

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Магістерського рівня освіти

на тему: «Дослідження впливу датчика температури, на  
пускові характеристики інжекторного двигуна»

Виконав: студент VI курсу групи Ат-61з  
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Василь КУРОВЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 631.359.1: 89

Куровець В. В. Дослідження впливу датчика температури, на пускові характеристики інжекторного двигуна: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 57 с.

Табл. 0; рис. 19; бібліогр. джерел 26.

Розроблено методику розрахунку часу, необхідного для проходження повітряних мас, через байпасну магістраль і клапан регулятора холостого ходу (зокрема у момент, коли поршень починає рух із ВМТ під час такту «впуск» (у процесі запуску двигуна)).

Віртуальне середовище "Electude", дозволило дослідити вплив температурного датчика, на режими роботи інжекторного двигуна.

У режимі запуску (за несправного датчика, що спричинило відсутність запуску): оберти колінчастого валу збільшилися до 581 об/хв; ширина імпульсу інжектора – 3,6 мсек; модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 16,1 %.

Розроблені заходи для забезпечення безпеки та охорони праці, під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля

Розраховано щорічні економічні втрати автомобіля (за некоректної роботи датчика температури), які оцінюються приблизно в 19750,50 грн.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ .....	8
1.1 Електронні елементи, що відповідають за пускові характеристики бензинового двигуна .....	8
1.2 Особливості роботи регулятора холостого ходу .....	10
1.3 Особливості роботи датчика температури .....	13
1.4 Коструктивна будова датчика температури .....	14
1.5 Функції впливу датчика температури двигуна на експлуатацію автомобіля .....	17
Висновки до розділу 1.....	17
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Дослідження повітряного потоку через байпасний канал системи впуску (у процесі запуску двигуна) .....	18
2.2 Розрахунок сил, що діють на повітряний потік .....	19
Висновки до розділу 2.....	23
3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	24
3.1 Особливості справної роботи датчика температури .....	24
3.2 Методика перевірки температурної відповідності двигуна .....	25
3.3 Результати досліджень .....	28
3.3.1 Результати дослідження датчика температури у середовищі програмного продукту «Eletude» .....	31
Висновки до розділу 3.....	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	35
4.1 небезпечні обставини під час проведення експериментальних і діагностичних досліджень .....	35
4.2 Пожежна безпека. ....	37
4.3 Охорона праці персоналу .....	40
4.4 Організаційно-технічні рекомендації .....	41
Висновки до розділу 4.....	45

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	47
5.1 Економічні витрати.....	47
5.2 Залежність системи живлення від електронних елементів, що суттєво двигуна .....	48
5.3 Експлуатаційні витрати автомобіля, за некоректної роботи датчика температури.....	49
Висновки до розділу 5.....	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	52
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	55

## ВСТУП

Сучасні автомобільні двигуни повинні відповідати дедалі вищим вимогам, щодо екологічності, економії палива, надійності, низького рівня шуму та інших експлуатаційних характеристик. Досягти високих показників у цих аспектах було б неможливо, без впровадження електронних систем. Завдяки електроніці, характеристики двигуна оптимізуються на кожному режимі його роботи, забезпечуючи збалансоване співвідношення між енергетичною ефективністю та екологічною безпечністю.

За даними статистичного аналізу світового виробництва бензинових двигунів, для легкових автомобілів, ера карбюраторів у світовому автомобілебудуванні завершилася ще в 2007 році.

Зі зростанням популярності електронних систем упорскування бензину, завдання вдосконалення характеристик автомобільних двигунів на різних режимах роботи, зазнали значних змін, як, і методи їх вирішення.

Сьогодні, щоб покращити показники роботи двигуна, особливу увагу приділяють такому, здавалося б, малозначному режиму, як запуск. Його важливість пояснюється тим, що в умовах сучасного міста, двигун працює у зазначеному вище режимі - приблизно 30% від загального часу щоденного використання автомобіля.

Аналіз процесів, що відбуваються у бензиновому двигуні автомобіля, під час запуску і вподальшому на холостому ході, свідчить про те, що покращення якісних характеристик є комплексним завданням, яке має важливе значення для сучасної автомобільної галузі.

Таким чином, наше дослідження буде зосереджене на впливі датчика температури двигуна на його пускові характеристики.

Варто зазначити, що несправності у роботі датчика температури, в більшості сучасних двигунів, не виявляються бортовою системою самодіагностики.

Тому, без застосування сучасного комп'ютерного діагностичного обладнання, виявити несправність вище зазначеного датчика, є суттєво проблематичним завданням.

Отже, **метою кваліфікаційної роботи**, є дослідження впливу температурного режиму, на пускові характеристики сучасного інжекторного двигуна.

Необхідно:

1. Виконати техніко-економічний аналіз інжекторних двигунів з електронною системою керування.
2. Теоретично обґрунтувати процес проходження повітряного потоку через байпасний отвір у системі холостого ходу двигуна.
4. Дослідити та обґрунтувати причини поганого запуску прогрітого двигуна, за некоректних вихідних електричних сигналів датчика температури.
- 5 Розробити заходи з охорони праці та забезпечення безпеки, під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля, а також проаналізувати економічні наслідки, пов'язані з некоректною роботою датчика температури.

## 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

### 1.1 Електронні елементи, що відповідають за пускові характеристики бензинового двигуна

На сьогоднішній день, є значна кількість напрацювань по ефективності роботи автомобільних двигунів (в режимі холостого ходу), що зазначені у літературних джерелах [1]-[3].

Управління режимом холостого ходу бензинового двигуна, полягає в забезпеченні стабільної мінімальної частоти обертання колінчастого валу, за різних умов експлуатації. Зазвичай, необхідно підтримувати найнижчу можливу частоту обертання валу в цьому режимі, що сприяє зменшенню витрат палива та зниженню рівня токсичних викидів в атмосферу. Водночас, двигун має забезпечувати достатній запас стійкості, тобто здатність підтримувати задану частоту обертання валу під час увімкнення/вимкнення енергоспоживачів, за відсутності втручання людини.

Розрізняють три способи регулювання холостого ходу двигуна:

- за допомогою зміни кута випередження запалення;
- шляхом корекції складу паливоповітряної суміші;
- регулюванням об'єму повітря, що надходить у двигун.

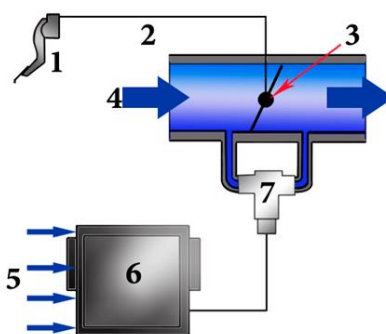
Найпоширенішим є третій спосіб — зміна об'єму повітря, яке потрапляє у циліндри двигуна. Для цього, використовують спеціальні пристрої, які керують подачею повітря за сигналами контролера. Повітря може подаватися через спеціальний байпасний канал холостого ходу або шляхом позиціонування дросельної заслінки у потрібному положенні, забезпечуючи оптимальну кількість повітря, в цьому режимі роботи двигуна.

До складу сучасної системи керування автомобільними двигунами, найчастіше використовується регулювання дросельовального перерізу байпасного каналу. Це здійснюється, за допомогою спеціальних клапанів холостого ходу (ХХ), керованих електронним контролером. При цьому,

дроселювальний елемент клапана може здійснювати поступальний або обертальний рух.

Слід зазначити, що робота регулятора холостого ходу, суттєво залежить від показів температурного датчика ДВЗ.

На рис. 1.1 представлена схема модуля дросельної заслінки, а також електронний зв'язок клапану холостого ходу з електронним блоком керування (що отримує точну інформацію від датчика температури).



- 1 –екселератор; 2 – привод дросельної заслінки; 3 – дросельна заслінка;  
 4 –впускне повітря; 5 – імпульсні сигнали електронних датчів;  
 6 – ЕБУ; 7 – регулятор ХХ.

Рисунок 1.1 – Конструктивно-технологічна схема взаємозв'язку регулятора холостого ходу із ЕБУ(що відповідає за запуск і ХХ двигуна) [4].

Незважаючи на використання сучасних високопродуктивних контролерів у системах керування двигуном, їх ефективність, залежить від електронних компонентів, що регулюють подачу повітря. Залежно від конструктивних особливостей і газодинамічних характеристик регуляторів холостого ходу, робота двигуна може змінюватися під впливом контролера. У кожному конкретному випадку, газодинамічні параметри регулятора холостого ходу, мають бути узгоджені та оптимізовані для забезпечення стабільної роботи двигуна в режимі холостого ходу та його легкого запуску. [3]-[7].

Із суттєвим розвитком електронного управління двигунами, вдосконалювалися й регулятори холостого ходу, що у свою чергу



покращують пускові характеристики ДВЗ. Усі автомобільні європейські компанії, перейшли від простих і недосконалих конструкцій, до складних пристроїв, які забезпечують гнучке управління режимом холостого ходу з високою точністю та швидкістю. У розробці сучасних регуляторів холостого ходу застосовуються передові технології та матеріали, які гарантують не тільки недостатні робочі характеристики, але й підвищену надійність та компактну конструкцію.

Дослідження показали, що у впускних системах двигуна, найбільш затребуваними є регулятори холостого ходу, які працюють на основі крокових двигунів, встановлених у байпасній магістралі.

За належної роботи регулятора холостого ходу, у двигуна присутні такі характеристики: стабільна частота обертання колінчастого валу, відсутність пропусків у запалюванні, мінімальний рівень шуму і вібрації та спостерігаються плавні і легкі пускові характеристики.

