

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ І ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістерського рівня освіти

на тему: «Дослідження впливу вихідного сигналу давача
температури на роботу регулятора холостого ходу
двигуна»»

Виконав: студент VI курсу групи Ат-62
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Тарас СВИЛЕБА

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон МАГАЦ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 631.359.1: 89

Свилеба Т. М. Дослідження впливу вихідного сигналу давача температури на роботу регулятора холостого ходу двигуна: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 61 с.

Табл. 0; рис. 21; бібліогр. джерел 30.

Описано методику використання віртуального середовища "Electude" для комп'ютерної діагностики інжекторного двигуна з електронним блоком управління.

Розраховано тривалість руху циклічних повітряних мас, через байпасний простір та клапан регулятора холостого ходу. Тобто, за сталого температурного режиму і якісної роботи електронних елементів системи, корекція подачі палива встановила 6,2 %, за частоти обертання колінчастого валу 850 об/хв; модуль дросельної заслінки стабілізувався на значенні – 8,4 %, ширина імпульсу мінімізувалася на позначці 2,8 мсек..

Представлено обладнання та описано і досліджено вплив неякісно працюючого регулятора холостого ходу на роботу електронної системи управління двигуном.

Описано заходи, для забезпечення охорони праці та безпеки під час комп'ютерної діагностики автомобіля, за аварійного режиму роботи електронного блоку керування.

Розраховано економічні витрати, за некоректно працюючого модуля дросельної заслінки (регулятора холостого ходу), що становлять близько 19750,50 грн./ рік.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Електронне обладнання для управління регулятором холостого ходу.....	8
1.2 Особливості конструкції та роботи регулятора холостого ходу.....	10
Висновки до розділу 1.....	16
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.1 Розрахунок руху повітряного потоку через байпасну магістраль через клапан	17
2.2 Сили, що діють на потік повітряної маси у байпасній магістралі	18
Висновки до розділу 2.....	23
3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1 Призначення регулятора холостого ходу	24
3.2 Вплив регулятора холостого ходу на роботу двигуна за різних температурних умов	26
3.2.1 Особливості регулятора холостого ходу	28
3.2.2 Ознаки несправності клапана холостого ходу.....	28
3.3 Дослідження регулятора холостого ходу.....	29
3.3.1 Підбір нового давача холостого ходу.....	30
Висновки до розділу 3.....	38
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Виникнення небезпечних обставин під час сканування електронних елементів автомобіля	40
4.2 Пожежна безпека.	42
4.3 Охорона праці персоналу з технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів	45
4.4 Організаційно-технічні рекомендації	46
Висновки до розділу 4.....	50
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	51
5.1 Економічні витрати.....	51

5.2 Залежність системи живлення від електронних елементів, що суттєво впливають на економічність роботи сучасного двигуна	52
5.3 Експлуатаційні витрати сучасного автомобіля, за некоректної роботи датчика температури.....	53
Висновки до розділу 5.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	56
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Перед сучасними автомобільними двигунами ставляться все більш високі вимоги щодо токсичності, витрат палива, надійності, низької шумності та інших експлуатаційних показників. Досягнення високих значень зазначених показників було б неможливим, без застосування електронних систем. Саме за допомогою засобів електроніки, на кожному з режимів роботи двигуна його характеристики оптимізуються, для знаходження збалансованого співвідношення між його енергетичними та екологічними показниками.

Як показує статистичний аналіз світового виробництва бензинових двигунів легкових автомобілів, епоха застосування карбюратора у світовому автомобільному двигунобудуванні остаточно завершилася ще у 2007 році.

У зв'язку з широким поширенням електронних систем упорскування бензину, завдання покращення показників автомобільного двигуна на різних режимах його роботи повністю змінилися, як змінилися шляхи та засоби їх вирішення

З поліпшенням показників роботи автомобільного двигуна на різних режимах його роботи, сьогодні висувуються більш високі вимоги і до такого, здавалося б, малозначущого режиму роботи двигуна, як холостий хід. Важливість даного режиму обумовлена тим, що у сучасних умовах міського руху, двигун працює близько 40% від усього денного пробігу автомобіля.

Проведений аналіз процесів, що протікають в автомобільному бензиновому двигуні на холостому ході, а також існуючих шляхів та пристроїв для керування двигуном у цьому режимі показує, що покращення показників якості, є комплексним завданням, актуальним для сучасної автомобільної індустрії.

Отже, наші дослідження будуть спрямовані на взаємозв'язок регулятора холостого ходу із давачем температури системи охолодження двигуна з розподіленою системою живлення.

Слід зазначити, що несправна робота регулятора холостого ходу у більшості сучасних двигунів, не считується бортовою системою самодіагностики, тобто не засвічується індикатор «Check» на панелі приладів. Відповідно, використання сучасного компютерного діагностичного обладнання, швидко дозволить визначити стан роботи впускної системи.

Тому, **метою кваліфікаційної роботи**, є дослідження впливу температурного режиму двигуна на роботу регулятора холостого ходу впускної системи.

Для цього необхідно:

1. Провести техніко-економічне обґрунтування інжекторних двигунів з електронним керуванням.
2. Теоретично обґрунтувати процес руху повітряного потоку через байпасний отвір системи холостого ходу двигуна.
3. Дослідити процес зміни ходу штоку регулятора холостого ходу, за різних температурних режимів двигуна.
4. Описати охорону праці і безпеку під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля та проаналізувати економічні витрати, за неякісної роботи впускної системи двигуна.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Електронне обладнання для управління регулятором холостого ходу

Різні аспекти вдосконалення роботи автомобільного бензинового двигуна на режимі холостого ходу досліджувались багатьма інженерами-дослідниками [12]-[16].

Керування холостим ходом автомобільного бензинового двигуна, полягає у підтримці мінімально стійкої частоти обертання колінчастого валу, за різних умов експлуатації. В основному, зазвичай, є необхідність підтримувати мінімально можливу частоту обертання валу двигуна у цьому режимі, що забезпечує зниження витрат палива і токсичні викиди у атмосферне повітря. Однак при цьому, повинен забезпечуватися достатній запас стійкості роботи двигуна, під якою розуміється, здатність двигуна зберігати задану частоту обертання валу при включенні/виключенні енергоспоживачів та відсутності керуючих впливів з боку водія.

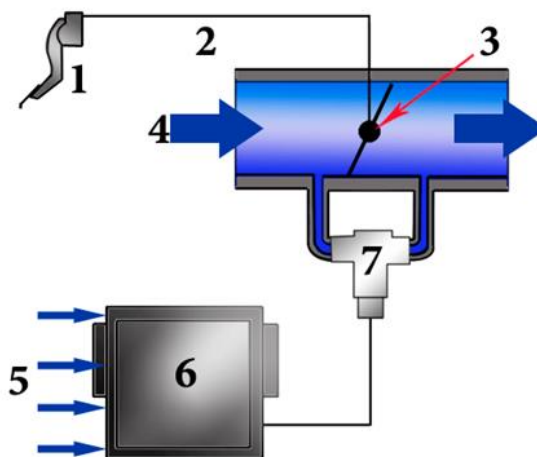
Розрізняють три можливості керування холостим ходом двигуна:

- шляхом регулювання кута випередження запалення;
- зміною складу паливоповітряної суміші;
- регулюванням кількості повітря, що надходить у двигун.

Найбільшого поширення, отримав третій спосіб управління холостим ходом — зміною кількості повітря, що потрапляє у циліндри двигуна. При цьому, керування холостим ходом реалізується за допомогою спеціальних пристроїв, що змінюють кількісну подачу повітря за сигналами контролера, що підводиться через спеціальний байпасний канал холостого ходу або позиціонують дросельну заслінку в певному положенні, для забезпечення необхідної кількості повітря на цьому режимі. У сучасних системах керування автомобільними двигунами, найчастіше використовується дросельовальний переріз байпасного каналу (за допомогою пропорційних

клапанів ХХ, керованих контролером). При цьому елемент, що дроселює, такого клапана, може виконувати поступальне чи кругове переміщення.

На рис. 1.1, зображено схему модуля дросельної заслінки та електронний зв'язок РХХ із електронним блоком керування.



1 – педаль екселератора; 2 – привод дросельної заслінки; 3 – дросельна заслінка; 4 – потік впускного повітря; 5 – сигнали від електронних давачів; 6 – електронний блок управління; 7 – регулятор холостого ходу

Рисунок 1.1 – Схема розміщення регулятора холостого ходу з електронним управлінням.

Незважаючи на використання можливостей сучасних високопродуктивних контролерів систем керування двигуном, які у свою чергу є залежними від електронних елементів, що служать для регулювання подачі повітря, залежно від особливостей їхніх конструкцій і газодинамічних характеристик регуляторів ХХ, можливе різне реагування двигуна, залежно від впливу контролера. У кожному конкретному випадку, газодинамічні характеристики регулятора холостого ходу, повинні бути узгоджені (оптимізовані), для забезпечення якісного холостого ходу [1].

Під газодинамічними характеристиками регулятора ХХ розуміється, залежність витрати повітря (що проходить через електрокерований клапан), від положення його замикаючого елемента. Проведений аналіз підсистем ХХ

показує, що із розвитком електронного управління двигуном, розвивалися і регулятори холостого ходу. Всі автомобілебудівні фірми перейшли від перших недосконалих конструкцій до більш складних пристроїв, що дозволяють гнучко керувати холостий хід з високою точністю і швидкодією. При створенні сучасних регуляторів ХХ, застосовуються нові технології та матеріали, що забезпечують не тільки їх необхідні робочі характеристики, а й підвищену надійність, незначні розміри та вагу.

