

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

Відділення транспорту та інженерної механіки

(повна назва відділення)

Циклова комісія автомобільного транспорту

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему: **Підвищення ефективності технологічного процесу**
діагностування і ремонту систем сучасних двигунів внутрішнього згоряння

Виконав студент: **II** курсу, групи **АТб-605**

напряму підготовки (спеціальності)

274 Автомобільний транспорт

Автомобільний транспорт

(освітньо-професійна програма)

Підгребля В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Галайчук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення транспорт та інженерної механіки
Циклова комісія автомобільного транспорту
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Кваліфікація: бакалавр з автомобільного транспорту
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма: Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
автомобільного транспорту
_____ Микола ВЕНГЕР
«25» квітня 2025 року

З А В Д А Н Н Я № 14

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ГРУПА АТ6-605

_____ Підгреблі Василя Івановича _____

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу діагностування і ремонту систем сучасних двигунів внутрішнього згорання

Керівник проекту: викладач автомеханічних дисциплін Галайчук В.Я.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 22.04.2025р. №4/9-199.

2. Строк подання студентом проекту: «23» червня 2025 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики систем сучасних двигунів внутрішнього згорання. Типові ознаки несправності двигунів. ТП діагностики та ТО двигунів. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. План зони ТО і ПР (ф. А-1).

2. Блок-схема діагностування системи управління двигуном (ф. А-1).

3. Схема елементів системи живлення ДВЗ, що підлягають діагностиці (ф. А-1).

4. Структурно-логічна схема діагностики виконавчих механізмів (ф. А-1).

5. Пристосування для діагностики виконавчих механізмів двигуна (ВЗ) (ф. А-1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека життєдіяльності			

7. Дата видачі завдання «25» квітня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	02.05.2025	
2.	Технологічний розділ	14.05.2025	
3.	Конструкторський розділ	23.05.2025	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	06.06.2025	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2025	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	23.06.2025	

Студент _____
(підпис)

Василь ПІДГРЕБЛЯ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Володимир ГАЛАЙЧУК
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Підгребля В.І. Підвищення ефективності технологічного процесу діагностування і ремонту систем сучасних двигунів внутрішнього згоряння: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 274 “Автомобільний транспорт”, Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. 65с

Метою даної кваліфікаційної роботи є покращення ефективності виконання технологічного процесу діагностування і ремонту систем сучасних двигунів внутрішнього згоряння на базі автосервісів України.

У першому розділі розглянуто загальнотехнічні аспекти: історію розвитку автомобільної діагностики, особливості діагностики сучасних двигунів та стан підготовки кваліфікованих кадрів в Україні. Другий розділ присвячено технологічним аспектам роботи систем OBD (бортової діагностики): наведено вимоги до таких систем, стандартизовані інтерфейси, конструктивні особливості, а також методи виявлення типових несправностей. Детально проаналізовано процедури розпізнавання пропусків запалювання, діагностики негладного ходу, оцінки ефективності каталізатора, роботи підігріву лямбда-зонда, системи рециркуляції відпрацьованих газів та CAN-шини. Окремо розроблено технологічний процес діагностики двигунів. У третьому розділі представлено конструкторську частину: призначення, будову та принцип дії діагностичного пристрою, методику його застосування, а також інструкцію з експлуатації тестера QDB-3A. В четвертому розділі подано характеристику ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці, а також проведено розрахунок освітлення. За результатами роботи зроблено висновки та пропозиції.

Ключові слова: діагностика двигуна, система OBD, CAN-шина, пропуски запалювання, лямбда-зонд, каталізатор, діагностичне обладнання, тестер QDB-3A, охорона праці.

ANNOTATION

Pidhreblya Vasyl. Improving the Efficiency of the Technological Process of Diagnosing and Repairing Systems of Modern Internal Combustion Engines: qualification thesis for Bachelor's Degree in the specialty 274 Motor Vehicle Transport. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2025. – 65 p.

The aim of this qualification thesis is to improve the efficiency of the technological process of diagnosing and repairing systems of modern internal combustion engines at vehicle service centers in Ukraine.

The first chapter examines general technical aspects, including the history of automotive diagnostics, features of diagnosing modern engines, and the current state of training qualified personnel in Ukraine.

The second chapter is devoted to the technological aspects of on-board diagnostic (OBD) systems. It outlines the requirements for these systems, standardized interfaces, design features, and methods for detecting typical faults. Detailed analysis is provided on misfire detection, rough idling diagnostics, evaluation of catalytic converter efficiency, lambda sensor heating diagnostics, exhaust gas recirculation systems, and CAN-bus diagnostics. Additionally, a technological process for engine diagnostics is developed.

The third chapter presents the design section, including the purpose, construction, and operating principle of a diagnostic device, its application methodology, and the user manual for the QDB-3A tester.

The fourth chapter provides an overview of the workplace from the standpoint of occupational safety, including measures to improve working conditions and lighting calculations.

The thesis concludes with findings and proposals based on the conducted research and practical implementation.

Keywords: engine diagnostics, OBD system, CAN-bus, misfire detection, lambda sensor, catalytic converter, diagnostic equipment, QDB-3A tester, occupational safety.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Історія комп'ютерної діагностики автомобілів.....	8
1.2 Особливості діагностики сучасних двигунів автомобілів	10
1.3 Підготовка кваліфікованих кадрів для діагностики автомобілів в Україні .	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	16
2.1 Вимоги до систем OBD (бортової діагностики)	16
2.2 Стандартизовані інтерфейси OBD.....	19
2.3 Основна конструкція системи OBD	20
2.4 Виявлення несправностей в OBD	22
2.5 Розпізнавання пропусків запалювання	27
2.6 Метод діагностики - неплавний хід.....	28
2.7 Діагностика роботи каталізатора.....	31
2.8 Діагностика обігріву лямбда-зонда	35
2.9 Діагностика рециркуляції відпрацьованих газів.....	36
2.10 Діагностика CAN – шини	39
2.11 Розробка технологічного процесу діагностики двигунів автомобілів.....	43
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	46
3.1 Призначення пристосування	46
2.1 Будова і принцип роботи	46
3.3 Методика роботи на пристосуванні	48
3.4 Інструкція з експлуатації тестера QDB-3A.....	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	52
4.1 Охорона праці і навколишнього середовища.....	52
4.2 Основні правила техніки безпеки і санітарно-гігієнічні вимоги.....	52

					<i>КРБ.605.14.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Підгребля В.І</i>			Підвищення ефективності технологічного процесу діагностування і ремонту систем сучасних двигунів внутрішнього згорання	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Галайчук В.Я</i>					4	64
						ВСП «ТФК ТНТУ» гр. АТδ-605		
<i>Н.контр.</i>		<i>Залуцька Н.В</i>						
<i>Затвер.</i>								

4.3 Забезпечення протипожежного стану ділянки.....57

4.4 Розрахунок природного освітлення.....59

ВИСНОВКИ.....63

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ64

ДОДАТКИ

ВСТУП

Сучасне автомобілебудування стрімко еволюціонує у бік інтелектуалізації, автоматизації та електронного управління усіма ключовими системами транспортного засобу. Двигуни нового покоління, гібридні та електричні платформи, високотехнологічні мережі управління (CAN, LIN, FlexRay), а також екологічні вимоги до викидів і паливної економичності — все це формує нові виклики для технічного обслуговування та ремонту автомобілів. У зв'язку з цим зростає потреба у висококваліфікованих фахівцях, які володіють навичками комп'ютерної діагностики, розуміють принципи роботи електронних систем і здатні швидко виявляти та усувати складні несправності.

Підготовка таких спеціалістів є важливою складовою розвитку національної автомобільної сфери. В умовах України це завдання потребує системного підходу, який поєднує професійну освіту, технічну модернізацію навчальних закладів, адаптацію освітніх програм до сучасних технологій, а також тісну співпрацю з реальним сектором сервісного обслуговування. Саме забезпечення якісної освіти майбутніх діагностів автомобілів, які не лише володіють теорією, а й здатні працювати з новітнім обладнанням, є запорукою надійного технічного обслуговування сучасного автопарку.

Ця кваліфікаційна робота присвячена аналізу підходів до діагностики автомобілів в Україні, визначенню основних проблем, сучасних інструментів, а також перспектив удосконалення навчального процесу спеціалістів з урахуванням вимог ринку праці та технічного прогресу.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Історія комп'ютерної діагностики автомобілів

Розвиток комп'ютерної діагностики автомобілів тісно пов'язаний з еволюцією електронних систем керування, які почали впроваджуватись у конструкцію транспортних засобів у другій половині XX століття. На початку автомобільної ери всі діагностичні роботи виконувались вручну: майстри визначали несправності за допомогою візуального огляду, слуху, досвіду та нескладних інструментів. Проте зі зростанням складності конструкцій двигунів та впровадженням нових систем (таких як електронне упорскування пального, датчики контролю викидів, блоки запалювання) виникла необхідність точнішого аналізу стану автомобіля, ніж могла дати традиційна механічна діагностика.

У 1970-х роках автомобілебудування почало активно реагувати на нові екологічні стандарти, зокрема ті, що були запроваджені в США. Саме тоді виробники почали оснащувати автомобілі першим поколінням електронних блоків управління (ECU), що контролювали роботу двигуна з урахуванням сигналів від датчиків. Це дозволяло ефективніше керувати складом паливно-повітряної суміші, зменшувати витрати пального та знижувати викиди шкідливих речовин.

Поява електроніки відкрила шлях до розвитку систем самодіагностики. Перші версії цих систем могли лише фіксувати певні типи помилок — наприклад, несправність у ланцюзі датчика кисню або проблеми з подачею пального. Діагностика в ті часи полягала в зчитуванні кодів помилок за допомогою миготіння індикатора або шляхом перемикання контактів у роз'ємі. Цей процес був обмеженим, вимагав інтерпретації й часто не давав повного уявлення про реальний стан агрегатів.

У 1980-х роках електроніка стала стандартною частиною конструкції

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

практично всіх автомобілів. Кожен виробник почав розробляти власні протоколи діагностики та спеціалізовані діагностичні пристрої, що могли підключатись до електронного блоку й зчитувати інформацію з нього. Але відсутність єдиного стандарту ускладнювала роботу автомайстерень, оскільки кожна марка авто вимагала окремого інструмента або адаптера.

У 1990-х роках відбулася важлива подія — впровадження стандарту **OBD (On-Board Diagnostics)**, а згодом — **OBD-II**, який з 1996 року став обов'язковим для всіх автомобілів, що продавались у США. Він забезпечив єдину систему кодів помилок, уніфіковану діагностичну колодку та спільні протоколи обміну даними. Завдяки цьому стало можливим підключення універсальних сканерів, а діагностика перестала бути прерогативою лише дилерських СТО. Європа й Азія також поступово адаптували ці стандарти, вводячи свої версії, такі як EOBD (Європейська версія OBD), JOBD (Японська), тощо.

З початку 2000-х років комп'ютерна діагностика автомобіля вийшла на новий рівень. Впровадження шини даних **CAN (Controller Area Network)** дозволило об'єднувати всі електронні модулі автомобіля в єдину мережу, завдяки чому зросла швидкість і точність обміну інформацією. У результаті стало можливим не лише зчитувати помилки, а й у реальному часі спостерігати за параметрами роботи окремих систем: температура охолоджувальної рідини, кут випередження запалювання, тиск у паливній рампі, витрата пального, оберти двигуна та багато іншого.

У цей самий час почали з'являтися багатофункціональні діагностичні сканери, які могли працювати з різними марками автомобілів, підтримували декілька протоколів і дозволяли проводити адаптації, скидання сервісних інтервалів, ініціалізацію систем і навіть перепрограмування блоків.

Із розвитком мобільних технологій у 2010-х роках з'явилися Bluetooth-адаптери OBD-II, які дозволили водіям самостійно контролювати стан свого автомобіля за допомогою смартфона. Такі рішення стали популярними серед

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

власників авто завдяки простоті, доступності та можливості постійного моніторингу в дорозі. У поєднанні з мобільними додатками комп'ютерна діагностика стала частиною щоденної експлуатації автомобіля.

Сьогодні діагностика електронних систем включає не лише читання кодів несправностей, а й складну аналітику, тести компонентів у реальному часі, зчитування адаптивних значень, перевірку алгоритмів роботи турбін, АКПП, кліматичних систем, допоміжної електроніки тощо. У сучасних сервісах застосовують хмарні сервіси, онлайн-доступ до заводських баз даних, віртуальні технічні системи та віддалену діагностику.

Отже, історія комп'ютерної діагностики — це шлях від простих кодів і контрольних лампочок до високотехнологічної цифрової інфраструктури, здатної в режимі реального часу аналізувати роботу десятків блоків управління. Цей процес тісно пов'язаний із загальним розвитком автомобільної електроніки та зростаючими вимогами до точності, екологічності та безпеки експлуатації транспортних засобів.

