

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ І ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВОГО
ДВИГУНА ЗА НЕДОСТАТНЬОГО ТИСКУ ПАЛИВА У АКУМУЛЮЮЧІЙ
РАМПІ»

Виконав: студент 6 курсу групи Ат- 61

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

Рудий Володимир Михайлович
(прізвище ім'я та по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент Магац М.І.
(наук. ст., вчене звання, прізвище та ініціали)

Рецензенти: _____
(наук. ст., вчене звання, прізвище ініціали)

ДУБЛЯНИ 2021

УДК 621.432.31

Рудий В. М. «Дослідження системи живлення бензинового двигуна за недостатнього тиску палива у акумулюючій рампі» // кваліфікаційна робота на присвоєння освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» – Дубляни. Львівський НАУ, кафедра автомобілів і тракторів, 2021. - 53 с. текст. част., 4 табл., 17 рисунки, 16 аркушів ілюстрованого матеріалу (слайдів), 22 бібліографічних назв.

Проведено аналіз робіт, з дослідження паливних систем бензинових двигунів з електронним управлінням, за різних умов експлуатації та визначено найвразливіші місця, що можуть впливати на економічну і надійну їхню роботу.

Отримано результати теплового балансу двигуна з несправною паливною системою

Описано методику і отримано результати діагностично-експериментальних досліджень роботи двигуна з несправною електронною паливною системою.

Дипломна кваліфікаційна робота доводить причини та ознаки несправної роботи елементів, що впливають на зниження тиску палива у акумулюючій рампі системи живлення сучасного бензинового двигуна з ЕБУ.

Змодельовано та наведено заходи, що забезпечать безпечну роботу персоналу під час експериментальних досліджень.

Розраховано річні втрати, за несправної роботи електронної паливної системи бензинового двигуна.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ	9
1.1 Види паливних систем сучасних бензинових двигунів.....	9
1.2 Конструктивні елементи і робота систем живлення сучасних двигунів	9
1.3 Новітні технології впровадження у виробництво автомобілів модернізованих електронних систем.....	18
Висновки до розділу 1.....	21
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	22
2.1 Розрахунок приводу електричного бензонасосу.....	22
2.2 Розрахунок теплового балансу двигуна за достатнього і недостатнього тиску палива у рампі	23
Висновки до розділу 2.....	25
3. МЕТОДИКА І ОБЛАДНАННЯ ЕКСЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
3.1 Ознаки впливу несправної паливної системи на роботу бензинового двигуна.....	26
3.2 Причини низького тиску палива у акумулюючій рампі.....	26
3.3 Способи перевірки тиску палива у паливній рампі	26
3.4 Обладнання для досліджень.....	27
Висновки до розділу 3	29
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
4.1 Вплив недостатнього тиску палива у рампі на тепловий баланс двигуна.....	30
4.2. Результати досліджень електроприводу бензонасосу	31
4.3 Результати діагностичних робіт.....	31

Висновки до розділу 4.....	33
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	34
5.1 Держуправління з охорони праці	34
5.2 Травмонебезпечні обставини на агропідприємствах	36
5.3 Протидія небезпечним ситуаціям.....	37
5.4 Заходи дотримування ТБ під час проведення діагностично- експериментальних досліджень.....	39
5.5. Зовнішні методи захисту будівель	43
Висновки за розділом 5.....	45
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	47
6.1 Експлуатаційні витрати	47
Висновки до розділу 6.....	49
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	50
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	51

ВСТУП

За останній період після 2000 р, виробництво двигунів внутрішнього згорання з карбюраторними системами, що входили у конструкцію автомобілів, майже не використовуються. На їхню зміну масово почали використовувати інжекторні системами подачі палива. Такі значні темпи заміни старих паливних систем, зумовлювалися вичерпанням шляхів їхньої модернізації. А це збільшенням потужності, економічності та екологічних показників. Як правило, карбюраторні системи працювали за принципом пульверизації, тобто в середовищі струменевої повітряної маси, що всмоктувалась у циліндри двигуна. За такого процесу роботи, утворювалися достатньо-великі краплі палива, що надавало можливості забезпечувати якісну паливо повітряну суміш.

І тому, примусове розпилювання палива (під тиском) через розпилювач форсунки, забезпечує значно менші розміри крапель палива відповідно до процесу пульверизації.

Інженерами дослідниками доведено, що розпилення палива на частки діаметром до 10...15 мкм, процес змішування кисню з паливом відбувається на молекулярному рівні. А це суміш більш стійка до впливу перепадів температур і тиску у камерах згорання та сприяє більш якісному і повному згоранні.

Використання електронного процесу впорскування палива зумовили покращення енергетичних показників ДВЗ до 20%. А це зумовлено меншими гідравлічними втратами у впускному колекторі та появилась можливість використання повітряного наддуву (що підвищило економічність до 25%). Також сприяло підвищення ступені стиску, бездетонаційного згорання і більш точного дозування робочої суміші по кожному циліндрі на всіх режимах роботи бензинового двигуна.

Тому, використання електронних систем набуває значних темпів використання у автомобілебудуванні. З'являються регулятори напруги у

інтегральних схемах, мікропроцесорне запалювання, електронні пристрої управління гальмами і впорскування пального. Слід зазначити, що електронні системи лають можливість направляти сигнальні імпульси технічного стану вузлів чи агрегатів автомобілів та не тільки, а вказувати водієві проблемні сторони систем.

Автомобільні транспортні засоби, в яких відсутні електронні системи та точні контрольно-вимірювальні прилади, що забезпечують і зменшують до мінімуму витрату палива, не можуть бути конкурентоспроможними на ринку України та у світі.

Відповідно, швидкі темпи розвитку підприємств у аграрному секторі, вимагає підвищених вимог до автотранспортних засобів. А це їхня: надійність, екологічність та економічність.

І тому, система живлення сучасних бензинових двигунів з точковою подачею палива, повинна працювати надійно і безвідмовно. Але, трапляються випадки, коли система незабезпечує якісну роботу ДВЗ. Особливо, це стосується заниженого тиску палива у акумулюючій рампі, що відповідно суттєво впливає на подачу палива по циліндрах (відчувається жорстка робота двигуна та його подальша зупинка).

Для оперативного відновлення роботи паливної системи, використовуємо адаптер «ХТУ DIAG» і програмний продукт «Delphi». Дане обладнання не вимагає значних капіталовкладень і легко під'єднюється до бортового комп'ютера автомобіля.

І тому, дана методика діагностики заслуговує уваги і являється актуальною для досліджень всіх систем сучасних автомобілів ВАЗ.

Мета роботи: Дослідити та оперативно відновити роботу паливної системи бензинового двигуна.

Об'єкт дослідження: Система живлення сучасного бензинового двигуна з точковою подачею палива.

Предмет дослідження: Тиск палива у акумулюючій рампі паливної

системи двигуна з іскровим запаленням.

Для досягнення даної мети, нам необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Дослідити літературні джерела, стосовно процесу роботи і будови конструктивних елементів паливних систем сучасних бензинових двигунів.

2. Провести розрахунок кількості палива, що поступає у рампу за одиницю часу, за різних режимів роботи ДВЗ.

3. Подати обладнання, для проведення діагностично-експериментальних досліджень.

4. Дослідити причину несправної роботи двигуна з ЕБУ.

6. Описати охорону праці під час діагностично – експериментальних досліджень паливної системи двигуна.

7. Визначити витрати за несправної роботи системи живлення бензинового двигуна з електронним управлінням.

АНАЛІЗ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

1.1 Види паливних систем сучасних бензинових двигунів

Інжекторні паливні системи сучасних бензинових двигунів можна поділити:

- за місцем підведення палива (одно центрове центральне, роздільне впорскування, впорскування безпосередньо у камери згоряння);
- способом подачі палива (неперервне і переривчасте);
- типом механізмів, що подають паливо (плунжерні насоси, з розподільника, форсунками, з регуляторами тиску);
- регулюванням кількості суміші (пневматичне, механічне, електронне);
- за регулюванням складу суміші (вакууметричним тиском у впускній системі, кутом повороту дросельної заслінки та кількістю витраченого повітря).

1.2 Конструктивні елементи і робота систем живлення сучасних двигунів

Виробництво перших систем живлення за принципом впорскування, з'явилося ще у XIX столітті. Але, за досить складної конструкції та відсутністю належних систем керування, не набули широкого використання та розвитку. Лише заново, повернення до даних систем відбулося у 60-х роках минулого XX століття. Слід зазначити, що вони були тільки з механічним приводом. У подальшому, для оптимізації і підвищення економічних і екологічних показників, на їхню зміну, почали використовувати системи впорскування з електронним блоком управління.

На рис.1.1, зображено інжекторну систему живлення з електронним управлінням.

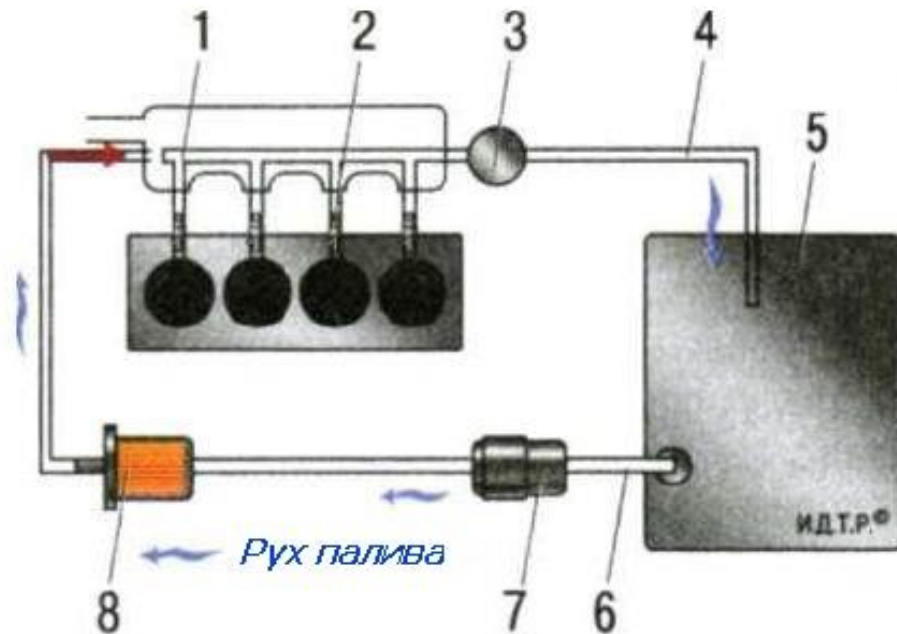


Рисунок 1.1 - Інжекторна система живлення з електронним керуванням:

1 - паливна акумуляційна планка; 2 – форсунки з електронним управлінням; 3 - регулятор тиску палива у рампі; 4 і 6 – паливні магістралі;
5 – паливна ємкість для зберігання палива бак; 7 – електричний бензиновий насос; 8 – фільтр для очистки палива.

