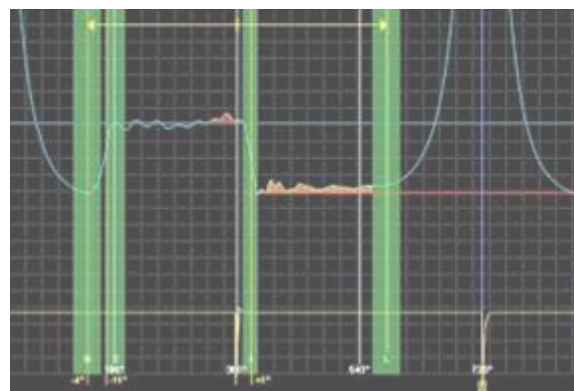
2.5. Після стабілізації холостого ходу, виконайте різку перегазовку шляхом максимально різкого відкриття дросельної заслінки. Після перегазовки відразу закрийте дросель. У якості альтернативи замість закриття дроселя можна вимкнути запалювання, а дросель при цьому, утримувати відкритим до повної зупинки двигуна.

2.6. Припиніть запис сигналів, викликавши меню "Зупинити".

2.7. Реєструйте відхилення кутів відчинення випускних та випускних клапанів, рисунок 12.2.



а



б

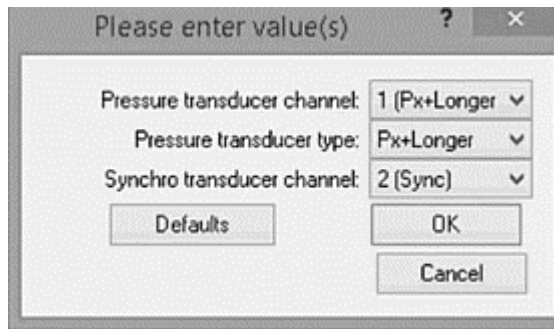
Рисунок 12.2 – Осцилограми тиску в циліндрі ДВЗ:

а – запис плагін; б – панель аналізатора

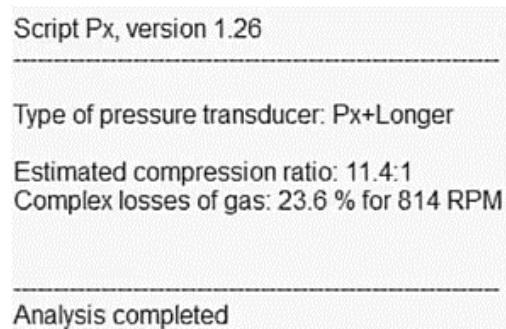
2.8. Збережіть записані сигнали в меню "Файл => Зберегти файл".

3. Аналіз результатів тестування.

3.1. Запустіть через меню аналіз результатів записаних скриптом Rx («Аналіз => Виконати скрипт»), попередньо заповнивши дані, рисунок 12.3, а.



а

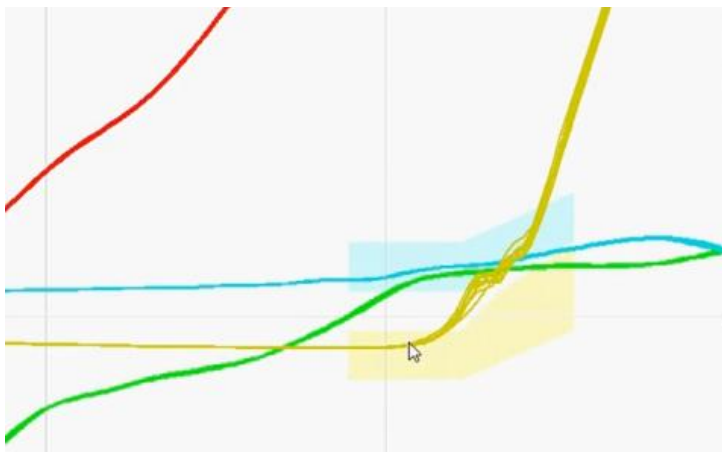


б

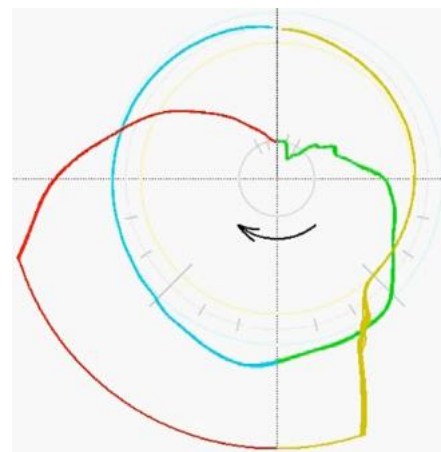
Рисунок 12.3 – Процес тестування: а – запуск скрипта; б – вкладка «Report»