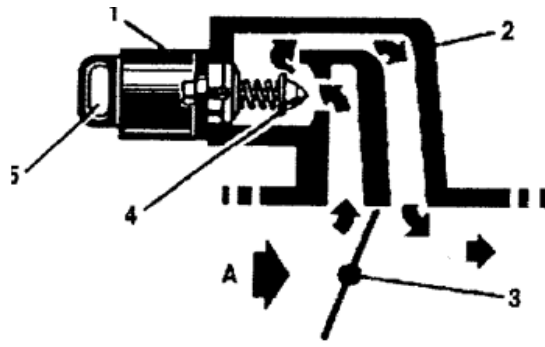
Доведено, що найбільш затребуваними у впускній системі двигуна, є регулятори ХХ, приводом яких є крокові двигуни, що встановлюються у байпасному каналі системи.

На практиці двигунобудування, під якістю ХХ двигуна розуміється: стабільна частота обертання колінчастого валу, відсутність пропусків запалювання, незначна шумність та вібрація.

Аналізуючи процеси, що протікають у бензиновому двигуні в режимі ХХ та існуючі шляхи для керування двигуном у цьому режимі, показує, що покращення показників якості ХХ є комплексним завданням, актуальним для сучасної автомобільної індустрії.

1.2 Особливості конструкції та роботи регулятора холостого ходу

Реле холостого ходу (РХХ) розташоване у модульному вузлі датчика повітряної заслінки і виконує роль дроселювання проходження часткового повітряного потоку через байпасний канал холостого ходу. Кількість повітря, що потрапляє в двигун при закритій заслінці, залежить від діаметра байпасного каналу тобто, від положення валу крокового двигуна (у період прогрівання, підвищені оберти колінчастого валу двигуна). Основним завданням регулятора холостого ходу, є утримання стабільних обертів валу двигуна, за різних його температурних режимів на холостому ходу, рис. 1.2.



1 – кроковий електродвигун регулятора; 2 – дросельна магістраль; 3 – головна дросельна заслінка модуля; 4 – конусний запірний клапан регулятора; 5 – роз'єм для підведення електричної енергії; А – напрям повітряного потоку зі сторони впускної магістралі

Рисунок 1.2 – Схема регулятора холостого ходу [20].

Тоді, основним завданням РХХ є наступне:

- Прогрівання двигуна - регулятор холостого ходу дозволяє підтримувати підвищені оберти двигуна для ефективного прогрівання його компонентів при холодному запуску;
- Підтримка підвищених обертів - при закритій дросельній заслінці, регулятор утримує оберти двигуна на високому рівні, що є необхідним для забезпечення стабільного робочого холостого ходу;
- Плавне скидання оборотів при нагріванні - забезпечує поступове зниження обертів, коли двигун нагрівається, щоб досягти заданих значень обертів на холостому ході;
- Реагування на зміни дросельної заслінки - при відкритті дросельної заслінки, регулятор здійснює контроль за подачею повітря, забезпечуючи плавне зниження обертів при різкому її закритті.
- Компенсація підвищення обертів перед підключенням споживачів - регулює оберти двигуна, перед вмиканням споживачів, таких, як кондиціонер чи вентилятор системи охолодження.

Оскільки, об'єктом наших досліджень у модулі дросельної заслінки, є канал ХХ системи упрскування палива, що включає у себе канал з сідлом

клапана і конусним замикаючим елементом, керованим електромеханічним регулятором, у роботі [3]-[6], проаналізовано спільну роботу двигуна та регулятора холостого ходу.

На рис. 1.3, схематично показані витратні характеристики двигуна при його роботі у режимі холостого ходу та поле витрат, що забезпечується регулятором ХХ. Під полем витратних характеристик регулятора, розумітимемо сукупність витрат через клапан, у межах від мінімального до максимального перепадів тисків на клапані в діапазоні робочих переміщень замикаючого елемента клапану.

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

Для регулятора ХХ, також взятий робочий діапазон переміщень замикаючого елемента ($h_{\min} - h_{\max}$), при якому відомі витрати повітря, що забезпечуються каналом ХХ при мінімальному і максимальному перепаді тиску на клапані [5].



Рисунок 1.3 – Еп'юра спільної роботи бензинового двигуна із системою ХХ (заштриховане поле – кількість повітря, що проходить через байпасний простір регулятора холостого ходу).

Якщо цих даних недостатньо на стадії розробки підсистеми ХХ, були розроблені газодинамічні розрахунки, для побудови поля витратних характеристик, які здатні забезпечуватися регулятором ХХ. За спільної роботи двигуна та регулятора, слід враховувати кількість повітря, що надходить безпосередньо через зазори між дросельною заслінкою та стінкою дросельного вузла (у закритому положенні). Цим і буде визначатиметься і діапазон витрат повітря, який повинен забезпечувати регулятор ХХ [24]-[27].

Таким чином, на етапі розрахункового дослідження необхідно визначити витрату повітря (при обраній конструкції клапанного вузла), яке здатне забезпечити даний регулятор ХХ. За початкове положення регулятора, приймається закрите положення клапану (витрата повітря рівна нулю). Тоді, рораховується витрата повітря через клапанний вузол, при положенні замикаючого елементу h_{\min} , і максимальному і мінімальному перепадах тиску на клапані. Згідно зазначених даних, цілком достатньо можна оцінити робочі характеристики регулятора ХХ.

У роботі [8]-[12], було проведено дослідження регуляторів ХХ, із різними робочими поверхнями клапанів (на основі крокового двигуна) та різними розмірами замикаючих елементів та сідел, рис.1.4.

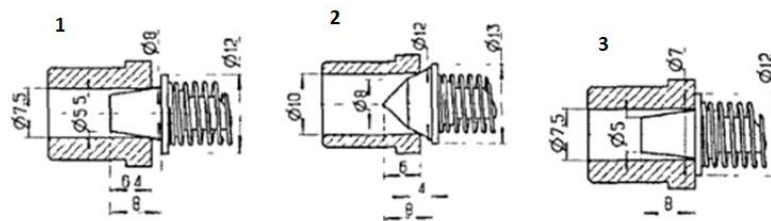
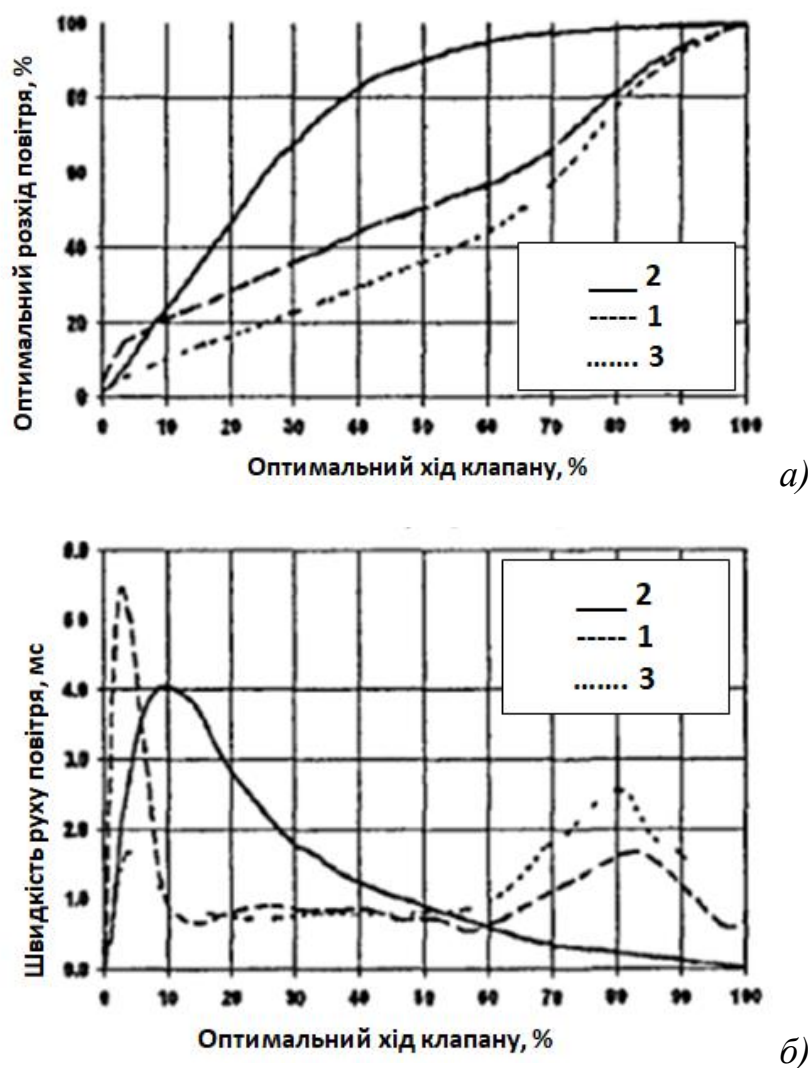


Рисунок 1.4 – Схематичне зображення регуляторів ХХ з різними формами клапанів та байпасними магістралями.

Згідно проведених теоретичних досліджень, щодо витратних характеристик, побудовано графіки проходження повітря через байпасну магістраль, що забезпечує найкращу роботу двигуна на холостому ході, рис.1.5.



а) оптимальний розхід повітря;

б) швидкість руху повітря через байпасний отвір

Рисунок 1.4 – Графіки залежності швидкості руху і кількості повітря від ходу клапана РХХ.

Аналіз графіків показує, що використання грибокподібного клапану регулятора холостого ходу, його крива займає більш плавне положення та відповідно, оберти колінчастого валу двигуна стабілізуються м'яко, відносно використання інших форм клапану регулятора.