## **1.2 Особливості роботи регулятора холостого ходу**

Регулятор холостого ходу інжекторного двигуна, розміщений модульному вузлі датчика дросельної заслінки і забезпечує регулювання повітряного потоку, через байпасний канал холостого ходу. Обсяг повітря, що надходить у двигун при закритій заслінці, визначається діаметром байпасного каналу, який залежить від положення валу крокового двигуна (особливо під час запуску і прогрівання). Головною функцією регулятора холостого ходу, є підтримання стабільної частоти обертання валу двигуна за різних температурних режимів роботи на холостому ходу.

Основні функції регулятора холостого ходу, полягають у наступному:

- Забезпечення легкого запуску і прогрівання двигуна: РХХ забезпечує підтримання підвищених обертів двигуна, що сприяє ефективному прогріванню його компонентів під час холодного запуску.

- Утримання підвищених обертів: За закритої дросельної заслінки, регулятор зберігає високий рівень обертів двигуна, необхідний для швидкого і стабільного його прогрівання.

- Плавне зниження обертів під час нагрівання: Регулює поступове зниження обертів двигуна в міру його прогрівання, досягаючи оптимальних значень для холостого ходу.

- Реакція на зміну положення дросельної заслінки: У разі відкриття або різкого закриття дросельної заслінки, регулятор контролює подачу повітря, забезпечуючи плавне зменшення обертів.

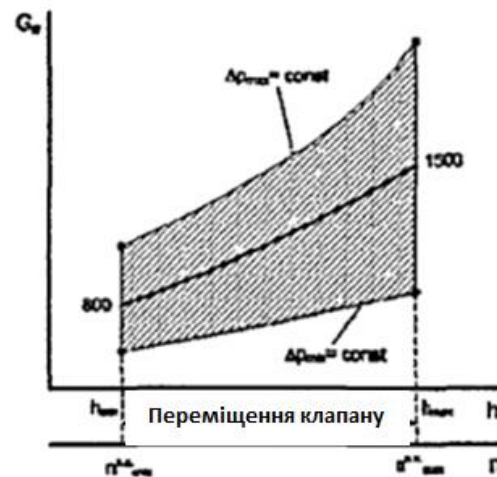
- Корекція обертів, перед вмиканням споживачів: Перед увімкненням таких споживачів, як кондиціонер чи вентилятор системи охолодження, регулятор регулює оберти двигуна, щоб уникнути падіння його продуктивності.

У даному дослідженні, об'єктом вивчення в модулі дросельної заслінки є канал холостого ходу системи впуску. Цей канал включає: сідло клапана та конусний замикаючий елемент, керований електромеханічним регулятором. У роботах [4]-[8], проаналізовано взаємодію датчика температури двигуна з регулятором холостого ходу та вплив його на пускові характеристики.

На рис. 1.2, схематично представлено витратні характеристики двигуна під час роботи в режимах запуску і холостого ходу. Полем витратних характеристик регулятора, називається сукупність витрат через клапан, що відповідає діапазону перепадів тиску від мінімального до максимального, у межах робочих переміщень замикаючого елемента клапана.

Крива витрат повітря  $G_n$  – це суцільна лінія, побудована як функція частоти обертання валу двигуна при його роботі на холостому ходу у діапазоні частот:  $n_{xx \min} - n_{xx \max}$ .

Тут взятий до уваги, робочий діапазон переміщень конусного елемента ( $h_{\min} - h_{\max}$ ), за якого раніше визначені витрати повітря, що забезпечує байпасний канал (при мінімальному і максимальному вакууметричному тиску на клапан) [9].



(заштриховане поле – кількість повітря, що проходить через байпасний простір).

Рисунок 1.2 – Еп'юра переміщення конусного клапану системи ХХ у процесі запуску і прогрівання двигуна.

У випадку недостатності наявних даних на етапі розробки підсистеми холостого ходу, було виконано газодинамічні розрахунки для визначення поля витратних характеристик, які може забезпечувати регулятор холостого ходу. При спільній роботі двигуна та регулятора, необхідно враховувати обсяг повітря, що проходить через зазори між дросельною заслінкою і стінкою дросельного вузла в її закритому положенні. Цей обсяг визначає діапазон витрат повітря, які повинен забезпечувати регулятор холостого ходу [21].

За теоретичними дослідженнями, щодо витратних характеристик, побудовано графіки проходження повітря через байпасну магістраль, що забезпечує оптимальну роботу двигуна в процесах: запуску, прогрівання та холостому ходу, рис.1.3.



Рисунок 1.3 – Графіки оптимального розходу повітря через байпасний отвір за режимів: запуску, прогрівання та за встановленої робочої температури.

Графіки показують, що у режимі прогрітого двигуна, коли температура двигуна стабілізується 85 -90°C, крива має більш плавно похилу форму, а за процесу запуску – різко підіймається (максимальна подача повітря через байпасний отвір) [10].

### 1.3 Особливості роботи датчика температури

Датчик температури охолоджуючої рідини — це електронний пристрій, який вимірює температуру охолоджуючої рідини в системі охолодження автомобільного двигуна. Однак, враховуючи всі процеси, на які впливають його показники, варто підкреслити, що цей датчик відіграє ключову роль у функціонуванні двигуна. Він забезпечує контроль таких процесів, як формування паливної суміші, підтримання оптимальної робочої температури двигуна, запуск, витрата палива та ефективність роботи агрегату.

Принцип роботи стандартного датчика температури охолоджуючої рідини базується на зміні опору термістора залежно від температури.

Термістор є спеціальним компонентом, чий опір змінюється у відповідь на зміну температури.

У більшості випадків, застосовуються NTC-термістори (Negative Temperature Coefficient), які характеризуються зменшенням опору зі зростанням температури, рис. 1.4.

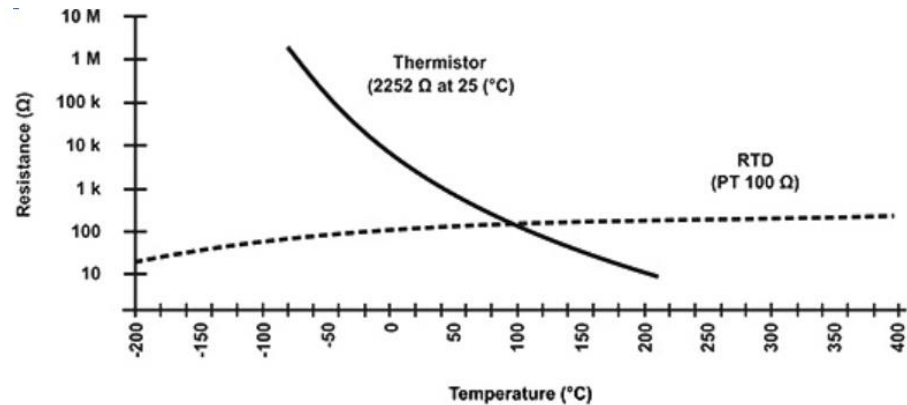


Рисунок 1.4 – Характеристика датчика температури, робочим елементом якого є термістор.

Чим вища температура, тим менший опір термістора. Наприклад, при температурі 25 °C опір датчика становить 2252 Ом, а при 100 °C - знижується до 100 Ом.

У більш складних системах, використовуються мікроконтролери: датчик зчитує опір термістора, перетворює його в сигнал і передає до блоку управління двигуном. Вони менш чутливі і не знайшли значного використання у ДВЗ.

Незважаючи на наявність інших типів температурних датчиків, таких як RTD, NTC-термістори залишаються найпоширенішими в автомобільній промисловості, завдяки їх високій чутливості та здатності працювати в широкому діапазоні температур.

#### 1.4 Коструктивна будова датчика температури

Найпоширеніший датчик температури охолоджуючої рідини, основою якого є NTC - термістор, складається з кількох ключових елементів:

- Термістор, являється основним компонентом датчика, який змінює свій опір залежно від температури. NTC-термістори знижують опір при підвищенні температури.

- Металевий корпус, у якому розміщується термістор, що забезпечує ефективний тепловий контакт із охолоджуючою рідиною. Корпус, також захищає термістор від механічних пошкоджень.

- Електричні контакти: Ці контакти (зазвичай два виводи) підключають датчик до електричної системи автомобіля, передаючи сигнал від термістора до блоку управління двигуном.

- Герметичне ущільнення - захищає внутрішні компоненти датчика від проникнення охолоджуючої рідини та вологи.

На рис. 1.5, зображено основні конструктивні елементи датчика температури.

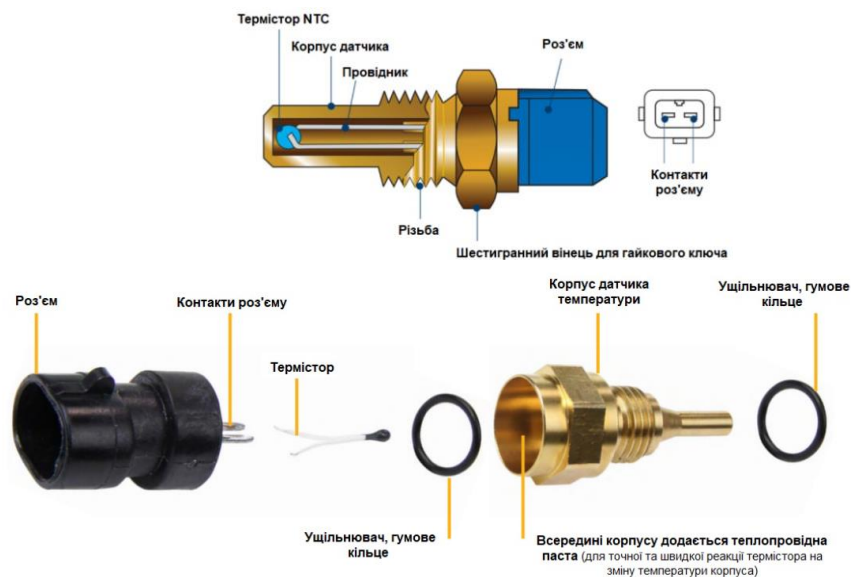


Рисунок 1.5 – Конструкція датчика температури.