1.2 Особливості діагностики сучасних двигунів автомобілів

Сучасні автомобільні двигуни є складними системами, в яких поєднуються механічні, електронні та програмні компоненти. Внаслідок розвитку електроніки, екологічних вимог і підвищення ефективності, двигуни сьогодні оснащені безліччю датчиків, блоків керування та допоміжних систем. Відповідно, діагностика таких моторів потребує глибшого підходу, застосування спеціалізованого обладнання та знань про взаємодію електронних і механічних елементів.

Однією з головних особливостей є необхідність роботи з електронним блоком управління двигуном (ECU), який є своєрідним "мозком" силового агрегата. Цей блок не тільки регулює подачу пального, запалювання, турбонаддув чи фазування газорозподілу, а й фіксує будь-які відхилення від

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нормальних параметрів роботи. Доступ до даних здійснюється через діагностичний роз'єм (OBD-II або OEM-конектор), а за допомогою сканера можна зчитати коди несправностей, параметри в реальному часі та історію збоїв.

Друга характерна риса діагностики сучасного двигуна — це робота з великим обсягом змінних даних, які змінюються щосекунди. Діагност повинен уміти не лише прочитати код помилки, а й проаналізувати значення таких параметрів, як тривалість упорскування пального, тиск у паливній системі, температура повітря, витрати повітря, корекції за кисневим датчиком, сигнали з датчиків тиску й положення валів. Важливою складовою стало вміння зіставляти ці параметри між собою, виявляючи логічні невідповідності, які вказують на приховані проблеми.

Ще однією особливістю є необхідність діагностики допоміжних систем, які безпосередньо впливають на роботу двигуна. Йдеться про системи турбонаддуву, регулювання фаз газорозподілу (VVT/VANOS/VTEC), системи рециркуляції відпрацьованих газів (EGR), фільтри твердих частинок (DPF), каталізатори, а також системи впорскування сечовини (SCR) в дизельних авто. Кожна з цих систем має власні датчики та виконавчі елементи, і їхня несправність здатна імітувати або спричинити помилки в роботі основного двигуна.

В умовах ускладнення конструкцій особливо важливим стало використання осцилографів і мотор-тестерів. Ці прилади дозволяють аналізувати форму сигналів із датчиків або котушок запалювання, відстежувати спотворення, затримки або нестабільність, які не видно при звичайному зчитуванні параметрів. Наприклад, сигнал з датчика положення розподільчого вала може виглядати справним у цифровому форматі, але тільки візуальний аналіз його хвильової форми дозволить виявити механічне зношення або порушення синхронізації.

Важливо також зазначити, що багато сучасних двигунів мають функції

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

самокалібрування та адаптації. Це означає, що деякі параметри налаштовуються автоматично в процесі експлуатації — наприклад, положення дросельної заслінки, об'єм впорскування або корекції запалювання. При заміні компонентів, чищенні систем або проведенні ремонту необхідно не тільки скинути помилки, а й ініціювати повторне навчання (адаптацію) блоків. Без цього навіть справний вузол може працювати нестабільно, оскільки дані, збережені у пам'яті ЕБУ, більше не відповідають новим умовам.

Серед інших викликів — обмеження доступу до діагностичної інформації через наявність захисту від стороннього втручання. Деякі виробники застосовують спеціальні коди доступу, шифрування, або прив'язують компоненти до конкретного авто. Це вимагає використання оригінального програмного забезпечення, дилерських сканерів або авторизованих доступів для повноцінної діагностики та програмування.

Сучасна діагностика також виходить за межі звичайного сервісу — вона інтегрується в хмарні технології та інтернет-зв'язок. Частина автомобілів уже здатна автоматично передавати дані про несправності до виробника або дилера. Дистанційна діагностика стає реальністю: водій лише бачить повідомлення, тоді як фахівці вже мають попередню інформацію для підготовки до ремонту.

Отже, особливості діагностики сучасних двигунів полягають у високому рівні інтеграції електроніки, складності взаємозв'язків між системами, потребі в глибокому аналізі сигналів, правильному використанні адаптаційних функцій та роботі з захищеними даними. Цей процес давно перестав бути суто механічним і перетворився на цифровий аналіз складної керованої системи, яка вимагає від фахівця знань електроніки, програмування та аналітичного мислення.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Підготовка кваліфікованих кадрів для діагностики автомобілів в Україні

Розвиток автомобільної галузі в Україні та поява все більш технологічних моделей транспортних засобів обумовлюють зростаючу потребу в кваліфікованих фахівцях, здатних ефективно здійснювати комп'ютерну діагностику автомобілів. На сьогодні діагностика — це не просто читання кодів несправностей, а комплексний процес аналізу роботи всіх електронних систем, що потребує спеціалізованих знань, технічного мислення й навичок роботи з високотехнологічним обладнанням. Відтак підготовка відповідних кадрів є ключовим чинником успішного розвитку автомобільного сервісу в Україні.

Система підготовки спеціалістів з автомобільної діагностики в нашій країні включає кілька рівнів: професійно-технічні училища (ПТУ), технікуми та коледжі, вищі навчальні заклади, а також курси підвищення кваліфікації й корпоративне навчання. У закладах професійної освіти майбутні автослюсарі та діагности проходять базову підготовку, що охоплює основи будови автомобіля, принципи роботи електросистем і методи виявлення несправностей. Основна увага приділяється практичній роботі — студенти вивчають використання мультиметра, сканера, осцилографа, знайомляться з базовими протоколами OBD-II, CAN та зчитуванням помилок з ЕБУ.

У коледжах і технікумах підготовка є глибшою та розширеною — додаються дисципліни з електроніки, електротехніки, системного аналізу, комп'ютерного моделювання та інтелектуальних систем управління. Студенти навчаються використовувати діагностичне програмне забезпечення, працювати з дилерськими сканерами, аналізувати осцилограми, читати електросхеми та інтерпретувати дані з електронних блоків. Практичні заняття проходять на сучасних автомобілях з бензиновими, дизельними та гібридними силовими установками.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У вищих навчальних закладах готують інженерів, здатних не лише виконувати діагностику, а й розробляти, програмувати та вдосконалювати діагностичні системи. Тут вивчаються методи цифрової обробки сигналів, діагностика складних електронних мереж, електромобілі та інноваційні приводи. Студенти отримують досвід роботи з комплексними діагностичними станціями, вивчають принципи адаптації, калібрування, перепрограмування блоків управління. Крім того, велика увага приділяється англійській мові — адже технічна документація, інструкції до сканерів та бази даних часто доступні лише іноземною мовою.

Варто відзначити, що важливу роль у підготовці кадрів відіграють курси підвищення кваліфікації, що організовуються приватними компаніями, імпортерами обладнання, автомобільними брендами чи навчальними центрами при СТО. Ці навчання дозволяють практикуючим майстрам адаптуватися до нових технологій, опанувати діагностику гібридів, систем ADAS, електромобілів, розумних помічників та інших нововведень. Курси часто поєднують теорію та практику, проходять у невеликих групах та передбачають сертифікацію.

Не менш важливим напрямом є дуальна освіта, яка дозволяє студентам поєднувати навчання з практикою на реальних СТО або сервісних центрах офіційних дилерів. Це сприяє кращому засвоєнню знань, розвитку відповідальності й формуванню професійних навичок уже під час навчання. Деякі великі сервісні мережі в Україні вже впроваджують такі програми в партнерстві з технічними коледжами.

Підготовка діагностів вимагає не тільки доступу до сучасного обладнання, а й постійного оновлення навчальних програм. Автомобільна галузь стрімко змінюється: щороку з'являються нові типи двигунів, електронних систем, протоколів обміну даними. Тому викладачі мають регулярно проходити стажування, слідкувати за світовими тенденціями, оновлювати методичні матеріали та впроваджувати нові формати викладання

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— інтерактивні симуляції, онлайн-навчання, відеоінструкції.

Також в Україні спостерігається позитивна динаміка щодо залучення міжнародного досвіду — через участь у грантових програмах, освітніх обмінах, міжнародних конкурсах технічної майстерності (наприклад, WorldSkills). Це дозволяє українським студентам та викладачам знайомитись із кращими практиками, обмінюватися досвідом і вдосконалювати підходи до навчання.

Отже, підготовка кваліфікованих кадрів для автомобільної діагностики в Україні — це багаторівнева система, що поєднує теоретичну базу, практичну підготовку, технічну грамотність і адаптацію до новітніх технологій. Якість такої підготовки визначає не лише конкурентоспроможність фахівців на ринку праці, а й загальний рівень обслуговування автопарку країни.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вимоги до систем OBD (бортової діагностики)

Система OBD (On-Board Diagnostics) є невід'ємною частиною сучасного легкового автомобіля. Вона призначена для постійного моніторингу роботи ключових систем транспортного засобу, перш за все — двигуна, системи впорскування пального, вихлопної системи та систем контролю викидів. Наявність ефективної системи OBD дозволяє виявити та локалізувати несправності ще до того, як вони призведуть до серйозних збоїв у роботі автомобіля або до збільшення шкідливих викидів.

1. Загальні вимоги до системи OBD

Системи бортової діагностики повинні відповідати ряду міжнародних нормативів, перш за все — екологічних вимог стандартів Euro та нормам SAE (Society of Automotive Engineers). Згідно з цими нормами, OBD повинна:

- автоматично контролювати всі основні компоненти, що впливають на викиди шкідливих речовин;
- реєструвати та зберігати коди помилок (dtc — diagnostic trouble codes) для подальшої ідентифікації несправностей;
- активувати сигнальний індикатор (mil — malfunction indicator lamp) на панелі приладів у разі виявлення значних відхилень або несправностей;
- забезпечити уніфікований інтерфейс для зчитування даних через діагностичний роз'єм obd (найчастіше стандарт obd-ii або eobd в Європі);
- підтримувати самодіагностику у режимі реального часу з можливістю обнулення кодів після усунення несправностей.

2. Технічні вимоги до реалізації OBD

Для ефективного функціонування система бортової діагностики повинна

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

відповідати технічним критеріям:

- чутливість і точність: система повинна виявляти несправності, що викликають збільшення викидів понад 1,5 разу порівняно з нормативним рівнем;
- швидкість виявлення несправності: виявлення та фіксація порушення повинні здійснюватися за 1–2 робочих цикли двигуна;
- автоматичне тестування: система повинна щоденно проводити діагностичні тести під час нормальної експлуатації автомобіля;
- наявність стандартного інтерфейсу: обов'язковим є 16-контактний діагностичний роз'єм (стандарт sae j1962) з підтримкою протоколів can, iso 9141-2, iso 14230-4 тощо;
- інтеграція з електронним блоком управління двигуном (есу) для безперервного контролю за роботою виконавчих механізмів, датчиків і контролерів.

3. Екологічні та правові вимоги до OBD

Бортова діагностика є одним із засобів контролю за екологічною безпекою транспортного засобу. Згідно з вимогами ЄС (EOBD — European On-Board Diagnostics), OBD повинна:

- контролювати стан каталізатора, лямбда-зондів, системи egr, паливної системи та системи уловлювання парів пального;
- запобігати надмірним викидам co, nox, ch, шляхом раннього виявлення несправностей;
- фіксувати "заморожені кадри" (freeze frame data) — миттєві знімки параметрів роботи системи на момент виникнення помилки;
- виконувати моніторинг усіх ключових компонентів, навіть якщо водій не помічає зовнішніх проявів несправності.

У багатьох країнах перевірка роботи системи OBD є частиною щорічного технічного огляду (ТО). У разі наявності активних помилок, несправностей, що не були усунуті, експлуатація транспортного засобу може

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути заборонена до їх усунення.

4. Функціональні вимоги до OBD системи

До обов'язкових функцій OBD відносять:

- постійний контроль за роботою силового агрегату;
- самотестування датчиків (температури, тиску, концентрації кисню тощо);
- контроль правильності складу паливоповітряної суміші;
- контроль ефективності очищення вихлопних газів;
- попередження водія про критичні несправності систем двигуна;
- інформаційна взаємодія з приладами сервісної діагностики.

5. Безпека та стабільність OBD

Система повинна забезпечувати:

- захист від хибних спрацьовувань: фіксація помилки лише після підтвердження в кількох робочих циклах;
- надійність у різних умовах експлуатації — температура, вологість, вібрації;
- сумісність з оновленням програмного забезпечення есї без втрати історії помилок;
- збереження даних при втраті живлення — енергонезалежна пам'ять.

Система OBD є важливою складовою безпечної та екологічно чистої експлуатації автомобіля. Завдяки точному моніторингу та своєчасному інформуванню про несправності, вона не лише допомагає зменшити викиди шкідливих речовин, а й дозволяє попередити серйозні поломки силового агрегату. Сучасні вимоги до OBD охоплюють широкий спектр критеріїв — від екологічних до технічних та функціональних, що стимулює виробників автомобілів до впровадження все більш досконалих діагностичних систем. Правильне функціонування системи бортової діагностики забезпечує не лише стабільну роботу транспортного засобу, а й дає змогу ефективно обслуговувати його протягом усього життєвого циклу.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.2 Стандартизовані інтерфейси OBD

Як стандартизованого інтерфейсу OBD (див. рис. 2.1) використовується 16-контактний штекер. У цьому роз'ємі стандартизовані і геометрична форма, і розміри, і розподіл контактів. Цей діагностичний роз'єм є інтерфейсом між автомобільною електронікою та пристроєм зчитування несправностей, так званого Scan Tool. Передані дані однакові для всіх автомобілів, але виробники не змогли домовитися про єдиного протоколу передачі.

