

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання
технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобіля
Renault Magnum Trucks з дослідженням підвищення продуктивності
двигунів шляхом корегування його робочих характеристик.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАМ-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Михайло ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник Тетяна НАВРОЦЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль Марія П'ЄНТАК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент Дмитро РАДИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Тернопіль
2025

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) (ім'я та прізвище)
« » 2025 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 _____ Олійнику Михайлу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks з Дослідженням підвищення продуктивності двигунів шляхом корегування його робочих характеристик.

Керівник роботи _____ Навроцька Тетяна Дем'янівна, к.т.н., старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року №4/7-972

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Характеристика автотранспортного підприємства, базовий технологічний процес обслуговування гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks

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 безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Загальний вигляд та основні несправності гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks – 1 аркуш формату А1.

Усунення несправностей гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks – 4 аркуші формату А1.

Загальний вигляд випробувального стенда – 1 аркуш А1 формату.

Наукові дослідження – 4 аркуші формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 14.11.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Михайло ОЛІЙНИК

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Тетяна НАВРОЦЬКА

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks з дослідженням підвищення продуктивності двигунів шляхом корегування його робочих характеристик»

студент групи МАм-62 ТНТУ імені Івана Пулюя

Олійника Михайла Володимировича

Керівник роботи – канд. техн. наук, ст. виклд. Навроцька Т.Д.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 63 арк. формату А4, графічної частини: 10 аркушів формату А1 та додатків.

В пояснювальній записці приводяться необхідні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи і повністю відповідає завданню та встановленим вимогам, Також оформлена графічна частина до кваліфікаційної роботи.

У ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНОМУ РОЗДІЛІ проведено аналіз діяльності підприємства та надано комплексну характеристику гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks. Детально розглянуто особливості конструкції системи, а також проаналізовано основні несправності та методи їх усунення в умовах АТП.

У ТЕХНОЛОГІЧНОМУ РОЗДІЛІ здійснено розрахунок загального обсягу робіт та річної виробничої програми з технічного обслуговування (ТО). Визначено необхідну чисельність виробничих робітників та кількість постів для ефективного функціонування дільниці. Описано технологічний процес обслуговування гальмівної системи та проведено розрахунок техніко-економічних показників проекту.

У КОНСТРУКТОРСЬКОМУ РОЗДІЛІ розроблено опис та конструкцію стенду для діагностики гальмівної системи та одночасного корегування робочих характеристик двигуна автомобіля Renault Magnum Trucks. Виконано основні технічні розрахунки вузлів стенду, наведено результати та обґрунтування конструкторського рішення.

У НАУКОВО-ДОСЛІДНОМУ РОЗДІЛІ проведено дослідження методів підвищення продуктивності двигунів вантажних автомобілів шляхом корегування їх робочих характеристик. Обґрунтовано оптимальні параметри налаштувань для покращення паливної економічності та потужних показників.

У РОЗДІЛІ ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ визначено основні завдання охорони праці та вимоги техніки безпеки при роботі на дільниці. Наведено класифікацію надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути на АТП, та заходи щодо безпеки в таких умовах. Виконано інженерний розрахунок захисного заземлення для забезпечення безпечної експлуатації електроустаткування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз підприємства.....	8
1.2 Загальна характеристика гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks.....	10
1.3 Особливості конструкції.....	13
1.4 Основні несправності та методи їх усунення.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Розрахунок загального обсягу робіт та виробничої програми для ТО.....	27
2.2. Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	27
2.3 Розрахунок кількості постів.....	28
2.4. Технологічний процес обслуговування гальмівної системи.....	28
2.5. Розрахунок техніко-економічних показників.....	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Опис стенду для діагностики гальмівної системи та корегування робочих характеристик двигуна автомобіля Renault Magnum Trucks.....	31
3.2. Основні технічні розрахунки стенду.....	34
3.3. Основні результати та обґрунтування КДРС.....	36
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідженням підвищення продуктивності двигунів шляхом корегування його робочих характеристик.....	38

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Завдання охорони праці і загальні вимоги техніки безпеки.....	53
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	57
5.2.1 Класифікація надзвичайних ситуацій на АТП.....	57
5.3 Розрахунок захисного заземлення.....	57
ВИСНОВКИ.....	61
БІБЛІОГРАФІЯ.....	62
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Ефективне функціонування автомобільного транспорту є наріжним каменем сучасної логістичної та економічної системи. У цьому контексті вантажні автомобілі великої вантажопідйомності, зокрема Renault Magnum Trucks, становлять основу для міжрегіональних та міжнародних перевезень. Безперебійна і, що найголовніше, безпечна експлуатація цих транспортних засобів безпосередньо залежить від їхнього технічного стану.

Серед усіх систем автомобіля, гальмівна система є критичною з точки зору активної безпеки. Несправності гальм можуть призвести до катастрофічних наслідків, тому забезпечення високоякісного та своєчасного технічного обслуговування і ремонту гальмівної системи є стратегічним завданням для будь-якого автотранспортного підприємства (АТП).

Водночас, сучасні реалії вимагають від АТП постійного підвищення економічної ефективності. Одним із найбільш дієвих шляхів досягнення цих цілей є підвищення продуктивності двигунів шляхом точного корегування їхніх робочих характеристик .

Кваліфікаційна робота має на меті розробити ефективний проєкт модернізації автотранспортного підприємства. Ця модернізація передбачає створення спеціалізованої бази для високоякісного обслуговування гальмівних систем вантажних автомобілів, а також використання інженерних рішень для коригування робочих параметрів двигунів з метою підвищення їхньої продуктивності.

Практичне значення полягає у розробленні конкретного, детально проробленого проєкту АТП, який може бути використаний як типове рішення для створення або модернізації ремонтно-обслуговуючих баз. Впровадження запропонованих рішень дозволить підвищити безпеку експлуатації автопарку, знизити витрати палива та збільшити рентабельність підприємства.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства

АТП займається міжрегіональними та міжнародними вантажними перевезеннями, і експлуатує великий парк вантажівок, включаючи Renault Magnum Trucks.

Основна місія – забезпечення своєчасної та безпечної доставки великогабаритних вантажів. Організаційна структура – лінійно-функціональна, де виробничий відділ підпорядковується головному інженеру, а той – Директору.

АТП обслуговує парк у 150 одиниць рухомого складу.

Таблиця 1.1 - Характеристика рухомого складу

<i>Параметр</i>	<i>Значення</i>	<i>Примітки</i>
Загальна кількість одиниць РС	150	Тягачі та напівпричепи
Кількість Renault Magnum	45 одиниць	Основний об'єкт ремонту
Середній вік РС (Renault Magnum)	7-10 років	Вимагає інтенсивного обслуговування
Режим експлуатації	Міжрегіональні та міжнародні перевезення	Високий річний пробіг, що збільшує навантаження на гальмівну систему

Підприємство має велику ремонтну зону, але вона є універсальною і недостатньо спеціалізованою. Ремонт здійснюється на двох універсальних оглядових канавах та одному посту з чотиристійковим підйомником.

Діагностичне обладнання: наявний універсальний гальмівний стенд для перевірки ефективності гальмування, але відсутній спеціалізований дилерський сканер для глибокої діагностики електронних систем EBS (Electronic Braking System) та ABS конкретно для Renault Magnum.

Інструментальне забезпечення: переважає загальний слюсарний інструмент. Бракує спеціального інструменту для зняття та встановлення супортів WABCO/Knorr-Bremse, які використовуються на Renault Magnum.

Аналіз облікових даних (журналів ремонтів) показав, що несправності ГС Renault Magnum складають 25% від усіх позапланових ремонтів (НР).

Таблиця 1.2 - Проблеми, пов'язані з гальмівною системою

<i>Типова несправність</i>	<i>Метод усунення на даний момент</i>	<i>Проблема</i>
Низька ефективність гальмування	Заміна колодок/дисків на універсальному посту	Тривалість заміни (до 6 годин) через відсутність спец. інструменту
Помилки EBS (несправність датчика)	Заміна датчика без точної діагностики	Високий ризик неправильної ідентифікації причини та повторних ремонтів
Залипання/неповне розведення супорта	Демонтаж, ручне очищення та змащення	Висока трудомісткість, відсутність спец. обладнання для перевірки супортів

У Службі ТО і ТР працюють майстри, слюсарі та електрики. Більшість слюсарів – це універсальні механіки. Лише два електрики мають початкові навички роботи з електронними системами вантажівок, але вони не проходили сертифікованого навчання Renault/WABCO.

Аналіз підприємства чітко доводить необхідність проєктування спеціалізованої ділянки:

1. Технологічна невідповідність: Існуюче обладнання та інструмент не дозволяють якісно та швидко обслуговувати складні електронні та пневматичні гальмівні системи Renault Magnum.

2. Економічні втрати: Часті позапланові ремонти та тривалі простої через ГС (до 2 днів на складний ремонт) значно знижують ефективність логістики.

3. Безпека: Неякісний ремонт гальмівної системи, спричинений недостатньою діагностикою, безпосередньо загрожує безпеці дорожнього руху.

Вирішення цих проблем шляхом запровадження спеціалізованого діагностичного обладнання (гальмівний стенд, сканер EBS), забезпечення необхідним спеціалізованим інструментом та підвищення кваліфікації персоналу.

1.2 Загальна характеристика гальмівної системи автомобіля Renault Magnum Trucks

Гальмівна система є однією з найважливіших активних систем безпеки автомобіля Renault Magnum Trucks, що забезпечує зниження його швидкості, зупинку та утримання на місці. Враховуючи високу повну масу та експлуатацію в складних дорожніх умовах, вимоги до надійності та ефективності гальмівної системи РТМ є особливо високими.

Основні функції гальмівної системи Renault Magnum Trucks:

- Зниження швидкості (службове гальмування): забезпечує плавне, контрольоване та ефективне уповільнення руху.
- Зупинка (аварійне гальмування): забезпечує максимально можливе швидке зниження швидкості аж до повної зупинки в екстремальних ситуаціях.
- Утримання на місці (стоянкове гальмування): фіксує автомобіль на схилах або рівній поверхні протягом необмеженого часу.

На автомобілях Renault Magnum Trucks застосовується пневматична гальмівна система з роздільним контуром, що є стандартом для великовантажного транспорту.

Застосування пневматичного приводу обумовлено необхідністю створення значних гальмівних зусиль, які неможливо ефективно реалізувати гідравлічними або механічними системами.

Основні елементи пневматичного приводу:

- Компресор: Забезпечує стиснення повітря та його подачу в систему.
- Регулятор тиску (влагорозділювач): Очищує повітря від вологи та мастила, підтримує робочий тиск у системі.

- Повітряні ресивери: Накопичувальні балони для зберігання запасу стисненого повітря. Система має роздільні ресивери для кожного контуру, забезпечуючи резервування.

- Гальмівний кран (головний гальмівний клапан): Приводиться в дію педаллю гальма, регулює подачу стисненого повітря до гальмівних камер.

- Гальмівні камери: Перетворюють енергію стисненого повітря на механічну роботу, що приводить у дію гальмівні механізми.

У Renault Magnum Trucks, як правило, використовуються дискові гальмівні механізми на всіх осях. Вони забезпечують кращу ефективність гальмування, вищу стабільність при нагріванні та спрощують обслуговування порівняно з барабанными механізмами. Дискові гальма ефективніше відводять тепло, що критично важливо для важких вантажівок.

Гальмівна система Renault Magnum Trucks інтегрована з сучасними електронними системами, що значно підвищує керованість та безпеку.

- Антиблокувальна система (ABS): Запобігає блокуванню коліс під час інтенсивного гальмування. Це зберігає керованість автомобіля та зменшує гальмівний шлях на слизьких покриттях.

- Електронна гальмівна система (EBS): Це інтегрована система керування гальмами, яка оптимізує розподіл гальмівних зусиль між осями, забезпечує високу швидкість спрацьовування та включає функціонал ABS та ASR (антипросковзувальна система).

- Система динамічної стабілізації (ESP/ESC): Хоча не є суто гальмівною системою, вона активно використовує гальмівні механізми окремих коліс для запобігання заносу та підтримання курсової стійкості.

- Додаткові системи гальмування (сповільнювачі): Для ефективного гальмування важкого автомобіля на довгих спусках РТМ оснащуються моторним гальмом (компресійним гальмом) та/або інтардером (гідравлічним або електромагнітним сповільнювачем). Ці системи призначені для зниження навантаження та запобігання перегріву основної робочої гальмівної системи.

Стоянкова гальмівна система у РТМ також має пневматичний привід. Вона використовує пружинні енергоакумулятори, вбудовані в гальмівні камери

задніх осей. Під час стоянки стиснене повітря випускається, і потужна пружина приводить гальмівні механізми в дію, надійно фіксуючи автомобіль. Для розгальмовування необхідно подати стиснене повітря, яке стискає пружину.

Складність та критична важливість гальмівної системи Renault Magnum Trucks вимагають регулярного та висококваліфікованого обслуговування. Основні аспекти обслуговування включають:

1. Контроль тиску та герметичності: Регулярна перевірка робочого тиску в контурах та виявлення витоків повітря.

2. Діагностика електронних компонентів: Перевірка роботи датчиків ABS/EBS та коректності розподілу гальмівних зусиль.

3. Перевірка зносу: Регулярний контроль стану гальмівних колодок, дисків та гальмівних камер.

4. Обслуговування пневмосистеми: Регулярна заміна фільтрів та осушення повітря (обслуговування вловлювача).

Технічне обслуговування та ремонт гальмівної системи є центральною ланкою в забезпеченні експлуатаційної безпеки Renault Magnum Trucks.

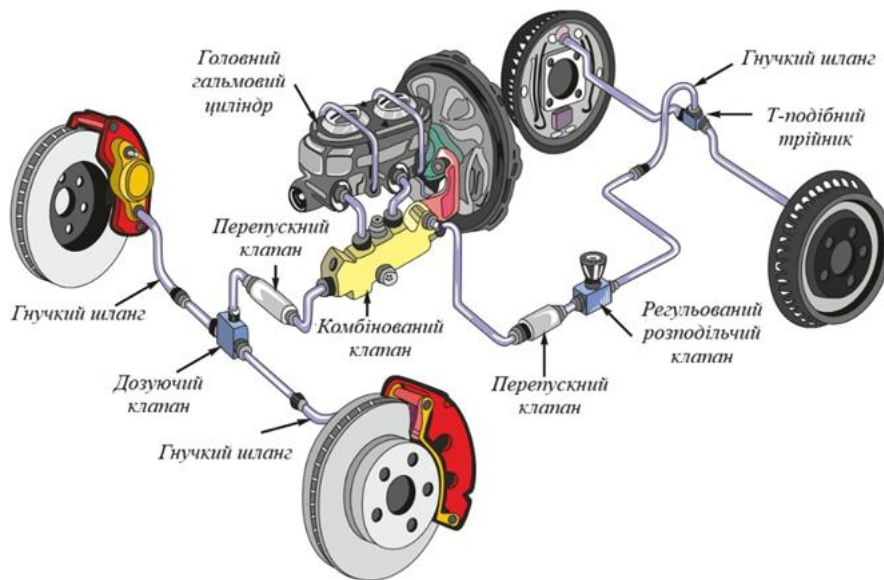


Рисунок 1.1 – Автомобільна гальмівна система

1.3 Особливості конструкції

Гальмівна система автомобілів Renault Magnum Trucks, будучи пневматичною та інтегрованою з електронними системами (EBS/ABS), є складною, тому вимагає уважного діагностування та обслуговування.

Загальна конструкція

Дисковий гальмівний механізм використовується на вантажних автомобілях (зокрема, на осях Renault Magnum Trucks) та причепах. Він має пневматичний привід, інтегрований безпосередньо в корпус супорта, що усуває необхідність у зовнішніх важелях і тягах.



Рисунок 1.2 – Пневматичний дисковий гальмівний механізм

Ключові особливості

Призначення: Може встановлюватися на передню або задню вісь. На задній осі може бути оснащений робочим/пружинним приводом (енергоакумулятором) для виконання функції стоянкового гальма.

Конструкція: Корпус супорта ковзає на двох повністю герметичних напрямних штифтах, прикріплених до нерухомого тримача колодок, який, своєю чергою, кріпиться до осі автомобіля.

Приведення в дію: Стиснене повітря надходить у повітряну камеру, штовхаючи виконавчий механізм, який безпосередньо впливає на вал керування (розсувний механізм).