Зазначений вище датчик температури охолоджуючої рідини, відіграє ключову роль у налаштуванні оптимальної паливної суміші. Блок управління двигуном використовує інформацію про температуру охолоджуючої рідини, для регулювання обсягу палива, яке подається в циліндри двигуна.

За холодного двигуна, паливна суміш повинна бути збагатшеною, щоб забезпечити ефективне запалення та прискорити прогрівання двигуна. У цьому випадку, ЕСД збільшує подачу палива в циліндри. У міру підвищення температури охолоджуючої рідини ЕС поступово зменшує кількість палива, переходячи до більш економічного та екологічного режиму.

Необхідно зазначити, що даний датчик є важливим для запуску двигуна, особливо в холодний період. Залежно від температури охолоджуючої рідини, електронна система коригує параметри роботи двигуна, такі, як тривалість впорскування палива та кут випередження запалювання. Це гарантує надійний запуск двигуна, за різних умов його експлуатації.

### **1.5 Функції впливу датчика температури двигуна на експлуатацію автомобіля**

Функції впливу є наступними:

- Регулювання швидкості холостого ходу. ЕСД коригує частоту обертів на холостого ходу двигуна, орієнтуючись на температуру охолоджуючої рідини, що забезпечує стабільну роботу двигуна під час прогріву та в різних погодних умовах.

- Управління вентилятором системи охолодження. Зазначений датчик передає сигнал до ЕБУ, який контролює увімкнення і вимкнення вентилятора системи охолодження. Це дозволяє ефективно підтримувати температуру двигуна, запобігаючи перегріву та створюючи оптимальні умови роботи.

- Управління системою рециркуляції відпрацьованих газів (EGR), тобто допомагає ЕСМ регулювати роботу системи рециркуляції відпрацьованих газів, що зменшує викиди шкідливих речовин і покращує екологічні характеристики автомобіля.

- Управління коробкою передач. У деяких автомобілях з автоматичною коробкою передач, датчик температури охолоджуючої рідини використовується для коригування роботи трансмісії. Враховуючи температуру двигуна, ЕС може змінювати час перемикання передач, що покращує економічність палива та забезпечує комфортну їзду.
- Адаптація системи обігріву салону. Датчик температури, може також використовуватися для налаштування роботи системи обігріву салону, забезпечуючи комфорт для пасажирів і водія.

### **Висновки до розділу 1**

Техніко-економічне обґрунтування літературних джерел показало, що робота регулятора холостого ходу в сучасних системах живлення двигунів, значною мірою залежить від температурного режиму роботи двигуна (тобто, від вихідних електричних імпульсів датчика температури).

У зв'язку з цим, наші подальші дослідження, будуть зосереджені на впливі роботи датчика температури, на пускові характеристики інжекторного ДВЗ.



## 2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Дослідження повітряного потоку через байпасний канал системи впуску (у процесі запуску двигуна)

Повітряний потік, що проходить через байпасний канал, минаючи дросельну заслінку, регулюється клапаном холостого ходу відповідно до температурного режиму двигуна (рис. 2.1).

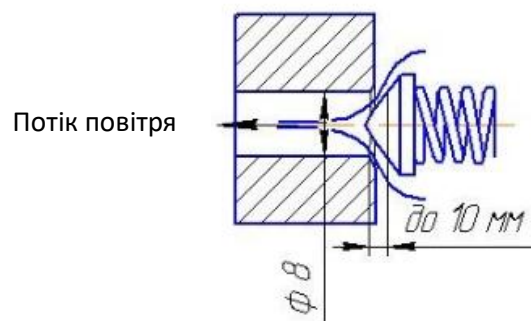


Рисунок 2.1 – Коструктивно – технологічна схема роботи клапана регулятора ХХ.

Щоб обчислити обсяг повітря, яке проходить через байпасну магістраль і клапан ХХ, встановимо наступну умову: початковою точкою відліку прийемо об'ємну масу повітря  $h$ , що знаходиться в робочому об'ємі циліндра. У певний момент часу, ця об'ємна маса зменшується пропорційно до ходу поршня в циліндрі. Оскільки, повітря зазнає впливу гравітаційних сил, то для будь-якого поперечного перерізу байпасної магістралі, за однаковий проміжок часу проходить однаковий об'єм повітряної маси.

$$\iint_{\omega(\eta)} \vartheta(x, z) dS = \iint_{\omega_0} \vartheta_0(x, z) dS, \quad (2.1)$$

де  $S(t)$  - поперечне січення байпасного проходу,  $\text{м}^2$ ;

$S_0$  - область щілини,  $\text{м}^2$ ;

$\vartheta_0(x, z)$  - розподіл швидкостей в умовах  $S_0$ ,  $\text{м/с}$ ;

$\vartheta(x, z)$  - швидкість повітряного потоку у області  $S(l)$ , м/с

Середня швидкість обчислиться:

$$\vartheta_{1(l)} = \frac{\iint \vartheta(x, z) dS}{S(l)}; \vartheta_{0(y)} = \frac{\iint \vartheta_0(x, z) dS}{S_0}, \quad (2.2)$$

де  $S_0 = \pi \cdot r_0^2$ ;  $S(l) = \pi(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2$

Об'ємну к-сть повітря, визначимо

$$\vartheta_1(l) \cdot \pi(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 = \vartheta_0(y) \cdot \pi \cdot r_0^2 \quad (2.3)$$

Тоді, середню швидкість у будь-якому перерізі магістралі можна, визначити, як середню швидкість повітряного потоку, що проходить через отвір, при частоті обертання валу двигуна 50 об/хв (у процесі запуску).

$$\vartheta_1(l) = \vartheta_0(y) \frac{r_0^2}{(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2} \quad (2.4)$$

Відповідно, кількість руху повітря  $Q$ , спроекуємо на вісь  $Oy$  у певному моменті часу.

$$Q_y = - \iiint_{V_0} \rho \cdot \vartheta(x, z) dl \cdot dS = - \rho \int_0^y dl \iint_{\omega(l)} \vartheta(x, z) dS \quad (2.5)$$

Тоді:

$$Q_y = - \rho \int_0^y dl \cdot \vartheta_1(l) \cdot \pi(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 = - \pi \cdot r_0^2 \cdot \rho \cdot \vartheta_0(y) \int_0^y dl,$$

отже:

$$Q_y = - \pi \cdot r_0^2 \cdot \rho \cdot \vartheta_0(y) y, \quad (2.6)$$

де  $\rho$  - густина повітря, кг/м<sup>3</sup>

## 2.2 Розрахунок сил, що діють на повітряний потік

Атмосферний тиск, вакууметричний тиск зі сторони циліндра, власна вага повітряної маси в зоні отвору, а також нормальні реакції від посадкової поверхні днища та стінок повітропроводу безпосередньо впливають на об'єм

повітря. Зазвичай, ці сили взаємно врівноважуються, залишаючи нерегульованою лише об'ємну масу повітря над отвором.

$$F_y = -\rho \cdot g \cdot \pi \cdot r_0^2 y \quad (2.7)$$

Згідно теореми зміни кількості руху механічної системи у диференціальній формі, отримаємо вираз:

$$\frac{dQ_y}{dt} = F_y, \quad (2.8)$$

Здійснивши певні підстановки, отримаємо:

$$-\pi \cdot r_0^2 \rho \frac{d(y \vartheta_0)}{dt} = -\rho \cdot g \cdot \pi \cdot r_0^2 y \quad (2.9)$$

Враховуючи, що  $\frac{d}{dt} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{d}{dy}$ , рівність (2.9) запишеться:

$$\frac{d(y \vartheta_0)}{dy} \cdot \frac{dy}{dt} = gy \quad (2.10)$$

Звідси, похідна  $\frac{dy}{dt}$ :

$$\frac{dy}{dt} = \mu^2 \cdot \vartheta_1(y) = \mu^2 \cdot \vartheta_0(y) \frac{r_0^2}{(R_1 + y \cdot tg\alpha)^2}, \quad (2.11)$$

де  $\mu^2$  - коефіцієнт нерівномірної швидкості руху.

