

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


## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА


на тему:


«Підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Газ-Авто» село Якушинці Вінницької області»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-22м  
спеціальності 274 – Автомобільний  
транспорт

  
Герасько І.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ  
  
Кукурудзяк Ю.Ю.  
« 03 » 12 2023 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ГМ  
  
Шенфельд В.Й.  
« 03 » 12 2023 р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри АТМ  
  
к.т.н., доц. Цимбал С.В.  
« 11 » грудня 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 27 – Транспорт  
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« 29 » грудня 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гераську Ігорю Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Газ-Авто» село Якушинці Вінницької області,  
керівник роботи Кукурудзяк Юрій Юрійович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до параметрів функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови); законодавство України в галузі автомобільного транспорту, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; об'єкт дослідження – процес організації робіт діагностування системи керування двигуном автомобілів в умовах станції технічного обслуговування. Похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням.

2 Визначення технологічних параметрів зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

3 Розробка технічних рішень щодо підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням.

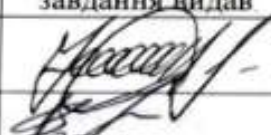
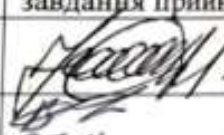




4 Економічна частина.

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1-3	Тема, мета та завдання дослідження.
4	Система керування двигуном з ГБО 5-го покоління
5-7	Способи діагностики
8-9	Застосування осцилографа для діагностування форсунок ГБО
10	Модель діагностичної системи
11	Діагностичні параметри системи впорскування газу
12	Алгоритм процедури визначення технічного стану форсунок
13	Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кукурудзяк Ю.Ю., доцент кафедри АТМ	 07.11	 27.11
Визначення ефективності запропонованих рішень	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	вик
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	вик
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	вик
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	вик
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	вик
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	07.11-27.11.2023	вик
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	07.11-27.11.2023	вик
8	Нормоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	вик
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	вик
10	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	вик
11	Захист МКР	12.12-22.12.2023	

Студент

  
(підпис)

Герасько І.В.

Керівник роботи

  
(підпис)

Кукурудзяк Ю.Ю.



## АНОТАЦІЯ

УДК 629.113.004

Герасько І. В. Підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Газ-Авто» село Якушинці Вінницької області. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 –Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2023. 75 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 18 назв; рис.: 13; табл. 20.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено питання Підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління в умовах станції технічного обслуговування автомобілів. В роботі розглянуті такі основні питання: 1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням. 2 Визначення технологічних параметрів зони технічного обслуговування і поточного ремонту. 3 Розробка технічних рішень щодо підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням. 4 Економічна частина. 5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Графічна частина складається з 13 слайдів.

Ключові слова: діагностування, газобалонне устаткуванням, осцилограма, газові форсунки, система керування.



## ABSTRACT

UDC 629.113

Gerasko I. V. Increasing the efficiency of diagnosing the engine control system with gas cylinder equipment of the 5th generation in the conditions of the "Gaz-Avto" vehicle maintenance station, the village of Yakushintsi, Vinnytsia region. Master's qualification work on specialty 274 - Road transport, educational program - Road transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 75 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 18 titles; Fig.: 13; table 20.

In the master's qualification work, the question of increasing the efficiency of diagnosing the engine control system with gas cylinder equipment of the 5th generation in the conditions of a car service station was worked out. The following main questions are considered in the work: 1 Scientific and technical rationale for increasing the efficiency of diagnostics of the engine control system with gas cylinder equipment. 2 Determination of technological parameters of the zone of maintenance and ongoing repair. 3 Development of technical solutions to increase the efficiency of diagnostics of the engine control system with gas cylinder equipment. 4 Economic part. 5 Occupational health and safety in emergency situations.

The graphic part consists of 13 slides.

Key words: diagnostics, gas cylinder equipment, oscillogram, gas injectors, control system.



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ З ГАЗОБАЛОННИМ УСТАТКУВАННЯМ .....	6
1.1 Аналіз діяльності станції технічного обслуговування автомобілів «Газ- Авто» .....	6
1.2 Дослідження ринку послуг СТО.....	8
1.4 Аналіз системи керування двигуном з ГБО та її діагностування .....	12
1.5 Основні висновки і задачі проектування .....	17
РОЗДІЛ 2	19
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ .....	19
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних.....	19
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ .....	22
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	29
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	32
2.5 Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання.....	33
2.6 Організація діагностичних робіт в зоні ТО і ПР .....	34
2.7 Технологічне обладнання зони ТО і ПР .....	36
РОЗДІЛ 3	38
РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ З ГАЗОБАЛОННИМ УСТАТКУВАННЯМ .....	38
3.1 Обґрунтування способу діагностування системи з ГБО.....	38
3.2 Діагностичні та структурні параметри системи керування двигуном з ГБО 5-го покоління.....	43
3.3 Розробка діагностичної моделі .....	46



3.4 Розробка алгоритмів діагностування системи впорскування палива....	52
РОЗДІЛ 4	54
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	54
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень .....	54
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань .....	58
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	62
РОЗДІЛ 5	63
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	63
5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці.....	64
5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління .....	69
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	70
ВИСНОВКИ .....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	73
ДОДАТКИ .....	75





## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Динамічний розвиток технологій у сфері автомобільного транспорту приводить до впровадження нових систем впорскування палива, зокрема систем імпульсного впорскування зрідженого газу з використанням електромагнітних форсунок. Ця технологія може бути особливо популярною в контексті розвитку альтернативних видів палива, таких як зріджений газ пропан-бутан, який часто розглядається як менш шкідливий порівняно з традиційними видами палива.

Використання імпульсного впорскування зрідженого газу може мати позитивний вплив на чистоту викидів, оскільки зріджений газ зазвичай сприяє меншому виділенню забруднюючих речовин порівняно з бензином або дизельним паливом.

Вчасне технічне обслуговування є критичним для забезпечення стабільної та ефективної роботи автомобільного двигуна, включаючи систему подачі палива. Регулярне обслуговування дозволяє виявляти потенційні проблеми та усувати їх, попереджаючи серйозні поломки та забезпечуючи продовження терміну служби двигуна.

Система керування двигуном з газобалонним устаткуванням п'ятого покоління містить у собі газовий балон із зрідженим газом пропан-бутан. Для подачі газу у впускний колектор двигуна є окремі електромагнітні форсунки які встановлені поряд із форсунками впорскування бензину.

Діагностування та усунення несправностей системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням дійсно є складним завданням, і для його успішного виконання необхідно високе рівень знань та відповідне обладнання. Важливо враховувати, що система впорскування палива в сучасних автомобілях використовує різноманітні технології, такі як електронне керування, датчики та різноманітні компоненти, що робить діагностику та ремонт складним завданням. Деякі несправності можуть бути викликані різними факторами, і виявлення конкретної причини може бути важким завданням. Важко визначити, чи причина проблеми



полягає в форсунках, датчиках, електроніці чи інших компонентах. Умови експлуатації автомобілів можуть значно варіюватися, і це може ускладнити виявлення проблем. Проблема, яка виникає тільки під час певних умов, може бути важко виявити під час звичайного тестування. Деякі методи діагностики вимагають спеціалізованого обладнання, яке може бути дорогим і недоступним для багатьох власників автомобілів та навіть сервісних центрів.

Точність діагностики часто обмежена доступністю даних та обладнанням, і в деяких випадках може знадобитися додатковий час та ресурси для вирішення складних проблем.

Дана робота є актуальною і може забезпечити важливі висновки та рекомендації для оптимізації обслуговування автомобілів та покращення ефективності діагностування систем керування двигуном із газобалонним обладнанням.

### **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 керування двигуном із газобалонним устаткуванням п'ятого покоління.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз організації діагностичних робіт на станції технічного обслуговування та аналіз методів діагностування системи керування двигуном із газобалонним устаткуванням.
2. Виконати технологічний розрахунок та організаційні заходи щодо функціонування зони діагностики на станції технічного обслуговування.
3. Описати підхід та розробити алгоритм діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням базуючись на параметрах і характеристиках функціонування системи впорскування зрідженого газу.
4. Визначити економічну доцільність та ефективність впроваджених нововведень.
5. Визначити та обґрунтувати безпечні умови праці для робітників під час виконання діагностичних робіт.



**Об'єкт дослідження** – процес діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління.

**Предмет дослідження** – методи і алгоритми діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління.

**Методи досліджень.** Для розробки діагностичної моделі системи керування двигуном застосовувалось математичне моделювання. Фізичне моделювання застосовується для збору необхідної інформації та наповнення інформаційної бази даних.

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

1. Запропоновано науковий підхід діагностування керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, який ґрунтується на моделюванні процесу впорскування зрідженого газу електромагнітними форсунками.
2. Одержав подальший розвиток метод діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропонована методика та розроблена діагностична модель дали можливість сформулювати практичний алгоритм діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління.

**Достовірність теоретичних положень** підтверджена незначними відхиленнями між теоретичним моделюванням та практичними дослідженнями.

**Апробація результатів роботи.** Деякі положення та результати роботи висвітлені на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", Вінниця: ВНТУ, 2023.

**Публікації.** Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [12].



# РОЗДІЛ 1

## НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ З ГАЗОБАЛОННИМ УСТАТКУВАННЯМ

### 1.1 Аналіз діяльності станції технічного обслуговування автомобілів «Газ-Авто»

СТО «ГАЗ-АВТО» зареєстроване за юридичною адресою: вулиця Барвінкова, 19А, с. Якушинці, Вінницька область, Україна. «ГАЗ-АВТО» є сервісним центром, що спеціалізується на обслуговуванні газобалонного обладнання (ГБО) різного рівня складності, володіє ліцензованим пакетом програмного забезпечення на всі типи газового обладнання, здійснює виконання робіт по встановленню газового обладнання на автомобілі різних марок. Згідно установчої документації підприємства основним видом діяльності виступає КВЕД 45.20 - Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів і включає в себе виконання робіт переобладнання автотранспортних засобів для роботи на газових сумішах. Вищеназаний вид діяльності включає в себе різні види механічних ремонтів, електричних систем автотранспортних засобів, поточне обслуговування.

Метою діяльності суб'єкта бізнесу – входження до рейтингу перших рівнів Вінниці та області в сегменті ринку встановлення та обслуговуванні газобалонних установок автомобілів різних виробників, а також надання послуг з обслуговування автомобілів шляхом диверсифікації послуг, консалтингової діяльності.

Для досягнення поставленої мети підприємство надає послуги з видів робіт, що пов'язані зі встановленням газобалонних систем на автомобілі. До них можна віднести:

- консалтингові послуги щодо вибору системи;
- визначення переваг та недоліків газобалонних систем;
- вибір відповідної газобалонної установки, яка відповідає типу автомобіля та потребам власника;



- перевірка технічного стану автомобіля та його придатність для встановлення газобалонної системи;
- встановлення додаткового забезпечення, якщо це необхідно;
- монтаж газобалонних баків;
- забезпечення правильної фіксації та безпеки установки;
- встановлення газобалонних баків у визначені місця автомобіля;
- встановлення газових форсунок і системи впорскування.

Для досягнення вище зазначених позицій на ринку та виконання відповідних робіт СТО «ГАЗ АВТО» має кадровий потенціал, що володіє необхідними компетенціями і дозволяє провести виконання робіт з якісного обслуговування клієнтів. До них відносяться:

- глибокі знання автомобільної техніки та експертиза у газовій сфері;
- технічні навички та безпеку виконання робіт;
- діагностичні компетенції щодо електроніки та систем впорскування палива;
- системи управління та електроніки, з розумінням функціонування та програмування електроніки пов'язаної з газовим обладнанням;
- комунікаційні навички;
- регламентуючу документацію, законодавчо-нормативну базу пов'язану із сертифікацією та отриманням дозволів.

Для виконання робіт по встановленню та обслуговуванню газобалонних установок на автомобілях, станціям технічного обслуговування «ГАЗ АВТО» має на балансі свого підприємства спеціалізовані основні засоби: устаткування та інструменти, які відповідають вимогам безпеки та якості. До них можна віднести:

- діагностичне обладнання- газоаналізатори для визначення вмісту газу в системі, електронні діагностичні прилади для зчитування та відлагодження параметрів газу в системі, спеціалізовані сканери для читання та видалення помилок, пов'язаних із системою впорскування газу;
- установка для монтажу баків та трубопроводів;



- гідравлічні преси для формування та з'єднання трубопроводів, що використовуються для створення надійних з'єднань та фіксації деталей;
- механічні преси та станки для обробки металу.

