

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ - 51.00.00.000 ПЗ

Група АТ – 21-2

Коник Андрій

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Міністерство освіти і науки України
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту

Коник Андрій Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 653.13.07

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Удосконалення технології діагностики систем живлення двигунів в умовах
ТОВ «Богдан-Авто»

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Криштопа Святослав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Криштопа С.І.

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2025

Інститут інженерної механіки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завкафедрою АТ

_____ С.І. Криштопа
„_____” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр _____ Коник Андрій Ігорович _____
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема** „Удосконалення технології діагностики систем живлення двигунів в умовах ТОВ «Богдан-Авто»”
затверджена наказом по університету від _____ № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____ 19.06.2025 р.
3. Вихідні дані до проекту: Розробити генеральний план та виробничий корпус СТО «Богдан-Авто» та удосконалений метод та засоби покращення технології діагностики систем подачі палива. Необхідні вихідні дані для розрахунків взяти за даними СТО «Богдан-Авто» (с. Угринів, вул. Калуське шосе, 2а).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ. 1. ОГЛЯД БУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПОДАЧІ ПАЛИВА. 2. ДЕФЕКТИ ТА ДІАГНОСТИКА БЕНЗИНОВИХ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ. 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ. 4. ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ЗА РІЗНИХ СТАНІВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ. 5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК. 6. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ РОБІТ НА СТО БОГДАН-АВТО. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 - 1 Тема БР
 - 2 Огляд будови та функціонування систем подачі палива
 - 3 Основні елементи систем подачі палива
 4. Технологія діагностики системи подачі палива ХЮНДАЙ АКЦЕНТ
 5. Результати діагностики системи подачі палива ХЮНДАЙ АКЦЕНТ
 - 6 Математична модель параметрів паливних насосів
 - 7 Дослідження параметрів паливних насосів
 - 8 Результати досліджень параметрів паливних насосів
 - 9 Зміни теплового балансу за різних станів системи живлення
 - 10 Генеральний план СТО «Богдан-Авто»
 - 11 Виробничий корпус СТО «Богдан-Авто»
 - 12 Висновки

Керівник _____ /С. Криштопа /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання _____
Особистий підпис Розшифровка підпису

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему: „Удосконалення технології діагностики систем живлення двигунів в умовах ТОВ «Богдан-Авто»” складається із 93 аркушів формату А4, на яких містяться 6 розділів, 14 таблиць, 26 рисунків.

У даній бакалаврській роботі було виконано технологічний розрахунок удосконалення станції технічного обслуговування автомобілів ТОВ «Богдан-Авто». Основними базовими моделями, які обслуговуватимуться на реконструйованій станції ТОВ «Богдан-Авто», згідно завдання на бакалаврську роботу, є HYUNDAI ACCENT JS4 1.5i та HYUNDAI Santa Fe.

Проведено огляд будови та функціонування систем подачі палива та досліджено типи систем подачі палива в автомобільних бензинових двигунах. Розглянуто структурні компоненти та функціонування систем подачі палива новітніх двигунів та вивчено дефекти та діагностика бензинових паливних систем. Досліджені ознаки впливу дефектів паливної системи на функціонування бензинових двигунів та запропоновані методи контролю тиску та стану компонентів паливної системи та технологія діагностики елементів паливної системи.

Виконано дослідження параметрів паливних насосів та проаналізовані зміни вихідних характеристик електричних паливних насосів під час симуляції штучних несправностей.

Досліджені зміни теплового балансу за різних станів системи живлення. Виконані обчислення теплового балансу двигуна при адекватному та неадекватному тиску палива у рампі. Встановлено вплив заниженого тиску палива в рампі на термічний баланс двигуна.

Ключові слова: система керування двигунами, системи подачі палива, технологічний розрахунок, електричні паливні насоси, тепловий баланс двигуна.

THE ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work on the topic: “Improvement of the technology of diagnostics of engine power systems in the conditions of Bogdan-Avto LLC” consists of 93 sheets of A4 format, which contain 6 sections, 14 tables, 26 figures.

In this bachelor's work, a technological calculation of the improvement of the Bogdan-Avto LLC car service station was performed. The main basic models that will be serviced at the reconstructed Bogdan-Avto LLC station, according to the assignment for the bachelor's work, are HYUNDAI ACCENT JS4 1.5i and HYUNDAI Santa Fe.

The structure and functioning of fuel supply systems were reviewed and the types of fuel supply systems in automobile gasoline engines were investigated. The structural components and functioning of fuel supply systems of the latest engines were considered and defects and diagnostics of gasoline fuel systems were studied. The signs of the influence of fuel system defects on the functioning of gasoline engines are studied and methods for monitoring the pressure and condition of fuel system components and the technology for diagnosing fuel system elements are proposed.

The parameters of fuel pumps are studied and changes in the output characteristics of electric fuel pumps during the simulation of artificial faults are analyzed.

Changes in the heat balance under different states of the power supply system are studied. Calculations of the engine heat balance with adequate and inadequate fuel pressure in the rail are performed. The influence of low fuel pressure in the rail on the engine thermal balance is established.

Keywords: engine control system, fuel supply systems, technological calculation, electric fuel pumps, engine heat balance.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД БУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПОДАЧІ ПАЛИВА.....	8
2 ДЕФЕКТИ ТА ДІАГНОСТИКА БЕНЗИНОВИХ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ.....	19
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ.....	33
4 ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ЗА РІЗНИХ СТАНІВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ	47
5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	52
6 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ РОБІТ НА СТО БОГДАН-АВТО.....	72
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТКИ. ПРЕЗЕНТАЦІЯ.....	81

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ			
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	„Удосконалення технології діагностики систем живлення двигунів в умовах ТОВ «Богдан-Авто»”	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Коник А.І.					6	93	
Перевір.	Криштопа С.І.							
Реценз.								
Н. контр.	Прунько І.Б.					ІФНТУНГ, АТ-21-2		
Затверд.	Криштопа С.І.							

ВСТУП

Бензинові двигуни, зокрема, потребують особливої уваги у контексті технічного обслуговування та ремонту, оскільки їхня ефективність безпосередньо впливає на економічність і екологічність автомобіля.

Система живлення є вирішальною складовою бензинового двигуна, оскільки вона забезпечує належне формування паливно-повітряної суміші, що є фундаментом для ефективного згорання. Двигун ХЮНДАЙ АКЦЕНТ 1.5, який широко використовується у багатьох моделях ХЮНДАЙ, вимагає особливого підходу до ремонту та обслуговування його системи живлення. На жаль, процеси ремонту часто ускладнені через відсутність стандартизації та уніфікації у підходах, що призводить до подовження часу ремонту та збільшення витрат.

Ця кваліфікаційна робота має на меті розробити оптимізований технологічний процес ремонту системи живлення двигуна ХЮНДАЙ АКЦЕНТ 1.5, який би враховував сучасні вимоги до якості ремонтних робіт, ефективності процесів та екологічних стандартів. Завданням дослідження буде аналіз існуючих методів, виявлення їхніх недоліків та розроблення нової, вдосконаленої методики, що сприятиме підвищенню довговічності двигунів, зниженню вартості ремонтів та покращенню загальної ефективності роботи двигуна.

Робота орієнтована на бакалаврів автомеханічних спеціальностей, інженерів-механіків, а також усіх, хто займається ремонтом та обслуговуванням автомобільних двигунів. Результати даного дослідження можуть бути використані на практиці в автосервісах та на виробництвах, де відбувається обслуговування та ремонт різних типів бензинових двигунів.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД БУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПОДАЧІ ПАЛИВА

1.1 Типи систем подачі палива в автомобільних бензинових двигунах

Системи впорскування палива для бензинових двигунів новітнього типу можуть бути класифіковані за кількома критеріями:

- за локацією введення палива (центральне односточкове, множинне впорскування, пряме впорскування у згорянні камери); залежно від способу та місця подачі палива, кожен тип має свої переваги та особливості, що впливають на ефективність згоряння та економічність двигуна. Центральне односточкове впорскування використовує один інжектор для подачі палива у впускний колектор, що забезпечує простоту та знижену вартість системи. Множинне впорскування забезпечує кожен циліндр окремим інжектором, що покращує розподіл палива та підвищує ефективність двигуна. Пряме впорскування у згорянні камери вносить паливо безпосередньо в циліндри, що дозволяє досягти оптимального згоряння та зменшити викиди шкідливих речовин;
- методом подачі палива (безперервне або імпульсне); залежно від обраного методу, можна оптимізувати роботу двигуна та зменшити витрати палива. Безперервне подавання палива забезпечує постійний потік палива до двигуна, що зазвичай використовується у більш старих або простіших двигунних системах і сприяє стабільності ходу двигуна, але може бути менш ефективним з точки зору споживання палива. Імпульсне подавання палива контролюється за допомогою електроніки, яка регулює відкриття інжекторів на короткі моменти, що дозволяє точніше дозувати кількість палива відповідно до поточних потреб двигуна. Це забезпечує краще управління паливною ефективністю та зниження емісій. типами пристроїв для подачі палива (плунжерні насоси, розподільні, з інжекторами, з контролерами тиску);

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- методами регуляції обсягу паливної суміші (пневматичний, механічний, електронний); вибір способу регулювання впливає на точність контролю за складом паливно-повітряної суміші та здатність двигуна пристосовуватися до різних режимів роботи. Пневматичне регулювання використовує зміни тиску повітря для керування кількістю палива, що впорскується, і часто зустрічається в старіших системах. Механічне регулювання залежить від фізичних налаштувань і регуляторів, які можуть вимагати частішого обслуговування, але забезпечують надійність в умовах, де електроніка може бути недоречною. Електронне регулювання використовує датчики і комп'ютерні алгоритми для найточнішого контролю на введенням палива і повітря, дозволяючи оптимізувати роботу двигуна для забезпечення максимальної потужності, економічності та зниження шкідливих викидів;
- методами контролю за складом суміші (вакууметричний тиск у впускній системі, кут нахилу дросельної заслінки, обсяг спожитого повітря); ці параметри дозволяють точно налаштувати вміст паливно-повітряної суміші для оптимального згорання. Вакууметричний тиск у впускній системі використовується для оцінки потреб двигуна у повітрі, а кут нахилу дросельної заслінки допомагає регулювати швидкість і об'єм впускного повітря. Обсяг спожитого повітря є критичним показником, який впливає на кількість палива, необхідного для збереження оптимального співвідношення у паливній суміші. Ці методи разом забезпечують динамічне і адаптивне управління двигуном, що відповідає різним умовам експлуатації та дозволяє досягти кращих показників потужності та ефективності.

1.2 Структурні компоненти та функціонування систем подачі палива новітніх двигунів

На зображенні 1.1 представлена інжекторна система подачі палива з

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електронним керуванням.

Варто зазначити, що такі системи можуть класифікуватись за кількістю інжекторів та локацією їх розташування на моноінжекторні (одноточкові), див. рис. 1.2, та індивідуальні для кожного циліндра, де кожен циліндр оснащений окремим інжектором. Це дозволяє вводити паливо прямо у впускний канал на конічну поверхню впускного клапана, що ініціює вихровий рух паливно-повітряної суміші в камері стиснення індивідуального циліндра, див. рис. 1.3.

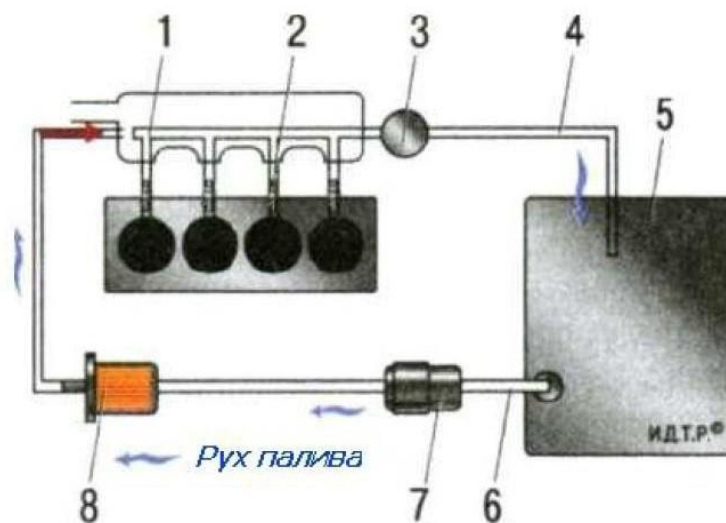


Рис. 1.1. Інжекторна система подачі палива з електронним керуванням.

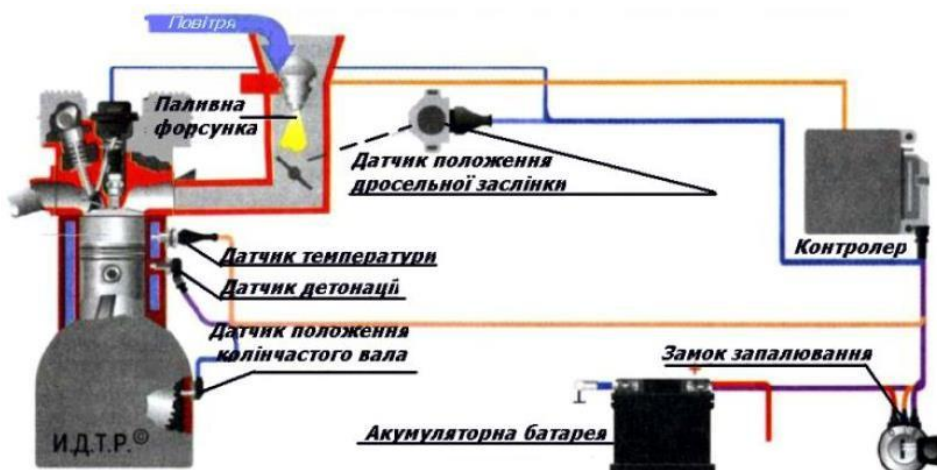


Рис. 1.2. Графічне представлення моноінжектора.

У системі моноінжекції, потоки паливно-повітряної суміші спрямовуються через колектор до циліндрів двигуна подібно до того, як це відбувається в карбюраторних системах бензинових двигунів.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

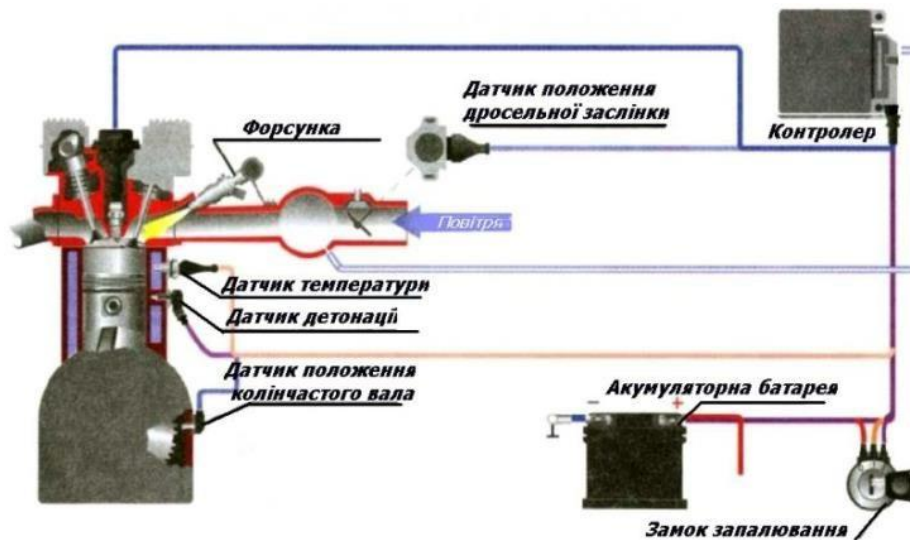


Рис. 1.3. Будова колекторної системи подачі палива.

Наразі, сучасні автомобілі оснащені системами інжекції, які контролюються виключно за допомогою електронних процесорів.

До переліку основних компонентів базових інжекторних систем можна додати наступні елементи:

Датчик кисню (лямбда-зонд) - вимірює вміст кисню в вихлопних газах для оптимального управління складом паливно-повітряної суміші.

Датчик масового потоку повітря - визначає кількість повітря, що надходить в двигун, що допомагає ЕБУ регулювати кількість впорскуваного палива.

Датчик атмосферного тиску - допомагає адаптувати роботу двигуна до змін умов навколишнього середовища (наприклад, висота над рівнем моря).

Датчик температури повітря, що надходить - використовується для коригування густини повітря та оптимального управління впорскуванням палива.

Датчик положення педалі акселератора - дає інформацію про ступінь натискання педалі газу, що впливає на кількість палива, що впорскуються.

Зазвичай, інжекторні системи оснащуються електричними роторними насосами з роликівим механізмом, див. рис. 1.4.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

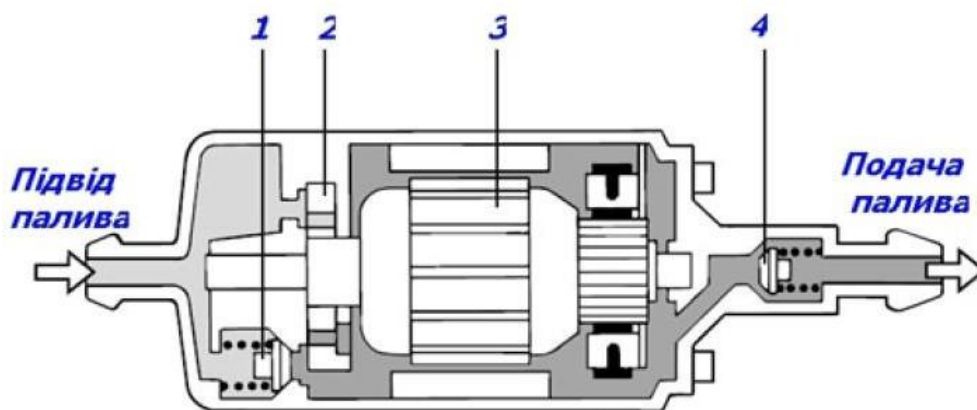


Рис. 1.4. Роторно-роликів модель електричного бензинового насосу:
 1 – клапан перепуску. 2 - бензиновий насос роторно-роликів конструкції. 3 – електричний двигун. 4 – клапан нагнітання.

На рис. 1.5 представлено електричний паливний насос разом з додатковими компонентами конструкції.

Зазвичай його монтують усередині паливного бака, звідки паливо під тиском понад 0.3 МПа транспортується до рампи системи.



Рис. 1.5. Загальний вид електричного бензинового насосу

На рис. 1.6 представлено електромагнітний паливний інжектор складається з декількох ключових компонентів: корпусу, соленоїда, плунжера, пружини та форсунки. Коли на соленоїд подається електричний струм, він створює магнітне поле, яке змушує плунжер переміщатися, відкриваючи або закриваючи отвір форсунки, через який паливо потрапляє в камеру згоряння.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

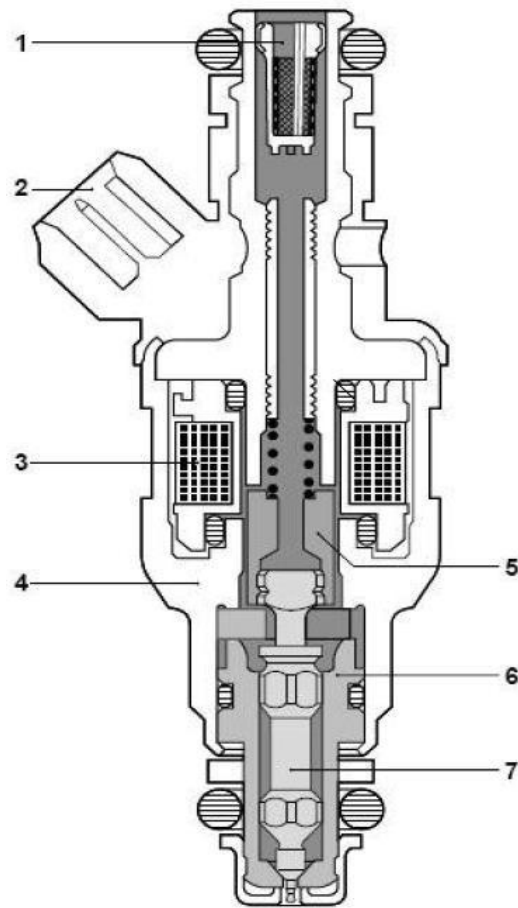


Рис. 1.6. Бензиновий електромагнітний інжектор

Регулятор тиску палива на рампі, представлений на рис. 1.7, забезпечує належний градієнт тиску палива в інжекторах у порівнянні з тиском повітряного заряду у впускному колекторі. Його ключовим робочим елементом є мембранний клапан, який змонтований прямо на рампі паливної системи двигуна.

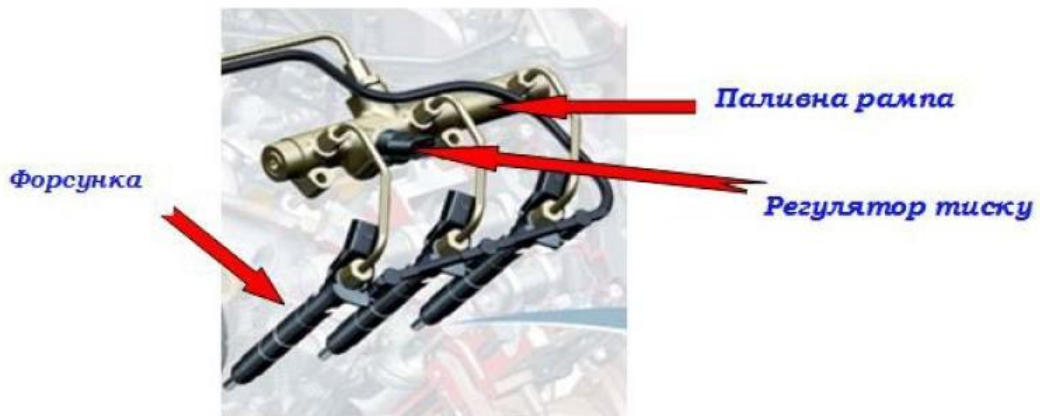


Рис. 1.7. Акумуляююча рампа з електромагнітними інжекторами

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Під час водіння автомобіля, при зростанні навантаження на двигун, регулятор активізується та збільшує тиск палива у рампі, що має прямий зв'язок з інжекторами. При зменшеному навантаженні тиск знижується, що призводить до перерозподілу зайвого палива назад у паливний резервуар через паливні лінії.

Бортовий електронний блок управління виступає як центральний контрольний елемент, ефективно функціонуючи як мозок системи. Він обробляє дані, отримані від датчиків, що забезпечує згуртоване управління паливною системою. Цей блок неперервно аналізує інформацію про стан бортової системи транспортного засобу, включаючи його швидкість, положення і обороти колінчастого та розподільних валів, ступінь відкриття дросельної заслінки, об'єм повітряного заряду, температуру охолоджувальної рідини, наявність детонації та рівень кисню в відпрацьованих газах.

Агреговані дані від датчиків дозволяють блоку управління керувати такими системами як запалювання, регулятор холостого ходу, вентилятор системи охолодження, адсорбер для збору парів бензину (застосовується активоване вугілля), а також системою самодіагностики, що відображає коди помилок або активує індикатор перевірки на панелі приладів автомобіля. Рисунок 1.8 демонструє блок управління.



Рис. 1.8. Електронний блок управління для інжекторної системи.

Під час функціонування двигуна внутрішнього згорання можуть виникнути збої в роботі окремих виконавчих компонентів системи. У таких

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випадках, електронний блок управління (ЕБУ) негайно відгукується на ці порушення та інформує водія за допомогою сигнальної лампи "CHECK ENGINE" або піктограми, що зображує двигун. Оперативна пам'ять бортового комп'ютера фіксує діагностичні коди, що допомагають визначити місця виникнення несправностей.

Тоді діагностичні фахівці транспортних засобів, використовуючи сканувальне обладнання для аналізу бортової електронної системи автомобіля, здійснюють читання цієї інформації і ефективно визначають джерела несправностей, після чого проводять необхідні ремонтні роботи для відновлення системи.