У режимі прогрітого двигуна (коли температура охолоджуючої рідини стабілізується 85 -90°C) та привмиканні головних фар, робоча характеристика регулятора холостого ходу виглядає наступним чином, рис.1.5 [9].

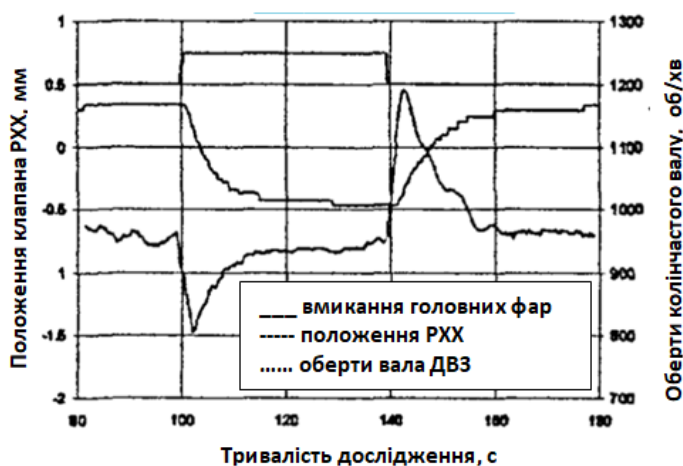


Рисунок 1.5 – Робота регулятора ХХ у режимі вмикання головних фар автомобіля.

Графіки інформують, що за вмикання головних фар, холості оберти спадають до 800 об/хв і стабілізуються протягом 1 хв., при цьому хід штока клапана, опускається близько 1 мм, зменшуючи тим самим байпасний прохід.

На жаль, на деяких сучасних бензинових двигунах, давачі холостого ходу не мають системи самодіагностики, що досить складно виявити стан його роботи. Сід зазначити, що під час поломки, ознаки появи загоряння індикатора «Check Engine» - відсутнє.

На рис. 1.6, зображено електричне живлення крокового регулятора холостого ходу [28]-[30].

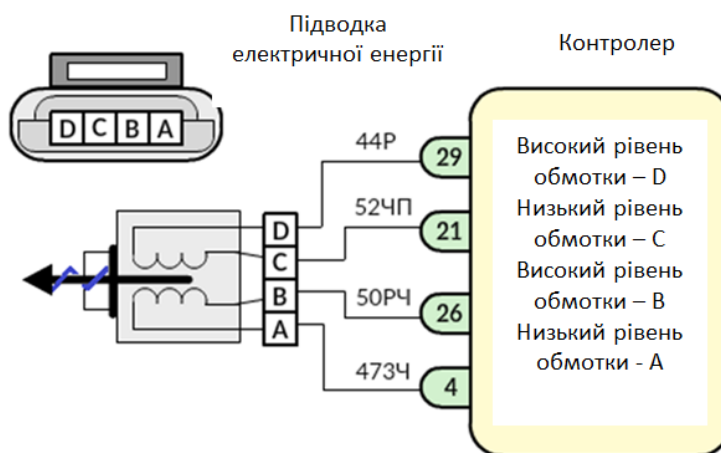


Рисунок 1.6 - Електричне живлення крокового регулятора холостого ходу.

Ознаки неякісної роботи регулятора холостого ходу будуть такими [10]:

- двигун глухне на під час його запуску;
- «плавають» оберти на холостому ходу;
- двигун вимикається після того, як водій переводить КПП у нейтральне положення;
- силовий агрегат вимагає тривалого прогріву (для нормальної роботи).

Аналізуючи вище сказане, можна цілком стверджувати, що симптоми роботи інжекторного двигуна, є майже однакові, як і за некоректної дії давача положення дросельної заслінки (однак є одна важлива відмінність - при його відмові, загоряється «Check Engine»). Слід зазначити, що ігнорування проблем давача положення дросельної заслінки, веде до прискореного зносу двигуна, а також практично всіх елементів паливної системи. Відповідно, що до регулятора холостого ходу, його зношення може відбутися значно швидше, якщо у дросельний вузол потрапляють зайві рідини, чи не вчасно відбувається заміна повітряного фільтру.

Висновки до розділу 1

Літературні джерела у техніко-економічному обґрунтуванні вказують, що ефективність роботи регулятора холостого ходу у сучасних системах живлення двигунів, значно залежить від двох факторів: від чистоти впускного повітря та від можливого потрапляння у впускну магістраль неякісно згорених вуглеводневих мас (сажі, в процесі продувки циліндрів), що може спричинити засмічування байпасного каналу чи самого клапану. Необхідно також зазначити, що режим роботи РХХ, суттєво залежить від температури самого двигуна.

Тому, наші подальші дослідження будуть стосуватися вище вказаній тематиці, з метою докладнішого розуміння цих аспектів.

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.2 Розрахунок руху повітряного потоку через байпасну магістраль через клапан

Потік повітря, що проходить (в обхід дросельної заслінки) через байпасний простір, дроселюється за допомогою регулятора холостого ходу, залежно від температурного режиму двигуна внутрішнього згорання, рис. 2.1.

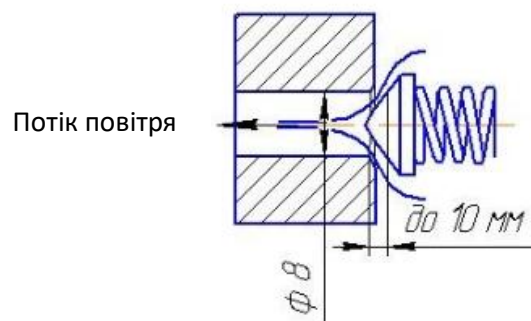


Рисунок 2.1 – Схема роботи регулятора холостого ходу бензинового двигуна з електронним управлінням.

Для того, щоб розрахувати кількість повітря, що проходить через байпасну магістраль і клапан РХХ, задамося наступною умовою, нехай за початковий відлік приймемо об'ємну масу повітря (що знаходиться у робочому об'ємі циліндра), складе h . В певний момент часу, ця об'ємна маса зменшується прямопропорційно від ходу поршня у циліндрі. Так, як це повітря буде піддаватися силам гравітації, тоді для будь-якого поперечного перерізу байпасної магістралі, за певний відрізок часу, пройде однакова кількість повітряної маси.

$$\iint_{\omega(\eta)} \vartheta(x, z) dS = \iint_{\omega_0} \vartheta_0(x, z) dS, \quad (2.12)$$

де $S(l)$ - поперечне переріз байпасного проходу, м^2 ;

S_0 - область щілини у робочому отворі, м^2 ;

$\vartheta_o(x, z)$ - розподіл швидкостей в умовах S_o , м/с;

$\vartheta(x, z)$ - швидкість повітря в області $S(l)$, м/с

Введемо у дослідження середні швидкості:

$$\vartheta_{1(l)} = \frac{\iint \vartheta(x, z) dS}{S(l)}; \vartheta_{o(y)} = \frac{\iint \vartheta_o(x, z) dS}{S_o}, \quad (2.13)$$

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

Об'ємна к-сть повітря визначиться за формулою

$$\vartheta_1(l) \cdot \pi(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 = \vartheta_o(y) \cdot \pi \cdot r_o^2 \quad (2.14)$$

Отже, середня швидкість у довільному перерізі магістралі розраховується, як середня швидкість повітряного потоку через отвір (за обертів колінчастого валу 900 об/хв

$$\vartheta_1(l) = \vartheta_o(y) \frac{r_o^2}{(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2} \quad (2.15)$$

Тоді, обчислимо кількість руху повітря Q та спроекуємо його на вісь Oy (у певний момент часу)

$$Q_y = - \iiint_{V_o} \rho \cdot \vartheta(x, z) dl \cdot dS = - \rho \int_0^y dl \iint_{\omega(l)} \vartheta(x, z) dS \quad (2.16)$$

Отримаємо:

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

отже:

$$Q_y = - \pi \cdot r_o^2 \cdot \rho \cdot \vartheta_o(y) y, \quad (2.17)$$

де ρ - густина повітря, кг/м³

2.2 Сили, що діють на потік повітряної маси у байпасній магістралі

Атмосферний тиск, вакууметричний тиск зі сторони циліндра та власна вага повітряної маси в області отвору, нормальні реакції від посадочної

площадки днища та стінок повітряного проводу діють безпосередньо на об'єм повітря. Зазвичай, ці навантаження взаємно компенсують одне одного, залишаючи нерегульованим лише об'ємну масу паливоповітряної маси над самим отвором.

$$F_y = -\rho \cdot g \cdot \pi \cdot r_0^2 y \quad (2.18)$$

Відповідно до теореми зміни кількості руху механічної системи у диференціальній формі, отримаємо:

$$\frac{dQ_y}{dt} = F_y, \quad (2.19)$$

Тоді

$$-\pi \cdot r_0^2 \rho \frac{d(y \vartheta_0)}{dt} = -\rho \cdot g \cdot \pi \cdot r_0^2 y \quad (2.20)$$

Враховуючи, що $\frac{d}{dt} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{d}{dy}$, рівність (2.20) можна записати як:

$$\frac{d(y \vartheta_0)}{dy} \cdot \frac{dy}{dt} = gy \quad (2.21)$$

Звідси, похідна $\frac{dy}{dt}$ буде мати вигляд:

$$\frac{dy}{dt} = \mu^2 \cdot \vartheta_1(y) = \mu^2 \cdot \vartheta_0(y) \frac{r_0^2}{(R_1 + y \cdot tg\alpha)^2}, \quad (2.22)$$

де μ^2 - коефіцієнт нерівномірної швидкості руху у перерізі магістралі.