Принцип робочого гальмування

1. Створення зусилля: Пневматичний привід обертає вал керування. Це обертання через систему внутрішніх роликів, плунжерів і поршнів створює осьове зусилля.

2. Затискання: Створене зусилля притискає внутрішню гальмівну колодку до диска.

3. Сила реакції: Через плаваючий корпус супорта виникає сила реакції, яка притягує зовнішню (підвісну) колодку до диска, забезпечуючи двостороннє затискання.

4. Розгальмовування: Після зменшення тиску повітря, поворотальна пружина повертає вал керування та механізм у вихідне положення, встановлюючи необхідний робочий зазор між колодками і диском.

Механізм автоматичного регулювання зносу

Основною інновацією є автоматичний натягувач, який є нечутливим до навантаження.

Принцип регулювання: Щоразу при натисканні на гальмо, механізм перевіряє, чи не перевищує робочий зазор між колодками та диском вбудований конструктивний допуск.

Корекція: Якщо знос колодок призвів до збільшення зазору понад допуск, механізм регулювання задіює накладку зчеплення та проміжну шестерню, яка обертає плунжери, висуваючи поршні для компенсації зносу.

"Нечутливість до навантаження": Регулювання відбувається лише на початковому етапі натискання (при дуже невеликому зусиллі), що запобігає надмірному затягуванню гальма і мінімізує витрати стисненого повітря.

Фіксація: Відрегульована величина фіксується і не скидається при поверненні валу керування у вихідне положення.

Технічне обслуговування

Ручне регулювання та зведення гальма (збільшення зазору) потрібні лише під час процедури заміни зношених гальмівних колодок. Це здійснюється обертанням валу ручного натягувача (проти годинникової стрілки для зведення).

Для контролю зносу може бути встановлений електронний детектор зносу, який постійно моніторить відстань між колодками та диском, подаючи сигнал про необхідність заміни.

1.4 Основні несправності та методи їх усунення

Зняття та підготовка колодок

Пневматичне дискове гальмо використовує певну кількість пристроїв для контролю зносу колодок.

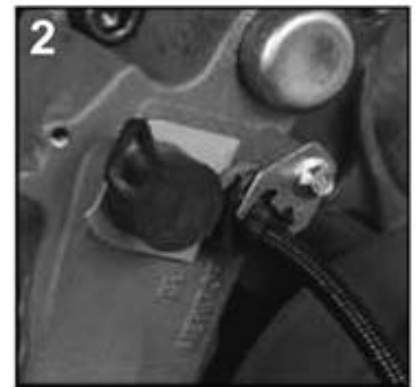
Вони поділяються на 2 категорії:

1. Пристрій, встановлений на корпусі гальма.
2. Пристрої, встановлені в зоні колодок.

Варіації залежать від технічних даних транспортного засобу. Варіації, які можуть зустрітися під час обслуговування гальм, перераховані далі.

Категорія 1

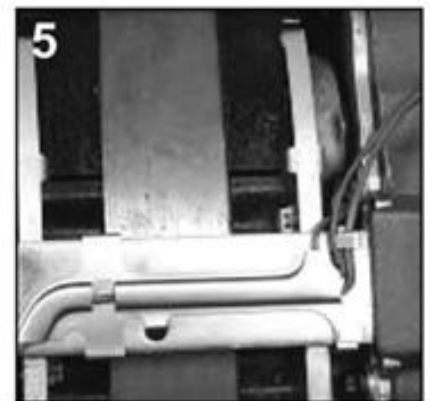
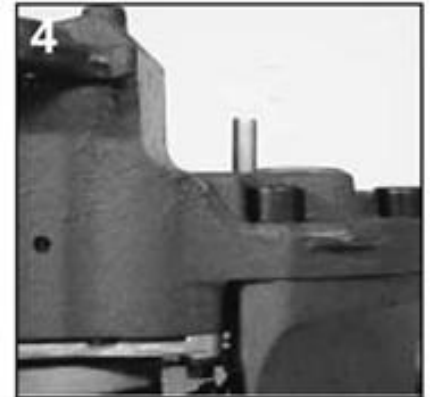
А. Постійний (індикація повного робочого часу) датчик зносу Цей пристрій використовується в поєднанні з електронними гальмівними системами. Його завдання – постійно контролювати знос колодок і ротора та надсилати цю інформацію до електронної системи. 2 ілюструє гальмо, оснащене постійним датчиком зносу.



В. Перемикач зносу Цей перемикач зносу встановлюється замість постійного датчика зносу. Перемикач зносу сигналізує про повний знос гальмівної колодки за допомогою попереджувальної лампочки на панелі приладів. 3 ілюструє гальмо, оснащене перемикачем зносу.

С. Індикатор межі зносу колодок (візуальна індикація) Це простий пристрій, що показує кількість матеріалу, що залишився на колодці, відносно плунжера, що виступає з корпусу.

4 показує гальмо, оснащене індикатором межі зносу колодок. На новій колодці кінець стрижня індикатора виступає за чавунну поверхню корпусу гальма. Як тільки колодки зношуються, видима довжина індикатора над верхньою частиною чавунної поверхні стає коротшою. Коли частина, що виступає над поверхнею, досягає розміру 4 мм, необхідний детальний огляд матеріалу, що залишився на колодці.



Категорія 2

Індикатор зносу гальмівних колодок (PWWI – перша версія (два типи)) Цей пристрій вмикає попереджувальну лампочку на панелі приладів, щоб сигналізувати про необхідність заміни гальмівних колодок (5).

ПРИМІТКА: Перша версія взаємозамінна з другою версією, що описана нижче, і її слід використовувати як заміну, де це можливо.

Я можу перекласти наступну частину тексту, якщо вона у вас є, або відповісти на запитання щодо цього тексту.

Індикатор зносу гальмівних колодок

На 6 представлено іншу конструкцію. Обидві ці версії можна замінити однією, новішою версією.

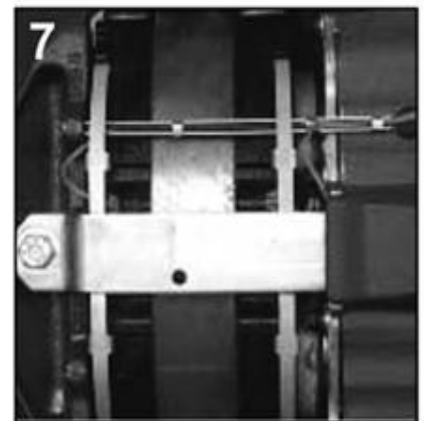
Індикатор зносу гальмівних колодок PWWI – друга, найновіша версія Ця версія є прямою заміною попередньої версії (7). Коли індикатор зносу гальмівних колодок PWWI потребує заміни, слід використовувати найновішу версію. Ця нова версія є взаємозамінною зі старою версією.

Заміна гальмівних колодок

Гальмівні колодки необхідно замінити, коли товщина накладки зноситься до 1,5 мм. Завжди замінюйте всі гальмівні колодки на даній осі.

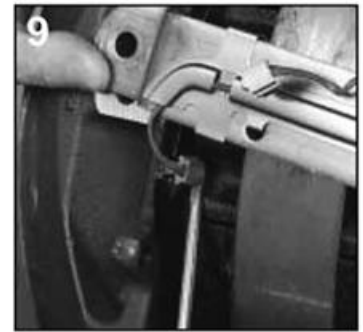
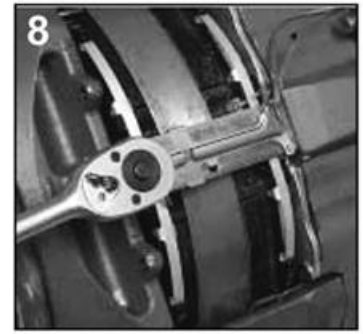
- Запаркуйте транспортний засіб на твердій рівній поверхні та заблокуйте колеса протиоткатними упорами.
- Коли стоянкове гальмо знаходиться у положенні "відпущено", повністю навантажте систему, щоб гарантувати повне розблокування стоянкового гальма. Послабте болт для відведення пружинного гальма (за необхідності).
- Підніміть вісь домкратом і надійно встановіть під вісь підставки.
- Зніміть колеса і випустіть усе повітря із системи стисненого повітря.
- Видаліть увесь бруд із гальмівного механізму. Перевірте, чи гумові пильники, встановлені на головках плунжерів та напрямних втулках, не пошкоджені.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Ніколи не використовуйте стиснене повітря для видалення пилу з поверхонь гальма/диска. Якщо вдихнути пил, він може бути подразнюючим у кращому випадку і виявитися небезпечним у гіршому. Наскільки це можливо, видаліть пил із сухого гальма за допомогою щітки пилососа. В іншому випадку, спробуйте прискорити висихання струменем стисненого повітря.



Зняття гальмівних колодок

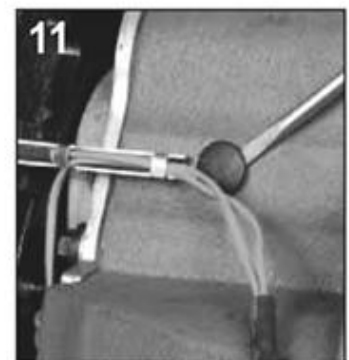
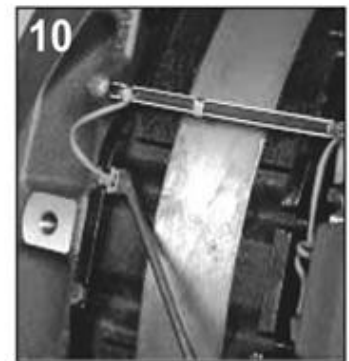
1. Вийміть болт із фіксуючої пластини колодки (8).
2. Витягніть фіксуючу стрічку з колодки через проріз у корпусі супорта, не намагаючись відокремити її одразу.
3. Зніміть 2 пружини колодок.
4. Акуратно вийміть 2 пластикові прокладки з їхніх гнізд у колодках. Не застосовуйте надмірної сили, бо це може бути причиною пошкодження (9).
5. Тепер можна зняти фіксуючу стрічку та витягнути індикатор зносу гальмівних колодок PWWI настільки, наскільки дозволяє з'єднувальний кабель. Слідкуйте, щоб не розтягнути кабель.



Зняття індикатора зносу гальмівних колодок

Індикатор зносу гальмівних колодок тепер відокремлений від фіксуючої стрічки.

1. Вийміть болт кріплення колодки та зніміть стрічку з колодки, як описано раніше.
2. Зніміть 2 пружини колодок.
3. Обережно вийміть 2 пластикові прокладки з їхніх гнізд у колодках. Не застосовуйте надмірної сили, бо це може являтися причиною для ушкодження (10).
4. Обережно підніміть заклепку, що утримує блок індикатора зносу гальмівних колодок на корпусі супорта (11).
5. Тепер можна вийняти комплектний індикатор зносу гальмівних колодок, стежачи, щоб не розтягнути з'єднувальний кабель.



Зняття гальмівних колодок

Може виникнути необхідність спочатку відвести гальмо, щоб зняти зношені гальмівні колодки.

1. Зніміть торцевий ковпачок з регулювального стрижня.
2. Надіньте відповідний торцевий ключ на 10 мм на регулювальний стрижень і поверніть ключ проти годинникової стрілки, якщо дивитися з боку пневматичного приводу (12).
3. Зніміть гальмівні колодки.



Очищення та огляд

Після зняття гальмівних колодок перевірте цілісність пильників напрямної втулки та плунжера. Вони повинні бути правильно встановлені і не мати ознак пошкодження. Перевірте, чи корпус супорта вільно ковзає на напрямних втулках.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Будьте уважні, щоб не затиснути пальці під час перевірки роботи гальма.

Огляньте гальмівний диск на наявність ознак корозії, точкової корозії та глибоких тріщин. Якщо ви сумніваєтеся щодо можливості використання будь-якого компонента, зверніться до виробника транспортного засобу, щоб дізнатися, які коригувальні дії можна вжити.

Одягнувши відповідні захисні окуляри, видаліть усі сліди відкладень, бруду тощо з отворів/контактних поверхонь колодок та з периферії диска, особливо нарости на гальмівній поверхні.

Притисніть скребок або стару викрутку до корпусу супорта і обертайте диск, щоб видалити більшість слідів корозії. За потреби закінчіть роботу наждачним папером.

Видаліть усі сліди відкладень, бруду тощо з отворів/контактних поверхонь колодок, які можуть обмежувати рух колодок і, отже, перешкоджати достатньому регулюванню гальма.

Встановлення нових гальмівних колодок

1. Відведіть гальмо, доки не утвориться достатньо великий простір, щоб встановити зовнішню колодку після зсуву корпусу. Встановіть нову зовнішню колодку (13).



2. Притисніть корпус до диска, доки нова колодка не торкнеться поверхні диска. Продовжуйте відводити гальмо, доки простір між головками плунжерів і поверхнею диска не стане достатньо великим для встановлення нової колодки.



3. Після повного відведення гальма може знадобитися підняти пильники плунжерів, щоб випустити повітря, яке може їх роздувати (14).

4. Встановіть внутрішню колодку.

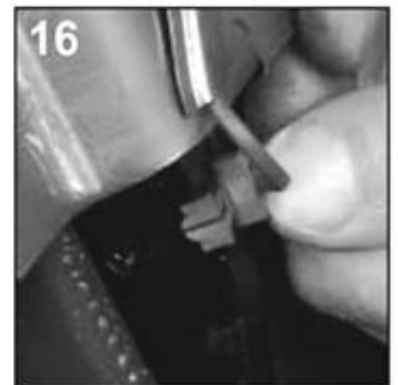


5. Для регулювання гальма надіньте відповідний торцевий ключ на 10 мм на регулювальний стрижень і повертайте ключ за годинниковою стрілкою, якщо дивитися із задньої частини гальма.

6. Продовжуйте регулювати гальмо, доки колодки злегка не затиснуть ротор.

7. Відведіть гальмо на 1/2 оберту ключа.

8. Перевірте, чи диск вільно обертається.



ПРИМІТКА: Не перевищуйте крутний момент 40 Нм на регулювальному стрижні.

Встановлення індикатора зносу та фіксуючої стрічки

1. Встановіть назад індикатор зносу гальмівних колодок та фіксуючу стрічку колодки (стара версія).

ПРИМІТКА: Старі версії більше не доступні, і їх слід використовувати повторно, лише якщо дроти та пластикові прокладки не мають ознак пошкодження чи зносу.

2. Обережно утримуйте фіксуючу стрічку колодки разом з індикатором зносу гальмівних колодок у її гнізді, щоб можна було встановити штекери (15).

3. Встановіть пластикові прокладки індикатора зносу гальмівних колодок у колодки. Не застосовуйте надмірної сили, але перевірте, чи вони правильно встановлені на дні своїх пазів (16).

Встановлення пружин і фіксація колодок

1. Встановіть 2 пружини колодок, стежачи, щоб вони були правильно розташовані в задніх пластинах колодок (17). Переконайтеся, що дроти спрямовані до задньої частини колодки.

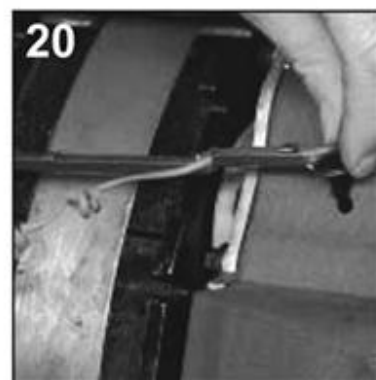
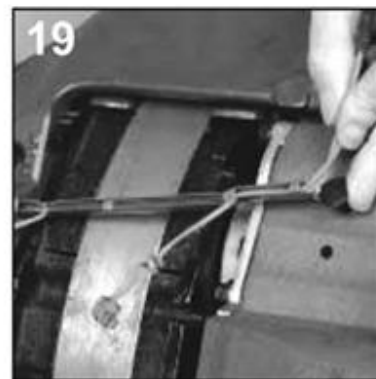
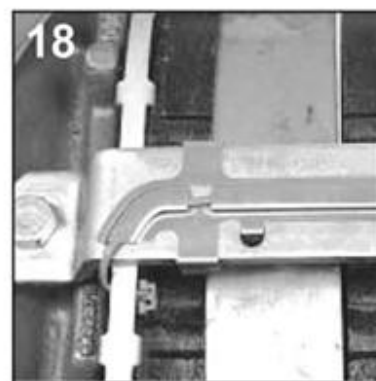
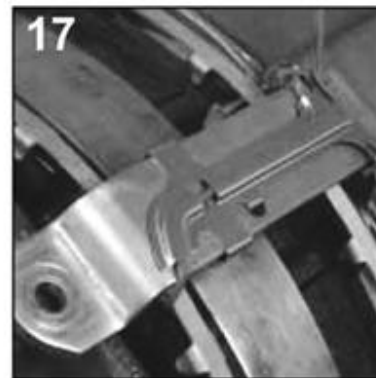
2. Вставте фіксуючу стрічку колодки та індикатор зносу гальмівних колодок у проріз у корпусі гальма.