Слід додати, що дані системи, залежно від кількості форсунок та місця подачі палива, можна поділити на моно інжекторні (одно точкові), рис. 1.2 та точкові на кожен циліндр, що обумовлюється персональною паливною форсункою, тобто паливо подається у впускний тракт на конусну поверхню впускного клапана, що спричиняє завихрювальний процес газо-паливної маси у камері стиску персонального циліндра, рис. 1.3.

В системі моно інжекції, струмені паливо повітряної суміші направляються по колектору у циліндри двигуна, аналогічно як і у карбюраторній системі живлення бензинового двигуна.

На сьогоднішній день, сучасні автомобілі комплектуються системами впорскування, які управляються тільки електронними процесорами.

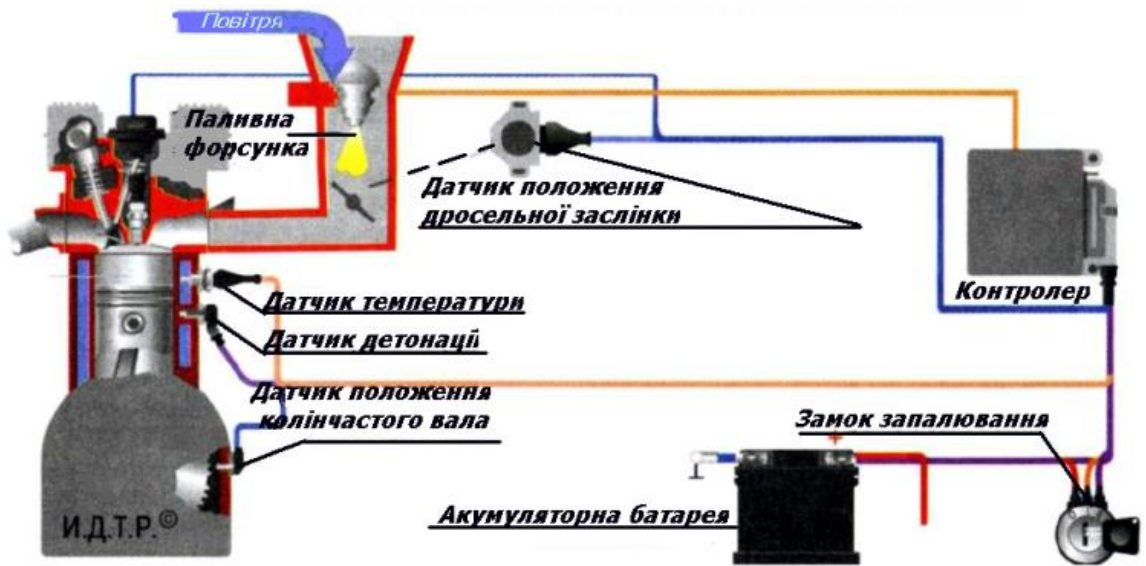


Рисунок 1.2 – Схематичне зображення моноінжектора.

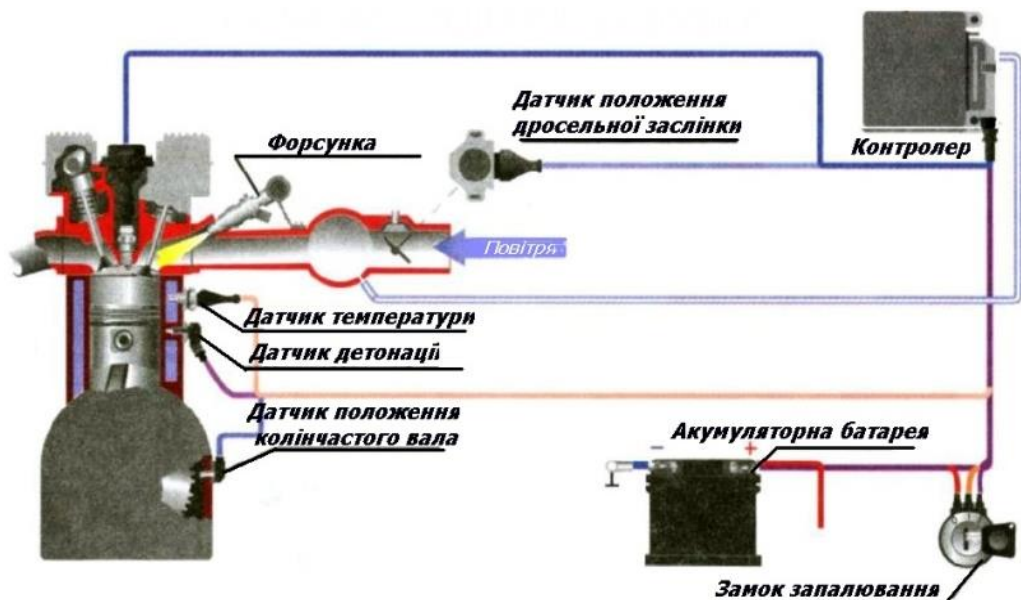


Рисунок 1.3 – Схема повного інжектора системи подачі палива

До конструктивних елементів саме простих інжекторних систем входять:

- Регулятор тиску палива;
- Електричний паливний насос;
- Паливний фільтр тонкої очистки;
- ЕБК;

- Давачі: кута повороту дросельної заслінки, числа обертів колінчастого валу розподільчого валу, температури охолодження ДВЗ;
- інжектор.

В основному, інжекторні системи комплектуються електричними роторно-ролковими бензонасосами, рис. 1.4.

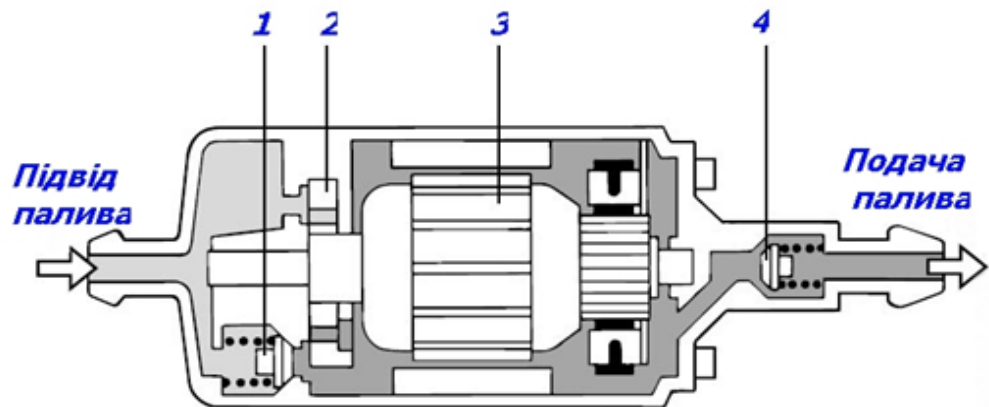


Рисунок 1.4 - Роторно-ролковий вид електричного бензонасосу.
1-перепусковий клапан; 2- бензонасос роторно-ролкового типу; 3- електродвигун; 4-нагнітальний клапан.

На рис. 1.5 – зображено паливний електричний насос у зборі з додатковими конструктивними елементами.



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд електричного бензонасосу

В основному, він встановлюється у паливному резервуарі (баку), з якого під тиском більше 0.3 МПа паливо подається у рампу системи.

На рис. 1.6 зображена електромагнітна паливна форсунка, яка слугує для подачі і одночасного розпилення палива у камеру згоряння циліндра ДВЗ.

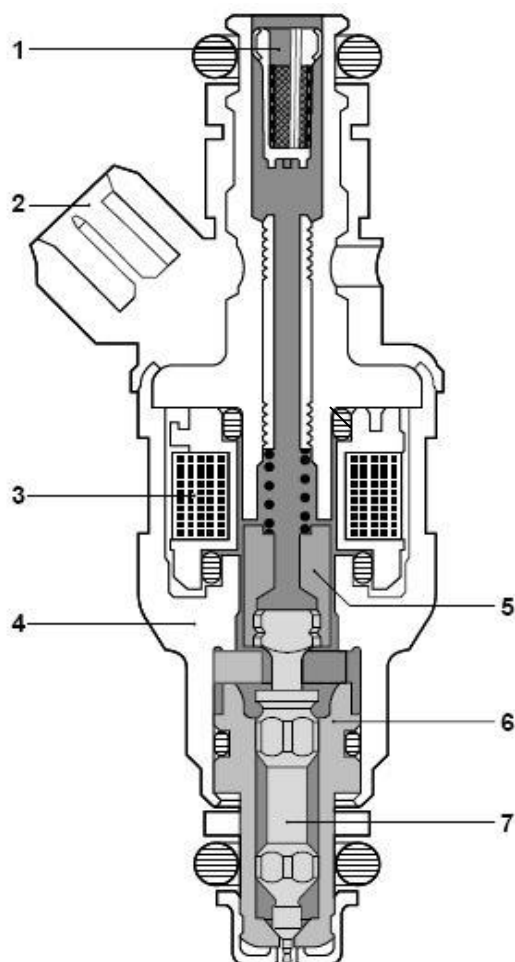


Рисунок 1.6 – Інжекторна паливна форсунка [4], [5]:

1 – фільтруючий елемент; 2 – місце підведення електричної енергії; 3 – електромагнітний соленоїд; 4 - корпус; 5 - штанга; 6 – корпусний елемент розпилювача; 7 – голка для розпилення палива.

Регулятор тиску палива у рампі, що зображений на рис. 1.7 [4], забезпечує відповідну різницю тиску палива у форсунках, відносно тиску повітряного заряду у впускному тракті. Основним його робочим елементом виступає клапан мембранного типу, який встановлюється безпосередньо на рампі паливної системи двигуна.

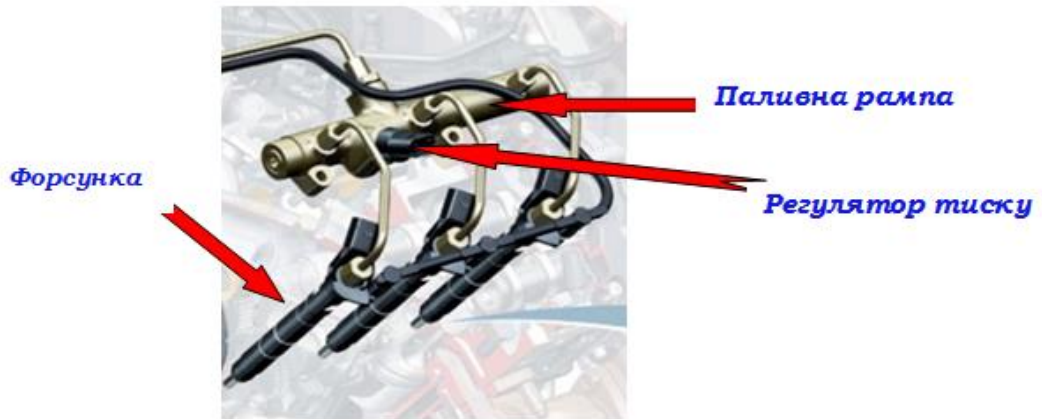


Рисунок 1.7 – Акумуляуюча рампа з електромагнітними форсунками

Під час експлуатації автомобіля, коли навантаження на ДВЗ збільшується, регулятор спрацьовує і піднімає тиск палива у рампі, яка безпосередньо контактує із форсунками, а за зниженого навантаження – тиск падає, що супроводжується подачею надлишкового палива через магістралі у паливний бак.