Провівши підстановку (2.22) в (2.21), будемо мати

$$\vartheta_0(y) = \frac{d(y \cdot S_0(y))}{dy} = \frac{g(R_1 + y \cdot tg\alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} y \quad (2.23)$$

Домноживши на y , отримаємо рівність:

$$\frac{1}{2} \frac{d(y \cdot \vartheta_0)^2}{dy} = \frac{g}{\mu^2 r_0^2} y^2 (R_1 + y \cdot tg\alpha)^2 \quad (2.24)$$

Проінтегрувавши, отримаємо:

$$\int_0^y d(y \cdot \vartheta_0)^2 = \frac{2g}{\mu^2 r_0^2} \int_0^y y^2 (R_1 + y \cdot tg\alpha)^2 dy \quad (2.25)$$

Ми отримали два вирази:

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

або

$$\vartheta_0(y) = \sqrt{\frac{g}{15 \mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y (10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot y + 6 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot y^2)} \quad (2.26)$$

Тоді

$$\vartheta_0(y) = \frac{(R_1 + y \operatorname{tg} \alpha)^2}{r_0^2}; \vartheta_1(y) = \frac{(R_1 + y \operatorname{tg} \alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} \frac{dy}{dt} \quad (2.27)$$

Провівши підстановку $\vartheta_0(y)$ у рівність (2.26), отримаємо

$$\frac{(R_1 + y \operatorname{tg} \alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} \frac{dy}{dt} = \sqrt{\frac{g}{15 \mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y (10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot y + 6 \operatorname{tg}^2 \alpha y^2)} \quad (2.28)$$

Розглянувши змінні величини і проінтегрувавши, знаходимо час об'ємної частки повітряної маси, через дроселюючий клапан:

$$t = \frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{15}{g r_0^2}} \int_0^h \frac{(R_1 + y \operatorname{tg} \alpha)^2 dy}{\sqrt{y (10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha + 6 y^2 \operatorname{tg}^2 \alpha)}} \quad (2.29)$$

Під час виконання обчислень інтегралу, за використання програмного продукту Matlab, отримали залежність переміщення поршня за такту «впуску», рис. 2.2.

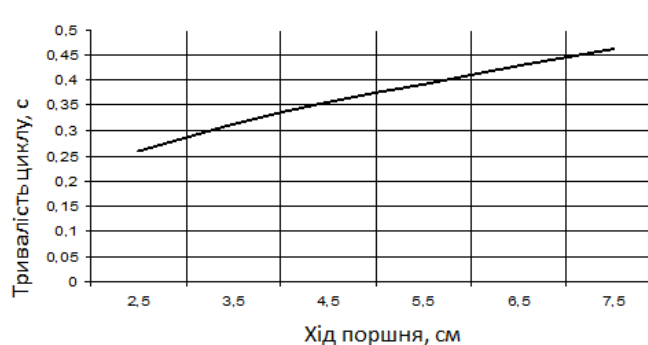
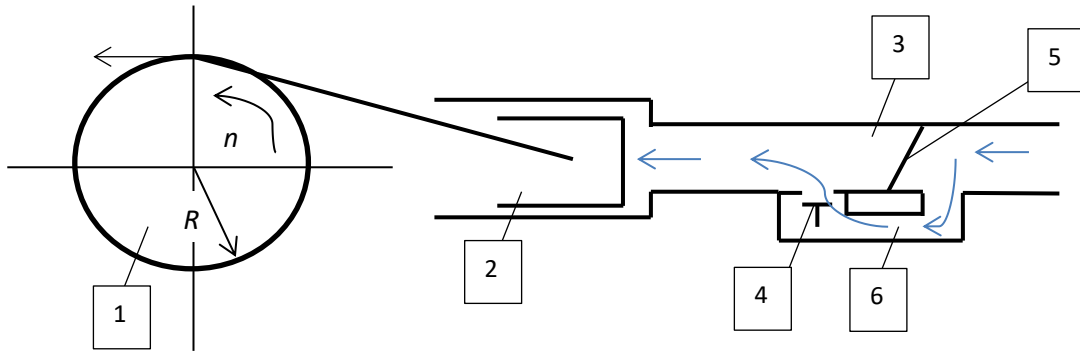


Рисунок 2.2 - Залежність переміщення поршня за тривалість такту «впуску».

Виходячи із значення тривалості такту «впуску», є можливість оцінити швидкість руху маси повітря через байпасну магістраль і клапан регулятора холостого ходу, рис.2.3.



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

Рисунок 2.3 – Конструктивно-технологічна схема роботи регулятора холостого ходу.

Приймаємо частоту обертів колінчастого валу $n = 900$ об/хв, радіус шатунної шийки $R_{ш} = 20$ мм.

За відомою формулою, визначимо лінійну швидкість будь якої дотичної точки до поверхні шатунної шийки

$$v_T = \omega \cdot R_{ш}, \quad (2.30)$$

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

Тоді, вираз (2.30) отримає вигляд

$$v_T = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot R_{ш} = \frac{3,14 \cdot 900}{30} \cdot 0,02 = 1,88 \text{ м/с} \quad (2.31)$$

Враховуючи опір стінок впускної магістралі та опір проходження повітряного потоку через клапан регулятора, приймаємо загальний коефіцієнт опірності $\lambda = 0,3$.

Тоді швидкість руху повітряного потоку через клапан регулятора, визначиться:

$$v_{п.п.кл} = v_T \cdot \lambda = 1,88 \cdot 0,3 = 0,57 \text{ м/с} \quad (2.32)$$

Отже, за використання неякісного палива, чи неналежного кута випередження запалювання, відбувається інтенсивний процес відкладення сажових утворень на робочій поверхні клапану регулятора холостого ходу, що у свою чергу, веде до збільшених обертів валу двигуна та відповідно, до підвищення витрати палива або до повного вимикання двигуна внутрішнього згоряння.

Залежно від інтенсивності сажових відкладень на робочій поверхні клапану чи у місці отвору, побудовано графік зміни швидкості руху повітряного потоку у впускній магістралі на холостому ході бензинового двигуна, рис.2.4.

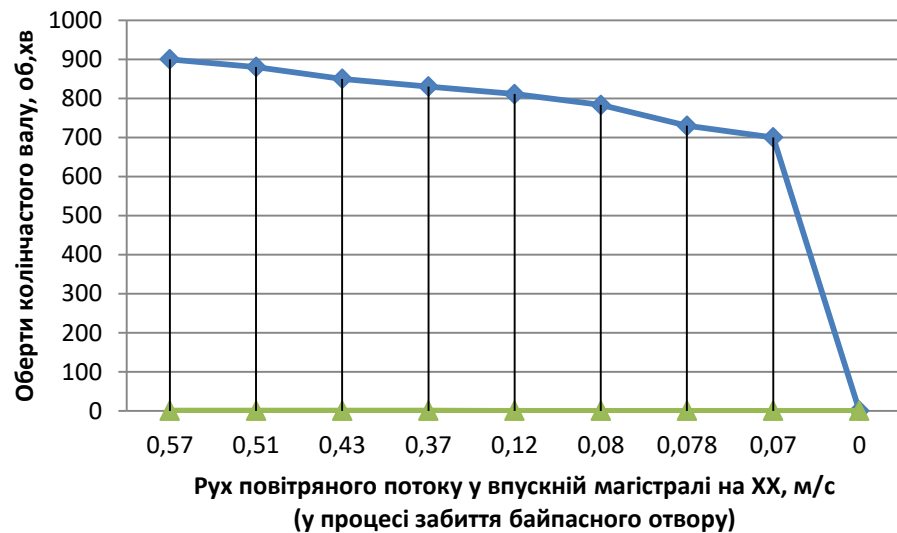


Рисунок 2.4 – Графік роботи бензинового двигуна на ХХ, у випадку поступового забиття байпасного отвору

Аналізуючи графік залежності частоти обертів колінчастого валу, від накопичення смолистих чи сажових відкладень у місці дроселювання байпасного каналу, двигун вимикається за швидкості руху повітряної маси на холостому ході, приблизно за 0,07 м/с.

Висновки до розділу 2

Представлено методику розрахунку часу, необхідного для проходження повітряної маси через байпасну магістраль та клапан регулятора холостого ходу, особливо у момент, коли поршень починає рух із ВМТ за такту «Впуск». Ця тривалість (за прогрітого двигуна 90°C) складає близько 0,45 сек. у режимі холостого ходу (для двигунів із загальним літражем 1.6 л).

Також, отримано залежність руху повітряної маси (через байпасний прохід з регулюючим клапаном), від поступового його забивання (втрати прохідності), що у кінцевому, призводить до втрати холостого ходу двигуна. Тобто, близько за 700 об/хв колінчастого валу і швидкості руху повітряної маси 0,07 м/с – бензиновий двигун перестає працювати.

3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Призначення регулятора холостого ходу

Регулятор холостого ходу є пристроєм, який необхідний у системі для стабілізації обертів холостого ходу двигуна. РХХ являє собою кроковий електродвигун з пружною та конусною голкою. Під час роботи двигуна на холостому ходу, за рахунок зміни прохідного перерізу додаткового каналу подачі повітря в обхід закритої заслінки дроселя, у циліндри двигуна надходить необхідне для стабільної його роботи, кількість повітря, рис. 3.1.



Риисунок 3.1 – Загальний вигляб регулятора холостого ходу.

