

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР. АТ-050.00.00.000 ПЗ

Група АТ-22-1

Володимир БАБАК

2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки і робототехніки
Кафедра Автомобільного транспорту

Бабак Володимир Олександрович.

УДК 629.1

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Сучасні технології збільшення потужності автомобільних двигунів
на станції технічного обслуговування No Limit

Автомобільний транспорт

274 – Автомобільний транспорт

Студент _____ Бабак Володимир Олександрович

Науковий керівник _____ Микитій Іван Михайлович, д.ф.

Допущено до захисту

завідувач кафедри автомобільного транспорту

доц., д.ф. _____ М.М. Гнип

Рецензент

професор каф. _____ Ф.В. Козак

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

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут: інженерної механіки і робототехніки

Кафедра: автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: 274 “Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувач кафедри АТ

доц., д.ф. Марія ГНИП

“ ”
_____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Студенту

Бабаку Володимиру Олександровичу

1 Тема роботи: Сучасні технології збільшення потужності автомобільних двигунів на станції технічного обслуговування No Limit

керівник проекту (роботи) Микитій І. М., д.ф.

Затверджена наказом ректора університету від “№ 75 / 8 від 02.06.2026 ”

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 18.06.2026 р.

3 Вихідні дані до роботи 1. На основі літературних джерел дослідити сучасні технології збільшення потужності автомобільних двигунів.

Зміст розрахунково пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) 1 Огляд літератури та сучасних технологій. 2 Експлуатаційна частина.

3 Технологічний розрахунок. 4 Технологічний план СТО No Limit. 5 Технічний проект ділянки. 6 Технологія збільшення потужності двигунів. 7 Методи удосконалення процесів сто. 8 Конструкторська частина. 9 Економічна частина.

Висновок.

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

6. Консультанти з проєкту (роботи), із зазначенням розділів проєкту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	д.т.н. проф. Криштопа С.І.		

7. Дата видачі завдання “ ” 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури та сучасних технологій	10.05.2026	Виконано
2	Експлуатаційна частина	15.05.2026	Виконано
3	Технологічний розрахунок	20.05.2026	Виконано
4	Технологічний план СТО <i>No Limit</i>	25.05.2026	Виконано
5	Технічний проєкт дільниці	02.06.2026	Виконано
6	Технологія збільшення потужності двигунів	04.06.2026	Виконано
7	Методи удосконалення процесів	06.06.2026	Виконано
8	Конструкторська частина	08.06.2026	Виконано
9	Економічна частина	12.06.2026	Виконано
	Висновки	17.06.2026	Виконано

Студент

Віталій ГОС
(підпис) (розшифрування підпису)

Керівник роботи

Іван МИКИТІЙ
(підпис) (розшифрування підпису)

АНОТАЦІЯ

Бабак В.О.

Тема роботи: Сучасні технології збільшення потужності автомобільних двигунів на станції технічного обслуговування *No Limit*.

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт».

Заклад освіти Івано-Франківський національний технічний університету нафти і газу.

Івано-Франківськ, 2026 рік.

Робота містить 51 сторінок, 15 таблиць, 1 рисунок, список літератури з 14 найменувань.

У дипломній роботі розглянуто питання удосконалення процесів тюнінгу та випробування автомобільних двигунів на базі СТО *No Limit*. Основна увага приділена розробці та модернізації обладнання для підвищення ефективності роботи турбонаддуву та систем охолодження.

У конструкторській частині запропоновано:

- модернізовану систему охолодження інтеркулерів із сенсорами температури та тиску для контролю ефективності роботи;
- стенд із примусовим обдувом, що забезпечує реалістичні умови експлуатації двигуна та запобігає його перегріву;
- інтеграцію цифрових технологій (CFD-моделювання, системи моніторингу) у виробничий процес.

В економічній частині проведено аналіз витрат і вигод, розраховано термін окупності інвестицій та рентабельність. Встановлено, що впровадження нових технологій є фінансово доцільним: термін окупності складає **3 роки**, рентабельність інвестицій – **100%**, а прогнозоване зростання доходів – **20–25%**. У результаті роботи доведено, що застосування сучасних інженерних та економічних рішень забезпечує:

- підвищення продуктивності та надійності двигунів;
- достовірність результатів стендових випробувань;
- конкурентоспроможність СТО *No Limit* на ринку автомобільних послуг.