Наступним ключовим компонентом, який забезпечує належну функціонування системи, є сенсор положення дросельної заслінки, розміщений на вході повітряного каналу та безпосередньо з'єднаний з механізмом дроселя (валом), див. рис. 1.9. Цей сенсор функціонує як потенціометр. Коли водій натискає на педаль газу, дросельна заслінка обертається, що веде до зміни напруги на виході. Електронний блок управління, отримуючи ці дані, аналізує їх і вносить корективи у кількість подаваного палива через інжектори в циліндри двигуна.



Рис. 1.9. Сенсор положення дросельної заслінки.

Сенсор температури охолоджувальної рідини в системі охолодження функціонує як терморезистор, резистанс якого змінюється в залежності від температури: зростає при низькій температурі та знижується при високій. Цей сенсор розміщений в області циркуляції охолоджувальної рідини двигуна. Електронний блок управління реагує на зміни напруги, відповідно до різних температур, і проводить необхідні корекції. Температуру можна точно

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначити тільки після підключення до ЕБУ через спеціальний адаптер. Показники температури на інформаційній панелі автомобіля і в бортовому комп'ютері мають бути однаковими, хоча сенсори для кожного вузла є різними та мають індивідуальне підключення.

Сенсор оборотів колінчастого валу, рис. 1.10. Цей електронний компонент відповідає за управління роботою електромагнітних інжекторів. Відомості від сенсора про положення колінчастого валу двигуна надходять до ЕБУ, яке засновано на цих даних регулює послідовність роботи циліндрів. Далі, електричні імпульси послідовно передаються на соленоїди інжекторів, активуючи їх для відкриття у визначеному порядку дії циліндрів.



Рис. 1.10 Сенсор положення колінчастого валу.

Сучасні паливні системи з індивідуальною подачею палива вирізняються порівняно з базовим інжектором завдяки включенню декількох додаткових компонентів: лямбда-сенсор, каталізатор, сенсор детонації, та датчик температури впускного повітря.

На рис. 1.11 показане розташування інжектора в корпусі головки блоку циліндрів.

Центральним управляючим елементом системи інжекції є окремий мікропроцесорний блок. Цей блок управляється через систему зворотного зв'язку і автоматично регулює час запалювання робочої суміші в кожному циліндрі, залежно від ряду параметрів: положення розподільчого валу, швидкості обертання колінчастого валу, навантаження на двигун, стан дросельної заслінки, температурних умов і показників сенсора детонації. Електронний блок управління сучасного бензинового двигуна інтегровано

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

координує роботу систем інжекції та запалювання, див. рис. 1.12.

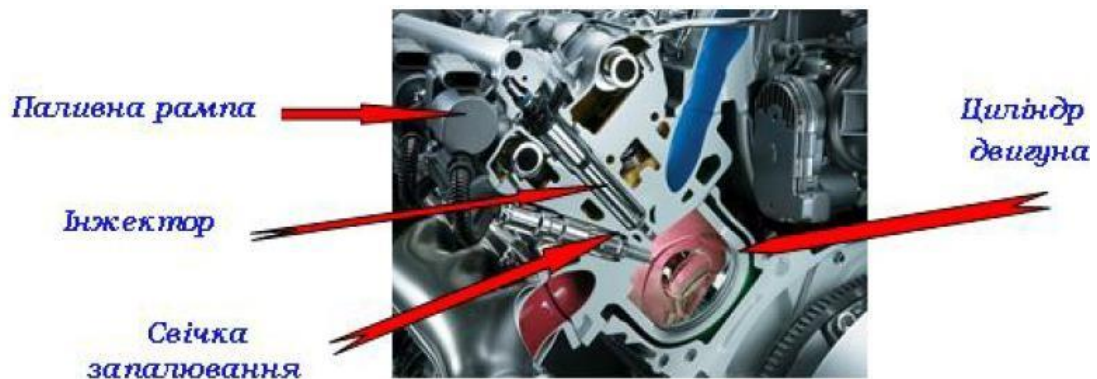


Рис.1.11. Основні компоненти інжекторної паливної системи

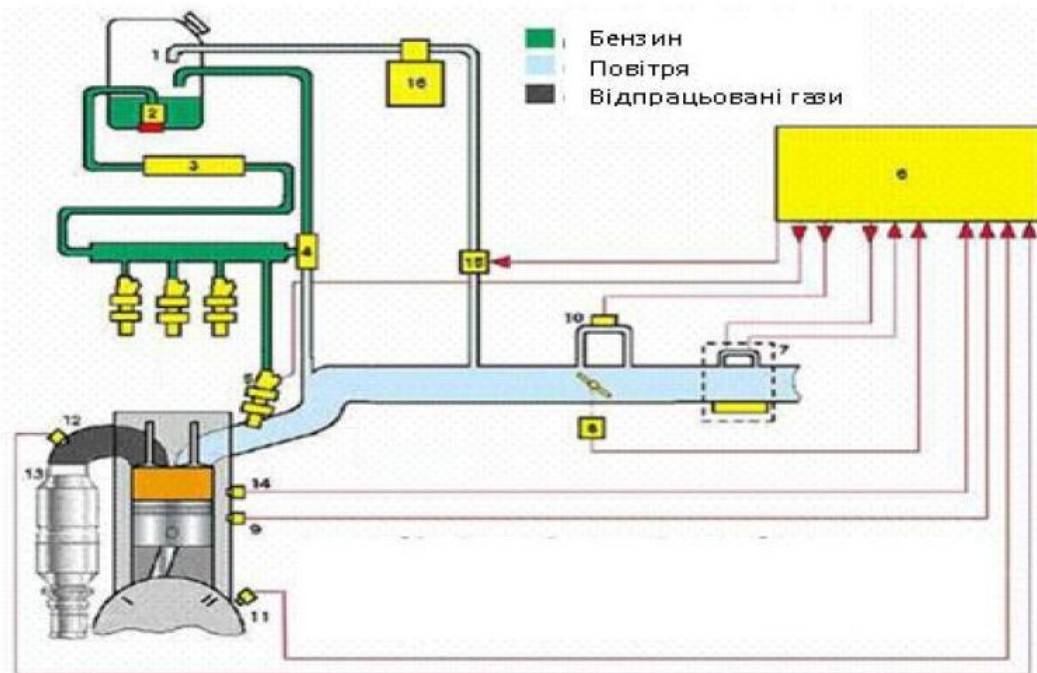


Рис. 1.12. Діаграма розташування ключових компонентів електронної системи інжекції

Постановка завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Ознайомитися з новітніми інноваціями у впровадженні автомобільних електронних систем. Дослідити ознаки впливу дефектів паливної системи на функціонування бензинових двигунів. Проаналізувати фактори, що впливають

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

на зниження тиску палива в колекторі акумуляції. Вивчити методи контролю тиску та стану компонентів паливної системи. Ознайомитися з апаратурою для виконання операцій. Проаналізувати вплив заниженого тиску палива в рампі на термічний баланс двигуна. Розглянути результати аналізу електромотора паливного насоса.

Вивчити процес діагностичної роботи. Проаналізувати вихідні характеристики електричних паливних насосів під час симуляції штучних несправностей.

Виконати розрахунки механізму для електричного насоса палива. Обчислити тепловий баланс двигуна при адекватному та неадекватному тиску палива у рампі.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ДЕФЕКТИ ТА ДІАГНОСТИКА БЕНЗИНОВИХ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ

2.1 Найновіші інновації у впровадженні автомобільних електронних систем

Зі зростанням автомобільної промисловості збільшується і використання електронних бортових систем у автомобілях. Нещодавно, електронне управління такими системами як гальма, інжекція палива та інші механізми стали вершиною досягнень у галузі сучасного автомобілебудування.

На сьогоднішній день, такі електронні системи вважаються стандартними та широко використовуються в більшості транспортних засобів. Зі стрімким прогресом в області електроніки, останні моделі автомобілів отримують оновлення, включаючи встановлення інноваційних автоматичних систем на борту, таких як мікропроцесорне інформаційне обладнання для водія, супутникові навігаційні системи, системи для покращення комфорту салону, круїз-контроль та інші електронні системи. Також почали застосовуватися голосові системи управління, здатні обробляти неоднозначні мовні сигнали, що дозволяє підвищити точність та швидкість обробки інформації.

Активно досліджуються електромагнітні клапани в механізмі газорозподілу двигуна з електронним управлінням.

В залежності від поставлених завдань, нова система базується не лише на електричних та електронних компонентах, а й на механічних, оптичних, ультразвукових чи інших пристроях. Ці системи отримали назву автотронічні системи. Вони керовані процесами, які не є електричними, передаються за допомогою неелектричних медіа на виході та управляються за допомогою сигналів неелектричного походження.

Як приклад, розглянемо автотронне управління насос-форсунками, що застосовуються у системах впорскування бензину високого тиску, рис. 2.1. Ці насос-форсунки почали використовувати у 2000 році на експериментальних двигунах легкових автомобілів компанії Хюндай-Кіа. Управління здійснюється

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за допомогою електронної системи Б (автотронного управління інжекцією EsauB) через високошвидкісний електрогідравлічний клапан (2). Тут, неелектричні входні сигнали включають: частоту обертів колінчастого та розподільчого валів; вакууметричний тиск у впускному колекторі; положення акселератора; температурні умови двигуна. Ці неелектричні параметри передаються через датчики та аналого-цифрові перетворювачі, перетворюючись у цифрово-імпульсні сигнали на вході мікропроцесора Esau-B.

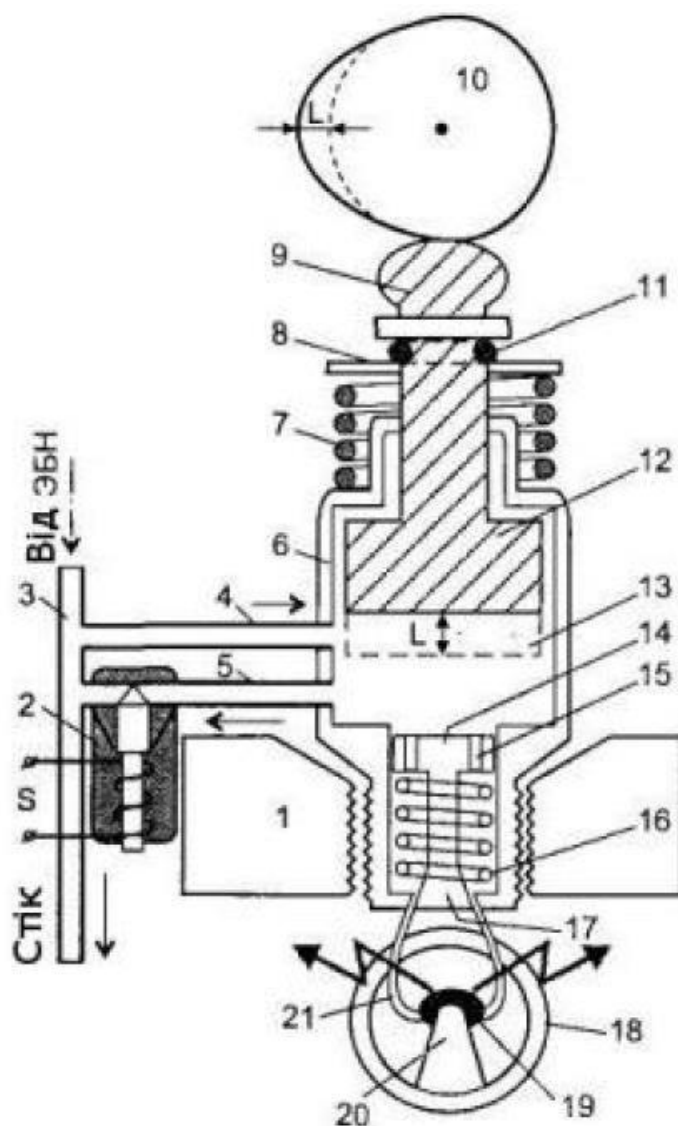


Рис.2.1. Насос-форсунка системи подачі палива
бензинового двигуна Хюндай

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ

Арк.

20

Основний компонент автотронної системи становить гідроклапан. Процес інжекції тут відбувається не одноразово і не однорідним струменем, як у звичайній форсунці з електронним управлінням, а в кілька фаз, де кожна має свій коефіцієнт надлишку повітря. Це призводить до формування шаруватої структури робочих сумішей.

Основна перевага цього процесу полягає в тому, що запалювання розпочинається біля центрального електроду - позиція 19 свічки - позиція 18, що відбувається в стехіометричних умовах (оптимальних для запалювання). Далі, процес горіння палива при надлишку кисню продовжується через «відкрите полум'я», що сприяє економії до 35% палива, зменшенню викидів чадного газу - CO, вуглеводнів - CH, а також підвищенню специфічної потужності двигуна.

Для збільшення надійності функціонування електричних та електронних систем сучасних автомобілів буде впроваджена робоча мережа з напругою 42 В. Це забезпечить енергопостачання для нових енергоінтенсивних споживачів: більш потужні електромотори, електромагнітні гідроклапани, електромагнітні соленоїди, сильніші електродвигуни, потужні електронні комутатори та інше.

Таким чином, для швидкого та ефективного виконання діагностичних робіт стосовно системи подачі палива сучасного бензинового двигуна, необхідно застосовувати новітні діагностичні інструменти. Вони дозволяють детально фіксувати показники робочих параметрів електронних компонентів двигуна. У даному контексті, особливу увагу приділяється вимірюванню тиску палива в акумуляційній рампі «СОП» системи.

Отже, для оперативного та точного діагностування системи живлення бензинових двигунів важливо використовувати сучасні діагностичні пристрої. Ці інструменти забезпечують точне зчитування та аналіз робочих характеристик електронних компонентів двигуна. Зокрема, акцент робиться на вимірюванні тиску палива у накопичувальній рампі «СОП» системи, що є ключовим для забезпечення оптимальної роботи двигуна.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Ознаки впливу дефектів паливної системи на функціонування бензинових двигунів

У процесі експлуатації автомобілів з сучасними бензиновими двигунами часто спостерігаються наступні проблеми, що вказують на неправильну роботу двигуна:

Ускладнене запалювання двигуна в холодному стані означає, що автомобільний двигун важко запускається, коли він холодний або стоїть без дії протягом тривалого часу, особливо у холодну погоду. Це може бути пов'язано з кількома факторами:

Зниження ефективності акумулятора. В холодних умовах здатність акумулятора забезпечувати достатньо струму для обертання стартера може знижуватися, що уповільнює процес запуску двигуна.

Згущення моторної олії. При низьких температурах моторна олія стає густішою, що ускладнює її циркуляцію в двигуні і підвищує опір обертанню двигуна стартером.

Проблеми з паливною системою. Можуть виникнути проблеми з паливopoдачею, зокрема конденсат, який утворюється у паливній системі, може замерзати, перешкоджаючи нормальному потоку палива.

Неефективність системи запалювання. Неідеальний стан свічок запалювання або неполадки в електричній системі можуть заважати генерації достатньої іскри для запуску двигуна.

Нестабільне функціонування двигуна на холостих обертах відбувається, коли двигун не може підтримувати рівномірні оберти при відсутності навантаження (наприклад, коли автомобіль стоїть на місці або переміщується на нейтральній передачі). Цей стан може виявлятися в коливаннях обертів двигуна, ривках або навіть випадкових зупинках двигуна. Ось кілька частих причин такої поведінки:

Забруднені або зношені компоненти системи подачі повітря. Брудні повітряні фільтри, засмічені дросельні заслінки або несправні датчики масового

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поток повітря можуть перешкоджати нормальному повітряному потоку в двигун, що призводить до нестабільної роботи.

Проблеми з паливною системою. Неякісне паливо, забруднені паливні фільтри, зношені паливні насоси або неправильно налаштовані форсунки можуть знижувати ефективність подачі палива, що також сприяє коливанню обертів.

Несправності в системі запалювання. Старі або забруднені свічки запалювання, проблеми з високовольтними проводами або несправні котушки запалювання можуть спричинити погане горіння палива, що веде до нерівномірної роботи двигуна.

Збої в електронному управлінні двигуном. Пошкоджені датчики (наприклад, датчик положення колінчастого валу або датчик положення розподільного валу), неправильні налаштування в блоку управління двигуном або проблеми з програмним забезпеченням можуть викликати збої у роботі двигуна.

Коли двигун стартує, але майже відразу згасає, це може вказувати на кілька потенційних проблем у системах автомобіля, які вимагають уваги. Ось детальний розгляд найпоширеніших причин такої поведінки двигуна:

Засмічені паливні фільтри - якщо фільтр забруднений, це може перешкоджати нормальній подачі палива до двигуна.

Нефункціональні паливні насоси - якщо паливний насос не забезпечує адекватний тиск, двигун не отримає потрібної кількості палива.

Витік у паливній системі - можливі витіки у паливній системі можуть також знижувати тиск, необхідний для ефективної роботи двигуна.

Коли двигун автомобіля виявляє пропуски у роботі та ривки при прискоренні, це часто свідчить про проблеми з ефективністю горіння палива або нерівномірним подаванням потужності. Такі проблеми можуть значно впливати на загальну продуктивність та комфорт водіння.

Ось деякі з основних причин, які можуть призводити до такої поведінки двигуна:

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зношені або брудні свічки запалювання. Якщо свічки запалювання старі або забруднені, вони можуть не здатні створювати достатню іскру для оптимального горіння палива.

Пошкоджені високовольтні проводи: Пошкоджені або старі високовольтні проводи можуть не ефективно передавати високу напругу від котушки до свічок, що призводить до пропусків у роботі.

Нефункціональні котушки запалювання. Несправні котушки можуть викликати з паливною системою:

Забруднені або несправні форсунки. Якщо форсунки забруднені або не працюють належним чином, паливо може подаватися нерівномірно, що призводить до ривків при прискоренні.

Паливний фільтр, що засмічується. Засмічений паливний фільтр може обмежувати потік палива до двигуна, що також веде до зниження потужності та ривків.

Брудний або несправний MAF. Цей датчик вимірює кількість повітря, що надходить до двигуна, і надсилає цю інформацію до блоку управління двигуном для регулювання подачі палива. Якщо датчик дає неправильні показники, це може спотворювати співвідношення повітря та палива, викликаючи нестабільну роботу двигуна.

Забитий каталізатор. Якщо каталізатор забитий, це може обмежувати вихід вихлопних газів з двигуна, зменшуючи його продуктивність та спричиняючи ривки під час прискорення.

Зниження потужності двигуна - це поширена проблема, яка може виникати з різних причин і впливати на загальну продуктивність автомобіля. Коли двигун не в змозі розвинути очікувану потужність, водій може відчувати, що автомобіль став менш чутливим до педалі газу, особливо при спробах прискорення або під час підйому.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Фактори, що впливають на зниження тиску палива в колекторі аккумуляції

Наслідки низького тиску палива в колекторі аккумуляції системи подачі палива можуть включати:

- засмічення паливного фільтра;
- некоректна діяльність регулятора тиску палива в колекторі;
- втрата герметичності на стиках паливних ліній.

Додатково, ці проблеми можуть призвести до зменшення продуктивності двигуна, підвищення витрати палива, а також до ускладнення запуску двигуна, що може спричинити нестабільність роботи на холостих обертах.

2.4 Методи контролю тиску та стану компонентів паливної системи

Для визначення тиску палива в рампі паливної системи бензинового двигуна застосовують такі методи:

використання манометра (нормальний тиск має бути в межах від 2,5 - 3,5 бар при вимкненому двигуні);

оцінка герметичності паливних ліній;

перевірка фільтруючого елемента в паливному модулі всередині баку на предмет забруднення;

тестування роботи паливного насоса у паливному баку, яке включає спостереження за активацією відповідного реле та наявністю характерного звуку насоса при запалюванні з відкритою кришкою баку;

огляд регулятора тиску палива на паливній рампі;

діагностика регулятора холостого ходу, що включає перевірку на підсмоктування повітря впускним колектором, що може викликати обеднення суміші та погану роботу свічок запалювання;

тестування редукційного клапана електричного паливного насоса для забезпечення правильної роботи системи.

Ці перевірки допомагають забезпечити надійність паливної системи та

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виявити потенційні проблеми, які можуть впливати на загальну продуктивність та ефективність двигуна.



Рис. 2.1. Система інжекційного впорскування палива автомобіля Хюндай Акцент

2.5 Апаратура для виконання операцій

У рамках виконання експериментально-діагностичних завдань на СТО Богдан-Авто з метою відновлення функціонування бензинового двигуна з точковим введенням палива, ми вибрали для аналізу систему подачі палива автомобіля Хюндай Акцент.

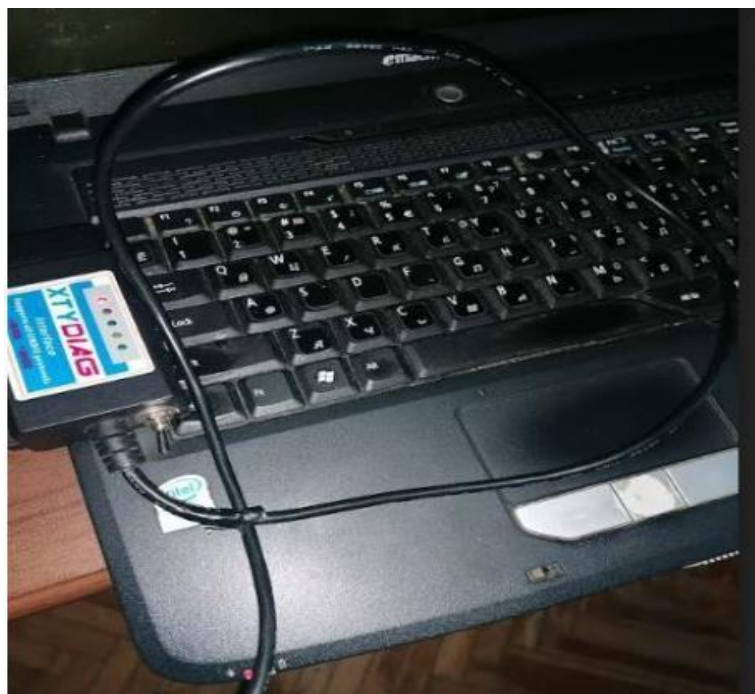


Рис. 2.2. Апаратура для комп'ютерної перевірки паливної системи бензинового двигуна автомобіля Хюндай Акцент

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Для цих цілей ми застосували автомобіль Хюндай Акцент з об'ємом двигуна 1.5 літра, оснащений розширеною інжекторною системою та системою запалювання COP - рис. 2.1. На рис. 2.2 показано комп'ютер та адаптер-сканер «ХТУ DIAG» для підключення до бортової електронної системи автомобіля Хюндай Акцент. Для отримання даних з електронного блоку управління двигуном використано програму «Open-Diag».

Манометр, який застосовується для виміру тиску в акумуляційній рампі паливної системи, показано на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Прилад для контролю тиску палива в рампі



Рис.2.4. Діагностичний адаптер паливної рампи

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

На рис. 2.4 демонструється точка приєднання компресометра до акумуляційної шини паливної системи двигуна.

Таким чином, застосування наведеного вище устаткування забезпечує можливість швидкого дослідження причин неправильної роботи двигуна з точковим введенням палива.

Представлено устаткування для комп'ютерної діагностики електронного блоку управління бензинового двигуна автомобіля Хюндай Акцент.

Вибрано манометр, що дозволяє за допомогою механічного методу здобути дані про рівень тиску в рампі паливної системи аналізованого двигуна.

2.6 Результати аналізу електромотора паливного насоса

Для електромотора паливного насоса (у різних умовах роботи двигуна) значення пускового струму, напруги електричної системи, опору обмотки ротора, взаємодії магнітних полів, а також крутного моменту ротора представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Параметри електромотора паливного насоса.

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, (Bar)
5	12	3	10	10	0,24	6,5 -7

2.7 Технологія діагностики

Причинами проблем з запуском двигуна в холодну пору можуть бути недостатня акумуляторна здатність, згущення моторної олії, яка ускладнює рух рухомих частин двигуна, або недоліки в системі запалювання, такі як старі або зношені свічки запалювання. Також слід врахувати, що низькі температури можуть вплинути на хімічні реакції всередині акумулятора, знижуючи його ефективність.

