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

Відділення транспорту та інженерної механіки
(повна назва відділення)
Циклова комісія автомобільного транспорту
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи запалювання автомобіля Opel Omega

Виконав студент: II курсу, групи АТб-605
напряму підготовки (спеціальності)
274 «Автомобільний транспорт»
«Автомобільний транспорт»
(освітньо-професійна програма)
Савка Р.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник Слободян Л.М.
(прізвище та ініціали)
Рецензент
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
автомобільного транспорту
_____ Микола ВЕНГЕР
«19» квітня 2024 року

З А В Д А Н Н Я № 13

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ГРУПА АТб-605

_____ Савки Романа Ігоровича _____

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи запалювання автомобіля Opel Omega.

Керівник проекту: к.т.н., асистент кафедри автомобілів ТНТУ Слободян Л.М.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 17.04.2024р. №4/9-186.

2. Строк подання студентом проекту: «24» червня 2024 року.
3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики системи запалювання. Типові ознаки несправності системи запалювання. ТП діагностики та ТО системи запалювання. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.
4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
   1. План зони ТО (ф.-А1).
   2. Схема структурно-функціональна комплексної системи керування ДВЗ (ф.-А1).
   3. Мотор – тестер FSA-560 (СК)(ф.-А1).
   4. Фактори впливу на діагностичні параметри (ф.-А1).
   5. Функціональна та блок-схема цифрової обробки сигналу (ф.-А1).

6. Функціональні та структурні схеми цифрової діагностики (ф.-А1).

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання «19» квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	15.05.2024	
2.	Технологічний розділ	24.05.2024	
3.	Конструкторський розділ	31.05.2024	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	12.06.2024	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2024	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	24.06.2024	

Студент _____ Роман САВКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Любомир СЛОБОДЯН
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Савка Р.І. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту системи запалювання автомобіля Opel Omega: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: ВСП “ТФК ТНТУ”, 2024. 92с.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності технічного обслуговування і ремонту системи запалювання автомобіля.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі визначено методи вирішення поставлених задач та актуальність теми роботи; описано призначення системи керування двигуном та виконавчі тракти систем керування двигуном. Наведено особливості конструкції системи електронного керування акселератором. Описано характеристику методів і засобів ТО і діагностики системи запалювання, прилади і пристрої діагностування та ремонту системи запалювання, алгоритмізація діагностики системи запалювання та технологія процесу діагностики. Також проведено опис ТО і технологічний процес діагностики, наведено можливі несправності безконтактної системи запалювання. Їх причини та способи усунення. Здійснено розрахунки. Проведено аналіз обладнання та прилади для діагностики і ремонту електронної системи запалювання, описано мотор-тестер та описано конструкції приладу перевірки контрольно – вимірювальних компонентів і приладу для очищення та перевірки свічок запалювання. Розраховано електронного ключа. Розрахунок вертикальних стійок та зварного з’єднання кріплення основи; розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; оформлено графічну частину роботи.

Ключові слова: системи запалювання, технологічний процес ремонту системи запалювання, операція, ремонт системи запалювання, електротехнічна дільниця, форма організації виробництва, технічне обслуговування, діагностика системи запалювання.

ANNOTATION

Savka R.I. Increasing the efficiency of the technological process of maintenance and repair of the ignition system of the Opel Omega car: qualifying work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 274 "Automotive transport". Ternopil: VSP "TFC TNTU", 2024. 92p.

The qualification work is dedicated to increasing the efficiency of maintenance and repair of the car ignition system.

In order to achieve the goal, the tasks were solved, the methods of solving the tasks and the relevance of the work topic were determined; the purpose of the engine control system and executive paths of the engine control systems are described. Features of the design of the electronic accelerator control system are given. The characteristics of methods and means of maintenance and diagnosis of the ignition system, devices and devices for diagnosis and repair of the ignition system, algorithmization of diagnostics of the ignition system and the technology of the diagnosis process are described. A description of maintenance and the technological process of diagnostics is also provided, as well as possible malfunctions of the contactless ignition system. Their causes and methods of elimination. Calculations have been made. An analysis of the equipment and devices for diagnostics and repair of the electronic ignition system was carried out, a motor-tester was described and the design of the device for checking the control-measuring components and the device for cleaning and checking the spark plugs was described. An electronic key is calculated. Calculation of vertical racks and welded connection of base fastening; the issue of labor protection and safety in emergency situations was considered; the graphic part of the work is designed.

Key words: ignition systems, technological process of ignition system repair, operation, ignition system repair, electrical engineering department, form of production organization, maintenance, diagnostics of the ignition system.

ЗМІСТ

ВСТУП……..7

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ……..10

1.1 Характеристика автомобіля Opel Omega…….10

1.2 Призначення системи керування двигуном ……..…….14

1.3 Виконавчі тракти систем керування двигуном…….16

1.3.1 Електромагнітні форсунки…….....16

1.3.2 Виконавчі пристрої з електродвигунами…….20

1.3.3 Електронний блок керування ……..23

1.4 Особливості конструкції системи електронного керування акселератором……...27

1.5 Робочий процес системи електронного керування акселератором……...30

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ……35

2.1 Характеристика методів і засобів ТО і діагностики системи запалювання……..35

2.2 Прилади і пристрої діагностування та ремонту системи запалювання….37

2.3 Алгоритмізація діагностики системи запалювання…….41

2.4 Технологія процесу діагностики……...45

2.5 ТО і технологічний процес діагностики ……..47

2.6 Можливі несправності безконтактної системи запалювання. Їх причини та способи усунення …….50

2.7 Перевірка котушки запалювання……..54

2.8 Технологічна карта……55

2.9 Розрахунок норм часу……56

2.10 Технологічний процес ремонту транзисторного комутатора……..56

2.11 ТП діагностичних і ремонтних робіт системи запалювання……57

2.12 Розрахунок електронної системи запалювання автомобіля……..61
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ…….67
3.1 Аналіз обладнання та прилади для діагностики і ремонту електронної системи запалювання…….67
3.2 Опис мотор-тестера FSA-560 для діагностики і визначення параметрів електронних систем запалювання……69
3.3 Опис конструкції приладу перевірки контрольно – вимірювальних компонентів……70
3.4 Опис конструкції приладу для очищення та перевірки свічок запалювання……...72
3.5 Електричний розрахунок електронного ключа……74
3.6 Розрахунок вертикальних стійок на стійкість……...76
3.7 Розрахунок зварного з'єднання кріплення основи……..…79
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ……..….82
4.1 Охорона праці на дільниці діагностики…….82
4.2 Техніка безпеки на дільниці діагностики…….84
4.3 Розрахунок штучного освітлення……...…87
ВИСНОВКИ……..90
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……...91
ДОДАТКИ ……93

ВСТУП

За останні десятиліття суттєво вдосконалилася конструкція всіх систем автомобіля, модернізувався і розширився склад електрообладнання, особливо у сфері застосування електронних пристроїв. Такі пристрої керують системою впорскування палива, системою запалювання, різними засобами підвищення комфорту та безпеки руху, а також здійснюють безперервний контроль за працездатністю різних систем, вузлів і агрегатів автомобіля. [8]

Система запалювання автомобільного двигуна безпосередньо впливає на багато показників його роботи. До числа таких показників відносять потужність двигуна, економічність, рівномірність і стійкість роботи, токсичність відпрацьованих газів та ін. Загальновідомо, що навіть, на перший погляд, непомітні несправності системи запалювання (зменшення пробивної напруги, порушення кута замкнутого стану контактів або часу накопичення енергії, порушення кута випередження запалювання та ін.) суттєво збільшують витрату палива і підвищують вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах. На даний час в Україну ввозиться велика кількість автомобілів закордонного виробництва. Основна частина таких автомобілів мають досить тривалий термін експлуатації і, як наслідок, вони експлуатуються з багатьма несправностями, в тому числі і несправностями в системі запалювання. [8]

Процес діагностування електронного та електричного обладнання автомобіля потребує постійного удосконалення поряд з постійним ускладненням конструкції сучасного автомобіля та більш жорстких вимог до охорони навколишнього середовища.

Сьогодні широко застосовують порівняльні методи діагностування системи запалювання, коли оператор візуально порівнює дані, зчитані за допомогою мотор-тестера чи осцилографа із справної та несправної системи запалювання і робить відповідні висновки про той чи інший вид несправності (відмови). У таких методах надто великим є вплив суб'єктивних факторів, тому досить актуальним є питання зменшення важливості людського фактору при

діагностуванні. Це може бути досягнуто впровадженням та удосконаленням методів математичної обробки отриманої діагностичної інформації. З удосконаленням обчислювальної техніки з'явилася можливість автоматизувати пошук несправностей в системі запалювання. Основна мета автоматизації – позбавлення від рутинної роботи виміру і порівняння діагностичних параметрів. [8]

Актуальність теми роботи**.** Методи і засоби діагностування системи запалювання, що використовуються в Україні на даний час, не забезпечують в достатній мірі вимоги щодо ефективності та можливості автоматизації процесу діагностування. У таких методах частково використовується діагностична інформація, яка міститься в параметрах електричних сигналів іскроутворення в циліндрах двигуна. Досить часто застосовуються застарілі методи почергового визначення діагностичних параметрів з низьким рівнем використання інформаційних технологій та великими затратами часу. [8]

Отже, питання підвищення ефективності, створення передумов автоматизації діагностування системи запалювання, більш повного і досконалого аналізу діагностичної інформації на основі сучасних інформаційних технологій є досить актуальним, що і визначає доцільність даної магістерської роботи . [8]

Мета дослідження – розробити і науково обґрунтувати метод автоматизованого визначення технічного стану системи запалювання двигуна в умовах експлуатації засобів транспорту.

Об’єкт дослідження – робочі процеси системи запалювання, що змінюються в ході експлуатації і визначають технічний стан автомобільного двигуна.

Предмет дослідження – параметри електричних сигналів системи запалювання, що характеризують її технічний стан і складають інформаційну основу для автоматизації процесу діагностування. [8]

Методи дослідження. Непараметричні методи спектрального аналізу застосовуються при визначенні спектральних характеристик сигналів напруги

системи запалювання, що дає можливість використати діагностичну інформацію, яка міститься в частотному спектрі досліджуваних сигналів.

Методи синтезу не рекурсивних фільтрів застосовуються при усередненні окремих реалізацій сигналу напруги системи запалювання та дослідженні його частотного спектру, що дозволяє виявити вплив несправностей системи запалювання на окремі діапазони частотного спектру. [8]

Математичне моделювання застосовується для розробки математичної моделі визначення діагностичних параметрів системи запалювання, що дозволяє автоматизувати процес діагностування шляхом порівняння параметрів математичної моделі. [8]

Фізичне моделювання, методи безмоторних (стендових) та моторних випробовувань застосовуються при проведенні експериментальних досліджень, що дозволяє практично підтвердити виконані теоретичні дослідження.

Методи математичної статистики та теорії похибок застосовуються для визначення похибок вимірювань та граничних відхилень діагностичних параметрів, що дозволяє зробити висновок про достовірність діагностичної інформації. [8]

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика автомобіля Opel Omega

Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд автомобіля Opel Omega

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика автомобіля Opel Omega

Також називається	Vauxhall Carlton Chevrolet Omega Chevrolet Suprema
Роки виробництва	1986-1993
Стиль кузова	седан універсал
Колісна база	2730 мм
Довжина	4738 мм
Ширина	1760 мм
Висота	1445 мм
Кліренс	140 мм
Вага	1150–1370 кг
Вмістимість баку	70 л

Дебют першого покоління Opel Omega (під індексом A) припав на 1986 рік. Модель прийшла на зміну Opel Record і Opel Commodore. Автомобіль випускався з кузовами седан і універсал, останній отримав до імені приставку Caravan. Opel Omega володіла широким вибором стандартного устаткування і відносилася до автомобілів бізнес-класу. [9]

Інтер'єр лаконічний і строгий. Досить просторий салон доповнюється великим багажником. Відмінна плавність ходу і керованість є основними складовими Omega.

Гамма силових агрегатів була представлена такими двигунами: бензинові рядні карб'юраторні об'ємом 1,8 л; інжекторні об'ємом 1,8 і л; 2,0 і л; 2,4 і; 2,6 і; 3,0 і, а також дизельні атмосферні двигуни об'ємом 2,3 YD і такі ж турбовані (2,3 YDT і 2,3 DTR). Двигуни агрегатувалися з п'ятиступінчастою ручною коробкою передач або чотириступінчастим автоматом, що мають зимовий і спорт-режими. Всі гальма - дискові, з вакуумним підсилювачем. Привід на задні колеса. [9]

Omega першого покоління завоювала в 1987 році почесний титул «Автомобіль року».

У 1990 році Omega піддали модернізації. Замінили лінійку литих дисків, кермо, обивку і форму крісел. Зовні було замінено передній і задній бампери, бічні молдинги дверей, радіаторну решітку, форму накладок на пороги, розширено гамму опцій комфорту. Встановлення кондиціонеру так і залишилося замовною опцією. [8]

З 1990 по 1992 роки продавався Lotus Omega — спортивний седан британського виробника автомобілів Lotus, заснований на основі Opel Omega і розроблений спеціалістами Лотоса та виготовлений в Великобританії тиражем в кількості 988 екземплярів. [8]

У 1994 році Opel представив друге покоління Omega, на цей раз з індексом B. Новинка майже не нагадувала попередницю. Як і раніше пропонувалося: два типи кузова (седан і універсал) і задній привід. Зате список додаткового устаткування помітно поповнився: з'явилися подушки безпеки для водія і

переднього пасажира, а з 1998 року ще й бічні подушки безпеки у передніх кріслах. В усіх комплектаціях стали встановлювати кондиціонер, а з 1997 року ще й кліматичні установки. Взагалі без кондиціонеру Omega B майже не зустрічаються. Також помітно зросла міцність кузова, та він став менш схильний до корозії лише з 1998 року. [9]

Omega другого покоління, стала довшою на 113 мм, стала виглядати більш елегантно. Новий дизайн відрізняють плавні і обтічні лінії, дизайн автомобіля було повнісю перероблено, Жодної з кузовних деталей не лишилося від попередниці. Унікальністю новинки у 1994 році було інноваційне використання полікарбонатного скла у фарах головного світла, що дало змогу додатково зменшити вагу передньої частини автомобіля. З 1998 року встановлювалася і складніша передня оптика з лінзованими та лінзованими ксеноновими фарами.

Салон залишився таким же просторим, на задньому сидінні з комфортом можуть розміститися троє пасажирів. Щиток приладів містить широкий електронний спідометр, та багатофункціональний дисплей з показаннями бортового комп'ютера. Крім простенької тканинної обивки базових версій, може бути і шкіряна варіація, а в комплектації Sport сидіння з підсиленою бічною підтримкою, а замість дерев'яних вставок використовуються вставки під карбон або алюміній. Розташування приладів керування досить зручне, і зрозуміле. [9]

Сидіння з жорсткою бічною підтримкою надають додатковий комфорт завдяки подвійній структурі і численним сервоприводам та пам'ятю налаштуваннь для 3-х водіїв, для управління якими достатньо натискання кнопки. Регульована рульова колонка також допомагає краще розташуватися за 'кермом'. Оглядовість і шумоізоляція значно покращені. Кліматична установка з протипиловим фільтром підтримує оптимальну температуру і якість повітря в салоні незалежно від пори року і вмісту в повітрі різних викидів.

А що особливо важливо, так це змінилася лінійка двигунів. Зі старих агрегатів був залишений тільки дволітровий одновальний (OHC) 20SE з модернізованою системою впорскування. До нього додалися нові двигуни

об'ємом 2,0 і 16V, та V-подібні 2,5 та 3,0 літри, а також новий турбодизельний рядний двигун Y25DT розроблений Steyr. Двигуни як і раніше агрегатуються з п'ятиступінчастою ручною коробкою передач або чотириступінчастими автоматами. Після 2001 року доступний ще й 5-ти ступеневий автомат. Підвіска всіх коліс - незалежна; передня - типу McPherson, задня - на косих важелях. Гальма: дискові, вентильовані для всіх коліс. . Рульове управління - з гідропідсилювачем та сервотроніком. Opel, оснащений ABS і PBS, впевнено і без занесення гальмує і розганяється на будь-якому покритті. [9]

Восени 1997 року лінійку силових агрегатів поповнив 100-сильний 2,0-літровий турбодизель безпосереднього вприскування (витрата палива в місті не більше 9,4 л/100 км). [9]

Комфорт також забезпечує самостабілізуча ходова частина DSA з задньою підвіскою, додаткові елементи кріплення коліс, посилені стабілізатори поперечної стійкості. А крім цього, на новий Opel встановлені вдосконалений пристрій пропробуксовочної системи контролю Electronic Traction Control, керуюча система контролю роботи двигуна і антиблокувальна - з низьким зусиллям на педаль гальма і високою чутливістю. [9]

Система пасивної безпеки Opel Omega B включає в себе зони деформації кузова; збільшені важелі передньої підвіски, що приймають на себе частину навантаження; посилені пороги; дах і передні стійки; сталеві балки в дверях; посилені рами сидінь та їхні спинки, а також складану при зіткненні рульову колонку.

Сидіння обладнані безпечними підголівниками системи AHR (Active Head Restraints). Всі компоненти системи пасивної безпеки у разі зіткнення діють узгоджено - це називається системою синхронизізуючого захисту Syncro. Ось тільки паливний бак встановлений не в самому кращому, з точки зору безпеки, місці, а саме: у зоні деформації багажнику, зате на відміну від Omega A вироблений з бензостійкого пластику. [9]

У 1999 році, через шість років з початку виробництва другого покоління, Opel провів зовнішню модернізацію моделі. Змінилося оформлення передньої і

задньої частин кузова, які стали сучаснішими. Повністю було перероблено інтер'єр автомобіля, в його дизайні вже прослідковується зародження концепціїї салонів Opel 2004-2009 років. Нове кермо та дверні панелі витримані в єдиному стилі. Кнопки управління склопідіймачами і кнопки електричного регулювання зовнішніх дзеркал перенесені на двері. Двигуни до 2001 року лишаються без змін. І лише з 2001 року Omega B стали оснащувати новими двигунами: трьома бензиновими і двома новими турбодизелями 2,5DTI та 2,2DTI, замість старих 2,5TDI та 2,0DTI. Лінійку двигунів відкриває 4-циліндровий силовий агрегат 1998 року, відомий по моделям Sintra, Astra G/Zafira B, Vectra B, Frontera B - як Z22XE, але поздовжньо встановлений Y22XE об'ємом 2,2 л. потужністю 144 к.с. Він змінив старий 2-литровий X20XEV (136 к.с.). [9]

1.2 Призначення системи керування двигуном

Основні функціональні завдання системи керування двигуном (СКД):

Двигун є пристроєм, що виконує функцію керованого перетворення хімічної енергії палива в механічну роботу (енергію).

Як об'єкт керування двигун характеризується: вхідними параметрами, що впливають на протікання робочого процесу у двигуні. Їхні значення визначаються зовнішніми впливами на двигун з боку водія або СКД, тому їх також називають керуючими. До їхнього числа можна віднести: [9]

- кут відкриття дросельної заслінки;
- кут випередження запалювання;
- циклова подача;
- циклове наповнення двигуна і т.д.;

Вихідними (керованими) параметрами, що характеризують стан двигуна в робочому режимі. До них відносяться:

- частота обертання колінчатого вала;
- потужність на валу;
- крутний момент;

- показник паливної економічності;

- показники токсичності відпрацьованих газів і ін.;

Внутрішніми параметрами або параметрами стану, що характеризують робочі процеси, стан систем, що забезпечують, конструктивні особливості двигуна приймаються: [9]

- температура двигуна;

- напруга в електричній мережі;

- ступінь стиску робочої суміші та ін.;

Зовнішні впливи, що носять випадковий характер і заважають керуванню. До них можуть бути віднесені:

- температура атмосферного повітря ;

- атмосферний тиск;

- вологість повітря і т.п. [9]

Призначення системи керування полягає в тому, щоб забезпечити оптимальний склад робочої суміші в циліндрах двигуна й запалити її в циліндрі двигуна в певний момент часу.

Склад робочої суміші характеризується двома основними показниками:

- відношенням кількості палива й повітря в складі суміші показник - «лямбда» (λ);

- гомогенністю (однорідністю) тобто якістю змішування складових частин суміші.