Бортовий електронний блок керування, являється основним елементом управління, тобто мозком системи. Завдяки йому, обробляється інформація від датчиків, що спричиняє збалансоване сумарне управління системою живлення. Він постійно сприймає інформацію про напругу у бортовій системі автотранспортного засобу (тобто його: швидкість руху, положення та оберти колінчастого і розподільчих валів, кут відкриття дросельної заслінки, кількість повітряного заряду, температуру охолоджуючої рідини, детонацію, кількість кисню у відпрацьованих газах.

Інтегрована інформація датчиків, дає можливість блоку керування управляти: системою запалення, регулятором ХХ, вентилятором СО, адсорбером модуля уловлювання парів бензину (використовується активоване вугілля), системою самодіагностики (на дисплеї панелі приладів автомобіля з'являються коди несправностей чи загоряється *чек*) і багато інш..

На рис. 1.8 зображений блок управління [5].



Рисунок 1.8 – ЕБУ електронно-інжекторною системою.

Під час роботи ДВЗ, можливі відмови деяких виконавчих елементів системи. Тоді, ЕБУ миттєво реагує на даний процес і попереджає експлуатаційника транспортного засобу через лампу-інформатор «CHECK ENGINE» або піктограму з зображенням ДВЗ. Оперативна пам'ять бортового комп'ютера зберігає діагностичні коди, вказуючи на місця появи несправностей.

Тоді, фахівці по діагностиці ТЗ, використовуючи обладнання для сканування роботи бортової електронної мережі автомобіля, зчитують дану інформацію і досить швидко виявляють місця пошкоджень і відновлюють роботу системи.

Слідуючим елементом, що відповідає за якісну роботу системи, є давач повороту дросельної заслінки, який знаходиться на впускному патрубку повітряної магістралі і безпосередньо контактує із приводом дроселя (віссю), рис. 1.9. Він працює, як потенціометр. Під час натискання на педаль газу, дросельна заслінка повертається, і одночасно збільшується чи зменшується напруга на виході. Тоді, ЕБУ приймаючи дану інформацію, обробляє її і коректує певну порцію подачі палива через форсунки у циліндри двигуна.



Рисунок 1.9 – Давач положення дросельної заслінки

Давач температури охолоджуючої рідини системи охолодження працює, як термісторний засіб (резистор), у якого опір проходження електричного заряду може мінятися залежно від температур: за низької температури – опір підвищений, за високої – низький. Сам давач знаходиться у просторі циркуляції охолоджувальної рідини водяної сорочки ДВЗ. ЕБУ сприймає низьку чи високу напругу і здійснює корекційну дію, стосовно відповідного значення температури. Її можна визначити, тільки підключенням до бортового ЕБУ адаптера. Значення температури на інформаційному табло автомобіля і у бортовому комп'ютері повинні співпадати. Так, як давачі у них є різні і індивідуальне підключення.

Давач обертів колінчастого валу, рис. 1.10. Даний електронний елемент контролює роботу електромагнітних паливних форсунок. Інформація давача про положення КВ двигуна поступає до ЕБУ і відповідно визначається тактність роботи циліндрів. Після цього, у точковому порядку, електричні імпульси подаються на силові форсунок, оживляючи їх на відкриття згідно порядку роботи циліндрів.



Рисунок 1.10 – Давач положення колінчастого валу [5]

Сучасні системи живлення з точковою подачею палива відрізняються від найпростішого інжектора тим, що у їхню комплектність включили ряд додаткових елементів: лямбда-зонд, нейтралізатор випускних газів, давач детонації, давач температури впускного повітряного заряду.

На рис. 1.11 зображено розміщення інжектора у тілі головки блока циліндрів [7].

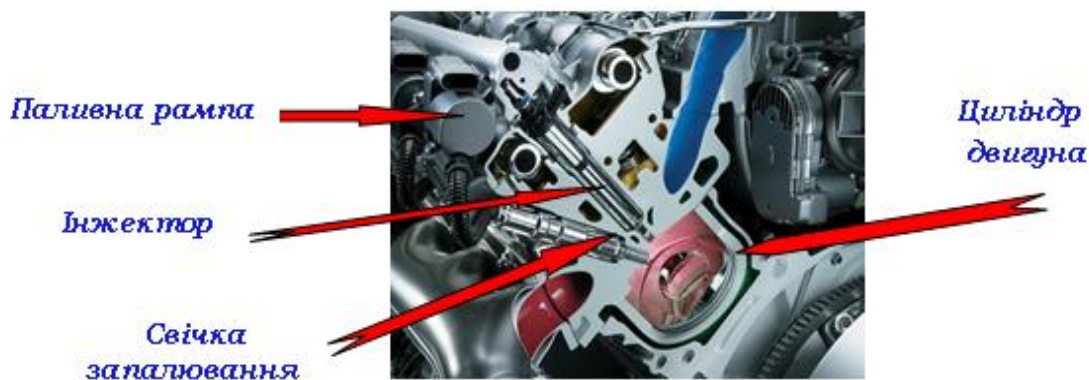


Рисунок 1.11 – Основні елементи інжекторної паливної системи [6]

Основним керуючим елементом системи впорскування являється індивідуальний мікропроцесорний блок. Він керується і використовує зворотній зв'язком і автоматично визначає момент запалювання робочої суміші у кожному циліндрі (залежно від положення розподільчого валу, кількості обертів КВ, навантаження на ДВЗ, положення дросельної заслінки, температурного режиму і значень давача детонації. ЕБУ сучасного бензинового

двигуна сумарно контролює роботу систем впорскування і запалювання, рис. 1.12 [8]/

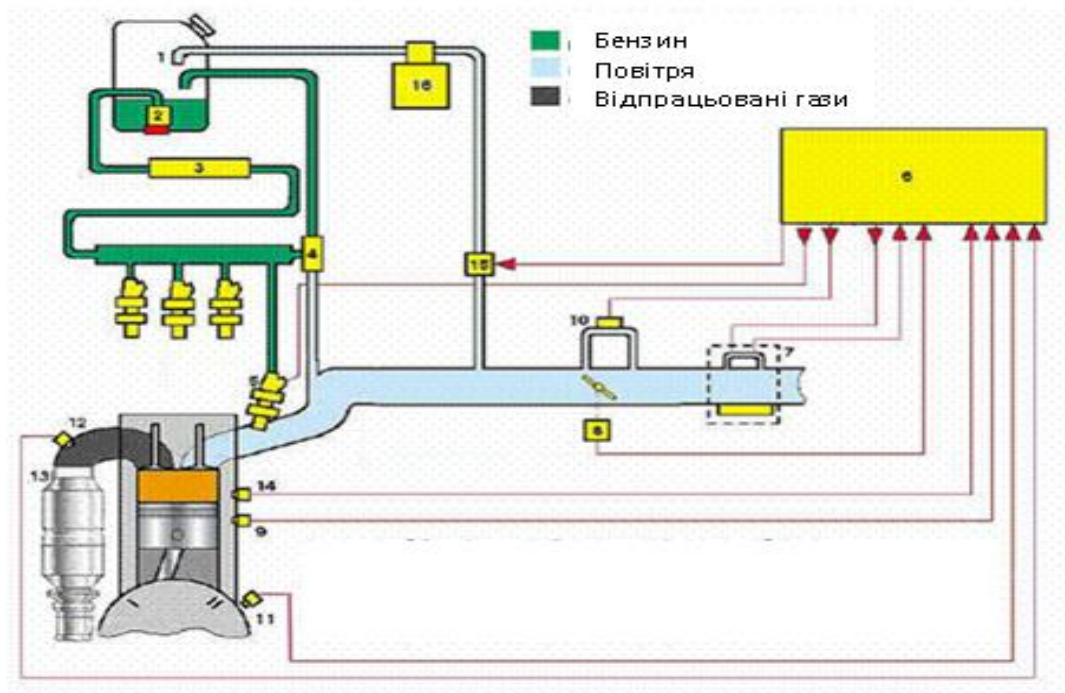


Рисунок 1.12 – Схема розміщення елементів, що впливають на роботу електронної системи впорскування.

1.3 Новітні технології впровадження у виробництво автомобілів модернізованих електронних систем

З постійним ростом автомобілебудування, росте і оснащеність електронних бортових мереж на автомобілях. В недалекому минулому, електронне управління системою гальм, системою упорскування палива і іншими механізмами, являлися останнім досягненням сучасних автомобільних транспортних.

На сьогоднішній день, дані електронні системи являються, як типові і класичні та встановлюються майже кожен автомобільні транспортні засоби.

З швидким розвитком електронних носіїв, зазнали модернізації нові моделі автомобілів, тобто починають встановлюватися нетрадиційні бортові

автоматичні системи, такі як: інформаційне мікропроцесорне забезпечення для водія; супутниково-навігаційна пошукова система; системи підвищення комфортності в салоні автомобіля; круїз контроль і багато інших електронних систем. Почали використовуватись мовні функціональні перетворювачі, які здатні працювати з нечіткими підмножинами лінгвістичних складових (які виражені словесно або цілими реченнями або штучною комп'ютерною мовою, що зумовлює підвищення точності і швидкості обробки сигналів [14].

Інтенсивному дослідженню піддаються електро-магнітні клапани з ЕУ у газорозподільному механізмі двигуна.

Залежно від розв'язку задачі, у нову систему основою є не тільки електричні і електронні вузли чи блоки, а механічні, оптичні, ультразвукові чи будь-які інші пристосування. Дані системи отримали назву – автотронні системи [16]. Вони керуються неелектричними процесами, що передаються неелектричними носіями на виході, і управляється сигналами, що мають неелектричне походження.

Для прикладу - автотронне керування насосфорсунками, що встановлені у системах впорскування бензину під великим тиском, рис. 1.13. Вони почали використовуватись 2000 року експериментальних двигунах легкових автомобілях, фірми TOYOTA. Управляється відбувається від електронної системи Б (автотронного управління уприскуванням EcuB, за допомогою швидкоходового електрогідравлічного клапана (2). Тут, вхідні неелектричні сигнали є: частота обертання КВ і розподільного вала; вакууметричний тиск у впускній магістралі; положення акселератора, температурний режим ДВЗ. Дані неелектричні величини передаються за допомогою давачів і АЦП піддаються перетворенню в чисельно-імпульсивні послідовності на вхід мікропроцесора Ecu-B [17].

