

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту двигунів автомобілів Nissan з дослідженням зменшення викидів CO2 легкових транспортних засобів.

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Роман АДАМИК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Роман
РОГАТИНСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«12» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Адамику Роману Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту двигунів автомобілів Nissan з дослідженням зменшення викидів CO2 легкових транспортних засобів.

Керівник роботи Рогатинський Роман Михайлович., д.т.н., проф.

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

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2023 року № 4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту двигунів автомобілів Nissan.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Ескіз підставки під двигун – 1А1.

Схема установки шліфувального пристрою – 1А1.

Стенд балансувальний – 1А1.

Пристрій 9571 - 49 для комплексної перевірки колінчастого вала – 1А1.

Пристрій для контролю лінійних розмірів – 1А1.

Ділянки для відновлювання колінчастих валів – 1А1.

Налаштування моделі та її адаптація – 2А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	20.11.24р	
2	Технологічний розділ	27.11.24р	
3	Конструкторський розділ	04.12.24р	
4	Науково-дослідний розділ	11.12.24р	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	18.12.24р	
6	Оформлення графічної частини	18.12.24р	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	23.12.24р	

Студент _____
(підпис)

Адамик Роман Богданович _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Рогатинський Роман Михайлович _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту двигунів автомобілів Nissan з дослідженням зменшення викидів CO₂ легкових транспортних засобів.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н. професор Рогатинський Роман Михайлович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 66 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова: ремонт, заміна, аналіз, надійність, технологія.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Конструкція кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	17
2.1 Сервісне обслуговування кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan.....	17
2.2.1 Типові несправності, їх зовнішні прояви, причини виникнення та методи виправлення.....	17
2.2.2 Процедури та методики технічного обслуговування кривошипно- шатунного механізму автомобіля Nissan.....	18
2.3 Ремонт кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan.....	19
2.3.1 Потенційні пошкодження та знос компонентів.....	19
2.3.2 Методика ремонту кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan.....	21
2.4 Розробка ділянки для ремонту двигунів.....	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	31
3.1 Проектна документація розробки конструкції обертового пристрою.....	31
3.2 Технічне обґрунтування розробки конструкції кантувача.....	32
3.3 Розробка конструкції кантувача автомобільного двигуна.....	36
3.4 Розрахунок конструкції кантувача автомобільного двигуна.....	40
3.5 Опис технологічного процесу обслуговування та ремонту розробленої конструкції.....	42
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	44
4.1 Основні параметри моделі двигуна.....	44
4.2 Налаштування моделі та її адаптація.....	46
4.3 Регулювання температури T_4	49
4.4 Впровадження нового турбокомпресора.....	52
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	57

	6
5.1 Вимоги до оглядових каналів і естакад.....	57
5.2 Засоби для санітарної обробки техніки і їх технічні характеристики.....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Зростаючі екологічні виклики та стрімкий розвиток автомобільної промисловості визначають необхідність вдосконалення технологій технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. У сучасних умовах важливим аспектом є забезпечення екологічної безпеки автотранспорту, зокрема, зниження викидів вуглекислого газу (CO_2), що є однією з ключових складових боротьби зі змінами клімату.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проекту ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Nissan, яка забезпечить ефективну організацію ремонтних процесів та сприятиме зменшенню шкідливих викидів в атмосферу. У роботі передбачено дослідження сучасних методів зниження викидів CO_2 у легкових транспортних засобах, що базуються на оптимізації роботи двигунів та впровадженні екологічно сприятливих рішень у ремонтній практиці.

Об'єктом дослідження є процеси технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Nissan, а предметом – технологічні та організаційні заходи, спрямовані на зниження рівня викидів вуглекислого газу.

Актуальність теми обумовлена необхідністю адаптації ремонтних підприємств до сучасних екологічних стандартів, що вимагають мінімізації негативного впливу автотранспорту на довкілля. У межах проекту передбачено вдосконалення структури ремонтного цеху та впровадження інноваційних методів діагностики й ремонту, що дозволить забезпечити високу ефективність ремонтних робіт і відповідність вимогам екологічної безпеки.

Результати дослідження сприятимуть створенню умов для підвищення екологічної відповідальності автотранспортної галузі та підвищення конкурентоспроможності ремонтних підприємств за рахунок впровадження сучасних технологій і зниження екологічного впливу автотранспорту.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструкція кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan

Функціональне призначення та технічні параметри кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan. Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) є ключовим елементом двигуна, який відповідає за трансформацію руху поршнів зі зворотно-поступального у ротаційний, що забезпечує обертання колінчастого вала. Цей механізм включає в себе групу поршнів із компресійними та маслоснімальними кільцями, поршневі пальці з фіксуючими кільцями, шатуни з вкладишами, колінчастий вал, маховик із зубчастим вінцем, картер з піддоном, головку блоку циліндрів з прокладкою і кришкою, а також блок циліндрів. Цей двигун в автомобілі NISSAN має конфігурацію чотирьох рядних циліндрів.

Будова та робочий принцип кривошипно-шатунного механізму автомобіля NISSAN

Цей двигун обладнаний одним верхнім розподільним валом, що підтримує п'ять опор і керує двома клапанами для кожного циліндра. Привід розподільного валу здійснюється за допомогою зміцненого зубчастого ремня. Компенсація зазорів у клапанному механізмі забезпечується гідрокомпенсаторами, які інтегровані з системою змащування через відповідні канали. Головка блоку циліндрів, виготовлена з алюмінієвого сплаву, організована за схемою поперечного продування, при цьому впускні та випускні канали розміщені на різних боках. Втулки та сидла клапанів міцно вмонтовані в головку блоку. Кожен із клапанів фіксується за допомогою однієї пружини, яка утримується двома замковими кільцями. Привід клапанів здійснюється через важелі, які опираються однією стороною на гідрокомпенсатори, вкручені у головку блоку, та іншою стороною - на напрямні, розташовані на верхніх кінцях клапанів.

Блок циліндрів конструйовано як монолітний виливок, що включає в себе циліндри, систему охолодження, верхню частину картера та п'ять основних

опор колінчастого валу, які формуються з перегородок картера. Матеріалом для виготовлення блоку є високоміцний чавун, у якому циліндри формуються шляхом прямого розточування в масиві блоку. Кришки корінних підшипників, які обробляються разом з блоком, є невід'ємними компонентами. Блок циліндрів також містить спеціально виконані приливи, фланці, отвори для монтажу різних компонентів та агрегатів, а також канали основної масляної магістралі.

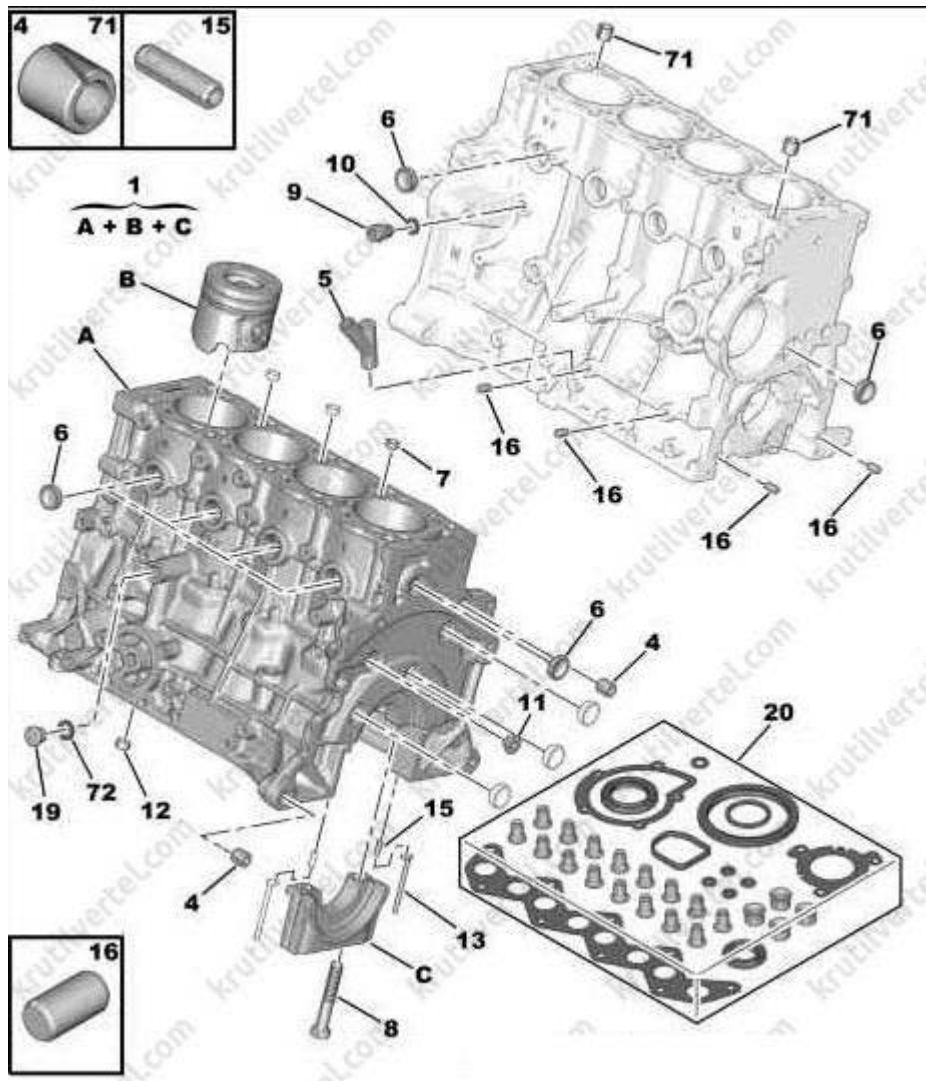


Рисунок 1.1 - Будова двигуна автомобіля Nissan:

1 - Набір поршневих кілець, 2 - Поршень, 3 - Поршневий палець, 4 - Шатун, Підшипники шатунів, 6 - Болт шатуну, 7 - Щуп для перевірки рівня олії, 8 - Трубка для щупа, 9 - З'єднувальна деталь, 10 - Масляний фільтр, 11 - Хомут для шланга, 12 - Вентиляційний шланг двигуна, 13 - Вентиляційний канал двигуна, 14 - Болт, 15 - Прокладка масловіддільника, 16 - Болт шківів колінчастого валу, 17 - Шайба, 18 - Шків колінчастого валу, 19 - Сальник колінчастого валу, 20 - Задня кришка зубчастого ремня приводу, 21 - Болт, 22 - Насос

охолоджувальної рідини, 23 - Масляний насос, 24 - Прокладка насоса, 25 - Прокладка корпусу масляного насоса, 26 - Блок циліндрів двигуна, 27 - Толкатель редукційного клапана, 28 - Пружина, 29 - Ущільнювальне кільце масляного насоса, 30 - Корок, 31 - Корінні підшипники колінчастого валу, 32 - Колінчастий вал, 33 - Сальник колінчастого валу, 34 - Маховик (механічна коробка передач), 35 - Болт (механічна коробка передач), 36 - Болт, 37 - Кронштейн, 38 - Болт, 39 - Датчик положення колінчастого валу, 40 - Маховик (автоматична коробка передач), 41 - Болт (автоматична коробка передач), 42 - Кришка корінного підшипника колінчастого валу, 43 - Болт, 44 - Болт, 45 - Датчик детонаційного згоряння, 46 - Картер масла, 47 - Ущільнювальне кільце, 48 - Болт, 49 - Болт, 50 - Кронштейн, 51 - Масляна трубка передачі, 52 - Болт, 53 - Болт, 54 - Зубчастий ремінь приводу розподільного валу, 55 - Ущільнення кришки, 56 - Кришка, 57 - Болт, 58 - Хомут, 59 - Болт, 60 - Шайба, 61 - Кронштейн кришки, 62 - Натяжний ролик, 63 - Болт задньої кришки, 64 - Болт, 65 - Автоматичний механізм натягу, 66 - Ущільнення, 67 - Болт, 68 - Ущільнення, 69 - Зовнішня шестерня, 70 - Внутрішня шестерня, 71 - Кришка, 72 - Болт, 73 - Пробка, 74 - Датчик тиску олії, 75 - Опорний кронштейн впускного колектора.

Колінчастий вал, виготовлений зі спеціалізованої сталі, функціонує у корінних підшипниках, оснащених тонкостінними сталевими вкладишами з антифрикційним покриттям з алюмінієво-олов'яного сплаву. Осьове зміщення валу регулюється за допомогою фланців, які розміщені на середній корінній шийці валу та опираються на збільшені за товщиною буртики вкладишів середнього корінного підшипника [1].

Поршні, виконані з алюмінієвого сплаву, мають конструктивні особливості для оптимального розподілу тиску в процесі роботи двигуна. Вісь отвору для поршневого пальця відсунута на 0,7 мм праворуч від центральної осі поршня, що сприяє зниженню навантаження на стінки циліндра під час робочого ходу. На поверхні головки поршня розміщено кільцеві канавки, призначені для установки двох компресійних кілець та одного маслоснімального кільця, яке конструйовано з трьох окремих частин. Це забезпечує ефективніше ущільнення та підвищує ефективність двигуна.

Поршневі пальці розміщені у поршневих головках з певним зазором та впресовані під натяг у верхні частини шатунів. Знизу шатуни приєднані до шатунних шийок колінчастого валу за допомогою тонкостінних вкладишів, чия конструкція відповідає корінним вкладишам. Шатуни виготовлені з кованої сталі, мають двотавровий профіль стрижня, що забезпечує їм міцність та довговічність.

Система вентиляції картера замкнутого типу, яка не має прямого зв'язку з атмосферою, сприяє створенню вакууму в картері під час роботи двигуна на всіх режимах. Це вакуумне утворення дозволяє ефективно відсмоктувати гази та пари бензину, що значно підвищує надійність ущільнень двигуна та знижує викид шкідливих речовин в атмосферу. Складові системи вентиляції включають клапан, розташований на кришці головки блоку циліндрів, великий шланг, який забезпечує зв'язок між простором під кришкою та повітропідводним рукавом, а також малий шланг, який з'єднує систему вентиляції з впускним колектором.

Під впливом вакууму в інтаке системі, картерні гази засмоктуються через спеціальний канал у блоку циліндрів та через вентиляційний шланг у простір під кришкою головки блоку циліндрів. Далі, через встановлений клапан та шланг великої гілки, вони потрапляють у повітропровідний рукав, де відбувається їх змішування з повітрям, що подається в двигун. Ця суміш, разом з паливом, потім подається в циліндри двигуна для згорання. Така система сприяє зменшенню викидів токсичних речовин та покращує ефективність двигуна.

У деяких обставинах, таких як інтенсивний знос циліндро-поршневої групи або довготривала експлуатація двигуна під високим навантаженням, ефективність системи вентиляції картера може бути недостатньою. У таких випадках частина картерних газів перенаправляється через меншу гілку системи безпосередньо до впускного колектора, звідки ці гази потім надходять у циліндри для спалювання. Також ця менша гілка функціонує при холостому ході двигуна, коли дросельна заслінка знаходиться у закритому положенні.

Ключовим компонентом системи є клапан. Коли дросельна заслінка повністю відкрита та розрідження у впускному колекторі мінімальне, клапан

залишається повністю відкритим завдяки дії вбудованої пружини, дозволяючи картерним газам вільно переходити в повітропровідний рукав. У стані закритої дросельної заслінки, який відповідає режиму холостого ходу, розрідження у впускному колекторі зростає, внаслідок чого переріз клапана звужується, обмежуючи потік картерних газів до рукава, що забезпечує стабільність роботи двигуна на холостих обертах.

Поршні виготовляються з алюмінієвого сплаву та проходять термічну обробку для забезпечення міцності. Головка поршня має циліндричну форму з плоским днищем. На циліндричній поверхні головки поршня вирізані три канавки: дві верхні призначені для установки компресійних кілець, тоді як нижня канавка призначена для маслознімного кільця. У днищі маслознімного кільця знаходяться отвори, через які надлишки масла, що забираються маслознімним кільцем зі стінок циліндра, відводяться назад до картера двигуна.