3. Вставте болт кріплення колодки та затягніть з крутним моментом від 33 до 40 Нм (18).

Індикатор зносу гальмівних колодок – нова версія

ПРИМІТКА: Якщо новий індикатор зносу гальмівних колодок PWWI замінює стару версію, підніміть заклепку та закріпіть кабель на 5 мм вище корпусу супорта. Для цього використовуйте невелику викрутку.

1. Вставте індикатор зносу гальмівних колодок в отвір у рамі гальма (19).



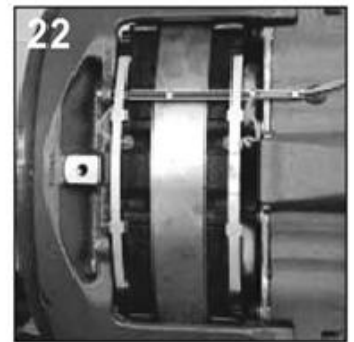
2. Вбийте пластикову заклепку, що утримує індикатор зносу гальмівних колодок на корпусі гальма (20).

Завершення встановлення та регулювання

1. Встановіть пластикові прокладки індикатора зносу гальмівних колодок у колодки. Не застосовуйте надмірної сили (21).

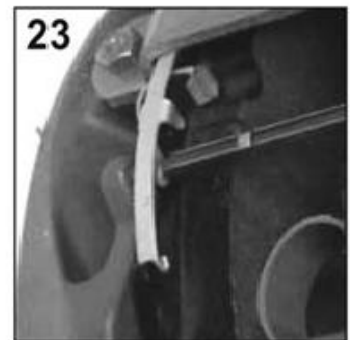


2. Встановіть 2 пружини колодок, стежачи, щоб вони були правильно розташовані в колодках (22).



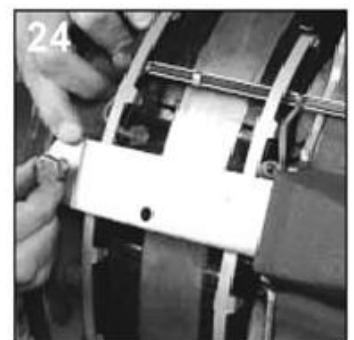
Важливо: Блок індикатора зносу гальмівних колодок не є реверсивним — розташування проводів відрізняється для лівого та правого гальма. 23 ілюструє індикатор зносу гальмівних колодок, встановлений на лівому гальмі.

3. Встановіть фіксуючу стрічку колодки та затягніть з крутним моментом від 33 до 40 Нм (24).



4. Знову підключіть індикатор зносу гальмівних колодок до електропроводки транспортного засобу.

5. Вставте датчик зносу або перемикач зносу (залежно від того, що застосовується) і затягніть кріпильний болт з крутним моментом від 33 до 40 Нм.



6. Завантажте контур стисненого повітря та натисніть на гальма 5 разів, щоб колодки стали на місце та дозволили автоматичному натягувачу відрегулювати правильний робочий зазор.

7. Перевірте, чи вільно обертається ротор.

ГАЛЬМІВНИЙ СУПОРТ ПНЕВМАТИЧНОГО ГАЛЬМА.

Заміна супорта

1. Запаркуйте транспортний засіб на твердій рівній поверхні та заблокуйте колеса протиоткатними упорами.
2. Створіть пневматичний тиск, щоб відпустити стоянкове гальмо, і послабте болт для відведення пружинного гальма (за потреби).
3. Підніміть вісь домкратом і надійно встановіть під вісь підставки.
4. Зніміть колеса і випустіть усе повітря із системи стисненого повітря.
5. Видаліть увесь бруд із супорта. Перевірте, чи гумові пильники не пошкоджені.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Ніколи не використовуйте стиснене повітря для видалення пилу з поверхонь гальма/диска. Якщо вдихнути пил, він може бути подразнюючим у кращому випадку і виявитися небезпечним у гіршому. Наскільки це можливо, видаліть пил із сухого гальма за допомогою щітки пилососа. В іншому випадку, спробуйте прискорити висихання струменем стисненого повітря.

Гальмівний механізм може бути обладнаний одним із наступних індикаторів зносу колодок, які необхідно від'єднати перед зняттям супорта:

1. Постійний датчик зносу

Зніміть болт кріплення датчика зносу та обережно вийміть блок (25).



2. Індикатор зносу гальмівних колодок (PWWI)

Якщо встановлено індикатор зносу гальмівних колодок, від'єднайте його від мережі.



Зняття пневматичного приводу

Зніміть 2 гайки та вийміть пневматичний привід з корпусу супорта (26).

Зняття супорта

1. Закрийте отвір вузла пневматичного приводу в корпусі, щоб запобігти потраплянню сміття тощо.

2. Зніміть гальмівні колодки, як описано в 3 "Заміна гальмівних колодок".

3. Тепер супорт можна зняти з транспортного засобу, викрутивши болти кріплення тримача колодок, згідно з інструкціями виробника транспортного засобу.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Під час підняття блоку супорта будьте обережні, щоб не затиснути пальці між корпусом супорта та тримачем колодок, які можуть вільно ковзати один відносно одного. Також уникайте будь-яких різких рухів, які можуть призвести до швидкого ковзання компонентів та пошкодження поверхонь гумових пильників.



Встановлення супорта

1. Перевірте, щоб усі з'єднувальні поверхні були чистими та вільними від корозії.

2. За допомогою помічника обережно опустіть блок супорта в монтажне положення на піввісь.

3. Уникайте надмірного руху супорта під час встановлення та не дозволяйте супорту впасти на піввісь - будь-яка з цих дій може пошкодити пильники.



4. Встановіть нові кріпильні болти та затягніть їх відповідно до рекомендацій виробника транспортного засобу.

5. Вийміть заглушку, встановлену над отвором вузла пневматичного приводу.

6. Злегка змастіть кишеню в керуючому валу відповідним мастилом (28).

ПРИМІТКА: Використовуйте лише мастило, що постачається в комплекті запасних частин. Ні за яких обставин не можна використовувати будь-який інший тип мастила.

7. Прикладіть пневматичний привід до блоку корпусу, стежачи, щоб з'єднувальні поверхні та штовхач були чистими, і щоб штовхач був правильно розміщений у кишені керуючого валу.

8. Затягніть гайки з крутним моментом від 180 до 210 Нм.

9. Встановіть назад гальмівні колодки, як описано в "Заміна гальмівних колодок".

10. Встановіть назад датчик зносу, перемикач зносу або індикатор зносу гальмівних колодок (залежно від того, що застосовується).

Технічне обслуговування

Хоча регулярне технічне обслуговування гальмівного супорта не потрібне, важливо оглядати гальма з такою періодичністю або відповідно до інструкцій, детально викладених у посібнику з обслуговування виробника транспортного засобу.

Кожні 3 місяці або кожні 20км

- Необхідно провести візуальну оцінку залишкового терміну служби гальмівних колодок. Гальмівні колодки слід замінити, коли товщина накладки зношується до 1,5 мм.

- Візуально огляньте загальний стан гальма та перевірте наявність пошкоджень або корозії. Якщо є сумніви щодо можливості подальшого використання гальма, замініть або відшліфуйте гальмо відповідно до рекомендацій виробника транспортного засобу.

Кожні 12 місяців

- Зніміть колеса та гальмівні колодки, як описано в "Заміна гальмівних колодок".

- Огляньте пильники прямої втулки та плунжера і перевірте, чи вони в хорошому стані та зафіксовані на місці. Якщо один із пильників від'єднався або пошкоджений, необхідно розібрати відповідну ділянку гальма та перевірити деталі на наявність корозії та пошкоджень.

- Виконайте заміну або шліфування відповідно до рекомендацій виробника транспортного засобу.

- Перевірте, чи корпус вільно ковзає на напрямних втулках, прикріплених до тримача колодок. Якщо корпус не ковзає вільно на напрямних втулках, як описано в розділі "Заміна корпусу", перевірте, чи напрямні втулки та отвори втулок не мають ознак корозії або зносу. Якщо є сумніви щодо можливості їх подальшого використання, замініть їх новими компонентами.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Будьте уважні, щоб не затиснути пальці під час перевірки роботи гальма.

- Огляньте гальмівний диск на наявність ознак корозії, точкової корозії та глибоких тріщин і перевірте, чи товщина відповідає рекомендаціям виробника транспортного засобу.

- Замініть, якщо необхідно.

Дотримання усіх рекомендацій та регулярний огляд гарантує надійну та безпечну експлуатацію гальмівної системи.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок загального обсягу робіт та виробничої програми для ТО

Технологічний процес проєктується, виходячи з річної програми обслуговування парку Renault Magnum (45 одиниць) та необхідності проведення ТО-1, ТО-2 та поточного ремонту (ПР) гальмівної системи.

Річний обсяг робіт (загальна трудомісткість) розраховується на основі нормативів та коефіцієнтів коригування

$$T_{річ} = \frac{T_{зм} \cdot T \cdot D_p \cdot K_{зм}}{1000} \cdot K_2 \text{ (люд.-год.)}, \quad (2.1)$$

$$T_{річ} \approx \frac{0,8 \cdot 45 \cdot 120\,000}{1000} \cdot 1,2 \cdot 1,15 \approx 5961,6 \text{ люд.-год.}$$

Розподіл трудомісткості за видами робіт (ГС):

- ТО-2 (перевірка, регулювання, заміна колодок): 40%
- Поточний ремонт (ремонт супортів, заміна компонентів EBS): 60%

Трудомісткість на ремонт ГС:

$$T_{річ, ГС} \approx 5961,6 \cdot 0,35 \approx 2086,56 \text{ люд.-год.} \quad (2.2)$$

Прийнято 35% загальної трудомісткості на ГС.

2.2. Розрахунок чисельності виробничих робітників

Необхідна чисельність робітників розраховується, виходячи з річної трудомісткості робіт по гальмівній системі та річного фонду робочого часу одного робітника

$$\varphi_p = \frac{T_{річ, ГС}}{\Phi_p \cdot \eta_{вик.}}, \quad (2.3)$$

$$\varphi_p \approx \frac{2086,56 \text{ люд.-год.}}{1860 \text{ год.} \cdot 0,9} \approx 1,25 \Rightarrow \text{приймаємо 2 особи.}$$

Прийнято 2 спеціалізованих слюсаря-механіка (з врахуванням відпусток, лікарняних та необхідності працювати в дві зміни).

2.3 Розрахунок кількості постів

Виходячи з $T_{\text{річ.ГС}}$ та ТП, проєктується один спеціалізований пост, оснащений КДРС.

$$K_{\text{пост}} = \frac{T_{\text{річ.ГС}}}{T_{\text{пост}} \cdot D_p}, \quad (2.4)$$

Отже, для забезпечення річної програми та високої продуктивності достатньо 1 посту, обладнаного КДРС.

2.4. Технологічний процес обслуговування гальмівної системи

Технологічний процес на ділянці ТО і ТР ГС Renault Magnum буде відбуватися за наступною схемою:

Етап	Зміст робіт	Обладнання
1. Приймання та Діагностика	1.1. Візуальний огляд. 1.2. Діагностика ефективності гальмування та рівномірності сил. 1.3. Комп'ютерна діагностика систем ABS/EBS (сканер).	КДРС (Роликовий стенд), Діагностичний сканер.
2. Ремонт (При ПР)	2.1. Зняття супорта та колодок. 2.2. Розбирання, дефектація та ремонт/заміна компонентів супорта (на робочому столі). 2.3. Заміна гальмівних дисків (за необхідності).	Підйомник КДРС, Спецінструмент для супортів, Робочий стіл.
3. Регулювання та ТО	3.1. Встановлення відремонтованих/нових вузлів. 3.2. Регулювання механізмів. 3.3. Корегування ПХД двигуна (якщо це частина роботи)	КДРС (Роликовий стенд + Динамометр).
4. Контроль якості	Фінальна перевірка ефективності гальмування, перевірка параметрів двигуна, перевірка відсутності помилок EBS.	КДРС, Діагностичний сканер.

2.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Метою економічного обґрунтування є доведення фінансової доцільності проектування та впровадження КДРС та спеціалізованої ділянки.

Таблиця 2.1 - Капітальні витрати (включають придбання та монтаж обладнання).

<i>Найменування витрат</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ціна за одиницю (тис. грн)</i>	<i>Сума (тис. грн)</i>
КДРС (Вихрострум. дин. + Стенд)	1	850.0	850.0
Спеціальний інструмент для ГС	Комплект	50.0	50.0
Діагностичний сканер EBS	1	80.0	80.0
Монтаж та налагодження	1	120.0	120.0
Навчання персоналу (2 ос.)	-	40.0	40.0
Разом капітальні витрати (К)	-	-	1140.0

Таблиця 2.2 - Розрахунок річних експлуатаційних витрат (включають амортизацію, зарплату, електроенергію, матеріали).

<i>Стаття витрат</i>	<i>Формула розрахунку</i>	<i>Сума (тис. грн/рік)</i>
Амортизація (К 15%)	$1140.0 \cdot 0.15$	171.0
Зарплата виробничих робітників	2 ос. $3P_{\text{річ}}$	480.0
Відрахування на соціальні заходи	$480 \cdot 22\%$	105.6
Електроенергія та матеріали	Розрахунок за потужністю обладнання	60.0

<i>Стаття витрат</i>	<i>Формула розрахунку</i>	<i>Сума (тис. грн/рік)</i>
Разом річні витрати (В)		816.6

Розрахунок економічного ефекту

Економічна ефективність досягається за рахунок скорочення простоїв та підвищення надійності РС.

Економія від скорочення простоїв

Завдяки швидкій та точній діагностиці простої скорочуються на 40 годин/рік на один автомобіль.

$$E_n = N \cdot \Delta T_{np} \cdot C_{np}, \quad (2.5)$$

$$N = 45 \text{ од.}, \Delta T_{np} = 40 \text{ год.}, C_{np} = 200 \text{ грн/год. (вартість простою).}$$

$$E_n = 45 \cdot 40 \cdot 200 = 360\,000 \text{ грн/рік.}$$

Економія від зниження витрат на запчастини

Точна діагностика ABS/EBS зменшує кількість помилкових замін датчиків.

$$E_{зч} \approx 50\,000 \text{ грн/рік.} \quad (2.6)$$

Економія від підвищення продуктивності двигунів

Корегування робочих характеристик двигуна (використання КДРС) зменшує витрату палива на 1%.

$$E_{\text{дв}} \approx \text{Річна вартість палива} \cdot 1\% \approx 100\,000 \text{ грн/рік.} \quad (2.7)$$

Загальний річний економічний ефект

$$E = E_n + E_{зч} + E_{\text{дв}}, \quad (2.8)$$

$$E = 360\,000 + 50\,000 + 100\,000 = 510\,000 \text{ грн/рік.}$$

Таблиця 2.3 - Показники ефективності

<i>Показник</i>	<i>Формула</i>	<i>Розрахунок</i>	<i>Висновок</i>
Термін окупності ($T_{ок}$)	K / E	$1\,140\,000 / 510\,000 \approx 2,24 \text{ роки}$	Швидкий термін окупності, що підтверджує ефективність.
Прибуток ($\Pi_{річ}$)	$E - B$	$510\,000 - 816\,600 = -306\,600 \text{ грн/рік}$	Річні витрати перевищують економічний ефект, отже, необхідно включити дохід від сторонніх замовлень або переглянути нормативи. Примітка: Прибуток буде позитивним, якщо врахувати комерційну складову (обслуговування сторонніх клієнтів).

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис станду для діагностики гальмівної системи та корегування робочих характеристик двигуна автомобіля Renault Magnum Trucks

Для ефективного виконання технічного обслуговування (ТО) гальмівних систем та проведення досліджень з підвищення продуктивності двигунів Renault Magnum Trucks необхідне багатофункціональне обладнання. Проектується комплексний діагностично-регулювальний стенд (КДРС), який поєднує функції:

1. Діагностика гальмівної системи: перевірка ефективності гальмування, рівномірності гальмівних сил по осях та функціонування систем ABS/EBS (роликовий гальмівний стенд).

