

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Підвищення експлуатаційної надійності роботи сучасного бензинового двигуна з удосконаленою впускною системою»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-43СП
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Святослав Васина

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 629.114.3

Васина С. О. Підвищення експлуатаційної надійності роботи сучасного бензинового двигуна з удосконаленою впускною системою. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 48 с.

Табл. 2; рис. 19; бібліогр. джерел 21.

Для підвищення якості приготування робочого заряду, запропоновано технічне рішення, на встановлення вставки-завихрювач у впускну магістраль, після дросельної заслінки моноінжектора.

Отримано порівняльні значення теплового балансу інжекторного двигуна автомобіля «Fiat Scudo»: за базової впускної системи, ефективна теплота досягла 23,1%, відповідно зі вставкою-завихрювач – 24,5%, що на 1,4 % є вища.

Представлено технологічну карту для встановлення вставки-завихрювач у впускний колектор системи живлення сучасного бензинового двигуна з ЕБУ.

Розглянуто потенційні обставини, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізації системи живлення транспортного засобу.

Розраховано висоту блискавковідводу, для захисту будівлі від можливої пожежі, в якій проводилися роботи з модернізації автомобіля.

Доведено економічний ефект від використання модернізованої системи впуску, що складе близько 16896,33 грн./рік.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Аналіз особливостей впускної системи двигуна внутрішнього згоряння.....	8
1.2 Аналіз модернізованих систем впуску	10
1.3 Висновки.....	17
2.РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Тепловий баланс двигуна з модернізованою впускною системою.....	18
2.2 Висновки.....	21
3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	22
3.1 Обґрунтування особливостей процесу наповнення циліндрів двигуна свіжим зарядом.....	22
3.2 Конструктивні особливості модернізованої впускної системи моноінжекторного двигуна	25
3.3 Формування операційної карти на встановлення вставки-завихрювача у впускну систему.....	27
3.4 Висновки	31
4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	32
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій .	32
4.2 Пожежний захист	34
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці..	37
4.4 Висновки.....	41
5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	42
5.1 Розрахунок експлуатаційних витрат	42

5.2 Висновки	44
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	45
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ВСТУП

На сьогодні, населення європейських країн, 90% користується автотранспортом, що веде до споживання 60% паливо-мастильних матеріалів від загальної кількості вироблених. Отже, ефективність використання транспортних засобів, значною мірою залежить від: якості паливо-мастильних матеріалів; правильної експлуатації; надійної роботи всіх механізмів і систем двигуна, зокрема впускної та випускної систем.

Інженерами експлуатаційниками вже давно доведено, що економічні та екологічні показники сучасних інжекторних двигунів внутрішнього згорання, надзвичайно пов'язані з якістю згорання робочої суміші під час експлуатації автомобіля, особливо в умовах населених пунктів. А це відповідно: у випадкових заторах, частих перемиканнях передач, зтяжних підйомів та інших факторів.

За зазначених вище умов, що склалися, впускна система двигуна внутрішнього згорання, повинна працювати безвідмовно та технічно правильно, тобто, вихідні електричні імпульси, що надходять від виконавчих електронних елементів до ЕБУ, повинні відповідати регламентованим межах. Але, трапляються випадки, коли дана система впуску зазнає збоїв і потребує швидкого технічного обслуговування чи певної модернізації. Ці зумовлені процеси, виникають за рахунок неправильного формування вихідних сигналів датчиків, утворення щілин у магістралі, що призводить до формування неякісної робочої суміші, яка не повністю згорає.

На нашу думку, для підвищення повноти згорання робочої суміші (у сучасних бензинових двигунах, кількість подачі палива формується від об'єму повітряних мас, що поступають у циліндри двигуна) частково модернізувати впускний колектор, зокрема встановити завихрювач повітряного потоку у нижню частину посадочного місця кріплення моноінжектора. Даний пристрій, у свою чергу, повинен створити вихровий динамічний рух повітря у магістралях, тим самим, підвищити якість

змішування палива із повітрям (поданого форсункою) у камерах згоряння.

На наш погляд, робота заслуговує уваги і є актуальною, і спрямована на підвищення експлуатаційних, економічних і екологічних показників сучасного двигуна з електронним управлінням.

Для вирішення зазначеного вище завдання, необхідно:

1. Дослідити літературні джерела, щодо модернізації впускної системи моно-інжекторного двигуна.
2. Розрахувати тепловий баланс двигуна з модернізованою і базовою впускною системою.
3. Описати технологічний процес модернізації системи.
4. Представити запобіжні заходи з охорони праці та пожежної безпеки під час проведення модернізованих робіт.
5. Визначити економічний ефект від встановленого обладнання.

1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Аналіз особливостей впускної системи двигуна внутрішнього згоряння

Впускна система інжекторних двигунів складається з кількох елементів, які забезпечують підведення повітря до впускних каналів головки блоку циліндрів. Також, вона виконує функцію очищення повітря від різного роду пилу, бруду і піску, рис. 1.1.

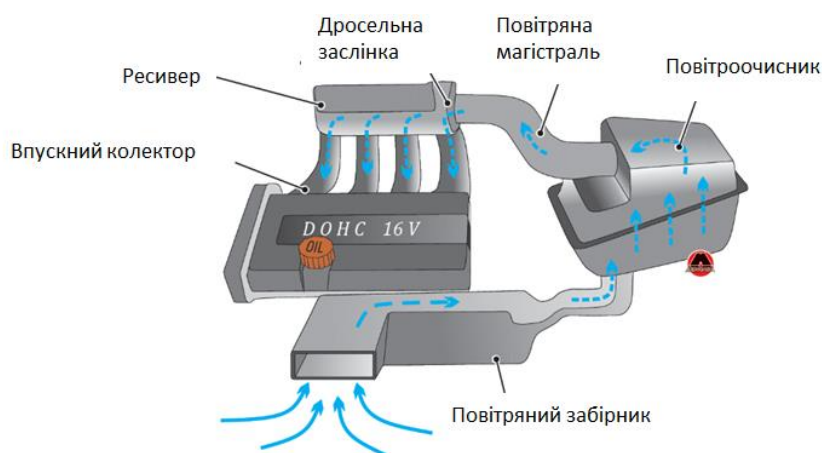


Рисунок 1.1 – Складові елементи впускної системи [19]

Отже, вся система впуску складається з наступних елементів: повітрозабірника; корпус повітряного фільтра з очищувального елемента; повітряної магістралі; дросельної заслінки; ресивера (не завжди); впускного колектора; системи додаткового (проміжного) охолодження із системою наддуву.