Провівши підстановку, отримаємо

$$\vartheta_0(y) = \frac{d(y \cdot S_0(y))}{dy} = \frac{g(R_1 + y \cdot tg\alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} y \quad (2.12)$$

Домноживши на  $y$ , вираз буде мати вигляд:

$$\frac{1}{2} \frac{d(y \cdot \vartheta_0)^2}{dy} = \frac{g}{\mu^2 r_0^2} y^2 (R_1 + y \cdot tg\alpha)^2 \quad (2.13)$$

Проінтегрувавши вираз, отримаємо:

$$\int_0^y d(y \cdot \vartheta_0)^2 = \frac{2g}{\mu^2 r_0^2} \int_0^y y^2 (R_1 + y \cdot tg\alpha)^2 dy \quad (2.14)$$

Тоді:

$$\vartheta_0(y) = \sqrt{\frac{2g}{\mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y \left( \frac{1}{3} R_1^2 + \frac{1}{2} R_1 \cdot tg\alpha \cdot y + \frac{1}{5} tg^2 \alpha \cdot y^2 \right)},$$

або

$$\vartheta_0(y) = \sqrt{\frac{g}{15 \mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y(10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot y + 6 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot y^2)} \quad (2.15)$$

Тоді

$$\vartheta_0(y) = \frac{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot g)}{r_0^2}; \vartheta_1(y) = \frac{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot)^2}{\mu^2 r_0^2} \frac{dy}{dt} \quad (2.16)$$

Провівши підстановку  $\vartheta_0(y)$  у рівність (2.15), будемо мати

$$\frac{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot)^2}{\mu^2 r_0^2} \frac{dy}{dt} = \sqrt{\frac{g}{15 \mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y(10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot y + 6 \operatorname{tg}^2 \alpha y^2)} \quad (2.17)$$

Здійснивши певні перетворення, визначаємо тривалість об'ємної частки повітряної маси, через дроселюючий канал у місті клапану:

$$t = \frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{15}{g r_0^2}} \int_0^h \frac{(R_1 + y \operatorname{tg} \alpha)^2 dy}{\sqrt{y(10 R_1^2 + 15 R_1 y \operatorname{tg} \alpha + 6 y^2 \operatorname{tg}^2 \alpha)}} \quad (2.18)$$

У процесі обчислення інтегралу, за допомогою програмного забезпечення Matlab, отримано залежність переміщення поршня під час такту «впуску», рис. 2.2.

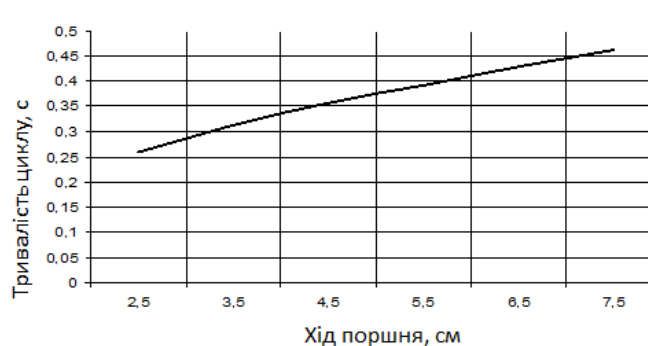
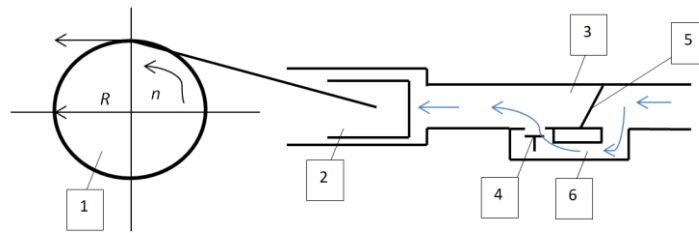


Рисунок 2.2 - Графік переміщення поршня за тривалість такту «впуску», під час запуску двигуна.

На основі значення тривалості такту «впуску», можна оцінити швидкість переміщення повітряної маси через байпасну магістраль і клапан регулятора холостого ходу, рис. 2.3.



1 – шатунна шийка; 2 – поршень; 3 – впускна магістраль; 4 - клапан РХХ; 5 – дросельна заслінка; 6 – байпасний канал

Рисунок 2.3 – Розрахункова схема руху повітряного потоку через клапан регулятора холостого ходу, під час запуску ДВЗ.

Приймаємо: частота обертання валу двигуна -  $n = 50$  об/хв, радіус шатунної шийки -  $R_{ш} = 20$  мм.

Використовуючи відому формулу, визначимо лінійну швидкість будь-якої дотичної точки до поверхні шатунної шийки, під час роботи стартера

$$v_T = \omega \cdot R_{ш}, \quad (2.19)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість шатунної шийки ( $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ ).

Тоді, отримаємо:

$$v_T = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot R_{ш} = \frac{3,14 \cdot 50}{30} \cdot 0,02 = 6,28 \text{ м/с} \quad (2.20)$$

З урахуванням опору стінок впускної магістралі та опору проходження повітряного потоку через байпасний отвір через клапан РХХ, приймаємо загальний коефіцієнт опору  $\lambda = 0,3$ .

У такому випадку, швидкість руху повітряного потоку через клапан регулятора, визначається наступним чином:

$$\vartheta_{\text{п.п.кл}} = \vartheta_{\text{т}} \cdot \lambda = 6,28 \cdot 0,3 = 1,88 \text{ м/с} \quad (2.21)$$

Отже, під час запуску двигуна, електронний блок управління, формує збагатшену робочу суміш, що викликається додатковою умовою перебування клапану РХХ у крайньому положенні, зумовлюючи максимальне відкриття байпасного отвору.

У випадку, коли датчик температуриг, інформує ЕБУ про підвищену температуру двигуна (а насправді, вона є низькою), тоді клапан регулятора частково перекриває байпасну магістраль, що у подальшому затруднює процес запуску холодного двигуна.

Тому, зазначений вище негативний процес, нами буде досліджуватися у наступному розділі.

## **Висновки до розділу 2**

Розроблено методику розрахунку часу, необхідного для проходження повітряної маси через байпасну магістраль і клапан регулятора холостого ходу (зокрема у момент, коли поршень починає рух із ВМТ під час такту «впуск» (у процесі запуску двигуна)). Для прогрітого двигуна - тривалість цього процесу становить приблизно 0,45 секунди у режимі запуску.

Також, встановлено залежність руху повітряної маси через байпасний канал із регулюючим клапаном (від поступового зменшення його пропускної здатності через підвищення температури двигуна). А це врешті-решт, призводить до затрудненого запуску двигуна. Зокрема, за частоти обертання колінчастого валу близько 50 об/хв, швидкість руху повітряних мас через клапан у байпасній магістралі, складає 1,88 м/сек. (за максимально відкритого клапану).

### 3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Особливості справної роботи датчика температури

Принцип роботи датчика температури, полягає у використанні електричного опору, що вимірює температуру охолоджуваної рідини.

Ці виміри, дозволяють отримати важливі дані для системи автомобільного двигуна:

- інформує температуру на панелі приладів;
- вмикання вентиляторів примусового охолодження двигуна, під час встановленого робочого температурного порогу;
- збагачення паливоповітряної суміші та підвищення оборотів колінчастого валу (на непрогрітому двигуні);

Необхідно зазначити, що під час експлуатації автомобіля, контролер збирає інформацію із всіх датчиків (у тому числі із датчика температури, рис. 3.1), і на цій основі, формує співвідношення палива та повітря у суміші.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд датчика температури.

Признаки несправності температурного датчика є наступними:

- поява на панелі приладів «Check»;
- неправильні покази вихідного сигналу. Несправний датчик, може надіслати сигнал про те, що двигун холодний (до відповідності гарячий), що у свою чергу, переводить двигун у режим прогрівання;

- не вмикається примусова вентиляція. Однак, якщо автомобіль оснащений одним датчиком, тоді несправний датчик може призвести до відсутності вмикання самих вентиляторів.

- Наявність чорного диму із випускної труби. Через неправильний сигнал температури двигуна, ЕБУ може збагатити паливну суміш настільки, що процес згоряння стане неповним. Надлишки палива згоряють у вихлопній трубі та утворюють густий чорний дим. Ця несправність, може не проявлятися при звичайній їзді, а за підвищених оборотів, видавати чорні густі згустки диму.

- Затруднений запуск. За цього процесу, дуже важлива кількість палива, що впорскується у циліндри двигуна. Якщо паливно-повітряна суміш неякісна, запуск двигуна стає неможливим.

- Відсутній холостий хід. Через несправний датчик, паливна суміш коригуватиметься. Це викличе жорстку роботу та вібрацію двигуна на понижених швидкостях.

- Втрата потужності. Датчик температури охолоджуючої рідини двигуна, може суттєво впливати на паливно-повітряну суміш. Неякісна паливно-повітряна суміш, може призвести до різкого зниження продуктивності двигуна.

- Збільшені викиди отруйних речовин. Не повній мірі, згоряє робоча суміш.

- Перегрів двигуна. Викликає термічні деформації, з'являються тріщини чи починає «пливсти» головка блоку циліндрів.

### **3.2 Методика перевірки температурної відповідності двигуна**

Основна мета — перевірити, чи температура двигуна в зоні датчика, відповідає температурі, яка відображається на панелі приладів, або показникам з блоку управління.



Необхідно виконати наступні дії:

- Запустити двигун автомобіля та дати йому прогрітися.
- Використовуючи інфрачервоний термометр, слід виміряти температуру поблизу датчика температури.
- Порівняти отримане значення з температурою, що відображається на приладовій панелі. Найкраще контролювати температуру через діагностичне обладнання. Якщо двигун ще холодний (для наприкладу, 14 градусів), показники на блоці управління двигуном, через діагностичний пристрій повинні відповідати зазначеній вище 14 °С.
- Після запуску двигуна, слід спостерігати за підвищенням температури (за допомогою пірометра в області датчика, при цьому слід порівнювати дані з показниками комп'ютера). Значення мають бути майже однаковими до моменту, коли спрацьовує вентилятор охолодження основного радіатора. Якщо значення значно різняться, це свідчить про несправність датчика.

На рис. 3.2, зображено розміщення датчика температури на інжекторному двигуні.



Рисунок 3.2. – Розміщення датчика температури.

- Перевірити наявність корозії чи пошкоджень: Оглянути роз'єми та електропровідники на наявність корозії, переломів чи видимих пошкоджень. Корозія може виникнути через потрапляння вологи, що

ускладнює якісне з'єднання датчика з роз'ємом. Окислення, зазвичай має зелений відтінок.