Момент запалення суміші визначається кутом випередження запалювання. [9]

Принципи керування. Принцип керування дає загальне подання про спосіб керування об'єктом керування. Він показує, як об'єкт керування повинен реагувати на збурювання й керуючі сигнали. Охарактеризуємо принципи, закладені в основу побудови існуючих систем керування (СКД). Автомобільний двигун являє собою систему, що складається з окремих підсистем: паливно-емісійної, запалювання, охолодження, змащування і т.д. Всі системи зв'язані один з одним і при функціонуванні вони утворять єдине

ціле. Керування двигуном не можна розглядати у відриві від керування автомобілем. Швидкісні й навантажувальні режими роботи двигуна залежать від швидкісних режимів руху автомобіля в різних умовах експлуатації, які містять у собі розгони й гальмування, рух з відносно постійною швидкістю, зупинки. Водій змінює швидкісний і навантажувальний режим двигуна, впливаючи на передатне відношення трансмісії автомобіля й педаль акселератора (дросельну заслінку). Вихідні характеристики двигуна при цьому залежать від складу паливо повітряної суміші й кута випередження запалювання, керування якими здійснюється за допомогою механічних, електронно-механічних або електронних систем керування двигуном, автоматично. [9]

1.3 Виконавчі тракти систем керування двигуном

1.3.1 Електромагнітні форсунки

Робота електромагнітної форсунки пов'язана із проходячими одночасно гідравлічними, механічними, електромагнітними й електричними процесами, тому вона є одним з найбільш відповідальних елементів у системі впорскування палива. [8]

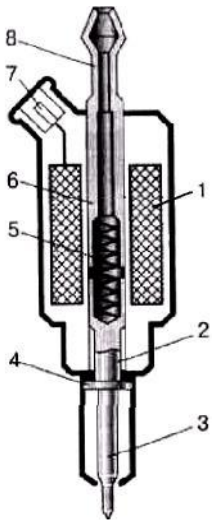

Рисунок 1.3 - Конструктивна схема електромагнітної форсунки:

1 - обмотка електромагніта; 2 - якір; 3 - замикаючий елемент; 4 - упор; 5 пружина; 6 - магнітопровід; 7 – вихідні контакти; 8 – штуцер для палива;

Форсунки відкриваються автоматично й здійснюють дозування й розпилення палива. Звичайно форсунки розробляються для кожної моделі автомобіля й двигуна, вони постійно вдосконалюється, тому можна відзначити велику розмаїтість їхніх конструкцій.

Форсунки працюють в імпульсному режимі при частоті спрацьовування від 10 до 200 Гц в умовах вібрації двигуна, підвищених температур і при цьому повинні забезпечувати лінійність характеристики дозування палива в межах 2-5% протягом усього терміну служби (близько 600 млн. циклів спрацьовування). [10]

Сигнал на початок впорскування палива подається на обмотку 1 (рис. 1.4) електромагніта, розміщену в металевому корпусі. У корпусі розташований також замикаючий елемент 3 клапан, притиснутий до сідла пружиною 5. Коли на обмотку електромагніта від електронного блоку керування подається електричний імпульс прямокутної форми певної тривалості, замикаючий елемент переміщається, переборюючи опір пружини, і відкриває отвір розпилювача. Паливо надходить у двигун. Після припинення електричного сигналу замикаючий елемент під дією пружини вертається в сідло. Кількість палива, що впорскується, за цикл при сталості тиску на вході у форсунку залежить тільки від тривалості керуючого імпульсу. [9]

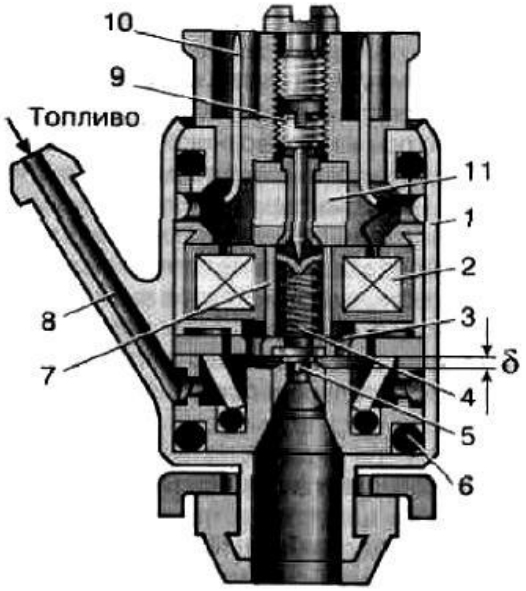

Рисунок 1.4 - Електромагнітна форсунка із плоским замикаючим елементом:

1 - корпус; 2 - обмотка електромагніта; 3 - замикаючий елемент; 4 - пружина; 5 - жиклер клапана; 6 - паливний фільтр; 7 - сердечник електромагніта; 8 - паливні канали; 9 - регулювальний гвинт; 10 - електричні контакти; 11 - магнітна вставка; δ - робочий хід замикаючого елемента

У реальній форсунці час відкритого стану клапана не збігається із тривалістю керуючого імпульсу. Після подачі керуючого електричного імпульсу на форсунку в обмотці електромагніта виникає струм самоіндукції, що перешкоджає наростанню магнітного потоку в системі. Відкриття клапана відбувається із затримкою за часом. При припиненні подачі керуючого імпульсу в результаті самоіндукції магнітний потік, що зберігається, буде перешкоджати швидкому відпусканню замикаючого елемента. [9]

Підвищити швидкодію електромагнітної форсунки можна за рахунок зменшення числа витків обмотки електромагніта і її індуктивності. Однак при цьому зменшується опір обмотки й збільшується сила споживаного нею струму. Для обмеження сили струму послідовно з обмоткою включають резистор. В електромагнітних форсунках використовуються три види замикаючих елементів клапана: плоский (дисковий), конусний (штифтовий),

сферичний (кульковий). Плоский замикаючий елемент 3 форсунки, представленої на рисунку 1.5, виготовлений з магнітної сталі й у центральній частині має сталеву вставку, яка запобігає появі кільцевого виробітку в місці його посадки на сідло клапана. Робочий хід замикаючого елемента становить 0,15 мм і обмежується спеціальним дистанційним кільцем. У форсунці застосована поляризована електромагнітна система, що, крім обмотки електромагніта, включає кільцеву вставку з магнітного сплаву, що створює поляризуючий магнітний потік. При цьому з'явилася можливість збільшити зусилля пружини 4, що підвищило герметичність клапана. Зусилля пружини може регулюватися спеціальним гвинтом 9, закритим пробкою. Всередині форсунки розміщений паливний фільтр 6 у вигляді кільця з порошкового матеріалу, тому що при влученні забруднень (часток розміром більше 30-40 мкм) клапан форсунки може втратити герметичність. [9]

Форсунки з конусним замикаючим елементом одержали найбільше поширення. Форсунка має нижнє підведення палива, що забезпечує його постійну циркуляцію через форсунку, краще охолодження електромагнітної системи й кращі умови для відводу пухирців газу. Перевага сферичного замикаючого елемента полягає в тому, що сферичні елементи мають гарні герметизуючі властивості й здатність до центрування в сідлі клапана. [9]

Форсунки для розподіленого й центрального впорскування відрізняються по розмірах, способу кріплення на двигуні, способу підведення палива й по опорі обмоток електромагніта. [9]

Додаткова пускова форсунка відрізняється по конструкції від робочих. Звичайно вона складається з корпуса із фланцем кріплення 4 (рисунок 1.5), у який завальцьований пластмасовий каркас 1 обмотки 2 електромагніта. Замикаючий елемент 6 клапана є якорем електромагніта. У нижній частині корпуса розташований відцентровий розпилювач. При подачі палива пускова форсунка постійно перебуває у відкритому стані. [9]

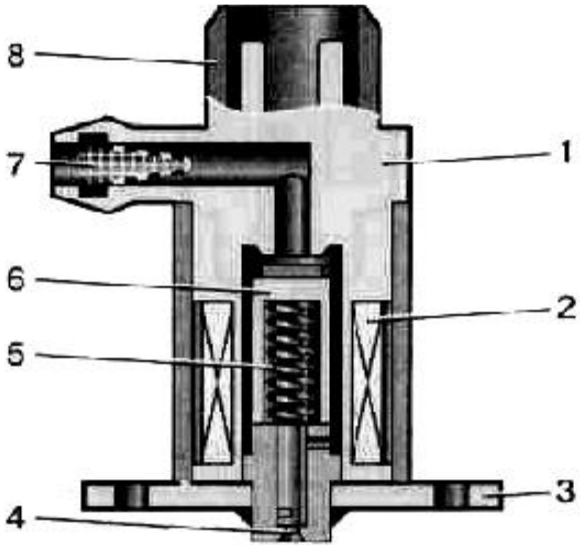

Рисунок 1.5 - Пускова форсунка:

1 - пластмасовий каркас; 2 - обмотка електромагніта; 3 - фланець кріплення форсунки; 4 - розпилювач; 5 - пружина; 6 - замикаючий елемент; 7 - паливний штуцер з фільтруючим елементом; 8 - електричні контакти

1.3.2 Виконавчі пристрої з електродвигунами

Для подачі палива до форсунок у системах впорскування палива використаються електричні паливні насоси. В основному використовуються насоси роторного типу (рисунок 1.6). Насоси можуть встановлюватися як поза, так і всередині паливного бака. При зовнішній установці насос являє собою автономний агрегат, що поєднує насос і електродвигун в одному корпусі. [10]

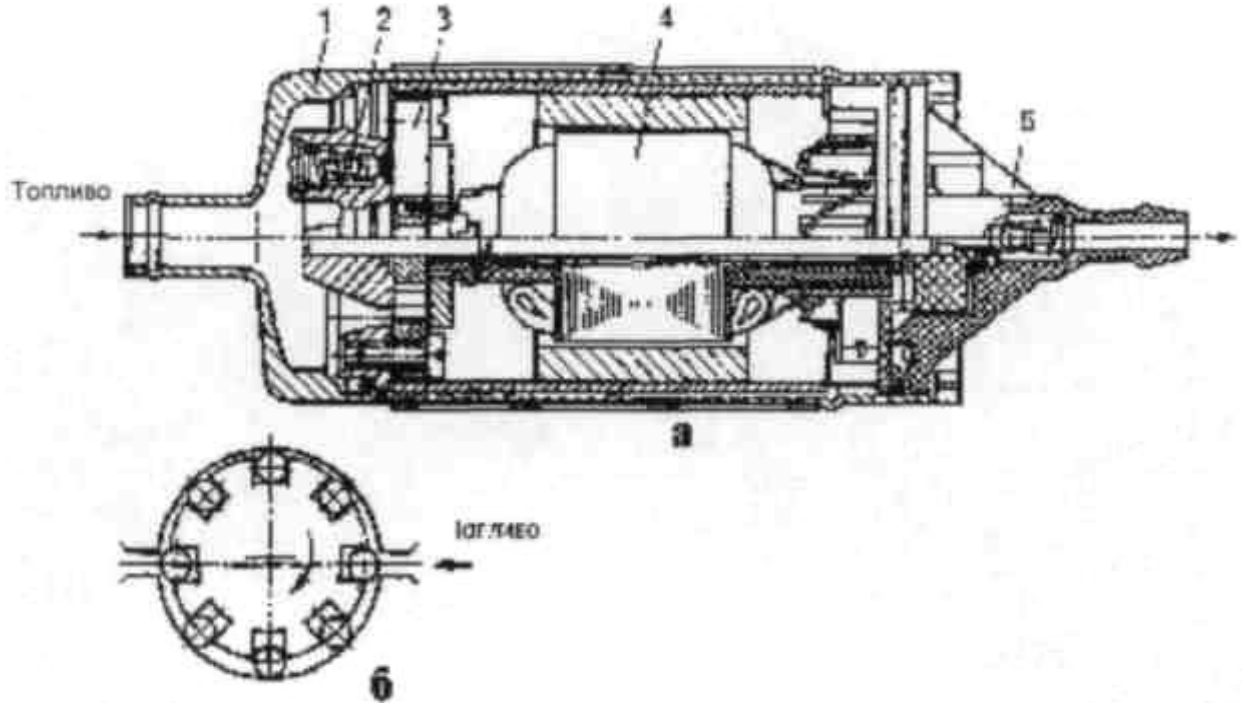

Рисунок 1.6 - Електричний паливний насос:

а - поздовжній розріз; б - схема дії; 1 - корпус насоса; 2 - запобіжний клапан; 3 - роликовий насос; 4 - електродвигун; 5 - зворотний клапан

При розміщенні в баку насос являє собою єдиний агрегат, що включає властиво насос, паливопроводи, демпферуючий пристрій, фільтр, провідники електроживлення й т.д. Приклад системи паливо подачі з таким насосним агрегатом наведений на рисунку 1.7. [10]

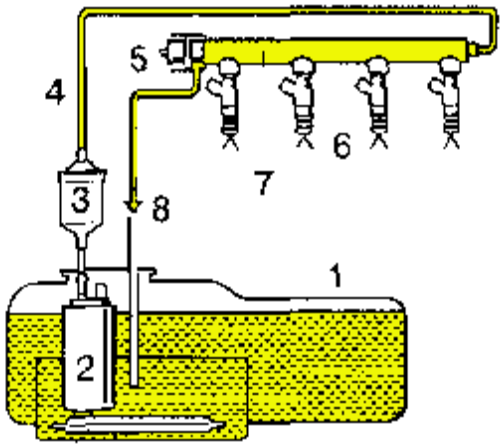

Рисунок 1.7 - Схема паливоподачі з паливним насосом, установлюваним у паливному баку:

1 - бак; 2 - паливний насос із електроприводом; 3 - паливний фільтр; 4 - нагнітальна магістраль високого тиску; 5 - регулятор тиску палива; 6 - форсунки; 7 - паливопровід з форсунками (безперервний потік)

На рисунку 1.8 представлений регулятор холостого ходу із приводним крововим електродвигуном. Крововий електродвигун має чотири обмотки керування. Обмотки розміщені на статорі. У поздовжніх пазах ротора встановлені постійні магніти з почерговим розташуванням полюсів. Керування двигуном ведеться за допомогою електричних імпульсів різної полярності, що подаються на обмотки в певній послідовності. [10]

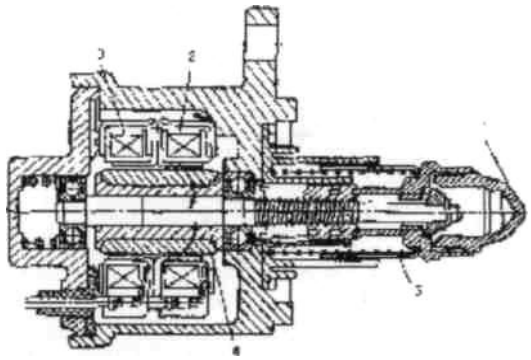

Рисунок 1.8 - Регулятор холостого ходу із крововим електродвигуном:

1 - дросельний елемент; 2, 3 - обмотки крокового електродвигуна; 4 - ротор крокового електродвигуна; 5 - пружина

Малогабаритні електродвигуни постійного струму використовуються для регулювання витрати повітря на холостому ході шляхом переміщення дросельної заслінки. Вал електродвигуна через редуктор пов'язаний із циліндричним штовхачем, що безпосередньо впливає на підпружинений важіль заслінки. [10]

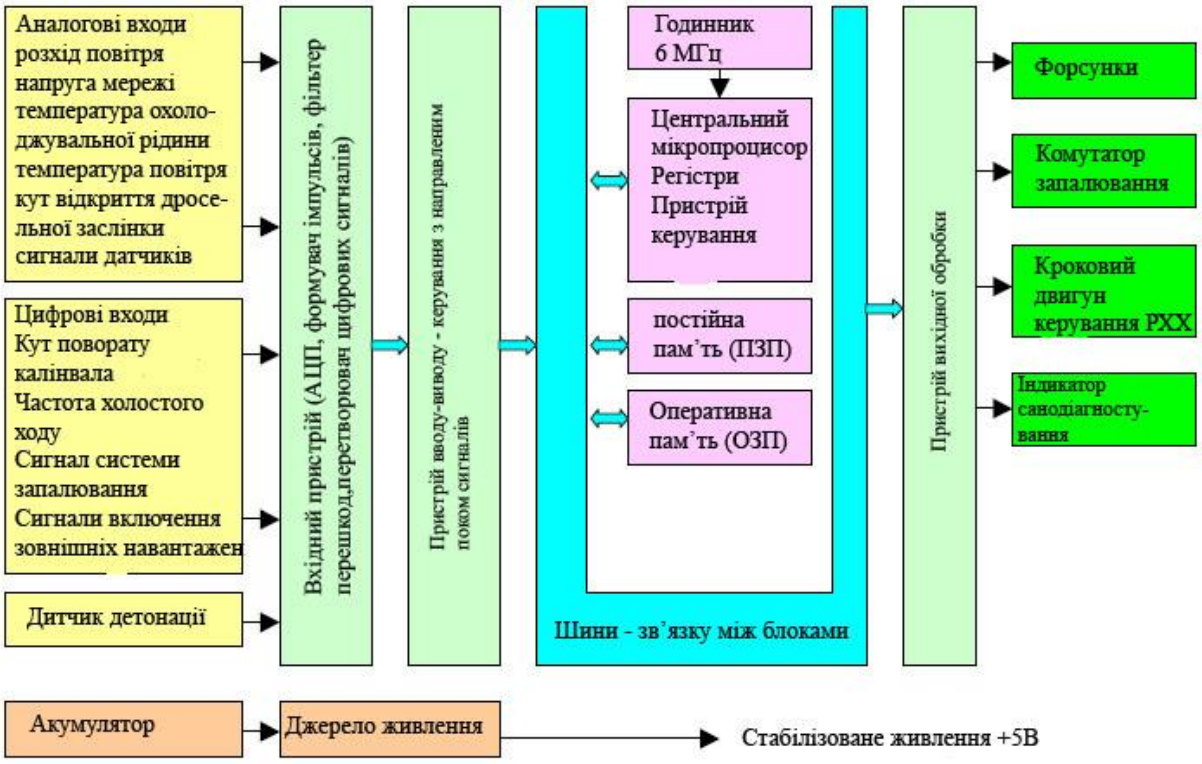

Рисунок 1.9 - Структура блоку електронного керування

1.3.3 Електронний блок керування

Структура ЕБК (ECU - Engine Control Unit).

Функції окремих його систем полягають у наступному:

Вхідний пристрій.

Сигнали, що стікаються на вхід ЕБК від датчиків, перетворяться у форму, зрозумілу комп'ютеру, тобто в серію імпульсів ТАК - НІ, які являють собою цифри у двійковій системі: ТАК = 1; НІ = 0. [10]

Аналогові сигнали, наприклад, напруга акумулятора, перетворяться у двійковий код за допомогою аналогово-цифрових перетворювачів (АЦП). Разові команди, наприклад, сигнали включення зовнішніх споживачів - кондиціонера, фар і т.п., перетворяться за допомогою відповідних перетворювачів у цифрові коди. [10]

Пристрій вводу-виводу (ПВВ) - цей пристрій приймає сигнали в ті моменти й у тій послідовності, у якій вони надходять, а потім видає їх у

процесор комп'ютера в тій послідовності й з тією швидкістю, що потрібна процесору, або відправляє поточну інформацію в оперативну пам'ять машини.

Годинники. Комп'ютер оперує даними як функціями часу. Для визначення часу й тимчасових інтервалів у комп'ютері встановлений точний кварцовий генератор імпульсів.

Шини. Окремі блоки комп'ютера зв'язані між собою плоскими кабелями, відомими за назвою шини. По шинах передаються дані (шина даних), адреси пам'яті (адресна шина), а також сигнали керування (керуюча шина).

Пристрій вихідної обробки. До складу пристрою входять цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП) і підсилювачі, призначені для формування сигналів керування виконавчими пристроями, підключеними до ЕБК (форсунки, котушка запалювання й т.п.). [10]

Центральний мікропроцесор. Мікропроцесор виконує в комп'ютері всі обчислення. Все, що він вміє робити, це складати, віднімати, ділити й множити, тому всі програми, які виконує процесор, повинні складатися із цих операцій. Крім того, процесор вміє виконувати логічні операції.