## 1.2 Дослідження ринку послуг СТО

Будь який суб'єкт бізнесу передбачає отримання фінансового результату через задоволення попиту автовласників у технічному обслуговуванні. Для забезпечення відповідної рівноваги СТО має постійно прагнути до вдосконалення функціонування відповідного обладнання та наявності висококваліфікованого персоналу, але існують індикатори, що не залежать від рівня прийняття рішень на підприємстві. З цією метою проведемо визначення індикаторів впливу на кінцеві показники функціонування СТО.

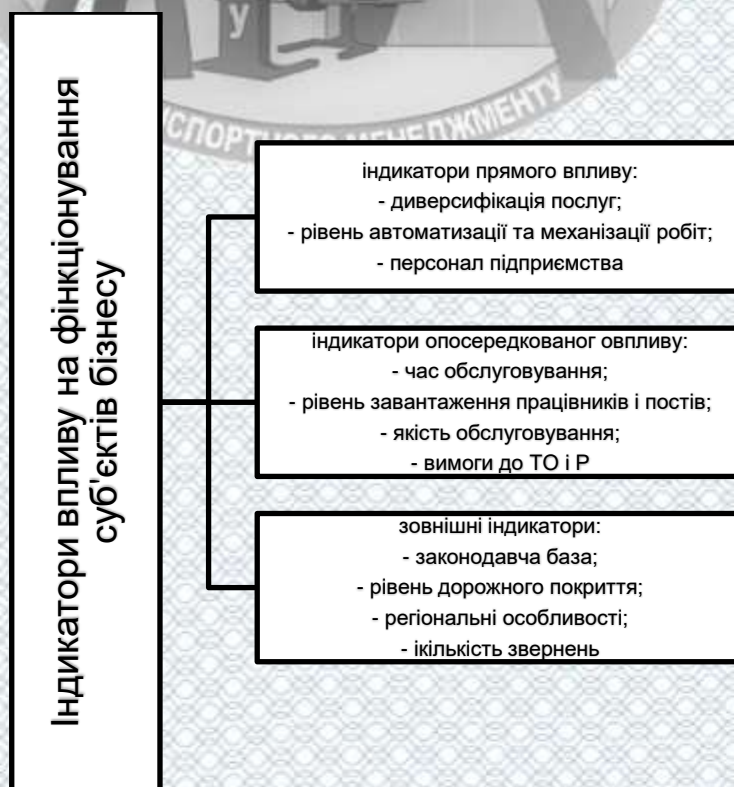


Рисунок 1.1 – Класифікація індикаторів впливу на фінансові результати СТО



Аналіз запиту на ринку розміщення газобалонного обладнання включає в себе вивчення та оцінку факторів, які впливають на запит на ці послуги. Ось деякі аспекти, які можуть бути враховані при проведенні такого аналізу:

1. Економічні фактори.

1.1. Ступінь економічного розвитку та доходів населення.

1.2. Вартість газу разом з іншими видами пального.

1.3. Субсидії або фінансові стимули для переходу на газ.

2. Екологічні аспекти:

2.1. Зміна викидів шкідливих речовин.

3. Споживчі тенденції:

3.1. Вартість пального.

3.2. Рівень доходу населення.

Провівши дослідження прийняття рішення споживачами щодо встановлення газобалонного обладнання, можна відмітити можливість встановлення на електромобілях. Це дає змогу забезпечити комфортність власнику та покращити і збільшити запас ходу. Але поряд з цим власники таких авто не в повній мірі здійснюють переобладнання автомобіля на газобалонне обладнання, а підхід в тому, щоб зменшити витрати електрики. При такому підході встановлюється не вся система газобалонного обладнання, а лише система опалення салону, що приєднується до газового балону. Автономність системи дає змогу здійснювати обігрів салону і таким чином економити енергію акумулятора, чим і забезпечить зростання запасу ходу. Е-мобілі марок Nissan, Leaf, Renault, Zoe виступають основними, для яких замовляють дану послугу, цінова категорія такої послуги варіює від 8000 до 15000 грн. Альтернативою даного підходу на ринку такого переобладнання є спеціальні пристрої китайського виробництва, але більш вищі по вартісним характеристикам та надійнішими за технічними є пристрої німецького та австрійського виробництва.

На ринку переважно представлені послуги з газобалонного обладнання:

- встановлення газобалонного обладнання 2, 4 та 5 покоління;
- налагодження та ремонт обладнання;



- встановлення газобалонного обладнання на автомобілі з США.

У січні 2022 року переважна частина автомобілів була придбана і зареєстрована в Україні обладнаними двигунами внутрішнього згорання, дизельними або бензиновими, але прослідковується динаміка щодо їх зменшення. Бензинові двигуни склали 54%, що на 6 пунктів нижче ніж аналогічний період минулого року, частка дизельних двигунів також знизилась на 6 пунктів і склала 19%, автомобілі з ГБО (газобалонним обладнанням) зайняли 1% ринку нових автомобілів з тенденцією до зниження в порівнянні з аналогічним періодом. Поряд з цим значно збільшилась частка електромобілів та «гібридів». Електромобілі зросли на 5% в порівнянні з 2021 роком (11%) та «гібридів» на 8% в порівнянні з 2% ринку 2021 року. Автомобілі вторинного ринку:

- з бензиновими двигунами – 48%;
- дизельні автомобілі – 35%;
- автомобілі з ГБО – 6%;
- «гібриди» -3%;
- електромобілі – 8%.

У січні 2023 року в Україні зареєстровано 703 нових придбаних комерційних вантажних та спеціальних авто. На вторинному ринку легкових автомобілів реєстрація склала 11,5 тис. штук., тенденція зниження з аналогічним періодом склала 64%, «гібриди» склали 797 штук, що на 25% менше в порівнянні з 2022 роком. Така ситуація пояснюється зниженням доходів населення та військовим станом.

Але поряд з ситуацією, що склалась попит на обслуговування автомобілів в Україні зростає і основним критерієм зростання попиту є якість отриманих послуг. Даний показник має забезпечуватись на всіх стадіях технологічного процесу надання послуг, що в перспективі буде забезпечувати кількість клієнтів, їх лояльність, зростання конкурентоспроможності СТО та підвищення кінцевих показників функціонування підприємства. На показник якості послуги з технічного обслуговування та ремонту автомобілів здійснюють прямий вплив такі індикатори як:



- цінова категорія послуги;
- рівень обслуговування;
- рівень автоматизації виконання робіт;
- компетенції персоналу.

Проведемо статистичне спостереження дослідження ринку автопослуг через заповнення форм зворотного зв'язку автомобілевласників при обслуговуванні автомобілів методом випадкового спостереження – вид спостереження – власне випадкова вибірка на різних підприємствах автосервісу.

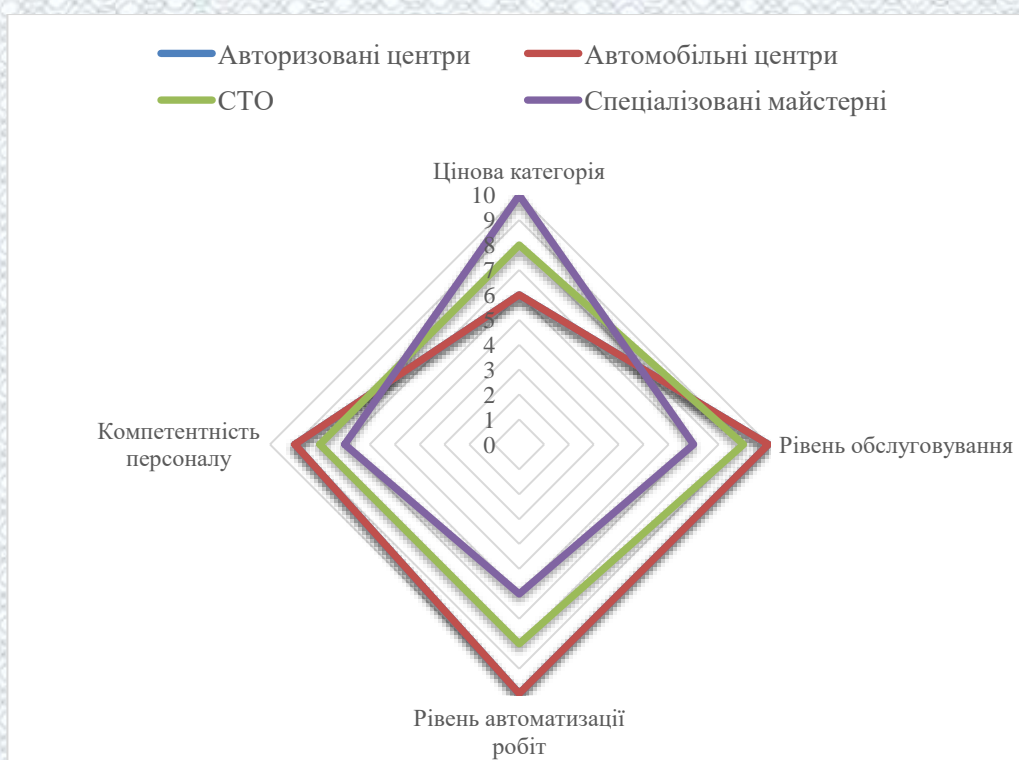


Рисунок 1.2 – Оціночні бали підприємств автосервісу за індикаторами впливу на якість послуг

Отримані результати дають змогу оцінити в перспективі вподобання клієнтів, їх запити та утриманні і залучені нових клієнтів.

На формування такого індикатора якості послуг як ціна має вплив клас автомобіля. СТО, що обслуговують автомобілі високого класу кардинально відрізняється від СТО, що здійснюють обслуговування автомобілів середнього класу чи нижче середнього, акценти пріоритетів виставлені на інших категоріях. Для



високого класу вища увага приділяється прийманню автомобіля в ремонт, сервісу клієнта в очікуванні, якості обслуговування, організації комфорту побутових та адміністративних приміщень, рівню обладнання.

Звичайні СТО переважно задовільняють попит клієнта в перерізі – ціна-якість.



Рисунок 1.3 – Вплив чинників на клієнтський попит СТО

На сьогоднішній день основними чинниками впливу на споживчий попит виступає:

- сукупний дохід автомобілевласника;
- економічні чинники;
- невизначеність та військовий стан в країні;

#### 1.4 Аналіз системи керування двигуном з ГБО та її діагностування

Газобалонне обладнання 5-го покоління - це технологія дозованого впорскування рідкого газу. У ГБО 5, на відміну від ГБО 4-го покоління, газ не переводиться в газоподібний стан, а завжди використовується в рідкому вигляді від заправки в балон до впорскування двигуна. Із зріджених газів для автомобілів використовується лише один вид газу – пропан-бутан.





Рисунок 1.4 – Газобалонне обладнання 5-го покоління

Газ з балона подається до паливної магістралі газовим насосом, який з'єднаний з мультиклапаном стандарту Євро, і може встановлюватися у більшість тороїдальних та циліндричних балонів різних виробників. Мультиклапан служить для обмеження рівня заправки балона (не більше 80% від усього об'єму), також він оснащений запобіжним клапаном, який спрацьовує у разі перевищення порога критичного тиску в балоні. Поточний рівень палива в балоні відстежується спеціальним електронним датчиком рівня, який є частиною мультиклапану.

Продуктивність газового насоса регулюється спеціальним пристроєм – драйвером насоса, який в залежності від потреби системи вибирає один з 5 режимів роботи насоса. Газовий насос подає рідкий газ через мультиклапан та



шланг подачі до наступного вузла системи – регулятора тиску, який служить для підтримки належного рівня тиску в системі. Минаючи регулятор, газ по шлангу подачі подається до спеціальних електромагнітних форсунок, по одній на кожен циліндр двигуна, як і в бензинових паливних системах. Фазу та дозування уприскування рідкого газу через форсунки визначає штатний бензиновий ECU відповідно до ECU газової системи. А надлишковий рідкий газ, що подається магістраллю в районі форсунок, повертається в балон за допомогою шланга зворотної подачі, так само минаючи на зворотному шляху регулятор тиску і мультиклапан. Система має функцію прокачування пароподібного газу, який може виникати в магістралях після тривалої стоянки, для цього після включення живлення автомобіля насос кілька секунд працює з максимальною потужністю і проштовхує парову пробку назад у балон.



