

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

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«29» вересня 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня МАГІСТР
(НАЗВА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Захарову Константину Володимировичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту системи керування двигуном Simtec 71 автомобіля Opel Vectra з дослідженням конструктивних, функціональних та експлуатаційних властивостей системи електронного керування акселерометром

Керівник роботи Пиндус Ю.І., к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 грудня 2020

3. Вихідні дані до роботи Характеристика АТЗ, базовий технологічний процес ремонту

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

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

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

1. План дільниці діагностики (ф-А1)

2. Комплексна система керування ДВЗ автомобіля Opel Vetra (ф-А1)

3. Сканер Delphi SD150 (ЗВ) (ф-А1)

4. Схема підєднання сканера для діагностики (ЗВ) (ф-А1)

5. Схема процесу діагностики елементів СК ДВЗ автомобіля Opel Vetra (ф-А1)

6. Технологічна карта діагностики СК ДВЗ автомобіля Opel Vetra (ф-А1)

7. Компоновка електронного приводу керування автомобіля Opel Vetra (ф-А1)

8. Значення діагностичних параметрів, логістична матриця, загальна схема системи керування ДВЗ та осцилограма роботи давача (ф-А1)

9. Компоновка використовуваних здавачів для КС ДВЗ (ф-А1)

10. Графіки залежностей параметрів роботи давачів від різних факторів (ф-А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 29.09.2020**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.10.2020	
2	Технологічний розділ	29.10.2020	
3	Конструкторський розділ	11.11.2020	
4	Науково-дослідний розділ	25.11.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	09.12.2020	
6	Оформлення графічної частини	11.12.2020	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	21.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Захаров К.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Пиндус Ю.І..

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Характеристика автомобіля Opel Vectra.....	8
1.2 Призначення системи керування двигуном Simtec 71.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
2.1 Особливості побудови та функціонування системи керування автомобіля Opel Vectra.....	11
2.2 Розпізнавання пропусків запалювання.....	15
2.3 Діагностика роботи каталізатора.....	18
2.4 Діагностика роботи лямбда-зондів.....	21
2.5 Діагностика вентиляції бака.....	25
2.6 Діагностика системи впуску додаткового повітря.....	27
2.7 Діагностика паливної системи.....	28
2.8 Корекція регулювання паливно-повітряної суміші.....	31
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	35
3.1 Аналіз існуючого устаткування для діагностики компонентів комплексної системи керування ДВЗ.....	35
3.2 Сканер напівпрофесійного обладнання для діагностики.....	40
3.3 Електричний розрахунок електронного ключа.....	42
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	44
4.1 Аналіз особливості конструкції СЕКА.....	44
4.2 Дослідження робочого процесу системи електронного керування акселератором.....	45
4.3 Алгоритм діагностики операції та здійснення формування технічної документації.....	49

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ**СИТУАЦІЯХ.....50**

5.1 Охорона праці на дільниці діагностики.....50

5.2 Техніка безпеки на дільниці діагностики.....52

5.3 Розрахунок занулення.....55

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....62**БІБЛІОГРАФІЯ.....63****ДОДАТКИ.....64**

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту системи керування двигуном Simtec 71 автомобіля Opel Vectra з дослідженням конструктивних, функціональних та експлуатаційних властивостей системи електронного керування акселерометром».

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з п'яти розділів. В загально-технічному розділі подана характеристика автомобіля Opel Vectra, призначення системи керування двигуном Simtec 71 та описано виконавчі тракти систем керування двигуном.

В технологічному розділі описано особливості побудови та функціонування системи керування автомобіля Opel Vectra, визначення прихованих та непостійних несправностей, розпізнавання пропусків запалювання, діагностика роботи каталізатора, діагностика роботи лямбда-зондів, діагностика вентиляції бака, діагностика системи впуску додаткового повітря, діагностика паливної системи та корекція регулювання паливно-повітряної суміші. Вибрано спосіб ремонту електромагнітної форсунки, схему технологічного процесу, план технологічних операцій. Розроблено маршрутні технологічні карти та операційні технологічні карти. Обґрунтовано вибір виробничого підрозділу та організацію робочих місць у виробничому підрозділі. В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючого устаткування для діагностики компонентів комплексної системи керування ДВЗ. Описано сканер напівпрофесійного обладнання для діагностики та здійснено електричний розрахунок електронного ключа. В науково-дослідному здійснено аналіз особливості конструкції системи електронного керування акселератором дослідження робочого процесу системи електронного керування акселератором, розробку моделі взаємозв'язку основних параметрів системи електронного керування акселератором, розробку діючої моделі системи керування двигуном Simtec71 автомобіля Opel Vetra та розробку технології дослідження електронного приводу акселератора. В п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та здійснено розрахунок.

ВСТУП

Організація технологічного процесу технічного обслуговування (ТО) залежить головним чином від виробничої програми (числа автомобілів), структури парку, постійності змісту і трудомісткості робіт.

Вона залежить також від періоду часу, що відводиться на обслуговування, трудомісткості обслуговування і режиму роботи автомобілів на лінії.

Обслуговування по потоковому методу зазвичай доцільно за наявності на СТО великого числа однотипних автомобілів, при постійному об'ємі і трудомісткості робіт.

При малій виробничій програмі, різнотипних автомобілів, різних умовах експлуатації, різному режимі роботи автомобілів., що не забезпечує безперебійну роботу потокової лінії і так далі, доцільніше застосовувати метод обслуговування на універсальних постах.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика автомобіля Opel Vectra



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд автомобіля Opel Vectra

Opel Vectra - середньорозмірний сімейний автомобіль німецького концерну Opel, який прийшов на заміну застарілої моделі Opel Ascona. У Сполученому Королівстві продавався під маркою Vauxhall, в Австралії був більше відомий як Holden, в Латинській Америці - Chevrolet. Всього випускалося три покоління, що позначалися латинськими буквами А, В і С. Перша Vectra А встала на конвеєр в вересні 1988 року, виробництво останньої версії Vectra С \ Signum завершилося в липні 2008 року. Друге покоління - Vectra В - користувалося великою популярністю, за що отримало прізвисько «Улюбленець Європи» [2].

Примітно, що назва «Vectra» не несе якийсь конкретний зміст - це була одна з перших моделей з повністю «синтетичним» ім'ям, вибраним комп'ютером.

Продажі Opel Vectra першого покоління розпочалися 14 жовтня 1988 року. З червня 1992 року модель стала єдиною в своєму класі в Європі, на якій вже в базовій комплектації встановлювалася ABS. А в серпні Vectra зазнала

рестайлінг, отримавши, крім оновленої зовнішності, преднатяжители ременів безпеки і усилённую бічний захист.

Переважає більшість автомобілів мало передній привід; в обмеженій кількості випускалися повнопривідні модифікації, що не одержали великого поширення через складність і дорожнечу як в обслуговуванні, так і в ремонті.

Такі версії комплектувалися тільки механікою (крім C20NE, який був доступний з автоматом) і більш обмеженим набором двигунів: 88-сильним C18NZ, 115-сильним C20NE, 116-сильним 20NE, 129-сильний 20SEN, 136-сильним X20XEV, 150-сильним 20XEJ і найбільш потужним турбонаддувним 204-сильним C20LET.

Виробництво Vectra A було зупинено в липні 1995 року. Всього випустили близько 2,5 мільйонів екземплярів.

Обмеженим тиражем випускалися спортивні версії: i500, Super Touring і GSi.

Перша версія була розроблена в Німеччині компанією Opel Motorsport. Відрізнялася двигуном V6 з потужністю, збільшеною до 195 л. с. (143 кВт), спортивним обвісом і деталями інтер'єру.

Дві інші були створені Motor Sport Developments, що базувалася в Мілтон-Кінсі. Всього випущено близько 3900 примірників версії 2.5 GSi, в основному в кузовах седан і хетчбек. Універсалів було вироблено 317 штук.

Існував рідкісний варіант Vectra - i30 в кузові універсал. Розроблено до 30-річчя ательє Irmscher, проводився за індивідуальним замовленням.

Оснащувався виключно механічною КПП і модифікованим двигуном 3.0 V6 від старшої моделі Omega B, який видавав 220 л. с. Зібрано менше 30 запланованих примірників.

У 2000-2001 роках проводилася остання серія 2.6 GSi, але вона була обмежена 500 машинами.

Аналогічно, найбільшу частку становили седани і хетчбеки, універсалів 37 штук.

Ці версії отримали безліч оновлень, включаючи ксенонові фари і передні гальма зі збільшеним діаметром диска.

Vectra B використовувалася в поліції.

1.2 Призначення системи керування двигуном Simtec 71

Основні функціональні завдання системи керування двигуном (СКД).

Двигун є пристроєм, що виконує функцію керованого перетворення енергії палива в механічну роботу.

Керуючі функції:

- кут випередження запалювання;
- циклова подача;
- циклове заповнення ДВЗ і т.д.

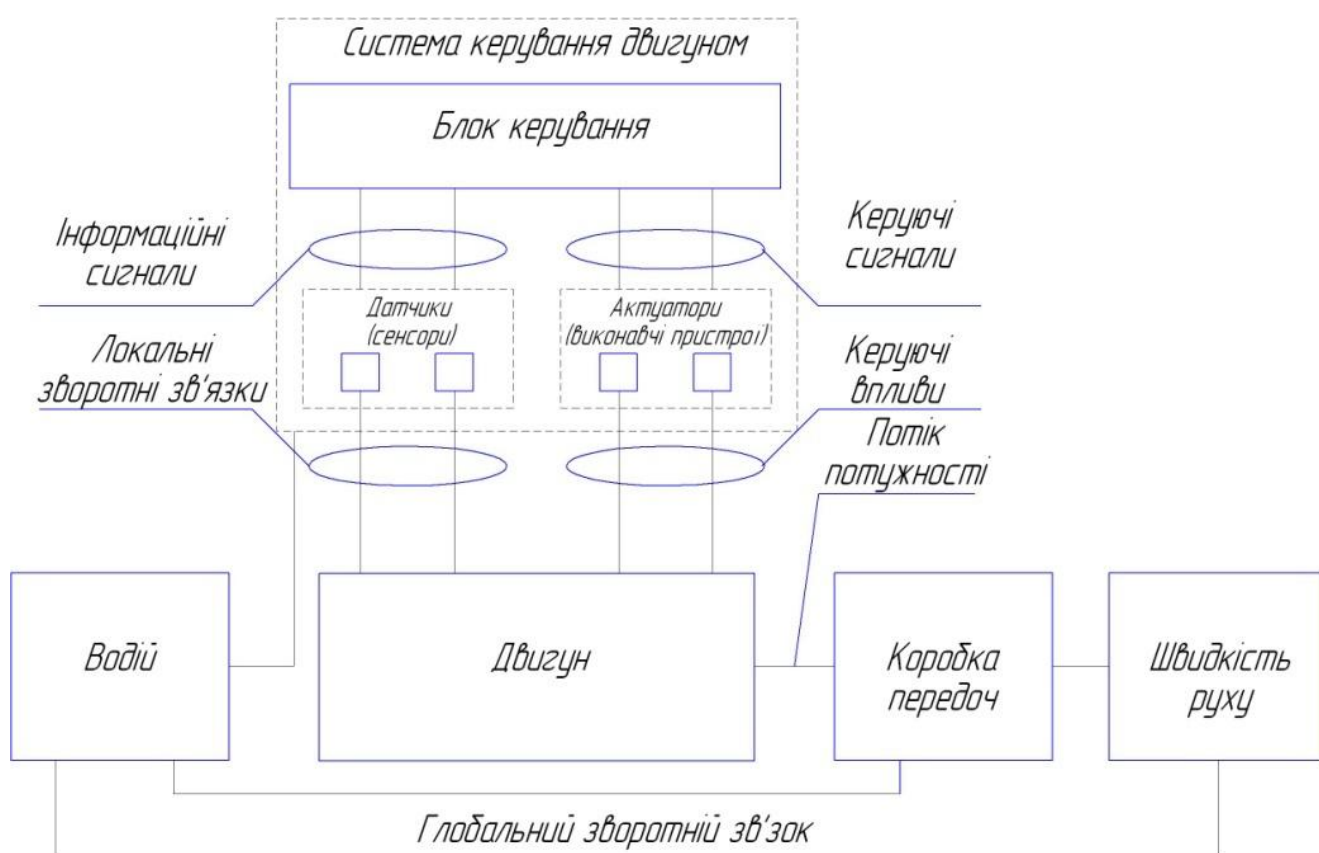


Рисунок 1.2 - Керування автомобільним двигуном

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Особливості побудови та функціонування системи керування автомобіля Opel Vectra