Що стосується проблемного циліндра, варто перевірити кілька ключових аспектів:

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система запалювання. Перевірка стану свічок запалювання, високовольтних проводів та котушки запалювання може виявити потенційні причини збоїв у роботі циліндра.

Паливна система. Перевірка форсунок, паливного фільтра та паливного насоса на предмет забруднення або зносу, що може перешкоджати нормальній подачі палива.

Механічні компоненти. Перевірка компресії в циліндрі може виявити механічні недоліки, такі як зношені кільця або проблеми з клапанами.

Індикатор на приладовій панелі, що попереджає про несправність двигуна, може активізуватися через різні причини, включно з проблемами, пов'язаними з викидами вихлопних газів, що може вимагати додаткового діагностування з використанням спеціалізованого діагностичного обладнання. Регулярне технічне обслуговування та своєчасна заміна зношених частин можуть допомогти уникнути більшості з цих проблем.

При підключенні діагностичних інструментів до бортової системи автомобіля здобуто наступні дані дослідження, див. рис. 2.5.

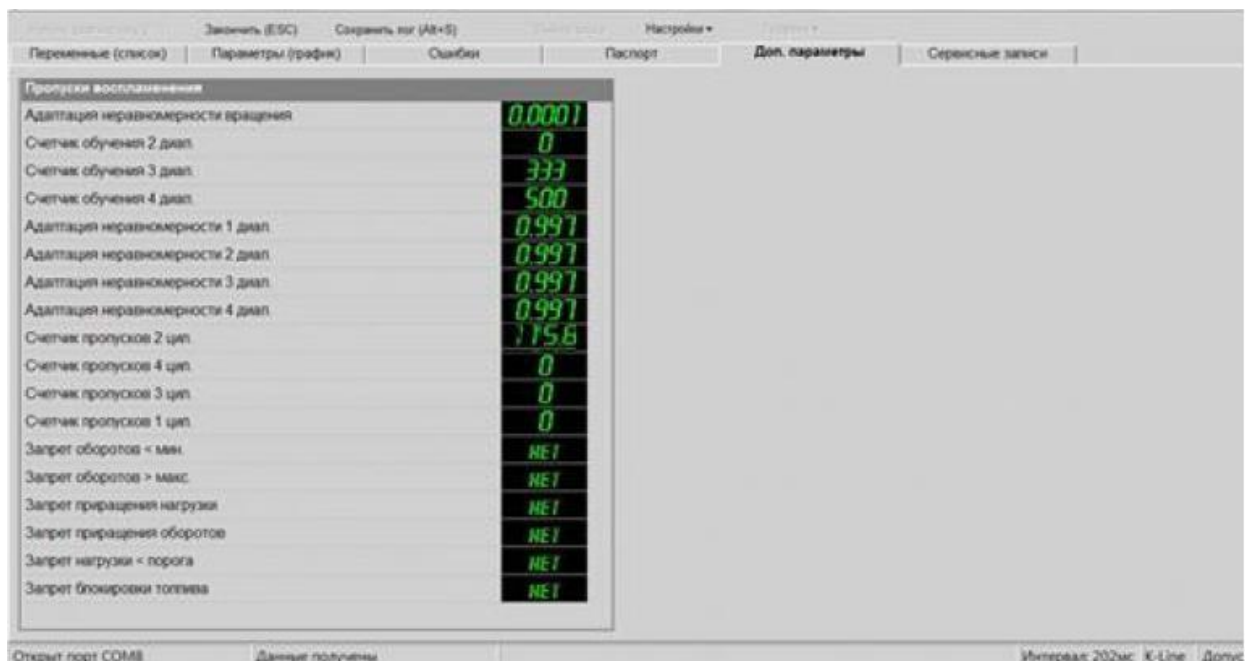


Рис. 2.5. Інтерфейс програми «OpenDiag Free»

для комп'ютерної діагностики

За результатами діагностики було виявлено значне збільшення пропусків в роботі другого циліндра — 1156 випадків. Під час інспекції свічки запалення другого циліндра з'ясувалося, що її контактна частина суха та має жовто-сірий відтінок, що може вказувати на недостатнє збагачення паливної суміші, яка подається в камеру стиснення. Цей колір свічки може також вказувати на високу температуру горіння, що може бути викликано підвищеним рівнем кисню або недостатнім подаванням палива.

Додатково, активізація індикатора «Чек» на приладовій панелі свідчить про підвищений вміст кисню в відпрацьованих газах, що фіксує датчик «Лямбда-зонд». Це може свідчити про витік в вихлопній системі або проблеми з вихлопними клапанами, які також можуть сприяти підвищеному рівню кисню у вихлопних газах.

Щоб глибше зрозуміти проблему, рекомендується перевірити систему подавання палива на предмет засмічень у паливному фільтрі чи несправностей у паливному насосі, які можуть обмежувати подавання палива до другого циліндра. Також можливе проведення тесту компресії для визначення стану циліндра та його компонентів, що дозволить виявити можливі механічні пошкодження або знос.

На рис. 2.6. показано падіння тиску палива у паливній рампі.



Рис.2.6. Знижений тиск палива в рампі

Виходячи з даних манометра, тиск у паливній шині на холостих обертах

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

після запуску двигуна в холодних умовах становив 2,5 бар. Це значення є нижчим за оптимальне для ефективного функціонування двигуна, що може призводити до нестабільної роботи та зменшення ефективності горіння палива. Після деактивації регулятора тиску шляхом від'єднання вакуумного шланга, тиск у шині зріс до 3 бар. Це свідчить про те, що регулятор тиску мав вирішальне значення у контролі тиску палива, і його діяльність могла бути обмежена вакуумним контролем.

На рис. 2.7. відображено діаграму тиску палива зі справним та дефектним вакуумним регулятором.

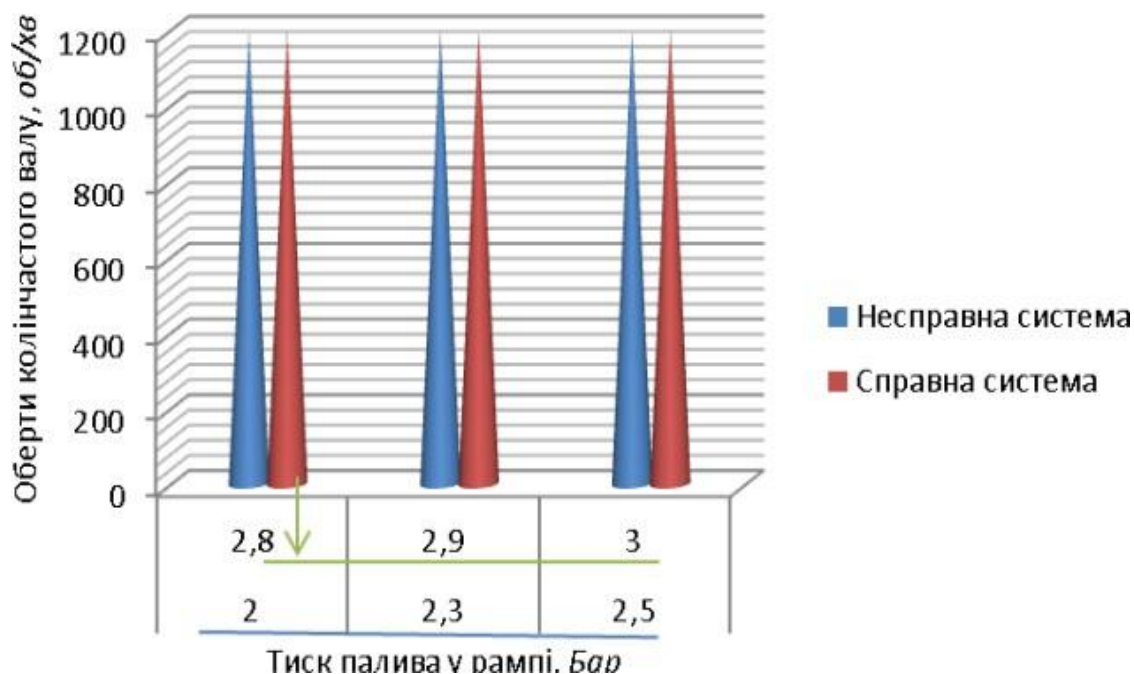


Рис. 2.7. Графік тиску палива в рампі

Це підтвердження поломки регулятора тиску палива в шині. Внаслідок цього збою відбулося неефективне розпилення палива, що негативно вплинуло на процес горіння робочої суміші в циліндрі двигуна.

На основі проведеного термічного аналізу встановлено, що зниження тиску палива в шині призводить до зменшення виділення ефективної теплоти на 1,4 %. Це впливає на термодинамічну ефективність двигуна та може спричинити підвищене витрачання палива.

Під час комп'ютерної діагностики електронного блоку управління двигуном було ідентифіковано численні проблеми з роботою другого циліндра, що можуть свідчити про неполадки у системі запалювання або в паливній системі специфічно для цього циліндра.

Використання манометра показало, що тиск палива в акумулюючій шині на момент холодного старту двигуна складає всього 2,5 бар, що є нижчим за оптимальний рівень для нормальної роботи двигуна. Це може призводити до недостатнього впорскування палива, що погіршує загальну продуктивність та може спричинити збільшення токсичності вихлопних газів.

Аналіз виявив, що основною причиною зниження тиску палива є несправність вакуумного регулятора тиску. Ця деталь критично важлива для підтримання заданого тиску палива, особливо під час зміни навантаження на двигун. Рекомендується негайно замінити вакуумний регулятор тиску для уникнення подальших ускладнень і збереження нормальної роботи двигуна.

Також було б корисно перевірити інші компоненти паливної системи, такі як паливні фільтри та лінії, на предмет засмічень або витоків, які також можуть сприяти зниженню тиску. Це забезпечить ґрунтовний підхід до діагностики та вирішення проблеми.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ

3.1 Зміна вихідних характеристик електричних паливних насосів під час симуляції штучних несправностей

Мета цього теоретичного дослідження полягає у визначенні взаємозв'язків та закономірностей у процесі подачі палива, які використовуються як база для обґрунтування тестових параметрів та розроблення методів тестування, що дозволяє оцінити ефективність роботи електричних паливних насосів (ЕПН).

Інноваційність підходу виявляється у визначенні технічного стану електричних паливних насосів сучасних автомобілів через комплексний контроль механічних, електричних і гідравлічних складових ЕПН. В цьому контексті:

Розробляється тестовий режим у вигляді зміни напруги живлення ЕПН, при цьому відстежується реакція насоса на тестові втручання у вигляді зниження тиску і подачі ЕПН в умовах, що симулюють критичні ситуації.

Під час симуляції штучного забруднення паливної лінії шляхом встановлення послідовного опору (сопла) визначаються граничні показники зниження подачі та тиску при відмові ЕПН. Крім того, задаються межі струмового навантаження (швидкість струму) для виявлення ступеню засмічення паливних фільтрів і ліній.

При монтажі гідравлічних опорів (сопел) у паливній лінії паралельно ЕПН визначаються граничні зниження струму подачі насоса, пов'язані зі зменшенням гідравлічного опору в загальній паливній лінії. На основі цих даних класифікують несправності як з підвищенням, так і зі зниженням гідравлічного опору.

При моделюванні критичних умов через встановлення сопел і зниження напруги живлення створюються умови, які сприяють виявленню заїдання ЕПН і виявленню прихованих та накопичених дефектів, що можуть призводити до заїдання насоса.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробляється складний алгоритм для визначення технічного стану системи подачі палива та ЕПН зокрема, в рамках послідовних тестових заходів. У цьому дослідженні ми зосередили увагу на експериментальному аналізі параметрів струмової швидкості, напруги та опору електричного паливного насоса (ЕПН) у зв'язку зі змінами розміру потоку фільтруючого елемента. Отримані теоретичні залежності зміни споживання струму від параметрів подачі палива, тиску і швидкості обертання ротора можна використовувати як діагностичні показники для оцінки технічного стану ЕПН.

Під час вивчення процесу серійної подачі палива необхідно створити математичну модель для опису формування тиску палива, подачі, загального енергоспоживання ЕПН та значень електричних параметрів I , U , R .

Електричний насос є важливим структурним і технічним компонентом паливної системи, параметри якого визначають значення функціональних (P , Q , n), електричних (I , U , R) та конструкційних параметрів (ϵ , y). Відповідно, коли функціональні параметри змінюються на Δ (ΔP , ΔQ) під час роботи, вони корелюють з електричними параметрами I , U , R . Наше дослідження та аналітичний опис дозволять обґрунтувати тестовий параметр технічного стану ЕПН.

Розглянемо баланс поданої та переданої енергії в паливній системі. Для цього ми вивчимо залежність енергії, поданої від джерела струму до ЕПН (E_{del}), від енергії руху рідини в паливній магістралі (E_{trans}).

$$E_{del} = E_{trans} \cdot$$

Розглянемо ліву сторону рівняння енергетичного балансу ЕПН. Подану енергію E_{del} визначає вираз:

$$E_{del} = I \cdot U \cdot t.$$

Проаналізуємо споживану енергію у контексті енергетичного балансу. Енергія E_{trans} , що передається, розподіляється на такі компоненти:

$$E_{trans} = E_{el.loss} + E_{hyd.loss} + A_{yield} \cdot$$

Вставляючи відповідні формули в попереднє рівняння та проводячи

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетворення з урахуванням струмоспоживання I , отримуємо:

$$I = U \left(\frac{1}{R} + \frac{\Delta P - \Delta P_{reg}}{\rho \cdot g} + \mu \cdot S_{tot} \sqrt{\frac{2(\Delta P - \Delta P_{reg})^2}{\rho}} \right)$$

Якщо гідравлічні опори з'єднані послідовно, тоді S_{tot} обчислюється за допомогою рівняння:

$$\mu \cdot S_{tot} = \mu \cdot S_1 + \mu \cdot S_2.$$

У випадку паралельного з'єднання гідравлічних опорів, S_{tot} визначається рівнянням:

$$\frac{1}{\mu \cdot S_{tot}} = \frac{1}{\mu \cdot S_1} + \frac{1}{\mu \cdot S_2}.$$

Таким чином, ми визначили залежність струму ЕПН I від електричних параметрів привідного двигуна (U , R) з урахуванням структурних та функціональних параметрів ЕПН ($\mu \cdot S$, ΔP , Q).

Моделюємо зміни в споживанні струму ЕПН в паливній системі I в залежності від напруги живлення U для різних технічних станів компонентів паливної системи $\mu \cdot S_{tot}$. Двигун обладнаний паливним насосом з номінальною продуктивністю $Q=130$ л/год = $0,0000361$ м³/с, споживанням струму $I=3,1$ А, $n=2800$ об/хв. Регулятор тиску в паливній рампі налаштований на максимальний тиск $P=310$ кПа= $310\ 000$ Па= $310\ 000$ Н/м². Надлишкове паливо, яке не використовується під час упорскування, повертається через зворотну лінію в паливний бак. ЕПН призначений для роботи при номінальній напрузі $U_{const}=12$ В. Якщо ЕПН відповідає технічним референсним умовам, втрати електроенергії мінімальні і становлять $N_{el}=5$ В=const. Побудуємо залежності I від U для трьох точок: при $U_1=6,5$ В; $U_2=9,5$ В; $U_3=12,5$ В, і відповідно при діаметрах проходу $0,2$ мм, $1,2$ мм і 7 мм (референс).

Рис. 3.1 демонструє результати розрахунків за рівнянням. З аналізу рис. 3.1 видно, що при зменшенні діаметра проходу до $0,2$ мм (тобто зростає гідравлічний опір), наприклад, через засмічення тонкого паливного фільтра,

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживання струму значно збільшується з 2,3 А до 5,2 А.

Це збільшення пов'язане з підвищенням гідравлічного опору в паливній системі. Підвищення гідравлічного опору призводить до збільшення протидії ротора ЕПН. Як результат, ротор обертається під навантаженням, і споживається більший струм I.

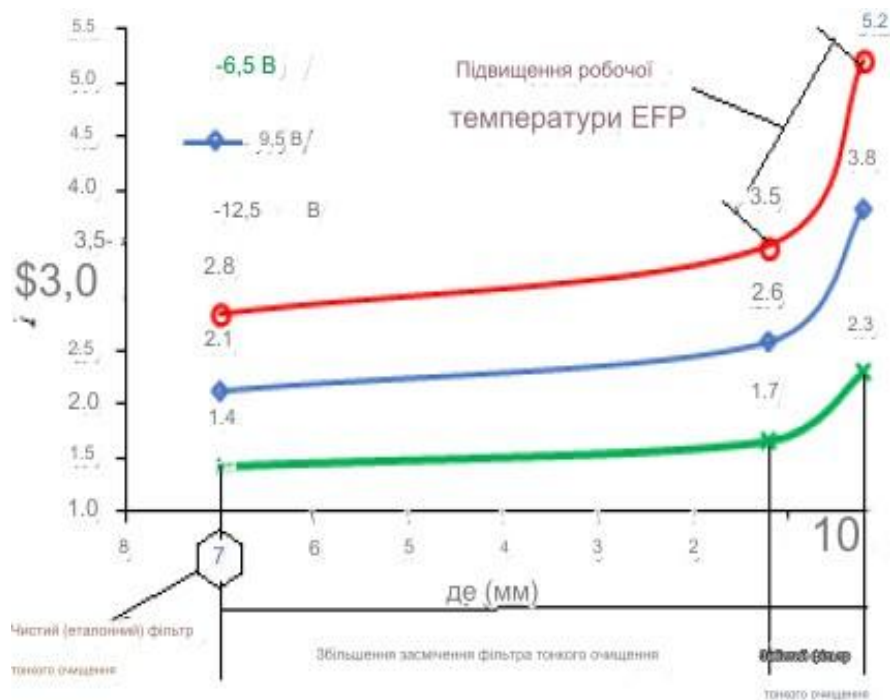


Рис. 3.1. Закономірності зміни струмоспоживання I в залежності від діаметра перетину паливної магістралі d_s : 7 мм = 38,465 мм² – це референсна секція, коли паливний фільтр чистий; 1,2 мм = 1,1304 мм² – це діаметр проходу, менший за референсний (підвищене забруднення); 0,2 мм = 0,0314 мм² – це дуже малий прохідний отвір, що відповідає сильно забрудненому тонкому фільтру.

На рис. 3.2. показано, що зі збільшенням діаметра потоків (через зношені ролики інжекційного блоку ЕПН) споживання струму зменшується.

Збільшення зазорів між роликами ЕПН і корпусом викликає підвищення витoku палива. Паливо повертається у високонапірну камеру насоса. В результаті, паливо не надходить у паливну лінію, або надходить лише невелика

його частина, а більша частина повертається у всмоктувальну камеру (рециркуляція).

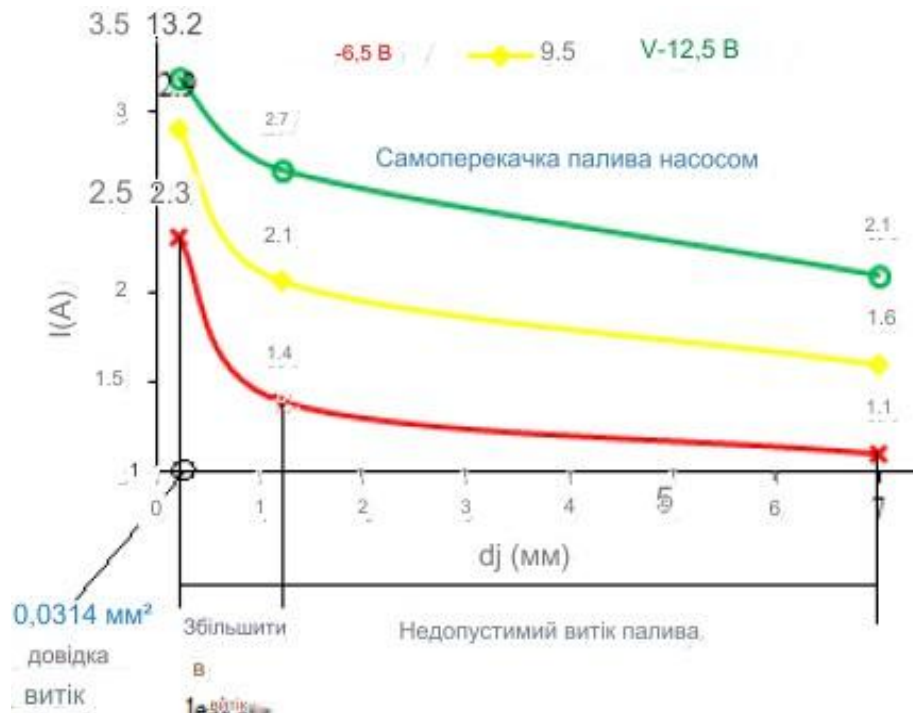


Рис. 3.2. Закономірності зміни струмоспоживання I в залежності від діаметра витіку палива в паливній системі d_j : $0,2 \text{ мм} = 0,0314 \text{ мм}^2$ – це референсна величина зазорів між роликami ЕПН та корпусом; $1,2 \text{ мм} = 1,1304 \text{ мм}^2$ – це збільшення зазорів між роликami ЕПН та корпусом; $7 \text{ мм} = 38,465 \text{ мм}^2$ – це максимальна величина зазорів.

На рисунку 3.3. демонструється взаємозв'язок змін у споживанні струму електронним паливним насосом (ЕПН) в умовах одночасного наростання протікань у ЕПН I_1 та зростання опору у паливній системі ϵ_B в рамках тривимірного простору координат. Аналіз цього зображення вказує на те, що інтенсивність протікання струму через ЕПН падає з підвищенням рівня протікань, але збільшується при зростанні забруднення.

Струм, таким чином, виявляється динамічним параметром, котрий підвищується або знижується у відповідності до рівнів забруднення чи протікань у паливній системі та ЕПН, що робить його підходящим для

використання в тестуванні.

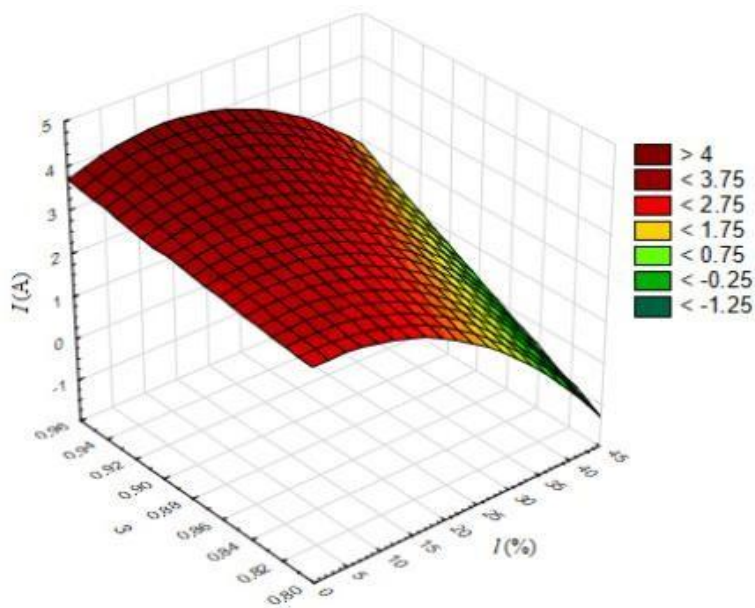


Рисунок 3.3. Залежність зміни швидкості споживання струму ЕПН I при одночасній зміні витоків I та засмічення (опір, вісь 2).

Ціль комплексного експерименту полягала у виявленні рівня впливу налаштованих діаметрів форсунок, які одночасно інтегровані в паливну систему в режимах послідовного та паралельного підключення, а також оцінка ефекту від напруги подачі ЕПН, регульованої блоком управління, на інтенсивність використання електричної енергії ЕПН I , тиск у системі подачі P і обсяг витoku палива Q . Дослідження здійснювалося відповідно до зображення на рисунку 3.3.