ЕБК керує ходом обчислень, направляючи в процесор потрібну інформацію в потрібний момент і відправляючи результати обчислень у потрібні пристрої. [10]

Постійна пам'ять. Ця пам'ять може тільки видавати інформацію, що зберігається в ній, але вона ніяк не може бути змінена. Ця інформація зберігається в пам'яті навіть при відсутності живлення. У цю пам'ять неможливо записати ніяку нову інформацію. [10]

У постійній пам'яті зберігаються дані, такі як карта значень керованих параметрів двигуна в табличній формі, коди, що управляють програми та ін. Всі ці дані заносяться (зашиваються) у постійну пам'ять виробником. До складу постійної пам'яті входять також перепрограмовувальні й стираємі блоки, які можуть бути використані виготовлювачем або його представником для відновлення й зміни записаної інформації. [11]

Оперативна пам'ять. Поточні дані - сигнали датчиків, команди керування й проміжні результати обчислень зберігаються в оперативній пам'яті комп'ютера, поки не будуть замінені новою інформацією. Оперативна пам'ять при вимиканні живлення втрачає всю інформацію, що зберігається в ній.

Додаткові функції ЕБК. Електронний блок керування крім завдань керування впорскуванням кількості палива, що відповідає масі повітря, і моментом запалювання для своєчасного запалення сформованої робочої суміші, виконує ряд інших додаткових, але важливих з погляду зазначених критеріїв функціональних завдань. Серед їхньої безлічі виділимо два найбільш важливі: керування двигуном на режимі холостого ходу й самодіагностику. [11]

Керування роботою двигуна на холостому ході. Частота обертання колінчатого вала на холостому ході визначається витратою повітря, коефіцієнтом надлишку повітря λ і моментом запалювання. Ці параметри можуть регулюватися зміною кількості подаваного повітря або моменту запалювання. Ефективним методом регулювання частоти обертання колінчатого вала на холостому ході є зміна заряду в циліндрі. Холостий хід є одним з режимів роботи що найбільш часто зустрічаються в умовах міського руху. Тому регулювання двигуна з метою одержання найбільш низької частоти обертання колінчатого вала є важливим кроком до зниження витрати палива й токсичності. Системи із замкнутим контуром забезпечують рівномірну й усталену роботу на цьому режимі протягом усього строку роботи ДВЗ (без обслуговування). [11]

Датчики реєструють частоту обертання колінчатого вата, температуру, положення дроселя й додаткові параметри, роботу автоматичної трансмісії, системи кондиціювання повітря інших агрегатів. Електронний блок керування порівнює дійсну частоту обертання колінчатого вала із заданою й видає сигнал на виконавчий пристрій, що змінює дроселювання потоку повітря на вході, тим самим доводячи частоту обертання колінчатого вала до бажаної. Застосовуються концепції регулювання із замкнутими контурами швидкого й

поступового реагування. Системи швидкого реагування забезпечують практично миттєву реакцію на зміну навантаження двигуна, що виникає при включенні енергоспоживаючих пристроїв. Вони дозволяють одержувати мінімальні частоти обертання колінчатого вала й. таким чином, скорочувати витрата палива й вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Разом з цим реакція системи не повинна бути занадто швидкою, щоб не порушити стійкість роботи двигуна. Система з поступовим реагуванням дозволяє компенсувати довго діючі відхилення, але вона менш придатна для мінімізації частоти обертання колінчатого вала на холостому ході й поліпшення паливної економічності. [11]

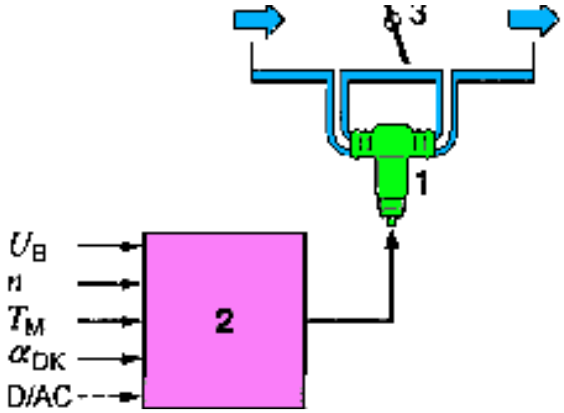

Рисунок 1.10 - Керування частотою обертання колінчатого вала двигуна на холостому ході:

1 - виконавчий пристрій; 2 - електронний блок керування;- дросельна заслінка; U_B - подача напруги; n - частота обертання колінчатого вала двигуна; $T_м$ - температура двигуна; α DK - положення дросельної заслінки (кут відкриття); D/AC - сигнали від автоматичної трансмісії;

Крім систем регулювання заряду з виконавчим пристроєм, що діє в обхід дроселя, існують інші системи, що безпосередньо впливають на дросель. [11]

Виконавчий пристрій системи (кроковий двигун) розташовується в магістралі, установленої в обхід дросельної заслінки. Кульовий затвор на осі якоря відкриває пропускний канал для повітря й утримує його у відкритому стані доти, поки не досягається потрібна частота обертання на холостому ході.

Напруга подається поперемінно до двох обмоток виконавчого пристрою (дві котушки) для одержання протилежно діючих зусиль на якорі. Кульовий затвор забезпечує регулювання відкриття пропускного каналу, що відповідає так званому коефіцієнту періоду імпульсу (тобто відношенню тривалості імпульсу до тривалості проміжку між імпульсами). Інші види виконавчих пристроїв (з однією обмоткою) звичайно впливають на підпружинений якір, що може обертатися або переміщатися в поперечному напрямку. При відсіченні струму деякі виконавчі пристрої вертаються у своє первісне положення - цього досить для продовження роботи двигуна на мінімальних обертах холостого ходу. [11]

Як виконавчий пристрій у ряді систем використовується клапан з біметалічною пластиною, що керується нагрівальним елементом, підключеним до ЕБК.

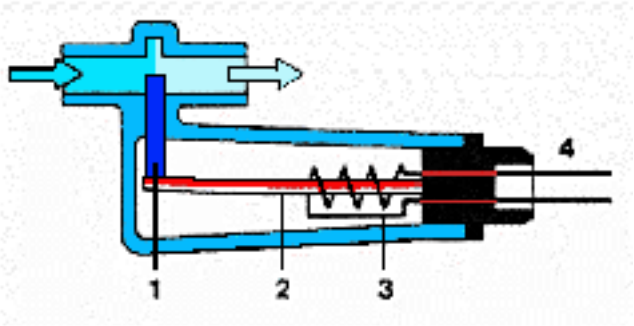

Рисунок 1.11 - Пристрій додаткової подачі повітря:

1 - заслінка; 2 - біметалічна пластина; 3 - електричний нагрівальний елемент; 4 - клеми електропроводки

1.4 Особливості конструкції системи електронного керування акселератором

Електронно-електричне переміщення дросельної заслінки.

У цьому випадку переміщення дросельної заслінки по всьому шляху відбувається під контролем електронного керування. Водій відповідно з його намірами по зміні потужності двигуна натискає педаль акселератора,

положення педалі відстежується датчиками, і відповідні сигнали передаються до блоку керування двигуном. При електронному приводі акселератора переміщення дросельної заслінки здійснюється за допомогою електродвигуна. Якщо ж з'являється необхідність зміни крутного моменту двигуна з причин забезпечення безпеки руху, екологічних вимог або економії палива, блок керування двигуна може змінити положення дросельної заслінки без зміни водієм положення педалі акселератора. Це дає можливість досягнення кращої координації між системами двигуна. [11]

Електронний привід дросельної заслінки складається з:

- Педального модуля з датчиками положення педалі акселератора;
- Блоку керування двигуном;
- Модуля керування дросельною заслінкою;
- Контрольної лампи електронного приводу дросельної заслінки.

Педальний модуль за допомогою датчиків безперервно визначає положення педалі акселератора і передає відповідний сигнал до блоку керування двигуном. [11]

Використовуються два однакових датчика для забезпечення максимально можливої надійності. Тут мова йде про резервовану систему. Це означає, що цілком було б достатньо інформації від одного датчика.

Обидва датчики являють собою потенціометри з ковзаючим контактом, укріпленим на загальному валу, при кожній зміні положення педалі змінюється опір датчиків і, відповідно, напруга, яка передається в блок керування двигуном. По сигнальній напрузі визначаються режими кік-дауна і холостого ходу. Вимикач режиму холостого ходу розташований в модулі керування дросельною заслінкою.

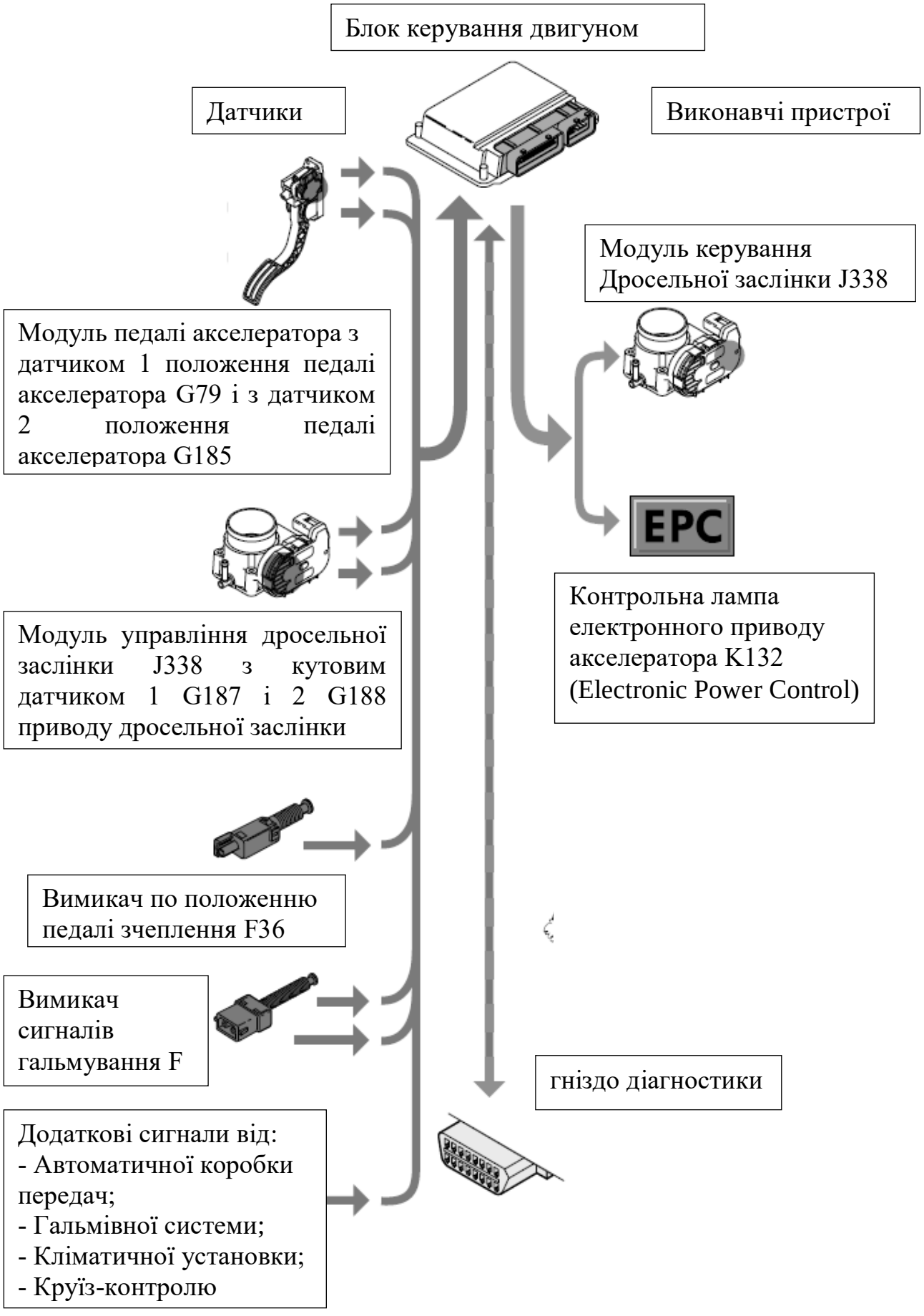

Рисунок 1.12 - Структурна схема системи електронного приводу акселератора

На рисунку 1.13 зображено систему електронного приводу акселератора, де вказано зв'язок кожного елементу даної системи з електронним блоком керування, який і є головним діагностичним апаратом системи, з якого ми в подальшому зчитуємо усі дані про систему в цілому. [11]

1.5 Робочий процес системи електронного керування акселератором

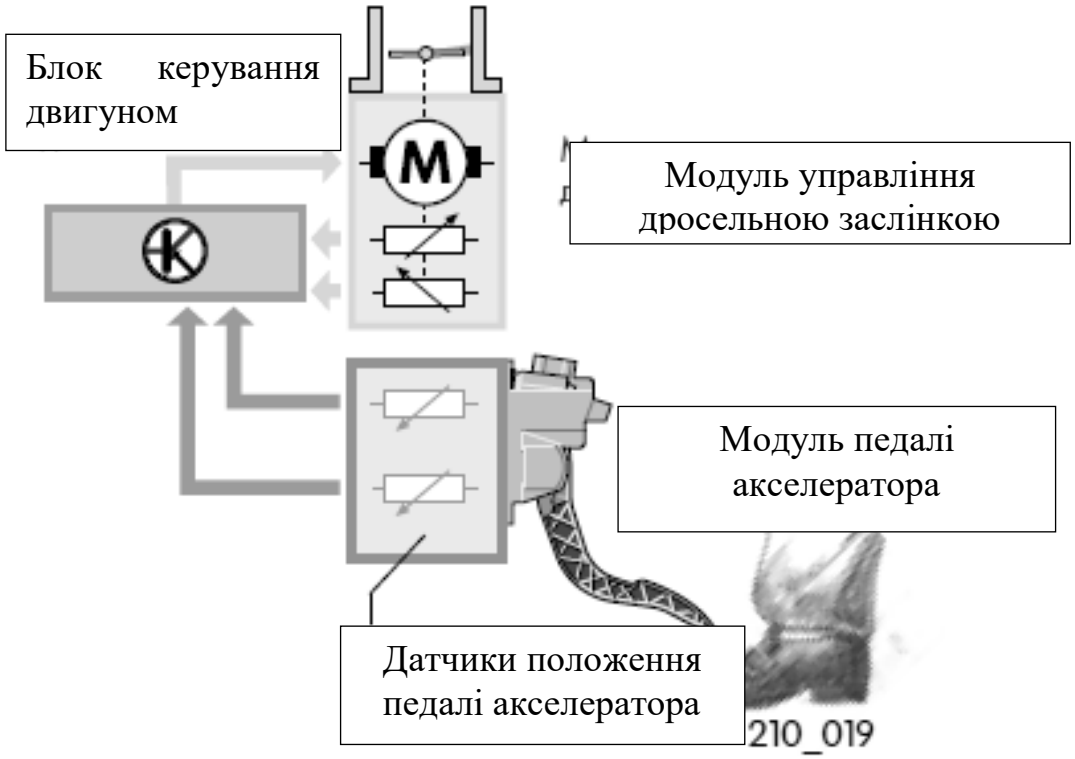

Рисунок 1.13- Принципова схема системи електронного керування акселератором

Схема включення.

На обидва потенціометра подається напруга 5 вольт. Кожен датчик для забезпечення надійності має свій провід живлення (червоний), свій провід з'єднання з "масою" (коричневий) і свою сигнальну лінію (зелений провід).

У датчику G185 встановлено навантажувальний опір. Завдяки цьому отримують дві різні характеристики від обох датчиків. Це необхідно для забезпечення надійності і здійснення перевірки. [11]

У відповідному блоці заміряємих параметрів сигнал датчиків показується у відсотках. Це означає, що 100% = 5 вольт.

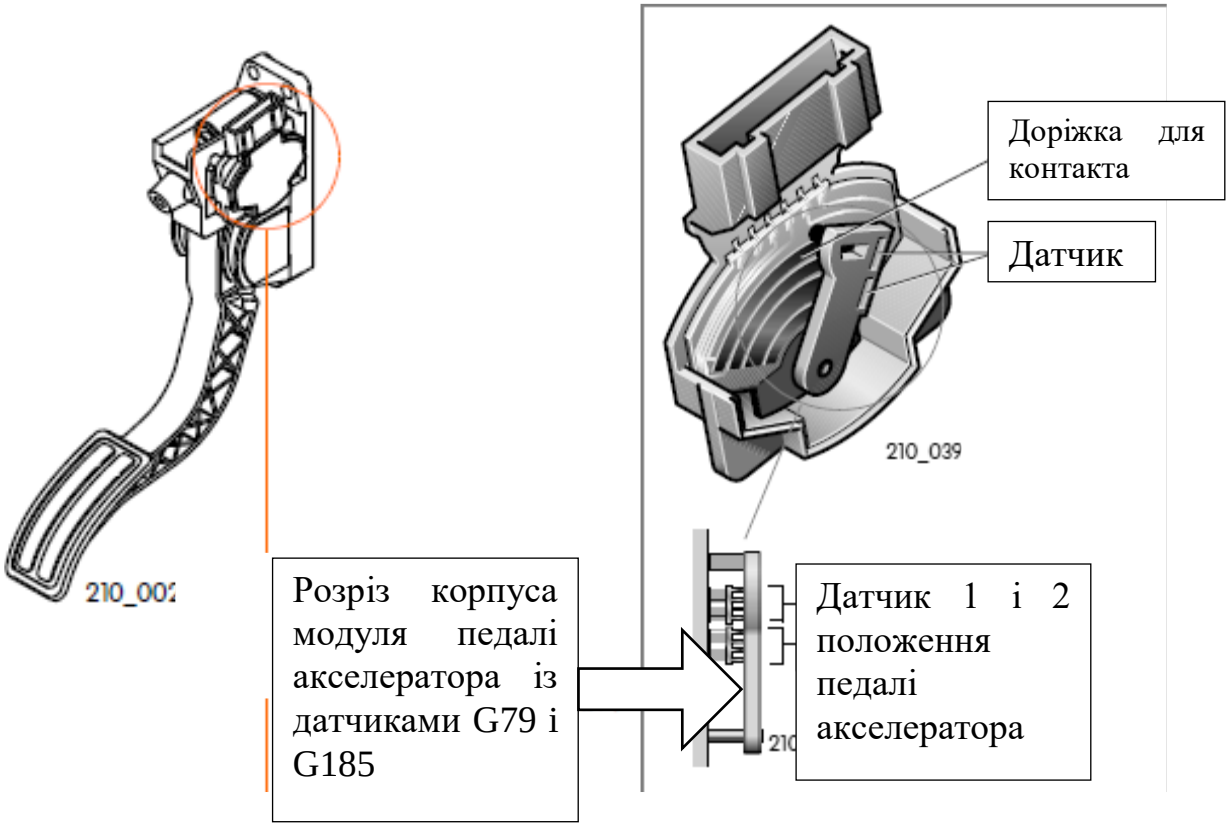

Рисунок 1.14 - Датчик положення педалі акселератора в розрізі

Блок керування двигуном визначає за цим сигналом намір водія щодо зміни потужності двигуна і відповідає на це відповідною зміною крутного моменту двигуна. Для цього блок керування подає керуючий сигнал до приводу дросельної заслінки для відкриття її або, навпаки, для деякого закривання. При цьому беруться до уваги інші вимоги щодо крутного моменту двигуна, наприклад, з боку кліматичної установки. Додатково надходять відповідні команди по зміні моменту запалення, впорскування і, при необхідності, величини тиску надуву. [11]

Для розрахунку необхідного положення дросельної заслінки блоком керування беруться до уваги додаткові вимоги, наприклад:

- З обмеження частоти обертання двигуна;

- З боку круїз-контролю (GRA);

- З боку системи контролю тяги (ASR);

- З боку регулювання примусового холостого ходу (MSR).

Якщо в кінцевому рахунку це все відбивається в необхідності зміни крутного моменту, може бути змінено положення дросельної заслінки без будь-якого впливу водія на педаль акселератора.

Модуль керування дросельною заслінкою забезпечує необхідну масу повітря, що поступає в циліндри.