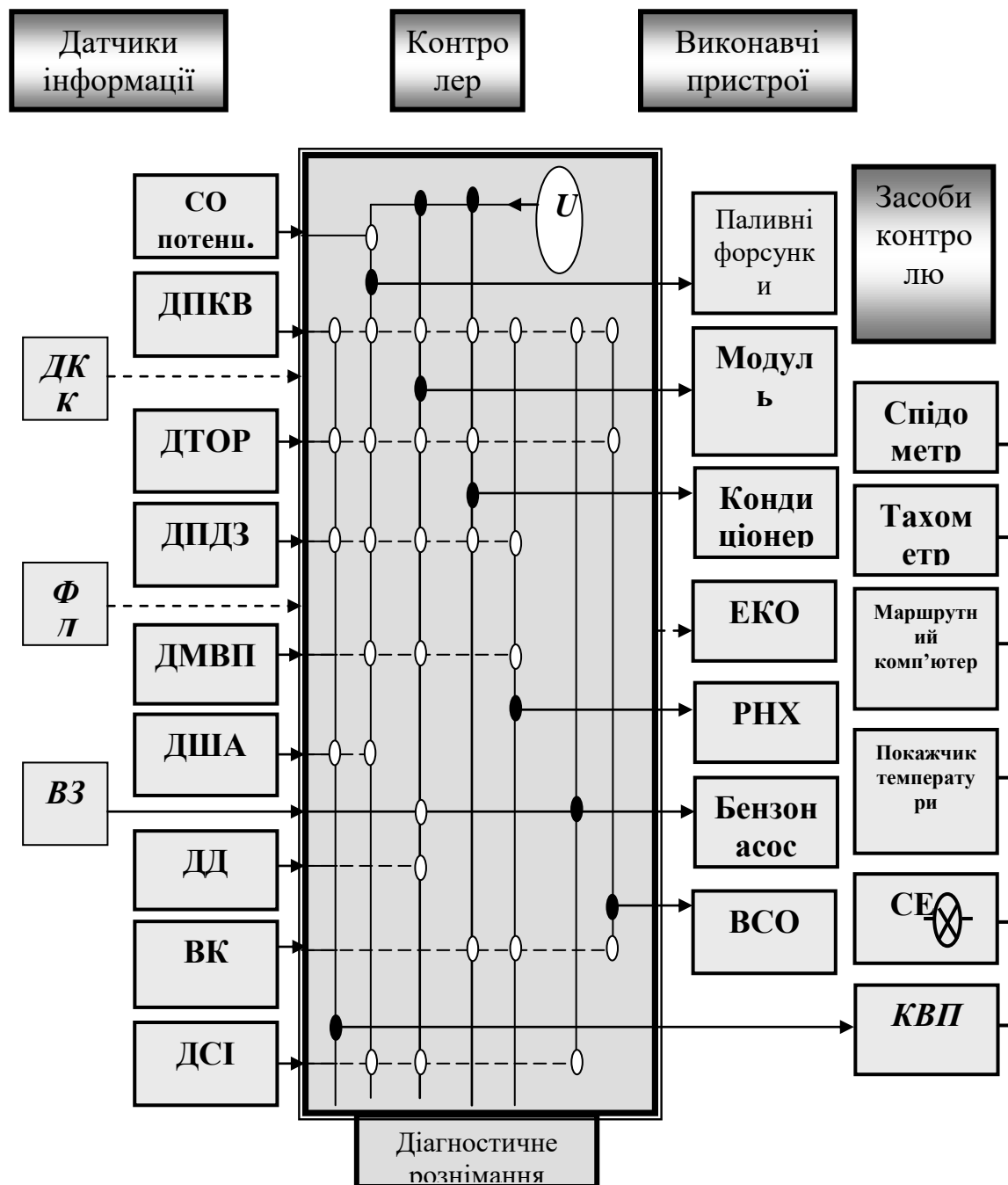


Рисунок 2.1- Функціональна структура системи

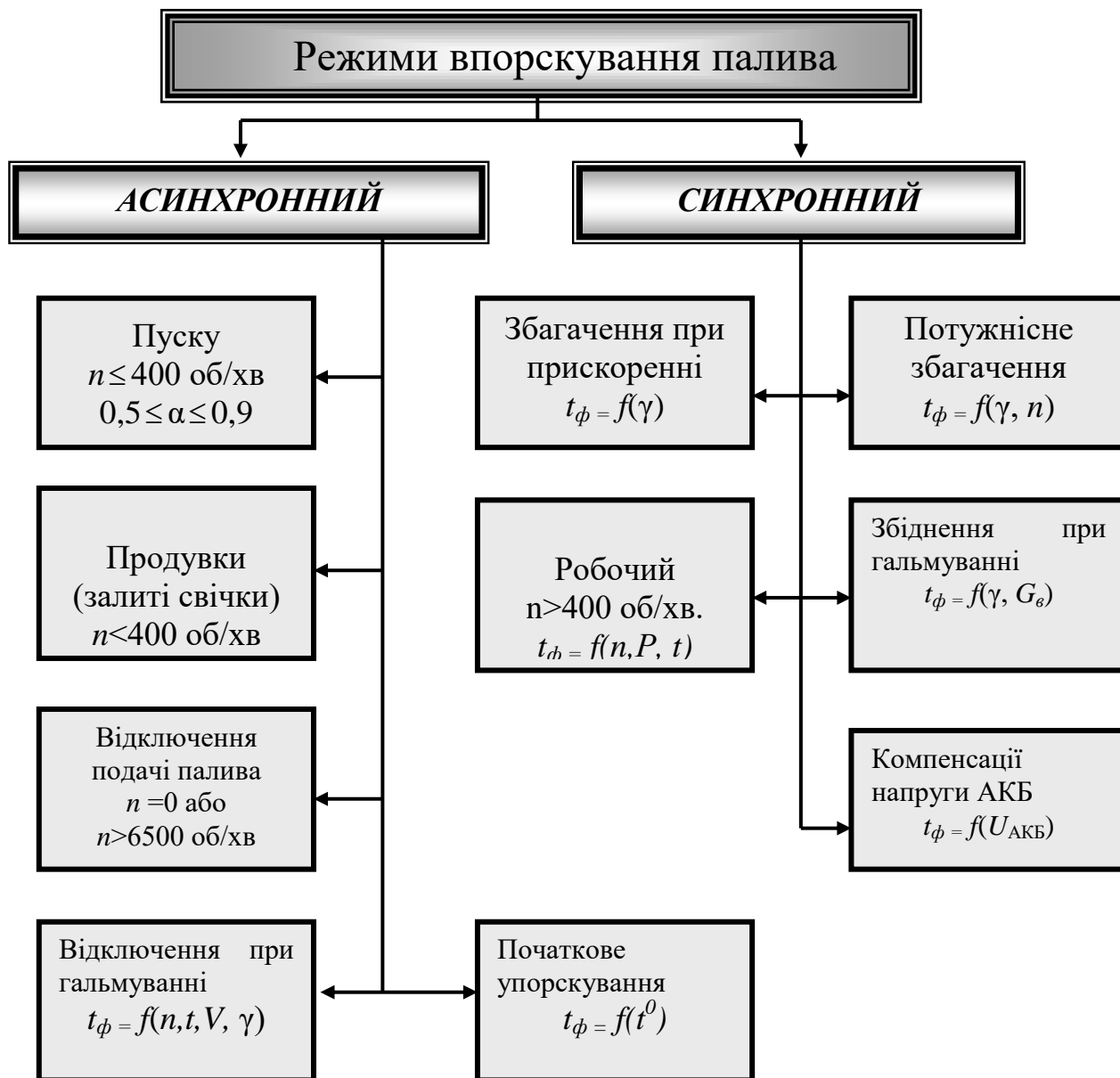


Рисунок 2.2 - Режимы работы системы

Система живлення впорскування бензинових двигунів здійснює подачу палива в циліндри і приготування горючої суміші.

Система живлення впорскування складається з контурів низького і високого тиску.

До складу контура низького тиску входять:

- блок керування електронасосом;
- паливний бак;
- паливопідкачуючий електронасос;

- паливний фільтр із запобіжним клапаном, що відкривається при тиску шість цілих і вісім десятих барів;

- датчик низького тиску палива.

Контур високого тиску. Тиск палива в цьому контурі змінюється в межах від 30 до 110 барів. Ці межі можуть відрізнятися у двигунів різних моделей.

До складу контура високого тиску входять:

- паливний насос високого тиску;
- регулювач тиску палива;
- рампа форсунок , захищена від корозії при змісті метанолу в паливі до 10%;
- запобіжний клапан, що відкривається при тиску близько 120 барів;
- датчик високого тиску палива;
- форсунки високого тиску.

Для керування паливоподачею використовуються:

- датчики тиску у впускному трубопроводі;
- датчик температури повітря на впусканні;
- датчик частоти обертання колінчастого валу;
- датчик Холу;
- датчики кутового положення дросельної заслінки;
- датчики положення педалі акселератора;
- вимикач сигналу гальмування;
- вимикач круїз-контролю на педалі гальма;
- датчики детонації;
- потенціометр на валу впускних заслінок;
- потенціометр на клапані перепускання відпрацьованих газів;
- датчики кисню;
- датчик кисню після нейтралізатора;
- датчик температури відпрацьованих газів;
- датчик NO_x;
- датчик тиску в підсилювачі гальмівного приводу;
- блок керування системою;
- датчик положення педалі зчеплення;

- реле в ланці живлення системи;

Основними виконавчими елементами, що забезпечують подачу палива, являються: паливопідкачуваний насос, паливний насос високого тиску і форсунки.

Уся робота елементів живлення впорскування спрямована на отримання горючої суміші певного складу, в потрібний момент часу.

Найважливішим елементом системи живлення є форсунка, так, як саме від неї залежить якість розпилювання палива, дозування і момент подачі.

Форсунка системи впорскування бензинових двигунів працює в умовах дуже високого тиску, середніх температур (до 160°C) і піддається корозійній дії бензину.

Найбільш поширена конструкція форсунки - це конструкція, в якій корпус виготовлений із сталевго прутка, тянутого або точеного. Більшість форсунок виготовляються (згідно ISO 2699-1983 і ISO 3539-1975), в трьох типорозмірах, з діаметрами корпусів форсунок 17, 21 і 25 мм.

Розпилювачі під час роботи на двигуні піддаються механічним і тепловим навантаженням. Це різкі удари голки об ущільнюючий конус в корпусі розпилювача з частотою до 10 000 разів в хвилину. Перегрівання розпилювача (температура біля розпилюючих отворів вище 200°C) призводить до зміни кольору, закоксованості отворів, заклинюванню голки. Тому, корпуси розпилювачів виготовляються із сталевих сплавів, з обробкою азотуванням або вуглецюванням, що містять хром, нікель і молібден. Корпуси штифтових розпилювачів також виготовляються із сталевих (підшипникових) сплавів із загартуванням.

Зносостійкість і безвідмовність в експлуатації розпилювача залежить від товщини твердого шару на конусі розпилювача. Якщо твердий шар тонкий або взагалі відсутній, то зносостійкість розпилювача буде низька. Обробка вуглецем дає шар з більшою товщиною, але з меншою твердістю в порівнянні з азотуванням, що дає тонкий, але твердіший шар. Твердість після тепло-хімічної обробки корпусу розпилювача на поверхні конуса ущільнювача має бути не менше 60 HRC.

Найчастіше у форсунці виходить з ладу розпилювач. Але зношуються також і інші деталі форсунки : гайка розпилювача, прокладка, корпус форсунки, грибок форсунки. Знос з'являється в місцях зіткнення деталей і викликається дією сил удару. З'являються тріщини, втискування, подряпини, деформації, лінійні зміни з'єднань, наприклад: збільшення кроку голки, зменшення довжини грибка форсунки.

Деталі форсунки можуть зношуватися і через дію корозії, забруднюючих речовин, що містяться в паливі, а також через ерозійну дію палива в місцях, де є зміни прохідних перерізів (у паливних каналах).

2.2 Розпізнавання пропусків запалювання

Через пропусків запалювання незгорілих паливно-повітряна суміш потрапляє в каталізатор і може привести до термічного руйнування каталізатора. Термічні пошкодження може отримати і лямбда-зонд. Викиди вуглеводнів значно зростають. При виникненні пропусків за

зпалювання виникає і нерівномірність обертання колінчастого вала; на ньому виникає різний крутний момент. Для розпізнавання пропусків запалення використовуються різні методи аналізу. Аналіз пропусків запалювання виконується селективно по окремих циліндрах за допомогою датчика частоти обертання колінчастого вала.

Метод неплавного ходу:

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

Для розпізнавання нерівномірності обертання за допомогою індуктивного датчика частоти обертання і базисної мітки на колінчастому валу визначається частота обертання, кутова швидкість і положення колінчастого вала. Система (рис. 2.3) включає в себе з'єднаний з колінчастим валом зубчастий обід (наприклад, шків або маховик), називається задаюче колесо. Задає колесо поділено на сектори відповідно до кількості циліндрів і інтервалу запалювання циліндрів. Час, необхідний кожному сектору на один прохід, служить для розпізнавання виникають пропусків запалювання. Пропуски запалювання викликають зміна прискорення поршнів і, як наслідок, нерівномірність обертання колінчастого вала в межах декількох мілісекунд. Керуюча електроніка розпізнає це зміна часу за прохід одного сектора, і при перевищенні запрограмованих граничних значень реєструється несправність.

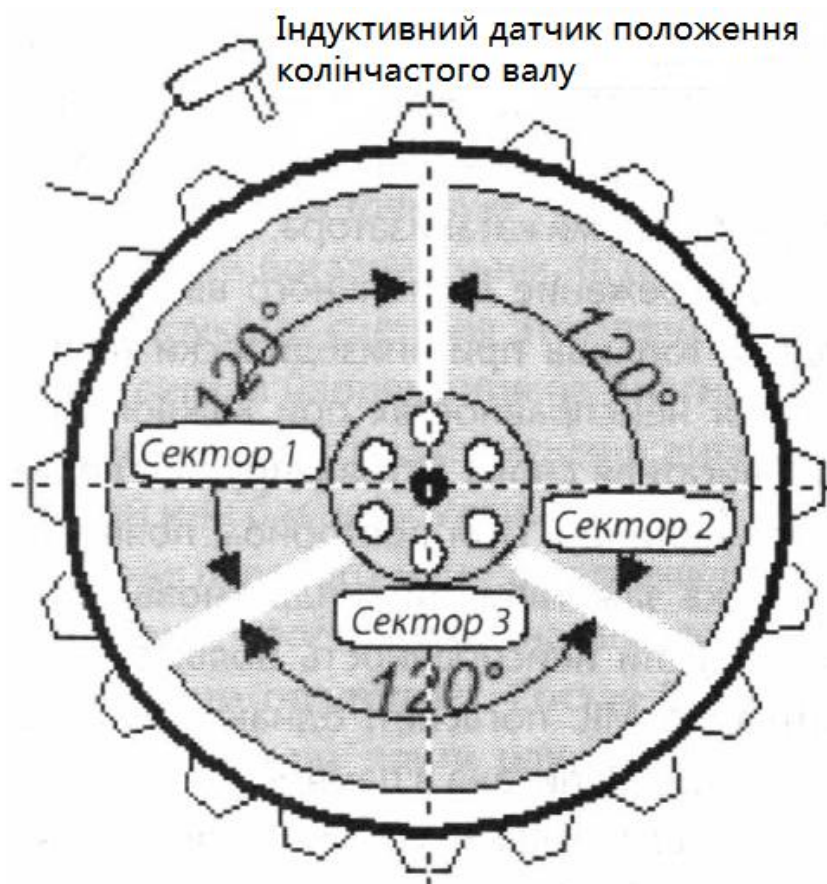


Рисунок 2.3 - Задаюче колесо

Виникає не плавність ходу (рис. 2.4) становить мілісекунди. У цьому прикладі 4-й циліндр є причиною несплавного ходу. Система постійно перевіряє відсоток пропусків запалювання через певний період часу вимірювання (наприклад, 1000 оборотів колінчастого валу). Перевищення концентрації СН у 1,5 рази відповідає більш 2% або 20 перепустками запалювання. При перевищенні цього значення ідентифікується відповідний циліндр, і при повторному виявленні несплавного ходу в наступному інтервалі зчитування реєструється несправність і загоряється MIL. Система подачі палива в циліндр вимикається, коли відсоток пропусків запалювання починає загрожувати ушкодженнями каталізатора.

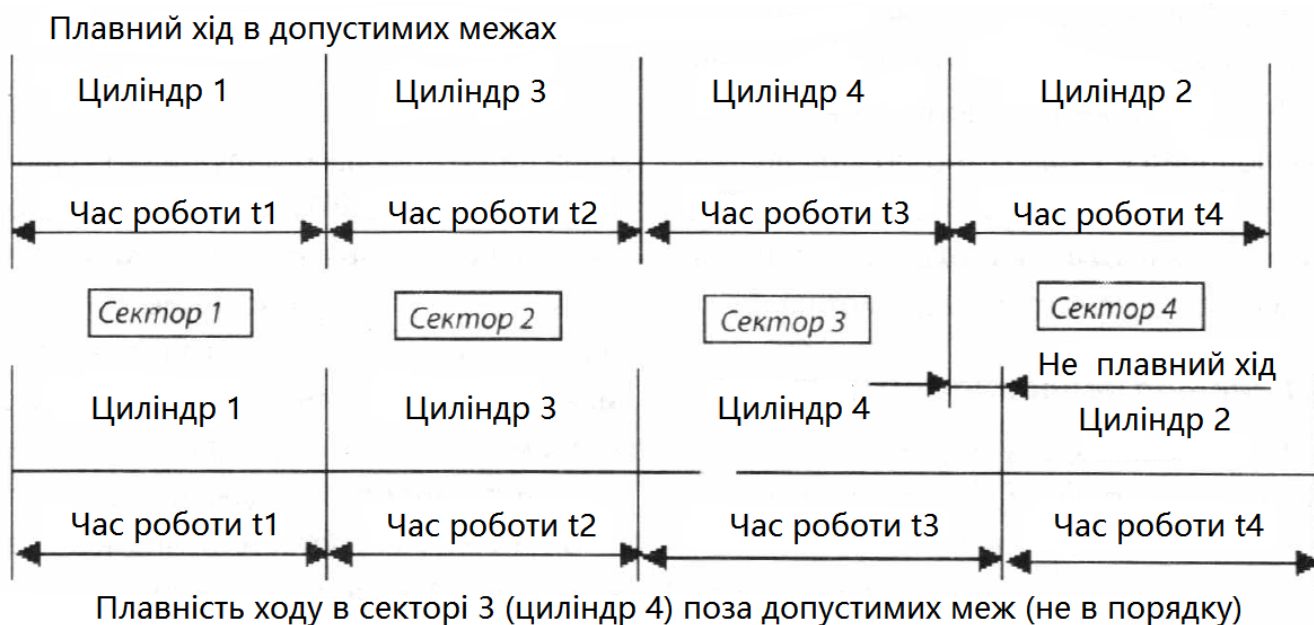


Рисунок 2.4 - Розпізнання не плавності ходу

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

При наступних умовах постійний контроль пропусків запалення може бути вимкнений:

- активізований резерв палива;

- двигун працює в режимі примусового холостого ходу;
- сильно коливається, положення педалі газу;
- нестабільні робочі стану;
- втручання або активізація регулювання по детонації;
- активізація систем управління динамікою руху (ASP або ESP);
- зміни швидкості обертання в трансмісії через погану дорогу.

Метод аналізу моменту:

Метод аналізу моменту, як і метод несплавний ходу, служить для розпізнавання пропусків запалення селективно по окремих циліндрах в залежності від сигналів датчика частоти обертання колінчастого вала, датчика положення розподільного вала або моменту запалювання.

Різниця між цими методами полягає в оцінці сигналів.

Метод аналізу моменту порівнює нерівномірність частоти обертання з фіксованими розрахунками в ЕБУ.

Основою цих розрахунків є залежний від навантаження і оборотів крутний момент, і відповідні обороти двигуна. Останні повинні аналізуватися для кожного типу двигуна і записуються в ЕБУ в якості порівняльної величини.

Основний принцип цього аналізу полягає в тому, що в фазі стиснення кінетична енергія двигуна витрачається на стиснення паливно-повітряної суміші. В результаті обертів двигуна трохи знижуються.

Потім відбувається запалювання, і обороти двигуна злегка зростають через прискорення поршня. При кожному згорянні відбувається невелике коливання обертів між тактом стиснення і робочим тактом.

2.3 Діагностика роботи каталізатора

Каталізатори - найважливіші деталі сучасних систем очищення відпрацьованих газів бензинових двигунів. Постійний контроль функціонування - одне з основних вимог до системи OBD.