Це повітря враховується давачем масової витрати повітря і відповідно до його кількості, контролер здійснює подачу палива в двигун через паливні форсунки. За давачем положення колінчастого валу, контролер відстежує кількість обертів двигуна, і відповідно до режиму роботи двигуна управляє РХХ, таким чином додаючи або знижуючи подачу повітря в обхід закритої дросельної заслінки. На прогрітому до робочої температури двигуні, контролер підтримує оберти холостого ходу. Якщо двигун не прогрітий, контролер за допомогою регулятора холостого ходу збільшує оберти, і таким чином, забезпечує пришвидшений його прогрів. Цей режим роботи двигуна, дозволяє починати рух автомобіля, не прогріваючи двигуна.

Регулятор холостого ходу встановлений на корпусі дросельної заслінки та кріпиться двома гвинтами. Для деяких автомобілів, головки цих гвинтів кріплення, можуть бути розсвердлені або гвинти посаджені на лак, що може значно ускладнити демонтаж регулятора для його заміни або очищення повітряного каналу.

Регулятор холостого ходу є виконавчим пристроєм і його самодіагностика у електронній системі не передбачена. Тому, за його неякісної роботи, лампа "Check Engine" не загоряється.

Симптоми несправностей регулятора є досить схожі на несправності давача положення дросельної заслінки (ДПДЗ), але в іншому випадку, найчастіше на несправність ДПДЗ явно вказує індикаторна лампа "Check Engine".

До несправностей регулятора холостого ходу можна віднести такі симптоми:

- нестійкі оберти двигуна на холостому ході;
- самовільне підвищення або зниження обертів валу двигуна;
- зупинка роботи двигуна за вимкненої передачі;
- відсутність підвищених обертів під час запуску холодного двигуна,
- зниження обертів на холостому ході, при вмиканні пічки чи інших електроспоживачів у автомобілі.

Демонтаж регулятора холостого ходу, необхідно проводити при вимкненому запалюванні та від'єднаному його чотириконтактному роз'ємі, і розгвинчених двох кріпильних гвинтів. Монтаж регулятора проводиться у зворотній послідовності, але попередньо перевіривши відстань від фланця до кінцевої точки конусної голки, яка має бути 23 мм. Крім цього, кільце ущільнювача на фланці, слід змастити моторною оливою.

3.2 Вплив регулятора холостого ходу на роботу двигуна за різних температурних умов

За холодних умов експлуатації автомобіля, на багатьох автостоянках під час прогрівання автомобілів, виникає процес підвищених обертів колінчастого валу, що у процесі прогрівання – не скидаються. Що помітно – найчастіше ця проблема виникає саме з настанням холодів. І тому, можна впевнено трактувати, що не потрібно шукати причини у несправності «механічної частини». Електронний блок управління (ECU), під час роботи враховує показники безліч датчиків, але одним з основних - це датчик температури.

Датчик температури, є звичайним терморезистором, що змінює свій опір, залежно від температури двигуна. Наприклад, при температурі рідини мінус 10 градусів - його опір близько 5 - 6 кОм, а за температури плюс 80 градусів - близько 300 Ом. Тому, блок управління у свою чергу, дуже уважно «стежить» за змінами цього опору. Алгоритм роботи його досить простий: що чим нижча температура двигуна, тим є необхідність збільшення подачі палива в циліндри. Даний процес досягається, збільшенням часу відкриття паливних форсунок. Для прикладу, за мінус 10 градусів, ECU відкриває форсунки на 2,5 мс, а за плюс 80 градусів – на 1,2 мс.

Автомобілі, починаючи із 1990 років і наступні, стали більш модернізованіші за своїх попередників. У більшості моделей, вже є відсутній на дросельній заслінці гвинт байпасного каналу. Його замінила електронна система управління двигуном, і у тому числі, прогрівання двигуна та встановлення холостого ходу. Включивши запалювання, ми «оживляємо» блок управління, який за частки секунди встигає виконати масу операцій: перевірити електричне живлення датчиків і при несправності, «записати» у блоку пам'яті на згадку цю несправність, у вигляді цифрового коду.

Отже, під час запуску холодного двигуна, блок керування "розуміє" це, тому, що датчик температури показує великий опір. Тому, форсунки

відкриваються на більший час, і у циліндри надходить більша кількість палива. Одночасно, електронний блок управління, спираючись на ті ж покази давача температури, керує і кількістю повітря через шестиконтактний серводвигун, встановлений на корпусі повітряної заслінки. Відповідно, формується необхідна кількість палива і повітря при даній температурі, що подається у циліндри двигуна.

Всі ці параметри «записані» в пам'яті блоку управління, і відповідною точною для них є показники давача температури. Тому, оберти валу двигуна знижуються до показання давача температури - мінімум, тобто до таких, при яких блок керування «зрозуміє», що двигун уже прогрівся і «виставить» оберти холостого ходу. Однак це в «ідеалі», на практиці досить часто зустрічається інший процес роботи двигуна.

У звичайних умовах, температуру двигуна можна визначити по стрілці температурного показчика на панелі приладів. Виконавчими елементами визначення температури двигуна, є давачі температури, рис. 3.2



a)

б)

a) – давач температури для ЕБУ;

б) – для загальної інформації (на панелі приладів)

Рисунок 3.2 – Давачі температури двигуна

Незалежно від того, якого типу у вас прилад вертикального чи горизонтального розташування - стрілка повинна знаходитися посередині шкали або трохи нижче. Це ознака прогрітого двигуна. Для дослідження справності давача температури, слід замірювати його опір (у більшості

випадків за допомогою мультиметра, покази якого, становлять близько 420 Ом). Тому, за такого опору, оберти валу двигуна будуть підвищеними, оскільки блок управління «думає», що двигун ще не прогрітий. Отже, є проблема несправності крокового двигуна або накопичення смолистих чи сажових відкладень на конусному клапані або байпасному отворі.

3.2.1 Осоловості регулятора холостого ходу

Регулятор холостого ходу, являє собою байпасним повітряним клапаном, який складається із закритого литого корпусу з прифланцованим сервоприводом та електромагнітного клапану. До нього прикріплений дифузорний вузол, який формує різні поперечні перерізи байпасної магістралі, шляхом переміщення сервоприводу, регулюючи масову витрату повітря за закритого дроселювального клапану [5].

РХХ регулює частоту обертання валу двигуна, у рамках загального регулювання частоти обертання на холостому ході системи керування двигуном. Якщо на холостому ході відбувається різка зміна навантаження на двигун (наприклад, включення кондиціонера, уповільнена швидкість на 1-й передачі або подальше включення споживачів електроенергії), для запобігання зупинці двигуна необхідне додаткове повітря та додаткове паливо. Якщо частота обертання валу двигуна опускається нижче критичного значення, збереженого в пам'яті блоку управління у вигляді постійної величини, вмикається електромагнітний клапан і досягається підвищена витрата повітря. Одночасно тривалість відкриття клапанів упорскування збільшується та адаптується до потреб двигуна.

3.2.2 Ознаки несправності клапана холостого ходу

Несправність регулятора холостого ходу можна помітити за такими ознаками:

- коливання частоти холостого ходу,
- двигун вимикається на холостому ходу,
- двигун глохне при частоті холостого ходу і включаються додаткові споживачі;
- загоряння контрольної лампи двигуна.

Вихід із ладу регулятора холостого ходу може бути зумовлений такими причинами:

- забруднення/осмолення,
- короткі замикання в котушці,
- заклинювання електромагнітного приводу,
- відсутність електроживлення від блоку керування двигуном.

3.3 Дослідження регулятора холостого ходу

Для дослідження справної роботи регулятора холостого ходу, слід провести наступні операції:

- Перевірити електроживлення під час увімкненого запалювання (Результат вимірювання: 11–14 В, рис.3.3).



Рисунок 3.3 – Перевірка електричного живлення регулятора холостого ходу зі сторони ЕБУ

- Виміряти опір котушки за допомогою мультиметра між двома контактами регулятора холостого ходу (10 Ом) (Вимірювання опору завжди виконується без напруги);
- Перевірити котушку на коротке замикання обмотки (Результат виміру при короткому замиканні - 0 Ом);
- Перевірка котушки на обрив обмотки (Результатом виміру при обриві - 30 мОм);
- Перевірка котушки на коротке замикання на корпус (Результат виміру при непошкодженій котушці - 30 мОм);
- Механічне дослідження (Візуальна перевірка на відкриття і закриття байпасної магістралі, за ходу штоку клапана).
- Зчитування коду помилки.
- Для відновлення ресурсу можна промивати.

3.3.1 Підбір нового давача холостого ходу

З вибором нового пристрою немає особливих труднощів. Особливих відмінностей у підборі давача, залежно від країни збирання автомобіля - відсутнє. Особливу увагу слід напруляти на фірму-виробника, щоб бути впевненим у тому, що регулятор підійде до двигуна з електронним управлінням. При виборі, необхідно керуватися:

- даними автомобіля: маркою, моделлю, а також параметрами ДВЗ, роком випуску;
- кодом наявного регулятора холостого ходу;
- VIN-кодом автомобіля.

На сьогоднішній день, найкращий спосіб підбору електронного обладнання шукається за даними відповідної марки транспортного засобу. Такий метод пошуку став неймовірно зручним, завдяки розвитку інтернет-магазинів. Як і було зазначено вище, віддавати перевагу варто регуляторам

від відомих виробників (для прикладу: Bosch, Valeo, Continental, VDO/Siemens).