Відповідно, повітрозабірник - це пластиковий елемент, який призначений для забору повітря, і розміщений найчастіше максимально близько до передньої частини моторного відсіку, зазвичай над радіатором. Його робота є надзвичайно важлива, особливо якщо автомобіль відноситься до класу позашляховиків, які у більшості випадків експлуатуються у важких бездорожніх умовах.

Тому, незалежно від класу та умов експлуатації автомобіля, повітрозабірник у більшості випадків, встановлюється подальше від запиленого середовища.

Повітряний фільтр, являється одним із найпростіших і водночас дуже необхідним елементом впускної системи. Його функція – очищати (від забруднень і частинок пилу) повітря, що надходить із навколишнього середовища. За відсутності фільтра, сторонні частинки, що потрапляють у середину циліндрів, можуть створити абразивне середовище на дзеркальних стінках циліндра, що спричинить процес інтенсивного зношення копресійних кілець поршневої групи та відповідно до падіння компресії. До чого призводить така обробка, можна не пояснювати.

Повітряна магістраль служить для з'єднання повітрозабірника з корпусом фільтра, а його, з корпусом дросельної заслінки та акумулюючим ресивером. Дросельна заслінка, регулює кількість повітря, що надходить в циліндри двигуна. Вона являє собою, корпус у вигляді трубки із встановленою на осі заслінкою. Через тросовий привод, заслінка з'єднана з педаллю акселератора. Під час натискання на педаль газу, трос переміщається та повертає заслінку на якийсь кут. Відповідно, через відкриту заслінку починає надходити більше повітря, а електронна система у свою чергу «дає команду», на збільшення подачі палива, рис. 1.2.



Дросельна заслінка



Моноінжектор

Рисунок 1.2 – Виконавчі елементи впускної системи.

Ресивер, призначений для накопичення певної кількості очищеного повітря (перед колектором впуску) і більш рівномірної його подачі в циліндри.

Впускний колектор, являється посередником між повітряними патрубками та головкою блоку циліндрів. У нього також встановлюються паливні форсунки (якщо у двигуні передбачена система розподіленого упорскування). Іноді, залежно від конструкції, безпосередньо на впускний колектор встановлюється дросельна заслінка.

Система додаткового (проміжного) охолодження, охолоджує (накопичуване компресором, якщо такий встановлений) повітря, що прямує у циліндри двигуна. Робиться це з однією метою – збільшити ступінь наповнення циліндра, за рахунок підвищення його густини. Система включає патрубки-повітропроводи (що з'єднуються із компресором і дросельною заслінкою) та послідовно вмонтованим радіатором з повітряним або рідинним охолодженням.

1.2 Аналіз модернізованих систем впуску

Процеси, що відбуваються у циліндрах двигунах внутрішнього згоряння, є суттєво залежні від сумішоутворення та повноти згоряння робочої суміші. Надійність роботи впускної системи, залежить від взаємозв'язку впускних каналів і клапанних посадочних місць впускних клапанів та їх впливу на гідро-газодинамічні процеси робочого тіла. Впускні канали у головці циліндрів, впливають на заповнення камери згоряння зарядом та створення турбулентності у циліндрах, що прискорює згоряння і забезпечує його ефективність. У роботі [10] доведено, що найбільші втрати спостерігаються у впускній магістралі тобто при переході повітряного потоку з колектора в канал з клапанними сідлами, досягаючи до 90%. Тому багато інженерів-дослідників працюють над оптимізацією цих процесів, зокрема, вдосконалюючи дану конструкцію.

Існує ряд експериментальних досліджень, спрямованих на доопрацювання та оцінку вхідної магістральної системи живлення.

Також слід додати, що конструкцію двигуна внутрішнього згорання оцінюють за його потужністю.

У роботі [14], описано методи доопрацювання та оцінки впускної магістралі двигуна, з урахуванням газодинамічних характеристик, таких, як поля швидкостей, турбулентні пульсації потоку та візуалізації структури повітряного потоку. Технологічні та газодинамічні особливості впускних каналів, висвітлено в роботах [9]-[12]. У цих дослідженнях, проводилася оцінка впускної магістралі двигуна, методом візуалізації потоку з використанням робочих тіл – холодного повітря і води. Головка циліндрів разом із серійними та експериментальними колекторами досліджувалася повітряним потоком, для отримання результатів аеродинамічного опору кожного каналу та визначалися поля швидкостей та турбулентні пульсації. Повітря, під тиском $10^3 \dots 10^4$ Па, подавалося по повітряному трубопроводу через фільтр до центрального сплетіння магістралей. Похибка досліджень витрат повітря не перевищувала 15%. Навантаження на двигун з точковою подачею палива регулювалося, за допомогою поглинання всього свіжого повітря, що надходило у циліндри. Це, у свою чергу, включає гідравлічний опір впускної магістралі, тобто різницю між атмосферним тиском (P_0) та середнім тиском, сформованого у циліндрах.

При повному навантаженні ця різниця була незначною (через значного гідравлічного опору) і становила менше 1% від середнього індикаторного тиску (P_i). Проте, при зменшенні навантаження, гідравлічний опір зростає. Насосні втрати при середніх навантаженнях досягали 5%, а при незначних – 15-20%. Це призводить до збільшення рівномірності розподілу свіжого заряду по циліндрах, особливо при зменшенні його кількості.

Кут відкриття дросельної заслінки і частота обертання колінчастого валу, забезпечує кількість повітря, що надходить у циліндри. Тому, основною

проблемою впускної системи є правильна організація руху повітряного потоку за різних кутів відкриття заслінки та правильне її розміщення.

Аналізуючи роботу [1], рис. 1.3, де представлено методику дослідження, щодо рівномірності процесу дроселювання повітряного потоку, завдяки розробленій установці, до складу якої входять: 3 вентилятора, ресивер, впускний колектор, дросельна заслінка, датчик витрати повітря, манометрів, зондів для фіксації тисків у магістралях та ПК.

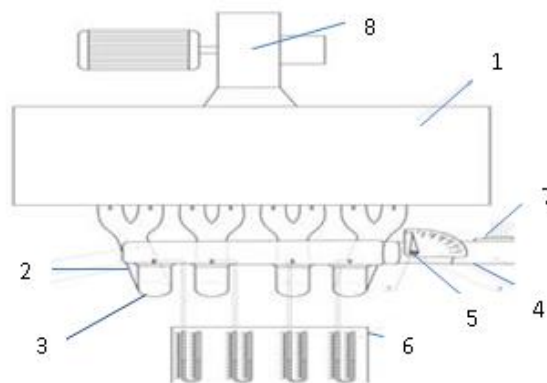


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення установки: 1 – ресивер, 2 – колектор, 3 – додаткова магістраль, 4 – ДВП, 5 – манометр, 6 – зонди вимірювання тиску, 7 – комп'ютер, 8 – вентилятор.

