

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «**Підвищення ефективності діагностування системи впорскування палива автомобільного двигуна в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Джерман-Центр» місто Вінниця**»



Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-19м
спеціальності
274 – «Автомобільний транспорт»
Кондратюк Д.А.

Керівник: канд. техн. наук, доцент
Кукурудзяк Ю.Ю.

Рецензент: _____

Вінниця – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ В ЗОНІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТОВ "ДЖЕРМАН ЦЕНТР"	6
1.1 Аналіз системи сервісного обслуговування автомобілів на підприємстві .	6
1.2 Дослідження ринку послуг СТО.....	9
1.3 Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО	16
1.4 Аналіз систем діагностування впорскування палива	20
1.5 Основні висновки і задачі проектування	22
РОЗДІЛ 2	24
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	24
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних	24
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ	27
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	34
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	37
2.5 Організація виробничих підрозділів на СТО	39
2.6 Організація робочих місць в зоні ТО і ПР	40
РОЗДІЛ 3	44
РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА.....	44
3.1 Вибір діагностичної моделі.....	44
3.2 Формування діагностичних параметрів системи впорскування палива	47
3.3 Розробка моделі системи впорскування палива	55
3.4 Розробка алгоритмів діагностування системи впорскування палива....	67
РОЗДІЛ 4	70
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	70

4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень	70
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань	74
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	78
РОЗДІЛ 5	79
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	79
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи	79
5.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця	79
5.1.2 Електробезпека приміщення.....	80
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	81
5.2.1 Мікроклімат	81
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	82
5.2.3 Виробниче освітлення.....	86
5.2.4 Виробничий шум.....	86
5.2.5 Виробничі випромінювання.....	87
5.2.6 Психофізіологічні фактори	88
5.3 Пожежна безпека.....	90
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93
ДОДАТКИ.....	97

ВСТУП

Актуальність теми.

На основі аналізу автомобільного ринку України можна дійти висновку, що на даний час широко розповсюдженні двигуни із імпульсним впорскуванням бензину, де використовуються електромагнітні форсунки.

Стабільна робота двигуна залежить від вчасного проведення технічне обслуговування всіх його систем та системи подачі палива зокрема. Зміна параметрів системи подачі повітря та системи подачі палива істотно впливає на техніко-експлуатаційні та екологічні характеристики двигуна.

Система подачі бензину сучасного двигуна містить: паливний бак, паливний насос, фільтр, паливна рампа, паливна форсунка. Паливний насос високого тиску міститься в системах з безпосереднім впорскуванням. Одним з найбільш важливих елементів системи впорскування є електромагнітна форсунка.

Діагностування та усунення несправностей системи впорскування палива є складним процесом та потребує значних знань спеціалістів та наявності відповідного обладнання. Методи діагностування систем впорскування палива мають певні недоліки. Проведення якісного всебічного діагностування системи впорскування палива може передбачати частковий демонтаж вузлів системи з двигуна, що не завжди економічно виправдано. Методи, які не передбачають виконання демонтажних робіт більш доцільні економічно, але такі методи не дозволяють отримати повну картину технічного стану, оскільки не дають змогу визначити абсолютні значення основних робочих показників системи імпульсного впорскування.

Дана робота передбачає дослідження питань організації сервісного обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування, а також питання удосконалення ефективності діагностування системи впорскування палива автомобільного двигуна.

Виходячи з вище описаного можна охарактеризувати дану роботу як актуальну на теперішній час.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

При виконанні роботи враховані напрямки наукових досліджень випускової кафедри.

Мета і завдання дослідження. Удосконалення методики діагностування системи впорскування палива автомобільного двигуна та організації обслуговування автомобілів.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз організації сервісного обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування та аналіз систем діагностування впорскування палива автомобільного двигуна.
2. Визначити основні технологічні параметри зони обслуговування і ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування. Проаналізувати фактори, що впливають на ефективність сервісного обслуговування.
3. Обґрунтувати і запропонувати науковий підхід щодо підвищення ефективності діагностування системи впорскування палива автомобільного двигуна.
4. Розробити алгоритм практичної реалізації методики діагностування системи впорскування палива.

Об'єкт дослідження – процес діагностування системи впорскування палива двигуна автомобіля.

Предмет дослідження – методи і алгоритми визначення технологічних параметрів зони технічного обслуговування на станції технічного обслуговування автомобілів та діагностування системи впорскування палива двигуна автомобіля.

Методи досліджень. У процесі виконання роботи застосовувались такі методи: для розробки діагностичної моделі діагностування системи впорскування палива - математичне моделювання. Для зчитування необхідної інформації та наповнення інформаційної бази - фізичне моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Запропоновано науковий підхід діагностування системи впорскування палива, який ґрунтується на моделюванні взаємозв'язку між діагностичними параметрами та зміною структурних параметрів, що підвищує ефективність

діагностування та створює передумови автоматизації процесу діагностування.

2. Одержав подальший розвиток метод діагностування системи впорскування палива із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання.

Практичне значення одержаних результатів. На базі отриманих теоретичних положень зформовані:

- алгоритм формування діагностичної моделі системи впорскування палива;
- алгоритм зчитування діагностичних параметрів системи впорскування палива в процесі експлуатації.

Достовірність теоретичних положень кваліфікаційної роботи визначається коректним застосуванням методів досліджень та збіжністю результатів теоретичного моделювання та експериментальних досліджень.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи висвітлені на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", Вінниця: ВНТУ, 2020.

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [23].

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ В ЗОНІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТОВ "ДЖЕРМАН ЦЕНТР"

1.1 Аналіз системи сервісного обслуговування автомобілів на підприємстві

ТОВ "ДЖЕРМАН ЦЕНТР" засноване 23.07.2002 року і знаходиться за юридичною адресою: 21034, Вінницька область, м. Вінниця, вул. Лебединського, 19. Товариство з обмеженою відповідальністю - його організаційно правова форма згідно господарського кодексу України.

Джерман-Центр — є офіційним представником на ринку України концерну Volkswagen AG у Вінницькій області. Як представник дилерської мережі вище назване Товариство надає пропозицію у сфері продаж автомобілів, сервісного обслуговування, гарантійного ремонту автомобілів марки Volkswagen AG та випадкових, непередбачуваних несправностей. На сьогоднішній день ТОВ «Джерман-Центр» нараховує 55 осіб кадрового потенціалу.

Таблиця 1.1- Юридичний паспорт суб'єкт-бізнесу

Найменування підприємства	ДЖЕРМАН ЦЕНТР
Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
Дата реєстрації	23.07.2002
ЄДРПОУ	32102131
Статутний капітал	20.500.000грн
Засновники	Стужук Анатолій Олександрович
КВЕД	45.11 Торгівля автомобілями та легковими автотранспортними засобами

Метою діяльності Товариства – досягнення ключових перших рівнів у Вінницькій області сегменті ринку продажу та сервісному обслуговуванні автомобілів. Стратегічне бачення суб'єкта бізнесу за вище зазначеним КВЕД є - проникнення ринку автомобілів від виробника через поглиблення і розширення сфер позиціонування на ринку.

Для забезпечення комфортності потенційних клієнтів ТОВ «ДЖЕРМАН ЦЕНТР» надає можливість випробувальних поїздок, чим забезпечується гарантія якості від виробника, використовує різні технології продажу автомобілів, обмін бувшого у використанні авто з відповідною доплатою на більш вдосконалену і модернізовану версію. Торгівельні площі підприємства займають площу 610 кв.м. На всі автомобілі Volkswagen Джерман-Центр надає гарантійне обслуговування не залежно від пробігу. Кадровий менеджмент підприємства робить акцент при підготовці менеджерів з продажу на високий рівень знань та комплектації авто, що в дозволить провести якісне обслуговування потенційних клієнтів.

Товариство забезпечене високотехнологічним обладнанням, що дає можливість виконання якісних послуг з діагностичних робіт та з проведення ремонтних робіт.

Основною метою діяльності Товариства є максимізація прибутку через якомога повніше задоволення запитів клієнтів у якісних автомобілях з після продажним обслуговуванням.

ТОВ «ДЖЕРМАН ЦЕНТР» пропонує:

- спеціальні ціни на придбання автомобілів;
- вигідні умови кредитування;
- програми страхування;
- персонального менеджера з продажу;
- персонального менеджера з обслуговування;
- тест-драйви;
- послуга Trade In;
- 2 роки гарантії на нові автомобілі;
- програма допомоги на дорозі;

- пропозиція по переобладнанню автомобіля;
- умови поставки автомобілів.

Якість обслуговування клієнтів та надання послуг з обслуговування та ремонту рухомого складу залежить від певного переліку факторів, в тому числі і від організаційної структури. В мережі виробничо-технічного обслуговування автомобілів виділяють такі структури: виробник (завод- виробник автомобілів), дилер (в межах держави, де здійснюється виробництво, так і за її межами – куди імпортовано автомобіль) і кінцевий споживач товару, послуги (клієнт). На рис. 1.1 наведена схема функціонування відкритої мережі.

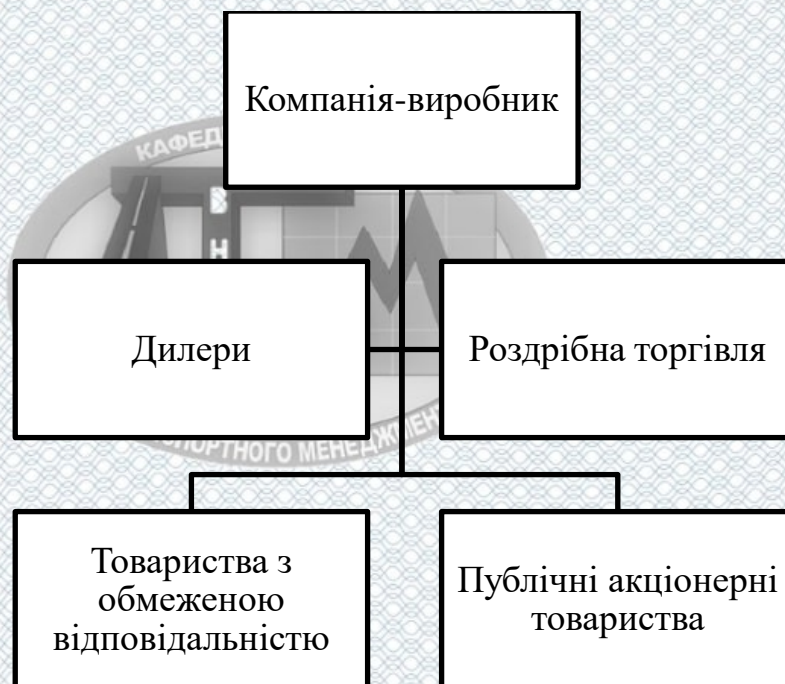


Рисунок 1.1 – Структурна схема функціонування дилерських мереж

ТОВ " Джерман-Центр" у своїй структурі має наступні відділи:

1. Відділ з продажу автомобілів.
2. Відділ запасних частин.
3. Відділ сервісу.
4. Станція технічного та сервісного обслуговування.

На станція технічного обслуговування виконується такі роботи:

- технічне обслуговування;
- заміна мастила;

- заміна технічних рідин;
- ремонт двигуна;
- ремонт трансмісії;
- ремонт ходової частини;
- ремонт електрообладнання;
- ремонт системи запалювання;
- регулювання кутів керованих коліс;
- встановлення додаткового обладнання;
- ремонт гальмівної системи;
- встановлення ГБО;
- антикорозійну обробку кузова;
- тонування скла;
- продаж запасних частин.

1.2 Дослідження ринку послуг СТО

На сучасному ринку автомобілів та їх обслуговування все більше починає діяти комплексна концепція диверсифікованого продукту. Сучасному клієнту вже не потрібен лише автомобіль, а можливість придбати його в кредит чи взяти в лізинг, укомплектувати відповідно до запиту аксесуарами та отримати його придатним до експлуатації. Мати можливість сервісного обслуговування і запасні частини, гарантійне обслуговування та в разі необхідно замінити його на інший. Такий клієнтський запит дав можливість розвиватися автосервісу, в першу чергу фірмового.

На сьогодні частка у прибутку СТО з обслуговування автомобілів значно вища чим частка від реалізації автомобілів, а сервіс авто включає окрім післяпродажного обслуговування ще передпродажне обслуговування, технічне обслуговування згідно плану, ремонтні послуги в разі гарантійного обслуговування та повний комплект діагностичних робіт після закінчення терміну гарантії. На сьогодні ринок вимагає включати весь портфель послуг.

На території України автосервісні послуги також мають тенденцію до зростання попиту. За кількістю обслуговувань Україна має випереджаючі темпи, але за концентрацією послуг на ринку та структурою портфеля послуг значно поступається. Провівши дослідження портфеля послуг автосервісних послуг можна відмітити, що лише половина портфеля займає сервісне обслуговування, а решту розподіляється на реалізацію автомобілів, а тому числі, що вже були у використанні. Переважна більшість СТО надає послуги з передпродажної підготовки автомобілів, планові технічні обслуговування та гарантійного ремонту за необхідності.

За останні роки в Україні широкого розповсюдження набули дилерські представництва, які підвищують кількість реалізації автомобілів, мають високий рівень конкурентоздатні, витрати обігу на одиницю реалізованого товару знижуються, досліджують ринок та вчасно реагують на зміну його кон'юнктури, використовують сучасні методи обслуговування клієнтів. Але поряд з цим дилерські мережі мають свої особливості діяльності. Головна їх мета це розвиток мережі реалізації автомобілів. Такий тип організації діяльності створюється за принципом корпоративної мережі, має свої особливості, що підвищують підвищує рівень конкурентоздатності організації надання послуг з реалізації автомобілів на сучасному ринку: централізація торгівельної діяльності реалізується через чинник ефекту масштабності і дозволяє знизити витрати на організацію технологічних процесів, а вертикальна інтеграція менеджменту дилерської мережі дає можливість вигравати у конкурентній боротьбі.

Самий вищий рівень менеджменту суб'єкта бізнесу – виробника розробляє єдину для всіх дилерів торгівельну політику, включаючи застосування методів продажу, формування номенклатури, підходи до стимулювання збуту, розміри торгівельних надбавок та знижок. Використання дилерських мереж дозволяє на високому рівні забезпечити комунікаційні зв'язки як для реалізатора, так і для клієнта підприємства. Розвинена дилерська мережа дозволяє підвищити ефективність торгівельної діяльності між продавцем і клієнтом, надає конкурентні переваги: покращує результативність збуту автомобілів, що забезпечує швидкість

обертання коштів і відповідно підвищення кінцевих результатів діяльності підприємства; дилерські мережі постійно контактують з покупцями, оперативніше реагують на запити і зміну кон'юнктури ринку, що дає можливість продавати авто та запасні частини на вигідних умовах для клієнта; підвищилась конкурентоздатність товарів, які реалізуються, за рахунок чіткої логістичної політики зі складів головної фірми, шляхом скорочення терміну поставок, а за певною номенклатурою товарів - за рахунок організації передпродажного і післяпродажного технічного обслуговування.

Поряд з перевагами, дилерські мережі мають і недоліками: ускладнюється розрахунок товарно-складських запасів за рахунок розширення і зростання торгівельної номенклатури та товарообігу; є порушення своєчасної доставки на склади дилерів; збільшуються трансакційні витрати на внутрішню координацію; відбувається ріст витратної частини на підтримку у працездатному стані обліково-контрольної системи руху товарних потоків.

Зростання кількості автодилерських мереж пояснюється застосуванням сучасних торговельних технологій та значними обсягами продажів, що дозволяє підвищити конкурентоздатність та знизити рівень цін для кінцевих клієнтів. Представники автодилерської відкритої мережі працюючи з клієнтами можуть презентувати власне бачення Товариства щодо стратегії та підходів до захисту від конкурентів. Конкуренція на автомобільному ринку існує як на рівні виробників, представництв, так і на локальних ринках, адже на декілька представників одного бренду можуть бути присутніми на одному сегменті ринку. Це впливає на підходи просування бренду на локальному ринку. Якщо виробник при побудові маркетингових комунікацій ставить за мету створення іміджу бренду, формування лояльності і прихильності, то представник регіонального ринкового середовища має за мету залучити конкретного потенційного клієнта. В кінцевому підсумку націлені на єдиний синергетичний ефект для всіх зацікавлених сторін – виробник, представник дилерської мережі, клієнт.

Щодо потенційного ринку, аналізу ринку купівлі автомобілів та можливого їх обслуговування, то за результатами першого кварталу фактичного

періоду споживачі (клієнти) облікували придбання 99,8 тисяч одиниць легкових автомобілів. З них 20,3 тисяч нових одиниць та 79,5 тисяч одиниць бувших у використанні. У порівнянні з попереднім періодом попит на легкові автомобілі показав тенденцію до зниження понад два рази, що пояснюється нестабільністю зовнішнього середовища та зниженням купівельної спроможності населення.

Лідируючі позиції нових автомобілів у звітному періоді зайняли Renault Duster -1479 одиниць, а серед автомобілів бувших у використанні - Volkswagen Passat - 4584 шт. За досліджуваний період відбувається зростання попиту на електромобілі, а саме на 53 одиниці, що у порівнянні з аналогічним періодом минулого року тенденція росту склала на 36%.

Рейтинг найпопулярніших моделей нових легкових автомобілів на основі статистики за I квартал 2020 року:

1. RENAULT Duster – 1479 шт.;
2. TOYOTA RAV-4 – 1312 шт.;
3. KIA Sportage – 1252 шт.;
4. RENAULT Logan – 960 шт.;
5. RENAULT Sandero – 780 шт.;
6. NISSAN X-Trail – 603 шт.;
7. SKODA Octavia – 598 шт.;
8. TOYOTA Land Cruiser Prado – 591 шт.;
9. HYUNDAI Tucson – 525 шт.;
10. MAZDA CX5 – 443 шт.

Рейтинг найпопулярніших вживаних машин з січня по березень, вперше поставлених на облік в Україні:

1. VOLKSWAGEN Passat – 4684 шт.;
2. RENAULT Megane – 4569 шт.;
3. SKODA Octavia – 4289 шт.;
4. VOLKSWAGEN Golf – 3536 шт.;
5. FORD Focus – 3005 шт.;
6. SKODA Fabia – 2209 шт.;

7. OPEL Astra – 1983 шт.;
8. VOLKSWAGEN Jetta – 1800 шт.;
9. OPEL Zafira – 1734 шт.;
10. NISSAN Rogue – 1463 шт.

У Вінниці та Вінницькій області за 2019 рік було продано 103863 автомобілі, 37,11% із загальної кількості склали нові автомобілі.

На сьогоднішній день існує проблема залучення нових клієнтів до дилерських мереж. У зв'язку з економічною кризою та пандемією, нестабільністю грошових доходів населення, попит на авто, особливо нові, значно скоротився. Основним показником сучасних сервісних обслуговувань в дилерській мережі є якість, обладнання на якому проводиться обслуговування автомобілів та професіоналізм кадрового потенціалу. Ось ці основні чинники наразі є найбільш впливовими при залученні нового клієнта на СТО.

Проведемо пошуково-дослідницьку діяльність щодо вивчення ринку з обслуговування автомобілів шляхом вибіркового статистичного спостереження, використовуючи метод інтерв'ювання.

Дані, здобуті у процесі пошукової діяльності, дають змогу розділити респондентів за наступними категоріями з відповідними результатами, що наведено на рисунку 1.2.