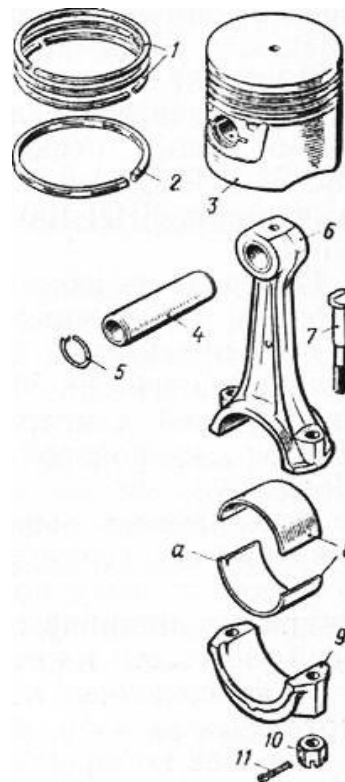


Рис.1.2. Схема поршня та шатуна з компонентами:

1 - компресійні кільця; 2 - маслознімне кільце; 3 - поршень; 4 - поршневий палець; 5 - стопорне кільце; 6 - шатун; 7 - болт кріплення; 8 - тонкостінні вкладиші; 9 - кришка шатунної головки; гайка; 10 - шплінт; а - виступ вкладиша, що забезпечує точну установку.

Юбка поршня виконана у овальній та конічній формах. Головна вісь овалу спрямована перпендикулярно до осі поршневого пальця. На лівому боці юбки поршня вирізаний Т-подібний проріз, що покращує еластичність спідниці поршня та зменшує зазор між юбкою поршня та стінкою циліндра. Це забезпечує ефективну роботу двигуна на холодному запуску, уникаючи стукіт поршня.

У центральній частині поршня відлиті гільзи з отворами для поршневого пальця, які обладнані канавками для установки стопорних кілець. Гільзи інтегровані з днищем поршня за допомогою міцних ребер, що ефективно передають тиск газів на шатун. Під гільзами розташовані спеціальні припливи з технологічними отворами, які використовуються для балансування ваги поршнів. Вісь отворів для поршневого пальця відхилена на 1,5 мм у праву сторону відносно центральної площини поршня, розглядаючи в напрямку руху автомобіля.

Компресійні поршневі кільця, виготовлені з сірого чавуну за окремими круглими формами, мають особливу структуру, що дозволяє оптимально розподіляти тиск на стінки циліндра, забезпечуючи тим самим герметичність та високий рівень зносостійкості. Верхнє компресійне кільце, яке експлуатується у найскладніших умовах, зокрема при високих температурах, підвищеному тиску та дефіциті мастила, має зовнішню поверхню, покриту хромом. Це покриття значно продовжує термін служби кільця, а також сприяє збільшенню ресурсу інших компонентів, таких як інші кільця та циліндрове дзеркало. Нижнє компресійне кільце має зовнішню циліндричну поверхню, покриту оловом завтовшки 0,005-0,010 мм електролітичним методом. Внутрішня циліндрична поверхня цього кільця зверху оснащена виточкою, що поліпшує і прискорює процес припрацювання кілець до поверхні циліндра.

Маслознімне кільце є збірним і складається з двох сталевих кільцевих дисків та двох сталевих розширювачів: осьового та радіального. Робочі циліндричні поверхні кільцевих дисків вкриті хромовим покриттям товщиною 0,075-0,125 мм, що забезпечує їх зносостійкість та ефективність видалення надлишку масла, яке потім відводиться до картера двигуна.

Тип замку кілець - прямий. При монтажі кілець, встановлених у циліндр, монтажний зазор у замку компресійних кілець становить 0,3-0,5 мм, тоді як у кільцевих дисків маслосніжного кільця він коливається від 0,3 до 1,0 мм. Це забезпечує належне прилягання кілець та їхню ефективну роботу.

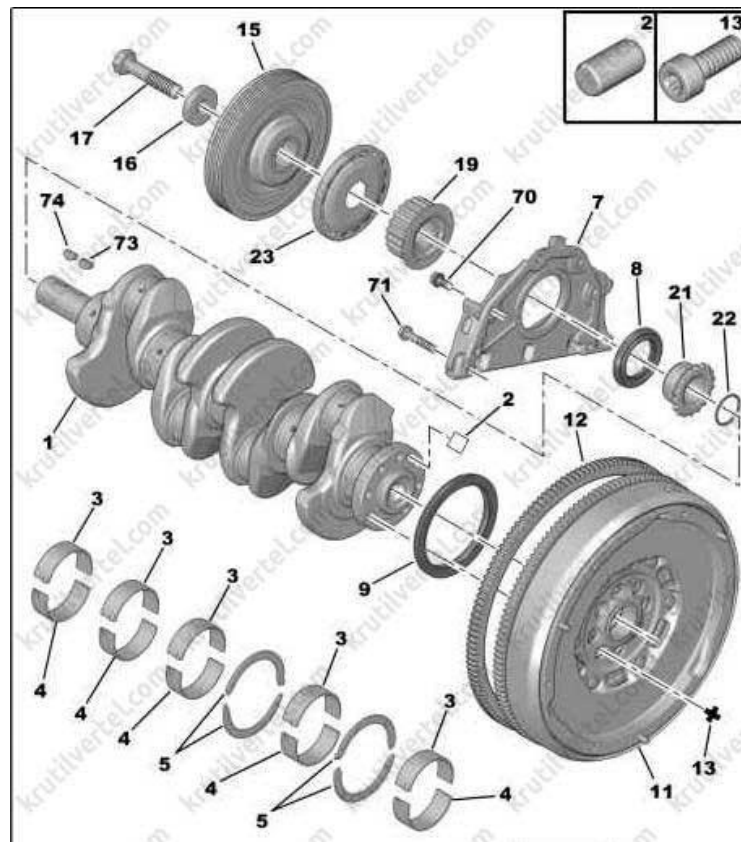


Рисунок 1.3 - Конструкція колінчастого валу двигуна автомобіля Nissan:

1 - передній кінець колінчастого валу; 2 - місце монтажу шестерні приводу розподільного валу; 3 - канал подачі масла до корінної шийки; 4 - щока валу; 5 - шатунні шийки; 6 - сегмент кривошипа; 7 - отвір для подачі олії до шатунної шийки; 8 - противаги для збалансування; 9 - корінні шийки; 10 - корінна шийка упорного підшипника.

Конструкція колінчастого валу включає декілька корінних та шатунних шийок, які сполучені щоками. Зазвичай кількість корінних шийок перевищує кількість шатунних на одну, і такий вал називається повноопорним. Діаметр корінних шийок більший, ніж у шатунних шийок. Противаги, розташовані на продовженні щок відносно шатунної шийки, сприяють балансуванню ваги шатунів та поршнів, забезпечуючи тим самим стабільність і плавність роботи двигуна. Шийка шатуна, яка знаходиться між двома щоками колінчастого валу, називається коліном. Розташування колін визначається кількістю, розміщенням

і послідовністю роботи циліндрів, а також типом двигуна. Розміщення колін спрямоване на забезпечення збалансованості двигуна, рівномірності спрацьовування, а також мінімізації крутильних і вигинальних напружень.

Шийка шатуна виступає як опорна поверхня для відповідного шатуна. У V-подібних двигунах колінчастий вал має подовжені шатунні шийки, які слугують основою для шатунів обох рядів циліндрів. У деяких моделях V-подібних двигунів шатунні шийки спарені та зміщені відносно одна одної на кут 18° , що сприяє рівномірному запалюванню - ця технологія відома під назвою "Split-pin".

У конструкції колінчастого валу найбільше навантаження припадає на зону переходу від шийки (корінної чи шатунної) до щоки. Щоб знизити концентрацію напруг в цій ділянці, перехід від шийки до щоки формують з радіусом закруглення, відомим як галтель. Ці галтелі, збільшуючи загальну довжину валу, часто роблять з поглибленнями в області щоки або самої шийки, що допомагає скоротити загальні габарити валу.

Обертання колінчастого валу в опорах та шатунів на шатунних шийках забезпечується за допомогою підшипників ковзання. Ці підшипники виготовляються як роз'ємні тонкостінні вкладиші з сталеві стрічки, на яку нанесено антифрикційний матеріал. Вкладиші міцно фіксуються у своїх місцях завдяки виступу, який перешкоджає їх обертанню навколо шийки. Для запобігання осьовому переміщенню колінчастого валу використовується упорний підшипник ковзання, розміщений на середній або крайній корінній шийці.

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Провести аналіз регламенту сервісного обслуговування кривошипно-шатунного механізму (КШМ) для автомобілів Nissan. Описати процеси, необхідні для регулярної діагностики та профілактичного обслуговування КШМ. Дослідити основні несправності КШМ автомобілів Nissan. Описати симптоми несправностей, їх причини та запропонувати ефективні методи

усунення. Розробити таблицю для швидкої діагностики типових проблем. Розробити детальну інструкцію для виконання технічного обслуговування КШМ, включаючи огляд, мастило, заміну деталей. Запропонувати методи покращення стандартних процедур обслуговування. Провести аналіз вимог до ремонту КШМ, з урахуванням специфіки моделей Nissan. Визначити ключові етапи ремонтного процесу. Дослідити характерні види пошкоджень компонентів КШМ. Описати методи оцінки ступеня зносу та відповідні дії. Розробити покрокову методику ремонту КШМ. Запропонувати інструменти та обладнання для виконання ремонту. Розробити план ділянки для ремонту двигунів, включаючи зони діагностики, ремонту та тестування. Запропонувати організаційні рішення для підвищення продуктивності ремонтної ділянки.

Розробити проектну документацію для обертового пристрою, який полегшує обслуговування двигунів. Виконати креслення та технічні специфікації. Обґрунтувати необхідність застосування кантувача в ремонтних роботах. Провести аналіз технічних вимог до кантувача. Запропонувати конструкцію кантувача для двигунів Nissan. Розробити креслення та описати принцип роботи конструкції. Виконати інженерні розрахунки, що підтверджують надійність і функціональність кантувача. Врахувати навантаження та стійкість конструкції. Розробити інструкцію з експлуатації та технічного обслуговування кантувача. Запропонувати методи ремонту конструкції у разі зносу або поломки.

Провести аналіз технічних параметрів моделі двигуна, яка досліджується. Визначити ключові характеристики, що впливають на знос і ефективність роботи. Виконати налаштування моделі двигуна для дослідження, з урахуванням специфікацій Nissan. Розробити рекомендації щодо адаптації моделі для зниження викидів CO₂. Провести дослідження впливу температурного режиму на роботу двигуна. Розробити методику регулювання температури для забезпечення стабільної роботи. Дослідити можливості впровадження нового турбокомпресора. Проаналізувати його вплив на продуктивність двигуна та рівень викидів CO₂.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Сервісне обслуговування кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan

2.2.1 Типові несправності, їх зовнішні прояви, причини виникнення та методи виправлення

Детальний аналіз основних причин виникнення несправностей кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan, їх зовнішніх ознак та методів усунення викладено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Опис проблем та рекомендації щодо їх вирішення є ключовими для забезпечення належного стану механізму.

Несправність	Ознаки	Причини виникнення	Способи усунення
Передчасне зношування корінних і шатунних шийок колінчастого вала та їх підшипників, що може бути викликано недостатнім змащуванням або перевантаженням двигуна.	Глухі стуки при збільшенні оборотів колінчастого вала. Яскраво виражені стуки, що з'являються при переході на високі оберти. Зниження тиску мастила. Постійно низький рівень тиску мастила.	Використання мастильних матеріалів, які не відповідають рекомендаціям виробника, а також затримки з їхньою заміною. Часте перегрівання мотору.	Провести ремонт двигуна.
Зношування поршневих пальців та втулок верхніх головок шатунів, що часто виникає через високі температурні режими роботи або некоректне обслуговування.	Дзвінкі металічні стуки при різкому збільшенні обертів колінчастого вала. Високочастотні металічні звуки під час збільшення швидкості обертання вала.	Зношування поршневих пальців та втулок через тривале використання. Застосування пального та мастил, що не відповідають вимогам експлуатаційної документації.	Замінити зношені деталі.

Передчасне зношування циліндрів, поршнів, поршневих кілець, що може бути результатом абразивного зносу, некоректного вибору матеріалів або неправильного монтажу.	Зниження компресії, збільшення витрати мастила, сильне диміння з вихлопної труби. Недостатній тиск у циліндрах, підвищене споживання мастила, викид диму.	Повторювані випадки перегріву двигуна, використання невідповідних мастильних матеріалів та пального.	Замінити спрацьовані деталі.
Залягання поршневих кілець та їхні поломки, які можуть спричинити недостатню компресію та падіння потужності двигуна.	Втрата потужності двигуна, зниження компресії. Зниження загальної продуктивності двигуна, низька компресія.	Утворення вуглецевих відкладень на поршневих кільцях, що призводить до втрати їхньої еластичності.	Замінити кільця.

2.2.2 Процедури та методики технічного обслуговування кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan

Регулярне технічне обслуговування:

Візуальний огляд.

Моніторинг роботи двигуна після його запуску, включаючи перевірку на гладкість ходу, відсутність незвичайних звуків та аналіз кольору вихлопних газів.

Базове технічне обслуговування (ТО-1)

Зовнішнє очищення автомобіля.

Перевірка надійності кріплення двигуна на опорах.

Перевірка фіксації навісного обладнання.

Визначення частоти обертання колінчастого валу та вимірювання вихідної потужності двигуна.

Поглиблене технічне обслуговування (ТО-2)

Миття двигуна з видаленням забруднень.

Вимірювання рівня компресії у циліндрах двигуна.

Аудіальна діагностика стану двигуна.

Сезонне обслуговування (СО)

Огляд та перевірка стану опор і кріплення до них.

Теплоізоляція моторного відсіку в переддень холодного сезону.

2.3 Ремонт кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan

2.3.1 Потенційні пошкодження та знос компонентів

Основні дефекти блоку двигуна, які можуть виникнути під час експлуатації, включають:

Тріщини, зломи та пробоїни корпусу.

Пошкодження та знос різблення в отворах та на шпильках.

Зношування отворів під втулки розподільного вала.

Знос, овальність, конусність та зміщення отворів в опорах під корінні підшипники.

Жолоблення поверхонь, які прилягають до головки блоку.

Знос отворів під проміжну шестерню, установочні штифти та втулки.

Знос торцевих поверхонь гнізд під верхні бурти гільз циліндрів.

Знос клапанних гнізд і втулок клапанів.

Знос, овальність, конусність та задирки на поверхнях циліндрів або гільз.

Ці проблеми вимагають уважного огляду та ретельного ремонту, щоб забезпечити належну працездатність та довговічність двигуна.

Блок двигуна підлягає вибракуванню у випадку наявності тріщин чи обломів у місцях під корінні підшипники, в отворах для втулок розподільного вала, у масляних каналах, а також у ділянках, які не підлягають ремонту. Додатково, блок визначається як непридатний, якщо існують такі дефекти: наявність більше ніж двох тріщин між отворами циліндрів (гільз) або клапанними гніздами; більше ніж чотири тріщини в водяних куртках; більше ніж дві тріщини, що простягаються до оброблених поверхонь; а також обломи одного чи декількох гнізд під ущільнювальні кільця гільз циліндрів, якщо вони охоплюють більш ніж одну третину периметра.

Основні пошкодження шатунів включають вигини та скручування стержня, знос отворів нижньої головки шатуна, знос отворів під втулку та самої втулки верхньої головки шатуна, а також зношування та деформація роздільних площин та торцевих поверхонь під болти нижньої головки шатуна.

Шатуни визначаються як непридатні до подальшого використання в разі наявності критичних дефектів, таких як аварійні вигини, обломи або тріщини. Для вимірювання ступеня вигину або скрученості шатуна використовуються різні індикаторні та оптичні пристрої, що дозволяють точно оцінити стан компонента.

Основні види ушкоджень колінчастих валів включають: вигин, знос місць під шестерню та шків, знос підшипникового місця на кінці вала, а також пошкодження або знос різблення під храповик. Також спостерігається знос отворів чи різьби у фланці кріплення маховика, різьби для відведення масла та бурта упорної корінної шийки, а також знос шийок вала за діаметром та довжиною.

Ці пошкодження вимагають особливої уваги під час технічного обслуговування та ремонту, оскільки вони можуть значно вплинути на продуктивність і довговічність двигуна.

Колінчастий вал вважається непридатним для подальшого використання у разі виявлення тріщин будь-якого розміру та локалізації, за винятком незначних відшарувань на поверхнях шийок, які можна усунути шліфуванням до ремонтного розміру. Також колінчасті вали підлягають вибракуванню, якщо знос корінних або шатунних шийок перевищує межі встановленого останнього ремонтного розміру, а в колінчастих валах автомобільних двигунів - якщо знос шийок за довжиною перевищує допустимі розміри.

Щодо маховика, то основні дефекти, які можуть виникати в процесі експлуатації, включають задирки та знос поверхні, що контактує з веденим диском зчеплення; пошкодження та знос отворів, а також зубів зубчатого вінця; незбалансованість.

Маховик визначається як непридатний до використання в разі виявлення будь-яких тріщин чи полумок, а також коли знос робочої поверхні досягає критичної товщини.

