

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

_____ Дмитерко М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Довбуш М.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Навроцька Т.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Левкович М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри _____ Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Дмитерку Максиму Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen

Керівник роботи Навроцька Т.Д., к.т.н., асист.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2023 року № 4/7-72

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ТО та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Математична модель контролю технічного стану ЕСКД – А1; Дослідження характеристик якості функціонування стратегії обслуговування ЕСКД – А1;

Періодичність контролю технічного стану ЕСКД при наявності інформації про

надійність її елементів – А1; Методика визначення сукупності елементів,

що обмежують надійність ЕСКД – А1; Методика визначення сукупності

елементів, що обмежують надійність ЕСКД – А1; Модернізований

генеральний план – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	17.02.2023	
2	Технологічний розділ	10.03.2023	
3	Конструкторський розділ	15.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	06.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	24.05.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	20.06.2023	

Студент

(підпис)

Дмитерко М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Навроцька Т.Д.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Довбушу Максиму Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen

Керівник роботи Навроцька Т.Д., к.т.н., асист.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2023 року № 4/7-72

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ТО та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Розрахункові показники виробничих підрозділів СТО – А1;

Корегування нормативів ТО і ремонту АТЗ – А1;

Діагностичний прилад ДСТ-2М – А1;

Технологічна карта перевірки технічного стану електронної системи керування двигуном – 2А1;

Діагностичний пост перевірки технічного стану автомобіля – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	17.02.2023	
2	Технологічний розділ	10.03.2023	
3	Конструкторський розділ	15.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	06.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	24.05.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	20.06.2023	

Студент

(підпис)

Довбуш М.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Навроцька Т.Д.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра к.т.н., асистент Навроцька Т.Д.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 99 сторінок формату А4 та 12 аркушів формату А1 графічної частини 6 сторінок додатків.

Ключові слова: технічне обслуговування, технологічний процес, комп'ютерна діагностика, програмне забезпечення, електричні схеми.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Класифікація електронних систем автомобілів.....	10
1.2 Розвиток та класифікація електронних систем керування двигуном.....	11
1.3 Особливості системи підтримання працездатності АТЗ.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	23
2.1 Характеристика якості функціонування стратегії обслуговування.....	23
2.2 Періодичність контролю технічного стану ЕСКД при наявності певної інформації про надійність її елементів.....	28
2.3 Електронна система керування двигуном.....	32
2.4 Розрахунок і підбір технологічного обладнання.....	66
2.5 Розрахунок площ виробничих приміщень.....	68
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	70
3.1 Загальні відомості про сканери.....	70
3.2 Діагностика із застосуванням сканера ДСТ-2М.....	74
3.3 Особливості діагностики з застосуванням сканера KTS-650.....	78
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	85
4.1 Органи державного нагляду за охороною праці на підприємстві.....	85
4.2 Створення сприятливих умов праці на робочому місці.....	86
4.3 Вплив пилу і відпрацьованих газів на організм працівників.....	88
4.4 Техніка безпеки при технічному обслуговуванні і ремонті системи керування двигуна.....	92
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	94
БІБЛІОГРАФІЯ	96
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Ремонт і технічне обслуговування автомобілів є невід'ємною частиною їх експлуатації. З розвитком сучасної технології та поширенням електронних систем керування, автомобільний ремонт став складнішим і вимагає спеціалізованого підходу. Особливу увагу потребує ремонт та обслуговування електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen.

Електронна система керування двигуном є ключовим компонентом сучасного автомобіля Citroen. Вона відповідає за регулювання роботи двигуна, підтримання оптимальних параметрів роботи і забезпечення ефективності автомобіля. Електронна система керування включає в себе комп'ютер, датчики, актуатори та інші компоненти, які співпрацюють для забезпечення точного контролю над роботою двигуна.

Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen є критичним завданням для забезпечення безпеки та надійності автомобілів цього бренду. Воно передбачає розробку послідовних кроків, процедур і методів, які дозволяють ефективно виконувати діагностику, ремонт та обслуговування електронної системи керування.

При розробленні технологічного процесу необхідно враховувати специфіку конкретної моделі автомобіля Citroen, особливості його електронної системи керування, доступність необхідного обладнання та інструментів. Крім того, слід враховувати офіційні рекомендації виробника щодо обслуговування та ремонту.

Основна мета розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen полягає в забезпеченні високої якості робіт, зниженні часу витрат на ремонт та обслуговування, забезпеченні безпеки і задоволення потреб власників автомобілів Citroen.

У цьому дослідженні будуть розглянуті основні аспекти розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen. Будуть розглянуті критичні

кроки, інструменти, обладнання та методи, що використовуються при виконанні ремонтних та обслуговувальних робіт. Також буде розглянуто питання безпеки під час роботи з електронною системою керування та важливість відповідності рекомендаціям виробника.

Цей дослідження допоможе автомобільним майстрам, сервісним центрам та технічним спеціалістам у розробленні ефективних технологічних процесів для технічного обслуговування та ремонту електронної системи керування двигуном автомобіля Citroen, що покращить якість робіт і задоволення потреб клієнтів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Класифікація електронних систем автомобілів

На сьогоднішній день автомобілі мають значно поліпшену технічну оснащеність завдяки різноманітним електронним системам. Останні досягнення у сфері електроніки та мікропроцесорів сприяють покращенню надійності, комфорту та безпеки автомобілів.

У складі сучасних електронних систем автомобілів (див. Рис. 1.1) містяться такі елементи класифікації:

- ЕСКА - електронні системи керування автомобілем;
- ЕСКД - електронні системи управління двигуном;
- СБСА - спеціалізовані бортові системи автомобіля;
- ЛОМ - локальні обчислювальні мережі.

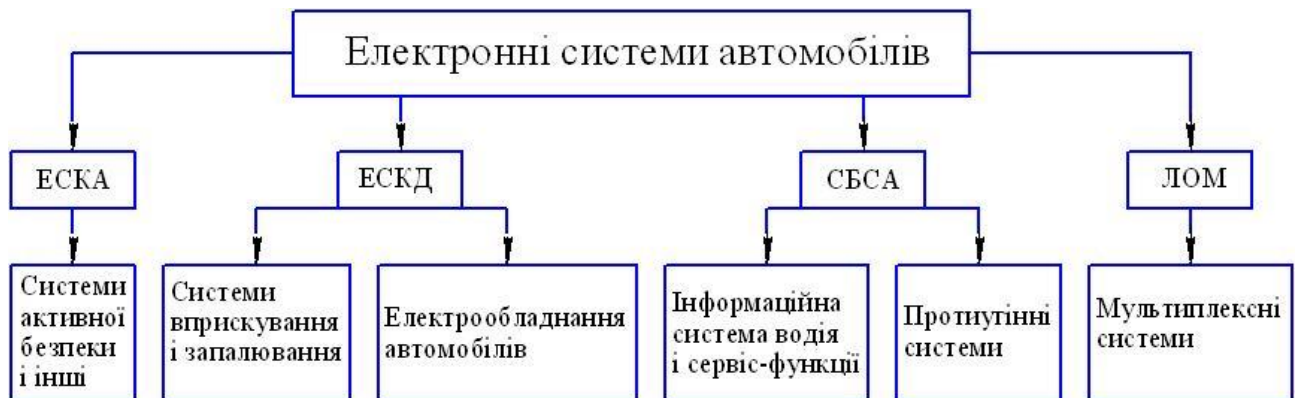


Рисунок 1.1 - Класифікація електронних систем автомобілів

Електронні системи керування автомобілем можна класифікувати на два види: перший тип спрямований на забезпечення безпеки під час руху автомобіля, а другий тип покликаний покращити керуваність та ергономіку автомобіля. Наприклад, система стійкості курсу запобігає заносу автомобіля, а автоматична трансмісія полегшує процес керування ним.

Серед електронних систем керування двигуном входять системи впорскування палива, запалювання та пуску двигуна, а також інші електричні пристрої автомобіля, які забезпечують надійну роботу двигуна і підвищений коефіцієнт корисної дії.

У комплексних бортових системах автомобіля знаходяться різноманітні компоненти, які включають системи відображення необхідної інформації для водія, системи, що підвищують комфорт автомобіля, системи навігації та протиугінні пристрої.

Локальні обчислювальні мережі є системами передачі інформації, що використовують технологію CAN і працюють у режимі мультиплексування. Ці мережі дозволяють суттєво зменшити кількість проводів, контактів і зв'язкових ланок на автомобілі.

1.2 Розвиток та класифікація електронних систем керування двигуном

В кінці 19-го століття розпочали дослідження забезпечення постачання палива під тиском у двигун. Саме в цей час були проведені перші експерименти в цій галузі. Першими системами вприскування було використано в авіації. У 1898 році газова фабрика Дойтц встановила першу систему вприскування на внутрішньо згоряючий двигун для авіації. Бензиновий двигун, оснащений механічною системою вприскування, був встановлений на літак братів Райт, який здійснив перший політ у 1903 році.

Автомобільні конструктори активно займалися розробкою систем вприскування для двигунів. У 1894 році з'явився перший експериментальний механічний пристрій для вприскування палива під тиском на 4-тактний двигун, рік перед винайденням карбюратора Даймлера і Майбаха. У 1912 році компанія "Bosch" почала розробляти механічні системи вприскування. Інші менш відомі компанії також проводили аналогічні дослідження. Проте механічні системи вприскування були встановлені лише на унікальних гоночних автомобілях, і не досягли серійного виробництва. На звичайних автомобілях все ще використовувався карбюратор, оскільки він був простіший у виготовленні, надійніший у використанні і набагато дешевший. З 1954 року в Німеччині був випущений перший серійний легковий автомобіль Mercedes-Benz 300SL з бензиновим двигуном, оснащений механічною системою вприскування типу K-Jetronic (див. рис. 1.2).

Згідно з інформацією, компанія "Bosch" випустила свою першу серійну систему впорскування на двоциліндровому двотактному мотоциклі "Гутброе-Супериор700" у 1951 році.

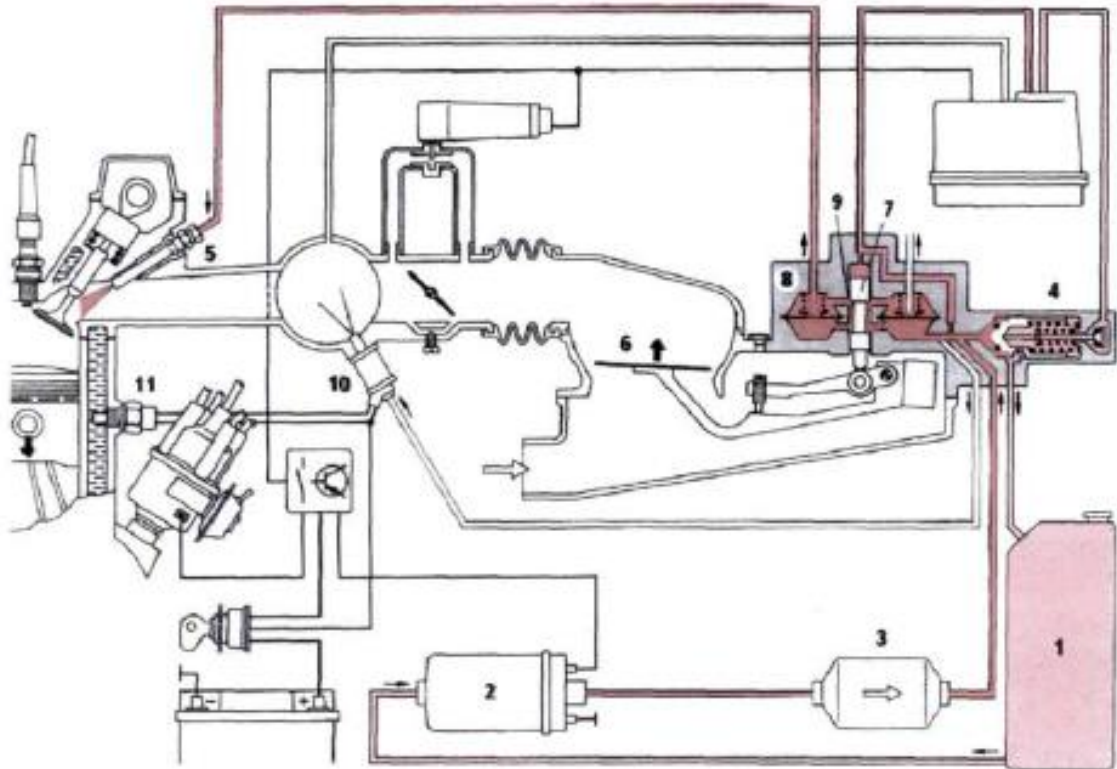


Рисунок 1.2 - Система безперервного упорскування K-Jetronic

Пізніше, подібні системи почали з'являтися на автомобілях інших виробників. В США компанія "Дженерал Моторс" (GM) виступила піонером в цій області. У 1957 році деякі моделі "Chevrolet" і "Pontiac" були пропонувані з механічною системою впорскування палива від "Rochester". Однією з найважливіших причин появи механічних систем у той період була їх висока надійність і доступна ціна, порівнянна з вартістю карбюраторних систем живлення. У той же 1957 році компанія "Vendix" розробила першу систему впорскування палива з електронним керуванням під назвою "Electrojector", а компанія "Chrysler" розпочала її встановлення на свої автомобілі. Однак, висока вартість і витрати на обслуговування цієї системи відлякують потенційних покупців.

Пізніше, подібні системи почали з'являтися на автомобілях інших виробників. В США компанія "Дженерал Моторс" (GM) виступила піонером в цій області. У 1957 році деякі моделі "Chevrolet" і "Pontiac" були пропонувані з

механічною системою впорскування палива від "Rochester". Однією з найважливіших причин появи механічних систем у той період була їх висока надійність і доступна ціна, порівнянна з вартістю карбюраторних систем живлення. У той же 1957 році компанія "Bendix" розробила першу систему впорскування палива з електронним керуванням під назвою "Electrojector", а компанія "Chrysler" розпочала її встановлення на свої автомобілі. Однак, висока вартість і витрати на обслуговування цієї системи відлякують потенційних покупців.

На сьогоднішній день існує широкий спектр різних типів систем впорскування палива. Для цього достатньо згадати, що впорскування може здійснюватися через різні компоненти системи подачі палива:

у впускний колектор (див. рис. 1.3), в такому випадку це центральне впорскування (іноді називається "Central-point Injection" або "Throttle Body Injection");

у простір перед клапаном кожного циліндра (див. рис. 1.4), що називається багатоточковим впорскуванням ("Multi-point Injection");

безпосередньо в камеру згоряння кожного циліндра двигуна (див. рис. 1.5), що відоме як безпосереднє або пряме впорскування ("Direct Injection").

Системи центрального впорскування, як крок уперед порівняно з карбюраторними системами живлення, все ж не відповідають сучасним вимогам через свою простоту, яка супроводжується певними недоліками. Аналогічно до карбюраторів, головним недоліком цих систем є нерівномірний розподіл паливної суміші між циліндрами, а також конденсація суміші у впускному колекторі, що призводить до роботи крайніх циліндрів на бідніших сумішах. Це збільшує споживання палива та рівень викидів порівняно з системами розподіленого впорскування. Системи багатоточкового впорскування є більш вдосконаленими, оскільки забезпечують окрему подачу палива до кожного циліндра. Впорскування може здійснюватися одночасно, попарно-паралельно або фазовано.

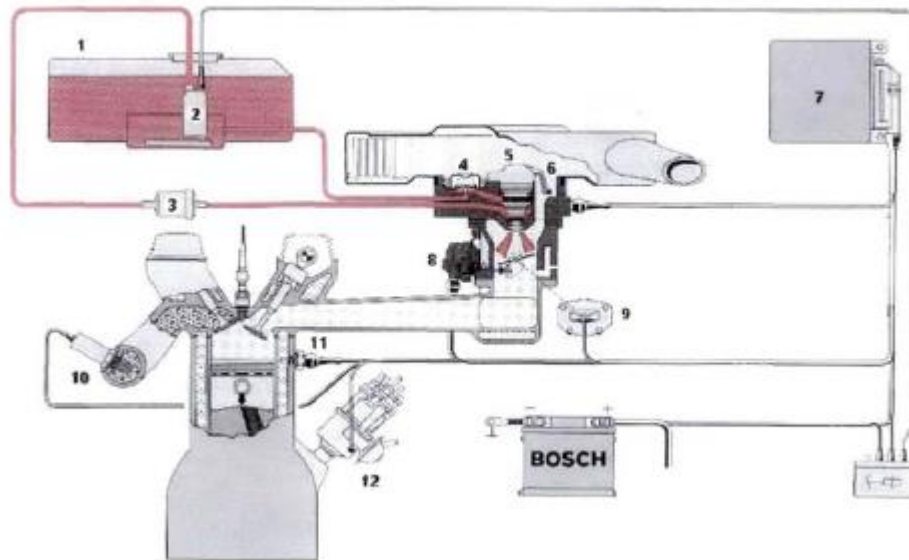


Рисунок 1.3 - Система центрального уприскування Mono-Jetronic

Перевагою таких систем є більш точне регулювання дози паливно-повітряної суміші та можливість використання датчика масового витрати повітря, що дозволяє уникнути коригування за температурою та щільністю повітря, як це було у системі K-Jetronic. В даний час найбільш перспективними є системи безпосереднього або прямого вприскування палива, які були вперше запропоновані компанією "Mitsubishi" у 1995 році під назвою GDI (Gasoline Direct Injection).

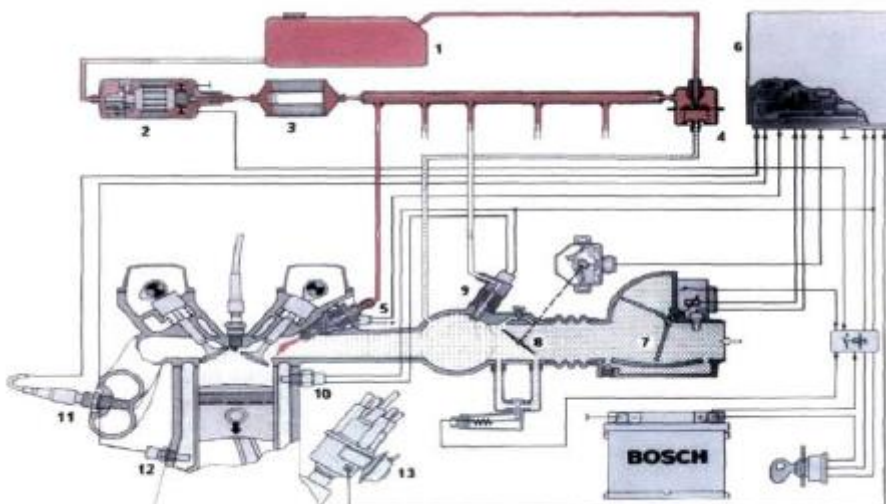


Рисунок 1.4 - Система багатоточкового уприскування L-Jetronic

Основною перевагою цих систем порівняно з багатоточковими системами вприскування є можливість працювати з біднішими паливно-повітряними

сумішами, де співвідношення повітря до бензину досягає 40:1. Це призводить до економії палива до 20% і зниження викидів оксидів азоту (NOx) до 90% при швидкості 40 км/год.

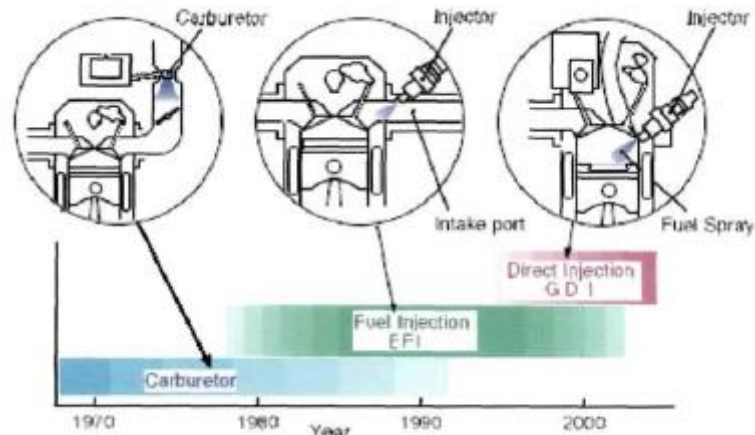


Рисунок 1.5 - Схематичне уявлення еволюції бензинових двигунів за роками

В сучасних системах подачі палива можуть бути використані як безперервне впрыскування (Continuous Injection), так і імпульсне впрыскування, коли паливо подається порціями (Pulsed Injection). Керування процесом впрыскування може бути здійснене за допомогою електронних, механічних або комбінованих методів. На рисунку 1.6 наведена загальна класифікація систем впрыскування.

Власники легкових автомобілів з електронними системами впрыскування палива (ЕСКД) виявляють певну обережність і схильність до недовіри щодо цих систем на основі досвіду експлуатації та обслуговування. Проте, з експлуатаційної точки зору, системи впрыскування є набагато надійнішими, у порівнянні з карбюраторами, які вимагають постійного очищення та налаштування. Крім того, автомобілі з ЕСКД мають переваги у плані ходових якостей, пускових властивостей в холодну пору року, економічності та екологічних показників. Однак, автомобілям з ЕСКД ставляться більш високі вимоги до якості палива. Використання етилованого бензину заборонено, оскільки це може призвести до пошкодження каталізатора та датчика кисню. Крім того, для забезпечення безперебійної роботи системи протягом усього терміну служби, всі датчики та виконавчі елементи повинні бути виготовлені з

високою точністю та використовувати дорожочінні метали, що призводить до підвищення вартості автомобілів.