Ключові слова: тюнінг двигунів, інтеркулер, система охолодження, стенд з примусовим обдувом, CFD-моделювання, економічна ефективність, конкурентоспроможність.

ABSTRACT

Babak V.O.

Topic of the work: Modern technologies for increasing the power of automobile engines at the No Limit service station.

Specialty 274 "Automobile transport".

Educational institution Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas.
Ivano-Frankivsk, 2026.

The work contains 51 pages, 15 tables, 1 figures, a list of references with 14 titles.

The thesis considers the issue of improving the tuning processes and testing of automobile engines based on the No Limit service station. The main attention is paid to the development and modernization of equipment to increase the efficiency of turbocharging and cooling systems.

The design part proposes:

- a modernized intercooler cooling system with temperature and pressure sensors to control the efficiency of operation;
- a stand with forced air, which provides realistic engine operating conditions and prevents its overheating;
- integration of digital technologies (CFD modeling, monitoring systems) into the production process.

In the economic part, a cost-benefit analysis was conducted, the payback period of investments and profitability were calculated. It was established that the implementation of new technologies is financially feasible: the payback period is 3 years, the return on investments is 100%, and the projected growth in income is 20–25%.

As a result of the work, it was proven that the use of modern engineering and economic solutions ensures:

- increased engine performance and reliability;
- reliability of bench test results;
- competitiveness of No Limit service stations in the automotive services market.

Keywords: engine tuning, intercooler, cooling system, forced air bench, CFD modeling, economic efficiency, competitiveness.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Огляд літератури та сучасних технологій	10
2 Експлуатаційна частина	14
3 Технологічний розрахунок	18
4 Технологічний план СТО <i>No Limit</i>	24
5 Технічний проект ділянки.....	30
6 Технологія збільшення потужності двигунів.....	33
7 Методи удосконалення процесів.....	37
8 Конструкторська частина.....	39
9 Економічна частина	49
Висновки.....	50
Перелік посилань на джерела.....	51
ДОДАТОК А	52
ДОДАТОК Б	53
ДОДАТОК В	54
Презентація.....	55

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ						
Змін.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Бабак В.В.			Сучасні технології збільшення потужності автомобільних двигунів на станції технічного обслуговування No Limit.	Літ.		Арк.	Акрушів		
Перевір.		Микитій І.М.						6	51		
Реценз.						ІФНТУНГ, АТ-22-1					
Н. контр.		Криштопа С.І									
Затверд.		Гнип М.М.									

Вступ

Автомобільний транспорт є одним із ключових елементів сучасної економіки та соціальної інфраструктури, забезпечуючи мобільність населення та ефективність господарських процесів. З кожним роком кількість транспортних засобів зростає, їх конструкції стають складнішими, а вимоги до потужності, безпеки та екологічності – жорсткішими. Це зумовлює необхідність впровадження сучасних технологій, спрямованих на підвищення експлуатаційних характеристик автомобільних двигунів.

Станції технічного обслуговування (СТО) відіграють провідну роль у підтриманні працездатності транспортних засобів та реалізації інноваційних рішень у сфері модернізації двигунів. В умовах конкурентного ринку важливим є не лише забезпечення високої якості робіт, але й застосування новітніх технологій, які дозволяють збільшити потужність двигунів, оптимізувати їх роботу та підвищити економічну ефективність підприємства.

Актуальність теми

Зростання вимог до потужності та ефективності автомобільних двигунів є одним із ключових напрямів розвитку сучасного автомобілебудування та сервісного обслуговування. Сучасні транспортні засоби повинні забезпечувати не лише високі динамічні характеристики, але й відповідати жорстким стандартам безпеки та екологічності. Це зумовлює необхідність впровадження новітніх технологій діагностики, модернізації та оптимізації роботи двигунів.

Станції технічного обслуговування, зокрема *No Limit*, відіграють важливу роль у реалізації цих завдань, адже саме вони забезпечують практичне застосування сучасних методів збільшення потужності двигунів. Використання інноваційних рішень дозволяє не лише підвищити експлуатаційні характеристики автомобілів, але й зміцнити конкурентні позиції підприємства на ринку автомобільних послуг.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, актуальність теми полягає у необхідності дослідження та впровадження сучасних технологій збільшення потужності автомобільних двигунів, що сприятиме розвитку автомобільної сфери, задоволенню потреб клієнтів та економічній ефективності СТО.