3.2. Перегляньте вкладку «Report», зареєструйте дані про ступінь стиснення у циліндрі (11,4:1) та загальні втрати на випуск газів (23,6), рисунок 12.3, б. Зробіть висновки про технічний стан ЦПГ і ГРМ.

3.3. Перегляньте вкладку «Кількість», запишіть у звіт наведені дані по індикаторному тиску у циліндрі та зробіть висновки про технічний стан ЦПГ (герметичність) і ГРМ (нормування тактів), рисунок 12.4, а.



а



б

Рисунок 12.4 – Кругові осцилограми вкладок:
а – «Кількість»; б – «Фази газорозподілу»

3.4. Перегляньте вкладку «Фази газорозподілу», запишіть у звіт фактичні кути відкриття і закриття клапанів та висновки про стан ГРМ, рисунок 12.4, б.

Згідно прикладу осцилограм, перекриття клапанів у нормі (голуба та жовта маски співпадають по градусах відкриття клапанів).

3.5. Перегляньте вкладку «Випередження», запишіть у звіт наведені дані та висновки про технічний стан автоматів випередження запалювання (для систем з механічними автоматами) або коректність реакції програмної реалізації цих процесів (для МП систем), рисунок 12.5.

Згідно діаграми для МП системи керування кутом випередження запалювання (характеристичні карти) не співпадають з середньостатистичними даними на високих обертах, рисунок 12.5, а.



Рисунок 12.5 – Вікна вкладки «Випередження»: а – вихід за межі дозованих коридорів; б – непрацездатність автоматів випередження

В другому випадку, Відцентровий автомат випередження запалювання не працює зовсім при будь-яких навантаженнях двигуна. Можлива несправність – відсутність важків або їх заклинювання в наслідок корозії поверхонь ковзання,

3.6. Перегляньте вкладку «Впуск», запишіть у звіт наведені дані та висновки про стан впускного тракту ДВЗ, рисунок 12.6, а.

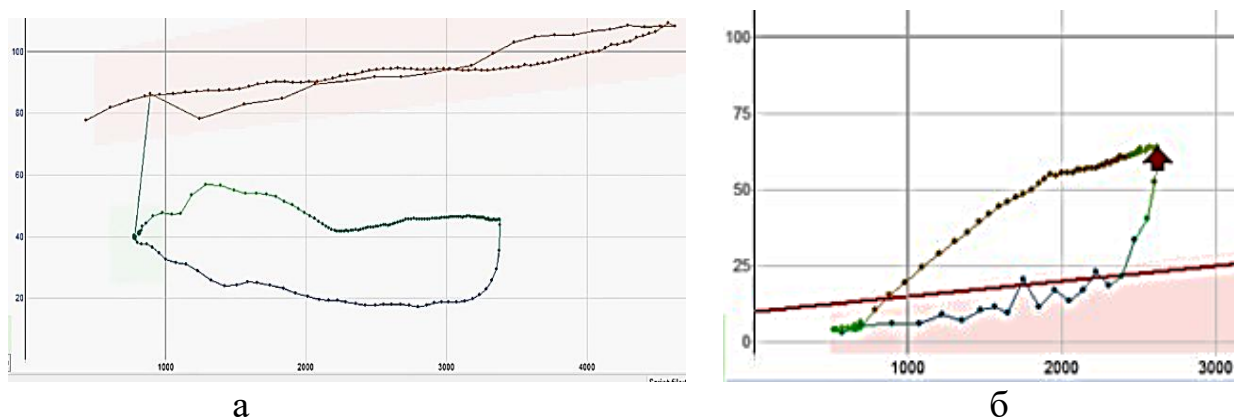


Рисунок 12.6 – Зображення у вікнах вкладок: а – «Впуск»; б – «Випуск»

Приклад осцилограми свідчить про задовільну роботу системи впуску повітря і ГРМ на значних навантаженнях. На низьких обертах, двигун не добирає «вдиху» (втрачає потужність).