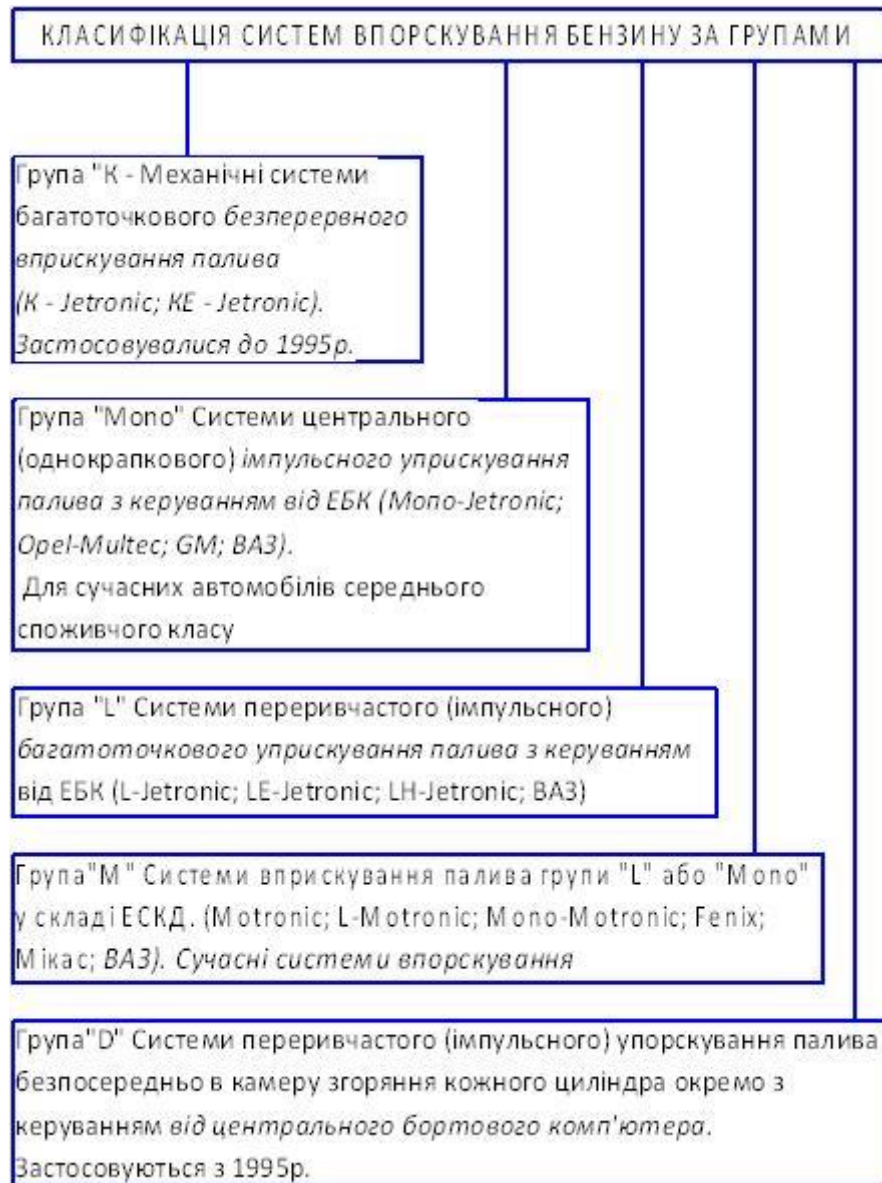


Рисунок 1.6 - Класифікація систем впорскування бензину

Загалом, системи впорскування палива мають більш логічну та просту конструкцію у порівнянні з карбюраторами. Проте, їх технічний рівень настільки високий, що виявлення несправностей без спеціального діагностичного обладнання є досить складним завданням.

З усе більшим використанням комп'ютерних електронних систем керування, зокрема у двигунах, у сучасних автомобілях, необхідно переглянути підходи до їх обслуговування. Це вимагає нового розуміння та спеціального навчання персоналу, який працює з автомобілями та діагностичним

обладнанням, а також актуалізації діагностичного обладнання для відповідності з удосконаленням комп'ютерних систем автомобілів.

1.3 Особливості системи підтримання працездатності АТЗ

Забезпечення прийняттого рівня працездатності автотранспортних засобів базується на раціональній стратегії підтримки та відновлення їх функціональності, яка регламентується у рамках системи ТЕА. Ця система включає різні види технічних втручань, критерії виконання яких визначаються фактичним станом автомобіля, його систем, компонентів та загальним ресурсом їх роботи перед виникненням відмов та несправностей.

Розподілення різних видів технічного обслуговування і ремонту на різних галузях народного господарства в рамках класифікації дозволило виділити основні групи таких впливів, а саме огляди, технічне обслуговування і ремонти. У цій класифікації також наведено основні функції, які виконуються цими видами впливів на оперативному, плановому та неплановому рівнях.

Для забезпечення технічно справного стану автомобілів, що належать індивідуальним власникам, необхідно своєчасно виконувати планове технічне обслуговування та ремонт.

Для поліпшення системи технічного обслуговування та ремонту був розроблений ефективний підхід, який спрямований на забезпечення стабільної надійності автомобілів, незалежно від їх віку. Цей підхід сприяє зменшенню різноманітності видів та обсягів робіт, необхідних для відновлення та підтримання функціональності під час технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів. Для досягнення цієї мети використовуються обґрунтовані нормативи, що регулюють технічне обслуговування та ремонт автомобілів.

Система підтримки працездатності має бути побудована на основі профілактичних стратегій, які включають технічне обслуговування та ремонт.

Оцінка необхідності технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів зумовлена в основному конструктивними

особливостями автомобілів, які мають найбільший вплив на визначення технологічних потреб у виконанні таких робіт.

Необхідність виконання профілактичних робіт обґрунтовується за допомогою критеріїв, що стосуються безпеки руху, мінімізації витрат та економіко-ймовірнісної оцінки.

Принципи планування технічних втручань дозволяють встановити припустимі відхилення в параметрах технічного стану, оптимальну частоту технічного обслуговування та вибір стратегій для підтримки працездатності.

Визначення оптимальних інтервалів технічного обслуговування для комплексу елементів, що підлягають профілактиці, є одним з найбільш розвинутих аспектів теорії технічної експлуатації. Для цього використовуються такі основні методи, як:

Метод аналогій та уточнень, який базується на порівнянні з аналогічними вузлами, механізмами або матеріалами, з подальшим уточненням встановлених інтервалів.

Метод, що ґрунтується на зміні зовнішнього вигляду вузла, механізму або матеріалу, для визначення оптимальних періодичностей ТО.

Метод визначення інтервалу ТО на основі допустимих значень та закономірностей зміни параметрів, що відображають технічний стан.

Визначення періодичності ТО з урахуванням допустимого рівня надійності.

Техніко-економічний метод, який забезпечує оптимальний баланс між витратами на ТО і надійністю роботи.

Економіко-імовірнісний метод, який враховує економічні та імовірнісні аспекти для визначення оптимальної періодичності ТО.

Таким чином, існують різні підходи до визначення оптимальних інтервалів технічного обслуговування в залежності від використовуваних методів та критеріїв.

Техніко-економічний метод враховує вплив зміни інтервалу технічного обслуговування (ТО) на вартість обслуговування та ремонту певного елемента. Оптимізація цього методу здійснюється шляхом мінімізації витрат на ТО та ремонт на одиницю часу, ураховуючи різні значення періодичності.

Після використання техніко-економічного методу та методу визначення оптимальної періодичності з урахуванням допустимого рівня безвідмовної роботи, наступним кроком є використання економіко-імовірнісного методу. Цей метод дозволяє здійснити порівняльну оцінку різних стратегій підтримки та відновлення працездатності автомобілів.

Отже, існує розмаїття методів, які використовуються для визначення оптимальних періодичностей технічного обслуговування (ТО). Однак, коли переходимо від визначення оптимальних періодичностей обслуговування окремих елементів до встановлення раціональних періодичностей для всієї системи в цілому, виникає проблема втрати принципу оптимальності.

Необхідність впровадження схеми східцевого технічного обслуговування (ТО) виникає з факту, що виконання обслуговування за оптимальними періодичностями профілактики призводить до безперервного утримання автомобіля у сервісному режимі, що є недоцільним і практично неможливим.

Для вирішення цієї проблеми наступним кроком є формування раціональних груп періодичностей для елементів системи. Головною метою групування є зменшення часу простоювання під час обслуговування, зниження кількості відвідувань автомобілів для обслуговування, а також спрощення обліку виконуваних робіт.

На підсумок вищеописаного огляду варто зазначити, що на практиці широкого поширення набули методи формування нормативів технічної експлуатації автомобілів, зокрема періодів технічного обслуговування, що базуються на обліку: допустимого рівня безвідмовності, допустимих значень та змін параметрів технічного стану, а також використання техніко-економічного методу та економіко-імовірнісних методів, зокрема узагальнюючого першого і третього методів. Всі ці підходи та методи формування режимів обслуговування базуються на представницькій інформації про надійність автотранспортних засобів, що потребує проведення тривалих експлуатаційних випробувань.

Однак, в умовах інтенсивної модернізації та кардинального оновлення модельного ряду легкових автомобілів і їх систем, як-то передових систем управління роботою двигуна, автоматичної коробки передач, АБС, ПБС,

подушок безпеки, кліматичної установки, охоронної системи, системи навігації, інтер'єру та інші, не є можливим на початковому етапі освоєння та експлуатації автомобілів отримати повний обсяг інформації про їх експлуатаційну надійність, що є основою для формування регламентів профілактичного обслуговування автомобільних транспортних засобів. Це вимагає розробки та практичної реалізації спеціальних прикладних методів, які дозволять на початковій стадії експлуатації транспортного засобу ефективно вирішувати зазначені завдання.

На практиці експлуатації легкових автомобілів з електронно-системою управління дійсно виникають деякі складнощі з підтримкою вимаганого рівня їх працездатності, який повинен забезпечуватися відповідно до нормативно-технічної документації, що визначає періодичність та послідовність технічного обслуговування автомобілів та їх систем. У великих містах, де мережа автосервісних центрів, як офіційних дилерів, так і приватних сервісних підприємств, є добре розвиненою і оснащеною необхідним діагностичним обладнанням та кваліфікованим персоналом, ця проблема не є настільки гострою, як на периферійних територіях з обмеженими автосервісними можливостями, де з ряду об'єктивних причин (недостатність необхідного обладнання та кваліфікованого персоналу) не приділяється достатньої уваги дотриманню регламентів обслуговування, встановлених заводом-виробником.

У сервісних книжках відображена структура системи технічного обслуговування, що вказує на потребу у проведенні регулярного ТО з фіксованою періодичністю. Кожен тип ТО, виконаний при певному пробігу, включає в собі від 40% до 75% списку операцій, які були проведені під час попереднього ТО.

У списку операцій зазначені типові роботи, які зазвичай виконуються під час технічного обслуговування, і більшість з них є спільними для всіх рівнів обслуговування. Проте, до 30% цих робіт виконуються через одне обслуговування.

Операції з технічного обслуговування ЕСКД є унікальними і переважно містять рекомендації щодо обов'язкової заміни окремих елементів при досягненні певного пробігу (наприклад, свічок, фільтрів і т.д.).

Рекомендації, що надаються автовиробниками щодо складності робіт (послуг) з технічного обслуговування і ремонту, використовуються лише при визначенні вартості виконання сервісних послуг згідно з розподілом по етапам технічного обслуговування, зазначеним у сервісній книжці.

Головними недоліками системи технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів є неповна технічна документація або її недоступність для приватних власників автотранспорту, а також відсутність нормативів для обслуговування високотехнологічних систем автомобілів, таких як ЕСКД. Варто враховувати, що власники автомобілів, як правило, використовують рекомендації заводу лише протягом гарантійного періоду і впродовж перших років експлуатації нового транспортного засобу.

Важливо зазначити, що в наш час існує нормативно-технічна документація, яка містить режими обслуговування високотехнологічних систем автомобілів (ЕСКД) і в основі її лежать стратегії профілактичного ТО і ремонту. Проте, ця документація не є повністю вичерпною або детально розробленою.

Попередній аналіз профілактичних робіт, який відображений в показниках, показує, що для автомобілів сімейства Citroen з ЕСКД Bosch М1.5.4, з усієї номенклатури елементів ЕСКД, що вважається 100%, візуальний і приборний контроль технічного стану з використанням сучасних діагностичних засобів може бути застосований до 17% і 83% паливної системи (МС), 25% і 100% системи запалювання (СЗ) та 17% і 83% системи уприскування (СВ) (див. рис. 1.8). Згідно з вимогами інструкції з експлуатації (сервісної книжки), тільки 17% елементів паливної системи підлягають візуальному і приборному контролю і заміні на пробігу 30 тис. км. Система запалювання і система уприскування не піддаються візуальному контролю, але 50% і 83% їх елементів підлягають приборному контролю, і 25% і 8% елементів відповідно обов'язково замінюються на черговому технічному обслуговуванні при пробігу 30 тис. км.

Аналогічна ситуація спостерігається і для ЕСКД Микас 5.4.

Сучасні діагностичні засоби надають можливість здійснювати приладовий контроль технічного стану на 83% елементів для транспортних засобів, 91% для системи уприскування і навіть до 100% для системи

запалювання. В той же час, частка візуального контролю технічного стану зменшується до 9% для системи уприскування і 17% для елементів транспортних засобів.

Також варто зазначити, що примусова заміна окремих елементів автомобіля на встановлених, згідно сервісних книжок, пробігах не завжди має належне обґрунтування. Попередні дослідження показали, що фактичні зноси та відмови в елементах можуть відрізнятися від рекомендацій, встановлених у нормативно-технічній документації заводом-виробником, і мати менші значення.

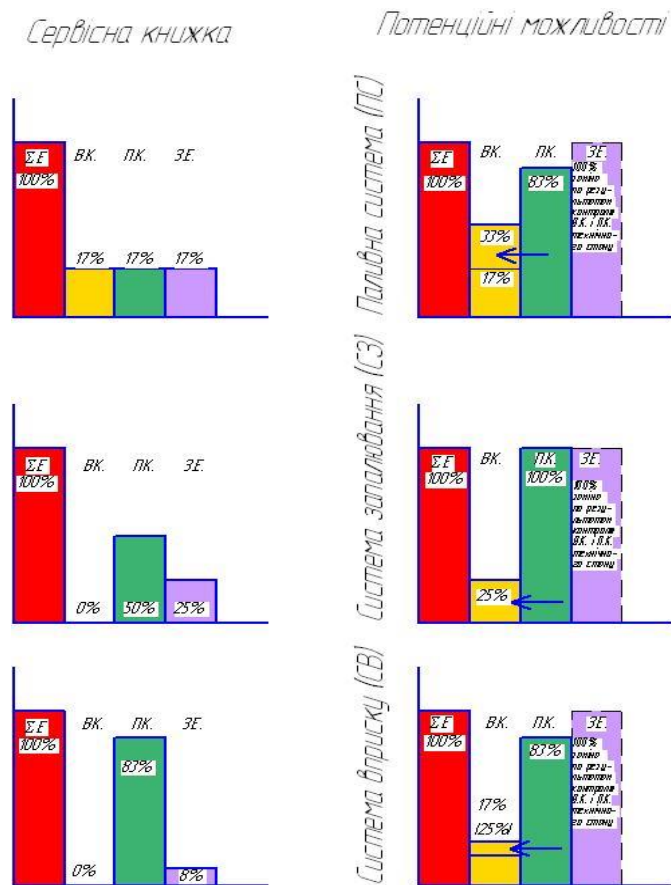


Рисунок 1.7 - Порівняльний процентний розподіл елементів ЕСУД Bosch M1.5.4 підлягають різним видам контролю технічного стану

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика якості функціонування стратегії обслуговування

Розглядаючи $X(t)$ стратегію обслуговування з точки зору його функціонування як регенеруючого процесу, можна визначити характеристику якості у вигляді дрібно-лінійного функціоналу. Цей функціонал представляє середні питомі втрати, які виникають через загальний час функціонування системи протягом періоду регенерації.

$$\bar{\Pi}(Q, F) = \frac{\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \Pi(x, y) dQ(x) dF(y)}{\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} D(x, y) dQ(x) dF(y)} \quad (2.1)$$

При цьому функція $F(y)$ умови обмеженої інформації про надійність елементів ЕСКД обмежують нашу здатність отримати повну інформацію про їх надійність. В наявності є лише обмежена кількість інформації, доступна для окремих точок або елементів. Це означає, що наша інформація про надійність елементів ЕСКД належить до певного класу. $G(n, y, p)$ функції розподілу, представлені в конкретних точках, можуть бути переформульовані як розподіли функцій, що відображають визначені точки розподілу $y = (y_0, y_1, \dots, y_n)$ приймають значення $p = (p_0, p_1, \dots, p_n)$, тобто:

$$F(y) \in G(n, y, p), \quad (2.2)$$

Отже, основним завданням є визначення гарантованого середнього виграшу та функції Q_{opt} , які встановлюють оптимальні інтервали для контролю технічного стану.

$$\bar{\Pi}(Q_{opt}, F_{opt}) = \min_{Q \in G} \max_{F \in G(n, y, p)} \bar{\Pi}(Q, F), \quad (2.3)$$

При оцінці вищезазначеного можна припустити, що втрати пропорційні тривалості, протягом якої елемент та автомобіль перебувають у певних станах A_2 і A_3 , тобто для

$$X(t) = \begin{cases} A_2 & \text{при} \\ A_3 & \text{при} \end{cases} \begin{cases} y \leq x \rightarrow (\text{ремонт}) \\ y > x \rightarrow (\text{профілактика}) \end{cases}, \quad (2.4)$$

При цьому значення середніх втрат можна представити у такій формі:

$$\Pi(x, y) = \begin{cases} (S_a \cdot T_a + S_{з.ч.}), & \text{при } y \leq x \\ C_n \cdot T_n, & \text{при } y > x \end{cases}, \quad (2.5)$$

У виразі (2.5) $(S_a \cdot T_a + S_{з.ч.})$ і $C_n \cdot T_n$ це означає, що ці величини відображають абсолютні витрати, які необхідно здійснити на кожному заїзді для проведення ремонтних робіт $S_{\Sigma a}$ і профілактичних $C_{\Sigma n}$ робіт, тобто:

$$\left. \begin{aligned} S_{\Sigma a} &= (S_a \cdot T_a + S_{з.ч.}) \\ C_{\Sigma n} &= C_n \cdot T_n \end{aligned} \right\}, \quad (2.6)$$

У свою чергу функція $D(x, y)$, є час знаходження розглянутого елемента (і автомобіля) в станах A_0 і A_1 і, для заданих $\alpha = X$ і $\varphi = y$, має вигляд:

$$D(x, y) = \begin{cases} x, & \text{при } x \leq y; \\ y, & \text{при } x > y. \end{cases} \quad (2.7)$$

Функціонал виражений у формулі (2.2), при заданих значеннях інтервалів профілактичних заходів $Q(x)$ є дрібно-лінійним щодо функції розподілу напрацювань на відмову $F(y)$. Тому для заданих значень напрацювань $y = (y_0, y_1, \dots, y_n)$ і відповідних їм значень ймовірностей виникнення відмов $P = (p_0, p_1, \dots, p_n)$ в інтервалах $[y_k, y_{k+1}]$ має місце стрибок ймовірності $\Delta p_k = p_{k+1} - p_k$. Отже екстремум $\bar{\Pi}(Q, F)$, може бути знайдений в класі східчастих функцій $G_{opt}(n, y, p)$, які беруть у точках напрацювань Y значення ймовірностей P :

$$\begin{aligned} \max_{F \in G(n, y, p)} \bar{\Pi}(Q, F) &= \max_{F \in G_{opt}(n, y, p)} \bar{\Pi}(Q, F) = \\ &= \max_{\substack{\tau_j \in [y_i, y_{i+1}) \\ i = (\bar{0}, \bar{n})}} \frac{\int_0^\infty \sum_{i=0}^n \Pi(x, \tau_i) \Delta p_i dQ(x)}{\int_0^\infty \sum_{i=0}^n D(x, \tau_i) \Delta p_i dQ(x)}, \end{aligned} \quad (2.8)$$

Оскільки з (2.6) і (2.8) видно, що по $\tau_i (i = \bar{0}, \bar{n})$ функція $\Pi(x, \tau_i)$ не збільшується, а функція $D(x, \tau_i)$ не убуває, то максимум $\bar{\Pi}(Q, F)$ з виразу (2.8) досягається при $\tau_i = y_i + 0$, тобто:

$$\max_{F \in G(n, y, p)} \bar{\Pi}(Q, F) = \frac{\int_0^\infty \sum_{i=0}^n \Pi(x, y_i + 0) \Delta p_i dQ(x)}{\int_0^\infty \sum_{i=0}^n D(x, y_i + 0) \Delta p_i dQ(x)}, \quad (2.9)$$

У свою чергу екстремум, тобто мінімум максимуму $\bar{\Pi}(Q, F)$ по $Q \in G$ за виразом (2.3), при виборі оптимальної функції $Q(x)$, терміни проведення профілактики визначаються з використанням різноманітних функцій розподілу

позитивних випадкових величин. Це означає, що екстремум досягається на спеціальній функції розподілу, яка має один стрибок у певній точці $x = \tau > 0$.