Щодо поршнів, то в процесі експлуатації вони можуть зазнавати наступних дефектів: знос прямої частини (юбки) поршня, знос канавок під поршневі кільця, а також знос отворів у бобишках для поршневого пальця. Часті є випадки появи тріщин, задирів і зломів. У поршневих пальцях часто

спрацьовуються посадочні місця під втулку верхньої головки шатуна та отвори бобишок поршня, іноді з'являються тріщини. Поршневі кільця зношуються за товщиною та шириною, втрачаючи свою пружність.[2]

Поршні та поршневі кільця, зношені понад встановлені норми, не підлягають відновленню. Під час поточного ремонту зношені отвори в бобишках поршня розширюють для встановлення збільшеного поршневого пальця. Для забезпечення точної співвісності отворів використовується спеціальна довга розвертка, яка дозволяє обробляти отвори за один прохід. Після розвертання виміри діаметра отвору перевіряють за допомогою індикаторного нутроміра, а перпендикулярність осі отвору до осі або перпендикулярність поршня - на спеціальних вимірювальних пристроях.

2.3.2 Методика ремонту кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan

Необхідні інструменти: переносна лампа, комплект плоских щупів, лінійка, штангенциркуль, нутромір, мікрометр, шабер. Початковий етап ремонту включає демонтаж та ретельне очищення деталей за допомогою гасу, їх продування та висушування стисненим повітрям, з особливою увагою до масляних каналів.

Перевірте блок двигуна, звертаючи особливу увагу на опори колінчастого валу. Присутність тріщин на будь-якій частині блоку є неприпустимою.

Огляньте циліндри з усіх боків. Наявність подряпин, задирок чи тріщин також є критерієм вибракування.

Виміряйте нутроміром точні діаметри циліндрів. Для цього проведіть вимірювання у трьох поясах циліндра, причому в кожному поясі необхідно визначити діаметр у двох перпендикулярних напрямках - поздовжньому та поперечному. У зоні над поясом А (на відстані 5 мм від площини стику з головкою блоку) знос циліндрів, як правило, мінімальний. Порівняння розмірів у цій зоні з вимірами в інших поясах дозволяє оцінити ступінь зношення циліндрів.

Номінальний діаметр циліндра становить 76,495–76,505 мм, при цьому допустимі значення овальності та конусності не повинні перевищувати 0,0065 мм. Якщо зношення перевищує 0,15 мм або овальність виходить за межі вказаного значення, необхідно провести розточування циліндрів до найближчого ремонтного розміру (збільшеного на 0,25 або 0,50 мм). При цьому залиште припуск 0,03 мм на діаметр для подальшого хонінгування.

Після розточування циліндри піддайте хонінгуванню, дотримуючись діаметра, який забезпечить зазор між ремонтним поршнем і стінкою циліндра у межах 0,03 мм. Усі операції з дефектування, розточування та хонінгування рекомендується виконувати у спеціалізованих майстернях, оснащених відповідним обладнанням.



Перевірте відхилення площини стику блоку двигуна з головкою блоку циліндрів. Для цього використовуйте штангенциркуль або лінійку, прикладаючи їх до поверхні у таких положеннях:

У центральній частині блоку.

У поздовжньому та поперечному напрямках.

По діагоналях площини стику.

У кожному з цих положень за допомогою плоского щупа виміряйте зазор між площиною стику і штангенциркулем (або лінійкою). Величина цього зазору відповідає відхиленню від площинності. Якщо отримане значення перевищує 0,1 мм, блок необхідно замінити, оскільки подальша експлуатація може призвести до несправностей у роботі двигуна.

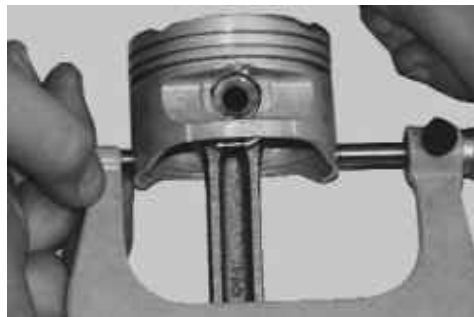
Очистіть днище поршня від вуглецевих відкладень за допомогою шабера, який можна виготовити зі старого напилка.

Для очищення канавок під поршневі кільця використовуйте старе поршневе кільце. Вставте його зовнішньою стороною у канавку та поступово прокочуйте по всій її довжині, видаляючи нагар.

Проведіть ретельний огляд поршнів, шатунів і кришок. На їхніх поверхнях не повинно бути жодних тріщин чи інших пошкоджень, які можуть вплинути на подальшу експлуатацію.



Перевірте стан вкладок. У разі виявлення на робочій поверхні подряпин, задирок або ознак відшарування антифрикційного шару, їх необхідно замінити на нові. Варто зазначити, що всі шатунні вкладиші мають однакову конструкцію та є взаємозамінними.



Виконайте вимірювання діаметра поршнів у площині, перпендикулярній до осі поршневого пальця, на відстані 19 мм від нижньої кромки юбки поршня. Діаметр поршнів номінального розміру становить 76,465–76,475 мм, а для ремонтних розмірів - збільшений на 0,25 або 0,50 мм.

На основі отриманих даних визначте зазор між поршнем і стінкою циліндра. Якщо це необхідно, підберіть поршні, які відповідатимуть стану циліндрів. Розрахунковий зазор для нових компонентів має становити 0,03 мм, і його слід забезпечити шляхом точного вимірювання циліндрів і поршнів та встановлення деталей номінального або ремонтного розміру.

Допустимий максимальний зазор у двигунах, які перебували в експлуатації, становить 0,15 мм. Якщо зазор перевищує цю величину, необхідно підібрати нові поршні номінального розміру або ремонтні поршні, попередньо розточивши і відхонінгувавши циліндри. При цьому важливо, щоб остаточний зазор був максимально наближений до розрахункового значення.

Перевірте зазор по висоті між поршневими канавками та кільцями за допомогою плоского щупа, вставляючи кожне кільце у відповідну канавку. Розрахунковий зазор для обох компресійних кілець має становити 0,020 мм. Якщо кільце виявиться занадто високим, а зазор недостатнім, зменшіть висоту кільця до необхідного значення. Для цього використовуйте наждачний папір, закріплений на рівній скляній поверхні, і акуратно шліфуйте кільце до досягнення потрібного розміру.



Виконайте перевірку зазору в замку поршневого кільця за допомогою плоского щупа. Для цього встановіть кільце у циліндр на глибину приблизно 50 мм, забезпечуючи його правильне розташування. Потім виміряйте зазор у замку, щоб переконатися у відповідності до встановлених норм.



Зазор у стиковій частині має бути 0,3 мм для компресійних кілець і 0,4–1,4 мм для маслоснімного кільця. Якщо зазор менший від рекомендованого, необхідно обережно підпиляти стикові поверхні кільця. У разі перевищення допустимого значення зазору кільце слід замінити.

Усі поршні, як номінального, так і ремонтного розміру, виготовляються з високою точністю, тому немає необхідності в додатковому сортуванні чи

підборі за вагою. При необхідності допускається використання в окремих циліндрах уживаних поршнів, за умови їхнього доброго стану. Це не вплине на балансування двигуна.



Виконайте вимірювання внутрішнього діаметра D_v посадкового місця шатуна в зібраному стані з кришкою за допомогою нутроміра.



Потім, за допомогою штангенциркуля, визначте товщину T шатунних вкладишів.



Виконайте вимірювання діаметра D_n шатунних шийок за допомогою мікрометра. Це дозволить точно оцінити стан шийок колінчастого валу.

Розрахуйте зазор z між шатунними вкладишами та шатунними шийками колінчастого валу за формулою:

$$z = D_v - 2T - D_n,$$

де D_v - внутрішній діаметр посадкового місця шатуна,

T - товщина одного вкладиша,

D_n - діаметр шатунної шийки.

Розрахункове значення зазору повинно бути в межах від 0,019 до 0,070 мм. Якщо отриманий зазор менший за максимальне допустиме значення, вкладиші можна залишити для подальшого використання. У разі перевищення допустимого зазору, необхідно замінити вкладиші на нові, номінальної товщини.

У разі зношення шийок колінчастого валу або їх перешліфування до ремонтного розміру зі зменшенням на 0,25 мм, необхідно встановити ремонтні вкладиші збільшеної товщини.

Шліфування шийок проводять не лише при значному загальному зносі, але й за наявності дефектів, таких як забоїни, подряпини або якщо овальність перевищує 0,004 мм, а конусність становить понад 0,005 мм. Ці показники визначають необхідність відновлення форми шийок для забезпечення надійної роботи двигуна.

Перевірте стан верхніх і нижніх вкладок корінних підшипників. Вкладиші центрального (третього) корінного підшипника мають конструктивну особливість — вони ширші за інші та оснащені широкими буртиками на бічних торцях, які виконують функцію опорних напівкілець упорного підшипника колінчастого валу.

Якщо на робочій поверхні вкладок виявлено подряпини, задирки або ознаки відшарування антифрикційного шару, їх необхідно замінити на нові, щоб забезпечити надійну роботу механізму.



Проведіть детальний огляд колінчастого валу. Наявність тріщин на будь-якій ділянці валу є неприпустимою. Поверхні, які контактують із робочими крайками сальників, повинні бути гладкими та рівними, без подряпин, вибоїн або інших пошкоджень. Якщо такі дефекти будуть виявлені, вал необхідно замінити, щоб гарантувати надійну роботу двигуна.



За допомогою мікрометра виміряйте зовнішній діаметр D_n корінних шийок. Фактичний зазор між вкладишами корінних підшипників і корінними шийками колінчастого валу визначається аналогічно методиці, що використовується для шатунних вкладишів.

Номінальний розрахунковий зазор повинен становити 0,005 мм. Якщо вимірний зазор не перевищує граничного значення, допускається повторне використання встановлених вкладишів. У разі, якщо фактичний зазор більший за допустимий, вкладиші необхідно замінити на нові з номінальною товщиною, щоб забезпечити правильну роботу вузла.

У разі, якщо шийки колінчастого валу зазнали зношування або були перешліфовані до ремонтного розміру зі зменшенням діаметра на 0,25 мм, необхідно замінити стандартні вкладиші на ремонтні, які мають збільшену товщину.

Шліфування шийок виконується не тільки при значному зносі, але й у випадках наявності дефектів, таких як вибоїни, подряпини або якщо величина овальності перевищує 0,004 мм, а конусність — 0,005 мм. Під час цього процесу діаметр шийок також зменшують на 0,25 мм для досягнення потрібного ремонтного розміру.

Перевірте паралельність упорних буртиків середньої корінної шийки колінчастого валу. Якщо виявлено відхилення від паралельності, це свідчить про викривлення валу, який у такому разі підлягає заміні.

Для очищення каналів колінчастого валу виконайте їх промивання. Наповніть радіальні канали бензином, попередньо заглушивши їх з одного боку дерев'яними пробками. Залиште бензин у каналах на 20 хвилин для розчинення забруднень. Потім промийте канали, використовуючи гумову грушу для впорскування бензину. Після очищення зніміть дерев'яні заглушки та повторіть

процедуру, якщо з каналів витікає забруднена рідина. Завершіть промивання, коли бензин стане абсолютно чистим.

Очистіть поверхню поршневих пальців від лакоподібних відкладень, попередньо розм'якшивши їх у спеціальному розчиннику. Після очищення ретельно огляньте пальці. Якщо виявлено тріщини, надмірний знос у зоні контакту з бобишками поршня або сліди повертання у верхній головці шатуна, пальці слід замінити на нові.

Перевірте сумісність поршневого пальця та поршня, вставляючи змащений моторним маслом палець у отвір бобишки поршня. При температурі навколишнього середовища близько 20 °C палець має входити в отвір при легкому натисканні великим пальцем руки, залишаючись на місці у вертикальному положенні поршня. Якщо палець випадає з отвору, його потрібно замінити на інший. У разі, якщо новий палець також не тримається в отворі, замініть поршень разом із пальцем.

2.4 Розробка ділянки для ремонту двигунів

У роботі ми аналізуємо сегмент, призначений для ремонту агрегатів та моторів. Цей сегмент розташовано в приміщенні станції технічного обслуговування, де проводиться відновлення двигунів, компонентів та агрегатів, демонтованих з транспортних засобів. З метою оптимізації логістики великогабаритних елементів, сегмент розміщено поряд з місцем для поточних ремонтних робіт, де здійснюється первинний демонтаж агрегатів. Розташовано відділ слюсарно-механічних робіт.

У даному виробничому відділі проводяться різноманітні операції, пов'язані з капітальним ремонтом моторів:

Комплексні монтажно-демонтажні процедури двигуна і його компонентів включають: демонтаж та збірку циліндро-поршневих груп, вилучення та установку гільз, розбірку та монтаж поршневих груп і самостійних поршнів, демонтаж та монтаж колінчастих валів, розбірку та збірку систем газорозподілу. Також виконуються зняття та встановлення генераторів, заміна

паливних фільтрів, регулювання подачі палива, розбирання та збирання масляних та водяних насосів, зняття та монтаж термостатів.

Діагностика стану деталей двигуна включає: вимір внутрішнього діаметра циліндрів у трьох різних місцях, вимір діаметрів отворів у блоках циліндрів, візуальний інспектування на предмет виявлення тріщин, сколів чи внутрішніх дефектів. Крім того, виконується огляд поршнів на предмет дефектів, вимірювання діаметрів поршнів, глибин канавок для кілець, огляд втулок і шатунів, перевірка рівності та осьової симетрії отворів.

На ділянці ремонту двигунів вже раніше було визначено кількість працівників; тут зайнята одна людина. Сектор ремонту двигунів та агрегатів розміщено у спеціально відведеному ізольованому просторі, який є частиною загального комплексу будівлі СТО. Для реалізації всіх етапів технологічного процесу важливо мати спеціалізоване обладнання з універсальними функціями, яке б дозволяло ефективно проводити ремонтні роботи на агрегатах і двигунах різноманітних виробників.

Об'єктом випускної кваліфікаційної роботи стане розробка пристрою для демонтажу та монтажу двигунів, який входить до складу технічного оснащення на виробничому майданчику. Розклад роботи співробітників встановлено наступним чином: робочий день розпочинається о 8:00, перерва на обід триває з 12:00 до 13:00, а закінчення робочого часу – о 17:00. Перелік персоналу, зайнятого на ділянці ремонту двигунів, викладено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Персонал ремонтного відділу двигунів.

Найменування посади	Кількість осіб	Фонд робочого часу, люд.-год	Оклад, грн/міс
Слюсар з ремонту автомобілів	1	1840	25 000

На цьому виробничому майданчику повинні бути встановлені спеціалізовані пристрої та інструменти, призначені для виконання технічних операцій, спрямованих на роботу з агрегатами та вузлами двигуна (див. таблицю 2.3).

Таблиця 2.3 – Оснащення ділянки.

Обладнання, оснащення	Марка	Кількість, од.	Площа, м ²
Шафа для інструменту та обладнання	б/н	2	0,90
Слюсарний верстат	б/н	2	1,26
Стелаж	МС-800	1	2,20
Піддон для зберігання ДВС		1	1,40
Стенд перевірки герметичності блоків та головок блоків		1	1,70
Стенд контролю геометрії ЦПГ	357843	1	0,40
Плита контролю геометрії колінчастого валу		1	0,60
Візок транспортувальний		1	1,65
Кантувач ДВС та агрегатів	самоизгот.	1	0,80
Прес механіко-гідравлічний	P-338	1	0,80
Плита контролю плоскості блока та головки блока		1	1,70
Ванна для чищення деталей	Ignico	1	1,20
Електрогайковерт	DeWalt 1200	1	-
Всього			14,61

Додатково до вже вказаного оснащення, на ремонтному майданчику також присутні всі необхідні слюсарні інструменти, динамометричний ключ, інструменти для вимірювань та матеріали, які застосовуються для ремонту двигунів та інших механізмів.

Розміри даного майданчика визначаються виходячи з загальної площі розміщеного тут обладнання:

$$S = S_{об} \cdot k_n,$$

де $S_{об}$ вказує на площу обладнання, що знаходиться на території майданчика; $k_n = 4,5$ позначає коефіцієнт щільності установки обладнання.

$$S = 14,61 \cdot 4,5 = 65,75 \text{ м}^2.$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектна документація розробки конструкції обертового пристрою

Даний документ окреслює технічні специфікації для створення пристрою, призначеного для демонтажу та монтажу моторів, включаючи його конструктивні особливості та пов'язану технічну документацію - в подальшому називається пристрій. Розробка даного обертового пристрою ініційована необхідністю комплектування проектного виробничого сектора обладнанням, яке відповідає останнім технічним вимогам і стандартам для ремонтних робіт, а також забезпеченням функціональної універсальності в технічному обслуговуванні різних типів агрегатів.