З метою вивчення попиту на сервісне обслуговування авто респондентам було поставлено наступне питання: " Оцініть в бальній шкалі значущість фактору сервісного обслуговування автомобіля при його купівлі". У табл. 1.2 представлена структура зміни лояльності потенційних клієнтів сервісних послуг у офіційних дилерських мережах.

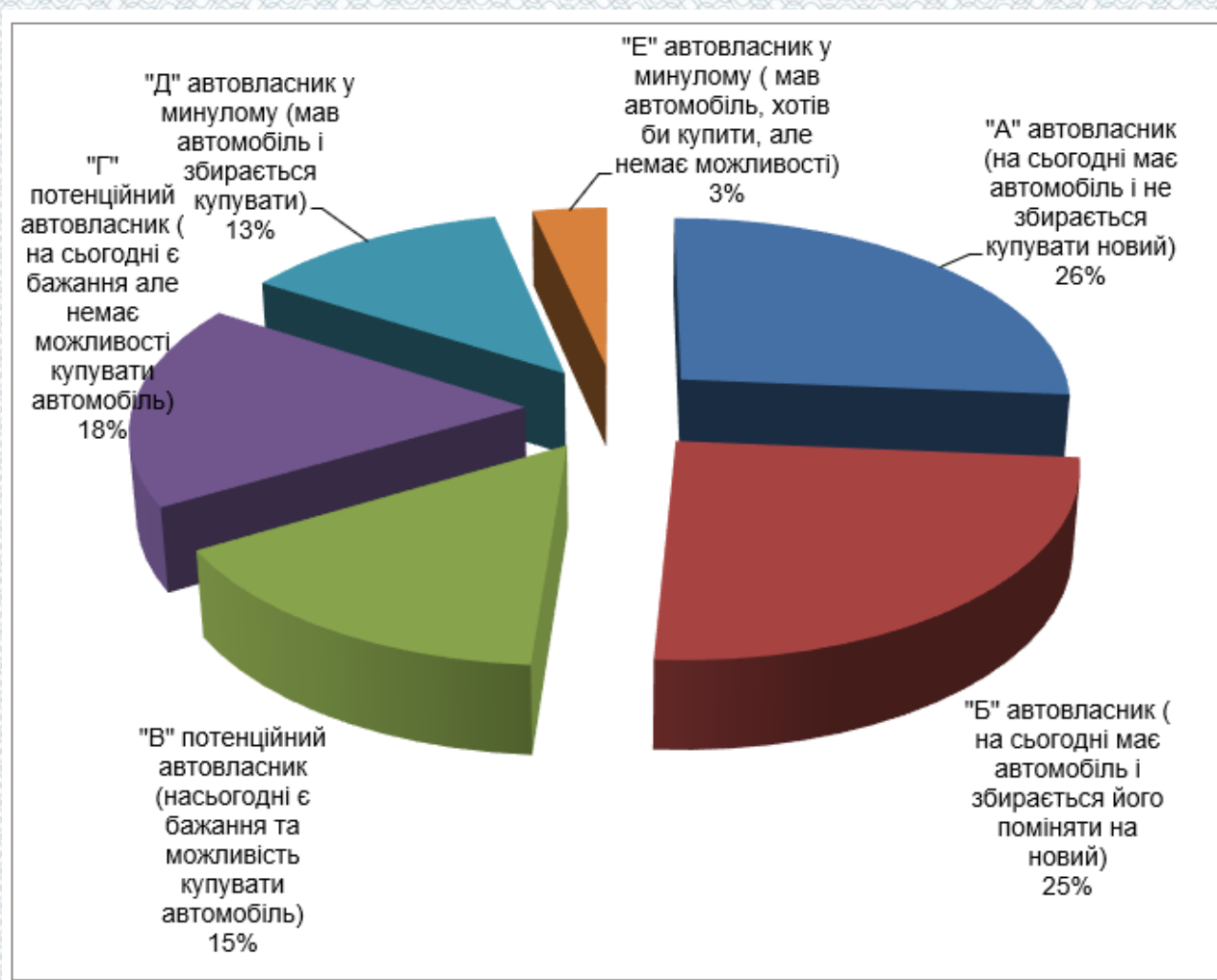


Рисунок 1.2 – Структура власників автомобілів за категоріями

Таблиця 1.2 – Динаміка споживацького попиту

Суб'єкти підприємницької діяльності	"Мають автомобіль"	"Придбали новий чи готові придбати"	Разом	
			Кількість опитаних	%
Незалежні автосервіси	6	29	35	40,6
Авторизований автосервіс	8	15	23	26,7
Гаражні автомаїстерні	4	24	28	32,5
Разом	18	68	86	100

Як видно, результати для автодилерів досить невтішні. Лише 29% потенційних клієнтів виявили бажання звернутись до суб'єктів бізнесу, що надають авторизовані послуги, до незалежних автосервісів – 40,6%, гаражних автомайстерень – 32,5%.

В результаті проведеного спостереження, можна зробити висновок: зацікавленість та залучення нових клієнтів у системі дилерської мережі є однією з основних задач. За окремими індикаторами середньозваженої бальної оцінки рівня обслуговування в межах 3,0-4,7, то ключовою ціллю на сучасному ринку є залучення клієнтів через з'ясування основних векторів зацікавленості для більш повної відповідності запитам кожного споживача. Вирішення цієї проблеми полягає у створенні синергетичного ефекту при обслуговуванні клієнтів.

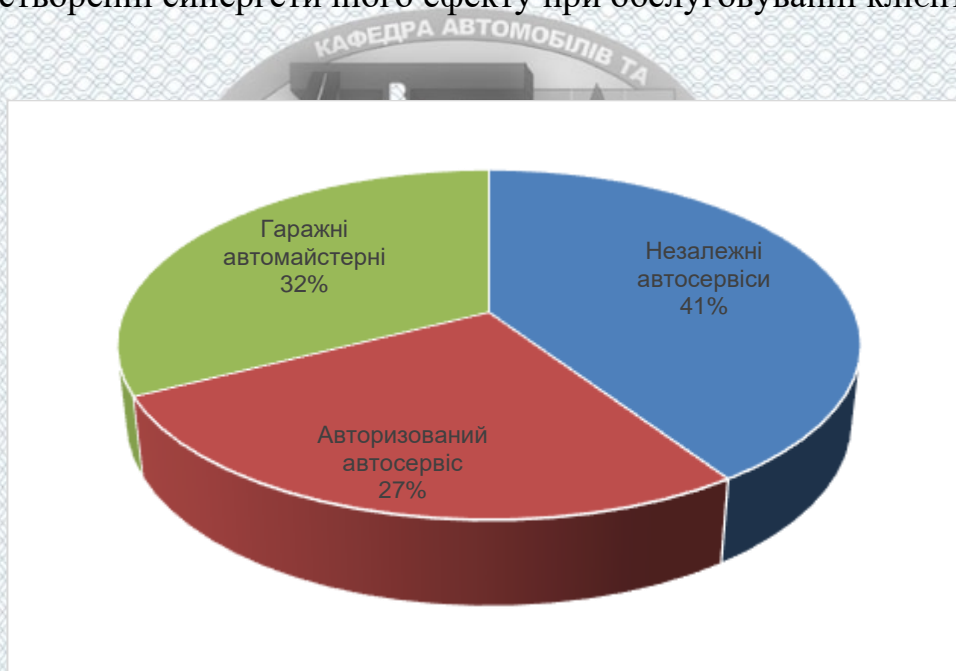


Рисунок 1.3 – Сегментація клієнтів автосервісних послуг за представленою пропозицією на ринку

На результати вивчення клієнтського попиту звичайно має вплив не лише внутрішнє середовище СТО та запроваджена культура обслуговування, але зовнішні чинники, які спричинені:

- рівнем доходу клієнтів;
- економічна ситуація;
- політична ситуація;

- глобальна ситуація з пандемією.

Але поряд з цим є достатньо передумов для розвитку ринку автодилерських послуг та сервісного обслуговування, адже кількість авто зростає, хоча у 2020 році дещо нижчими темпами. Окрім того, автомобілі VOLKSWAGEN Passat нових придбано - 4684 шт., VOLKSWAGEN Jetta – 1800 шт., тобто серед інших торговельних марок займають перше місце в лояльності вибору клієнта.

1.3 Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО

Оптимальне формування і раціональне використання засобів виробництва, що входять до матеріально-технічної бази підприємства, є важливою умовою його ефективної господарської діяльності. Склад цих засобів виробництва визначається й залежить від виду господарської діяльності підприємства. Більшість науковців вважають, що матеріально-технічна база підприємства - це сукупність необхідних для виробничого процесу засобів виробництва, а саме: устаткування, приладів, різноманітних транспортних засобів, допоміжних підприємств, під'їзних шляхів тощо.

Таблиця 1.3 – Оцінка ефективності виробничо-технічної бази ТОВ "Джерман-Центр" за 2017-2019рр.

Найменування показника	Значення показника			Відхилення 2019р. від 2017р.		Відхилення 2019 р. від 2018 р.	
	2017	2018	2019	Абс., (+;-)	Відн., %	Абс., (+;-)	Відн., %
1	2	3	4	5	6	7	%
1.Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, тис. грн.	467837	472049	523087	55250	111,8	51038	110,80

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7	%
2.Вартість виробничо-технічного потенціалу (залишкова), тис. грн.	33797	69144	76775	42978	227,17	7631	111,04
3.Чисельність персоналу, осіб	51	55	65	67	113,04	22	103,94
4.Фондовіддача, грн.	13,84	6,83	8,66	-5,18	62,58	1,84	126,89
5. Фондомісткість, грн.	0,07	0,15	0,12	0,04	159,79	-0,03	78,81
6. Фондоозбросність, тис. грн. на особу	662,68	1257	1181,15	518,4	178	-75,8	93,9

Аналізуючи показники ефективності використання виробничо-технічного потенціалу підприємства розраховані у таблиці 1.3 можна узагальнити, що :

- виручка від реалізації послуг у звітному періоді в порівнянні з базисним зросла на 55250 тис. грн., що у відносному вираженні склало 11,8%, а у порівнянні з попереднім періодом на 51038 тис. грн., або 10,8%. Це свідчить про те, що виручка від звернень клієнтів щодо обслуговування автомобілів знизилась в динаміці, хоча і не значно, практично залишилась на тому ж рівні, що пов'язано в передаючій мірі факторами зовнішнього впливу;

- вартість виробничо-технічного обладнання показує в динаміці ріст майже у 2 рази у звітному періоді в порівнянні з 2017 роком, а саме на 4978, 127%, що свідчить про оновлення технічної бази обслуговування автомобілів, а у порівнянні з 2018 роком на 7631 тис. грн., або 11%. Це пояснюється значним вкладанням коштів у минулому році, а у даному періоді лише роботи по модернізації технічного потенціалу Товариства. Динаміка зміни вартості технічної бази наведена на рис. 1.4;

-чисельність персоналу підприємства також зростає за період дослідження, і у звітному періоді в порівнянні з 2017 роком на 11 осіб, а у порівнянні з 2018 на 10 осіб, що у відсотковому вираженні відповідно склало – 13 та 3%. Динаміка персоналу, в тому числі і промислово-виробничого наведена на рис. 1.5.

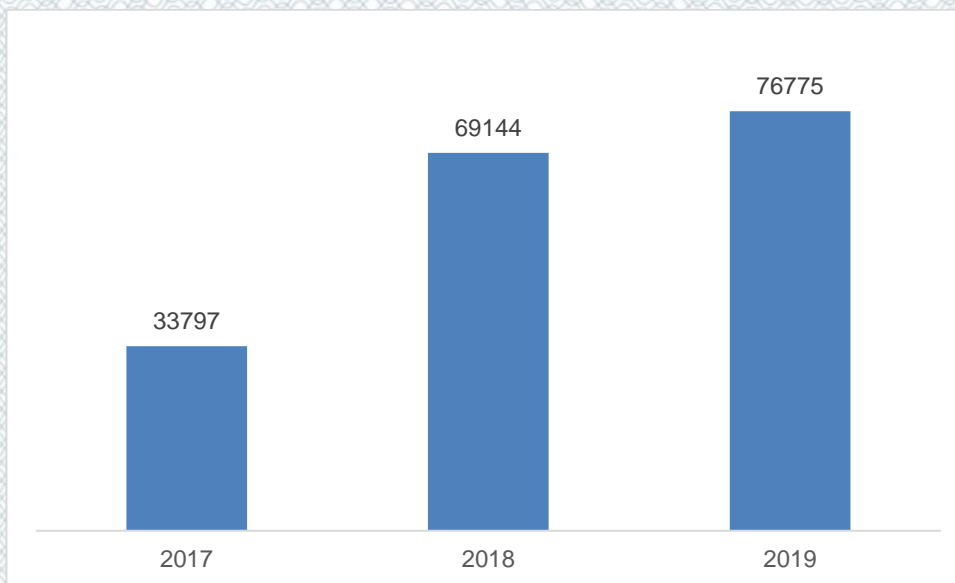


Рисунок 1.4 - Динаміка зміни вартості виробничо-технічної бази ТОВ «Джерман-Центр»

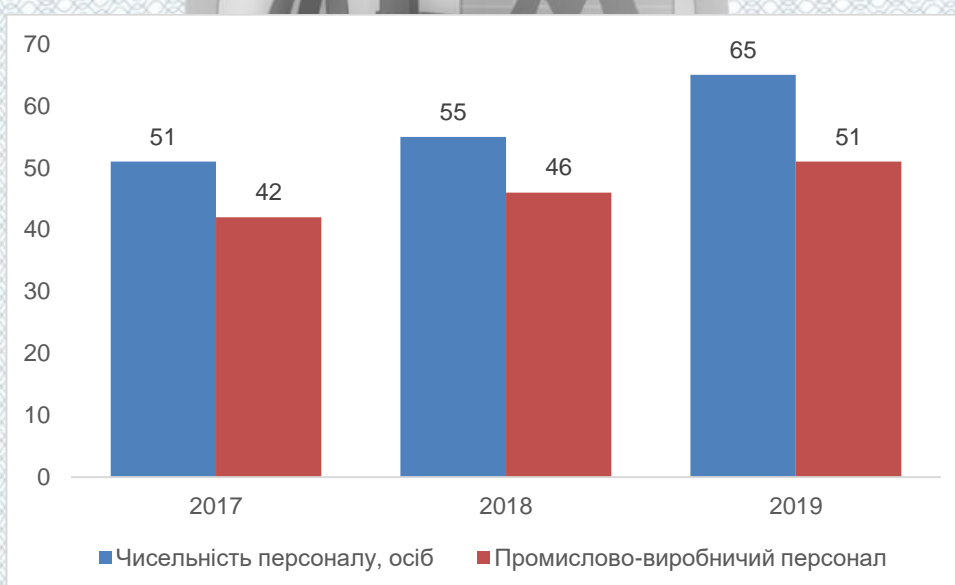


Рисунок 1.5 - Динаміка персоналу ТОВ «Джерман-Центр»

Показники ефективності використання виробничо-технічного оснащення показує мінливу динаміку:

- фондвіддача знижується протягом періоду дослідження на 5,8 грн., або 38%, а у 2019 в порівнянні з 2018 зростає на 1,84 грн., або 3,94%. Зміна ефективності використання виробничої бази наведена на рис. 1.5;

- фондомісткість є оберненим показником до фондovіддачі і показує зворотню ситуацію;
- фондоозброєність має тенденцію до зростання у звітному періоді в порівнянні з базисним на 518,4 тис. грн, або на 78%, а у порівнянні з 2018 роком зниження на 75,8 тис. грн., або 6,1%.

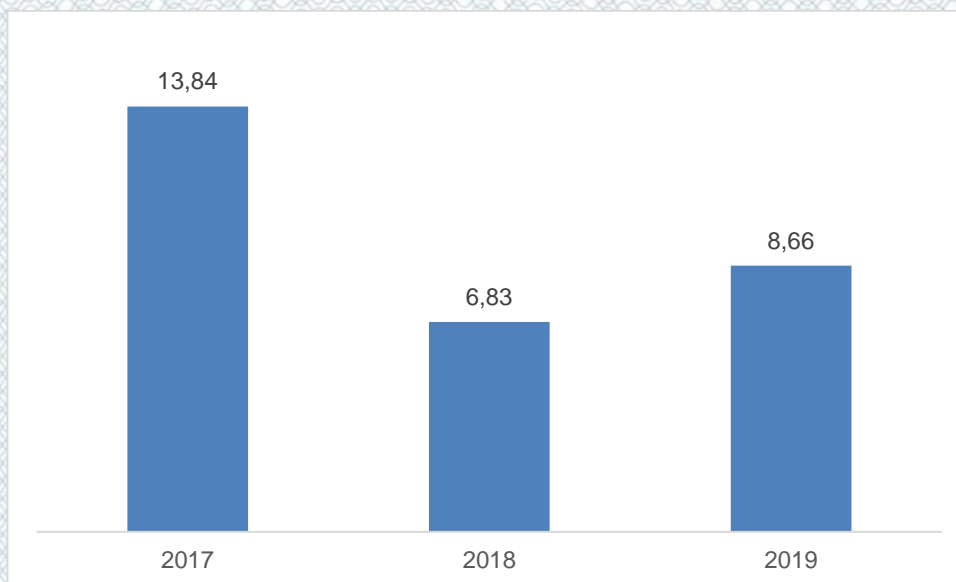


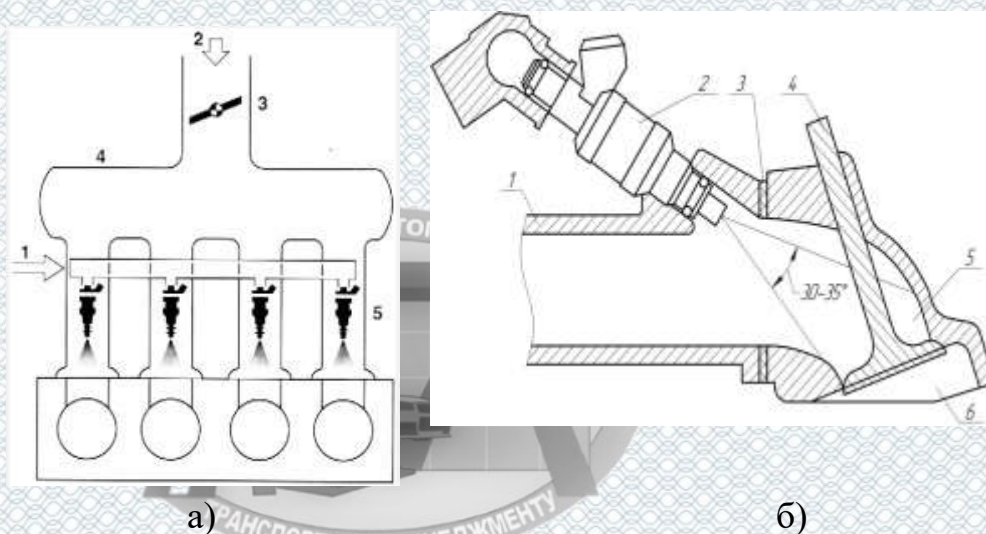
Рисунок 1.6 - Динаміка зміни ефективності використання виробничо-технічної бази ТОВ «Джерман-Центр»

Дана тенденція є негативною і як висновок, що нарощення виробничо-технічного потенціалу не супроводжувалось достатньою корисною віддачою, але вплив на дану ситуацію має не внутрішнє середовище підприємства, а незалежні від нього фактори зовнішнього впливу.