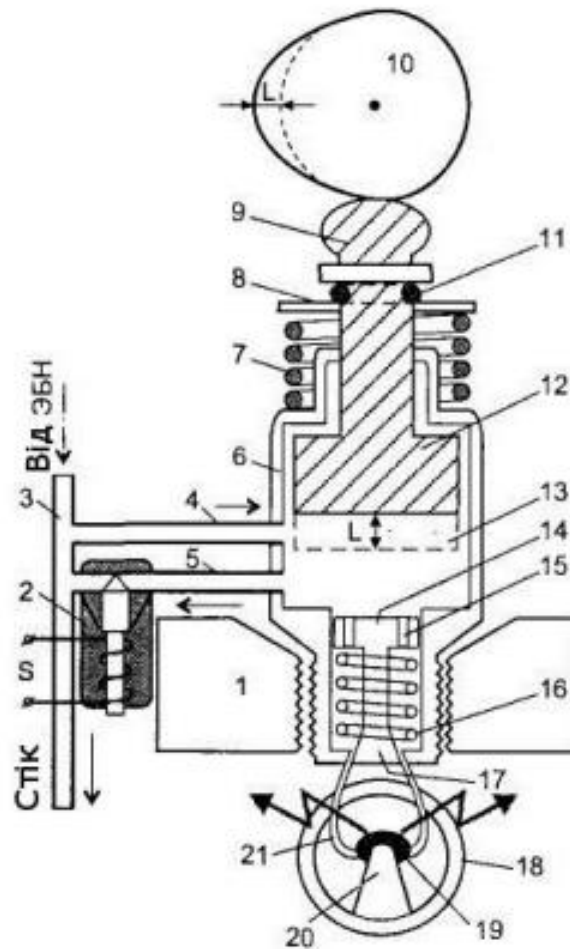


Рисунок 1.13 - Насос-форсунка системи живлення бензинового ДВЗ: 1 – блок циліндрів; 2 – магнітоелектричний клапан у зливному каналі; 3 – паливна магістраль; 4 – вхідна бензوماгістраль; 5 – зливний канал); 6 – корпусний елемент насос-форсунки; 7 – плунжерна пружина; 8 – опорна тарілка плунжерної пружини; 9 – плунжерний штовхач; 10 – кулачок; 11 – фіксуюче кільце; 12 – поршень плунжерного модуля; 13 – робоча камера; 14 – гідромеханічна форсунка (на 100-150 Бар); 15 – перепускний канал з камери плунжерного насоса в порожнину форсунки; 16 – підтискна пружина; 17 – перепускний клапан форсунки; 18 – свічка для запалення РС; 19 – центральний електрод; 20 – керамічний ізолятор; 21 – струмінь.

Основним елементом автотронної системи, являється гідроклапан. Тут, процес вприскування відбувається не за один і суцільним однорідним струменем, як у існуючій форсунці (з електронним керуванням), а у декілька

етапів, в яких індивідуально створюється свій коеф. надл. повітря. Тобто відбивається процес пошарової структури робочих сумішей. Перевагою даного процесу зазначається у тому, що початок займання РС відбувається біля самого центрального електроду - 19 свічки – 18. Тобто, проходить процес стехіометрично (нормально, що легко піддається запалюванню). У подальшому, процес горіння палива за надлишкового кисню продовжується за допомогою «відкритого вогню», що дозволяє економити до 35 % палива, відповідно знижується кількість чадного газу - CO, вуглеводнів - СН, а також підвищується питома потужність ДВЗ.

Для підвищення надійності роботи електричних і електронних систем сучасного автомобільного транспорту, буде вводитись робоча мережа напругою 42 В, яка забезпечить електроживлення новітніх енергоємних споживачів: потужніші електродвигуни, електромагнітні гідроклапани, електромагнітні соленоїди, потужні електродвигуни, силові електронні комутатори і багато іншого.

І тому, для оперативного і якісного проведення діагностичних робіт на предмет роботи системи живлення сучасного бензинового двигуна, слід використовувати сучасні діагностичні засоби. Вони дають можливість максимально зчитати значення робочих параметрів електронних елементів двигуна. У нашому випадку, це стосується дослідження тиску палива у акумулюючій рампі «СОП» системи.

Висновки до розділу 1

Проведено аналіз літературних джерел, стосовно існуючих паливних систем сучасних бензинових двигунів.

Досліджено їхні проблемні сторони, що часто трапляються під час експлуатації.

Тому наші діагностично-експериментальні дослідження будуть стосуватися інжекторної паливної системи бензинового двигуна.

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок приводу електричного бензонасосу

На сучасних легкових автомобілях досить широко використовуються електробензонасоси BOSCH-0580254. Сам електродвигун живиться робочою напругою 12 В, а в навантажувальному режимі споживає до 6 А. Його потужність складає близко 80 Вт[17]. Принцип його роботи полягає у наступному, рис. 2.1.

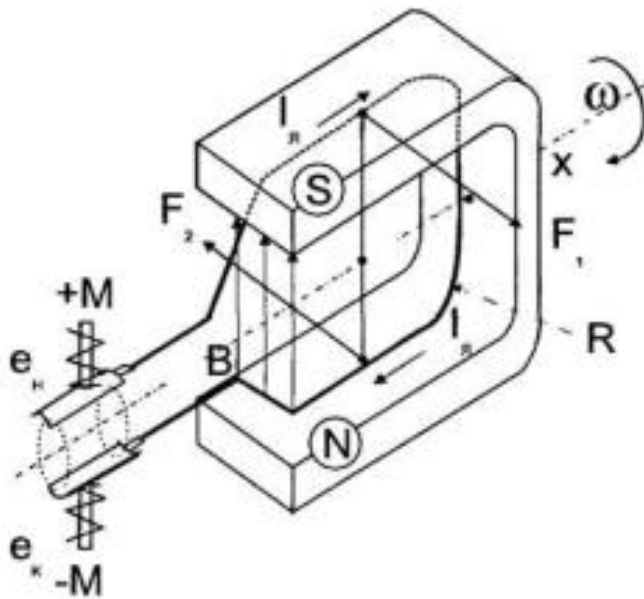


Рисунок 2.1 – Принцип роботи електричного двигуна

Від АКБ чи від генераторної установки подається електрична енергія напругою 12 В на витки рамки R якоря, тобто тече пусковий струм, який до закону Ома, визначиться:

$$I_{я} = \frac{U_m}{R_{я}}, \text{ А} \quad (2.1)$$

де U_m - напруга бортової мережі, В;

$R_{я}$ - опір обмотки якоря, Ом.

Створене електромагнітне поле якоря вступає в взаємодію з постійним магнітним полем статора. Тоді, на рамку починають діяти сили F_1 і F_2 , кожна з яких визначиться за відомим виразом:

$$F = B \times L \times I_{я} \times \cos \alpha \quad (2.2)$$

де B – індукція магнітного поля; L - довжина (сумарна) витків рамки; α – кут повороту рамки, щодо направлення індукційного поля.

Напрям дії сил F визначаються за правилом лівої руки. А сили F_1 і F_2 прикладені у протилежних напрямках до осі обертання самого якоря, створюючи крутний момент - M . Відповідно, через з'єднувальну муфту він передається до ротора насоса. Його можна визначити за наступною формулою:

$$M=(F_1+F_2)\times r, \text{ Н м} \quad (2.3)$$

де r – радіус якоря.

Необхідно додати, що зчіпна муфта виконана із пластмасового матеріалу і при перевантаженні (замерзанні) легко виходить з ладу. А це запобігає перевантаженню електродвигуна бензонасосу і подальшого його перегорання. Після процесу пуску електродвигуна, струм на якорі суттєво зменшується, так як якор отримує обертовий рух, і сила взаємодії магнітних полів зменшується. Після пуску електродвигуна струм якоря I_a значно зменшується. Слід зазначити, що частота обертання якоря електричного двигуна не піддається регулюванню, тому що є залежна від прикладеної до клем напруги, яка є постійною.

2.2 Розрахунок теплового балансу двигуна за достатнього і недостатнього тиску палива у рампі

Кількість теплоти після згорання робочої суміші буде мати певні складові, які залежать від: постійно змінних робочих процесів, розмірів ЦПГ і відповідно від стану системи охолодження двигуна.

Кількість теплоти Q , що може виділитися після згорання робочої суміші визначається [13]:

$$Q = Q_n \cdot G_n, \text{ кДж/год} \quad (2.4)$$

де Q_n - нижня питома теплота, кДж/кг;

G_n - годинна витрата палива, кг/год.

Годинну витрату палива отримаємо за:

$$G_{\Pi} = N_e \cdot g. \quad (2.5)$$

Теплота Q_e (що еквівалентна ефективній роботі двигуна), визначиться:

$$Q_e = 3600 N_e, \quad (2.6)$$

Витрачена теплота g_e , на корисну роботу, отримується з:

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \% \quad (2.7)$$

Кількість теплоти Q_B , що витрачається у навколишнє середовище визначиться:

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{2.3} \cdot n^{0.65} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot 3,6, \text{ кДж/год} \quad (2.8)$$

де C – коефіцієнт втрат ($C = 0,44 \dots 0,56$) [16];

i – кількість циліндрів;

D – діаметр циліндра, мм;

n – кількість обертів колінчастого валу, об/хв;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Частка теплоти g_B , що відбирається системою охолодження визначиться:

$$g_B = \frac{Q_B}{Q_{\Pi}} \cdot 100, \% \quad (2.9)$$

Загальна кількість теплоти Q_{Γ} , втраченої з відпрацьованими газами отримаємо:

$$Q_{\Gamma} = C_p \cdot (T_{\Gamma} - T_{o.c.}) \cdot (G_{\text{пов.}} - G_{\Pi}), \text{ кДж/год} \quad (2.10)$$

де C_p – середня теплоємність відпрацьованих газів, $C_p = 1.40$ кДж/кг град;

T_{Γ} і $T_{o.c.}$ – температури газу і охолоджуючої рідини чи повітря, К;

$G_{\text{пов.}}$ і G_{Π} – кількісні значення повітря і палива, що поступили у циліндри ДВЗ, кг/год.

Кількість повітря $G_{\text{пов.}}$, що поступає у камеру згорання циліндра визначиться за відомою формулою:

$$G_{\text{пов.}} = 14,5 \alpha \cdot G_{\Pi}, \text{ кг/год} \quad (2.11)$$

(Для наших розрахунків, приймаємо $G_{\Pi} = 6,3$ кг/год).

К-сть теплоти q_r , витраченої з відпрацьованими газами, буде мати вигляд:

$$g_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.12)$$

Інші витрати $Q_{in.B}$, отримаємо:

$$Q_{in.B} = Q - (Q_e + Q_r + Q_B) \quad (2.13)$$

А, частка теплоти $q_{in.B}$, визначиться:

$$g_{in.B} = \frac{Q_{in.B}}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.14)$$

Висновки до розділу 2

Представлено методику розрахунку кількості палива, що подається від бензонасосу до акумулюючої рампи, за одиницю часу (коли паливна система справна).

За методикою розрахунку теплового балансу двигуна з об'ємом циліндрів $V=1,4$ л., отримали процентне співвідношення кількості теплоти, після згоряння робочої суміші за справної і несправної системи живлення (коли недостатній тиск у акумулюючій рампі).