Необхідно створити апарат для демонтажу та монтажу двигунів, який дозволить виконувати кантування за допомогою електромеханічного приводу і буде адаптований для роботи з іншими великогабаритними компонентами транспортного засобу, включаючи трансмісію та мостовий редуктор. Апарат повинен включати механізми для закріплення різних агрегатів у поворотній системі. Також він має бути обладнаний системою, що дозволяє регулювати висоту установки агрегату для забезпечення зручності роботи відповідно до його розмірів та специфікацій. Пропонований апарат планується встановлювати на стаціонарній основі з можливістю надійного кріплення до підлоги виробничого простору.

Технічні параметри розроблюваного обладнання представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічні параметри розроблюваного обладнання.

Технічні характеристики	Значення
Маса агрегату, кг,	не більше 100
Маса пристрою, кг,	не більше 90
Частота обертання приводу кантування, об/хв	4,0
Потужність приводу, кВт, не більше:	0,8

Габаритні розміри пристрою, мм, не більше	700x550x1200
Висота завантаження, мм, не більше	1000
Зміна висоти, мм, не менше	150
Адаптація до агрегатів:	Двигун КПП Роздаточна коробка Редуктор заднього моста Редуктор переднього моста

Ергономіка проєктованого пристрою має відповідати вимогам, які пред'являються до транспортних засобів. Комплексна система загальних технічних вимог. Вимоги з ергономіки, життєздатності та технічної естетики. Номенклатура та порядок вибору.

Цей апарат розроблений для використання у закритих приміщеннях з опаленням та твердим підлоговим покриттям. Щоб забезпечити безпеку роботи та ефективність апарату, його слід регулярно обслуговувати, проводячи технічне обслуговування щонайменше раз на рік. Обслуговування включає перевірку функціональності електромеханічного приводу та заміну робочих рідин. Конструкція апарату передбачає можливість демонтажу окремих частин, що спрощує доступ до основних силових компонентів. Всі металеві елементи мають бути оброблені антикорозійним покриттям для додаткового захисту.

Транспортування апарату здійснюється у повністю зібраному стані з відключеним механізмом кантування. [18]

3.2 Технічне обґрунтування розробки конструкції кантувача

Аналоги обраної для розробки конструкції. Було отримано завдання на створення конструкції апарату для демонтажу і монтажу двигунів, відомого як пристрій. Тип конструкції цього пристрою класифікується як технічне обладнання, призначене для автоматизації ремонтних процесів двигунів та інших агрегатів. Процес розробки має розпочатися з аналізу аналогічних моделей, що виробляються в Україні та за кордоном, щоб виявити загальноприйняті технічні рішення, типові для подібних конструкцій.

Один із відомих прототипів - кантувач MATRIX, 56725 (Німеччина), зображений на рисунку 3.1.



Рис. 3.1. Кантувач MATRIX, 56725.

Цей кантувач розроблено для виконання ремонтних дій на двигунах та трансмісіях з масою до 500 кг. Оснащений можливістю замикання у восьми положеннях, він також здатен обертатися на 360 градусів. Завдяки низькому профілю опорної тележки, їй легко проходити під нижньою частиною авто, дозволяючи розташовувати кантувач неподалік моторного відділення. Це спрощує доступ до основних вузлів під час ремонту, значно підвищуючи ефективність робочого процесу.

Кантувач двигуна та коробки передач застосовується для різноманітних операцій:

Виконання збірно-розбірних та ремонтних робіт над агрегатами та двигуном авто.

Транспортування двигуна до місця його встановлення;

Кантування двигуна згідно з вимогами технологічного процесу. Також до аналогів відноситься пристрій для монтажу та демонтажу двигуна моделі СТ-A1157, що демонструється на рисунку 3.2.

Кантувальний апарат з редуктором. Цей кантувальний апарат розроблений для монтажу та демонтажу компонентів легкових авто, вагою двигуна до 300 кг. Регульована опора стенду дозволяє адаптувати його під різні моделі двигунів. Черв'ячний редуктор забезпечує можливість обертання

двигуна і стабільну фіксацію у потрібному положенні. Стенд оснащений мобільними опорами для легкості переміщення до місця проведення ремонтних робіт, а також стаціонарними опорами для постійного монтажу.



Рис. 3.2. Пристрій для монтажу та демонтажу двигуна моделі СТ-А1157.

На рисунку 3.3 ілюстровано кантувальний апарат моделі DC/WW-MG 600/V.



Рис. 3.3. Кантувальний апарат моделі DC/WW-MG 600/V

Пристрій DC/WW-MG 600/V розроблено для демонтажу та монтажу двигунів легкових транспортних засобів та мікроавтобусів. Цей універсальний пристрій можна використовувати не тільки для ремонту двигунів, але й для обслуговування трансмісій з вагою до 500 кг. Пристрій легко переміщується з встановленим двигуном. Стенд комплектується самоблокуючимся редуктором, що дозволяє надійно фіксувати двигун в оптимальному для роботи положенні. Також передбачена можливість обертання закріпленого агрегату на 360 градусів. Конструкція включає стійки для зберігання масла та інструментів.

Детальні технічні характеристики пристрою DC/WW-MG 600/V представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 12 - Технічні характеристики DC/WW-MG 600/V.

Довжина стенда, мм	1060
Ширина стенда, мм	790
Висота стенда, мм	900
Максимальна маса агрегата, кг	500
Діаметр кріпильного фланця, мм	200
Власна маса конструкції, кг	100

Ще одним прикладом аналогічної конструкції виступає мобільний двостійковий пристрій для кантування двигуна моделі Ravaglioli R12, представлений на рисунку 3.4.



Рис. 3.4. Пристрій для кантування двигуна моделі Ravaglioli R12.

Стенд розроблений для виконання операцій з демонтажу, монтажу та ремонту двигунів і коробок передач.

Конструкція стенда оснащена подвійною обертовою платформою з колесами, що дозволяє легко проводити діагностику двигунів разом зі зчепленням. Основними перевагами стенда є його здатність фіксувати агрегати в будь-якому положенні з можливістю обертання на 360 градусів. Крім того, він має двосторонню систему кріплення двигунів і вузлів, що дозволяє регулювати ширину кріплення. Мобільна конструкція стенда забезпечує зручне переміщення по робочій зоні.

Технічні характеристики стенда: Довжина: 950–1350 мм. Ширина: 710 мм. Висота: 880 мм. Вага: 56 кг. Максимальне навантаження: 800 кг.

На основі аналізу існуючих аналогів можна сформулювати ключові вимоги до конструкції розроблюваного пристрою:

Стенд матиме стаціонарну конструкцію, що забезпечить додаткову безпеку під час виконання ремонтних операцій.

Пристрій буде обладнано електромеханічним приводом, який дозволить здійснювати кантування агрегатів з високою точністю та мінімальними зусиллями.

У конструкцію буде інтегровано механізм регулювання висоти, що дасть змогу налаштовувати положення агрегата відповідно до вимог конкретних робіт.

Пристрій буде універсальним, з можливістю адаптації для роботи як з двигунами, так і з іншими типами агрегатів.

3.3 Розробка конструкції кантувача автомобільного двигуна

Під час розробки можливих варіантів конструкції було враховано наявний досвід створення стендів аналогічного типу, а також сучасні тенденції у сфері інженерних рішень та технологічних інновацій.

Електрична схема роботи пристрою представлена на рисунку 3.5.

На рисунку 3.5 подано схему підключення електродвигуна, який використовується у конструкції пристрою. Планується застосування

електродвигуна потужністю 0,8 кВт, тому електрична схема розроблена відповідно до цієї характеристики. Особливості підключення не потребують додаткових змін чи адаптацій. Електродвигун використовується для приводу механізму обертання агрегата через черв'ячний редуктор, забезпечуючи надійне та ефективне функціонування пристрою.

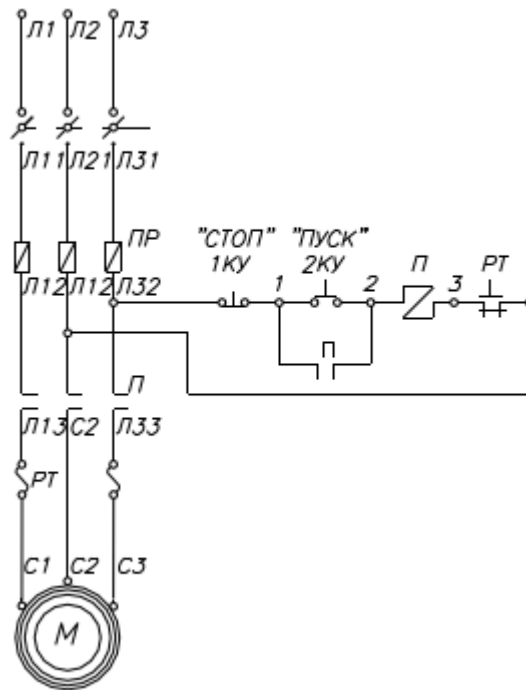


Рис. 3.5. Електрична схема пристрою:

ПР – реле захисту; РТ – термореле; П – електромагнітний пускач; 1КУ, 2КУ – кнопковий пост управління.

Проектування кінематичної схеми спрямоване на визначення найбільш критично навантажених та важливих вузлів і агрегатів конструкції. У розроблюваній моделі передбачається використання електромеханічного приводу для обертання закріпленого двигуна, що значно спрощує виконання технологічних операцій.

З метою покращення зручності виконання робіт у конструкцію інтегровано гідромеханічний привід для регулювання висоти розташування агрегата. У якості привідного механізму обрано гідравлічний домкрат пляшкового типу, який забезпечує надійність та простоту використання.

Подальший аналіз кінематичної схеми пристрою буде спрямований на ідентифікацію ключових конструктивних елементів та проведення їх детального дослідження (рисунок 3.6).

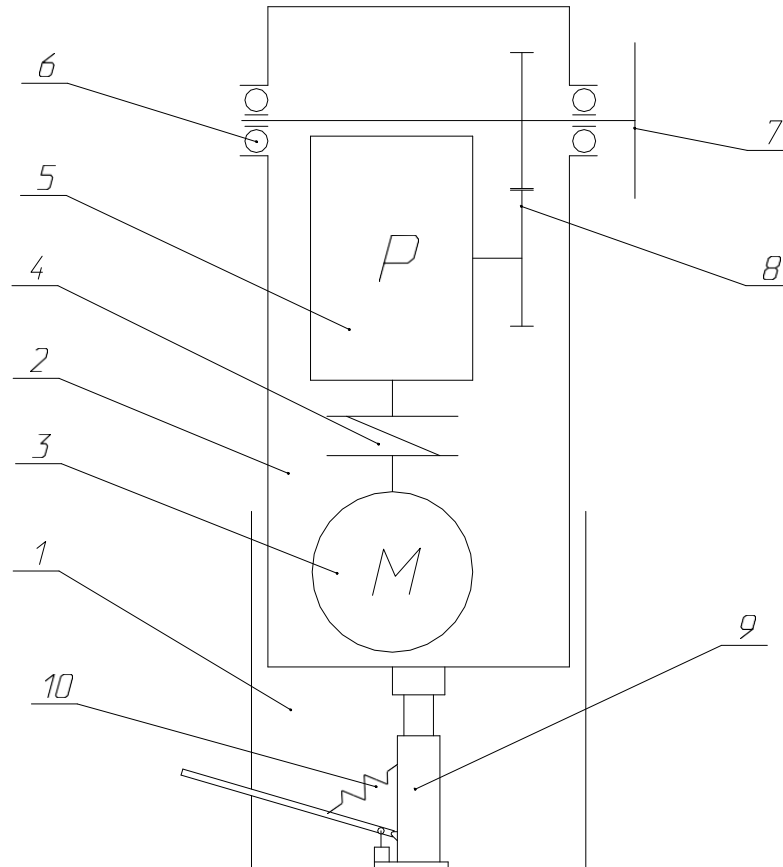


Рис. 3.6. Кінематична схема пристрою:

1 – базова опора; 2 – несуча рама; 3 – електродвигун приводу; 4 – з'єднувальна муфта; 5 – черв'ячний редуктор; 6 – підшипникові опори; 7 – фланець для обертання агрегату; 8 – зубчаста передача; 9 – механізм підйому; 10 – пружинний елемент.

Представлена на рисунку 3.6 конструкція загалом відповідає специфікаціям, описаним у технічному завданні. Водночас запропонована схема дозволяє усунути недоліки, виявлені під час аналізу аналогів. Регулювання висоти виконується за допомогою гідравлічного домкрата, який переміщує раму з встановленими на ній двигуном та редуктором уздовж напрямних базової опори. Усі елементи конструкції кінематично пов'язані з валом фланця, що використовується для обертання агрегату.

Обертання двигуна, закріпленого на фланці, реалізується за допомогою електродвигуна, який передає рух через черв'ячний редуктор. Цей тип редуктора обрано через його здатність забезпечувати самоблокування, що підвищує безпеку та стабільність роботи. Електродвигун у даній конструкції підключений без можливості зворотного обертання, оскільки додавання реверсивного функціоналу значно ускладнило б електричну систему пристрою,

збільшило б її вартість і створило додаткові труднощі в роботі черв'ячного редуктора.

На рисунку 3.7 наведено вузол, який забезпечує кріплення двигуна.

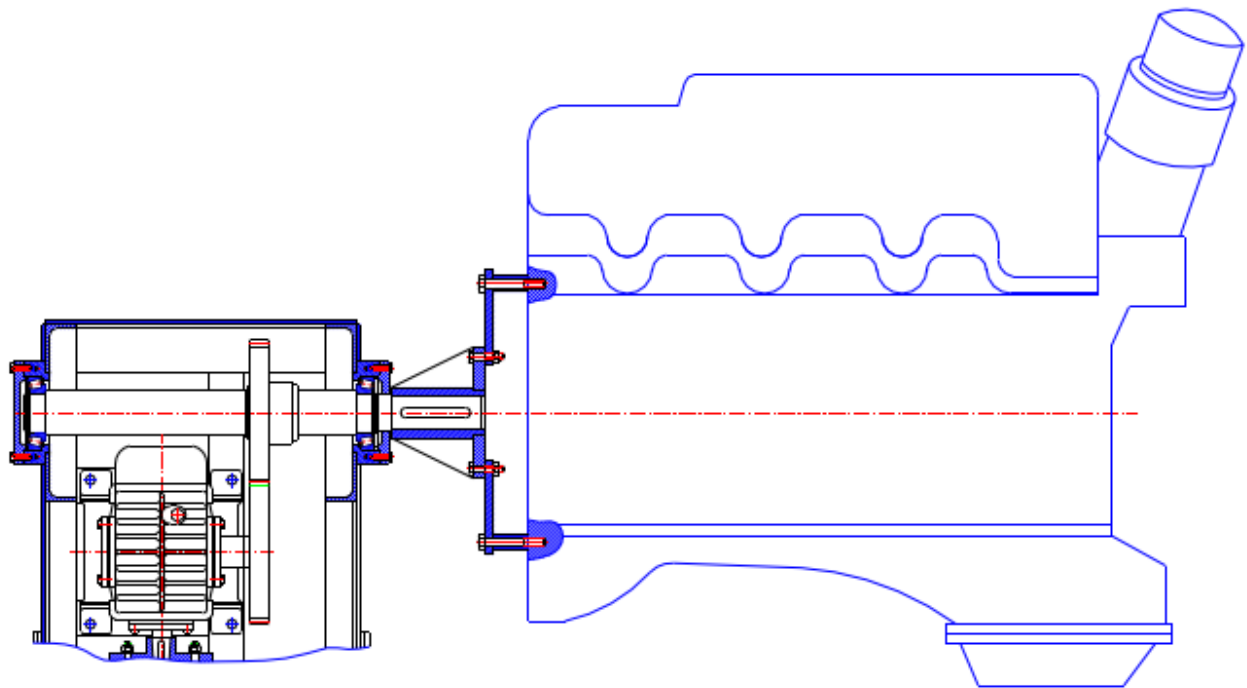


Рис. 3.7. Вузол для кріплення та обертання двигуна.

Цей вузол забезпечує можливість обертання двигуна на стенді навколо його поздовжньої осі, що значно полегшує проведення ремонтних робіт. Рух валу здійснюється завдяки кінематичному з'єднанню електродвигуна із черв'ячним редуктором. Фланцевий фіксатор, що виконує роль опори для ремонтного двигуна або агрегата, приводиться в рух через зубчасту передачу із передавальним відношенням 1:1.

З'єднання між електродвигуном і редуктором виконане за допомогою муфти, оснащеної металево-гумовими вставками. Ця конструкція дозволяє ефективно гасити ривки, які виникають під час запуску стенда, що забезпечує плавну роботу та зменшує знос компонентів системи.