Контроль функціонування відбувається лише опосередковано, оскільки поки ще немає готових до серійного випуску датчиків, що вимірюють концентрацію шкідливих речовин у відпрацьованих газів безпосередньо.

Шляхом використання другого лямбда-зонда, званого також діагностичним датчиком, за каталізатором і порівняння амплітуд сигналів керуючого і діагностичного зондів система розпізнає можливі несправності каталізаторів. Обидва лямбда-зонда можуть мати ідентичну конструкцію.

Діагностичний зонд в меншій мірі піддається старінню і навантажень і тому його можна використовувати в якості задає регулятора лямбда-регулювання. Цей метод також називають «методом подвійного лямбда-зонда».

Каталізатор вважається несправним при перевищенні граничного значення СН в 1,5 рази. Контроль функції каталізатора виконується епізодично, один раз за цикл руху.

Базою цього непрямого контролю служить здатність матеріалу каталізатора до накопичення кисню.

Нові каталізатори здатні накопичувати велику кількість кисню.

Проходження сигналу у діагностичного зонда злегка зміщене по фазі по відношенню до сигналу керуючого зонда через часу проходження відпрацьованих газів через каталізатор.

Через постійне зміни складу суміші змінюється і концентрація кисню у відпрацьованих газів.

датність каталізатора накопичувати кисень пом'якшує ці зміни, в результаті на діагностичному зонді у справного каталізатора майже не фіксуються зміни (рис. 2.9).

Напруга зонда має фактично постійну характеристику в діапазоні багатого суміші.

В залежності від конструкції системи цей майже постійний сигнал напруги на діагностичному зонді може перебувати у діапазоні багатого або бідною суміші.

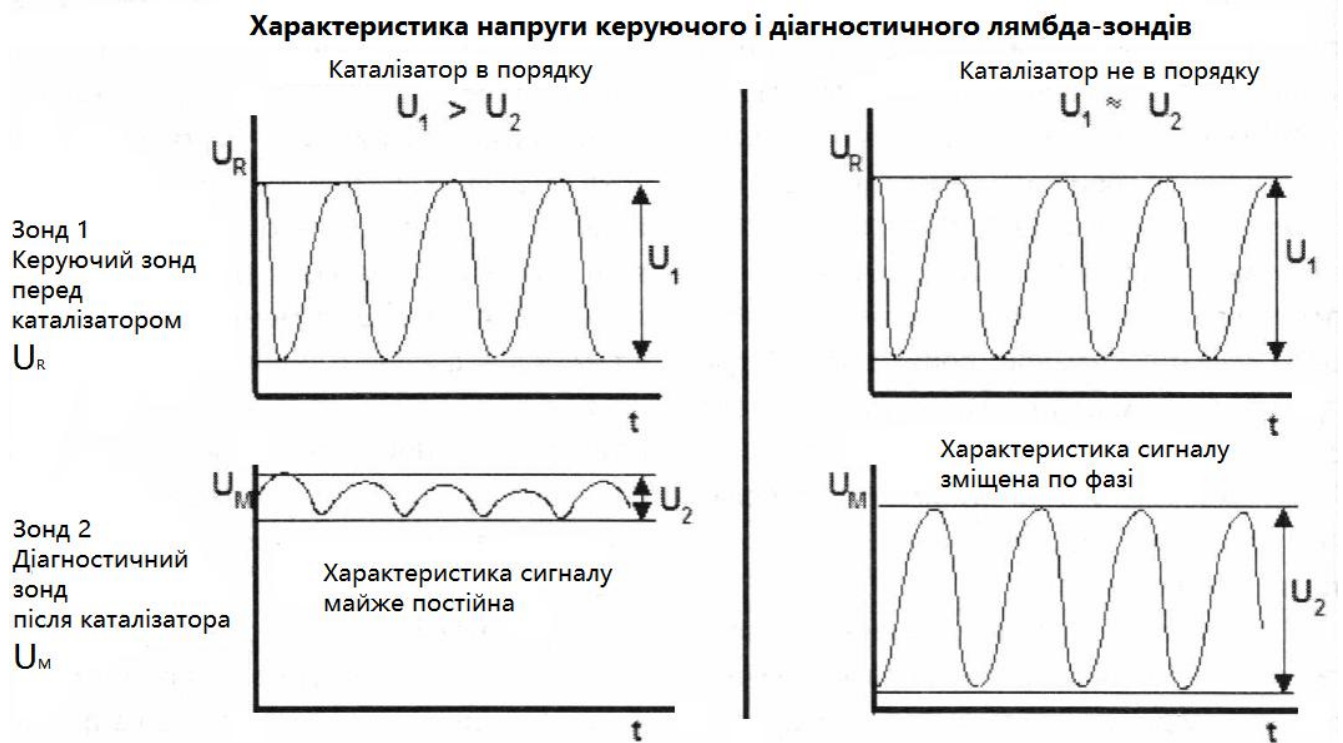


Рисунок 2.5 - Характеристика сигналу керуючого і діагностичного лямбда-зондів

У несправного або постарілого каталізатора здатність накопичувати кисень майже відсутня.

Склад відпрацьованих газів обох лямбда-зондах майже однаковий.

Сигнали обох лямбда-зондів майже ідентичні, якщо не брати до уваги невеликого фазового зсуву, обумовленого часом освіти суміші.

У несправного каталізатора відбувається занадто слабка нейтралізація шкідливих речовин або вона відсутня зовсім.

В результаті другої лямбда-зонд також буде виконувати лямбда-регулювання.

При внутрішньої діагностики в OBD сигнали напруги обох зондів порівнюються протягом декількох циклів регулювання.

При виявленні у відповідності до сигналів напруги зондів (допускається невелике фазовий зсув, обумовлене часом проходження суміші) реєструється несправність і загоряється індикатор MIL

2.4 Діагностика роботи лямбда-зондів

Лямбда-зонди - найважливіші датчики, контролюючі точний склад суміші. Сигнали лямбда-зонда використовуються також для непрямого контролю інших систем, що зменшують викиди.

Таким чином, працездатність зондів має - "велике значення для всієї системи.

Контроль лямбда-зондів і контуру регулювання забезпечується шляхом постійних перевірок правдоподібності сигналів напруги зонда, вимірювання струму і напруги на нагрівальному резисторного елементі зонда, вимірювання регулюючої частоти (динамічний аналіз) і розпізнавання змін характеристики зонда, обумовлених його старінням.

При зміні характеристики особливо аналізуються амплітуда регулювання, параметри реагування і тривалість регулювання.

Діагностика керуючого зонда:

Контроль керуючого зонда здійснюється шляхом аналізу зміщення у характеристичну криву напруги зонда.

До зміщення кривих призводить старіння або «отруєння» зонда. Зсув розпізнається блоком управління і узгоджується в заданих межах.

При перевищенні меж узгодження реєструється несправність і загоряється індикатор MIL.

Перевірка зондів виконується при якомога більш постійних умовах експлуатації (близько 20 секунд руху з постійною швидкістю).

У ЕБУ записані граничні значення для часу включення лямбда-зонда і часу очікування сигналів в діапазонах багатого і бідною суміші. При перевищенні граничних значень реєструється несправність в реєстраторі подій і загоряється індикатор MIL.

Діагностика діагностичного зонда:

Для повного контролю контуру регулювання і функції каталізатора необхідно використовувати і діагностичний зонд.

Працездатність зонда можна перевірити через діагностику меж регулювання або діагностику руху.

Діагностика меж регулювання:

При цій діагностиці керуюча електроніка стежить за параметрами регулювання діагностичного зонда шляхом тривалого, цілеспрямованого зміни складу суміші.

При перевищенні заданих меж регулювання реєструється несправність. Якщо склад суміші оптимальний, то напруга діагностичного зонда коливається в діапазоні лямбда = 1.

Якщо діагностичний зонд видає більш високу або більш низьку напругу (відмінне від середнього значення), значить склад суміші неправильний або несправний каталізатор.

ЕБУ змінює регулює значення лямбда до тих пір, поки зонд знову не відправить значення лямбда = 1.

Це регулює значення має певні межі.

При перевищенні цих меж система OBD виходить з несправності контролюючого зонда або системи випуску відпрацьованих газів (наприклад, вторинне повітря)

Контроль виконується за таким зразком: при падінні напруги зонд повідомляє блоку управління двигуном про збільшення концентрації кисню у відпрацьованих газів. ЕБУ підвищує регулює значення лямбда, і суміш збагачується.

Напруга зонда збільшується, і ЕБУ знову знижує регулююче значення. Це регулювання виконується протягом тривалого часу.

Після досягнення межі регулювання зонд продовжує повідомляти про падіння напруги через занадто високої концентрації кисню у відпрацьованих газів. ЕБУ підвищує регулююче значення для збагачення суміші.

Однак, незважаючи на збагачення суміші, напруга зонда залишається низьким, що обумовлено несправністю (рис. 2.10), і ЕБУ підвищує регулює значення до запрограмованого межі регулювання. ЕБУ розпізнає неправдоподібне стан експлуатації; реєструється несправність і загоряється індикатор MIL.

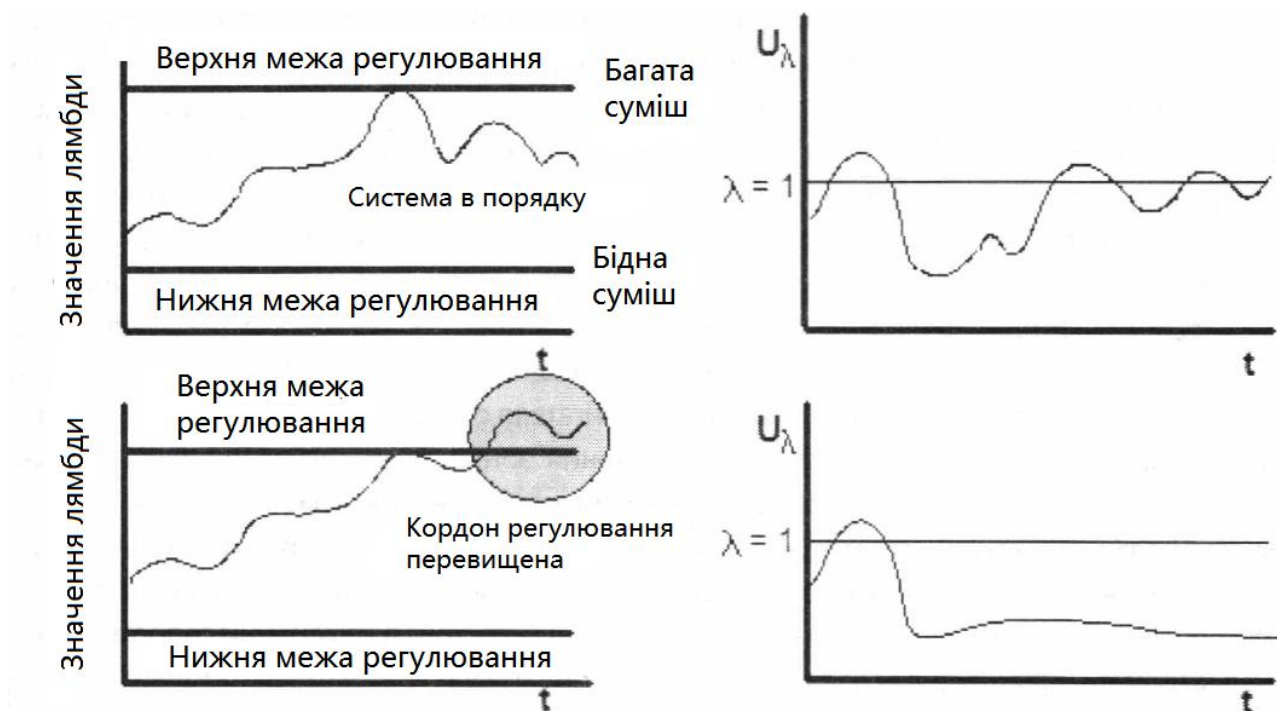


Рисунок 2.6 - Характеристика сигналу при діагностиці меж регулювання

Діагностика обігріву лямбда-зонда:

Поряд з описаними вище видами діагностики при перевірці лямбда-зонда можна проводити розширені перевірки функціонування і правдоподібності.

При цьому електричні несправності розпізнаються по короткому замиканні або обриву проводів.

Функції контролюються спорадично. Найважливіша додаткова діагностика - це перевірка обігріву лямбда-зонда. Обігрів лямбда-зонда можна контролювати, наприклад, за часом.

Так, регулююча електроніка не пізніше ніж через 10 секунд після запуску двигуна очікує адекватний сигнал напруги зонда.

Якщо сигнал надходить пізніше або взагалі не надходить, то потрібно виходити з несправності обігріву лямбда-зонда.

Ще один метод перевірки потужності обігріву зонда полягає у вимірюванні опору нагрівального елемента зонда і порівнянні його з заданим.

Крім того, можна аналізувати регулювання обігріву через порівняння температури, вимірної внутрішнім датчиком температури лямбда-зонда, і збереженою температури нормального режиму (наприклад, 720 ° C).

Якщо відхилення температури від норми занадто велике, то ЕБУ реєструє несправність системи випуску і загоряється індикатор МІЛ.

Діагностика широкосмугового лямбда-зонда:

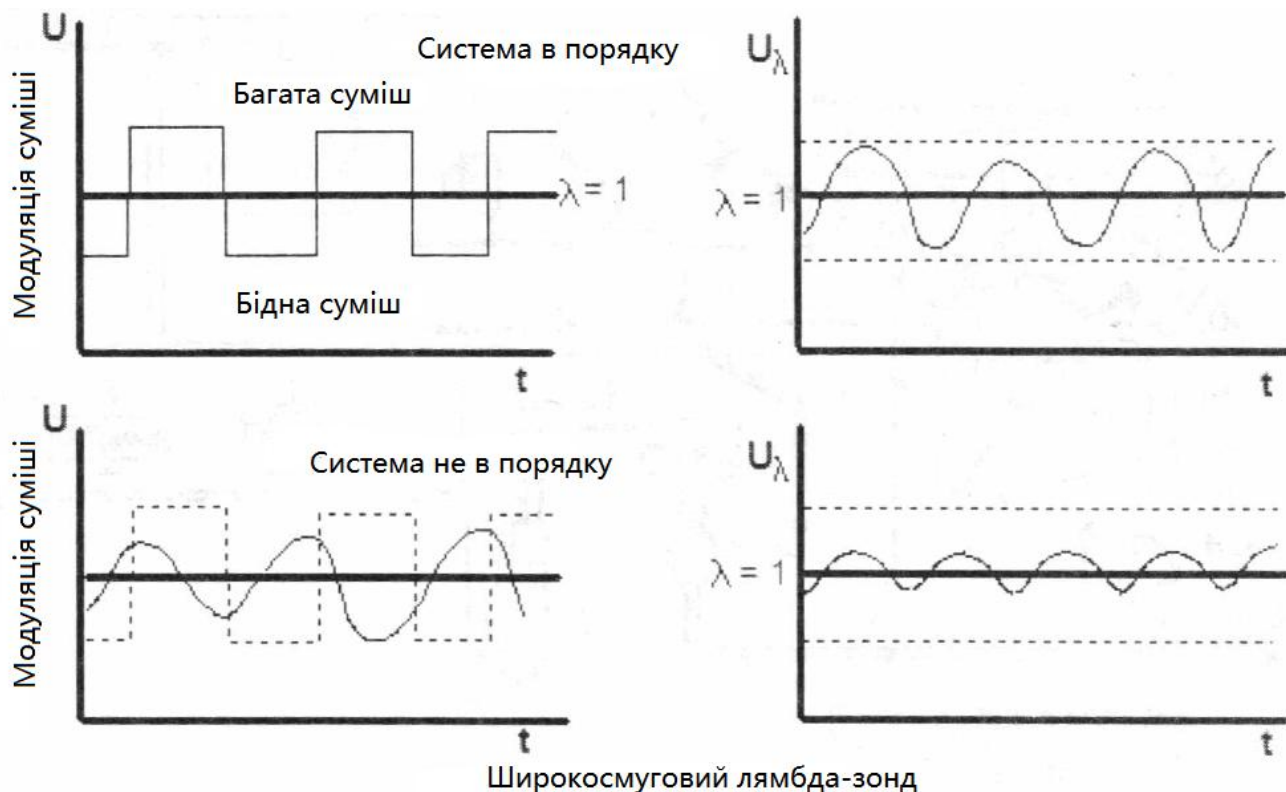


Рисунок 2.7 - Контроль широкосмугового лямбда-зонда

Контроль широкосмугового лямбда-зонда дещо відрізняється від контролю зондів з релейною характеристикою.

Вихідний сигнал зонда являє собою величину струму, яка повинна в точності відповідати запрограмованим номінальним значенням при коливаннях суміші.