У процесі проведення досліджень, на вході, виході впускної магістралі та у ресивері, були встановлені 28 тискових зондів. Вони були з'єднані гнучкими пневмо-шлангами з *U*-подібними манометрами, розташованими на стенді. Вимірювання вакуумметричних тисків, проводилися в точках установки зондів, залежно від зміни кута відкриття дросельної заслінки у межах від 45 до 90°. Кут відкриття дросельної заслінки, контролювався за допомогою стрілки лімба.

Кількість повітря перед дросельною заслінкою, визначалося за допомогою встановленого датчика вимірювання повітря. Датчик був підключений до ПК через аналогово-цифровий перетворювач. Отримані

Продовження таблиці 1.1										
90 градусів	114	-2478,6	-2532,5	-1634,4	-2478,6	-1362	-2559,4	-1906,8	-2559,4	
		128,25	-2640,3	-2667,2	-2478,6	-2559,4	-1634,4	-2613,3	-2478,6	-2667,2
	142,5	-2694,1	-2694,1	-2559,4	-2667,2	-2179,3	-2775	-2559,4	-2801,9	
		156,75	-2882,7	-2882,7	-2640,3	-2694,1	-2478,6	-2828,8	-2613,3	-2936,6
	171	-2882,7	-2936,6	-2667,2	-2990,5	-2613,3	-2909,7	-2667,2	-3017,4	
	185,29	-3017,4	-3017,4	-2694,1	-3017,4	-2667,2	-2936,6	-2694,1	-3098,3	
	199,5	-3017,4	-3152,1	-2828,8	-3286,8	-2721,1	-2936,6	-2694,1	-3206	

За отриманими табличними даними, побудовано графіки відповідних залежностей, рис. 1.2. даних Відповідно до отриманих значень досліджуваних параметрів, були побудовані графічні залежності вакууметричного тиску від витрат повітря за різних кутів відкриття дросельної заслінки (для чотирьох циліндрів), рис. 1.2 [13].

За кута повороту дроселя на 45°

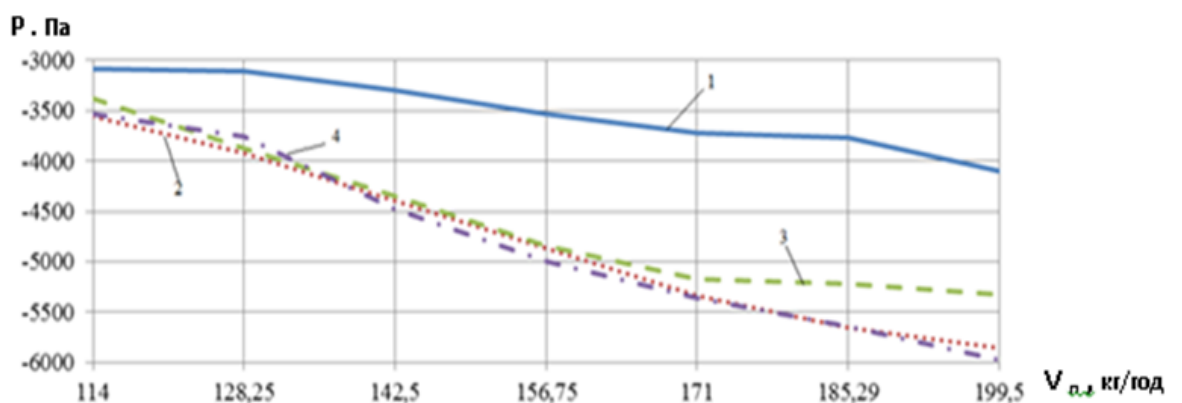


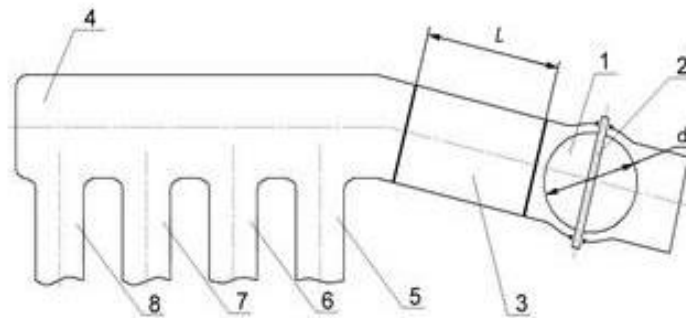
Рисунок 1.2 – Графічне відображення залежності тиску повітря від кута повороту дроселя (для 4-ох циліндрового двигуна)

Аналіз графіків свідчить про нестабільність вакууметричного тиску у впускній магістралі 1 - го циліндра. За кута повороту дросельної заслінки на 45°, вакууметричний тиск у впускній зоні першого циліндра значно нижчий, ніж у інших (про що засвідчує крива під номером - 1).

Перевірка показує, що зі збільшенням кута відкриття дроселя, вакууметричний тиск у колекторі першого циліндра суттєво знижується, тобто за 114 кг/год має значення близько – 3000Па.

Доведено, що різниця вакууметричних тисків у зоні першої впускної магістралі, порівняно з іншими, виникає через нерівномірне протікання повітря, викликане положенням дросельної заслінки. Для перевірки цього припущення проведено комп'ютерне моделювання, за допомогою програмного продукту Flowvision [14]. Отже, дросельна заслінка створює додатковий опір повітряному потоку, впливаючи на рівномірність наповнення циліндрів свіжим зарядом, особливо першого. Це негативно впливає на роботу ДВЗ, особливо при часткових і середніх навантаженнях.

У іншій роботі [3]-[12], процес зниження турбулентності повітряного потоку після дросельної заслінки, досягається шляхом подовження впускного патрубку - L , діаметр якого, рівний діаметру дросельної заслінки, рис. 1.3.



1 – дросельна заслінка; 2 – привод; 3 – подовжений патрубок; 4 – акумулююча камера; 5, 6, 7, 8 - впускні канали

Рисунок 1.3 – Схема модернізованої впускної магістралі.

Встановлення додаткового патрубку дозволяє усунути додатковий аеродинамічний опір у магістралі за дросельною заслінкою, і запобігти процесу виникнення додаткової турбулентності повітряного потоку.

Довжину патрубку слід підбирати, за умови зменшення зони високої турбулентності, що утворюється.