Рисунок 1.5 – Газові форсунки 5-го покоління

Основною відмінністю газобалонного обладнання 5-го покоління є те, що газ, починаючи свій шлях від балона в рідкій фазі, минає регулятор тиску і через форсунки, подається до циліндрів у тому ж рідкому вигляді. Тобто, на відміну від попередніх поколінь ГБО, відпадає потреба в такому вузлі, як випарник редуктор, який використовує тепло системи охолодження автомобіля, щоб перетворити газ з фази рідкої в пароподібну. Крім того, для роботи редуктора випарника від системи охолодження автомобіля по патрубках доводиться підводити



до нього охолоджувач.

У ГБО 5-го покоління потреба у цьому відпадає. Ні яких патрубків, ні яких врізок у систему охолодження та жодної потреби у повному прогріві автомобіля для коректної роботи газового обладнання. Переходити на газ можна відразу після запуску автомобіля на бензині. З новинок, у ГБО 5-го покоління, за аналогією з бензиною системою автомобіля, тепер входять: насос та регулятор тиску. А завдяки тому, що газові форсунки тепер працюють із такою самою ефективністю, як і бензинові, втрати потужності, які були властиві ГБО попередніх поколінь, зведені до нуля.

Це означає, що не відчуватиметься різниці водіння на бензині або на газі, в деяких випадках навіть здаватиметься, що на газі автомобіль поводить швидше. Що ж до економії на вартості палива, їзда на газі може бути вигіднішою в 2-3 рази, ніж їзда на бензині. Безумовно, залишається чисто фізичний фактор трохи вищої витрати палива, при їзді на газі. Але за правильно встановленої та налаштованої системи, така витрата буде лише на 10-15% вищою за витрати бензину за аналогічних умов їзди. Наприклад, якщо автомобіль на 10 літрах бензину проїжджав 100 кілометрів, то на 10 літрах газу запас ходу складе 90 кілометрів. Причому не рідкісні випадки, коли витрати на газі в літровому відношенні дорівнюють або навіть нижчі, ніж на бензині. Таке зазвичай викликано тим, що бензинова система автомобіля в силу старості, засміченості чи не правильного програмного управління, витрачає бензину більше, ніж має. Що ж до ГБО 5 покоління то, в разі нового встановлення, всі його вузли та агрегати працюють у режимі своєї максимальної можливості.

А тепер кілька слів про те, що потрібно робити для того, щоб зберегти продуктивність ГБО 5 покоління в стані, близькому до нового. Звичайно ж, ГБО 5 покоління після його встановлення на автомобіль стає або вторинною, або практично єдиною паливною системою автомобіля. І за аналогією з бензиною паливною системою, газова також потребує певного простого обслуговування. Основною проблемою паливних систем залишається погана якість газу. Від цих факторів насамперед і потрібно обережати ГБО 5 покоління. У цьому можуть



допомогти лише фільтри. Причому бажано перестраховатися і мати один фільтр високого тиску для очищення газу в процесі заправки балона і ще один магістральний фільтр низького тиску в розриві між мультиклапаном і регулятором тиску. При цьому, корейські газові насоси, так само обладнані міні фільтром, який у свою чергу перешкоджає попаданню бруду та надто великих сторонніх частинок у паливну магістралі. Така система захисту паливної системи запобігає можливості виходу з ладу газового насоса або засмічення газових форсунок через погану якість газу.

Електронні системи впорскування газу в сучасних автомобілях використовують імпульсне впорскування, щоб дозувати певні порції пального у циліндри двигуна. Цей процес відбувається під контролем електронної системи керування двигуном. Може бути одночасне впорскування (рис. 1.6), попарно-паралельне впорскування (рис. 1.7), фазоване або послідовне впорскування (рис. 1.8).

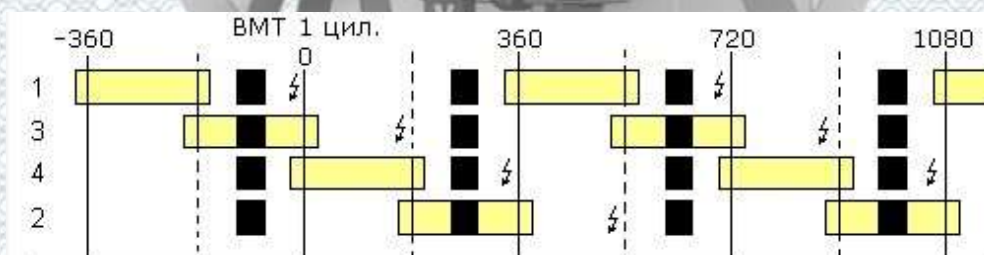


Рисунок 1.6 – Одночасне впорскування

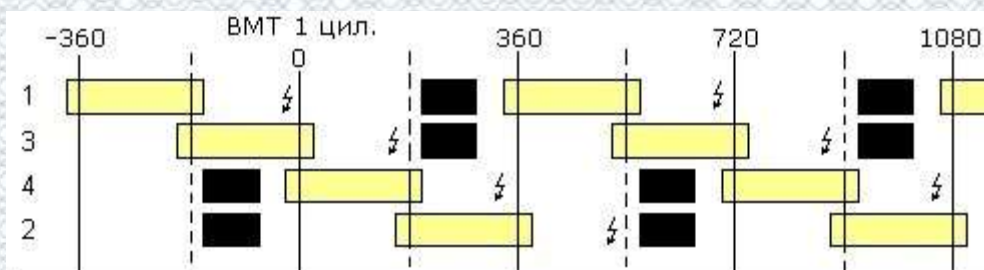


Рисунок 1.7 – Попарно-паралельне впорскування



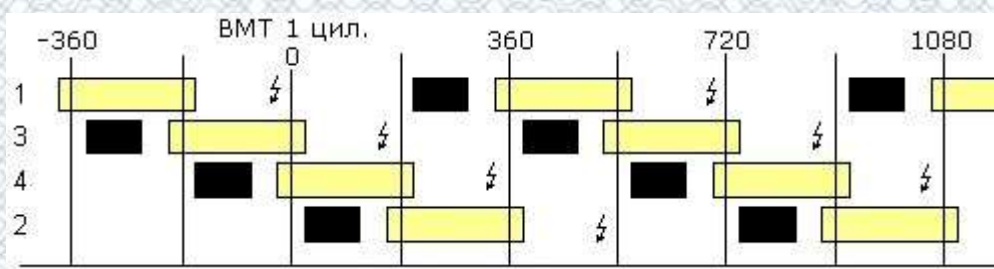


Рисунок 1.8 – Фазоване впорскування

Діагностування газобалонного обладнання автомобіля важливо для забезпечення його надійності та безпеки. Загальні кроки, які можна виконати під час діагностики газобалонного обладнання.

Перевірка наявності видимих пошкоджень включає перевірку газового балона, трубопроводів та фітингів на наявність будь-яких видимих пошкоджень, тріщин, зламів або корозії. При перевірці системи випуску газу необхідно перевірити випускну систему газу на наявність витоків або інших проблем. Слуховим оглядом можна виявити будь-які дивні звуки під час роботи системи. Незвичайні шипіння чи шуми можуть свідчити про витік газу. Перевірка витрати газу у різних режимах роботи. Неправильна витрата може свідчити про проблеми з системою впорскування. Перевірка діагностичних кодів сканером діагностики для перевірки наявності діагностичних кодів помилок у системі керування газобалонним обладнанням. Контроль тиску газу. Недостатній тиск може вказувати на витік або інші проблеми. Перевірка системи запалювання проводиться з метою повноти спалювання газу в двигуні.

### 1.5 Основні висновки і задачі проектування

Метою даної роботи є Удосконалення методики діагностування системи керування двигуном із газобалонним устаткуванням 5-го покоління.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз організації діагностичних робіт на станції технічного обслуговування та аналіз методів діагностування системи керування двигуном із



газобалонним устаткуванням.

2. Виконати технологічний розрахунок та організаційні заходи щодо функціонування зони діагностики на станції технічного обслуговування.

3. Описати підхід та розробити алгоритм діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням базуючись на параметрах і характеристиках функціонування системи впорскування зрідженого газу.

4. Визначте економічну доцільність та ефективність впроваджених нововведень.

5. Визначити та обґрунтувати безпечні умови праці для робітників під час виконання діагностичних робіт.





## 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: кількість автомобіле-заїздів для виконання обслуговування – 1710 на рік. Блок-схема виконання технологічних розрахунків приведена на рис. 2.1.

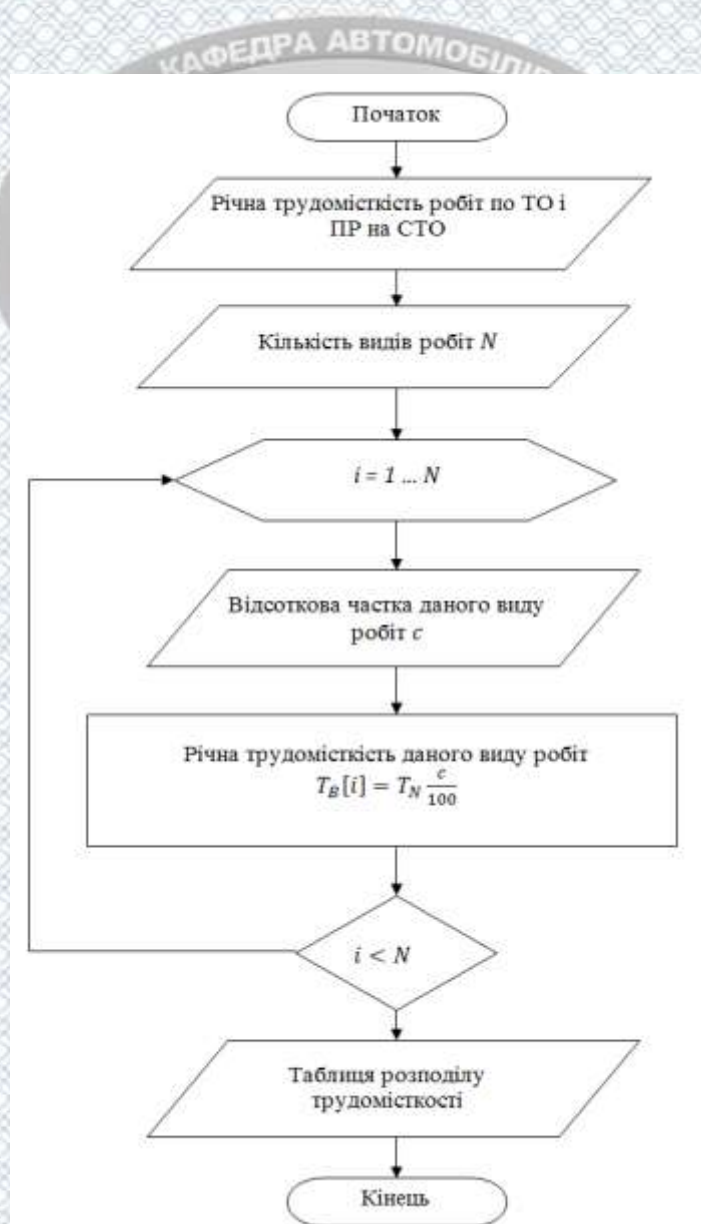


Рисунок 2.1 – Блок-схема технологічного розрахунку СТО



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  $L_{c-p}$  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:  $X_{п-існ}^{СТО} = 5$ .

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.	4
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	$K_{\Pi}$	—	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)	$t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}}$	люд·год/1000	2,0	2,3	2,7	
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (скоректована)	$t_{\text{ТО і ПР}}$	люд·год/1000	1,71	1,97	2,31	
Разова на один заїзд:	миття і прибирання	$t_{\text{п-м}}$	люд·год	0,15	0,20	0,25
	приймання і видачі	$t_{\text{п-в}}$	люд·год	0,15	0,20	0,25
	передпродажної підготовки	$t_{\text{п-п}}$	люд·год	3,5	3,5	3,5
	антикорозійної обробки	$t_{\text{а-к}}$	люд·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:

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

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, прибирально-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 трудомісткості 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 автомобілів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.-год	8037	17649	17775	43461,7
Роботи приймання і видачі	$T_{\text{п-в}}$	люд.-год	169,2	430,8	462	1062



Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Роботи антикорозійної обробки	$T_{a-k}$	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	$T_{\Sigma}$	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:

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



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 місця, год	Фонд часу робітника, год
				$\Phi_{\text{р.м.}}$	$\Phi_{\text{в.р.}}$
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 місця 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.