Відповідно до проведеного аналізу необхідно вдосконалити певні напрямки функціонування Товариства: для менеджменту вищого рівня – проводити дослідження зовнішнього середовища підприємства та розрахувати фактори-ризик; розробити заходи по вдосконаленні організації технологічних процесів, чим забезпечиться ефективність використання виробничо-технічного потенціалу.

1.4 Аналіз систем діагностування впорскування палива

Впорскування палива – це система дозування палива в циліндри двигуна. В багатьох наукових роботах розглядаються сучасні системи впорскування палива, [6, 27, 36]. На рис. 1.7, а, показаний принцип впорскування палива перед впускним клапаном у впускний колектор. Форсунки знаходяться у безпосередній біля впускних клапанів (рис. 1.7, б).



- а) схема розподіленого впорскування;
 б) форсунки у впускному колекторі;

Рисунок 1.7 – Система подачі палива

Існують різні способи впорскування палива: центральне, розподілене і безпосереднє [2]. Механічні системи здійснюють безперервне впорскування механічними форсунками. Електронні системи здійснюють імпульсне впорскування дозованими порціями, [27].

При розподіленому впорскуванні можливі три варіанти функціонування:

- одночасне впорскування (рис. 1.8).
- попарно-паралельне впорскування (рис. 1.9).
- фазоване або послідовне впорскування (рис. 1.10).

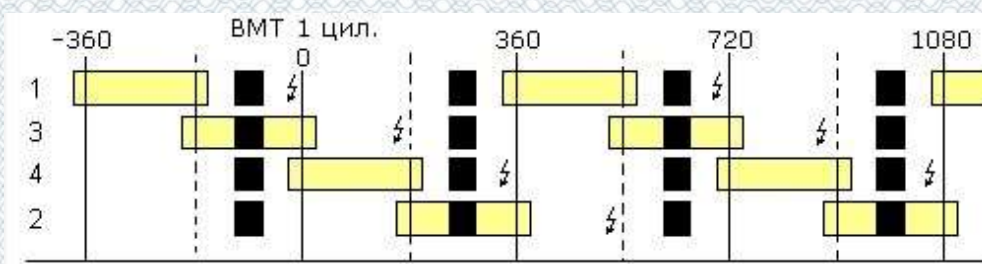


Рисунок 1.8 – Діаграма одночасного впорскування

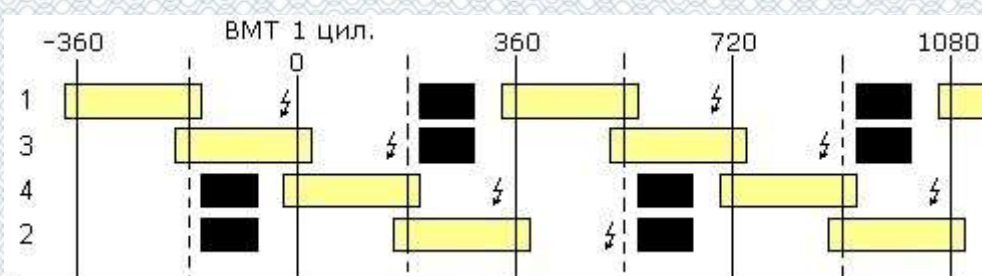


Рисунок 1.9 – Діаграма попарно-паралельного впорскування

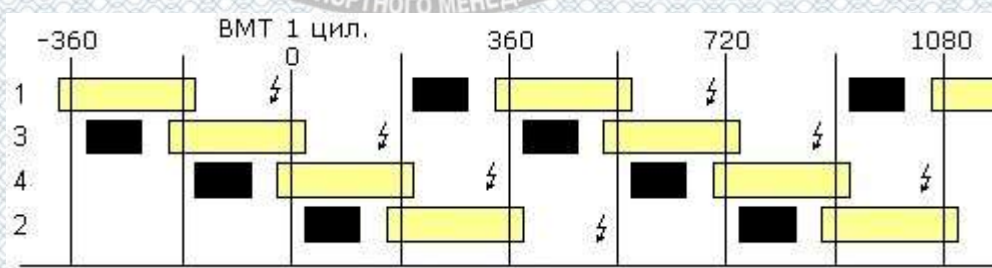


Рисунок 1.10 – Діаграма фазованого впорскування

В якості робочих форсунок в сучасних системах впорскування застосовуються електромагнітні форсунки [1, 20, 35].

Питанням підвищення ефективності діагностування систем впорскування палива присвячена велика кількість наукових робіт.

В роботі [10] вказано, що більше половини несправностей системи паливоподачі складає забруднення і зношення елементів форсунки.

Роботи [22, 34] свідчать про те, що дослідження методів поглибленої

діагностики систем подачі палива мають теоретичне і практичне значення.

Визначення технічного стану форсунок проводиться за такими діагностичними показниками: рівномірність подачі між форсунками, динамічна продуктивність, статична продуктивність, опір обмотки, дисперсність розпилювання, герметичність посадки клапану, форма розпилюючого факелу [8].

Діагностування форсунок може бути виконане з їх демонтажем і встановленням на стенд перевірки форсунок. Такий підхід має недоліки оскільки демонтажно-монтажні роботи призводять до додаткових витрат [8].

В системах імпульсного впорскування палива необхідно враховувати перехідні процеси форсунки при її відкритті і закритті клапана. Електронний блок керування керує роботою форсунки і забезпечує циклову подачу [10].

Значення параметрів впорскування палива електромагнітними форсунками в значній мірі залежать від конструкції і матеріалів обмотки електромагніту, наявності тертя при переміщенні деталей, величини маси рухомих деталей форсунки [14].

У роботі [8] приведений алгоритм розрахунку електромагнітної форсунки. Також розроблена математична модель роботи форсунки. Це дозволяє визначити роботу електромагнітної форсунки в часі з урахуванням зміни її параметрів, [7].

1.5 Основні висновки і задачі проектування

На основі виконаного аналізу наукових робіт та аналізуючи переваги та недоліки різних методів діагностування системи впорскування палива можна сформулювати основні задачі для підвищення ефективності діагностування системи впорскування палива.

Метою даної роботи є удосконалення методики діагностування системи впорскування палива автомобільного двигуна та організації обслуговування автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз організації сервісного обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування та аналіз систем діагностування впорскування палива автомобільного двигуна.
2. Визначити основні технологічні параметри зони обслуговування і ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування. Проаналізувати фактори, що впливають на ефективність сервісного обслуговування.
3. Обґрунтувати і запропонувати науковий підхід щодо підвищення ефективності діагностування системи впорскування палива автомобільного двигуна.
4. Розробити алгоритм практичної реалізації методики діагностування системи впорскування палива.



РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Параметри технологічного розрахунку зони ТО і ПР міської СТО визначимо для таких даних: загальна кількість постів 7, кількість автомобіле-заїздів для виконання обслуговування – 1750 на рік. Блок-схема виконання технологічних розрахунків приведена на рис. 2.1.

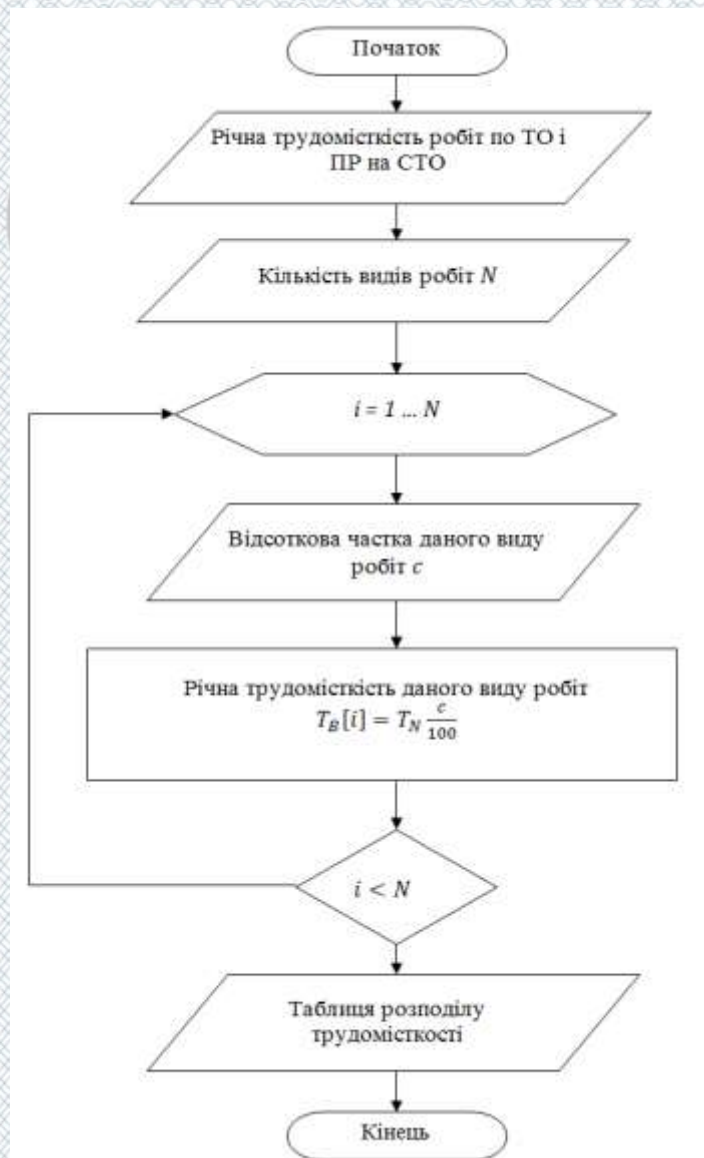


Рисунок 2.1 – Блок-схема технологічного розрахунку СТО

Для розрахунків необхідно вибрати програмне середовище. Програмними продуктами запропоновані Microsoft Visual Studio, Microsoft Office Excel, програмне середовище Delphi, мови програмування Pascal та C++.

Особливістю розрахунку виробничої програми СТО полягає в тому, що заїзди автомобілів на станцію технічного обслуговування носять імовірнісний характер незалежно від видів робіт, що виконуються.

Автомобілі індивідуального користування характеризуються середньорічним пробігом $L_{с-р}$ який залежить від кліматичного району. Для районів, в яких експлуатуються автомобілі і середньорічна кількість днів становить 230 днів із плюсовою температурою середньорічний пробіг складає 12500 км.

Технологічний розрахунок для міської і дорожньої СТО визначається трудомісткістю ТО і ПР автомобілів. Трудомісткість ТО і ПР залежить від марки автомобіля для міської СТО. Всі автомобілі, що обслуговуються на міській СТО доцільно поділити на три групи: середнього класу, малого класу і особливо малого класу.

Парк індивідуальних автомобілів досить різноманітний. Автомобілі на групи поділяються згідно із даними, зібраними за минулі роки.

Тип СТО – міська, універсальна.

Загальна кількість постів на СТО: $X_{п-існ}^{СТО} = 7$.

Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО визначена статистичним способом. Згідно з даними за минулий рік було зареєстровано $N_{ТО і ПР}^p = 3420$ (авт./рік) які заїжджали для виконання робіт ТО і ПР на СТО.

Частота заїздів одного автомобіля на СТО для виконання ТО і ПР: $n_{ТО і ПР}^p = 2$ (рази/рік).

Кількість автомобілів $A_{авт}$, що обслуговується на СТО:

$$A_{авт} = \frac{N_{ТО і ПР}^p}{n_{ТО і ПР}^p}, \quad (2.1)$$

де $n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$ – частота заїздів на СТО для виконання ТО і ПР протягом року для одного автомобіля.

$$A_{\text{авт}} = \frac{3420}{2} = 1710 \text{ (авт.)}.$$

Розподіл автомобілів на групи виконується для міської СТО. За минулий рік та даними інших однотипних СТО зібрані дані згідно яких розподіл автомобілів може бути виконаний таким чином:

автомобілі особливо малого класу – 22 %;

автомобілі малого класу – 42 %;

автомобілі середнього класу – 36 %.

Середньорічний пробіг автомобілів приймаємо $L_{\text{с-р}} = 12500$ (км), як для регіону в якому середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів. Вихідні дані до розрахунку виробничої програми зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{\text{п-існ}}^{\text{СТО}}$	од.	9
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	3420
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1710
в тому числі: - автомобілів I групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{I}}$	авт.(%)	376

Продовження таблиці 2.1

1		2	3	4
- автомобілів II групи:		$A_{\text{авт}}^{\text{II}}$	авт.(%)	718
- автомобілів III групи:		$A_{\text{авт}}^{\text{III}}$	авт.(%)	616
Середньорічний пробіг автомобілів		$L_{\text{с-р}}$	км	12500
Спосіб миття автомобілів		-	-	Ручний
Кліматичний район		ПКЗ	-	Помірно-теплий
Режим роботи сто				
Кількість робочих днів СТО		$D_{\text{р}}$	дні	305
Тривалість зміни		$\tau_{\text{зм}}$	год.	7
Кількість робочих змін	ТО і ПР	с		1
	миття і прибирання	с		1
	приймання і видачі	с		1
	передпродажна підготовка	с		1
	антикорозійного захисту	с		1

2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

Нормативи трудомісткості ТО і ПР автомобілів індивідуального користування вибираються в залежності від типу СТО, класу автомобілів та виду робіт, що виконуються на СТО.

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

- питому трудомісткість на 1000 км пробігу, люд·год/1000;
- разову трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО, люд·год.

Для міських СТО характерні як перший так і другий види нормативів ТО і ПР, для дорожніх – тільки другий.

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коректування:

$$t_{\text{ТО і ПР}} = t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{з}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт коректування в залежності від кількості робочих постів (потужності) СТО. При проектуванні нового СТО кількість робочих постів приймається орієнтовно – на основі планової потужності СТО;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт коректування в залежності від природно-кліматичних умов.

Разова трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО не коректується.

Нормативи ТО і ПР та інших видів робіт для міської СТО вибираємо згідно ОНТП-01-91.

Нормативи питомої трудомісткості ТО і ПР необхідно скоректувати за допомогою коефіцієнтів коректування:

– в залежності від кількості робочих постів СТО. На СТО 4 робочих пости. $K_{\text{п}} = 0,95$;

– в залежності від природно-кліматичних умов. СТО знаходиться в помірно-теплій кліматичній зоні. $K_{\text{з}} = 0,90$.

Визначаємо питому трудомісткість для кожної групи автомобілів за формулою (2.2):

для 1 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{I}} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,71$ (люд · год/1000);

для 2 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{II}} = 2,3 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,97$ (люд · год/1000);

для 3 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{III}} = 2,7 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 2,31$ (люд · год/1000).

Результати розрахунків трудомісткості ТО і ПР зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативи трудомісткості ТО і ПР для міської СТО

Нормативи трудомісткості та коефіцієнти коригування		Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:		
				1 групи	2 групи	3 групи
Коефіцієнт коригування в залежності від кількості постів СТО		K_{Π}	—	0,95	0,95	0,95
Коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов		K_3	—	0,9	0,9	0,9
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (нормативна)		$t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}}$	люди·год/1000	2,0	2,3	2,7
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (скоректована)		$t_{\text{ТО і ПР}}$	люди·год/1000	1,71	1,97	2,31
Разова на один заїзд:	миття і прибирання	$t_{\text{п-м}}$	люди·год	0,15	0,20	0,25
	приймання і видачі	$t_{\text{п-в}}$	люди·год	0,15	0,20	0,25
	передпродажної підготовки	$t_{\text{п-п}}$	люди·год	3,5	3,5	3,5
	антикорозійної обробки	$t_{\text{а-к}}$	люди·год	3,0	3,0	3,0

Річний обсяг робіт, що виконуються на міській СТО, визначається окремо для кожної групи легкових автомобілів і складається з таких видів робіт:

$T_{\text{ТО і ПР}}$ – роботи ТО і ПР автомобілів;

$T_{\text{п-м(ТО)}}$ – роботи прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР;

$T_{п-м}$ – роботи косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги;

$T_{а-к}$ – роботи антикорозійної обробки автомобілів;

$T_{п-в}$ – роботи приймання і видачі автомобілів;

$T_{доп}$ – допоміжні роботи.

На даному СТО не передбачені роботи прибирання і миття автомобілів, тому трудомісткість робіт прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР та трудомісткість косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги не розраховуються і в загальну трудомісткість робіт на СТО не включаються.

Річний обсяг робіт ТО і ПР для однієї групи автомобілів визначається по питомій трудомісткості ТО і ПР автомобілів цієї групи на 1000 км пробігу:

$$T_{ТО\ і\ ПР}^i = \frac{A_{авт}^i \cdot L_{с-р} \cdot t_{ТО\ і\ ПР}^i}{1000}, \quad (2.3)$$

де $A_{авт}^i$ – кількість автомобілів даної групи;

$L_{с-р}$ – середньорічний пробіг автомобілів, км;

$t_{ТО\ і\ ПР}^i$ – скоректована питома трудомісткість ТО і ПР автомобілів даної групи, люд·год/1000.

$$T_{ТО\ і\ ПР}^I = \frac{376 \cdot 12500 \cdot 1,71}{1000} = 8037 \text{ (люд} \cdot \text{ год)};$$

$$T_{ТО\ і\ ПР}^{II} = \frac{718 \cdot 12500 \cdot 1,97}{1000} = 17649,34 \text{ (люд} \cdot \text{ год)};$$

$$T_{ТО\ і\ ПР}^{III} = \frac{616 \cdot 12500 \cdot 2,31}{1000} = 17775,45 \text{ (люд} \cdot \text{ год)}.$$

Річний обсяг робіт антикорозійної обробки визначається одночасно для всіх груп автомобілів на основі разової трудомісткості цього виду робіт за один заїзд на СТО:

$$T_{a-k} = A_{авт} \cdot n_{a-k}^p \cdot t_{a-k}, \quad (2.4)$$

де n_{a-k}^p – частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО, для виконання робіт антикорозійної обробки автомобілів протягом року;

t_{a-k} – разова трудомісткість антикорозійних робіт одного автомобіля (однакова для всіх груп автомобілів), люд·год.

$$T_{a-k} = 1710 \cdot 1 \cdot 3 = 5130 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річний обсяг робіт приймання і видачі для однієї групи визначається на основі загальної кількості заїздів автомобілів на СТО для виконання різних видів робіт:

$$T_{п-в}^i = A_{авт}^i \cdot (n_{ТО\ i\ ПР}^p + n_{a-k}^p) \cdot t_{п-в}^i, \quad (2.5)$$

де $t_{п-в}^i$ – разова трудомісткість робіт приймання-видачі одного автомобіля даної групи, люд·год.

$$T_{п-в}^I = 376 \cdot (2 + 1) \cdot 0,15 = 169,2 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{п-в}^{II} = 718 \cdot (2 + 1) \cdot 0,20 = 430,8 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{п-в}^{III} = 616 \cdot (2 + 1) \cdot 0,25 = 462,0 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річна трудомісткість робіт T_i кожного виду для всіх груп автомобілів, що обслуговуються на СТО, визначається як сума трудомісткості робіт кожної окремої групи:

$$T_i = T_i^I + T_i^{II} + T_i^{III}. \quad (2.6)$$

$$T_{\text{ТО і ПР}} = 8037 + 17649,34 + 17775,45 = 43461,79 (\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$T_{\text{п-в}} = 169,2 + 430,8 + 462 = 1062 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Річний обсяг допоміжних робіт на СТО визначається як частина від загального обсягу робіт на СТО:

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{ТО і ПР}} + T_{\text{п-м(ТО)}} + T_{\text{п-в}} + T_{\text{а-к}} + T_{\text{п-п}}) \cdot \frac{C_{\text{доп}}}{100}, \quad (2.7)$$

де $C_{\text{доп}}$ – доля (%) допоміжних робіт від загальної трудомісткості (приймається рівним 15...20);

$T_{\text{ТО і ПР}}$, $T_{\text{п-м(ТО)}}$, $T_{\text{п-в}}$, $T_{\text{а-к}}$, $T_{\text{п-п}}$ – річна трудомісткість відповідно робіт ТО і ПР, прибирання-мийних робіт перед ТО і ПР, приймання-видачі автомобілів, робіт антикорозійної обробки та передпродажної підготовки;

$$T_{\text{доп}} = (43461,79 + 708 + 1062 + 5130 + 840) \cdot \frac{20}{100} = 10594,36 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Орієнтовна трудомісткість всіх постових робіт на СТО:

$$T^{\text{пост}} = T_{\text{ТО і ПР}} \cdot \frac{C_{\text{ПР}}^{\text{пост}}}{100} + T_{\text{пм(ТО)}} + T_{\text{пм}} + T_{\text{пв}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{ак}}, \quad (2.8)$$

де $C_{\text{ПР}}^{\text{пост}}$ – частка (%) постових робіт від загальної трудомісткості робіт ТО і ПР. Орієнтовно для попередніх розрахунків приймається рівною: 74% – для СТО, в яких існуюча або планова кількість робочих постів менше п'яти; 69% – для більших СТО;

$$T^{\text{пост}} = 43461,79 \cdot \frac{74}{100} + 708 + 1062 + 5130 + 840 = 52971,79 (\text{люд} \cdot \text{год})$$

Орієнтовна кількість робочих постів, яка залежить від трудомістко-сті постових робіт:

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{T^{\text{пост}} \cdot K_{\text{н}}}{D_{\text{р}} \cdot c \cdot \tau_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (2.9)$$

де $T^{\text{пост}}$ – річна трудомісткість постових робіт, люд.-год;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів (приймається рівним 1,15);

$D_{\text{р}}$ – число днів роботи СТО;

c – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$P_{\text{п}}$ – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту (приймається рівним 1,6...1,9);

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста (приймається рівним: при однозмінній роботі – 0,95; при двозмінній – 0,94).