Для оперативного відновлення роботи паливної апаратури бензинового двигуна, слід встановити оптимальний підхід (методику), з використанням сучасного діагностичного обладнання.

3 МЕТОДИКА І ОБЛАДНАННЯ ЕКСЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Ознаки впливу несправної паливної системи на роботу бензинового двигуна

Досить часто підчас експлуатації автомобілів, які оснащені сучасними бензиновими двигунами, виникають проблеми нестабільності їхньої роботи:

- затруднений запуск холодного двигуна;
- нестійка робота ДВЗ на холостому ході;
- двигун запускається і миттєво зупиняється;
- провали і ривки підчас натискання на педаль акселератора;
- падає потужність двигуна;

3.2 Причини низького тиску палива у акумулюючій рампі

Наслідком виникнення недостатнього тиску палива у акумулюючій рампі системи подачі, можуть бути наступними:

- не працює електричний бензонасос;
- забруднений паливний фільтр;
- неякісна робота регулятора тиску палива у акумулюючій рампі;
- порушена герметичність з'єднань паливних магістралей.

3.3 Способи перевірки тиску палива у паливній рампі

Для перевірки тиску палива у рампі системи живлення бензинового двигуна, використовують наступні способи:

- манометром (тиск повинен знаходитися у межах від 2,5 до 3,5 Бар (за вимкненого ДВЗ));

- перевірка стану елементів системи живлення на герметичність (паливні магістралі);
- огляд стану сітчастого забірника паливного модуля у паливному баку (на засміченість);
- перевірка справності бензонасосу у паливному баку (після вмикання замка запалення, повинно відбутися відчутне вмикання реле вмикання і появи звуку роботи двигуна (за відкритої пробки горловини баку);
- перевірка регулятора тиску палива у рампі;
- перевірка стану регулятора холостого ходу (підсмоктування додаткового повітря впускний колектор ДВЗ (збіднена робоча суміш і свічки запалення якісно не працюють);
- перевірка редукційного клапана електричного бензонасосу.

3.4 Обладнання для досліджень

Для проведення експериментально-діагностичних робіт на предмет відновлення роботи бензинового двигуна з точковою подачею палива, нами прийнято рішення зупинитись на дослідженні паливної системи. І тому, обладнання, яке ми використали є наступне:

- Автомобіль Ваз -1117, з об'ємом двигуна $V = 1,4$ л, який оснащений повною інжекторною системою і «СОР» системою запалювання, рис.3.1;



Рисунок 3.1 – Інжекторна ситема подачі палива автомобіля Ваз - 1117

- ПК і адаптер-сканер «ХТУ ДІАГ» для підключення до бортової мережі автомобіля, рис 3.2;

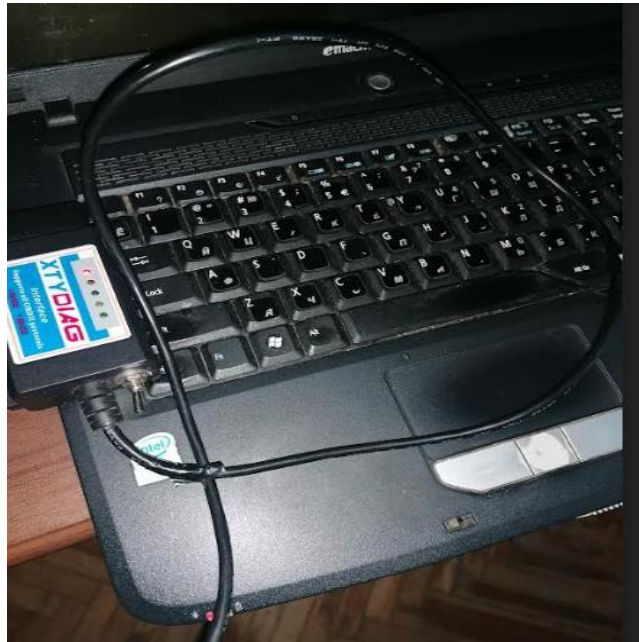


Рисунок 3.2 – Обладнання для проведення комп'ютерної діагностики системи живлення бензинового двигуна

- Програмний продукт «Ovren-Diag», для зчитування інформації із ЕБУ двигуна;
- Манометр, для визначення тиску палива у акумулюючій рампі паливної системи, рис. 3.3,



Рисунок 3.1 – Манометр для вимірювання тиску палива у рампі

На рис. 3.2 зображено місце під'єднання компресометра до акумулюючої планки паливної системи двигуна.



Рисунок 3.2 – Діагностичний подовжувач акумулюючої планки.

Отже, використання вище представленого обладнання, дозволяє в оптимальні строки дослідити причини некоректної роботи двигуна з точковою подачею палива.

Результати досліджень доведено у розділі 4.

Висновки до розділу 3

Представлено обладнання для компютерного сканування ЕБУ бензинового двигуна автомобіля ВАЗ-1117.

Підібрано манометр, який дозволить механічним способом додатко отримати інформацію, про значення тиску у рампі паливної системи досліджуваного двигуна.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Вплив недостатнього тиску палива у рампі на тепловий баланс двигуна

Згідно методики (див. розд. 3), отримано значення теплового балансу за справної і несправної паливної системи (недостатнього тиску у паливній рампі) досліджуваного бензинового двигуна, що представлено у вигляді діаграм, рис. 4.1.

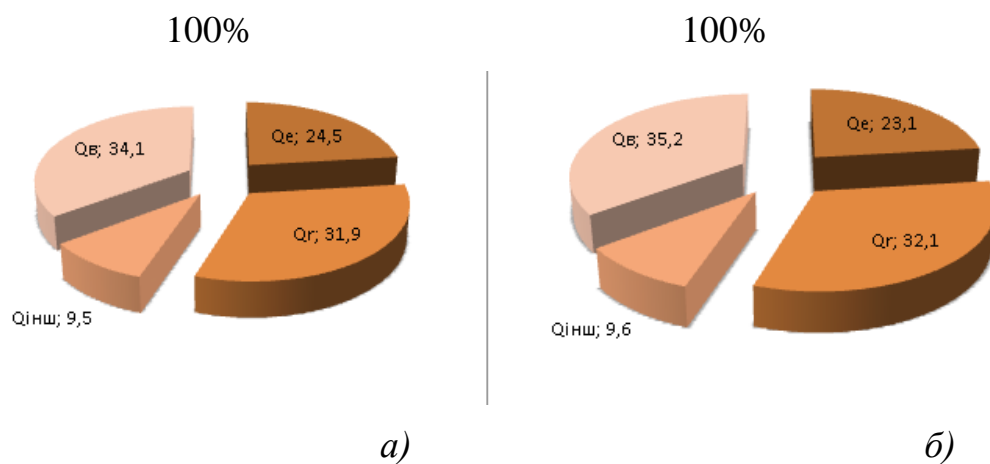


Рисунок 4.1 - Діаграми теплового балансу двигуна, об'ємом циліндрів $V = 1,4$ автомобіля ВаЗ 1117:

- а) з справною паливною системою;
- б) недостатній тиск у паливній рампі.

Аналіз діаграм теплового балансу показує, що робота бензинового двигуна з недостатнім тиском у рампі, впливає на кількість виділеної ефективною теплою в циліндрі двигуна, яка зменшилась на 1,4% відносно справної системи.

4.2 Результати досліджень електроприводу бензонасосу

Для електроприводу бензонасосу (на різних режимах роботи двигуна) пусковий струм, напруга бортової мережі, опір обмотки якоря, рівнодійні сили магнітних полів, крутний момент якоря будуть мати наступні значення, що занесені до табл.4.1

Таблиця 4.1 – Значення параметрів електроприводу бензонасоса

Пусковий струм, А	Напруга у бортовій мережі, В	Опір обмотки якоря, Ом	Сила магнітного поля F_1 , Н	Сила магнітного поля, F_2 Н	Крутний момент якоря, Н м	Тиск палива, (Бар)
5	12	3	10	10	0,24	6,5 -7

4.3 Результати діагностичних робіт

Під час експлуатації автомобіля ВАЗ 1117, виникають проблеми запуску ДВЗ, особливо у холодний період відчувається підтроювання одного із циліндрів, і на табло появляється гелограмка «несправність двигуна», рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – Інформація про несправність двигуна.

Під час під'єднання діагностичного обладнання до бортового компютера автомобіля, отримали слідуочі результати досліджень, рис 4.3

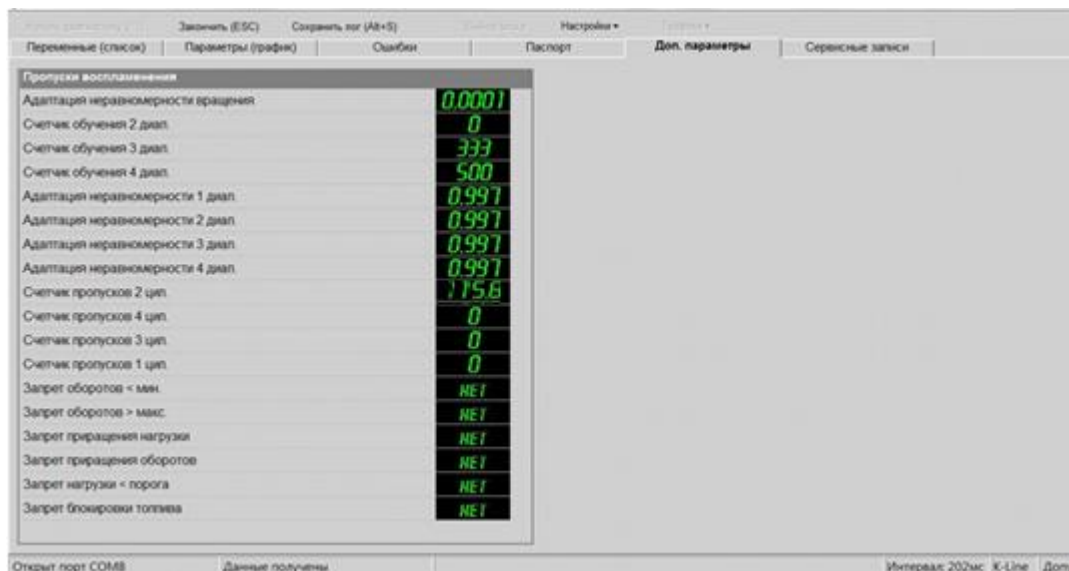


Рисунок 4.3 – Результаты компьютерної діагностики з використанням програмного продукту «OpenDiag Free».

За результатами діагностики, отримали збільшену кількість пропусків роботи 2-го циліндра - 1156.

Провівши огляд свічки запалення 2-го циліндра, засвідчили, що контактна частина є сухою і жовто-сірого кольору. Це ознака того, що недостатньо збагатшена робоча суміш поступає у камеру стиску. Про, що інформує «Чек» на контрольному табло приладів (спрацьовує датчик «Лямбда-зонд» про збільшений вміст кисню у відпрацьованих газах).

На рис. 4.4 відображено спад тиску палива у акумулюючій рампі.