Для обміну даними між діагностичним тестером і автомобільною електронікою затверджені наступні види зв'язку.

Зв'язок з ISO 9141 - 2 Використовується європейськими виробниками з повільною швидкістю передачі даних (5 біт / с).

Зв'язок з ISO 14 230-4 (допускається KWP 2000; KWP - Key Word Protocol) Використовується європейськими та азійськими виробниками. Його також використовує Chrysler.

Зв'язок по CAN J 1850 Використовується американськими виробниками. Особливо для автомобілів General Motors і легких вантажівок.

Зв'язок з ISO / DIS 15 765 - 4 Діагностика на CAN - шині.

Стандартизований інтерфейс OBD повинен знаходитися в салоні і розташований так, щоб він був легко доступний з водійського сидіння і був захищений від використання не за призначенням.

Велика частина діагностичних роз'ємів знаходиться під панеллю приладів, в області рульової колонки або центральної консолі. Конкретне положення інтерфейсу можна знайти у багатьох системах діагностики двигуна і відповідної документації виробника.

Розподіл контактів інтерфейсу OBD

Контакти 7 і 15 зарезервовані для обміну даними по ISO 9141-2 для діагностики системи управління двигуном і складом відпрацьованих газів.

Контакти 2 і 10 - для обміну даними по ISO CEA J 1850.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контакт 4 - «маса» (кузов).

Контакт 5 - сигнал «маси».

Контакт 16 - «плюсова» клема АКБ.

Контакт 6 - CAN HIGH.

Контакт 14 - CAN LOW.

Контакти 1, 3, 8, 9, 11, 12, 13 - нерозподілені контакти OBD. Ці контакти можуть використовуватися / використовуються виробниками для внутрішньої системної і автомобільної діагностики, наприклад ABS, ASR, КПП, подушки безпеки.

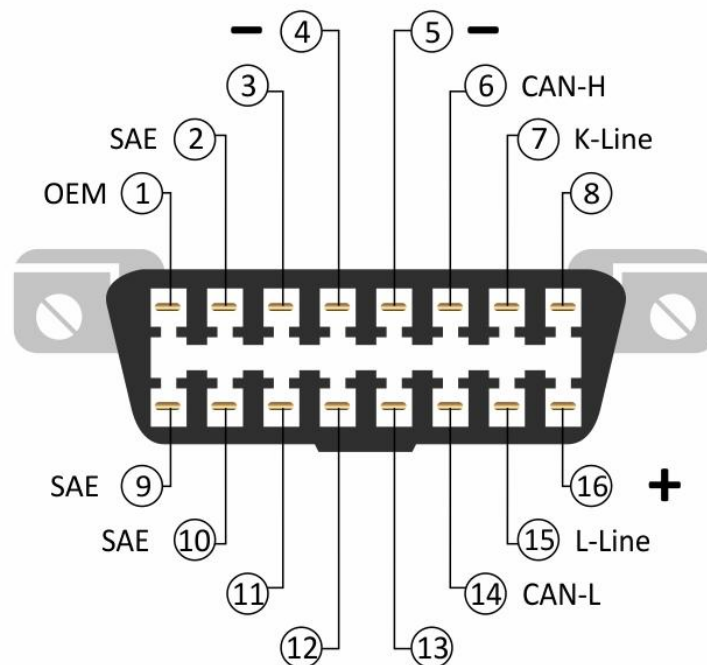


Рисунок 2.1 - Діагностичний роз'єм (розетка CARB)

2.3 Основна конструкція системи OBD

Техніка систем OBD базується на відомих технічному функціоналі і елементах сучасних систем з уприскуванням палива. Принципова схема системи OBD зображена на рисунку - 2.2. Додаткові деталі OBD позначені на

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

малюнку буквами. Чи не в кожній системі OBD обов'язково повинні бути всі зображені датчики.

ЕБУ OBD безперервно виконує перевірку систем. Несправні деталі керуючої електроніки і програмні помилки розпізнаються і записуються в реєстратор подій. Для цього сигнали датчиків, керуючі команди і реакція системи постійно перевіряються на правдоподібність і порівнюються з записаними в пам'ять значеннями. За допомогою певних запрограмованих операцій перевірки електроніка аналізує сигнали різних датчиків, оцінює і порівнює фактичні результати. При виникненні значних відхилень від номіналу видається повідомлення про несправності за допомогою включення сигнальної лампи. Несправність і умови експлуатації при її виникненні записуються в пам'ять.

У системах E-Gas регулятор оборотів холостого ходу (деталь 12) замінений дросельною заслінкою з електроприводом і електронною педаллю газу. Замість клапана AGP з пневмоприводом (деталі 14 і 15) все більше використовуються клапани AGP з електроприводом.

Деталь С - датчик вертикальних прискорень (нерівної дороги) - встановлюється рідко (в основному у позашляховиків), поскільки нерівномірність обертання колінчастого вала простіше визначити іншими способами. У стандартах регламентовані мінімальну кількість контрольованих систем і вузлів, що мають відношення до відпрацьованих

газів. Конкретна технічна реалізація і технологія контролю та перевірки систем не завжди регламентується стандартами. Виробники можуть піти різними, часто своїми шляхами знаходити власні шляхи розв'язання з контролю конкретної системи. Нижче проілюстровані варіанти контролю систем з різними, часто використовуваними на практиці рішеннями. Залежно від виробника і типу автомобіля можливі відхилення або інші технічні варіанти.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21



А - індикатор несправностей (MIL), В - інтерфейс OBD (діагностичний інтерфейс), С - датчик нерівної дороги, D - діагностичний лямбда-зонд, Е - клапан вентиляції паливного бака, F - датчик тиску у впускному колекторі, G - датчик диференціального тиску. 1 - паливний насос, 2 – паливний фільтр, 3 - адсорбер з активованим вугіллям, 4 - насос додаткового повітря, 5 - клапан додаткового повітря, 6 - котушка запалювання, 7 -форсунка, 8 - регулятор тиску палива, 9 - запірний клапан вентиляції, 10 - датчик положення дросельної заслінки, 11 - датчик масової витрати повітря, 12 - регулятор холостого ходу, 13 - датчик температури всмоктуваного повітря, 14 - регулятор тиску AGP, 15 - клапан AGP, 16 - датчик температури охолоджуючої рідини, 17 - датчик частоти обертання колінчастого вала, 18 - датчик детонації, 19 - датчик фази (положення розподільного вала), 20 - керуючий лямбда-зонд, 21 - ЕБУ OBD, 22 - трикомпонентний каталітичний нейтралізатор,

2.4 Виявлення несправностей в OBD

Для індикатора несправностей MIL (Malfunction indicator lamp) для всіх

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробників діють порогові значення. Індикатор несправностей OBD не слід плутати з описаними раніше контрольними лампами Check Engine у старіших автомобілів. Ці контрольні лампи не мали стандартизованих умов включення, що не залежать від виробника. Вони програмувались виробниками на власний розсуд відповідно до визначених ними пороговим значенням. Управління індикатором несправностей OBD при виникненні несправностей стандартизується наступним чином:

- включення індикатора несправностей після двох (CARB - California Air Resources Board Комісія з охорони повітряних ресурсів штату Каліфорнія) або трьох (EOBD) послідовних циклів руху з однієї і тієї ж несправністю і запис в реєстратор подій;

- виключення індикатора несправностей після трьох послідовних безперебійних циклів руху з фазою прогріву, протягом якого система контролю, що включає індикатор несправностей більше не виявляє відповідну несправність, як і не виявляє і інших несправностей, які, в свою чергу, включили б індикатор несправностей;

- видалення коду несправності з пристрою, що запам'ятовує після не менше 40 безперебійних циклів руху з фазою прогріву (захист від дорогого ремонту).

У разі перебоїв процесу згоряння, при яких (за даними виробника) дуже ймовірно пошкодження каталізатора, індикатор несправностей може перейти на звичайну форму активації, якщо перебоїв зі згорянням більше не відбувається або умови роботи двигуна за оборотами і навантаженні змінилися настільки, що виявлена частота перебоїв з згорянням більше не призводить до пошкоджень каталізатора.

Правила управління індикатором несправностей (див. рис. 2.3) запобігають нерозуміння водія включення індикатора через короткочасних збоїв або граничних випадків, які не є істинними несправностями деталей випускної системи. Точно визначені цикли руху (див. рис. 2.4) і прогріву.

Цикл руху - це запуск двигуна, рух до можливої реєстрації несправності і

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимикання двигуна.

Цикл прогріву - це запуск двигуна, рух до тих пір, поки температура охолоджуючої рідини не підвищиться не менше ніж на 22°C і не складе мінімум 70°C , і двигун знову не буде вимкнено.

Індикатор несправностей MIL включається при наступних умовах:

- якщо несправний компонент, пов'язаний з управлінням двигуном або КПП;
- якщо яка-небудь деталь викликає перевищення граничного рівня викидів на 15% або видає неправдоподібні сигнали;
- старіння каталізатора призводить до зростання викидів CH понад граничного рівня;
- виникають пропуски запалювання, які пошкоджують каталізатор або збільшують викиди;
- система вентиляції паливного бака має певний витік або через систему не проходить повітряний потік;
- система управління двигуном або КПП переходять в аварійний режим;
- лямбда-регулювання не активується у встановлений час після запуску;
- задана температура двигуна перевищена більш ніж на 11°C (крім EOBD).

Індикатор несправностей повинен загорітися перед запуском двигуна при включенні запалення і згаснути після запуску двигуна, якщо раніше не буде виявлена будь-яка несправність. Конструкція і зовнішній вигляд індикатора MIL (див. рис. 2.3) регламентуються наступними умовами:

- лампа повинна знаходитися в полі зору водія;
- при включенні запалювання лампа повинна спалахнути;
- колір лампи не повинен бути червоним (часто використовується жовтий колір);
- при виникненні несправностей в деталях системи випуску лампа повинна горіти постійно;

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- при виникненні несправностей, які можуть призвести до пошкоджень каталізатора (наприклад, пропуски запалювання), лампа повинна мигати;
- допускається додатковий звуковий сигнал.



Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд індикатора MIL (Malfunction Indicator Lamp)



Рисунок 2.4 - Управління індикатором несправностей OBD

Миготіння індикатора MIL при виникають пропусках запалювання повинно тривати до тих пір, поки не буде перекрита подача палива в несправний циліндр. Коли буде перекрита подача палива, MIL горітиме постійно.

Індикатор несправностей можна використовувати тільки для індикації аварійного пуску або руху в аварійному режимі. Він повинен бути добре помітний при всіх (як правило) умовах освітлення. Система OBD записує в реєстратор подій пробіг з моменту появи стандартизованої несправності. Умови роботи (навколишні умови) при виникненні несправності також записуються в реєстратор. Ці навколишні умови називають даними **Freere Frame**.

В рамках циклу руху певні деталі і системи контролюються постійно, а інші - лише одноразово. Постійному контролю підлягають деталі та системи, що мають відношення до вихлопних газів. Це, наприклад, розпізнавання збоїв згоряння, паливна система або електричні контури деталей випускної системи, які контролюється відразу після запуску двигуна і при збоях можуть привести до негайного включення індикатора несправності.

Циклічно контролюються системи, функція яких прив'язана до певних умов роботи. Ці системи контролюються тільки один раз за цикл руху, при досягненні відповідних робочих точок. Сюди відносяться, наприклад, функції каталізатора і лямбда-зонда, а також система впуску додаткового повітря (якщо встановлена). В силу умов, необхідних для роботи цих систем (наприклад, холодний запуск для системи впуску додаткового повітря), може статися так, що умови перевірки деталей не завжди зможуть бути виконані.

Як показано в прикладі циклу руху на рисунку 2.5, окремі фази циклу можна проїжджати в довільному порядку. Несправність, пов'язана з системою впуску, повинна з'явитися в двох послідовних (один за іншим) циклах руху, перш ніж загориться індикатор несправності. Діагностика та перевірка системи перериваються, якщо умови циклу, такі як частота обертання або швидкість, виходять за допустимі межі.

На практиці це призводить до проблем, коли при виконанні технічного обслуговування фахівці намагаються переглянути результати діагностики системи OBD після успішно виконаного ремонту того чи іншого вузла. Велика

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

кількість часу на проїзд всього циклу, а також необхідний відсоток руху з постійною швидкістю сильно ускладнюють такого роду поїздки. Стало бути, повинна забезпечуватися можливість перевірки системи OBD і без циклу руху - на СТО. Тут виробники виставляють певні умови для тестування автомобіля. Шляхом цілеспрямованого проходу заданих точок навантаження і діапазонів частоти обертання можна значно прискорити перевірку функціонування окремих компонентів. Короткі перевірки потрібно спочатку зареєструвати в ЕБУ за допомогою діагностичного тестера.