- Перевірити контакти: Необхідно звернути увагу на наявність забруднень у роз'ємі, рис. 3.3

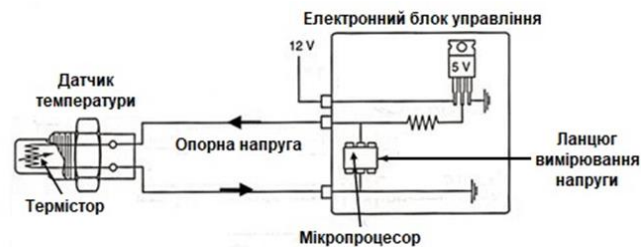


Рисунок 3.3 – Схема підключення датчика температури до електронного блоку управління.

Датчик температури, є важливим елементом для належної роботи двигуна та його систем. Він забезпечує оптимальні умови для його роботи, підтримуючи економічність, екологічність та комфорт під час експлуатації автомобіля.

Якщо є підозра на несправність датчика температури, найкращим варіантом буде його заміна. У випадку, коли проблема з температурою двигуна не зникає, після заміни датчика, причина може бути в іншому елементі системи охолодження: у термостаті, водяному насосі чи радіаторі.

За холодних умов експлуатації автомобіля, на багатьох автостоянках під час прогрівання автомобілів, часто спостерігається підвищення обертів колінчастого валу, яке не зменшується в процесі прогрівання. Зазвичай, ця проблема виникає саме з настанням холодів, і тому припускають, що причина не в несправності «механічної частини». Електронний блок управління (ЕБУ) враховує показники багатьох датчиків, і одним з основних є датчик температури.

Датчик температури, представляє собою звичайний терморезистор, опір якого змінюється, залежно від температурного режиму двигуна. Для прикладу, за температури -10 градусів, його опір складає близько 5-6 кОм, а при 80 градусів – близько 300 Ом. Блок управління, ретельно відслідковує ці

зміни. Принцип його роботи простий: чим нижча температура двигуна, тим більша потреба в подачі палива в циліндри. Це досягається, збільшенням часу відкриття паливних форсунок. Тобто, за -10 градусів - ЕСУ відкриває форсунки на 2,5 мс, а при 80 градусах – на 1,2 мс.

Автомобілі, починаючи з 1990-х років, стали більш модернізованими порівняно, зі своїми попередниками. У більшості моделей, вже відсутній гвинт байпасного каналу на дросельній заслінці. Його замінила електронна система управління двигуном, яка також відповідає за запуск, прогрівання двигуна та регулювання холостого ходу. Після вмикання запалювання, активується блок управління, який за частки секунди, виконує безліч операцій: перевіряє електричне живлення датчиків, і у разі несправності, записує цю помилку в пам'ять блоку у вигляді цифрового коду.

Відповідно, під час запуску холодного двигуна, блок управління визначає це, оскільки датчик температури показує високий опір. Тому форсунки відкриваються на довший час, що забезпечує більшу кількість палива в циліндрах. Одночасно електронний блок управління, орієнтуючись на покази датчика температури, регулює подачу повітря через шестиконтактний серводвигун, встановлений на корпусі повітряної заслінки. Це дозволяє сформувати оптимальне співвідношення палива та повітря для заданої температури, що подається у циліндри.

Усі ці параметри зберігаються в пам'яті блоку управління, і основним орієнтиром для них, є покази датчика температури. Тому, оберти колінчастого валу двигуна знижуються до значення, яке відповідає мінімальній температурі, тобто до того рівня, коли блок управління «розуміє», що двигун вже прогрівся і встановлює оберти холостого ходу.

### **3.3 Результати досліджень**

Еспериментальні дослідження проводилися на інжекторному двигуні об'ємом 1,6 л, оснащеним електронною системою управління. Датчик

температури двигуна, який входить до складу ЕСУ, є ключовим елементом системи впорскування. Він регулює склад паливоповітряної суміші, враховуючи температуру охолоджувальної рідини, і функціонує як потенціометр, змінюючи опір, залежно від температури.

Несправність датчика температури, може спричинити значне збіднення або збагачення паливоповітряної суміші. У разі невідповідних значень вихідних сигналів (стосовно реального встановленого температурного режиму), запуск двигуна стає складним або навіть неможливим, оскільки електронний блок управління не може визначити правильний склад пускової паливоповітряної суміші.

Ознакою несправності датчика температури, є підвищені оберти колінчастого валу (після запуску інжекторного двигуна в режимі холостого ходу (до 1600 об/хв)), які мають поступово знижуватися до мінімального рівня 900 об/хв, але цього не відбувається.

На рис. 3.4 показано, як датчик температури впливає на корекцію складу паливоповітряної суміші, забезпечуючи належний запуск, швидке прогрівання двигуна та каталітичного нейтралізатора.

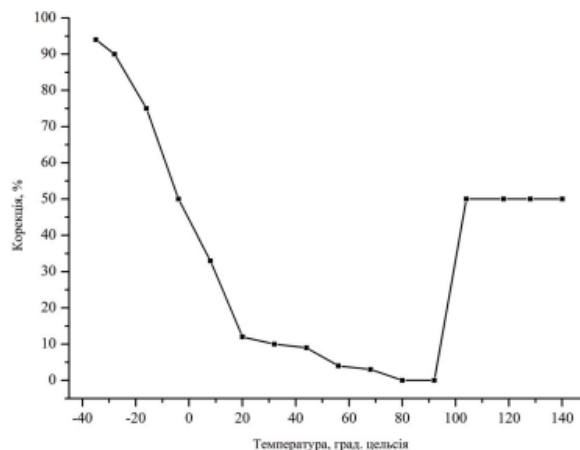


Рисунок 3.4 – Корекція паливоповітряної суміші від температурного режиму двигуна.

Аналізуючи графік, цілком впевнено можна відмітити, що найкраща корекція паливо-повітряної суміші спостерігається за температурного режиму бензинового двигуна від 80°C до 95°C.

Іншим важливим елементом системи впорскування, який відповідає за рівномірне прискорення та динамічні характеристики автомобіля, є датчик положення дросельної заслінки. Він регулює подачу палива, залежно від положення дросельної заслінки, визначає момент активації режиму збагачення паливоповітряної суміші (коли відсутній зворотний зв'язок), враховує очікувану витрату повітря та активує режим холостого ходу.

На рисунку 3.5 представлено приклад впливу положення дросельної заслінки (%), на активацію режиму збагачення паливоповітряної суміші.

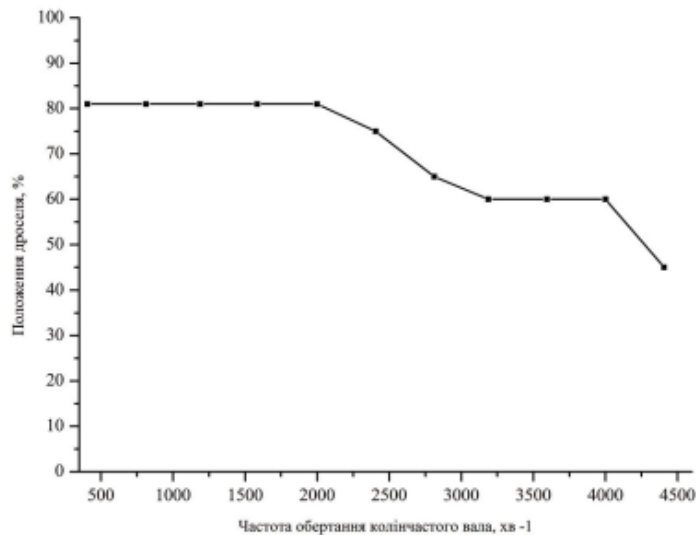


Рисунок 3.5 – Графік залежності обертів колінчастого валу від положення дросельної заслінки.

Варто зауважити, що несправність датчика положення дросельної заслінки, негативно впливає на роботу двигуна, особливо під час корекції складу паливоповітряної суміші (за умов навантаження, коли заслінка відкривається на певний кут, для забезпечення очікуваного заповнення).

### 3.3.1 Результати дослідження датчика температури у середовищі програмного продукту «Eletude»

Крім того, нами було проведено дослідження впливу датчика температури на режим запуску та холостого ходу інжекторного двигуна, за використання віртуального середовища «Eletude».

Перший експеримент, проводили у процесі запуску і прогрівання бензинового двигуна, з використанням віртуального адаптеру. У цій електронній системі управління двигуном, функцію регулятора холостого ходу виконує кроковий двигун, який управляє модулем дросельної заслінки, рис. 3.6.

PID	Опис	Значення	мінімум	максимум	одиниця виміру
05	Температура охолоджуючої рідини двигуна	64.5	-40	130	°C
06	Короткострокова корекція подачі палива	---	-20	14	%
0C	Частота обертання колінчастого валу (об/хв)	581	0	7250	RPM
4C	Модуль керування дросельної заслінки (вихід ЕСМ)	16.1	0	100	%
FB	Напруга живлення модуля керування дросельної заслінки	10.4	0	15.5	V
FC	Ширина імпульсу інжектора	3.6	0	10	ms

15°C -- дійсна температура двигуна (за показами на панелі приладів, ширина імпульсу повинна становити близько 8,2 ms)

а) за несправного датчика температури у режимі запуску

PID	Опис	Значення	мінімум	максимум	одиниця виміру
05	Температура охолоджуючої рідини двигуна	30.3	-40	130	°C
06	Короткострокова корекція подачі палива	---	-20	14	%
0C	Частота обертання колінчастого валу (об/хв)	1185	0	7250	RPM
4C	Модуль керування дросельної заслінки (вихід ЕСМ)	15.3	0	100	%
FB	Напруга живлення модуля керування дросельної заслінки	14.0	0	15.5	V
FC	Ширина імпульсу інжектора	6.7	0	10	ms

б) за справного, у режимі прогрівання двигуна

Рисунок 3.6 – Скановані значення параметрів датчика температури і ширини інжектора.