Оптимальний розмір подовження повітряного патрубка, було підтверджено комп'ютерним моделюванням динаміки руху повітряного потоку, з використанням програми Flowvision та побудовано графіки відповідних залежностей, рис. 1.4.

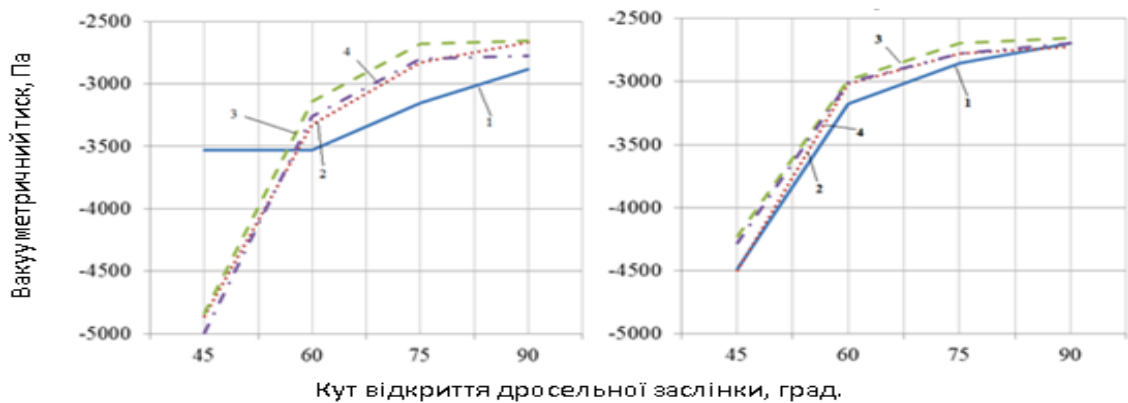


Рисунок 1.4 – Зміна тиску повітря (у базові і модернізовані системі) залежно від положення заслінки (за 156,75 кг/год повітряного заряду).

Аналіз графіків зміни вакууметричного тиску у впускній магістралі (базової і модернізованої систем), залежно від положення дросельної заслінки показує, що магістраль з подовженим патрубком, супроводжує більш стале зниження тиску, порівнюючи із базовою конструкцією. А це відповідно, спричиняє більш якісне наповнення повітряним зарядом циліндри двигуна. Але, все ж таки, дана модернізована система не у повній мірі забезпечить камери стиску якісною робочою сумішшю, за номінальних обертів двигуна (причина - збільшена довжина трубопроводу).

Провівши техніко-економічне обґрунтування роботи двигунів із вище зазначеними модернізованими системами живлення, можна цілком стверджувати, що система впуску, потребує ще багато допрацювань і досліджень.

Тому, для підвищення техніко-економічних показників бензинових двигунів з електронною системою управління, нами запропоновано встановити у впускну магістраль вставку-завихрювач, що забезпечить більш плавне проходження повітряного потоку через дросельну заслінку моноінжектора та покращить змішувальний процес повітря і палива у камерах стиску.

1.3 Висновки

Техніко-економічний аналіз роботи двигунів внутрішнього згоряння показує, що їхня ефективна робота, суттєво залежить від вчасності подачі повітряного заряду у камери згоряння, та відповідно, від кількості і якості формування робочої суміші.

Для підвищення якості приготування робочого заряду, нами запропоноване технічне рішення, на встановлення вставки-завихрювача у впускну магістраль, після дросельної заслінки моноінжектора.

2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Тепловий баланс двигуна з модернізованою впускною системою

Тепловий баланс розраховується згідно з методикою [11]. Таким чином, тепловий баланс бензинового двигуна буде обчислюватися за умови, що двигун внутрішнього згорання знаходиться в стані прогрівання.

Дослідження теплового балансу, є основою для визначення економічних показників сучасного двигуна внутрішнього згорання. Кількісне значення теплоти Q , що утворюється після згорання робочої суміші, визначається за відомою формулою:

$$Q = Q_n \cdot G_n, \text{ кДж/год} \quad (2.5)$$

де Q_n - нижня питома теплота згорання палива, кДж/кг;

G_n - годинна витрата палива, кг/год.

Годинну витрату палива отримаємо:

$$G_n = N_e \cdot g. \quad (2.6)$$

Значення теплоти Q_e , (еквівалентній ефективній роботі двигуна), визначимо:

$$Q_e = 3600 N_e, \quad (2.7)$$

а теплота g_e (для виконання корисної роботи):

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \% \quad (2.8)$$

Втрати теплоти Q_B , у навколишнє середовище:

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{23} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot 3,6, \text{кДж/год} \quad (2.9)$$

де C – коефіцієнт втрат ($C = 0,43 \dots 0,55$) [9];

i – кількість циліндрів;

D – діаметр циліндра, мм;

n – частота обертання колінчастого вала, об/хв;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Теплоту g_B , що забирає система охолодження, визначимо за наступним відношенням:

$$g_B = \frac{Q_B}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.10)$$

Кількісне значення теплоти Q_{Γ} , що виводиться із відпрацьованими газами:

$$Q_{\Gamma} = C_p \cdot (T_{\Gamma} - T_{o.c.}) \cdot (G_{\text{пов.}} - G_{\text{п}}), \text{кДж/год} \quad (2.11)$$

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

T_{Γ} і $T_{o.c.}$ – температури газу і охолоджуючого середовища, К;

$G_{\text{пов.}}$ і $G_{\text{п}}$ – загальна кількість повітря і палива, у камері згоряння, кг/год.

Кількість повітря $G_{\text{пов.}}$, що поступило у циліндри двигуна:

$$G_{\text{пов.}} = 14,5 \alpha \cdot G_{\text{п}}, \text{кг/год} \quad (2.12)$$

приймаємо $G_{\text{п}} = 6,7$ кг/год.