Цей струм перераховується блоком управління в напругу і видається для системи діагностики.

На рисунку 2.7 показані криві перерахованої напруги у справного і несправного широкосмугових зондів.

Колівання суміші, необхідні для діагностики зонда, ініціюються блоком управління через певні проміжки часу і аналізується характеристика сигналів зонда.

У разі недосягнення або перевищення номінальних значень в межах заданого діапазону загоряється індикатор MIL і реєструється несправність.

2.5 Діагностика вентиляції бака

Система вентиляції паливного бака запобігає потраплянню в навколишнє середовище летючих компонентів палива.

Центральною деталлю є фільтр з активованим вугіллям (адсорбер). Використовуваний фільтр може не тільки акумулювати пари палива, але і віддавати їх в режимі руху.

За рахунок розрідження у впускному колекторі пари палива відсмоктуються через систему клапанів і подаються в двигун для згорання.

Система включає в себе з'єднання між двигуном і системою вентиляції фільтра з активованим вугіллям, а також, як мінімум, один електромагнітний клапан. Як матеріал фільтру використовується активоване вугілля, дуже легкий гранулят з дуже великою площею поверхні і здатність накопичувати вуглеводні.

Поглинає здатність фільтра з вуглеводнів обмежена, тому його необхідно відновлювати через певні інтервали часу.

Інтервали заміни фільтрів, як правило, не регламентуються, але кисень компоненти палива (наприклад, етанол) з часом розкладають активоване вугілля і зменшують здатність фільтра до накопичення парів палива.

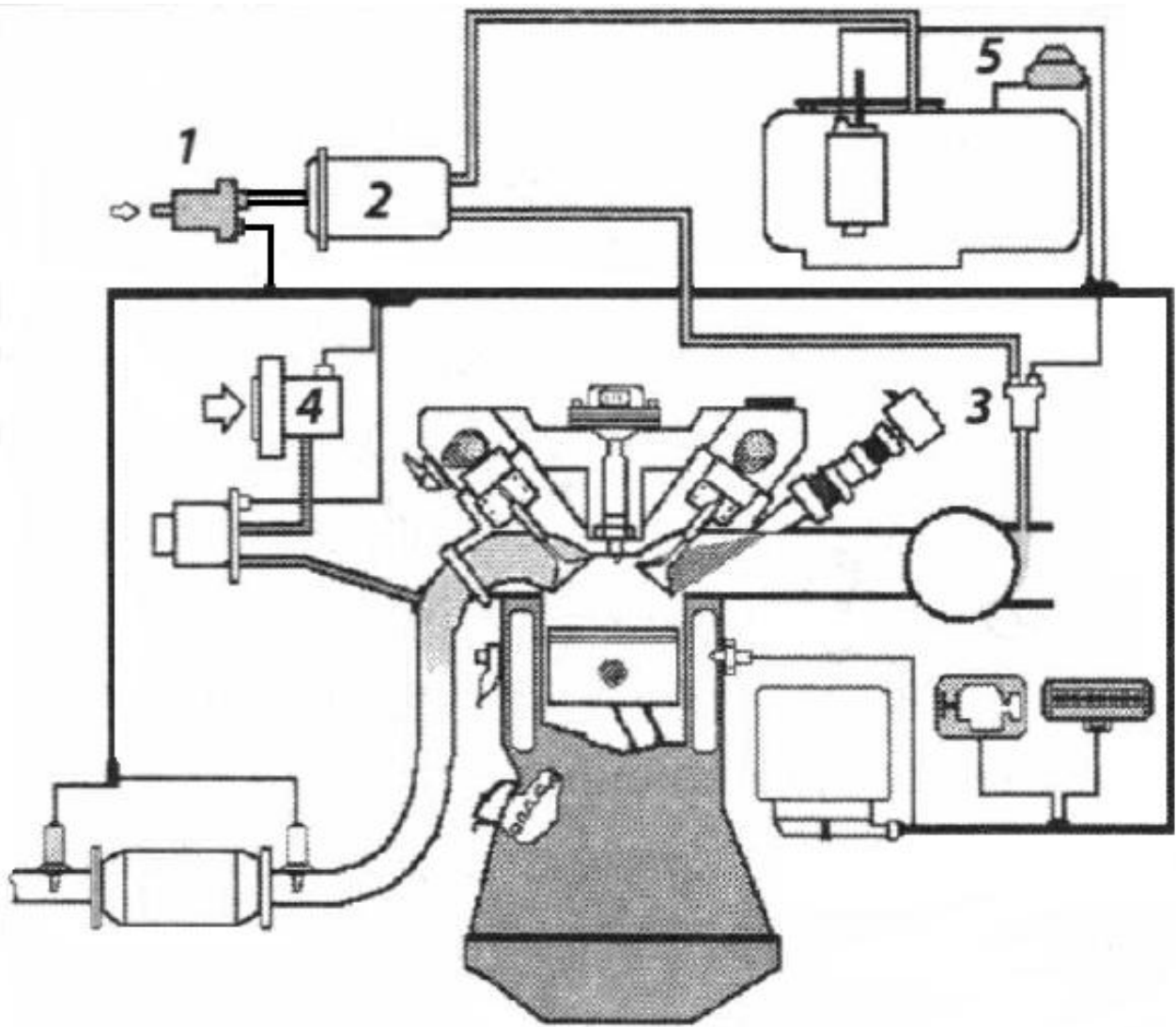


Рисунок 2.8 - Контроль вентиляції паливного бака і системи впуску додаткового повітря

Найпростіше контролювати систему шляхом перевірки електричної функції клапана вентиляції паливного бака.

Для контролю можна також використовувати сигнали керуючого зонда контуру лямбда-регулювання.

На рисунку 2.13 показаний принцип проточною діагностики.

Значення лямбда визначаються при відкритому і закритому клапані вентиляції паливного бака (1) і порівнюються протягом декількох циклів регулювання.

При працюючому двигуні відклалися в фільтрі з активованим вугіллям (2) компоненти палива відсмоктуються за рахунок розрідження у впускному

коллекторі, і фільтр одночасно продувається чистим повітрям. Запірний клапан вентиляції паливного бака (3) регулює процес відновлення фільтра.

2.6 Діагностика системи впуску додаткового повітря

При холодному запуску і в фазі прогріву суміш необхідно збагачувати для забезпечення рівної роботи двигуна.

Ступінь збагачення в основному залежить від температури і навантаження на двигун. У цій фазі каталізатор ще не працює, так як перетворення шкідливих речовин починається лише при 250 ° С.

Викиди оксиду вуглецю і вуглеводнів в відпрацьованих газів дуже великі.

У цих фазах система впуску додаткового повітря (рис. - 2.9) за допомогою додаткового насоса (4) вводить зовнішнє повітря через клапан в випускний колектор.

Активізація виконується після запуску двигуна приблизно на 2 хвилини. В результаті шкідливі речовини термічно окислюються, і температура відпрацьованих газів підвищується.

Каталізатор швидше нагрівається до робочої температури.

Одночасно забезпечується необхідний каталізатору кисень для реакцій окиснення.

У деяких систем система впуску додаткового повітря закачує зовнішнє повітря у випускний колектор навіть при високій температурі.

При температурі відпрацьованих газів понад 600 ° С між колектором і каталізатором може статися термічне окислення вуглеводнів і оксиду вуглецю, і частина шкідливих речовин буде перетворена ще до каталізатора.

Це підвищує ККД каталізатора за знайденими шкідливих речовин і уповільнює його старіння.

Перевірка системи впуску додаткового повітря виконується спорадично і забезпечується через напругу лямбда-зонда і контроль контуру лямбда-регулювання.

Перевірка відноситься до впуску додаткового повітря і функції клапана додаткового повітря.

Завдяки впуску додаткового повітря регулювання лямбда-зонда знаходиться більше в діапазоні бідної суміші.

При збагаченні суміші і одночасної активізації системи впуску додаткового повітря лямбда-зонд повинен відправляти сигнал бідної суміші.

Цикли регулювання контуру лямбда-регулювання в діапазоні бідної суміші підраховуються на одиницю часу, їх повинно бути більше певної кількості. При зниженні нижче мінімальної межі реєструється несправність і загоряється індикатор MIL.

У системах з широкосмуговими лямбда-зондами можлива більш точна перевірка системи через проточну діагностику.

При цьому під час першого холостого ходу після пуску система впуску додаткового повітря підключається на певний час.

Необхідною умовою є досить тривала фаза холостого ходу.

Лямбда-зонд розпізнає надлишок повітря, але не виконує коригування.

За відхилення сигналу лямбда-зонда електроніка обчислює витрату повітря, що проходить через систему впуску додаткового повітря.

Електроніка визначає різницю при активній і неактивній системах впуску додаткового повітря і порівнює її з номінальними значеннями.

Додатково до витрати повітря перевіряється правдоподібність сигналів всіх електричних компонентів системи.

2.7 Діагностика паливної системи

Контроль паливної системи покликаний розпізнавати помилкове тиск палива через несправні регуляторів тиску, несправних форсунок або несправностей в системі впуску та запобігати виникають у зв'язку з цим зміни концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газів.

Система коригує склад суміші в певних межах завжди на лямбда = 1.

При відхиленнях складу суміші система коректує задані значення в певних межах.

Корекція відбувається або короткочасно, або довготривало - при постійно необхідній корекції.

При виникненні відхилень, що перевищують задані межі, електроніка розпізнає несправність в паливній системі.

Величину корекції можна вважати за допомогою тестера в режимі 1 та визначити тип корекції (збагачення або збіднення суміші).

Один з варіантів перевірки герметичності паливної системи виконується за допомогою системи вентиляції паливного бака при працюючому двигуні.

Для перевірки паливної системи (рис. 2.9) закривається запірний клапан (3) і одночасно відкривається клапан вентиляції паливного бака (1). У всій паливній системі через впускний колектор створюється розрідження.

Після цього клапан вентиляції паливного бака знову закривається. Датчик тиску (5) контролює розрідження в баку.

Цей процес повторюється кілька разів. Якщо за дуже короткий час розрідження зникне, значить, система негерметична. Система несправна, якщо діаметр отвору течі перевищує 0,5 мм.

Для діагностики необхідно, щоб пробка заливної горловини паливного бака була правильно закрита.

Також ще одним варіантом (рис. 2.9) для розпізнавання негерметичності паливної системи і системи вентиляції бака є контроль через функцію вибігання при зупиненому двигуні і за допомогою додаткового вакуумного насоса і еталонної витoku.

Функція вибігу автоматично активізується при виключенні запалення і при одночасному виконанні різних умов діагностики (таблиця 2.6).

Система контролю розпізнає отвір течі діаметром від 0,5 мм і при необхідності активізує індикатор МІЛ. На малюнку зображений етап еталонного вимірювання.

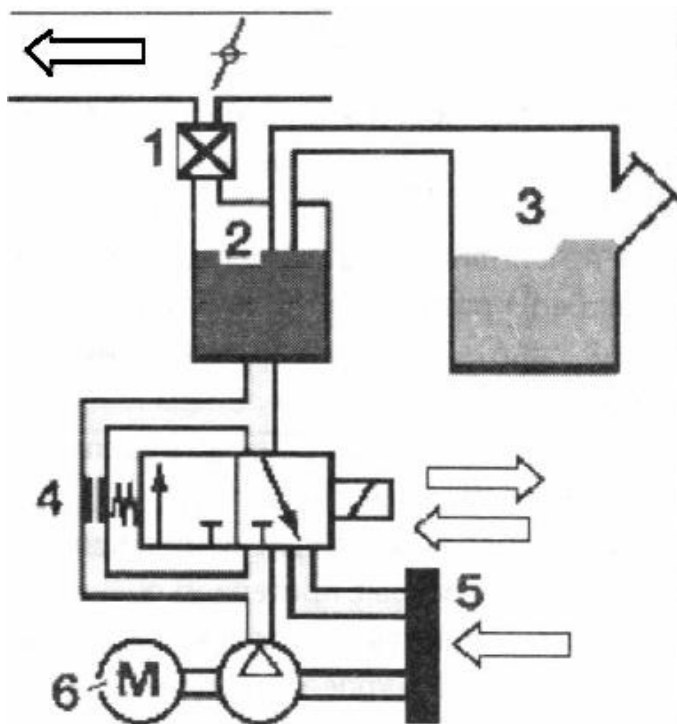


Рисунок 2.9 - Контроль щільності за допомогою вакуум розумного насоса

1. Клапан вентиляції паливного бака, 2. Адсорбер, 3. Паливний бак,
4. Еталонна витік, 5. Повітряний фільтр, 6. Вакуумний насос

Таблиця 2.1 - Умови діагностики

Критерій оцінки	Умова діагностики
Робота системи після вимикання	Активізовано
Напруга АКБ, В	11,0-14,5
Час після запуску двигуна, хв	більше 20
заправка паливного бака, %	15-85
Температура охолоджуючої рідини, °C	більше 60
Температура повітря, °C	4-35
Висота експлуатації над рівнем моря, м,	до 2500
Ступінь заповнення адсорбера	Повний (граничне значення вказано)

Діагностика проходить в три етапи.

1-й етап. Фільтр з активованим вугіллям (адсорбер) продувається чистим повітрям.

2-й етап. Проводиться вимір для порівняння з базисним отвором течі.

3-й етап. Виконується безпосередньо перевірка герметичності системи.

При вимірюванні клапан вентиляції паливного бака закритий. Критерієм оцінки є тривалість вимірювання, і в залежності від системи і рівня палива вона має таке значення:

- система герметична - 60-220 секунд;
- текти до 0,5 мм - 200-300 секунд;
- текти > 1,0 мм - 30-80 секунд.

Точна тривалість вимірювання виходить з урахуванням рівня палива в баку.

2.8 Корекція регулювання паливно-повітряної суміші

Сучасні системи упорскування здатні коригувати склад суміші в заданих межах.

Перевага цієї корекції полягає в компенсуванні змін, обумовлених зносом двигуна у міру збільшення пробігу і завжди точної адаптації суміші до діапазону навантажень.

Виникаючі зміни розпізнаються лямбда-зондом, і час упорскування змінюється. Суміш завжди регулюється під ідеальний коефіцієнт надлишку повітря.

Якщо корекція суміші в якійсь робочій точці виконується багаторазово з однаковою корекцією кількості, то для цієї робочої точки робиться тривала корекція суміші і значення корекції записується в ЕБУ.

Подальші корекції суміші в цій робочій точці вже не будуть потрібні.

Можна знову використовувати весь діапазон лямбда-регулювання від бідної до багатой суміші.

Розрізняють два види корекції суміші - мультипликативну і адитивну. Обидві корекції виконуються через зміни характеристики впорскування, а саме його тривалості Г.

Додаткова корекція також називається короткочасної корекцією уприскування (Short Term Fuel Trim), а мультипликативна - довготривалої корекцією уприскування (Long Term Fuel Trim).

Як правило, корекція суміші відбувається при:

- компенсації зміни щільності повітря при їзді в горах;
- зміні тиску палива;
- пульсації тиску палива;
- виробничих допусків і розкиду параметрів форсунок.

При діагностиці лямбда-зонда щоб уникнути помилкової інтерпретації потрібно також враховувати поточні значення корекції зміщення характеристики.

Так лямбда-зонд, постійно видає сигнал бідної суміші, може бути абсолютно справний, оскільки занадто велика маса повітря, підсмоктується через порушення герметичності, явно перевищує можливі межі корекції.

Однак не кожен несправність можна діагностувати через корекцію часу уприскування.

Якщо несправний, наприклад, датчик температури всмоктуваного повітря і датчик температури охолоджуючої рідини, то в результаті змінюється також час уприскування, але корекція суміші не виконується.

Слід мати на увазі, що при заміні деталей (наприклад, регулятора холостих обертів або форсунок) значення корекції повинні бути обнулені, і система повинна запам'ятати значення заново. У нових системах з економії часто надається перевага варіант «запам'ятовування» значень.

Адитивна корекція суміші:

Адитивна корекція суміші працює на холостому ходу і частково в нижньому діапазоні навантажень.

При адитивної корекції суміші фіксовані значення корекції додаються до обчисленого базового часу уприскування (або віднімаються від них). Корекція

відбувається при виникаючі зміни дуже швидко. На рисунок - 2.15 показаний принцип дії адитивної корекції суміші.