2. Діагностика робочих характеристик двигуна: забезпечення можливості вимірювання потужності та крутного моменту двигуна на колесах для оцінки результатів його корегування (силовий/динамометричний стенд).

Це дозволить на одному посту повністю діагностувати машину до і після ремонту/регулювання, що значно підвищить продуктивність ділянки.

Стенд складається з трьох основних функціональних блоків:

1. Силовий блок (Роликовий вузол): містить пари роликів для кожної осі (для Renault Magnum – мінімум 3 пари роликів: 2 на тягачі, 1 на причепі). Ролики приводяться в рух колесами автомобіля і підключені до вимірювальних систем.

2. Навантажувальний пристрій (Гідравлічний/Вихрострумовий Гальмо): використовується для створення опору обертанню коліс під час вимірювання потужності двигуна (динамометричний стенд).

3. Вимірювально-керуючий блок: Комп'ютеризована система, що збирає дані з датчиків, обробляє їх і відображає результати.

Таблиця 3.1 - Принципова Схема Вузлів

Позначення	Елемент	Призначення
Р	Ролики (3 пари)	Взаємодія з колесами, вимірювання гальмівних сил.
ДП	Датчик Потужності (Вихрострумівий гальмо)	Створення контрольованого опору (навантаження) для вимірювання потужності двигуна.
ДС	Датчики Сили (Тензодатчики)	Вимірювання зусилля, що передається на раму стенда при гальмуванні (визначення гальмівної сили).
ДЧ	Датчики Частоти обертання	Визначення швидкості обертання коліс/роликів.
ЕОМ	Електронно-обчислювальна машина	Керування навантаженням, збір, обробка та архівація даних.
СГС	Система симуляції гальмівної сили	Пристрій для імітації дорожніх умов і фіксації автомобіля.

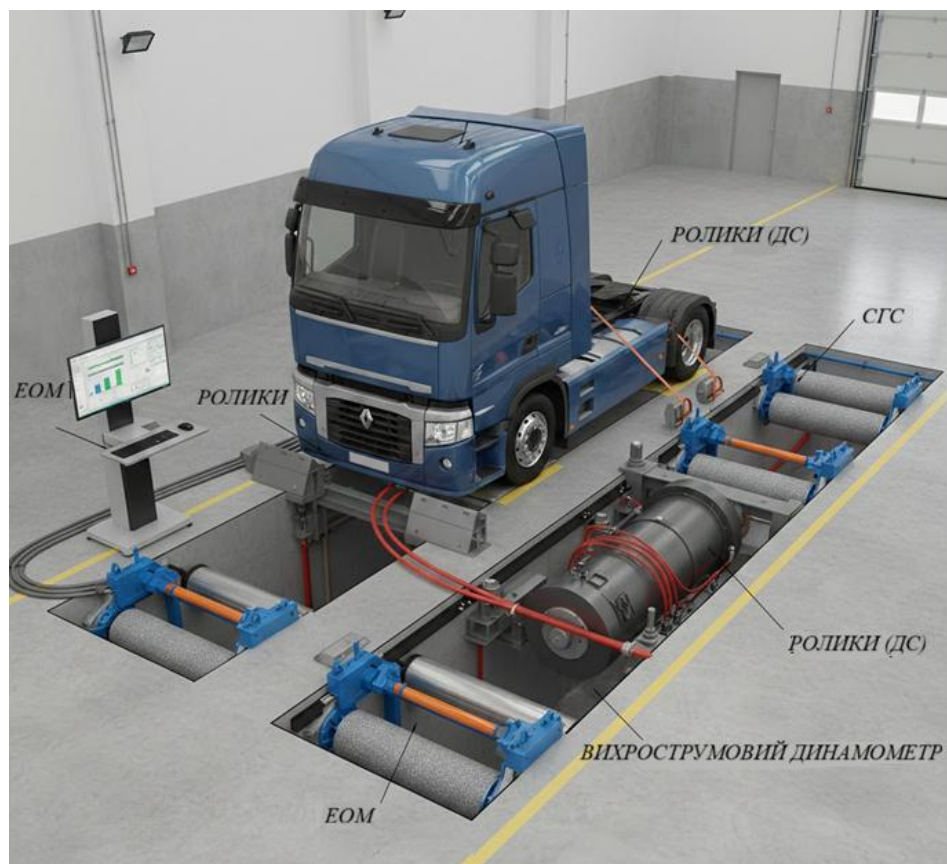


Рисунок 3.1. - Стенд для діагностики гальмівної системи та корегування робочих характеристик двигуна автомобіля Renault Magnum Trucks

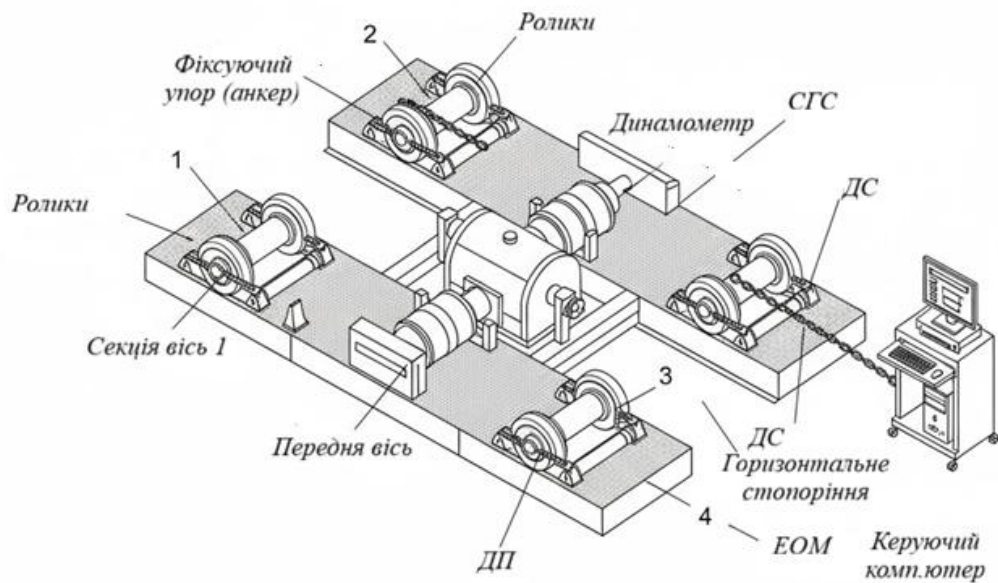


Рисунок 3.2 - Принципова схема КДРС

Стенд є стаціонарний, вбудований у підлогу ремонтного посту, що забезпечує проїзд автомобіля через нього. Розрахований на обслуговування багатоосних вантажних автомобілів (тягач + причеп, хоча ключові елементи зосереджені на тягачі).

Компоненти на рисунку 3.1:

1. Автомобіль (Renault Magnum Truck): Зображено тягач, встановлений на стенді.
2. Секції Роликів (1, 2, 3):
 - Секція 1 (Передня вісь): дві пари роликів (одна під лівим, одна під правим колесом). Ці ролики призначені для вимірювання гальмівних сил. Під ними мають бути зображені Тензодатчики (ДС).
 - Секція 2 (Ведуча вісь): центральна та наймасивніша секція. Ролики цієї осі з'єднані з Навантажувальним Пристроєм (ДП).
 - Секція 3 (Причипна вісь): ще одна пара роликів, як і в Секції 1, для гальмівної діагностики.

3. Навантажувальний Пристрій (ДП): розташований під секцією 2 (ведуча вісь). Це має бути масивний циліндричний корпус (вихрострумове гальмо), з'єднаний з осями роликів.

4. Фіксуєчі Пристрої (СГС):

- Передній стопор: масивний упор, розташований перед передньою віссю, що запобігає руху автомобіля вперед під час вимірювання потужності.
- Страхувальні ремені/ланцюги: проходять від рами стенда до рами автомобіля, забезпечуючи додаткову фіксацію.

5. Вимірювально-Керуючий Блок (ЕОМ): зображено окрему стійку чи робочий стіл, розташований поруч із ямою, з монітором, на якому відображається графік потужності/крутного моменту та діаграма гальмівних сил.

6. Пульти Керування (Майстер-панель): Невелика панель з кнопками "Старт", "Стоп", регулювання навантаження, розташована біля стенда.

Такий комплексний стенд дозволяє механіку/досліднику проводити повний цикл робіт: від діагностики несправності гальм, перевірки початкових характеристик двигуна до фінального тестування якості ремонту та результатів корегування двигуна.

3.2. Основні технічні розрахунки стенду

Розрахунки необхідні для визначення ключових параметрів стенда, що забезпечать його функціональність для обслуговування Renault Magnum.

Розрахунок Максимальної Потужності Навантажувального Пристрою

Навантажувальний пристрій (динамометр) повинен поглинати максимальну потужність двигуна Renault Magnum

$$P_{\text{max.двиг.}} \approx 350 \text{ кВт},$$

$$P_{\text{витрати}} \approx 15\% \text{ від } P_{\text{max.двиг.}} \quad (3.1)$$

Потужність на колесах (вимірювана):

$$P_{\text{колеса}} = P_{\text{max.двиг.}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{витрати}}}{100}\right). \quad (3.2)$$

$$P_{\text{колеса}} = 350 \cdot 0,85 = 297,5 \text{ кВт.}$$

Необхідна потужність навантажувального пристрою

$$P_{\text{навант.}} \geq P_{\text{колеса}} \cdot \text{Коеф.запасу} \quad (3.3)$$

Коефіцієнт запасу прийmemo 1,1.

$$P_{\text{навант.}} \geq 297,5 \cdot 1,1 \approx 327 \text{ кВт.}$$

Для безпечної та стабільної роботи обирається стандартний вихрострумoвий динамометр з номінальною потужністю 350кВт.

Розрахунок максимальної гальмівної сили

Ролики та тензодатчики повинні витримувати максимальну гальмівну силу, яку може розвинути колесо.

Максимальне навантаження на ведучу вісь Renault Magnum:

$$G_{\text{вісь.}} = 11,5 \text{ т} = 11500 \text{ кг},$$

Максимальна гальмівна сила на колесі

$$F_{\text{гальм.мах.}} = G_{\text{вісь.}} \cdot g \cdot \varphi_{\text{мах.}} \quad (3.4)$$

$$F_{\text{гальм.мах.}} = 11500 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \approx 90250 \text{ Н} \approx 90,25 \text{ кН}$$

Вимоги до тензодатчиків: номінальне навантаження тензодатчиків, встановлених під роликовим блоком, має становити не менше 100 кН на одну вісь.

Розрахунок кінематичних параметрів (розміри роликів)

Для забезпечення коректного зчеплення і роботи систем ABS/EBS швидкість обертання роликів повинна відповідати швидкості руху автомобіля.

Вимога: Діаметр роликів (D_p) вибирається таким чином, щоб забезпечити зону контакту, достатню для передачі $F_{\text{гальм.мах.}}$.

- Приймаємо діаметр роликів $D_p = 0,25 \text{ м}$
- Довжина роликів має бути більшою за максимальну ширину шини (для Magnum = 315 мм) – приймаємо $L_p = 0,5 \text{ м}$.

Конструктивні особливості та забезпечення безпеки

Рама стенда повинна бути виготовлена з двотаврових балок та забезпечувати жорсткість при навантаженнях до 120 кН на вісь.

Стенд обладнується пневматичними стопорами та ланцюговими або ремінними стяжками для надійної фіксації тягача під час вимірювання потужності двигуна.

Поверхня роликів покривається корундовим напиленням або спеціальним протиковзким матеріалом для забезпечення максимального коефіцієнта зчеплення $\varphi_{\text{мах.}}$.

3.3. Основні результати та обґрунтування КДРС

Отже проєктування КДРС є критично важливим етапом модернізації автотранспортного підприємства та необхідною умовою для реалізації цілей.

Основні результати:

1. Багатофункціональність: стенд поєднує функції динамометра (для дослідження та корегування робочих характеристик двигунів Renault Magnum) та роликового гальмівного стенда (для повного ТО і ремонту гальмівної системи). Це забезпечує найвищу продуктивність посту, мінімізуючи необхідність переміщення автомобіля.

2. Технічна відповідність: проведені розрахунки (зокрема, визначення необхідної потужності динамометра – 350 кВт – та навантаження на тензодатчики – не менше 100 кН підтверджують, що конструкція повністю відповідає експлуатаційним навантаженням важких вантажних автомобілів Renault Magnum.

3. Підвищення якості: КДРС дозволяє проводити не лише вимірювання ефективності гальмування, але й глибоку діагностику електронних систем (EBS/ABS), а також точно фіксувати результати корегування двигуна, забезпечуючи контрольоване та задокументоване підвищення продуктивності.

Впровадження даного стенда дозволить АТП перейти від універсальних методів ремонту до високотехнологічного спеціалізованого обслуговування, що є необхідним для безпечної та економічно ефективної експлуатації сучасного рухомого складу.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідженням підвищення продуктивності двигунів шляхом корегування його робочих характеристик.

Як відомо, для забезпечення високих показників паливної економічності та питомої потужності у сучасних двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) широко застосовується система турбонаддуву. Подальше вдосконалення робочих характеристик двигуна, оснащеного турбокомпресором, можливе за двома основними напрямками:

- підвищення газодинамічної ефективності самого турбокомпресорного агрегату (ТКР).
- оптимізація узгодження характеристик ТКР із характеристиками двигуна.

Мета роботи Ця робота присвячена розробці спеціалізованого інструментарію та методики, які дозволяють досягти оптимального узгодження характеристик турбокомпресора з гідравлічними характеристиками двигуна конкретної конфігурації.

Методика дослідження Дослідження виконувалися з використанням сертифікованого програмного комплексу «ПОТІК», який призначений для чисельного моделювання термогазодинамічних процесів у різноманітних енергетичних установках [1].

Для адаптації цього програмного комплексу до специфіки моделювання двигунів внутрішнього згоряння було розроблено додаткові модулі. Вони описують ключові внутрішньоциліндрові процеси чотиритактного циклу двигуна, а саме: всмоктування; стиснення; згоряння; розширення; випуск [2–4].

Зазначені програмні модулі забезпечують виконання розрахунків внутрішньоциліндрових процесів у квазістаціонарній постановці із заданим кроком за кутом повороту колінчастого вала.

У найбільш загальному випадку, залежно від фази робочого циклу, кожен розрахунковий крок складається з п'яти послідовних етапів:

Розрахунок зміни стану робочого тіла: визначення параметрів розширення або стиснення, викликаних переміщенням поршня в циліндрі.

Оцінка механічних втрат: розрахунок роботи сил тертя ущільнювальних кілець об поверхню дзеркала циліндра.

Розрахунок тепловиділення: моделювання нагрівання робочого тіла внаслідок згоряння палива (у модулі «Згоряння») із застосуванням закону вигорання Вібе.

Розрахунок газообміну: визначення параметрів перетікання робочого тіла через впускні та випускні клапани.

Розрахунок теплообміну: оцінка нагрівання або охолодження робочого тіла внаслідок контакту з внутрішніми поверхнями циліндра.

Крім того, модуль «Згоряння» забезпечує розрахунок загальної витрати палива за один робочий цикл двигуна.