Рисунок 2.5 - Приклад циклу руху для досягнення готовності до перевірки

2.5 Розпізнавання пропусків запалювання

Через пропуски запалювання незгоріла паливно-повітряна суміш потрапляє в каталізатор і може привести до термічного руйнування каталізатора. Термічні пошкодження може отримати і лямбда-зонд. Викиди вуглеводнів значно зростають. При виникненні пропусків за зпалювання виникає і нерівномірність обертання колінчастого вала; на ньому виникає різний

крутний момент. Для розпізнавання пропусків запалення використовуються різні методи аналізу. Аналіз пропусків запалювання виконується селективно по окремих циліндрах за допомогою датчика частоти обертання колінчастого вала. При виході цього датчика з ладу робота двигуна неможливо

2.6 Метод діагностики - неплавний хід

При цьому методі пропуски запалювання розпізнаються за результатами розрахунку кутової швидкості колінчастого вала і можливої відповідної неплавний ходу. З моменту запалювання або сигналу датчика положення розподільного вала система управління двигуном розпізнає, в якому циліндрі має місце неплавний хід.

При виникненні пропусків запалювання може бути перерваний впорскування палива в відповідний циліндр або циліндри.

Якщо за задану кількість обертів колінчастого вала виникає кілька пропусків запалювання, які можуть призвести до пошкодження каталізатора або підвищення викидів, загоряється індикатор несправностей (MIL).

Нерівномірність обертання, викликана допусками виготовлення, усувається шляхом постійної адаптації системи і порівняння з граничними значеннями. При певних умовах експлуатації, таких як режим примусового холостого ходу, втручання в запалювання зовнішніх систем - регулювання по детонації і ASP або при дуже швидкій зміні навантажень, система не реагує. Нерівномірність обертання, що виникає через грубі нерівностей дороги, можна розпізнати за допомогою датчика прискорення кузова. Для розпізнавання поганої дороги можна також використовувати сигнали датчиків швидкості обертань ведучих коліс.

Для розпізнавання нерівномірності обертання за допомогою індуктивного датчика частоти обертання і базисної мітки на колінчастому валу визначається частота обертання, кутова швидкість і положення колінчастого вала. Система

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(рис. 2.6) включає в себе з'єднаний з колінчастим валом зубчастий обід (наприклад, шків або маховик), що називається задаюче колесо. Колесо поділено на сектори відповідно до кількості циліндрів і інтервалу запалювання циліндрів. Час, необхідний кожному сектору на один прохід, служить для розпізнавання виникають пропусків запалювання. Пропуски запалювання викликають зміна прискорення поршнів і, як наслідок, нерівномірність обертання колінчастого вала в межах декількох мілісекунд. Керуюча електроніка розпізнає це зміна часу за прохід одного сектора, і при перевищенні запрограмованих граничних значень реєструється несправність.

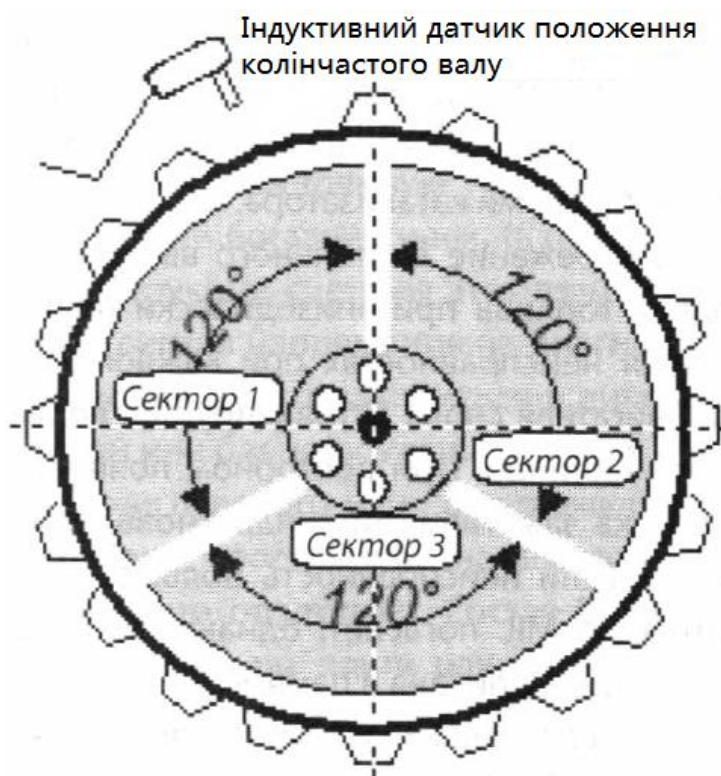


Рисунок 2.5 - Задаюче колесо

Виникає не плавність ходу (рис. 2.6) становить мілісекунди. У цьому прикладі 4-й циліндр є причиною несплавний ходу. Система постійно перевіряє відсоток пропусків запалювання через певний період часу вимірювання (наприклад, 1000 оборотів колінчастого вала). Перевищення концентрації СН у 1,5 рази відповідає більш 2% або 20 перепустками запалювання. При

перевищенні цього значення ідентифікується відповідний циліндр, і при повторному виявленні несправності ходу в наступному інтервалі зчитування реєструється несправність і загоряється MIL. Система подачі палива в циліндр вимикається, коли відсоток пропусків запалювання починає загрожувати ушкодженнями каталізатора [5].

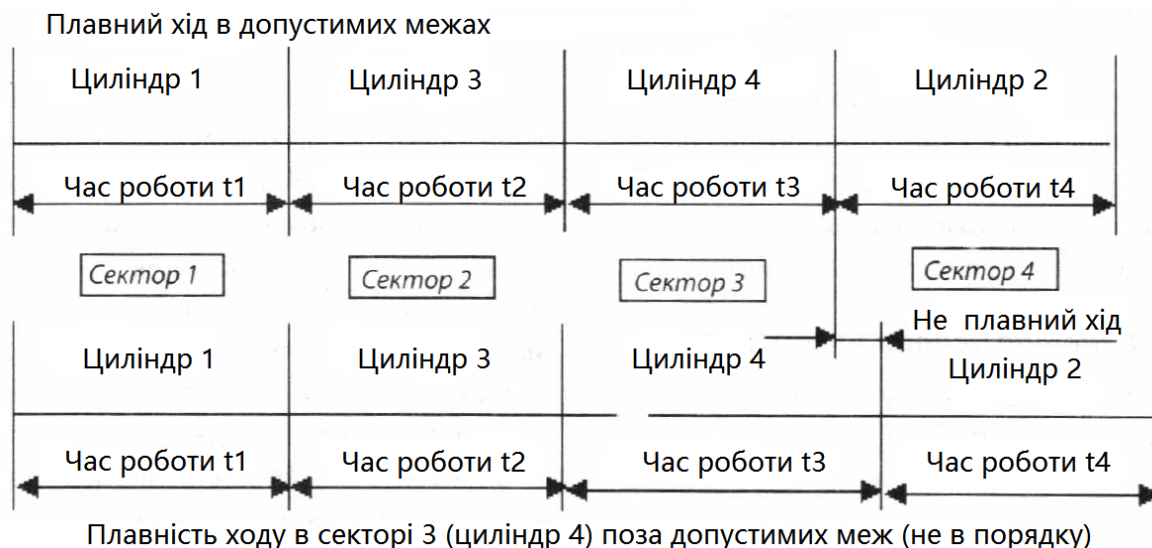


Рисунок 2.6 - Розпізнання не плавності ходу

Щоб уникнути тривалого виключення подачі палива, якщо епізодично з'являються несправності при кожному запуску двигуна знову активізується впорскування в цей циліндр. Якщо проблема повторюється, запалювання циліндр знову відключається. Якщо несправність більше не з'явиться, то MIL згасне; проте несправність буде записана в пам'ять [5].

При наступних умовах постійний контроль пропусків запалення може бути вимкнений:

- активізований резерв палива;
- двигун працює в режимі примусового холостого ходу;
- сильно коливається, положення педалі газу;
- нестабільні робочі стану;
- втручання або активізація регулювання по детонації;
- активізація систем управління динамікою руху (ASP або ESP);

- зміни швидкості обертання в трансмісії через погану дорогу [8].

2.7 Діагностика роботи каталізатора

Каталізатори - найважливіші деталі сучасних систем очищення відпрацьованих газів бензинових двигунів. Постійний контроль функціонування - одне з основних вимог до системи OBD. Контроль функціонування відбувається лише опосередковано, оскільки поки ще немає готових до серійного випуску датчиків, що вимірюють концентрацію шкідливих речовин у відпрацьованих газів безпосередньо. Шляхом використання другого лямбда-зонда, званого також діагностичним датчиком, за каталізатором і порівняння амплітуд сигналів керуючого і діагностичного зондів система розпізнає можливі несправності каталізаторів. Обидва лямбда-зонда можуть мати ідентичну конструкцію. Діагностичний зонд в меншій мірі піддається старінню і навантажень і тому його можна використовувати в якості задає регулятора лямбда-регулювання. Цей метод також називають «методом подвійного лямбда-зонда» [6].

Напруга зонда має фактично постійну характеристику в діапазоні багатой суміші. В залежності від конструкції системи цей майже постійний сигнал напруги на діагностичному зонді може перебувати у діапазоні багатой або бідної суміші (див. рис. 2.6).

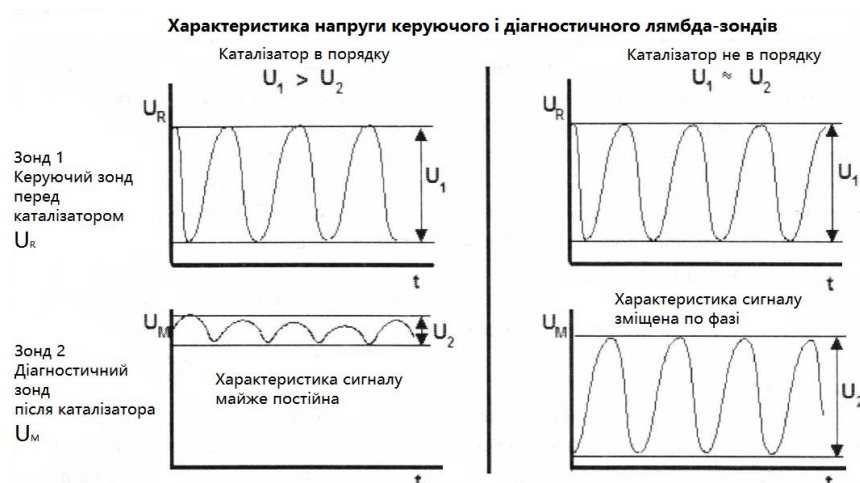


Рисунок 2.7 - Характеристика сигналу керуючого і діагностичного

лямбда-зондів

Діагностика роботи каталізатора є важливою процедурою в системі технічного обслуговування сучасного автомобіля, адже саме цей елемент відповідає за зниження рівня токсичних викидів у навколишнє середовище. Каталізатор, або каталізаторна система нейтралізації відпрацьованих газів, функціонує на основі хімічних реакцій, під час яких відбувається перетворення шкідливих компонентів вихлопних газів, таких як оксиди азоту, вуглеводні та чадний газ, у менш шкідливі речовини — воду, вуглекислий газ і азот. З огляду на високі екологічні вимоги, його справність є обов'язковою умовою для експлуатації транспортного засобу. Діагностика каталізатора дозволяє не лише визначити ступінь його зношення або несправності, але й запобігти більш серйозним поломкам, які можуть спричинити значні витрати на ремонт двигуна або системи вихлопу в цілому.

Оснoву діагностики становить аналіз функціонування системи вихлопу на різних етапах роботи двигуна. Одним із найпоширеніших способів контролю стану каталізатора є комп'ютерна діагностика зчитуванням показників датчиків кисню, які розташовані до і після каталізатора. Ці датчики дають змогу оцінити ефективність перетворення газів, що викидаються в атмосферу. У справному каталізаторі датчик, розміщений після нього, показує стабільне значення вмісту кисню, тоді як датчик перед ним фіксує пульсацію залежно від суміші паливоповітряного потоку. Якщо обидва датчики показують однакові або близькі значення, це свідчить про знижену або повністю втрачену ефективність роботи каталізатора.

Крім показань електронних датчиків, застосовується також вимірювання протитиску у випускній системі, що дає змогу встановити ступінь засміченості каталізатора. Для цього використовується манометр або спеціальний датчик тиску, який встановлюється у випускному колекторі перед каталізатором. Надмірний тиск у цій зоні свідчить про зниження прохідності каталізатора через забруднення, оплавлення або механічне руйнування керамічного осердя.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий стан безпосередньо впливає на потужність двигуна, зростання витрати пального і навіть його нестабільну роботу.