Мета роботи – удосконалення організації та впровадження сучасних технологій збільшення потужності автомобільних двигунів на станції технічного обслуговування *No Limit*, що забезпечить підвищення експлуатаційних характеристик транспортних засобів, економічну ефективність та конкурентоспроможність підприємства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз сучасних технологій збільшення потужності автомобільних двигунів та оцінити їх ефективність.
2. Дослідити організацію роботи СТО *No Limit* та визначити основні проблеми виробничих процесів.
3. Виконати технологічний розрахунок трудомісткості робіт та потреби у виробничих ресурсах.
4. Розробити технологічний план підприємства та проект окремої ділянки для виконання робіт з модернізації двигунів.
5. Описати організацію процесів технічного обслуговування та технологію збільшення потужності двигунів.
6. Запропонувати методи удосконалення виробничих процесів із використанням сучасних технологій діагностики та автоматизації.
7. Виконати конструкторську частину з розробкою або модернізацією обладнання для тюнінгу двигунів.
8. Здійснити економічне обґрунтування запропонованих рішень та оцінити їх вплив на конкурентоспроможність СТО *No Limit*.

Об'єкт дослідження – процеси технічного обслуговування та модернізації автомобільних двигунів на станції технічного обслуговування *No Limit*.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Предмет дослідження – сучасні технології збільшення потужності автомобільних двигунів (чіп-тюнінг, встановлення турбонаддуву, оптимізація систем упорскування та вихлопу), а також організація виробничих процесів на СТО *No Limit*, що забезпечують їх ефективне впровадження.

СТО No Limit є сучасним підприємством, що спеціалізується на діагностиці, технічному обслуговуванні та модернізації автомобільних двигунів. Основний напрям діяльності – впровадження технологій збільшення потужності двигунів, чіп-тюнінг та оптимізація експлуатаційних характеристик транспортних засобів.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Основні класичні методи

1. Оптимізація впускної системи

- **Спортивні повітряні фільтри** – зменшують опір потоку повітря, покращують наповнення циліндрів.
- **Полірування впускних каналів** – знижує турбулентність і втрати потоку.

2. Модернізація випускної системи

- **Спортивний вихлоп** – зменшує опір відтоку газів, підвищує ефективність згоряння.
- **Видалення каталізатора (де дозволено)** – знижує опір, але має екологічні ризики.

3. Збільшення ступеня стиснення

- Використання тонших прокладок або обробка головки блоку циліндрів.
- Підвищує коефіцієнт корисної дії двигуна, але вимагає **палива з високим октановим числом**.

4. Збільшення робочого об'єму

- **Заміна поршнів і циліндрів** для збільшення діаметра або ходу поршня.
- Дозволяє отримати більше крутного моменту та потужності.

5. Турбонаддув і компресори

- **Турбокомпресор** – використовує енергію вихлопних газів для нагнітання повітря.
- **Механічний компресор** – приводиться від колінчастого вала, забезпечує стабільний наддув.

6. Використання палива та мастил

- **Бензин із високим октановим числом** – дозволяє уникнути детонації при високому ступені стиснення.
- **Мастила з низькою в'язкістю** – зменшують втрати на тертя.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

7. Чіп-тюнінг (класичний програмний метод)

- Перепрограмування ЕБУ для оптимізації подачі палива та запалювання.
- Дає приріст потужності на **10–20%** залежно від типу двигуна.

Таблиця 1.1 Переваги та ризики

Метод	Переваги	Ризики
Впуск/випуск	Простота, доступність	Невеликий приріст потужності
Ступінь стиснення	Підвищення ККД	Потреба у високоякісному паливі
Збільшення об'єму	Значний приріст потужності	Висока вартість, складність
Турбонаддув	Великий приріст потужності	Підвищене навантаження на двигун
Чіп-тюнінг	Швидкий і дешевий спосіб	Ризик неправильного налаштування

Класичні методи підвищення потужності двигунів охоплюють як **механічні доопрацювання** (впуск, выпуск, турбонаддув, збільшення об'єму), так і **програмні рішення** (чіп-тюнінг). Вибір конкретного методу залежить від конструкції двигуна, бюджету та вимог до надійності й екологічності.

Сучасні технології збільшення потужності двигунів

1. Турбонаддув

- Використання турбокомпресорів дозволяє значно збільшити кількість повітря, що надходить у циліндри.
- Це забезпечує більш ефективне згоряння паливно-повітряної суміші та приріст потужності до 30–50%.
- Сучасні системи оснащуються інтеркулерами для охолодження повітря та електронним керуванням наддувом.