Враховуючи наведене вище і вираз (2.9), значення екстремуму (2.3) можна записати таким чином:

$$\bar{\Pi}(Q_{opt}, F_{opt}) = \min_{\tau > 0} \frac{\sum_{i=0}^n \Pi(\tau, y_i + 0) \Delta p_i}{\sum_{i=0}^n D(\tau, y_i + 0) \Delta p_i}, \quad (2.10)$$

Оскільки, як вже було зазначено раніше, функції (2.5) і (2.7) у виразі (2.10) є кусково-лінійними залежностями від змінної, $x = \tau$, то маємо:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=0}^n \Pi(\tau, y_i) \Delta p_i &= (S_a \cdot T_a + S_{з.ч.}) \cdot p_{k+1} + C_{\pi} \cdot T_{\pi} (1 - p_{k+1}); \\ \text{при } \tau \in [y_k, y_{k+1}), k &= (\overline{0, n}) \\ \sum_{i=0}^n D(\tau, y_i) \Delta p_i &= \sum_{i=0}^k y_i \Delta p_i + y_{k+1} (1 - p_{k+1}); \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

При цьому екстремум (мінімум) функції (2.10) при $\tau \in [y_k, y_{k+1})$, досягається в точці $\tau = y_{k+1} - 0$.

В той же час, враховуючи вираз (2.5) і (2.6), в яких відображені абсолютні витрати на один заїзд автомобілів в ремонт ($S_{\Sigma a}$) і на один заїзд на профілактику ($C_{\Sigma \pi}$), то розмірністю $\sum_{i=0}^n \Pi(\tau, y_i)$ в (2.12) і в чисельнику виразу (2.10) будуть сумарні витрати на періоді регенерації. Розмірністю $\sum_{i=0}^n D(\tau, y_i)$ в (2.11) і в знаменнику виразу (2.10), згідно з описом стратегії обслуговування викладеної вище, є час на періоді регенерації. Тим часом початкова інформація про надійність елементів автомобіля представляється у вигляді функцій розподілу напрацювань на відмови з розмірністю аргументу, як правило в тис. км. пробігу. Тому, зробивши в розмірності заміну, тимчасового фактора відмов на пробігове ($y_i = l_i$) та враховуючи вираз (2.6), можна для екстремальної функції мінімізації втрат $\bar{\Pi}(Q_{opt}, F_{opt})$, представлені в вираженні (2.10) з урахуванням (2.11), остаточно записати:

$$\bar{\Pi}(Q_{opt}, F_{opt}) = \min_{0 \leq k \leq n} \frac{p_{k+1} \cdot S_{\Sigma a} + (1 - p_{k+1}) \cdot C_{\Sigma \pi}}{\sum_{i=0}^k l_i \Delta p_i + l_{k+1} (1 - p_{k+1})} \quad (2.12)$$

У даному виразі Δp_i є стрибок ймовірності в інтервалах $[l_k, l_{k+1}]$, тобто

$$\Delta p_i = p_{k+1} - p_k, \quad (2.13)$$

При цьому $\min \bar{\Pi}(Q_{opt}, F_{opt})$ досягається в точці $\tau = l_{k+1} - 0$.

Значення $S_{\Sigma a}$ виступає як сумарні витрати на один позаплановий ремонт, тобто $S_{\Sigma a} = S_p$, яке визначається із статистичної інформації в процесі обслуговування та ремонту елементів ЕСКД в залежності від терміну служби (в режимі реальної експлуатації об'єкта).

Виконавши в (2.12) заміну значень ймовірностей p_k на загально прийняті позначення $F(L_k)$, а також висловивши значення сумарних витрат $C_{\Sigma n}$ на контроль технічного стану елементів ЕСУД спрощено через C , остаточно запишемо функцію мінімізації втрат $\bar{\Pi}(Q_{opt}, F_{opt})$ у вигляді:

$$\bar{\Pi}_k = \frac{F(L_{k+1}) \cdot S_p + [1 - F(L_{k+1})] \cdot C}{\sum_{i=0}^k L_i \cdot [F(L_{k+1}) - F(L_k)] + L_{k+1} \cdot [1 - F(L_{k+1})]}, \quad (2.14)$$

де $L_i = l_i$.

Практична реалізація розглянутої математичної моделі вираз (2.12) або (2.14) на рівні формування режимів обслуговування за елементами ЕСКД, передбачає врахування реальних витрат $S_p = S_p^{еп}$, що припадають на виконання одного ремонту. Дані витрати, які включають безпосередньо трудовитрати на ремонт з подальшим контролем якості виконаної роботи ($S_a \cdot T_a$), а також витрати ($S_{з.ч.}$) на запасну частину (вартість замінного елемента), не залежать від пробігу автомобіля, але враховують лише факт проведення робіт по i -му елементу, що розглядається. На рівні формування режимів обслуговування підсистем або ЕСКД в цілому передбачається врахування середніх інтервальних витрат на один ремонт, але розгорнутих у часі, тобто залежно від накопиченого пробігу автомобілів, що підлягали випробуванням і дослідженням.

При цьому, оскільки по підсистемах або ЕСКД в процесі експлуатації автомобіля можуть мати місце різні комбінації відмов або несправностей для певної множини елементів $\{j\}_l^k$, тобто прояв у ряді випадків ефекту групових відмов, це призводить до непостійності зміни середніх інтервальних витрат на один ремонт (\bar{S}_p) підсистеми або ЕСКД в цілому в залежності від пробігу автомобіля тобто:

$$\overline{S_p} = f(L_a) = var,$$

В (2.15) значення витрат $\overline{S_p}$ для кожного r -го інтервалу пробігу має вигляд:

$$\overline{S_{p,r}} = \frac{\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^k S_{jir}}{\sum_{i=1}^l n_{ir}}, \quad (2.16)$$

На рисунку 2.1 наведено графічне зображення визначення оптимального інтервалу обслуговування елементів ЕСКД.

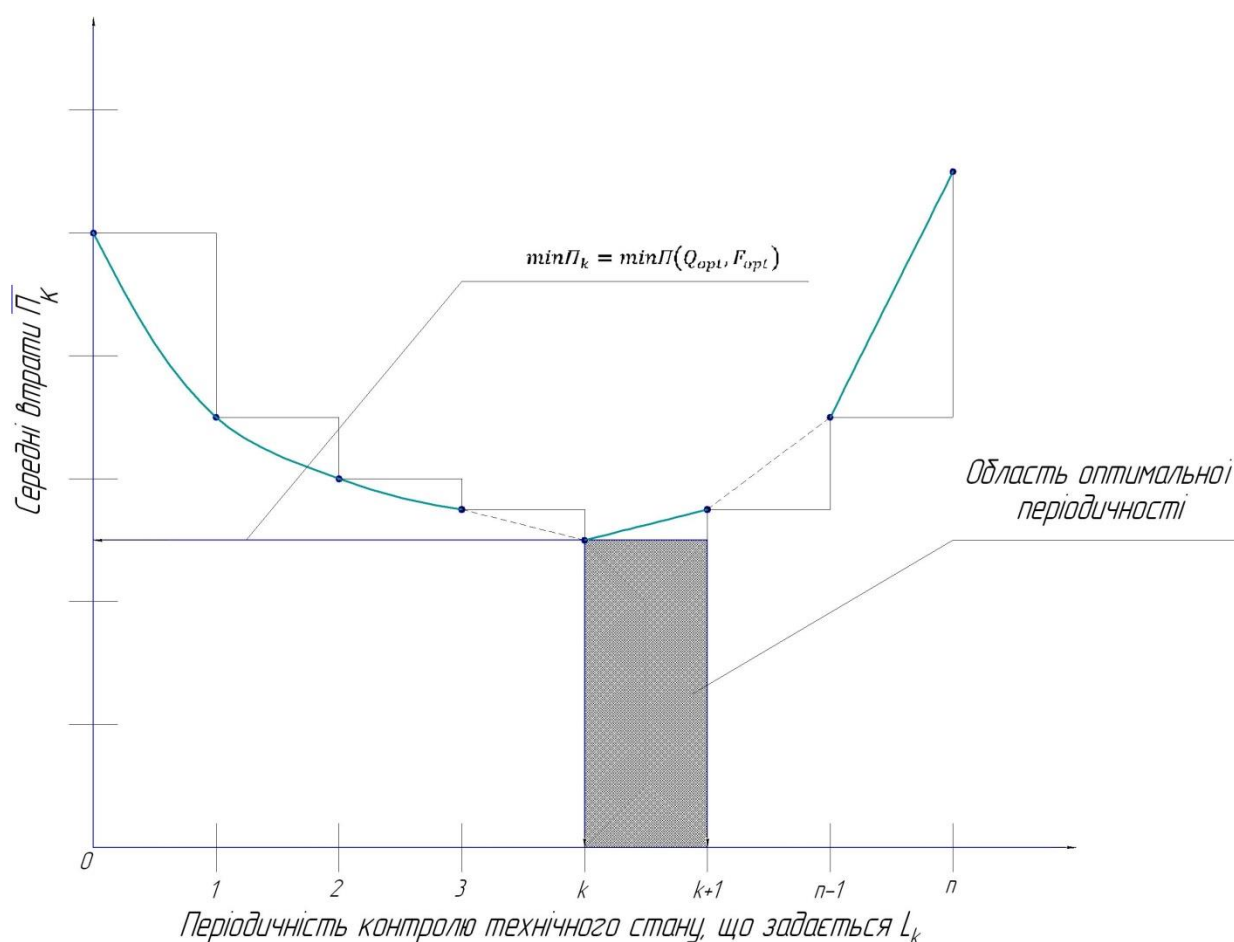


Рисунок 2.3 - Графічне зображення процесу оптимізації періодичності контролю технічного стану.

Використання представленої моделі дозволяє визначити оптимальну періодичність проведення профілактичних робіт для кожного елемента системи (ЕСКД) автомобіля, при обмеженому обсязі інформації про надійність цих елементів. Оскільки кожен елемент може мати свою власну оптимальну періодичність обслуговування, потрібно групувати знайдені раціональні

періодичності обслуговування різних елементів у однорідні групи. Це допоможе зменшити кількість заїздів автомобілів на обслуговування та ремонт. У наступних розділах будуть розглянуті рішення щодо даної задачі.

2.2 Періодичність контролю технічного стану ЕСКД при наявності певної інформації про надійність її елементів

У міру подальшої експлуатації рухомого складу з новими системами керування, ступінь невідомості щодо надійності цих систем зменшується, що дозволяє об'єктивно оцінити безвідмовність роботи їх елементів за допомогою лінійних функцій $p(l)$. Відмінністю цих лінійних функцій є їх здатність до об'єктивного опису безвідмовності, у порівнянні з дискретними функціями, які мають східчасту форму.

У справжній моделі II типу при формуванні задачі оптимізації періодичності контролю технічного стану елементів ЕСКД припускається, що моменти обслуговування, які визначені до досягнення автомобілем певного пробігу, мають однаковий розподіл з кінцевим математичним очікуванням. Це дозволяє створити оптимальну процедуру (або план) контролю технічного стану.

З урахуванням зазначеного, в загальному вигляді для $N(l)$ випадків контролю технічного стану елементів ЕСКД в інтервалі пробігу $[0, l]$ і напрацювання Δl від моменту виникнення відмови або несправності до моменту (пробігу) їх виявлення, загальні втрати складуть:

$$C[N(l) + 1] + S_{\text{пит}} \cdot \Delta l, \quad (2.17)$$

При цьому середнє значення функції загальних втрат $M[S_{\Sigma}]$ буде мати вигляд:

$$M[S_{\Sigma}] = \int_0^{\infty} \{C[Q(l) + 1] + S_{\text{пит}} \cdot M[\Delta l]\} dF(l), \quad (2.18)$$

Періодична процедура перевірок (контролю) може бути описана як $Q(l)$ функція відновлення.

Враховуючи, що надійність елементів системи описується розподілами, такими як експоненціальний, нормальний, Вейбулла, гамма-розподіл та інші, які широко використовуються в теорії надійності, можна визначити клас функцій Пойя другого порядку (PF_2). Ці результати є важливими для визначення оптимальної процедури контролю системи ЕСКД та її елементів $f(l) \in PF_2$, для (2.19) можна записати:

$$M[S_{\Sigma}] = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{L_k}^{L_{k+1}} [C(k+1) + S_{\text{пит}} \cdot (L_{k+1} - l)] dF(l), \quad (2.19)$$

У даному виразі $L_k < l \leq L_{k+1}$

$$\text{Так як:} \quad L_{k+1} = kL + L = L(k+1), \quad (2.20)$$

Таким чином, для системи або її елементів, які відмовляють у проміжку пробігу $[a, b]$, де a та b визначаються згідно з формулою (2.20), отримуємо діапазон значень.

$$kL < l \leq L(k+1), \quad (2.21)$$

Можна виразити сумарні витрати на проведення $(k+1)$ -го обслуговування та можливе усунення відмов і несправностей у наступній формі:

$$C(k+1) + S_{\text{пит}} \cdot (L_{k+1} - l) = C(k+1) + S_{\text{пит}} [L(k+1) - l], \quad (2.22)$$

Залежно від виразів (2.19) і (2.22), можна сформулювати оцінку загальної вартості витрат, включаючи витрати на проведення контролю технічного стану та витрати на усунення відмов і несправностей елементів ЕСКД, у такий спосіб:

$$M[S_{\Sigma}] = \sum_0^{\infty} \int_{k=0}^{(k+1)L} [kC + S_{\text{уд}} \{(k+1)L - l\}] dF(l) + C, \quad (2.23)$$

У даному виразі $S_{\text{уд}}$ є питомі витрати, які включають трудовитрати щодо усунення відмов і несправностей S_a , а так само витрати на запасні частини і матеріали ($S_{\text{з.ч.}}$).

Умовою, що є необхідною для досягнення оптимальності періодичної процедури контролю технічного стану, є така умова:

$$\frac{dM[S_{\Sigma}]}{dL_i} = 0, \quad (2.24)$$

Формування режимів обслуговування елементів ЕСКД у ситуації, коли маємо повну інформацію про їх надійність (залежно від накопичених експериментальних даних), здійснюється з використанням моделі, що описана у виразі (2.23). При цьому враховуються питомі витрати на усунення відмов і несправностей $S_{\text{пит}}$ (на 1000 км пробігу), що визначаються реальними витратами, що припадають на виконання одного ремонту $S_p^{\text{ел}} = S_{pj}$ розглянутого j -го елемента і його середнього напрацювання на відмову (О) або несправність (Н) \bar{L}_j , тобто:

$$S_{\text{пит}j} = \frac{S_{pj}}{\bar{L}_j}, \quad (2.25)$$

Загальні витрати S_{pj} для даної моделі мають той же фізичний зміст і складаються з тих самих компонентів, що й у моделі, що описана в виразі (2.14).

Одночасно, при формуванні режимів обслуговування підсистем ТС, СЗ, СВ та ЕСКД в цілому, при повній інформації про їх надійність, використання розглянутої моделі передбачає врахування середніх інтервальних витрат, які спрямовані на ремонт відповідних підсистем і систем. Ці витрати $\overline{S_{p,r}}$ обчислюються відповідно до математичного сподівання середніх наробітків на відмову для цих підсистем та систем за формулою (2.18) (О) або несправність (Н) – $\overline{L_{0;H}}$

Попередні дослідження, проведені автором цієї роботи, зосереджуються на експлуатаційній надійності елементів ЕСКД, включаючи підсистеми, такі як паливна система (ТС), система запалювання (СЗ) та система впорскування (СВ), а також на системі в цілому. Результати цих досліджень вказують на те, що відмови та несправності можуть виявлятися як раптово, так і поступово, і описуються моделями розподілу для "слабкої ланки". Це означає, що відмова або несправність будь-якого елемента може спричинити відмову або порушення роботи підсистем і системи в цілому. При цьому не вдалося підтвердити нормальний розподіл напрацювань, оскільки не було виявлено

багато незалежних факторів (відмов), які мають слабкий вплив на технічний стан та нормальне функціонування підсистеми ЕСКД. Враховуючи це, моделювання загальної вартості втрат $M[S_{\Sigma}]$ проводиться в інших форматах та підходах. Формулювання оптимальних режимів обслуговування елементів ЕСКД було засноване на аналізі закономірностей розподілу напрацювань до відмови і несправності. В цьому аналізі використовувалися експоненціальний розподіл та розподіл Вейбулла-Гнеденко. Таким чином, для функцій розподілу напрацювань до відмови і несправності певного виду

$$i \left. \begin{array}{l} F(L) = 1 - e^{-\lambda L} \\ F(L) = 1 - e^{-(L\alpha/\beta)} \end{array} \right\}, \quad (2.26)$$

Після простих алгебраїчних перетворень виразу (2.23), отримаємо наступну формулу, яка використовується для оцінки показника математичного сподівання загальних втрат $M(S_{\Sigma})$:

для експоненціального розподілу $F(L)$

$$M[S_{\Sigma}]_i = \frac{C + S_{\text{пит}} L_i}{1 - \exp(-\lambda L_i)} - \frac{S_{\text{пит}} i}{\lambda} \rightarrow \min, \quad (2.27)$$

для розподілу Вейбулла - Гнеденко $F(L)$

$$M[S_{\Sigma}]_i = \frac{C + S_{\text{пит}} L_i}{1 - \exp[-\frac{\alpha}{\beta} L_i^{\alpha}]} - \frac{S_{\text{пит}}}{\frac{\alpha}{\beta} L_i^{\alpha-1}} \rightarrow \min, \quad (2.28)$$

У виразах (2.26), (2.27), (2.28):

λ, α і β має вигляд:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{1}{\bar{l}} \\ \alpha = \varphi[Var(l)] \\ \beta = a^{\alpha} \end{array} \right\}, \quad (2.29)$$

Параметр β інакше може бути визначений з виразу виду:

$$\beta = \left(\frac{\bar{l}}{b_{\alpha}}\right)^{\alpha}, \quad (2.30)$$

Формування оптимальних періодичностей обслуговування кожного з елементів ЕСКД відкриває можливість подальшого розгляду процесу групування цих періодичностей в компактні класи. Це необхідно для встановлення остаточної періодичності обслуговування всієї системи ЕСКД в цілому.

2.3 Електронна система керування двигуном

Електронна система керування двигуном (ЕСКД) є сучасною технологічною системою, яка використовується для керування та оптимізації роботи двигуна автомобіля. Вона включає в себе комплекс електронних пристроїв, датчиків, актуаторів та програмного забезпечення, що спільно працюють для забезпечення ефективності, надійності та екологічності роботи двигуна. Будова ЕСКД може варіюватися в залежності від конкретної системи, але загальна структура включає такі основні компоненти:

Центральний керуючий блок (ECU): Це основний "розум" системи, де знаходиться мікропроцесор, який здійснює обробку сигналів та приймає рішення щодо керування двигуном. Він також відповідає за комунікацію з іншими системами автомобіля.

Датчики: ЕСКД використовує різні датчики для збору інформації про стан двигуна та навколишнього середовища. Наприклад, датчики тиску повітря, температури, обертів, положення дросельної заслонки тощо.

Актуатори: Це електромеханічні пристрої, які здійснюють керування різними параметрами двигуна. Наприклад, форсунки палива, клапани впуску та випуску, заслонки рециркуляції вихлопних газів. **Програмне забезпечення:** Воно виконує розрахунки, обробку сигналів та видає команди актуаторам на основі інформації, отриманої від датчиків. Таке програмне забезпечення зазвичай має складний алгоритм, який враховує різні параметри двигуна та забезпечує його оптимальну роботу.

Принцип роботи ЕСКД базується на неперервному зборі інформації з датчиків, аналізі цих даних та прийнятті відповідних рішень щодо керування параметрами двигуна. Наприклад, система може регулювати подачу палива, впливати на розподіл іскрового запалювання, контролювати тиск наддува та інші параметри для забезпечення оптимальної роботи двигуна з точки зору ефективності, потужності та екологічних показників.

ЕСКД впроваджується з метою поліпшення продуктивності та споживання палива, зменшення викидів шкідливих речовин та підвищення надійності роботи двигуна. Вона є невід'ємною складовою сучасних

автомобілів і сприяє досягненню більш ефективного та екологічного автоперевезення.