Рисунок 4.4 – Недостатній тиск палива у рампі

За показами манометра, тиск у рампі (на холостому ході після холодного запуску двигуна) становив до 2,5 Бар. Після вимкнення регулятора тиску (зняття вакуумної магістралі) тиск у рампі піднявся до 3 Бар.

На рис. 4.5 зображено діаграму тиску палива за справно і несправно вакуумного регулятора.

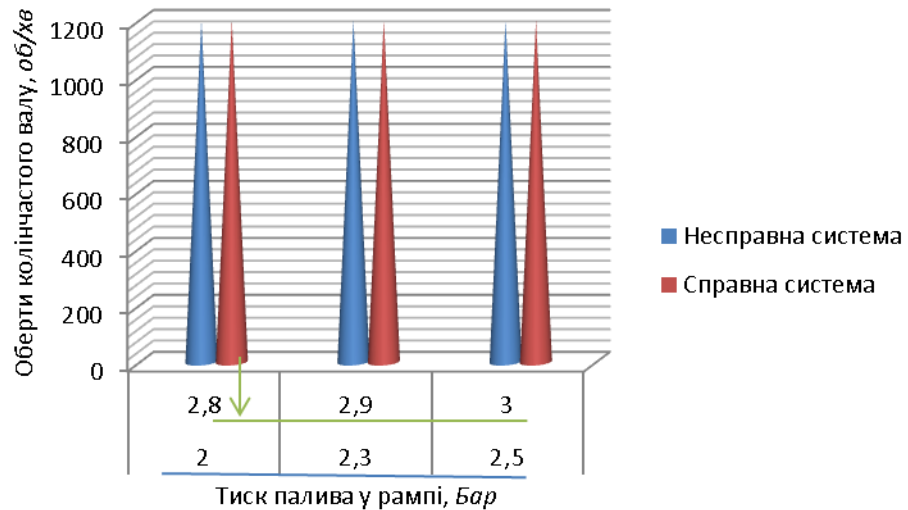


Рисунок 4.5 – Діаграма тиску палива у рампі

Це свідчення виходу із ладу регулятора тиску палива у рампі. Відповідно, даний негативний процес сприяв неякісному розпилюванню палива, впливаючи тим самим на повноту згоряння робочої суміші у циліндрі двигуна.

Висновки до розділу 4

За результатами теплового балансу з'ясовано, що за недостатнього тиску палива у рампі, кількість ефективної теплоти зменшилась на 1,4%.

За допомогою комп'ютерного сканування ЕБУ двигуна, встановили значні пропуски роботи 2-го циліндра.

За допомогою манометра, встановили тиск палива у акумулюючій рампі (під час холодного запуску двигуна) – 2,5 Бар., який є недостатній для м'якої роботи ДВЗ.

Встановили причину пониженого тиску палива у рампі – погана робота вакуумного регулятора тиску палива, що підлягає терміновій заміні.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Держуправління з охорони праці

Закон України «Про охорону праці» на державному рівні, дотримання законів охорони праці контролює спеціальна служба із охорони праці. Дані органи контролю охорони праці, являються незалежними у будь-яких господарських організаціях, громадських об'єднаннях, самоврядуваннях місцевого значення та політичних формуваннях [16].

Вони здійснюють:

- перевірки підконтрольні підприємства, фізичних осіб, які використовують зайнятість людей по найму;
- приписи роботодавцям для обов'язкового виконання і усунень недоліків щодо охорони праці;
- заборону використання чи закриття окремих робочих місць до усунення порушень, є небезпечними;
- адміністративні покарання робочого персоналу, які порушують законодавчі акти з охорони праці.

Керуючий організації зобов'язаний створювати комфортні і необхідні умови для роботи посадових осіб що мають нести відповідальність за охорону праці на підприємстві. Громадські адміністративні особи здійснюють перевірки за виконанням законодавства про охорону праці трудового персоналу (тобто створенням безпечних і екологічно-чистих умов праці самим роботодавцем:

1. Наданням працівникам одяжі (спецодяг);
2. Забезпеченням спецвзуттям;
3. І другорядними засобами з індивідуального захисту працюючої особи.

У випадку виникнення загрози здоров'ю працівників, профспілки зобов'язані діяти згідно закону, який передбачає:

- негайне припинення робіт у цих небезпечних місцях до повного

усунення загрози;

- проводити незалежну експертизу безпечності праці для робочого персоналу на відповідність нормативно-правовим актам;
- бути постійно на місці і приймати безпосередню участь у розслідуванні причин нещасного випадку;
- отримувати максимальну інформацію про причини виникнення нещасних випадків і робити заключні висновки.

Щоб виконати зазначені вище зобов'язання, роботодавець безкоштовно організує навчання, забезпечуючи необхідними засобами, і надає можливість найманим працівникам відгули від роботи (на передбачений законом колективним договором) термін зі збереження оплати праці. Працівники, що відповідають про охорону праці мають цілковите право вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення порушень безпеки праці, що зазначені у актах припису. Для відхилення не підлягають будь-які законні права та інтереси працівників з питань охорони праці. Інженер з охорони праці, які безпосередньо є відповідальними за безпеку і життя людей, діють відповідно до положення про роботу уповноважених, які можуть бути найманими працівниками (виконують безпосередньо на підприємстві).

Для проведення внутрішньовідомчого нагляду за станом охорони праці у галузях, проводиться безпосередньо міністерством чи відомством, тобто у галузі освіти - службою охорони праці. Відомства міністерства освіти і науки та обласні управління освіти здійснюють контроль за дотриманням безпеки умов праці відповідно до «Положення про організацію охорони праці та порядку розслідування нещасних випадків у навчально-виховних закладах» [16].

Виданий законодавчий акт «Про охорону праці» засвідчує, щоб усі працівники під час прийому на роботу і на протязі трудової діяльності проходили, інструктаж з охорони праці. Особи, які не пройшли перевірку знань з питань охорони праці, до своїх обов'язків трудової діяльності не допускаються. Засвоєнні знання працівників (з питань охорони праці) засвідчуються протоколами і підписами та виписуються посвідчення. Робочий

персонал, який отримав незадовільний результат, протягом одного місяця створюється комісія і призначається повторна перевірка знань працівників. І коли за наступної перевірки результат виявився незадовільний, працівника налаштовують (змушують) перевестися на інше місце праці, а робітникам із перерваним робочим стажем за відповідною професією, тобто більше одного року, необхідно повторно проходити навчання з охорони праці.

Допускаються до роботи особи, що пройшли вступний інструктаж з перевірки теоретичних знань на робочому місці. До таких інструктажів відносяться: вступні; первинні; повторні; позапланові і цільові.

5.2 Травмонебезпечні обставини на агропідприємствах

Травматизм на виробництві являє собою сукупність явищ, що характеризується різними травмами на виробництві нещасними випадками.

До виробничої травми відносяться травми, отримані на виробництві (внаслідок порушень вимог охорони праці) [16]. До нещасного випадку відносять випадок що відбувся на виробництві (тобто раптова дія на працівника небезпечного виробничого фактора), що привів до шкоди його здоров'я або летального випадку. Додатково, до нещасних випадків відносяться гострі професійні захворювання, отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, ураження електричним струмом, блискавкою, ушкодження внаслідок аварій та багато інших.

Небезпечно-шкідливий виробничий фактор, що відбувся з людиною призводить до професійного захворювання (залежно від рівня і тривалості), являється надзвичайно небезпечним. Стан здоров'я людини, яке пов'язане із надмірним напруженням організму на робочому місці чи несприятливою дією виробничих факторів, трактується відповідно документів про «Охорону здоров'я людини на виробництві», як професійне захворювання. Для прикладу можна віднести хворобу, що виникла у наслідок надмірної вібрації у кабіні сільськогосподарської машини на протязі тривалого часу; тривалі звукові

ефекти (порушення слуху працюючого); надто велика загазованість повітря, що привела до захворювання дихальних шляхів. Останні захворювання можуть бути хронічними, або гострими.

5.3 Протидія небезпечним ситуаціям

Для запобігання явищ виробничого травматизму і профзахворювань на виробництві потрібно знайти причини їх виникнення, що дозволить розробити конкретні плани для їх усунення. Їх можна поділити на групи: виробничо-технічні і психофізіологічні, що визначаються психологією та фізіологічними особливостями. Виробничі технічні причини - це організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні і інші. Організаційні причини – це виробнича дисципліна, не освоєння методів на виконання робіт і інструктажу стосовно робочого місця, відсутність інструкцій поведження на робочому місці, порушення відпочинку працюючих, відсутність технологічної документації, відсутність контролю за дотриманням правил охорони праці, відсутність інженера з охорони праці і багато інших причин.

Технічні причини - це відсутність безпечних пристроїв на машинах, технічний стан машин, низький і примітивний рівень механізації виробничих процесів на виробництві, неправильний вибір технологічних режимів, неякісне і невчасне технічне обслуговування робочих механізмів машин та обладнань, що використовується у виробничому процесі.

Санітарно-гігієнічні причини – це погані санітарні норми на робочому місці, збільшена концентрація отруйних речовин у робочому приміщенні та незадовільне освітлення.

Психофізіологічні причини зумовлені нездоровим психологічним впливом у робочому колективі підприємства, антропологічна невідповідність працюючого працівника умовам праці, незадоволеність працівника своїм робочим місцем.

Для безпеки робочого місця відносяться небезпечні зони які являють собою простір, який є небезпечний, або у якому діє шкідливий для здоров'я людини виробничий фактор. Для запобігання перебуванню людини у небезпечній зоні або ліквідувати її, використовують різноманітні засоби попередження, захист і інші методи. Об'єктивні засоби захисту об'єднують у себе огороження, запобіжні пристосування, ізоляцію, заземлення, нагортання ґрунту і інших захисних матеріалів по периметру небезпечної зони. До суб'єктивних засобів захисту відносять пристрої сигналізації, різні наглядні записи, контрольно-вимірювальні прилади, колір об'єктів, написи знаків «Небезпечна зона». Перелічені вище заходи не до кінця можуть сприяти надійному захисту від дії шкідливих впливів, оскільки поганий стан людини у великій мірі пов'язаний з виникненням нещасного випадку, тобто слаба сконцентрованість на небезпечну зону. Щоб забезпечити і запобігти небезпечному фактору, використовують стаціонарні огороження (що дають можливість ізолювати небезпечні зони (механізми різних машин де є ділянки робочих місць)).

В організаціях і інших небезпечних місцях використовуються наступні сигнальні кольори, що затверджені міждержавного стандарту ГОСТ 12.4.026—76 ССБТ: червоний - заборона, небезпека; жовтий - попередження, можлива небезпека; зелений - припис, безпека; синій - інформація. Зеленим кольором покривають поверхні сигнальних ламп, які забезпечують інформацію працюючому про нормальний режим роботи механізмів. Червоним кольором покривають поверхні корпусів і кожухів рухомого небезпечного обладнання різних механізмів. Синій фон наносять на місця заземлення об'єктів, а суцільними смугами покривають поверхні негабаритних вантажів, що транспортуються на мобільних засобах (автомобілях) або стаціонарні, на ненадійно закріплених об'єктах.