Вплив відмикання зворотного зв'язку на витрату палива був оцінений у режимі холостого ходу, за обертів n_d - 920 об/хв. Досліджена кількість витраченого палива показала, що за роботи двигуна із увімкнутим зворотнім зв'язком, спостерігається витрати у кількості 0,738 л/год., тоді як у випадку відсутності регулювання сигналів λ – давача, ця витрата зменшилася і склала 0,672 л/год., що є менше на 9,82%. Двигун, що використовує зворотній зв'язок, характеризується постійним корегуванням складу паливоповітряної суміші через вплив на відкритий стан клапана, бензинових електромагнітних форсунок так, щоб відхилення складу суміші не перевищувало 1% від техіометричного відношення. У випадку відсутності зворотного зв'язку, двигун працює в основному на збідненій робочій суміші.

Дослідження проводились на легковому автомобілі із літражем бензинового двигуна 1,6 л., оснащеним електронною системою управління та зворотнім зв'язком. Давач температури двигуна, який є у ЕСУ наступним елементом системи впорскування і регулює склад паливоповітряної суміші, що враховує температуру охолоджувальної рідини, працює як потенціометр по зміні опору (Ом), залежно від температурного середовища.

Неякісна робота температурного давача призводять до значного збіднення або збагачення паливоповітряної суміші. За відсутності його сигналу, запуск двигуна стає ускладненим або неможливим (через неможливість визначення електронним блоком пусковий склад паливоповітряної суміші, рис. 3.4.

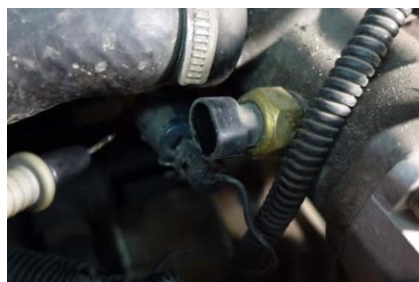


Рисунок 3.4 – Розміщення давача температури.

Ознакою неякісної роботи давача температури, є збільшення обертів частоти колінчастого валу, після запуску інжекторного двигуна в режимі холостого ходу (оберти досягають, n_d - 1600 об/хв), яка повинні поступово знижується до мінімальних 900 об/хв (а вони не знижуються).

На рис. 3.5, представлено вплив давача температури, на корекцію складу паливоповітряної суміші, щоб забезпечити якісний запуск та швидке прогрівання двигуна та каталітичного нейтралізатора.

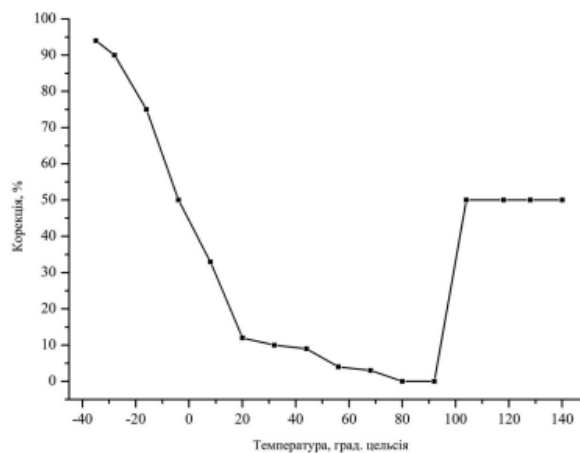


Рисунок 3.5 – Залежність паливоповітряної суміші від температури двигуна.

Вплив давача температури на витрату палива було досліджено під час експериментальних досліджень в режимі мінімального холостого ходу інжекторного двигуна. Доведено, що витрата палива за мінімальних обертів колінчастого валу двигуна (за відсутності сигналу давача температури складає 0,849 л/год, що є на 1,26 рази більше, ніж за нормальної роботи давача - 0,67 л/год.

Слід зазначити, що невідповідний сигнал давача температури (крім зниження паливної економічності), також приведе до погіршення ефективності системи нейтралізації відпрацьованих газів під час роботи двигуна внутрішнього згорання.

Другим важливим елементом системи впорскування, який відповідає за рівномірне прискорення та динамічні характеристики автомобіля, являється давач положення дросельної заслінки (ДПДЗ), який коригує подачу палива

залежно від положення дросельної заслінки, моменту активації режиму збагачення паливоповітряної суміші (коли вимкнений зворотній зв'язок), очікуваної витрати повітря та активує режим холостого ходу.

На рисунку 3.6, наведено приклад впливу положення дросельної заслінки (%), на активацію режиму збагачення паливоповітряної суміші.

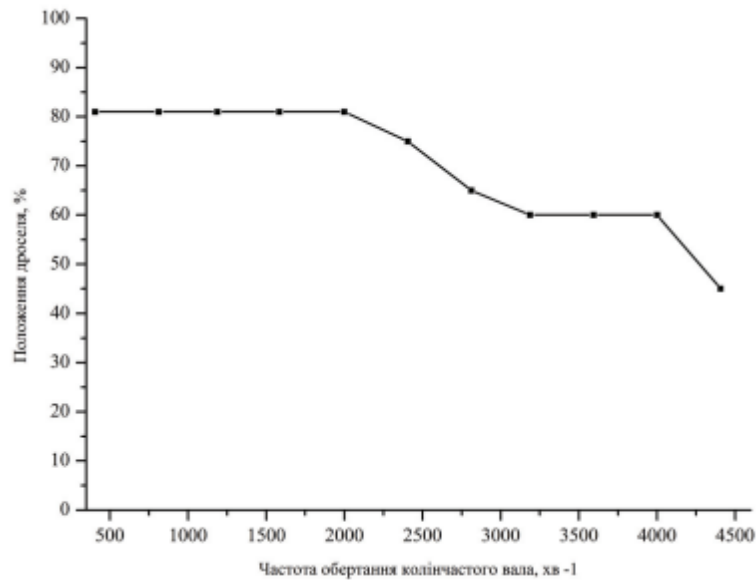


Рисунок 3.6 – Процес збагачення паливоповітряної суміші, залежно від положення дросельної заслінки.

Експерименти показали, що за відсутності сигналу від датчика положення дросельної заслінки, паливо економічні показники двигуна є незмінні 0,67 л/год, за початкового положення (нульової відмітки). Слід зазначити, що погіршення роботи двигуна з несправним датчиком положення дросельної заслінки, відбувається під час корекції складу паливоповітряної суміші в умовах навантаження (коли заслінка відкрита на певний кут для досягнення очікуваного наповнення). Дані експерименти проводилися при русі автомобіля, з постійною швидкістю. Спочатку виконувався усталений режим руху автомобіля у діапазоні від 20 до 100 км/год, що є типово для умов експлуатації в умовах міста [8]. Для порівняльного впливу несправності (відсутності сигналу) датчика дросельної заслінки і датчика температури на

витрату палива, проводились порівняльні заїзди зі швидкістю 60 км/год., рис. 3.7.

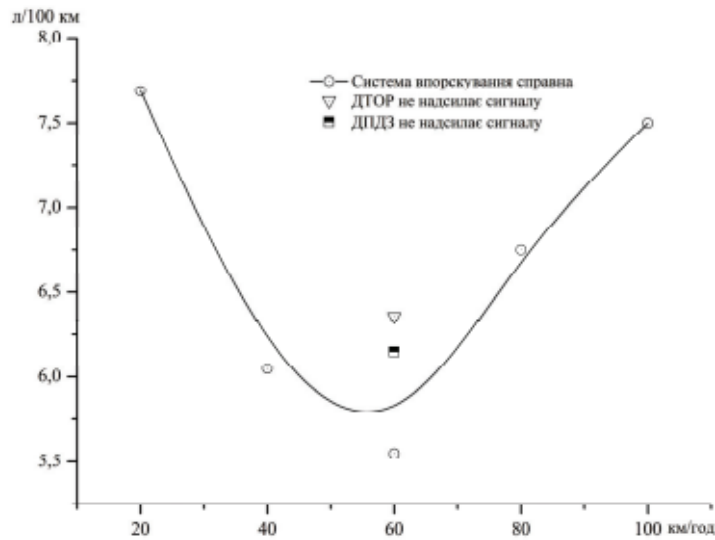


Рисунок 3.7 – Паливна характеристика легкового автомобіля з системою впорскування бензину.

Аналізуючи графік, спостеігаємо відсутність сигналів від датчика дроселя і датчика температури у системі впорскування, що приводить до погіршення паливної економічності автомобіля під час руху, оскільки система впорскування керує двигуном в аварійному режимі, що є характерним для різних швидкостей. Потенціометричний датчик дроселювання повітря, надсилає сигнали до ЕБК для розрахунку тривалості імпульсів на електронних паливних форсунках.

За несправного датчика дросельної заслінки, розрахунок відбувається на основі частоти обертання колінчастого валу двигуна та датчика масової витрати повітря.

Дані експлуатаційні умови, погіршують паливну економічність автомобіля при швидкості 60 км/год - до 6,15 л/100 км (на 11%). Ілюстрацією є, збільшенні витрати палива до 6,36 л/100 км (на 14,54%) при відсутності сигналу від датчика температури охолоджувальної рідини.

Необхідно відзначити, що результати дослідження впливу відсутності сигналів від компонентів підсистеми управління складом паливоповітряної суміші на паливну економічність легкового автомобіля з сучасною системою впорскування типу LH-Motronic та системою зворотного зв'язку, у режимі мінімального холостого ходу, свідчать про наступне:

- відключення зворотного зв'язку зменшує витрату палива на 9,82%;
- витрати палива за відсутності сигналу від датчика температури зростає у 1,26 рази;
- відсутній сигнал зі сторони датчика дроселя не збільшує витрату палива під час роботи бензинового двигуна в нульовому положенні (режим ХХ).

Додатко, нами було проведено дослідження впливу датчика температури на режим холостого ходу інжекторного двигуна, з використанням віртуального середовища «Eletude».