## 2.5 Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання

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	—	—	—	—	



Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	–	–	–	–
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

## 2.6 Організація діагностичних робіт в зоні ТО і ПР

Зона технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування “Газ-авто” призначена для виконання робіт діагностування обслуговування і ремонту автомобілів. Такі роботи виконуються за замовленням власників індивідуальних автомобілів.

Роботи діагностування виконуються із застосуванням спеціального діагностичного обладнання. Діагностичне обладнання розташоване біля поста діагностики. Діагностування автомобілів виконується різними способами та підходами. Одним із способів діагностування є застосування діагностичного сканера для зчитування кодів несправностей які виникають у системі керування двигуном.



Для цього в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту є спеціальний діагностичний сканер який призначений для приєднання до діагностичного роз'єму під час виконання робіт з визначення технічного стану різних систем автомобільного двигуна.

Однією з таких робіт є діагностування газобалонного обладнання п'ятого покоління. Діагностичний сканер дає можливість прочитати куди несправностей які можуть виникнути в елементах газобалонного обладнання. Такими елементами в основному є електромагнітні форсунки через які впорскується газ в рідкому стані. Досить важливою діагностичною інформацією є коди помилок які можуть виникати при появі несправностей в датчиках системи керування двигуном. Для функціонування системи подачі газу в газобалонному устаткуванні використовуються ті самі датчики що і для забезпечення подачі бензину. Тому якщо виникають несправності із системою подачі бензину то такі самі несправності можуть бути і в системі подачі газу. Діагностичний сканер також дає можливість зчитувати параметри датчиків системи керування двигуном та виконавчих пристроїв у процесі роботи двигуна в реальному режимі часу.

В зоні технічного обслуговування і поточного ремонту діагностичний сканер може бути розміщений у спеціальній шафі для інструментів або на верстаку неподалік від поста діагностики. Діагностичний сканер є переносним обладнанням і він не займає додаткової площі у приміщенні виробничого підрозділу.

Окрім діагностичного сканера для діагностування системи керування двигуном та системи подачі газу в газобалонному обладнанні може використовуватися інші обладнання таке як мотор тестер. Мотор тестер який використовується на даному підприємстві також є переносним обладнанням. Він не займає додаткової площі і розташовується у спеціальній шафі.

Під час діагностування слюсар діагност бере необхідне обладнання з верстака або з шафи і виконує діагностичні роботи біля автомобіля.

Окрім діагностичних робіт у зоні технічного обслуговування і поточного ремонту також передбачене виконання інших робіт пов'язаних із обслуговуванням та ремонтом інших систем автомобіля.



На станції технічного обслуговування Газ-авто основним видом робіт є діагностування обслуговування та встановлення нового газобалонного обладнання на різні автомобілі. але за необхідності або за бажанням клієнта також виконуються роботи які потрібно зробити перед встановленням газобалонного обладнання. Такі роботи можуть не стосуватися безпосередньо системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням. Обов'язкове виконання таких робіт забезпечує правильність встановлення діагностування і обслуговування газобалонного обладнання.

## **2.7 Технологічне обладнання зони ТО і ПР**

Для забезпечення різних видів робіт діагностування обслуговування та поточного ремонту у виробничому підрозділі встановлене відповідне технологічне обладнання прилади та інструменти.

Таке обладнання розміщене у приміщенні виробничого підрозділу у відповідності з технологією виконання робіт. Розташування обладнання є довільним але при виконанні різних робіт досить важливим є зручність застосування обладнання та легкість доступу до нього. Ці фактори особливо враховуються при виборі відстані між різними одиницями обладнання а також при визначенні відстані від встановленого обладнання до автомобіля з яким необхідно виконувати певні види робіт.

Все технологічне обладнання зони технічного обслуговування і поточного ремонту можна умовно поділити на чотири підгрупи які складають підйомно-оглядове обладнання, основне технологічне обладнання, прилади, а також пристрої та інструменти.

Технологічне обладнання яке має розміри і встановлене безпосередньо на підлозі враховується у розрахунок площі виробничого приміщення.



Таблиця 2.7 – Відомість технологічного обладнання

Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Мо- дель, тип	К-сть, шт.	Габари- тні розміри, мм	Площа, м <sup>2</sup>		Потуж- ність, кВт
				Оди- ниці	За- га- льна	
3	4	5	6	7	8	9
Підіймач електромеханічний	ПЕМ-4,5	2	—	—	—	6,6
Мотор-тестер	МТ-800	1	550×600	0,33	0,33	0,25
Стенд геометрії ходової час- тини	RAV TD 5080	1	980 x 940	0,92	0,92	0,7
Підіймач-візок для зняття і ус- тановки агрегатів	—	2	1170 x 730	0,85	1,7	—
Пересувний пост електрика	—	2	1100 x 600	0,66	1,32	—
Пересувний пост мастильних робіт	—	2	1200×800	0,96	1,92	—
Стелаж-вертушка для кріпиль- них деталей	—	1	D 700	0,38	0,38	—
Пересувний пост слюсаря-ав- торемонтника	—	5	700 x 500	0,35	1,75	—
Верстак слюсарний	—	1	1200×700	0,84	0,84	—
Ящик для відходів	—	2	500×500	0,25	0,25	—
Шафа для інструменту	—	1	800×400	0,32	0,32	—
Бак для зливу моторного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
Бак для зливу трансмісійного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
Ящик для обтиральних матері- алів	—	1	500×500	0,25	0,25	—



## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ З ГАЗОБАЛОННИМ УСТАТКУВАННЯМ

#### 3.1 Обґрунтування способу діагностування системи з ГБО

Система керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління містить в собі три підсистеми: підсистема подачі бензину, підсистема подачі газу, підсистема запалювання. Всі вони працюють як одне ціле в єдиній системі керування двигуном. Тому підходи до діагностування ґрунтуються на можливостях комплексного діагностування системи керування двигуном в загальному.

Розвиток автомобільного транспорту суттєво впливає на методи діагностування автомобілів. Сучасні автомобілі оснащені великою кількістю електроніки та сенсорів, що забезпечує їхню ефективну роботу, але також створює нові виклики для діагностичних процедур.

Один з ключових параметрів для оцінки технічного стану автомобіля - це діагностичний код несправності (DTC), який генерується електронним управлінням автомобіля в разі виявлення проблеми. Сучасні автомобілі оснащені системами OBD-II (On-Board Diagnostics II), які дозволяють зчитувати ці коди за допомогою спеціальних діагностичних сканерів.

Крім того, використання передових технологій, таких як штучний інтелект (ШІ), машинне навчання та інші аналітичні методи, може значно поліпшити ефективність діагностики. Аналіз даних з сенсорів, використання алгоритмів для визначення аномалій та прогнозування можливих поломок - це лише кілька прикладів того, як сучасні технології можуть бути використані для підвищення якості діагностики автомобілів.

Використання мікропроцесорних систем запалювання дозволяє ефективно керувати моментом запалювання і статично розподіляти високу напругу між



циліндрами двигуна для оптимальної продуктивності. Основна перевага полягає в тому, що такі системи можуть адаптуватися до різних умов роботи двигуна та забезпечувати оптимальний запалювання в різних режимах експлуатації.

Мікропроцесорні системи можуть адаптуватися до різних оборотів двигуна, навантаження та інших умов роботи, розраховуючи оптимальний момент запалювання для забезпечення кращої ефективності та зниження викидів.

Мікропроцесори дозволяють точно контролювати момент запалювання для кожного циліндра окремо, що дає можливість статичного розподілу високої напруги. Це може поліпшити роботу двигуна, забезпечити кращий розподіл потужності та зменшити вироблення шкідливих викидів.

Керування моментом запалювання може впливати на ефективність споживання пального, що важливо для економії пального та зменшення викидів CO<sub>2</sub>. Динамічний контроль моменту запалювання дозволяє знизити викиди шкідливих речовин у вихлопних газах.

Мікропроцесорні системи запалювання дозволяють оптимізувати роботу двигуна під різними умовами руху та експлуатації, забезпечуючи оптимальні параметри запалювання для кожного циліндра.

Сучасні автомобілі в основному використовують комплексні системи керування двигуном (рис. 3.1), які включають в себе більше, ніж просто мікропроцесорні системи запалювання. Ці системи призначені для оптимізації роботи двигуна з урахуванням різноманітних факторів, таких як обороти двигуна, температура, навантаження, ефективність споживання пального, викиди та інші.

Комп'ютер керування двигуном регулює процес впорскування пального в циліндри двигуна для забезпечення оптимального змішування пального з повітрям. Система запалювання керує моментом запалювання для оптимізації ефективності роботи двигуна та зниження викидів. Система контролю витрати повітря вимірюється кількість втягнутого повітря для належного забезпечення змішування з паливом. Якщо двигун оснащений турбонаддувом, система керування регулює тиск турбонаддува для оптимальної ефективності. Системи регулювання обертів холостого ходу контролює швидкість обертання двигуна при



холостому ходу. Системи викидів контролює викиди вихлопних газів для відповідності нормам викидів.

Ці системи працюють разом, взаємодіючи за допомогою датчиків та актуаторів, щоб забезпечити оптимальну ефективність роботи двигуна при різних умовах експлуатації. Інтеграція мікропроцесорних технологій дозволяє реалізувати розширені алгоритми керування.

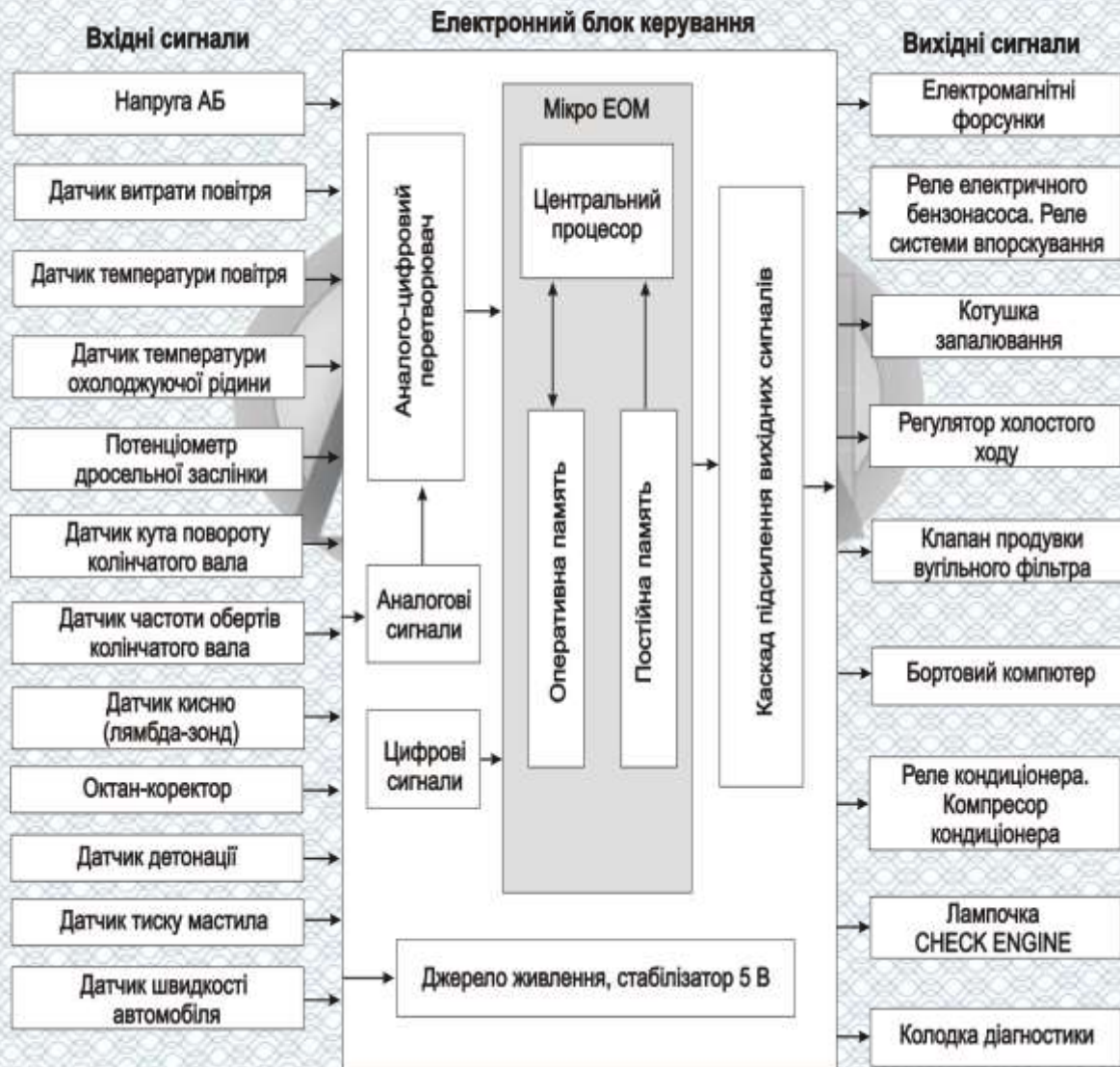


Рис. 3.1 – Система керування двигуном

Електронна система отримує дані від датчиків, таких як оберти двигуна, температура, тиск, кисень у вихлопних газах та інші параметри. На основі отриманих даних система визначає оптимальну кількість пального, яка потрібна для



забезпечення ефективного згорання в кожному циліндрі. Електронна система генерує імпульс, який відкриває інжектор для впорскування пального. Цей імпульс короткочасно відкриває електромагнітний клапан інжектора, дозволяючи точно дозованій кількості пального потрапити в циліндр. Пальне впорскується під високим тиском у впускний колектор циліндра, де воно змішується з повітрям перед спалахом. Після впорскування пального та змішування з повітрям відбувається спалах, що приводить до виділення енергії та руху поршня.