Одежа робітників, працюючих у небезпечних місцях, повинна відрізнятися від буденної різко контрастними відтінками і видимістю (повинна віддзеркалювати світло).

5.4 Заходи дотримування ТБ під час проведення діагностично-експериментальних досліджень

Лабораторний стенд для випробування бензинових ДВЗ автомобілів піддається різноманітним впливам навколишнього середовища (тиск повітря, поступальні чи обертові рухи штоків і кривошипів гальмівних стенду, електричні (вмикання у електромережу електролізної газової установки). Під час таких дій, обслуговуючий персонал стенду зобов'язаний контролювати умови допустимих рівнів і часу роботи вузлів і механізмів, розміщених на дослідному стенді. Ігнорування елементарних зазначених вище заходів, щодо експлуатації розробленої нами установки, може привести до травм і нещасних випадків під час виконання дослідних робіт. І тому, забезпечення безпечних умов праці у період роботи стенда являється одним із шляхів підвищення ефективності проведення різних експериментальних досліджень у лабораторії.

Хоча, передбачити можливі випадки травмонебезпечних і аварійних ситуацій характеризуються особливостями, що зумовлюють створення умов та підвищення виникнення ймовірних нещасних випадків у приміщенні де проводяться експерименти. Для того впливає необхідність проводити аналіз небезпечних операцій, що відбуваються у період запуску лабораторного стенда і піддослідної установки у комплект якої входить двигун із іскровим запаленням MeMz-307. Здійснимо диференціювання небезпечних зон:

- перша небезпечна зона - це вмикання у електромережу (220 В) електролізної установки (вона повинна бути заземлена і знаходитись у сухому безпечному місці);

- друга небезпечна зона – це місце підведення водневого газу до повітряної магістралі системи живлення ДВЗ (від можливої розгерметизації з'єднань, що може привести до опіків чи травмування верхніх кінцівок обслуговуючого персоналу):

Третя небезпечна зона – це місце випускних колекторів, температура яких досягає більше 300 °С. (можливе травмування кінцівок рук).

У табл. 5.1 представлено можливі випадки виникнення небезпечних ситуацій під час експлуатації піддослідної установки та вживання заходів для їх запобігання.

Таблиця 5.1 - Травмонебезпечні ситуації під час досліджень бензинового двигуна

Вид робіт	Виробнича безпека			Наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
1	2	3	4	5	6
Вмикання у електромережу у електролізної установки	Можливе ураження електрострумом (НУ ₁). Ймовірність отримати опіки рук (НУ ₂)	Під час вмикання у електромережу (НД ₁). У процесі електролізу водного розчину (НД ₂)	Під час перетворення водневого розчину у водневий газ H ₂ /O ₂ (НС).	Травма (Т)	Робота повинна виконуватись у захисних рукавицях
<div style="text-align: center;"> <pre> graph LR NU1 --> ND1 NU2 --> ND2 ND1 --> NS ND2 --> NS NS --> T </pre> <p>НУ₁ → НД₁ → НС → Т НУ₂ → НД₂ → НС → Т</p> <p>Модель процесу 1</p> </div>					
Запуск стенду	Ймовірність ураження електричним струмом (НУ)	Під час вмикання стенда (НД)	Мокрі кінцівки рук (НС)	Опіки і стрес (Т)	Використання захисних рукавиць і встановити заземлення
<div style="text-align: center;"> <p>НУ → НД → НС → Т</p> </div>					

Продовження табл. 5.1					
Модель процесу 2					
1	2	3	4	5	6
Регулювання системи запалення ДВЗ	Можливе ураження електричним струмом від системи запалення двигуна (НУ)	Дотикання до провідників високої напруги системи запалення (НД)	Вологі кінцівки рук (НС)	Психологічний стрес (Т)	Захисні рукавиці
НУ → НД → НС → Т					
Модель процесу 3					
Визначення токсичності відпрацьованих газів	Можливе отруєння і опіки кінцівок рук (НУ)	Близька відстань до випускної магістралі і її герметичність (НД)	Контакт і розгерметизація магістралі (НС)	Отруєння і опіки (Т)	Попередній огляд кріплень і встановлення захисного елементу
НУ → НД → НС → Т					
Модель процесу 4					

Процес ураження електричним струмом організму людини (під час роботи піддослідної установки), виникає у результаті: несправностей електричної мережі стенду, неправильна експлуатація електричних пристосувань, відсутність заземлення, неякісна ізоляція провідників, присутність вологого середовища і багато інших факторів.

Для запобігання такому небезпечному явищу, необхідно вчасно проводити перевірки стану переліченого вище обладнання. Під час проведення процесу обслуговування обладнання, можливе випадкове вмикання електродвигуна (за умови, якщо частини одягу чи тіла перебувають у зоні ризику обертових чи рухомих частин), що може привести до травматизму обслуговуючого персоналу.

У період проведення досліджень викидів отруйних речовин з відпрацьованими газами (бензинового двигуна з використанням водневого газу), необхідно зосереджено і обачно ставитись до виконання цих процесів. Слід використовувати захисні рукавиці і респіратор для захисту дихальних шляхів. Аналізуючи можливе виникнення травм на лабораторному стенді, дозволить розробити ефективні запобіжні заходи: організаційні (тобто навчання, інструктажі, перевірка заземлення, здійснення контролю безпеки технічних засобів); технічного стану (розробка і встановлення захисного обладнання, забезпечення ізоляції і позбавлення вологого середовища і багато інших заходів).

Роботи, що проводяться у лабораторних умовах повинні бути організовані так, щоб запобігти створенню і виникненню небезпечних обставин на випробувальних стендах. Температура корпусного обладнання та технологічних магістралей (до яких можливий контакт робочого персоналу), не повинен перевищувати 45°C, а елементи систем вентиляції, повинні забезпечувати нормативний мікроклімат у лабораторному приміщенні [16].

Захист від ураження електрострумом (у навчальних лабораторіях), повинні бути присутні діелектричні елементи чи кожухи (напруга дотику повинна не перевищувати 42 В у приміщеннях без підвищеної безпеки).

Приміщення, у яких проводяться експериментальні дослідження повинні бути обладнані автоматичною системою пожежної сигналізації. Паливо мастильні матеріали і інші речовини, що використовуються під час досліджень, слід врахувати їхні фізичні і хімічні властивості і вимоги до пожежної безпеки. Також, у лабораторії, де проводяться дослідження лабораторних стендів повинні бути інструкції з охорони праці і журнали для проведення інструктажів.

Працівники - дослідники (початківці), що приймають участь у проведенні досліджень у лабораторіях, повинні отримати інструктаж по техніці безпеки. Що стосується методики логічного моделювання потенційних аварій і травм, то це сприяє здійсненню системи управління безпекою життєдіяльності

виробництва (основою якої є оперативний пошук виробничих небезпек та їх глибокий логічний аналіз та невідкладне прийняття рішень для усунення таких випадків

5.5 Зовнішні методи захисту будівель

Для забезпечення захисту будівель і інших споруд від прямих попадань електричного розряду блискавки (блискавковідводи, що являють собою добре заземлені провідники), повинні знаходитись вище будівель і споруд, що забезпечить зону захисту. Провідник блискавковідводу монтується на відстані не менше, як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення повинно бути виконаним з кутової сталі на відстані 1 м від фундаменту захисної будівлі, а опір розтікання заземлення не повинен бути більшим 10 Ом [16].

Максимальна ефективність блискавковідводу забезпечується тоді, коли розміри захисної споруди входять у захисну зону, яка визначається поверхнею одного або двох конусів.

Розрахунок блискавковідводу для лабораторії, де знаходиться випробувальний стенд для випробування системи живлення досліджуваного дизеля, необхідно визначити розміри будівлі. Після замірів, вона становить 50×30×10 м.

Вимірявши розміри будівлі, проводяться розрахунки за наступною методикою [16] Приймають довільну висоту блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначають контури захисних зон, що утворилися. Коли споруда знаходиться в її межах, то розрахунки не проводяться або висота блискавковідводу зводиться до оптимальних розмірів (що дає можливість зекономити кошти на його виготовлення).

Радіус захисту r_x , подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою 25 м визначиться за відношенням, (рис. 5.1) [16]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (5.1)$$

де h – висота блискавкозахисту, м; h_x – висота будівлі, м.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 25$ м. Тоді ,

$$r_x = 1,6 \cdot 25 \cdot \frac{25 - 10}{25 + 10} = 17,1 \text{ м}$$

Захисна дія блискавковідводу характеризується коефіцієнтом захисту, k_x , що визначиться за відношенням:

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (5.2)$$

$$k_x = 1,1$$

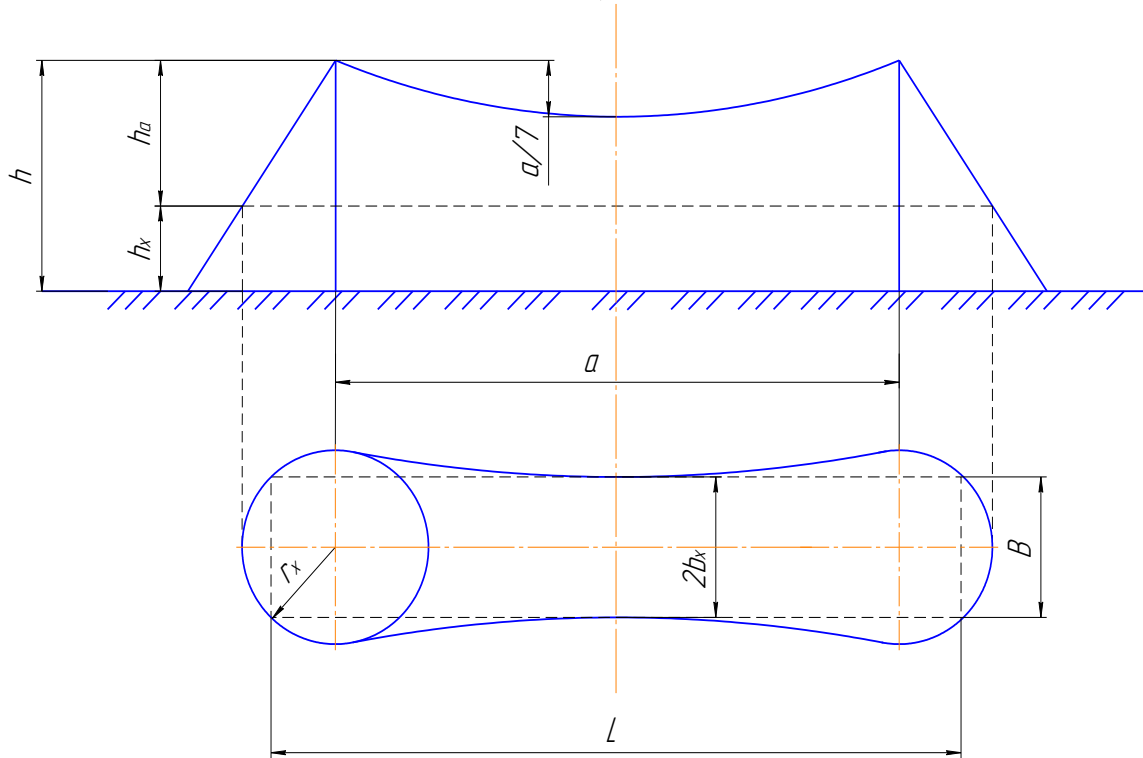


Рисунок 5.1 - Схема блискавковідводу для лабораторії

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

Внутрішня захисна зона $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (5.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (5.4)$$

$$h_a = 25 - 10 = 15 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель, віддаль між блискавковідводами визначиться:

$$a = L - B. \quad (5.5)$$

$$a = 50 - 30 = 20 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 15 - 20}{14 \cdot 15 - 20} \cdot 4 \cdot 17,1 = 30,5 \text{ м}$$

Після виконаного підрахунку, наклавши контури зон захисту блискавкозахисту на контурами будинку, у якому розміщено обладнання для дослідження системи живлення бензинового ДВЗ і визначення його екологічності, захисна зона блискавковідводу повністю покриває і захищає дане приміщення і будівлю у цілому від електричного розряду.