Іншим важливим методом діагностики є аналіз складу відпрацьованих газів за допомогою газоаналізатора. Це дає змогу визначити, наскільки ефективно каталізатор нейтралізує шкідливі речовини. У нормі, при справному каталізаторі, рівень чадного газу (CO) та вуглеводнів (HC) значно знижений порівняно з вмістом цих речовин до проходження крізь каталітичний елемент. Якщо ж викиди перевищують допустимі норми, це вказує на зниження конверсійної здатності каталізатора.

У процесі експлуатації каталізатор піддається різним видам навантажень. Часте короткочасне використання автомобіля без достатнього прогріву призводить до того, що каталізатор не виходить на оптимальний температурний режим, у якому відбувається максимальна ефективність хімічних реакцій. Внаслідок цього відбувається поступове накопичення сажі та незгорілих залишків пального, які забивають пористу структуру каталізатора. Також критичними для його ресурсу є потрапляння до вихлопної системи охолоджувальної рідини або моторної оливи — це свідчить про внутрішні несправності двигуна, які можуть призвести до оплавлення каталітичного елемента.

Важливо враховувати й інші симптоми, що супроводжують несправність каталізатора: це зменшення потужності автомобіля, провали при натисканні на педаль газу, зростання витрати пального, а також поява сторонніх звуків у зоні каталізатора — глухого дзеленчання чи стуку, що виникає внаслідок руйнування керамічного блоку всередині металевого корпусу. У деяких випадках в електронному блоці керування двигуном з'являється помилка P0420, яка є маркером низької ефективності системи нейтралізації вихлопу.

Окрім комп'ютерної перевірки, існують механічні методи контролю, що включають візуальний огляд за допомогою ендоскопа. Через зонд можна оцінити цілісність внутрішньої структури каталізатора, виявити тріщини,

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зруйновані сегменти або наявність твердих відкладень, що перешкоджають вільному проходженню газів. Така перевірка особливо корисна у випадках підозри на фізичне пошкодження внаслідок удару або неправильного встановлення системи випуску.

При діагностиці каталізатора слід також враховувати стан суміжних систем — системи запалювання, впорскування, вентиляції картерних газів. Несправності в цих ланках можуть призвести до нестабільного згоряння паливної суміші, що негативно позначається на роботі каталізатора. Зокрема, пропуски запалювання, що виникають унаслідок несправних свічок, котушок або проводки, спричиняють викид незгорілого пального в каталізатор, що призводить до його перегріву та руйнування. Тому під час діагностики обов'язково слід перевіряти систему запалювання та якість паливоповітряної суміші.

Окремо варто згадати про діагностику каталізатора в автомобілях із гібридною або повністю електронною системою керування двигуном. У таких системах за допомогою кількох кисневих датчиків і датчика температури здійснюється більш точний контроль над температурним режимом і хімічними реакціями. Програмне забезпечення контролера визначає навіть незначні відхилення у функціонуванні каталітичного конвертера й здатне оперативно повідомити водія про необхідність обслуговування. Водночас для підтвердження таких повідомлень все одно потрібно проводити розгорнуту технічну діагностику.

Не менш важливо розуміти, що навіть якісна діагностика не завжди дозволяє з абсолютною точністю оцінити залишковий ресурс каталізатора. Його ефективність поступово знижується з пробігом, що пов'язано з деградацією платинових, паладієвих і родієвих елементів, які є активними каталізаторами хімічних процесів. Після 100–150 тисяч кілометрів пробігу конверсійна здатність може знизитися навіть без видимих дефектів. У таких випадках рекомендовано або профілактична заміна каталізатора, або

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлення універсального каталітичного нейтралізатора за умови дотримання екологічних норм.

Сучасна діагностика все частіше виконується за допомогою спеціалізованого обладнання, яке підтримує протоколи OBD II, CAN та інші стандарти. За допомогою сканера можна не тільки зчитати код помилки, але й у режимі реального часу оцінити графіки напруги з кисневих датчиків, переглянути температурні параметри та динаміку зміни даних у різних режимах роботи двигуна. Завдяки цьому автовласник чи майстер може швидко виявити падіння ефективності навіть без видимих ознак несправності.

Загалом, діагностика каталізатора — це комплекс заходів, що поєднує електронні, механічні та хімічні методи аналізу. Її регулярне проведення дозволяє не тільки вчасно виявити несправності, а й суттєво продовжити термін служби всього двигуна та системи вихлопу. У сучасних умовах, коли екологічна безпека набуває все більшого значення, роль ефективної перевірки та обслуговування каталізатора стає критично важливою не лише з технічного, а й з нормативного погляду.

2.8 Діагностика обігріву лямбда-зонда

Поряд з описаними вище видами діагностики при перевірці лямбда-зонда можна проводити розширені перевірки функціонування і правдоподібності. При цьому електричні несправності розпізнаються по короткому замиканні або обриву проводів. Функції контролюються спорадично. Найважливіша додаткова діагностика - це перевірка обігріву лямбда-зонда. Обігрів лямбда-зонда можна контролювати, наприклад, за часом. Так, регулююча електроніка не пізніше ніж через 10 секунд після запуску двигуна очікує адекватний сигнал напруги зонда. Якщо сигнал надходить пізніше або взагалі не надходить, то потрібно виходити з несправності обігріву лямбда-зонда. Ще один метод перевірки потужності

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

обігріву зонда полягає у вимірюванні опору нагрівального елемента зонда і порівнянні його з заданим. Крім того, можна аналізувати регулювання обігріву через порівняння температури, виміряної внутрішнім датчиком температури лямбда-зонда, і збереженою температури нормального режиму (наприклад, 720°C). Якщо відхилення температури від норми занадто велике, то ЕБУ реєструє несправність системи випуску і загоряється індикатор MIL [7].

2.9 Діагностика рециркуляції відпрацьованих газів

Діагностика системи рециркуляції відпрацьованих газів (EGR — Exhaust Gas Recirculation) є важливою процедурою технічного обслуговування сучасного автомобіля, оскільки ця система безпосередньо впливає на рівень шкідливих викидів, стабільність роботи двигуна, економічність витрати пального та навіть на довговічність окремих його вузлів. Суть функціонування EGR полягає у тому, що певна частина відпрацьованих газів повертається назад у впускний колектор і змішується зі свіжим повітрям, яке надходить у циліндри. Це дозволяє знизити температуру згоряння паливної суміші, що у свою чергу зменшує утворення оксидів азоту (NOx), які є одними з найнебезпечніших компонентів автомобільного вихлопу. Справна робота цієї системи має велике значення не лише для екології, але й для ефективного функціонування самого двигуна.

Процес діагностики починається з оцінки загального стану двигуна та визначення симптомів, які можуть вказувати на несправність системи EGR. До таких симптомів відносяться нестабільна робота двигуна на холостих обертах, провали при розгоні, зниження потужності, підвищення витрати пального, а також поява коду помилки в електронному блоці управління двигуном. У багатьох випадках несправності системи EGR викликають активацію індикатора Check Engine на панелі приладів. За допомогою діагностичного сканера можна зчитати коди несправностей і отримати дані по поведінку

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

клапана рециркуляції та інших пов'язаних з ним датчиків. Система EGR зазвичай оснащена електронним або вакуумним клапаном, який керує подачею відпрацьованих газів у впуск. У сучасних автомобілях використовується електронно-керований клапан, який регулюється блоком керування двигуном залежно від оборотів, навантаження, температури охолоджувальної рідини та інших параметрів.

Одним із перших етапів діагностики є перевірка електричного кола клапана EGR. Для цього проводиться аналіз напруги живлення, цілісності проводки, контактів і сигналів керування. Також перевіряється опір обмотки електромагніта, якщо клапан має електромеханічну конструкцію. У разі виявлення перебоїв у живленні або обриву сигналу блок управління часто реєструє помилки типу P0400–P0409. Проте, навіть за відсутності кодів несправності, система рециркуляції може працювати некоректно через механічне забруднення або заклинювання клапана. З цієї причини наступним етапом є зняття клапана EGR і його візуальний огляд. Найчастіше причиною несправності є відкладення сажі та вуглецевих утворень, які перешкоджають нормальному відкриванню або закриванню клапана. Сажа осідає на голівці клапана, штоку, пружині та внутрішніх каналах, що призводить до порушення герметичності або повного блокування його руху. Також важливо перевірити саму прохідність каналів рециркуляції, оскільки їх забруднення може імітувати поломку клапана, навіть якщо той перебуває в робочому стані.

Після візуального огляду часто проводиться перевірка працездатності клапана поза автомобілем — наприклад, шляхом подачі напруги на контакти електричного приводу або створення вакууму на діафрагму. Якщо клапан відкривається та закривається з відповідною амплітудою руху, можна зробити висновок про його справність. У разі підозри на електронну несправність клапана використовується осцилограф або сканер зі здатністю зчитувати значення положення клапана в реальному часі. У нормі блок керування змінює положення клапана відповідно до змін навантаження двигуна, і ці зміни мають

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відображатися на графіку. Якщо позиція клапана залишається фіксованою, це вказує на механічну або електронну несправність.

Особливої уваги потребує перевірка роботи EGR при холодному двигуні, коли система не повинна функціонувати. Якщо клапан залишається відкритим при пуску на холодну, у впуск потрапляє велика кількість відпрацьованих газів, що значно погіршує стабільність роботи двигуна. Аналогічна ситуація виникає при зависанні клапана у відкритому положенні. У цьому випадку спостерігається зниження оборотів, детонація або заглохання двигуна. Ще один поширений варіант поломки — це протікання клапана EGR у закритому стані. Ззовні здається, що клапан не подає газу у впуск, проте насправді він не герметичний і постійно пропускає частину вихлопу. Це створює умови для нестабільного згоряння, підвищення вмісту сажі та навіть руйнування турбокомпресора або сажового фільтра в автомобілях із дизельними двигунами.

Також слід перевірити, чи правильно працюють супутні елементи системи, зокрема температурні та тискові датчики, які допомагають контролеру визначити, коли саме і в якій кількості потрібно подавати відпрацьовані газу. Несправність одного з таких датчиків може спричинити неправильне керування клапаном. У деяких випадках система може переходити у аварійний режим, обмежуючи роботу EGR для уникнення подальших поломок. Щоб точно переконатися в правильності сигналів датчиків, необхідно порівняти отримані дані з еталонними значеннями, що наведені у сервісній документації.

У процесі діагностики важливо також аналізувати вплив EGR на показники вихлопу. Для цього використовується газоаналізатор, що дозволяє оцінити концентрацію оксидів азоту та інших шкідливих компонентів. Якщо при відключенні EGR рівень NOx значно підвищується, це підтверджує, що система рециркуляції реально впливала на зниження емісії. У деяких випадках EGR перевіряється в динаміці — під час руху або на стенді. Діагност аналізує, як змінюється тиск у впускному колекторі, обороти, динаміка відкриття

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

клапана та інші параметри. Зменшення надлишкового тиску у впуску при активації EGR є показником нормального функціонування системи.

Сучасні двигуни, особливо дизельні, часто обладнані охолоджувачем EGR, який знижує температуру відпрацьованих газів перед їх поверненням у впускний тракт. Цей теплообмінник також може виходити з ладу або забиватися продуктами згоряння. При діагностиці важливо перевірити, чи не виникає витoku охолоджувальної рідини через тріщини у корпусі охолоджувача. Навіть незначне просочування може спричинити потрапляння антифризу у впуск, що призводить до появи білого диму з вихлопної труби, гідроудару в циліндрах і серйозних пошкоджень двигуна.

Окрім традиційних методів перевірки, у сучасних умовах використовуються спеціалізовані прилади, які дозволяють змодельовати роботу клапана EGR без розбирання вузла. Наприклад, вакуумні тестери дозволяють перевірити герметичність приводу, тоді як електронні симулятори імітують сигнал керування для оцінки відгуку клапана. Це значно спрощує діагностику, особливо у випадках, коли доступ до клапана утруднений.

Важливо розуміти, що ігнорування несправностей EGR у багатьох випадках призводить до прискореного засмічення сажового фільтра, зниження ресурсу турбіни, зростання викидів та нестабільної роботи двигуна. Саме тому виробники автомобілів рекомендують періодично проводити профілактичну перевірку та чистку елементів системи рециркуляції. У деяких випадках для відновлення працездатності достатньо механічної чистки клапана та каналів, у інших — потрібна заміна. Використання якісного пального, регулярна заміна оливи та фільтрів сприяють зниженню кількості відкладень і продовжують термін служби EGR.