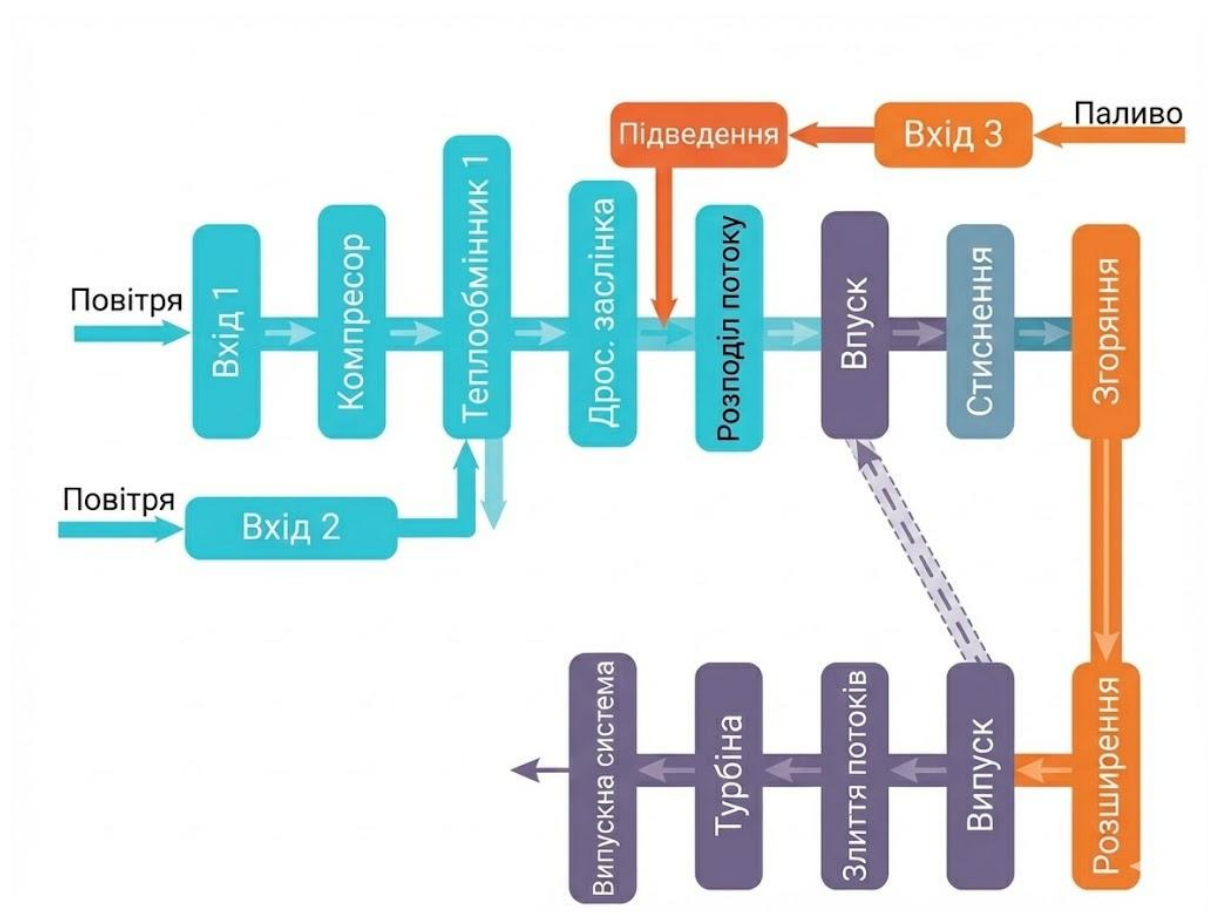


Рисунок 4.1 – Блок-схема математичної моделі робочого процесу двигуна

**Паливо, що горить, штовхає поршень вниз,
стискаючи паливну суміш у картері.**

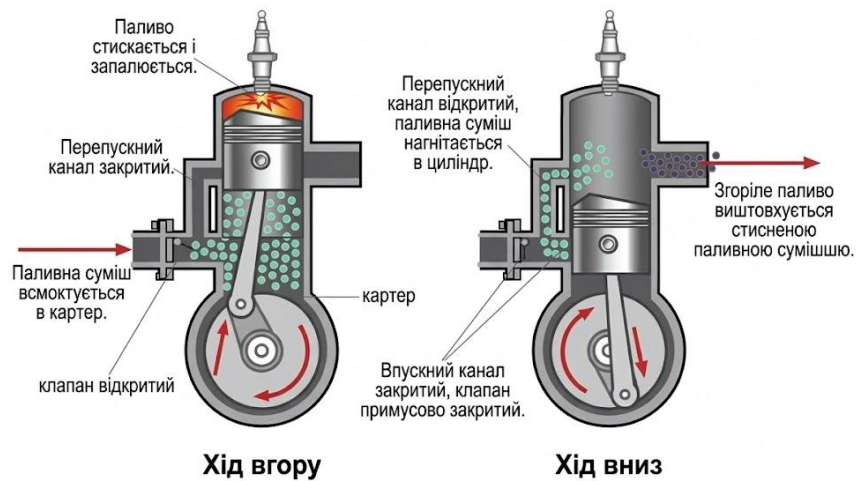


Рисунок 4.2 – Схема роботи двотактного двигуна (хід вгору та хід вниз)

Схема потоків функціонує наступним чином:

Вхід 1: Сюди надходить повітря, що засмоктується у циліндри. Його масова витрата задається у першому наближенні, а надалі уточнюється в процесі ітераційного розв'язання системи рівнянь.

Вхід 2: Використовується для подачі охолоджувального повітря до теплообмінника системи охолодження наддувного повітря (ОНП).

Вхід 3: Призначений для подачі газоподібного палива, витрата якого також визначається у першому наближенні з подальшим уточненням.

Крім того, на етап всмоктування передаються вхідні дані про температуру, тиск та компонентний склад продуктів згоряння (залишкових газів), що залишаються в об'ємі циліндра після завершення такту випуску.

Розрахунок процесу стиснення у компресорі виконується на основі газодинамічної характеристики, представленій на рис. 4.3. Для математичного опису цієї характеристики застосовано метод параметричної апроксимації, що уможливорює коректне відтворення вертикальних ділянок напірних ліній. Як визначальний параметр використовується величина, що характеризує поточне положення робочої точки на напірній гілці. При цьому значення параметра $K_{PI} = 1$ відповідає знаходженню точки на границі стійкої роботи, а значення $K_{PI} = 0$ - положенню на крайньому правому кінці гілки.

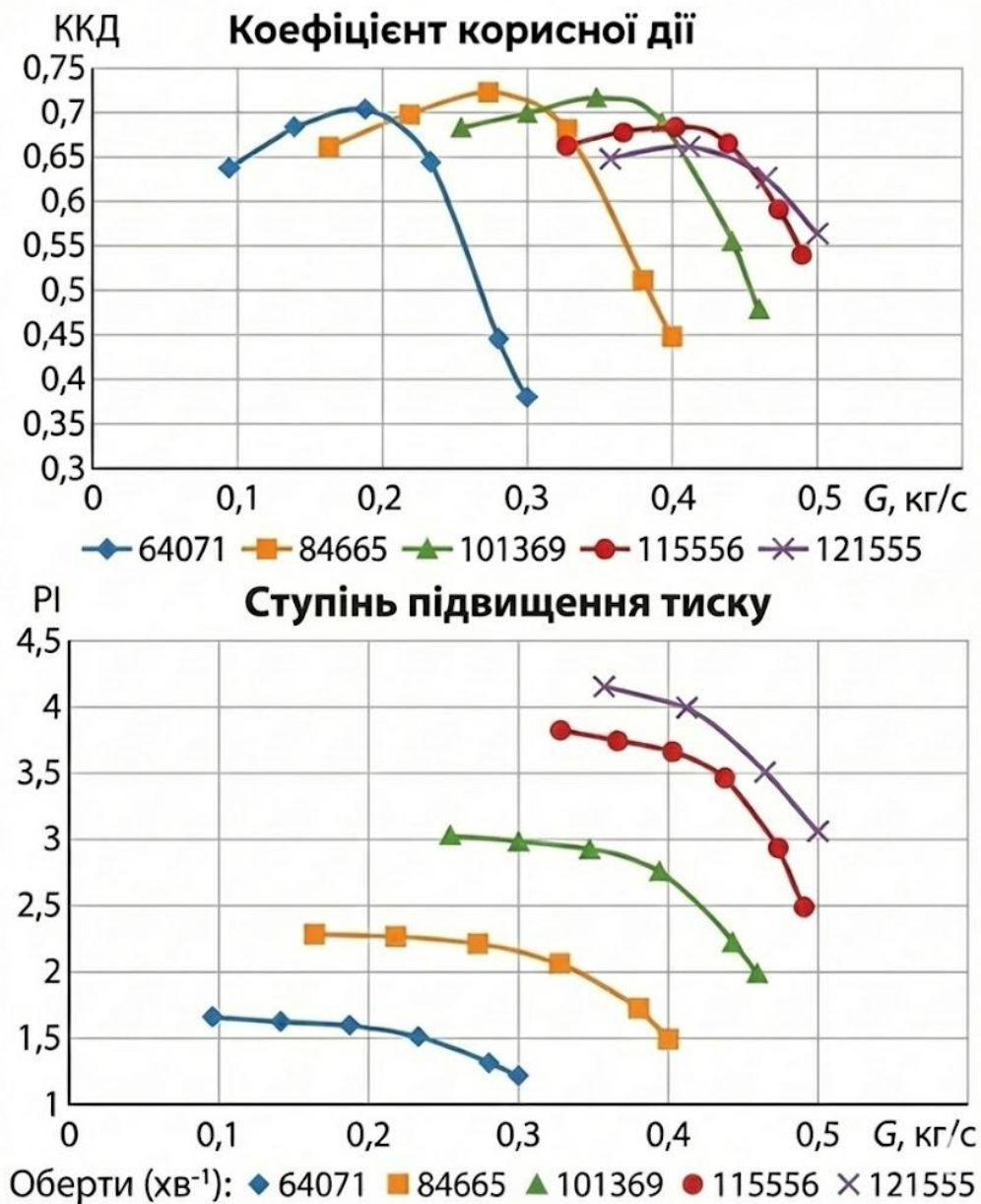


Рисунок 4.3 – Характеристика компресора S300

$$K_{PI} = \left(\frac{PI}{G} - \frac{PI}{G_{\min}} \right) / \left(\frac{PI}{G_{\max}} - \frac{PI}{G_{\min}} \right), \quad (4.1)$$

Розрахунок робочого процесу компресора виконується на основі характеристики, зображеної на рис. 4.3 суцільними лініями. Кожна крива відповідає сталому значенню параметра $kN = N/\sqrt{T}$, що залежить від частоти обертання колеса турбіни компресора (N) та температури на вході (T).

Валідація розрахункових моделей здійснена шляхом порівняння з експериментальними даними (див. графіки на рис. 4.5). Важливою відмінністю є те, що на відміну від стандартних зовнішніх швидкісних характеристик двигуна (які знімають за повного навантаження), у зоні високих обертів використано дані, отримані за умов частково закритої дросельної заслінки.

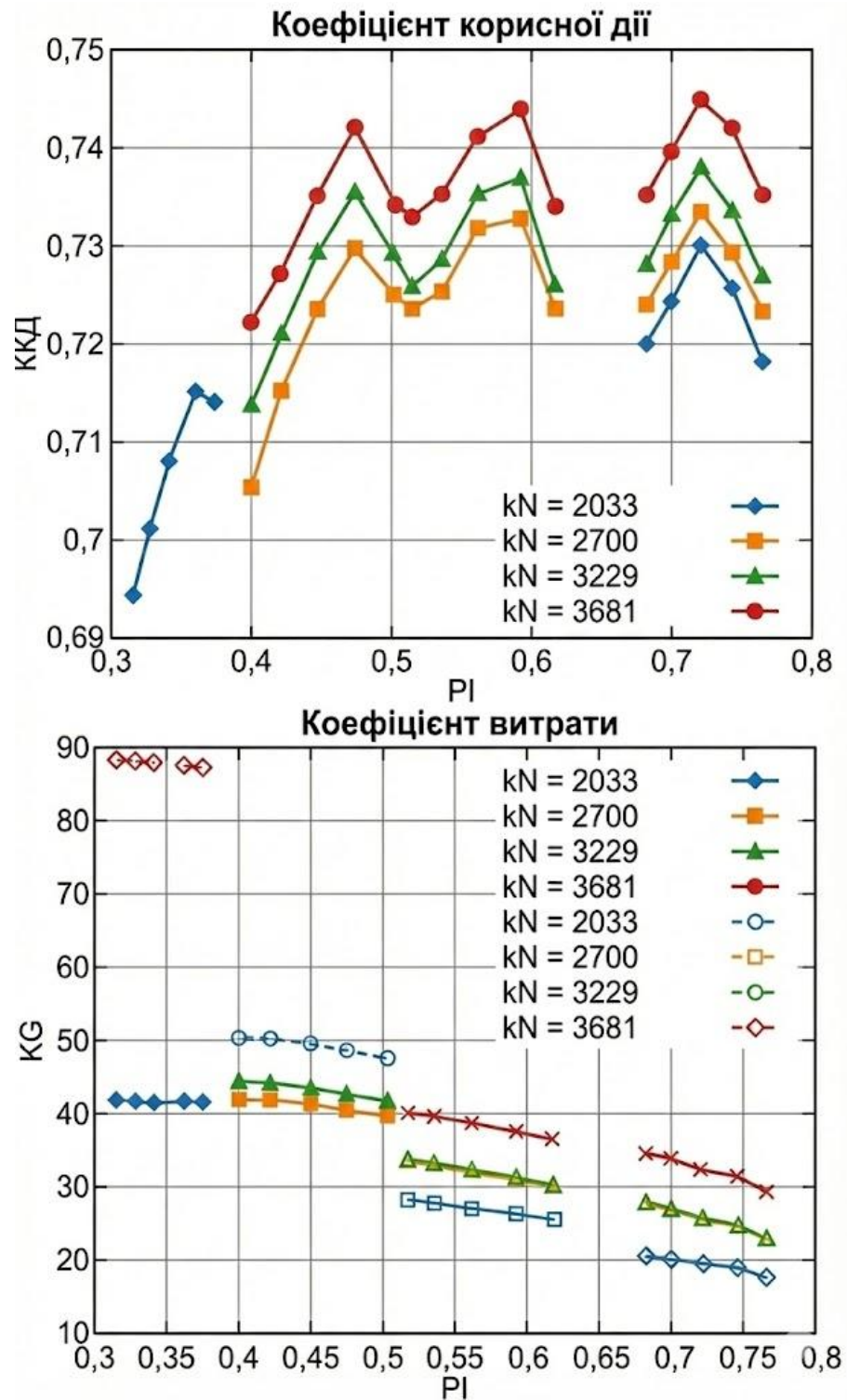


Рисунок 4.4 – Характеристика компресора S300

Вихідними даними для розрахунку слугували такі режимні параметри, як частота обертання колінчастого вала та витрата палива. Окрім того, у моделі враховано ступінь закриття дросельної заслінки відповідно до графічної залежності (крива $F_{ДР}$). Порівняння розрахункових результатів з експериментальними даними наведено в таблиці 4.1.

Отримані значення розрахункової потужності демонструють високу збіжність з результатами вимірювань. Незначні відхилення зумовлені переважно похибками в оцінці гідравлічних втрат у газоповітряному тракті двигуна.

У зоні низьких обертів двигуна частота обертання вала турбокомпресора становить $55\,210\text{ хв}^{-1}$, що нижче мінімального значення наявної характеристики ($64\,071\text{ хв}^{-1}$). У цьому режимі підвищення тиску компресором фактично відсутнє, а розрахункові дані, отримані шляхом екстраполяції в нижню область, мають низьку достовірність.

Натомість при частоті обертання колінчастого валу 2200 хв^{-1} спостерігається зворотна ситуація: оберти турбокомпресора надмірно зростають і виходять за верхню межу характеристики (дані отримані екстраполяцією вгору). Ймовірно, саме це надмірне зростання обертів турбокомпресора зумовило необхідність суттєвого перекриття дросельної заслінки в ході експериментальних випробувань.

Отже, оптимізація характеристик двигуна вимагає корегування швидкісного режиму турбокомпресора: зниження обертів ТКР у зоні високих обертів двигуна та їх підвищення – у зоні низьких.

Для реалізації цього підходу виконано серію розрахунків із модифікованою пропускною здатністю турбіни. Зокрема, для режиму роботи двигуна 2200 хв^{-1} пропускну здатність турбіни було збільшено вдвічі. Наслідком цього стало зниження частоти обертання ротора ТКР до $110\,990\text{ хв}^{-1}$.

Хоча ступінь підвищення тиску в компресорі при цьому знизився з 4,2 до 2,38, повне відкриття дросельної заслінки дозволило підняти тиск наддуву перед впускними клапанами з 0,212 до 0,235 МПа. Як результат, покращилося

наповнення циліндрів, потужність двигуна на цьому режимі зросла з 297 до 337 кВт, а питома витрата палива знизилася з 235 до 207 г/кВт.