При паралельному з'єднанні ми розмістили калібровані форсунки $J_{\text{раг}}$ з діаметрами 0.2 мм, 0.6 мм, та 1.0 мм, з різницею $\Delta=0.4$ мм між ними. Для послідовного з'єднання були застосовані $J_{\text{сер}}$ з діаметрами 0.2 мм, 0.7 мм, 1.2 мм у паливопроводі, з інтервалом $\Delta=0.5$ мм. Дослідження включало також штучне імітування витоків палива в корпусі ЕПН і забруднення паливних фільтрів. Керівний блок встановив три рівні напруги: 6.5 В, 9.5 В та 13.5 В.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

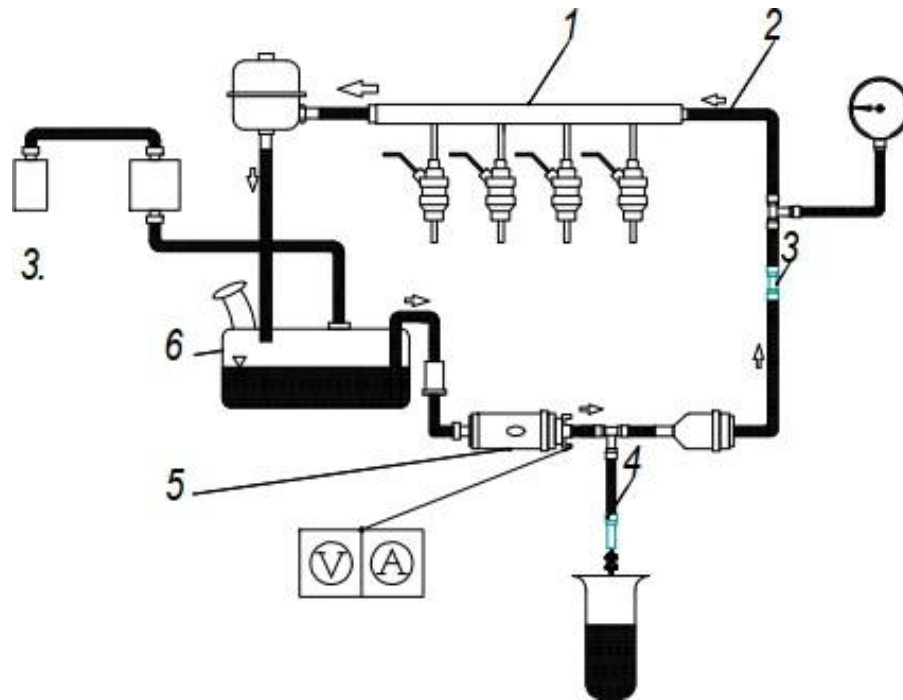


Рис. 3.4. Схема трифакторного експерименту:

1 – паливна рейка; 2 – лінія подачі палива; 3 – послідовний форсунок; 4 – паралельний форсунок; 5 – паливний насос; 6 – паливний бак.

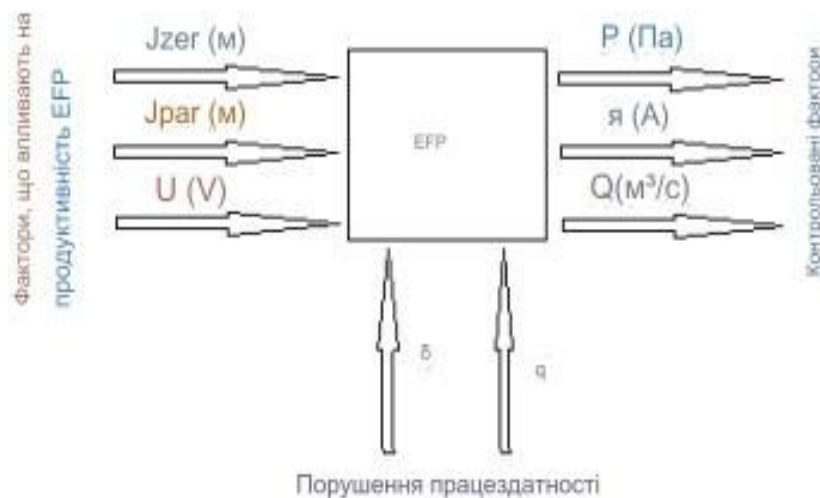


Рис. 3.5. Вхідні та вихідні параметри під час трифакторного експерименту

Контролюючими параметрами є J_{ser} - діаметр каліброваної форсунки, що приєднана послідовно до паливопроводу, м; J_{par} - діаметр каліброваної форсунки, приєднаної паралельно до паливопроводу, м; U - напруга живлення ЕПН, задана зовнішнім керувальним пристроєм "ZDS-50", В.

Постійні показники (відгуки) включають наступне: інтенсивність використання струму ЕПН, I , рівень тиску в системі подачі P та об'єм протікання палива Q . Деталі про інтервали та рівні змінення параметрів представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Рівні та інтервали змінення параметрів.

Фактор	Познач.	Рівень варіації			Інтервал Δ
		-1 (нижче)	0	+1 (вище)	
Послідовна калібрована форсунка, J_{ser} , м.	$M_{i,1}$	0.3	0.75	1.2	0.45
Паралельна калібрована форсунка, J_{par} , м.	$M_{i,2}$	0.2	0.6	1	0.4
Напруга живлення ЕПН, U , В.	$M_{i,3}$	6.5	9.5	13.5	3

Виходячи з гіпотези, що в даній ситуації аналізуються три фактори, що мають вплив на оптимізаційні показники (vy_1, vy_2, vy_3), необхідно здійснити трифакторний дослід, описаний універсальним регресійним рівнянням:

$$vy_i^{1,2,3} = a_1 \cdot (M_{i,1})^{a2} + b_1 \cdot (M_{i,2})^{b2} + c_1 \cdot (M_{i,3})^{c2} + g \cdot M_{i,1} \cdot M_{i,2} + m \cdot M_{i,1} \cdot M_{i,3} + n M_{i,2} \cdot M_{i,3}$$

Ми визначаємо інтервал зміни ΔM_i для кожного значення фактора:

$$\Delta M_i = \frac{M_i^U - M_i^L}{2}$$

Ці значення рівнів визначаються для кожного фактора.

Закодоване значення фактора M_i визначається за рівнянням.

$$M = \frac{M_i - M_{main}}{\Delta M_i}.$$

Давайте визначимо кількість точок N плану трьох варіантів:

$$N = 3^k .$$

У цьому випадку N=27.

Регресійні коефіцієнти розраховуються у програмному забезпеченні M_{athcad} 14 за допомогою функції M_{inerr}. Представимо їх у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Регресійні коефіцієнти.

Коефіцієнти	(I)	(Q)	(P)
a ₁	0.978	-1.27	13.328
a ₂	0.495	1.856	1.1
b ₁	0.052	294.986	33.133
b ₂	-3.026	3.338	-0.568
c ₁	3.049	0.939	-0.025
c ₂	3.154	-3.261	-3.921
g	0.263	56.125	3.808
m	-0.4	9.715	3.82
n	-0.667	-473.949	33.585

Регресійні моделі, залежно від залучених коефіцієнтів, прийматимуть наступний вигляд:

Для параметру тиску:

$$P(M_{i3}; M_{i2}; M_{i1}) = 12.328 \cdot M_{i3}^{1.1} + 33.133 \cdot M_{i2}^{-0.568} - 0.025 \cdot M_{i1}^{-2.921} + \\ + 2.808 \cdot M_{i3} \cdot M_{i2} + 2.82 \cdot M_{i3} \cdot M_{i1} + 33.585 \cdot M_{i2} \cdot M_{i1}$$

Для параметру витоків:

$$Q(M_{i3}; M_{i2}; M_{i1}) = -1.27 \cdot M_{i3}^{1.856} + 294.986 \cdot M_{i2}^{2.338} + 0.939 \cdot M_{i1}^{-3.261} + \\ + 56.125 \cdot M_{i3} \cdot M_{i2} + 9.715 \cdot M_{i3} \cdot M_{i1} - 472.949 \cdot M_{i2} \cdot M_{i1}$$

Для інтенсивності струму:

$$I(M_{i3}; M_{i2}; M_{i1}) = 0.978 \cdot M_{i3}^{0.495} + 0.052 \cdot M_{i2}^{-2.026} + 2.049 \cdot M_{i1}^{2.154} + \\ + 0.263 \cdot M_{i3} \cdot M_{i2} - 0.4 \cdot M_{i3} \cdot M_{i1} - 0.667 \cdot M_{i2} \cdot M_{i1}$$

Застосовуючи ці формули, науковець мінімізує потребу в повторному перерахунку умов дослідження на закодовані змінні кожен раз.

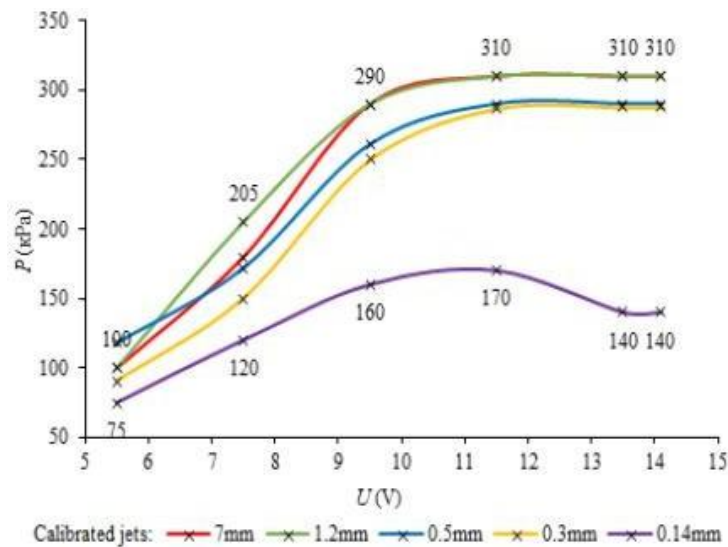


Рис. 3.6. Залежність зміни тиску в системі подачі від напруги ЕПН при використанні каліброваних форсунок з різними діаметрами проточних каналів (від 0.14 мм до 7 мм).

3.2 Лабораторні випробовування

У ході лабораторних випробувань із послідовним підключенням вимірювальних дюз, ми зібрали інформацію, яка представлена у формі діаграм, що відображають варіації поточного рівня залежно від напруги живлення електропаливного насоса (ЕПН) (рис. 3.6) та зміни тиску у залежності від цієї ж напруги (рис. 3.7). Без застосування вимірювальних дюз, при напрузі 10 В ЕПН демонструє постійний тиск у 310 кПа (рис. 3.6) і поточний рівень (рис. 3.7). В цей момент ЕПН ефективно транспортує паливо без зайвих зусиль, оскільки опір на виході з насоса залишається на рівні загальноприйнятого, а додаткових перешкод не існує.

З використанням найменшої дюзи діаметром 0.14 мм, відмічено понижений тиск у всьому спектрі підвищення напруги, необхідний для коректної роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Водночас струм живлення неспинно підвищується. Підвищення струму до 5-6 А пояснюється активною роботою інжекторного вузла ЕПН, який примусово втискає потрібну кількість палива через мінімальний отвір. Завдяки цьому ми отримали відомості про стабільний поточний рівень і тиск у ЕПН при максимальному штучному опорі в паливній системі, що відповідає забрудненню фільтруючої сітки і паливного шлангу (таблиця 3.3).

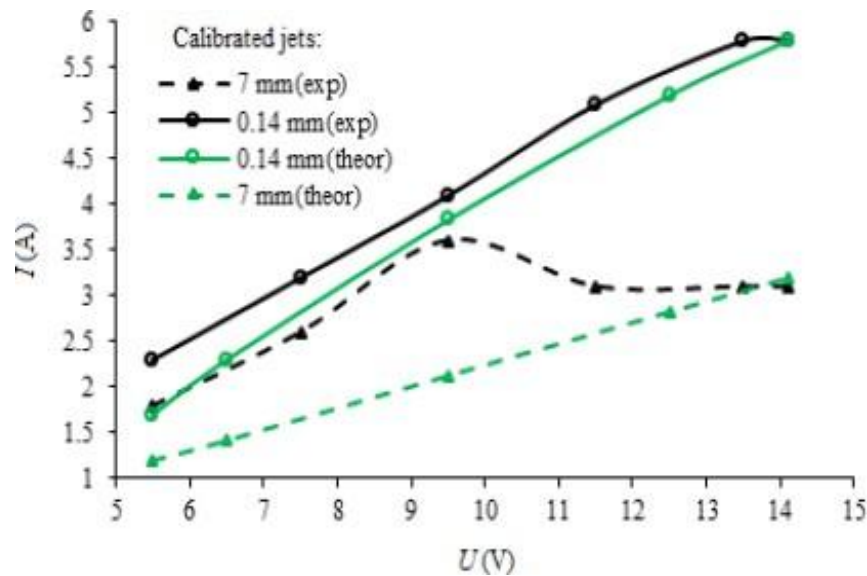


Рис. 3.7. Залежність зміни споживання струму ЕПН від напруги, поданої на насос зовнішнім керувальним блоком, при використанні каліброваних форсунок з різними діаметрами перерізу (від 0.14 мм до 7 мм).

В ході випробувань із паралельним включенням дюз ми здобули результати, що відображені у вигляді графіків змін струму відповідно до напруги живлення ЕПН (рис. 3.7) та коливань тиску залежно від напруги живлення ЕПН (рис. 3.8). За умови використання форсунки діаметром 1.2 мм на протязі всього періоду варіацій напруги фіксується знижений тиск (рис. 3.8). Максимальні показники тиску і струму при напрузі 14.1 В складають 275 кПа і 3.1 А відповідно (рис. 3.8).

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час роботи ЕПН з форсунками діаметром 1.2 мм, 0.5 мм, 0.3 мм зафіксовано постійний тиск 310 кПа, однак споживання струму перевищує стандартні 3.1 А. У ситуації підвищення засміченості, модуль ін'єкції ЕПН протистоїть обмеженню проходження палива в системі.

Таблиця. 3.3. Відображення розрахункових та фактичних параметрів.

Напруга U, V	Рівень споживання струму I, А				Похибка, %	
	0,14 ^C мм	0,14 ^E мм	7 ^C мм	7 ^E мм	0,14 мм	7 мм
5.5	1.7	3.3	1.8	1.2	17.6	25
6.5	3.3	3.7	3.2	1.42	8.65	23.5
9.5	3.83	4.1	3.6	3.13	3.5	35
13.5	5.2	5.6	3.1	3.83	3.85	4.75
14.1	5.8	5.8	3.1	3.2	0	1.6
Середня похибка, %					6.72	13.27

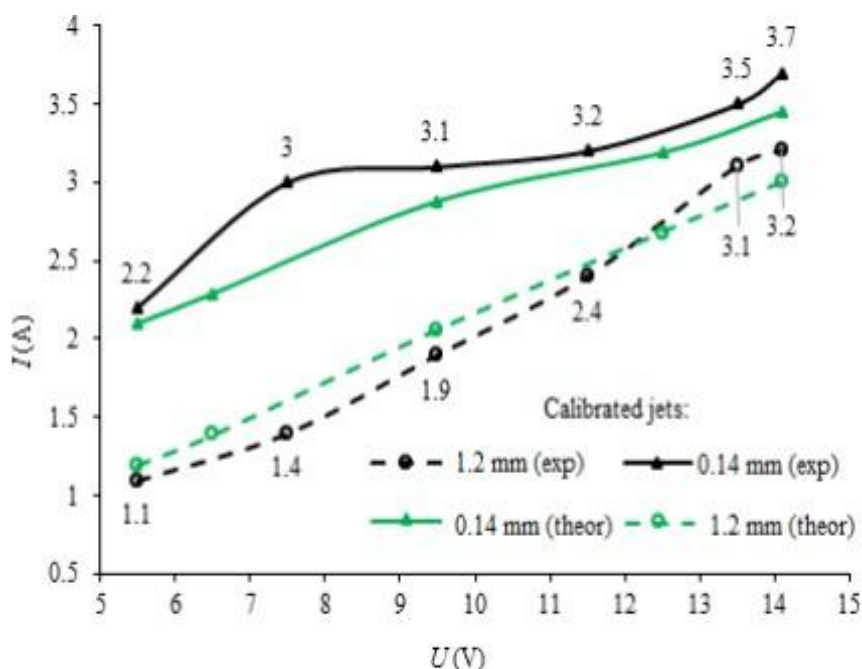


Рисунок 3.8. Залежність зміни споживання струму ЕПН від коливань напруги живлення за умов використання стандартизованих дюз (0.14 мм.. 1.2 мм), які встановлені паралельно у паливну систему.

Такі показники пояснюються втратами основної маси палива через паралельно розміщену форсунку з перерізом 1.2 мм, при цьому лише мінімальна частина палива потрапляє у систему.

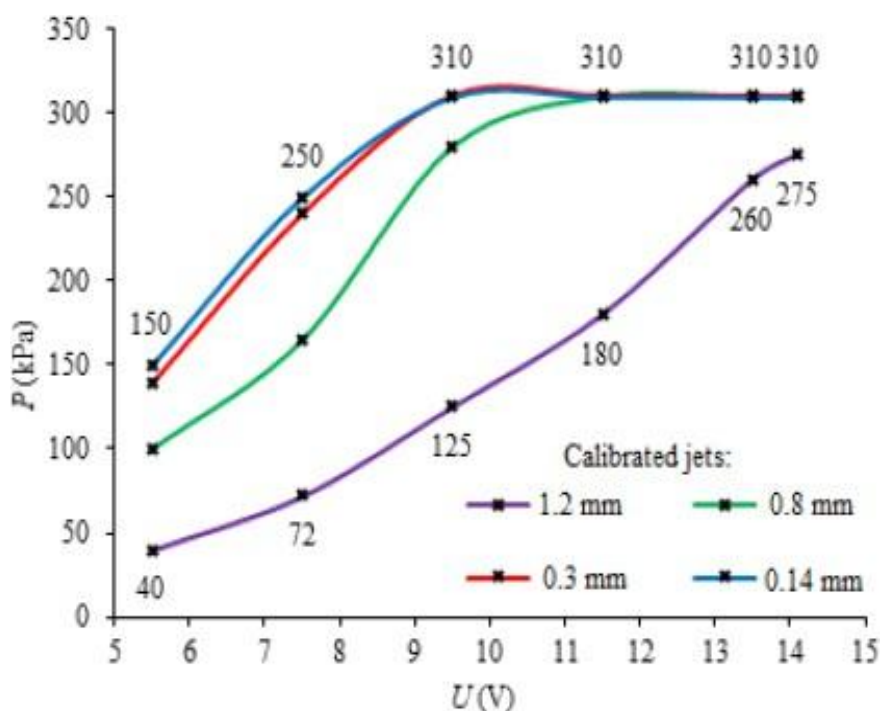


Рис. 3.9. Графік, що ілюструє варіації тиску в системі живлення залежно від напруги на ЕПН за умов використання стандартизованих дюз протоку (0.14 мм. 1.2 мм), під'єднаних паралельно до лінії подачі палива.

Максимальна та мінімальна похибки у дослідженні при застосуванні каліброваної форсунки 0.14 мм склали 8.95% та 3.35% відповідно, а з форсункою 1.2 мм - 4.2% та 1.5% (таблиця 3.4).

При роботі ЕПН з додатковими дюзами діаметрами 0.8 мм та 0.3 мм фіксується постійний тиск у 310 кПа та споживання струму на рівні 3.1 А. В такій ситуації втрати палива відповідають середнім показникам через паралельно розташовану калібровану дюзу. Однак ЕПН все ще забезпечує подачу потрібної кількості палива в основний трубопровід.

Таблиця. 3.4. Взаємне порівняння розрахункових та дослідницьких показників.

Напруга U, V	Рівень споживання струму I, A				Похибка, %	
	0,14 ^C мм	0,14 ^E мм	1.2 ^C мм	1.2 ^E мм	0,14 мм	1.2 мм
5.5	3.1	3.2	1.2	1.1	3.35	4.5
6.5	3.29	3.7	1.39	1.3	8.95	3.45
9.5	3.88	3.1	3.06	1.9	3.8	4.2
13.5	3.19	3.3	3.68	3.6	1.7	1.5
14.1	3.45	3.7	3	3.2	3.6	3.3
Середня похибка, %					4.08	3.39

4. ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ЗА РІЗНИХ СТАНІВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

4.1 Електричні параметри паливних насосів ХІОНДАЙ Акцент

В автомобілях ХІОНДАЙ Акцент 1.5 встановлюють насоси палива BOSCH-0580254, що працюють від електромотора. Цей двигун отримує енергію від джерела з напругою 12 В і у стані максимального навантаження витрачає до 6 А. Його вихідна потужність досягає приблизно 80 Вт. Основа функціонування цього пристрою описана нижче, див. рис. 4.1.

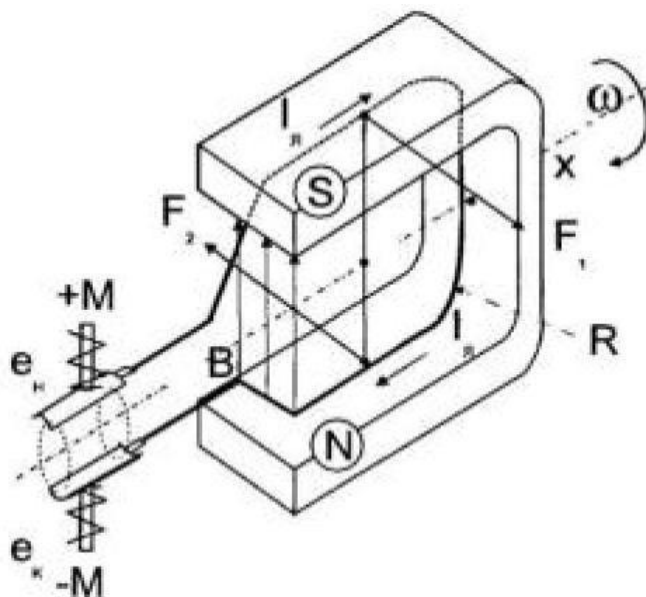


Рис. 4.1. Схема функціонування електромотора

Електрика з акумулятора або генератора з напругою 12 В подається на обмотки рамки R ротора, запускаючи струм. Згідно з законом Ома, його значення обчислюється наступним чином:

$$I_{я} = \frac{U_m}{R_{я}}, \text{ А}$$

Створене електромагнітне поле ротора починає взаємодіяти з сталевим магнітним полем статора. В результаті на обмотки ротора починають впливати сили F₁ та F₂, розрахунок кожної з яких виконується за наступною формулою:

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = B \times L \times I_a \times \cos \alpha$$

Напрямки дії сил F встановлюються за правилом лівої руки. Сили F_1 і F_2 діють в протилежних напрямках вздовж осі обертання якоря, створюючи обертовий момент - M . Цей момент передається до ротора насоса через з'єднувальну муфту. Його можна обчислити використовуючи наступну формулу:

Слід додати, що муфта з'єднання виготовлена з пластикового матеріалу і при перевантаженнях (наприклад, при замерзанні) швидко ламається. Це діє як захист від перевантаження електромотора бензонасоса і запобігає його вигоранню. Коли електромотор запускається, струм через якір значно падає, оскільки якір починає обертатися, зменшуючи силу взаємодії магнітних полів. Також струм в якорі I_a після запуску мотора значно знижується. Важливо відмітити, що швидкість обертання якоря електричного двигуна не регулюється, оскільки вона залежить від постійної напруги, що подається на клеми.

4.2 Обчислення теплового балансу двигуна при адекватному та неадекватному тиску палива у рампі

Обсяг тепла, що вивільняється після спалювання паливної суміші, має різні компоненти, що зумовлені змінними умовами роботи, параметрами циліндро-поршневої групи та станом системи охолодження двигуна.