Аналізуючи вище скановані параметри у режимі запуску двигуна, отримали:

- температура охолоджуваної рідини за несправним датчиком становила – 64,5°C (відносно встановленої – 15 °C)
- оберти колінчастого валу – 581 об/хв;
- ширина імпульсу інжектора склала до 3.6 мсек., що засвідчує зменшену подачу палива (відносно необхідних 8,2 мсек.);
- модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 16,1 %.

Даний несправний датчик температури, і був причиною незапуску інжекторного двигуна, так як ЕБУ отримав завищену температуру двигуна.

Наступне сканування ЕБУ, проводили в режимі прогрітого двигуна, за відсутності сигналу від датчика температури, рис. 3.7

PID	Опис	Значення	мінімум	максимум	одиниця виміру
05	Температура охолоджуючої рідини двигуна	-20.0	-40	130	°C
06	Короткострокова корекція подачі палива	---	-20	14	%
0C	Частота обертання колінчастого валу (об/хв)	1289	0	7250	RPM
4C	Модуль керування дросельної заслінки (вихід ЕСМ)	18.9	0	100	%
FB	Напруга живлення модуля керування дросельної заслінки	14.0	0	15.5	V
FC	Ширина імпульсу інжектора	10.3	0	10	ms

Рисунок 3.7 – Значення параметрів, за відсутності вихідного сигналу датчика температури.

Аналізуючи значення досліджуваних параметрів (за відсутності сигналів від датчика температури) ЕБУ інформує наступне:

- хід дросельної заслінки збільшився до 18,9 %;
- ширина імпульсу інжектора склала 10,3 мсек., що на 3,6 мсек. вище за нормально працюючого датчика температури (у режимі прогрівання);
- встановилася плаваюча частота обертів колінчастого валу, що склала від 1280 до 1289 об/хв.

На завершальному етапі наших досліджень, зосередили свою увагу на проведенні сканування робочих параметрів, за сталої роботи всіх електронних елементів системи, у режимі прогрітого двигуна, рис. 3.8.

PID	Опис	Значення	мінімум	максимум	одиниця виміру
05	Температура охолоджуючої рідини двигуна	82.9	-40	130	°C
06	Короткострокова корекція подачі палива	-6.8	-20	14	%
0C	Частота обертання колінчастого валу (об/хв)	801	0	7250	RPM
4C	Модуль керування дросельної заслінки (вихід ЕСМ)	8.2	0	100	%
FB	Напряга живлення модуля керування дросельної заслінки	13.2	0	15.5	V
FC	Ширина імпульсу інжектора	2.7	0	10	ms

Рисунок 3.8 – Значення робочих параметрів двигуна, за його сталої температурного режиму.

Згідно сканованих параметрів, отримали наступні оптимальні значення параметрів (за коректної роботи датчика температури):

- корекція палива склала – 6,8 %;
- оберти колінчастого валу – 801 об/хв;
- модуль дросельної заслінки склав – 8,2 %;
- ширина імпульсу інжектора склала - 2,7 мсек.

### Висновки до розділу 3

Розрахунковим способом, нам вдалося дослідити швидкість руху повітряного потоку (у режимі запуску двигуна), через байпасну магістраль і перепускний дросильючий клапан РХ, що склала близько – 6,28 м/сек.

Використовуючи віртуальне середовище "Electude", ми змогли без витрат паливно-мастильних матеріалів дослідити (за допомогою сканера) вплив температурного датчика, на режими роботи інжекторного двигуна.

У режимі запуску (за несправного датчика, що спричинило відсутність запуску ДВЗ):



- Оберти колінчастого валу збільшилися до 581 об/хв;
- Ширина імпульсу інжектора – 3,6 мсек;
- Модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 16,1 %.

У режимі прогрівання:

- Оберти колінчастого валу збільшилися до 1185 об/хв;
- Ширина імпульсу інжектора зросла до 6,7 мсек;
- Модуль дросельної заслінки стабілізувався на рівні 15,3 %.

За відсутності сигналу датчика температури двигуна:

- Дросельна заслінка збільшила хід до 18,9 %;
- Ширина імпульсу інжектора досягла 10,3 мсек (на 3,4 мсек

більше, ніж із працюючим датчиком у режимі прогрівання);

- Частота обертів піднялася до 1289 об/хв.

У стабільному температурному режимі, при якісній роботі електронних елементів системи:

- Корекція подачі палива стабілізувалася на рівні 6,8 %;
- Частота обертання колінчастого валу утримувалася в межах 801 об/хв;
- Модуль дросельної заслінки, залишався стабільним на рівні 8,2 %;
- Ширина імпульсу мінімізувалася до 2,7 мсек.

Результати наших досліджень показали, що за некоректної роботи датчика температури (покази якого становлять 15°C, а насправді - ЕБУ бачить 80°C) - приводить до відсутності процесу запуску двигуна (так, як у камери запалювання, поступає недостатня кількість робочої суміші). Для відновлення процесу запуску – слід ЕБУ запустити у аварійний режим (шляхом вимкнення роз'єму датчика), що призведе до збільшеної кількості подачі палива, і двигун запуститься.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Небезпечні обставини під час проведення експериментальних і діагностичних досліджень

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [4]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.
- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.
- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.
- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.
- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.
- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.
- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.
- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.
- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.
- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів (з'єднувачів або

елементів) друкованої плати ЕБУ.

Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN, впровадженого фірмою BOSCH.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

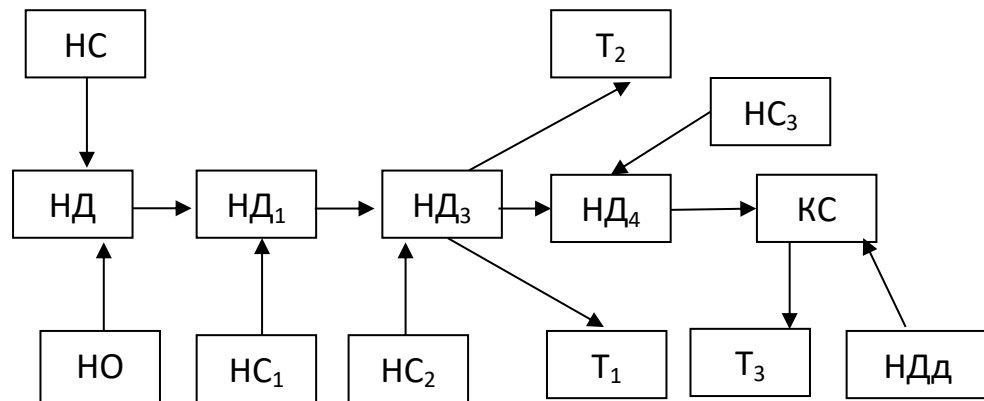
- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);

- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час проведення комп'ютерної діагностики електронного блоку керування сучасним двигуном, рис, 4.1.



HD – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО<sub>1</sub> – наявність незначного схилу; HD<sub>1</sub> – зняття заглушки із роз'єму; НС<sub>1</sub> – можливе побиття кінцівок рук; HD<sub>3</sub> – встановлення вилки із адаптера у діагностичний роз'єм; НС<sub>2</sub> – можливе падіння капота та побиття кисті рук; Т<sub>1</sub> – травма пальців; Т<sub>2</sub> – побиття ліктів рук; HD<sub>4</sub> – фіксація регулювальної шторки; НС<sub>3</sub> – небажане склеювання пальців в умовах низьких температур навколишнього середовища; Т<sub>3</sub> – пошкодження пушок пальців рук; KS – заземлення кінцівок; НДд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час проведення комп'ютерної діагностики сучасного автомобіля

## 4.2 Пожежна безпека

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на

відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу  $h$ , м (приблизно  $2h_x$ ) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту  $r_x$  подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 5.1) визначиться за відношенням [4]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де  $h$  – висота блискавковідводу, м;

$h_x$  – висота будівлі, м.

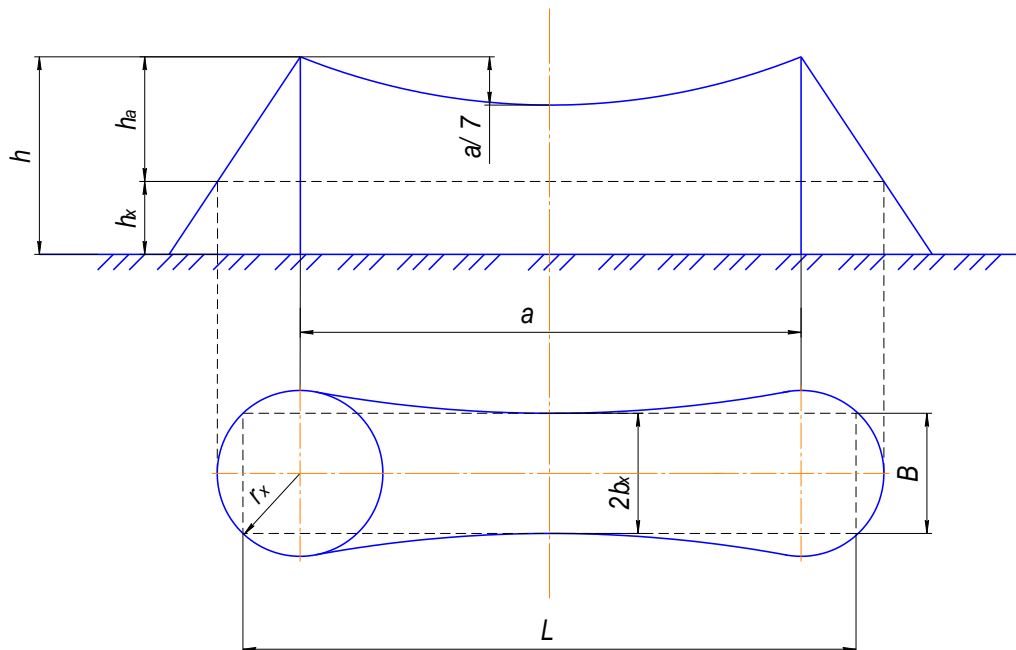


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

Приймаємо висоту блискавковідводу  $h = 20$  м.