Модуль керування дросельної заслінки J338 розташований на впускній трубі. Він служить для забезпечення подачі потрібної кількості повітря в циліндри. [11]

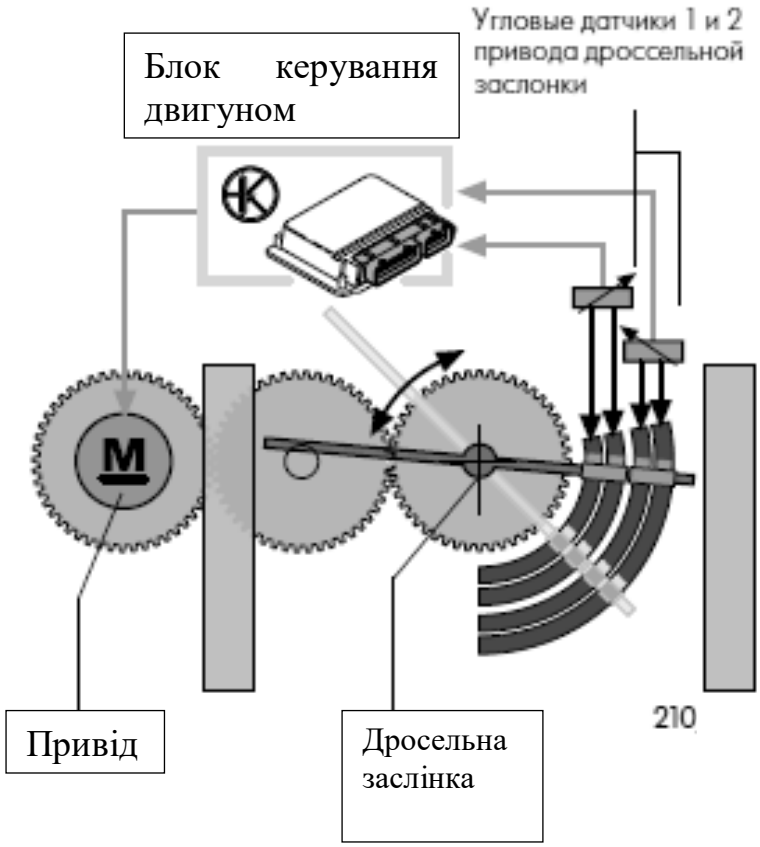

Рисунок 1.15 – Структурна схема приводу дросельної заслінки

Відкриття та закриття дросельної заслінки здійснюється електродвигуном по сигналу блоку керування двигуна.

Обидва кутових датчика посилають сигнали блоку керування двигуна про становище дросельної заслінки. Два датчика встановлені з метою підвищення надійності системи. Обидва датчика являють собою потенціометри з ковзаючим контактом. Ковзні контакти укріплені на шестерні, яка сидить на валику дросельної заслінки. Контакти ковзають по доріжках потенціометрів на кришці корпусу. [11]

При зміні положення дросельної заслінки змінюється опор доріжок потенціометрів і, тим самим, сигнальні напруги, які передаються блоку керування двигуна. Графіки обох потенціометрів спрямовані назустріч один одному. завдяки цьому блок керування двигуна може відрізняти потенціометри один від іншого і здійснювати перевірочні функції. [11]

Дія електронного приводу на холостому ходу.

Блок керування двигуном дізнається по сигналам від датчиків положення педалі акселератора, що педаль не натиснута. Починається режим регулювання холостого ходу.

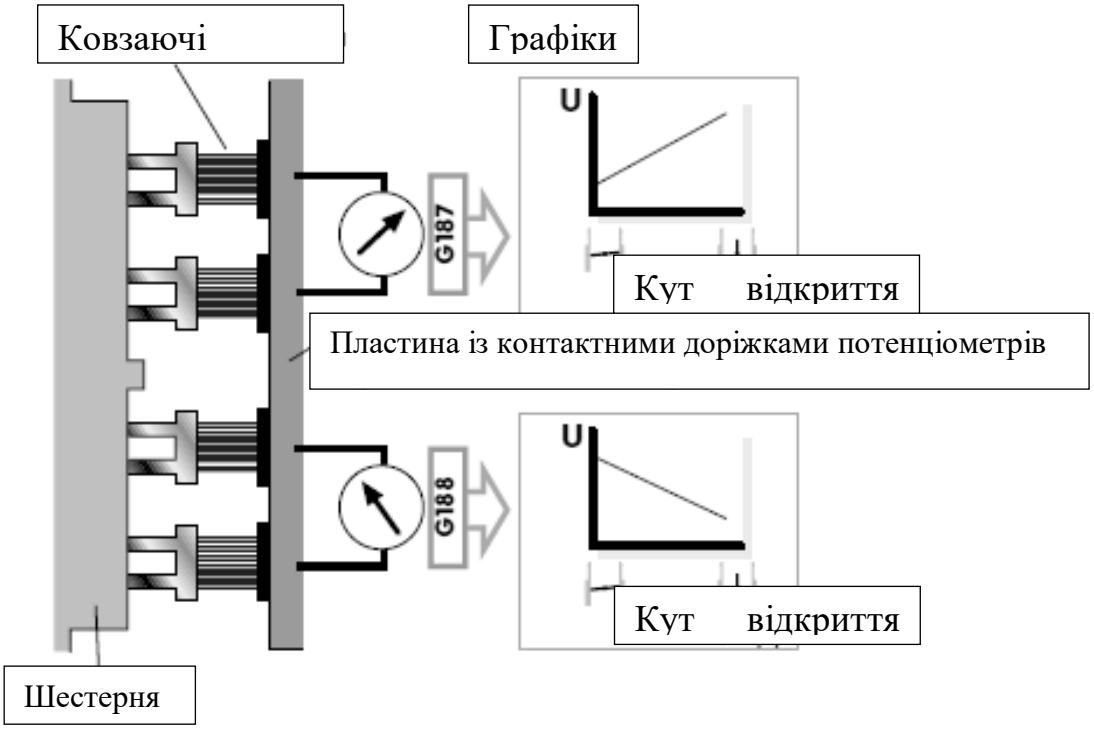

Рисунок 1.16- Схема потенціометрів із ковзаючими контактами

Контрольна лампа електронного приводу акселератора сигналізує водієві, що в системі електронного приводу наявна несправність. [11]

Контрольна лампа електронного приводу акселератора K132 знаходиться на щитку приладів. Ця лампа жовтого кольору з написом "EPC". EPC - це скорочення англійського терміну Electronic Power Control (електронне керування двигуном, або, що те ж саме, електронний привід акселератора).

Коли загоряється лампа? [12]

Після включення запалювання лампа загоряється на 3 секунди. Якщо не було ніякої несправності в реєстраторі несправностей, і за ці 3 секунди не була виявлена несправність, лампа гасне.

При виникненні несправності в системі блок керування двигуном включає лампу, а в реєстратор несправностей вноситься несправність.

Сигнал на лампу від блоку керування двигуна надходить безпосередньо через потенціал корпусу (коричневий провід). Несправність лампи не робить ніякого впливу на дію електронного приводу акселератора, але ця несправність вноситься в реєстратор несправностей. Однак у цьому випадку неможливо по лампі дізнатися про виникнення несправності в системі. [12]

Додаткові сигнали.

Вимикач сигналів гальмування F і вимикач по положенню гальмівної педалі.

Використання сигналів.

Обидва датчики знаходяться в єдиному вузлі на гальмівній педалі.

Сигнал "Гальмівна педаль натиснута" використовується електронним приводом акселератора в двох цілях.

Сигнал "Гальмівна педаль натиснута":

- Веде до відключення круїз-контролю;

- Використовується для введення режиму холостого ходу, коли один з датчиків положення педалі акселератора вийшов з ладу. [12]

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика методів і засобів ТО і діагностики системи запалювання

Діагностика контактних, контактно-транзисторних та безконтактних систем запалювання принципово може бути виконана з використанням простих контрольно-вимірювальних приладів. Але кількість діагностичних та структурних параметрів досить велика і для їх визначення потрібно великі затрати часу. Контрольно-вимірювальні прилади та авто-тестери не дають можливості одночасно визначити деяку кількість діагностичних параметрів і тим більше, не дають можливості проведення порівняльного аналізу декількох параметрів одночасно. [11]

Цей недолік, у певній мірі, усувається з використанням осцилографів. Двоканальні осцилографи дають можливість одночасно слідкувати за двома діагностичними параметрами. Наприклад, сигнал імпульсів з датчика Хола та сигнал зміни напруги в первинному чи вторинному колі системи запалювання. Використання осцилографів також дає можливість комплексної діагностики системи запалювання по осцилограмах первинної і вторинної напруги. Поряд з цим діагностика з використанням осцилографів має свої недоліки:

- по-перше: Визначення несправностей виконується способом візуального порівняння отриманих осцилограм з еталонними. Це досить незручно і неточно, а при появі одночасно декількох несправностей – практично неможливо; [11]
- по-друге: По осцилограмі досить важко точно визначити дійсне числове значення сили струму чи величину напруги в залежності від часу чи обертів колінчатого валу; [11]
- по-третє: Осцилограф не має можливості запам’ятовувати проміжкові діагностичні дані і виключає можливість проведення числової обробки отриманих сигналів.

У роботі визначено основні причини, за яких відбувається спотворення досліджуваного сигналу при зображенні на екрані осцилографа:

- геометричні спотворення. Порушують пропорційність між змінною напругою і видимим зміщенням променя, особливо по краях. Тому практично для зображення використовується приблизно 80 % діаметра екрана;

- спотворення за рахунок несиметричного розподілу потенціалів відносно землі. При цьому виникає додаткова прискорювальна або гальмуюча напруга, яка відповідно призводить до зменшення або збільшення чутливості;

- спотворення при дослідженні досить швидких процесів, швидкість яких близька до швидкості пересування променя;

- спотворення за рахунок побічних паразитних наводок. Усуваються тільки якісним екрануванням проводів. [12]

Дослідження методів діагностики систем запалювання, проведені в роботах показують, що для діагностування безконтактних систем запалювання використання методу, що базується на порівнянні осцилограм з еталонними, не дає однозначного висновку про технічний стан елементів системи запалювання. Це пояснюється тим, що в конструкцію даних систем введені електронні пристрої, а процеси, що проходять в таких пристроях, не знаходять повного відображення на осцилограмах. [12]

Для діагностики мікропроцесорних систем керування двигуном (МСКД) також можуть використовуватись авто-тестери з контрольно-вимірювальними приладами і осцилографи. При цьому почергово перевіряється правильність всіх вхідних і вихідних сигналів електронного блоку керування. Але кількість діагностичних і структурних параметрів у МСКД у порівнянні з контактною та безконтактною системами запалювання набагато більша і такий процес стає досить трудомістким. [12]

Метод діагностики способом кодування несправностей, який передбачений конструкцією сучасних автомобілів, менш трудомісткий, але він не дає достовірної характеристики роботи системи. Несправність визначається тільки у випадку виходу діагностичного параметра за допустимі межі. При

цьому виключається можливість числового аналізу діагностичних параметрів у процесі їх зміни.

Найбільш прогресивними методами автомобільної діагностики на даний час є комп'ютерна діагностика та діагностування на основі розробки діагностичних моделей, де використання ПК можливе сумісно з мотор-тестерами. Типовим прикладом можна привести діагностичний стенд BOSCH - FSA-560. Процес діагностування полягає у визначенні різних діагностичних параметрів системи і передачі їх у ПК. Програмне забезпечення дозволяє обробити і проаналізувати отриману інформацію в зручному для користувача виді – у вигляді графіків, діаграм, таблиць. Такий підхід дозволяє застосувати принцип діалогового діагностування, який передбачає можливість вибору необхідної діагностичної інформації в процесі діагностування. Використання інформаційних технологій на базі персонального комп'ютера дає можливість застосовувати сучасні методи діагностування на основі цифрової обробки сигналів. [13]

Крім цього ПК зберігає в пам'яті результати діагностики у цифровій формі. Таким чином виконується аналіз сигналів напруги у системі запалювання. Ще одна перевага комп'ютерної діагностики в можливості створення баз даних, в яких можуть зберігатися діагностичні параметри при наявності типових несправностей і діагностичні параметри еталонних автомобілів. [13]

2.2 Прилади і пристрої діагностування та ремонту системи запалювання

На даний момент кількість фірм котрі займаються розробкою й продажем стендів, приладів, пристроїв і програмного забезпечення для діагностування й ремонту систем запалювання безліч автомобілів, ще більше самих моделей, програм і типів приладів, яких з кожним днем стає усе більше. Однак їх можна класифікувати по видах, застосовності й ціновим категоріям. [13]

Розглянемо деякі види діагностичних стендів існуючих на ринку й визначимо їхні переваги й недоліки. Широке поширення одержали стаціонарні мотор-тестери з електронно-променевою трубкою, переносні електронні автотестери (із цифровою індикацією), а також персональні комп'ютери зі спеціальним програмним забезпеченням і пристроями підключення, достоїнствами яких є найширші функціональні можливості. [13]

Основне - це сканери й мотор-тестери. Допоміжне - це стенди для промивання інжекторів, перевірки свіч, виміру CO-CH, а також компресометр, стробоскоп, вакуумметр, технічна документація. Є ще один варіант - здобувати устаткування, розроблене на базі сучасного ПК. На підприємстві, що займається діагностикою є персональний комп'ютер або ноутбук, власник до нього здобуває ряд програм сканерів для різних типів авто й універсальний адаптер і одержує сканер з можливостями: прочитати помилки, стерти помилки, вивести й проаналізувати параметри датчиків і виконавчих пристроїв, відкоригувати базові установки, зберегти дані клієнта і його параметри в базу.

Найбільш відомим і розповсюдженим засобом діагностики є мотор-тестер. СТО доводиться ремонтувати й карб'юраторні авто, а для них мотор-тестер - це те, що треба: можливість діагностики систем запалювання (від контактної до мікропроцесорної). По-друге, залишаються іномарки 1986-90 років випуску, до яких сканери мало застосовні, отут і стає на перше місце мотор-тестер, тільки потрібно озброїться технічними параметрами Autodata, Caps, Elsa, TIS. Зараз на ринку існує безліч моделей та фірм котрі розробляють та продають цю техніку.

Автомобільний сканер – це пристрій для зв'язку з електронними блоками керування різних систем автомобіля. Автомобільний сканер є одним з первинних приладів при діагностиці електронних систем автомобіля. При цьому, чим більше електроніки виробники впроваджують у конструкцію автомобілів, тим вища роль сканера в процесі діагностики. Не варто забувати, що сканер є лише посередником між електронним блоком і людиною, тобто надає інформацію таку, яку її "бачить" блок керування (наприклад, у випадку пошкодження проводів, що йде від витратоміра повітря до блоку керування,

блок видасть помилку «несправний витратомір повітря», хоча сам витратомір буде абсолютно справний). [13]

Сканери можна умовно розділити на дві більші групи: мультимарочні й дилерські. Треба помітити, по-перше, що функціонально мотор-тестер і сканер ніяким чином не перетинаються один з одним (тобто на станції вони повинні бути присутніми обоє), по-друге, мотор-тестер, з одного боку, більше універсальний прилад, чим сканер (він жорстко не прив'язаний до конкретних марок і моделей автомобілів, типам блоків керування й діагностичних колодок та ін.), з іншого боку, можливість здійснення мотор-тестером своїх основних функцій (осцилограф запалювання й аналіз циліндрів) багато в чому залежить від системи, що використовується на конкретному автомобілі, запалювання (система з розподільником, системи DLI EFS і DLI DFS - DIS та ін.), доступності елементів системи запалювання (високовольтних проводів, виводів котушок запалювання та ін.) і т.д. [13]

Дилерський сканер дозволяє працювати тільки з певною маркою автомобілів, але характеризується максимальною функціональністю приладу. Дилерський сканер виконує всі функції, підтримувані конкретним електронним блоком автомобіля. Функції в основному залежать від року випуску автомобіля, чим новіший автомобіль, тим більше функцій підтримують його електронні блоки. [13]

Звичайно дилерський сканер підтримує наступні функції:

1. Ідентифікація - самовизначення сканером автомобіля і його систем;

2. Читання й стирання помилок, записаних на згадку електронного блоку системою самодіагностики;

3. Freeze Frame або заморожений кадр параметрів двигуна в момент виникнення помилки;

4. Data Stream або потік даних у реальному часі - відображення обробленої інформації з датчикової апаратур, а також розрахункові параметри;

5. Active Test або активація - ряд тестів, що дозволяють перевірити роботу виконавчих механізмів;

6. Адаптація різних датчиків;

7. Робота з іммобилайзером - дана функція дозволяє перевіряти статус, режими роботи й т.д. штатної протиугінної системи, у тому числі й додавання нових ключів;

8. Реєстрація в електронному блоці керування двигуном нового іммобилайзера, АКПП і ін.

9. Крім того, дилерський сканер працює з усіма іншими електронними системами автомобіля ABS, AIR BAG, ESP і т.д. [13]

Мультимарочный сканер дозволяє працювати діагностові з автомобілями різних виробників, але, як правило, сканери даного типу мають меншу функціональність у порівнянні з дилерськими. Сканер з функціями мотор-тестера є новим щаблем в еволюції засобів діагностики. Виробники цих приладів пішли по шляху схрещування сканера й мотор-тестера, основними цілями цього були збільшення функціональності приладу, а також зниження вартості, у порівнянні з покупкою двох приладів окремо. Підставою для зниження вартості стало те, що й сканер і мотор-тестер можуть бути спроектовані на базі однієї мікропроцесорної системи. [13]

Комп'ютерний аналіз вторинної напруги системи запалювання двигуна внутрішнього згоряння:

Винахід ставиться до технічної діагностики, а саме до діагностики систем запалювання двигунів внутрішнього згоряння, і може бути використане для діагностування систем запалювання автомобілів, пускових двигунів тракторів і мобільних сільськогосподарських машин. Спосіб комп'ютерного аналізу вторинної напруги системи запалювання двигуна внутрішнього згоряння здійснюється шляхом порівняння з еталонними значеннями середньої напруги горіння дуги, тривалості іскрового розряду й відносного часу замкнутого стану контактів. При цьому крапкою початку іскрового розряду вважається момент досягнення напруги -600 В, крапкою закінчення іскрового розряду вважається момент, що передує зниженню вторинної напруги до 0, за умови, що іскровий розряд почався, крапкою розмикання контактів переривника вважається момент

початку іскрового розряду, а крапкою замикання контактів вважається найближчий попередньому іскровому розряду момент перевищення напругою рівня +50 В, за умови, що між цією крапкою й початком іскрового розряду напруга досягає +180 В. Отримані за кілька сотень циклів результати по кожному циліндрі засереднюються. Технічним результатом є підвищення вірогідності діагнозу. [13]

2.3 Алгоритмізація діагностики системи запалювання

По технологічних ознаках діагностика на СТО характеризується: призначенням, технологічним устаткуванням, режимом проведення й місцем у технологічному процесі технічного обслуговування й ремонту. По своєму призначенню діагностика може бути спеціалізованою й сполученою з технічним обслуговуванням і ремонтом.

Спеціалізована діагностика являє собою комплекс перевірочних випробувань і операцій, виконуваних на спеціалізованих постах (лініях). Створення таких постів доцільно через специфічність діагностичних робіт і діагностичного встаткування. [13]

Ціль спеціалізованої діагностики полягає в проведенні встановленого комплексу діагностичних робіт і головним чином перед ТЕ-1, ТЕ-2 і ТР, щоб виявити потребу і обсяг ремонту й профілактики.