3.7. Імітуйте руйнування каталітичного нейтралізатора шляхом прооставлення калібрувальної втулки в отвір вихлопної труби.

3.8. Перегляньте вкладку «Випуск», запишіть у звіт наведені дані та висновки про стан випускного тракту ДВЗ, рисунок 12.6, б.

Запитання для самоконтролю

1. Для чого призначений тест «Рх»?
2. Які індикаторні параметри використовуються в тесті «Рх»?

3. За допомогою яких засобів діагностики проводиться тест «Рх»?
4. Які вікна меню передбачені в скрипту «Рх»?
5. Назвіть можливі несправності ГРМ, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «Рх»?
6. Назвіть можливі несправності ЦПГ, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «Рх»?
7. Назвіть можливі несправності КШМ, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «Рх»?
8. Назвіть можливі несправності автоматів випередження запалювання, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «Рх»?
9. Назвіть можливі несправності впускного тракту ДВЗ, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «Рх»?
10. Назвіть можливі несправності вихлопного тракту ДВЗ, які ідентифікуються за допомогою скрипту тест «Рх»?

Зміст звіту

Звіт про виконання практичного завдання повинен включати: назву та мету заняття; перелік використаного обладнання; результати тестування; звіт про технічний стан систем і механізмів ДВЗ; відповіді на контрольні запитання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бороденко Ю.М. Діагностика мехатронних систем автомобіля / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков. Підручник. Харків: ХНАДУ, 2016.– 320 с.
2. Бороденко Ю. Віртуальні методи лабораторного практикуму в умовах дистанційного навчання / Ю. Бороденко // Механізми трансформації освітніх технологій в умовах інтеграції України до європейського простору : колект. монографія / за ред. О. Дубініної. – Люблін : Видавництво Полігімнія, 2024. – С. 30–48. – ISBN 978-83-7847-900-0.
3. Бороденко Ю.М. Діагностика електрообладнання автомобілів / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков. Навч. посібник. Харків: ХНАДУ, 2014. – 230 с.
4. Постановка задачі технічної діагностики. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=rf0-8Pi9Zyc> .
5. Зміст технічної діагностики АОз. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=KIs4cJENw8o> .
6. Основні терміни та визначення технічної діагностики АОз. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=tGnjZC9DzEQ> .
7. Діагностичні моделі і методи їх аналізу. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=U6KhSM3FGuQ> .
8. Комплекс авіаційного озброєння як об'єкт діагностування. Посилання: https://www.youtube.com/watch?v=yz8I7uzx8_U .
9. Бороденко Ю.М. Комп'ютеризоване устаткування для контролю технічних характеристик автомобіля: навчальний посібник / Бороденко Ю.М., Дзюбенко О.А., Трунова І.С.; Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків : ХНАДУ, 2025. – 256 с. Посилання: <https://dSPACE.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/26668> .
10. Діагностика автомобільної підвіски: Люфт Детектор VS Вібростенд. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=uCxteQLo6QQ> .
11. Тестер для амортизаторів M-Tronic S-A-T USB. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=2kJRC1UgHFk&t=7s> .
12. Діагностика підвіски на вібростенді. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=rwUdheaL068> .
13. Діагностика амортизаторів і гальмівної системи. Посилання: https://www.youtube.com/watch?v=uZ_7DPxk1BU .
14. Люфт детектор. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=oKAxgHXwV-8&t=5s> .
15. Стенд розвал – сходження CURA R 2000. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=Dr0Rwuhs8k8> .
16. Діагностика гальмівної системи і підвіски на вібростенді МАНА. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=m5HLVpXO6tM&t=411s> .