2.10 Діагностика CAN – шини

Діагностика CAN-шини (Controller Area Network) є надзвичайно

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

важливою частиною обслуговування сучасних автомобілів, оскільки ця система забезпечує взаємозв'язок між численними електронними блоками управління. Вона дозволяє різним модулям, таким як блоки керування двигуном, трансмісією, гальмівною системою, подушками безпеки, системою комфорту та багатьма іншими, обмінюватися даними в реальному часі, забезпечуючи скоординовану роботу всіх вузлів. У зв'язку з тим, що в автомобілях з кожним роком зростає кількість електроніки, CAN–шина стала основною платформою для передачі інформації, і будь-яке порушення її функціонування може призвести до серйозних збоїв у роботі автомобіля.

Процес діагностики починається з виявлення симптомів, які вказують на можливу несправність шини. До них можуть належати випадкові збої у функціонуванні окремих систем, періодична втрата зв'язку з окремими блоками керування, поява численних помилок, які, на перший погляд, не мають зв'язку між собою, а також повна відмова у роботі інформаційних дисплеїв чи приладів. У багатьох випадках наявність проблем у CAN–шині викликає появу характерного повідомлення про втрату зв'язку або недоступність певного модуля при діагностуванні через діагностичний сканер.

Перевірка стану CAN–шини проводиться за допомогою спеціального обладнання — мультимарочних діагностичних сканерів або осцилографів, які можуть зчитувати сигнали із двох проводів, по яких здійснюється передача даних — CAN High та CAN Low. Ці два дроти працюють у диференціальному режимі: коли на одному рівень напруги зростає, на іншому він знижується. Такий принцип роботи забезпечує стійкість до електромагнітних завад та помилок передачі. Стандартна напруга у спокійному стані становить приблизно 2,5 вольт на обох дротах. Під час передачі даних рівень напруги на CAN High підвищується до приблизно 3,5 В, а на CAN Low — знижується до 1,5 В. За допомогою осцилографа можна візуалізувати сигнали, що дозволяє діагносту побачити форму імпульсів, наявність спотворень, перешкод або відсутність передачі даних узагалі.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі підозри на фізичне пошкодження мережі CAN проводиться перевірка опору між лініями H і L. У нормі опір становить близько 60 Ом, що забезпечується двома термінальними резисторами по 120 Ом, встановленими на кінцях шини. Якщо виміряний опір значно відрізняється від номінального значення, це вказує на обрив, коротке замикання, або відсутність одного з резисторів. Нерідко трапляються ситуації, коли при неправильному встановленні додаткового обладнання, наприклад сигналізації чи мультимедійної системи, порушується електричний баланс шини, що спричиняє її часткову або повну деградацію.

Ще одним важливим етапом діагностики є аналіз активності мережі — зчитування ідентифікаторів кадрів (ID) і швидкості обміну. У разі відсутності певного ідентифікатора можна зробити висновок, що відповідний блок не передає інформацію в мережу. Це може бути спричинено його виходом із ладу, втратою живлення або порушенням контакту. Важливо також перевірити якість з'єднань — роз'ємів, фішок, джгутів, оскільки окислення або механічне пошкодження контактів часто викликає періодичні збої зв'язку.

Ускладненням у діагностиці може бути той факт, що несправний модуль не лише перестає передавати дані, а й може блокувати роботу всієї мережі, створюючи перешкоди для інших блоків. Така ситуація називається "глушінням шини". У цьому випадку мережа припиняє обмін кадрами, і весь автомобіль може втратити здатність до нормального функціонування. Щоб виявити такий блок, часто застосовують метод поетапного від'єднання модулів від мережі і спостереження за відновленням обміну. Якщо після відключення певного модуля активність шини нормалізується, саме цей елемент є джерелом проблеми.

У сучасних автомобілях часто використовується кілька шин CAN, які розділені за рівнем пріоритетності або за типами систем. Наприклад, існує високошвидкісна CAN-шина для двигуна і трансмісії, середньошвидкісна — для систем комфорту, та низькошвидкісна — для систем охорони або

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мультимедіа. Між собою вони можуть бути з'єднані через шлюзи — спеціальні пристрої, які координують обмін даними між різними мережами. Несправність або некоректна робота такого шлюзу також може спричинити порушення зв'язку, тому при діагностиці необхідно враховувати повну архітектуру електронної системи автомобіля.

Не менш важливим аспектом є використання заводської документації — схем електричних з'єднань, інформації про топологію CAN-мережі, розташування термінальних резисторів, а також призначення контактів діагностичного роз'єму OBD-II. Саме через цей роз'єм можна отримати доступ до багатьох параметрів, проте не всі модулі автомобіля обов'язково з'єднані з ним безпосередньо. У деяких випадках для повноцінної діагностики потрібен спеціалізований дилерський сканер, який підтримує конкретні протоколи виробника.

При виявленні несправностей у CAN-шині дуже важливо не лише знайти і усунути проблему, але й переконатися у стабільності її роботи після ремонту. Це досягається шляхом повторної перевірки рівнів напруги, форми імпульсів, опору лінії, а також повного сканування на наявність помилок. Деякі помилки залишаються в пам'яті блоків навіть після відновлення з'єднання, тому після усунення несправності слід обов'язково провести очищення пам'яті кодів та зробити контрольний запуск двигуна й перевірку поведінки всіх систем.

Слід пам'ятати, що CAN-шина — це складна, але водночас дуже чутлива структура. Вона забезпечує критично важливу комунікацію в автомобілі, тому навіть незначне втручання у її конфігурацію може викликати серйозні наслідки. Некоректне підключення сторонніх пристроїв або невірне втручання в електроніку можуть викликати порушення логіки обміну даними, нестабільну роботу електросистем, а в гіршому випадку — повне відключення окремих модулів. Саме тому діагностика CAN-мережі повинна проводитися з точним дотриманням технічних рекомендацій та із використанням якісного

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

обладнання, яке здатне точно інтерпретувати сигнали та виявити навіть незначні відхилення від норми.

2.11 Розробка технологічного процесу діагностики двигунів автомобілів

Діагностика двигуна є складовою технічного обслуговування автомобіля, яка дозволяє своєчасно виявити несправності, порушення у роботі систем, а також оцінити технічний стан вузлів без необхідності повного розбирання. Технологічний процес діагностики ґрунтується на послідовному проходженні кількох етапів, кожен з яких виконує окрему функцію у виявленні та підтвердженні дефектів. Нижче подано опис логічно структурованого процесу діагностики двигуна, що охоплює всі ключові системи.

Підготовчий етап

На першому етапі проводиться зовнішній огляд двигуна та перевірка основних експлуатаційних параметрів. Фіксується рівень і стан моторної оливи, наявність охолоджувальної рідини, герметичність систем подачі пального, систем охолодження та змащування. Здійснюється візуальна оцінка шлангів, патрубків, фільтрів, ременів, а також наявності витоків, нагару чи слідів підтікання рідин. Виявлення зовнішніх дефектів дозволяє сформулювати первинне уявлення про стан силового агрегата і визначити, чи можна безпечно запускати його для подальших перевірок.

Етап діагностики електронних систем керування

Далі виконується зчитування даних з електронного блоку управління двигуном (ECU) за допомогою сканера. На цьому етапі визначаються активні та збережені коди несправностей, перевіряються показники в реальному часі — температура охолоджувальної рідини, тиск палива, положення дросельної

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заслінки, лямбда-регулювання, сигнали з датчиків положення колінчастого та розподільчого валів. Оцінюється відповідність цих даних нормативним значенням. Аналіз відхилень дозволяє виявити несправності у сенсорах, виконавчих механізмах та в самій логіці роботи системи керування.

Етап перевірки роботи систем запалювання та упорскування

На цьому етапі проводиться аналіз роботи системи запалювання, включаючи свічки, котушки, дроти та форсунки (у бензинових двигунах) або паливну апаратуру (у дизельних). Діагност виконує перевірку роботи циліндрів методом відключення кожного з них для визначення рівномірності роботи. За потреби проводиться вимірювання компресії або тестування циліндрів на герметичність. У випадку дизельного двигуна здійснюється перевірка форсунок за допомогою спеціального стенду або тестера. При цьому враховуються рівномірність упорскування, тиск і час відкриття. Також оцінюється робота паливного насоса високого тиску та системи регулювання подачі пального.

Оцінка механічного стану двигуна

Після електронної та паливної діагностики виконується перевірка механічної частини двигуна. Вимірюється компресія в циліндрах або проводиться тест на герметичність камер згоряння, що дозволяє визначити стан поршневих кілець, клапанів, прокладки головки блока. За потреби використовується ендоскоп для візуального огляду внутрішньої частини камери згоряння, поршнів і клапанів. Цей етап є важливим для розмежування електронних і механічних причин несправностей.

Аналіз систем вихлопу та нейтралізації відпрацьованих газів

На цьому етапі виконується перевірка стану каталізатора, сажового фільтра, клапана рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) та кисневих

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

датчиків. За допомогою сканера або осцилографа оцінюється робота лямбда-зондів, а також ефективність перетворення вихлопних газів. У разі потреби застосовується газоаналізатор для визначення складу викидів. Діагностується тиск у випускній системі, що може свідчити про засмічення каталізатора або сажового фільтра. Робота EGR оцінюється за допомогою прямого тестування клапана та аналізу даних про його положення у динаміці.

Діагностика CAN–мережі

У випадку збоїв у взаємодії електронних блоків або появи помилок про втрату зв'язку виконується перевірка цілісності CAN–шини. Вимірюється опір між лініями High і Low, перевіряється напруга сигналів, аналізується активність обміну кадрами. За допомогою сканера визначається, чи присутні всі очікувані блоки в мережі, та чи відповідають вони стандартній конфігурації. У разі виявлення аномалій відключаються підозрілі модулі з метою локалізації джерела конфлікту або короткого замикання. Особливу увагу приділяють стану роз'ємів, контактів та ізоляції проводки.

Фінальний аналіз результатів та складання звіту

На завершальному етапі всі зібрані дані аналізуються комплексно. Формується висновок щодо технічного стану двигуна, вказуються знайдені несправності, їх імовірні причини, рекомендації щодо усунення та попередження подібних ситуацій у майбутньому. Складається діагностична карта або сервісний звіт, який може включати дані зі сканера, графіки роботи датчиків, фото- або відеофіксацію дефектів, а також коментарі діагноста. Такий підхід дозволяє власнику автомобіля або механіку прийняти обґрунтоване рішення щодо подальших ремонтних робіт чи обслуговування.

В цілому, враховуючи норму часу надані СТО м. Тернополя на діагностику і виявлення проблем з компонентами, надається в середньому від 30 до 90 хв, в залежності від марки автомобіля.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення пристосування

Пристосування QDB-3A є універсальним електронним симулятором для перевірки та діагностики електричних і електронних систем сучасного автомобіля. Його головне призначення — створення керувальних сигналів для тестування компонентів без потреби в підключенні до реального автомобіля. Пристрій дозволяє генерувати імпульси змінної частоти й тривалості (PWM-сигнали), керувати подачею напруги, імітувати роботу крокових двигунів, котушок запалювання, клапанів та інших виконавчих механізмів. QDB-3A широко використовується у сервісних майстернях, навчальних центрах і лабораторіях для перевірки форсунок, датчиків Холла, систем запалювання та регулювання напруги, а також для демонстрації принципів роботи електронних блоків керування.

2.1 Будова і принцип роботи

Пристрій QDB-3A (див. рис. 3.1) має пластиковий корпус із цифровим дисплеєм, кнопковим управлінням і рядом вихідних роз'ємів. На передній панелі розміщено рідкокристалічний екран, на якому відображаються параметри сигналів — частота, тривалість імпульсу, рівень напруги та потужність. Під екраном знаходиться група кнопок для налаштування: FREQ ADJ — для зміни частоти, PWM ADJ — для регулювання ширини імпульсів, а також кнопки STEP MOTOR та MODE для вибору режиму. Праворуч розташовано поворотний регулятор VADJ для точного налаштування вихідної напруги.

Верхня частина панелі містить ряд роз'ємів для підключення навантажень та елементів: VADJ out — регульоване джерело живлення, Hall signal out — вихід для імітації сигналів з датчика Холла, GND — загальний

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінусовий контакт, Coil drive — вихід для керування котушками, Power out — загальний вихід живлення, а також виходи для перевірки запалювання (Ignition) і напруги. Вбудована електроніка формує сигнали відповідно до заданих параметрів і дозволяє перевіряти роботу компонентів у контрольованих умовах.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд пристрою QDB-3A

Принцип дії полягає у подачі заздалегідь визначеного електричного сигналу на елемент, який тестується. Наприклад, можна перевірити кроковий двигун, змінивши полярність імпульсів і спостерігати за його обертанням. Або

ж перевірити котушку запалювання, подаючи переривчастий сигнал із частотою, що відповідає роботі двигуна на холостому ході. Завдяки можливості точно змінювати параметри, пристрій дозволяє виявляти збої у відклику, затримку спрацювання або відсутність реакції елементів.

3.3 Методика роботи на пристосуванні

Початок роботи з пристроєм QDB-3A починається з підключення живлення до самого симулятора — зазвичай від зовнішнього джерела постійного струму до 26В. Після цього слід увімкнути пристрій і ознайомитися з інтерфейсом дисплея, де виводяться основні налаштування сигналу. Перед підключенням будь-якого зовнішнього пристрою (форсунки, крокового двигуна, котушки) потрібно встановити відповідний режим роботи за допомогою кнопки MODE.