Сучасні методи технічної діагностики автомобільних систем та компонентів часто базуються на впровадженні автоматизованих діагностичних систем, які використовують різноманітні технології та методи для ефективного виявлення несправностей.

Об'єктом діагностування є система керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління.

Методика діагностики системи впорскування палива, яка базується на визначенні залежностей між структурними та діагностичними параметрами передбачають наступні заходи: Виявлення та визначення ключових елементів системи впорскування палива, таких як інжектори, датчики тиску, датчики температури, елементи керування тощо. Врахування структурних особливостей конкретної системи впорскування, таких як тип форсунок, кількість циліндрів, принцип роботи інжекторів тощо. Вибір параметрів, які відображають стан та ефективність роботи системи впорскування. Включення параметрів, які можуть вказувати на можливі несправності чи аномалії в роботі системи, такі як витрати пального, тиск, час впорскування тощо. Розробка математичних моделей, що відображають залежності між структурними та діагностичними параметрами. Урахування різних умов роботи та зовнішніх факторів, які можуть впливати на параметри системи. Встановлення базових значень діагностичних параметрів для нормальної роботи системи впорскування. Збір даних при нормальному функціонуванні для створення бази даних нормального стану. Моніторинг діагностичних параметрів під час роботи автомобіля в реальному часі. Визначення відхилень від нормальних значень та аналіз цих відхилень для визначення можливих несправностей.



Розробка алгоритмів, які дозволяють ідентифікувати конкретні типи несправностей на основі виявлених відхилень. Врахування ускладнень та комбінацій можливих несправностей. Інтеграція розробленої системи діагностики в електронну систему управління автомобілем. Забезпечення можливості зчитування та аналізу діагностичних даних.

Залежність між структурними і діагностичними параметрами показана на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Модель системи діагностування

Така методика дозволяє встановлювати зв'язки між структурними та діагностичними параметрами для ефективної діагностики системи керування двигуном з ГБО 5-го покоління та оперативного реагування на можливі несправності.



### 3.2 Діагностичні та структурні параметри системи керування двигуном з ГБО 5-го покоління

Структурні та діагностичні параметри системи керування двигуном з ГБО 5-го покоління можуть змінюватися в процесі експлуатації автомобіля. Зміни цих параметрів можуть бути викликані різними факторами, і їх відстеження є важливим для ефективної діагностики та обслуговування системи.

До таких параметрів можна віднести: Стан інжекторів. З часом інжектори можуть зношуватися, що призводить до зміни їх ефективності та робочого тиску. Тиск у паливній системі. Можливі витіки, засмічення або інші проблеми, які можуть впливати на тиск пального в системі. Витрати пального. Збільшення або зменшення витрати пального може свідчити про проблеми з інжекторами, тиском пального або іншими частинами системи впорскування. Час впорскування. Зміни в часі впорскування можуть вказувати на проблеми з роботою інжекторів або датчиків. Параметри запалювання. Параметри, які відображають процес спалювання пального, такі як температура вихлопних газів чи вміст кисню, можуть змінюватися в разі несправностей або неправильної роботи системи. Забруднення паливних або повітряних фільтрів може впливати на роботу системи впорскування та призводити до змін в діагностичних параметрах. Температурні зміни. Зміни температури можуть впливати на властивості палива та роботу датчиків, що впливає на діагностичні параметри.

Технічний стан компонентів системи впорскування газу і бензину може постійно змінюватися під впливом різних факторів. Ці зміни можуть впливати на циклову подачу палива та вести до відхилень від нормативів.

За кожний окремий цикл роботи двигуна форсунка впорскує певну кількість газу,

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

де  $\mu f_{\phi}$  – розмір отворів розпилювача форсунки, м<sup>2</sup>;



$P_T$  – різниця тиску палива на розпилювачі, Н/м<sup>2</sup>;

$\rho_T$  – щільність палива, кг/м<sup>3</sup>;

$\tau_{вп}$  – час впорскування, с.

Приведена формула розрахунку кількості палива яке впорскується за один цикл показує що ця кількість залежить від певного переліку факторів:

1) зміни тривалості упорскування палива  $\tau_{вп}$ , з різних причин несправностей: витрати повітря, кисневого датчика причини несправності в контролері, температури повітря, датчиках дросельної заслінки, температури охолоджуючої рідини та ін.

2) зменшення пропускнуго розміру форсунки  $\mu f_f$ . Це можливо якщо форсунка досить сильно забруднена;

3) Різниця тиску палива  $\Delta P_T$  у форсунці зменшується внаслідок погіршення технічного стану насоса який подає паливо або регулятора тиску.

Робочий процес двигуна та технічний стан елементів системи подачі зрідженого газу безпосередньо пов'язані між собою (рис. 3.3).

Технічний стан насоса подачі палива визначається за його продуктивністю у відповідності до того що насос повинен створювати певний тиск перед форсунками. Величина тиску перед форсунками залежить не тільки від насоса який подає паливо а також від регулятора тиску який призначений для підтримання цього тиску у постійному значенні.

Паливний насос та регулятор тиску являють собою систему яка призначена для подачі палива та підтримання певного тиску у системі.

Подача палива безпосередньо пов'язана із технічним станом повітряного фільтра через який поступає повітря у впускний трубопровід двигуна. Якщо повітряний фільтр забруднений то кількість повітря яка проходить через нього зменшується. Це визначає витратомір повітря і таким чином зменшується кількість подачі палива до циліндрів двигуна що призводить до зменшення потужності. Кількість подачі палива яка впорскується у циліндрі визначається тривалістю відкритого стану форсунок



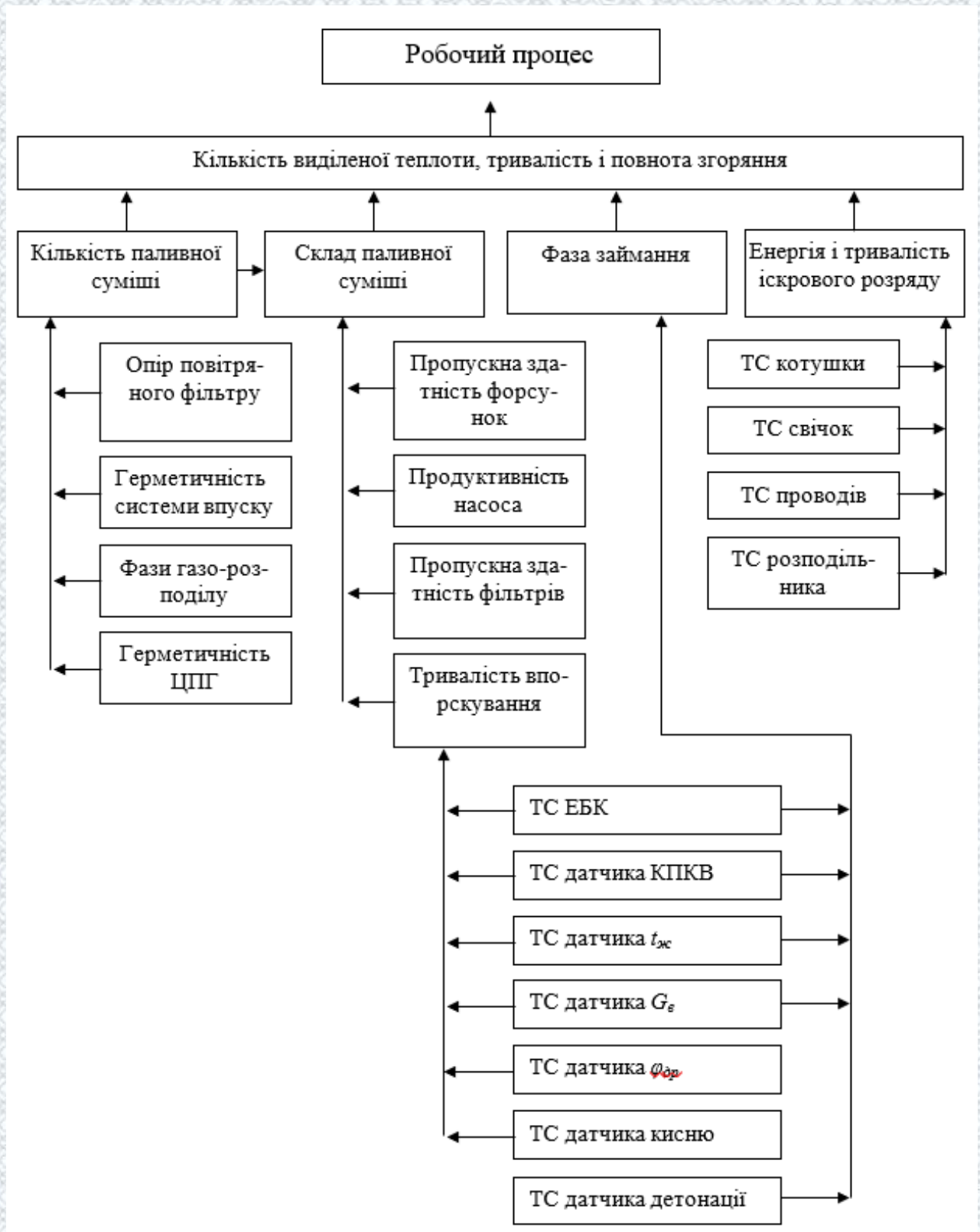


Рисунок 3.3 – Вплив параметрів системи керування на робочий процес двигуна



Для розробки діагностичної моделі і безпосереднього формування алгоритмів діагностування необхідно виділити основні параметри електромагнітних форсунок. До таких параметрів можна віднести наступні:

1. Робочий тиск усередині форсунки який визначається тиском що створює насос у паливній рампі і підтримується регулятором тиску палива.
2. Кількість палива яка виходить з форсунки за певну одиницю часу. Ця величина називається продуктивністю форсунки ( $\text{см}^3/\text{хв}$ )
3. Величина напруги живлення форсунки яка залежить від величини бортової напруги яка безпосередньо впливає на величину струму для відкриття голки форсунки.
4. Тривалість відкритого стану форсунки який визначений електронним блоком керування в залежності від режиму роботи двигуна та інформації від датчиків системи керування двигуном.
5. Опір обмотки електромагніта форсунки який залежить від конструктивної характеристики форсунки а також від технічного стану обмотки форсунки.

### 3.3 Розробка діагностичної моделі

Математична модель системи впорскування палива може бути використана для аналітичного опису робочого процесу цієї системи. Математичні моделі служать для представлення взаємозв'язків між різними змінними та параметрами системи, що дозволяє аналізувати їхню динаміку та взаємодії.

Математичні моделі можуть бути лінійними чи нелінійними, а також можуть включати диференціальні рівняння, алгебраїчні рівняння та інші математичні вирази.

Зазори які можуть бути присутніми в електромагнітних форсунках суттєво впливають на техніко-експлуатаційні показники роботи форсунки. Такі зазори можна описати за допомогою формули:

$$\Delta_{pz} = \Delta_{1pz} + \Delta_{2pz} \quad (3.2)$$



де  $\Delta_{2pz}$  - робочий зазор кінцевий, м.