17. Бороденко, Ю. М. Мехатронні системи автомобіля : підручник [Електронний ресурс]/ Ю. М. Бороденко, А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків : ХНАДУ, 2023. – Ч.1: Силовий привід. – 300 с. Посилання: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/20248>
18. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів / Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132с.
19. Cao D. T. et al. A brief review of technology solutions on fuel injection system of diesel engine to increase the power and reduce environmental pollution. Journal of JMERE. 2019. Т. 42, №. 1. С. 1 – 9.
20. Common Rail Bosch CP3 pump. Посилання: https://www.youtube.com/watch?v=bX_Zn2PIYJA .
21. DiMeD EXPERT стенд для тестування CR насосів та інжекторів. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=y9l2sxt15p4&t=11s> .
22. Стенди DiMeD. Перевірка насосу системи Common Rail. Посилання: https://www.youtube.com/watch?v=sDQywlC_9cs .
23. Zhu X. et al. HEUI injector modeling and ROI experiments for high injection pressure of diesel and dimethyl ether (DME). SAE Technical Paper, 2016. №. 2016-01-0855.
24. Теорія і принцип роботи форсунок CR. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=LOZ5Ll24rJA> .
25. П'єзогідравлічні форсунки. Посилання: https://www.youtube.com/watch?v=v_dty5TFPgl .
26. TRIUMF. Стенд для перевірки форсунок Common Rail з можливістю кодування. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=J8uisMfte64&t=16s> .
27. Сканери для авто ELM 327. Посилання: <https://rozetka.com.ua/ua/avtoskaneri/c4643976/producer=elm-electronics/> .
28. Сканери для автомобіля. <https://autoscanner.com.ua/scanners.html> .
29. Діагностика автомобіля. <https://www.youtube.com/watch?v=UzPsK3HyiXQ> .
30. Як підключити ELM 327 v1.5 до автомобіля для діагностики. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=-iuAhkscSSM&t=6s> .
31. Як користуватись вай-фай автосканером ELM327? Підключення/Пошук помилок/Інструкція Car Scanner. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=Zhcr4HQkm0g&t=21s> .
32. Як обрати сканер для авто? Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=BUAnaGGKMe0&t=10s> .
33. Що може Launch x-431 PRO 2017? Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=RvqigR5yVgA&t=21s> .
34. X-431 PRO. Посилання: <https://motorstate.com.ua/upload/product-manual/Launch-X431-Pro-user-manual.pdf> .
35. CombiLoader ПАК завантажувач. Чіп тюнінг програматор ЕБК.

Посилання: <https://motorstate.com.ua/combi-loader-pak-zagruzchik-chip-tyuning-programmator-ebu> .

36. Чіп-тюнінг. Установка і налаштування CombiLoader. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=IJNS84Rce5g> .

37. Чіп-тюнінг. Робочі режими. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=nwDeDVweApw> .

38. Перепрошивка автомобіля. Посилання: <https://atl.ua/ua/blog/polezno-znat/pereproshivkaavtomobilya-739> .

39. Програмування та кодування автомобіля. Посилання: <https://motorstate.com.ua/ua/info/prohramuvannia-ta-koduvannia-avtomobilia> .

40. The Ultimate Guide to ECU Programming: Tools, Software, and Services. Посилання: <https://mychiptuningfiles.com/en/chiptuning-news/the-ultimate-guide-to-ecu-programming> .

41. Maximize the Potential of Your Vehicle. Посилання: <https://alientech-usa.com/> .

42. Autel MaxiCOM MK908 Pro II професійна діагностика для СТО. Посилання: <https://etari.ua/products/autel-maxicom-mk908-pro-ii> .

43. Мультимарочний сканер Launch X431 PAD V Smartlink. Посилання: <https://prom.ua/ua/p2425236251-multimarochnij-skaner-launch.html> .

44. Програмування і кодування ЕБК автомобіля. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=Aх4НосН3S5c> .

45. Програмування і кодування ЕБК. Офлайн-кодування. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=JTKv6WtKQd0> .

46. Скрипт EIPower. Посилання: https://injectorservice.com.ua/html/script_elpower.html .

47. USB Autoscope III. Посилання: <https://icarpc.com.ua/avtodiagnostika-obd-ii/oscillografy/usb-autoscope-iii>.

48. Скрипт EIPower Андрія Шульгіна. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=R6ZnNjZj7ZE> .

49. Скрипт CSS – тест нерівномірності роботи циліндрів двигуна. Посилання: https://injectorservice.com.ua/script_css.php .

50. Скрипт CSS Андрія Шульгіна. Посилання: https://www.youtube.com/watch?v=_Sittg530Fg .

51. Скрипт Pх. Посилання: https://injectorservice.com.ua/html/script_px.html.

52. Скрипт Pх Андрія Шульгіна. Посилання: <https://www.youtube.com/watch?v=ACUFzOumaOs&t=8s> .