Висновки за розділом 5

Аналізуючи можливості виникнення небезпечних процесів під час експериментальних досліджень вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна (у процесі його роботи на холостому ході), ми змоделювали травмонебезпечні ситуації, що можуть вплинути на виникнення небезпечних обставин.

Такі віртуально модельовані події під час проведення експериментів, інформують дослідницький персонал про безпеку, що слугує до вчасного її запобігання і відведенню виникненню травм.

Також, було проведено розрахунки блискавковідводу для будівлі, у якій розміщено приміщення з піддослідною установкою. Згідно отриманих даних, є необхідність встановлення двох блискавковідводів, висотою 25 м.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Експлуатаційні витрати

Бортова електронна система легкового автомобіля спричинила процес підвищення коефіцієнта корисної енергії двигуна, що оптимізує всі процеси двигуна, та дозволяє само діагностуватися. Також розроблене обладнання для сканування роботи ЕБУ, що сприяє у найкоротші строки відновити роботу будь якого механізму, який відмовив чи не забезпечує якісну роботу ДВЗ.

Відповідно, за умови використання діагностичного обладнання, для оперативного виявлення недоліків роботи паливної системи, і завчасного її налагодження, можна дослідити економічну ефективність автомобіля після його відновлення.

Нами прийнято рішення, що економічний ефект слід шукати у експлуатаційних параметрах автомобіля.

І тому, затрати на експлуатацію автомобіля будуть мати вигляд [10]:

$$Z = Z_n + Z_{zm} + Z_{TO} + Z_{av} + Z_{ш} + Z_{zn} \quad (6.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

Z_{zm} – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{zm} = 0,2$ грн/км;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування;

Z_{av} – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,7$ грн/км;

Z_{zn} – витрати на заробітну плату водія, $Z_{zn} = 7,5$ грн.

Грошові витрати на придбання пального (для базової і модернізованої систем живлення) визначаємо за відомою формулою

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

де, C_n^{δ} – вартість палива, $C_n^{\delta} = 28,00$ грн/л;

g – витрата палива (за базової системи), $g = 6,5$ л/100 км.

Тоді:

$$Z_m^n = \frac{28,00 \cdot 6,5}{100} = 1,82 \text{ грн./км}$$

А за пониженого тиску палива у рампі :

$$Z_n^{zn} = \frac{c_{п}^6 \cdot g_{п.п}}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива з базовою системою, $g_{п.п} = 8,7$ л/100 км.

Отже:

$$Z_n^{zn} = \frac{28,00 \cdot 8,7}{100} = 2,44 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для дослідного автомобіля з пониженим тиском у акумулюючій рампі є завищені.

Дальше, визначаємо витрати на ТО автомобіля:

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

де, $N_{тр}$ – витрати на автомобіль з справною і несправною системою, $N_{тр} = 55,1$ грн./1000 км.

$$Z_{тр} = 55,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,0551 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

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

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 105200$ грн.;

$A_в$ – нормативні амортизаційні відрахування, $A_в = 0,21$;

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 30000$ км;

$A_{кап.р}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{кап.р} = 0,11$

$$Z_{аморт} = \frac{105200 \cdot 30000 \cdot 0,21}{10^5} + \frac{105200 \cdot 30000 \cdot 0,11}{10^5} = 6727,6 + 3471,6 = 10199,20 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- з справною паливною системою

$$Z = 1,82 + 0,2 + 0,0551 + 0,40 + 0,7 + 7,5 = 10,68 \text{ грн/км;}$$

- з несправною

$$Z = 2,44 + 0,2 + 0,0551 + 0,40 + 0,7 + 7,5 = 11,30 \text{ грн/км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть становити:

- з справною

$$З_{д} = 10,68 \cdot 30000 = 320400 \text{ грн./рік};$$

- несправною

$$З_{д} = 11,30 \cdot 30000 = 339000 \text{ грн./рік}.$$

Отже, річні втрати від несправної паливної системи можуть складати:

$$E = 339000 - 320400 = 18600,00 \text{ грн./рік}$$

Висновки до розділу 6

Витрати на придбання палива, збільшені за рахунок недостатнього розпилення та кількості поступлення його у камери згоряння двигуна. Причиною такого процесу, і є недостатній тиск палива у рампі.

Річні витрати на експлуатацію автомобіля можуть скласти 18600,00 грн/рік.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено аналіз літературних джерел, стосовно існуючих паливних систем сучасних бензинових двигунів.

Досліджено їхні проблемні сторони, що часто трапляються під час експлуатації.

Представлено методику розрахунку кількості палива, що подається від бензонасосу до акумулюючої рампи, за одиницю часу.

За методикою розрахунку теплового балансу двигуна з об'ємом циліндрів $V=1,4$ л., отримали процентне співвідношення кількості теплоти, після згоряння робочої суміші за справної і несправної системи живлення (коли недостатній тиск у акумулюючій рампі).

Для оперативного відновлення роботи паливної апаратури бензинового двигуна, слід використати сучасне діагностичне обладнання.

Представлено обладнання для комп'ютерного сканування ЕБУ бензинового двигуна автомобіля ВАЗ-1117.

За результатами теплового балансу з'ясовано, що за недостатнього тиску палива у рампі, кількість ефективної теплоти зменшиться до 1,4%.

За допомогою комп'ютерного сканування ЕБУ двигуна, встановили значні пропуски роботи 2-го циліндра.

За допомогою манометра, встановили тиск палива у акумулюючій рампі (під час холодного запуску двигуна) – 2,5 Бар., який є недостатній для м'якої роботи ДВЗ.

Встановили причину пониженого тиску палива у рампі – погана робота регулятора тиску палива, що підлягає терміновій заміні.

Змодельовано травмонебезпечні ситуації, що можуть вплинути на виникнення небезпечних обставин.

Витрати на придбання палива, збільшені за рахунок недостатнього розпилення та кількості поступлення його у камери згоряння двигуна.

Річні витрати на експлуатацію автомобіля можуть скласти 18600,00 грн/рік.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є. Автомобільні двигуни / Підручник. – К.: Арістей. – 2004. – 475с.
2. Анісімов В. Ф., Дмитрієва А.В., Севостьянов С.М.; Тепловий та динамічний розрахунок автомобільних двигунів [Текст]: Навч. посіб. для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне госп-во" / Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця: ВНТУ, 2009. –130 с.
3. Баранов В. Ю., Баранов В.Ю., Ушакова Н.Н., Романченко И.С., Пилатов А.Ю. Синтез газ и его моторные свойства / Збірник наукових праць ДонІЗТ, 2012 № 32, с.
4. Бродский В. З. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей / [В.З. Бродский, Л.И. Бродский, Т.И. Голикова и др.]. - М.: Металлургия, 1982. - 752 с.
5. Гибадуллин В. З. Влияние локальных микродобавок водорода на процесс воспламенения в ДВС с искровым зажиганием / В. З. Гибадуллин // Известия ВолгГТУ № 8 (81), 2011 с. 64 - 66.
6. Голубков С. В. Разработка методов совершенствования процессов смесеобразования и сгорания в поршневом двигателе: автореф. дис. докт. наук / Москва., 2002. - 344 с.
7. Грабовский А. А. канд. техн. наук, И.И. Артемов, д-р техн. наук Способ повышения экономических и экологических показателей поршневых двигателей / Двигатели внутреннего сгорания,. - 2012 с. 88-93.
8. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. – 1994. – 187 с.
9. Гутаревич Ю. Ф, Шуба Є. В. Уточнення методики розрахунку робочого процесу бензинового двигуна за роботи в режимі малих навантажень з добавкою водневмісного газу. /Сучасні технології в машинобудуванні на транспорті. Науковий журнал. - Луцьк. Луцький НТУ, 2015. - №2(4). С. 20-27.

10. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / [Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін.]. - К.: Арістей, 2006. - 292 с.
11. Гутаревич Ю. Ф. Про можливість використання водневмісних сполук в дизелях. / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, О.Д. Філоненко, Є.В. Шуба // Вісник ЖДТУ: Наук. журн. Вип. 2/2014. Серія: Технічні науки. - Житомир, 2014. С. 85-89
12. Гутаревич Ю. Ф., Редзюк А. М., Климпуш О. Д. Прибор для регистрации режимов работы автомобильных бензиновых двигателей в эксплуатационных условиях. - Киев, 1979. - 10 с.
13. Дядченко В.Л. Підвищення паливної економічності багатociліндрових двигунів з впорскуванням бензину в режимах малих навантажень і холостого ходу: дис. канд. техн. наук: 05.05.03 / В.Л. Дядченко. — К., 2010. — с. 150-156.
14. Дякун М.А. Дослідження модернізованої системи живлення дизельного двигуна: магістерська робота. Львів, 2019. 71 с.
15. Марченка А. П. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т. 6. Надійність ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2004. –324 с.
16. Павлов Д. А. Снижение выбросов углеводородов на режимах пуска и прогрева бензинового двигателя добавкой водорода в топливовоздушную смесь: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.04.02: Тольятти, ТГУ, 2005. - с. 85 - 90.
17. Пути повышения экономичности автомобиля / Е. А. Чудаков // Труды Автомобильной лаборатории института машиноведения, вып. 12, с. 109 - 110.
18. Розрахунок економічної ефективності механізму // Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.

19. Сирота О.В. Покращення паливної економічності і екологічних показників багатоциліндрового бензинового двигуна застосуванням комбінованого методу регулювання потужності: дис. . канд. техн. наук: 05.05.03/ Сирота Олександр Вадимович. - К., 2011. - 182 с.
20. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-sistemy-toplivopodachi-dizelnogo-dvigatelya-na-u#ixzz4XFDYS18T>.
21. Туревский И. М. Теория двигателя / И. М. Туревский. –М: Высшая школа, 2005. –238 с.
22. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.