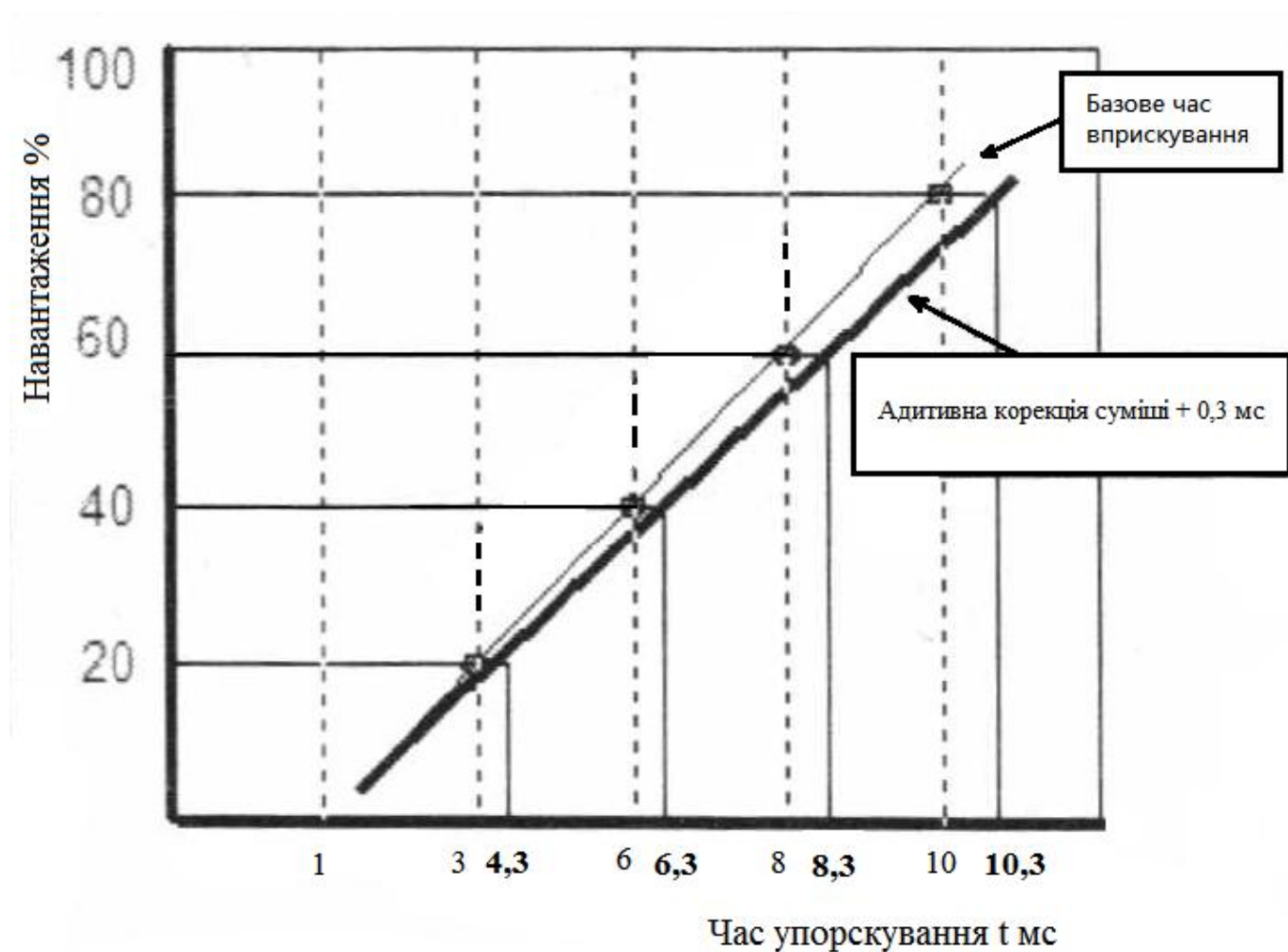


Рисунок 2.10 - Принцип дії адитивної корекції суміші

Холості оберти 850 Хв^{-1}

2 мс + наприклад, 0,3 мс = 2,3 мс

Часткове навантаження 1150 Хв^{-1}

2,8 мс + наприклад, 0,3 мс = 3,1 мс

Мультипликативная корекція суміші:

Мультипликативная корекція суміші ефективна в діапазонах частковою та повною навантаження.

При мультипликативной корекції суміші базисне час вприскування множиться на певний фіксоване значення корекції (наприклад 1,1 або 1,2).

Перевага мультипликативної корекції суміші полягає в більш оптимальній адаптації до різних діапазонів навантаження в залежності від оборотів і залежить від них обсягу уприскування.

Ефективність на холостому ходу тут нижче, ніж при адитивної корекції. З ростом оборотів і обсягу уприскування більше працює мультипликативная корекція.

Приклад мультипликативної корекції суміші:

Навантаження і обороти - обчислене I. x мультипликативная корекція = 1.

Часткове навантаження 2320 хв^{-1}

3,8 мс $1,2 (+ 20\%) = 4,2 \text{ мс}$

Повне навантаження 4450 хв^{-1}

10,0 мс $1,2 (+ 20\%) = 12,0 \text{ мс}$

Регулювання мультипликативної корекції (рис. 2.15) також можливо лише в заданих межах. При досягненні граничних значень або виході за них загоряється індикатор несправності OBD. Значення корекції можна багаторазово зчитувати в блоках вимірюваних величин. Нові системи автоматично переписуються, так що дані зберігаються в пам'яті навіть після від'єднання АКБ. Якщо в автомобілі є тільки енергозалежна накопичувач, то можуть знадобитися більш тривалі адаптують поїздки.

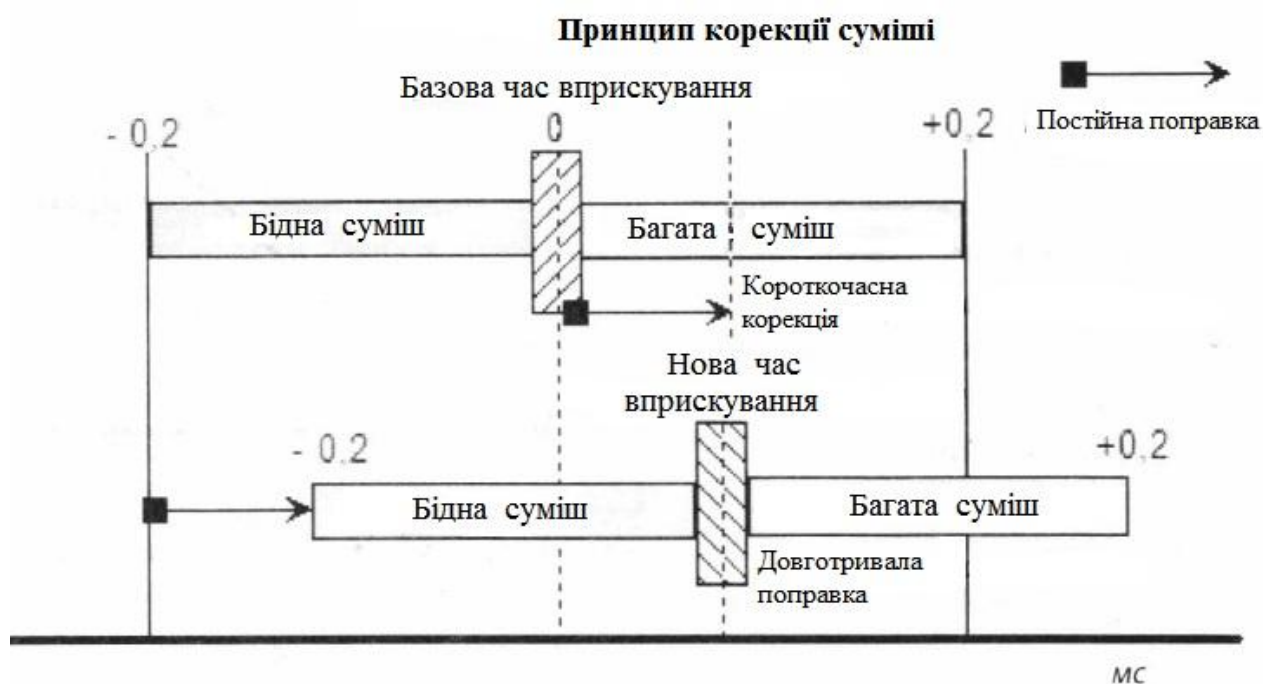


Рисунок 2.11 - Принцип мультипликативної корекції суміші

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючого устаткування для діагностики компонентів комплексної системи керування ДВЗ



Рисунок 3.1 - Комплекс комп'ютерної діагностики Launch X-431

Мультимарочний діагностичний сканер Launch X-431 для автомобілів Європи, Японії, Кореї, Китаю та Америки. Оптимальне співвідношення ціни / можливостей.

По деяких функціях в рамках окремих марок Launch X-431 наближається за можливостями до діагностичного устаткування дилерського рівня.

Перелік діагностованих Launch X-431 марок і моделей, діагностованих електронних систем, а також функції по відношенню до діагностування марок / моделей постійно розширюються.

На сьогоднішній день сканер Launch X-431 є оптимальним варіантом по співвідношенню ціна / можливості при оснащенні діагностичного поста для роботи з найширшим колом автомобілів Європи, Азії та Америки.

По всіх марках підтримується діагностика автомобілів починаючи з появи систем самодіагностики (умовно з 1985-1990 рр.) І до 2007 р., крім таких марок як Opel, Renault, (і будь-яких інших, не зазначених в таблиці) - по частині з них діагностика можлива тільки на автомобілях з OBD-II роз'ємом (умовно з 1996-1998 рр.), однак, за вказаними в таблиці маркам, навіть на автомобілях з OBD-II роз'ємом, використовуються заводські протоколи діагностики.

На деяких моделях Opel і Renault діагностика доступна і на автомобілях із старими діагностичними роз'ємами з 1993-1994 р.

Діагностичні програми по всіх марках мають англomовний інтерфейс.

На поточний момент вийшли російськомовні версії діагностичних програм для ВАЗ, VW-Audi, і іншим (список постійно розширюється - Ви отримуєте нові версії в рамках загальної системи оновлень).

Тим не менш, незважаючи на досить якісний переклад, ми рекомендуємо в неоднозначних ситуаціях скористатися англomовними версіями програм (для уникнення неправильного розуміння технічних термінів і аббревіатур, нестиковок з технічною документацією з діагностики і ремонту та ін.)

Безкоштовне оновлення діагностичного ПО по тих марках, які входили в комплект поставки, протягом одного року після придбання Launch X-431. Оновлення виходять приблизно раз на 1-2 тижні (гарантуються оновлення по кожній підтримуваній марці не рідше трьох разів на рік). Оновлення ПО доступні для скачування покупцями з офіційного сайту приладу <http://www.x431.com/>. Дані для доступу до оновлень Ви отримуєте при покупці приладу. Слідкувати за оновленнями що виходять ви можете також по колонці "Новини" головної сторінки нашого сайту (приблизно раз на місяць розміщується інформація про істотні оновленнях). У разі якщо у вас закінчився період безкоштовних оновлень, ви можете придбати оновлення.

Відмінні особливості:

1. Відкрита платформа і оновлення - можливості приладу постійно нарощуються, в перспективі без будь-яких апаратних переробок (крім нових діагностичних кабелів) прилад зможе бути використаний для діагностики будь-яких автомобілів з електронними системами управління;

2. Велике покриття по марках і моделях автомобілів - в майбутньому максимальне покриття;

3. Велике покриття по системах які діагностуються - як правило, можна продіагностувати всі електронні системи, доступні для діагностики сканером (у тому числі в Mercedes і BMW).

4. Високотехнологічний сенсорний LCD-екран великого розміру;

5. Додаткові функції: персональний записник, персональний органайзер, календар, калькулятор, прилад для перегляду зображень і пр.

Загальні технічні характеристики

Екран: LCD 320x240, настроюється підсвічування, сенсорне керування



Рисунок 3.2 – Мотор ДВЗ - тестер БАРС 4

Універсальний мультимарочний сканер БАРС 4 - це професійний діагностичний прилад для роботи з електронними системами керування автомобілів різних марок.

Діагностичні можливості сканера БАРС 3 ПРО максимально наближені до дилерських і можуть розширюватися, завдяки можливості регулярного оновлення програмного забезпечення.

Оновлення виходять регулярно і автоматично розсилаються по e-mail офіційно зареєстрованим користувачам.

В даний час даний сканер випускається тільки в одній комплектації (раніше дана комплектація називалася ІРБІС) в ній пам'ять збільшена в 2 рази, зменшено кількість додаткових адаптерів для мультиплексування за старими автомобілям з 6-ти до 3-х, тепер вони вбудовані в основний блок, що означає зменшення додаткових комутацій.

Так само в комплект входить додатковий 38-ми контактний роз'єм / адаптер для діагностики Mercedes, який дозволяє проводити діагностику всіх систем в автоматичному режимі, без ручного перемикання.

Діагностична інформація сканера БАРС 3 ПРО може відобразитися на екрані будь-якого пристрою, що робить можливим його використання в комплексі з персональним комп'ютером, ноутбуком а також будь-яким кишеньковим комп'ютером (PalmPC, PocketPC), оснащеним термінальною програмою.

Діагностичний сканер БАРС 3 ПРО підтримує функцію бездротової діагностики при оснащенні його додатковим модулем Bluetooth.

Основні функції приладу БАРС 3 ПРО:

- Зчитування кодів несправностей та їх текстова розшифровка ;
- Стирання кодів несправностей;
- Висновок поточних параметрів системи в цифровій (до 8 параметрів одночасно) або графічній формі (підтримується тільки на певних моделях автомобілів);
- Управління виконавчими компонентам;
- Активація спеціальних режимів роботи блоку управління (перехід на базові установки, адаптація і т.п.);

- Скидання адаптивних коефіцієнтів з пам'яті блоку управління;
- Автоматичне (трансферне) або ручне кодування знову встановлюваного блоку управління.

Діагностуються:

• Двигун читання активних кодів, читання збережених кодів, стирання кодів, потік даних, активація, графіки показань сенсорів;

- АКП;
- Підвіска;
- АБС, ПБС, СКС;
- Круїз-контроль;
- Клімат-контроль;
- Подушка безпеки;
- Електронна комбінація приладів;
- Бортовий комп'ютер;
- Інші системи (залежно від моделі автомобіля).

Конструкція сканера БАРС 3 ПРО така, що дозволяє оновлювати і доповнювати програмне забезпечення нічого не змінюючи в «залізі», тобто одного разу придбавши цей прилад

Вам достатньо буде просто отримувати оновлення, наприклад, через Інтернет, і підключивши до комп'ютера завантажити новий файл. Все просто і без картриджів.

Для деяких автомобілів в комплект входять додаткові модулі узгодження.



Рисунок 3.3 - Сканер Ultrascan P4

Професійний Автомобільний діагностичний сканер Ультраскан Р1 для діагностики електрообладнання легкових автомобілів.

Ультраскан плюс підтримує протоколи діагностики OBD I, OBD II, EOBD, CAN. Діагностичний сканер виконує функції мотор-тестера і мультиметра. Висока швидкість обміну інформації.

3.2 Сканер напівпрофесійного обладнання для діагностики

Подібні діагностичні сканери для автомобілів вже вміють розуміти не тільки OBD, але і протоколи виробників. Таким приладом є сканер DELPHI DS150e, або аналог його AutoCom, функції які виконують пристрої:

1. Читання і стирання кодів помилок у всіх системах (ЕБУ бензинових і дизельних двигунів, ABS, панель приладів, клімат контроль, КПП / АКПП, іммобілайзер, подушки безпеки, функції інших блоків управління .
2. Перегляд параметрів в режимі реального часу, в т.ч. в графічному вигляді, збереження параметрів.
3. Активація компонентів.
4. Кодування ЕБУ / Налаштування параметрів / Конфігурація компонентів (ініціалізація нових компонентів, регенерація фільтр сажі, кодування дизельних форсунок, система стеження за тиском в шинах і т.д.)
5. Intelligent System Scan (ISS) - повне сканування всіх ЕБУ і модулів автомобіля.
6. Інформаційне дерево по кожному автомобілю - надає можливість побачити всі можливі типи перевірок і функцій по автомобілю не підключаючи прилад.
7. Скидання сервісного індикатора і скидання сервісного інтервалу.
8. Зчитування VIN номера автомобіля, що діагностується. Автоматичний вибір моделі.



Рисунок 3.4 - Діагностичний сканер DELPHI DS150

3.3 Електричний розрахунок електронного ключа

Вихідні дані:

а) Напруга джерела живлення 9,6 В;

б) Струм навантаження 25 мА;

Транзистор вибираємо за двома граничними параметрами:

а) Максимально допустимий струм колектора;

б) Максимально допустима напруга колектор – емітер.