Тоді,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

$k_x$ :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}. \quad (4.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт  $k_x$  за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони  $2b_x$  на висоті  $h_x$  визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де  $h_a$  – активна висота блискавковідводу, м;

$a$  – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (4.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

### 4.3 Охорона праці персоналу

Охорона праці під час комп'ютерної діагностики транспортного засобу, є важливою для забезпечення безпеки працівників і попередження можливих ризиків. Ось деякі аспекти, які слід враховувати:

**Вентиляція приміщення.** Слід переконатися, що приміщення, де проводиться діагностика, добре провітрюється. Це особливо важливо при використанні хімічних речовин або якщо виникає необхідність у скиданні вихлопних газів.

**Заземлення обладнання.** Правильне заземлення комп'ютерного обладнання та автомобіля, є ключовим для уникнення електростатичного розряду, що може пошкодити електроніку.

**Особистий захист.** Слід забезпечити працівників відповідним особистим захистом, таким як: рукавиці, окуляри та захисний одяг, особливо при взаємодії з хімічними речовинами чи мастилами.

**Вимкнення автомобіля.** Необхідно забезпечити, щоб автомобіль був вимкнений та ключ вийнятий перед тим, як розпочати будь-які діагностичні роботи.

**Безпека електроживлення.** Необхідно уникати взаємодії з електричними системами автомобіля, особливо з високовольтними системами (якщо такі є), не маючи відповідної кваліфікації та заходів безпеки.

**Навчання персоналу.** Необхідно переконатися, що персонал має відповідну підготовку та розуміє правила безпеки під час роботи з комп'ютерною діагностикою автомобіля.

Ці заходи допоможуть забезпечити ефективну та безпечну процедуру комп'ютерної діагностики автомобіля, зменшуючи ризик та захищаючи здоров'я працівників.

#### 4.4 Організаційно-технічні рекомендації

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем: зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьогоденних і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах;

2. Шкідливі викиди від автомобілів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямої шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, повені в Європі й Азії.



З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водняним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин.. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів автомобілів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затрудненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечне в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на автомобільних підприємствах, технічне обслуговування автомобілів проводиться не на належному рівні: а) відпрацьовані оливи зливаються на землю; б) зношені шини спалюються безпосередньо на землі. Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне

забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на у автомобільних підприємствах проводиться контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є легкими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях) [4]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у

відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

## Висновки до розділу 4

Під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля були розроблені заходи для забезпечення безпеки та охорони праці:

1. Засоби індивідуального захисту:
  - Забезпечення працівників захисними окулярами або екранами для очей під час роботи з комп'ютерним обладнанням.
  - Використання захисних рукавичок і одягу з міцних матеріалів для запобігання травмам і подразненням шкіри.
2. Правильне використання обладнання:
  - Навчання працівників правилам експлуатації комп'ютерної техніки та програмного забезпечення.
  - Забезпечення технічної справності обладнання відповідно до стандартів безпеки.
3. Електробезпека:
  - Дотримання вимог електробезпеки при роботі з електричним обладнанням автомобіля та комп'ютерними системами.
4. Вентиляція та створення комфортного робочого середовища:
  - Виконання робіт у добре провітрюваних приміщеннях або із застосуванням систем вентиляції.
  - Забезпечення комфортних умов для запобігання фізичному та психологічному перевантаженню працівників.
5. Захист від зовнішніх впливів:
  - Захист комп'ютерної техніки від пилу, вологи та інших факторів, що можуть вплинути на її функціонування.
  - Організація безпечного зберігання та транспортування обладнання.

6. Аварійна готовність:

- Дотримання процедур безпеки в разі виникнення аварійних ситуацій.
- Забезпечення робочого місця засобами пожежогасіння та першої допомоги.

Крім того: розроблено та змодельовано небезпечні ситуації, які допомагають запобігти травмам і нещасним випадкам; впроваджено заходи пожежної безпеки для будівлі, де виконуються роботи з комп'ютерної діагностики автомобілів.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Економічні витрати

Економічні витрати автомобіля з електронним керуванням під час аварійного режиму роботи, можуть бути значними і включати різні аспекти.

Ось деякі із можливих:

Ремонт електроніки. В аварійних ситуаціях, може виникнути необхідність у серйозному ремонті або заміні електронних компонентів і систем.

Вартість зазначених вище робіт може бути значною, через високу складність сучасних електронних систем [7].

Вартість заміни частин. Якщо аварійний режим призвів до пошкодження виконавчих елементів автомобіля (датчики, блоки управління і інш.), то вартість їх заміни або відновлення можуть бути досить значні.

Втрати від зупинки. Якщо автомобіль перебуває в аварійному режимі, це може призвести до зупинки або обмеження його функцій. А також спричинити втрати для власників, пов'язані з невикористанням транспортного засобу.

У випадку аварії, пов'язаної з електронікою, можуть збільшитися страхові витрати, особливо якщо необхідно відновлювати чи здійснювати заміну дорогих електронних елементів.

Визначення та усунення проблем у системах електронного керування, може вимагати великих трудовитрат та витрат на діагностику.

У загальному, слід зазначити, що економічні витрати в аварійному режимі для автомобіля з електронним керуванням, можуть бути значними через високотехнологічні компоненти, складність діагностики та ремонту.

## 5.2 Залежність системи живлення від електронних елементів двигуна

Давач кисню, також відомий, як лямбда-зонд, важливий для регулювання суміші повітря та палива в бензинових двигунах. Його вплив на економічні показники може бути дуже значним.

Ось деякі аспекти, які пам'ятати:

- Ефективність споживання палива (паливна ефективність). Давач кисню на автомобільному двигуні, оптимізує вміст повітря та палива у робочій суміші, що забезпечує ефективне їхнє згоряння. А це відповідно, позитивно впливає на споживання палива та зменшує викиди.

- Зменшення шкідливих викидів. Сенсор кисню дозволяє уникнути збільшення витрати палива, для його згоряння. Це дозволяє двигуну працювати оптимально і зменшує кількість шкідливих викидів у атмосферу.

- Збереження каталізатора. Давач кисню, дуже важливий для роботи каталізатора, який відповідає за зниження рівня шкідливих викидів. Правильна робота сенсора, дозволяє підтримувати ефективність каталізатора і зменшує його зношення.

- Максимальна потужність. Зазначений сенсор, також може впливати на максимальну потужність двигуна, підтримуючи його функціонування на оптимальному рівні.

- Тривалість експлуатаційного періоду двигуна. Правильна робота сенсора кисню, може сприяти збереженню двигуна, зменшуючи його знос та забезпечуючи оптимальні умови роботи.

Узагальнюючи, сенсор кисню відіграє ключову роль в оптимізації роботи бензинового двигуна, що може призвести до покращення його економічних показників, таких, як споживання палива та екологічних показників.

### 5.3 Експлуатаційні витрати автомобіля, за некоректної роботи давача температури

Використання комп'ютерного діагностичного обладнання для аналізу електронного блоку керування автомобілем, дозволяє вчасно виявляти проблеми у роботі виконавчих електронних елементів, які формують або коригують електричні сигнали від робочих механізмів, що контролюються блоком управління. Для розрахунку економічних втрат, коли досліджуваний автомобіль потрапляє в аварійний режим роботи (за неякісної роботи давача температури), використовується методика, яка детально описана у джерелі [9].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля будуть визначатися за наступною формулою:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (6.1)$$

де  $Z_n$  – витрати на паливе;

$Z_{зм}$  – витрати на змащувальні матеріали,  $Z_{зм} = 1,8$  грн./км;

$Z_{ТО}$  – витрати на технічне обслуговування;

$Z_{ав}$  – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$  – витрати на шини,  $Z_{ш} = 0,19$  грн./км;

$Z_{зн}$  – витрати на заробітну плату водія,  $Z_{зн} = 10,00$  грн.

Грошові витрати на придбання палива (з справною і несправною системою) визначаємо за відомою формулою:

$$Z_n^{\delta} = \frac{C_n^{\delta} \cdot g}{100} \quad 6.2$$

де,  $C_n^{\delta}$  – вартість палива,  $C_n^{\delta} = 53,00$  грн./л;

$g$  – витрата палива (з несправною системою),  $g = 9,0$  л/100 км.

Тоді:

$$Z_n^{\delta} = \frac{53,00 \cdot 9,00}{100} = 4,77 \text{ грн/км}$$

Тоді, із справною системою:



$$Z_n^e = \frac{c_n^e \cdot g_n}{100}, \quad 6.3$$

де,  $g_{п.п}$  – витрата палива із справною системою,  $g_{п.п} = 6,5$  л/100 км.