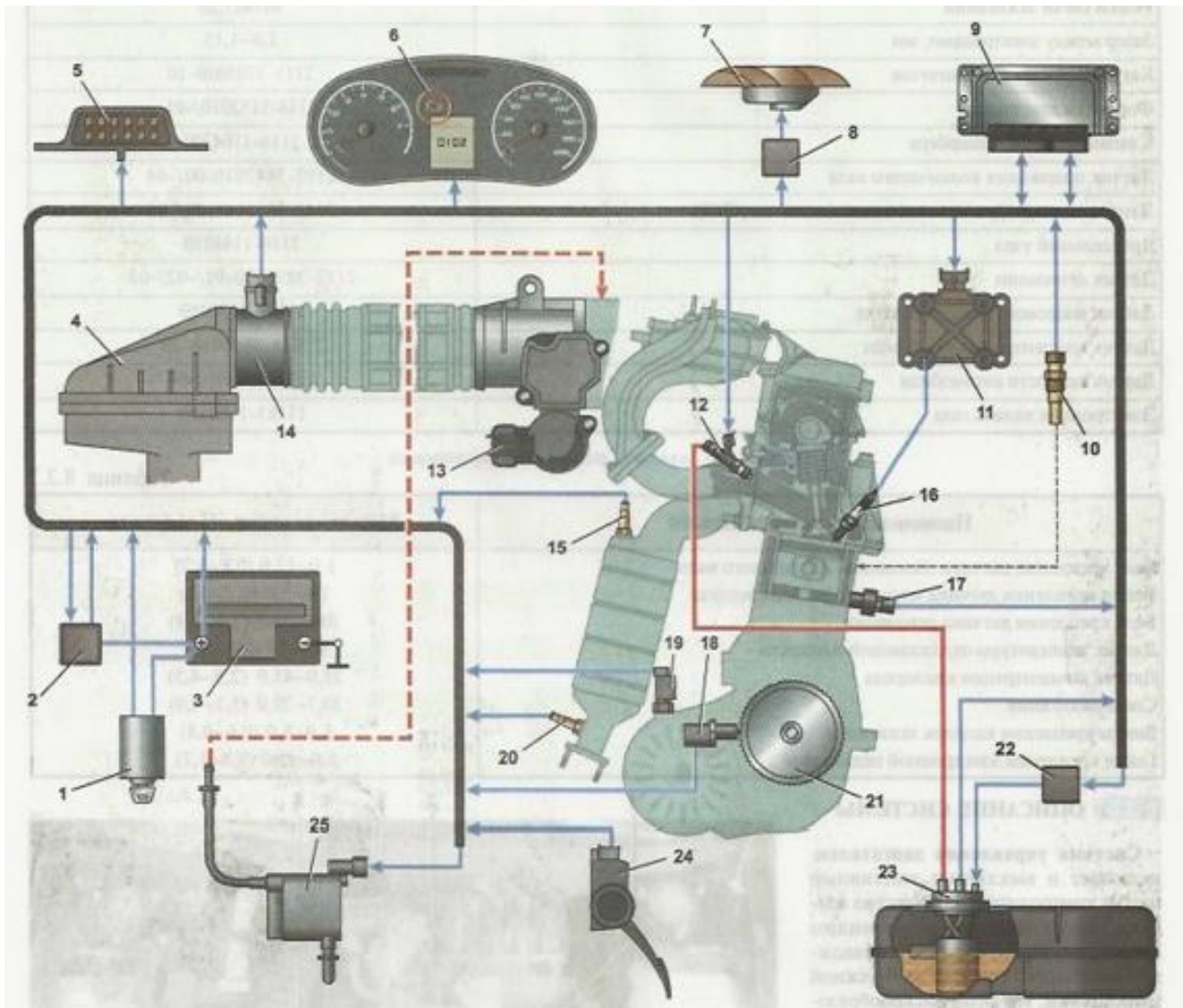


Рисунок 2.2 – Електронна система керування двигуном

1 - вимикач запалювання; 2 головне реле; 3 - акумуляторна батарея; 4 - повітряний фільтр; 5 - діагностичний роз'єм; 6 - щиток приладів; 7 - електровентилятор системи охолодження; 8 - реле включення електровентилятора; 9 - електронний блок управління; 10 - датчик температури охолоджуючої рідини; 11-котушка запалювання; 12 - паливна форсунка; 13 - дросельний вузол; 14 - датчик масової витрати повітря; 15 - датчик концентрації кисню (керуючий); 16 - свіча запалювання; 17 - датчик детонації; 18 - датчик положення колінчастого вала; 19 - датчик швидкості автомобіля; 20 - датчик концентрації кисню (діагностичний); 21 - шків колінчастого валу; 22 - реле включення паливного насоса; 23 - паливний модуль; 24 - електронна педаль газу; 25 - клапан продувки адсорбера

Головний керуючий елемент електронної системи керування двигуном (ЕСКД) - це електронний блок керування (ECU), який є "розумом" системи. ECU складається з мікропроцесора та інтегрованих схем, які виконують обробку сигналів та приймають рішення щодо керування різними параметрами двигуна.

ECU отримує дані з датчиків, які монтування на різних частинах двигуна та в системах його обслуговування. Ці датчики вимірюють такі параметри, як температура повітря, тиск, оберти колінчастого вала, положення дросельної заслонки, температура охолоджувальної рідини тощо. Отримані сигнали передаються до ECU, який аналізує їх та вживає відповідних заходів для керування параметрами двигуна.

ECU взаємодіє з актуаторами - електромеханічними пристроями, що здійснюють керування різними системами двигуна. Наприклад, форсунки палива, клапани впуску та випуску, заслонки рециркуляції вихлопних газів. ECU видає команди актуаторам на основі аналізу даних від датчиків та встановлює потрібні значення параметрів, щоб забезпечити оптимальну роботу двигуна.

Окрім цього, ECU має вбудоване програмне забезпечення, яке виконує складні алгоритми обробки даних та приймає рішення щодо керування. Це програмне забезпечення може бути перепрограмоване або оновлене для оптимізації роботи двигуна, враховуючи різні умови експлуатації.

Головна мета електронного блоку керування - забезпечити оптимальну роботу двигуна з точки зору ефективності, потужності, споживання палива та відповідності екологічним стандартам. Він контролює різні системи двигуна, забезпечуючи їх взаємодію та оптимальне функціонування.

Процес роботи електронного блоку керування (ECU) двигуном можна узагальнити наступним чином:

Збір та обробка даних: ECU отримує сигнали від різних датчиків, розташованих у різних частинах двигуна та систем його обслуговування. Ці датчики вимірюють параметри, такі як температура повітря, тиск, оберти колінчастого вала, положення дросельної заслонки, температура

охолоджувальної рідини тощо. ECU обробляє ці дані для отримання зрозумілих значень інформації про стан двигуна.

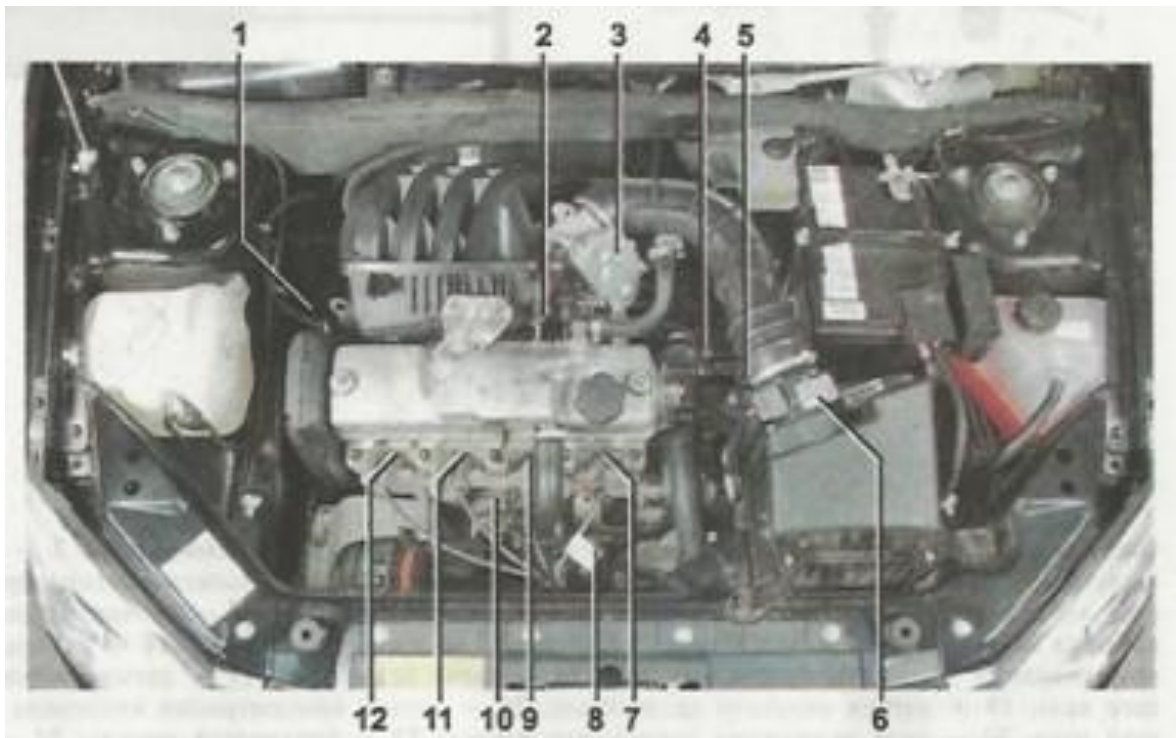


Рисунок 2.3 - Розташування елементів системи керування двигуном в моторному відсіку.

1 - місце установки датчика положення колінчастого валу; 2 - паливна форсунка третього циліндра (на фото не видно форсунки інших циліндрів); 3 - дросельний вузол; 4 - датчик температури охолоджуючої рідини; 5 - клапан продувки адсорбера; 6-датчик масової витрати повітря; 7 - свічка запалювання четвертого циліндра; 8 - котушка запалювання і високовольтні дроти; 9 - свічка запалювання третього циліндра; 10 - датчик детонації; 11 - свічка запалювання другого циліндра; 12 - свічка запалювання першого циліндра

Аналіз та врахування параметрів: З отриманих даних ECU аналізує поточний стан двигуна та враховує різні параметри, такі як швидкість руху автомобіля, навантаження на двигун, температура навколишнього середовища, вимоги до ефективності та витрати палива. Враховуючи ці фактори, ECU приймає рішення щодо оптимального керування параметрами двигуна.

Керування актуаторами: ECU видає команди актуаторам, які здійснюють регулювання різних систем двигуна. Наприклад, ECU може керувати форсунками палива для регулювання подачі палива, керувати клапанами

впуску та випуску для оптимізації надхдуву, а також контролювати роботу системи заслонки рециркуляції вихлопних газів. Ці команди забезпечують правильну роботу двигуна та досягнення оптимальних значень параметрів.

Моніторинг та діагностика: ECU постійно моніторить роботу двигуна та перевіряє наявність будь-яких несправностей чи відхилень від нормального стану. В разі виявлення проблеми, ECU може ввести режим обмеження потужності двигуна, а також відправити сигнал про несправність до діагностичної системи автомобіля.

Запис даних та адаптація: ECU зберігає дані про роботу двигуна, такі як кількість подачі палива, параметри запалювання, стан системи випуску тощо. Ці дані використовуються для подальшої адаптації та оптимізації роботи двигуна в майбутньому.

В цілому, електронний блок керування двигуном виконує складну функцію контролю та керування різними параметрами двигуна, забезпечуючи оптимальну роботу та ефективність. Його завдання полягає в забезпеченні точного керування системами двигуна та забезпеченні максимальної продуктивності і надійності двигуна.

Електронний блок керування (ЕБК) системи керування двигуном знаходиться під правою стороною панелі приладів, покритою шумоізоляційним матеріалом.



Рисунок 2.4 - Електронний блок керування (ЕБК).

Датчик положення колінчастого вала (ДПКВ) є електронним пристроєм, який використовується в двигуні для вимірювання точного положення колінчастого вала. Його основна функція полягає в тому, щоб виявляти моменти обертання колінчастого вала і передавати цю інформацію до системи керування двигуном.

ДПКВ зазвичай складається з фізичного датчика та електронної частини. Фізичний датчик знаходиться поруч з колінчастим валом і спостерігає за його рухом. Він може бути оснащений магнітом, імпульсним колесом або іншими механізмами, які генерують сигнали залежно від положення вала.

Електронна частина ДПКВ отримує ці сигнали від фізичного датчика і перетворює їх на електричні сигнали, які зрозумілі для системи керування двигуном. Ці сигнали можуть бути використані для визначення кута відкриття клапанів, моменту запалювання, контролю інжекторів палива та інших параметрів роботи двигуна.

Імпульси від датчика положення колінчастого вала з'являються з такою ж частотою, як і обертання самого колінчастого вала. На шківі, який пов'язаний з колінчастим валом, розташовані зубці з інтервалом в 6 градусів. Два зубці розташовані на відстані 18° один від одного. Це зроблено для створення послідовності опорних сигналів, які використовуються електронним блоком керування для визначення положення колінчастого вала відносно верхніх мертвих точок у першому/четвертому та другому/третьому циліндрах. Ці сигнали служать як особливі точки відліку, що дозволяють ЕБК точно визначити положення колінчастого вала.



Рисунок 2.5 - Розміщення датчику розтаування колінчастого вала.

Двигун не може працювати, якщо датчик положення колінчастого валу несправний. Ремонт датчика положення колінчастого валу не передбачений – при виявленні виникнення несправності він повинен бути замінений цілком, як одна одиниця.



Рисунок 2.6 - Датчик положення колінчастого валу

Датчик детонації (ДД) є п'єзоелектричним пристроєм, який використовується для виявлення детонаційних процесів у двигуні внутрішнього згоряння. Він працює на принципі конвертації механічних коливань, що виникають від детонації, в електричний сигнал. П'єзокристал в датчику генерує електричний струм при зміні тиску, що спричиняється детонаційними коливаннями. Цей електричний сигнал може бути використаний для контролю та регулювання параметрів роботи двигуна, забезпечуючи оптимальний режим роботи та запобігаючи пошкодженням двигуна внаслідок неправильної детонації. Датчик детонації є важливою складовою системи керування двигуном і дозволяє досягти оптимальної ефективності та безпеки його роботи.

Цього датчика детонації встановили на передній стіні блоку циліндрів.



Рисунок 2.7 - Датчик детонації.



Рисунок 2.8 - Розташування датчику детонації.

На автомобілі встановлюють датчик масової витрати повітря частотного типу, зарекомендував себе як надійний. У такого датчика в вихідному сигналі вимірюється не напруга, а частота.

Датчик масової витрати повітря (ДМРВ) є пристроєм, який використовується для вимірювання об'єму повітря, яке входить в двигун. Він є одним із важливих компонентів системи керування паливно-повітряною сумішшю.

ДМРВ зазвичай розташовується на воздуховоді або впускному колекторі двигуна, де він реєструє масову витрату повітря, що протікає через нього. Датчик працює на основі різниці тиску або на основі засвітки, залежно від типу використаної технології.

Зібрані дані про масову витрату повітря передаються до електронного блоку керування, який використовує цю інформацію для налагодження оптимального співвідношення паливо-повітря для ефективної роботи двигуна. Це дозволяє забезпечити оптимальну економію палива, підвищену продуктивність та зниження рівня викидів шкідливих речовин у вихлопний газ.

ДМРВ є важливим компонентом для контролю повітряного потоку, що входить у двигун, і використовується в багатьох типах автомобілів та інших двигунів з внутрішнього згорання.



Рисунок 2.9 - Розташування датчику масової витрати повітря

При отриманні сигналу від ДМРВ, ЕБК аналізує дані про масову витрату повітря і виконує необхідні обчислення для оптимального керування паливно-повітряною сумішшю. Це дозволяє забезпечити ефективну роботу двигуна з точністю до кількості надходящого повітря.

У випадку, якщо ДМРВ виявляється несправним, ЕБК автоматично активує резервний режим роботи. Це означає, що система переходить до альтернативних режимів керування, які базуються на інших доступних даних та параметрах, щоб забезпечити продовження роботи двигуна. Такий резервний режим дозволяє зберегти функціонування двигуна навіть при несправності ДМРВ, забезпечуючи його мінімальну працездатність.



Рисунок 2.10 - Датчик масової витрати повітря

Мотор-редуктор встановлюється на приводі дросельної заслонки двигуна і відповідає за його рух і контроль. Цей пристрій забезпечує точну регуляцію повороту дросельної заслонки, дозволяючи збалансувати подачу повітря до двигуна і оптимізувати його роботу.

Мотор-редуктор дозволяє змінювати положення дросельної заслонки з високою точністю і швидкістю, що дозволяє досягти ефективного керування потоком повітря і забезпечити оптимальні умови згоряння палива. Це сприяє зниженню викидів шкідливих речовин і відповідає більш суворим екологічним вимогам.

Використання мотор-редуктора в системі приводу дросельної заслонки є одним із способів, яким досягаються вищі стандарти екологічної придатності двигунів, забезпечуючи точну й ефективну регуляцію потоку повітря.

Електронна педаль газу не залежить від механічного зв'язку з дросельною заслонкою.

Електронна педаль газу працює на основі сигналів, що генеруються датчиками педалі. Коли водій натискає на педаль газу, відповідний сигнал передається до електронного блоку керування двигуном. Електронний блок керування обробляє цей сигнал і відповідно регулює відкриття дросельної заслонки.

У зв'язку з відсутністю механічного зв'язку, електронна педаль газу дозволяє більш точно та швидко реагування на дії водія. Вона також надає можливість програмового керування характеристиками реакції двигуна на натиск педалі газу, що дозволяє досягти оптимальної продуктивності і ефективності роботи двигуна.

Електронна педаль газу є однією з сучасних технологій, яка сприяє покращенню керованості та реактивності двигуна, а також забезпечує зручність для водія. Вона знаходить широке застосування в сучасних автомобілях, сприяючи покращенню їхньої продуктивності і паливної ефективності.

Дросельний вузол, розташований між ресивером впускного трубопроводу та повітряним фільтром, відповідає за регулювання кількості повітря, яке надходить в циліндри двигуна.

Повітря, необхідне для згоряння палива в циліндрах, потрапляє до двигуна через повітряний фільтр. При проходженні повітря через дросельний вузол, його пропускна здатність може бути змінювана в залежності від положення дросельної заслонки.

Заслонка дросельного вузла може бути відкритою або закритою, контролюючи пропускну здатність повітряного потоку. Це дозволяє регулювати кількість повітря, що надходить до циліндрів двигуна. За допомогою сигналів, що надходять з різних датчиків, електронний блок керування визначає оптимальне положення дросельної заслонки залежно від умов роботи двигуна, навантаження та багатьох інших факторів.

Регулювання кількості повітря, що надходить до циліндрів, має великий вплив на роботу двигуна. Відповідне змінення пропускну здатності дросельного вузла дозволяє досягти оптимального співвідношення повітря та палива, що забезпечує кращу продуктивність і ефективність роботи двигуна.

Таким чином, дросельний вузол є важливою складовою системи впуску двигуна, яка контролює кількість повітря, що надходить до циліндрів, і забезпечує оптимальну роботу двигуна в різних режимах руху.



Рисунок 2.11 - Дросельний вузол

Модуль педалі газу, який іноді називають модулем електронної педалі газу, складається з інтегрованої конструкції, що включає пластмасовий важіль та два датчики. Важіль і датчики розташовані в кронштейні, утворюючи один цілий елемент.

Елементи модуля педалі газу виготовлені з пластмаси і складаються в єдину конструкцію. Пластмасовий важіль, що виконує функцію педалі, інтегрований з кронштейном, в якому розташовані два датчики. Цей модуль педалі газу може бути встановлений в автомобільній кабіні та використовується

для керування роботою двигуна шляхом передачі сигналів до електронного блоку керування.



Рисунок 2.12 - Електронна педаль газу

Кожний датчик розташування педалі газу, який вбудований у кронштейну педалі газу, функціонує як потенціометр. Контакт який рухається цього потенціометра прив'язаний нерухомо до поворотної вісі важелю педалі. Електронний блок керування (ЕБК) неперервно моніторить положення педалі за сигналами від цих датчиків. Зміна положення педалі контролюється через змінний опір на виводі двох датчиків. За цими параметрами ЕБК надсилає керуючі команди до мотор-редуктора дросельного вузла та паливних форсунків.

Однак, через знос рухомих контактів чи струмопровідних доріжок, датчики можуть вийти із ладу чи подавати некоректні сигнали. В результаті цього розбалансовані сигнали можуть призвести до нестабільної роботи двигуна і можливих "провалів" при перехідних режимів. Навіть під час роботи в режимі холостого ходу, частота обертання колінчастого вала двигуна може змінюватися непередбачувано.

У випадку виходу із ладу хочаб одного із датчиків або його ланцюга, спрацює контрольна лампочка не справності ЕСКД. Як що протягом контрольного часу сигнал із датчику не з'явиться, електронна система керування переключить систему у резервний режим роботи. При цих режимах, при різкому натисканні педалі газу до повного віджиму, оберти двигуна будуть зростати помалу. Автомобіль може продовжувати рухатися до місця ремонту на

власному ходу. Можливе незначне збільшення витрати палива та зміни тих чи інших параметрів роботи двигуну.

Якщо обидва датчики вийдуть з ладу, ЕБК переведе систему керування двигуном в аварійний режим роботи. У цьому режимі двигун буде працювати лише на обертах трохи вище холостого ходу (1500 об/хв). При цьому автомобіль зможе продовжувати рухатися, хоча з невеликою швидкістю. Це дозволить водію у разі потреби залишити перехрестя, з'їхати на узбіччя або перемістити автомобіль до безпечного місця на коротку відстань.

Для активації певних режимів роботи в системі керування двигуном необхідно контролювати положення педалі гальма. Для цього використовується вимикач сигналів гальмування, який має дві пари контактів.



Рисунок 2.13 - Розташування контактів

Для забезпечення з'єднання між вимикачем та ЕБК використовується додатковий кабель. Крім цього, необхідно мати датчик, який відслідковує активацію та вимкнення зчеплення. Цей датчик монтують в кронштейн педалі зчеплення.



Рисунок 2.14 - Датчик, що відслідковує включення і вимкнення зчеплення

Датчик положення педалі зчеплення працює на основі того ж принципу, що й вимикач сигналу гальмування.

Датчик який показує концентрацію кисню генерує вихідний сигнал, що використовується ЕБК для визначення концентрації кисню в вихлопних газах. Дані які отримав ЕБК регулює порції палива, яке впускається в циліндри двигуна, забезпечуючи оптимальне співвідношення повітря та палива (це необхідно для ефективної роботи каталітичного нейтралізатора). Чутлива частина датчику концентрації кисню розташований в потоковій вихлопних газів на початку каталітичним нейтралізатором. Для працездатності датчика необхідно нагріти його чутливий елемент до температури, що не нижче 300°C. Датчик має вбудований нагрівальний елемент, що допомагає скоротити час прогрівання.