Частку теплоти q_{Γ} , втраченої із випускними газами, отримаємо:

$$q_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.13)$$

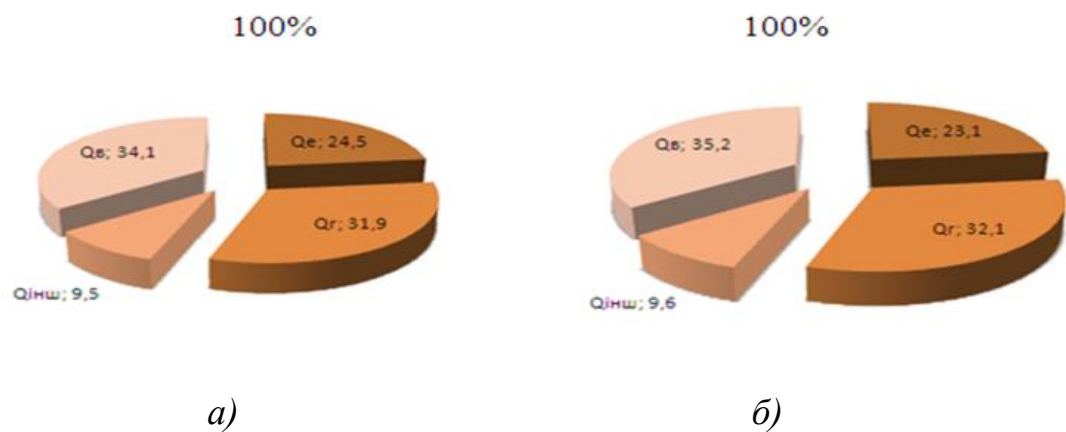
Інші витрати $Q_{iн.в.}$:

$$Q_{iн.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_B) \quad (2.14)$$

Їхня частка $q_{iн.в.}$, визначиться:

$$q_{iн.в.} = \frac{Q_{iн.в.}}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.15)$$

За проведеними розрахунками теплового балансу моноінжекторного двигуна, отримали порівняльні діаграми, рис. 2.1.



а) модернізована; б) базова система

Рисунок 2.1 – Тепловий баланс сучасного бензинового двигуна автомобіля «Fiat Scudo».

Аналізуючи діаграми теплового балансу моноінжекторного двигуна, можна ствержувати наступне, що використання вставки завихрювача у впускній повітряній магістралі автомобіля «Fiat Scudo», підвищує ефективність приготування робочої суміші, не зважаючи на зміні швидкісні характеристики, при цьому ефективна теплота зростає близько до 1,4%, порівняно із базовою системою живлення. Даний процес підвищення

ефективності, пояснюється кращими умовами окислення вуглеводневих паливних мас у камерах згоряння двигуна.

2.2 Висновки

Отримано порівняльні значення теплового балансу інжекторного двигуна автомобіля «Fiat Scudo»: за базової впускної системи, ефективна теплота досягла 23,1%, відповідно зі вставкою-завихрювача – 24,5%, що на 1,4 % є вища.

3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування особливостей процесу наповнення циліндрів двигуна свіжим зарядом

Основна вимога до автомобільного двигуна полягає в отриманні заданої потужності з мінімальними витратами палива, габаритами та вагою. Успішність виконання цієї задачі, залежить по-перше, від кількості паливної суміші (що надходить у циліндр), і по-друге - від удосконалення процесу перетворення теплової енергії в механічну.

У той час, як вивченню процесу згоряння приділялося багато уваги, процес наповнення циліндра вивчений недостатньо. Вагове наповнення циліндрів безпосередньо впливає на робочий процес, оскільки тиск наприкінці такту впуску прямо пропорційний середньому тиску циклу. Як результат, якісне наповнення забезпечує двигуну підвищену потужність при заданому робочому об'ємі.

Від якості підготовки паливної суміші у впускній системі, залежить економічність та ефективність роботи двигуна. Тому, при проектуванні впускної системи бензинового двигуна, враховують не тільки коефіцієнт наповнення, але й якість паливної суміші.

Під час проходження впускного тракту, тиск суміші знижується через місцеві та лінійні втрати. За використання рівняння Бернуллі, яке відображає закон збереження енергії (для двох довільних перетинів колекторних магістралей), є можливість визначити втрати тиску у впускній системі:

$$\Delta P_a = (1 + \xi_{\text{env}} + \lambda \cdot \frac{l}{d}) \cdot \frac{\omega_{\text{кл}}^2}{2} \cdot \rho, \quad (3.1)$$

де ξ_{env} — коефіцієнт місцевих втрат;

λ — коефіцієнт втрат на тертя по довжині магістралі;

l і d — довжина і діаметр повітряної магістралі;

$\omega_{кл}$ — середня швидкість руху повітряного потоку в прохідному місці клапану;

ρ — густина повітряного заряду.

Із формули видно, що втрати тиску залежать від довжини та діаметра впускного тракту (значну частину якого становить впускний колектор). Це викликає необхідність постійного дослідження впливу конструктивних параметрів впускної магістралі. Для цього, слід змоделювати тривимірну течію повітряного потоку через базовий впускний колектор.

Після отримання значень основних експлуатаційних характеристик, були побудовані залежності ефективних показників роботи інжекторного двигуна, від тиску в кінці такту впуску, рис. 3.1. Збільшення тиску призводить до зростання ефективної потужності, крутного моменту та ККД двигуна, при цьому витрата палива зменшується.

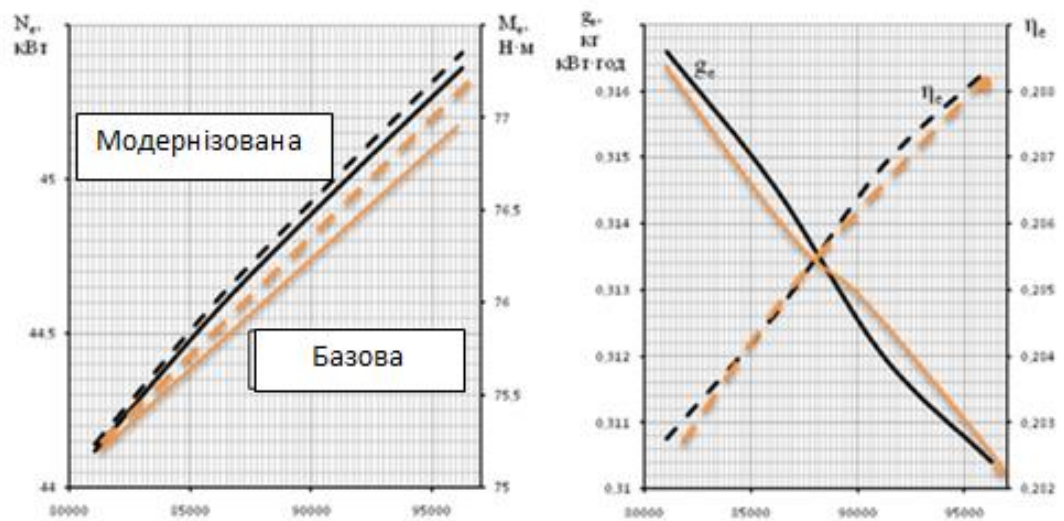


Рисунок 3.1 – Графіки залежності ефективних показників роботи інжекторного двигуна від тиску в кінці такту впуску.