Обсяг тепла Q , що виділяється після спалювання паливної суміші, можна визначити за даними:

$$Q = Q_n \cdot G_n, \text{ кДж/год}$$

Обчислення годинного споживання палива здійснюється за наступним методом: спершу вимірюється кількість палива, яка витрачається двигуном за певний короткий часовий проміжок. Ця виміряна кількість палива потім перераховується на годинну основу, щоб отримати середнє споживання за

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

годину. Це дозволяє точно визначити, скільки палива потрібно для роботи двигуна протягом години при даному режимі роботи.

$$G_{\Pi} = N_e \cdot g.$$

Теплова енергія Q_e (яка відповідає ефективній дії двигуна), обчислюється наступним чином: визначається кількість витраченого палива та його калорійність. Потім, використовуючи ці дані, розраховується кількість енергії, що вивільняється під час згоряння палива в двигуні.

$$Q_e = 3600 N_e,$$

Спожита теплова енергія для виконання корисної дії обчислюється за допомогою:

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \%$$

Обсяг тепла Q_B , який передається до навколишнього середовища, визначається наступним чином:

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{2a} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{a} \cdot 3,6, \text{ кДж/год}$$

$$C = 0,44 \dots 0,56.$$

Частка тепла, яку абсорбує система охолодження, розраховується так:

$$g_B = \frac{Q_B}{Q_{\Pi}} \cdot 100, \%$$

Загальний обсяг тепла Q_r , що втрачається разом з відпрацьованими газами, визначається за:

$$Q_r = C_p \cdot (T_r - T_{o. c.}) \cdot (G_{\text{пов.}} - G_{\Pi}), \text{ кДж/год}$$

$$C_p = 1.40 \text{ кДж / кг град.}$$

Обсяг повітря $G_{\text{пов.}}$, який надходить у камеру згоряння циліндра, розраховується згідно із зазначеною формулою:

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

$$G_n = 6.3 \text{ кг / год.}$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість тепла q_r , що втрачається разом з відпрацьованими газами, представляється наступним чином:

$$g_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \%$$

Інші затрати тепла $Q_{ін.в.}$ визначаються так:

$$Q_{ін.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_B)$$

А, обсяг тепла $q_{ін.в.}$, розраховується наступним чином:

$$g_{ін.в.} = \frac{Q_{ін.в.}}{Q} \cdot 100, \%$$

Згідно з методом обчислення теплового балансу двигуна з об'ємом циліндрів $V=1,4$ л., встановлено відсоткове відношення кількості тепла, що виділяється після спалення паливної суміші при справній та несправній системі подачі палива (при недостатньому тиску в акумуляторній рампі).

Для швидкого відновлення функціональності паливної системи бензинового двигуна рекомендується застосувати оптимальний метод, використовуючи сучасне діагностичне обладнання.

4.3 Вплив заниженого тиску палива в рампі на термічний баланс двигуна

Визначено термічний баланс для робочої та з неадекватним тиском паливної системи аналізованого бензинового двигуна автомобіля Хюндай Акцент, результати чого представлено у формі діаграм на рис. 4.1.

Аналіз графіків термічного балансу демонструє, що робота бензинового двигуна зі знизеним тиском у рампі знижує кількість генерованої ефективної теплоти в циліндрах двигуна на 1,4 % у порівнянні з нормально функціонуючою системою.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

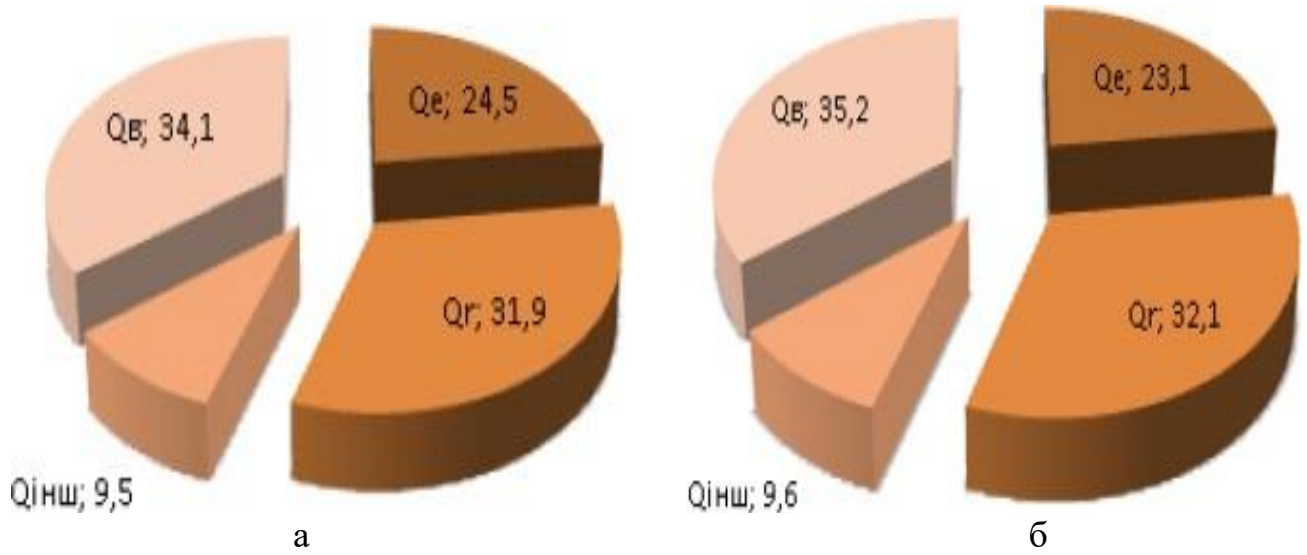


Рис. 4.1. Графіки термічного балансу двигуна з об'ємом циліндрів $V = 1,5$ у автомобілі Хюндай Акцент:

- а) з нормально функціонуючою паливною системою;
- б) зі зниженим тиском у паливній рампі.

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

5.1 Вихідні дані

За даними завдання приймаємо, що категорія умов експлуатації – III, умови експлуатації – помірні, кількість днів роботи автомобілів в році для автовласників – 365. Кількість автомобілів Аі марки HYUNDAI ACCENT JS4 1.5i (без врахування автомобілів на гарантії) – 202 шт. Кількість автомобілів HYUNDAI Santa Fe 5.0D VCDI (без врахування автомобілів на гарантії) складає 110 шт. Середньодобовий пробіг L_{сд} автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4 складає 36 км. Середньодобовий пробіг L_{сд} автомобілів HYUNDAI Santa Fe складає 47 км.

Кількість автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4, які знаходяться на гарантійному обслуговуванні, за даними СТО складає 50 автомобілів, а кількість автомобілів марки HYUNDAI Santa Fe, які знаходяться на гарантійному обслуговуванні, за даними СТО складає 32 штуки. Гарантія на автомобілі розповсюджується на 3 роки або 100 000 км пробігу (в залежності від того, що відбудеться скоріше). За даними СТО продані нові автомобілі HYUNDAI ACCENT JS4 з бензиновими двигунами за три роки, в середньому, мають пробіг 45000 км, а нові автомобілі HYUNDAI Santa Fe з дизельними двигунами за три роки, в середньому, мають пробіг 60000 км.

5.2 Періодичність технічних обслуговувань і міжремонтного пробігу.

5.2.1 Періодичні технічні обслуговування (ПТО)

Нормативна періодичність технічних обслуговувань (Лп_{то}) для автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4 з бензиновими двигунами згідно рекомендацій заводу-виготвника для України – 15000 км. Нормативна періодичність технічних обслуговувань для автомобілів HYUNDAI Santa Fe з дизельними двигунами згідно рекомендацій заводу-виготвника для України – 10000 км.

5.2.2 Пробіг до капітального ремонту L_{кр}

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пробіг до капітального ремонту автомобілів по даним заводів-виготовників за умови правильної експлуатації: автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4 – 200 000 км, автомобілів HYUNDAI Santa Fe – 500 000 км.

5.3 Визначення кількості періодичних технічних обслуговувань і ремонтів за цикл

5.3.1 Визначення кількості періодичних технічних обслуговувань ПТО для одного з автомобілів, що не знаходяться на гарантійному обслуговування за цикл – N1

$$N1 = L_{кр} / L_{пто}; \quad (5.1)$$

$$N1_1 = 200000 / 15000 = 26,67 \text{ обсл.}; \quad N1_2 = 500000 / 10000 = 50 \text{ обсл.}$$

5.3.2 Визначення кількості періодичних технічних обслуговувань ПТО для одного з автомобілів, що знаходяться на гарантійному обслуговування – N2

Визначення кількості періодичних технічних обслуговувань ПТО для одного з автомобілів, що знаходяться на гарантійному обслуговування за 3 роки – N2

$$N2 = L_{гар} / L_{пто}; \quad (5.2)$$

$$N2_1 = 45000 / 15000 = 3 \text{ обсл.}; \quad N2_2 = 60000 / 10000 = 6 \text{ обсл.}$$

5.4 Визначення коефіцієнту переходу η від періоду пробігу до капітального ремонту до року

Річний пробіг $L_{рі}$ одного автомобіля знаходиться за формулою:

$$L_{рі} = D_{рр} * L_{сд} - [3, \text{ с. 207}] \quad (5.3)$$

Сумарний річний пробіг L_p усіх автомобілів, що обслуговуються СТО, знаходиться за формулою

$$L_p = L_{p1} * A1 + L_{p2} * A5.$$

Тоді $L_p = 365 * 36 * 202 + 365 * 47 * 110 = 4328593$ км;

$$L_{p1} = 365 * 36 = 12470 \text{ км}; \quad L_{p2} = 365 * 47 = 16451 \text{ км};$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення коефіцієнта переходу від циклу до року η

$$\eta = L_p / L_{кр} - [3, \text{с. 207}] \quad (5.4)$$

$$\eta_1 = 12470 / 400000 = 0,031; \quad \eta_2 = 16451 / 500000 = 0,033;$$

5.5 Визначення кількості ПТО автомобілів за рік

Визначення кількості технічних обслуговувань ПТО всього парку автомобілів, що обслуговується СТО за рік, крім гарантійних, N_{1p} :

$$N_{1p} = N_1 * \eta * A_i - [3, \text{с. 208}] \quad (5.5)$$

$$N_{11} = 26,67 * 0,031 * 202 = 178 \text{ обсл.}; \quad N_{12} = 187 * 0,033 * 110 = 169 \text{ обсл.};$$

Визначення кількості технічних обслуговувань ПТО гарантійних автомобілів, що обслуговується СТО за рік N_{2p} :

$$N_{2p} = N_2 * A_i / 3 - [3, \text{с. 208}] \quad (5.6)$$

$$N_{21} = 3 * 50 / 3 = 50 \text{ обсл.}; \quad N_{22} = 6 * 32 / 3 = 64 \text{ обсл.};$$

5.6 Розрахунок програми робіт по ПТО і ремонту автомобілів

5.6.1 Нормативи трудомісткості ТО і ремонту автомобілів $t_{щО}$, t_1 , t_2 , $t_{пр}$.

Нормативи трудомісткості ПТО і ремонтів на 1000 км автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4 та HYUNDAI Santa Fe, відповідно, взяти згідно технічної документації СТО “Богдан-Авто”: $t_{мий1} = 0,15$ люд-год; $t_{мий2} = 0,25$ люд-год; $t_{пр1} = 2,75$ люд-год; $t_{пр2} = 3,35$ люд-год.

Середня трудомісткість періодичних технічних обслуговувань негарантійних автомобілів за даними СТО складає $t_{11} = 2,1$ люд-год; $t_{12} = 2,8$ люд-год.

Середня трудомісткість періодичних технічних обслуговувань гарантійних автомобілів за даними СТО складає $t_{21} = 8,7$ люд-год; $t_{22} = 10,1$ люд-год.

5.6.2 Річна програма робіт по ПТО і ПР

Визначення кількості днів експлуатації автомобілів, що обслуговується в зоні СТО за час пробігу до капітального ремонту Дец:

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Дец} = L_{\text{кр}} / L_{\text{сд}} - [3, \text{с. 207}]$$

$$\text{Дец}_1 = 400000 / 36 = 11364;$$

$$\text{Дец}_2 = 500000 / 47 = 10636 \text{ днів.}$$

Визначення кількості днів експлуатації всього парку автомобілів, що обслуговується в зоні СТО за рік $D_{\text{ер}}$:

$$D_{\text{ер}} = \text{Дец} * \eta * A_i \quad (5.7)$$

$$D_{\text{ер}1} = 11111 * 0,033 * 202 = 74066 \text{ днів}; \quad D_{\text{ер}2} = 10638 * 0,034 * 110 = 39787 \text{ днів.}$$

Річну програму робіт з прибирально-мийних робіт – $T_{\text{мий}}$ в загальному вигляді знаходиться за формулою:

$$T_{\text{мий}} = D_{\text{ер}} * t_{\text{мий}} \quad (5.8)$$

Особливістю прибирально-мийних робіт є те, що більшість власників приватних легкових автомобілів здатна виконати їх самостійно. Тому приймаємо, що власники легкових автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4 будуть користуватись послугами прибирання салонів та механізованої мийки один раз на 10 днів, а власники легкових автомобілів HYUNDAI Santa Fe будуть користуватись послугами прибирання салонів та механізованої мийки на СТО один раз на 4 дня. Тоді,

$$T_{\text{мий}1} = 74066 * 0,15 * 0,1 = 1049 \text{ люд-год};$$

$$T_{\text{мий}2} = 39787 * 0,25 * 0,25 = 2406 \text{ люд-год.}$$

Річну програму робіт з ПТО негарантійних автомобілів – T_1 знайдемо за формулою:

$$T_1 = N_{1p} * t_1 - [3, \text{с. 209}] \quad (5.9)$$

$$T_{11} = 178 * 2,1 = 377 \text{ люд-год};$$

$$T_{12} = 187 * 2,8 = 525 \text{ люд-год.}$$

Річну програму робіт з ПТО гарантійних автомобілів – T_2 знайдемо за формулою:

$$T_2 = N_{2p} * t_2 - [3, \text{с. 209}] \quad (5.10)$$

$$T_{21} = 50 * 8,7 = 434 \text{ люд-год};$$

$$T_{22} = 64 * 10,1 = 645 \text{ люд-год.}$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річну програму робіт по ПР – $T_{\text{ПР}}$ знайдемо за формулою:

$$T_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}} * L_p * A_i / 1000 - [3, \text{ с. 209}] \quad (5.11)$$

$$T_{\text{ПР}1} = 2,9 * 12469 * 202 / 1000 = 7304 \text{ люд-год};$$

$$T_{\text{ПР}2} = 3,5 * 16451 * 110 / 1000 = 6333 \text{ люд-год};$$

Річну програму робіт з передпродажної підготовки автомобілів – $T_{\text{ПП}}$ знайдемо за формулою:

$$T_{\text{ПП}} = A_{\text{П}} \times t_{\text{ПП}}$$

де $A_{\text{П}}$ - кількість автомобілів, що продаються (приймається по даних СТО). За минулий рік на СТО було продано 50 автомобілів HYUNDAI ACCENT та 32 автомобіля Hyundai;

$t_{\text{ПП}}$ - трудомісткість передпродажної підготовки. Трудомісткість передпродажної підготовки автомобілів HYUNDAI ACCENT JS4 за даними СТО приймається 3,78 люд-год., трудомісткість передпродажної підготовки автомобіля HYUNDAI Santa Fe за даними СТО приймається 4,18 люд-год. Тоді,

$$T_{\text{ПП}1} = 50 * 3,78 = 189 \text{ люд-год}; \quad T_{\text{ПП}2} = 32 * 4,18 = 134 \text{ люд-год}.$$

5.7 Сумарна трудомісткість робіт

Сумарну трудомісткість робіт знайдемо за формулою:

n

$$T = \sum T_i$$

i=1

Тоді сумарні трудомісткості робіт складуть:

$$T_{\text{мий}} = 1049 + 2406 = 3456 \text{ люд-год}; \quad T_{\text{ПР}} = 7304 + 6333 = 13638 \text{ люд-год};$$

$$T_1 = 377 + 525 = 903 \text{ люд-год}; \quad T_{\text{ПП}} = 189 + 134 = 324 \text{ люд-год};$$

$$T_2 = 434 + 645 = 1079 \text{ люд-год};$$

Загальну трудомісткість профілактичних робіт знайдемо за формулою:

$$T_{\text{то}} = T_{\text{мий}} + T_1 + T_2 + T_{\text{ПП}} \quad (5.26)$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{го} = 3456 + 903 + 1079 + 324 = 5763 \text{ люд-год};$$

Загальну трудомісткість виробничих робіт знайдемо за формулою:

$$T_{вир} = T_{го} + T_{пр} \quad (5.27)$$

$$T_{вир} = 5763 + 13638 = 19402 \text{ люд-год};$$

Річна трудомісткість робіт по гарантійному ремонту автомобілів

Відсоток об'єму гарантійного ремонту $T_{ГР}$ приймається по даних СТО, які виконують дилерські функції.

Оскільки продажі нових автомобілів на СТО постійно збільшується, то кількість автомобілів, що знаходяться на гарантійному обслуговуванні та об'єми гарантійного ремонту $T_{ГР}$ – величини, які також постійно змінюються в бік збільшення.

Для розрахунку програми робіт з гарантійного ремонту скористаємось статистикою СТО, згідно якої середньомісячні об'єми робіт з гарантійного обслуговування і ремонту складають по даному СТО, в середньому, 15 %. Тоді,

$$T_{го} = T_{вир} * K_{го}, \quad (5.14)$$

де $K_{го}$ – коефіцієнт робіт з гарантійного обслуговування і ремонту, приймаємо $K_{го} = 0,15$.

$$T_{го} = 19402 * 0,15 = 2910 \text{ люд-год};$$

Загальну сумарну трудомісткість робіт знайдемо за формулою:

$$T_{заг} = T_{вир} + T_{го} \quad (5.29)$$

$$T_{заг} = 19402 + 2910 = 22312 \text{ люд-год};$$

Загальну трудомісткість постових робіт знайдемо за формулою:

$$T_{п.вир} = T_{мий} + T_1 + T_2 * C_2 + T_{пр} * C_{пр} \quad (5.30)$$

де $C_{пр}$ – частка постових робіт при ПР, згідно [3, с. 56] $C_{пр} = 0,49$

C_2 – частка постових робіт при ТО-2, приймаємо $C_2 = 0,8$

$$T_{п.вир} = 3456 + 903 + 1403 * 0,8 + 13638 * 0,49 = 12165 \text{ люд-год};$$

Загальну трудомісткість дільничних робіт по знайдемо за формулою:

$$T_{д.вир} = (1 - C_{пр}) * T_{пр} + (1 - C_2) * T_2 \quad (5.31)$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{д.вир}}=(1 - 0,49)*13638+(1 - 0,8)*1403=7236 \text{ люд-год};$$

Загальну трудомісткість допоміжних робіт знайдемо за формулою:

$$T_{\text{доп}}=2*T_{\text{сам}} \quad (5.32)$$

$$T_{\text{доп}}=2*2910=5820 \text{ люд-год};$$

5.8 Розрахунок розподілу трудомісткості виробничих і допоміжних робіт по місяцях виконання.

Відносну трудомісткість основних робіт беремо згідно [3,с. 56], а відносну трудомісткість робіт по обслуговуванню згідно [3, с. 58]. Результати розрахунку профілактичних робіт наведені в таблиці 5.1, а результати розрахунку робіт ПР – в таблиці 5.5. Розподіл робіт з гарантійного ремонту взято за даними СТО.

Таблиця 5.1 – Розподіл трудомісткості профілактичних робіт

Назва виробничих робіт	Трудомісткість робіт у рік	
	Відносна, %	Абсолютна, люд*год
Мийно-прибиральні, всього	100	3456
Прибиральні Миючі	80	2764
	20	691
Негарантійні ПТО, всього	100	904
Діагностичні	10	90
Кріпильні	35	316
Регулювальні	10	90
Мастильні	20	180
Електротехнічні	10	90
По сист. живлення	5	45
Шинні	5	45
Кузовні	5	45
Гарантійні ПТО, всього	100	1403
Діагностичні	10	140
Кріпильні	33	463
Регулювальні	20	280

Мастильні	15	210
Електротехнічні	10	140
По сист. живлення	7	98
Шинні	3	42
Кузовні	2	28

Таблиця 5.2 – Розподіл трудомісткості робіт ПР

Назва виробничих робіт	Трудомісткість робіт у рік				
	ПР		З гарантійного ремонту		Усього люд*год
	Відносна, %	Абсолютна, люд*год	Відносна, %	Абсолютна, люд*год	
ПР, всього	100	13638	100	2910	16549
ПР, постові, всього	49	6682	-	-	6682
Діагностичні	2	272	-	-	272
Зварювальні	4	545	-	-	545
Складальні	33	4500	-	-	4500
Бляшані	2	272	-	-	272
Малярні	8	1091	-	-	1091
Столярні	0	0	-	-	0
ПР, дільничні, всього	51	6955	100	1301	48593
Агрегатні	15	2045	-	-	927
Слюсарні	10	1363	26	756	2045
Електротехнічні	5	681	25	727	2120
Акумуляторні	2	272	-	-	272
Сист. живлення	3	409	-	-	409
Шиномонтажні	1	136	-	-	136
Вулканізаційні	1	136	-	-	136
По ремонту салонів	2	272	2	58	330
Мідницькі	2	272	1	29	301
Ресорні	2	272	4	116	389
Антикороз. обробки	1	136	4	116	252

Зварювально-кузовні	2	272	22	640	913
Фарбувальні	2	272	16	465	737
По ремонту аудіоапаратури та встановленню сигналізацій	3	409	-	-	409

Відносну трудомісткість допоміжних робіт беремо згідно [3, с. 58]. Результати розрахунку наведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Розподіл допоміжної трудомісткості робіт

Види робіт	Відносний об'єм, %	Прийнято, %	Трудомісткість робіт, люд.* год.
Транспортні	8-10	10	585.075
Доставка автомобілів для продажу	14-26	15	873.112
Зберігання, прийом і видача мат. цінностей	8-10	10	585.075
Прибирання	14-20	15	873.112
По самообслуговуванню	40-50	50	Виконуються у виробничих підрозділах

5.9 Визначення кількості виробничих і допоміжних працівників та управлінського персоналу.

5.9.1 Визначення кількості виробничих і допоміжних працівників.

Розрахунок явочної кількості працівників Ряп проведемо за формулою:

$$Ряп = T_{n,p} / \Phi_{яп} - [3, с. 59] \quad (5.35)$$

де $T_{n,p}$ – річний об'єм робіт по відповідній зоні, відділенню або виду робіт;

$\Phi_{яп}$ – річний фонд часу працівника, $\Phi_{яв} = 2079$ год.

Розрахунок штатної кількості працівників Ршп проведемо за формулою:

$$Ршп = T_{n,p} / (\epsilon * \Phi_{яп}) - [3, с. 59], \quad (5.36)$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ε - перевідний коефіцієнт, $\varepsilon = 0,91$.