Перший експеримент, ми проводили у процесі прогрівання двигуна з використанням віртуального сканера, рис. 3.8. Слід зазначити, що у даній електронній системі управління двигуном, роль регулятора холостого ходу виконує кроковий двигун, що приводить у дію дросельну заслінку модуля.

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

Рисунок 3.8 – Скановані значення досліджуваних параметрів у режимі прогрівання інжекторного двигуна.

Аналізуючи скановані параметри у режимі прогрівання двигуна, отримали:

- підвищені оберти колінчастого валу – 1185 об/хв;

- ширина імпульсу інжектора збільшилася до 0,0067 мс., що засвідчує підвищення витрати палива;

- модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 15,3 %.

Наступне сканування ЕБУ проводили, за відсутності сигналу від датчика температури охолоджуючої рідини і встановили наступне, рис. 3.9

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)	1309	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	10.1	0	10	ms

Рисунок 3.9 – Значення досліджуваних параметрів, за відсутності сигналу від датчика температури двигуна.

Отже, за не працюючого датчика температури двигуна, нами встановлено:

- дросельна заслінка збільшила свій хід до 18,9 %;
- значення ширини імпульсу інжектора підвищилося на 10,1 мс, що на 3,4 мс вище за працюючого датчика у режимі прогрівання;
- частота обертів досягла – 1309 об/хв.

Третій експеримент проводили за сталого температурного режиму двигуна – 87,2 °C, із неякісно працюючим модулем дросельної заслінки, рис.3.10.

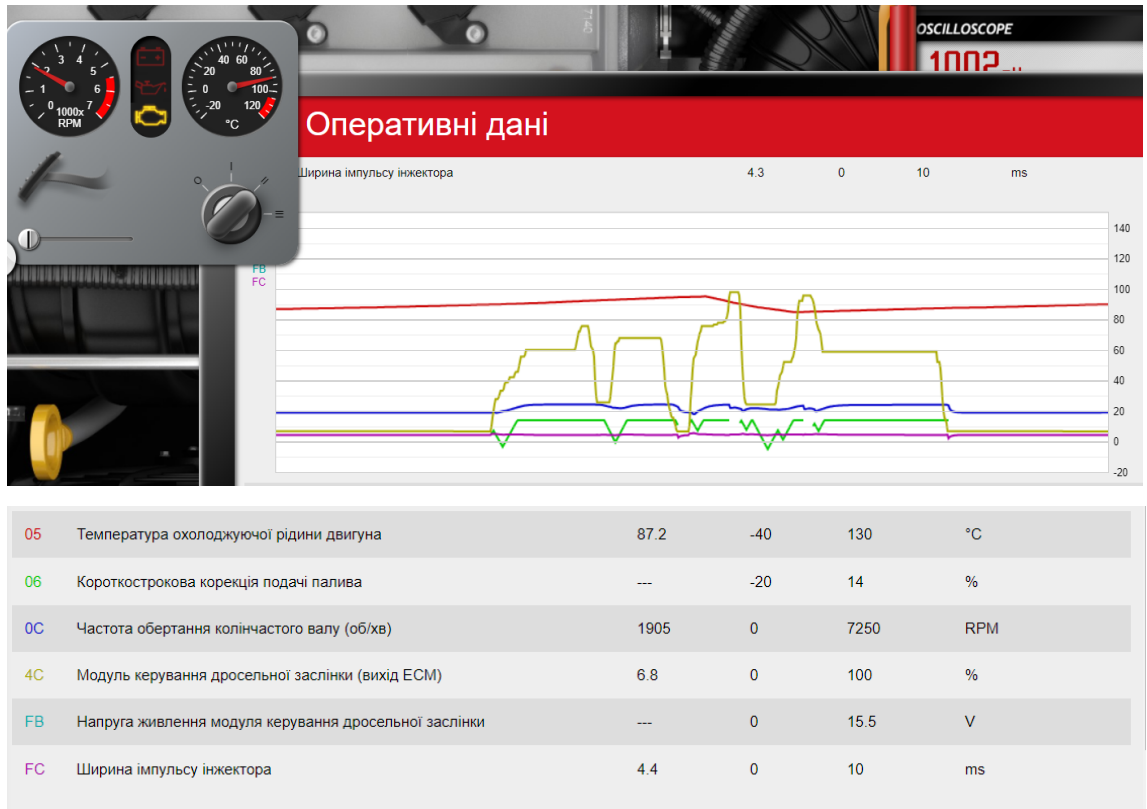


Рисунок 3.10 – Скановані робочі параметри інжекторного двигуна за неякісної роботи дросельної заслінки і регулятора ХХ.

Із сканованих робочих параметрів, за непрацюючого модуля дросельної заслінки, можна зтверджувати наступне, що:

- оберти валу двигуна підвищились до 1905 об/хв;
- ЕБК встановив значення від регулятора холостого ходу (ДДЗ) 6,8%;
- ширина імпульсу інжектора знизилась до 4,4 мсек., тобто двигун працює на збідненій робочій суміші, тільки у режимі холостого ходу.

За такого режиму роботи бензинового двигуна, автомобіль може рухатися близько 20 км/год, тобто тільки доїхати до першого пункту станції технічного обслуговування.

І останнє дослідження (за допомогою сканера), проводили за сталої роботи всіх електронних елементів системи, у режимі прогрітого двигуна, рис. 3.11.

PID	Опис	Значення	мінімум	максимум	одиниця виміру
05	Температура охолоджуючої рідини двигуна	79.8	-40	130	°C
06	Короткострокова корекція подачі палива	-6.2	-20	14	%
0C	Частота обертання колінчастого валу (об/хв)	812	0	7250	RPM
4C	Модуль керування дросельної заслінки (вихід ECU)	8.4	0	100	%
FB	Напруга живлення модуля керування дросельної заслінки	13.2	0	15.5	V
FC	Ширина імпульсу інжектора	2.8	0	10	ms

Рисунок 3.11 – Дослідження робочих параметрів інжекторного двигуна за його сталого температурного режиму.

Відповідно, отримали оптимальні значення досліджуваних параметрів:

- корекція подачі палива – 6,2 %;
- частота обертання колінчастого валу склала – 812 об/хв;
- модуль дросельної заслінки стабілізувався на значенні – 8,4;
- ширина імпульсу мінімізувалася на 2,8 мсек, що є нормою.

Висновки до розділу 3

За використання віртуального середовища "Electude", нами вдалося без зайвих витрат паливомастильних матеріалів, дослідити (за допомогою сканера) вплив температури двигуна з електронною системою управління на режими роботи регулятора холостого ходу (модуля дросельної заслінки).

У режимі прогрівання:

- оберти колінчастого валу підвищились до 1185 об/хв;
- ширина імпульсу інжектора збільшилася до 0,0067 мсек.;
- модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 15,3 %.

За відсутності сигналу датчика температури двигуна:

- дросельна заслінка збільшила свій хід до 18,9 %;
- ширина імпульсу інжектора склала 10,1 мсек. (що на 3,4 мсек. вище за працюючого датчика у режимі прогрівання);
- частота обертів досягла – 1309 об/хв.

За неякісної роботи модуля дросельної заслінки (РХХ):

- оберти валу двигуна підвищились до 1905 об/хв;

- ЕБК встановив значення регулятора холостого ходу (ДДЗ) 6,8%;

- ширина імпульсу інжектора знизилась до 4,4 мсек., тобто двигун працює на збідненій робочій суміші, і тільки у режимі холостого ходу.

За сталого температурного режиму і якісної роботи електронних елементів системи: корекція подачі палива встановилася на 6,2 %, частота обертання колінчастого валу стабілізувалася на – 812 - 850 об/хв; модуль дросельної заслінки стабілізувався на значенні – 8,4 %, ширина імпульсу мінімізувалася на позначці 2,8 мсек..

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Виникнення небезпечних обставин під час сканування електронних елементів автомобіля

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]-[9]:

- 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:

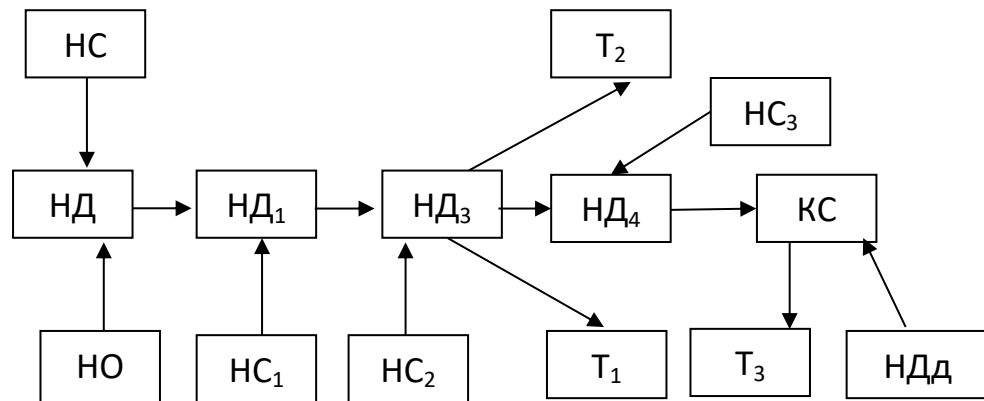
- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого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



НД – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – зняття заглушки із роз'єму; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; НД₃ – встановлення вилки із адаптера у діагностичний роз'єм; НС₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; НД₄ – фіксація регулювальної шторки; НС₃ – небажане склеювання пальців в умовах низьких температур навколишнього середовища; Т₃ – пошкодження пушок пальців рук; КС – 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 [2]:

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

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м.