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{52971,79 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 0,95} = 14,14 \approx 14 \text{ (постів)}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.3.

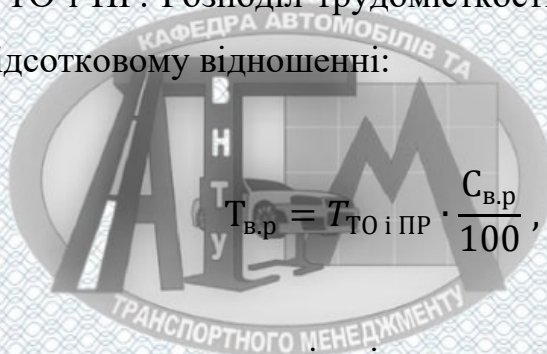
Таблиця 2.3 – Річна трудомісткість робіт на СТО

Вид робіт	Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:			Всього
			1-ої групи	2-ої групи	3-ьої групи	
Роботи ТО і ПР автомо-білів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.-год	8037	17649	17775	43461,7
Роботи приймання і ви-дачі	$T_{\text{п в}}$	люд.-год	169,2	430,8	462	1062

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Роботи антикорозійної обробки	$T_{ак}$	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	T_{Σ}	люд.- год	—	—	—	52971, 7

Основну частину загальної трудомісткості робіт на СТО займають роботи ТО і ПР автомобілів $T_{ТО і ПР}$, які можуть виконуватись як на постах ТО і ПР так і у виробничих дільницях. Річний обсяг цих робіт необхідно додатково розділити за видами робіт ТО і ПР. Розподіл трудомісткості ТО і ПР виконується згідно ОНТП-01-91 в відсотковому відношенні:



$$T_{в.р} = T_{ТО і ПР} \cdot \frac{C_{в.р}}{100}, \quad (2.10)$$

де $T_{в.р}$ – розрахункова трудомісткість окремого виду робіт, люд·год;

$T_{ТО і ПР}$ – річна трудомісткість робіт ТО і ПР, люд·год;

$C_{в.р}$ – відсоткова доля окремого виду робіт від річної трудомісткості робіт ТО і ПР, %.

Величина $C_{в.р}$ залежить від кількості робочих постів (потужності) СТО. Для існуючих СТО може бути прийнята наявна кількість робочих постів.

Результати розподілу зводимо в таблицю 2.6.

2.3 Розрахунок чисельності робітників

Розрізняють явочну чисельність виконавців робіт $P_{я}$, потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність $P_{шт}$, потрібну для виконання річної виробничої програми.

Явочна і штатна чисельність ремонтно-обслуговуючих робітників залежить від обсягу робіт на даній ділянці (зоні, посту) і фонду робочого часу:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{р.м.}}}; \quad P_{\text{шт}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{в.р.}}}, \quad (2.11)$$

де T_i – річний обсяг робіт на ділянці (зоні, посту), люд-год;

$\Phi_{\text{р.м.}}$ – річний фонд часу робочого місця ремонтно-обслуговуючих робітників, год;

$\Phi_{\text{в.р.}}$ – річний ефективний фонд часу робітника з урахуванням трудових втрат, спричинених хворобою, виконанням державних обов'язків, відпусткою тощо, год.

Фонд часу робочого місця $\Phi_{\text{р.м.}}$ залежить від кількості вихідних і святкових днів у році і визначається за формулою:

- при 5-ти денному робочому тижні:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{пс}}, \quad (2.12)$$

де $D_{\text{р.з.}}$ – кількість робочих днів у році відповідної зони чи ділянки, дні;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$D_{\text{пс}}$ – кількість передсвяткових днів, в які тривалість робочої зміни скорочується на одну годину ($D_{\text{пс}}$ рівна кількості святкових днів $D_{\text{св}}$);

Річний ефективний фонд часу робітника $\Phi_{\text{в.р.}}$ залежить від кількості днів основної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

$$\Phi_{\text{в.р.}} = \Phi_{\text{р.м.}} - (D_{\text{від}}^{\text{осн}} + D_{\text{від}}^{\text{дод}} + D_{\text{пов}}) \cdot t_{\text{зм}}, \quad (2.13)$$

де $D_{\text{від}}^{\text{осн}}$, $D_{\text{від}}^{\text{дод}}$ – кількість днів основної та додаткової відпусток;

$D_{\text{пов}}$ – кількість пропусків по хворобі та інших поважних причинах.

Чисельність виробничих робітників визначаємо для кожного виду дільничних робіт ПР. Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

Професія робітників	Основна відпустка, дні	Додаткова відпустка, дні	Пропуски з хвороби та ін. причин, дні	при 5-ти денному робочому тижню	
				Фонд часу робочого місяця, год	Фонд часу робітника, год
	$D_{\text{від}}^{\text{осн}}$	$D_{\text{від}}^{\text{дод}}$	$D_{\text{пов}}$	$\Phi_{\text{р.м.}}$	$\Phi_{\text{в.р.}}$
Мийники і прибиральники рухомого складу	15	4	6	1998	1798
Слюсарі з ТО і поточного ремонту агрегатів, вузлів, устаткування, мотористи, електрики, шиномонтажники, слюсарі-верстатники, столяри, оббивальники, арматурники, жерстяники	18	5	5		1774
Слюсарі з ремонту приладів системи живлення, акумуляторники, ковалі, мідники, зварювальники, вулканізаторники	24	6	4		1726
Малярні	24	6	4		1726

Фонд робочого часу робочого місяця та ефективний фонд часу робітника:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = (365 - 52 - 10) \cdot 7 - 10 \cdot 1 = 2111 \text{ (год);}$$

$$\Phi_{\text{в.р.}} = 2111 - (18 + 6 + 5) \cdot 7 = 1908 \text{ (год).}$$

Для всіх видів робіт і груп ДТЗ розрахунки виконуються однаково.

Результати визначення чисельності робітників для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.7 (п. 2.1.6).

2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

Розрахункова мінімальна кількість постів ТО і ПР (діагностування, ТО, регулювальних, розбирально-складальних, кузовних, фарбувальних та ін.), прибирання-мийних постів без застосування механізованих мийних установок, постів приймання-видачі, антикорозійної обробки та передпродажної підготовки автомобілів визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_H}{D_p \cdot c \cdot \tau_{зм} \cdot P_{п} \cdot \eta_{п}}, \quad (2.14)$$

де T_i – річна трудомісткість робіт відповідного виду, люд.-год;

K_H – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

D_p – число днів роботи СТО, дні;

c – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год;

$P_{п}$ – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту;

$\eta_{п}$ – коефіцієнт використання робочого часу.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів СТО

Показник	Ум. поз н.	Вид робіт		
		ТО і ПР	прибирання і миття	приймання-видачі
Коефіцієнт нерівномірності завантаження постів	K_H	1,15	1,15	1,15
Одночасно працюють на посту, чол	$P_{п}$	2	2	1
Коефіцієнт використання робочого часу	$\eta_{п}$	0,95	0,95	0,95

Кількість постів робіт технічного обслуговування в повному обсязі:

$$X_i = \frac{6549,27 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,95} = 1,85$$

Для інших робіт кількість постів визначається аналогічно.

Трудомісткість робіт ТО і ПР автомобілів розподіляємо згідно з ОНТП-01-91 за видами робіт. Кожний вид робіт у свою чергу поділяється за місцем їх виконання на постові і дільничні. Розрахункові показники для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахункові показники робіт ТО і ПР автомобілів на СТО

Вид робіт	Розподіл за місцем виконання										
	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Постові роботи					Дільничні роботи			
			Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.	
%	$T_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Роботи ТО і ПР автомобілів:											
контрольно-діагностичні (двигун, гальма, електроустаткування, аналіз вихлопних газів)	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	–	–	–	–
технічне обслуговування в повному обсязі	15	6519,27	100	6519,27	3,16	3,48	1,85	–	–	–	–
мастильні	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	–	–	–	–
регулювання кутів керованих коліс	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	–	–	–	–
ремонт і регулювання гальм	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	–	–	–	–

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
електротехнічні	4	1738,47	80	1390,78	0,67	0,74	0,39	20	347,69	0,17	0,19
роботи за системою живлення	4	1738,47	70	1216,93	0,59	0,67	0,34	30	521,54	0,25	0,29
акумуляторні	2	869,24	10	86,92	0,04	0,05	0,02	90	782,31	0,38	0,43
шинні	2	869,24	30	260,77	0,13	0,14	0,07	70	608,47	0,29	0,33
ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	3476,94	50	1738,47	0,84	0,93	0,49	50	1738,47	0,84	0,93
кузовні й арматурні	25	10865,4	75	8149,09	3,95	4,47	3,08	25	2716,36	1,32	1,49
фарбувальні	16	6953,89	100	6953,89	3,37	3,81	2,63				
оббивні	3	1303,85	50	651,93	0,32	0,35	0,25	50	651,93	0,32	0,35
слюсарно-механічні	7	3042,33						100	3042,33	1,47	1,62
Разом робіт ТО і ПР	100	43461,7	76	33052,6	16,0	17,8	10,8	23	10409,1	5,05	5,62
Прибирання і миття автомобілів			100	708,00	0,34	0,37	0,20				
Приймання і видачі автомобілів			100	1062,00	0,51	0,57	0,60				
Передпродажної підготовки			100	840,00	0,41	0,45	0,40				
Антикорозійної обробки автомобілів			100	5130,00	2,49	2,74	2,42				
Всього робіт СТО				42562,6	20,6	22,9	14,9		10409,1	5,05	5,62

2.5 Організація виробничих підрозділів на СТО

Організацію виробничих підрозділів виконуємо на основі розрахунків кожного виду робіт ТО і ПР:

1. Визначаємо види робіт, які будуть виконуватись в зоні ТО і ПР.
2. Об'єднуємо різні види робіт ТО і ПР, які схожі за технологією виконання.
3. Об'єднуємо пости ТО і ПР.
4. Визначаємо перелік виробничих підрозділів.
5. Проведемо розподіл видів робіт ТО і ПР.

Результати формування виробничих підрозділів заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Виробничі підрозділи СТО

Виробниче приміщення	Перелік робіт	Трудо-мі-	Чисельність		К-сть
		сткість, люд.-год	робітників, чол.	Р _я	Р _ш
		$T_{\text{ТО і ПР}}$			$X_{\text{ТО і ПР}}^i$
Зона ТО і ПР	Постові роботи: - приймання видача автомобілів - контрольно-діагностичні; - регулювальні роботи - ТО в повному обсязі; - антикорозійна обробка кузова - мастильні роботи;	24329,78	11	12	8
Пост прибирання і миття автомобілів	- миття і прибирання	708	1	1	1
Зона кузовних робіт	- кузовні роботи	8149,09	4	4	3
Ремонтно-механічна дільниця	Дільничні роботи: - роботи за системою живлення; - електротехнічні роботи; - ремонт вузлів, систем і агрегатів	1782,18	1	1	-
На підприємстві не виконуються	Дільничні роботи: - шиноремонтні роботи - акумуляторні роботи;	1390,78	-	-	-

2.6 Організація робочих місць в зоні ТО і ПР

На основі прийнятої організації підрозділів та кількості постів ТО і ПР проводимо розподіл робіт між робочими місцями.

Таблиця 2.8 – Розподіл робіт та організація робочих місць

Номер поста	Номер робочого місця	Місце виконання	Вид робіт на робочому місці,
1	2	3	4
1-5	1	Зверху автомобіля	ТО і ПР двигуна та його систем. Електротехнічні роботи.
	2	Знизу автомобіля	ТО і ПР трансмісії рульового керування, двигуна, ходової частини, гальмівної системи
	3	Збоку автомобіля	ТО і ПР ходової частини, гальмівної системи. Шинні роботи.
6			Діагностування із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання
7			Регулювання кутів керованих коліс автомобіля
8			Антикорозійна обробка кузова автомобілів. Приймання і видача автомобілів.

Технологічне обладнання для зони ТО і ПР вибирається виходячи з переліку робіт, які тут виконуються.

Технологічне обладнання поділяється на три групи:

- основне технологічне обладнання;
- технологічна оснастка;
- пристрої та інструменти.

Вибране технологічне обладнання показане у відомості обладнання в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Відомість технологічного обладнання

Номер поста	Номер робочого місця	Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Модель, тип	К-сть, шт.	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²		Потужність, кВт
						Одиниці	Загальна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Підйомно-транспортне та підйомно-оглядове обладнання								
1-5	1,2,3	Підіймач електромеханічний	ПЕМ-4,5	5	—	—	—	6,6
Основне технологічне обладнання та прилади								
6	1	Стенд геометрії ходової частини	RAV TD 5080	1	980 x 940	0,92	0,92	0,7
7	1	Мотор-тестер	MT-800	1	550×600	0,33	0,33	0,25
1-5	2	Підіймач-візок для зняття і установки агрегатів	—	2	1170 x 730	0,85	1,7	—
1-5	1, 3	Пересувний пост мастильних робіт	—	2	1200×800	0,96	1,92	—
1-5, 8	1	Пересувний пост електрика	—	2	1100 x 600	0,66	1,32	—
1-5, 8	1,2,3	Пересувний пост слюсаря-авторемонтника	—	5	700 x 500	0,35	1,75	—
Організаційна оснастка та допоміжне обладнання								
1-8		Стелаж-вертушка для крипильних деталей	—	1	D 700	0,38	0,38	—
1-8		Верстак слюсарний	—	1	1200×700	0,84	0,84	—
1-8		Шафа для інструменту	—	1	800×400	0,32	0,32	—
1-8		Ящик для відходів	—	2	500×500	0,25	0,25	—

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-8		Бак для зливу моторного масла	–	1	500×600	0,3	0,3	–
1-8		Ящик для обтиральних матеріалів	–	1	500×500	0,25	0,25	–
1-8		Бак для зливу трансмісійного масла	–	1	500×600	0,3	0,3	–



РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

3.1 Вибір діагностичної моделі

Рівень розвитку об'єктів автомобільного транспорту дає можливість впровадження нових методів в діагностуванні автомобілів. Мірою оцінювання технічного стану автомобіля є параметр, оскільки автомобіль розглядається як складної технічна система. Відповідно до ДСТУ 2389-94 технічний стан характеризується значеннями параметрів, які визначені технічною документацією для певних умов експлуатації в певний час. Якщо окремий параметр виходить за свої допустимі межі виникає несправність або відмова.

Розглядаючи сучасні методи технічної діагностики, які визначені в багатьох наукових джерелах можна виділити найбільш перспективні з них. Методи, проаналізовані в першому розділі роботи базуються на впровадженні автоматизованих діагностичних систем.

Структура систем діагностування показана на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Структура системи діагностування

Об'єктом діагностування є система впорскування палива автомобільного двигуна. Методика діагностування системи впорскування палива базується на визначенні залежності між структурними параметрами та діагностичними параметрами стосовно об'єкта діагностування.

Причини несправностей можуть бути визначені на основі аналізу діагностичних параметрів. З цього можна робити висновки про зміну структурних параметрів. Залежність між структурними і діагностичними параметрами показана на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Модель системи діагностування

Параметричне діагностування передбачає автоматизований контроль діагностичних параметрів, розробку способів та технічних засобів зчитування

діагностичної інформації, а також пошук причин несправностей. В більшості методи діагностики відповідають стану систем діагностування автомобілів, що існують на даний час: методи зчитування діагностичних параметрів, що існують сьогодні, статистична обробка інформації діагностування, математичне моделювання робочого процесу. Описані методи мають певні недоліки:

- побудова автоматизованих систем значно ускладнена;
- знання, набуті експериментальним способом, досить важко адаптувати до зовнішнього та внутрішнього середовища, а також до змін об'єкту діагностування.

Формальне описання технічного об'єкта та його функціонування в справному та несправному стані являє собою моделювання робочого процесу. Така формалізація як правило характеризується аналітичними залежностями, які визначають певні параметри робочого процесу і описуються в аналітичній, табличній, графічній формах. На основі аналізу методів діагностування автомобілів враховуючи математичне моделювання можна визначити таке:

- отримання діагностичної інформації стає можливим з меншою кількістю елементарних перевірок. Такі перевірки можуть бути повністю виключені в деяких випадках;
- математична модель досить погано корелює з реальними фізичними процесами. Граничні умови застосування моделі спрощують її застосування і попереднє прийняття. При вимірюванні діагностичних параметрів можливі похибки. Граничні умови складно визначати. Вплив навколишнього середовища, побічні фактори носять містять ймовірнісний характер;
- аналітичні залежності, які показують взаємозв'язок між причинами несправностей та діагностичними параметрами досить складно отримати.

3.2 Формування діагностичних параметрів системи впорскування палива

Структурні та діагностичні параметри системи впорскування палива змінюються в процесі експлуатації. Вони визначають технічний стан системи, поступово змінюються, відображають працездатність системи в будь-який момент часу.

Індикаторні показники робочого процесу двигуна та його параметри залежать від багатьох факторів. На них впливають: технічний стан циліндро-поршневої групи, технічний стан механізму газорозподілу, стан компонентів системи запалювання, процеси іскоутворення і горіння суміші, газообмін, стан паливної апаратури та ін. За зміною показників і параметрів робочого процесу можна судити про зміну технічного стану двигуна.

Параметри, що формують робочий процес двигуна найбільш вірогідно інформують про вихід за допустимі межі параметрів і показників робочого процесу. Структурна схема системи керування двигуна показана на рисунку 3.3. З даної схеми можна судити про взаємозв'язок між компонентами різних систем двигуна. Схема дає можливість простежити залежності діагностичних параметрів з параметрами робочого процесу.