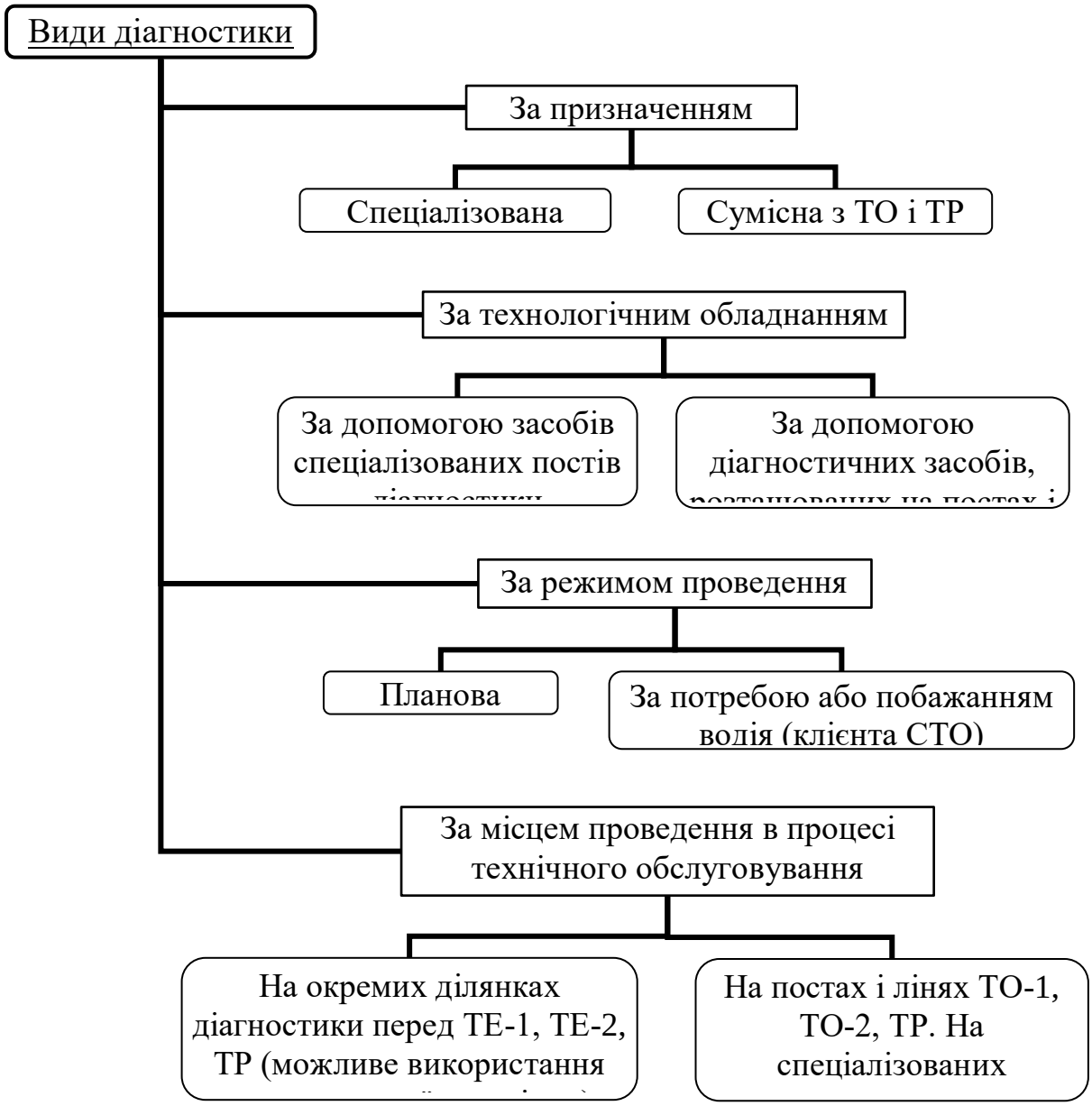

Рисунок 2.1 - Технологічні види діагностики

Спеціалізовану діагностику проводять у плановому порядку з періодичністю, що збігається або кратної періодичності технічного обслуговування. У деяких випадках можливе використання спеціалізованих постів діагностики для повторної, заключної перевірки якості проведеного технічного обслуговування або ремонту. [13]

Сполучена діагностика проводиться безпосередньо на постах і лініях технічного обслуговування й ремонту двигунів для забезпечення

оперативного або заключного контролю виконуваних робіт. Вона проводиться по потребі.

Технологічний зв'язок зони діагностики із зонами профілактики, ремонту й стоянки обумовлений самим змістом діагностичного процесу. [13]

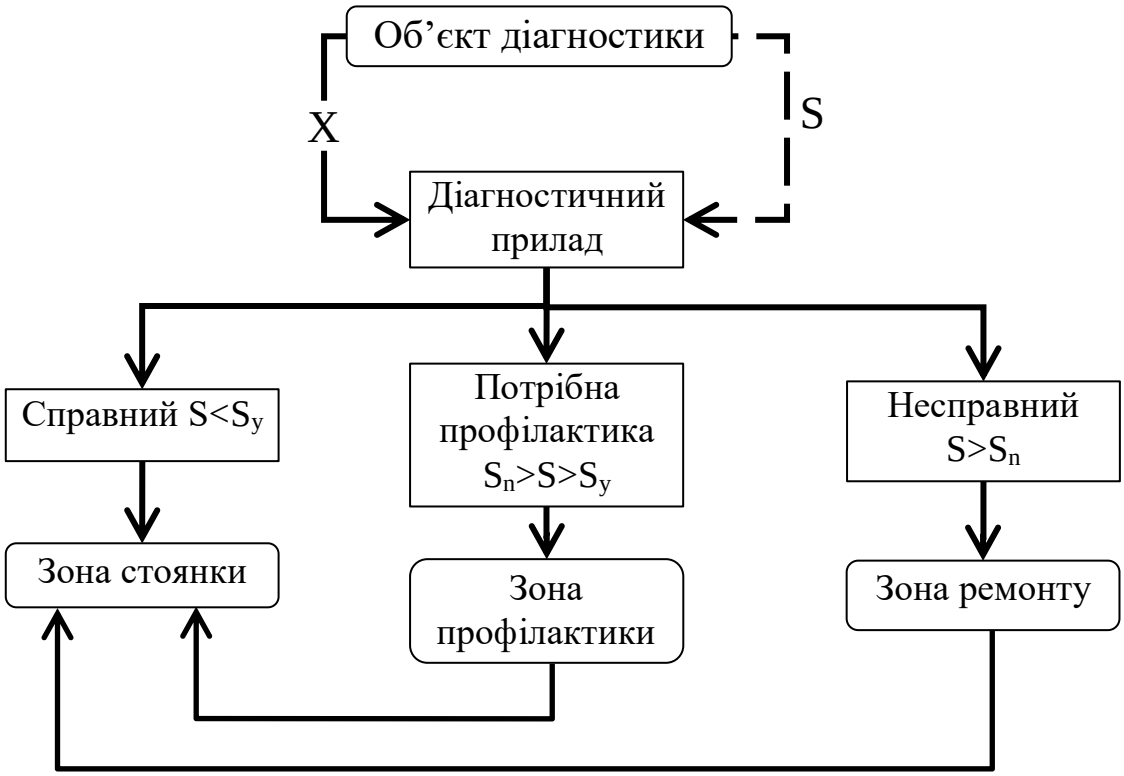

Рисунок 2.2 - Схема технологічних зв'язків між зонами діагностики, профілактики, ремонту й стоянки

Діагностичний пристрій (або оператор), вимірявши в деякому масштабі діагностичним параметром S величину структурного параметру X стану об'єкта, порівнює результат із граничним S_n і що попереджає S_y показниками. На підставі цього встановлюються технологічні потоки й обсяги відповідних робіт. [13]

Питання про місце діагностики в технологічному процесі технічного обслуговування й ремонту системи запалення вирішується системно з врахуванням умов експлуатації, наявності і якості розташовуваних діагностичних засобів. У принципі місце діагностики в технологічному процесі

технічного обслуговування обумовлено доцільністю спеціалізації ряду діагностичних робіт, необхідністю оперативного контролю за якістю технічного обслуговування й ремонту в процесі їхнього виконання, а також потребою в заключних перевірках двигуна, пов'язаних з доробками.

Визначення місця діагностики в технологічному процесі технічного обслуговування й ремонту системи запалювання дозволяє сформулювати основні вимоги до її засобів. Для діагностики системи запалювання в цілому і її вузлів необхідні стаціонарні стенди з великою точністю замірювання параметрів (стаціонарні мотор тестери, осцилографи і т.п.). Для поелементної діагностики, сполученої з технічним обслуговуванням і ремонтом, повинні використовуватися пересувні комплекси й переносні пристосування (сканери, переносні мобільні мотор тестери, тощо). [13]

Економічна ефективність діагностики двигунів в ПП залежить від досконалості застосовуваних методів і засобів, правильного їхнього використання, оптимальних діагностичних нормативів, раціональних режимів і технологічних процесів стосовно до даних умов.

Економічна ефективність діагностики оцінюється зіставленням зниження витрат на експлуатацію двигуна з додатковими витратами на його діагностику. Зниження експлуатаційних витрат визначається зменшенням обсягу поточного ремонту й витрат на запасні частини: скороченням виробничих площ зони ремонту, зменшенням трудомісткості контрольних робіт за рахунок автоматизації, економією палива, підвищенням продуктивності автомобіля в цілому і окремих його вузлів; збільшенням його ресурсу й в остаточному підсумку підвищенням коефіцієнта готовності парку. Витрати на діагностику системи запалювання включають капіталовкладення на придбання й установку діагностичного устаткування, вартість займаних їм виробничих площ і експлуатаційні витрати, пов'язані із проведенням діагностики (зарплата операторів, догляд за устаткуванням, простої автомобіля при діагностиці). [13]

Зниження експлуатаційних витрат по кожній з перерахованих статей визначають досвідченим шляхом на основі результатів експлуатації досить

великої кількості автомобілів, що піддаються діагностиці протягом певного пробігу. Отримані при цьому дані порівнюють із аналогічними витратами на автомобіль, що працює у тих же умовах, але без застосування діагностики.

На основі цього визначають витрати, пов'язані з діагностикою в питомому вирахуванні і термін окупності діагностичних засобів. [13]

Діагностика системи запалювання як один з найважливіших засобів вдосконалювання їхнього технічного обслуговування має широкі перспективи. Перспективи її розвитку пов'язані з вишукуванням і освоєнням нових методів, засобів і технологічних процесів діагностики, зв'язаних з технічним обслуговуванням і ремонтом систем запалювання, а також підвищенням їх контролеспроможності. Підвищення якості пошуку несправностей в системі запалювання, прогнозування ресурсу й постановки діагнозу у великому ступені залежить від широкого використання електроніки й засобів автоматизації процесів діагностування. [13]

2.4 Технологія процесу діагностики

Робота діагноста складається із трьох етапів: збір діагностичної інформації, її обробка, ухвалення рішення. Для збору застосовується діагностичне встаткування.

Процес можна описати так.

1. Опитування клієнта про суть проблеми. Коли, як, при яких обставинах проявляється дефект. Часто "допит із пристрастю" значно полегшує подальший пошук. [13]

2. Візуальний огляд підкапотного простору. Уважно дивимося, чи немає видимих ушкоджень електропроводки, шлангів, високовольтних проводів. Чи немає слідів стороннього втручання, найчастіше з боку установників ГБО і автосигналізацій. Типові випадки – пучок дротів, що йде до датчика синхронізації, після перебирання двигуна виявляється лежачої на випускному колекторі, або відірвані проведення від датчика швидкості при заміні

зчеплення. Взагалі слідам втручання треба приділяти серйозну увагу. Корисно переконатися, що всі шланги вентиляції картера, адсорбера й т.п. перебувають на своїх штатних місцях, запобіжники ЭСУД не перегоріли, а в баку є бензин. Дуже бажано перевірити стан повітряного фільтра. Часто він буває порваний, і це приводить до виходу ДМРВ із ладу. [13]

Тільки після всього цього можна приступати до роботи із приладами.

3. Першою справою за допомогою сканера розберемося, з яким типом ЕБК й з якою системою (Росія-83, Євро-2, Євро-3 і т.п.) ми маємо справу. Згадаємо особливості її роботи, її склад, а також можливі "уроджені дефекти". Наприклад, прошивання типу I27, блок Январь 7 з антиджеркингом і т.п. Також на цьому етапі необхідно замірити компресію в циліндрах, щоб відразу визначити, потрібно чи ні більше глибоке втручання у двигун. При низькій компресії або її великому розкиді по циліндрах необхідний візит до моториста.

4. Візуально контролюємо свічі. Кількість нагару, його колір, зазор, стан електродів, наявність/відсутність пробою на ізоляторі. [13]

5. Перевіряємо в статиці показання датчиків і виконавчих механізмів за допомогою сканера. Можна посувати РХХ, включити вентилятор і бензонасос, зробити баланс форсунок.

6. Проводимо діагностику системи живлення по тиску палива. Якщо претензій до насоса, регулятора тиску, датчикам, свічам і проводам у статиці немає, заводимо двигун.

7. На працюючому двигуні перевіряють сканером ті ж самі параметри. Уважно слухаємо двигун на предмет сторонніх шумів, стукотів і гулу.

8. Фіксуємо показники газоаналізатора.

9. При необхідності можна зняти мотортестером осцилограми високої напруги.

10. Якщо є підозра на невірну установку фаз ГРМ, виконуємо мотортестером перевірку тиску в циліндрі.

11. Уважно дивимося на отримані результати, аналізуємо їх і робимо висновки, приклад осцилограм, отриманих за допомогою мотор тестера Car Test, наведений у графічній частині роботи.

Іноді в сумнівних випадках є зміст підмінити несправний елемент і зняти показання повторно або зробити пробну поїздку. Для цього на робочому місці діагноста повинен бути підмінний фонд. Але в кожному разі потрібно прагнути до такого ступеня майстерності, коли виявлення дефекту відбувається тільки за допомогою приладів і майже зі стовідсотковою ймовірністю. [14]

2.5 ТО і технологічний процес діагностики

ТО модуля переривника-розподільника:

Переривач-розподільник безконтактної системи запалювання, не знімаючи з автомобіля, необхідно очистити від пилу, бруду і масла зовні. Всі розподільники через кожні 45-50 тис. км пробігу автомобіля (при черговому ТО-2) знімають з автомобіля для проведення поглибленого технічного обслуговування. При поглибленому технічному обслуговуванні визначаються зміни характеристик і параметрів розподільників, які призводять до погіршення роботи двигуна і не можуть бути визначені. У разі розбіжності даних, отриманих при перевірці, з даними технічних умов, регулюють або замінюють зношені деталі і вузли. Перевірку розподільників, знятих з автомобіля, виробляють на стендах. [14]

ТО свічок запалювання:

Свічки запалювання піддають перевірці при кожному ТО-2. Вивертання і ввертиваніе свічки запалювання виробляють спеціальним свічковим ключем, попередньо очистивши її гніздо і поверхню від бруду і окалини, щоб не засмітити камеру згоряння двигуна. Тепловий конус свічки запалювання очищають за допомогою піскоструминного приладу типу Е203.О, а після очищення та регулювання зазору перевіряють свічку на герметичність і безперебійність іскроутворення на приладі типу Е203.П. . Справна свічка

повинна бути сухою, без нагару на ізоляторі, а колір нижньої частини ізолятора - червонувато-коричневий. Колір іскри у справній системи - білий з блакитним відтінком. [14]

ТО транзисторного комутатора:

При кожному обслуговуванні транзисторний комутатор протирають від пилу, бруду і масла, для того, щоб не зменшувати тепловіддачу вихідного транзистора. А так само перевіряють надійність кріплення комутатор до кузова автомобіля і всіх його сполук.

ТО високовольтних проводів:

Високовольтні дроти так само протирають від пилу, бруду і масла ганчір'ям, змоченим бензином. Так як бруд, що накопичується на проводах, може привести до їх пробою. Перевіряють цілісність ізоляції проводів, а так їх посадку у висновках переривника-розподільника і на свічках запалювання. [14]

ТО котушки запалювання:

Катушку запалювання, втім, як і всі інші елементи системи запалювання, протирають від пилу і бруду. Так само оглядають кришку котушки на механічні пошкодження (сколи тріщини і т.д.). Перевіряють надійність всіх з'єднань на клемах, центрального проводу і кріплення самої котушки до кузова. [14]

Діагностика свічок запалювання:

Якщо в свічку вбудований протизавадний резистор, то перевіряють його опір, який має складати близько 5 кОм. Працездатність свічки запалювання перевіряють на стенді Е203.

Діагностика транзисторного коммутатора:

Транзисторний комутатор діагностується на стенді СП-38М. Високовольтний провід від котушки запалювання вводять до центральний введення кришки розподільника, встановленого на стенді, а високовольтні дроти стенду - в бічні висновки кришки розподільника. Клему В«МВ» транзисторного комутатора і корпус котушки ретельно з'єднують з корпусом стенду. Переривник-розподільник, встановлений на стенді, не повинен мати конденсатора. Рукоятку перемикача 14 встановлюють в положення В«Стан

ізоляції розподільника В». Рукояткою 26 створюють частоту обертання валу електродвигуна, відповідну максимальній частоті обертання валика переривника. Ручкою 16 встановлюють зазор в розряднику, рівний 10мм. [14]

Діагностика високовольтних проводів:

Перевіряють опір високовольтних проводів, він має становити 13х10 -3 Ом/м.

Діагностика котушки запалювання:

Перевірка котушки запалювання. Затискачі В «ВК-БВ» і В «РВ» котушки запалювання підключають проводами у розетку. Високовольтним проводом з'єднують центральний вивід котушки запалювання з центральним висновком кришки переривника-розподільника, встановленого на стенді. Вставляють високовольтні дроти в бічні виводи кришки розподільника. Перемикач встановлюють в положення В «Стан ізоляції розподільника В». Включають електродвигун стенду і спостерігають за світінням лампи індикатора, включеної послідовно в ланку первинної обмотки та перевіряється котушка запалювання. Відсутність світіння свідчить про обрив первинної обмотки котушки запалювання або додаткового резистора. [14]

Рукояткою встановлюють максимальну частоту обертання вала електродвигуна. Ручкою встановлюють зазор між вістрями іскрового розрядника 4 (7 мм), перевіряють зазор за шкалою +17, натискають на кнопку і спостерігають за характером іскроутворення в розряднику. Котушка запалювання вважається справною, якщо іскроутворення в розряднику буде безперебійним.

Так само котушку запалювання можна перевірити за допомогою омметра. Опір на первинній обмотці має становити 0,05-3,3 Ом, а на вторинній 10 кОм.