На рисунку 3.8 представлений вузол, призначений для регулювання висоти стенда.

Механізм регулювання висоти дає змогу встановлювати стенд на оптимальну для слюсаря висоту, полегшуючи виконання ремонтних операцій. Регулювання здійснюється за допомогою гідравлічного домкрата, розташованого в основі рами, який має вантажопідйомність до 3 тонн. Нижня

частина стенда виконана у вигляді короба, по внутрішніх стінках якого, що слугують напрямними, переміщується верхня частина з установленими на ній механізмами.

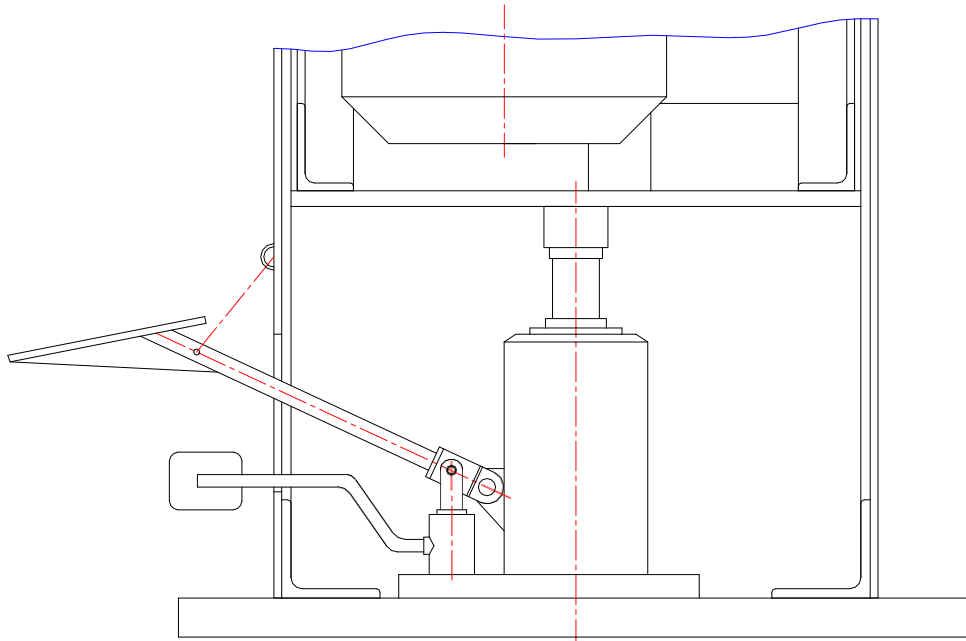


Рис. 3.8. Вузол налаштування висоти стенда.

Підйом забезпечується шляхом нагнітання тиску в робочу порожнину домкрата за допомогою ножної педалі. Для опускання використовується поворотний стопорний важіль. Обидва елементи - педаль і важіль - оснащені пружинними механізмами, що автоматично повертають їх у початкове положення після завершення дії.

3.4 Розрахунок конструкції кантувача автомобільного двигуна

Запропонований пристрій спроектовано для роботи з автомобільними двигунами, маса яких не перевищує 100 кг. Усі розрахунки виконуються з урахуванням необхідного запасу міцності:

$$m = 100 \text{ кг}$$

Для забезпечення обертання двигуна навколо поперечної осі потрібно прикладати максимальний крутний момент. Його значення визначається за допомогою відповідної формули:

$$M_{\text{кр}} = G * (L + f * d) * k ,$$

де $G = 1000 \text{ Н}$ – вага двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ);

L – максимальна відстань від центру мас до осі обертання;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя у підшипниковому вузлі;

$d = 0,5$ м – діаметр обертання;

$k = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує інерційний опір.

$$M_{кр} = 1000 * (0,15 + 0,1 * 0,5) * 1,1 = 220 \text{ Н*м.}$$

Також слід врахувати сили тертя, які виникають у підшипниках. Їх величина визначена приблизно на основі емпіричних розрахунків:

$$M_{тр} = 7,4 \text{ Н*м.}$$

Враховуючи всі фактори, приймаємо остаточне значення крутного моменту рівним:

$$M = c * (M_{кр} + M_{тр}),$$

Де $c=1,2$ – коефіцієнт запасу міцності.

$$M = 1,2 * (220 + 7,4) = 2724,9 \text{ Н*м}$$

Для забезпечення необхідного крутного моменту в конструкції планується використання черв'ячного редуктора. Як приводний редуктор обрано модель 2Ч-40-50-51-3-УЗ.

Основне навантаження на підшипники виникає через вагу двигуна та зусилля, які прикладаються оператором під час виконання ремонтних операцій. Для підвищення надійності розрахунків вала значення навантаження збільшено у чотири рази:

$$R_a = G = 4000 \text{ Н.}$$

Бокові навантаження у розрахунку не враховуються. Через низьку частоту обертання вала розміри підшипників визначаються конструктивно, відповідно до діаметра вала. Схематичне зображення навантаження на вал подано на рисунку 3.9.

Розрахуємо діаметр опорного вала у критичному перерізі, який зазнає максимального крутного моменту.

$$d = \sqrt[3]{10 \sqrt{M_u^2 + M_{кр}^2} / [\sigma]},$$

$$M_{кр} = 220 \text{ Н*м.}$$

$$M_u = 540 \text{ Н*м.}$$

$$[\sigma] = 112,5 \text{ МПа.}$$

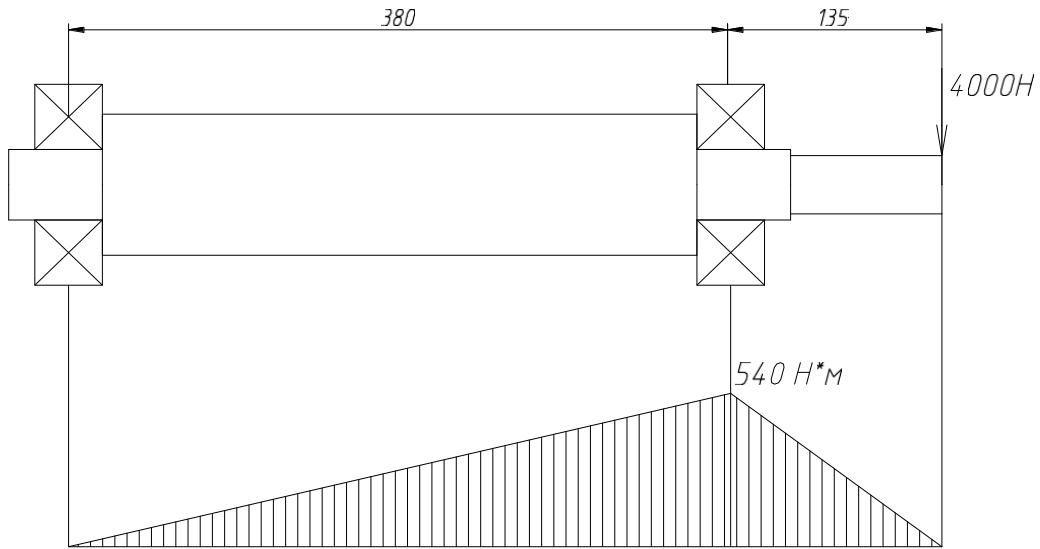


Рис. 3.9. Схема навантаження опорного вала.

$$d = \sqrt[3]{10\sqrt{220^2 + 540^2} / [112.5]}$$

$$d = 35 \text{ мм}$$

Прийнято діаметр вала $d=38,0\text{мм}$ у найслабшому перерізі з урахуванням забезпечення необхідного запасу міцності.

Для радіального підшипника, виходячи з конструктивних вимог, обрано підшипник типу 207 з внутрішнім діаметром $d_{\text{вн}}=40\text{мм}$.

3.5 Опис технологічного процесу обслуговування та ремонту розробленої конструкції

Розроблений пристрій призначений для ефективного збільшення крутного моменту під час передачі його від електродвигуна до агрегата, що кантується. Враховуючи конструктивні особливості вузла, редуктор передбачається одноступінчастим, черв'ячного типу, із вертикальним розташуванням швидкохідного вала.

Ця компоновка забезпечує оптимальну передачу зусиль та стабільність у роботі, що сприяє підвищенню надійності конструкції та зручності її обслуговування.

У процесі експлуатації механізму можуть проявлятися наступні дефекти:

- знос місць посадки валів для встановлення шестерень;
- пошкодження або знос робочої поверхні валів;

розбиття отворів під шпонкові з'єднання;
зношення посадкових площин для підшипників;
викривлення або деформація валів;
утворення тріщин, спричинених втомним руйнуванням матеріалу;
тріщини чи повне руйнування зубців шестерень;
значний знос зубців шестерень;
зношення або пошкодження підшипників;
руйнування шпонкових з'єднань;
пошкодження чи розрив ущільнювальних прокладок;
порушення рівності поверхонь у місцях роз'єму.

Зважаючи на специфіку експлуатації механізмів цього типу, найчастіше виникають дефекти в зонах розташування валів та підшипникових вузлів. Виходячи з цього, у подальшій розробці акцент зроблено на ремонт підшипникового вузла тихохідного вала.

Процедура заміни підшипників вимагає значного обсягу демонтажних робіт, що обумовлено як розташуванням вузла, так і конструктивними особливостями редуктора. У конструкції вузла застосовуються відкриті радіально-упорні підшипники, які після встановлення потребують ретельного регулювання. Монтаж підшипників на вал здійснюється із використанням регулювальних шайб.

При цьому підшипник кріпиться на вал із натягом, а в посадковий отвір встановлюється за допомогою перехідної посадки. Такий підхід полегшує процес демонтажу та забезпечує необхідну точність монтажу.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Основні параметри моделі двигуна

Однак перед початком даного аналізу модель зазнала коригувань, спрямованих на підвищення достовірності результатів під час впровадження нових технологічних рішень.

Початковою особливістю цієї моделі є використання профілю згоряння, ретельно скорегованого відповідно до даних, отриманих під час стендових випробувань. Крім того, модель оснащена феноменологічним підходом до прогнозування самозаймання паливно-повітряної суміші в циліндрах. Для цього застосовується модель детонації, а розрахунок тепловіддачі у циліндрі виконується за допомогою кореляції, яка використовує напівемпіричну формулу для визначення моментального коефіцієнта тепловіддачі.

Оновлена модель двигуна також інтегрує систему управління, яка забезпечує координацію всіх функціональних компонентів силового агрегату. Як показано на рисунку 4.1, для цього впроваджено алгоритми управління на основі пропорційно-інтегрально-диференціальних (PID) регуляторів. Основним завданням цих регуляторів є досягнення та підтримання заданих параметрів вхідних величин за рахунок активного керування вихідними характеристиками системи. Зокрема, було реалізовано три ключових PID-регулятори:

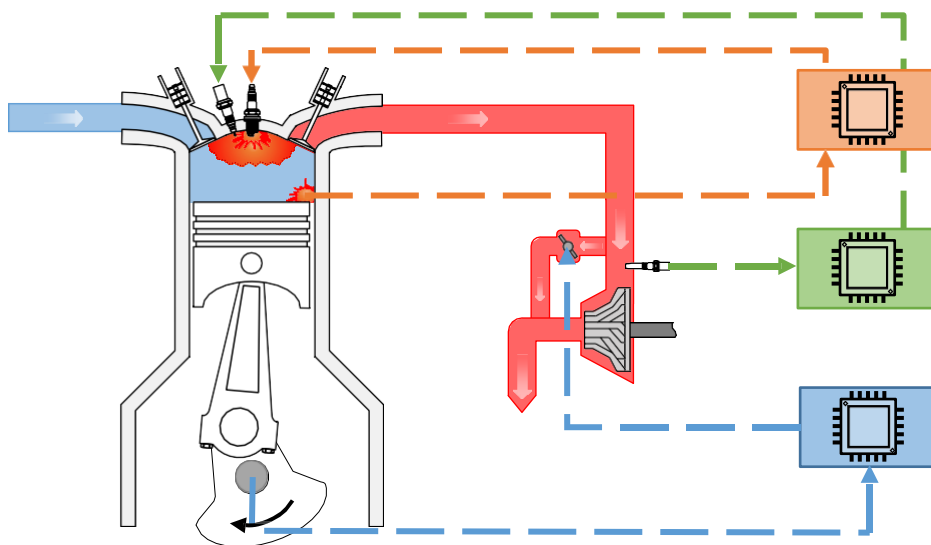


Рис. 4.1. Схема роботи управління 1D-моделлю двигуна.

Турбокомпресорний двигун функціонує за рахунок створення тиску повітря у впускному колекторі, що перевищує атмосферний, завдяки роботі компресора, який отримує енергію від турбіни, приводної від вихлопних газів. Для забезпечення бажаного рівня потужності важливо чітко контролювати кількість повітря, що надходить у двигун. Ця задача вирішується за допомогою перепускного клапана (wastegate), який регулює об'єм енергії, що передається турбіною на компресор.

Однак у певних умовах може виникнути необхідність подачі більшого об'єму повітря, ніж здатен забезпечити компресор. У такій ситуації компресор може працювати у небезпечних режимах, що може призвести до порушень його роботи, таких як зсув, перевищення допустимих обертів або задуха. Тому система управління перепускним клапаном також налаштована на моніторинг та запобігання подібним ситуаціям, забезпечуючи безпечну роботу всієї турбокомпресорної системи.

Регулятор лямбда-значення. Для забезпечення захисту компонентів силового агрегату, регулятор лямбда-значення виконує коригування складу паливно-повітряної суміші з урахуванням граничних температурних параметрів. Коли температура T_3 наближається до 950°C , регулятор активує збагачення суміші для запобігання перевищенню максимально допустимої температури. У процесі такого збагачення лямбда-значення може знижуватися до мінімального порогу 0.7. Водночас подальше зменшення цього показника негативно впливає на стабільність процесу згоряння, що обмежує можливості подальшого коригування.

Система контролю детонації. Для оцінки ймовірності детонаційного згоряння використовується спеціалізована модель, яка генерує індекс під назвою Knock Index. Цей показник, тісно пов'язаний із ризиком самозаймання паливної суміші, був адаптований на основі експериментальних даних, отриманих під час стендових випробувань двигуна в умовах, обмежених детонаційними явищами.

PID-регулятор у цій системі виконує регулювання кута початку процесу згоряння. Зокрема, він забезпечує оптимальне положення точки, коли згорає 50% маси палива (MFB50), у діапазоні від 8° до 35° після верхньої мертвої

точки (ВМТ). Нижня межа цього інтервалу відповідає максимальній термодинамічній ефективності, тоді як верхня - забезпечує прийнятну стабільність згоряння. Завдяки такому регулюванню двигун працює з максимально можливою ефективністю, залишаючись у межах допустимого детонаційного режиму.