Технічний стан компонентів системи впорскування бензину постійно змінюється. Такі зміни впливають на циклову подачу палива, та її відхилення від нормативів в процесі експлуатації.

В процесі експлуатації форсунки різних циліндрів мають різний темп забруднення і карбонізації. Це характерно для двигунів з розподіленим упорскуванням палива, де для кожного циліндра паливо впорскується у впускний колектор перед впускним клапаном.

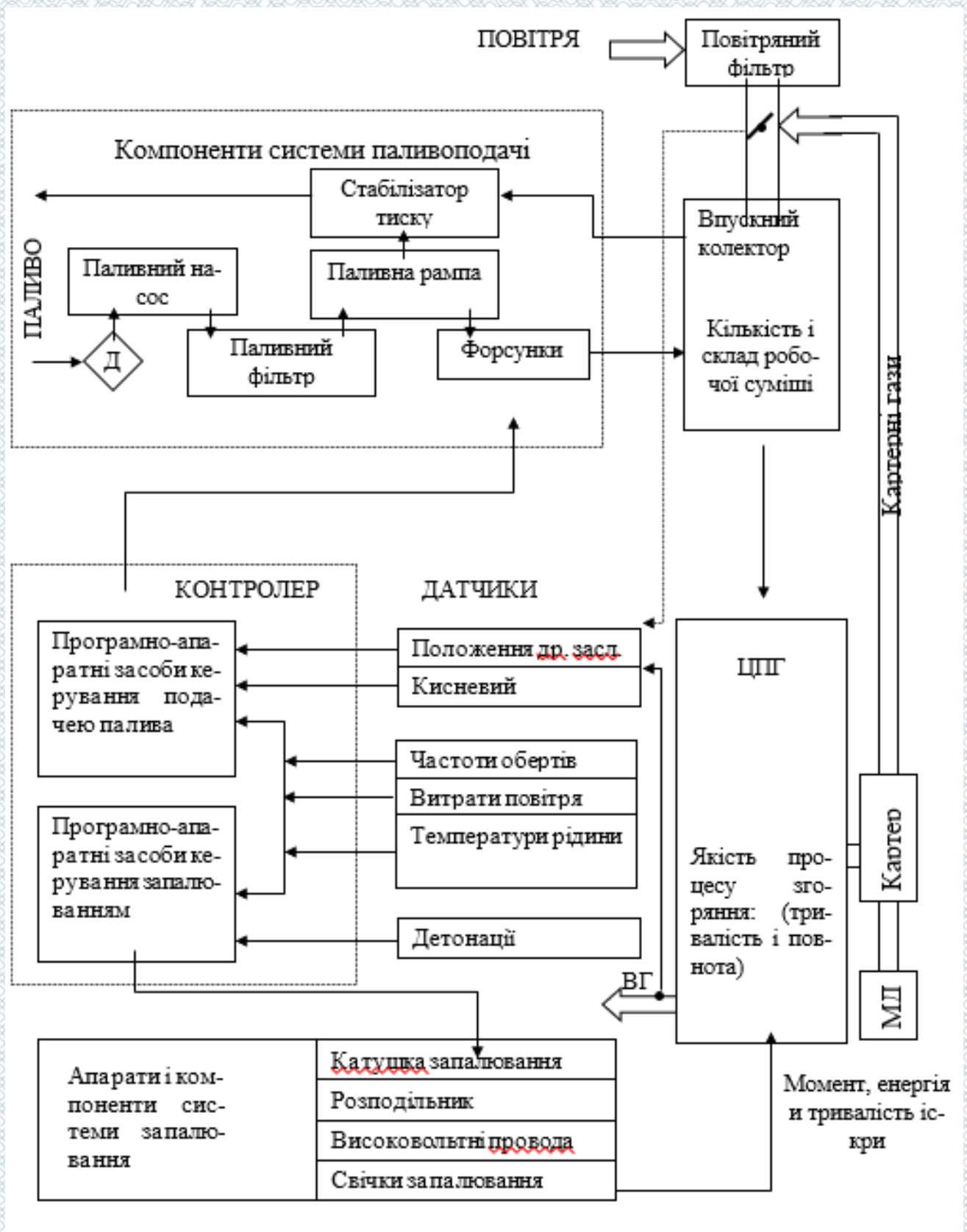


Рисунок 3.3 – Структурна схема системи впорскування палива

За один робочий цикл впорскується певна кількість палива одною форсуною,

$$G = \mu f_{\phi} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_T \cdot P_T} \cdot \tau_{\text{вп}}, \quad (3.1)$$

де μf_{ϕ} – перетин отворів розпилювача, м²;

ρ_T – щільність палива, кг/м³;

P_T – різниця тиску палива на розпилювачі, Н/м²;

$\tau_{\text{вп}}$ – час впорскування, с.

На основі аналізу приведеного виразу, можна відзначити, що відхилення циклової подачі залежить від наступних факторів:

- 1) зменшення перетину форсунки μf_{ϕ} внаслідок забруднення проточної частини розпилювача;
- 2) зменшенні різниці тиску палива ΔP_T внаслідок погіршення технічного стану регулятора або підкачуючого насоса;
- 3) зміни часу упорскування палива $\tau_{\text{вп}}$, з причини несправності в контролері, датчиках потенціометра дросельної заслінки, температури повітря, витрати повітря, температури охолоджуючої рідини, кисневого датчика.

Взаємозв'язок між робочим процесом двигуна і технічним станом елементів системи подачі палива показаний на схемі (рис. 3.4). Приведена структурна схема дає можливість визначити вплив появи несправностей на основні показники робочого процесу двигуна.

Відхилення ΔP_T і $\tau_{\text{вп}}$ для усіх форсунок є однаковими. Вони обумовлені несправностями у вузлах. Такі несправності є загальними для всієї системи. Перевірка технічного стану форсунки може бути виконана методом проливання. Такий метод визначений багатьма заводами-виробниками, [1, 4]. При застосуванні такого методу визначаються наступні параметри: час $\tau_{\text{п}}$, за який здійснювалось проливання, тиск палива в рампі $P_{\text{п}}$. Метод проливання має наступну технологічну послідовність.

В паливній рампі підвищується тиск палива до максимального значення P_{Π} . При цьому форсунки відключаються, а паливний насос працює. На час τ_{Π} включається одна з досліджуваних форсунок. Паливо впорскується у впускний колектор. Воно проходить через розпилюючі отвори. У впускному колекторі тиск рівний атмосферному – P_0 .

Кількість бензину dQ_{τ} , що вийде з рампи у впускний колектор за час $d\tau$ (в об'ємних частках):

$$dQ_{\tau} = \mu f_{\Phi} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_{\Pi} - P_0)}{\rho_{\tau}}} \cdot d\tau. \quad (3.2)$$

Бензин має коефіцієнт стиснення $\alpha_{\text{ст}}$. Обсяг палива V_{τ} в рампі, форсунках і регуляторі тиску бензину стиснутий до тиску P_{Π} попередньо, під час витікання розшириться і тиск P_{Π} у паливній рампі буде змінено на величину dp . Застосовуючи рівняння балансу можна визначити:

$$dQ_{\text{роз}} = dQ_{\tau}, \quad (3.3)$$

де $dQ_{\text{роз}}$ – бензин розширюється в рампі.

$$dQ_{\text{роз}} = \alpha_{\text{ст}} \cdot V_{\tau} \cdot dp, \quad (3.4)$$

Вираз набуде наступного виду:

$$\mu f_{\Phi} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_{\Pi} - P_0)}{\rho_{\tau}}} \cdot d\tau = \alpha_{\text{ст}} \cdot V_{\tau} \cdot dp, \quad (3.5)$$

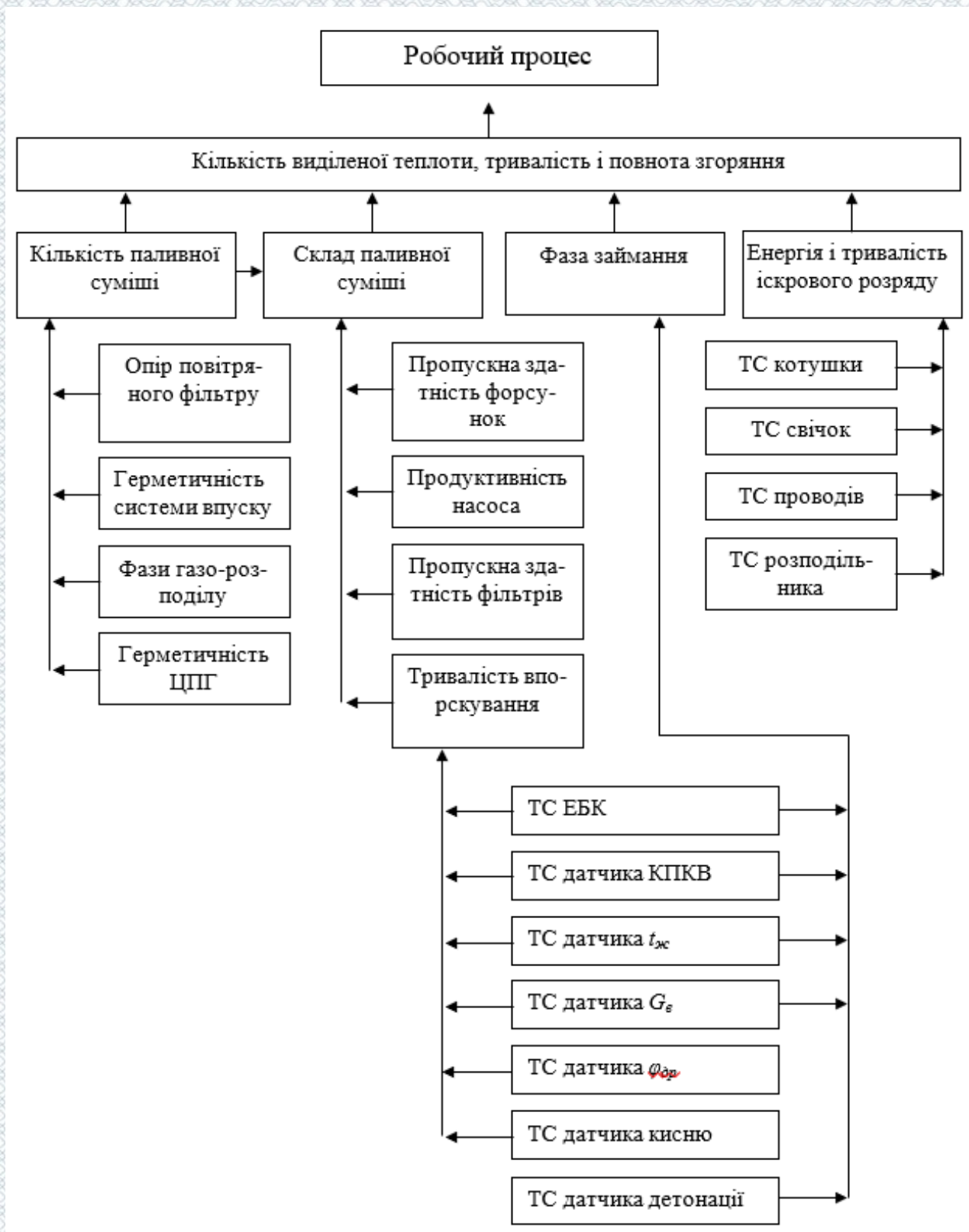


Рисунок 3.4 – Взаємозв'язок технічного стану системи впрскування палива з робочим процесом двигуна

Переходячи від нескінченно малих параметрів $d\tau$ і dp до кінцевих $\delta\tau$ і δp , та враховуючи (3.3) і (3.4), можна визначити:

$$\delta Q_T = \alpha_{ст} \cdot V_T \cdot \delta P_{п} = C \cdot \delta P_{п}, \quad (3.6)$$

де δQ_T – паливо однієї форсунки за час $\delta\tau$;

$\delta P_{п}$ – тиск, що змінюється при проливанні;

$C = \alpha_{ст} \cdot V_T$ – постійна величина.

Аналізуючи описані залежності можна сказати, що метод проливання оснований на фізичних основах і коливання тиску $\delta P_{п}$ при проливанні є параметром технічного стану, що свідчить, що він менший, тим менша частка палива, що подається та менше значення μf_{ϕ} .

Після виконання процедури проливання для усіх форсунок по черзі, маємо послідовність значень $\delta P_{п1}, \delta P_{п2}, \dots, \delta P_{пi}$. З приведеної послідовності визначимо максимальне значення $\delta P_{пmax}$. Всі інші значення ряду розділимо на це значення. Визначимо коефіцієнт технічного стану форсунок:

$$K_{\phi} = \frac{\delta P_{пi}}{\delta P_{пmax}}, \quad (3.7)$$

Виконання даної діагностичної процедури дає можливість визначити лише відносний технічний стан форсунок двигуна.


Технічні засоби можуть бути доповнені зразковою форсункою. Це підвищить ефективність діагностування. Разом з контрольованими форсунками проливають форсунку зразкову. Значення $\delta P_{п}$ зчитані для досліджуваних форсунок, ділять на $P_{пз}$ зразкової форсунки. Статична пропускна здатність зразкової форсунки $S_{\phi 0}$ дає можливість обчислити дійсну пропускну здатність контрольованих форсунок, визначивши K_{ϕ} кожної форсунки.

$$S_{\phi i} = S_{\phi 0} \cdot K_{\phi i}, \quad (3.8)$$

Описаний метод має певні недоліки. Зниження тиску δP_{Π} може виникнути не тільки при витоку палива через форсунку, але і через нещільності в паливопроводах, наприклад, у регуляторі тиску, у електро-насосі або в інших форсунках.

Виходячи з цього пропонується перевіряти сталість тиску в рампі перед проведенням таких перевірок для форсунки. Повільне падіння тиску в рампі недопустиме. Подаючи на іншу сторону датчика тиску постійний тиск, тиск проливання P_{Π} можна замінити на диференціальний тиск. Це підвищить точність вимірів.

Значення коефіцієнта надлишку повітря можуть бути скориговані для кожного циліндра двигуна відповідно до описаного вище. Циклова подача палива може бути визначена з урахуванням коефіцієнта технічного стану форсунок:



$$G_{\text{цп}} = G_{\text{цпв}} \cdot K_{\phi}, \quad (3.9)$$

де $G_{\text{цпв}}$ – вихідна циклова подача палива,

Тобто,

$$\alpha_{\text{ц}} = \frac{G_{\text{вц}}}{l_0 \cdot G_{\text{цпв}} \cdot K_{\phi}}, \quad (3.10)$$

де $\alpha_{\text{ц}}$ – коефіцієнт надлишку повітря.

На показники всіх циліндрів впливає технічний стан паливного насоса. Продуктивність насоса об'ємна:

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{нт}} \cdot \eta_{\text{н}}, \quad (3.11)$$

де $Q_{\text{нт}}$ – продуктивність насоса теоретична;

η_n —ККД насоса об'ємний.

ККД η_n об'ємний характеризує витік в насосі робочої рідини через зазори у робочих вузлах, тому він має зі структурними параметрами кількісний зв'язок. З причини зношення деталей вузла насоса, зазори і витіки збільшуються, а ККД - знижується.

По продуктивності, при тиску бензину в паливній рампі, що відповідає робочому, визначають технічний стан паливного насоса, а справність регулятора визначають за зміною робочого тиску подачі розрідження впускного колектора та вимкненні його. Якщо користуватися методом проливання, то необхідно вимірювати такі параметри для діагностування компонентів системи паливоподачі: час проливання $\tau_{\text{п}}$, продуктивність насоса Q_n , тиск бензину в рампі $P_{\text{п}}$.

Тривалість імпульсу $\tau_{\text{вп}}$, який подається від ЕБК до електромагнітної форсунки та її котушки, залежить від технічного стану блока керування і датчиків, що подають інформацію до нього. Тривалість можна виміряти безпосередньо. У електронних блоках керування цей параметр можна зчитати через діагностичний роз'єм OBD, як і параметри датчиків.

Система подачі повітря має певні відхилення, зв'язані з технічним станом повітряного фільтра. Пошкодження щільності та герметичності впускного тракту або несправностей газорозподільного механізму. Для визначення дефектів у системі впуску досить вимірити розрідження у впускному колекторі сенсором розрідження [24].

Основними параметрами форсунки є:

1. Робочий тиск в порожнині форсунки. Він такий як робочий тиск P_s системи.
2. Продуктивність (пропускна спроможність) форсунки у відкритому стані ($\text{см}^3/\text{хв}$)
3. Напруга надійного спрацьовування форсунки мінімальна (напруга у вольтах).
4. Час циклової подачі палива (надійно керований час мінімальний

відкритого стану форсунки – в мс).

5. Омичний опір R_{ϕ} форсунки.

Розглянемо внутрішній омичний опір R_{ϕ} форсунки. Котушка соленоїда намотана мідним дротом, тому величину R_{ϕ} більше 2...3 Ом отримати неможливо (вимога індуктивності L_s котушки). При цьому для обмеження робочого струму I_{ϕ} форсунки включають додатковий резистор послідовно з котушкою соленоїда певної величини. Також використовують обмотувальний дріт з високим питомим опором, що виключає необхідність установки додаткових резисторів (для котушки соленоїда). В будь-якому випадку загальний середній струм впорскування на двигуні не повинен бути більше значення 3...5 А для управління відразу усіма форсунками (чи групою форсунок). В окремих випадках на багатоциліндрових двигунах застосовують управління форсунками групами. Такий підхід передбачає, що форсунки об'єднані в групи, і від окремого електронного блоку керується кожна група форсунок [30, 31].

3.3 Розробка моделі системи впорскування палива

Математична модель системи впорскування палива описує робочий процес системи в аналітичній формі.

Повітряні зазори форсунки, що мають помітний вплив на техніко-експлуатаційні показники та електротехнічні параметри, можуть бути описані формулою, [20, 24]:

$$\Delta_{pz} = \Delta_{1pz} + \Delta_{2pz} \quad (3.12)$$

де Δ_{1pz} - робочий зазор початковий, м;

Δ_{2pz} - робочий зазор кінцевий, м.

Конструктивний параметр електромагнітної форсунки, що діагностується

може бути описаний за такою формулою:

$$КП = 1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{P_E}{\delta_{я}}} \quad (3.13)$$

де P_E - тягове зусилля електромагніта, Н;

$\delta_{я}$ – величина зміщення якоря, мм.

Спершу вибирають P_E орієнтовно за розробленою номограмою.

Величина ходу якоря електромагніта може бути представлена залежністю в загальному вигляді



$$\delta_{я} = \Delta_{1рз} \quad (3.14)$$

Ефективність форсунок в цілому залежить від тягової і механічної характеристик. Механічна характеристика це залежність протидіючої сили P_M , під дією пружини і силою, від переміщення якоря. Тягова – це залежність зусилля P_E електромагнітного від величини зміщення якоря $\delta_{я}$.

Конструктивний параметр форсунки по спеціальній номограмі дозволяє вибрати діаметр якоря, параметри котушки електроприводу (діаметр обмотки котушки, висота, опір довжина), а також зовнішній і внутрішній діаметри електромагніту. На кінцевому етапі визначають жорсткість пружини з розрахунку форсунки та електротехнічні параметри магніту форсунки, [15, 21].