Отже, конструкція базової впускної системи двигуна та періодичність його роботи, спричиняють пульсації тиску у впускній магістралі, що не дозволяє якісному проходженню процесу наповнення циліндрів. А це відповідно впливає на приготування необхідної паливо-повітряної суміші, внаслідок чого якість суміші в різних циліндрах значно відрізняється. Це

погіршує експлуатаційні характеристики двигуна.

На підставі висновків про недосконалість конструкції базового впускного колектора, яка знижує ефективність роботи двигуна, пропонується встановити спеціальну вставку з лопатками для завихрювання потоку повітря.

Щоб зменшити гідравлічний опір модернізованого впускного тракту, було прийнято рішення використовувати прямолінійну циліндричну форму колектора. Патрубки нового впускного колектора не з'єднані між собою, тобто кожен циліндр має власний впускний колектор. Така конструкція усуває вплив сусідніх циліндрів на процес наповнення та повністю ліквідує проблему нерівномірного розподілу паливо-повітряної суміші по циліндрах двигуна.

На основі узгодження частоти коливань стовпа паливо-повітряної суміші з частотою робочого циклу двигуна, було отримано формулу для визначення довжини впускного колектора із вставкою:

$$l_s = 7,05 \cdot 10^{-4} \cdot \psi \cdot \mu \cdot \tau \cdot \frac{a^2}{V_a} \cdot \frac{V_h \cdot \eta_v}{60 \cdot \omega} \cdot \frac{\alpha^2}{n}, \quad (3.2)$$

де ψ — коефіцієнт, коливних процесів;

μ — коефіцієнт витрат впускної системи;

τ — коефіцієнт тактності двигуна;

a — швидкість поширення звуку в газі;

V_a — об'єм камери стиску;

V_h — робочий об'єм циліндра;

η_v — коефіцієнт наповнення;

ω — швидкість повітряного потоку;

α — кут повороту колінчатого валу, під час впуску;

n — частота обертання колінчастого валу.

Слід зауважити, що отримане значення довжини включає довжини впускного каналу в головці блоку циліндрів, впускного колектора, дифузора

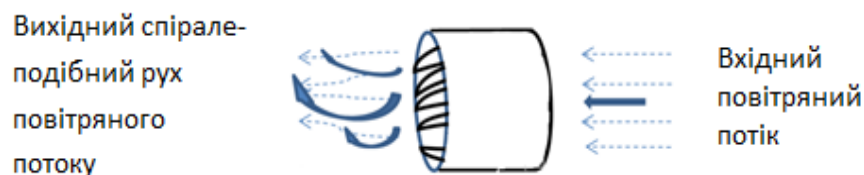
моноінжектора та вставки-завихрювача.

Діаметр трубопроводу повинен забезпечувати достатній запас кінетичної енергії стовпа суміші при мінімальних втратах енергії на подолання аеродинамічних опорів впускного тракту та підвищити якість змішування повітря із паливом.

3.2 Конструктивні особливості модернізованої впускної системи моноінжекторного двигуна

На змінні особливості роботи модернізованої системи моноінжекторного двигуна, суттєво впливають її конструктивні елементи, які у свою чергу повинні забезпечити якісну технічну і електричну складову під час експлуатації автомобіля. І тому, нами розроблено конструктивно-технологічну схему вставки-завихрювача, яка своїми лопатками повинна забезпечити змінну траєкторію руху повітряного потоку у впускній магістралі, після дросельної заслінки.

На рис. 3.2, зображено конструктивно-технологічну схему і загальний вигляд вставки-завихрювача.



1 – корпус; 2 – підкрилки для завихрювання повітря

Рисунок 3.2 – Конструктивно-технологічна схема і загальний вигляд вставки.

Відповідно, даний розроблений пристрій дозволяє змішувати повітряні

потоки, покращуючи змішування палива з повітрям, що веде до повноти згоряння робочої суміші.

Даний пристрій можна встановлювати, як після моно-інжектора у впускний колектор, так у повітряну магістраль перед інжектором, рис.3.3.



Рисунок 3.3 – Місце розміщення вставки у впускній магістралі моноінжекторного двигуна

Слід зазначити, що довжина корпусу вставки може коливатися від 20 до 60 см.


3.3 Формування операційної карти на встановлення вставки-






завихрювача у впускну систему







Для проведення часткової модернізації впускної системи моноінжекторного двигуна автомобіля «Fiat Scudo» (встановлення вставки-завихрювача у впускну магістраль), слід розробити технологічно операційну карту для робочого персоналу СТО.

Тому, у табл. 3.1 представлено послідовність проведення операцій, для встановлення у впускний колектор вище зазначеного додаткового елемента.

Таблиця 3.1 – Технологічно-операційна карта на встановлення вставки завихрювання

№ операції	Вид операцій	Складові елементи	Обладнання для проведення операцій	Час проведення операцій, хв.
1	Встановити автомобіль на ручне гальмо 	Увімкнути стоянковий механізм	Важіль	До 2
2	Підняти капот захисту двигуна 	Блокувальний замок	Важіль капота	До 5
3	Відімкнути електричне живлення від АКБ 	6СТАКБ60(5 40 А г)	Спеціальний вимикач	До 5
Продовження таблиці 3.1				
4	Зняти повітряний фільтр	Пластма-	Пружинні	До 10

		совий корпус	затискачі	
5	Демонтаж впускного патрубку 	Металеві хомути	Ключ на 6 мм	До 15
6	Демонтаж захисного коробу моноінжектора 	Металеві хомути	Ключ на 6 мм	До 15
7	Демонтаж впускних і випускних паливних шлангів 	Металеві хомути	Ключ на 6 мм	До 45
8	Вимикання від ЕБУ регулятора холостого ходу 	Електро-з'єднання	Вручну	До 4
Продовження таблиці 3.1				
9	Демонтаж верхньої	Гайки на	Ключ на	До 60

	частини моноінжектора 	12 мм	12 мм	
10	Демонтаж нижньої частини моноінжектора 	Гайки на 13 мм	Ключ на 13 мм	До 60
11	Демонтаж термостійкої прокладки між колектором і моноінжектором 	Прокладка	Вручну	До 10
12	Встановлення вставки - завихрювача 	Вставка	Вручну	До 20
13	Перевірка щільності посадки вставки у колектор 	Візуально	Технічне зеркало	До 6
14	Встановлення всіх попередніх елементів системи 	Інструмент і елементи системи	Вручну	До 232
Продовження таблиці 3.1				
16	Перевірка роботи модерні-	Витрата	100 км пробігу	До 120

	зованої впускної системи моноінжекторного двигуна 1,6 л автомобіля Fiat Scudo 	палива		
Загальна тривалість операцій				608/10 год.