$\Delta_{1pz}$  - робочий зазор початковий, м;

Також досить важливим є конструктивний параметр електромагнітної форсунки. Для визначення конструктивного параметра можна використати наступну формулу:

$$КП = 1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{P_E}{\delta_{\text{я}}}} \quad (3.3)$$

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

$P_E$  - тягове зусилля електромагніта, Н;

На першому етапі необхідно визначити тягове зусилля електромагніта  $P_E$ .

Знаючи цю величину можна визначити величину ходу якоря форсунки за допомогою такої формули:

$$\delta_{\text{я}} = \Delta_{1pz} \quad (3.4)$$

Така характеристика електромагнітних форсунок ефективність їх роботи залежить від механічної і тягової характеристики. Залежність протидіючої сили  $P_M$ , від переміщення якоря визначає механічну характеристику. Залежність зусилля  $P_E$  від величини зміщення якоря  $\delta_{\text{я}}$  визначає тягову характеристику.

Визначення конструктивного параметра електромагнітної форсунки дає можливість вибрати параметри катушки форсунки а також діаметр якоря. Також визначається жорсткість пружини електромагнітної форсунки яка призначена для того щоби притискати голку форсунки до розпилювача

Магніто-рушійна сила електромагніту або так зване тягове зусилля електромагніта можна визначити за такою формулою



$$P_3 = (\mu_0 \cdot \varphi^2 \cdot F_E^2 \cdot S) / 2 \cdot \delta_3^2 \quad (3.5)$$

де  $S$  – площа пояска якоря, м<sup>2</sup>.

$\varphi$  – коефіцієнт поправочний;

$\mu_0$  – магнітна постійна Гн/м;

$F_E$  – магніторушійна сила котушки, А;

У спрощеному вигляді магніторушійну силу електромагніта форсунки можна представити таким чином:

$$P_E = (\omega \cdot U_E) / R_E \quad (3.6)$$

де,  $R_E$  – опір котушки, Ом.

$U_E$  – напруга, В;

$\omega$  – кількість витків котушки;

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

Досить важливим параметром електромагнітної форсунки є тривалість її відкриття. Це величина безпосередньо впливає на кількість палива яке буде впо-вскупатися до циліндрів двигуна. Тут Необхідно відмітити що швидкість відкриття форсунки залежить від індуктивності електромагніту форсунки. Електромагнітна форсунка не може відкриватися миттєво. Після подачі електричного сигналу від електронного блока керування форсунка відкривається з деякою затримкою:

$$\tau_{max} = (4 \dots 5) \cdot L_\Phi / r_\Phi \quad (3.7)$$



де  $r_{\phi}$  – активний опір форсунки, Ом.

$L_{\phi}$  – індуктивність електромагніту форсунки, Гн ;

Швидкість відкриття і закриття форсунки залежить від деяких факторів серед яких вагоме місце займає жорсткість зворотної пружини та індуктивність обмотки електромагніта. Для відкриття клапана форсунки необхідно через обмотку електромагніта пропустити електричний струм. Для утримування форсунки у відкритому стані струм також повинен проходити через обмотку електромагніта. Тут треба відмітити що відкривати форсунку важче чим утримувати у відкритому стані. Тому в деяких форсунках керування електронним блоком керування організоване таким чином що під час відкриття форсунки на неї подається більше величина сили струму, а під час утримування форсунки у відкритому стані сила струму зменшується.

Для більшості сучасних електромагнітних форсунок імпульс керування форсункою від електронного блока керування є прямокутним. Частота прямокутних імпульсів для кожної форсунки залежить від режиму роботи двигуна і може бути визначена за формулою:

$$f_{\text{імп}} = \frac{n \cdot z_{\text{ц}}}{30 \cdot k \cdot z}, \quad (3.8)$$

де  $z_{\text{ц}}$  - число циліндрів;

$n$  - частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$ ;

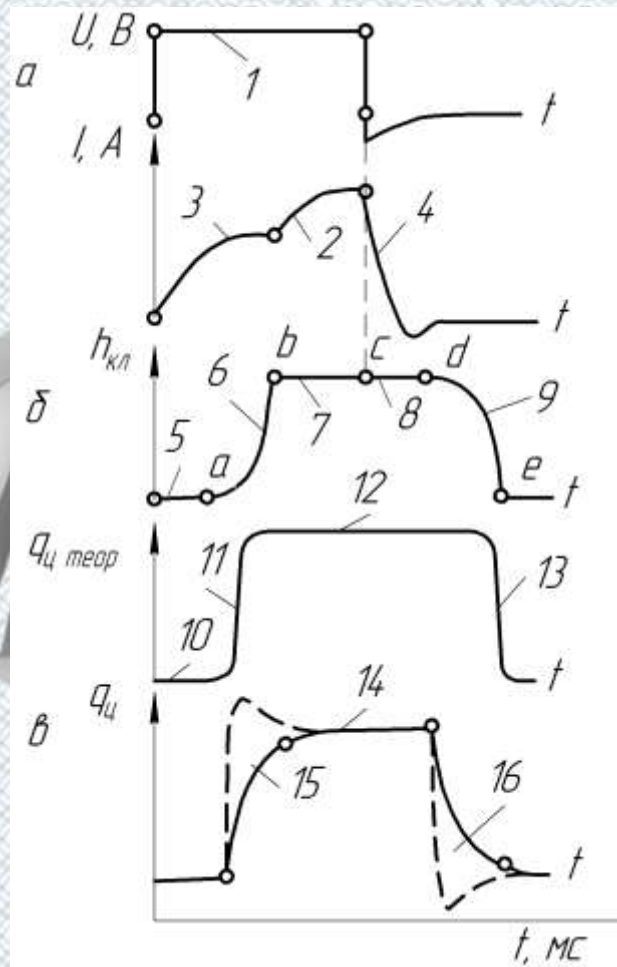
$z$  - кількість котушок запалювання.

$k$  – кількість тактів двигуна;

Величина сили струму яка проходить через електромагнітну обмотку форсунки може змінюватися за експоненціальним законом. Під час роботи двигуна електромагніт форсунки спрацьовує. Деякий час Після подачі струму на електромагніт він залишається нерухомим. Потім Якір електромагніта починає



рухатися від одного кінцевого положення до іншого. Сила струму яка проходить через обмотку електромагніта також змінюється у залежності від того в якому положенні знаходиться Якір електромагніта. Величина сили струму залежить від зусилля пружини яка притискає голку форсунки до розпилювача.



а – струм і напруга в обмотці; б – переміщення клапана; в – циклові подачі ( фактична  $q_{ц}$  і теоретична  $q_{ц\text{ теор}}$ ); 1 – напруга; 2-4 – струм; 5 - положення клапана закриті; 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 закриті; 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 3.4 – Осцилограми процесів в форсунках в електронних і механічних частинах



Після завершення дії електричного імпульсу від електронного блока керування магнітний потік який впливає на якір електромагніта поступово зникає. З причини того що магнітний потік не зникає миттєво голка форсунки не може закритися моментально. Якір на деякий час затримується у своєму верхньому положенні.

Тривалість відкритого стану форсунки - це є величина яка характеризує момент часу від відкриття голки форсунки до її закриття. За цей час паливо з форсунків впорскується до циліндрів двигуна. Тривалість відкриття форсунки визначається електронним блоком керування у залежності від режиму роботи двигуна та від інформації з датчиків системи керування двигуном.

Дійсна тривалість відкриття клапана форсунки не відповідає тривалості електричного імпульсу від електронного блока керування. Причиною цього є описаний вище ефект запізнення відкриття і закриття голки форсунки після подачі електричного імпульсу.

Із врахуванням величини запізнення початку відкриття і запізнення закриття форсунки можна визначити дійсну тривалість впорскування палива:

$$t_{цв} = t_{имп} - (t_{пр1} + t_{р1}) + (t_{пр2} + t_{р2}) \quad (3.9)$$

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

$t_{имп}$  - тривалість імпульсу, мс;

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

Досить важливими характеристиками форсунки впорскування палива її статична та динамічна продуктивність. Для визначення статичної продуктивності форсунки необхідно знати тиск палива перед форсункою та час впорскування палива:



$$g_0 = \frac{Q_{\text{цт}}}{t_{\text{цв}}}, \quad (3.10)$$

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

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

Величина подачі палива також може бути визначена враховуючи форму імпульсу та час:

$$Q_{\text{цт}} = \mu_{\text{ф}} f_{\text{ф}} t_{\text{цв}} \sqrt{2/\rho_{\text{т}}} \sqrt{p_{\text{ср}}}, \quad (3.11)$$

де  $t_{\text{цв}}$  - час відкриття форсунки, с.

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

$\mu_{\text{ф}} f_{\text{ф}}$  - площа перерізу отвору,  $\text{см}^2$ ;

$\rho_{\text{т}}$  - щільність палива,  $\text{кг}/\text{см}^3$ ;

### 3.4 Розробка алгоритмів діагностування системи впорскування палива

Алгоритм діагностування форсунок поділений на три послідовні частини:

Перша частина. Контролюється технічний стан безпосередньо самих форсунок.

Друга частина. Контролюється технічний стан насоса і регулятора тиску палива.

Третя частина. Контролюється якість суміші за величиною коефіцієнта надлишку повітря.

Для функціонування алгоритму діагностики необхідно отримати певну вхідну інформацію від датчиків. Така інформація отримується оператором і включає в себе наступне:



- величина падіння тиску  $\delta P_{\text{п}}$  при проливанні;
- тиск палива для форсунок  $P_{\text{п}}$  при проливанні;
- температура бензину  $t_{\text{п}}$ ;
- витрата повітря двигуном  $G_{\text{пов}}$ .
- робочий тиск палива  $P_{\text{т}}$ ;
- витрата палива  $G_{\text{п}}$ ;
- циркуляція палива  $G_{\text{цп}}$ ;

Окрім інформації отриманої з датчиків необхідно ще інформація яка міститься в базі даних:

- коефіцієнт зміни щільності  $\beta_{\text{п}}$ ;
- щільність палива  $\rho_{\text{п}}$  при  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ;
- максимальний тиск системі  $P_{\text{тmax}}^*$ ;
- продуктивність насоса  $Q_{\text{нн}}^*$ ;
- продуктивність форсунок  $S_{\text{ф0}}, S_{\text{ф}}$ , (зразкової і робочої);
- мінімальний тиск системі  $P_{\text{тmin}}^*$ ;
- допуск на коефіцієнт  $\Delta\alpha$ .
- коефіцієнт надлишку повітря  $\alpha_{\text{хх}}$ ;

Таблиця 3.1 - Алгоритм "Контроль форсунок"

Позначення параметра	Найменування параметра
1. $P_{\text{пп}}, P_{\text{пк}}$	Тиск палива в рампі при проливанні - початковий і кінцевий
2. $\delta P_{\text{п}} = P_{\text{пп}} - P_{\text{пк}}$	Падіння тиску палива для даної форсунки
3. $\delta P_{\text{п0}}$	Падіння тиску палива для зразкової форсунки
4. $K_{\text{фi}} = \frac{\delta P_{\text{пi}}}{\delta P_{\text{п0}}}$	Коефіцієнт стану <u>i-ої</u> форсунки ( $i=1,2,\dots,z$ )
5. $S_{\text{фi}} = S_{\text{ф0}} \cdot K_{\text{фi}}$	Продуктивність <u>i-ої</u> форсунки
6. $\Delta S_{\text{ф}} = \pm 3\%$	Допуск на продуктивність
7. $S_{\text{фн}} = S_{\text{ф}} - \Delta S_{\text{ф}}$	Нижня межа продуктивності
8. $S_{\text{фв}} = S_{\text{ф}} + \Delta S_{\text{ф}}$	Верхня межа продуктивності
9. $S_{\text{фi}} > S_{\text{фн}}$	Форсунка справна
10. $S_{\text{фi}} < S_{\text{фв}}$	Форсунка справна
11. $S_{\text{фi}} < S_{\text{фн}}$	Форсунка несправна
12. $S_{\text{фi}} > S_{\text{фв}}$	Форсунка несправна



## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Фактична або повна сума інвестиційних вкладень в методику підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління 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	$k_{\text{стан.}} - 0,7$	$N_{\text{час}} - 125$		$k_{\text{м}} - 1$
				$k_{\text{скл}} - 1,08$		

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

$N_{час}$  – норма часу, людино-дні;

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

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

Визначення необхідної кількості розробників.