Ці величини повинні перевищувати задані величини відповідно струму навантаження та напруги живлення.

$$I_{к.мах} > I_{н} \quad (3.1)$$

$$U_{КЕ\ мах} > E_{к} \quad (3.2)$$

$$I_{к.мах} = 100\text{мА} > I_{н} = 25\text{мА}$$

$$U_{КЕ\ мах} = 15\text{ В} > E_{к} = 9,6\text{ В.}$$

Вибираємо транзистор КТ315Б.

Розраховуємо базовий струм в режимі включення ключа

Струм бази насиченого транзистора ключа, з врахуванням коефіцієнта насичення, знаходимо за формулою:

$$I_{б.вкл.} = \frac{I_{кнас}}{h_{21e}} \cdot S \quad (3.3)$$

де, $I_{к.нас.} = I_{н.}$ – струм колектора в режимі насичення, рівний струму навантаження;

h_{21e} – коефіцієнт передачі по струму вибраного транзистора;

S – коефіцієнт насичення транзистора, вибираємо в межах 1,5...2.

$$I_{б.вкл.} = \frac{0,025 A}{200} \cdot 1,7 = 0,00021 A$$

Визначаємо величину вхідної напруги, при якій ключ вмикається

При керуванні ключем напругою цифрових мікросхем ця величина рівна напрузі високого рівня:

$$U_{вкл} = U_{в.р.} \quad (3.4)$$

$$U_{вкл} = 8В$$

Розраховуємо опір базового резистора за звичайним законом Ома:

$$R_{б} = \frac{U_{вкл} - U_{БЕнас}}{I_{бвкл}} \quad (3.5)$$

$$R_{б} = \frac{8В - 1,32В}{0,00021А} = 91789 Ом$$

З стандартного ряду E24 вибираємо значення опору резистора. $R_{б} = 91 кОм$

Розраховуємо потужність розсіювання базового резистора:

$$P_{R_{б}} = \frac{(U_{вкл} - U_{БЕнас})^2}{R_{б}} \quad (3.6)$$

$$P_{R_{б}} = \frac{(8В - 1,32В)^2}{91000 Ом} = 0,0004 Вт$$

Вибираємо потужність 0,125 Вт з стандартних значень потужностей резисторів. Вибираємо резистор МЛТ-0,125-91 кОм.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Аналіз особливості конструкції СЕКА