У разі тестування форсунки або котушки, її контакти підключаються до виходу Coil drive або Power out, а загальний мінус — до GND. Далі встановлюється частота імпульсу за допомогою кнопок FREQ ADJ, а тривалість відкриття — за допомогою PWM ADJ. При подачі сигналу можна спостерігати за поведінкою тестованого елемента — його спрацюванням, нагріванням, споживанням струму. У разі перевірки крокового двигуна використовується режим STEP MOTOR із можливістю реверсу напрямку обертання. Для точного налаштування напруги, що подається на двигун або електроклапан, застосовується ручка VADJ.

При імітації сигналів датчика Холла до роз'єму Hall signal out підключається відповідний пристрій, і система генерує прямокутні імпульси, які можуть бути використані для перевірки блоків запалювання або ЕБУ. Аналогічно, у режимі запалювання (Ignition) перевіряється наявність і стабільність іскри, аналізується час затримки та частота спрацювання.

Після завершення тестування необхідно вимкнути пристрій,

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переконалися у відсутності залишкової напруги на роз'ємах і безпечно від'єднати всі компоненти. Під час роботи слід уникати коротких замикань і перевищення допустимої потужності навантаження. Регулярна практика роботи з цим тестером дозволяє швидко знаходити несправні компоненти та ефективно проводити передремонтну діагностику в лабораторних або сервісних умовах.

3.4 Інструкція з експлуатації тестера QDB-3A

Тестер QDB-3A призначений для подачі керувальних імпульсів і напруги на електронні компоненти автомобіля з метою перевірки їх працездатності без встановлення в транспортний засіб. Пристрій здатен імітувати сигнали до форсунок, катушок запалювання, крокових двигунів, датчиків Холла, а також забезпечувати регульовану подачу постійної напруги.

Перед початком роботи необхідно ознайомитися з елементами керування та вихідними роз'ємами приладу. Центральна частина корпусу містить екран, який відображає основні параметри: частоту сигналу, тривалість імпульсу (ширину), рівень напруги та потужність. Під дисплеєм розташовані кнопки для налаштування частоти (FREQ ADJ), ширини імпульсів (PWM ADJ), реверсу крокового двигуна (STEP MOTOR), вибору режиму роботи (MODE), а також обертовий регулятор напруги (VADJ) праворуч.

1. Підключення живлення

Перш ніж розпочати тестування, підключіть до пристрою джерело постійного струму (DC) з вихідною напругою не більше 30 Вольт. Живлення подається через роз'єм "DC V/ Ω ", дотримуючись полярності. На дисплеї має з'явитися інтерфейс із нульовими початковими значеннями.

2. Вибір режиму роботи

Натисніть кнопку "MODE", щоб перемикаєти режими, відповідно до типу компонента, який тестується:

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

PWM (імпульсна подача) — для перевірки форсунок, електромагнітних клапанів;

Coil drive — для керування котушками запалювання;

Step Motor — для крокових двигунів;

Hall Signal — для імітації сигналів датчика Холла;

Ignition — для перевірки систем запалювання.

Після вибору режиму підключіть відповідний пристрій до відповідних виходів. Наприклад, для форсунки — "Coil drive", для двигуна — "B, B, A, A", для сигналу — "Hall signal out".

3. Налаштування параметрів сигналу

За допомогою кнопок **FREQ ADJ** встановіть потрібну частоту (наприклад, 1 000 Гц), а кнопками **PWM ADJ** — ширину імпульсу (в межах 0–100 %). Ці параметри визначають частоту і тривалість відкриття електронного елемента. Для точного регулювання рівня напруги на виході "VADJ out" скористайтесь жовтим регулятором (1–9 рівень), який змінює вихідну напругу до 15 В.

Під час налаштування значення миттєво оновлюються на дисплеї.

4. Проведення тесту

Після підключення та налаштування натисніть кнопку запуску (**MODE** або відповідну команду залежно від функції). Стежте за роботою компонента — наприклад, прослуховуйте клацання форсунки, обертання двигуна або іскру в запальвальній системі. У разі некоректної поведінки — перевірте правильність підключення, а також оберіть інші параметри (частоту або напругу).

Якщо пристрій має візуальні або акустичні ознаки несправності — зупиніть тест і вимкніть подачу живлення.

5. Завершення роботи

Після закінчення тестування поступово зменште рівень напруги до мінімуму, вимкніть подачу сигналів і знеструмте пристрій, від'єднавши

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

джерело живлення. Обережно роз'єднайте підключені елементи. Не допускайте торкання роз'ємів руками одразу після роботи — можливе збереження залишкової напруги.

Застереження

Не перевищуйте рекомендовану напругу живлення (30 В DC).

Уникайте коротких замикань на вихідних клемах.

Не використовуйте пристрій у вологому середовищі або поблизу займистих рідин.

Після кожного використання перевіряйте стан кабелів та роз'ємів.

Пристрій не призначений для безперервної роботи понад 30 хвилин без перерви.

QDB-3A — ефективний інструмент для тестування ключових елементів автомобільної електроніки. Правильне використання пристрою дозволяє значно пришвидшити діагностику, зменшити час на пошук несправностей і забезпечити високу точність перевірки.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Охорона праці і навколишнього середовища

Побічний вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище пов'язаний з тим, що автомобільні дороги, стоянки, підприємства обслуговування займають все більшу і щорічно збільшуючи площу, необхідну для життєвої діяльності людини.

Негативна дія автомобілів на навколишнє середовище пов'язана з викидами шкідливих речовин в атмосферу, шумом і різними електромагнітними випромінюваннями.

Основними шляхами, направленими на охорону навколишнього середовища, є слідуюче: поліпшення технічного стану рухомого складу, які випускаються на лінію; переобладнання автомобілів для роботи на зрідженому газі; встановлення на двигун різні нейтралізатори; розробка очисних споруд, які дають високу ступінь очищення води, що дозволяє направити її в зону миття автомобілів; розробка пиле- і газо утримуючих споруд.

4.2 Основні правила техніки безпеки і санітарно-гігієнічні вимоги

Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів необхідно виконувати згідно з Положенням про профілактичне обслуговування та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту, Правилами технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту.

Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів проводиться на спеціально відведених ділянках, робочих місцях (постах), які оснащені необхідним устаткуванням, пристроями, інструментом, приладами згідно з нормативно-технічною документацією.

Розташування постів профілактичного обслуговування та ремонту,

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

відстань між автомобілями, що установлені на цих постах, а також між автомобілями і конструкціями будівель повинні відповідати нормам технологічного проектування.

Установлювати автомобілі в кількості, що перевищує норму, порушувати спосіб розстановки, зменшувати відстань між транспортними засобами і елементами будівель забороняється.

Виробниче устаткування і робочі місця слід розташовувати з урахування безпеки працюючих, зручності при виконаннях технологічних операцій згідно з нормами технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту ОНТП 01-91.

Виконання правил техніки безпеки обов'язкове для всіх робітників, службовців та ІТР при виконанні робіт, пов'язаних з обслуговуванням і ремонтом автомобілів. Особи, які порушили правила техніки безпеки, можуть бути притягнуті до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності.

Керівництву заборонено давати накази про проведення робіт, що заборонені правилами охорони праці.

Однією з форм боротьби за зниження і ліквідацію виробничого травматизму є навчання працівників правилам ТБ і пропаганда безпечних методів праці. Для успішного вирішення цих задач на АТП впроваджуються кабінети по ТБ, на базі яких проводиться ввідний інструктаж працівників, планові заняття.

Працівники повинні бути забезпечені комплектом справних інструментів і пристроїв. Обладнання і інструмент на протязі строку служби повинен відповідати вимогам безпеки. Користуватися несправними інструментами та пристроями забороняється.

Перед початком роботи потрібно перевірити всі інструменти, несправні замінити.

При ремонті автомобілів, ремонті, монтажі та експлуатації обладнання на

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автотранспортних підприємствах широко використовується ручна праця. При її використанні існує значна небезпека травмування робітників (поранення рук, забійні місця, опіки і т.д.).

Під час виконання робіт на дільниці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення, заготовки деталей, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника.

Щоб уникнути або зменшити випадки виникнення травмування, спричинених цими факторами, необхідно дотримуватись основних правил технічної безпеки.

На агрегатній дільниці основною є техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних, мийно-очисних робіт і використання спеціального устаткування, пристроїв та інструментів.

При виконанні розбирально-складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному:

- дільниця складання-розбирання повинна мати міцні неспалимі стіни;
- підлога повинна біти рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на дільниці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загромаджувати проходи;
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;
- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні оснастити захисними решітками;

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0,5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигунів, а також металеві частини обладнання занулені або заземлені;
- переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

В процесі мийно-очисних робіт потрібно дотримуватись таких умов безпеки:

Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках. Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів, що працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетилосвинцю гасом або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою.

Під час промивання агрегатів необхідно дотримуватись таких вимог:

- при механічному митті місце мийника повинно розташовуватися у водонепроникній кабіні;
- пост відкритого шлангового миття потрібно розміщувати в зоні, яка ізольовані від відкритих струмоведучих провідників та устаткування, що знаходиться під напругою;
- трапи, апарелі та підлоги на постах миття повинні бути шорсткою (рефлексною) поверхнею.

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт повинні бути обладнані місцевою вентиляцією. Крім місцевих вентиляційних відсосів на ділянці повинно бути занулення і заземлення.

Для захисту органів дихання шкіри, слизових оболонок очей під час виготовлення розчинів і при їх використанні слід використовувати

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індивідуальні засоби захисту: окуляри, рукавиці, респіратор. Розпочинаючи роботу, мийник повинен нанести на шкіру захисну пасту АВ-1. Особливу обережність необхідно зберігати при роботі з каустичною содою.

Забороняється: застосовувати для миття двигунів і агрегатів бензин та легкозаймисті матеріали; мити та знежирювати деталі без загальної припливо-втяжної та місцевої вентиляції у місцях мийки двигунів, агрегатів, мийних ванн.

Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів. Пересувне та переносне устаткування повинно мати захвати для його переміщення. Конструкція підставок (козелків) повинна забезпечувати надійність і стійкість при їх застосуванні, а також запобігти сковзанню транспортних засобів, які вставлені на них. На кожній підставці (козелку) повинно бути вказано гранично допустиме навантаження. Ручні інструменти не повинні мати пошкоджень на робочих поверхнях – відколів, вибоїн; на бокових гранях у місцях затискання їх рукою – задирок та гострих ребер; на дерев'яних поверхнях ручок інструментів – сучків, задирок, тріщин; поверхня повинна бути гладкою. Дерев'яні ручки інструментів повинні мати бандажні кільця. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок та головок болтів і не мати тріщин та забоїн. Площини зів'язки ключів повинні бути паралельними і не бути закатаними.

Забороняється користуватися пристроями та інструментами без щоденної перевірки їх перед роботою майстром або механіком; використовувати несправні інструмент або використовувати їх не за призначенням.

При проектуванні міроприємств направлених на забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних вимог експлуатації діляниць керуються документами, які офіційно регламентують ці умови.

Об'єм виробничих приміщень на одного працюючого встановлюються не менше 15 м³, а площа – не менше 4,5 м² при висоті 3,2м.

Умови праці можна охарактеризувати по таких оціночних показниках:

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- 1) метеорологічні умови або мікроклімат на робочих місцях у виробничих приміщеннях; температура повітря (t) $^{\circ}\text{C}$, відносна вологість (ψ)%, швидкість руху повітря на робочому місці (v) м/с, барометричний тиск (P) Па. Людина відчуває себе комфортно і найбільш працездатна, якщо температура навколишнього середовища коливається в межах від 19 до 25 $^{\circ}\text{C}$, при відносній вологості 60-40% і швидкості руху повітря 0,2-0,7 м/с.
- 2) санітарно-гігієнічні умови виробництва: запиленість, загазованість повітря з гранично допустимою концентрацією шкідливих речовин (ГДК) Мг/м^3 , рівень звуку (α_A) ДБ – до 85 ДБ, віброшвидкість (v) або рівень віброшвидкості при технологічній вібрації повинен перебувати в межах від 92 до 180 ДБ;
- 3) ефективність вентиляції приміщення (v) $\text{м}^3/\text{год}$. становить 50 $\text{м}^3/\text{год}$. на одного працюючого, опалення (Q) кДж, освітленість робочих поверхонь (E) Лк становить 200 Лк.
- 4) наявність площ та об'єму санітарно-побутових приміщень і їх обладнань в розрахунку на одного працюючого.

4.3 Забезпечення протипожежного стану ділянки

Протипожежний режим означає затримання працюючим спеціальних вказівок, протипожежних правил відповідно до умов виробництва.