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

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

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

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

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

$t_{розробн}$  – 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:

$$T_{ст}^1 = \frac{3П_{мін}}{\Phi_{нм}} \cdot K_2, \text{ [грн]} \quad (4.3)$$



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.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{6700}{162} \cdot 1,25 = 36,44 \text{ (грн.)}$$

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

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



де  $B_{ECB}$ -відсоток відрахувань єдиного соціального внеску,%.

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

#### 4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Суму амортизаційних відрахувань для груп обладнання основних засобів розраховується в 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 підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням

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



Продовження таблиці 4.3

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

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

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

де 12 – число місяців;

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

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

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

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

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

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



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 підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління 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 підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління

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

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

$E_2$  – експлуатаційні витрати при використанні інвестиційного проекту, 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.

$\Delta E$  – 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 підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,36 року < 3 років.



## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Основне завдання охорони праці – це мінімізація вірогідності виникнення захворювань та виробничого травматизму при забезпеченні нормованих показників умов праці.

Незадовільний стан охорони праці спроможний викликати соціально-економічні проблеми працівників і їх родин. Саме тому соціально-економічне значення охорони праці полягає у: підвищенні продуктивності праці, збільшенні валового внутрішнього продукту, зменшенні витрат на оплату лікарняних і виплат компенсацій за важкі умови праці тощо.

В даному розділі наводиться аналіз небезпечних, шкідливих та уражаючих для працівника і навколишнього середовища чинників, які виникають під час проведення підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління. Тут висвітлюються, зокрема, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, технічні рішення з безпеки при проведенні підвищення ефективності, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Під час підвищення ефективності даного процесу на працюючих діють ті чи інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [13].

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: підвищена або понижена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, пряма або відбита блискучість.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів.



## 5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

### 5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Основні показники, які характеризують мікроклімат: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання.

Коли з технічних чи економічних міркувань оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини параметрів мікроклімату.

Вибираємо для приміщення, в якому проводяться роботи з підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

Відповідно до [13] допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні для теплого та холодного періодів року наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустимі показники мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий	Іб	21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

Перепад температури повітря вздовж висоти робочої зони допускається до 3°С. Для опромінення менше 25% поверхні тіла людини, нормована інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю виробничого



середовища. ГДК шкідливих речовин, що утворюються в даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Метан	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	7000	4
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	0,15	4
Іони n <sup>+</sup> , n <sup>-</sup>	число іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря	50000	–

З метою забезпечення необхідних за нормативами показників мікроклімату і чистоти повітря робочої зони запропоновано:

1) у приміщенні повинна бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;

2) застосування витяжної вентиляції, яка видаляє забруднення або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї контролюється швидкість руху повітря і вологість.

### 5.1.2 Виробниче освітлення

З метою забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги висуваються до якісних та кількісних показників освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, згідно [13] визначаємо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Приймаємо контраст об'єкта з фоном – середній, а характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт в.



Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості при штучному освітленні наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Нормативні значення КПО і мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	в	середній	середній	750	200	300	2	1,2

Так як приміщення розташоване у селі Якушинці Вінницької області (2-га група забезпеченості природним світлом), а світлові проїми орієнтовані за азимутом  $135^\circ$ , то для таких умов КПО розраховується за формулою:

$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (5.1)$$

де  $e_n$  – табличне значення КПО, %;

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

$N$  – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

Підставляючи відомі значення одержимо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,b} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

З метою встановлення нормованих значень показників освітлення запропоновано: при недостатньому природному освітленні в світлий час доби доповнення штучним завдяки використанню люмінесцентних ламп з утворенням



системи суміщеного освітлення; застосування загального штучного освітлення у темний час доби.

### 5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Визначено, що приміщення, в якому проводиться робота з підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління може містити робочі місця із шумом та вібрацією, який генерується двигунами вентиляційної системи.

Для запобігання травмуванню працюючих від дії шуму та вібрації вони підпадає під нормування. Головним нормативом з питань виробничого шуму, що діє на території України, є [15], у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у промислових приміщеннях не повинні перевищувати значень, що наведено в таблиці 5.4. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.5 для 1-ї категорії (транспортна).

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні шуму і еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	62



З метою забезпечення нормованих показників віброакустичних коливань в приміщенні запропоновано:

- 1) своєчасне проведення профілактичного ремонту;
- 2) застосування в конструкціях обладнання віброізоляції та акустичних екранів.

#### 5.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, в якому проводиться робота з підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, $\lambda$	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

З метою гарантування захисту і досягнення нормованих рівнів випромінювань потрібно застосовувати екранні фільтри та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.



## 5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління

### 5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів і його розміри мають відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи [16].

Площа одного робочого місця має становити не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм приміщення – не менше як  $20 \text{ м}^3$ , висота – не менше  $3,2 \text{ м}$ .

Кольорове оздоблення інтер'єру приміщення повинно відповідати вказівкам з проектування кольорової обробки інтер'єрів приміщень будівель промислових підприємств. Поверхня підлоги повинна бути гладкою, не слизькою, без вибоїн, зручною для вологого прибирання, мати антистатичні властивості. Забороняється використовувати під час оздоблення інтер'єру полімери, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

### 5.2.2 Заходи безпеки при використанні газових балонів

Газові балони вимагають дотримання правил загальної безпеки. Міцні зварні шви, товста сталь і якісне виготовлення гарантує безпечну експлуатацію ємностей як циліндричної, так і тороїдальної форми, однак, автовласники повинні дотримуватися норм їхнього утримання.

Газові балони ні в якому разі не повинні піддаватися нагріванню, в тому числі і сонячними променями. Вони здатні витримати температуру навколишнього середовища від  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$  і до  $+45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Газові балони треба встановлювати в тих місцях автотранспортного засобу, де вони будуть захищені від можливості ударів і зовнішніх впливів. До використання допускаються ємності для зрідженого газу, що пройшли перевірку на станціях обслуговування. Газові балони монтуються на спеціальних СТО, що мають



відповідні сертифікати дозволу на проведення робіт з газобалонним обладнанням.

Газові балони можна заповнювати паливом тільки на 85% від їхнього обсягу та здійснювати заправку потрібно на автомобільних газонаповнювальних компресорних станціях, що мають спеціалізоване устаткування і дотримуються норм безпеки.

### 5.2.3 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом у даному приміщенні можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність електрообладнання, випадковий дотик до металевих частин, що опинилися під напругою чи струмоведучих частин. У відповідності до [17] це приміщення належить до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (більше 75 %) відносної вологості.

Через це безпека використання електрообладнання повинна гарантуватись рядом заходів, які включають використання ізоляції струмоведучих частин, захисного заземлення, захисних блокувань тощо [17].

## 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Згідно [18] приміщення, де проводиться робота з підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, відноситься до категорії пожежної небезпеки А, яка характеризується наявністю горючих газів з температурою спалаху не більше 28 °С, що застосовуються під час проведення підвищення ефективності. Дане приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 5.7.



Таблиця 5.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [18]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
2	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	REI 15 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізоляційної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 5.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [18]

Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м <sup>2</sup>			Кількість людей на 1 м ширини евакуйоволу	Протипожежні розриви, м, при ступені їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Максимально допустима площа поверху, м <sup>2</sup> , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I,II	III	IV,V		1	2	3 і більше
до 15	A	2	40	25	15	45	9	9	12	6	н.о.	–	–

Примітка: н.о. – не обмежується

Вибираємо, що приміщення, де проводиться робота з підвищення ефективності, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском.



## ВИСНОВКИ

1. На основі виконаного аналізу функціонування та виробничої діяльності станції технічного обслуговування "Газ-Авто" визначено що існуючі підходи методи та способи проведення діагностичних робіт системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління мають певні недоліки і потребують вдосконалення.

2. Виконано технологічний розрахунок станції технічного обслуговування та організаційні заходи щодо покращення функціонування зони діагностування автомобілів. Це дало можливість підвищити ефективність діагностичних робіт.

3. Запропоновано науковий підхід щодо удосконалення діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, який ґрунтується на моделюванні роботи форсунок впорскування зрідженого газу пропан-бутан. Такий підхід покращує достовірність та швидкість діагностування.

4. Розроблені практичні алгоритми діагностування електромагнітних форсунок впорскування зрідженого газу пропан-бутан, що дає можливість практичного впровадження запропонованого методу діагностування



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І. Організація фірмового обслуговування : навчальний посібник [для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"] / ІСДО; Український транспортний ун-т. / Андрусенко С. І. – К. : ІЗМН, 1996. – 215 с.
2. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. ; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
3. Андрусенко С.І. Технології підвищення ефективності виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: [Навчальний посібник] / Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. – К.: «Медін-форм», 2017. – 212 с.
4. Волков В.П. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Волков [та інш.]; – Харків: ХНАДУ, 2018. – 300 с.
5. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Ю. Ю. Кукурудзяк. – Харків, 2005. – 205 с.
6. Назар Ф. А. Обґрунтування та реалізація методів автоматизованого діагностування бензинових двигунів на основі аналізу параметрів в їх системах: автореф. дис. на здобуття вчен. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 / Ф. А. Назар ; Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". – Х., 2003. – 20 с.
7. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
8. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; монографія за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс-НДІпроект», 2005. – 400 с.



9. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.-341 с.
10. Оперативний контроль технічного стану транспортних засобів : монографія / І.В. Грицук, В.П. Волков, І. В. Худяков, Т.В. Волкова, В.П. Кужель– Харків – Херсон – Вінниця: Едельвейс і К, 2022. – 197 с. ISBN 978-617-7417-00-1.
11. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів, Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
12. Стецюра Д.С., Герасько І.В., Загоруй В.С. Діагностування систем автомобільного двигуна в умовах станції технічного обслуговування // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", [Електронний ресурс] – Вінниця: ВНТУ, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024>
13. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
14. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.
15. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
16. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.
17. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
18. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.





**ДОДАТКИ**



Додаток А



## **ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ  
КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ З ГАЗОБАЛОННИМ УСТАТКУВАННЯМ 5-ГО  
ПОКОЛІННЯ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ  
АВТОМОБІЛІВ «ГАЗ-АВТО» СЕЛО ЯКУШИНЦІ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**



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

Графічна частина до магістерської  
кваліфікаційної роботи  
на тему:

**Підвищення ефективності діагностування системи  
керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го  
покоління в умовах станції технічного обслуговування  
автомобілів «Газ-Авто» село Якушинці Вінницької  
області**



Керівник роботи  
к.т.н., доц. Ю.Ю. Кукурудзяк



Розробив студент гр. 1АТ-22м  
І.В. Герасько



**Мета роботи** – Удосконалення методики діагностування системи керування двигуном із газобалонним устаткуванням п'ятого покоління

**Об'єкт дослідження** – процес діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління

**Основні задачі роботи:**

1. Виконати аналіз організації діагностичних робіт на станції технічного обслуговування та аналіз методів діагностування системи керування двигуном із газобалонним устаткуванням.
2. Виконати технологічний розрахунок та організаційні заходи щодо функціонування зони діагностики на станції технічного обслуговування.
3. Описати підхід та розробити алгоритм діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням базуючись на параметрах і характеристиках функціонування системи впорскування зрідженого газу.
4. Визначити економічну доцільність та ефективність впроваджених нововведень.
5. Визначити та обґрунтувати безпечні умови праці для робітників під час виконання діагностичних робіт.



## Наукова новизна отриманих результатів

1. Запропоновано науковий підхід діагностування керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, який ґрунтується на моделюванні процесу впорскування зрідженого газу електромагнітними форсунками.
2. Одержав подальший розвиток метод діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання.