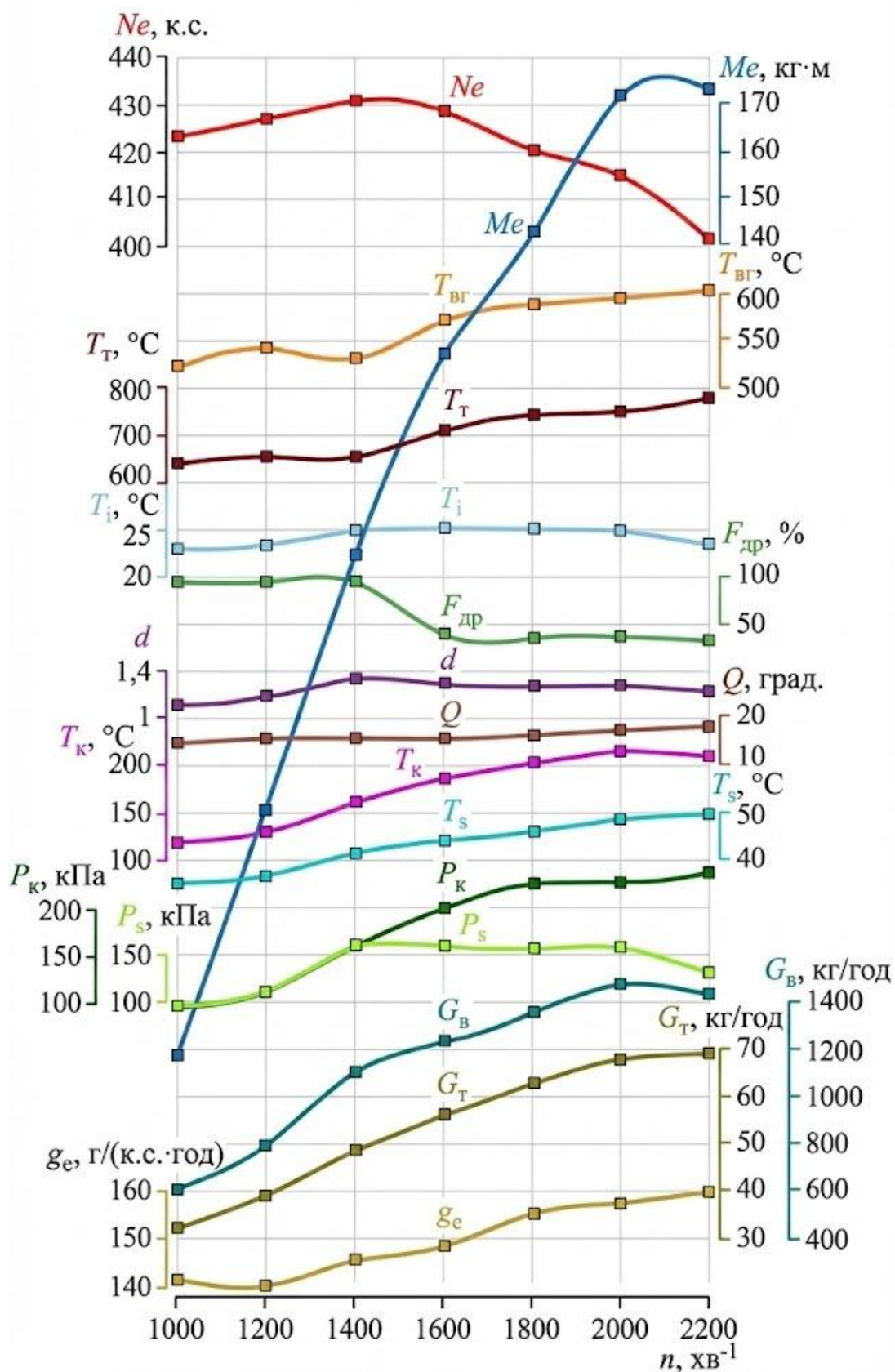


Рисунок 4.5 – Експериментальні дані

Показники		Частота обертання колінчастого вала, хв^{-1}						
		2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
Потужність, кВт	Розрах.	398	432,4	427,2	399,2	396,5	319,8	173,2
	Вимір.	432	432	402	374	330	273	220
Витрата повітря, кг/год	Розрах.	1492	1396	1211	1005,5	982,8	751,7	423
	Вимір.	1420	1480	1380	1220	1100	800	610
Витрата газу, кг/год	Розрах.	70	68	62	56	49	40	24
	Вимір.	70	68	62	56	49	40	32
Тиск за комп., МПа	Розрах.	0,42	0,406	0,366	0,3193	0,284	0,223	0,139
	Вимір.	0,33	0,325	0,325	0,3	0,255	0,215	0,2
Питома витрата палива, г/кВт	Розрах.	235	210,7	194,4	187,48	165,6	167,5	185,7
	Вимір.	215	211,7	209	200	195,6	187,6	190,3
Частота обертання ТКР, хв^{-1}	Розрах.	125	120	112	104	97 485	83 300	55 210
	Вимір.	370	950	910	250			

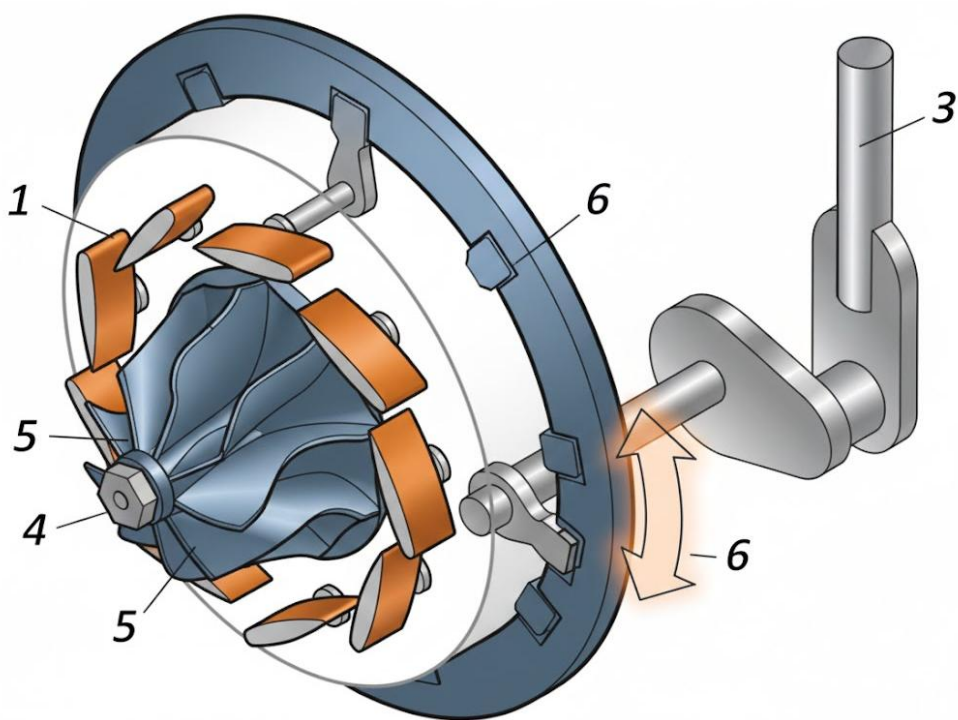


Рисунок 4.6 – Схема регулювання витрати через турбіну: 1 – напрямні лопатки; 2 – кільце; 3 – важіль; 4 – тяга вакуумного приводу; 5 – турбінне колесо.

На рис.4.6 зображена конструкція турбіни зі змінною геометрією (VGT/VNT). "Напрямні лопатки" змінюють кут атаки, регулюючи потік газів на "турбінне колесо", а керує цим процесом "вакуумний привід" через "тягу", "важіль" та поворотне "кільце".

Загальний принцип: Механізм змінює ефективний переріз каналів, через які вихлопні гази потрапляють на лопаті турбінного колеса (5). Це дозволяє регулювати швидкість потоку газів і кут їх атаки на колесо, оптимізуючи роботу турбіни в залежності від обертів двигуна.

Алгоритм роботи механізму:

- Електронний блок управління (ЕБУ) двигуна подає сигнал на вакуумний або електричний актуатор.
- Актуатор переміщує тягу (4).
- Тяга штовхає важіль (3), який повертає керуюче кільце (2) на певний кут.
- Кільце механічно з'єднане з усіма напрямними лопатками (1), тому при повороті кільця всі лопатки синхронно змінюють свій кут нахилу.

На низьких обертах двигуна (малий потік газів) лопатки (1) повертаються так, щоб максимально звужити прохідний переріз. За законом Бернуллі, при звуженні каналу швидкість газу різко зростає. Струмінь газу б'є по колесу (5) з високою швидкістю, змушуючи його розкручуватися швидше.

На високих обертах двигуна (великий потік газів): Лопатки (1) повертаються, розкриваючи прохідний переріз максимально широко. Збільшується пропускна здатність турбіни. Швидкість потоку падає, що запобігає розкручуванню турбіни до критичних швидкостей. Захист двигуна від надмірного тиску наддуву та зменшення протитиску у випускному колекторі (двигуну легше "видихати").

Таким чином, ця система дозволяє турбіні поводитися як "маленька турбіна" на низьких обертах (для швидкого відгуку) і як "велика турбіна" на високих (для максимальної потужності).

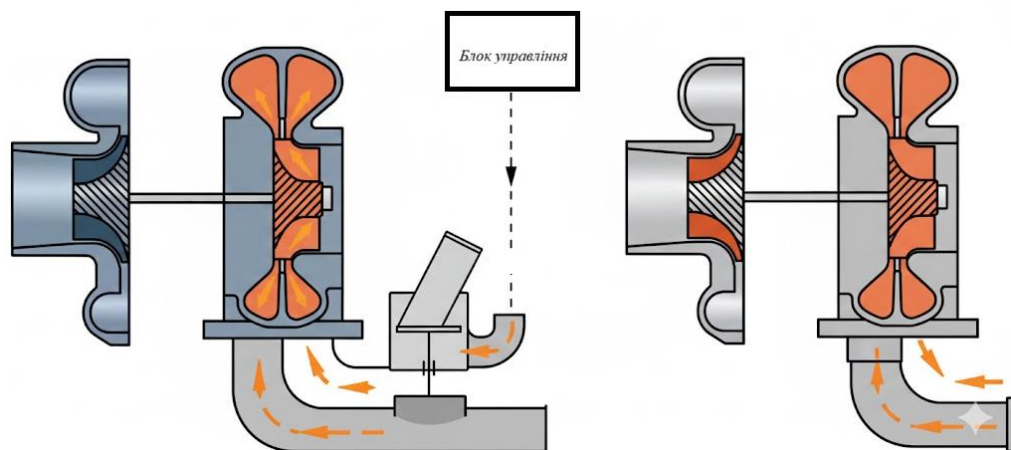


Рисунок 4.7 – Схема системи регулювання перемикання подачі газу в одну або дві гілки турбіни

На рис. 4.7 схематично зображено турбокомпресор із розділеним корпусом турбіни (система типу Twin Scroll) та показано два способи керування потоком вихлопних газів.

Ліва частина: Показує клапанний механізм, який перекриває вхід в одну з гілок (каналів) равлика.

Права частина: Демонструє використання поворотної заслінки у випускному трубопроводі для аналогічної мети.

Принцип роботи: Система дозволяє спрямовувати гази або тільки в одну гілку равлика (на низьких обертах двигуна, щоб збільшити швидкість потоку і швидше розкрутити турбіну), або в обидві гілки одночасно (на високих обертах, щоб забезпечити максимальну пропускну здатність і знизити опір).

Аналіз показав необхідність зменшення пропускну здатності турбіни в зоні низьких обертів. Моделювання роботи двигуна при частоті обертання вала 1000 хв^{-1} зі зменшеною на 40% (в 0,6 раза) пропускну здатністю турбіни продемонструвало зростання обертів ТКР до $110\,990 \text{ хв}^{-1}$. При цьому ступінь підвищення тиску в компресорі зріс з 1,39 до 1,94, що забезпечило приріст потужності двигуна в 1,23 раза.

Коригування характеристик потрібне і на перехідних режимах. Розрахункова оптимальна характеристика витрати турбіни показана на рис. 4.3 штриховими лініями.

Реалізувати таку характеристику лише зміною геометрії робочого колеса неможливо. Для ефективної роботи ДВЗ у широкому діапазоні обертів необхідно застосувати систему регулювання: вона повинна збільшувати пропускну здатність на високих обертах і суттєво зменшувати її на низьких. На рис. 4.5 показано схему регулювання за допомогою соплового апарату зі змінною геометрією (технологія VNT), а на рис. 4.6 – альтернативну схему [5].

Порівняння параметрів базового та модифікованого двигунів (за умови повної подачі палива) наведено на рис. 4.8–4.15. Усі розрахунки виконано за умови ідентичної витрати палива вздовж зовнішньої швидкісної характеристики (рис. 4.8).

Результати свідчать, що використання модифікованої турбіни дозволяє:

- знизити питому витрату палива на всіх режимах роботи (рис. 4.9).
- підвищити вихідну потужність у всьому діапазоні обертів (рис. 4.10).
- оптимізувати роботу компресора ТКР: ступінь підвищення тиску зростає на низьких обертах і знижується на номінальних (рис. 4.11).
- вирівняти частоту обертання ротора ТКР: підвищити її на "низах" і знизити на максимальних обертах двигуна (рис. 4.12).