2.6 Можливі несправності безконтактної системи запалювання. Їх причини та способи усунення

Таблиця 2.1 - Несправності безконтактної системи запалювання та способи усунення

Причина несправності	Спосіб усунення
Двигун не запускається	
На модуль не надходять імпульси напруги від безконтактного датчика:	Виконайте наступне:
- Обрив в проводах між модулем запалення і контролером	- Перевірте дроти і їх з'єднання; пошкоджені дроти замініть
- Несправний безконтактний датчик	- Перевірте датчик з допомогою перехідного роз'єму і вольтметра; несправний датчик замініть
Не надходять імпульси струму на первинну обмотку котушки запалювання:	Виконайте наступне:
- Обрив в проводах, що сполучають конролер з вимикачем або з модулем запалювання	- Перевірте дроти і їх з'єднання; пошкоджені дроти замініть
- Несправний контролер	- Перевірте контролер осцилографом; несправний контролер замініть

Продовження таблиці 2.1

- Не спрацьовує вимикач запалювання	- Перевірте, замініть несправну контактну частина вимикача запалювання
Не подається висока напруга до свічок запалювання:	Виконайте наступне:
- Нещільно посаджені в гніздах, відірвалися або окислені наконечники проводів високої напруги; дроти сильно забруднені або пошкоджена їх ізоляція	- Перевірте і відновіть з'єднання, очистіть або замініть дроти
- Знос або пошкодження контактів високої напруги, заснидівання, модуля запалювання	- Перевірте і при необхідності почистити або замініть модуль
- Витік струму через тріщини або прогари в корпусі модуля запалювання, через нагар або вологу на внутрішній поверхні кришки	- Перевірте, очистіть кришку від вологи і нагару, замініть модуль запалювання, якщо в ньому є тріщини
- Перегоряння резистора в модулі запалювання	- Замініть модуль
- Пошкоджена котушка запалювання	- Замініть модуль (котушку) запалювання
Замаслені електроди свічок запалювання або зазор між ними не відповідає нормі	Очистіть свічки і відрегулюйте зазор між електродами

Продовження таблиці 2.1

Пошкоджені свічки запалювання (тріщина на ізоляторі)	Замініть свічки новими
Порушений порядок приєднання проводів високої напруги до висновків кришки модуля запалювання	Приєднайте дроти в порядку запалювання 1-3-4-2
Неправильна установка моменту запалювання	Перевірте, відрегулюйте момент запалювання
Двигун працює нестійко або глохне на холостому ходу	
Дуже раннє запалення в циліндрах двигуна	Перевірте, відрегулюйте момент запалювання
Великий зазор між електродами свічок запалювання	Перевірте, відрегулюйте зазор між електродами
Двигун нерівномірно і нестійко працює при великій частоті обертання колінчастого вала	
Збій в роботі контролера, контактний характер передачі імпульсів запалювання в модуль запалювання	Здійснити діагностику і тестування контролера і проводів
Перебої в роботі двигуна на всіх режимах	
Пошкоджені дроти в системі запалення, ослаблено кріплення проводів або окислені їх наконечники	Перевірте дроти і їх з’єднання. Пошкоджені дроти замініть

Продовження таблиці 2.1

Знос електродів або замаслювання свічок запалювання, значний нагар, тріщини на ізоляторі свічки	Перевірте свічки, відрегулюйте зазор між електродами, пошкоджені свічки замініть
Знос або пошкодження контактів в модулі запалювання	Замініть модуль
Сильне підгоряння внутрішніх контактів модуля запалювання	Замініть модуль
Тріщини, забруднення або прогари в корпусі модуля запалювання	Перевірте, замініть модуль
Несправний контролер - форма імпульсів на первинній обмотці котушки запалювання не відповідає нормі	Перевірте контролер за допомогою осцилографа, несправний контролер замініть
Двигун не розвиває повної потужності і не володіє достатньою потужністю	
Неправильна установка моменту запалювання	Перевірте, контролер і шківок
Збої в роботі програми керування контролера з відповідними помилками в інформації від датчика	Перевірте контролер, замініть датчик

Різних безконтактних систем запалювання існує багато. Принципи дії їх приблизно однакові, проте окремі елементи істотно відрізняються, наприклад: транзисторні запалювання з індуктивним датчиком; електронне запалювання, кероване комп'ютером з комплексом даних; електронне запалювання, кероване процесорами, і ін. [11]

Принцип дії безконтактної системи запалювання полягає в наступному. При включеному запалюванні й обертовому колінчастому валі двигуна датчик-розподільник видає імпульси напруги на комутатор, який перетворює їх у переривчасті імпульси струму в первинній обмотці котушки запалювання. У момент переривання струму в первинній обмотці індукується струм високої напруги у вторинній обмотці. Струм високої напруги йде від котушки запалювання по дроту через вугільний контакт на пластику ротора і потім через клему кришки розподільника по дроту високої напруги, у наконечнику якого встановлений завадостійкий екран, потрапляє на відповідну свічку запалювання робочу суміш у циліндрі і запалює робочу суміш у циліндрі. [11]

Безконтактна система запалювання підвищує надійність через відсутність рухомих контактів необхідності систематичної їх регулювання зачистки зазорів, а також підвищує надійність пуску і роботу при розгонах автомобіля завдяки більш високої енергії електричного розряду, який забезпечує надійне запалення робочої суміші в циліндрах двигуна незалежно від частоти обертання колінчастого вала . Крім того, однією з переваг безконтактної системи запалювання є відсутність впливу вібрації биття ротора-розподільника на рівномірність моменту іскроутворення. [11]

2.7 Перевірка котушки запалювання

1. Зніміть котушку запалювання.

2. Перевірити котушку не знімаючи її з автомобіля складно. І тому від’єднайте її від проводів високої напруги (попередньо від’єднати провід від клеми "-" акумуляторної батареї).

3. Для перевірки опору первинної обмотки котушки приєднати омметр до низьковольтних клем котушки. Опір має становити (0,43 ± 0,04)Ом в котушки 3122.3705 і (0,42±0,05) Ом - в котушки 8352.12. [12]

4. Для перевірки опору вторинної обмотки котушки приєднаєте омметр до високовольтної клеми і низьковольтної клемі "Б" котушки. Опір має становити (4,08 ± 0,40)кОм в котушки 3122.3705 і (5,00±1,00)кОм - в котушки 8352.12.

5. Для перевірки опору ізоляції на "масу" приєднаєте омметр до корпусу котушки і по черзі до кожної з клем. В усіх випадках омметр має виявити опір щонайменше 50МОм. [12]

2.8 Технологічна карта

Таблиця 2.2 - Заміна вихідного транзистора

№п/п	Найменування операції	Інструмент	Розрахунок норми часу	Технічні вимоги
1	Підготовка інструмента на роботу	Паяльник, пінцет	1 хв.	Паяльник має бути добре прогрітий.
2	Випаювання транзистора який відмовив	Паяльник, пінцет	0,5 хв.	
3	Підготовка місця під новий транзистор	Паяльник	1 хв.	У місці пайки не повинно бути зайвого припою на платі,транзистор повинен вільно вкладати отвори
4	Припаювання нового транзистора	Паяльник, пінцет	0,7 хв.	Транзистор має бути добре припаяний.

2.9 Розрахунок норм часу

$$Тшт = Те + Тв + Тобсл + Тп \quad (2.1)$$

Тш – час, затрачуваний на: ремонт однієї одиниці.

Те – час, протягом якого відбувається виконання операції.

Тв – час, затрачуваний на виконання дій, які забезпечують виконання основної праці та повторюваних операцій ремонту. [14]

Тобсл – час організаційного обслуговування робочого місця (4-6% від Топ).

Тп – час на особисті потреби і відпочинок (4-6% від >Топ).

$$Топ = Те + Тв \quad (2.2)$$

Те = 1,2 хв

Тв = 2 хв

Топ = 3,2 хв

Тобсл = 0,2 хв

Тп = 0,2 хв

$$Тшт = 1,2 + 2 + 0,2 + 0,2 = 3,6 \text{ хв}$$

2.10 Технологічний процес ремонту транзисторного комутатора

Спочатку підключаємо діагностичний мотор-тестер Елкон S-300 до автомобіля і перевіряємо стан всієї системи загалом (первинну ланку, модуль - розподільник, випередження і вторинну ланку).

У режимі первинна ланка ми визначаємо напругу на котушці запалювання і контактах, як і можемо подивитися осцилограму роботи первинної ланки.

У режимі випередження перевіряємо кут випередження запалювання, при цьому використовуємо стробоскоп.

У режимі модуля-розподільника перевіряємо працездатність регуляторів випередження запалювання. [14]

У режимі вторинна ланка перевіряємо напругу у вторинній ланці, максимальну і мінімальну напруги пробою, тривалість горіння дуги.

Якщо у процесі діагностики виявляються невідповідності виданих параметрів з технічними вимогами, тому систему знімають із автомобіля і перевіряють кожен апарат системи окремо на відповідних стендах.

Для перевірки транзисторного комутатора збирають схему, що складається з тестованого комутатора, явно справної котушки запалювання, опору і джерела живлення. [14]

Комутатор має забезпечити формування вихідного сигналу, який достатній для накопичення енергії в котушці запалювання і пробою іскрового проміжку.

Якщо транзисторний комутатор несправний, його несуть на верстак на подальший ремонт. Спочатку його розбирають. Потім оглядають, якщо ушкоджень візуально немає, тоді кожен елемент перевіряють окремо.

Після усунення несправності його збирають і знову тестують на стенді, після чого комутатор встановлюють на автомобіль. [14]

2.11 ТП діагностичних і ремонтних робіт системи запалювання

1. Визначаємо розміщення модуля запалювання

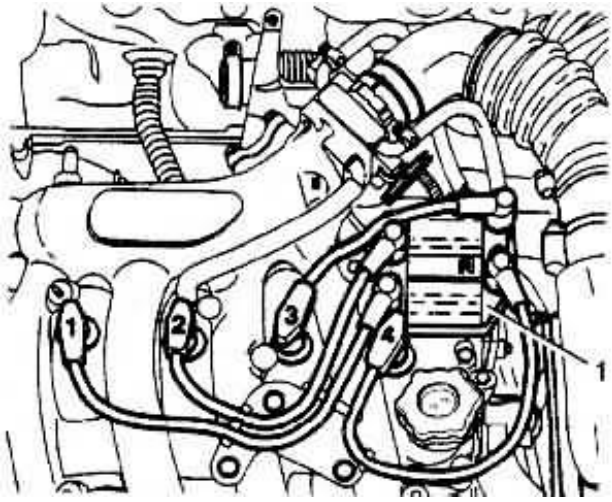

Рисунок 2.3 - Розміщення модуля запалювання і високовольтних проводів на модулі запалювання:

1-модуль запалювання

Контролер керує модулем, подаючи сигнали по ланках керування запалюванням "1-4" и "2-3".

В випадку несправності любого елемента модуля запалювання необхідно замінити весь вузол в зборі.

Зняття модуля запалювання:

- Від’єднати провід від клеми "мінус" акумуляторної батареї.

- Від’єднати колодку джгута проводів від модуля запалювання.

- Від’єднати провода свічок запалювання. [14]

- Зняти модуль запалювання, відкрутивши гайки кріплення.

Установка модуля запалювання:

- Встановити модуль запалювання на двигун і закріпити гайками, затягуючи їх моментом 7-9 Н-м.

2. Приєднати провода свічок запалювання

3. Приєднати джгут проводів.

4. Приєднати провід до клеми "мінус" акумуляторної батареї.

Для оперативної перевірки справності системи запалювання можна використовувати іскровий індикатор для двигунів з вприском палива. Його надівають на свічку запалювання і під’єднують до нього високовольтний провід. При перевірці необхідно використовувати інструкцію до пристрою.

На двигуні може використовуватися як катушка запалювання так і модуль запалювання. [14]

Для виконання робіт потрібно використати мультиметр.

Послідовність виконання:

1. Підготовлюємо автомобіль до виконання роботи і виключаємо запалювання.

2. Послабивши фіксатор, від’єднуємо колодку джгута проводів (1) від виводів катушки (модуля) запалювання (2).

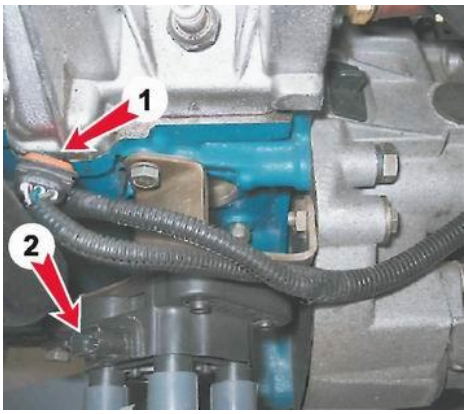

Рисунок 2.4- Розміщення діагностичних роз’ємів

3. Включивши запалювання, вольтметром вимірюємо напругу між виводом 15 і "масою" (для катушки запалювання) або між виводами C і D (для модуля запалювання) колодки джгута проводів. [14]

Виконавши вимірювання, виключаємо запалювання.

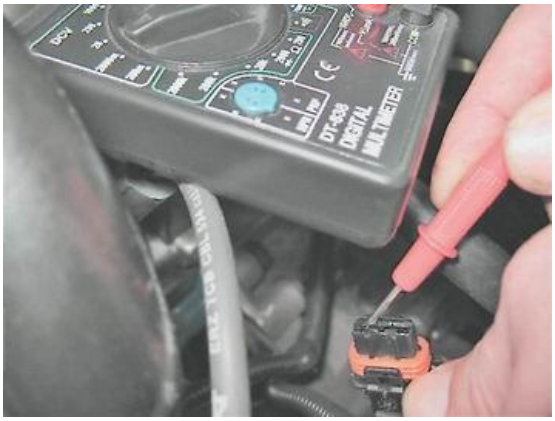

Рисунок 2.5– Вимірювання мультиметром

Напруга повинна бути не менше 12 В. Якщо напруга не поступає на колодку або вона менше 12 В, значить, розряджена акумуляторна батарея, несправна ланка живлення або несправний ЕБК. [14]

Впевнитися в несправності модуля запалювання можна, замінивши його справним. Катушку запалювання можна перевірити омметром.

4. Відєднати високовольтні провода від свечок запалювання

5. Торцевим ключом на 13 мм відкручуємо два болти верхнього кріплення кронштейна катушки (модуля) запалювання. [14]

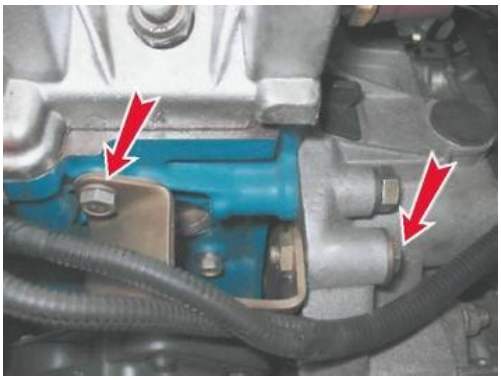

Рисунок 2.6– Від’єднання кронштейна модуля запалювання

6. Ключом на 17 мм, послабивши затяжку нижнього болта кріплення кронштейна, знімаємо кронштейн разом з катушкою (модулем). [14]

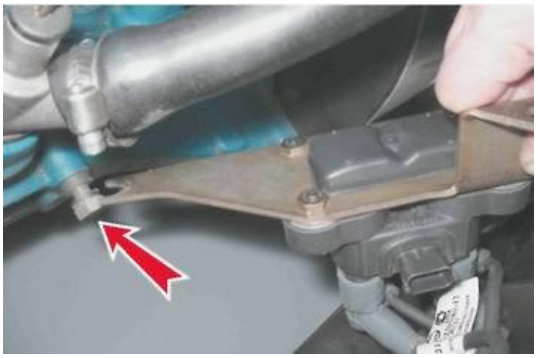

Рисунок 2.7– Від’єднання проводів високої напруги

7. Відєднуємо високовольтні провода від катушки запалювання.

8. Омметром вимірюємо електричний опір між центральним виводом 15 і корпусом (кронштейном). Прилад повинен показувати відсутність короткого замикання первинної обмотки катушки на "масу". Послідовно вимірюєм електричний опір між центральним виводом 15 і крайніми виводами 1a і 1b. Опір кожної з первинних обмоток катушки повинен бути близько 0,5 Ом. [11]

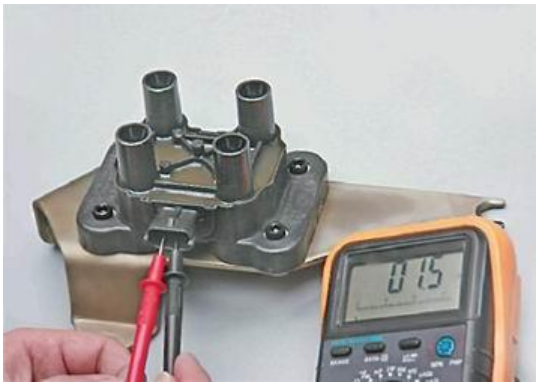

Рисунок 2.8 – Вимірювання опору

При вимірюванні малих величин електричного опору (близько 1 Ом) необхідно враховувати внутрішній опір приладу, який можна визначити, замкнувши щупи омметра.

9. Омметром вимірюємо опір між високовольтними виводами катушки 1 і 4, а потім 2 і 3. Опір обмоток повинен бути близько 5,4 кОм. [11]

Рисунок 2.9 – Вимірювання опору вторинних обмоток

Несправну катушку запалювання необхідно замінити.

10. Шестигранним ключом на 5мм відкручуємо чотири гвинта кріплення катушки до кронштейну і знімаємо катушку. [11]

Для зняття модуля запалювання необхідно торцовим ключом на 10мм з глибокою головкою відвернути 3 гвинта його кріплення

11. Встановлюємо катушку (модуль) запалювання в зворотній послідовності. Високовольтні провода під’єднуємо в відповідності з номерами циліндрів, нанесених на кожному проводі і на корпусі модуля поряд з виводами. [11]

2.12 Розрахунок електронної системи запалювання автомобіля

Розрахунок наведено для наступних обертів колінчатого валу двигуна: 800, 3000, 4000 та 6000 про$^{-1}$.

Вторинна напруга залежить від величини первинного струму, параметрів котушки запалення, кількості циліндрів, кутової швидкості колінчатого вала двигуна та ін. Вторинна напруга може бути представлена сумою двох

складових, одна з яких визначається параметрами вторинного контуру та є переважаючою за амплітудою.

Максимальна величина вторинної напруги приблизно визначається наступним чином за формулою:

$$U_{2M} = I_p \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2}} \cdot \eta \qquad (2.1)$$

де I_p - струм первинної ланки в момент розмикання контактів переривника;

$\frac{\omega_2}{\omega_1}$ = 67 - коефіцієнт трансформації котушки запалювання;

L_1 = 4.7 мГн - індуктивність первинної обмотки котушки запалювання;

C_1 = 0,2 мкФ - ємність конденсаторів первинної ланки, приєднаного паралельно контактам переривника;

C_2 = 0,5 мкФ - ємність вторинної ланки системи;

η - коефіцієнт затухання.

Коефіцієнт затухання:

$$\eta = e^{\frac{arctg\sqrt{\frac{4R_{пэ}^2 \cdot C_э}{L_1} - 1}}{\sqrt{\frac{4R_{пэ}^2 \cdot C_э}{L_1} - 1}}} \qquad (2.2)$$

де $R_{пэ} = \frac{R_п \cdot R_ш}{R_п + R_ш} \cdot \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2$ – еквівалентний опір втрат системи запалювання;

$R_ш$ = 0,05 Ом – опір, шунтуючий іскрову відстань свічі запалювання;

$R_п$ = 1,4 Ом – опір втрат у системі (без урахування $R_ш$);

$C_э = З_1 + З_2 \cdot (\omega_2/\omega_1)^2$ – еквівалентна ємність.

Струм первинної обмотки відповідний моменту розмикання контактів переривника, визначається наступним чином, за формулою (3.3):

$$I_p = \frac{U_{бат}}{R_1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R_1}{L_1} \cdot \tau_3 \cdot \frac{120}{n_д \cdot z}} \right) \qquad (2.3)$$

де $U_{бат}$ = 12 В - напруга живлення;

R_1 = 0,43 Ом– сумарний омічний опір первинної ланки;

$\tau_3 = \frac{t_3}{t_3 + t_p}$ – відносна замкнутість контактів переривника

$t_з$ – час замкнутого стану контактів переривника;

$t_р$ – час роз'єднаного стану контактів переривника);

$n_д$ – кутова швидкість обертання колінчатого вала двигуна;

Z = 4 - число циліндрів двигуна.