Для того, щоб двигун мав відповідність вимогам стандарту токсичності Євро IV, у системі випуску відпрацьованих газів по закінченню каталітичного нейтралізатору додано ще один датчик який концентрує кисень.



Рисунок 2.15 - Датчик концентрації кисню

Вміст сполук свинцю та кремнію у відпрацьованих газах може призвести до поломки датчику концентрує кисень. Відповідно використання етилованого

бензину не допускається. Під час ремонту двигуна слід уникати використання герметика, що містить велику кількість силікону, оскільки його пари можуть потрапити до циліндрів через систему вентиляції картера та відповідно до випускної системи. Рекомендується герметик використовувати відний.

Датчик температури охолоджуючої рідини - це пристрій, який вимірює температуру рідини, що циркулює в системі охолодження двигуна. Він грає важливу роль у контролі температури двигуна, що дозволяє забезпечити його оптимальну роботу і запобігти перегріву.

Датчик температури охолоджуючої рідини зазвичай розташовується в околицях двигуна або в самому радіаторі. Він складається з термістора або терморезистора, які змінюють свої електричні властивості в залежності від температури. При збільшенні температури охолоджуючої рідини, опір термістора або терморезистора змінюється, що дозволяє виміряти і передати відповідний сигнал до системи керування двигуном.

Отримані дані про температуру охолоджуючої рідини передаються до електронного блоку керування (ЕБК). На основі цих даних ЕБК приймає рішення щодо регулювання параметрів роботи двигуна, наприклад, керує режимами роботи вентилятора охолодження, регулює суміш повітря-палива або активує заходи захисту від перегріву.

Несправність датчика температури охолоджуючої рідини може призвести до неправильної роботи системи охолодження та вплинути на ефективність двигуна. Тому важливо регулярно перевіряти його стан і замінити в разі необхідності.

У разі несправності датчика температури охолоджуючої рідини (ДТОЖ), електронний блок керування (ЕБК) автоматично переведе систему на резервний режим роботи. Це застережний захід, що дозволяє забезпечити безпеку і захист двигуна у випадку відмови датчика.

У резервному режимі роботи, ЕБК використовує замість точних даних від ДТОЖ загальні параметри і алгоритми, що забезпечують безпечну роботу двигуна. Наприклад, ЕБК може розраховувати температуру охолоджуючої рідини на основі інших параметрів, як-от температури повітря або часу роботи двигуна.

Перехід на резервний режим дозволяє продовжувати рух автомобілем, незважаючи на несправність ДТОЖ. Однак, варто зазначити, що у резервному режимі можуть відсутні або обмежені деякі функції, які залежать від точного виміру температури охолоджуючої рідини. Тому важливо відремонтувати або замінити несправний датчик якомога швидше, щоб повернутися до повноцінної роботи системи керування двигуном.



Рисунок 2.16 - Датчик температури охолоджуючої рідини з мідним кільцем ущільнювача

У датчику швидкості, який використовує ефект Холла, знаходиться спеціальний матеріал з провідними властивостями. Коли цей матеріал піддається магнітному полю, що створюється зубцями або іншими магнітами на коробці передач, виникає електрична напруга внаслідок ефекту Холла. Ця електрична напруга пропорційна швидкості обертання зубців або магнітного поля і передається до системи керування автомобіля.

Отримана інформація про швидкість автомобіля використовується для розрахунків та контролю в системі керування, таких як антиблокувальна система гальмування (ABS), система керування стабільністю (ESP), круїз-контроль, вимірювання відстані і багато інших функцій.

Таким чином, датчик швидкості на основі ефекту Холла дозволяє отримувати точні дані про швидкість автомобіля, що необхідні для правильної роботи різних систем і функцій автомобіля.

Котушка запалювання - це електричний пристрій, який використовується в системі запалювання двигуна внутрішнього згорання. Її основна функція полягає в генерації високої напруги, необхідної для запалювання суміші повітря-паливо в циліндрі двигуна.



Рисунок 2.17 - Датчик швидкості автомобіля

Котушка запалювання має дві головні частини: первинну і вторинну обмотки. Первинна обмотка підключена до джерела постійного струму (зазвичай акумулятора автомобіля) і відповідає за створення магнітного поля. Вторинна обмотка знаходиться у близькому контакті з первинною обмоткою і має значно більше витрат.

При подачі струму на первинну обмотку котушки запалювання, вона генерує магнітне поле. Потім, шляхом відключення струму, створене магнітне поле раптово змінюється, що спричиняє індукцію вторинної обмотки і генерацію високої напруги. Ця висока напруга подається до свічок запалювання, які спалахують суміш повітря-паливо в циліндрі двигуна.

Котушки запалювання зазвичай розташовуються безпосередньо на верхній частині свічок запалювання або поблизу них. Залежно від типу двигуна може бути використана одна котушка запалювання на всі циліндри або окремі котушки для кожного циліндра.

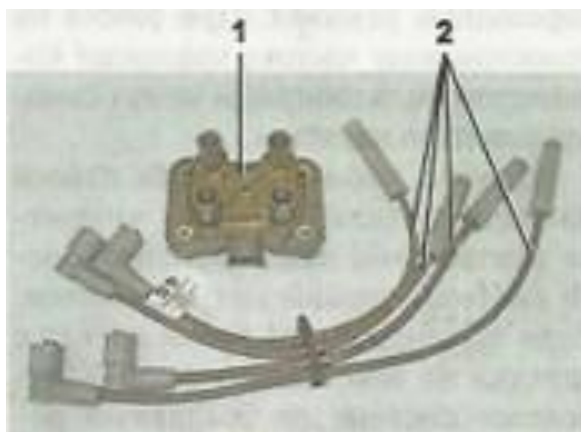


Рисунок 2.18 - Елементи системи запалювання

Завдяки роботі котушки запалювання, забезпечується ефективно та точно запалювання паливної суміші в циліндрі двигуна, що забезпечує оптимальну продуктивність та паливну економію.

На двигун можна встановити свічки аналогічного типу інших виробників:

- WR7DCX (BOSCH);
- LR15YC-1 (BRISK).



Рисунок 2.19 - Свічка запалювання

Форсунка - це електромагнітний клапан, який використовується в системі впорскування палива двигуна. Вона має голку, яка відкривається та закривається під дією електричного струму.

Принцип дії форсунки полягає в наступному: коли до форсунки подається електричний струм, електромагніт створює магнітне поле, яке притягує голку форсунки вниз. Це відкриває шлях для палива, яке під високим тиском поступово впорскується у циліндр двигуна. Коли струм відключається, електромагнітне поле зникає, і пружина повертає голку в початкове положення, закриваючи вхід палива.

Контрольоване впорскування палива форсунками дозволяє точно дозувати кількість палива, яка впорскується в кожен циліндр, і відповідно регулювати роботу двигуна. Це забезпечує ефективніше згорання палива, знижує викиди шкідливих речовин і покращує паливну економію.

Форсунки використовуються в бензинових і дизельних двигунах. У дизельних двигунах форсунки мають додаткову функцію розпилення палива,

що необхідно для коректного згорання в умовах високого тиску в циліндрі. В бензинових двигунах форсунки використовуються для впорскування палива в поршневу камеру перед запалюванням.

Форсунки палива є важливим компонентом системи впорскування двигуна і допомагають забезпечити ефективну та точну подачу палива для оптимального функціонування двигуна.



Рисунок 2.20 - Форсунка двигуна

Колодка діагностичного роз'єму використовується для забезпечення з'єднання між діагностичним пристроєм і електронною системою автомобіля. Ця колодка зазвичай розташована поблизу керма або під приладовою панеллю.




Рисунок 2.21 - Розташування колодки діагностичного роз'єму

2.4 Складання технологічних карт на перевірку технічного стану електронної системи керування двигуном

Таблиця 2.1 - Технологічна карта на перевірку технічного стану системи керування двигуном

№	Порядок виконання	Обладнання
005	<p>Зчитування кодів несправностей через діагностичний роз'єм</p> 	<p>Мотор-тестер, або сканер</p>
010	<p>Перевірка високовольтних проводів</p>	
	<p>Від'єднуємо високовольтні дроти від свічок запалювання.</p>  <p>Від'єднуємо наконечники високовольтних проводів від котушки запалювання.</p>  <p>Мультиметром (в режимі омметра) вимірюємо опір проводів.</p>	<p>Мультиметр (в режимі) (омметра)</p>

	 <p>У справних опір проводів (в залежності від довжини) має бути в межах 3.5-10,0 кОм.</p>	
015	Перевірка свічок запалювання	
	<p>Протираємо дрантям і обдуваємо стисненим повітрям від шинного насоса місце установки свічки запалювання (щоб піщинки не потрапили в циліндр після видалення свічки).</p> <p>Торцевим ключем для свічок запалювання на 21 мм відвертаємо свічку.</p>  <p>Перед установкою свічки запалювання набором круглих шупів перевіряємо зазор між її електродами.</p> <p>Зазор повинен бути 1,0-1,15 мм</p>  <p>Регулюємо зазор підгибанням бічного електрода.</p>	<p>Спеціальний торцевий ключ для свічок запалювання на 21 мм</p>
020	Перевірка котушки запалювання	

Звільнивши фіксатор, від'єднуємо колодку джгута проводів 1 від виводів модуля запалювання 2.



Включивши запалювання, вольтметром вимірюємо напругу між висновком 15 і «масою» колодки джгута проводів.



Напруга повинна бути не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона менше 12 В, означає, розряджена акумуляторна батарея, несправна ланцюг живлення або несправний ЕБК.

Виконавши вимірювання, вимкніть запалювання.

Від'єднуємо високовольтні дроти від свічокзапалювання.



Торцевим ключем на 13 мм відвертаємо два болта верхнього кріплення кронштейна котушки запалювання.

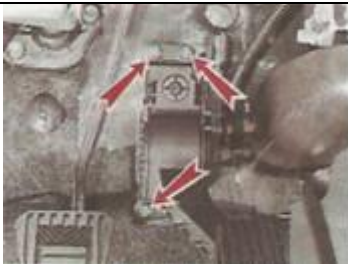


11 Ключем на 17 мм ослабивши затягування нижнього болта кріплення кронштейна котушки запалювання, знімаємо кронштейн разом з котушкою.



Мультиметр
(в режимі
вольтметра),
(і омметра)
торцевийключ
на 13 мм,Ключ
на 17 мм,
шестигранний
ключ на 5 мм

	<p>Від'єднуємо високовольтні дроти від котушки запалювання.</p> <p>Омметром вимірюємо електричний опір міжцентральним виводом 15 і корпусом (кронштейном).</p> <p>Прилад повинен показувати відсутність короткого замикання первинної обмотки котушки на «масу».</p> <p>Послідовно вимірюємо електричний опір між центральним виводом 15 і крайніми висновками - 1а і 1б. Опір кожної з первинних обмоток котушки повинен бути близько 0,5 Ом.:2014-05-18_233013.jpg</p> <p>При вимірюванні малих величин електричного опору (близько 1 Ом) необхідно враховувати внутрішній опір приладу, яке можна визначити, замкнувши щупи приладу.</p> <p>Омметром вимірюємо опір між високовольтними виводами котушки 1 і 4. а потім 2 і 3. Опір обмоток повинен бути близько 5,4 кОм.</p>	
	 <p>Шестигранним ключем на 5 мм відвертаємо чотири гвинти кріплення котушки до кронштейна і знімаємо котушку.</p>	
025	11 Перевірка електронної педалі газу	
	<p>Натискаємо фіксатори колодки жсута проводів і від'єднуємо колодку від датчика педалі газу.</p>  <p>Торцевим ключем на 10 мм відвертаємо три гайки кріплення педалі газу.</p>	<p>Мультиметр, торцевий ключ на 10 мм</p>



Знімаємо педаль зі шпильок.



Під'єднуємо один щуп мультиметра до виводу 4, а інший до виводу 2.







Повільно переміщаючи педаль газу, по приладу контролюємо електричний опір, який повинен плавно зменшуватися.


Повторюємо перевірку, приєднавши мультиметр до виводів 4 і 3.







Аналогічно перевіряємо струмопровідну доріжку іншого датчика, послідовно під'єднуючи мультиметр до виводів 1-6 і 6-5.



030	Перевірка дросельного вузла	
	<p>Хрестоподібною викруткою послаблюємо затяжку хомута і від'єднуємо шланг підведення повітря з патрубка дросельного вузла і відводимо шланг вниз.</p>  <p>Натиснувши фіксатори, від'єднуємо колодку джгута проводів від дросельного вузла.</p>  <p>Візуально перевіряємо стан виводів дросельного вузла і колодки джгута проводів. Для видалення оксидів розпилюємо на виводи засіб для очищення та захисту електричних контактів.</p>	
	<p>Шестигранним ключем на 5 мм відвертаємо чотири болта кріплення дросельного вузла (один з болтів на фото не видно).</p>  <p>Знімаємо дросельний вузол.</p> 	<p>Хрестоподібна викрутка, шестигранний ключ на 5 мм, мультиметр, засіб для чищення</p>

	<p>Витягаємо ущільнювальне кільце фланця ресивера впускного трубопроводу.</p>  <p>Мультиметром в режимі омметра вимірюємо опір датчиків положення дросельної заслінки між виводами 1 і 4 . У справного дросельного вузла опір має бути в межах 750-1250 Ом.</p> <p>Засобом для очищення змиваємо відкладення з внутрішніх стінок дросельного вузла і з дросельної заслінки.</p> <p>Виконуючи таку операцію, утримуйте дросельний вузол електроприводом вгору, щоб засіб для очищення не міг стікати по осі дросельної заслінки в бік мотор-редуктора і потрапляти всередину механізму.</p> <p>Протираємо дросельний вузол чистою ганчіркою і обдуваємо стисненим повітрям від компресора або ножного насоса.</p>	
035	Перевірка клапану продувки адсорбера	
	<p>Звільнивши фіксатор, від'єднуємо колодку дротів від клапана продувки адсорбера на фото для наочності показано зі знятою кришкою повітряного фільтра.</p>  <p>Підчепивши викруткою, звільняємо фіксатор, зрушуючи клапан вгору, знімаємо його з кронштейна на фото для наочності показано зі знятою кришкою повітряного фільтра.</p>	<p>Хрестоподібна викрутка, акумуляторна батарея</p>

	 <p>Стискаючи фіксатор, знімаємо наконечник трубки з патрубку клапана.</p>  <p>Хрестоподібною викруткою послаблюємо затяжку хомута кріплення шлангу до трубки клапана продувки адсорбера.</p>  <p>Підчепивши викруткою, знімаємо клапан з адсорбера.</p>	
	<p>Щоб уникнути короткого замикання при виконанні наступної операції один з щупів слід ізолювати поліхлорвініловою трубкою.</p> <p>Подаємо на виводи клапана напругу 12 В від акумуляторної батареї («+» до виводу 2, «-» до виводу 1).</p>  <p>При подачі напруги на виводи, клапан має відкритися з характерним клацанням.</p>	
040	Перевірка датчика положення колінчастого вала	

Звільнивши фіксатор, від'єднуємо колодку проводів від датчика положення колінчастого валу.



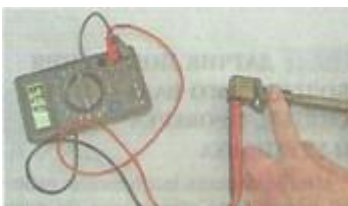
Торцевим ключем на 10 мм відвертаємо болт кріплення датчика положення колінчастого валу.



Знімаємо датчик.

Під'єднуємо до виводів датчика мультиметр в режимі вольтметра з межею вимірювання до 200 мВ.

Швидко проносимо лезо викрутки поблизу торця датчика, при цьому на вольтметрі спостерігаємо скачки напруги.



Більш точно датчик можна перевірити, якщо знімати з нього свідчення, коли він встановлений на двигуні і обертається шків колінчастого валу. У справного датчика напруга на виводах досягає 0,3В.

Торцевий
ключ на 10мм,
мультиметр,
викрутка

045

Перевірка датчиком температури охолоджуючої рідини

Зливаємо охолоджуючу рідину
Звільняємо фіксатор колодки джгута проводів,
від'єднуємо колодку від датчика.



Під'єднуємо «мінусовий» щуп вольтметра до «маси» двигуна.

Включивши запалювання, вольтметром вимірюємо напругу на виводі 1 колодки джгута проводів позначення виводів нанесено на колодці джгута проводів.

Напруга на виводі повиннабути не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або воно менше 12 В, означає, розряджена акумуляторна батарея, несправнийланцюг живлення або несправний ЕБК.

Накидним ключем на 19 мм відвертаємо датчик температури і виймаємо його з корпусу термостата.




З'єднання датчика з термостатомущільнений мідною шайбою.






Під'єднуємо омметр до виводів датчика.

Заповнюємо ємність окропом, занурюємо у воду робочу частину датчика і записуємо показання приладу при температурі близько 100°C. За міру охолодження води вимірюємо опір датчика при температурі 90, 80, 70, 60, 50, 45, 40, 35, 30, 25 і 20°C.

Мультиметр в режимі вольтметра, омметраз межею вимірювання від 100 Ом до 10 кОм, термометр з межею зміни не менше 100°C, невелика термостійка ємність об'ємом близько 0,5 л для води, близько 0,3 л води, розігрітоїдо температури кипіння, накиднийключ на 19 мм,

		
050	Перевірка датчика детонації	
	<p>Натиснувши на фіксатор, від'єднуємо колодку джгута проводів від датчика.</p>  <p>Торцевим ключем на 13 мм відвертаємо болт кріплення датчика до блоку циліндрів.</p>  <p>Знімаємо датчик разом з болтом кріплення.</p>  <p>Виймаємо болт з датчика.</p> <p>Під'єднуємо до виводів датчика мультиметр в режимі вольтметра з межею вимірювання до 200 мВ.</p> 	<p>Мультиметр, торцевий ключ на 13 мм, болт або викрутка</p>

	<p>Металевим предметом (болтом, викруткою) злегка постукуємо по датчику, при цьому на вольтметрі повинні спостерігатися перепади напруги. Несправний датчик не реагує на удари.</p>	
055	<p>Перевірка датчика масової витрати повітря</p>	
	<p>Натискаємо на фіксатор колодки і від'єднуємо колодку джгута проводів від датчика масової витрати повітря.</p>  <p>Хрестоподібною викруткою послаблюємо хомут і від'єднуємо повітропідвідний шланг від датчика.</p>  <p>Торцевим ключем на 10 мм відвертаємо два болта кріплення датчика масової витрати повітря</p>  <p>Знімаємо датчик і видаляємо з нього кільце.</p>  <p>Переконатися в несправності датчика масової витрати повітря можна, замінивши його свідомо справним.</p>	<p>Хрестоподібна викрутка, торцевий ключ на 10 мм</p>
060	<p>Перевірка датчика концентрації кисню</p>	

Від'єднуємо колодку джгута проводів від колодки датчика концентрації кисню.



Під'єднуємо «мінусовий» щуп вольтметра до «маси» двигуна. Включивши запалювання, перевіряємо напругу живлення нагрівального елемента на виводі позначення виводів нанесено на колодці джгута проводів.



Напруга на виводі повинна бути не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона менше 12 В, означає, розряджена акумуляторна батарея, несправний ланцюг живлення або несправний ЕБК.

Приєднавши «мінусовий» щуп вольтметра до виводу, вимірюємо напругу між виводами А і С.

Напруга на виводах повинна бути 0,45 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона відрізняється більше ніж на 0,02, отже, несправний ланцюг живлення або несправний ЕБК.

Витягаємо тримач дроту датчика концентрації кисню з отвору захисного екрану.

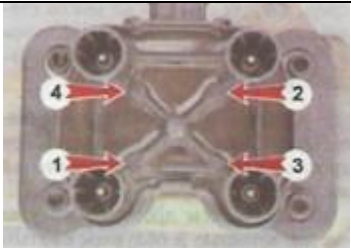
Ключем на 22 мм вивертаємо датчик з каталітичного колектора і знімаємо датчик.




Переконатися в несправності датчика можна, замінивши його свідомо справним.