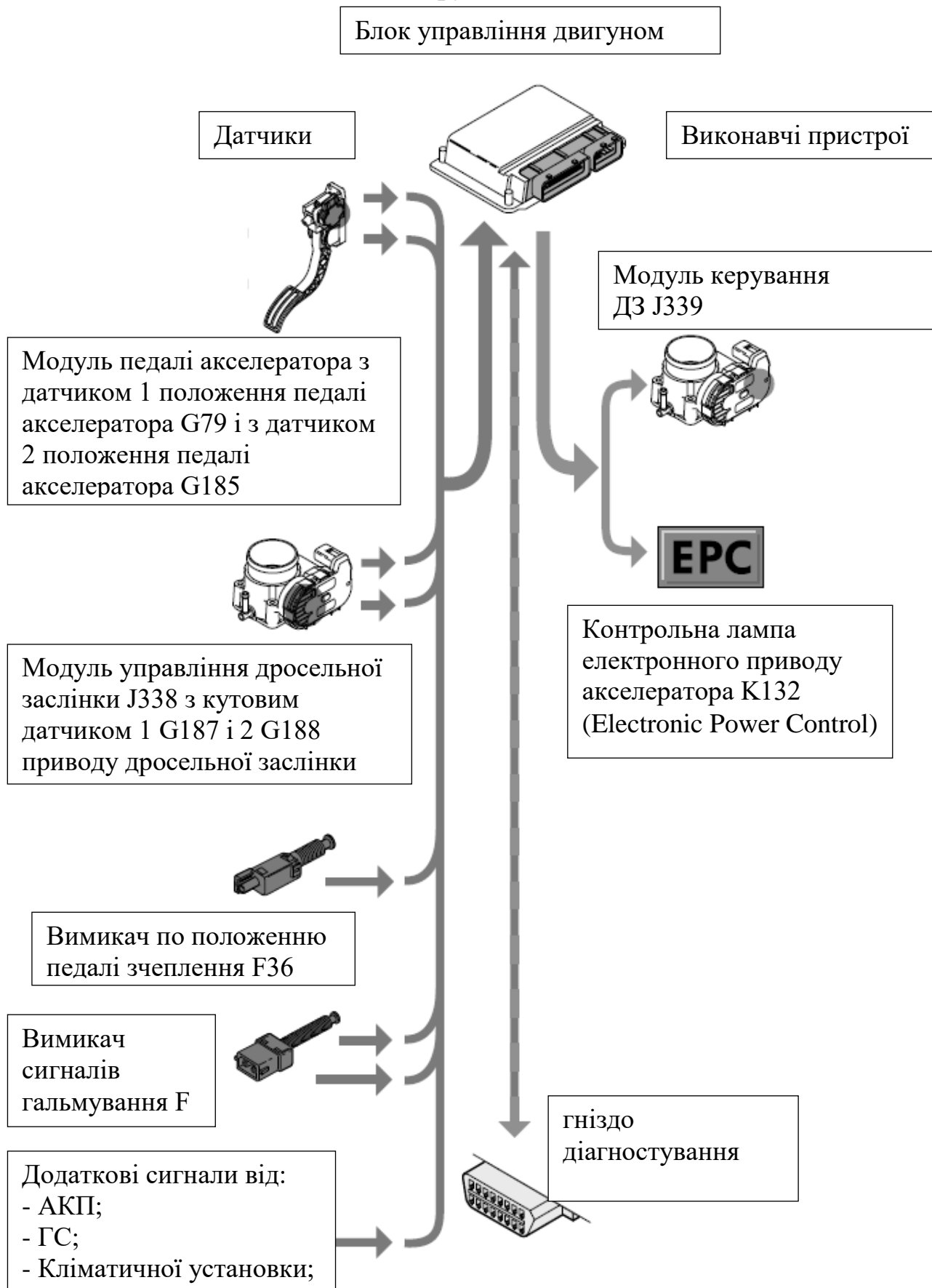


Рисунок 4.1 - Структурна схема СЕ приводу акселератора

4.2 Дослідження робочого процесу системи електронного керування акселератором

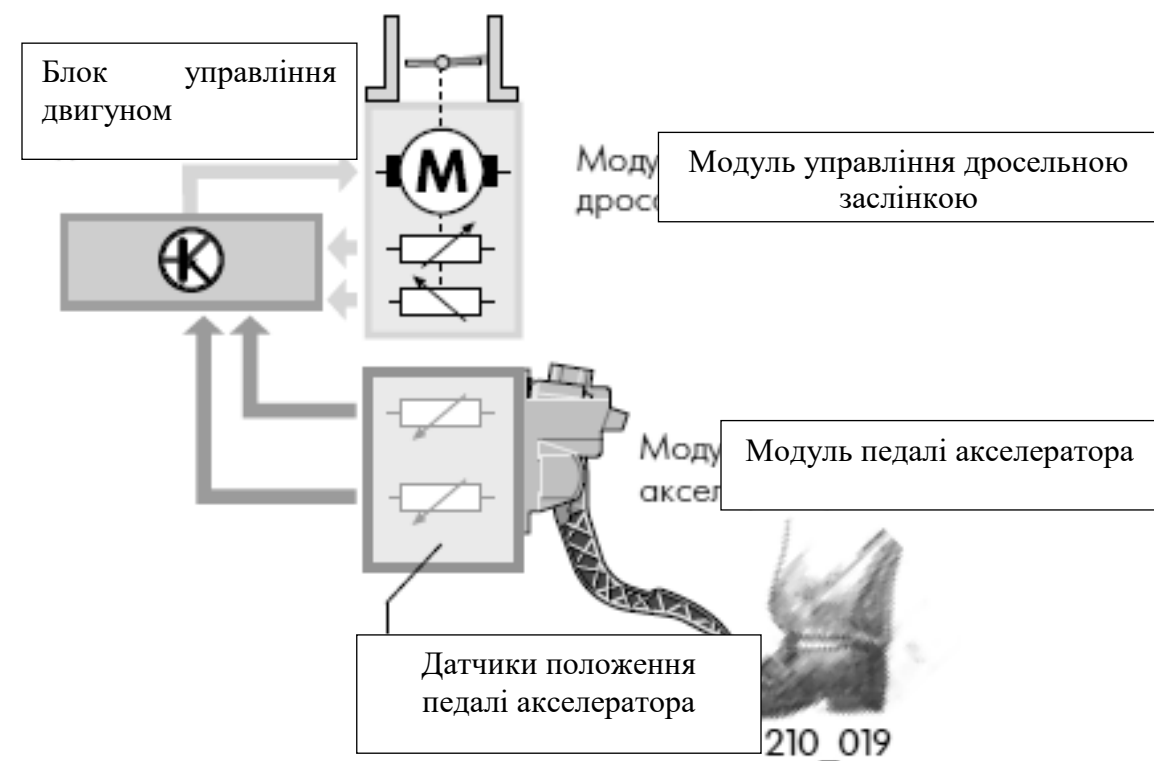


Рисунок 4.2- Схема СЕ керування акселіратором

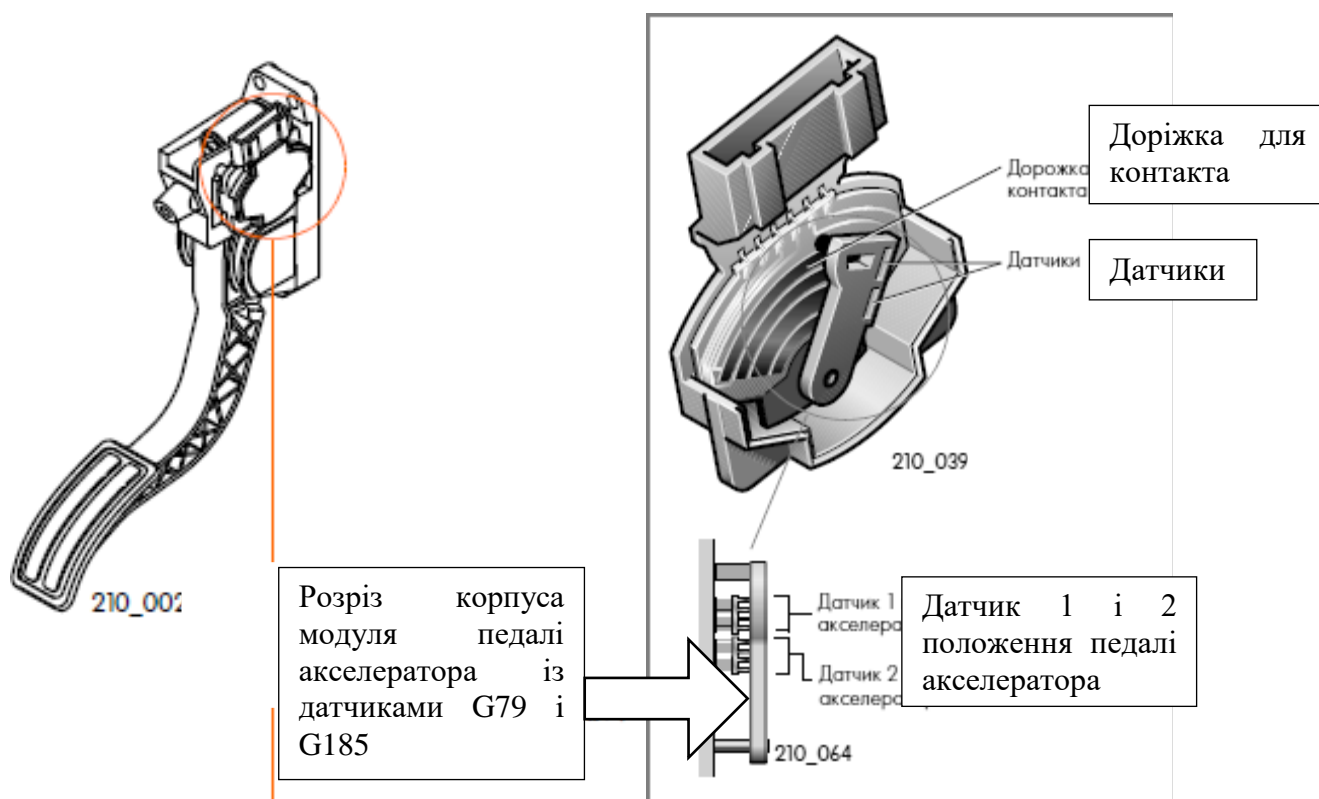


Рисунок 4.3 - Давач положення ПА в розрізі

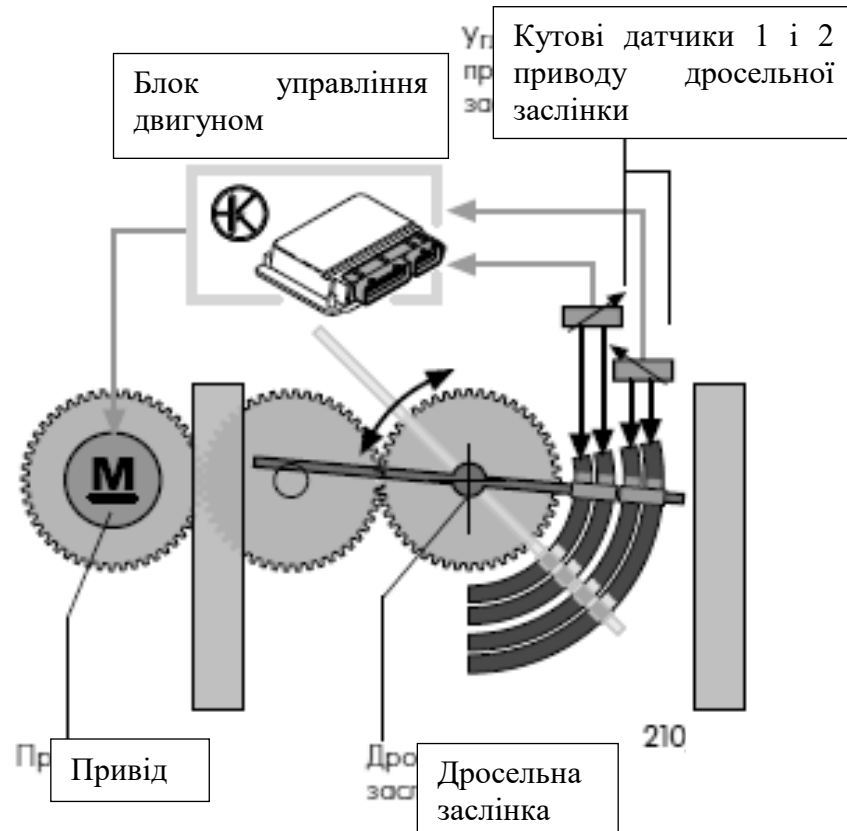


Рисунок 4.4 – Структурна схема привоу ДЗ

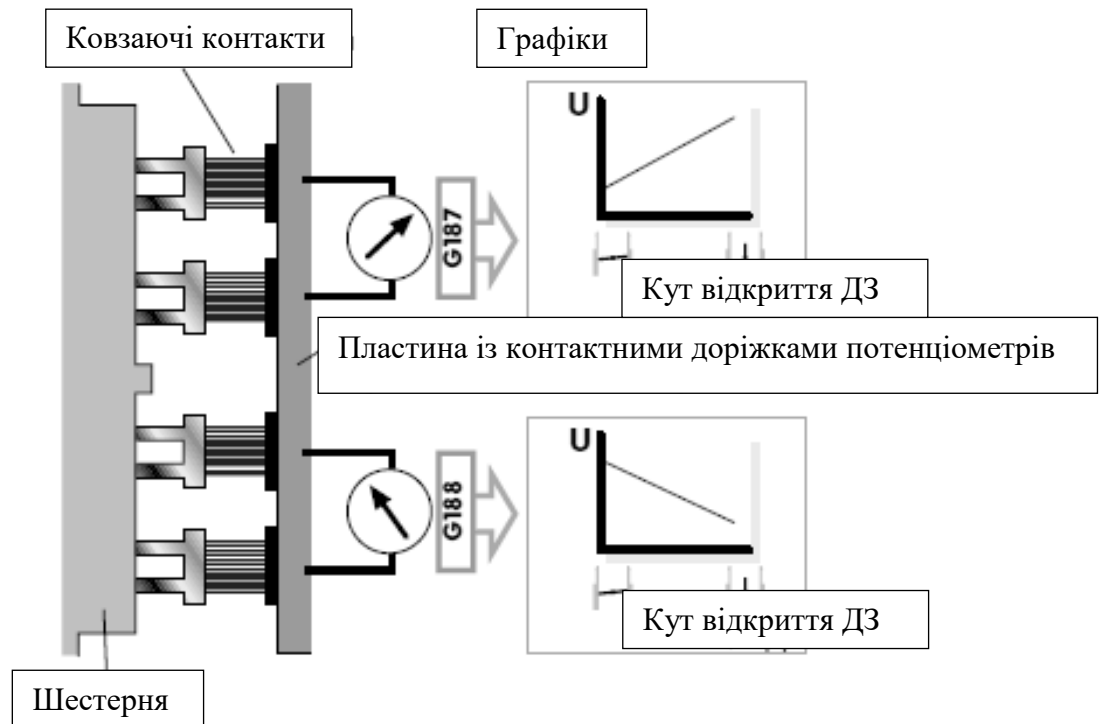


Рисунок 4.5- Схема потенціометричних давачів із ковзними контактами

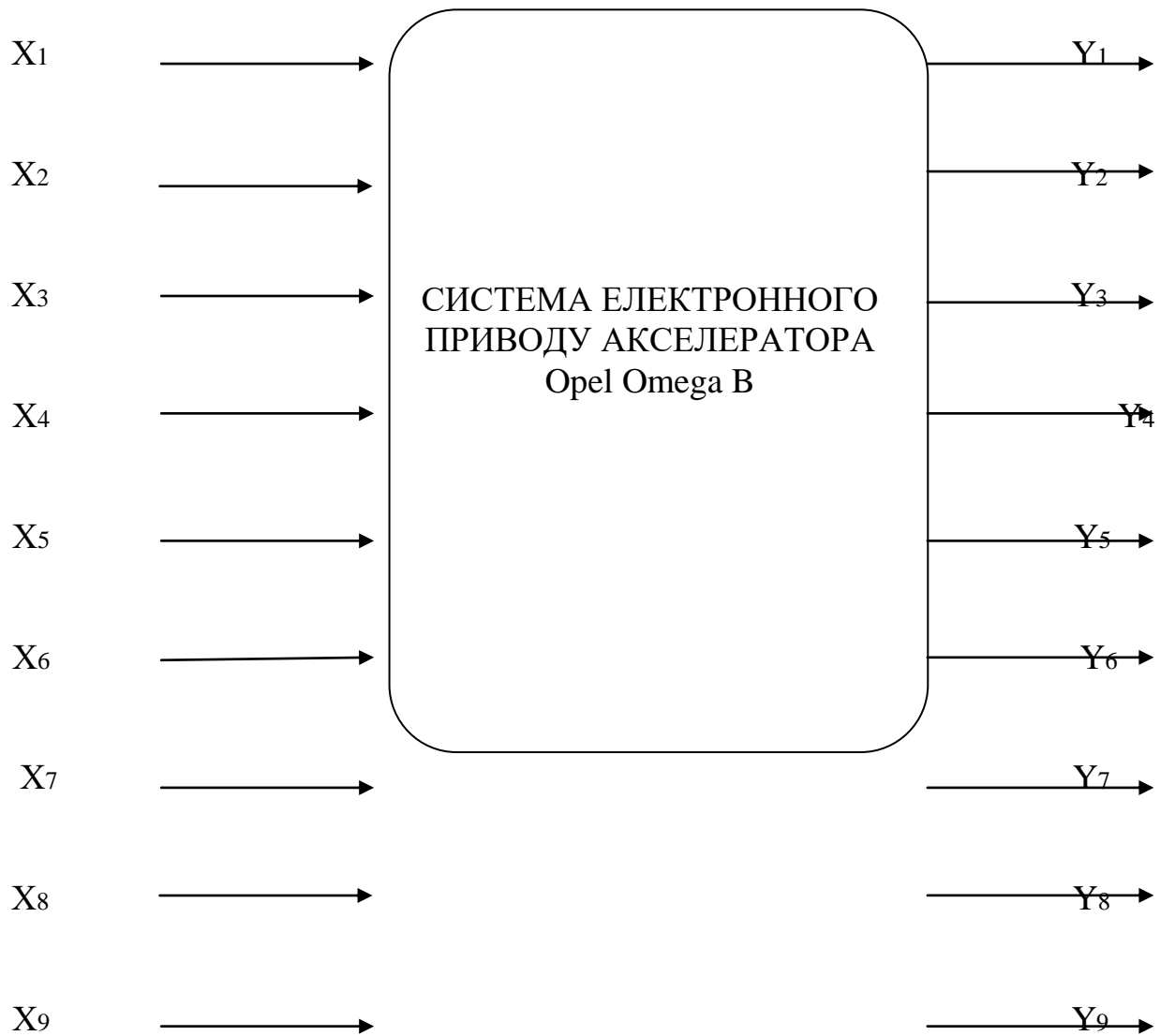


Рисунок 4.6 – ДМ на основі матриці положень

Таблиця 4.3 – Значення діагностичних параметрів

Діагностичний параметр	Символьна змінна		
	"1"	"↓"	"↑"
1	2	3	4
X_1 – напруга живлення електродвигуна приводу дросельної заслінки	12В	<10·В	>16·В
X_2 – Напруга сигналу між 0-100% розмикання потенціометра дросельної заслінки	0,15-4,65·В	<0,15·В	>4,65
X_3 – Напруга зеднання потенціометра дросельної заслінки	4,80-5,20·В	<4,80·В	>5,20·В

X_4 – Напруга сигналу між 0-100% розмикання потенціометра педалі акселератора G79	2,45-0,20 В	<0,20 В	>2,45 В
X_5 – Напруга сигналу між 0-100% розмикання потенціометра педалі акселератора G185	4,85-2,8 В	<2,8 В	>4,85 В
X_6 – Напруга зеднання потенціометра педалі акселератора	5 В	<4,80 В	>5,20 В
X_7 – Номінальний опір датчика положення педалі акселератора G185: між 0-100% натискання педалі акселератора	8,5-5,7 КОМ	<5,7 КОМ	>8,5 КОМ
X_8 – Номінальний опір датчика положення педалі акселератора G79: між 0-100% натискання педалі акселератора	4,7-2,5 КОМ	<2,5 КОМ	>4,7 КОМ
X_9 – Опір обмотки електродвигуна приводу дросельної заслінки	4,8 КОМ	<4,2 КОМ	>5,2 КОМ

Результат побудови матриці у відповідності до можливих несправностей Y_n та значень ДП, (табл.4.4)

Таблиця 1.4 - Логічна матриця станів

Таблиця 1.4 - Логічна матриця станів

Можливі несправності	Діагностичні параметри								
	$X_{1,d}$	$X_{2,d}$	$X_{3,d}$	$X_{4,d}$	$X_{5,d}$	$X_{6,d}$	$X_{7,d}$	$X_{8,d}$	$X_{9,d}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_0 – Відсутність сигналу від датчика положення педалі акселератора G185	-	-	-	-	↑↓	↑↓	↑↓	-	-
Y_1 – Вихід із ладу приводу дросельної заслінки	↑	-	-	-	-	-	-	-	↑↓
– Наявність сигналу що не може бути розпізнаний	-	↑↓	↑↓	-	-	-	-	-	-

4.3 Алгоритм діагностики операції та здійснення формування технічної документації

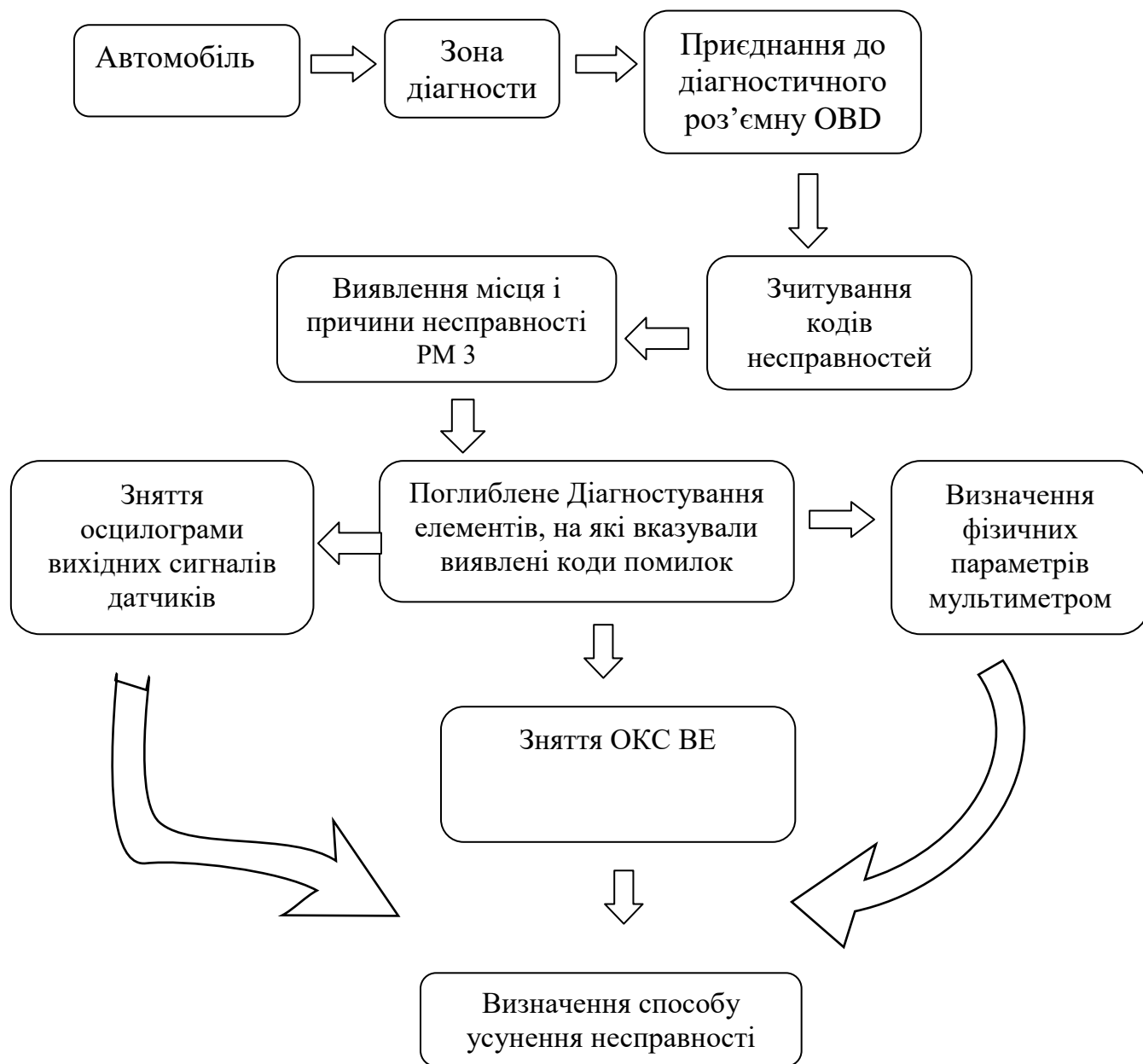


Рисунок 4.10 - Структурна орієнтовна схема ПД СЕПА

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорна праці на дільниці діагностики

На посту діагностики виконуються такі види робіт:

- діагностика ходової частини;
- діагностика рульового керування;
- перевірка електрообладнання;
- регулювання світла фар;
- перевірка паливних насосів і карбюратора;
- перевірка стану циліндро-поршневої групи;
- регулювальні роботи по встановленню кутів керованих коліс.

При проведенні наведеного переліку робіт виникають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Небезпечні виробничі фактори:

- наїзд автомобіля;
- падіння автомобіля з підйомника;
- падіння інструменту;
- ураження електричним струмом;
- ураження рук при користуванні несправним інструментом або при застосуванні небезпечних прийомів праці.

Шкідливі виробничі фактори:

- випари бензину;
- відпрацьовані газы;
- пил;
- вібрація і шум.

Перелік хімічних виробничих факторів:

- випари бензину, масел, гальмівної рідини та інших технічних рідин; наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (акролеїн, бенз(а)пірен, окисли азоту, окис вуглецю, тетраетилсвинець).

Перелік психофізіологічних виробничих факторів:

- нервово-психологічні (монотонність праці).
- фізичні перевантаження (статичні та динамічні).

Даний пост має такі розміри $A \times B \times H = 12 \times 9 \times 4.2$ м, відповідно кількість працюючих в одну зміну $N = 1$ чол.

Підлога приміщення рівна, міцна, не слизька і має нахили для стікання води. Стіни приміщення мають достатню товщину, щоб взимку не утворювався на них іній. В приміщенні застосовується комбіноване освітлення. Обов'язково після зміни в приміщенні виконують прибирання. Згідно гігієнічних вимог стіни приміщення фарбуються вапном.

Роботи, що виконуються на ділянці діагностики пов'язані з ходьбою і перенесенням вантажів до 10 кг, тому згідно класифікації професій по групам ці роботи належать до категорії робіт І І б.

Параметри метеоумов на ділянці діагностики встановлені і задовольняють нормам які наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1-Метеоумови на ділянці

Приміщення	Період року	Категорія робіт	Відносна вологість повітря, %		Температура, °С		Швидкість руху повітря, м/с	
			Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп
Ділянка діагностики	холодний	ІІб	15-18	21-15	70-75	75	0.3-0.4	0.4
	теплий	ІІб	20-24	27-16	70-80	75	0.4-0.5	0.5

Теплове випромінювання від розігрітого двигуна не перевищує нормативне 100 Вт/м^2 при опромінюванні не більше 25% поверхні тіла.

5.2 Техніка безпеки на дільниці діагностики

Згідно щоб запобігти утворенню небезпечних виробничих факторів на дільниці діагностики встановлюються такі вимоги до обладнання, інструмента, обслуговуваного автомобіля:

- автомобіль, встановлений на пост необхідно надійно закріпити постановкою під колеса не менше 2-х противідкатних упорів;
- на механізм керування підйомником необхідно вивісити табличку з надписом "Не включати підйомник - працюють люди!";
- плунжер підйомника необхідно фіксувати в робочому положенні підхватуючими елементами;
- необхідно щоб інструмент, яким працюють був чистим і не замасленим у справному стані;
- забороняється нарощувати ключі іншими ключами або трубками, використовувати прокладки між зевом ключа і гранями болтів, бити по ключу;
- забороняється агрегати, вузли, обладнання вагою більше 20кг знімати і переносити вручну, необхідно застосовувати підйомні пристрої;
- при роботі на висоті понад 1м робітники повинні бути забезпечені і користуватися спеціальними драбинами-стрем'янками;
- переносні прилади освітлення повинні бути з запобіжною сіткою, напругою живлення 12В, так як роботи виконуються в мілкій канаві.
- підлога повинна бути чистою, рівною і сухою;
- на всіх стаціонарних електроприладах повинні бути проведені заходи по захисту
 - працівників від ураження електричним струмом.

Електробезпека.

Приміщення дільниці діагностики за класифікацією відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою. Оскільки там є такі чинники небезпечних факторів:

- струмопровідна підлога;

- можливість одночасного дотику до корпусів обладнання та заземлених частин;

Враження електричним струмом може статися в результаті:

- виникнення напруги на металевих конструкціях електрообладнання (корпусах, кожухах тощо) внаслідок пошкодження ізоляції;

- порушення правил безпечної експлуатації електроустановок.

Згідно з ГОСТ 12.1.019-79 основними заходами по захисту від ураження електричним струмом на дільниці діагностики є:

- Забезпечення недоступності струмопровідних частин ($h > 2.5$ м).

- Ізоляція струмопровідних частин.

- Захисне заземлення обладнання, підключеного до 3-х фазних 3-х провідних мереж з ізольованою нейтраллю.

- Занулення обладнання, підключеного до 3-х фазних 4-х провідних мереж з заземленою нейтраллю і з повторним заземленням нульового проводу.

- Захисне відключення.

- Мала (≤ 42 В) напруга.

- Електричне розділення мереж.

- Огороджувальні пристрої.

- Попереджувальна сигналізація.

Оскільки на дільниці діагностики було встановлено модернізований підйомник з електричним приводом, живлення якого здійснюється від трифазної мережі з заземленою нейтраллю, то для запобігання ураження працівників електричним струмом необхідно виконати захисне занулення.

Пожежна безпека.

Дільниця діагностики відноситься до категорії В пожеженобезпечні виробництва. Ступінь вогнестійкості приміщення II, для якого мінімальні границі вогнестійкості згідно наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Мінімальні границі вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні границі вогнестійкості будівельних конструкцій, годин над ризикою, максимальні границі поширення вогню, см під ризикою				
II	Стіни		Колони	Елементи перекриття	
	зовнішні	внутрішні		Плити	Ферми
	0.25/0	0.25/0	2/0	0.25/0	0.25/0

Згідно так як площа приміщення $S=108 \text{ м}^2$ 1 евакуиходу, але ми маємо 2:1-металеві ворота 1 = 3 м; 2 - двері одностулкові В=1 м.