Отже:

$$Z_{п}^в = \frac{53,00 \cdot 6,5}{100} = 3,44 \text{ грн/км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для автомобіля з справною системою є нижчими, відносно несправної.

Тоді, витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{то} = N_{тр} \cdot l_{тр} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 6.4$$

де,  $N_{тр}$  – витрати на автомобіль з модернізованою системою і базовою,  $N_{тр} = 82,2$  грн./1000 км.

$$Z_{то} = 72,2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,0822 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{амор} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_e}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{кап.р}}{10^5}, \text{ грн} \quad 6.5$$

де,  $Ц$  – балансова вартість автомобіля,  $Ц = 150600,00$  грн.;

$A_e$  – нормативні амортизаційні відрахування,  $A_e = 0,22$ ;

$l_p$  – річний пробіг, приймаємо  $l_p = 15500$  км;

$A_{кап.р}$  – нормативні відрахування на капітальний ремонт,  $A_{кап.р} = 0,14$

$$Z_{амор} = \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,22}{10^5} + \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,14}{10^5} = 5135,50 + 3268,02 = 8403,52 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для несправної системи

$$Z = 4,77 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 17,12 \text{ грн/км};$$

- за справної

$$Z = 3,44 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 15,79 \text{ грн./км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть становити ( $b = 0,01$  - коеф., що враховує простій автомобіля, тобто пробіг рівний близько 14850 км/рік):

- з справною

$$Z_{д} = 15,79 \cdot 14850 = 234481,50 \text{ грн./рік};$$

- за несправної

$$З_d = 17,12 \cdot 14850 = 254232,00 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річні економічні витрати від некоректної роботи датчика температури, склали:

$$E = 254232,00 - 234481,50 = 19750,50 \text{ грн./рік}$$

### **Висновки до розділу 5**

У разі несправності роботи температурного датчика чи модуля керування дросельної заслінки у впускній системі інжекторного двигуна, електронний блок управління може перейти в аварійний режим роботи. Це призводить до підвищеного споживання палива та зростання викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Наслідки такого процесу можуть спричинити щорічні економічні втрати, які оцінюються приблизно в 19750,50 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Техніко-економічне обґрунтування літературних джерел показало, що робота регулятора холостого ходу в сучасних системах живлення двигунів, значною мірою залежить від температурного режиму роботи двигуна (тобто, від вихідних електричних імпульсів датчика температури).

Розроблено методику розрахунку часу, необхідного для проходження повітряної маси, через байпасну магістраль і клапан регулятора холостого ходу (зокрема у момент, коли поршень починає рух із ВМТ під час такту «впуск» (у процесі запуску двигуна)). Для прогрітого двигуна - тривалість цього процесу становить приблизно 0,45 секунди у режимі запуску.

Також, встановлено залежність руху повітряної маси через байпасний канал із регулюючим клапаном (від поступового зменшення його пропускної здатності, через підвищення температури двигуна). А це врешті-решт, призводить до затронутого його запуску. Зокрема, за частоти обертання колінчастого валу близько 50 об/хв, швидкість руху повітряних мас через клапан у байпасній магістралі, складає 1,88 м/сек. (за максимально відкритого клапану).

Використовуючи віртуальне середовище "Electude", ми змогли без витрат паливно-мастильних матеріалів дослідити (за допомогою сканера) вплив температурного датчика, на режими роботи інжекторного двигуна.

У режимі запуску (за несправного датчика, що спричинило відсутність запуску):

- Оберти колінчастого валу збільшилися до 581 об/хв;
- Ширина імпульсу інжектора – 3,6 мсек;
- Модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 16,1 %.

У режимі прогрівання:

- Оберти колінчастого валу збільшилися до 1185 об/хв;
- Ширина імпульсу інжектора зросла до 6,7 мсек;

- Модуль дросельної заслінки стабілізувався на рівні 15,3 %.

За відсутності сигналу датчика температури двигуна:

- Дросельна заслінка збільшила хід до 18,9 %;
- Ширина імпульсу інжектора досягла 10,3 мсек (на 3,4 мсек більше, ніж із працюючим датчиком у режимі прогрівання);
- Частота обертів піднялася до 1289 об/хв.

У стабільному температурному режимі, при якісній роботі електронних елементів системи:

- Корекція подачі палива стабілізувалася на рівні 6,8 %;
- Частота обертання колінчастого валу утримувалася в межах 801 об/хв;
- Модуль дросельної заслінки, залишався стабільним на рівні 8,2 %;
- Ширина імпульсу мінімізувалася до 2,7 мсек.

Результати наших досліджень показали, що за некоректної роботи датчика температури (покази якого становили 15°C, а насправді - ЕБУ бачить 80°C) - приводить до відсутності процесу запуску (так, як у камери запалювання, поступає недостатня кількість робочої суміші). Для відновлення процесу запуску – слід ЕБУ запустити у аварійний режим (шляхом вимкнення роз'єму датчика), що призведе до збільшеної кількості подачі палива.

Під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля, розроблені заходи для забезпечення безпеки та охорони праці:

1. Засоби індивідуального захисту:
  - о Забезпечення працівників захисними окулярами або екранами для очей під час роботи з комп'ютерним обладнанням.
  - о Використання захисних рукавичок і одягу з міцних матеріалів для запобігання травмам і подразненням шкіри.
2. Правильне використання обладнання:
  - о Навчання працівників правилам експлуатації комп'ютерної техніки та програмного забезпечення.
  - о Забезпечення технічної справності обладнання відповідно до

стандартів безпеки.

3. Електробезпека:

о Дотримання вимог електробезпеки при роботі з електричним обладнанням автомобіля та комп'ютерними системами.

4. Вентиляція та створення комфортного робочого середовища:

о Виконання робіт у добре провітрюваних приміщеннях або із застосуванням систем вентиляції.

о Забезпечення комфортних умов для запобігання фізичному та психологічному перевантаженню працівників.

5. Захист від зовнішніх впливів:

о Захист комп'ютерної техніки від пилу, вологи та інших факторів, що можуть вплинути на її функціонування.

о Організація безпечного зберігання та транспортування обладнання.

6. Аварійна готовність:

о Дотримання процедур безпеки в разі виникнення аварійних ситуацій.

о Забезпечення робочого місця засобами пожежогасіння та першої допомоги.

Крім того: розроблено та змодельовано небезпечні ситуації, які допомагають запобігти травмам і нещасним випадкам; впроваджено заходи пожежної безпеки для будівлі, де виконуються роботи з комп'ютерної діагностики автомобілів.

У разі несправності роботи температурного датчика чи модуля керування дросельної заслінки у впускній системі інжекторного двигуна, електронний блок управління може перейти в аварійний режим роботи. Це призводить до підвищеного споживання палива та зростання викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Наслідки такого процесу можуть спричинити щорічні економічні втрати, які оцінюються приблизно в 19750,50 грн.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бороденко Ю.М., Гнатів А.В., Аргун І.В. Мехатронні системи автомобіля. Част. 1. Силовий привід: підручник. Харків: ХНАДУ, 2023. 300 с.
2. Бороденко Ю.М., Гнатів А.В., Аргун І.В. Мехатронні системи автомобіля. Част. 2. Ходова частина: підручник. Харків: ХНАДУ, 2024. 226 с.
3. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей. 2006, 292 с.
4. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994, 187 с.
5. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
6. Кисликов В., Лишук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь. К.: 2018, 400 с.
7. Мазепа С. С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. Львів: Видавництво НУЛП, 2004, 168 с.
8. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ: Знання-Прес, 2003, 511 с.
9. Розрахунок економічної ефективності механізму. Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
10. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання. Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
11. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016, 236 с.
12. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородин С.І. Особливості розробки циклу теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора. Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет 33 конференції

«Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р ХНАДУ, Харків, 2017, С. 25 – 27.

13. Двигуни внутрішнього згоряння : [підручник]: у 6 т. / [за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова].:Т.2: Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004, 367 с.

14. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009, 400с.

15. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.

16. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.

17. Войтов В. А., Чепурний Ю.В. Метод віброакустичного дослідження клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Збірник наукових праць. 2020. N 2. Р.72. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v2.20>.

18. Яценко К.Г., Блещенко М.О., Коростильов Г.Л., Чепурний Ю.В. Експериментальне дослідження віброакустичним методом клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Системи озброєння і військова техніка. 2020. N 1(61). С. 177-182. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.21>.

19. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020, 240 с.

20. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013, 132 с.

21. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія. Навчальний посібник К.: Арістей, 2007, 288 с.

22. Максимов В.Г. Загальні принципи діагностування електронних систем автомобіля. Наука і техніка, 2012, 392с.
23. Оборський Г.О., Максимов В.Г., Ніцевич О.Д. та інші. Діагностування електронних систем автомобіля (базовий прилад - тестер KTS 570): метод. посіб. за ред. О.Ф. Дащенко: Наука і техніка, 2012, 186с.
24. Оборський Г.О., Максимов В.Г., Ніцевич О.Д. та інші. Засоби та методи діагностування систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування (базовий прилад - комплекс FSA-740) : метод. посіб., за ред. М.Б. Копитчука: Наука і техніка, 2012, 188с.
25. Максимов В.Г., Ніцевич О.Д., Дрома І. А. Основи методів діагностування електронних систем керування автомобілем. Праці Одеського політехнічного університету, 2013. Вип.3(42), с. 60-65.
26. Біліченко В.В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2012. 118 с.