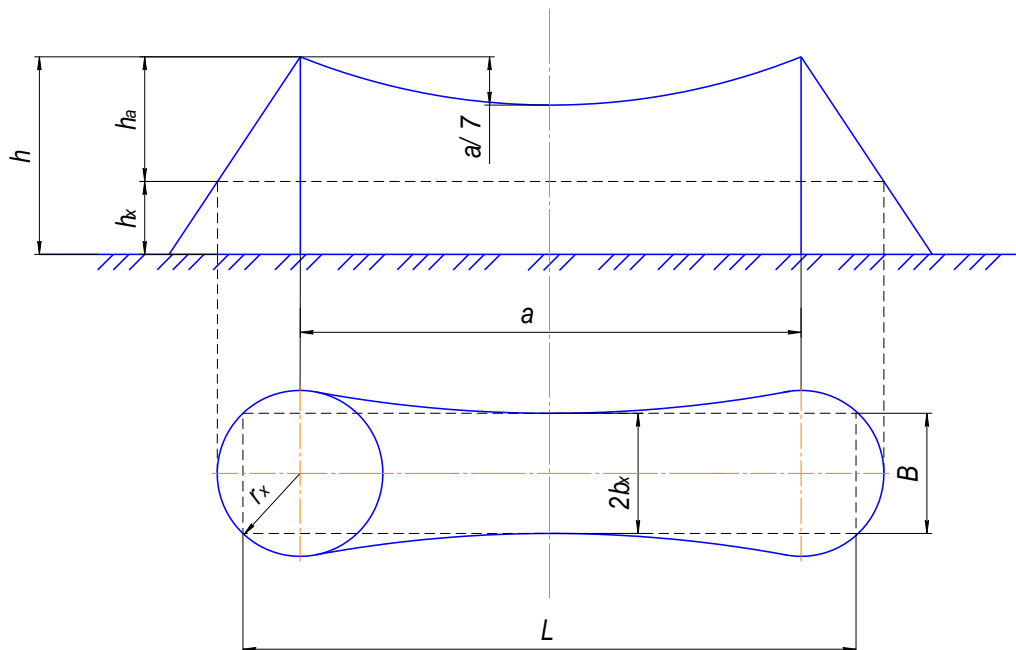


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

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 з технічного обслуговування автомобільних транспортних засобів

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) [2]. 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 комп'ютерної діагностики автомобіля розроблено заходи для забезпечення безпеки та охорони праці: Використання особистого захисту (забезпечення працівників захисними окулярами або захисними екранами для очей у випадку роботи з комп'ютерним обладнанням); використання захисних рукавичок та одягу з міцних матеріалів для уникнення травм та подразнень шкіри; правильне використання обладнання (навчання працівників правильному використанню комп'ютерної техніки та програмного забезпечення для діагностики автомобіля, щоб обладнання було в технічно справному стані та відповідало стандартам безпеки); електробезпека (дотримання вимог щодо електробезпеки при роботі з електричним обладнанням автомобіля та комп'ютерними системами);

Вентиляція та робоче середовище (проведення робіт у добре провітрюваних приміщеннях або застосування систем вентиляції, забезпечення комфортних умов роботи для попередження фізичного та психологічного навантаження);

Запобігання зовнішнім впливам (захист комп'ютерної техніки від пилу, вологості та інших зовнішніх факторів, які можуть впливати на її роботу, забезпечення безпечного зберігання та транспортування обладнання);

Аварійна готовність (вивчення та дотримання процедур безпеки під час виникнення аварійних ситуацій, наявність засобів пожежогасіння та першої допомоги на робочому місці).

Розроблено та змодельовано небезпечні ситуації, що можуть запобігти виникненню травм та нещасних випадків.

Розроблено заходи пожежної безпеки будівлі, де проводяться 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, що суттєво впливають на економічність роботи сучасного 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 сучасного автомобіля, за некоректної роботи датчика 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 датчика температури), використовується методика, яка детально описана у джерелі [7].

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^{δ} – 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 регулятора холостого ходу, склали:

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

Висновки до розділу 5

За несправного модуля керування дросельної заслінки (регулятора холостого ходу) впускної системи інжекторного двигуна, електронний блок управління може перейти в аварійний режим роботи. А це відповідно, підвищені витрати палива та збільшені норми викидів отруйних речовин у навколишнє середовище.

Такий негативний процес може призвести до щорічних економічних втрат, оцінених приблизно в 19750,50 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Літературні джерела у техніко-економічному обґрунтуванні вказують, що ефективність роботи регулятора холостого ходу у сучасних системах живлення двигунів, значно залежить від двох факторів: від чистоти впускного повітря та від можливого потряплення у впускну магістраль неякісно згорених вуглеводневих мас (сажі, в процесі продувки циліндрів), що може спричинити засмічування байпасного каналу чи самого клапану.

Представлено методику розрахунку часу, необхідного для проходження повітряної маси через байпасну магістраль та клапан регулятора холостого ходу, особливо у момент, коли поршень починає рух із ВМТ за такту «Впуск». Ця тривалість (за прогрітого двигуна 90°C) складає близько 0,45 сек. у режимі холостого ходу (для двигунів із загальним літражем 1.6 л).

Також, отримано залежність руху повітряної маси (через байпасний прохід з регулюючим клапаном), від поступового його забивання (втрати прохідності), що у кінцевому, призводить до зупинки двигуна. Тобто, приблизно за 700 об/хв колінчастого валу і швидкості руху повітряної маси 0,07 м/с – бензиновий двигун перестає працювати.

За використання віртуального середовища "Electude", нам вдалося без зайвих витрат паливомастильних матеріалів, дослідити (за допомогою сканера) вплив температури двигуна з електронною системою управління на режими роботи регулятора холостого ходу (модуля дросельної заслінки).

У режимі прогрівання:

- оберти колінчастого валу підвищились до 1185 об/хв;
- ширина імпульсу інжектора збільшилася до 0,0067 сек.;
- модуль дросельної заслінки стабілізувався на позначці 15,3 %.

За відсутності сигналу давача температури двигуна:

- дросельна заслінка збільшила свій хід до 18,9 %;

- ширина імпульсу інжектора склала 10,1 мсек. (що на 3,4 мсек. вище за працюючого давача у режимі прогрівання);

- частота обертів досягла – 1309 об/хв.

За неякісної роботи модуля дросельної заслінки (РХХ):

- оберти валу двигуна підвищились до 1905 об/хв;

- ЕБК встановив значення регулятора холостого ходу (ДДЗ) 6,8%;

- ширина імпульсу інжектора знизилась до 4,4 мсек., тобто двигун працює на збідненій робочій суміші, і тільки у режимі холостого ходу.

За сталого температурного режиму і якісної роботи електронних елементів системи: корекція подачі палива встановилася на 6,2 %, частота обертання колінчастого валу стабілізувалася на – 812 - 850 об/хв; модуль дросельної заслінки стабілізувався на значенні – 8,4 %, ширина імпульсу мінімізувалася на позначці 2,8 мсек..

Під час комп'ютерної діагностики автомобіля розроблено заходи для забезпечення безпеки та охорони праці: Використання особистого захисту (забезпечення працівників захисними окулярами або захисними екранами для очей у випадку роботи з комп'ютерним обладнанням); використання захисних рукавичок та одягу з міцних матеріалів для уникнення травм та подразнень шкіри; правильне використання обладнання (навчання працівників правильному використанню комп'ютерної техніки та програмного забезпечення для діагностики автомобіля, щоб обладнання було в технічно справному стані та відповідало стандартам безпеки); електробезпека (дотримання вимог щодо електробезпеки при роботі з електричним обладнанням автомобіля та комп'ютерними системами);

Вентиляція та робоче середовище (проведення робіт у добре провітрюваних приміщеннях або застосування систем вентиляції, забезпечення комфортних умов роботи для попередження фізичного та психологічного навантаження);

Розроблено та змодельовано небезпечні ситуації, що можуть запобігти виникненню травм та нещасних випадків.

Розроблено заходи пожежної безпеки будівлі, де проводяться роботи з комп'ютерної діагностики автомобілів.

За несправного модуля керування дросельної заслінки (регулятора холостого ходу) впускної системи інжекторного двигуна, електронний блок управління переходить у аварійний режим роботи. А це відповідно, підвищені витрати палива та збільшені норми викидів отруйних речовин у навколишнє середовище.

Такий негативний процес може призвести до щорічних економічних втрат, оцінених приблизно в 19750,50 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей. 2006, 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994, 187 с.
3. 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.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018, 400 с.
5. Мазепа С. С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. Львів: Видавництво НУЛП, 2004, 168 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ: Знання-Прес, 2003, 511 с.
7. Розрахунок економічної ефективності механізму. Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
8. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання. Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
9. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016, 236 с.
10. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородін 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.
11. 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 «ХП», 2004, 367 с.

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

13. 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.

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

15. 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>.

16. 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>.

17. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ, 2023. 300 с.

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

19. 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.

20. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. 6-те вид. К.: Либідь, 2006, 400 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. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. 2003, 250 с.
27. 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.
28. Перевірка паливних форсунок/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://addinol.kiev.ua/blog/kak-proverit-inzhektornye-forsunki- s motora>.
29. Україна у цифрах у 2013 році: [під ред. О. Г. Осауленка., від. за випуск О. Е. Остапчук]. Київ: Державна служба статистики України, 2014. – 240 с.
30. Редзюк А. М., Устименко В. С., Клименко О. А. [та ін.] Уведення екологічних норм Євро-3 – Євро-6 в Україні, аналіз структури парку автомобілів за екологічними ознаками. Автошляховик України. 2011. № 4. С. 2 - 6.