Зусилля електромагніта тягове (магніторушійна сила) можна визначити залежністю

$$P_з = (\mu_0 \cdot \varphi^2 \cdot F_E^2 \cdot S) / 2 \cdot \delta_з^2 \quad (3.15)$$

де μ_0 – магнітна постійна Гн/м;

φ – коефіцієнт поправочний;

F_E – магніторушійна сила котушки, А;

S – площа пояса якоря, м².

Магніторушійна сила котушки (електромагніта) повна може бути описана формулою:

$$P_E = (\omega \cdot U_E) / R_E \quad (3.16)$$

де, ω – кількість витків котушки;

U_E – напруга, В;

R_E – опір котушки, Ом.

Час відкритого стану голки форсунки відповідає часу імпульсу струму, що поступає на обмотку електромагніту (в найкращому випадку). Зусилля електромагніта пропорційне силі магнітного потоку.

Магнітний потік досягає максимального значення не миттєво в магнітопроводі форсунки, а через розрахований проміжок часу:

$$\tau_{max} = (4 \dots 5) \cdot L_\Phi / r_\Phi \quad (3.17)$$

де L_Φ – індуктивність електромагніту форсунки, Гн ;

r_Φ – активний опір форсунки, Ом.

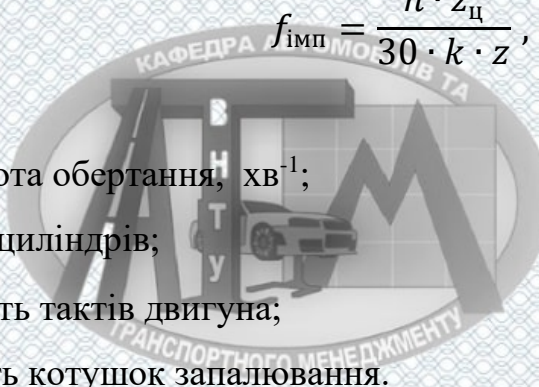
Швидкодія форсунки визначається індуктивністю обмотки масою запірною елемента і жорсткістю зворотної пружини. У деяких форсунках може бути два ланцюги електронного управління. Перша (форсуюча) обмотка призначена для швидкого відкриття клапана форсунки, по якій проходить струм великої сили для подолання сили опору пружини і сили інерції конуса форсунки, що закриває отвір.

Щоб утримувати клапан форсунки у відкритому стані не потрібен струм

великої сили. Управління електромагнітом забезпечує низьку теплову напруженість та чітке спрацьовування форсунки і переходить на утримуючий ланцюг з великим опором.

Тимчасові осцилограми перехідних процесів, що описують процеси в механічній та електричній частинах форсунки, наведено на рис. 3.5. Тривалість і форма і імпульсів керування показані осцилограмою напруги 1.

Для сучасного бензинового двигуна частота слідування прямокутних імпульсів напруги, що залежить від числа циліндрів і котушок запалювання, частоти обертання колінчастого валу, може бути визначена таким чином:

$$f_{\text{імп}} = \frac{n \cdot z_{\text{ц}}}{30 \cdot k \cdot z} , \quad (3.18)$$


де n - частота обертання, хв^{-1} ;

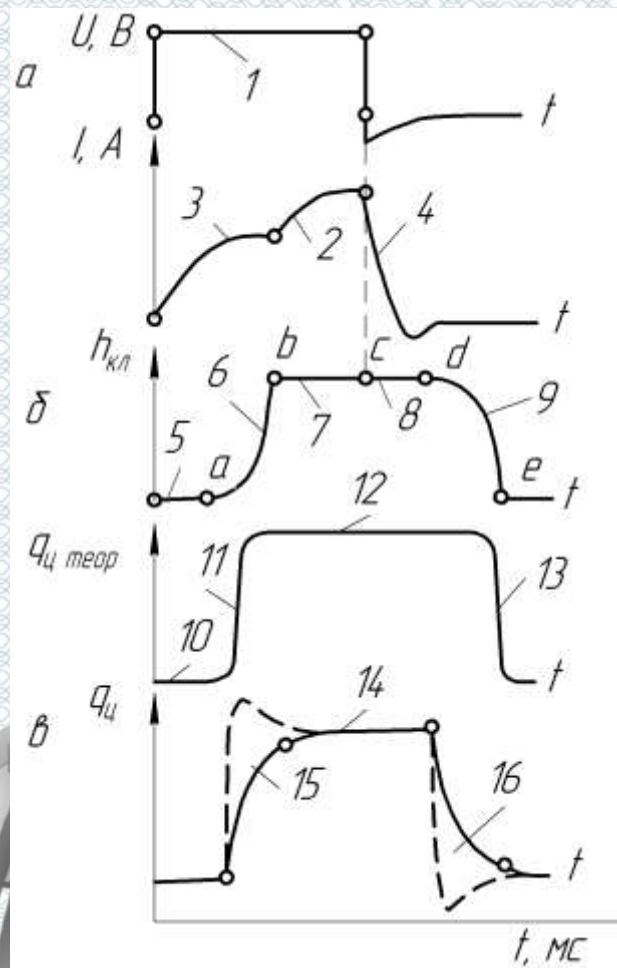
$z_{\text{ц}}$ - число циліндрів;

k - кількість тактів двигуна;

z - кількість котушок запалювання.

Величина струму, що проходить через обмотку форсунки, змінюється за експоненціальним законом (крива 2) після її спрацьовування. Це обумовлено недостатньо точним дозуванням палива та характером відпускання клапана у часі, що є нечітким (крива 4). На осцилограмі струму (крива 2) точка, що залежить від точки b - час відкриття $t_{\text{спр}}$, - момент закриття клапана, [19].

У процесі функціонування форсунки спрацьовує електромагніт. Під час перехідного процесу електромагніт залишається нерухомим протягом часу $t_{\text{пр}}$. Це діє від початкового до кінцевого положення b (рис. 3.5). Потім пересувається у відповідну точку b на осі на величину $h_{\text{кл}}$.



а – струм і напруга в обмотці; б – переміщення клапана; в – циклові подачі (фактична $q_{ц}$ і теоретична $q_{ц\ теор}$); 1 – напруга; 2-4 – струм; 5 - положення клапана закритє; 6 – рух клапана; 7 – стан клапана відкритий; 8 – затримка відкриття клапана; 9 –переліт клапана зворотній; 10- затримка подачі клапана циклової; 11 –початок циклової подачі палива; 12 –подача палива теоретична; 13 – зниження подачі палива теоретичне; 14 –подача палива фактична; 15 – збільшення подачі палива; 0 –положення клапана закритє; точка а – початок; точка б – закінчення пересування клапана; точка с - закінчення подачі струму; точка d - початок руху клапана у зворотному напрямку; точка е - закінчення пересування клапана.

Рисунок 3.5 – Осцилограми процесів в форсунках в електронних і механічних частинах

У момент спрацювання електромагніту форсунки струм в його обмотці стає рівним величині $t_{\text{спр}}$, що забезпечує співвідношення електромагнітної сили і сил, що діють проти руху сердечника. Час спрацювання $t_{\text{спр}}$, за який струм наростає до $I_{\text{спр}}$, залежить від параметрів електромагніту і його навантаження, умов її живлення, схеми включення обмотки в систему управління. Для одного і того ж електромагніту продовжність спрацьовування буде різною при різному навантаженні.

Магнітний потік зникає не відразу після завершення дії керуючого імпульсу. Зусилля зменшується поступово, забезпечуючи притягання якоря до сердечника. Час спрацьовування і час відпускання магніту на частотах 500 Гц і вище не залежать від часу імпульсу струму і є некерованим тимчасовим параметром, що визначений конструкцією. Магнітний потік досягає свого максимуму через деякий час через наявність індуктивності котушки після подавання напруги до обмотки форсунки.

У форсунці двигуна клапан відкривається і закривається пізніше початку проступання і завершення подачі струму і керуючого імпульсу. Це відбувається з деяким запізненням.

Тривалість спрацювання форсунки відповідає часу від початку подачі струму до повного відкриття. Якір затримується на місці при подачі напруги на виводи котушки (клапан закритий). В цьому випадку струм не досягає необхідного значення. Струм спадає не миттєво після переривання кола. Пружина і потік палива пришвидшують рух клапана, що зменшує час закриття електромагнітної форсунки. Час від моменту надходження керуючого струму до повного закриття клапана називають часом відпускання. Запізнення спрацьовування форсунки визначає зменшення витрати палива, а збільшення часу закриття клапана - збільшенням його подачі.

Між якорем керуючого магніту і паливним клапанним вузлом жорсткий зв'язок, тому тимчасова діаграма відкриття пов'язана з динамікою електромагнітної частини форсунки однозначно, [2, 19].

Тривалість часу впорскування можна визначити формулою:

$$t_{цв} = t_{имп} - (t_{пр1} + t_{р1}) + (t_{пр2} + t_{р2}) \quad (3.19)$$

де $t_{имп}$ - тривалість імпульсу, мс;

$t_{пр1}$ і $t_{пр2}$ - час руху при відкритті (запізнення початку) і закриття клапана (час зависання), мс;

$t_{р1}$ і $t_{р2}$ - час переміщення затвора при відкриванні і закриванні, мс.

Часом початку запізнення переміщення (відрізок 0 - a) – це час перехідних електротехнічних процесів, що залежить від моменту подачі напруги та проходження струму через електромагніт до початку руху якоря. Потрібен певний час на переліт якоря з положення закритого стану клапана, у положення b відкритого стану – це час перельоту якоря (відрізок $a-b$).

Сума часу початку руху і сумарного часу руху якоря складає час спрацювання електромагніту (відрізок 0- b).

Після переривання струму в обмотці є затримка магнітного потоку в серцевині електромагніту. Зворотній рух якоря не починається одразу. Зусилля для цього не достатньо.

Відрізок $c-d$ - час протягом якого зменшується зусилля від максимального до запізнювання закриття. Відрізок $d-e$ - час зворотного руху якоря. Цей час визначає час відпускання електромагніту, час імпульсу струму – відрізок 0- c . Відрізок $c-e$ - час відпускання клапана. Електромагнітна форсунка характеризується швидкодією, що визначена часом відкриття і закриття клапана. На основі цього можна дійти висновку, що тривалість спрацювання (відпуск) визначається виразом:

$$t_{ср} = t_{тр} + t_{дв} \quad (3.20)$$

де $t_{тр}$ - час початку переміщення від моменту замикання (розмикання) кола

до моменту початку переміщення клапана, с;

$t_{дв}$ - час переміщення клапана, с.

Тривалість відкривання (спрацьовування) клапана некерована включає час початку переміщення і безпосереднього переміщення [9, 27]:

$$t_{0\text{ кл}} = t_{0a} + t_{ab} \quad (3.21)$$

Тривалість закриття некерована включає в себе час на переміщення клапана у зворотному напрямку [9, 27]

$$t_{з\text{ кл}} = t_{cd} + t_{de} \quad (3.22)$$

Час протягом початку руху клапана форсунки може бути визначений залежністю:

$$t_{тр} = \frac{L_{ке} \delta_{я} \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{I_{тр}}{I_{y}}} \right)}{R}, \quad (3.23)$$

де $L_{ке}$ – індуктивність котушки електромагніту, Гн;

R – активний опір котушки, Ом;

I_{y} – струм в котушці електромагніту, А;

$I_{тр}$ – струм початку руху клапана, А.

Індуктивність котушки форсунки з величиною струму $L_{ке}$ визначається за виразом:

$$L_{ке} = \frac{\omega^2}{2 \cdot \frac{\delta_{я}}{S_3 \cdot \mu_0} + \frac{l_c}{S_c \cdot \mu_c}}, \quad (3.24)$$

де ω – кількість витків;

l_c – довжина середньої лінії;

$\delta_{\text{я}}$ – зазор між сердечником і якорем;

S_z – поперечний переріз зазору;

S_c – поперечний переріз сердечника.

Через деякий час після подачі струму до обмотки електромагніту магнітний потік досягає максимального значення. Сила притягання якоря форсунки до сердечника супроводжується наростанням магнітного потоку.

Час руху клапана форсунки можна в наближеному значенні визначити з рівняння:



$$t_{\text{ДВ}}^2 = \frac{\delta_{\text{я max}}}{50 \cdot a}, \quad (3.25)$$

де a - прискорення клапана дозатора, м/с^2 .

Прискорення клапана форсунки залежить від сил, що діють на деталі форсунки, і від їх маси:

$$a = \frac{P_{\text{м}} - P_{\text{д}}}{m}, \quad (3.26)$$

де $P_{\text{м}}$ – зусилля електромагніту, Н;

$P_{\text{д}}$ – зусилля внаслідок перепаду тиску на вході і виході форсунки, Н;

m – маса клапана форсунки, кг

Зусилля від різниці тисків на вході і виході форсунки рівне:

$$P_d = (p_{вх\ max} - p_{вх\ min}) \cdot S, \quad (3.27)$$

де $p_{вх\ max}$ – максимальний тиск, Па;

$p_{вх\ min}$ – мінімальний тиск, Па;

S – площа ущільнення, мм².

З формул (3.13-3.15) отримаємо значення зусилля:

$$P_m = \frac{0,02 \cdot \delta_{я\ max} \cdot m}{t_{дв}^2} + (p_{вх\ max} - p_{вх\ min}) \cdot S, \quad (3.28)$$

Задамо час спрацьовування дозатора $t_{ср} = 2,0$ мс. Прийmemo $t_{тр} = 1,0$ мс і $t_{дв} = 1,0$ мс. Виходячи з цього можна визначити вимоги до основних елементів форсунки. У виразі (2.23) при $I_{тр}/I_y < 0,3$ значення логарифма буде 0,5 і менше. Таким чином, для електромагніту форсунки повинна виконуватися нерівність:

$$\frac{L_{ке} \delta_{я}}{R} < 0,002 \text{ с}, \quad (3.29)$$

Отримаємо зусилля, що розвивається електромагнітом форсунки, перетворюючи рівняння (3.27),:

$$P_m = 0,02 \cdot \delta_{я\ max} \cdot m + (p_{вх\ max} - p_{вх\ min}) \cdot S, \quad (3.30)$$

Магнітне зусилля форсунки пропорціональне величині сили магнітного потоку в сердечнику. Через наявність індуктивності котушки магнітний потік досягає максимального значення через певний час після подавання напруги до електромагніту.

Параметром форсунки, що керує нею є час відкритого стану клапана. Жорсткість поворотної пружини не значно впливає на дозування. Тривалість

електричного імпульсу, що поступає до форсунки від блоку керування визначає кількість палива, що впорскується. Частота спрацьовування форсунки, відповідає частоті тактів двигуна, що забезпечує розподіл паливної суміші між циліндрами двигуна. Період імпульсів t керування форсункою 4-х тактного двигуна можна визначити формулою:

$$t = \frac{1}{f_{max}}, \quad (3.31)$$

де f_{max} - максимальна частота спрацьовування форсунки, c^{-1} .

Важливими характеристиками електромагнітної форсунки є статична і динамічна продуктивності. Статична продуктивність визначає кількість палива, що впорскується через форсунку в одиницю часу при певному тиску і відкритті клапана форсунки:

$$g_0 = \frac{Q_{цт}}{t_{цв}}, \quad (3.32)$$

де $Q_{цт}$ - подача палива циклова, $см^3$;

$t_{цв}$ - тривалість відкриття форсунки, хв.

Подача палива форсунки може бути визначена в залежності від часу і форми імпульсу:

$$Q_{цт} = \mu_{\phi} f_{\phi} t_{цв} \sqrt{2/\rho_{\tau}} \sqrt{p_{ср}}, \quad (3.33)$$

де $\mu_{\phi} f_{\phi}$ - площа перерізу отвору, $см^2$;

$p_{ср}$ - перепад тиску на отворі між входом і виходом форсунки, Па;

ρ_{τ} - щільність палива, $кг/см^3$;

$t_{цв}$ - час відкриття форсунки, с.

Величини $\mu_{ф} f_{ф}$, $\rho_{т}$ і $p_{ср}$ є постійними, тому шляхом зміни тривалості керуючого імпульсу, можна керувати подачею палива.

Шляхом подання на форсунку імпульсів визначають динамічну продуктивність ($\text{мм}^3/\text{цикл}$). Контрольна тривалість вибирається без навантаження двигуна.

По декількох характерних точках будують витратну характеристику (рис. 3.6). Для певних досліджуваних форсунок достатньо застосувати кілька точок статичної і динамічної характеристик.

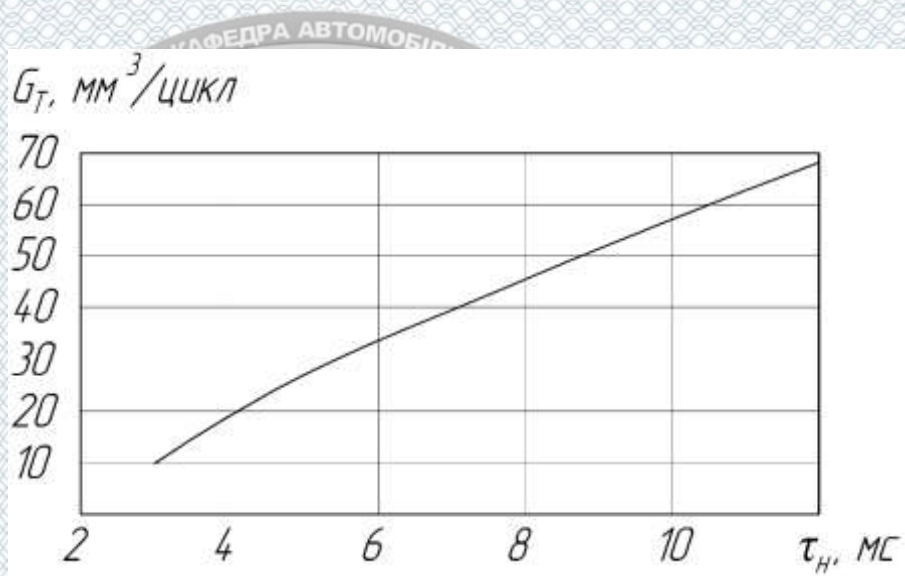


Рисунок 3.6 – Залежність подачі палива від часу відкритого стану форсунки.

3.4 Розробка алгоритмів діагностування системи впорскування палива

Алгоритм діагностування визначений з періодом $T_T = 1 \div 2$ у режимі окремих зчитувань. Тривалість режиму зчитувань вибирається діагностом. Робота алгоритму починається запуску.

Алгоритм включає три процедури:

- 1) контроль форсунок;
- 2) контроль стабілізатора і насоса;
- 3) контроль коефіцієнта надлишку повітря.

Результати вимірів, одержувані від датчиків є вхідною інформацією для роботи алгоритму. Дані вводиться оператором або зчитуються з бази даних.

Інформація, одержувана від датчиків:

- тиск палива для форсунок P_p при проливанні;
- величина падіння тиску δP_p при проливанні;
- робочий тиск палива P_T ;
- температура бензину t_p ;
- циркуляція палива $G_{цп}$;
- витрата палива G_p ;
- витрата повітря двигуном $G_{пов}$.

Датчиком тиску вимірюється тиск P_p , δP_p і P_T . Від датчика витрати палива також надходить інформація $G_{цп}$ і G_p .

Інформація бази даних:

- щільність палива ρ_p при $t = 20^\circ\text{C}$;
- коефіцієнт зміни щільності β_p ;
- продуктивність насоса $Q_{нн}^*$;
- максимальний тиск системі P_{Tmax}^* ;
- мінімальний тиск системі P_{Tmin}^* ;
- продуктивність форсунок $S_{ф0}$, $S_{ф}$, (зразкової і робочої);

- коефіцієнт надлишку повітря α_{xx} ;
- допуск на коефіцієнт $\Delta\alpha$.