Результати розрахунку кількості працівників із профілактичних робіт наведені в таблиці 5.4, результати розрахунку кількості працівників із робіт ПР наведені в таблиці 5.5, результати розрахунку кількості допоміжних працівників наведені в таблиці 5.6

Таблиця 5.4 – Розрахунок кількості працівників із профілактичних робіт

Назва виробничих робіт	Трудомісткість робіт, люд.* год.	Явочна кількість працівників, чол.	Штатна кількість працівників, чол.
Прибирально-миючі, всього	3456	1,662	1,878
Прибиральні Миючі	2764	1,36	1,503
	691	0,29	0,376
Негарантійні ТО, всього	904	0,435	0,478
Діагностичні Кріпильні Регулювальні Мастильні Електротехнічні По системі живлення Шинні Кузовні	90	0.043	0.048
	316	0.152	0.167
	90	0.043	0.048
	180	0.087	0.096
	90	0.043	0.048
	45	0.022	0.024
	45	0.022	0.024
	45	0.022	0.024
Гарантійні ТО, всього	1403	0,675	0,742
Діагностичні Кріпильні Регулювальні Мастильні Електротехнічні По системі живлення Шинні Кузовні	140	0.068	0.074
	463	0.223	0.245
	280	0.135	0.148
	210	0.101	0.111
	140	0.068	0.074
	98	0.047	0.052
	42	0.02	0.022
	28	0.014	0.015

Таблиця 5.5 – Розрахунок кількості працівників із робіт ПР Рппр

Назва виробничих робіт	Трудоміст- кість робіт, люд.* год.	Явочна кіль- кість працівни- ків, чол.	Штатна кіль- кість праців- ників, чол.
1	2	3	4
ПР, всього	16549	7,96	8,747
ПР, постові, всього	6682	3,348	3,779
Діагностичні	272	0.131	0.144
Зварювальні	545	0.262	0.288
Складальні	4500	5.165	5.379
Бляшані	272	0.131	0.144
Малярні	1091	0.525	0.577
Столярні	0	0.224	0.246
ПР, дільничні, всього	48593	4,552	4,969
Агрегатні	927	0.984	1.081
Слюсарні	2045	1.02	1.121
Електротехнічні	2120	0.678	0.745
Акумуляторні	272	0.131	0.144
По сист. живлення	409	0.197	0.216
Шиномонтажні	136	0.066	0.072
Вулканізаційні	136	0.066	0.072
По ремонту і перетяжці са- лонів	330	0.159	0.175
	301	0.145	0.16
Мідницькі	389	0.187	0.206
Ресорні	252	0.122	0.134
Корозійної обробки	913	0.439	0.483
Зварювальні	737	0.131	0.144
Фарбувальні	409	0.197	0.216
Аудіоремонтні та встан. сигналізацій			

Таблиця 5.6 – Розрахунок кількості допоміжних працівників Рпд

Види робіт	Трудоміст- кість робіт, люд.* год.	Явочна кіль- кість праців- ників, чол.	Штатна кіль- кість працівни- ків, чол.
Транспортні	585.075	0,28	0.308
Доставка автомобілів для продажу	873.112	0,42	0.462
Зберігання матеріальних цінностей	585.075	0,28	0.308
Прибирання	873.112	0,42	0.462
Разом:	2910	1,4	1,538

Загальну кількість штатних ремонтних працівників визначимо за формулою:

$$R_{шпр} = R_{шпщ} + R_{шп1} + R_{шп2} + R_{шппр} \quad (5.37)$$

$$R_{шпр} = 1,878 + 0,478 + 0,742 + 8,797 = 11,845 \text{ чол.}$$

Загальну кількість штатних працівників визначимо за формулою:

$$R_{шпр} = R_{шпр} + R_{шпд} \quad (5.38)$$

$$R_{шпр} = 11,845 + 1,538 = 13,384 \text{ чол.}$$

5.10 Визначення кількості постів.

5.10.1 Визначення кількості постів зони ПР

Кількість постів зони ПР знайдемо за формулою:

$$X_{пр} = T_{ппр} * \varphi / (D_{пр} * R_{спр} * \eta_{пр} * n_{зпр} * t_{зпр}) - [3, \text{с. 66}] \quad (5.39)$$

де $t_{зпр}$ – тривалість робочої зміни зони ПР, $t_{зпр} = 8$ год.

$n_{зпр}$ – кількість робочих змін зони ПР, $n_{зпр} = 1$;

$D_{пр}$ – кількість днів роботи в році зони ПР, $D_{пр} = 305$ днів;

$T_{ппр}$ – тривалість постових робіт зони ПР;

$R_{спр}$ – кількість робітників, одночасно працюючих на посту; $R_{спр} = 1,0$ чол.

φ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів ПР, $\varphi=1,2$

$\eta_{\text{ПР}}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів ПР, $\eta_{\text{ПР}}=0,92$

$$X_{\text{ПР}}=7149*1,2/(305*1,0*0,92*1*8)=3,821 \text{ поста.}$$

5.10.2 Визначення кількості постів зони прибирально-мийних робіт

Кількість постів зони прибирально-мийних робіт знайдемо за формулою:

$$X_{\text{ЩО}}=T_{\text{ЩО}}*\varphi/(D_{\text{ЩО}}*R_{\text{ЩО}}*\eta_{\text{ЩО}}*n_{\text{ЗЩО}}*t_{\text{ЗЩО}}) - [3, \text{с. 66}] \quad (5.40)$$

де $t_{\text{ЗЩО}}$ – тривалість робочої зміни зони ЩО, $t_{\text{ЗЩО}} = 8$ год.

$n_{\text{ЗЩО}}$ – кількість робочих змін зони ЩО, $n_{\text{ЗЩО}}=2$;

$D_{\text{ЩО}}$ – кількість днів роботи в році зони ЩО, $D_{\text{ЩО}}=305$ днів;

$T_{\text{ЩО}}$ – трудомісткість постових робіт зони ЩО;

$R_{\text{ЩО}}$ – кількість робітників, одночасно працюючих на посту; $R_{\text{ЩО}}=1,0$ чол.

φ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів ЩО, $\varphi=1,2$

$\eta_{\text{ЩО}}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів ЩО, $\eta_{\text{ЩО}}=0,92$

$$X_{\text{ЩО}}=3456*1,2/(305*1,0*0,92*2*8)=0,924 \text{ поста}$$

5.10.3 Кількість постів зони ПТО негарантійних автомобілів знайдемо за формулою:

$$X_{\text{ТО1}}=T_{\text{ТО1}}*\varphi/(D_{\text{ТО1}}*R_{\text{ТО1}}*\eta_{\text{ТО1}}*n_{\text{ЗТО1}}*t_{\text{ЗТО1}}) - [3, \text{с. 66}] \quad (5.41)$$

де $t_{\text{ЗТО1}}$ – тривалість робочої зміни зони, $t_{\text{ЗТО1}} = 8$ год.

$n_{\text{ЗТО1}}$ – кількість робочих змін зони, $n_{\text{ЗТО1}}=1$;

$D_{\text{ТО1}}$ – кількість днів роботи в році зони, $D_{\text{ТО1}}=305$ днів;

$T_{\text{ТО1}}$ – трудомісткість постових робіт зони;

$R_{\text{ТО1}}$ – кількість робітників, одночасно працюючих на посту; $R_{\text{ТО1}}=1,0$ чол.

φ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, $\varphi=1,15$

$\eta_{\text{ТО1}}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів, $\eta_{\text{ТО1}}=0,92$

$$X_{\text{ТО1}}=903,8*1,15/(305*1,0*0,92*1*8)=0,463 \text{ поста}$$

5.10.4 Кількість постів зони ПТО гарантійних автомобілів знайдемо за формулою:

$$X_{\text{ТО2}}=T_{\text{ТО2}}*\varphi/(D_{\text{ТО2}}*R_{\text{ТО2}}*\eta_{\text{ТО2}}*n_{\text{ЗТО2}}*t_{\text{ЗТО2}}) - [3, \text{с. 66}] \quad (5.42)$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $t_{зТО2}$ – тривалість робочої зміни зони, $t_{зТО2} = 8$ год.

$n_{зТО2}$ – кількість робочих змін зони, $n_{зТО2}=1$;

$Д_{то2}$ – кількість днів роботи в році зони, $Д_{то2}=305$ днів;

$Т_{то2}$ – трудомісткість постових робіт зони;

$Р_{то2}$ – кількість робітників, одночасно працюючих на посту; $Р_{то2}=1,0$ чол.

ϕ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, $\phi=1,1$

$\eta_{то2}$ – коефіцієнт використання робочого часу постів, $\eta_{то2} = 0,92$

$$X_{то2} = 1403,9 * 1,1 / (305 * 1,0 * 0,92 * 1 * 8) = 0,688 \text{ поста}$$

5.11 Розрахунок сумарної кількості постів СТО

Сумарну кількість постів СТО визначимо з врахуванням розрахунків, проведених в дипломному проекті БР.АТ - 23.00.00.000. Результати розрахунків наведені в таблицях 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок кількості постів

Види робіт	БР.АТ - 86.00.00.000	БР.АТ - 23.00.00.000	Разом	Прийнято
Мийні	0,924	0,746	1,670	2
ТО-1	0,463	0,253	0,716	1
ТО-2	0,688	0,398	1,086	1
ПР	3,821	1,881	5,702	6 (4 – універс, 1 – звар, 1 – кузов. роб.)

5.12 Визначення кількості інженерно-технічних працівників.

Розрахунок кількості інженерно-технічних працівників проведемо згідно [3, с. 104] в залежності від кількості постів на СТО. Результати розрахунку кількості інженерно-технічних працівників наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Розрахунок кількості інженерно-технічних працівників Рітп

Управлінський персонал	Чисельність персоналу, чол.
Загальне керівництво	1
Майстер ремзони	1
Інженер по гарантії автомобілів	1
Бухгалтерський облік і фінансова діяльність	2
Комплектування й підготовка кадрів	1
Майстер-приймальник	2
Матеріально-технічне постачання	1
Допоміжний персонал	
Молодший обслуговуючий персонал	3
Пожежно-сторожева охорона	4
Разом:	16

5.13 Загальна штатна кількість працівників СТО

Сумарну кількість штатних працівників СТО визначимо з врахуванням розрахунків, проведених в дипломному проекті БР.АТ - 23.00.00.000. Результати розрахунків наведені в таблицях 5.9.

Таблиця 5.9 – Розрахунок кількості штатних працівників СТО

Категорія працівників	Розрахова- но	Прийнято
1	2	3
Кількість інженерно-технічних працівників	9	9
Кількість допоміжних працівників	7	7

Продовження табл. 5.9

1	2	3
Кількість виробничих робітників згідно БР.АТ - 86.00.00.000	13,3	22
Кількість виробничих робітників згідно БР.АТ - 23.00.00.000	9,2	
Разом:		38

5.14 Розрахунок виробничих і допоміжних площ

5.14.1 Розрахунок площ дільниць

Площу виробничих дільниць розраховуємо по площі, яку займає обладнання в плані Фобл, і коефіцієнту щільності його розташування Кобл за формулою:

$$F_{д\ddot{л}} = F_{обл} * K_{обл} \quad [3, с. 78] \quad (5.47)$$

Результати розрахунку площ виробничих дільниць СТО наведені в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Розрахунок площ виробничих дільниць

Назва дільниці	Площа об- ладнання в плані Фобл, м. кв.	Коефіцієнт щільності роз- ташування тех- нологічного об- ладнання Кобл	Площа дільниці Fд\ddot{л}, м. кв.	Примітка
1	2	3	4	5
Агрегатна	6	4	24	
Слюсарна	10	4,5	45	
Електро- радіотехнічна	12	4	48	
Акумуляторна	17,5	4	70	

Ремонта сист. живлення	8	4,5	36	
Шиномонтажна	3,33	4,5	12	В окремій будівлі
Вулканізаційна	3	4	15	
Моторна	10,5	4	42	
Ремонту систем кондиціонування	8	4,5	36	
Зварювальна	4	5	20	
Ремонту та монтажу газової апаратури	19,2	5	96	
Антикорозійної обробки	4,5	30	135	
Підготовки до фарбування	5	24	120	В окремій будівлі
Фарбувальна та сушки	4,5	10	45	
Разом:			417	Без врахування площ в окремих будівлях

5.14.2 Розрахунок площ виробничих зон

Розрахунок площ виробничих зон проведемо за формулою:

$$F_i = f \cdot X_i \cdot K_i - [3, \text{с. 66}] \quad (5.48)$$

де f – площа найбільшого автомобіля в плані;

$$f = a \cdot b$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де a і b – довжина й ширина найбільшого автомобіля, який буде обслуговуватись на СТО. В якості такого автомобіля обираємо мікроавтобус HYUNDAI H1 для якого $a=5,725$ м, $b=2,105$ м

$$f=5,725 * 2,105 = 12,051 \text{ м. кв.}$$

K_i – коефіцієнт щільності розташування обладнання, приймаємо $K_{пр}=7$; $K_{то}=7$; $K_{що}=7$.

$$F_{то1}=F_{то2}=12,051 * 7 * 1 = 84,3 \text{ м. кв.}$$

Кількість постів мийки приймаємо з врахуванням двох постів ділянки антикорозійної обробки (разом - чотири).

$$F_{що}=12,051 * 7 * 4 = 337,4 \text{ м. кв.} \quad F_{пр}=12,051 * 7 * 6 = 506,1 \text{ м. кв.}$$

5.11.3 Розрахунок площ складських приміщень

Розрахунок площ складських приміщень проведемо по питомій площі на 1 млн. км пробігу рухомого складу за формулою:

$$F_{скл} = 10^{-6} * L_{рзаг} * A_i * f_{пит} * K_{рс} * K_{тс} * K_{в} * K_{уе}, \text{ м. кв.} - [3, \text{с. } 85] \quad (5.50)$$

де $K_{рс}$ – коефіцієнт, що враховує тип рухомого складу, $K_{рс}=1,1$;

$K_{тс}$ – коефіцієнт, що враховує кількість технологічно сумісних одиниць рухомого складу, $K_{тс}=1,1$;

$K_{в}$ – коефіцієнт, що враховує висоту приміщення, $K_{в}=1,6$;

$K_{уе}$ – коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації, $K_{уе}=1,1$;

$L_{рзаг}$ – загальний річний пробіг автомобілів

$f_{пит}$ – питома площа складів даного виду

Результати розрахунку площ складських приміщень наведені в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 – Розрахунок площ складських приміщень

Назва виду складів	$f_{пит}$, м. кв./1 млн.км	Площа складів, м. кв
Запасні частини й деталі	1,55	27.078

Двигуни, агрегати й вузли	2,3	40.18
Експлуатаційні матеріали	1,4	24.457
Мастильні матеріали	2,1	36.686
Лакофарбові матеріали	0,5	8.735
Інструмент	0,15	5.62
Кисень і ацетилен	0,2	3.494
Пиломатеріали	0,5	8.735
Метал і металобрухт	0,35	6.114
Шини	2,4	41.927
Запасні частини ВГМ	0,7	15.229
Разом, Фскл:	10,6	185.177
Автомобілі на відкритій площадці, Фвід:	6,0	104.817

5.11.4 Розрахунок площі основного виробничого корпусу

Розрахунок площі основного виробничого корпусу проведемо за формулою:

$$F_{вк} = F_{діл} + F_{то1} + F_{то2} + F_{пр} + F_{скл} + F_{діаг} + F_{сал} + F_{що} \quad (5.51)$$

$$F_{вк} = 417 + 84,3 + 84,3 + 506,1 + 185,1 + 100 + 170 + 337,4 = 1714,5 \text{ м. кв.}$$

Приймаємо розміри основного виробничого корпусу 41×32 метрів, що знаходиться в межах допустимого відхилення.

5.11.5 Площі допоміжних приміщень і споруд СТО

Площі допоміжних приміщень і споруд СТО беремо виходячи з існуючих на СТО допоміжних споруд. Площі допоміжних приміщень і споруд СТО наведені в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 – Площі допоміжних приміщень і споруд СТО

Приміщення		Прийнята площа, м. кв.
Назва	Позначення	
Реставрація рульових рейок	Фк	60

Фарбувальна дільниця з шиномонтажем та постом регулювання сходження	Ффарб	165
Дільниця кузовного ремонту	Фк	360
Складські приміщення	Фскл	180
Стоянки для зберігання автомобілів клієнтів та нових автомобілів	Фст	1040
Автосалон	Фобр	500

5.11.8 Розрахунок площі території АТП

Площу забудови АТП знайдемо за формулою:

$$F_{\text{заб}} = F_{\text{вк}} + F_{\text{к}} + F_{\text{ап}} + F_{\text{фарб}} + F_{\text{від}} + F_{\text{скл}} + F_{\text{ст}} + F_{\text{гот}} + F_{\text{на}} \quad (5.53)$$

$$F_{\text{заб}} = 1714 + 60 + 240 + 165 + 104 + 180 + 1040 + 360 + 500$$

$$F_{\text{заб}} = 6216 \text{ м. кв.}$$

Площу території АТП знайдемо за формулою:

$$F_{\text{тер}} = F_{\text{заб}} / K_{\text{щз}} \quad (5.54)$$

де $K_{\text{щз}}$ – коефіцієнт щільності забудови, згідно [3, с.108] $K_{\text{щз}} = 0,32$

$$F_{\text{тер}} = 6216 / 0,32$$

$$F_{\text{тер}} = 19425 \text{ м. кв.}$$

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ РОБІТ НА СТО БОГДАН-АВТО

6.1 Дія електричного струму на організм людини

Технічний прогрес супроводжується постійним впровадженням електроустаткування в усі галузі промислового виробництва і побуту. З кожним роком зростає виробництво і споживання електроенергії у всіх галузях народного господарства, а відтак розширюється кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують електричні пристрої та установки. Тому проблема електробезпеки в ході експлуатації електрообладнання набуває особливого значення.

Електроустаткування, з яким доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві та людям у побуті, становить значну потенційну небезпеку ще й тому, що органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявність електричної напруги. У зв'язку з цим захисна реакція організму виявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричного струму.

Аналіз нещасних випадків на СТО Богдан-Авто (рис. 6.1), які супроводжуються тимчасовою втратою працездатності потерпілими свідчить про те, що кількість травм, викликаних дією електрики, порівняно невелика і складає 0,5–1% від загальної кількості нещасних випадків. Проте слід зауважити, що з загальної кількості нещасних випадків зі смертельним наслідком на виробництві 20–40% трапляється внаслідок ураження електрострумом, причому близько 80% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В. Ця обставина зумовлена значною поширеністю таких електроустановок, а також тим, що їх обслуговують практично всі особи, що працюють в промисловості, а електроустановки напругою понад 1000 В обслуговуються малочисельним колом підготовленого та кваліфікованого персоналу. Щороку в Україні від електричного струму гине приблизно 1500 осіб.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Струм, що протікає через тіло людини, діє на тканини і органи не тільки в місцях контакту зі струмопровідними частинами, але й рефлекторно, як надзвичайно сильний подразник, впливає на весь організм, що може призводити до порушення функціонування життєво важливих систем організму – нервової, серцево-судинної систем, дихання тощо.



Рис. 6.1. Причини ураження електричним струмом

Механізм ураження електричним струмом, явища, що пов'язані з ураженням, і навіть величина уражаючого струму ще не вивчені. Однак можна сказати, що смертельний результат під час дії електричного струму в більшості випадків є результатом розладу серцевої діяльності, розладу подиху, електричного шоку і серйозних опіків.

Вплив на серце може бути прямим, коли струм протікає безпосередньо в області серця, і рефлекторним, тобто через центральну нервову систему. В обох випадках може статися зупинка серця, а також виникнути його фібриляція.

Фібриляція серця – це хаотичні різночасні скорочення волокон серцевого м'яза (фібрил), при яких серце не може перекачувати кров по судинах.

Фібриляція може бути і результатом рефлекторного спазму артерій, які живлять серце кров'ю. При ураженні струмом фібриляція серця настає значно

частіше, ніж його повна зупинка.

Припинення дихання відбувається унаслідок безпосередньої дії струму на м'язи грудної клітинки або дихальний центр, що знаходиться в головному і спинному мозку. При тривалій дії (більше 1 хвилини) розвивається асфіксія – хворобливий стан унаслідок нестачі кисню і надлишку вуглекислого газу в крові.

Електричний шок – важка рефлекторна реакція організму на вплив електричного струму, що призводить до небезпечних розладів дихання, кровообігу, обміну речовин тощо. Шоковий стан може тривати від декількох хвилин до доби, після чого може наступити смерть у результаті повного вгасання життєво важливих функцій або повне видужання як результат активного лікувального втручання.

Проходячи через організм людини, електричний струм справляє на нього такі види дії:

- біологічну – викликає небезпечне збудження живих тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу;
- механічну – розшарування, розриви й інші пошкодження тканин (м'язи, стінки судин);
- термічну – струм спричиняє опіки окремих ділянок тіла, нагрівання кровоносних судин, серця, мозку та інших органів на своєму шляху, що призводить до виникнення в них функціональних розладів;
- електролітичну – розклад (електроліз) крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві зміни їх фізико-хімічного складу.

Все різноманіття ураження людини електричним струмом, що обумовлює патологічний стан, спричинений проходженням електричного струму через тіло людини, (рис. 6.2) можна умовно звести до місцевих електричних травм (що складає 20% від усіх видів травмування) та електроударів (що складає 25% від усіх видів травмування). Можливі також і змішані травми (одночасні місцеві

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричні травми та електричні удари зустрічаються у 55% постраждалих).

Місцева електрична травма – це чітко виражене місцеве порушення цілісності тканин організму, викликане впливом електричного струму чи електричної дуги. Найчастіше це поверхневі пошкодження (шкіри), а іноді м'яких тканин, а також зв'язок і кісток. Звичайно ці травми виліковуються і працездатність потерпілого повністю або частково відновлюється. В окремих випадках (при важких опіках) людина гине.

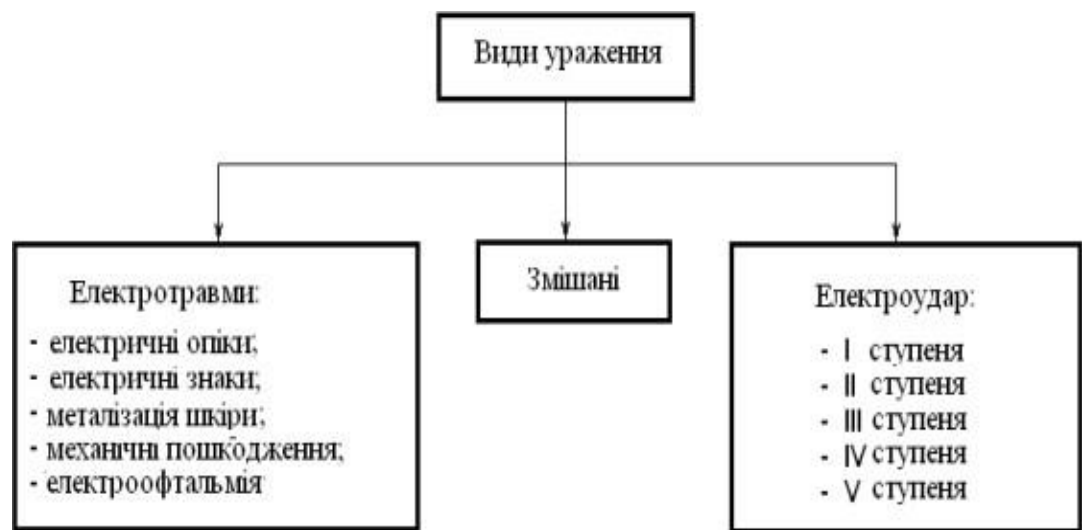


Рис. 6.2. Види ураження людини електричним струмом.

6.2 Види місцевих електричних травм

Опіки виникають у великій частині потерпілих (60–65%), причому третина їх супроводжується іншими травмами – знаками, механічними ушкодженнями і металізацією шкіри. Розрізняють три види опіків: струмовий – виникає під час проходження струму безпосередньо через тіло людини в результаті контакту людини зі струмоведучою частиною (характерний в установках з відносно невисокою напругою – не вище 1–2 кВ); дуговий – обумовлений впливом на тіло людини електричної дуги, але без проходження струму через тіло людини (характерний в установках з напругою 220–6000В); змішаний – є результатом дії одночасно обох зазначених факторів.

Електричні мітки (знаки) – є чітко окресленими плямами сірого чи блідо-

жовтого кольору на поверхні тіла людини. Часто знаки мають круглу чи овальну форму з поглибленням у центрі. У більшості випадків електричні знаки безболісні, і їх лікування закінчується благополучно: протягом часу верхній шар шкіри і уражене місце набувають первинний колір, еластичність і чутливість. Знаки виникають досить часто (приблизно в 20% потерпілих).

Металізація шкіри – проникнення в шкіру дрібних часточок розплавленого під дією електричної дуги чи іскри металу. Уражена ділянка має шорстку поверхню, забарвлення якої визначається кольором з'єднань металу, що потрапив під шкіру: зелена – при контакті з міддю, сіра – з алюмінієм, синьо-зелена – з латунню, жовто-сіра – зі свинцем. Потерпілий відчуває на ураженій ділянці напруженість шкіри від присутності в ній стороннього тіла. Лише при ураженні очей лікування може виявитися тривалим і складним, а в деяких випадках потерпілий може втратити зір. Металізація шкіри спостерігається приблизно у 10% постраждалих.

Електрофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей (роговілки і кон'юнктиви), яке виникає під впливом могутнього потоку ультрафіолетового проміння (розвивається через 4–8 годин). Таке опромінення можливе за наявності електричної дуги (наприклад, при короткому замиканні), яка є джерелом інтенсивного випромінювання не тільки видимого світла, але і ультрафіолетових і інфрачервоних променів. Інфрачервоні (теплові) промені також шкідливі для очей, але лише на близькій відстані або при інтенсивному і тривалому опроміненні. Електрофтальмія спостерігається приблизно у 1–2% постраждалих від струму.