Мультиметр
в режимі
вольтметра,
ключ на 22 мм,

065	Перевірка датчика швидкості автомобіля	
	<p>Звільнивши фіксатор, від'єднуємо колодку джгута проводів від датчика швидкості автомобіля.</p>  <p>Під'єднуємо «мінусовий» щуп вольтметра до «маси» до двигуна.</p>	
	<p>Включивши запалювання, вольтметром вимірюємо напругу живлення на виводі «I» колодки джгута проводів (позначення виводу виконано на датчику).</p>  <p>Напруга на виводі повинно бути не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона менше 12 В, означає, розряджена акумуляторна батарея, несправний ланцюг живлення або несправний ЕБК. Торцевим ключем на 10 мм відвертаємо гайку кріплення датчика.</p>  <p>Витягаємо датчик з картера зчеплення. Переконавшись в несправності датчика швидкості можна, замінивши його свідомо справним.</p>	<p>Мультиметр в режимі вольтметра, торцевий ключ на 10 мм</p>
070	Встановлення високовольтних проводів	
	<p>Під'єднуємо проводи до свічок запалювання та котушки запалювання згідно з порядковими номерами циліндрів, нанесеними на дроти і на котушку запалювання</p>	

075	Заміна свічок запалювання	
	<p>Щоб уникнути пошкодження різьби в голівці блоку циліндрів попередньо слід закрутити свічку від руки і вже після цього затягнути, вставивши вороток у подовжувач ключа.</p> <p>Момент затягування свічки 30-40 Нм.</p> <p>Закручуємо свічку в головку блоку циліндрів.</p> <p>Аналогічно замінюємо свічки інших циліндрів, і приєднуємо до них високовольтні дроти.</p>	
080	Встановлення катушки запалювання	
	<p>Встановлюємо катушку запалювання в зворотній послідовності.</p> <p>Високовольтні дроти під'єднуємо у відповідності з номерами циліндрів, нанесеними на кожному проводі і на корпусі катушки поруч з виводами.</p>	
		
085	Встановлення електронної педалі газу	
	<p>Встановлюємо педаль газу в зворотній послідовності.</p> <p>Щоб випадково не погнути висновки роз'єм датчика педалі газу, перед установкою під'єднуємо колодку проводів. Потім нанизуємо кронштейн педалі газу на шпильки. Гайки кріплення педалі затягуємо моментом 6-8 Нм.</p>	
090	Встановлення дросельного вузла	
	<p>Встановлюємо дросельний вузол в зворотній послідовності, замінивши ущільнювальне кільце новим.</p>	

		
095	Встановлення датчика положення колінчастого вала	
	Встановлюємо датчик положення колінчастого валу в послідовності, зворотному зняттю. Набором щупів перевіряємо зазор між торцем датчика і зубами шківів колінчастого вала. Зазор повинен бути $1+0,41$ мм, він заданий конструкцією датчика і не регулюється. Якщо зазор більше норми, слід видалити бруд з-під датчика.	
100	Встановлення датчика температури охолоджуючої рідини	
	Встановлюємо датчик в послідовності, зворотному зняттю. Заповнюємо систему охолодження двигуна рідиною. Запускаємо двигун і переконуємося у відсутності витоків охолоджуючої рідини з-під датчика. При необхідності сильніше закручуємо датчик в корпус термостата.	
105	Встановлення інших елементів ЕСКД відбувається в послідовності, зворотній зняттю їх з двигуна.	

2.4 Розрахунок і підбір технологічного обладнання

В загальному випадку, кількість одиниць обладнання може бути розрахована за допомогою наступної формули:

$$P_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{од} \cdot \eta_3},$$

$$\eta_3 = 0,85 \dots 0,95.$$

Пост діагностики має трудомісткість 1790,96 *люд – год*.

Тоді:

$$P_{об} = \frac{1790,96}{1942 \cdot 0,95} = 0,97.$$

Приймаємо 1 одиницю основного обладнання.

Інформація про розраховане та прийняте обладнання представлена в Таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Відомість обладнання дільниці діагностики

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість	Тип, марка	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м ²	Потужність двигуна, кВт
1	Універсальний контрольно-випробувальний стенд	1	Э 242	1000×800	0,8	16
2	Прилад для перевірки та регулювання фар	1	ОП-49	660×750	0,495	0,5
3	Система відсмоктування відпрацьованих газів	1	ГЗ-20	350×400	0,14	0,5
4	Шафа для інструменту	1	-	1900×1100	2,09	-
5	Комплект виробів для очистки і перевірки свічок запалення	1	З-203	215×180	-	0,1
6	Комплект ключів	1	И-153	335×160	-	-
7	Верстак слюсарний металевий	1	ВС-1	1300×740	1,924	-
8	Газоаналізатор	1	ГИМА-47	910×600	0,546	2,6
9	Мотор тестер	1	ИТ-5	980×700	0,63	5,0
10	Вентилятор	1	ВГ-393	1300×630	0,819	0,1
11	Гальмівний стенд	1	СТС-2	1100×3650	4,015	15

12	Верстат для перевірки приладів системи запалювання автомобілів	1	СПЗ-8, ГАРО	645×630	0,4	0,3
13	Прилад для перевірки щиткових контрольно-вимірювальних приладів і датчиків автомобілів	1	М531, ГАРО	325×275	-	0,3
14	Ларь для відходів	1	2317-П	500×500	0,25	-
15	Умивальник	1	-	500×400	0,2	-
16	Місце під автомобіль	1	-	6000×2000	12	-
17	Письмовий стіл	1	-	1200×600	0,72	-
18	Стул	1	-	55×60	0,0033	-
	ВСЬОГО				25,0323	40,4

2.5 Розрахунок площ виробничих приміщень

При визначенні площі електротехнічної ділянки легкових автомобілів необхідно керуватися такими принципами: виробничі приміщення повинні бути компактними та мати достатню площу, щоб забезпечити нормальні умови праці та високу продуктивність. Для цього необхідне як природне, так і штучне освітлення.

Формула, за якою розраховується площа ділянки, є наступною:

$$F_{\text{дїл}} = \sum f_{\text{об}} \cdot \kappa_n,$$

$$\kappa_n = 1,0 \dots 5,0.$$

$$F_{\text{дїл}} = \sum f_{\text{об}} \cdot \kappa_n = 25,0323 \cdot 2,0 = 50,0646 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площу ділянки рівній $S_d = 50 \text{ м}^2$, розмірами $5 \times 10 \text{ м}^2$.

Різниця між розрахованою та фактично прийнятою площею становить:

$$\Delta = \frac{50 - 50,0646}{50} \cdot 100 = -0,13 \text{ \%}.$$

Величина розбіжності між розрахованою та фактично прийнятою площею знаходиться в межах нормативних відхилень, допустиме значення яких становить плюс-мінус 5,0 відсотків.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальні відомості про сканери

Сканер використовується для здійснення обміну даними між ним і електронним блоком управління, а також для передачі керуючих сигналів, які включають виконавчі механізми за допомогою електронної системи керування двигуном (ЕСКД).

Зважаючи на різноманітність сканерів, автор книги рекомендує перед покупкою сканера перевірити його можливості щодо діагностики різних марок автомобілів, наприклад, шляхом імітації несправностей.

Сигнали, отримані з ЕСКД за допомогою сканера, не завжди абсолютно співпадають з еталонними. Для налаштування ЕСКД та виявлення її дефектів використовується виключно сканер.

ЕСКД виконує всю вимірювальну роботу за допомогою сканера, обслуговуючи відповідні системи автотранспортного засобу. У різних автомобілях ЕСКД може обслуговувати різні системи, які включають ДВС, панель приладів, трансмісію, АБС та інші. Кожна з цих систем має свою адресу в операційній системі ЕСКД.

Зазвичай сканери використовуються для діагностики наступних систем управління: Engine (ЕСКД), А/Т (автоматична коробка передач), ABS (антиблокуюча система), TCS (антипробуксировочная система), VDC (система курсової стійкості), ACS (круїз-контроль), Air Conditioner (клімат-контроль), SRS (подушки безпеки), Gateway (контролер мультиплексорної шини), NATS, IVIS (імобілайзер), Mirror (система управління дзеркалами), ECT (АКПП), Combination Meter (електронна комбінація приладів).

В ЕСКД існують різні підсистеми (підпрограми), такі як підсистема для генерації кодів несправностей, підсистема для вимірювання поточних параметрів, підсистема для активації виконавчих механізмів за командою зі сканера та інші.

Системи самодіагностики ЕСКД мають важливу перевагу - вони можуть зберігати як коди помилок, так і умови, за яких вони виникають (так звані знімки), у своїй пам'яті.

Системи самодіагностики сучасних ЕСКД виконують моніторинг роботи ДВЗ та контролюють функціонування систем зниження токсичності, паливоподачі та запалювання (включаючи пропуски запалювання). Крім того, вони часто забезпечують "драйверну діагностику". У цьому випадку ЕСКД не тільки керує пристроями, але й контролює їх технічний стан, включаючи електричні ланцюги.

Для підключення сканера до ЕСКД використовується діагностичний роз'єм, і сканер працює при включеному запалюванні автомобіля. Різні автомобілі можуть мати різні типи діагностичних роз'ємів (DLC - Diagnostic Link Connector). Один з поширених типів діагностичного роз'єму є CARB (для EuroOBD). Для забезпечення комунікації між сканером і автомобілем, що мають специфічні діагностичні роз'єми, часто потрібні спеціальні адаптери. Зазвичай, за допомогою двонаправленої До-лінії, який підключається через діагностичний роз'єм до сканера, встановлюється зв'язок з ЕСКД. Після ініціалізації та встановлення зв'язку з ЕСКД, сканер ідентифікує потрібну систему в ЕСКД, а потім може, наприклад, автоматично зчитувати коди несправностей (зазвичай з їх розшифровкою) або параметри датчиків безпосередньо з бортових систем автомобіля.

Сканер підтримує різні протоколи, такі як OBD-I, OBD-II, EuroOBD, ISO 15765-4 (CAN) та інші. Щоб здійснити діагностику, потрібно підключити сканер до діагностичного роз'єму автомобіля, увімкнути запалювання, виконати ініціалізацію (встановлення зв'язку з ЕСКД) і вказати йому систему, з якою будуть проводитись дії.

Для сканера не є важливим наявність окремих підпрограм ЕСКД для обслуговування окремих систем, таких як панель приладів і т.д. Сканер використовує лише програму зв'язку (протокол обміну) з ЕСКД, яка взаємодіє з різними підпрограмами ЕСКД за командою діагноста.

Варто відзначити, що якщо в ДВЗ не налаштовані клапани, неправильно встановлений ремінь ГРМ, неправильно налаштована робота паливного насоса

або, наприклад, є дефект стабілізатора перепаду тиску палива, то параметри електронної системи керування ДВЗ, які фіксуються сканером, можуть бути спотворені.

Перед розпочатком роботи зі сканером важливо переконатися, що зміна напруги бортової мережі автомобіля при включенні додаткових навантажень (наприклад, обігрів салону або дальнє світло) не перевищує 0,4 В. Якщо зміна напруги бортової мережі при включенні додаткових навантажень перевищує 0,4 В, це може свідчити про нестабільну роботу бортової мережі і можливі проблеми з генератором або регулятором напруги. Це, в свою чергу, може вплинути на параметри ЕСКД, які фіксуються сканером.

Для отримання параметрів сканер може запитувати відповідні підпрограми в ЕСКД, які контролюють різні аспекти, наприклад, шпаруватість сигналів керування клапанами, напругу на датчиках, тривалість імпульсів, коефіцієнти в таблицях паливоподачі і запалювання та інші параметри. Після цього діагност може проаналізувати значення цих параметрів за допомогою сканера і порівняти їх з допустимими значеннями. Зазвичай це можна зробити як у текстовому, так і в графічному режимі, використовуючи відповідні редактори. Сканер може контролювати параметри всіх датчиків ЕСКД і відображати графіки їх зміни в часі на дисплеї сканера. Крім того, сканер може керувати виконавчими механізмами ЕСКД, тимчасово відключаючи їх управління за відповідною програмою, і дозволяючи ручне управління кожним механізмом окремо.

За допомогою сканера, діагност може обрати одну з наступних завдань зі списку:

Адаптація елементів після їх заміни: Після заміни елементів, таких як панель приладів, клапан EGR, електропривод дросельної заслінки та інших, необхідно провести адаптацію цих елементів за допомогою сканера. Наприклад, адаптація паливоподачі (перекалібрування параметрів) виконується після команди діагноста в ЕСКД для адаптації дроселя, відповідного за паливоподачу. Під час цього процесу буде створена і збережена матриця значень в ЕСКД, що відображатиме залежність між вихідною напругою і положенням дроселя.

Скидання сервісних інтервалів: Сервісні інтервали нагадують про необхідність зміни масла, охолоджуючої рідини тощо.

Очищення кодів несправностей: Це очищення кодів несправностей шляхом виконання відповідної команди в ЕСКД зі сканера. Після очищення кодів, якщо дефект, код якого був зареєстрований в пам'яті ЕСКД, не був усунутий, його код буде відновлено (регенеровано).

Кодування ЕСКД: Це програмне кодування, що встановлює відповідність між комплектацією транспортного засобу та операційною системою ЕСКД. Наприклад, при заміні АКПП це буде відображено в ЕСКД. Крім того, якщо в ЕСКД є CAN-інтерфейс, його протокол може передбачати шифрування даних через відповідне меню.

Зчитування знімка параметрів: Цей режим дозволяє діагносту отримувати інформацію про умови виникнення дефекту, зокрема кодів несправностей та деяких параметрів ДВЗ, що були зафіксовані сканером під час появи дефекту (Freeze Frame). Це дає можливість виявити випадкові появи кодів несправностей, а також виявити дефекти, які виникають тільки під час руху автомобіля під навантаженням. За допомогою сканера можна також моніторити систему контролю пропусків займання суміші (OBD-II, EuroOBD).

Зчитування і відображення параметрів ЕСКД в реальному часі: Цей режим дозволяє переглядати сигнали з датчиків та інших параметрів ЕСКД в режимі реального часу, коли ДВЗ працює. Сканер може відображати графіки зміни параметрів, таких як напруга, шпаруватість імпульсів, частота імпульсів, тривалість імпульсів, тиск, розрідження, температура (може відображатися як графік або в цифровій формі). Крім того, сканер може мати функцію цифрового мультиметра.

Керування виконавчими елементами ЕСКД: Цей режим дозволяє діагносту включати форсунки, клапани та інші елементи управління, якими управляє ЕСКД. Наприклад, якщо у гальмівній системі є поршні з електроприводом, перед видаленням гальмівних колодок можна перемістити ці поршні за допомогою сканера.

Читання кодів несправностей: Це дозволяє отримати інформацію про коди несправностей, які свідчать про дефекти датчиків, проводів, роз'ємів, а також розбіжності між поточними параметрами датчиків і еталонними.

Читання паспорта ЕСКД автомобіля та його комплектації: Це дозволяє отримати інформацію про маркування, версії програмного забезпечення та інші дані про автомобіль та його комплектацію.

Відображення матриць і таблиць паливоподачі і запалювання: Цей режим дозволяє переглядати матриці і таблиці, які використовуються для керування паливоподачею і запалюванням в ЕСКД.

3.2 Діагностика із застосуванням сканера ДСТ-2М

На першому малюнку, пункт а), показана зовнішність сканера ДСТ-2М, виробництва фірми НТС (Самара), а на другому малюнку, пункт б), зображена схема підключення сканера до діагностичного роз'єму ЕСКД. Діагностичний роз'єм розташований у салоні кожного автомобіля. Малюнок 3.2 показує розташування картриджа та інших компонентів у сканері ДСТ-2М. Малюнок 3.3 містить приклади різних екранів, які відображаються під час роботи зі сканером ДСТ-2М. Цей сканер може вимірювати до 130 різних параметрів для контролю роботи ЕСКД.

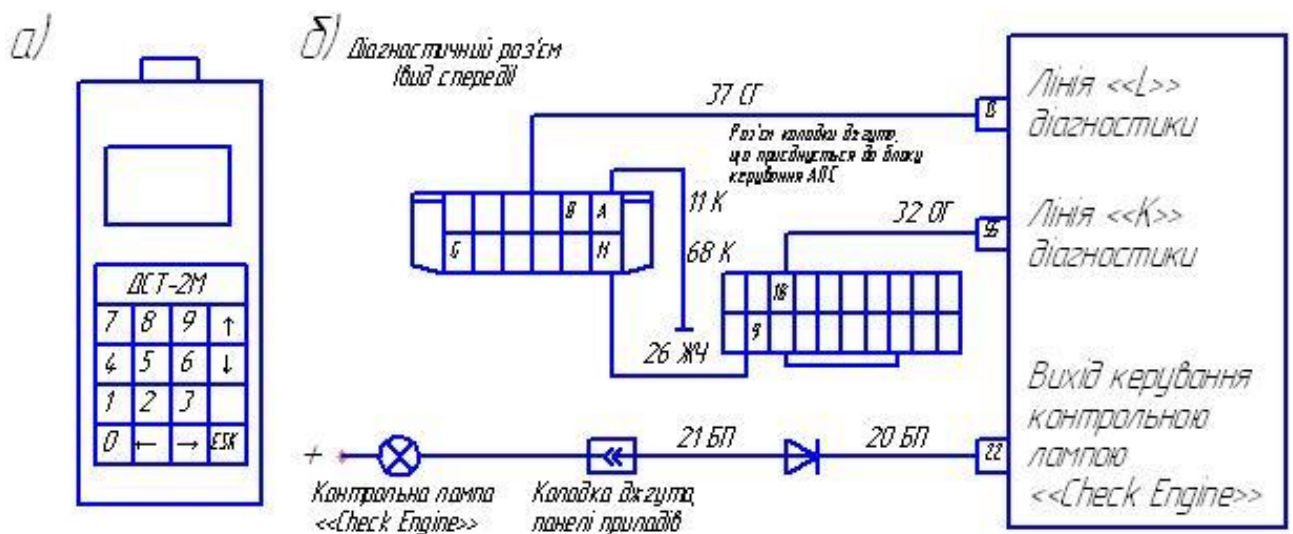


Рисунок 3.1 - Зовнішній вид сканера ДСТ-2М і схема підключення його до діагностичного роз'єму ЕСУД

а - зовнішній вигляд сканера ДСТ-2М; б - схема підключення до ЕСУД діагностичного роз'єму сканера ДСТ-2М.

Сканер ДСТ-2М може працювати в різних режимах, що дозволяють здійснювати обмін даними з блоком управління через лінію зв'язку (К-лінію) за вбудованим протоколом. Важливо зауважити, що лінія зв'язку з'єднана послідовно з діагностичним роз'ємом іммобілайзера, і у разі активації іммобілайзера сканер не може використовувати цю лінію до тих пір, поки іммобілайзер не дозволить (не встановить) зв'язок з ЕСКД.

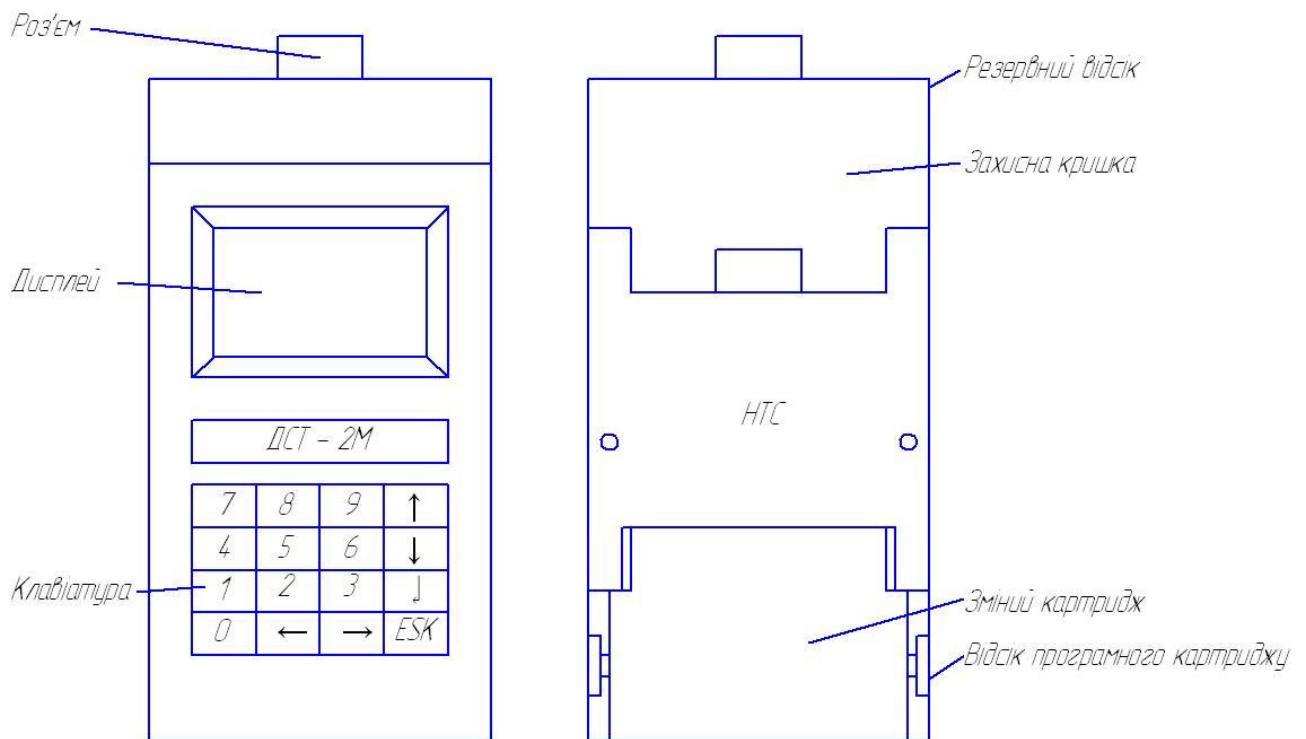


Рисунок 3.2 - Розташування картриджа і інших елементів в ДСТ-2М

Сканер ДСТ-2М володіє такими функціями, як зчитування системних даних, обробка кодів помилок, скидання кодів помилок, керування виконавчими механізмами, запис значень змінних і станових прапорів у пам'ять, відображення даних у текстовому та графічному редакторах (електронний осцилограф), а також експорт даних зі сканера до комп'ютера. Сканер підтримує інтерфейс RS-232.