Представлена технологічно-операційна карта, є ключовим інформаційним документом для обслуговуючого персоналу станції технічного обслуговування, де відбуватиметься процес модернізації системи. Відповідно, розроблена карта допоможе обслуговуючому персоналу технічно грамотно вибрати необхідний інструмент та ефективно у зазначений термін провести монтажні роботи по встановленню вставки –завихрювання у впускний колектор системи живлення моноінжекторного двигуна. За використання технологічної карти, нами сформовано скорочену схему проведення операцій з установки вставки завихрювання у магістраль посадочної площадки моноінжектора, рис. 3.4.

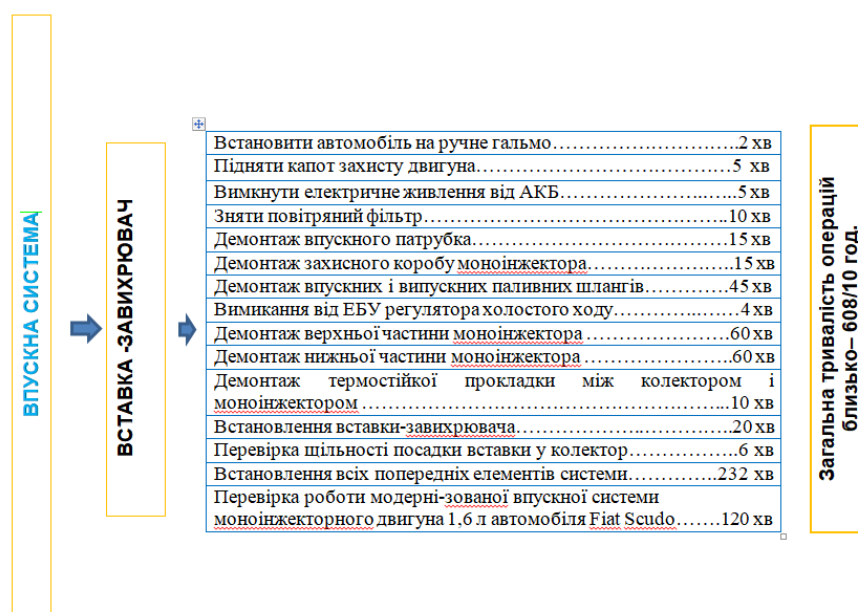


Рисунок 3.4 – Скорочена форма технологічно-операційної карти на встановлення вставки.

Подана форма технологічно-операційної карти, дозволить суттєво скоротити тривалість проведення модернізованих робіт у системі живлення сучасного бензинового двигуна.

3.4 Висновки

Представлено технологічну карту для встановлення та зняття вставки-завихрювача у впускний колектор системи живлення сучасного бензинового двигуна з ЕБУ.

Цей додатковий елемент, дозволить покращити якість змішування палива із повітрям у камері згоряння та сприятиме підвищенню ККД двигуна автомобіля Fiat Scudo.

Процес модернізації впускної системи бензинового двигуна триватиме близько 10 годин.

4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

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 [2], [20]-[21]:

- 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 часткової модернізації електромережі живлення електромобіля, рис, 4.1.

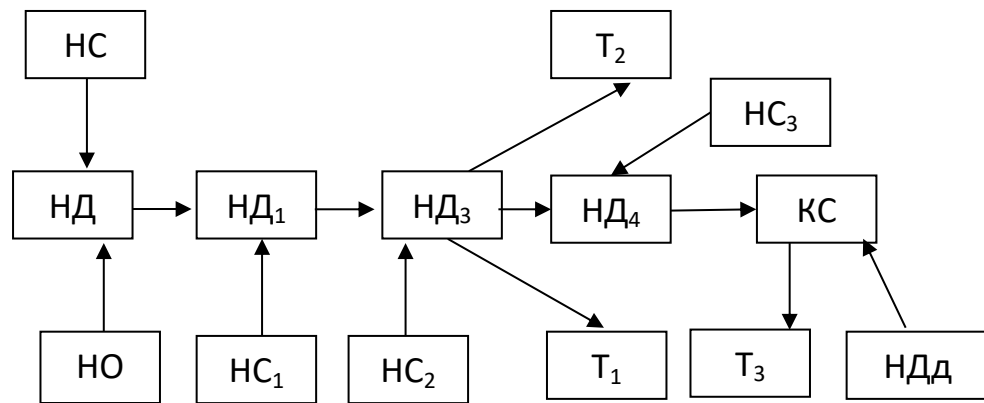


Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час демонтажу і модернізації впускної системи двигуна: НД – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – демонтаж повітряного фільтру; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; НД₃ – розгвинчування верхньої частини моноінжектора; НС₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; НД₄ – демонтаж нижньої частини моноінжектора; НС₃ – можливе побиття верхніх кінцівок; Т₃ – можливі защемлення пальців; КС – можливі опіки; НДд – необхідна допомога іншої особи.

4.2 Пожежний захист

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.