Для забезпечення протипожежного стану на агрегатній ділянці необхідно дотримуватись вказівок, які полягають в наступному: приміщення потрібно дотримувати в чистоті, сміття, виробничі відходи і т.д. потрібно вилучати в потрібні місця. Не допускати використання проходів на ділянці для складання матеріалів, обладнання, інструментів.

Готову відремонтовану продукцію і виробничі відходи необхідно складувати в спеціально відведені для цього протипожежні місця.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Забороняється відкритий вогонь (пальні лампи, факели) для обігрівання трубопроводів із змерзлими або застиглими рідинами. На робочих місцях не допускається залишати промислові ганчірки, спецодяг. Для зберігання обтирочних матеріалів повинні бути встановлені у визначених місцях металеві ящики з кришками, які щільно закриваються. Спецодяг зберігають у спеціальних приміщеннях для попередження самозаймання, промаслену одягу розвішують. Легкозаймисті рідини (ЛЗР) і горючі рідини (ГР) потрібно зберігати тільки в закритих металевих ємностях, застосовувати скляну тару забороняється.

Всі приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежегасіння у відповідності з нормами. Для моторної дільниці на 100 м² норма становить один хімічний пінний вогнегасник ВП-3 або ВП-5, один вуглекислотний вогнегасник ОУ-2, ящик з піском, лопати металеві – 2 шт.

За станом засобів пожежегасіння слідкують спеціально призначені керівником підприємства працівники.

До організаційних протипожежних засобів на моторній належать:

- розробка правил та інструкцій протипожежної безпеки;
- організація вивчення цих правил та інструкцій;
- визначення терміну, місця й порядку проведення протипожежного інструктажу;
- організація належного протипожежного нагляду за об'єктами.

Пожежну безпеку на агрегатній дільниці підприємства забезпечують їх безпосередні керівники, які зобов'язані:

- 1) забезпечити дотримання на дільниці встановленого протипожежного режиму;
- 2) слідкувати за справністю виробничого обладнання і негайно приймати міри по усуненню виявлених несправностей, які можуть стати причиною пожежі;

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

- 3) слідкувати за тим, щоб після закінчення роботи з робочих місць і приміщень перебирались горючі відходи і відключались електроспоживачі;
- 4) забезпечувати постійну готовність до застосування засобів пожежегасіння, зв'язку і сигналізації, які є в наявності.

На підприємствах, в відділеннях повинні відводитися спеціально призначені і обладнані приміщення для паління. В місцях де паління заборонено, повинні вивішувати таблички “Паління заборонено!”. Основні причини, які сприяють виникненню і розвитку пожеж – порушення правил експлуатації приладів і обладнання з низьким протипожежним захистом, відсутність ефективних методів боротьби з вогнем.

Всі корпуси електродвигунів, розподільчих пунктів, пускової апаратури, світильників, повинні бути заземлені. Опір заземляючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом. В агрегатному відділенні повинна виконуватись пожежна сигналізація.

Для цілей пожежегасіння в агрегатному відділенні є пожежний кран і первинні засоби пожежегасіння (вогнегасник ОУ-5, ящик з піском).

Робоче місце у верстака повинно відповідати вимогам зручності і безпечності праці.

4.4 Розрахунок природного освітлення

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення необхідної кількості та площі вікон при боковому освітленні.

Світова площа вікон повинна бути рівною:

$$F_{\text{вік.}} = 54 \cdot 0,25 = 13,5 \text{ м}^2. \quad (4.1)$$

де - $F_{\text{вік}}$ - площа відділення, м²;

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

α - світловий коефіцієнт;

$\alpha = 0,25 - 0,3$.

У відділенні встановлено 6 вікон розміром 1,5 х 2,4 м.

Площа вікон у відділенні рівна 21,6 м²

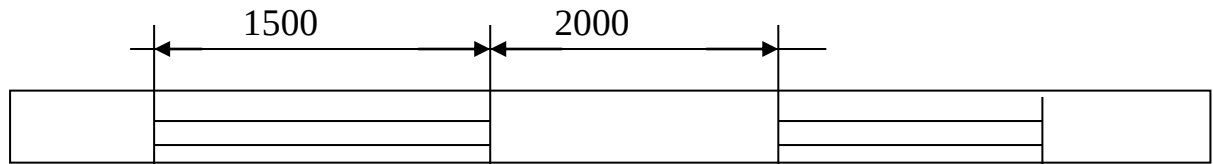


Рисунок 4.1 - Схема розміщення вікон

Розрахунок штучного освітлення

Згідно СНіП-П-4-79 нормативна мінімальна освітленість буде:

$$E_{н.мін} = 300 \text{ лк.}$$

Розраховуємо силу світлового потоку для люмінесцентних ламп:

$$\Phi_{розл} = \frac{E_{мін} \cdot K \cdot z \cdot S}{N_{сд.заг} \cdot M}, \text{ лк} \quad (4.2)$$

$$\Phi_{розл} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 1,11 \cdot 54}{9 \cdot 0,49} = 3038,7 \text{ (лк)}$$

Ставимо у два ряди 10 світильників марки ЛСП-Д₁ з люмінесцентними лампами. Вибираємо газорозрядну лампу марки ДРЛ-100 потужністю 100 Вт і силою світлового потоку 3500 лм.

Проводимо перевірочний розрахунок:

$$E_H = \frac{\Phi_{л} \cdot N \cdot M}{S \cdot z \cdot K}, \text{ лк} \quad (4.2)$$

$$E_H = \frac{3500 \cdot 10 \cdot 0,49}{54 \cdot 1,11 \cdot 1,5} = 372 \text{ (лк)}$$

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Розрахована загальна освітленість більша від нормальної, тим самим ми підтвердили правильність вибору кількості світильників і їх марок, які будуть позитивно впливати на працездатність робітників.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення $h_0 = 3.2$ м, що не суперечить вимогам СНиП II-4-79, відповідно до яких $h_0 = 2,6 - 4$ м, коли у світильнику менше чотирьох ламп.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p, \text{ м} \quad (4.3)$$

$$h = 3,2 - 0,8 = 2,4 \text{ (м)}$$

Оскільки довжина світильників мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме:

$$\sum L_{CB} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ (м)}$$

Розміщення світильників по висоті приміщення вказано на рисунку 4.2.

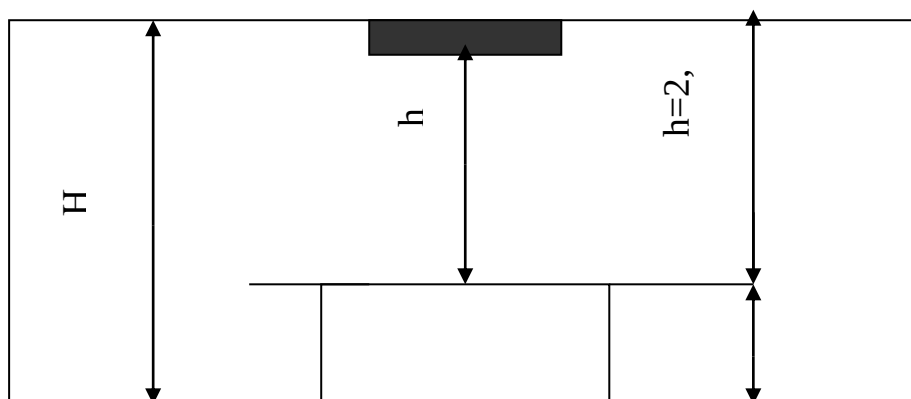


Рисунок 4.2 - Схема розміщення світильників

Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви рівні 0,5 м.

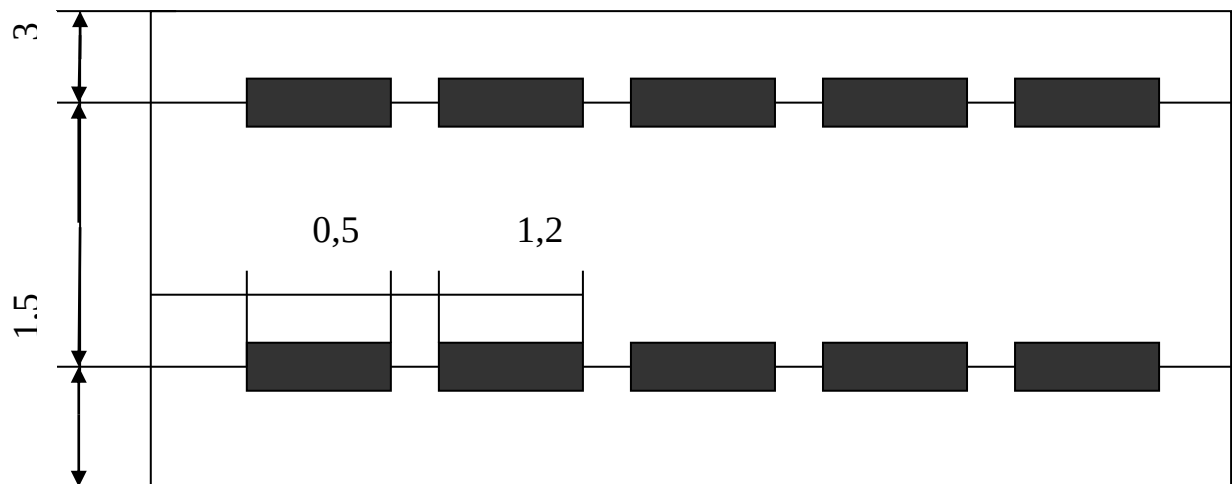


Рисунок 4.3 - Схема розміщення світильників у приміщені

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було детально досліджено методи та засоби діагностики автомобільних двигунів, що є невід'ємною складовою забезпечення їх надійної роботи та тривалого ресурсу. Проведений аналіз сучасних підходів дозволив виділити основні принципи виявлення несправностей на різних етапах експлуатації, що сприяє своєчасному технічному обслуговуванню і запобіганню серйозних поломок.

Особливу увагу було приділено застосуванню комп'ютерних систем діагностики, які значно підвищують точність і оперативність виявлення дефектів. Практична частина роботи підтвердила ефективність використання сучасного діагностичного обладнання при оцінці технічного стану двигунів різних типів.

Отримані результати свідчать про важливість комплексного підходу до діагностики, який включає не лише технічні засоби, а й професійні навички спеціалістів. Впровадження інноваційних методів у повсякденну практику автосервісів сприятиме підвищенню якості ремонту та обслуговування двигунів, що у підсумку забезпечить безпеку і економічність експлуатації транспортних засобів.

Таким чином, дослідження підтверджує актуальність теми і може бути використане як основа для подальшого вдосконалення процесів діагностики та ремонту автомобільних двигунів.

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коваленко В.І. Діагностика автомобільних двигунів: навч. посіб. — Київ: Видавничий дім «Академія», 2018. — 256 с.
2. Петренко О.М. Технічне обслуговування та ремонт двигунів внутрішнього згоряння: підручник. — Харків: ХНАДУ, 2020. — 312 с.
3. Іваненко С.П. Основи діагностики автомобільних систем: монографія. — Львів: Світ, 2017. — 198 с.
4. Смирнов В.Г. Комп'ютерна діагностика автомобільних двигунів. — Одеса: Фенікс, 2019. — 220 с.
5. Козак Ю.Б. Ремонт та діагностика двигунів внутрішнього згоряння. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2016. — 280 с.
6. Відеоуроки з діагностики автомобільних двигунів / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLautodiag> (дата звернення: 20.05.2025).
7. Онлайн-журнал «Автоексперт» — Розділ «Діагностика двигунів» / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://autoexpert.ua/diagnostics/engines> (дата звернення: 25.05.2025).
8. Форум спеціалістів з ремонту авто / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://carrepairforum.com.ua/topic/engine-diagnostics> (дата звернення: 30.05.2025).
9. Огляд сучасних діагностичних сканерів / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://autotools.com.ua/articles/diagnostic-scanners-review> (дата звернення: 05.06.2025).
10. Технічна документація на двигуни Volkswagen / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://vwtechdocs.com/engines/diagnostics> (дата звернення: 12.06.2025).

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

11. Автомобільні двигуни: діагностика та обслуговування / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://autodiagnostics.ua/engine-diagnostics> (дата звернення: 15.06.2025).
12. Сучасні методи комп'ютерної діагностики двигунів / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://cartech.com.ua/articles/engine-diagnostics-methods> (дата звернення: 15.06.2025).
13. Інструкція з експлуатації діагностичного обладнання Bosch KTS / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://boschdiagnostics.com/manuals/kts> (дата звернення: 14.06.2025).
14. Нові технології у діагностиці двигунів внутрішнього згоряння / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://autoexpert.com.ua/news/engine-diagnostics-innovations> (дата звернення: 15.06.2025).
15. Офіційний сайт виробника діагностичного обладнання Delphi Technologies / Електронний ресурс. — Режим доступу: <https://delphi.com.ua/products/diagnostics> (дата звернення: 14.06.2025).

					КРБ.605.14.00.00.000ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		