Механічні ушкодження – є наслідком мимовільного скорочення м'язів під дією струму. У результаті можуть відбутися розриви шкіри, сухожилля, кровоносних судин і нервової тканини, а також вивихи суглобів і навіть перелом кісток. Ці ушкодження є серйозними травмами, що вимагають тривалого лікування. Виникають вони не більш ніж у 3% постраждалих.

Загальні електротравми (електроудари) – це збудження живих тканин електричним струмом, що супроводжується судорожним скороченням різних

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

м'язів тіла. При цьому під загрозою виявляється весь організм через порушення нормальної роботи багатьох життєво важливих органів і систем, у тому числі серця, легенів, центральної нервової системи та ін. Електроудари викликають 85–87% смертельних результатів під час проходження струму через організм людини. Розрізняють електроудари таких ступенів:

I – судорожні ледве відчутні скорочення м'язів;

II – судорожні скорочення м'язів, що супроводжуються сильним болем, що ледве переноситься, без втрати свідомості;

III – судорожні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженим диханням і роботою серця;

IV – втрата свідомості і порушення роботи серця і (або) дихання;

V – клінічна смерть (відсутність дихання і кровообігу).

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота охоплює широкий спектр аспектів, пов'язаних з системами подачі палива в бензинових двигунах. У першому розділі надається огляд типів систем подачі палива та їх структурних компонентів, що забезпечує фундаментальні знання про сучасні паливні системи.

Другий розділ акцентує увагу на технологічних аспектах, включаючи новітні інновації в автомобільних електронних системах, вплив дефектів паливної системи на роботу двигуна, та методи контролю і діагностики. Важливу частину займає аналіз параметрів електричного паливного насоса та впливу заниженого тиску на термічний баланс двигуна.

Третій та четвертий розділи спрямовані на інженерні обчислення, зокрема механізму електричного насоса палива та теплового балансу двигуна при різних тисках палива. Це дозволяє забезпечити більш глибоке розуміння роботи системи та її ефективності.

У п'ятому розділі розглядається виробничий процес та проводиться розрахунок виробничої програми СТО Богдан-Авто.

Шостий розділ стосується безпеки життєдіяльності та охорони праці, де розглядаються вплив електричного струму на організм людини та види місцевих електричних травм. Це підкреслює важливість дотримання безпекових норм при роботі з електричними компонентами автомобіля.

Загалом, робота є комплексною та різнобічною, поєднуючи теоретичні дослідження, технологічний аналіз та практичні обчислення, що дозволяє отримати всебічне уявлення про системи подачі палива в сучасних бензинових двигунах та забезпечує основи для подальших досліджень і практичного застосування.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БІБЛІОГРАФІЯ

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. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
4. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
5. Кузьмінський Р.Д., Шарібура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с
6. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
7. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
8. Шапко В.Ф., Шапко С.В. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.
9. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.

11. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

12. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

13. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

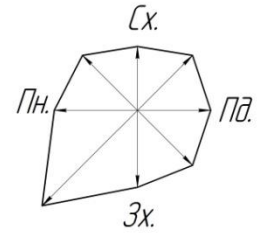
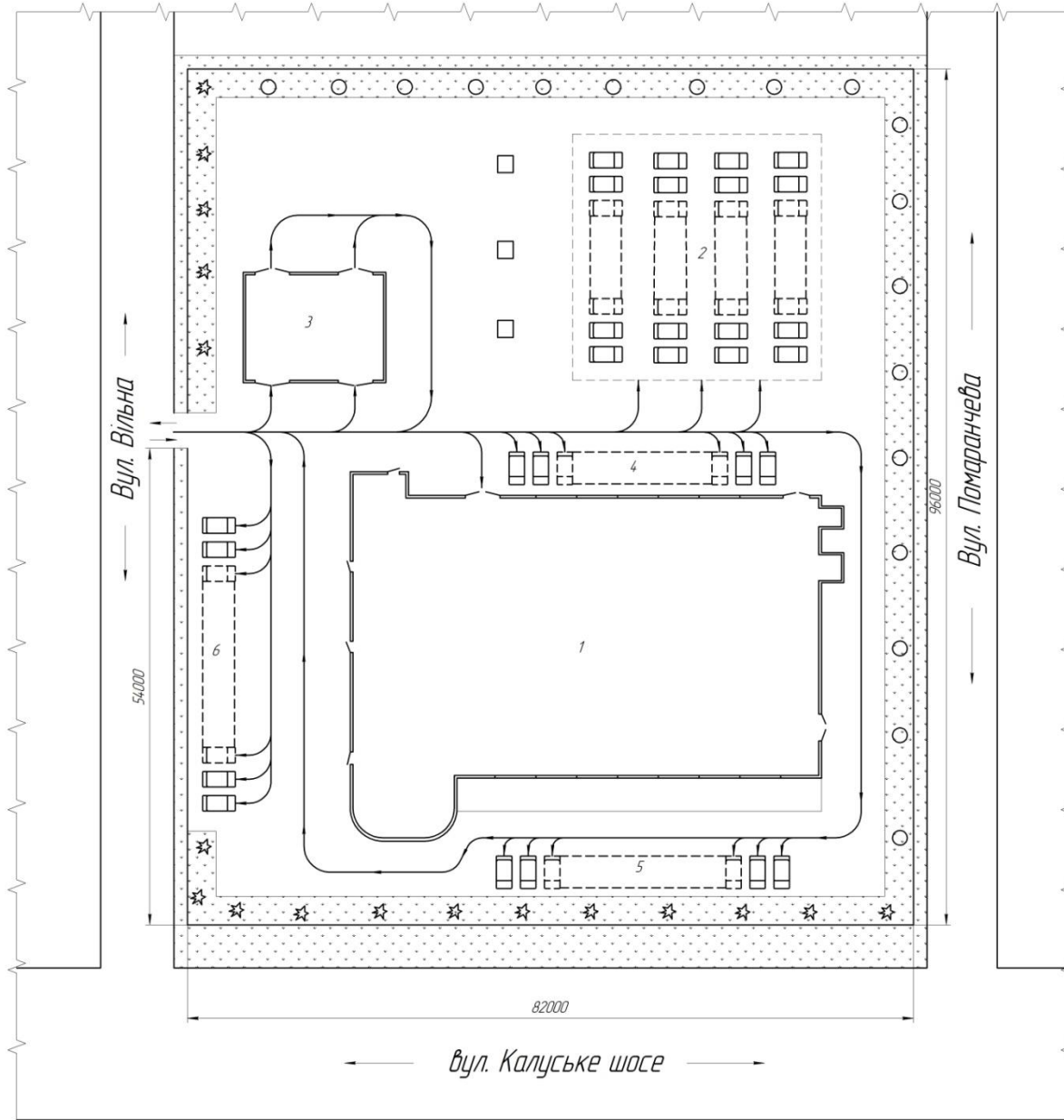
14. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184с.

					БР.АТ-51.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тема бакалаврської роботи

«Удосконалення технології
діагностики систем живлення
двигунів в умовах
ТОВ «Богдан-Авто»

Коник Андрій Ігорович



№	Назва	Площа, м ²
1	Адміністративно-виробничий корпус	1750
2	Склад нових автомобілів	784
3	Мийка-Експрес сервіс	200
4	Відремтовані автомобілі	210
5	Відкритий автосалон	220
6	Стоянка для працівників	224

Умовні позначення

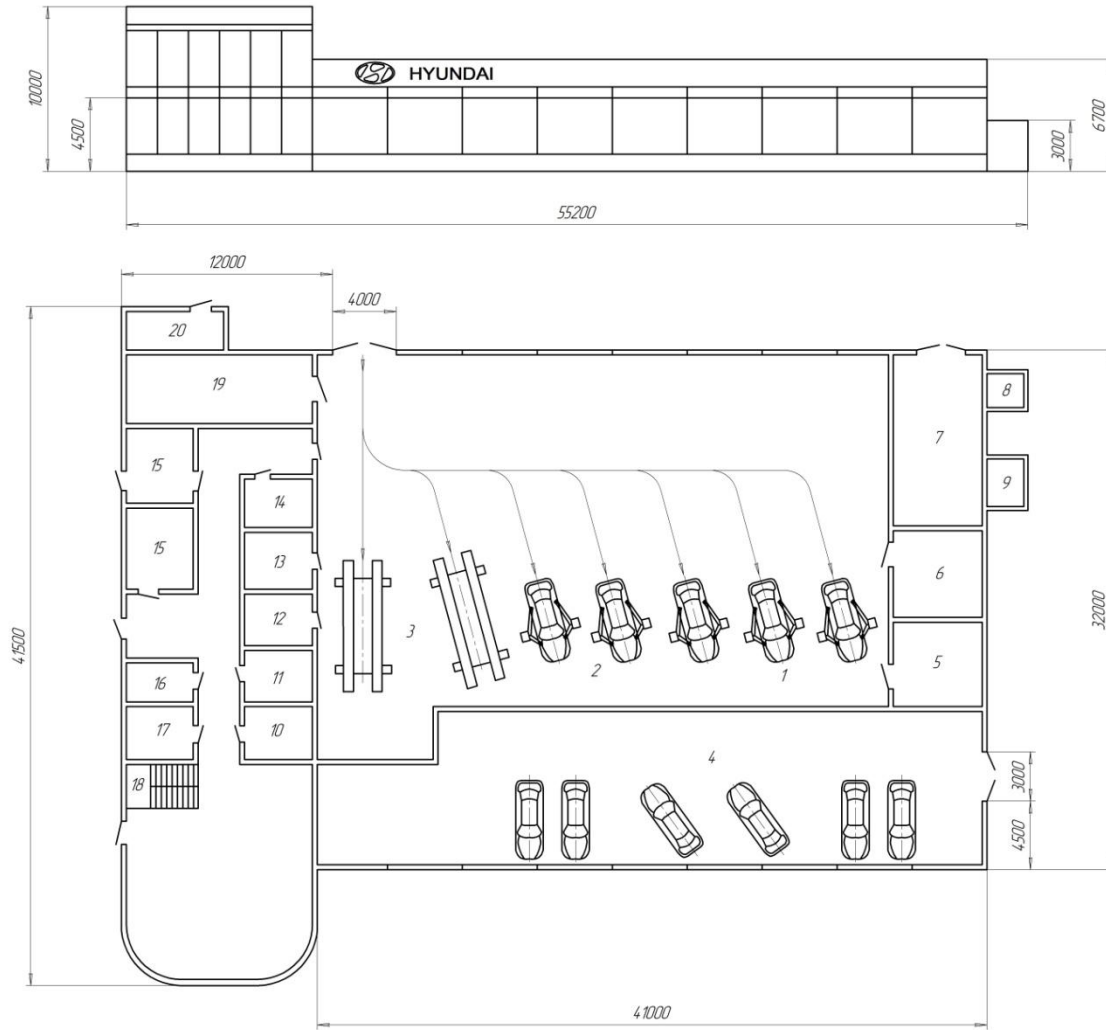
- - Листяні дерева
- ★ - Хвойні дерева
- ⋯ - Газон
- - Напрямок руху АТЗ
- - Пожежні гідранти

Показники генерального плану

1. Площа території, га - 0,787.
2. Площа забудови, м² - 1950.
3. Коефіцієнт щільності забудови, - 0,24.
4. Коефіцієнт озеленення - 0,15.

№	Вул. Вільна	Вул. Помаранчева	Вул. Калуське шосе
№	1	2	3
№	1	2	3
№	1	2	3

				БРАТ-5100.00.000 ГП		
№	Дат.	№ докум.	Лист	Лист	Масштаб	
Розроб.	Кочик А.І.				1:250	
Впевн.	Кашчарова С.					
І.контр.						
Начальн.	Вільнян І.В.				ІФНТУНГ	
Затв.	Кашчарова С.				АТ-21-2	
				Копія		
				Формат А1		



Поз.	Назва вільниці	Площа, м ²
1	Зона ПР	235
2	Зона діагностики	170
3	Зона ТО	101
4	Автосалон	390
5	Склад мастильних матер.	27
6	Склад запчастин	29
7	Шинамонтаж	55
8	Компресорна	6
9	Дизельна підстанція	12
10	Кладовка	11
11	Туалет	12
12	Душова	14
13	Пральня	12
14	Розділька	14
15	Кафе	45
16	Шитова	10
17	Службове приміщення	12
18	Сходаве клітка	14
19	Відділ замовлень	54
20	Охорона	14

Лист 1
Лист 2
Лист 3
Лист 4
Лист 5
Лист 6
Лист 7
Лист 8
Лист 9
Лист 10
Лист 11
Лист 12
Лист 13
Лист 14
Лист 15
Лист 16
Лист 17
Лист 18
Лист 19
Лист 20

				БР.АТ-510100.000 ВК			
Зам. Аген.	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб.	Коржик А.І.			Н		1:150	
Впевн.	Криштанко С.						
І.контр.							
Н.контр.	Прітько І.В.						
Затв.	Криштанко С.						
				Головний виробничий корпус СТО "Богдан-Авто"			
				Лист 1 з 1			
				ФРНТУНГ АТ-21-2			
				Формат А1			

ОГЛЯД БУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПОДАЧІ ПАЛИВА

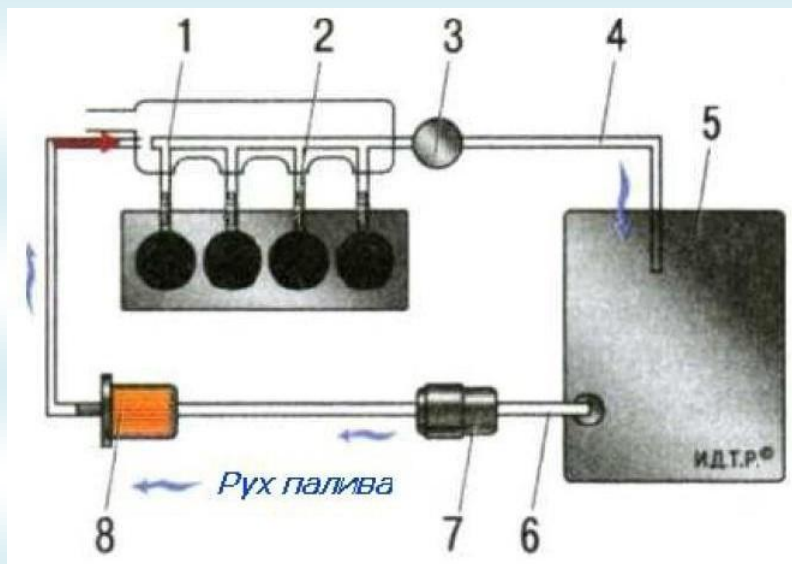


Рис. 4.1. Інжекторна система подачі палива з електронним керуванням

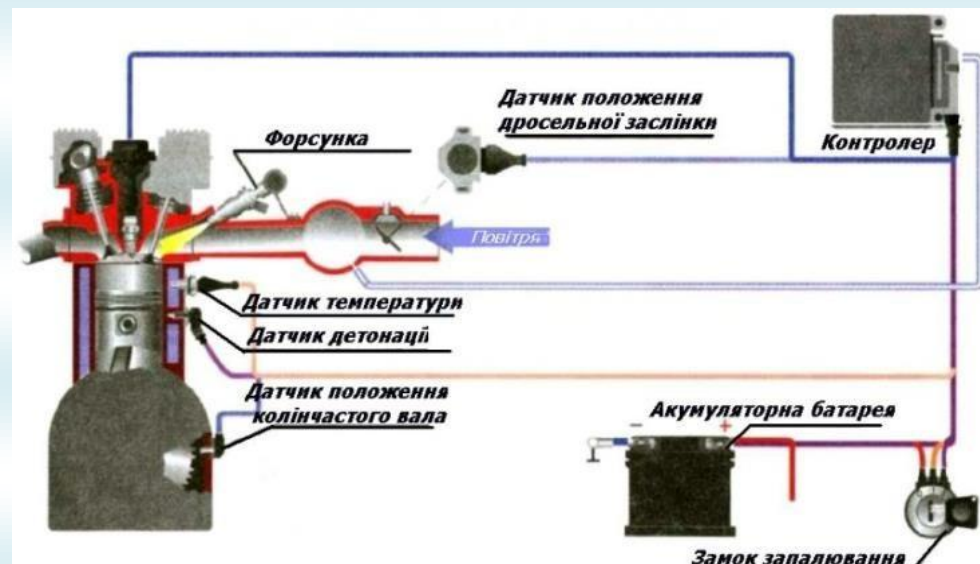


Рис. 4.2. Будова колекторної системи подачі палива

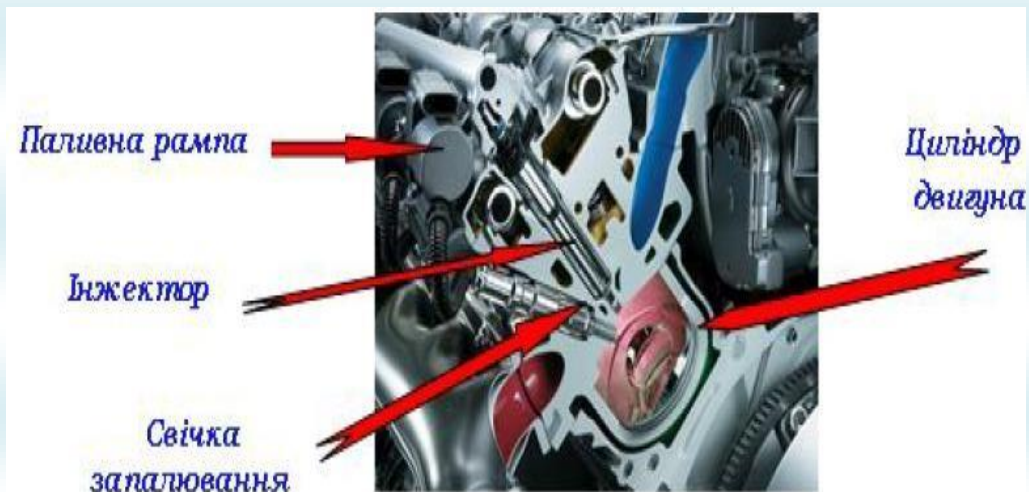


Рис. 4.3. Основні компоненти інжекторної паливної системи

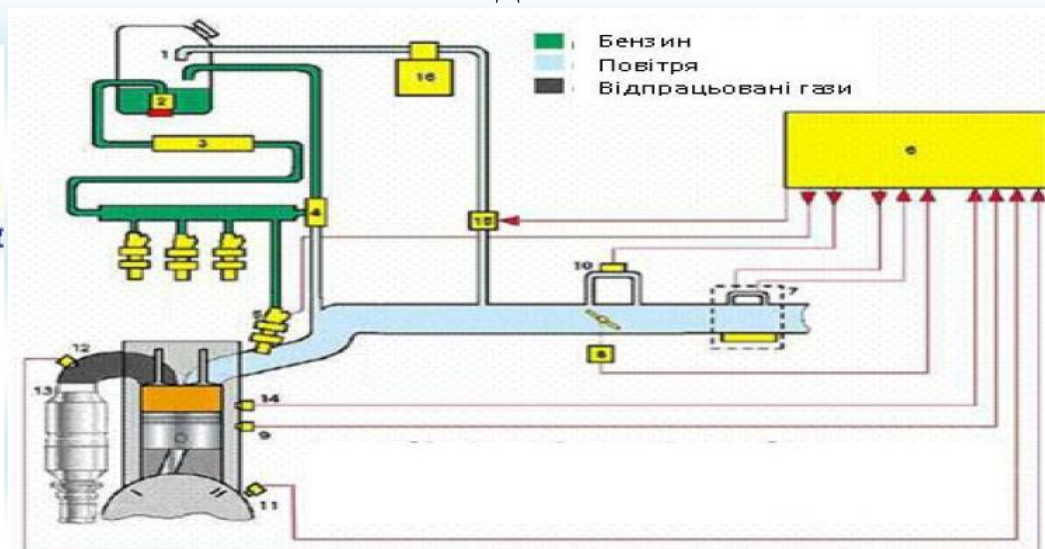


Рис. 4.4. Розташування ключових компонентів електронної системи інжекції

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ ПОДАЧІ ПАЛИВА

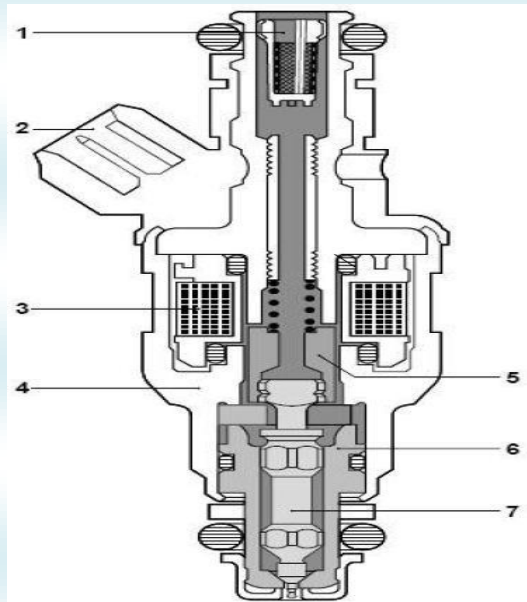


Рис. 5.1. Бензиновий електромагнітний інжектор

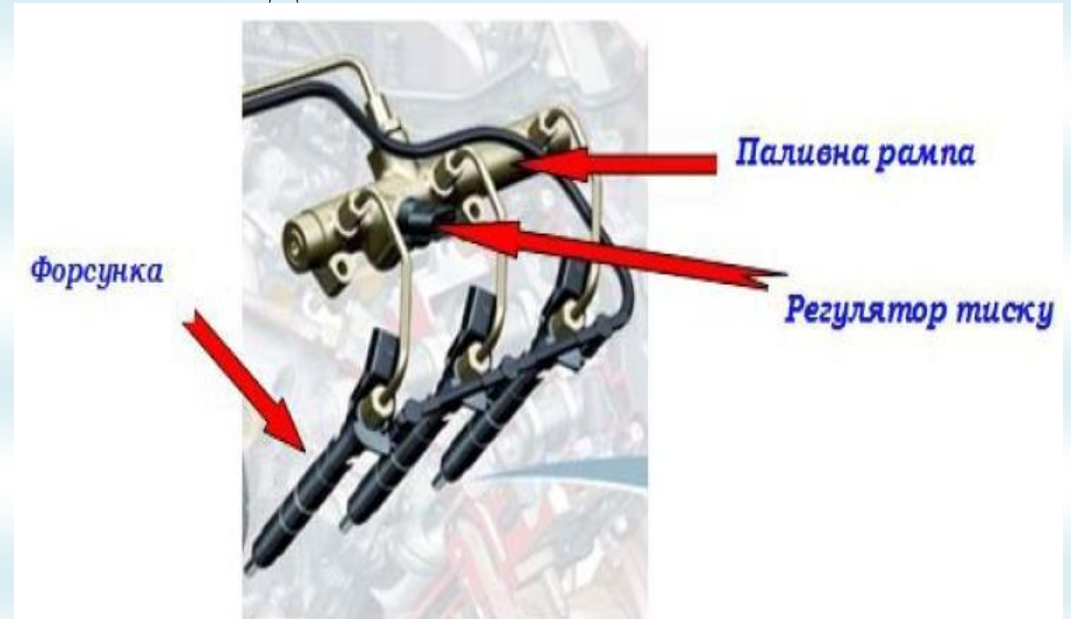


Рис. 5.2. Акумуляюча рампа з електромагнітними інжекторами



Рис. 5.3. Загальний вид електричного бензинового насосу

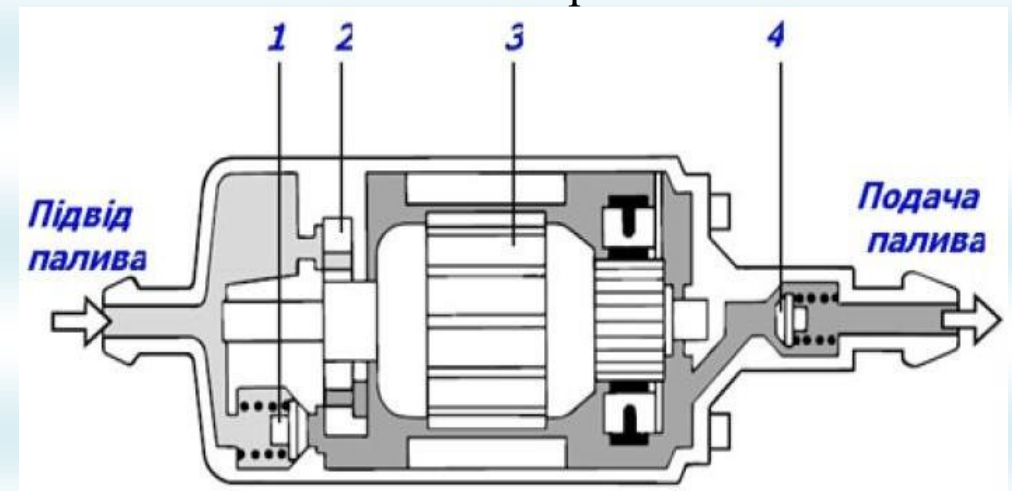


Рис. 5.4. Роторно-роликів конструкція електричного бензинового насосу: 1 – клапан перепуску, 2 – роликів насос, 3 – електричний двигун, 4 – клапан нагнітання

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ

Проаналізуємо споживану енергію у контексті енергетичного балансу. Енергія E_{trans} , що передається, розподіляється на такі компоненти: $E_{trans} = E_{el.loss} + E_{hyd.loss} + A_{yield}$.