4.2 Налаштування моделі та її адаптація

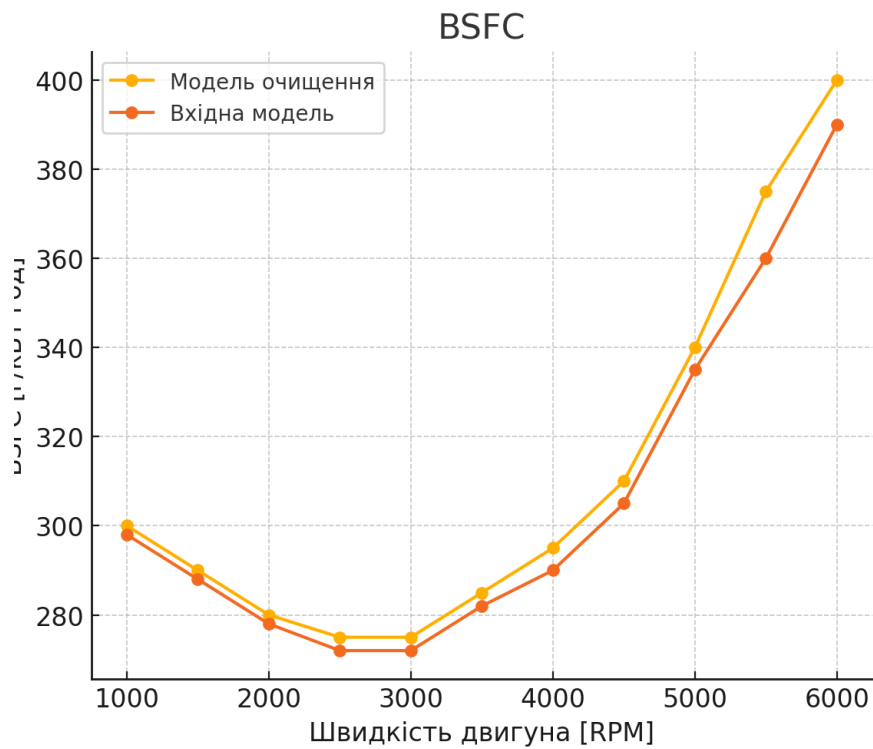
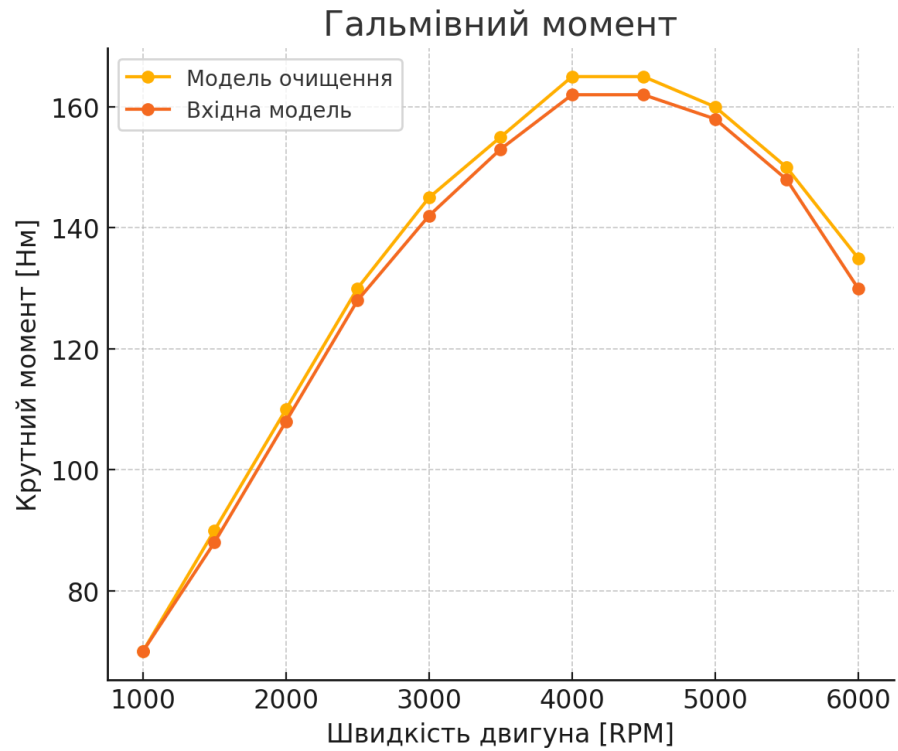
Оригінальна модель двигуна була оновлена для забезпечення більшої точності прогнозування та відповідності сучасним технологіям, що досліджуються. Модифікований двигун оптимізований для роботи на низьких обертах за повного навантаження, використовуючи збіднені значення лямбда. Це сприяє підвищенню крутного моменту на низьких обертах завдяки використанню ефекту продувки.

Ефективна продувка циліндра позитивно впливає на робочі параметри двигуна на низьких обертах. Вона забезпечує збільшений масовий потік повітря, що дозволяє компресору працювати з вищим ступенем стиску. Як наслідок, у циліндрі накопичується більше повітря, що сприяє покращенню заповнення циліндра. Крім того, продувка зменшує кількість залишкових газів у циліндрі на початку впускного такту. Це значно знижує ймовірність детонації та покращує стабільність процесу згоряння.

Проте надмірний об'єм повітря, який потрапляє до вихлопної системи, може знижувати ефективність роботи трьохкомпонентного каталітичного нейтралізатора (TWC). Оскільки оптимізація рівня викидів є ключовим аспектом для дотримання стандартів Euro 7, ця проблема є надзвичайно важливою.

Для запобігання ефекту продувки на низьких обертах конструкцію двигуна було змінено, зокрема, скориговано фази газорозподілу. Завдяки цим модифікаціям вдалося забезпечити коефіцієнт утримання (trapping ratio), рівний одиниці, незалежно від обертів двигуна. Водночас такі зміни очікувано призвели до зниження крутного моменту на низьких обертах. Це чітко

відображено на Рисунку 4.2, де видно, що досягти цільового значення крутного моменту на низьких обертах більше неможливо.



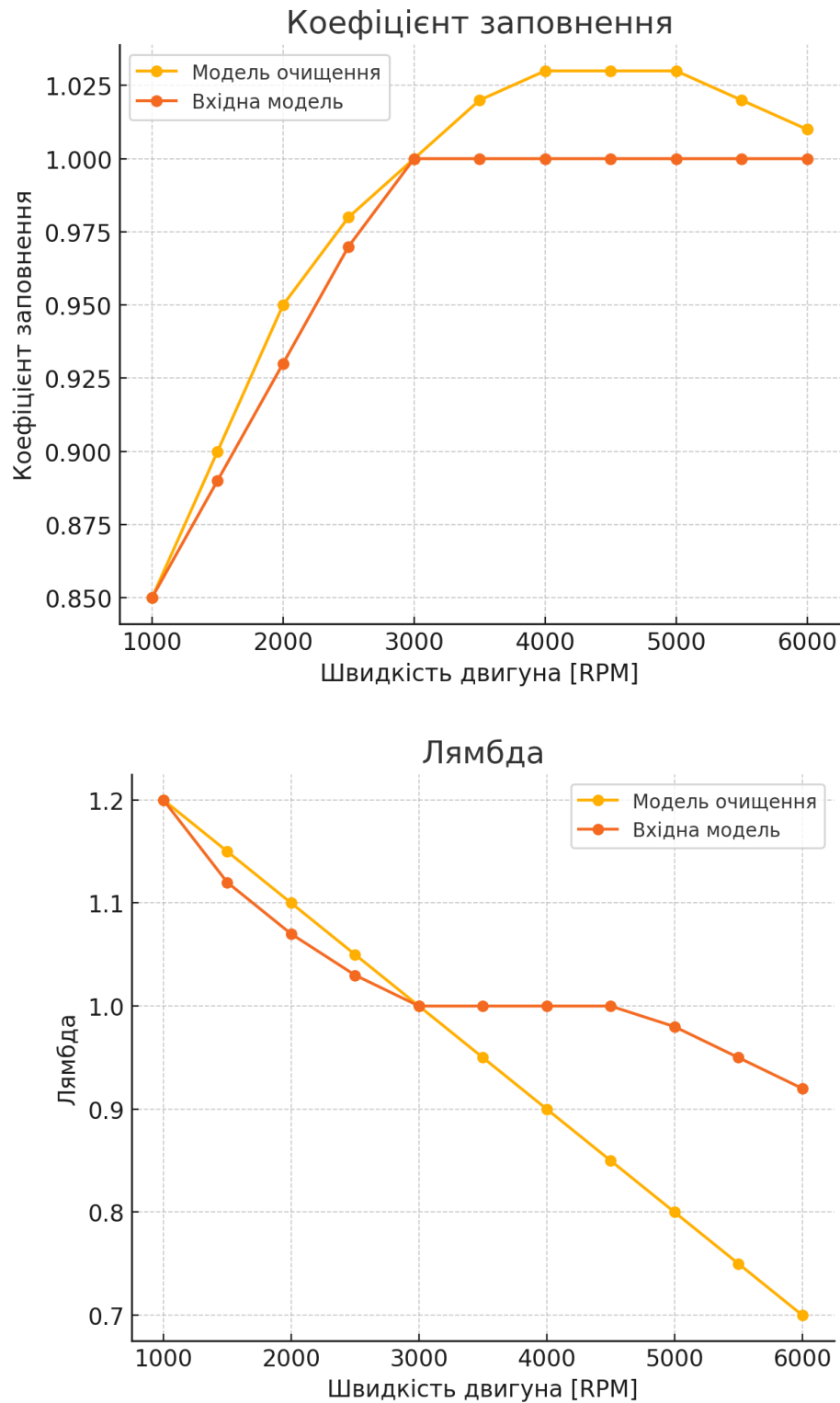


Рис. 4.2. Порівняльна характеристика продуктивності поточної моделі двигуна з продувкою та моделі без продувки.

Для заміни оригінальної моделі детонації було обрано нову модель Gasoline Kinetics Fit, розроблену компанією Gamma Technologies Inc.. Ця модель має розширені можливості, зокрема враховує вплив ступеня розбавлення паливно-повітряної суміші на ймовірність виникнення детонації [8]. Як і попередня, модель Gasoline Kinetics Fit була ретельно налаштована

відповідно до даних, отриманих під час експериментальних випробувань двигуна на стендовому обладнанні.

Після внесених змін модель двигуна, в якій відсутній ефект продувки і реалізована нова модель детонації, була прийнята як базова для подальших досліджень. На рисунку 4.2 представлено порівняння продуктивності моделі двигуна з продувкою та модифікованої вхідної моделі без продувки.

4.3 Регулювання температури T_4

Вихідна модель двигуна, у якій значення лямбда було налаштовано для обмеження максимальної температури T_3 на рівні 950 °C, стала основою для розробки вдосконаленої стратегії регулювання. Початковим завданням стало впровадження нового алгоритму управління, який дозволяє враховувати обмеження на максимальну температуру T_4 . Це обмеження було введено для забезпечення надійного захисту трьохкомпонентного каталітичного нейтралізатора (TWC), оскільки підвищення порогового значення T_3 потребувало додаткових заходів для збереження ефективності системи.

На рисунку 4.3 представлено модифікацію управління, за якою співвідношення повітря до палива коригується з метою підтримання T_4 на рівні, що не перевищує 870 °C. При цьому контроль температури T_3 був збережений, але з внесенням нових технічних змін. Зокрема, верхній поріг для T_3 було підвищено до 1030 °C. Якщо температура знаходиться нижче цього значення, система управління не активується, дозволяючи зосередити головну увагу на забезпеченні ефективності TWC і мінімізації впливу на викиди.

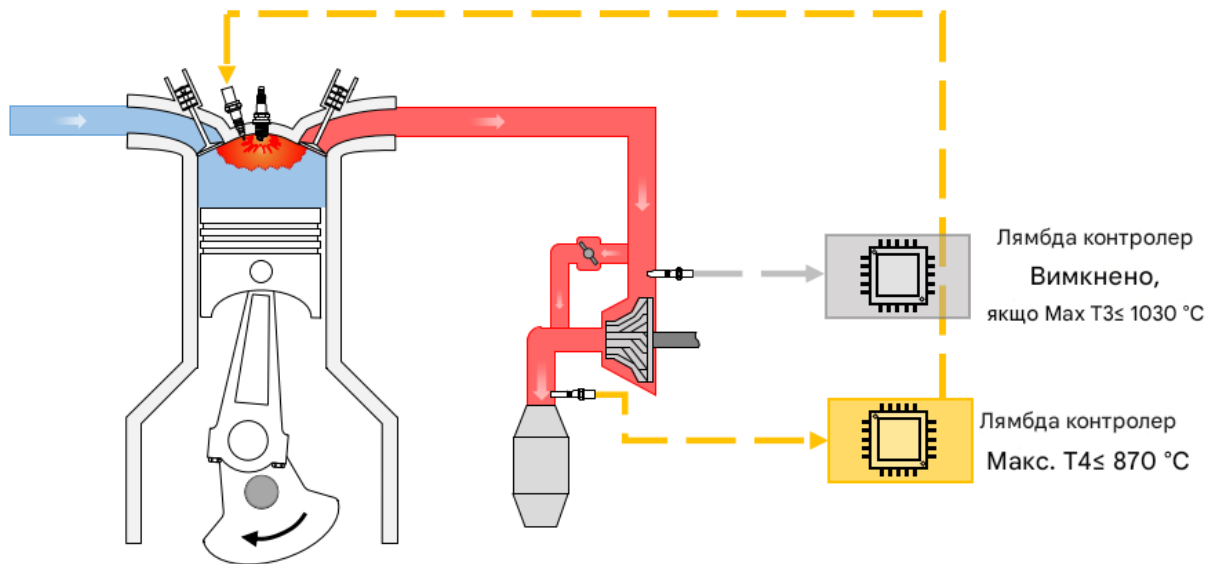
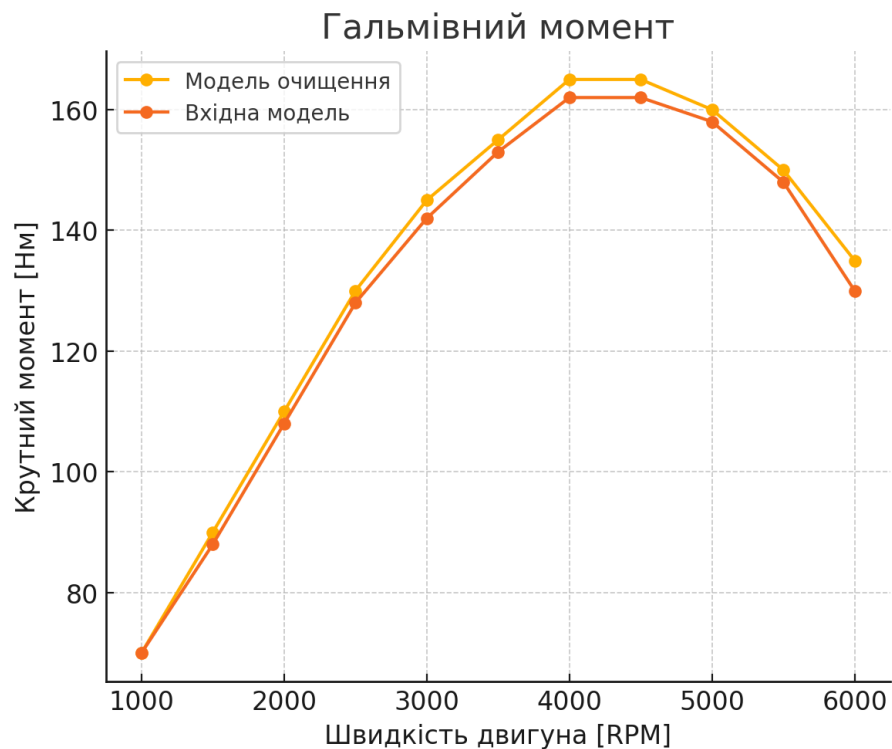
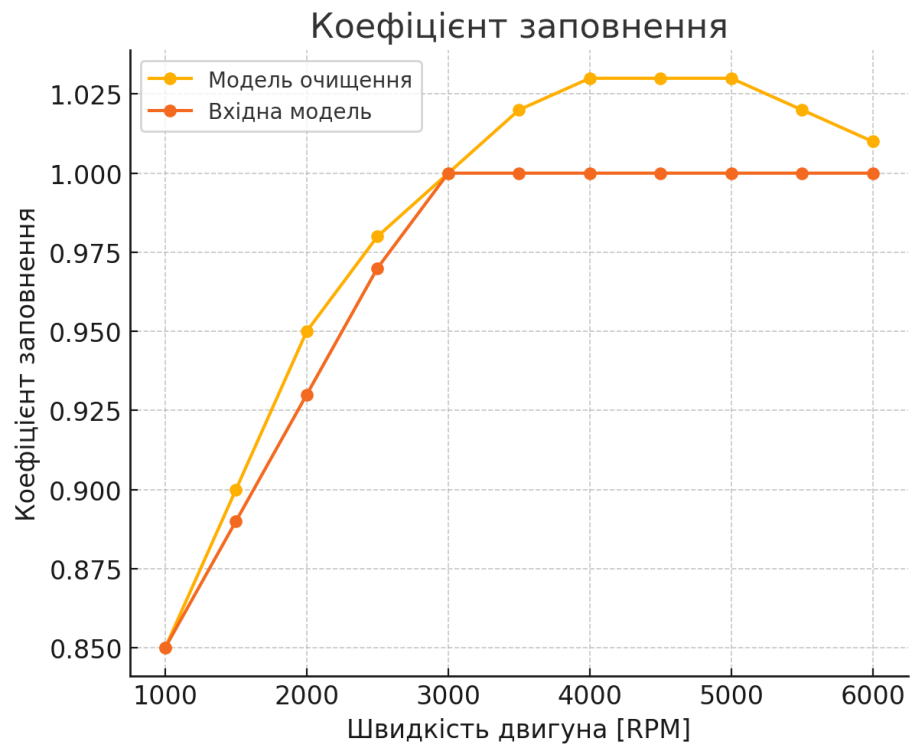
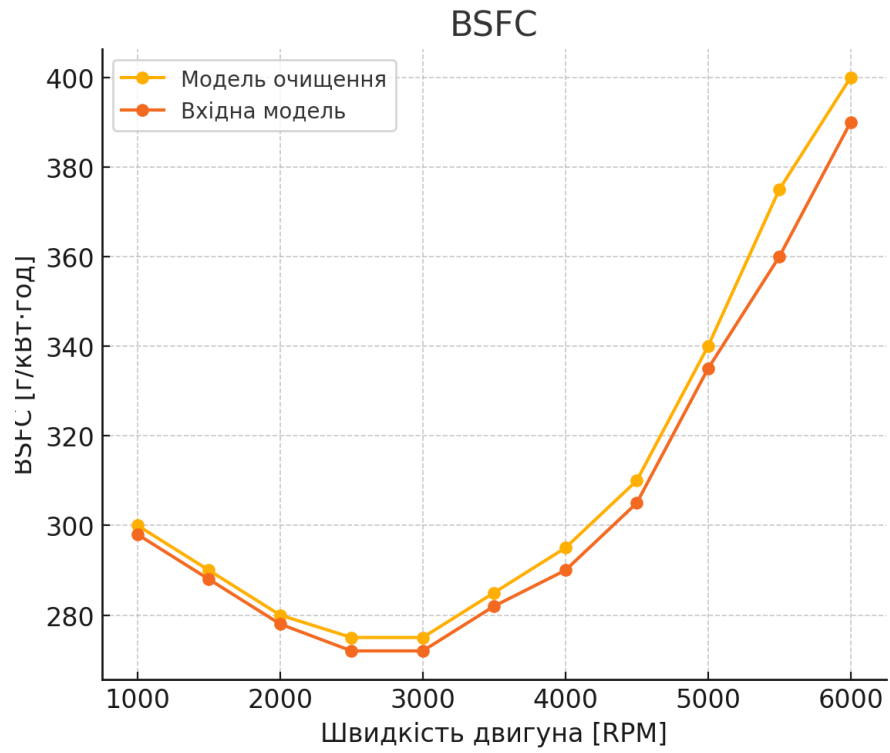


Рис. 4.3. Оновлена схема управління лямбда для параметра T_4 .