Інформація, що вводиться оператором:

- число замірів "Вибір N";
- тривалість проливання форсунок за цикл $\tau_{цп}$.

Таблиця 3.1 - Алгоритм "Контроль форсунок"

Позначення параметра	Найменування параметра
1. $P_{пп}, P_{пк}$	Тиск палива в рампі при проливанні - початковий і кінцевий
2. $\delta P_{п} = P_{пп} - P_{пк}$	Падіння тиску палива для даної форсунки
3. $\delta P_{п0}$	Падіння тиску палива для зразкової форсунки
4. $K_{\phi i} = \frac{\delta P_{пi}}{\delta P_{п0}}$	Коефіцієнт стану і-ої форсунки ($i=1,2,\dots,z$)
5. $S_{\phi i} = S_{\phi 0} \cdot K_{\phi i}$	Продуктивність і-ої форсунки
6. $\Delta S_{\phi} = \pm 3\%$	Допуск на продуктивність
7. $S_{\phi н} = S_{\phi} - \Delta S_{\phi}$	Нижня межа продуктивності
8. $S_{\phi в} = S_{\phi} + \Delta S_{\phi}$	Верхня межа продуктивності
9. $S_{\phi i} > S_{\phi н}$	Форсунка справна
10. $S_{\phi i} < S_{\phi в}$	Форсунка справна
11. $S_{\phi i} < S_{\phi н}$	Форсунка несправна
12. $S_{\phi i} > S_{\phi в}$	Форсунка несправна

Таблиця 3.2 - Алгоритм "контроль стабілізатора тиску і бензонасоса"

Позначення параметра	Найменування параметра
1	2
1. $P_{т}^*$	Робочий тиск у рампі (із бази даних)
2. $\Delta P_{т}^* = \pm 2,5\%$	Допуск на робочий тиск
3. $P_{тв}^* = P_{т}^* + \Delta P_{т}^*$	Робочий тиск. Верхня межа
4. $P_{тн}^* = P_{т}^* - \Delta P_{т}^*$	Робочий тиск. Нижня межа
5. $P_{т1}$	Робочий тиск. Відключений впускний колектор
6. $P_{т2}$	Робочий тиск. Підключений впускний колектор
7. $P_{т1} < P_{тв}^*$ $P_{т1} > P_{тн}^*$ $P_{т1} > P_{т2}$	Стабілізатор тиску справний
8. $P_{т1} > P_{тв}^*$ $P_{т1} = P_{т2}$	Стабілізатор тиску несправний
9. $P_{т1} < P_{тн}^*$	Несправний насос або стабілізатор тиску

Продовження таблиці 2.2

1	2
10. Q_{HH}^*	Нижня межа продуктивності (із БД)
11. $G_{\text{цп}}$	Масова циркуляція палива в системі
12. $Q_{\text{H}} = 16,66 \cdot \frac{G_{\text{цп}}}{\rho_{\text{п}} - \beta_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}}}$	Продуктивність насоса
13. $\rho_{\text{п}}, \beta_{\text{п}}$	Щільність палива (із БД)
14. $Q_{\text{H}} > Q_{\text{HH}}^*$	Насос справний
15. $Q_{\text{H}} < Q_{\text{HH}}^*$	Насос несправний
16. $Q_{\text{H}} > Q_{\text{HH}}^*$ $P_{\text{T1}} < P_{\text{TH}}^*$	Стабілізатор тиску несправний. Насос справний

Таблиця 2.3 - Алгоритм процедури оцінки коефіцієнта надлишку повітря по циліндрах

Позначення параметра	Найменування параметра
1. l_0	Кількість повітря (із БД) теоретично необхідна
2. $G_{\text{пов}}$	Витрата повітря
3. $G_{\text{п}}$	Витрата палива
4. $\alpha_{\text{ср}} = \frac{G_{\text{пов}}}{l_0 \cdot G_{\text{п}}}$	Середній коефіцієнт надлишку повітря
5. $\alpha_{\text{ХХ}}$	Середній коефіцієнт надлишку повітря на Х.Х. (із БД)
6. $\Delta\alpha$	Допуск на коефіцієнт надлишку повітря (із БД)
7. $\alpha_{\text{в}} = \alpha_{\text{ХХ}} + \Delta\alpha$	Верхня межа середнього α
8. $\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{ХХ}} - \Delta\alpha$	Нижня межа середнього α
9. $\alpha_{\text{ср}} > \alpha_{\text{в}}$	Суміш бідна
10. $\alpha_{\text{ср}} < \alpha_{\text{н}}$	Суміш багата
11. $\alpha_{\text{ср}} < \alpha_{\text{в}}$ $\alpha_{\text{ср}} > \alpha_{\text{н}}$	Склад суміші в нормі

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Фактична або повна сума інвестиційних вкладень в методику діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі визначається в результаті проведення калькуляції основних статей витрат. Дана методика втілюється в технологію діагностування і впроваджується на СТО.

Трудомісткість науково-дослідної діяльності базується на наступній інформації: кількість макетів (набори даних вхідної інформації) для процесу моделювання; кількість різновидів форм вихідної інформації; ступінь новизни групи задач (задачі) - А – задачі, які передбачають використання принципово нових методів розробки, проведення науково-дослідних робіт.

Таблиця 4.1 – Вхідна інформація для визначення трудомісткості дослідницької діяльності

Найменування	Ступінь новизни	Складність алгоритму	Вид інформації	Кількість макетів вхідної інформації	Кількість макетів вихідної інформації	Формування баз знань
Параметр	Б	А	БД	3	5-6	Високого рівня
Нормативні дані визначені на основі вхідної інформації						
		36	$k_{\text{стан.}} - 0,7$	$N_{\text{час}} - 125$	$k_{\text{скл}} - 1,08$	$k_{\text{м}} - 1$

Загальну трудомісткість можна визначити за формулою:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{час}} \cdot k_{\text{скл}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{станд}} \cdot k_{\text{станд ПП}}, [\text{людино дні}] \quad (4.1)$$

де $T_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість, людино-дні;


$N_{\text{час}}$ – норма часу, людино-дні;

$k_{\text{станд.ПП}}$ – коефіцієнт розробки стандартного ПП (норму часу слід коректувати за допомогою коефіцієнта використання стандартного математичного забезпечення, який становить 1,2 – 1,6).

$$T_{\text{заг}} = 125 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 = 122,5 \text{ (людино днів)}$$

Визначення необхідної кількості розробників.

Необхідна чисельність працівників, необхідних для розробки визначається згідно з формулою:



$$Ч = \frac{T_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{р.ч.}} \cdot \frac{t_{\text{розр.}}}{12}}, \text{ [осіб]} \quad (4.2)$$

де $Ч$ - необхідна чисельність розробників ПП, осіб;

$T_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість, людино-дні;

$\Phi_{\text{р.ч.}}$ – річний фонд робочого часу (встановлюється трудовим законодавством на кожен рік, днів);

$t_{\text{розробн}}$ – запланований строк розробки, місяці.

$$Ч = \frac{122,5}{250 \cdot \frac{3}{12}} = 0,4 \approx 1 \text{ (особа).}$$

Для визначення мінімальної тарифної ставки, тобто тарифної ставки першого розряду використовуємо наступну формулу:

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{ЗП_{\text{мін}}}{\Phi_{\text{нм}}} \cdot K_2, \text{ [грн]} \quad (4.3)$$

де $ЗП_{\min.}$ – мінімальна заробітна плата (згідно чинного законодавства), грн.;
 $\Phi_{\text{нм}}$ – номінальний місячний фонд робочого часу одного працівника, год.
(відповідно до Галузевої угоди);
 K_2 – галузевий коефіцієнт.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{4723}{162} \cdot 1,25 = 36,44 \text{ (грн.)}$$

Для розрахунку тарифної ставки інших розрядів використовуємо тарифні коефіцієнти і наступну методику розрахунку:

$$T_{\text{ст}}^i = T_{\text{ст}}^1 \cdot K_m^i, \text{ [грн]} \quad (4.4)$$

де K_m^i - тарифний коефіцієнт і-го розряду.

Розрахуємо тарифну ставку для працівників 5-го розряду.

$$T_{\text{ст}}^5 = 36,44 \cdot 1,96 = 71,42 \text{ (грн);}$$

Складаємо штатний розклад виробничих робітників відповідно до визначеної потреби у працівниках.

Таблиця 4.2 - Штатний розклад розробників зайнятих в науково-дослідницькій діяльності

Посада	Тарифний розряд	Кількість працівників, чол.	Тарифна ставка, грн.	Середньо годинна тарифна ставка, грн.
Інженер-механік	5	1	71,42	71,42
Штатна чисельність працівників		1	-	71,42

Розрахунок фонду основної і додаткової заробітної плати.

До фонду основної заробітної плати включають заробітну плату розраховану в межах встановлених норм по тарифу.

$$ЗП_{осн} = T_{с.год} \cdot \Phi_{вр} \cdot P_{ш}, [\text{грн}] \quad (4.5)$$

$$ЗП_{осн} = 71,42 \cdot 336 \cdot 1 = 23997,93 \text{ (грн)}.$$

Фонд додаткової заробітної плати включає в себе різні види доплат- за професійну майстерність – 20%, за інтенсивність – 12% від основної заробітної плати дослідників та суму нарахованої премії, тощо. Розміри цих доплат встановлюються відповідними законодавчо-нормативними актами, а розмір премії - діючим на підприємстві Колективним договором. Проводимо розрахунки і формуємо фонд додаткової заробітної плати.

$$ЗП_{дод} = 4799,58 + 2879,75 + 5999,48 = 13678,81 \text{ (грн)}.$$

Плановий фонд оплати праці складається з фонду основної заробітної плати та фонду додаткової заробітної плати:

$$\Phi ОП = ЗП_{осн} + ЗП_{дод}, [\text{грн}] \quad (4.11)$$

$$\Phi ОП = 23997,93 + 13678,81 = 37676,74 \text{ (грн)}.$$

Розрахунок єдиного соціального внеску.

Єдиний соціальний внесок розраховується за формулою

$$B_{ЄСВ} = \frac{ВВ_{ЄСВ}}{100} \cdot \Phi ОП, [\text{грн}] \quad (4.12)$$

де $ВВ_{ЄСВ}$ -відсоток відрахувань єдиного соціального внеску, %.

$$B_{\text{СВ}} = \frac{22}{100} \cdot 37676,74 = 8288,88 \text{ (грн).}$$

4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Суму амортизаційних відрахувань для груп обладнання основних засобів розраховується залежності від норм амортизації визначених в Податковому кодексі України та терміну використання в дослідницьких цілях (у місяцях)

$$A_A = \frac{15687 \cdot 20}{100} \cdot \frac{2}{12} = 522,9 \text{ (грн)}$$

Витрати на силову електроенергію під час проектувальних заходів

$$B_c = 1,68 \cdot 0,57 \cdot 336 \cdot 0,8 = 257,40 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо загальновиробничі витрати, які приймаються від 5 до 15% від основної заробітної плати дослідників зайнятих у даному інвестиційному проєкті.

На основі проведених розрахунків складаємо кошторис інвестиційних витрат за наступною формою.

Таблиця 4.3 – Кошторис інвестиційних витрат методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

Статті витрат	Умовне позначення	Сума, грн.	Структура, %
1	2	3	4
Заробітна плата основна	$ЗП_{\text{осн}}$	23997,93	48,36

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Заробітна плата додаткова	$ЗП_{\text{доп}}$	13678,81	27,56
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$B_{\text{ССВ}}$	8288,88	16,70
Амортизаційні відрахування	A_A	522,9	1,05
Витрати на електроенергію	B_c	257,40	0,52
Загальновиробничі витрати	$B_{\text{зг}}$	2879,75	5,80
Разом		49625,67	100

Розрахунок експлуатаційних витрат включає в себе формування бази знань для ННМ та підтримка діючої моделі у працездатному стані протягом всього періоду експлуатації. Розрахуємо заробітну плату персоналу пов'язаного з формуванням бази знань

$$З_{\text{обс}} = 12 \cdot M \cdot \beta [\text{грн/рік}], \quad (4.8)$$

де 12 – число місяців;

M – місячний посадовий оклад інженерно – технічного працівника, грн.

β – частка часу, який витрачає працівник на обслуговування та оновлення бази знань, в загальному часі своєї роботи - 10-18%

$$З_{\text{обс}} = 12 \cdot 4840 \cdot 0,12 = 6969,6(\text{грн/рік}).$$

Додаткову заробітну плату складає 10% від оплати праці інженерно-технічного працівника – 696,9 грн.

Розраховуємо нарахування на заробітну плату - $H_{\text{ССВ}}$

$$H_{\text{ССВ}} = (6969,6 + 696,9) \cdot 0,22 = 1686,63(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію (при живленні із електромережі)

$$B_c = 1,68 \cdot 0,4 \cdot 1800 \cdot 0,96 \cdot 0,12 = 139,34 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування

$$A = \frac{49625,67 \cdot 25 \cdot 12}{100} = 1488,77 \text{ (грн)}.$$

Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки можна розрахувати за формулою:

$$P = [(0,04 \div 0,1) \cdot Ц + З_d + З_{обс}] \cdot \beta \text{ [грн]}, \quad (4.13)$$

де Ц – балансова вартість персонального комп'ютера, грн.;

$$P = 0,1 \cdot 12310 + (6969,6 + 696,9) \cdot 0,12 = 1067,7 \text{ (грн)}.$$

Розрахуємо інші витрати як 5-10% від загальної суми усіх попередніх витрат

$$I_b = (6969,6 + 696,9 + 1886,63 + 139,34 + 1488,77 + 1067,7) \cdot 0,07 = 857,42 \text{ (грн)}.$$

Сума витрат попередніми статтями дає величину витрат для забезпечення працездатності інвестиційного проекту та формування бази знань

Таблиця 4.5 – Кошторис витрат пов'язаних з формування бази знань та забезпечення процесу експлуатації

Статті витрат	Умовні позначення	Сума грн.	Структура, %
Заробітна плата обслуговуючого персоналу	$Z_{обс}$	6969,6	54,00

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Додаткова заробітна плата	Z_d	696,9	5,40
Нарахування на заробітну плату	$H_{ссв}$	1686,63	13,07
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	A	1488,77	11,54
Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки	P	1067,7	8,27
Витрати на електроенергію	B_c	139,34	1,08
Інші витрати	I_B	857,42	6,64
Разом	E_2	13106,36	100

Розраховуємо умовний обсяг робіт з використанням інвестиційного проекту методики діагностування двигуна на основі нейронечіткої мережі Q за формулами

$$Q_1 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_1} [\text{ум. од.}], \quad (4.16)$$

$$Q_2 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_2} [\text{ум. од.}], \quad (4.17)$$

де Q_1, Q_2 – умовний обсяг робіт при застосування існуючого та інноваційного підходу, умовних одиниць.

t_1 та t_2 – час виконання конкретної функції або роботи при застосуванні відповідно існуючого та нового підходу, хв.

$$Q_1 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{16} = 810 \text{ (ум. од.)};$$

$$Q_2 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{3} = 4320 \text{ (ум. од.)}.$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності

Річний економічний ефект від впровадження інвестиційного проекту з методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

$$\Delta E = \left(\frac{E_1}{Q_1} - \frac{E_2}{Q_2} \right) \cdot Q_2 [\text{грн./рік}], \quad (4.18)$$

де E_1 – експлуатаційні витрати при використанні діючого підходу, грн./рік.

E_2 – експлуатаційні витрати при використанні інвестиційного проекту на основі нейро-нечіткої мережі, грн./рік.

$$\Delta E = \left(\frac{9274,0}{810} - \frac{13106,36}{4320} \right) \cdot 4320 = 36354,97 (\text{грн./рік}).$$

Термін окупності інноваційного проекту

$$T_0 = \frac{B}{\Delta E} [\text{років}], \quad (4.19)$$

де B – загальна сума капіталовкладень.

ΔE – річний економічний ефект використання інноваційної методики, грн.

$$T_0 = \frac{49625,67}{36354,97} = 1,36 \text{ (року)}.$$

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що методика діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,36 року < 3 років (нормативне значення) і базується на нових цифрових підходах до діагностування.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

5.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця

Технічний стан автомобіля та його агрегатів необхідно перевіряти в основному при непрацюючому двигуні та загальмованих колесах, за винятком перевірки тягово-динамічних характеристик автомобіля на стенді, перевірки роботи систем живлення та запалення, а також при прослуховуванні працюючих агрегатів автомобіля.

Робоче місце діагноста-оператора обладнане регульованим по висоті стільцем який обертається. Пост діагностики обладнаний ефективним відсмоктувачем для видалення відпрацьованих газів.

Конструкція устаткування і його окремих частин повинна виключати можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при всіх передбачених умовах експлуатації.

Частини устаткування (у т.ч. трубопроводи гідро- та пневмосистем, запобіжні клапани, кабелі тощо), механічне пошкодження яких може викликати виникнення небезпеки, повинні бути захищені або розташовані так, щоб запобігти їх випадковому пошкодженню.

Пристрої для зупинки та пуску устаткування повинні розміщуватись так, щоб ними можна було зручно користуватися з робочого місця та виключалась можливість самовільного їх включення і створення небезпечних ситуацій через порушення працюючими послідовності дій на органи керування.

Поверхні пристроїв і елементів виробничого устаткування, що можуть служити джерелом небезпеки для працюючих, повинні фарбуватися згідно галузевих нормативних документів.

Усі контрольно-вимірювальні прилади необхідно утримувати у справному стані, періодично перевіряти. Забороняється використовувати прилади з простроченим терміном перевірки.

Вибракування інструменту, пристроїв проводиться у відповідності з установленим графіком, але не рідше одного разу на 3 місяці.

При огляді допускається користуватися переносною лампою з запобіжною сіткою та напругою не вище 42 В, при роботі в оглядовій канаві напруга не повинна перевищувати 12 В.

Регулювати системи та агрегати необхідно при непрацюючому двигуні (окрім регулювання системи живлення та запалення).

5.1.2 Електробезпека приміщення

Зона ТО і ПР відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом (струмопровідні підлоги).

Для захисту людей від небезпеки ураження електричним струмом використані такі технічні засоби захисту: виконане занулення корпусів електричних машин, електричних апаратів, освітлювачів, каркасів розподільчих щитів, щитів керування, металевих кабельних конструкцій; блокування рубильника, пускачів електроприладів. Електробезпека забезпечується конструкцією електроустановок, організаційними та технічними міроприємствами, технічними способами та засобами захисту.

Приміщення відноситься до класу приміщення підвищеної електробезпеки, так як на ділянці є струмопровідні заземлені частини обладнання які можуть проводити струм. Тому все електрообладнання повинно відповідати правилам пристроїв електроустановок [ПУЄ], а його експлуатація - правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів та правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

У зоні застосовується трифазна чотирьохпровідна електромережа з заземленою нейтраллю. Для попередження ураження електричним струмом все обладнання повинно бути заземлене. Стан заземлення перевіряють не рідше одного разу в квартал.

Електроустановки, електрообладнання та проводку дозволяється ремонтувати тільки після відключення їх від мережі.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Метеорологічні умови (мікроклімат) виробничих приміщень визначається діючими на організм людини сукупністю температури, вологості та швидкості руху повітря, а також температури оточуючих поверхонь. В приміщені зони ТО і ПР метеорологічні умови залежать від технологічного процесу та від зовнішніх погодних умов. Нормальні метеорологічні умови в приміщені дільниці забезпечуються раціональною вентиляцією і опаленням на рівні допустимих значень температури повітря, відносної вологості та швидкості руху повітря. Нормативні параметри мікроклімату на дільниці опромінюванні до 25% поверхні тіла.