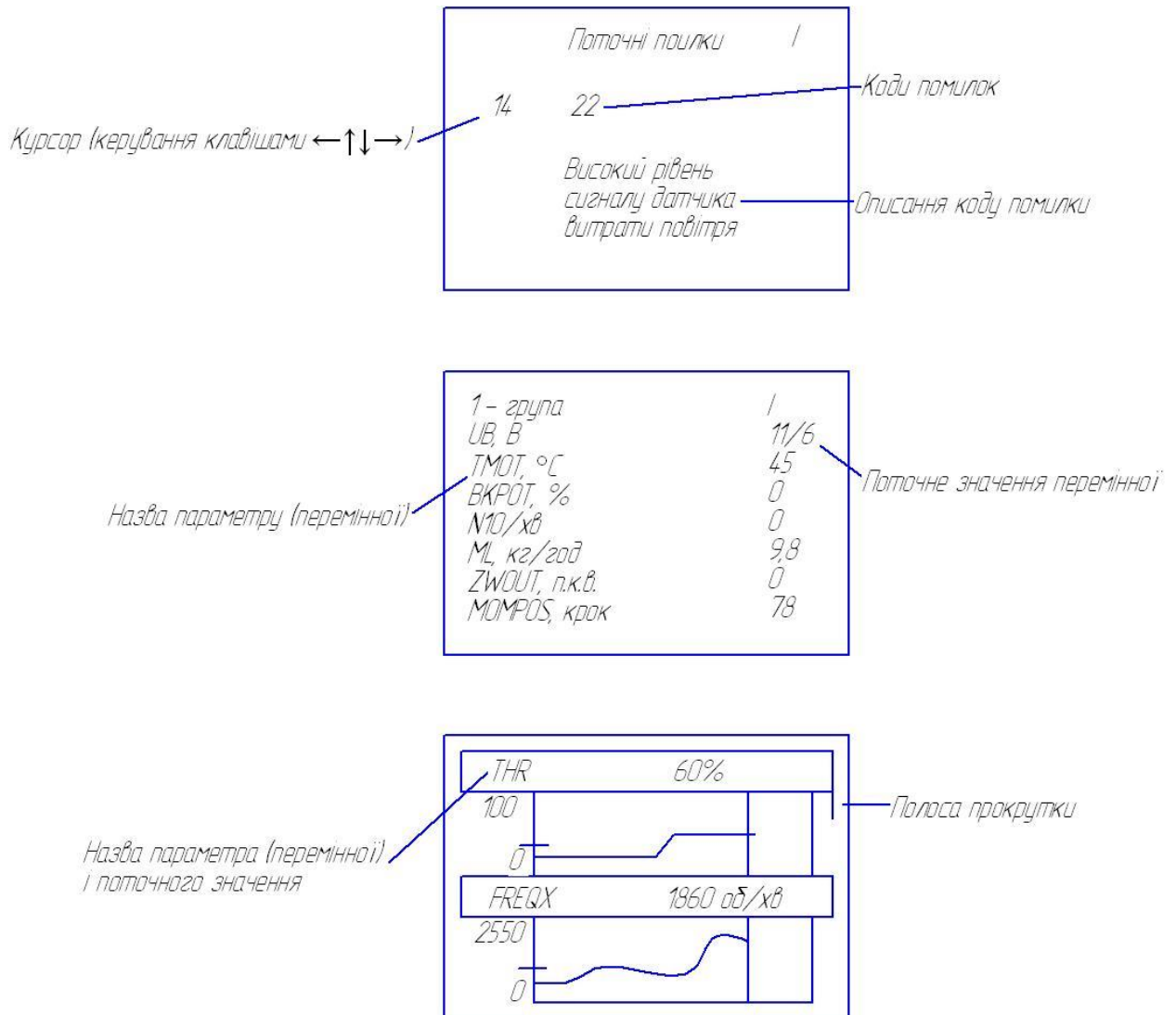


Рисунок 3.3 - Приклади різних екранів при роботі ДСТ-2М

Послідовність роботи зі сканером ДСТ-2М наступна:

1. Здійснити з'єднання сканера (з встановленим у ньому відповідним картриджем) з діагностичним роз'ємом електронної системи керування (ЕСКД).
2. Перевіряється включення запалювання автомобіля.
3. Перевірити наявність запам'ятованих сканером кодів помилок шляхом включення відповідного режиму.
4. Якщо виявлено коди помилок (несправностей), треба вирішити причини, які призвели до їх появи, і перейти до кроку 5. У випадку відсутності кодів несправностей, переходьте до кроку 6.
5. Скинути коди несправностей за допомогою сканера та на короткий час запустити двигун в роботу (або здійснити коротку їзду для інспекції). Потім повторити кроки 3 і 4 знову.

6. Проінспектувати рекомендовані перевірки, які здійснюються з використанням сканера ДСТ-2М. Ось деякі з них:

- Перевірити режим витратоміра за допомогою сканера. Напруга, яку показує сканер, повинна бути 1 Ст, якщо витратомір технічно справний, але ДВЗ не працює. Потім необхідно запустити ДВЗ на короткий час і перевірити напругу за допомогою сканера. Також треба переключити сканер в відповідний режим і перевірити масову витрату повітря на холостому ході. При технічно справному витратомірі і працюючому ДВЗ напруга, що показується сканером, повинна бути 1,5 В, а витрата повітря повинна становити 85-95 мг/такт. Якщо необхідно, замініть витратомір і повторіть перевірку.

- Необхідно перевірити режим датчика положення дросельної заслінки. Параметр "THR" відображає відсоток відкриття дросельної заслонки і може змінюватися від 0 (коли педаль не натиснута) до 100% (коли педаль повністю натиснута). Підключивши цей режим, потрібно перевірити напругу, яку показує сканер. При технічно справному датчику положення дросельної заслінки, запаленні увімкненому, і неробочому ДВЗ, напруга, показувана сканером, має бути 0,5 Ст. Далі необхідно запустити ДВЗ і за допомогою сканера перевірити напругу і відсутність перебоїв на виході датчика положення дросельної заслонки під час повільного натискання педалі від початкового положення до повного натискання. Також потрібно перевірити відсоток відкриття дросельної заслонки при працюючому ДВЗ на холостому ході. Параметр "THR" повинен бути рівним нулю, коли ДВЗ працює на холостому ході (якщо показник холостого ходу "RXX"=ТАК). Якщо потрібно, замініть датчик положення дросельної заслонки і повторіть перевірку.

Можуть виникати різні дефекти, пов'язані з датчиком положення дросельної заслонки, які можна виявити за допомогою сканера ДСТ-2М. При дефекті датчика положення дросельної заслонки, сканер ДСТ-2М може показати код несправності P0122, що вказує на низький рівень сигналу датчика положення дросельної заслонки. Це може свідчити про порушення резистивного шару в самому датчику. Також, при дефекті датчика положення дросельної заслонки, може бути показаний код несправності P0123, що вказує на високий рівень сигналу датчика положення дросельної заслонки. У разі

необхідності потрібно перевірити роз'єми та проводку на відповідність, стан педалі та її механізму, впевнитись, що датчик отримує правильну напругу від блоку керування двигуном, і переконатись, що датчик працює належним чином. У разі виявлення дефектів, їх потрібно усунути і повторити перевірку.

- Потрібно перевірити режим регулятора холостого ходу. Важливо відзначити, що при активному режимі регулятора холостого ходу (РХХ), в керуючій програмі ЕСКД також присутній відповідний програмний модуль, який виконує корекцію холостих обертів, а саме, використовує пропорційний регулятор на основі кута випередження запалювання. Положення регулятора холостого ходу вимірюється у діапазоні від 0 до 150 кроків. Слід відключити регулятор холостого ходу і увімкнути запалювання. При належному функціонуванні регулятора холостого ходу, після увімкнення запалювання, виконавчий клапан регулятора холостого ходу спочатку повинен переміститися вперед до досягнення упору, а потім повернутися назад на 120 кроків.

Можливі також такі проблеми (за показаннями ДСТ-2М), пов'язані з регулятором холостого ходу. При несправності регулятора холостого ходу, ДСТ-2М може відображати код помилки P0505, що вказує на проблему з регулятором холостого ходу. Також можуть бути відображені інші коди несправностей, такі як P0506, P1509, P1513, P1514, які також пов'язані з регулятором холостого ходу коди та роз шифровка до них представлені у додатках.

3.3 Особливості діагностики з застосуванням сканера KTS-650

Ось порядок роботи зі сканером KTS-650, виробництва фірми BOSCH з Німеччини:

1. Необхідно підключити кабель адаптера сканера до діагностичного роз'єму електронної системи управління (ЕСКД) шляхом підключення діагностичного роз'єму автомобіля. Важливо враховувати, що розташування діагностичного роз'єму може відрізнятися залежно від конкретної моделі автомобіля, і цю інформацію можна знайти в технічній документації. Також варто зазначити, що існують різні типи діагностичних роз'ємів, оскільки деякі

автомобілі використовують протокол OBD II (On-Board Diagnostics), що є стандартом, прийнятим в США, для передачі і обміну даними між ЕСКД і сканером, тоді як інші автомобілі використовують стандарт EOBD, який є стандартом, прийнятим в країнах Європейського Союзу.

2. При включенні запалювання автомобіля проводиться перевірка. Як тільки встановлюється програмне з'єднання між електронною системою управління та сканером, програма переходить у режим діагностики. Для початку діагностики діагност повинен вибрати систему з вибраної групи (наприклад, систему управління двигуном) і тип діагностичного блоку управління. На рисунку 4.4 показано приклад екрана монітора з поясненням вибору діагностичної системи та блоку управління. Щоб переглянути вміст необхідного рядка таблиці, спочатку потрібно виділити вибраний рядок, натиснувши одну з сенсорних кнопок P11 або P12 на екрані монітора сканера. Після цього, натиснувши кнопку P5, вміст рядка відображається для перегляду. Якщо рядок недоступний (група або тип блоку управління відсутній у діагностичному автомобілі), поряд з назвою рядка зазвичай з'являється відповідна піктограма. Деякі ЕСКД для встановлення зв'язку вимагають, щоб двигун був у робочому стані, тоді як інші ЕСКД вимагають, щоб двигун був вимкнений. Якщо з'єднання не встановлюється, причиною може бути, наприклад, неправильне з'єднання контактів діагностичного роз'єму.

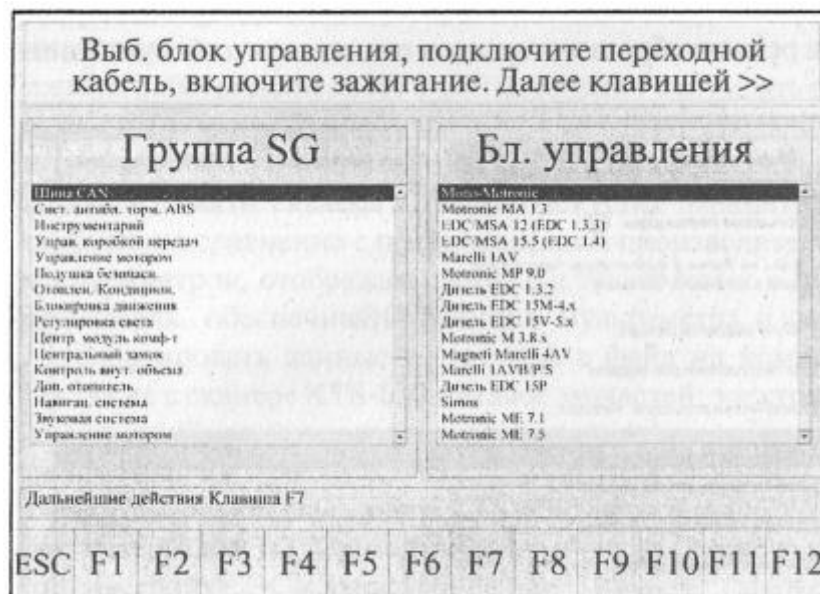


Рисунок 3.4 - Приклад екрану монітора, сканера KTS-650, пояснення вибір діагностуваної системи з групи, і вибір діагностичної блоку керування

3. Необхідно активувати режим перевірки наявності збережених у сканера кодів несправностей, що відносяться до електронного блоку управління. Сканер виводить код несправності та назву відповідного пошкодженого елемента.

4. У разі виявлення кодів несправностей необхідно виявити та усунути причини цих несправностей.

5. Скинути коди несправностей (видалити інформацію про помилки) за допомогою сканера та тимчасово запустити ДВЗ (або виконати коротку поїздку для інспекції). Якщо коди несправностей з'являються знову, провести діагностику за допомогою сканера, починаючи з кроку 2.

6. Якщо необхідно, також можна активувати інші режими, доступні у сканері. На рисунку 3.5 зображений приклад екрану монітора сканера, який використовується для перегляду параметрів ЕСКД. На рисунку 4.6 представлений приклад екрану монітора сканера, який використовується для скидання інтервалів технічного обслуговування.

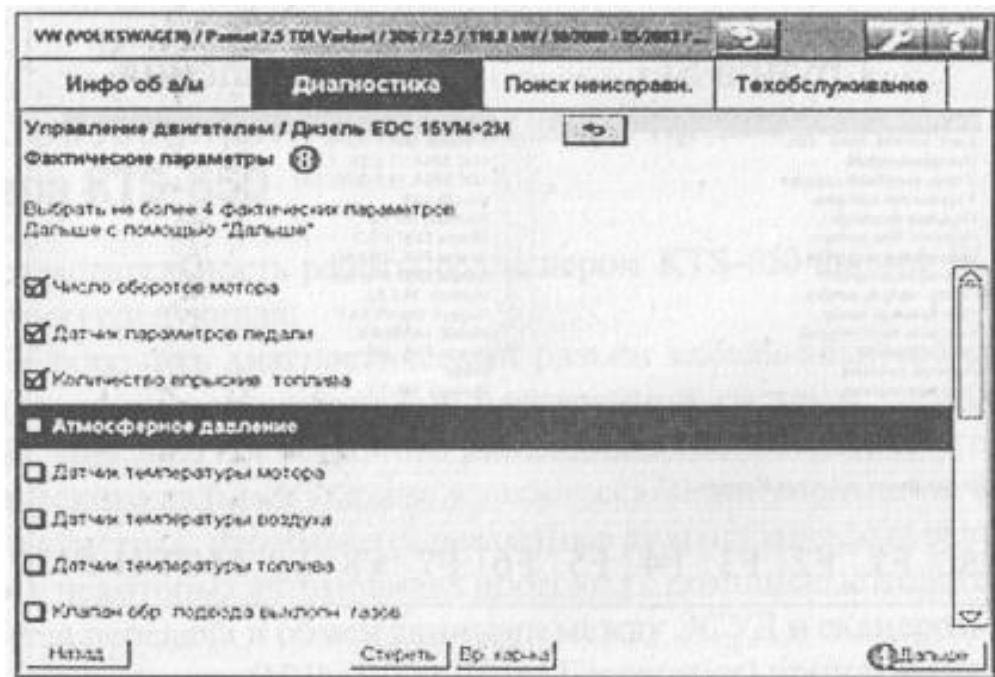


Рисунок 3.5 - Приклад екрану монітора, сканера при його роботі в режимі перегляду параметрів ЕСКД

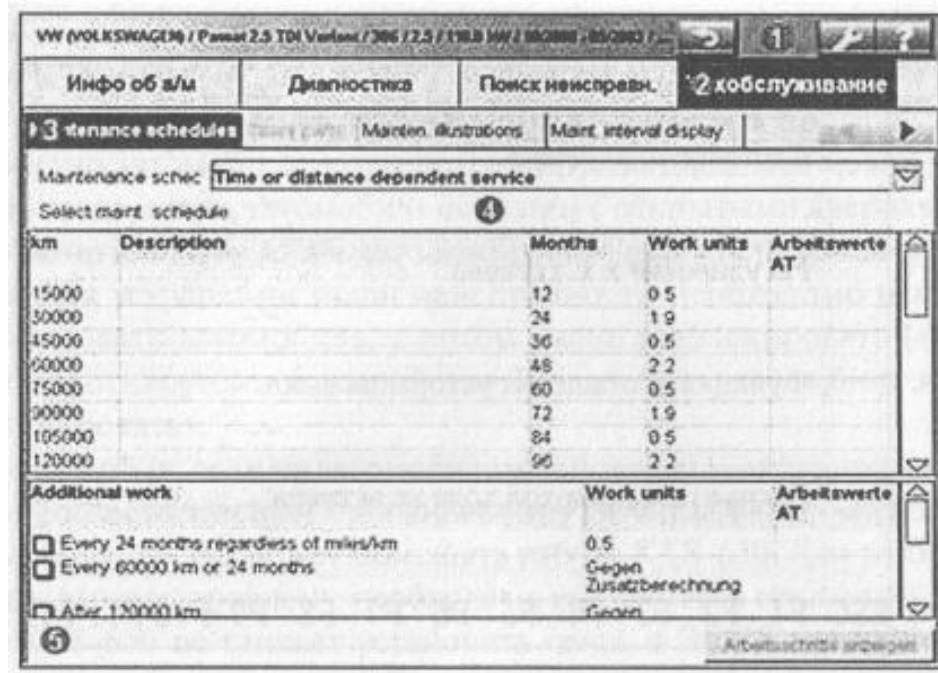


Рисунок 3.6 - Приклад екрану монітора, сканера при його роботі в режимі скидання інтервалів технічного обслуговування.

1. Режими роботи сканера KTS-650 дають змогу отримувати системні дані, обробляти коди помилок, скидати їх, керувати виконавчими механізмами автомобіля, зчитувати і зберігати в пам'яті сканера значення поточних параметрів ДВЗ, порівнювати їх з встановленими значеннями виробника, відображати дані у текстовому та графічному редакторах, використовувати функції мультиметра та осцилографа, а також експортувати дані зі сканера до комп'ютера у файл. Крім того, сканер KTS-650 також містить каталог запчастин, електричні схеми з'єднань та схеми розташування елементів на автомобілі. Інтерфейс RS-232 підтримується.

2. Сканер KTS-650 дозволяє здійснювати налаштування ЕСКД, включаючи можливість скидання інтервалів. Приклад екрану монітора сканера під час налаштування ЕСКД наведений на рисунку 3.7.

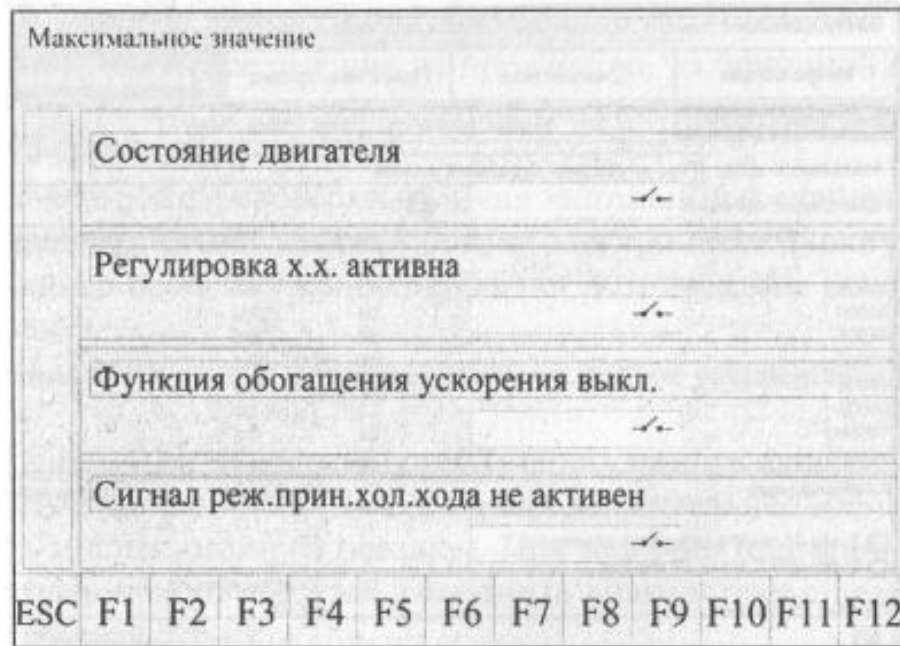


Рисунок.3.7 - Приклад екрану монітора, сканера KTS-650 при виконанні налаштування ЕСКД

3. Якщо ЕСКД відсутній протокол передачі та обміну даними зі сканером, є можливість дослідження сигналів від ЕСКД та дешифрування такого протоколу для створення скануючого пристрою. Це включає визначення алгоритму кодування та адрес, методів перевірки повідомлень та їх довжини (включаючи розподіл бітів у байтах передачі), значення кодів несправностей та алгоритму їх скидання, значення кодів параметрів (фізичних величин), алгоритму ідентифікації ЕСКД, включаючи серійні номери блоку і автомобіля, а також алгоритми регулювання ЕСКД та управління виконавчими механізмами.

4. Якщо при ідентифікації автомобіля неправильно вибрати один з критеріїв, наприклад, об'єм двигуна або потужність, автоматичний пошук після підключення сканера KTS-650 може бути неуспішним.

5. Якщо з'єднання між сканером KTS-650 та ЕСКД автомобіля не встановлюється, необхідно перевірити можливі причини виникнення помилок.

Успішне встановлення зв'язку можливе лише при відсутності проблем з контактами. Проблема з контактом в роз'ємі (переривання, високий перехідний опір) або дефект кабелю-перехідника можуть завадити встановленню зв'язку.

Другим чинником є потреба в належному живленні для коректної роботи KTS-650.

Третя можлива причина несправності полягає в активізації протиугінного пристрою автомобіля, який блокує ЕСКД. Це може статися, наприклад, якщо автомобіль залишений з відкритими дверима, а запалення було увімкнено і вимкнено без запуску двигуна. Для усунення цієї несправності потрібно тимчасово заблокувати автомобіль, а потім знову розблокувати його (активувати та реактивувати протиугінний пристрій блокування автомобіля).