1. При холостому ході розрахунок буде мати такий вигляд:

Максимальна величина вторинної напруги приблизно визначається наступним чином:

$$U_{2M} = I_p \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}} \cdot \eta \qquad (2.4)$$

де $I_р$ - струм первинної ланки в момент розмикання контактів переривника;

$\frac{\omega_2}{\omega_1}$ = 67 - коефіцієнт трансформації котушки запалювання;

L_1 = 4,7 мГн - індуктивність первинної обмотки котушки запалювання;

C_1 = 0,2 мкф - ємність конденсатора первинної ланки, приєднаного паралельно контактам переривника;

C_2 = 0,5 мкф - ємність вторинної ланки системи;

η - коефіцієнт затухання.

$$U_{2M} = 26 \cdot 67 \sqrt{\frac{4,7}{1512}} = 9,7 \text{ кВ}$$

Коефіцієнт затухання:

$$\eta = e^{-\frac{arctg\sqrt{\frac{4R_{пэ}^2 \cdot C_э}{L_1}-1}}{\sqrt{\frac{4R_{пэ}^2 \cdot C_э}{L_1}-1}}} \qquad (2.5)$$

де $R_{пэ} = \frac{R_п \cdot R_ш}{R_п + R_ш} \cdot \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = 0{,}16$ мОм - еквівалентний опір втрат системи запалювання;

$R_ш$ = 0,05 Ом – опір, шунтуючий іскрову відстань свічки запалювання;

$R_п$ = 1,4 Ом – опір втрат у системі (без врахування Rш);

$C_э = З_1 + З_2 \cdot (\omega_2/\omega_1)^2 = 1512$ мкф – еквівалентна ємність.

$$\eta = e^{-\frac{arctg\sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}0016^2 \cdot 1512}{4{,}7}-1}}{\sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}0016^2 \cdot 1512}{4{,}7}-1}}} = 0{,}36$$

Струм первинної обмотки відповідний моменту розмикання контактів переривника, визначається наступним чином:

$$I_p = \frac{U_{бат}}{R_1} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R_1}{L_1} \cdot \tau_З \cdot \frac{120}{n_д \cdot z}}\right) \qquad (2.6)$$

де $U_{бат}$ = 12 В - напруга живлення;

R_1 = 0,43 Ом сумарний омічний опір первинної ланки;

$\tau_З = \frac{t_З}{t_З + t_p}$ – відносна замкнутість контактів переривника

$t_з$ – час замкнутого стану контактів переривника;

$t_р$ – час роз'єднаного стану контактів переривника);

$n_д$ = 800 про$^{-1}$ – кутова швидкість обертання колінчатого вал двигуна;

Z = 4 - число циліндрів двигуна.

$$I_p = \frac{12}{0{,}43} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0{,}43}{4{,}7} \cdot 0{,}2 \cdot \frac{120}{800 \cdot 4}}\right) = 26\,A$$

2. При 3000 обертів колінчатого вала двигуна розрахунок буде мати такий вигляд:

Максимальна величина вторинної напруги приблизно визначається наступним чином:

$$U_{2M} = I_p \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2}} \cdot \eta \qquad (2.7)$$

де I_p - струм первинної ланки в момент розмикання контактів переривника;

$\frac{\omega_2}{\omega_1}$ = 67 - коефіцієнт трансформації котушки запалювання;

L_1 = 4,7 мГн - індуктивність первинної обмотки котушки запалювання;

C_1 = 0,2 мкф - ємність конденсатора первинної ланки, приєднаного паралельно контактам переривника;

C_2 = 0,5 мкф - ємність вторинної ланки системи;

η - коефіцієнт затухання.

$$U_{2M} = 22 \cdot 67 \sqrt{\frac{4,7}{1512}} = 8,2\,\text{кВ}$$

Коефіцієнт затухання:

$$\eta = e^{-\frac{arctg\sqrt{\frac{4R_{пэ}^2 \cdot C_э}{L_1} - 1}}{\sqrt{\frac{4R_{пэ}^2 \cdot C_э - 1}{L_1}}}} \qquad (2.8)$$

де $R_{пэ} = \frac{R_п \cdot R_ш}{R_п + R_ш} \cdot \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = 0,16\,\text{мОм}$ - еквівалентний опір втрат системи запалювання;

$R_ш$ = 0,05 Ом – опір, шунтуючий іскрову відстань свічки запалення;

$R_п$ = 1,4 Ом – опір втрат у системі (без урахування $R_ш$);

$C_э = З_1 + З_2 \cdot (\omega_2/\omega_1)^2 = 1512$ мкф – еквівалентна ємність.

$$\eta = e^{-\frac{arctg\sqrt{\frac{4\cdot 0{,}0016^2\cdot 1512}{4{,}7}-1}}{\sqrt{\frac{4\cdot 0{,}0016^2\cdot 1512}{4{,}7}-1}}} = 0{,}36$$

Струм первинної обмотки відповідний моменту розмикання контактів переривника, визначається наступним чином:

$$I_p = \frac{U_{бат}}{R_1}\cdot\left(1-e^{-\frac{R_1}{L_1}\cdot\tau_3\cdot\frac{120}{n_o\cdot z}}\right) \qquad (2.9)$$

де $U_{бат}$ = 12 В - напруга живлення;

R_1 = 0,43 Ом– сумарний омічний опір первинної ланки;

$\tau_3 = \frac{t_3}{t_3 + t_p}$ – відносна замкнутість контактів переривника

($t_з$ – година замкнутого стану контактів переривника;

$t_р$ – година роз'єднаного стану контактів переривника);

$n_д$ = 3000 про$^{-1}$ – кутова швидкість обертання колінчатого валу двигуна;

Z = 4 - число циліндрів двигуна.

$$I_p = \frac{12}{0{,}43}\cdot\left(1-e^{-\frac{0{,}43}{4{,}7}\cdot 0{,}21\cdot\frac{120}{3000\cdot 4}}\right) = 22\,A$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз обладнання та прилади для діагностики і ремонту електронної системи запалювання

Комплект приладів для очищення і перевірки свічок запалювання Е203:

Рисунок 3.1 - Комплект приладів для очищення і перевірки свічок запалювання Е203Е

203-О - забезпечує видалення нагару та інших забруднень за допомогою піскоструминного очищення і продування стисненим повітрям. Для очищення застосовується формувальний пісок з розміром зерна 0,14-0,18 мм. Підключається до мережі стисненого повітря. [10]

Е 203-П - Прилад для перевірки іскрових свічок запалювання. Дозволяє проводити випробування свічки на герметичність і на безперебійність іскроутворення при заданому тиску у випробувальній камері. Тиск створюється ручним насосом, а іскроутворення ініціюється вбудованим джерелом високої напруги. Для зручності користування на панелі приладу є таблиця значень випробувального тиску залежно від зазору між електродами свічки.

У комплект входять комбінований щуп від 0,6 до 1 мм через 0,1 мм і спеціальний ключ для регулювання іскрового проміжку свічок. [8]

Технічні характеристики:

- Довжина 350 і 215 мм
- Ширина 260 і 176 мм
- Висота 105 і 288 мм
- Вага 4 кг
- Напруга мережі 220, 50 В, Гц
- Діапазон вимірювання 0-16 атм
- Робочий тиск 4-8 бар
- Витрата повітря 100 л / хв.

Компактний мотор - тестер зі стробоскопом КТЕ 200:

Рисунок 3.2 - Мотор - тестер зі стробоскопом КТЕ 200

Компактний мотортестер зі стробоскопом КТЕ 200 вказує на несправності в системі запалювання або електроніці автомобіля. [11]

Робота під управлінням мікропроцесора. Прилад дозволяє діагностувати всі типи систем запалювання, електронні системи автомобіля.

Основні вимірювальні функції:

- Частота обертання двигуна;
- Напруга;
- Кут замкнутого стану контактів;
- Момент запалювання;
- Опір;
- Температура (додаткова опція).

Виробник: BOSCH (Німеччина). [11]

3.2 Опис мотор-тестера FSA-560 для діагностики і визначення параметрів електронних систем запалювання

Цей прилад призначений для перевірки та діагностування (виявлення дефектів) двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням. Він дає змогу вимірювати: первинну напругу системи запалювання в межах 0-400 В; вторинну напругу в межах 30 кВ; кут замкненого стану контактів; різницю потужності циліндрів; частоту обертання колінчастого вала двигуна; кут випередження запалювання; напругу, яку виробляє генераторна установка; струм збудження, що його споживає генератор; спад напруги на затискачах стартера; опір ізоляції, вміст вуглекислого газу в відпрацьованих газах тощо.

Діагностування системи запалювання та інших систем, що перевіряються, полягає у вимірюванні значення (форми) діагностичного параметра та в його порівнянні з номінальним значенням (формою). [11]

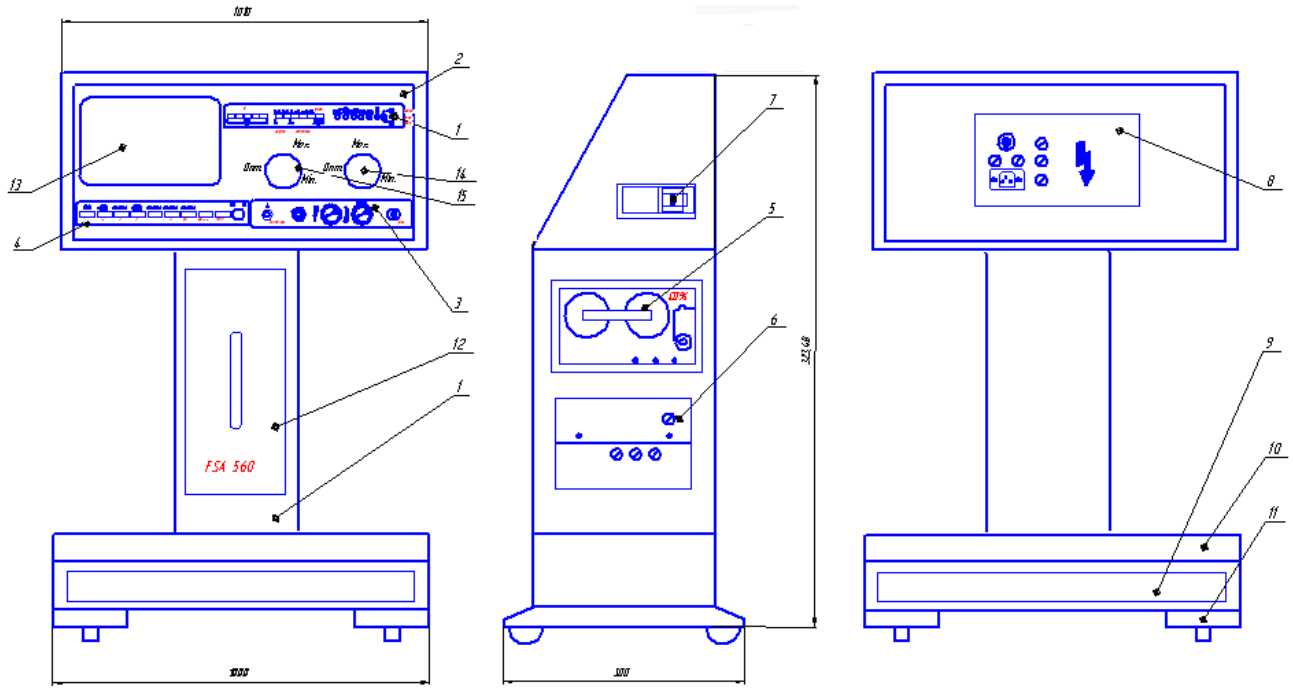

Рисунок 3.3 - Мотор-тестера FSA-560

1 – корпус модуля вузлів; 2 – корпус органів керування і засобів відтворення; 3 – модуль пневматичної комутації; 4 – панель керування вимірювальних параметрів; 5 – аналізатор CO; 6 – модуль потенціометрів калі бровки; 7 – блок засобів захисту та запобіжників; 8 – силовий блок; 9 – основа мотор-тестера; 10 – плита основна; 11 – опорні стійки; 12 – дверка модуля вузлів; 13 – дисплей відтворювальної інформації; 14 – регулятор режимів; 15 – регулятор яскравості[11]

3.3 Опис конструкції приладу перевірки контрольно – вимірювальних компонентів

Цей прилад дає змогу визначити технічний стан контрольно-вимірювальних приладів як знятих з автомобіля, так і розміщених на ньому. Живиться він від акумуляторних батарей напругою 12 чи 24 В.

Передня панель приладу містить вимірювальні прилади, перемикачі, розетки штепсельних рознімачів, сигнальні лампи та інші пристрої. Схему приладу захищає запобіжник. [11]

Нагрівач призначений для нагрівання датчиків покажчиків і сигналізаторів температури охолоджувальної рідини. В його стакан наливають підігріту нагрівальним елементом, змонтованим між стінками стакана, дистильовану воду, температуру якої визначають термометром, встановленим в отвір.

Повітряний насос, розміщений всередині корпуса, призначено для створення тиску під час перевірки датчиків електричних манометрів, а також сигналізаторів тиску масла та повітря. Тиск повітря реєструють манометром.

У рух насос приводять ручкою. Покажчики, що перевіряються, закріплюють на площині. Датчики манометрів для вимірювання тиску масла та повітря установлюють у з'єднувальну муфту. [11]

Повітря з повітряної системи випускають вентилем. Датчики вимірювачів рівня пального, що перевіряється, закріпляюєть на кутомірі.

Мікроамперметр зашунтовано кнопкою. Перевіряючи різні прилади, короткочасно натискають на кнопку і відлічують покази.

Якщо стрілка відхиляється за межі шкали, то потрібно перевірити правильність підімкнення випробувального приладу або усунути в ньому несправність, яка спричинила збільшення струму.

Ручкою установлюють стрілку приладу на нульову поділку. [11]

Підмикаючи провідники від затискачів розетки до виводів акумуляторної батареї, червоний провідник приєднують тільки до плюсового виводу акумуляторної батареї. Інакше стрілка амперметра відхилятиметься ліворуч нульової поділки. [11]

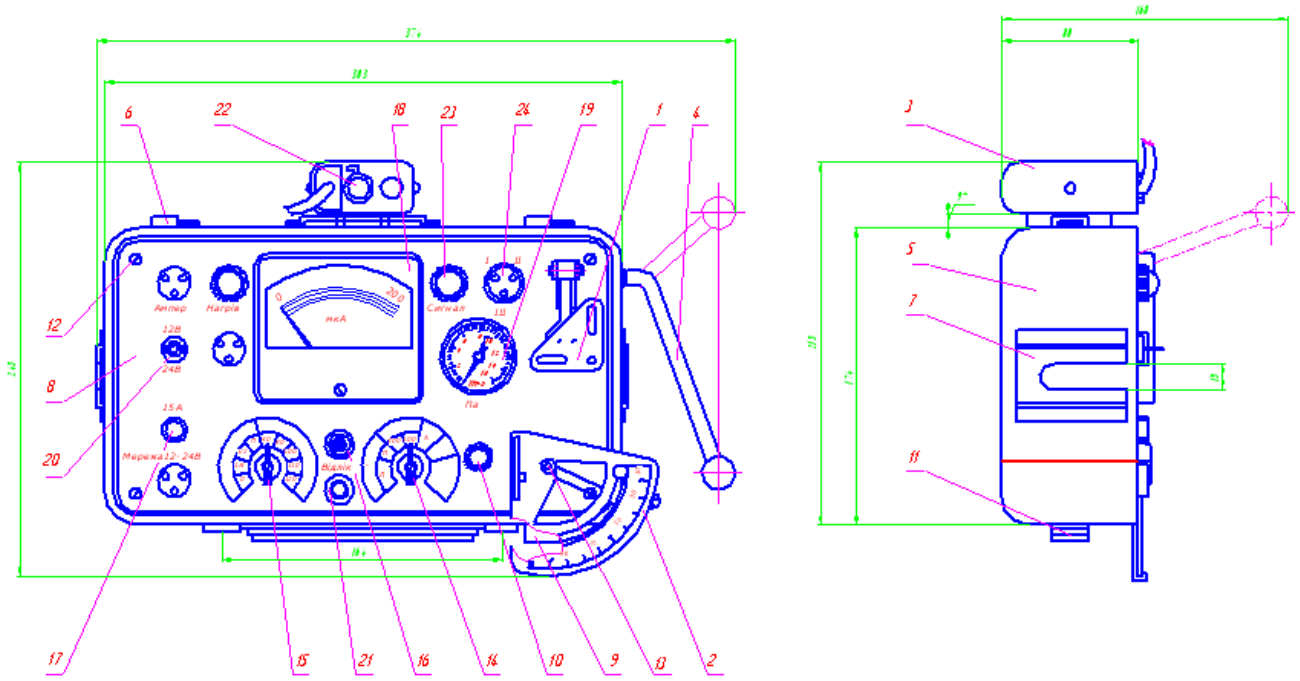

Рисунок 3.4 - Прилад перевірки контрольно – вимірювальних компонентів

1 – площинка; 2 – кутомір; 3 – нагрівник; 4 – ручка насосу; 5 – корпус; 6 – замок; 7 – хомутик; 8 – панель; 9 – муфта з'єднувальна; 10 – вентиль; 11 – стопор; 12 – гвинт; 13 – штифт; 14 – перемикач перевірок; 15 – перемикач опорів; 16 – ручка реостату; 17 – запобіжник; 18 – мікроампер метр; 19 – манометр; 20 – перемикач напруги; 21 – кнопка відліку; 22 – термометр; 23 – лампа; 24 – розетка. [11]

3.4 Опис конструкції приладу для очищення та перевірки свічок запалювання

Перед перевіркою і регулюванням зазору між електродами свічки дротяним калібром і спеціальним ключем, робочу частину свічки необхідно очистити, вставивши в гніздо з гумовою манжетою в піскоструминну камеру приладу Е-203.0. Стиснене повітря підводиться через штуцер. Прилад закрито прозорим екраном. [11]

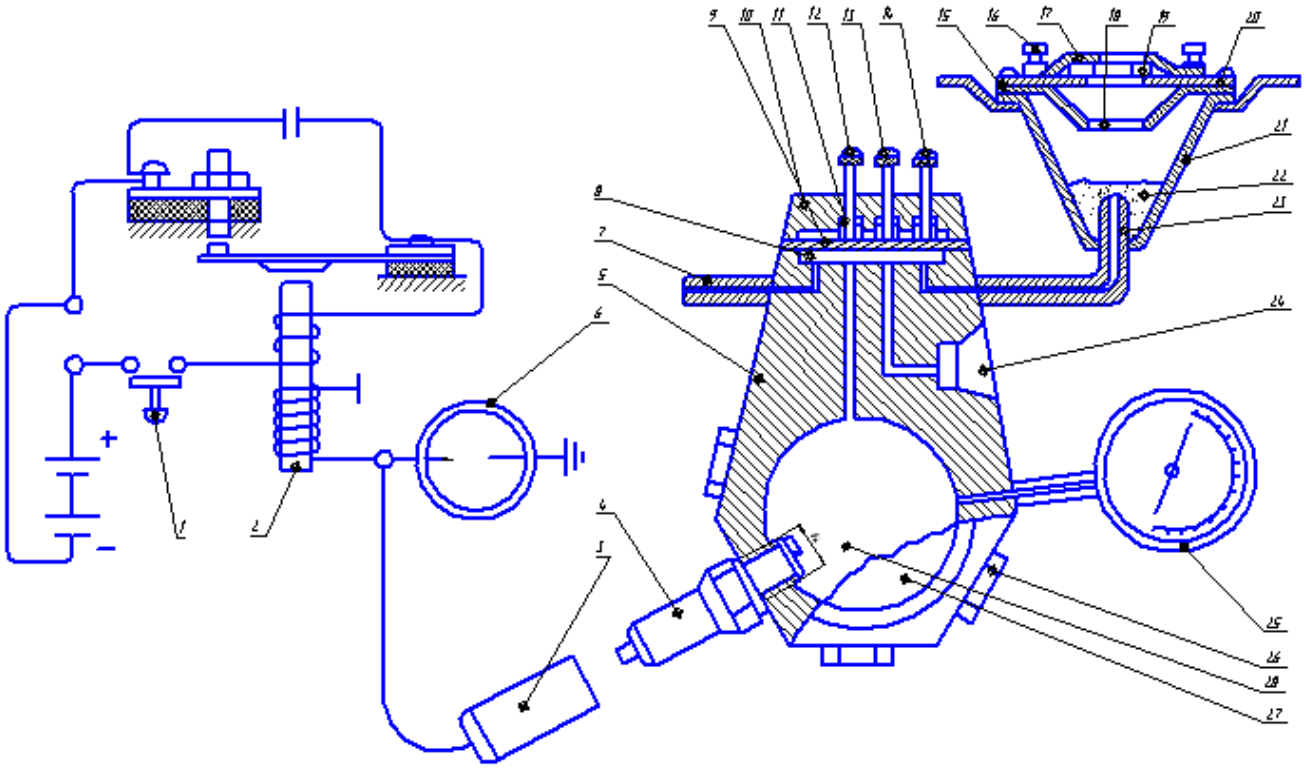

Рисунок 3.5 - Прилад перевірки контрольно – вимірювальних компонентів

1 – вимикач; 2 – індукційна катушка; 3 – наконечник; 4 – випробовувана свічка; 5 – корпус; 6 – іскровий розрядник; 7 – штуцер; 8 – розподільна камера; 9 – діафрагма; 10 – кришка корпусу; 11 – штифт; 12, 13, 14 – гвинти; 15 – фільтр; 16 – гвинт кріплення кришки; 17 – кришка манжети; 18 – відображальний диск; 19 – манжети; 20 – кришка камери; 21 – піскостуменна камера; 22 – шар піску; 23 – насадка; 24 – отвір для обдування випробуваної свічки; 25 – манометр; 26 – заглушки; 27 – оглядове вікно; 28 повітряна камера. [11]

Після очищення (використовується формувальний пісок марки 1КО16Б) свічки встановлюють у спеціальне гніздо для обдування стисненим повітрям.

На якість іскроутворення свічку відчувають, загорнувши її в гніздо повітряної камери приладу Е-203.П, спостерігаючи за характером іскор освіти через оглядове вікно, попередньо створивши в камері рукояткою повітряного насоса тиск 0,8-1,0 МПа (8-10 кг / см2) (іскра повинна бути безперебійної,

яскравого блакитного кольору, без додаткового іскроутворення, що характеризують пробою ізолятора). Герметичність свічки визначають за швидкістю падіння тиску в повітряній камері по манометру. Живлення приладу від мережі змінного струму 220 В. [11]

3.5 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. [11]

$$Iк.max > Iн \quad (3.1)$$

$$UKE\ max > Ек \quad (3.2)$$

$$Iк.max = 100мА > Iн = 25мА$$

$$UKE\ max = 15\ В > Ек = 9,6\ В.$$

Вибираємо транзистор КТ315Б.