Результати впровадження нової стратегії управління наведені на Рисунку 4.4, де представлено показники роботи двигуна. Завдяки збільшенню максимального допустимого значення T_3 спостерігається підвищення лямбда на $+0.06$ у режимі максимальної потужності. Це зростання співвідношення повітря до палива сприяло підвищенню загальної ефективності двигуна, що позитивно позначилося на збільшенні крутного моменту на високих обертах. Відповідна динаміка відображена на верхньому лівому графіку.





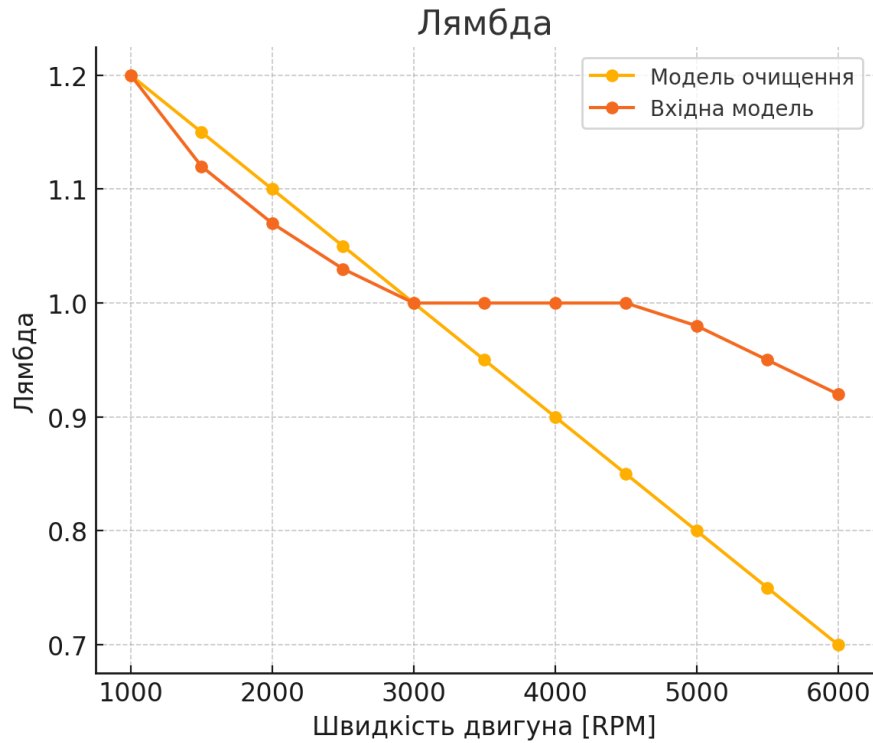


Рис. 4.4. Аналіз продуктивності нової системи регулювання лямбда для параметра $T4$ у порівнянні з базовою вхідною моделлю.

4.4 Впровадження нового турбокомпресора

Для забезпечення ефективної платформи, яка дозволяє максимально реалізувати потенціал досліджуваних технологій, у модель двигуна були інтегровані нові компресор та турбіна. На рисунку 4.5 відображені робочі карти компресора і турбіни поточної конфігурації двигуна, а також наведені робочі точки для нової моделі і системи управління параметром $T4$. У чинній версії компресор функціонує в умовах високого навантаження, а його робочі точки знаходяться поблизу лінії зриву потоку. Така ситуація значно обмежує можливості дослідження інноваційних рішень, які потребують підвищеного ступеня стиску.

У зв'язку з цими обмеженнями, постачальник турбокомпресора надав нові робочі карти компресора і турбіни, що відповідають сучасним технологічним досягненням у сфері турбокомпресорного обладнання. Використання нового турбокомпресора розширює можливості для реалізації прогресивних технічних рішень. Додатково, підвищена загальна ефективність компресора та турбіни, а також збільшений ступінь стиску компресора

дозволили значно зменшити збагачення паливної суміші й покращити крутний момент на низьких обертах.

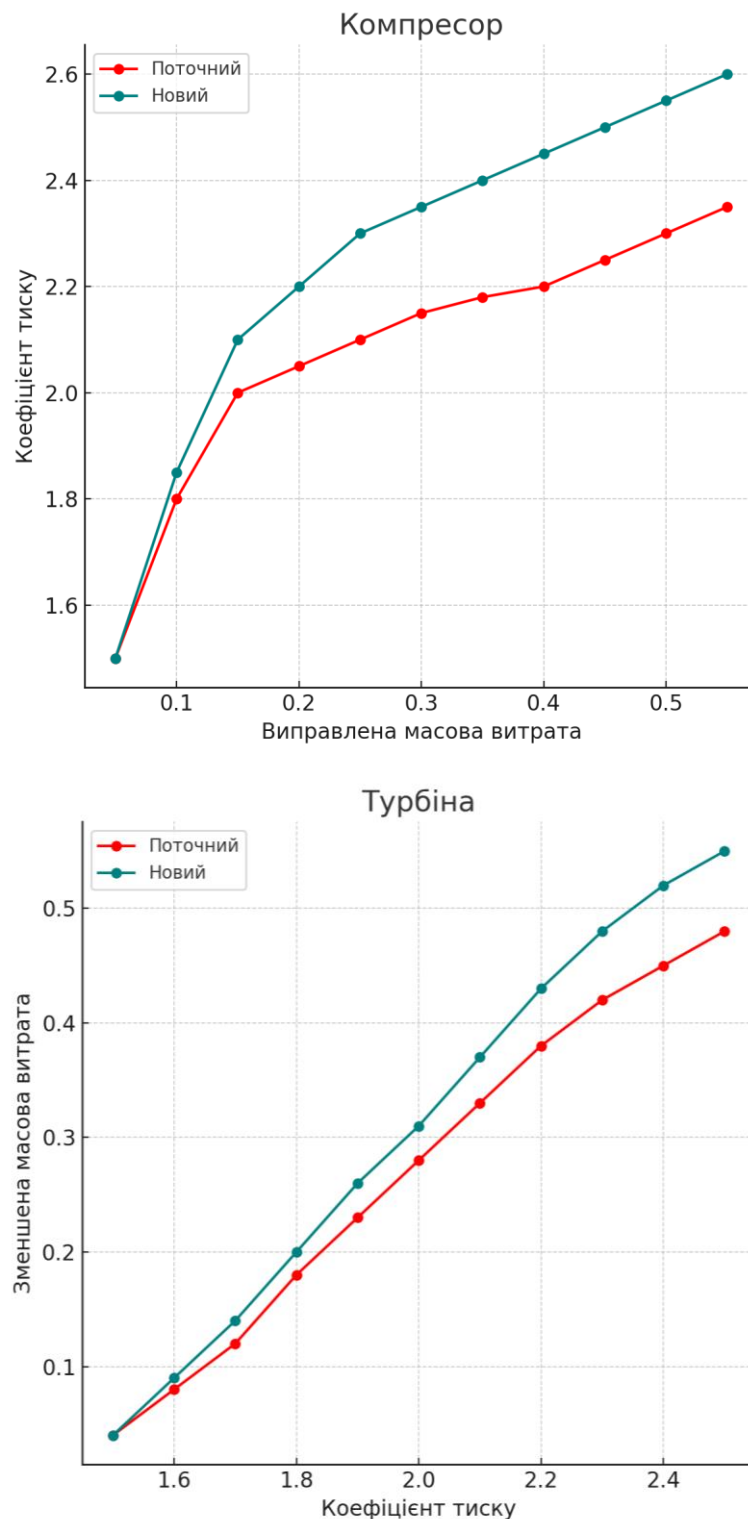


Рис. 4.5. Робочі карти турбокомпресора для поточного двигуна в порівнянні з оновленими картами компресора та турбіни.

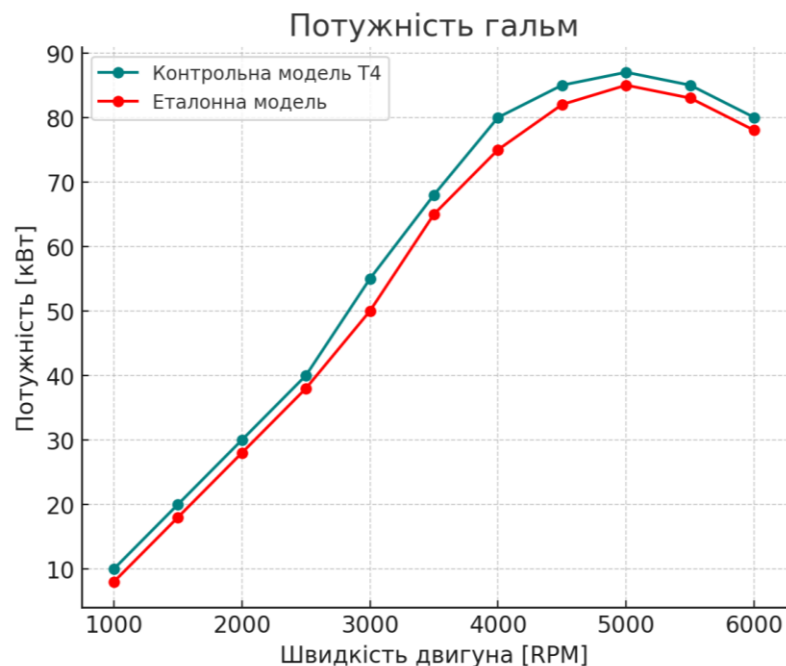
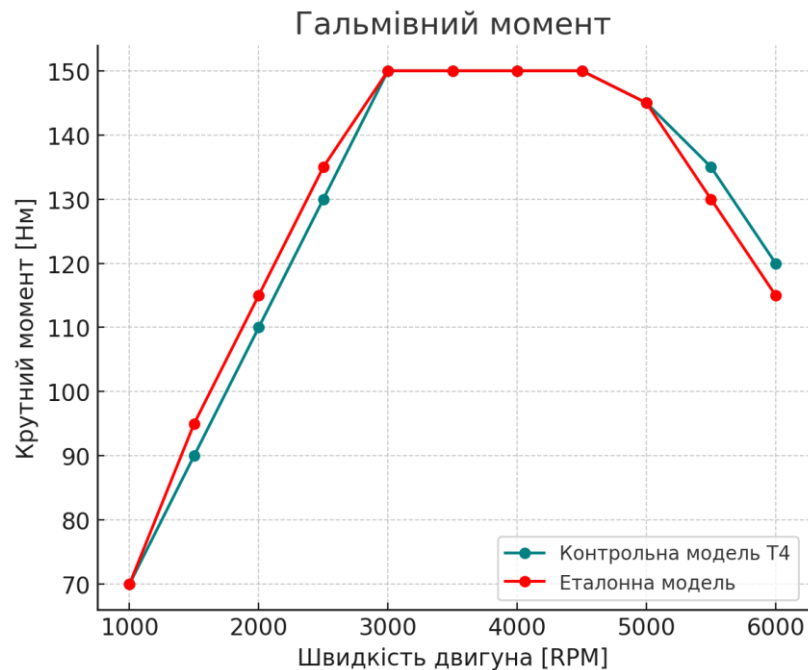
Результати роботи двигуна після інтеграції нових карт турбокомпресора представлені на рисунку 4.6. Вищий допустимий межовий показник зриву компресора за умов низького масового потоку повітря дозволив не лише досягти, але й перевищити задані показники продуктивності двигуна на

низьких обертах. Порівняльні дані між новим компресором і турбіною та їхніми оригінальними аналогами наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Порівняння розмірів нового турбокомпресора.

	ПОТОЧНИЙ ДВИГУН	БАЗОВА МОДЕЛЬ
Розмір компресора	—	+4%
Розмір турбіни	—	+10%

Усі подальші дослідження, результати проводилися з використанням нової системи управління лямбда, заснованої на параметрі T_4 , та оновлених карт турбокомпресора. Саме ця модифікована модель двигуна була обрана як базова для тестування впроваджуваних технологій.



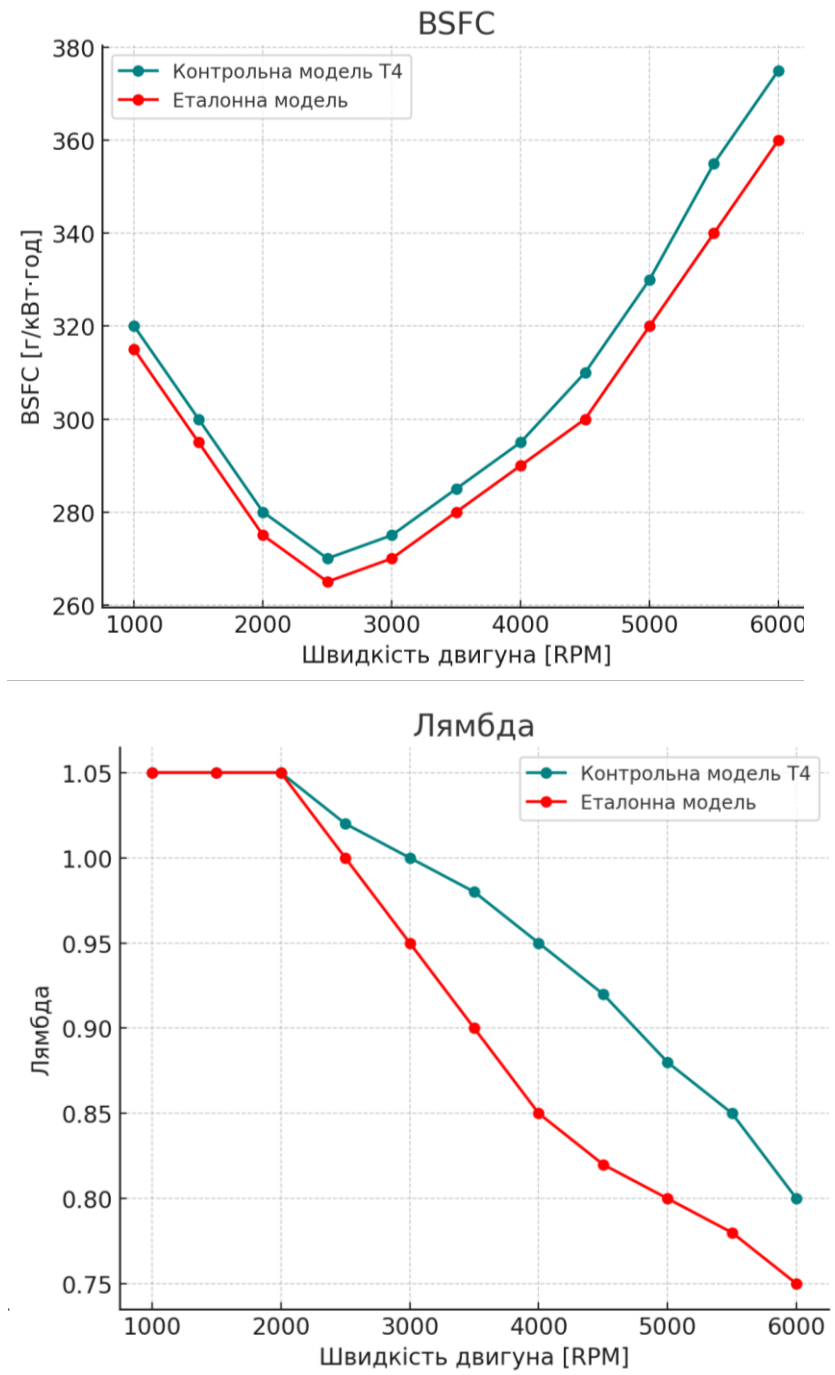


Рис. 4.6. Характеристики продуктивності модифікованої референтної моделі двигуна.