Четверта можлива причина проблеми полягає в тому, що аудіовідеоапаратура, яка встановлена на автомобілі, не відповідає оригінальному обладнанню автомобіля. Це може вплинути на роботу KTS-650. Щоб вирішити цю проблему, необхідно тимчасово відключити аудіовідеоапаратуру.

6. KTS-650 не зможе встановити з'єднання з ЕСКД автомобіля через неправильне розташування контактів у діагностичному роз'ємі. Якщо використовується кабель-перехідник іншого виробника, який має неправильні контактні висновки, зв'язок не буде встановлений. При використанні мультиплексора бортової діагностики OBD необхідно, щоб всі пристрої управління в межах однієї групи автомобілів, включаючи відповідну марку автомобіля, мали однакове розташування контактних висновків.

7. Якщо в діагностичному роз'ємі діагностичного автомобіля встановлені різні роз'єми для різних систем та пристрої управління різних виробників знаходяться в різних місцях, KTS-650 не зможе встановити зв'язок з ЕСКД автомобіля. Хоча тип цього автомобіля може бути вказаний у списку сканера KTS-650, діагностика можлива тільки для одного з пристроїв управління.

8. Якщо деякі системи діагностичного автомобіля вимагають спеціальної ініціалізації, автоматичний пошук з використанням сканера KTS-650 стає неможливим, і ці системи не можуть бути розпізнані під час автоматичного пошуку (такі системи включають таблиці кодів помилок Blinkcode (BC), SDL та OBD (CARB)). Якщо автомобіль має встановлену систему, яка потребує спеціальної ініціалізації, автоматичний пошук завершується безрезультатно і з'являється повідомлення про те, що система не була знайдена. Якщо для інших

систем автомобіля є програми в діагностичному меню KTS-650, то після безрезультатного пошуку може бути запропоновано вибрати їх окремо. Проте, це не станеться, якщо принаймні одна система буде розпізнана. Втім, можуть бути інші системи, які не можуть бути розпізнані під час процесу автоматичного пошуку.

Неможливість встановлення зв'язку може бути обумовлена відсутністю діагностичної програми для даного пристрою управління (системи) або невідомим протоколом для цього пристрою управління (системи), наприклад, в разі зміни виробником протоколу.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Органи державного нагляду за охороною праці на підприємстві

Відповідно до Закону України „Про охорону праці” (ст. 44) державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці здійснюють:

- комітет по нагляду за охороною праці України (Держнагляд-охоронпраці);
- державний комітет України з ядерної та радіаційної безпеки;
- органи державного пожежного нагляду управління пожежної охорони Міністерства внутрішніх справ України;
- органи та заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

Вищий нагляд за додержанням і правильним застосуванням законів про охорону праці здійснюється Генеральним прокурором України і підпорядкованими йому прокурорами.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і Рад народних депутатів та діють відповідно до положень, що затверджуються Кабінетом Міністрів України.

Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці (державні інспектори) мають право:

- безперешкодно в будь-який час відвідувати підконтрольні підприємства для перевірки дотримання законодавства про охорону праці, одержувати від власника необхідні пояснення, матеріали та інформацію з даних питань;
- надсилати керівникам підприємств, а також їх посадовим особам, керівникам структурних підрозділів Ради Міністрів Республіки Крим, місцевих Рад народних депутатів, міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади, обов'язкові для виконання розпорядження (приписи) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці;

— зупиняти експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, дільниць, робочих місць і обладнання до усунення порушень вимог щодо охорони праці, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

— притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці;

— надсилати власникам, керівникам підприємств подання про невідповідність окремих посадових осіб займаній посаді, передавати в необхідних випадках матеріали органам прокуратури для притягнення їх до кримінальної відповідальності.

Органи державного нагляду за охороною праці встановлюють порядок опрацювання і затвердження власниками положень, інструкцій та інших актів про охорону праці, що діють на підприємствах, розробляють типові документи з цих питань.

Власник повинен безплатно створити необхідні умови для роботи представників органів державного нагляду за охороною праці.

Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці несуть відповідальність за виконання покладених на них обов'язків згідно з законодавством.

4.2 Створення сприятливих умов праці на робочому місці

Робоче місце – це зона трудової діяльності одного чи декількох виконавців, оснащена необхідними засобами для виконання виробничих завдань. Наведене визначення в цілому відповідає поняттю робочого місця співробітника органів внутрішніх справ. Тут потрібно лише вказати, що воно має бути добре оснащене не тільки звичайними організаційно-технічними засобами, але й апаратурою зв'язку, звукозапису та іншими спеціальними приладами. Характерним для працівників органів внутрішніх справ майже усіх посадових категорій є виконання ними трудових процесів як в службових кабінетах, так і в інших, самих різноманітних місцях: на місцях подій, маршрутах патрулювання, в квартирах громадян і таких специфічних установах, як місця позбавлення волі, слідчі ізолятори, медичні витверезники і

т. ін. Ця обставина потребує розробки засобів, що створюють умови для праці поза службових кабінетів, зокрема: спеціального одягу, взуття, засобів зв'язку, виявлення та фіксування слідів злочину, оргтехніки, транспорту і т. ін.

Організація робочих місць передбачає здійснення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності й привабливості праці, збереження здоров'я працівників. Конкретний зміст таких заходів має багато спільного, але чимало й специфічного, обумовленого характером праці. Вихідним моментом в організації та обслуговуванні робочих місць є визначення предмета праці й характеру використовуваних засобів праці. Оснащення робочих місць осіб, які займаються управлінською працею, підпорядковане меті забезпечення ефективності їхньої роботи з інформацією і людьми. Тут потрібний облік інтелектуальних, моральних та емоційних витрат. Це повинно мати вирішальне значення при проведенні конкретних заходів по НОУП, що передбачають створення найсприятливіших умов праці.

Обладнання (оснащення) робочого місця підрозділяється на основне і допоміжне, постійне і тимчасове. Обладнання і оснащення, котрі не використовуються в основному трудовому процесі, належать до допоміжного (наприклад, шафа для одягу). Постійними предметами обладнання є все те, що знаходиться на робочому місці незалежно від виконуваних в даний момент трудових процесів і операцій. Тимчасовими предметами обладнання виступають різного роду пристосування, графіки, таблиці, діаграми, засоби оргтехніки і зв'язку, що застосовуються тільки для здійснення певного трудового процесу або конкретної операції. Підбір основного і допоміжного обладнання робочого місця співробітника слід проводити з урахуванням конкретних умов його діяльності, а також індивідуальних фізіологічних даних. В обладнання кабінетів осіб, які займаються розумовою працею, доцільно включати м'яке крісло для короткочасного відпочинку протягом робочого дня. Досвід багатьох людей свідчить про те, що 10–15 хв. відпочинку в розслабленому стані допомагає повністю усунути стомлення і відновити працездатність без вживання різних тонізуючих засобів, надлишковий прийом котрих є шкідливим для здоров'я.

На попередньому етапі організації робочого місця насамперед необхідне його правильне планування, тобто найбільш раціональне взаємне розміщення предметів і обладнання, оснащення засобами праці, а також оптимальне розташування самого працівника для успішного виконання ним своїх функціональних обов'язків, економії його розумових і фізичних зусиль.

Раціональне планування робочого місця полягає в тому, щоб звести до мінімуму зайві рухи та переміщення; створити такі умови праці, які б сприяли підвищенню її продуктивності та зниженню стомлюваності людини; економно використовувати наявні площі. Вказані цілі будуть досягнуті при погодженому плануванні робочих місць, яке враховує рухи взаємодіючих працівників, потоки інформації і т. ін. Співробітники, які найбільш часто вступають в контакти між собою, мають розташовуватися поблизу один від одного¹⁶.

Для нормального функціонування підрозділу важливо забезпечувати робочі місця необхідними засобами зв'язку: зоровою (світлова сигналізація); звуковою (дзвінок, телефонний і радіозв'язок); комбінованою і т. ін. До засобів зв'язку і сигналізації пред'являються такі основні вимоги: час на подання сигналів має бути невеликим, а дії людини, яка реагує на них – простими.

4.3 Вплив пилу і відпрацьованих газів на організм працівників

Чимало виробничих процесів пов'язано з дією промислового пилу на працівників. Дрібні частки твердих речовин, зважуваних у повітрі, прийнято називати пилом. Наявність порошу в повітрі робочих приміщень зумовлена характером та організацією технологічного процесу, ступенем герметичності устаткування, наявністю або відсутністю вентиляційних установок, ефективністю їх роботи.

Пил буває органічний (рослинного чи тваринного походження — борошно, цукор, тютюн тощо) і неорганічний (металевий), мінеральний (гіпс, цемент і т. д.).

Запиленість має місце на виробництві з такими процесами, як обточка, обдирка, поліровка, вибиття опок, заточка, шліфівка абразивними кругами. Часом пил виникає під час горіння, транспортування і розважування

порошковатих речовин. Про стан запиленості на окремих виробництвах свідчать дані табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Стан запиленості на окремих виробництвах

Виробництво	Кількість пилу, мг/м ³
Механічні цехи	Від 3 до 12
Обрубні відділення ливарних цехів	Від 100 до 250
Забої шахт	До 1500

Концентрацію порошу в повітрі робочої зони визначають безпосередньо за допомогою фотопиломіру.

Важливе значення має гігієнічна оцінка пилу, тобто визначення її дисперсності (розміру та кількості пилових частинок у повітрі). Багатьма дослідженнями Е. І. Андеєвої-Галакіної, Л. К. Хоцянова, Р. Г. Лейтеса та інших доведено, що найглибше в організм людини проникають пилові частинки, які мають розмір менше 5 мг/м³. При цьому встановлено, що чим менший розмір частинок пилу, тим більша їх біологічна, фізіологічна та хімічна активність.

Пил шкідливо впливає здебільшого на верхні дихальні шляхи. При цьому його дія залежить від його природи, концентрації, дисперсності, а також розчинності. Виділяють розчинні небезпечні види пилу (пил свинцю, миш'яка), а також розчинені безпечні (пил цукру, пил борошна).

Пил шкідливо впливає на легені працівників. Під його впливом виникає таке тяжке професійне захворювання, як силікоз (при незначних концентраціях - через 6-10 років, а при великих дозах - через 2-3 роки). Це захворювання найбільше проявляється серед працівників гірничої промисловості (бурильників, підрильників), у керамічному, гончарному виробництві, при шліфуванні на піскових каміннях.

Важливою властивістю окремих видів пилу, таких як вугільний, цукровий, пил цинку, алюмінію, борошна та деяких інших є вибуховість. За певних умов (достатньо високої температури, наявності електричного розряду, полум'я, відповідній концентрації пилу у повітрі) пил здатний вибухнути.

Мінімальна концентрація пилу, за якої може виникнути вибух, становить для вугілля - 30 г/м^3 , алюмінію - 7 г/м^3 , для цукру - 10 г/м^3 .

Вихлопні гази (або відпрацьовані гази) - основне джерело токсичних речовин двигуна внутрішнього згоряння - це неоднорідна суміш різних газоподібних речовин з різноманітними хімічними і фізичними властивостями, що складається з продуктів повного і неповного згоряння палива, надлишкового повітря, аерозолів і різних мікродомішок (як газоподібних, так і у вигляді рідких і твердих частинок), що надходять з циліндрів двигунів у його випускную систему.

Відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) містять близько 200 компонентів. Період їх існування триває від декількох хвилин до 4 - 5 років. За хімічним складом і властивостями, а також характером впливу на організм людини їх підрозділяють на групи.

Перша група. Це нетоксичні речовини (азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ та інші природні компоненти атмосферного повітря).

Друга група. Це оксид вуглецю або чадний газ (CO) - продукт неповного згоряння палива. Оксид вуглецю має наркотичну дію, дратівливо діє на шкіру і слизові оболонки. Оксид вуглецю при вдиханні зв'язується з гемоглобіном крові, витісняючи з неї кисень, в результаті чого настає кисневе голодування, яке, передусім, позначається на центральну нервову систему. Висока концентрація оксиду вуглецю навіть при короткочасному впливі може викликати смерть; невеликі дози викликають запаморочення, головний біль, відчуття втоми і сповільнену реакцію. Оксид вуглецю - один з факторів, що викликають хворобу серця - стенокардію, тобто зменшення переносу кисню до тканин, особливо згубно для міокарду (серцевого м'яза).

Третя група. У її складі оксиди азоту - NO і NO₂. Викликає сильне роздратування слизових оболонок очей, при високих концентраціях оксидів азоту (понад 0,004 %) виникають астматичні прояви і набряк легенів.

Четверта група. У цю групу входять різні вуглеводні (сполуки типу C_xH_y). Вуглеводні, поряд з токсичними властивостями, володіють також канцерогенну дію. Особливою канцерогенною активністю відрізняється бенз (а) пірен (C₂₉H₁₂), що міститься у відпрацьованих газах бензинових двигунів і дизелів.

П'ята група. Цю групу складають органічні сполуки - альдегіди. У відпрацьованих газах містяться в основному формальдегід, акролеїн і оцтовий альдегід. Ці сполуки, дратують органи зору, дихальні шляхи, вражають центральну нервову систему, нирки, печінку. При фотохімічному смозі запалюються очі, слизові оболонки носа і горла, відзначаються симптоми задухи, загострення легеневих і нервових захворювань, бронхіальної астми.

Шоста група. Компоненти цієї групи - сажа та інші дисперсні частинки. Адсорбують на своїй поверхні бенз(а)пірен, сажа робить більш сильний негативний вплив, ніж у чистому вигляді. Сажа як будь-який дрібний пил діє на органи дихання, але головна небезпека полягає в тому, що на ній адсорбуються канцерогенні речовини, отже, зростає ризик захворювань на рак.

Сьома група. До цієї групи відносять сірчисті сполуки - сірчаний ангідрид, сірководень, які мають місце у відпрацьованих газах, коли використовується паливо з підвищеним вмістом сірки. Сірчисті сполуки надають подразнюючу дію на слизові оболонки горла, носа, очей людини. Сірчистий газ викликає онкологічні захворювання. Вдихання вологого повітря, що містить оксид сірки, особливо небезпечний для людей, які страждають на серцево-судинні захворювання. Тривале вдихання сірчистого газу підвищеної концентрації діє на організм загально токсично, викликаючи порушення діяльності нервової системи.

Восьма група. До складу цієї групи входять свинець та його сполуки. Ці компоненти з'являються у відпрацьованих газах при використанні етилованого бензину. Сполуки свинцю вражають органи і тканини організму, нервову систему, шлунково - кишковий тракт, порушують обмінні процеси, призводять до зростання онкологічних захворювань. Небезпека отруєння сполуками свинцю посилюється тим, що вони, як канцерогенні речовини не видаляються з організму, а накопичуються в ньому, також як в ґрунті і рослинах. В організмі людини свинець утримується білками еритроцитів, потім надходить у плазму крові і досягає нирок, печінки та ін органів. У кістках свинець накопичується поступово і надовго залишається в них.

Поразка ясен, розлад кишечника, захворювання нирок, судин і центральної нервової системи, пригнічення синтезу білка, негативний вплив на

генетичний апарат клітини - результат отруєння свинцем. Якщо з водою людина отримує більше 0,1 мг іонів свинцю на добу, то це може призвести до підвищеної стомлюваності, депресії, порушення функцій нервової системи, анемії, ниркової недостатності, судом. Іони свинцю можна видалити з води, осадивши їх у вигляді сульфідів.

Свинцеве отруєння навіть на ранніх стадіях впливає на головний мозок, внаслідок чого у дітей знижується інтелект, порушується координація рухів, погіршується слух і пам'ять.

З 1000 т забруднюючих речовин, щодня потрапляють в повітря з вихлопів автомобілів, 200 т чадного газу, 800 т вуглеводнів та інших сполук.

Пріоритетною шкідливою домішкою у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині, є оксид вуглецю (CO), частка якого становить у середньому 69 % загальної кількості викидів шкідливих речовин. Частки інших домішок розподілені таким чином: 17 % припадає на оксиди азоту (NOx) і 14 % - на сумарні вуглеводні (CH).

Такий далеко не весь перелік впливу інтенсивно виділяються на перший погляд безневинної голубоватого серпанок глушника дітища науково-технічного прогресу автомобіля. Однак виключити з життя наявність автотранспорту неможливо або проблематично, але цілком можливо і необхідно скоротити кількість шкідливих домішок містяться у вихлопних газах. Одним із шляхів екологізації автомобільного транспорту є переведення його на альтернативні види палива.

4.4 Техніка безпеки при технічному обслуговуванні і ремонті системи керування двигуна

- Не торкайтеся висновків ЕБК руками - система керування двигуна - мікропроцесорна, електронні компоненти ЕБК можуть бути пошкоджені електростатичним розрядом.

- Приступаючи до ремонту автомобіля (особливо, якщо операції пов'язані з демонтажем елементів системи керування двигуна), зніміть клему з негативного виводу акумуляторної батареї. При від'єднанні акумуляторної

батареї від мережі автомобіля з пам'яті ЕБК будуть видалені коди несправностей.

- У багатьох випадках для перевірки елементів системи керування двигуна необхідна наявність у електричного ланцюга системи, напруга живлення. При цьому від'єднувати колодки проводів від датчиків і виконавчих елементів системи керування двигуна допускається тільки після виключення запалення.

- Від'єднувати колодку джгута проводів від ЕБК можна тільки після зняття клеми з негативного виводу акумуляторної батареї.

- При необхідності відключити акумуляторну батарею до електричної мережі автомобіля під час ремонту попередньо переконайтеся в тому, що від'єднані проводи (виводи колодок, кінці проводів) не замикають на «масу» і що запалення вимкнене. Під'єднайте спочатку клему до позитивного виводу акумуляторної батареї, а потім до негативного. Вмикайте запалювання тільки на час виконання вимірювань.

- В системі керування двигуном використовуються електронні компоненти, напруга живлення яких 5 В. Подання на них напруги від електричної мережі автомобіля (напруга в якій більше 12 В) призведе до виходу з ладу системи керування двигуном.

- Для перевірки системи керування двигуном використовуйте мультиметр, внутрішній опір приладу в режимі вольтметра має бути не менше 10 МОм. При необхідності для перевірки ланцюгів живлення, які перебувають під напругою 12 В, можна скористатися контрольною лампою, але потужність лампи повинна бути менше 4 Вт (підійде контрольна лампа шитка приладів А 12-1, 2-1 потужність 1,2 Вт лампа підсвічування прикурювача АМН 12-3-1-3 Вт).

- Перед запуском двигуна переконайтеся, що клеми надійно закріплені на виводах акумуляторної батареї.

- Щоб уникнути виходу з ладу електронних компонентів ЕБК не можна при працюючому двигуні від'єднувати клеми проводів від виводів акумуляторної батареї.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результати кваліфікаційної роботи бакалавра дозволяють зробити наступні висновки:

Була вирішена науково-практична задача, пов'язана з поліпшенням і розробкою методів створення режимів технічного обслуговування і ремонту електронних систем управління двигуном, які використовуються на вітчизняних легкових автомобілях на різних стадіях їх впровадження в експлуатацію.

В результаті проведених досліджень були встановлені показники надійності та закономірності розподілу часу на відмови та несправності елементів, підсистем ЕСКД як окремо, так і в цілому. Також були виявлені показники зміни інтервальних і питомих витрат на технічне обслуговування і ремонт з урахуванням динаміки їх змін у процесі експлуатації автомобілів.

У сучасних умовах, для досягнення визначеного рівня ефективності нових автомобільних систем, стає все важливішим розроблення та впровадження раціональних нормативів щодо технічного обслуговування і ремонту, а також скорочення термінів їх розробки і практичної реалізації.

Розробка та постійне оновлення нормативів стають необхідністю через декілька важливих причин: зростання темпів модернізації та виробництва нових автотранспортних засобів для індивідуальних власників, збільшення вартості таких транспортних засобів та витрат, пов'язаних з їх технічним обслуговуванням та ремонтом.

Основою нормативно-технічного забезпечення системи підтримки працездатності ЕСКД повинні бути визначені нормативи, які визначають стратегії профілактичного технічного обслуговування та ремонту цих систем.

Більшість існуючих методів розробки нормативів профілактичного обслуговування та ремонту ґрунтується на використанні довготривалих показників надійності систем та їх компонентів.

Для забезпечення ефективності системи ТО і ремонту, яка гнучко реагує на процеси модернізації і впровадження нових моделей легкових автомобілів, включаючи їх електронні системи керування, необхідно розробляти

спеціалізовані методики, що дозволяють формувати профілактичні нормативи на ранній стадії освоєння та під час подальшої експлуатації. Це дозволить значно зменшити час розробки нормативів з потрібною точністю.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
5. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
6. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

12. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

13. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.

14. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

15. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80-89.

16. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

17. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.

18. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с

19. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с

20. Формальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с

21. Шапко В.Ф., Шапко С.В. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.

22. Dominique Paret (Author), Hassina Rebaine(Author), Autonomous and Connected Vehicles: Network Architectures from Legacy Networks to Automotive Ethernet 1st Edition Wiley; 1st edition (March 15, 2022) - 416 pages

23. The Car Book: The Definite Visual Guide Dorling Kindersley 2022 рік,- 368 pages

24. Per Enge (Author), Nick Enge (Author), Stephen Zoepf Electric Vehicle Engineering 1st Edition, Kindle Editio McGraw Hill; 1st edition (January 24, 2021) - 209 pages

25. Tom Denton Electric and Hybrid Vehicles 2nd Edition, Kindle Edition Routledge; 2nd edition (June 29, 2020)- 222 pages

29. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.

30. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації

технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.

31. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

32. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.