Розраховуємо базовий струм в режимі включення ключа

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

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

де, Ік.нас. = Ін. – струм колектора в режимі насичення, рівний струму навантаження;

h21e – коефіцієнт передачі по струму вибраного транзистора;

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

$$Іб.вкл. = \frac{0{,}025A}{200} \cdot 1{,}7 = 0{,}00021 \text{ А}$$

Визначаємо величину вхідної напруги, при якій ключ вмикається

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

$$Uвкл = Uв.р. \qquad (3.4)$$

$$Uвкл = 8В$$

Розраховуємо опір базового резистора за звичайним законом Ома:

$$Rб = \frac{U_{вкл} - U_{БЕнас}}{I_{бвкл}} \qquad (3.5)$$

$$Rб = \frac{8B - 1{,}32B}{0{,}00021A} = 91789Ом$$

З стандартного ряду Е24 вибираємо значення опору резистора. Rб = 91 кОм

Розраховуємо потужність розсіювання базового резистора: [11]

$$PRб = \frac{(U_{вкл} - U_{БЕнас})^2}{R_б} \qquad (3.6)$$

$$PRб = \frac{(8B - 1{,}32B)^2}{91000Ом} = 0{,}0004 \text{ Вт}$$

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

3.6 Розрахунок вертикальних стійок на стійкість

Задану стійку виготовляємо з рівнополичного швелера з висотою 85 мм центрально стислу силою P=10 кН, розрахуємо стійкість, а також підберемо перерізи швелера. Матеріал Ст. 3, розрахунковий опір при розтягуванні $R=1{,}9\times10^5$ кПа.

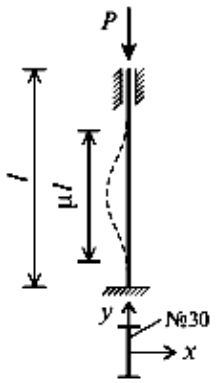

Рисунок 3.6 – Сили, діючі на стійку

Розрахунок стійки на стійкість

Перевірка стійкості стиснутих стержнів проводиться за формулою (3.1). З сортаменту ГОСТ 8239-72 виписуємо необхідні дані для швелера:

$$F=32{,}9\times10^{-4}\ м^2;$$

$$i_x=0{,}039\ м;$$

$$i_y=0{,}0261\ м.$$

Тоді з формули (3.7) маємо:

$$P = j\ F\ R, \qquad (3.7)$$

Для знаходження величини j треба знати максимальну гнучкість стійки, яка визначиться з формули:

$$\lambda_{max} = \frac{l_0}{i_{min}}, \qquad (3.8)$$

де l_0 - приведена (вільна) довжина стійки, $l_0 = m \cdot l$. Тут m - коефіцієнт приведеної довжини, залежний від способу закріплення кінців стійки (для нашого прикладу $m = 0,5$),

l =1970 мм - довжина стійки;

i_{min} - мінімальний радіус інерції перерізу стійки (в даному випадку - радіус інерції відносно осі y).

Таким чином:

$$\lambda = \frac{0,3 \cdot 1,97}{0,0261} = 22,64$$

Знаходимо j при l = 22,64, інтерполюючи до третього знаку після коми:

при l = 50 мм, j = 0,89;

при l = 60 мм, j = 0,86.

Підставляючи значення F, j і R у формулу (3.8), набудемо допустимого значення стискуючої сили з точки зору стійкості даної стійки:

$$P = 0,84 \cdot 46,5 \cdot 10\text{-}4 \cdot 1,9 \cdot 105 = 727 \text{ (кН)}.$$

По ГОСТ 8278-83-72 приймаємо швелер № 10, для якого:

I_x=0,039

I_y=0,0261

Для забезпечення рівностійкості стійки з швелера треба, щоб гнучкість її була однаковою в обох площинах. Для прийнятого перерізу з швелера визначимо максимальну гнучкість:

$$\lambda_{max} = \frac{l_0}{i_{min}}$$

$$\lambda = \frac{0,3 \cdot 1,97}{0,0261} = 22,64$$

при l = 50 j = 0,89;

при l = 60 j = 0,86.

Тому при l = 22,64

$$\varphi = 0{,}89 - \frac{0{,}89 \cdot 0{,}86}{10} \cdot 22{,}64 = 0{,}84$$

Визначаємо напруження в стійці:

$$\delta = \frac{P}{\varphi \cdot F} = \frac{727}{0{,}84 \cdot 658 \cdot 10^{-4}} = 132181{,}8 \ \text{(кПа)}.$$

Недонапруження складає:

$$\frac{190 - 132}{190} 100\% = 30{,}5 > 5$$

Необхідно зменшити переріз стійки Приймаємо стійку з швелерів № 80 (Fшв = 0,00234 м²; Iх = 0,00,0181 м).

Для прийнятого перерізу з швелера визначимо максимальну гнучкість:

$$\lambda = \frac{0{,}3 \cdot 1{,}97}{0{,}0181} = 32{,}5$$

при l = 50 j = 0,89;

при l = 60 j = 0,86.

Тому при l = 22,64

$$\varphi = 0{,}89 - \frac{0{,}89 \cdot 0{,}86}{10} \cdot 22{,}64 = 0{,}84$$

Визначаємо напруження в стійці:

$$\delta = \frac{P}{\varphi \cdot F} = \frac{727}{0{,}84 \cdot 658 \cdot 10^{-4}} = 132181{,}8 \ \text{(кПа)}.$$

Недонапруження складає:

$$\frac{190 - 132}{190} 100\% = 30{,}5 > 5$$

Знаходимо: j = 0,973, і враховуючи, що F = 0,00234 м², отримаємо:

$$\delta = \frac{P}{\varphi \cdot F} = \frac{727}{0{,}84 \cdot 23{,}4 \cdot 10^{-4}} = 27668{,}93 \quad (\text{кПа}).$$

Недонапруження складає:

$\frac{190-267}{190} 100\% = 5 \leq 5$,що допустимо.

3.7 Розрахунок зварного з'єднання кріплення основи

Стійка піддається дії подовжньої і поперечної сил і моменту, прикріпляється кутовим швом по периметру дотичних поверхонь. Поздовжня сила N=10кН, поперечна сила Q=3 кН, згинаючий момент М=2,5 кН·м. Матеріал консолі - сталь марки Ст3 ($R_{ип}$=370 МПа), $R_{\omega z}$ = 165 МПа. Зварювання виконується покритими електродами марки Е50 діаметром 2 мм. Коефіцієнти умов роботи $\gamma_{\omega z} = \gamma_c$=1.

Необхідно визначити катет кутового шва,

l_1=10 см;

l_2=10 см.

Визначаємо напруження в з'єднанні від поздовжньої сили N:

$$\tau_N = \frac{N}{A_\omega}, \qquad (3.9)$$

де розрахункова площа шва:

$$A_\omega = 2(l_1 + l_2)\beta_z \cdot k_f \qquad (3.10)$$

З врахуванням того. що розрахункова довжина шва приймається рівній стороні 10 см (l_1=10 см, l_2=10 см):

$$A_\omega = 2(10+10)\cdot 1{,}05\cdot 1 = 42 \text{ (см}^2\text{)};$$

$$\tau_N = \frac{10\cdot 10}{42} = 2{,}3 \text{ (МПа)}.$$

Визначаємо напруження в з'єднанні від поперечної сили Q.

Результуюче напруження $\tau_{Q\ рез}$ є сумою, векторів напруження від сили Q, перенесеної в центр тяжіння периметра швів (τ_Q), і напруження від моменту (τ_{MQ}):

$$\tau_Q = \frac{Q}{A_\omega} = \frac{3\cdot 10}{42} = 0{,}71 \text{ (МПа)};$$

$$\tau_{MQ} = \frac{M\cdot\sqrt{x^2+y^2}}{I_{zx}+I_{xy}}. \qquad (3.11)$$

Моменти, інерції розрахункового перерізу з'єднання по металу межі сплаву відносно його головних осей:

$$I_{zx} = 2\cdot\beta_z\left[\frac{l_2^3\cdot k_f}{12} + l_1 k_f\left(\frac{l_2 + k_f}{2}\right)^2\right] = 2\cdot 1.05\left[\frac{10^3\cdot 1}{12} + 10\cdot 1\left(\frac{10+1}{2}\right)^2\right] = 1439 \text{ (см}^4\text{)};$$

$$I_{zy} = 2\cdot\beta_z\left[\frac{l_1^3\cdot k_f}{12} + l_2 k_f\left(\frac{l_1 - k_f}{2}\right)^2\right] = 2\cdot 1.05\left[\frac{12^3\cdot 1}{12} + 1\cdot 1\left(\frac{12-1}{2}\right)^2\right] = 2717 \text{ (см}^4\text{)}.$$

Відстань, точки шва, найбільш віддаленій від центру тяжіння розрахункового перерізу з'єднання:

$$\sqrt{x^2+y^2} = \sqrt{10^2+8^2} = 12{,}8 \text{ (см)};$$

$$\tau_{MQ} = \frac{2.5 \cdot 10^3 \cdot 12.8}{4156} = 7,6 \text{ (МПа).}$$

Визначення напруження в з'єднанні від моменту М:

$$\tau_M = \frac{M_{ymax}}{I_{zy}} = \frac{2,5 \cdot 10^3 \cdot 6}{2717} = 5,51 \text{ (МПа);}$$

$$y_{max} = \frac{l_1}{2} + k_f = \frac{10}{2} + 1 = 6 \text{ (см).}$$

Визначаємо сумарну напругу в з'єднанні:

$$\tau_z = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_{MQ}^2 + 2 \cdot \tau_Q \cdot \tau_{MQ} \cdot \cos\phi} = \sqrt{0,718^2 + 7,6^2 + 2 \cdot 0,718 \cdot 7,6.2 \cdot 0.395} = 23,4 \text{ (МПа);}$$

$$\frac{\tau_z}{R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \lambda_c} = \frac{23,4}{165 \cdot 1 \cdot 1} = 0,14$$

Таким чином, при k_f =10 мм сумарне напруження в 0,14 рази менше розрахункового опору. Отже, катет шва в з'єднанні слід прийняти k_f = 3 мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Охорона 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 гази;
- 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 А×В×Н=12×9×4.2м, 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 дільниці діагностики пов'язані з ходьбою і перенесенням вантажів до 10 кг, тому згідно класифікації професій по групам ці роботи належать до категорії робіт I I б.

Параметри метеоумов на дільниці діагностики встановлені і задовольняють нормам які наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1-Метеоумови на дільниці

Приміщення	Період року	Категорія робіт	Відносна вологість повітря, %		Температура, °С		Швидкість руху повітря, м/с	
			Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп
Дільниця діагностики	холодний	IIб	15-18	21-15	70-75	75	0.3-0.4	0.4
	теплий	IIб	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.

4.2 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-стремянками;

- 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 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 пожеженебезпечні виробництва. Ступінь вогнестійкості приміщення II, для якого мінімальні границі вогнестійкості згідно наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Мінімальні границі вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні границі вогнестійкості будівельних конструкцій, годин над рискою, максимальні границі поширення вогню, см під рискою				
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 м^2 1 еваковиходу, але ми маємо 2:1- металеві ворота l = 3 м; 2 - двері одностулкові В=1 м.

На дільниці можливе виникнення пожежі по наступним причинам:

- порушення правил ТБ при користуванні електричного обладнання;
- застосування відкритого вогню;
- паління на дільниці;
- 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 дільниці, а лише в дозволених місцях;
- промаслену ветош зберігати в металевих закритих ящиках;
- заборонити застосування відкритого вогню.

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

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

4.3 Розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень в темний час доби. Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектоване залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість виробів [9].

Відомо, що раціонально виконане штучне освітлення приміщень при одній і тій же витраті електроенергії підвищує продуктивність праці на 15-20%.

Разом з тим неправильно вибране та недостатнє освітлення робочих місць може бути причиною функціональних зорових порушень у працюючих.

Розраховуємо систему загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду III В [9].

Для розрахунку потрібні вихідні дані, такі як: довжина приміщення (а) – 6м, ширина приміщення (b) – 5 м, висота приміщення (Н) – 4,5м. Приміщення має світлу побілку. Коефіцієнт відбивання стелі ($\rho_{стелі}$) – 70%, Коефіцієнт відбивання стін($\rho_{стін}$) – 50%. Висота робочої поверхні стола ($h_р$) – 0,7м.

Мінімальна освітленість такого приміщення становить Е=300лм. Світильники кріпляться до стелі на висоті 4,5м над підлогою. Відповідно відстань від світильників до стелі буде становити h_0=4,5м [20].

Це не суперечить вимогам СНиП-II-4-79, відповідно до яких h_{0min}=2,6-4м

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею згідно [5, ст.144] формула 4.2.1.

$$h=h_0- h_р , \qquad (4.1)$$

h=4,5-0,7=3,8 (м)Показник приміщення [i] становить, згідно формули:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a+b)} \qquad (4.2)$$

$$i = \frac{6 \cdot 5}{3.8 \cdot (6+5)} = 0{,}72$$

При i=0,72 , $\rho_{стелі}$=70%, $\rho_{стін}$=50% для світильників ЛП001 коефіцієнт використання η = 0,51, згідно [5, ст.144] табл. 3,26.

Визначаємо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи становить згідно: $Ф_л$=3200лм.

Кількість світильників визначаємо:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_з \cdot Z}{2Ф_л \cdot \eta} \qquad (4.3)$$

де: E – мінімальна освітленість даного приміщення

S – площа приміщення, м^2

$K_з$ – коефіцієнт запасу, згідно становить 1,5

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, Z=1,1 для люмінесцентних ламп,

$$N = \frac{300 \cdot 30 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{2 \cdot 3200 \cdot 0.51} = 5{,}2 \quad \text{шт.}$$

Приймаємо 6 світильників, розміщення яких показано на рисунку 4.2

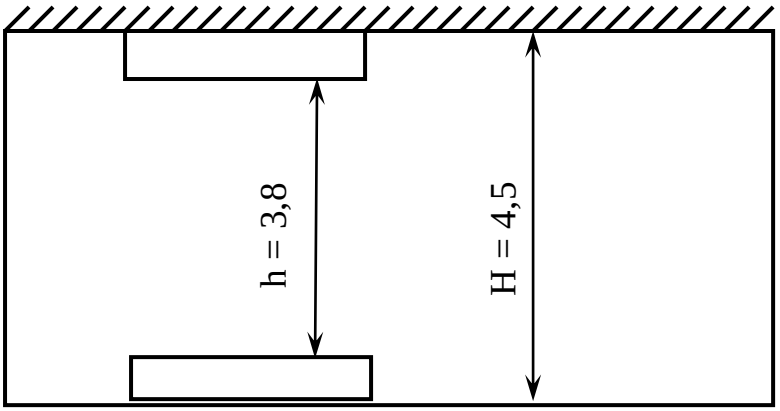

Рисунок 4.1 - Схема розташування світильників

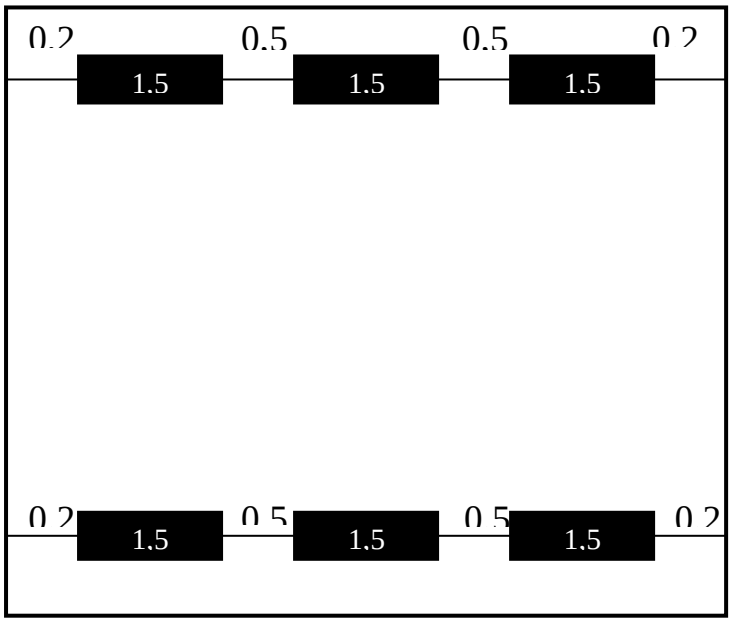

Рисунок 4.2 - Схема розташування світильників

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\sum P_{СВ} = P_{Л} \cdot N \cdot n \qquad (4.4)$$

де $P_{Л}$ – потужність однієї лампи, приймаємо 40Вт

$\sum P_{СВ} = 40 \cdot 6 \cdot 2 = 480$ (Вт)

ВИСНОВКИ

При написанні кваліфікаційної роботи бакалавра в загально-технічному розділі описано характеристику автомобіля Opel Omega, призначення системи керування двигуном та виконавчі тракти систем керування двигуном. Наведено особливості конструкції системи електронного керування акселератором та робочий процес системи електронного керування акселератором.

В технологічному розділі описано характеристику методів і засобів ТО і діагностики системи запалювання, прилади і пристрої діагностування та ремонту системи запалювання, алгоритмізація діагностики системи запалювання та технологія процесу діагностики. Також проведено опис ТО і технологічний процес діагностики, наведено можливі несправності безконтактної системи запалювання. Їх причини та способи усунення. Подано перевірку котушки запалювання, технологічну карту, розрахунок норм часу, технологічний процес ремонту транзисторного комутатора та ТП діагностичних і ремонтних робіт системи запалювання. Здійснено розрахунки.

В конструкторському розділі проведено аналіз обладнання та прилади для діагностики і ремонту електронної системи запалювання, описано мотор-тестер FSA-560 для діагностики і визначення параметрів електронних систем запалювання та описано конструкції приладу перевірки контрольно – вимірювальних компонентів і приладу для очищення та перевірки свічок запалювання. Розраховано електронного ключа. Розрахунок вертикальних стійок та зварного з'єднання кріплення основи.

В четвертому розділі розглянуто питання охорони праці і безпеки життєдіяльності та здійснено відповідний розрахунок.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт», спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 48 с.

2. Діагностування легкових автомобілів на станціях технічного обслуговування. Київ: Арій, 2017. 272с.

3. Ходасевич А.Г. Довідник по будові і ремонту електронних приладів автомобілів. Київ: Антелком, 2018. 208 с.

4. Електрообладнання автомобілів. Київ: Транспорт, 2019. 319с.

5. Соснин Д.А. Автотроніка. Електрообладнання і системи бортової автоматики сучасних легкових автомобілів. Київ: Аякс-прес, 2019. 272с.

6. Либин В.Л. Діагностування технічного стану автомобілів. Київ: Аквілон плюс, 2017. 304с.

7. Тимофіїв Ю.П. Електрообладнання автомобілів: усунення і запобігання несправностей. Київ: Транспорт, 2018. 301 с.

8. Ремонт системи запалювання Opel Omega URL: https://opel-ok.com.ua/goods/remont-sistemy-zazhiganiya-opel/ (дата звернення 9.05.2024).

9. Несправності з системою запалюваня Opel Omega URL: http://mlab.org.ua/forum/viewtopic.php?f=7&t=2240 (дата звернення 16.05.2024).

10. Діагностика системи запалювання Opel Omega URL: https://gepard.org.ua/uslugi/kompleksnaja-diagnostika-i-remont dvigatelja/opel/omega/ (дата звернення 27.05.2024).

11. Ремонт автомобіля Opel Omega URL: https://oiler.pro/ua-ua/sto/sto-dlya-opel/sto-dlya-opel-omega/ (дата звернення 13.05.2024).

12. Книга по ремонту автомобіля Opel Omega URL: https://www.autobooks.com.ua/opel/1666-Omega-s-1994-goda.html (дата звернення 17.05.2024).

13. Катушки запалювання автомобіля Opel Omega URL: https://dok.ua/ua/catalog/opel/omega/katyshka-zajiganiya (дата звернення 9.05.2024).

14. Ремонт системи запалювання Opel Omega URL: http://carprice.kharkov.ua/remont-zamka-zapalyuvannya/ (дата звернення 17.05.2024).