Ключові базової моделі. Співвідношення повітря до палива налаштовано для підтримання температури на вході в трьохкомпонентний каталітичний нейтралізатор (TWC) T4 нижче 870 °C.

Регулювання тиску наддуву здійснюється через перепускний клапан (wastegate) для забезпечення необхідних показників продуктивності.

Кут згоряння налаштований таким чином, щоб двигун працював у межах допустимих умов, обмежених детонацією.

У модель було інтегровано нові карти турбокомпресора.

Фази газорозподілу оптимізовано для досягнення коефіцієнта утримання (trapping ratio) на рівні 1 у всьому діапазоні роботи двигуна.

У режимі максимальної потужності (4800 об/хв) встановлено цільове збільшення лямбда на +0.14, що використовується для оцінки технологічного потенціалу за параметром лямбда.

Ефективність роботи трьохкомпонентного каталітичного нейтралізатора (TWC) значною мірою залежить від рівня лямбда, що робить стехіометричний режим роботи двигуна ключовою вимогою як сьогодні, так і в перспективі.

На початковому етапі було проведено дослідження основних причин збагачення паливної суміші з урахуванням останніх технологічних досягнень і обмежень, пов'язаних із граничними можливостями компонентів. На основі отриманих результатів модель двигуна було модернізовано, що дозволило адаптувати її до нових умов. Це призвело до розробки оновленої стратегії управління лямбда, зосередженої на захисті TWC, оскільки саме цей компонент піддається найбільшому ризику пошкодження через підвищені температури. З цією метою контроль збагачення був переналаштований, і тепер він орієнтований на максимальну температуру T_4 , яка обмежена рівнем 870 °C.

У межах нової стратегії управління лямбда проведено дослідження кількох інноваційних технологій двигунів, основною метою яких було зниження температури вихлопних газів і, як наслідок, підвищення загальної ефективності двигуна.

Мотивом для цього дослідження стала потреба повного усунення практики збагачення паливної суміші у всьому робочому діапазоні карти двигуна. Особлива увага приділялася режимам повного навантаження, які традиційно вимагають найбільшого збагачення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги до оглядових каналів і естакад

Розташування оглядових каналів і естакад на території підприємства або в приміщеннях повинно забезпечувати безпечний заїзд та з'їзд з них транспортних засобів.

Розміри оглядових каналів і естакад визначаються залежно від типу транспортних засобів, технологічного устаткування, що застосовується.

Довжина робочої зони оглядової каналу і естакади повинна бути не менше габаритної довжини транспортних засобів.

Довжина робочої зони тупикової оглядової каналу повинна бути такою, щоб транспортний засіб міг повністю установлюватися на каналу, не закриваючи вхідні сходи і запасний вихід.

Ширина оглядової каналу і естакади повинна встановлюватися, виходячи із розмірів колії транспортного засобу з урахуванням обладнання зовнішніх або внутрішніх реборд.

Глибина оглядових каналів і висота естакад повинні забезпечувати вільний доступ до деталей, вузлів і агрегатів, розташованих знизу транспортних засобів, і складати:

- для легкових автомобілів і автобусів особливо малого класу - 1,3-1,5 м;
- для вантажних автомобілів і автобусів - 1,1-1,2 м;
- для великотоннажних (позашляхових) автомобілів-самоскидів - 0,5-0,7 м.

При паралельному розташуванні тупикових оглядових каналів вони з'єднуються траншеями.

Ширина траншеї приймається рівною 1,2 м без розміщення у ній обладнання і 2,0-2,2 м при розміщенні обладнання.

При паралельному розташуванні проїзних оглядових каналів вхід і вихід з них здійснюються через тунель. Допускається застосування пересувної драбини з площадкою, яка є одночасно і перехідним містком.

Висота тунелю від підлоги до низу перекриття повинна становити не менше 2 м, а ширина тунелю - не менше 1 м.

Оглядові канали для входу до них і виходу обладнуються сходами шириною не менше 0,7 м у кількості:

- для тупикових оглядових каналів, об'єднаних траншеями, - не менше одних на три канали; для індивідуальних проїзних оглядових каналів, об'єднаних тунелями, - не менше одних на чотири канали;

- для проїзних оглядових каналів поточних ліній - не менше двох на кожен поточну лінію, розташованих з протилежних сторін (відстань до найближчого виходу повинна бути не більше 25 м);

- для тупикових оглядових каналів, не об'єднаних траншеями, - одними на кожен канал.

Траншеї і виходи з них та тунелів, сходи і площадки естакад повинні мати огороження металевими перилами висотою не менше 0,9 м.

Входи (виходи) оглядових каналів, траншей і тунелів не повинні розташовуватися під автомобілями і на шляхах їх руху.

Вихід (вхід) із однопостової тупикової оглядової каналу в приміщення по ступінчастих сходах повинен бути з боку, протилежного заїзду автомобіля.

За наявності одного виходу каналу додатково обладнують скобами, закріпленими в її стіні, для запасного виходу.

Для безпечного виходу водія із транспортного засобу і посадки в нього естакади повинні обладнуватися площадками шириною, рівною ширині дверей транспортних засобів, плюс 0,3 м, але не менше 1,2 м.

Перильне огороження на тупикових естакадах улаштовується з трьох сторін, а на прямоточних - з двох, висотою не менше 0,9 м.

Для підймання на естакаду і спускання з неї необхідно улаштовувати сходи.

Оглядові канали, траншеї, тунелі, сходи повинні бути захищені від вологи і ґрунтових вод, утримуватися в чистоті, не захаращуватися деталями і різними предметами. На дні (підлозі) канали необхідно укладати міцні дерев'яні решітки (трапи).

Стіни оглядових каналів, траншей і тунелів повинні бути облицьовані керамічною плиткою світлих тонів. Підлоги в каналах, траншеях і тунелях повинні мати ухил 2 % вниз від основного входу для стоку води.

Оглядові канали і естакади, за винятком каналів, обладнаних стрічковими конвеєрами, повинні мати направляючі реборди на всю їх довжину для попередження падіння автомобіля у каналу або з естакади під час його руху.

Висота реборди повинна складати: для транспортних засобів I категорії не менше 0,1 м, а для транспортних засобів II і III категорій не менше 0,15 м.

На в'їзній частині оглядової каналу слід передбачати розсікач висотою 0,15-0,20 м.

Тупикові оглядові канали повинні бути обладнані стаціонарними колесовідбійними пристроями для коліс транспортного засобу.

У місцях переходу оглядові канали і траншеї повинні мати з'ємні перехідні містки шириною не менше 0,8 м.

Кількість перехідних містків повинна бути на один менше від кількості місць для установаження на каналі транспортних засобів.

5.2 Засоби для санітарної обробки техніки і їх технічні характеристики

Засоби обеззаражування техніки і транспорту: авторозливальна станція APC12У (APC14), комплекти ДК4, ІДК1, ДК3; комунальна, сільськогосподарська, дорожня і будівельна техніка, що здібна для використання при виконанні робіт з обеззаражування.

Авторозливальна станція призначена для дезактивації, дегазації і дезинфекції техніки і транспорту, дегазації і дезинфекції території рідкими розчинами, транспортування і тимчасового зберігання рідин, спорядження рідинами оболонок, перекачування рідин з одної тари в іншу.

APC12У представляє собою автомобіль ЗІЛ-130, на якому змонтовано спеціальне обладнання, а станція APC14 змонтована на шасі автомобіля ЗІЛ-131. Основні тактикотехнічні дані APC12У (APC14):

маса неспорядженої машини 6135 (6970) кг;

маса рідин, що перевозяться – 2500 кг;
 повна ємність цистерни 2600 (2700) л, робоча ємність цистерни 2500 л;
 час спорядження цистерни механічним насосом 812 хв., ручним насосом – до 45 хв.;
 потужність механічного насосу 300400 л/хв.;
 час розгортання (на 4 робочі місця) 68 хв.;
 час згортання 9 15 хв.;
 число одночасно місць, що обслуговуються: при дезактивації струменем води до 5, при дезактивації, дегазації і дезинфекції за допомогою брандспойтів до 8;
 розрахунок 23 чол.

Таблиця 5.1 – Можливості APC12У (APC14) з спеціальної обробки техніки і транспорту одною зарядкою

Найменування техніки	Дезактивація, одиниць техніки		Дегазація (дезінфекція)
	Струменем води	Розчином для дезактивації	
Техніка на гусеничному ході	23	25	105 (138)
Вантажні і спеціальні автомобілі	4	33	105 (138)

Автомобільний комплект спеціальної обробки ДК4 призначається для дезактивації, дегазації і дезинфекції автомобільної техніки і включає: газорідинний прибор, комплект для дегазації озброєння і обмундирування (ИДСС), чотири індивідуальні протихімічні пакети, порошок для дезактивації СФ2 (СФ2У), ЗІП і деталі кріплення, ящик для укладки і транспортування комплекту.

Основні тактикотехнічні дані:

маса комплекту 32,3 кг, час розгортання (згортання) 34 хв.,
 витрати розчину на обробку автомобілів типу ЗІЛ 5060 л, типу ГАЗ3040 л, час на обробку відповідно 4050 і 3040 хв.,

витрати 0,075 % водяного розчину порошку СФ2У 1,5 л/хв.,
максимальне розрідження в лінії ежектора 5000 мм вод. ст., температура струменю на виході 5565 °С.

Індивідуальний комплект для спеціальної обробки автотракторної техніки ІДК1 призначається для дезактивації, дегазації і дезинфекції автотракторної техніки з використанням стисненого повітря від компресора автомобіля. Всі частини комплекту вкладаються в сумку з хлопчатопаперової тканини. Основні технічні дані ІДК1:

робочий тиск при роботі з ежекторною насадкою 34 кгс/см², при роботі з ручним насосом – 11,2 кгс/см²,

витрати розчинів при дезактивації (ковпачок з отвором 2 мм без сердечника) 2 л/хв., при дегазації або дезинфекції (ковпачок з отвором 1,5 мм без сердечника) при створенні тиску ручним насосом 0,40,6 л/хв., а при створенні тиску за допомогою пневмосистеми автомобіля – 0,51,5 л/хв.,

час розгортання 34 хв.,

маса (без бідону і насоса) 5 кг.

Комплект пристосувань до автомобільних водо-, мастило- і паливозаправників ДКЗ призначається для дезактивації, дегазації і дезинфекції автотракторної техніки з використанням автопаливозаправника АТЗЗ157, механізованої автоцистерни АЦМ4150 або водомасилозаправника ВМЗЗІЛ157 (комплект до ВМЗ може бути використаний також для миття особового складу). Обробка автотракторної техніки за допомогою комплекту ДКЗ може виконуватися бензином, гасом, дизельним паливом, водою або розчином для дезактивації. Маса комплекту ДКЗ 26 кг, час розгортання 510 хв., кількість одночасно об'єктів, що обробляються, 12.

Поливальна мийна машина ПМ130 може використовуватися для дезактивації, дегазації і дезинфекції території, споруд і техніки. В обладнанні ПМ130 для цього є три насадки, два пожежних рукава з брандспойтами і обладнання для очищення від снігу. Основні тактикотехнічні дані ПМ130:

тип базового шасі ЗІЛ130, ємність цистерни 6000 л,

ширина смуги миття до 8 м,

ширина смуги поливки до 18 м,

ширина смуги підмітання 2,3 м,
 витрати води при митті 1 л, при поливці – 0,25 л,
 робоча швидкість при митті (поливі) 20 км/г.

Мотопомпа М600 використовується для дезактивації струменем води великої техніки, а також для подання води з відкритих джерел води на площадки оброблення. Основні тактикотехнічні дані М600:

продуктивність при напорі 55 м вод. ст. 530 л/хв.,
 висота забору води 5 м,
 висота нагнітання води до 55 м,
 час розгортання в робочий стан 5 хв.,
 кількість одночасно об'єктів для дезактивації 12,
 розрахунок 12 чол.

Пункт спеціальної обробки ПуСО призначається для проведення повної санітарної обробки особового складу і населення, повної дезактивації, дегазації і дезинфекції озброєння, техніки, дезактивації і дезинфекції обмундирування, одягу, взуття і засобів захисту. Розгортається на незараженій місцевості близько або безпосередньо в районі дій сил ЦО, що підлягають спеціальній обробці.

Станція обеззаражування транспорту СОТ створюється для проведення повного обеззаражування техніки і автотранспорту невоєнізованих формувань ЦО. СОТ формується на базі автомобільних колон, гаражів, міських автохазяйств, станцій технічного обслуговування автомобілів, мийних відділень трамвайних і тролейбусних депо [21].

Можливості СОТ:

по дезактивації вантажних автомобілів струменем води з брандспойтів – 90 од.;

по дегазації протиранням змоченим мотлохом – 60 од. (з розрахунку роботи 20 годин за добу).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Зміст кваліфікаційної роботи магістра демонструє комплексний підхід до проектування дільниці для ремонту двигунів автомобілів Nissan, що включає як технічні, так і організаційні аспекти. Робота охоплює всі основні етапи від аналізу конструкції кривошипно-шатунного механізму до впровадження інноваційних рішень у процес ремонту.

У першому розділі подано детальний опис конструкції кривошипно-шатунного механізму автомобіля Nissan, що є основою для подальшого аналізу технічного обслуговування та ремонту.

Технологічний розділ висвітлює ключові аспекти обслуговування та ремонту кривошипно-шатунного механізму, враховуючи сучасні вимоги до надійності та ефективності роботи двигунів. У розділі подано детальний опис типових несправностей, їх зовнішніх проявів, причин виникнення та методів усунення, що є важливим для вдосконалення технологічних процесів діагностики й ремонту. Особливу увагу приділено розробці комплексних процедур технічного обслуговування, які забезпечують мінімізацію часу простою автомобіля та зменшення витрат на ремонт.

Крім того, розділ аналізує потенційні пошкодження та знос компонентів, пропонуючи покрокові методики їх ремонту з використанням сучасного обладнання та інструментів. Завершується він проектуванням дільниці для ремонту двигунів, що враховує раціональну організацію робочих місць, логістичні схеми переміщення агрегатів та застосування інноваційних рішень для підвищення продуктивності. Це додає роботі практичної значущості, забезпечуючи можливість впровадження розробок у реальні умови експлуатації ремонтних підприємств. В конструкторському розділі розроблено конструкцію кантувача автомобільного двигуна є інноваційним підходом до оптимізації ремонтного процесу. Технічне обґрунтування, проектна документація та розрахунки конструкції підтверджують реалістичність і ефективність запропонованих рішень.

Науково-дослідний розділ додає роботі новизни завдяки впровадженню нових технологій, таких як регулювання параметрів двигуна та встановлення

турбокомпресора. Налаштування моделі двигуна дозволяє оцінити вплив інновацій на зменшення викидів CO₂.

Охорона праці та безпека забезпечує практичну значущість проекту з точки зору дотримання вимог охорони праці та екологічних стандартів. Описані заходи сприяють створенню безпечних умов праці на ділянці.

Робота вирізняється комплексністю підходу, поєднуючи теоретичні дослідження та практичну реалізацію інженерних рішень. Особлива увага приділяється зменшенню викидів CO₂ через оптимізацію ремонтного процесу та впровадження інноваційних технологій. Проект є актуальним і сприяє адаптації підприємств до сучасних екологічних стандартів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин Збірник наукових праць. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск № 8(39)_II. - Кропивницький. - 2023. - С. 175-189.
3. Технічний контроль стану дорожніх машин / Малишев В., Кущевська Н., Петренко Т, Докуніхін В. - Університет "Україна", 2022. 252 с.
4. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с.
5. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с.
6. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
7. Формальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
8. Шапко В.Ф., Шапко С.В. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.
9. Gamma Technologies, GT-POWER User Manual, 2019.
10. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.
11. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.

12. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
13. 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.
14. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
15. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383 с.
16. Курніков І. П.
17. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
18. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф.Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.
19. Ляшук О. Л., Клендій В. М., Хорошун Р. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2018. 302 с.
20. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
21. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.