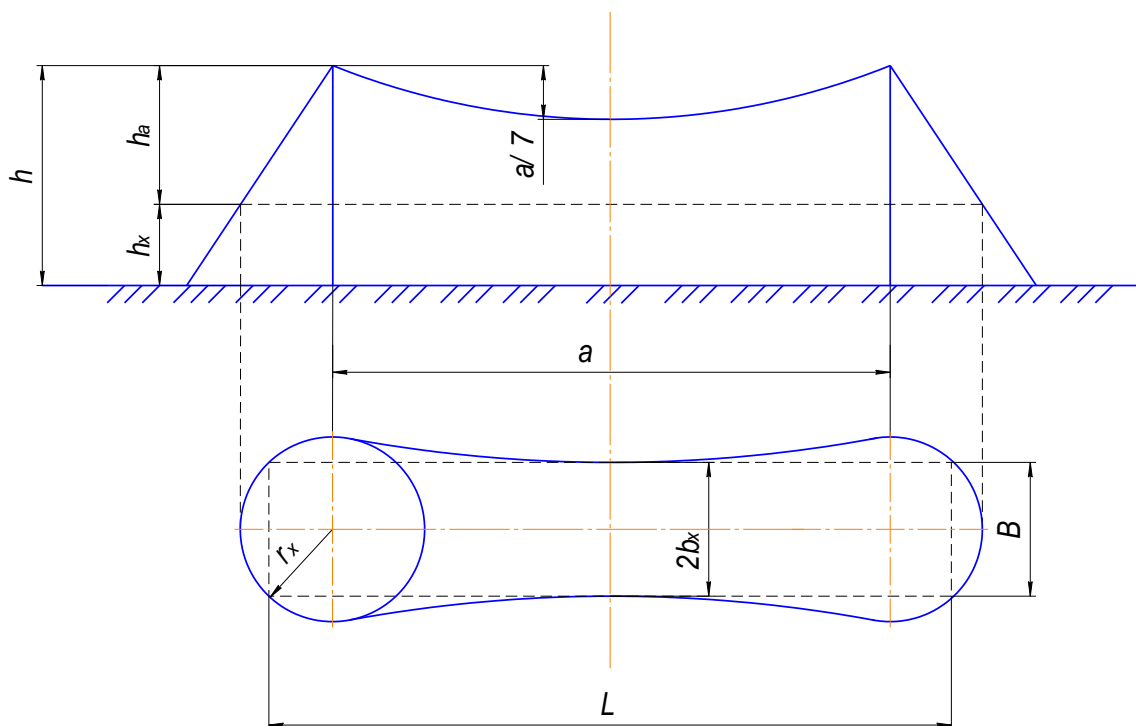


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

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 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

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 водяним 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 безпечно 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 згорання. 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 леткими, 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.

4.4 Висновки

Для забезпечення безпеки проведення модернізованих робіт у системі живлення автомобіля Fiat Scudo, розроблені наступні заходи:

- Перевірка системи вентиляції та видалення шкідливих речовин, які можуть виділятися у приміщенні.
- Провести навчання персоналу з правил безпеки під час обслуговуючих робіт.
- Необхідно перевірити обладнання, що використовується під час діагностики автомобіля, для уникнення можливих несправностей або аварій.

Розглянуто потенційні обставини, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізації системи живлення транспортного засобу.

Розраховано висоту блискавковідводу, для захисту будівлі від можливої пожежі, в якій проводилися роботи з модернізації автомобіля.

5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок експлуатаційних витрат

Завдяки модернізації впускної магістралі системи живлення автомобіля, нами вдалося підвищити експлуатаційну ефективність напівпасажирного транспортного засобу Fiat Scudo.

Для розрахунку економічних показників досліджуваного автомобіля, нами було використано методику [8].

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

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

де Z_n – витрати на паливо;

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

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування;

Z_{av} – витрати на амортизаційні відрахування;

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

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

Грошові витрати на придбання палива (з базовою і модернізованою системою) визначаємо за відомою формулою:

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

де, $C_n^{\bar{}}$ – вартість палива, $C_n^{\bar{}} = 57,00$ грн./л;

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

Тоді:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{57,00 \cdot 9,0}{100} = 5,13 \text{ грн/км}$$

Тоді, з модернізованою системою:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g_n}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива з модернізованою системою, $g_{п.п} = 7,0$ л/100 км.

Отже:

$$Z_{\Pi}^B = \frac{57,00 \cdot 7,0}{100} = 3,99 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для автомобіля з модернізованою системою є суттєво нижчими, відносно базової.

Тоді, 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 модернізованою системою і базовою, $N_{mp} = 82,2 \text{ грн./1000 км}$.

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

Витрати на амортизаційні відрахування:

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

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 150600,00 \text{ грн.}$;

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

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 15500 \text{ км}$;

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

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

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для базової системи

$$Z = 5,13 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 17,48 \text{ грн./км};$$

- з модернізованою

$$Z = 3,99 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 16,34 \text{ грн./км.}$$

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

- з модернізованою

$$Z_{д} = 16,34 \cdot 14850 = 242681,67 \text{ грн./рік};$$

- з базовою

$$Z_{д} = 17,48 \cdot 14850 = 259578,00 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річний економічний ефект від модернізованої системи складе:

$$E = 259578,00 - 242681,67 = 16896,33 \text{ грн./рік}$$

5.2 Висновки

Використовуючи автомобіль Fiat Scudo із модернізованою системою живлення, дозволить зменшити використання палива близько 2,0 літри на 100 км, порівняно із базовою системою.

Відповідно, економічний ефект від використання модернізованої системи впуску, складе близько 16896,33 грн./рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Техніко-економічний аналіз роботи двигунів внутрішнього згоряння показує, що їхня ефективна робота, суттєво залежить від вчасності подачі повітряного заряду у камери згоряння, та відповідно, від кількості і якості формування робочої суміші.

Для підвищення якості приготування робочого заряду, нами запропоноване технічне рішення, на встановлення вставки-завихрювача у впускну магістраль, після дросельної заслінки моноінжектора.

Отримано порівняльні значення теплового балансу інжекторного двигуна автомобіля «Fiat Scudo»: за базової впускної системи, ефективна теплота досягла 23,1%, відповідно зі вставкою-завихрювача – 24,5%, що на 1,4 % є вища.

Представлено технологічну карту для встановлення та зняття вставки-завихрювача у впускний колектор системи живлення сучасного бензинового двигуна з ЕБУ.

Цей додатковий елемент, дозволить покращити якість змішування палива із повітрям у камері згоряння та сприятиме підвищенню ККД двигуна автомобіля Fiat Scudo.

Процес модернізації впускної системи бензинового двигуна триватиме близько 10 годин

Для забезпечення безпечності проведення модернізованих робіт у системі живлення автомобіля Fiat Scudo, розроблені наступні заходи:

- Перевірка системи вентиляції та видалення шкідливих речовин, які можуть бути наявні у приміщенні.
- Провести навчання персоналу з правил безпеки під час обслуговуючих робіт.
- Необхідно перевірити обладнання, що використовується під час діагностики автомобіля, для уникнення можливих несправностей або аварій.

Розглянуто потенційні обставини, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізації системи живлення транспортного засобу.

Розраховано висоту блискавковідводу, для захисту будівлі від можливої пожежі, в якій проводилися роботи з модернізації автомобіля.

Використовуючи автомобіль Fiat Scudo із модернізованою системою живлення, дозволить зменшити використання палива близько 2,0 літри на 100 км, порівняно із базовою системою.

Відповідно, економічний ефект від використання модернізованої системи впуску, складе близько 16896,33 грн./рік.

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. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
8. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
9. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання / Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
10. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
11. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.

12. 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.

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

14. 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.

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

16. 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.

17. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.

18. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів. Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.

19. Дембіцький В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник. Інформаційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. 2018. 472.

20. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. *Навч. посібник*. Львів: Сполом. 2022. 376 с.

21. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text> (дата звернення: 25. 04.2023).