Залежність енергії, поданої від джерела струму до ЕПН (Edel), від енергії руху рідини в паливній магістралі (E_{trans}) $E_{del} = E_{trans}$.

Подану енергію E_{del} визначає вираз: $E_{del} = I \cdot U \cdot t$.

$$I = U \left(\frac{1}{R} + \frac{\Delta P - \Delta P_{reg}}{\rho \cdot g} + \mu \cdot S_{tot} \sqrt{\frac{2(\Delta P - \Delta P_{reg})^2}{\rho}} \right).$$

Струмоспоживання I:

Якщо гідравлічні опори з'єднані послідовно, тоді S_{tot} обчислюється рівнянням: $\mu \cdot S_{tot} = \mu \cdot S_1 + \mu \cdot S_2$.

У випадку паралельного з'єднання гідравлічних опорів, S_{tot} визначається рівнянням:

$$\frac{1}{\mu \cdot S_{tot}} = \frac{1}{\mu \cdot S_1} + \frac{1}{\mu \cdot S_2}.$$

Регресійні моделі, залежно від залучених коефіцієнтів, прийматимуть наступний вигляд:

Для параметру тиску: $P(M_{i3}; M_{i2}; M_{i1}) = 12.328 \cdot M_{i3}^{1.1} + 33.133 \cdot M_{i2}^{-0.568} - 0.025 \cdot M_{i1}^{-2.921} + 2.808 \cdot M_{i3} \cdot M_{i2} + 2.82 \cdot M_{i3} \cdot M_{i1} + 33.585 \cdot M_{i2} \cdot M_{i1}$

Для параметру витоків: $Q(M_{i3}; M_{i2}; M_{i1}) = -1.27 \cdot M_{i3}^{1.856} + 294.986 \cdot M_{i2}^{2.338} + 0.939 \cdot M_{i1}^{-3.261} + 56.125 \cdot M_{i3} \cdot M_{i2} + 9.715 \cdot M_{i3} \cdot M_{i1} - 472.949 \cdot M_{i2} \cdot M_{i1}$

Для інтенсивності струму: $I(M_{i3}; M_{i2}; M_{i1}) = 0.978 \cdot M_{i3}^{0.495} + 0.052 \cdot M_{i2}^{-2.026} + 2.049 \cdot M_{i1}^{2.154} + 0.263 \cdot M_{i3} \cdot M_{i2} - 0.4 \cdot M_{i3} \cdot M_{i1} - 0.667 \cdot M_{i2} \cdot M_{i1}$

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ

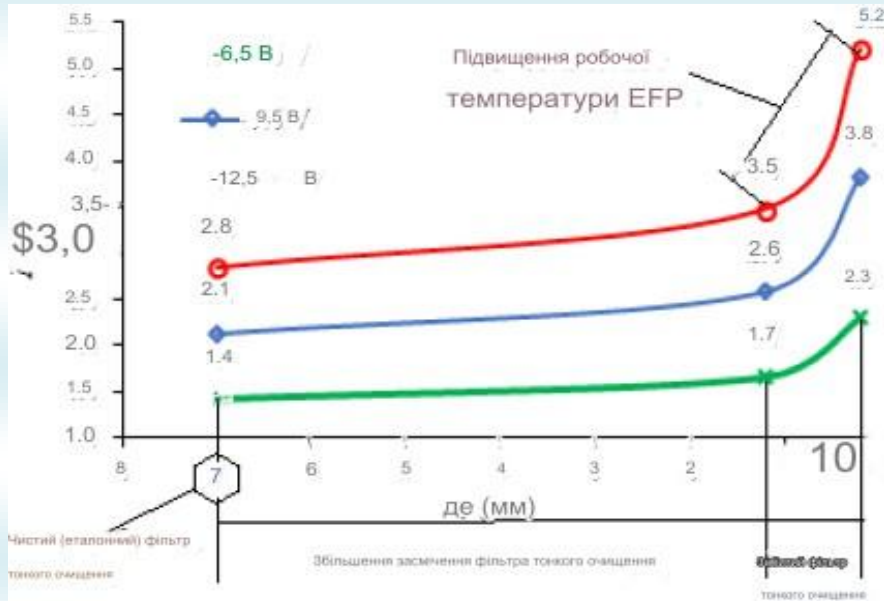


Рис. 7.1 Закономірності зміни струмоспоживання I в залежності від діаметра перетину паливної магістралі

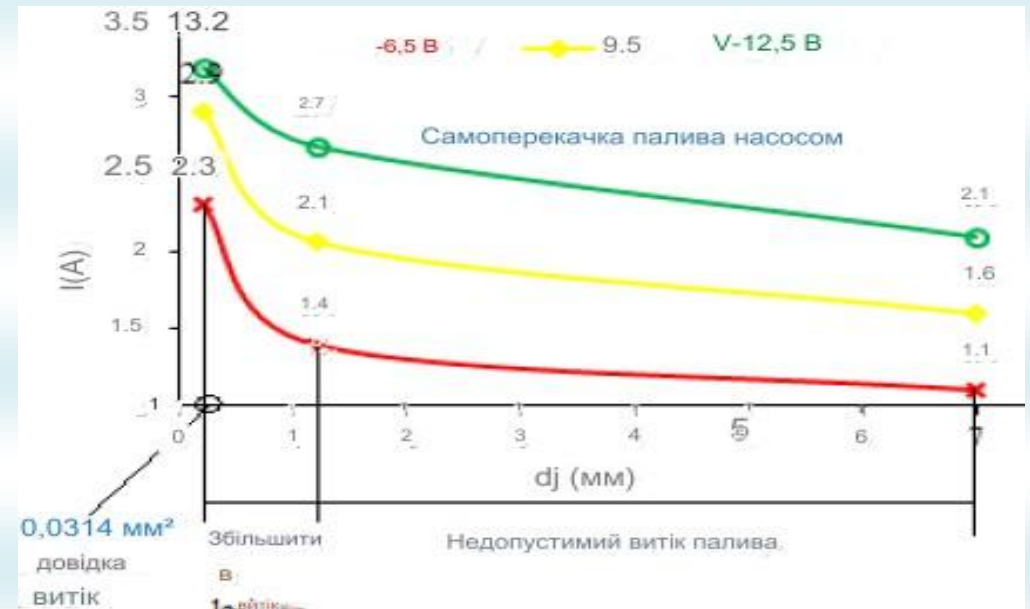


Рис. 7.2. Закономірності зміни струмоспоживання I в залежності від діаметра виток палива

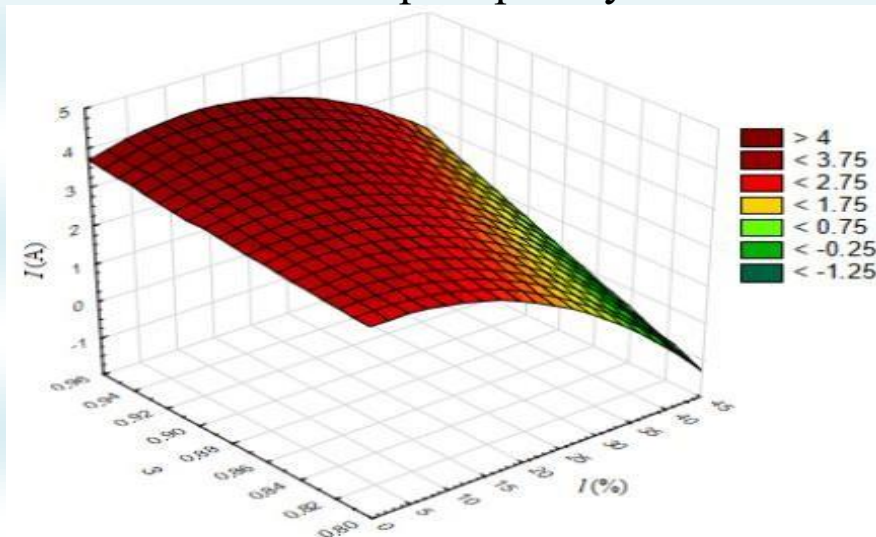


Рисунок 7.3. Залежність зміни споживання струму ЕПН при одночасній зміні витоків I та засмічення (опір, вісь 2)

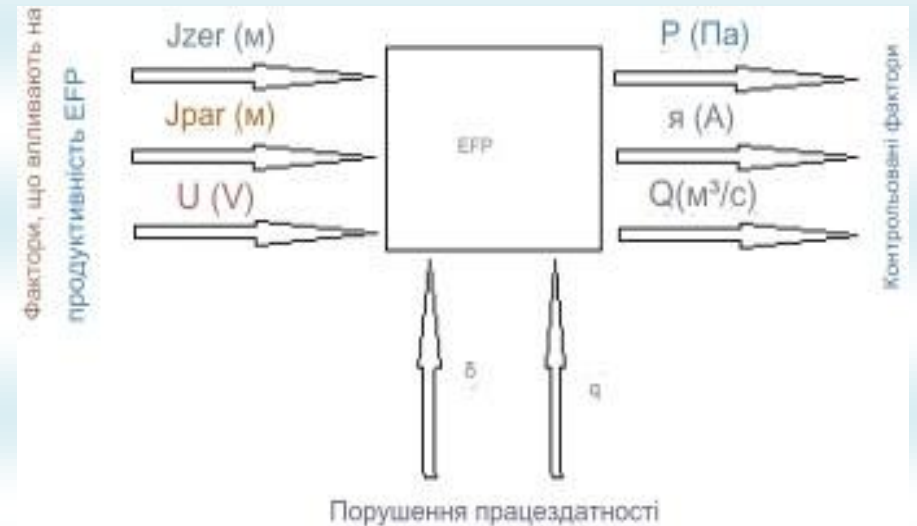


Рис. 7.4. Закономірності зміни струмоспоживання I в залежності від діаметра виток палива

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ

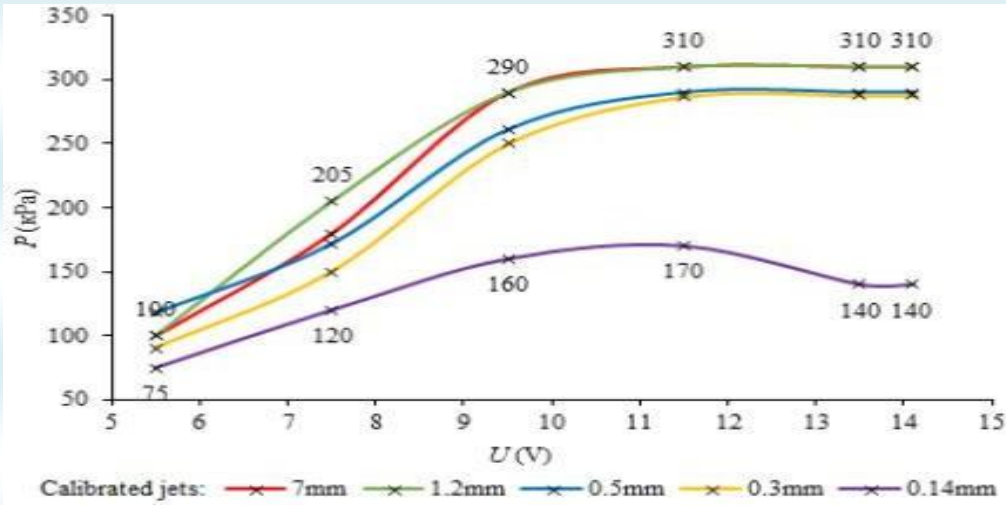


Рис. 8.1. Залежність зміни тиску в системі подачі від напруги ЕПН при використанні каліброваних форсунок з різними діаметрами проточних каналів

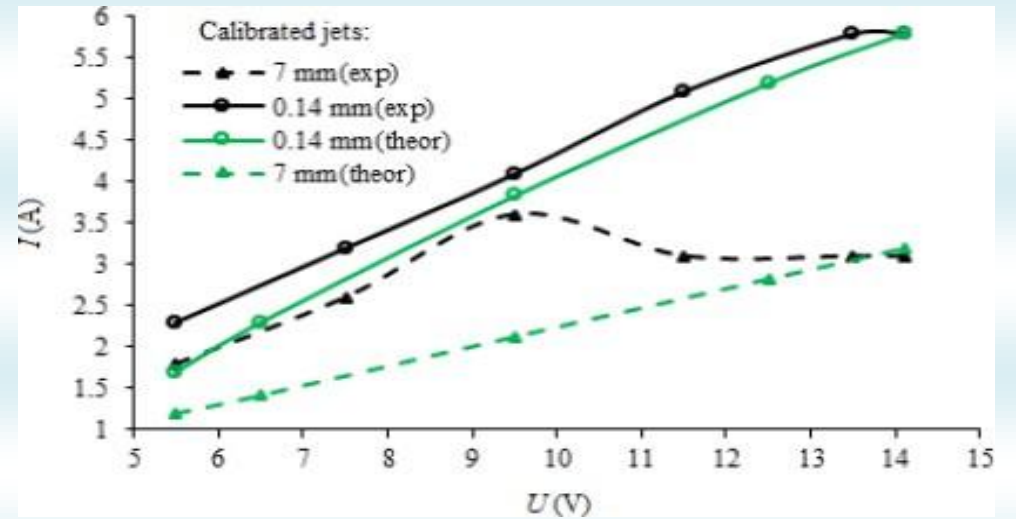


Рис. 8.2. Залежність зміни споживання струму ЕПН від напруги, поданої на насос, при використанні каліброваних форсунок

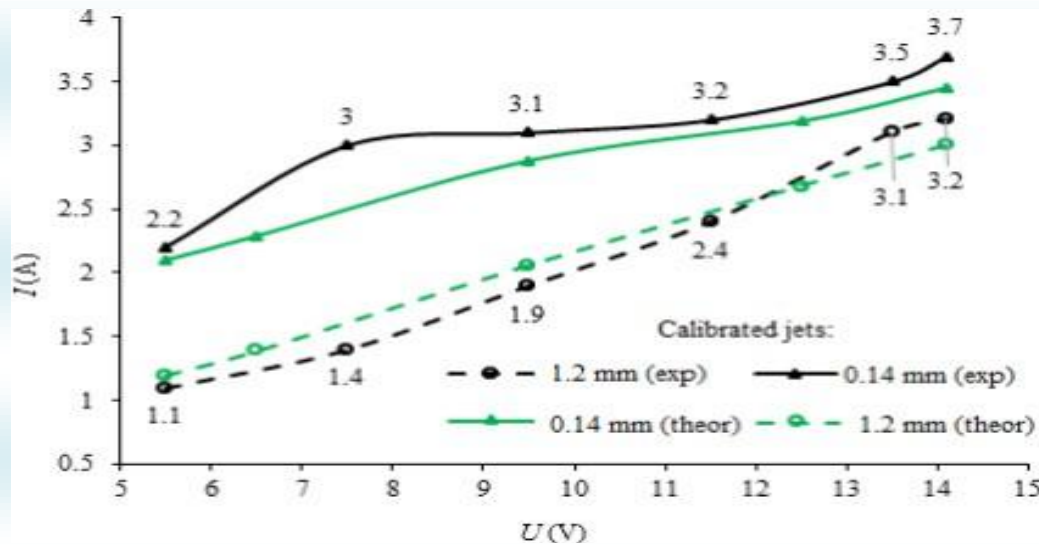


Рис. 8.3. Залежність зміни споживання струму ЕПН від коливань напруги живлення за умов використання стандартних форсунок

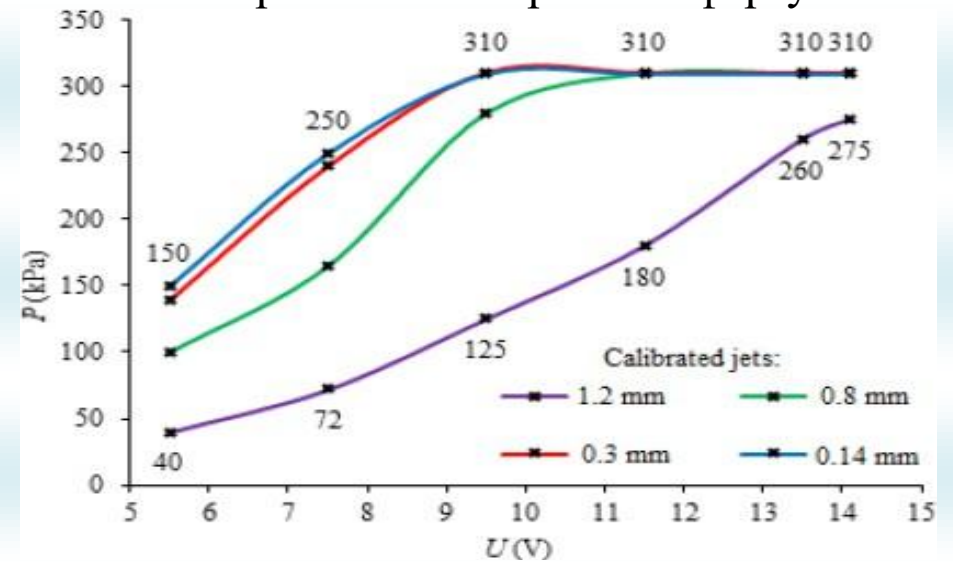


Рис. 8.4. Залежність зміни тиску в системі живлення залежно від напруги на ЕПН за умов використання стандартних форсунок

ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ЗА РІЗНИХ СТАНІВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

Обсяг тепла Q , що виділяється після спалювання паливної суміші: $Q = Q_H \cdot G_H$, кДж/год

Обчислення годинного споживання палива: $G_H = N_e \cdot g$.

Теплова енергія Q_e , яка відповідає ефективній дії двигуна $Q_e = 3600 N_e$,

Спожита теплова енергія для виконання корисної дії обчислюється за допомогою: $g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \%$

Обсяг тепла Q_B , який передається до навколишнього середовища: $Q_B = C \cdot i \cdot D^{2a} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{a} \cdot 3,6$, кДж/год

Частка тепла, яку абсорбує система охолодження, розраховується так: $g_B = \frac{Q_B}{Q} \cdot 100, \%$

Загальний обсяг тепла Q_r , що втрачається разом з відпрацьованими газами:

$$Q_r = C_p \cdot (T_r - T_{o.c.}) \cdot (G_{пов.} - G_H), \text{ кДж/год}$$

Обсяг повітря $G_{пов.}$, який надходить у камеру згоряння циліндра: $G_{пов.} = 14,5 \alpha \cdot G_H$, кг/год

Кількість тепла q_r , що втрачається разом з відпрацьованими газами: $g_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \%$

Інші затрати тепла $Q_{ін.в.}$ визначаються так: $Q_{ін.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_B)$

А, обсяг тепла $q_{ін.в.}$, розраховується наступним чином: $g_{ін.в.} = \frac{Q_{ін.в.}}{Q} \cdot 100, \%$

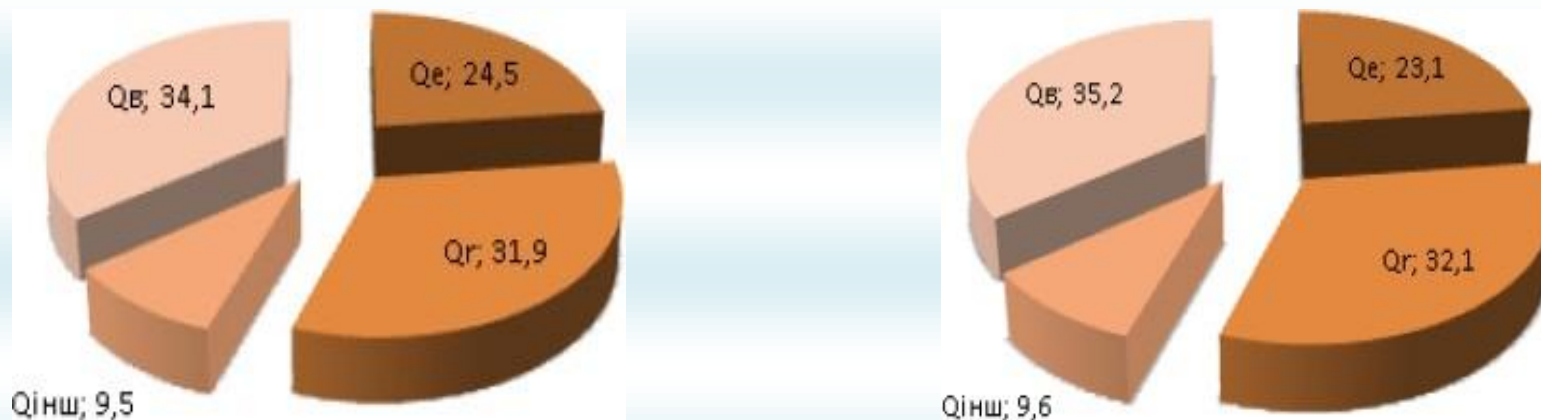


Рис. 9.1. Графіки теплового балансу двигуна з об'ємом циліндрів $V = 1,5$ у автомобілі Хюндай Акцент JS4 1.5i: а) з нормально функціонуючою паливною системою; б) зі зниженим тиском у паливній рампі.

ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ СИСТЕМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА ХІОНДАЙ АКЦЕНТ



Рис. 10.1. Система інжекційного впорскування палива автомобіля Хюндай Акцент



Рис. 10.2. Апаратура для комп'ютерної перевірки паливної системи бензинового двигуна автомобіля Хюндай Акцент



Рис.10.3. Діагностичний адаптер паливної рампи



Рис. 10.4. Прилад для контролю тиску палива в рампі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі було виконано технологічний розрахунок удосконалення станції технічного обслуговування автомобілів ТОВ «Богдан-Авто». Основними базовими моделями, які обслуговуватимуться на реконструйованій станції ТОВ «Богдан-Авто», згідно завдання на бакалаврську роботу, є HYUNDAI ACCENT JS4 1.5i та HYUNDAI Santa Fe.

Проведено огляд будови та функціонування систем подачі палива та досліджено типи систем подачі палива в автомобільних бензинових двигунах. Розглянуто структурні компоненти та функціонування систем подачі палива новітніх двигунів та вивчено дефекти та діагностика бензинових паливних систем. Досліджені ознаки впливу дефектів паливної системи на функціонування бензинових двигунів та запропоновані методи контролю тиску та стану компонентів паливної системи та технологія діагностики елементів паливної системи.

Досліджені зміни теплового балансу за різних станів системи живлення. Виконані обчислення теплового балансу двигуна при адекватному та неадекватному тиску палива у рампі. Встановлено вплив заниженого тиску палива в рампі на тепловий баланс двигуна.

Виконано дослідження параметрів паливних насосів та проаналізовані зміни вихідних характеристик електричних паливних насосів під час симуляції штучних несправностей. Теоретичні положення перевірені та підтверджені експериментальними дослідженнями.