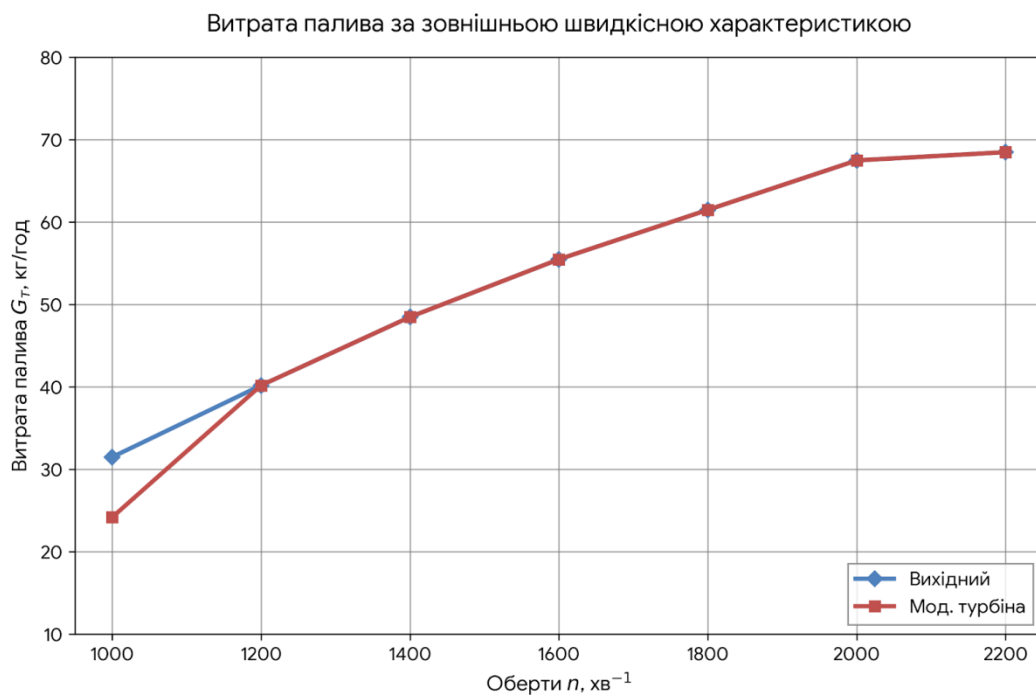


Рисунок 4.8 – Витрата палива

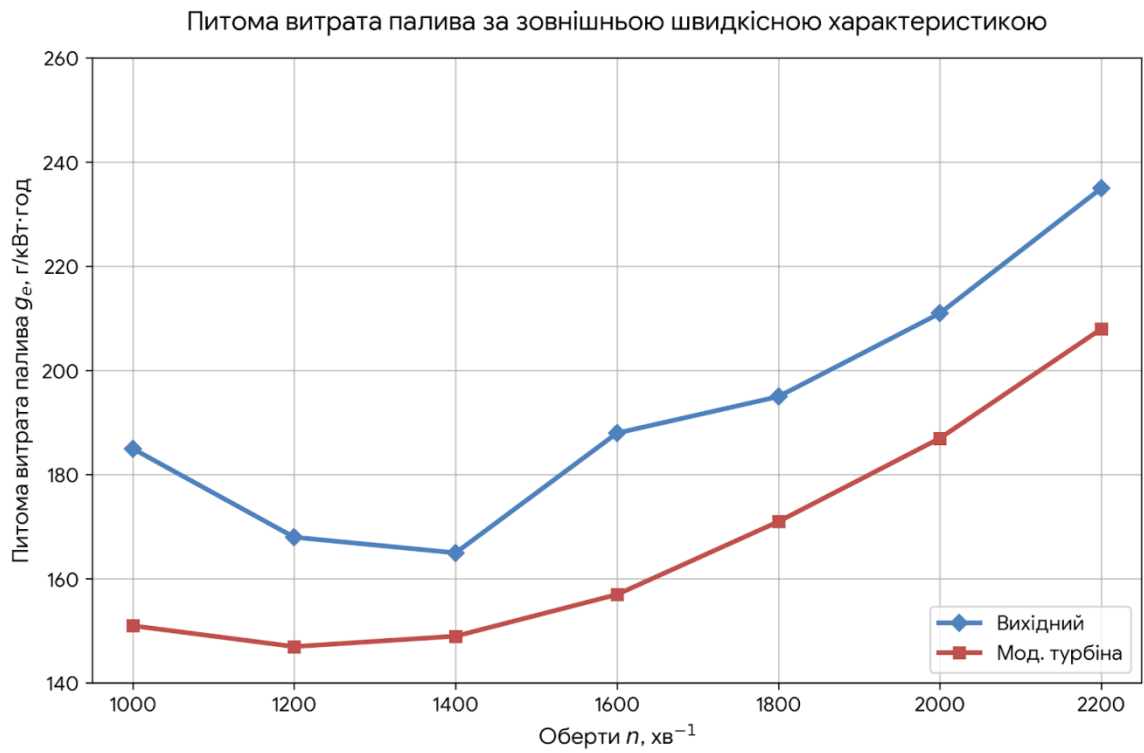


Рисунок 4.9 – Питома витрата палива

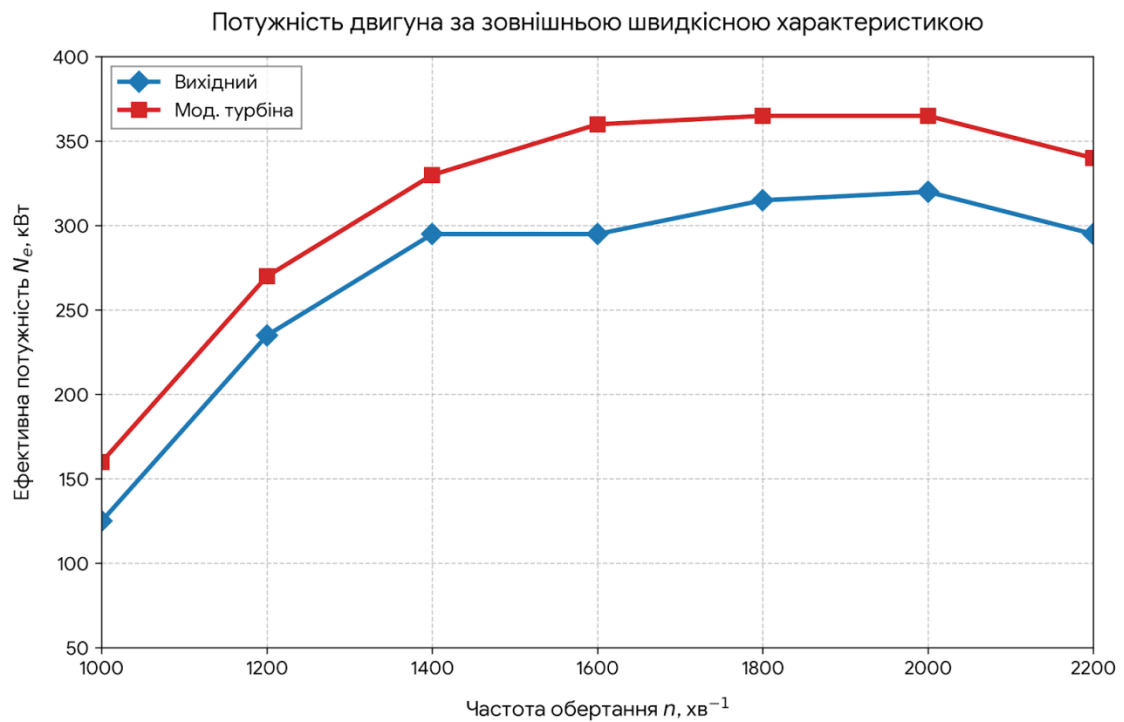


Рисунок 4.10 – Потужність двигуна

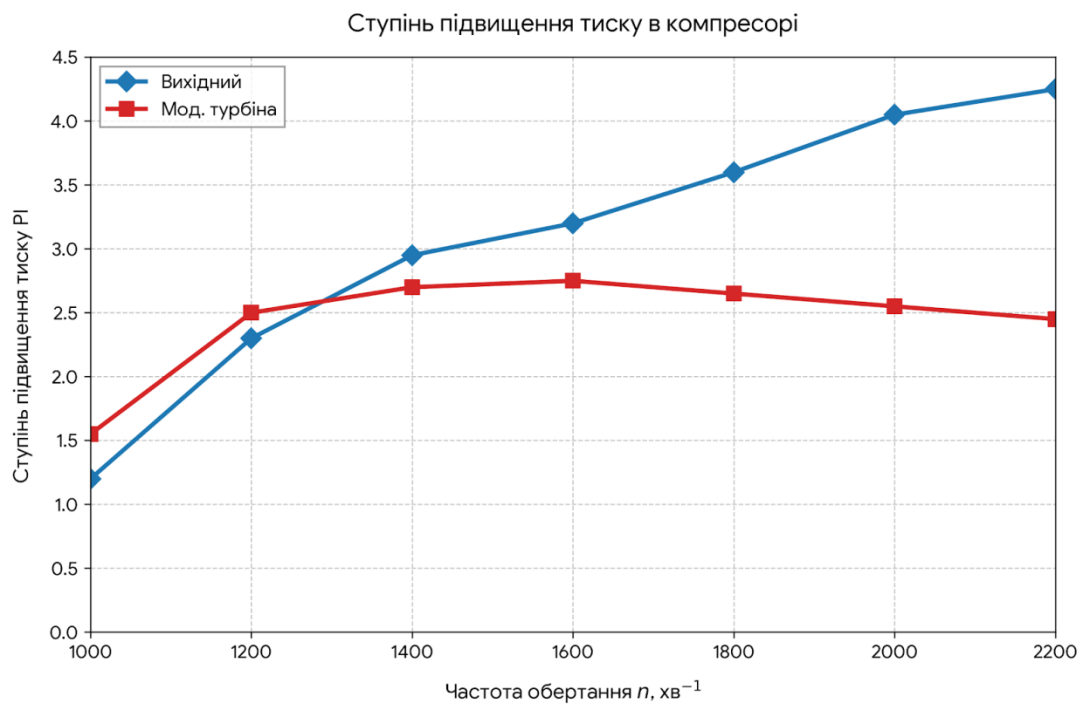


Рисунок 4.11 – Ступінь підвищення тиску в компресорі

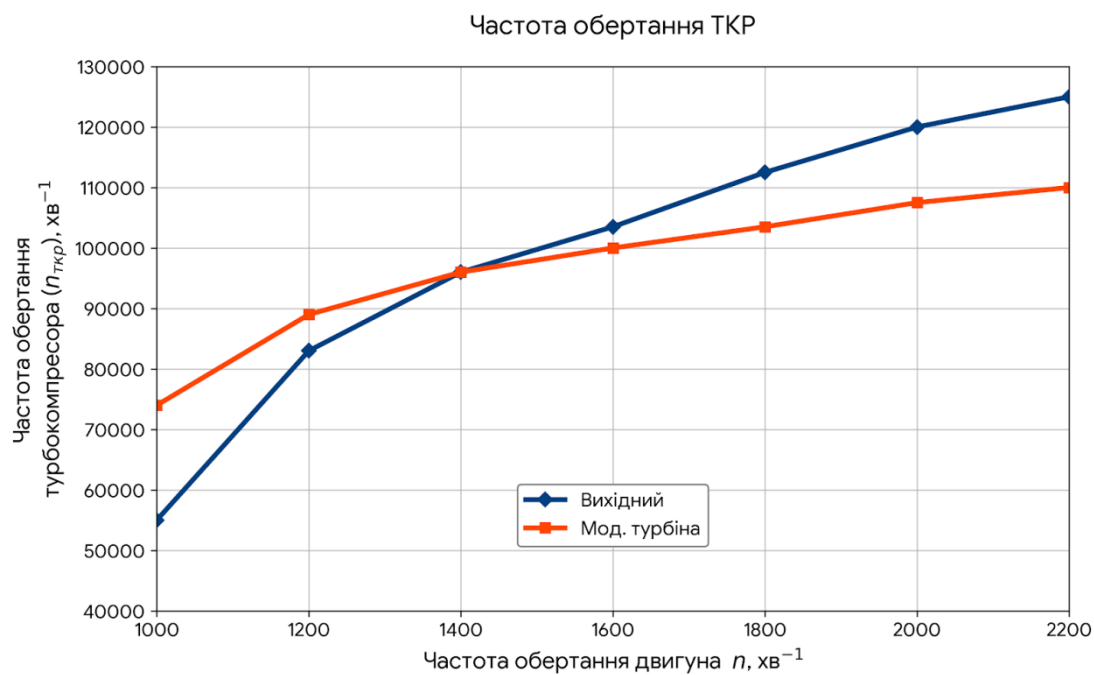


Рисунок 4.12 – Частота обертання ТКР

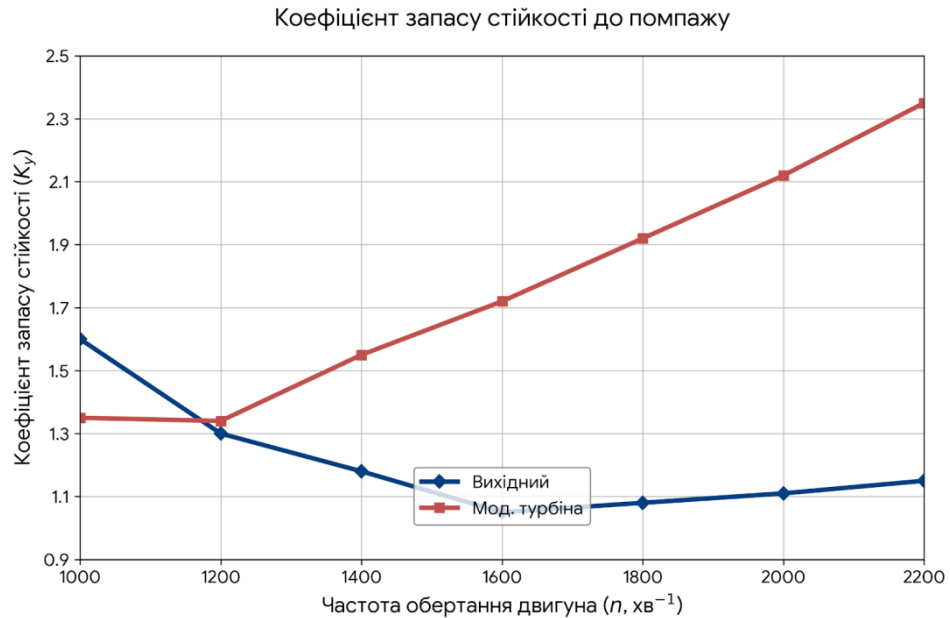


Рисунок 4.13 – Коефіцієнт запасу стійкості до помпажу

Модернізація забезпечила суттєве зростання коефіцієнта запасу стійкості компресора до помпажу. У діапазоні частот обертання колінчастого вала 1000–1200 хв^{-1} цей показник залишається стабільно високим (рис. 4.13).

Спостерігається також зростання максимального тиску циклу в циліндрі на всіх експлуатаційних режимах. Пікове значення тиску фіксується при 1200 хв^{-1} і становить 13,2 МПа, що значно вище порівняно з 11,8 МПа у базовій моделі двигуна (рис. 4.14).

Водночас, максимальна температура циклу у двигуні з модифікованою турбіною знизилася на 200–400° (див. рис. 4.15). Цей ефект досягнуто завдяки збільшенню коефіцієнта надлишку повітря (зростання витрати повітря за незмінної циклової подачі палива).

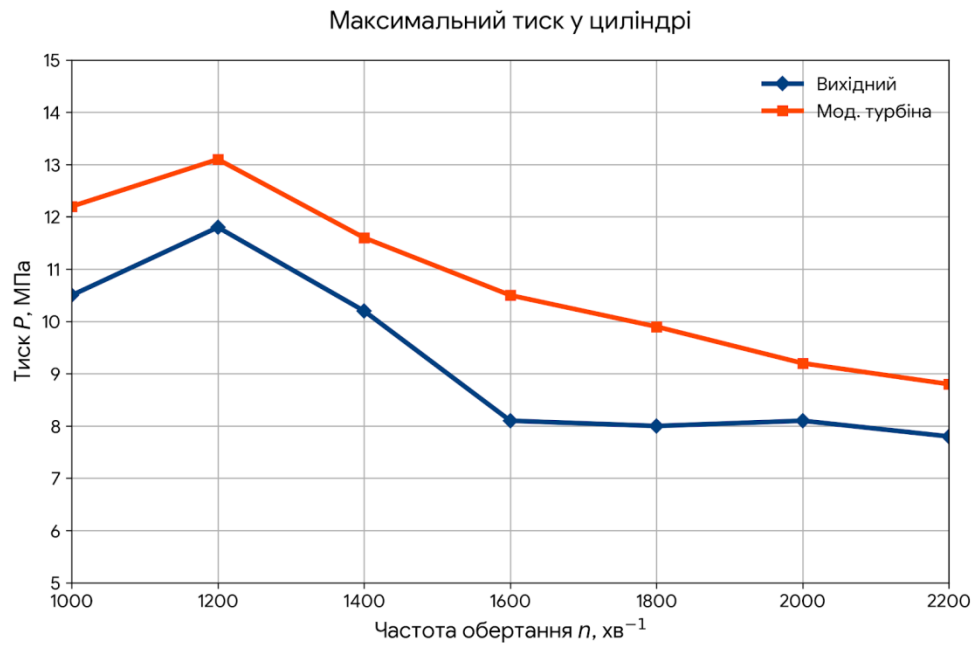


Рисунок 4.14 – Максимальний тиск у циліндрі

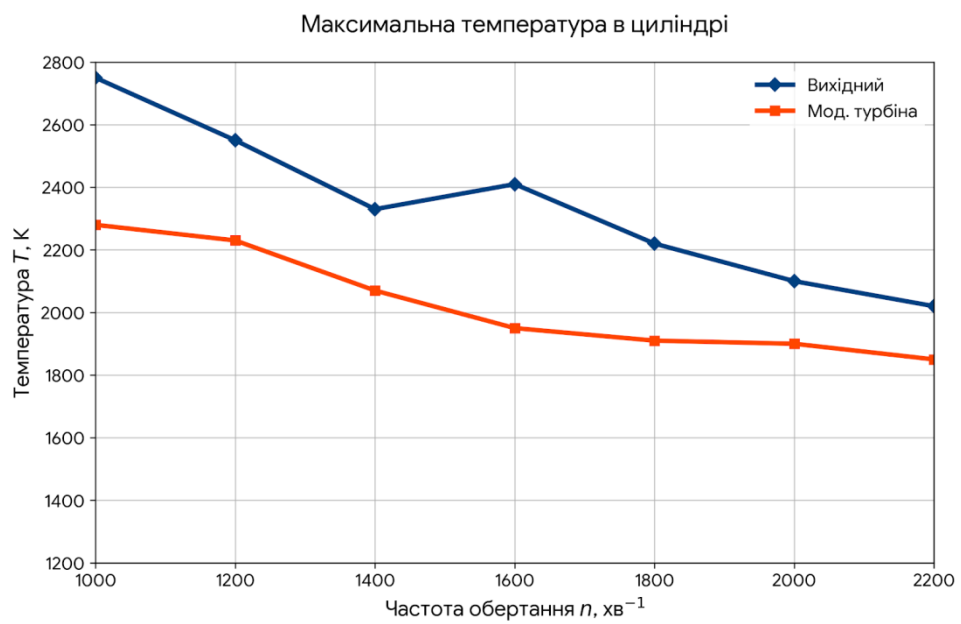


Рисунок 4.15 – Максимальна температура в циліндрі

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Завдання охорони праці і загальні вимоги техніки безпеки

Охорона праці - це система законодавчих, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Чинне в нашій країні законодавство з охорони праці виражається в правових, технічних, санітарно-гігієнічних нормах. Вихідним при цьому є положення, що здоров'я не тільки благо і щастя кожної людини, а й безцінне суспільне надбання. Тому першорядним справою є турбота кожної людини про його здоров'я. Організація охорони праці і техніки безпеки на виробництві грає важливу роль при досягненні цієї мети.