Таблиця 5.1 – Показники мікроклімату в зоні ТО і ПР

Категорія робіт	Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %;		Швидкість руху, м/с	
		Оптим.	Допустима на постійних робочих місцях		Оптим.	Допустима на постійних робочих місцях	Оптим.	Допустима на постійних робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа				
Середньої важкості II б	холодний	15-18	21	15	55-70	75	0,1-0,3	не більше 0,4
	теплий	20-25	27	16	50-65	примітка 1	0,2-0,4	0,2-0,5

Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в зоні, можливість місцевого регулювання і вимикання, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті.

Чергове опалення забезпечує підтримку температури повітря в зоні в неробочий час не нижче +5 °С. Відновлення нормованої температури забезпечується системою основного опалення до початку роботи.

Температура припливного повітря, яке подається в оглядову каналу в холодний період року знаходиться на рівні +16 °С і не вище 25 °С.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Шкідливі речовини на ділянці виділяють двигуни внутрішнього згорання в складі відпрацьованих газів, агрегати при роботі автомобіля при їх негерметичності та шини автомобіля при визначені тягово-економічних показників. Шкідливі речовини, які виділяються на ділянці показані в табл. 5.2. Це в основному речовини, які містяться в відпрацьованих газах двигунів.

Таблиця 5.2 – Шкідливі речовини та ГДК

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливість дії на організм
1	2	3	4	5
Акролеїн	0.2	П	II	
Азоту окис (NO ₂)	5	П	III	0
Бенз(а)пирен	0.0001	П	I	К
Бензин паливний	100	П		
Дизпаливо	300	П	IV	
Гас	300	П	IV	
Окис вуглецю (CO)	20	П	IV	0
Масла мінеральні	5	A	III	
Свинець та його сполуки	0.01/0.005	A	I	
Пил мінеральний	6	A	III	Ф
Тетраетилсвинець	0.005	П	I	0

Для захисту від шкідливих речовин, які знаходяться в повітрі робочої зони ТО і ПР застосовують такі заходи:

- 1) обладнання приміщення ділянці загально-обмінною припливно-втяжною механічною вентиляцією;

- 2) обладнання постів ТО і ПР автомобілів місцевими відсмоктувачами відпрацьованих газів;
- 3) спеціальна підготовка та інструктаж обслуговуючого персоналу;
- 4) своєчасний якісний ремонт вентиляційного обладнання;
- 5) регулярне прибирання приміщення;
- 6) застосування засобів індивідуального захисту працюючих (спецодяг, захисні окуляри, тощо);
- 7) попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

Вхідні двері зони мають справний механічний пристрій примусового закриття. Аварійна вентиляція в зоні діагностики забезпечує кратність повітряобміну загально-обмінної вентиляції.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції розташовані на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря більше 10 м. по горизонталі, викиди із системи місцевого відсмоктування розташоване на висоті більше 2 м. над найвищою точкою покрівлі.

Оглядова канава не забезпечується достатньою кількістю повітря, тому необхідно забезпечити надходження необхідної кількості повітря за допомогою припливної вентиляції.

Припливна вентиляція в оглядових канавах організовується з подачею повітря з розрахунку $125 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 м^3 канави. подача повітря здійснюється з швидкістю $2 - 2,5 \text{ м/с}$.

Об'єм повітря, який необхідно подавати у канаву визначимо за формулою:

$$L = L_H \cdot V_k, [\text{м}^3/\text{год}], \quad (5.1)$$

де L_H – нормативна подача повітря на 1 м^3 об'єму канави,

$L_H = (125 \text{ м}^3/\text{год})$;

V_k – об'єм канави, м^3 ;

$$V_k = a \cdot b \cdot h, [\text{м}], \quad (5.2)$$

де a, b, h - розміри оглядової канави, відповідно ширина, довжина, висота, м;

$$V_k = 1,2 \cdot 8 \cdot 1,5 = 14,4 (\text{м}^3);$$

$$L = 125 \cdot 14,4 = 18000 (\text{м}^3/\text{год}).$$

Визначимо об'єм повітря який подається системою загально-обмінної вентиляції без урахування подачі повітря в оглядову канаву за формулою:

$$L_n = K_{\text{пр}} \cdot V_n, [\text{м}^3/\text{год}]; \quad (5.3)$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт кратності повітрообміну, приймаємо $K_{\text{пр}} = 6$ год.

V_n – об'єм приміщення, $V_n = 345,6 \text{ м}^3$.

$$L_n = 6 \cdot 345,6 = 2073,6 (\text{м}^3/\text{год}).$$

Загальний об'єм повітря, який подається в зону ТО і ПР:

$$L = L_k + L_n [\text{м}^3/\text{год}]; \quad (5.4)$$

$$L = 1800 + 2073,6 = 3873,6 (\text{м}^3/\text{год}).$$

Продуктивність вентилятора визначаємо за формулою:

$$L_B = (1,05 - 1,1) \cdot L, [\text{м}^3/\text{год}]; \quad (5.5)$$

$$L_B = (1,07 - 3873,6) = 4145, (\text{м}^3/\text{год}).$$

Приймаємо опір в мережі подачі повітря $P_m = 35 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

Приймаємо радіальний вентилятор типу Ц4 – 70 №5 з колесом 1,05 $D_{\text{ном}}$, який при $L_B = 4145 \text{ м}^3/\text{год}$ і $P_M = 35 \text{ кгс}/\text{м}^2$ має ККД рівний 0,805, частота обертів ротора 930 об/хв.

Приймаємо, що вентилятор приводить в рух електродвигун через клинопасову передачу.

Потужність двигуна, яка потребується:

$$N_{\text{дв}} = \frac{L \cdot P_M}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\text{пер}}}, [\text{кВт}]; \quad (5.6)$$

Де η_B – ККД вентилятора, $\eta_B = 0,805$;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі, $\eta_{\text{пер}} = 0,95$;

$$N_{\text{дв}} = \frac{4145 \cdot 35}{3600 \cdot 102 \cdot 0,805 \cdot 0,95} = 0,52, (\text{кВт}).$$

Установча потужність двигуна з урахуванням коефіцієнта запасу визначається за формулою:

$$N_{\text{дв.у}} = K_3 \cdot N_{\text{дв}}, [\text{кВт}]; \quad (5.7)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, для даного типу двигунів, $K_3 = 1,2$;

$$N_{\text{дв.у}} = 1,1 \cdot 0,52 = 0,62, (\text{кВт}).$$

Приймаємо електродвигун асинхронний серії 4А закритого обдуваемого виробництва 4А90ЛА, який має потужність 0,75 кВт при синхронній частоті обертання 750 об./хв.

В мережу вентиляції необхідно встановити:

- 1) фільтр для очистки подаваного повітря;
калорифер для обігріву подаваного повітря в холодну пору року.

5.2.3 Виробниче освітлення

Для освітлення зони ТО і ПР застосовується штучне освітлення газорозрядними лампами, які забезпечують освітленість на автомобілі в 150 лк. Природне освітлення не застосовується. Штучне освітлення в дільниці забезпечується в достатній мірі для безпечного виконання робіт, перебування і переміщення людей. Забезпечувати освітленість необхідно згідно з нормами.

Таблиця 5.3 – Освітлення в приміщенні зони ТО і ПР

№ п/п	Місце виміру, площа нормування освітленості	Розряд зорової роботи	Нормована
1	Оглядова канава, Г – низ автомобіля	VI	150
2	Приміщення дільниці. В – на автомобілі	V	200

В приміщенні зони ТО і ПР забезпечується необхідний рівень освітленості робочих поверхонь.

5.2.4 Виробничий шум

Джерела шуму та вібрації являються автомобілі, які рухаються по приміщенню, працюючі ДВЗ та інші агрегати автомобілі, компресори, вентиляційні системи.

Шум та вібрація погіршують мови праці, викликають шкідливу дію на організм людини, сприяють виникненню травматизму й приводять до зниження якості обслуговування автомобілів, тому необхідно приділяти належну увагу до контролю рівня шуму та вібрації на дільниці й захисту від їх шкідливої дії.

Допустимі значення вібрацій вказані в таблиці 5.4, шуму – 5.5.

На дільниці рівні шуму та вібрації знаходяться в допустимих межах і загрозу здоров'я працюючих не створюють, це було досягнуто такими заходами: в

якості акустичних засобів захисту від шуму були застосовані звукопоглинальне облицювання та малошумні технологічні процеси:

- в якості засобів захисту необхідно проводити організаційні заходи, які включають контроль за монтажем обладнання, правильною експлуатацією, своєчасним і якісним планово-попереджувальним обслуговуванням і ремонтом.

Таблиця 5.4 – Допустимі значення вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Значення	Нормативні коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
				Віброприскорення		Віброшвидкість	
				$a_n, \text{м/с}^2$	$L_{ан}, \text{дБ}$	$V_n 10^{-2} \text{м/с}$	$L_{Vn}, \text{дБ}$
Локальна	-	X_L, Y_L, Z_L	Нормативне	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип "а"	X_0, Y_0, Z_0	Нормативне	0,10	100	0,20	92

Таблиця 5.5 – Допустимі значення шуму

Значення	Рівні звукового тиску, дБ, і активні полоси, з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звука і еквівалентність рівня звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативні	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

5.2.5 Виробничі випромінювання

Джерелами виробничого випромінювання з зоні ТО і ПР можуть бути тільки персональні комп'ютери, якими оснащені робочі місця з відповідним комп'ютерним технологічним обладнанням.

Під час виконання роботи із використанням ПК на працівника діє підвищений рівень електромагнітного поля. Випромінювання ПК можуть бути

небезпечними для здоров'я.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань на робочому місці автослюсаря-діагноста, який працює біля комп'ютерного діагностичного стенда наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Допустимі значення параметрів електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	10В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	0,3А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	
для дорослих користувачів	20кВ/м
для дітей дошкільних установ і що вчаться середніх спеціальних і вищих учбових закладів	15кВ/м

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка психофізіологічних факторів під час виконання робіт обслуговування і ремонту автомобілів здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

– зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

– сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів;

– розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

– зосередження (% за зміну) – до 5-75%;

– щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

– навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

– спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6 год.

– навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження: У

ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

– тривалість робочого дня – більше 8 год;

– змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Пожежна безпека

Зона ТО і ПР відноситься до приміщення категорії В по пожежній небезпеці згідно СНиП 11- 90-81 «Производственные здания промышленных предприятий» (речовини здатні при взаємодії з водою, повітрям або один з одним лише горіти).

З метою попередження виникнення пожеж в зоні ТО і ПР передбачено:

- 1) заборона застосування відкритого вогню;
- 2) виконання робіт без порушення технологічного режиму діагностування;
- 3) застосування в електромережах 220/3 80В струмового захисту з плавкими вставками;
- 4) прокладання електропроводки у металевих трубах і гнучких металевих рукавах;
- 5) своєчасне очищення підлоги від розлитих горючих речовин;
- 6) щозмінне спорожнення металевих ящиків від промасленого ганчір'я;
- 7) заборона паління на робочих місцях;
- 8) установка тросового блискавкозахисту III категорії на території підприємства.

Зона ТО і ПР оснащена засобами гасіння пожежі: один вогнегасник ОХП-Ю, один ОП-5 та ящик з піском об'ємом 0,5 м³. Табличка на дверях при вході в зону ТО і ПР інформує про категорію пожежної небезпеки зони.

Приміщення зони ТО і ПР знаходиться в будівлі I ступеня вогнестійкості. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій згідно СНиП 2.01.02-85 наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Площадки, балки і марші	Плити, настили (з утеплювачем) і інші несучі конструкції перекриття	Елементи	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі і в.т.ч. з навісних панелей	Внутрішні несучі перегородки				Плити, настили, прогони.	Балки, ферми, арки, рами.
1	2,5	1,25	0,5	0,5	2,5	1	1	0,5	0,5



ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу організації робіт сервісного обслуговування автомобілів ТОВ "Джерман-центр" та аналізу науково-технічної літератури обґрунтована необхідність підвищення ефективності діагностування системи впорскування палива. Методи і засоби діагностування мають певні недоліки і обмежують можливості автоматизації процесу діагностування.

2. Зміна структурних параметрів системи впорскування палива характеризується певним переліком діагностичних параметрів. Тому обґрунтована їх кількість для забезпечення функціонування діагностичної системи.

3. Запропоновано науковий підхід, щодо удосконалення системи діагностування впорскування палива, який ґрунтується на моделюванні функціонування форсунок впорскування палива та із врахуванням робочого процесу системи впорскування. Такий підхід створює передумови автоматизованого діагностування системи впорскування палива.

4. Розроблені алгоритми діагностування електробензонасоса, електромагнітних форсунок та регулятора тиску палива дають можливість практичної реалізації запропонованого наукового підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автомобильные двигатели. Системы управления и впрыск топлива: Пер. с англ. – СПб.: ЗАО "Альфамер Пабблишинг", 1999. – 338 с.
2. Автомобильный справочник BOSCH: Пер. с англ. – М.: ЗАО КЖИ "За рулем", 2002. – 896 с.
3. Афонин С. Системы диагностики. Коды неисправностей автомобилей / Под ред. С. Афолина. – Батайск: ПОНЧИК, 1999. – 288 с.
4. Викторов Н.В. Расчет состава горючей смеси в системе искретной ин-жекции внешнего смесеобразования бензиновых ДВС без турбонаддува / Н.В. Викторов. 2007. -7 с.
5. Браильчук А.П. Виброакустический метод экспресс-диагностики форсунок впрыска легких топлив/ А.П. Браильчук, А.А. Трифонов, Р.С. Санов. - 2006, - 4 с.
6. Будыко Ю.И. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей/ Ю.И. Будыко, Ю.В. Духин, В.Э. Коганер, К.М. Маскенников. - Л.: Машиностроение, - 1982, -144 с.
7. Васильев А. В. Математическое моделирование эксплуатационного изменения рабочих показателей электромагнтных форсунок бензиновых двига-телей/ А. В. Васильев, Д. С. Березюков . - ВГТУ - Машиностроение, В4, Т12, - 2012, 4 с.
8. Васильев А.В. Совершенствование диагностики топливных форсунок поршневых двигателей с распределенным впрыском топлива./ А. В. Васильев, Д. С. Березюков. – ВГТУ, В. № 3 , 2011, 4 с.
9. Васильев А.В. Совершенствование диагностики топливных форсунок поршневых двигателей с распределенным впрыском топлива/ А.В. Васильев, Д.С. Березюков, 2011, 4 с.
10. Васильев А.В. Совершенствование диагностирования электромагнит-ных форсунок бензиновых двигателей на основе оценки их динамической прои-водительности. / А.В. Васильев, Д.С. Березюков. – 2012, 5 с.

11. Вереютин, А. Ю. Способ диагностирования электромагнитных форсунок двигателей с впрыскиванием бензина : автореф. дис. канд. техн. наук / А. Ю. Вереютин. – Тула, 2010. – 22 с
12. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК/ С.Г. Герман-Галки, – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.
13. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко / в 2-х частях. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – Т.1 – 255 с.; – Т.2 – 219 с.
14. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко / в 2-х частях. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – Т.1 – 255 с.; – Т.2 – 219 с.
15. Грудинский П.Г. Электротехнический справочник. Том 1. / П.Г.Грудинский – М: Энергия, 1971. – 880 с.
16. Диагностический стенд "Спрут-Тестер". Техническое описание. Руководство по эксплуатации. – Луганск: НПО "Энергия", 2002. – 35 с.
17. Дмитренко А.В. Диагностика и ремонт электрооборудования, иностранных и отечественных автомобилей. / Дмитренко А.В. – Николаев: ЭТОН, 1999. – 80 с.
18. Дьяченко Н.Х./ Теория двигателей внутреннего сгорания/ Н.Х Дьяченко, А.К. Костин, Р.В.Русинов. Л.: Машиностроение, 1974. - 560 с.
19. Ерохов В.И. Проектирование и расчет электромагнитных форсунок двигателей с принудительным воспламенением/ В.И. Ерохов. 2012, - 9 с.
20. Ерохов В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика)/ В.И. Ерохов – М.: Горячая линия. Учебник для ВУЗОВ, 2011. – 567 с.
21. Казаков Л.А. Электромагнитные устройства РЭА: справочник/ Л.А.Казаков – М.: Радио и связь, 1991. – 352 с.
22. Кукурудзяк Ю.Ю. Диагностирование электромагнитных форсунок методами спектрального анализа / Ю.Ю. Кукурудзяк, Ю.В. Ходзинский. – Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2006. – № 7(101). – С.178–181.

23. Кукурудзяк Ю.Ю. Моделювання впорскування бензину в системі Matlab-Simulink // Ю.Ю. Кукурудзяк, Д.А. Кондратюк. - Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", Вінниця: ВНТУ, 2020.

24. Куске Е.Я. Применение расчетных методов к анализу динамики затвора клапана в форсунках электронно-управляемых систем бензиновых двигателей/ Е.Я. Куске – 1984. – № 9. – С. 28-31.

25. Марченко А.П. Математическое моделирование процессов в электрогидравлической форсунке системы Common Rail в среде Matlab/Simulink / А.П. Марченко, А.А. Прохоренко, Д.В. Мешков, 4 с.

26. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. - Вінниця : ВНТУ, 2013. - 64 с.

27. Методы впрыска топлива, http://injectorservice.com.ua/docs/fuel_injection_methods.pdf / А. Баженов, А. Пахомов, С. Ворсин, 2008, 16 с.

28. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики / П.П. Пархоменко. – М.: Машиностроение, 1976. – 462 с.

29. Практика диагностирования автомобилей: Уч. пособие / А.Н. Юрченко, О.В. Бажинов, В.Н. Варфоломеев и др.; Под. ред. А.Н. Юрченко. – К.: НМК ВО, 1993. – 216 с.

30. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей: Пер. с англ. – СПб.: ЗАО "Альфамер Паблшинг", 2000. – 288 с.

31. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ В.А. Сажко – К.: Каравела, 2004. – 304 с.

32. Самодиагностика электронных систем управления впрыском топлива и зажиганием: Справочник. – Харьков, 1995. – Т. 1 – 76 с.

33. Системы управления двигателем ВАЗ-2111 (1.5 л) с распределенным впрыском топлива. – М.: Ливр, 1998. – 144 с.

34. Сметана С.А. Исследование влияния степени загрязнения внутренних полостей электромагнитных форсунок впрыска бензина на изменение их

технических характеристик / С.А. Сметана, А.С. Сметана. – Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2006. – № 7(101). – С.66–68.

35. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легуовых автомобилей: Учебное пособие./Д.А. Соснин М.: СОЛОН-Р, 2001, 272 с.

36. Твег Р. Системы впрыска бензина/ Р.Твег - М.: За Рулем, 1997.-220 с.

37. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей./ А.М. Харазов – М.: Высшая шк., 1990. – 205 с.

38. Ходасевич А.Г. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 1./ А.Г.Ходасевич – М.: Антелком, 2001. – 208 с.

39. Черных И.В. Simulink: среда создания инженерных приложений. / И.В. Черных, – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 496 с.

40. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink./ И.В. Черных. – 1-е издание, 2008 рік, 288 с.

41. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей: Учеб. для автомоб. спец. вузов./ В.Е. Ютт – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2000. – 319 с.

ДОДАТКИ