На ділянці можливе виникнення пожежі по наступним причинам:

- порушення правил ТБ при користуванні електричного обладнання;
- застосування відкритого вогню;
- паління на ділянці;
- застосування нагрівальних приладів;
- загоряння промасленої ветоші;
- статична електрика;
- порушення ТБ при використанні легкозаймистих рідин.

Щоб запобігти виникненню пожежі необхідно:

- своєчасно проводити ТО і огляд електричного обладнання;
- заборонити використовувати нагрівальні прилади;
- не палити на ділянці, а лише в дозволених місцях;
- промаслену ветош зберігати в металевих закритих ящиках;
- заборонити застосування відкритого вогню.

Для локалізації пожежі і ліквідації загорянь на ділянці згідно [4] повинні бути наступні первинні засоби пожежогасіння:

- вогнегасник ОВП-ІО 1 шт;
- ящик з піском 1 шт.

Для ліквідації загальних пожеж на всьому підприємстві використовується вода з підземного пожежосховища.

5.3 Розрахунок занулення

Живлення двигуна здійснюється від трифазної мережі з заземленою нейтраллю. Потужність електродвигуна 4кВт. Розрахункова, схема занулення зображена на рисунку 3.1

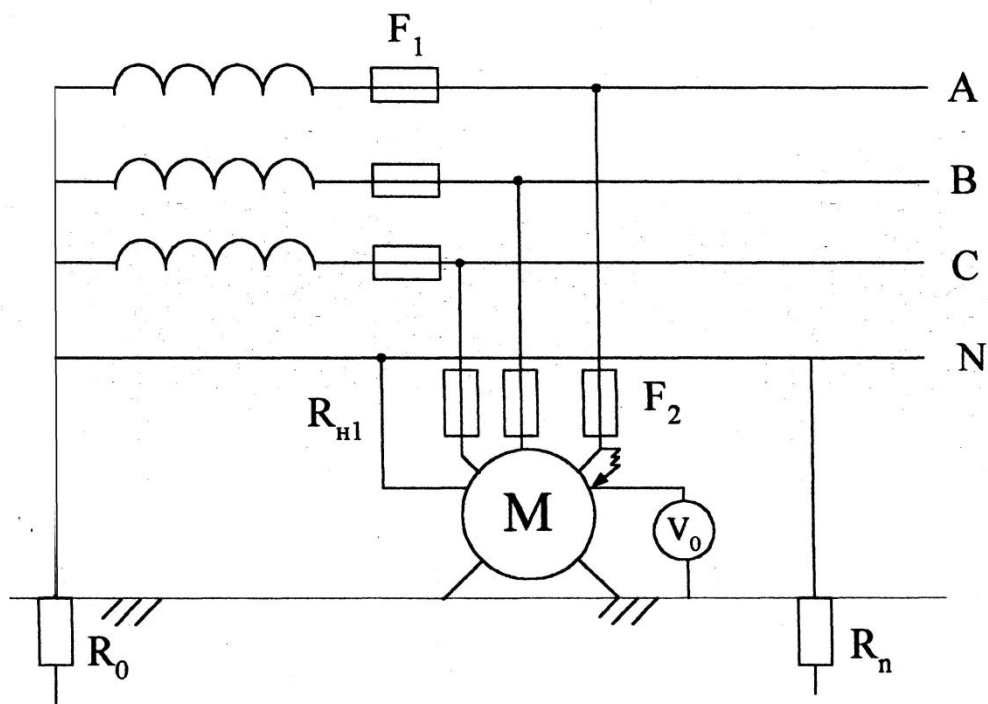


Рисунок 5.1- Розрахункова схема занулення: F1, F2 - плавкі вставки

Розрахунковий трифазний струм знаходимо за формулою:

$$I_p = P_n / (\sqrt{3} \cdot U_l) \quad [\text{A}] \quad (5.3)$$

де P_n - потужність електродвигуна, кВт;

U_l - лінійна потужність мережі, В; $U_l = 380\text{В}$.

Приймаємо за [5] три одножильних проводи з міді поперечним перерізом 1,0 мм², які прокладені в одній трубі і для яких струмове навантаження $I = 15\text{А}$.

Визначаємо номінальний струм плавких вставок F2. Пусковий струм електродвигуна мод. А02-41-4. $I_p/I_p = 6.5$.

$$I_n = 6.5 \cdot I_p = 6.5 \cdot 6.08 = 39.52 \text{ (A)}$$

Розрахунковий номінальний струм плавкої вставки згідно наведеної формули $\alpha=2.5A$

$$I_{nc} = I_{ny} / \alpha \text{ [A]} \quad (5.4)$$

$$I_{nc2} = 39.52 / 2.5 = 15.8 \text{ (A)}$$

За шкалою номінальних струмів вибираємо плавку вставку з номінальним струмом 16 А. Так як у нас загальне навантаження мережі $P = 18\text{кВа}$, відстані від ТП до місця підключення $l_1=100\text{м}$, відстань лінії $l_2=5\text{м}$. Приймаємо за [21] масляний трансформатор потужністю $P=25\text{кВа}$, первинною напругою $U=6\text{кВ}$, з'єднання обмотки D/Үн (трикутник/зірка з нульовим проводом, розрахунковим опором $Z_T/3=0.302 \text{ Ом.}$)

Визначаємо робочий струм лінії:

За таблицею з [5] приймаємо для лінії 4-рьох жильний алюмінієвий кабель, що прокладений у повітрі, поперечний переріз фазових жил якого $S=4.0 \text{ мм}^2$, для якого допустиме струмове навантаження $I_d = 27\text{А}$.

За наведеною формулою визначаємо активний опір фазових проводів.

$$R_\phi = \sum_i^n \rho_i l_i / S_i \text{ [Ом]} \quad (5.5)$$

де i - номер ділянки проводу;

n - кількість ділянок, шт;

l - довжина ділянки, м;

S - площа поперечного перерізу, мм^2 .

Для міді $\rho = 0.018 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2 / \text{м}$; для алюмінію - $0.028 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2 / \text{м}$.

$$R_{\phi} = 0,018 \cdot 5 / 1 + 0,028 \cdot 100 / 4 = 0,79 (\text{Ом})$$

Значення індуктивного опору повітряної лінії $X_1=0,6$ Ом/км, та внутрішньої $X_2 = 0.3$ Ом/км. Індуктивний опір петлі "фаза-нуль":

$$X_n = 2 \cdot (X_1 l_1 + X_2 l_2) [\text{Ом}] \quad (5.6)$$

Враховуючи вимоги ПУЕ, що $>$ приймаємо поперечний переріз нульових проводів

4 мм, $8\text{Н}2 = 1$ мм . активний опір нульових проводів:

$$R_n = 0,018 \cdot 5 / 1 + 0,028 \cdot 100 / 4 = 0,79 (\text{Ом})$$

Комплексний опір проводів визначаємо за формулою:

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + X_{\Pi}^2} [\text{Ом}] \quad (5.7)$$

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(0.79 + 0.79)^2 + 0.123^2} = 1.58 (\text{Ом})$$

Струм короткого замикання визначаємо за формулою:

$$I_{\kappa} = U_{\phi} / (Z_m / 3 + Z_n) [A] \quad (5.8)$$

$$I_{\kappa} = \frac{220}{0.302 + 1.58} = 116.9 (A)$$

Перевіряємо умову вимоги (для плавких вставок):

$$\frac{I_{\kappa}}{I_{\text{н}}} \geq 3.0;$$

$$\frac{116.9}{16} = 7.3 > 3$$

Умова виконується, тобто гарантує спрацювання захисту. Визначаємо максимальну напругу дотику

$$U_{\text{д}} = I_{\kappa} \cdot Z_{\text{н}} [B] \quad (5.9)$$

$$U_{\text{д}} > U_{\text{зр}} [B]$$

Враховуючи, що індуктивний опір нульового проводу дорівнює половині індуктивного опору петлі фаза-нуль:

$$X_{\text{н}} = X_{\text{н}} / 2 [Ом] \quad (5.10)$$

$$X_{\text{н}} = 0.123 / 2 = 0.0615 (Ом)$$

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{0.79^2 + 0.615^2} = 0.792 (Ом)$$

$$U_{\text{д}} = 113.9 \cdot 0.792 = 92.6 (В)$$

У цьому випадку напруга дотику перевищує граничне допустимий рівень $U_{\text{гр}}=36В$ і умова безпеки не виконується, а для забезпечення цієї умови необхідне повторне заземлення нульового проводу.

$$R_{\text{н}} \leq \frac{U_{\text{зр}} \cdot R_0}{I_{\kappa} Z_{\text{н}} - U_{\text{зр}}} [Ом] \quad (5.11)$$

де R_0 - опір заземлення нейтралі трансформатора, Ом ($R_0 = 4\text{Ом}$)

$$R_n = \frac{36 \cdot 4}{92.6 - 36} = 2.54 \text{ (Ом)}$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту знаходимо за формулою:

$$\rho = \rho_g \cdot \psi_i \text{ [Ом} \cdot \text{м]} \quad (5.12)$$

де ρ_g - питомий опір ґрунту ділянки виробництва, Ом·м;

ψ - кліматичний коефіцієнт.

Для суглинку: $\rho_g = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $\psi = 1.2$

$$\rho = 30 \cdot 1.2 = 36 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$$

Для вертикальних електродів, що зображені на рисунку 3.2 використовуємо сталеві стержні $d=14\text{мм}$ та довжиною $l=5\text{м}$, відповідно глибиною закладання $h=0.8\text{м}$.

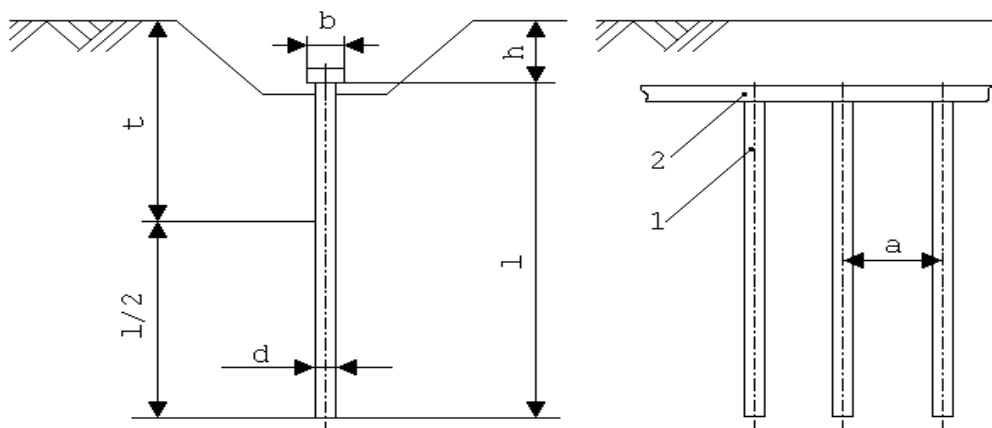


Рисунок 5.2- Розміщення вертикальних електродів 1 та горизонтальної штаби 2 у землі.

$$t = l/2 + h \text{ [м]} \quad (5.13)$$

$$t = 5/2 + 0.8 = 3.3 \text{ (м)}$$

Опір одного вертикального електрода визначаємо за формулою:

$$R_{\epsilon} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4t+1}{4t-1} \right) \text{ [Ом]} \quad (5.14)$$

Визначимо кількість вертикальних електродів, що розташовуються в лінію подаючи розрахунок у більш зручному вигляді:

$$R_{\epsilon} = 0,366 \frac{39}{5} \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0,014} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 7.88 \text{ (Ом)}$$

$$n \cdot \eta_{\epsilon} = R_{\epsilon} / R_n \quad (5.15)$$

$$n \cdot \eta_{\epsilon} = 7.98 / 2.54 = 3.1417$$

При $n = 4$, $a/l=1$, $\eta_{\epsilon} = 0.73$,

$$n \cdot \eta_{\epsilon} = 4 \cdot 0.73 = 2.92 \approx 3.1417$$

Таким чином потрібно встановити 4 вертикальних електроди на відстані $a = 5$ м один від одного.

Для горизонтальних з'єднаних штаб використовуємо смугу площею поперечного перерізу $S_{ш} = 48$ мм, як це вимагає [21] при, товщині $b = 4$ мм.

Довжина штаби при розміщені електродів в ряд:

$$l_{ш} = 1,05 \cdot a \cdot n \text{ [м]} \quad (5.16)$$

$$l_{uu} = 1,05 \cdot 20 \cdot 4 = 84 \text{ (м)}$$

Опір з'єднувальної штаби знаходимо за формулою:

$$R_{uu} = 0,366 \frac{\rho}{l_{uu}} \lg \frac{2l_{uu}^2}{b \cdot t_{uu}} \text{ [Ом]} \quad (5.17)$$

$$R_{uu} = 0,366 \frac{36}{15,75} \lg \frac{2 \cdot 15,75^2}{0,004 \cdot 3,3} = 3,82 \text{ (Ом)}$$

Опір повторного заземлення нульового проводу знаходимо за формулою:

$$R_{en} = \frac{R_e \cdot R_{uu}}{R_e \cdot \eta_{uu} + R_{uu} \cdot n \cdot \eta_e} \text{ [Ом]} \quad (5.18)$$

де $\eta_{ш}$ - коефіцієнт взаємного екранування з'єднувальної штаби,

$$R_n = \frac{4,63 \cdot 1,25}{4,63 \cdot 0,8 + 1,25 \cdot 0,78} = 1,23 \text{ (Ом)}$$

Напряга дотику при $R_{п} = 1,763 \text{ Ом}$ визначається за формулою:

$$U_{\delta} = I_{\kappa} Z_n \frac{R_n}{R_0 + R_n} \text{ [В]} \quad (5.19)$$

$$U_{\delta} = \frac{116,9 \cdot 0,792 \cdot 1,763}{4 + 1,763} = 28,3 \text{ (В)}$$

$$28 \text{ В} < 36 \text{ В}$$

Умова виконується.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При написанні магістерської роботи в загально-технічному розділі подана характеристика автомобіля Opel Vectra, призначення системи керування двигуном Simtec 71 та описано виконавчі тракти (актуатори) систем керування двигуном.

В технологічному розділі описано особливості побудови та функціонування системи керування автомобіля Opel Vectra, визначення прихованих та непостійних несправностей, розпізнавання пропусків запалювання, діагностика роботи каталізатора, діагностика роботи лямбда-зондів, діагностика вентиляції бака, діагностика системи впуску додаткового повітря, діагностика паливної системи та корекція регулювання паливно-повітряної суміші. Вибрано спосіб ремонту електромагнітної форсунки, схему технологічного процесу, план технологічних операцій. Розроблено маршрутні технологічні карти та операційні технологічні карти. Обґрунтовано вибір виробничого підрозділу та організацію робочих місць у виробничому підрозділі.

В конструкторському розділі здійснено аналіз існуючого устаткування для діагностики компонентів комплексної системи керування ДВЗ. Описано сканер напівпрофесійного обладнання для діагностики та здійснено електричний розрахунок електронного ключа.

В науково-дослідному здійснено аналіз особливості конструкції системи електронного керування акселератором дослідження робочого процесу системи електронного керування акселератором, розробку моделі взаємозв'язку основних параметрів системи електронного керування акселератором, розробку діючої моделі системи керування двигуном Simtec71 автомобіля Opel Vetra та розробку технології дослідження електронного приводу акселератора.

В п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та здійснено розрахунок.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб./Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К.: Каравела, 2009. – 368 с.
2. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105-95. – К.: Госстандарт Украины, 1996. – 29 с. – (Нормативные директивные правовые документы).
3. Законодавство України про автомобільний транспорт: збірник законодавчих актів: станом на 1 травня 2005 р./Верховна Рада України. – К.: Парламентське видавництво, 2005. – 140 с. – (Нормативні правові документи).
4. 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.
5. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія: підручник/О. А. Лудченко. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.: іл.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: підручник/О. А. Лудченко. – К.: Знання, 2004. – 478 с.
7. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91. – М.: Гипроавтотранс, 1991. – 184 с. – (Нормативные директивные правовые документы).
8. Перспективи розвитку автосервісу в Україні [Електронний ресурс] // Клаксок. — Режим доступу: http://or-klakson.blogspot.com/2012/01/blog-post_28.html
9. Скільки заробляють автосервіси [Електронний ресурс] // muravej.com. — Режим доступу: http://muravej.com/index.php?option=com_content&view=article&id=434:2011-05-17-19-05-15&catid=50:2012-05-27-19-12-18&Itemid=60
10. Марков О.Д. М-26 Станции технического обслуживания автомобилей / О.Д. Марков. – К. : Кондор,2008. – 536 с.

ДОДАТКИ