# Принципова схема системи керування двигуном з ГБО 5-го покоління





# Класичні способи діагностування ГБО



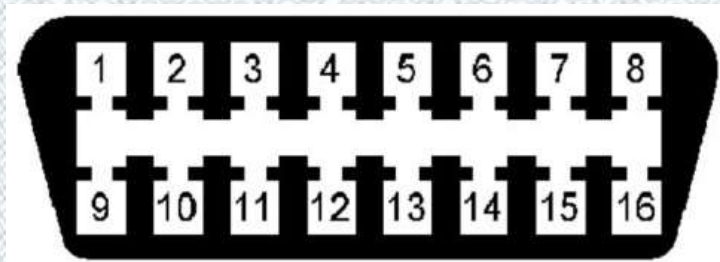
Бортова  
діагностика

Застосування  
мультиметра

Застосування  
осцилографа



# Бортова діагностика On Bosrd Diagnostic



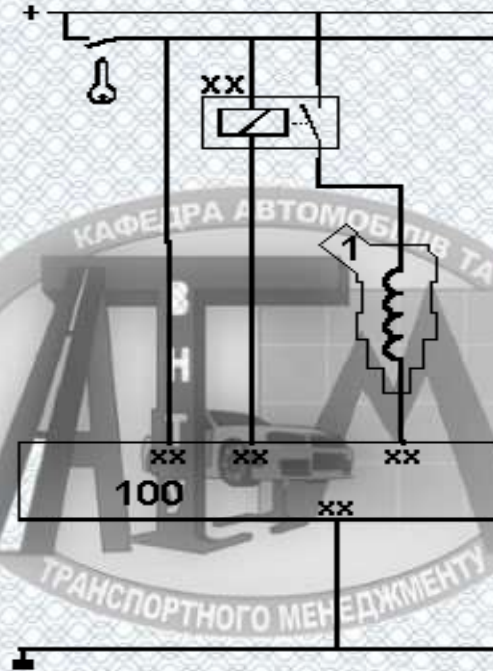
- Зчитування та перегляд кодів несправностей
- Зчитування поточних параметрів роботи
- Отримання збережених параметрів роботи на момент виникнення несправностей (заморожений кадр)
- Управління виконавчими механізмами



# Застосування мультиметра для діагностування форсунок ГБО

Опір форсунки

Напруга живлення



Опір характеризує цілісність обмотки форсунки та відсутність короткого замикання

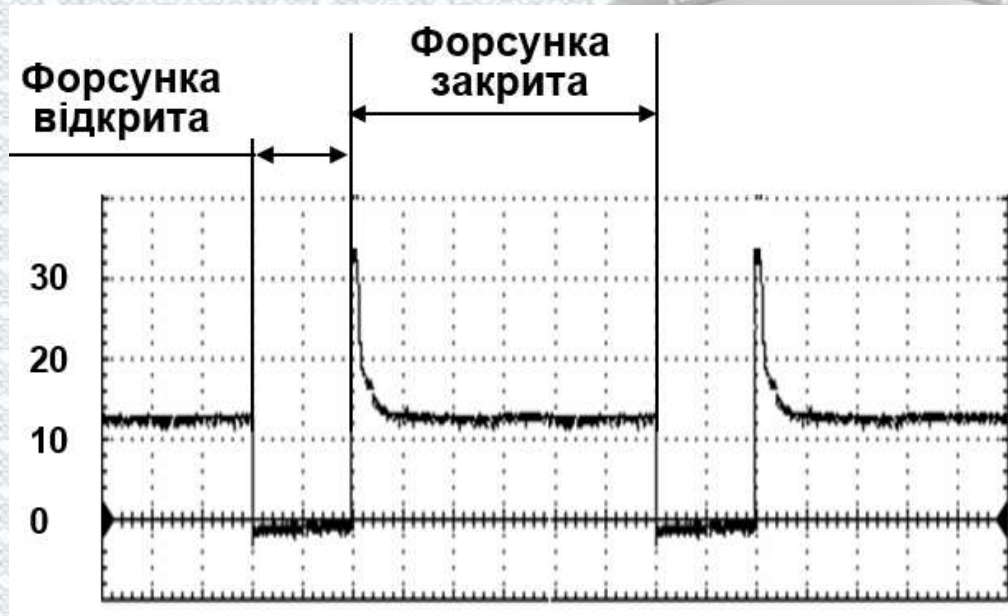
Напруга живлення характеризує цілісність кола живлення та справність реле керування форсунками





# Застосування осцилографа для діагностування форсунок ГБО

## Осцилограма керування форсункою



### Фактори, що впливають на тривалість впорскування:

Витратомір повітря

Кількість повітря

ДТОР

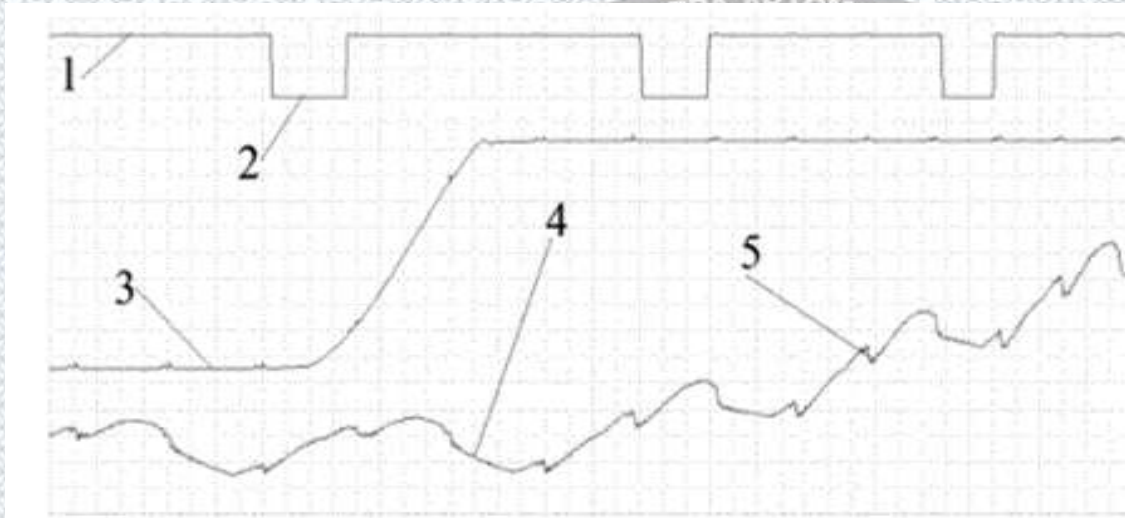
Температура двигуна

Характеризує тривалість відкритого і закритого стану форсунки. Це визначає реакцію електронного блоку керування в залежності від різних режимів роботи двигуна



# Застосування осцилографа для діагностування форсунок ГБО

## Осцилограма тиску палива



1 - сигнал датчика положення розподільного валу; 2 - імпульс синхронізації; 3 - напруга на датчику положення педалі газу; 4 - сигнал штатного датчика тиску палива в акумуляторі; 5 - провали тиску, викликані несправністю форсунок

Характеризує падіння тиску палива при відкриванні форсунки. Якщо тиск для різних форсунок змінюється по-різному, то форсунки забруднені і впорскують різну кількість палива



# Модель діагностичної системи





# Формування бази вхідної інформації та діагностичних параметрів системи впорскування палива

**Діагностичні параметри, які характеризують роботу системи впорскування**

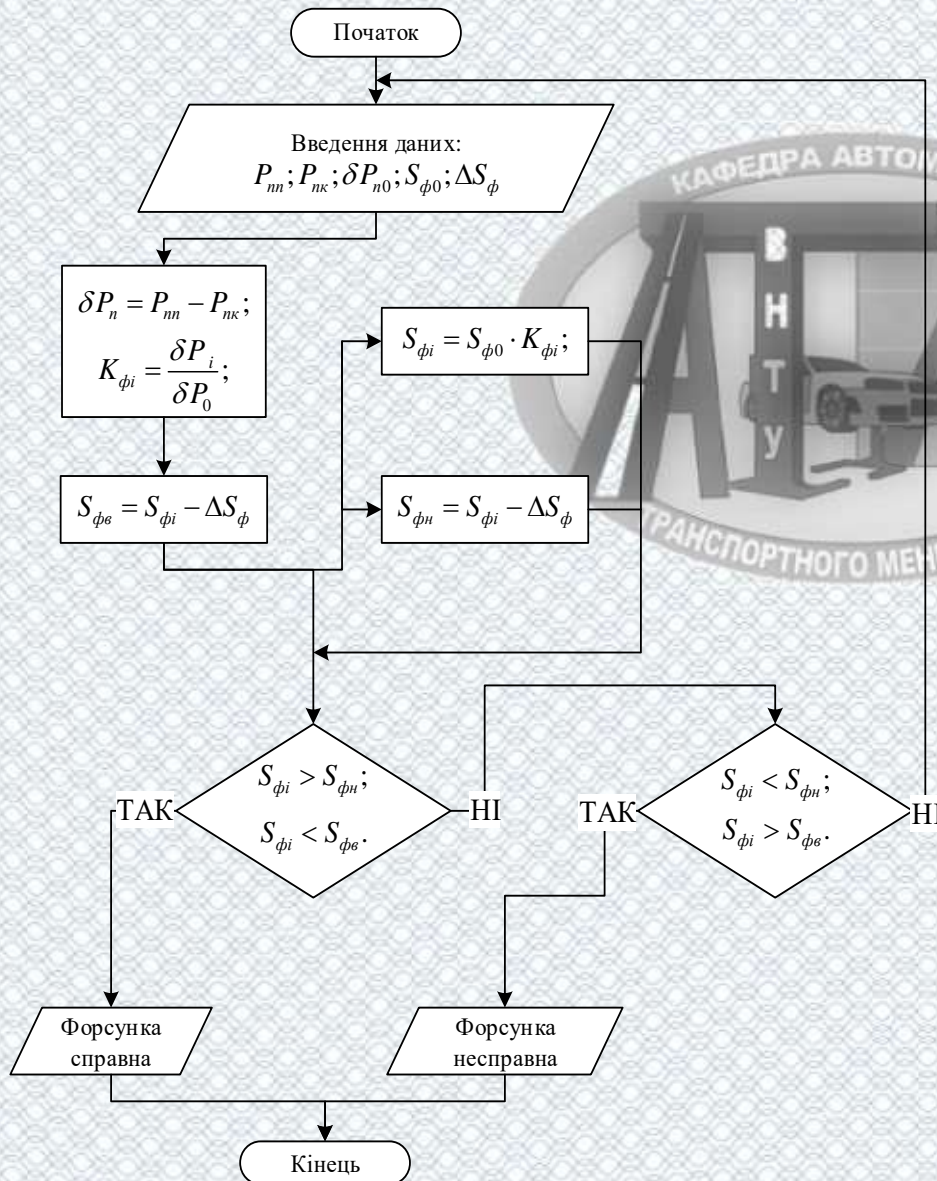
- тиск палива в рампі;
- прохідний перетин отвору форсунки;
- перепад тиску палива на розпилювачі форсунки;
- тривалість впорскування;
- продуктивність паливного насоса;

База вхідної інформації

- $P_{\Pi}$  - тиск палива в системі при проливанні форсунок;
- $P_T$  - робочий тиск палива при роботі двигуна;
- $G_{\Pi}$  - витрата палива двигуном;
- $G_{\text{пов}}$  - витрата повітря;
- $\rho_{\Pi}$  - щільність палива;
- $\beta_{\Pi}$  - коефіцієнт зміни щільності палива від температури;
- $S_{\text{ф0}}$  - продуктивність зразкової форсунки;
- $Q_{\text{нн}}^*$  - номінальна продуктивність паливного насоса;
- $\alpha_{\text{хх}}$  - коефіцієнт надлишку повітря в режимі холостого ходу;



# Алгоритм процедури визначення технічного стану форсунок



Вхідні дані:

- $P_{пп}$ ,  $P_{пк}$  - Початковий і кінцевий тиск палива в рампі при проливанні;
- $\delta P_{п0}$  - падіння тиску палива при проливанні зразкової форсунки;
- $S_{фi}$  - продуктивність зразкової форсунки;
- $\Delta S_{ф}$  - допуск на продуктивність форсунки.



## ВИСНОВКИ

1. На основі виконаного аналізу функціонування та виробничої діяльності станції технічного обслуговування "Газ-Авто" визначено що існуючі підходи методи та способи проведення діагностичних робіт системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління мають певні недоліки і потребують вдосконалення.
2. Виконано технологічний розрахунок станції технічного обслуговування та організаційні заходи щодо покращення функціонування зони діагностування автомобілів. Це дало можливість підвищити ефективність діагностичних робіт.
3. Запропоновано науковий підхід щодо удосконалення діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління, який ґрунтується на моделюванні роботи форсунок впорскування зрідженого газу пропан-бутан. Такий підхід покращує достовірність та швидкість діагностування.
4. Розроблені практичні алгоритми діагностування електромагнітних форсунок впорскування зрідженого газу пропан-бутан, що дає можливість практичного впровадження запропонованого методу діагностування



Додаток Б

Додаток Б

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном з газобалонним устаткуванням 5-го покоління в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Газ-Авто» село Якушинці Вінницької області

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 98,1 % Схожість 1,9 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал О.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

  
(підпис)

Герасько І.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Кукурудзяк І.О.

(прізвище, ініціали)