Якщо раніше виробнича праця мала переважно фізичний, мускульний характер, то зараз у зв'язку з науково-технічним прогресом він все більше інтелектуалізується. За рахунок техніки значно розширилися можливості людини і водночас зросли вимоги до безпеки праці.

У всіх виробничих та допоміжних приміщеннях необхідно передбачите вентиляцію. Під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідаю гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції - вилучити з приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже, тобто забезпечите в приміщеннях метеорологічні умови (температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря), що відповідають нормативним вимогам, а також виключити можливість вмісту в повітрі шкідливих речовин, які перевищують гранично допустим концентрації (ГДК)

Вентиляція може бути природна, штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно).

Необхідна чистота повітря у виробничих приміщеннях може бути досягнута шляхом:

- удосконалення технологічних процесів та устаткування, в результаті чого виключається або зменшується виділення шкідливих парів, газів та пилу в повітря виробничих приміщень;
- використання ефективної та надійної вентиляції.

Мікрокліматичні (метеорологічні) умови - параметри температури, відносно вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування та на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами. В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційна оцінка цих величин в залежності від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт за ступенем важкості та періоду року.

Оптимальними (комфортними) мікрокліматичними умовами вважаються так умови, при яких має місце найвища працездатність і хороше самопочуття. Допустим умови передбачають можливість напруженої роботи механізму терморегуляції, що ж виходить за межі можливостей організму, а також дискомфортні відчуття.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні дотримуватись. Джерелами вібрації в приміщеннях є машини з обертовими частинами (вентиляторні, насосні установки, електродвигуни, компресори тощо). В таких машинах виникають незрівноважені сили, котрі передаються будівельним конструкціям викликаючи їх вібрацію.

Вібрації будівельних конструкцій є причиною шуму в суміжних приміщеннях Тому розташування інженерного обладнання в приміщеннях вимагає вживання заходів щодо зниження вібрації будівельних конструкцій до величин, котрі забезпечують допустимий рівень шуму в приміщеннях.

Найбільш ефективним та технічно доцільним методом зниження вібрації будівельних конструкцій є зниження незрівноважених сил, тобто динамічних навантажень, котрі створюються машинами.

Динамічні навантаження, котрі виникають в машинах, можуть бути знижені наступними шляхами:

- ретельним динамічним балансуванням обертових частин агрегатів;
- центруванням муфтових з'єднань вентилятора або насоса з електродвигуном
- ліквідацією перекосів та великих зазорів у підшипниках;
- надійним закріпленням рознімних частин обладнання (кришок підшипників з'єднувальних фланців трубопроводів тощо).

Обладнання, котре створює значні динамічні навантаження, рекомендується; встановлювати на окремих фундаментах, не пов'язаних з каркасами будівель або в підвальних поверхах.

Якщо неможливо забезпечити необхідне зниження шуму, котрий виникає при робот машин, за допомогою наведених вище методів, тоді необхідно вдатись до віброізоляції.

В процесі трудової діяльності людина піддається впливу фізичних і хімічних небезпечних факторів, які можуть викликати небажані зміни стану його здоров'я, що прямо позначається на продуктивності праці і на виробництві. Продуктивність праці нерозривно пов'язана з умовами, в яких працює людина. Для підвищення його продуктивності потрібно ліквідувати монотонність праці, забезпечити здоров'я санітарно-гігієнічні умови праці, правильно розподілити робочий час і ін як тільки ці чинники вступають в дію, продуктивність праці значно збільшується, а травматизм зменшується.

Стан умов праці, при яких виключено вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів і є головне завдання охорони праці.

Перед початком роботи робітник повинен надіти встановлену для даного виду робіт спецодяг, взуття, головний убір і при необхідності захисні пристосування. Одяг повинен бути застебнутий на всі гудзики.

Робітник, приступаючи до виконання операцій на робочому місці, зобов'язаний перевірити наявність і справність захисних огорожень, інструменту і пристосувань, а так само надійність кріплення заземлюючих провідників.

Робочий зобов'язаний утримувати в чистоті і порядку робоче місце, не захаращувати проходів та проїздів, укласти заготовки вироби у відведених місцях.

Розбирати і збирати дрібні вузли на верстатах, а великогабаритні - на спеціальних стендах, до яких повинен бути забезпечений доступ з усіх боків. Виробництво разборочно-складальних робіт по підлозі забороняється.

При монтажі деталей користуватися переносними лампами напруги 36-12 В і застосовувати стійкі драбини, стійки, дерев'яні щитки, спеціальні підкладки та інші пристрої, що забезпечують безпеку під час монтажних робіт. Застосування випадкових підставок забороняється.

При розбиранні та складанні вузлів і механізмів застосовувати знімачі і пристосування, що забезпечують безпеку умов роботи. Знімачі не повинні мати тріщин, погнутих стрижнів або спотвореної форми робочої поверхні, зірваного і зім'ятого різьблення.

Забороняється подовжувати гайкові ключі приєднанням іншого ключа або труби, підкладати металеві пластини між гайкою і зевом ключа, і бити молоточком по ключу.

Вузли й деталі укласти на стелажі, з них важкі на нижні полиці. Забороняється укласти важкі деталі на край верстака або стелажа.

При користуванні підйомно-транспортними засобами: не піднімати вантаж, вага якого перевищує вантажопідйомність механізму; надійно і без перекосів кріпити вантаж не гаку; не залишати вантаж у піднятому стані.

Після закінчення зборки машини або агрегату перевірити: кріплення вузлів деталей, натяг ланцюгів і ременів; чи не залишилося в них деталей або інструменту.

Після закінчення роботи привести в порядок робоче місце, прибрати з верстака стружки, обрубки і тирсу; очистити і прибрати інструменти та

пристосування у встановлене місце. Обслуговувати машину можна тільки при гарантованій стійкості. Перед запуском обладнання і машин необхідно переконатися в тому, що пристосування і об'єкти, які випробовуються, перебувають у відповідному (безпечному) положенні. До роботи з використанням обладнання, механізмів, механізованого інструменту, приладів тощо, робітник допускається після вивчення їхньої будови і правил безпечної експлуатації.

Очищення і миття деталей мийними засобами слід виконувати у спеціальних ваннах і машинах. Зберігати мийні засоби, а також вогненебезпечні матеріали як гас, дизпаливо слід тільки в місцях, обладнаних для цієї мети. Робітник, який виконує миття деталей, складальних одиниць повинен бути в кислотостійкому фартусі, гумових чоботях і рукавицях, а в деяких випадках – у захисних окулярах, респіраторі (при готуванні мийних розчинів).

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека праці в надзвичайних ситуаціях включає розробку заходів реагування на можливі аварії, пожежі та викиди шкідливих речовин, що можуть виникнути в процесі ремонту та обслуговування автомобілів.

5.2.1 Класифікація надзвичайних ситуацій на АТП

Пожежі та вибухи спричинені витоком палива, мастильних матеріалів або використанням відкритого вогню.

Хімічне забруднення спричинене викидом парів бензину, вихлопних газів та інших шкідливих речовин.

Електричні аварії - це коротке замикання або пошкодження електрообладнання.

5.3 Розрахунок захисного заземлення

Захисне заземлення – це навмисне з'єднання з землею частин обладнання, які не знаходяться під напругою в нормальних умовах експлуатації, але можуть знаходитись під напругою в результаті порушення ізоляції електроустановки.

Конструктивними елементами захисного заземлення є заземлювачі (металеві провідники, які знаходяться в землі) і провідники, які з'єднують обладнання з заземлювачем.

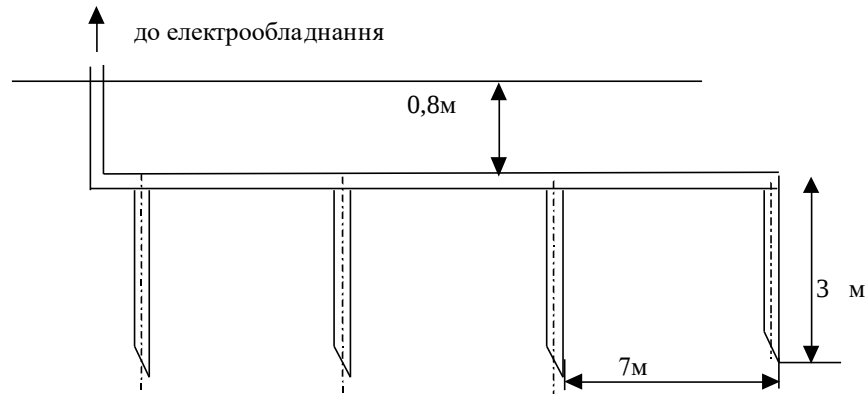


Рисунок 5.2 - Принципова схема захисного заземлення.

Необхідно розрахувати заземлюючий пристрій для заземлення електродвигуна при наступних вихідних даних:

- ґрунт – суглинок з питомим електричним опором $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- в якості заземлювачів прийнято сталеві труби діаметром $d = 0.08 \text{ м}$ і довжиною $l = 3 \text{ м}$, розміщені вертикально і з'єднані зварюванням сталевією штабою $35 \cdot 4 \text{ мм}$;
- споживана потужність електрообладнання $P = 7,5 \text{ кВт}$;
- потужність трансформатора $150 \text{ кВт} \cdot \text{А}$, допустимий по нормах опір заземлюючого пристрою $[r_3] \leq 6 \text{ Ом}$.

Розрахунок:

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача R_B по формулі:

$$R_B = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (5.1)$$

де t – відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d – довжина і діаметр стержневого заземлювача, м.

Розрахунковий питомий опір ґрунту

$$\rho_{розр} = \rho \cdot \psi, \quad (5.2)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності, який враховує можливість підвищення опору ґрунту на протязі року.

Приймаємо $\psi = 1.7$, для першої кліматичної зони, тоді

$$\rho_{розр} = \rho \cdot \psi = 100 \cdot 1.7 = 170 \text{ Ом}$$
$$R_{\pi} = \frac{170}{2\pi \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.08} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2.05 + 3}{4 \cdot 2.05 - 3} \right) = 42.4 (\text{Ом})$$

Визначаємо опір сталевій штаби, яка з'єднує стержневі заземлювачі

$$R_{\pi} = \left(\frac{\rho_{розр}}{2\pi \cdot l} \right) \cdot \ln \left(\frac{l^2}{dt} \right), \quad (5.3)$$

де l – довжина полоси, м;

$d=0.5b$ (b – ширина полоси, рівна 0.08 м).

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{розр}$ при використанні з'єднувальної штаби у вигляді горизонтального електрода довжиною 50 м. При довжині полоси 50 м, $\psi' = 5.9$, тоді

$$\rho'_{розр} = \rho \psi = 100 \cdot 5.9 = 590 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$
$$R_{\pi} = \frac{590}{2\pi \cdot 50} \ln \frac{50^2}{0.04 \cdot 0.8} = 21 \text{ Ом}$$

Визначаємо орієнтовне число n одиночних стержневих заземлювачів по формулі

$$n = \frac{R_B}{[r3] \cdot \eta_B} = \frac{42.4}{6 \cdot 1} = 7_{шт},$$

де $[r3]$ – допустимий по нормах опір заземлюючого пристрою,

η_A – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (прийmemo його рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між суміжними заземлювачами, рівною 21. З довідника знайдемо дійсні значення коефіцієнтів використання η_B та η_Γ , виходячи з прийнятої схеми розміщення вертикальних заземлювачів, $\eta_B = 0.66$, $\eta_\Gamma = 0.39$.

Визначаємо необхідне число вертикальних заземлювачів

$$n = \frac{R_B}{[r3]\eta_B} = \frac{42.4}{6 \cdot 0.66} = 11шт$$

Визначаємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної штаби

$$R = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_\Gamma \eta_\Gamma + R_\Gamma \eta_\Gamma n} = \frac{42.4 \cdot 21}{42.4 \cdot 0.39 + 21 \cdot 0.66 \cdot 11} = 3.27 Ом$$

Правильно розрахований заземлюючий пристрій повинен відповідати умові $R \leq [r3]$. Розрахунок виконано вірно, так як $3.27 < 6$.

ВИСНОВКИ

Провівши аналіз було доведено необхідність, технічну можливість та економічну доцільність створення спеціалізованої ділянки ТО і ремонту на базі АТП, орієнтованої на обслуговування важких вантажних автомобілів Renault Magnum.

Виявлено, що існуюча універсальна виробничо-технічна база не відповідає вимогам обслуговування складних електронних гальмівних систем (EBS/ABS), що призводить до високих експлуатаційних витрат та ризиків безпеки.

Розроблено конструкцію комплексного діагностично-регулювального стенду (КДРС), який є центральним елементом модернізації. Технічні розрахунки підтвердили, що КДРС (з динамометром 350 кВт та тензодатчиками 100 кН) забезпечує повний функціонал для одночасного тестування гальм та вимірювання потужності двигуна.

Спроектовано технологічний процес, що базується на точній діагностиці. Розрахункова чисельність виробничих робітників становить 2 особи, що підтверджує раціональне використання трудових ресурсів на одному спеціалізованому посту.

Проектом обґрунтовано інженерне рішення, яке виходить за межі стандартного ремонту ГС, а саме - корегування робочих характеристик двигунів через оптимізацію блоку керування (ECU). КДРС виступає ключовим інструментом верифікації цих змін, дозволяючи:

- Об'єктивно виміряти приріст крутного моменту та потужності.
- Контролювати безпечні параметри двигуна (EGT, тиск наддуву) під час навантажувальних тестів.
- Досягти економічного ефекту, пов'язаного зі зниженням питомої витрати палива (прогнозована економія 1-3%), що безпосередньо підвищує рентабельність вантажоперевезень.

Сумарні капітальні витрати на реалізацію проекту становлять 1 140 000 грн. Завдяки скороченню простоїв, зниженню кількості помилкових замін запчастин та економії палива, річний економічний ефект становить 510 000 грн.

Найважливіший економічний показник – термін окупності, що складає лише 2.24 роки, що є високим показником інвестиційної привабливості.

Таким чином, даний проєкт є економічно вигідним, технічно обґрунтованим та має високу практичну значущість для АТП, яке прагне оптимізувати витрати та підвищити надійність експлуатації свого парку автомобілів Renault Magnum Trucks.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков, О.О. Сасов – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
3. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: підручник / О.А. Лудченко. – Київ: Знання-Прес, 2007. – 527с.
4. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисликов, В.В. Лущик – К.: Либідь, 2016. – 400 с.
5. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. / О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов. – К.: Грамота, 2005.
6. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / І.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, В.З. Гудь, М.Я. Сташків, М.Д. Сіправська – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 550 с.
7. Основи технічного сервісу транспортних засобів / Є.Ю. Форнальчик, Р.Я. Качмар. – Львівська політехніка, 2017 – 324 с.
8. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю.Ю. Кукурудзяк, В.В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
9. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.
10. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня "магістр" всіх спец. денної та заочної (дистанційної) форм навч. / В.С. Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

11. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисляков, В.В. Лущик. – Київ: Либідь, 2000. – 400 с.
12. Технологічне проектування автотранспортних підприємств / В.З. Докуніхін, Н.Ф. Кущевська, В.В. Малишев/ – Видавництво: Університет "Україна", 2021.– 146 с.
13. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / С.І. Андрусенко, В.О. Білецький, П.І. Бортницький; за ред. проф. С.І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
14. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луцків, У.М. Плекан, В.М. Клендій - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
16. 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.
17. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .
18. Основи проектування турбокомпресорів : навчальний посібник / Г.А. Бондаренко, В. М. Бага. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 203 с.
19. Двигуни внутрішнього згоряння : підручник : у 6 т. Т. 1 : Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А.П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов та ін. ; за ред. А. П. Марченка. – Харків : Прапор, 2004. – 384 с.
20. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : підручник / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський ; за ред. М. П. Гандзюка. – 5-те вид. – К. : Каравела, 2011. –384 с.
21. Renault Magnum (Type AE/E-Tech/DXi). Ремонт та технічне обслуговування : навчальний посібник. – К. : Автомайстер, 2012. – 560 с.
22. Інтернет ресурси.