2. Чіп-тюнінг

- Перепрограмування електронного блоку управління (ЕБУ) для оптимізації подачі палива, запалювання та роботи турбіни.
- Дозволяє підвищити потужність на 10–20% без механічних змін у двигуні.
- Використовується як найбільш доступний і швидкий метод модернізації.

3. Системи прямого упорскування палива

- Забезпечують точне дозування палива безпосередньо у камеру згоряння.
- Підвищують ефективність згоряння, зменшують витрати палива та викиди шкідливих речовин.
- У поєднанні з турбонаддувом дозволяють отримати високу питому потужність двигуна.

4. Гібридні рішення

- Поєднання роботи двигуна внутрішнього згоряння з електродвигуном.
- Електродвигун забезпечує додатковий крутний момент при розгоні, знижує навантаження на ДВЗ та економить паливо.
- Використання систем рекуперації енергії дозволяє підвищити загальну ефективність автомобіля.

Сучасні технології збільшення потужності двигунів поєднують **механічні рішення (турбонаддув, пряме упорскування)** та **програмні методи (чіп-тюнінг)**, а також інтеграцію **гібридних систем**. Їх застосування дозволяє одночасно підвищити динаміку автомобіля, знизити витрати палива та відповідати сучасним екологічним стандартам.

Порівняння ефективності різних методів.

Ось приклад узагальненого порівняння ефективності різних методів збільшення потужності автомобільних двигунів:

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Таблиця 1.2 Порівняння ефективності методів

Метод	Принцип дії	Приріст потужності	Переваги	Недоліки
Турбонаддув	Нагнітання додаткового повітря у циліндри	+30–50%	Значний приріст потужності, ефективність у поєднанні з прямим упорскуванням	Підвищене навантаження на двигун, потреба у якісному охолодженні
Чіп-тюнінг	Перепрограмування ЕБУ для оптимізації подачі палива та запалювання	+10–20%	Доступність, швидке впровадження, без механічних змін	Ризик неправильного налаштування, можливе зниження ресурсу двигуна
Пряме упорскування	Впорскування палива безпосередньо у камеру згоряння	+15–25%	Висока точність дозування, економія палива, зниження викидів	Складність системи, висока вартість обслуговування
Гібридні рішення	Додатковий електродвигун забезпечує крутний момент	+20–40% (у сумі з ДВЗ)	Економія палива, екологічність, покращення динаміки	Висока вартість, складність конструкції, потреба у спеціальному сервісі

Висновок:

- **Турбонаддув** забезпечує найбільший приріст потужності, але потребує ретельного контролю та обслуговування.
- **Чіп-тюнінг** – найшвидший і доступний метод, проте його ефективність обмежена.
- **Пряме упорскування** поєднує приріст потужності з економічністю та екологічністю, але вимагає дорогого обладнання.
- **Гібридні рішення** є перспективними, адже дозволяють одночасно підвищити потужність і знизити витрати палива, проте їх впровадження потребує значних інвестицій.

2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика автомобільних двигунів, що обслуговуються на СТО No Limit.

Станція технічного обслуговування *No Limit* спеціалізується на діагностиці, ремонті та модернізації автомобільних двигунів різних типів і виробників. Основну частку клієнтів становлять власники легкових автомобілів середнього та преміум-класу, які прагнуть підвищити потужність, динаміку та ефективність своїх транспортних засобів.

Типи двигунів, що обслуговуються

- **Бензинові двигуни** — атмосферні та турбовані, об'ємом від 1.2 до 3.5 л. Найчастіше це двигуни марок *Volkswagen, BMW, Audi, Toyota, Ford*.
- **Дизельні двигуни** — з системами *Common Rail* та турбонаддувом, об'ємом від 1.6 до 3.0 л. Використовуються у легкових і комерційних автомобілях (*Mercedes-Benz, Renault, Peugeot, Volkswagen*).
- **Гібридні силові установки** — поєднання ДВЗ і електродвигуна, що потребують спеціалізованої діагностики та налаштування систем керування.

Таблиця 1.3 Основні характеристики двигунів

Параметр	Середнє значення	Примітка
Потужність	80–250 к.с.	Залежно від типу двигуна та ступеня модернізації
Крутний момент	150–400 Н·м	Визначає динаміку автомобіля
Робочий об'єм	1.2–3.5 л	Найпоширеніші двигуни серед клієнтів СТО
Тип наддуву	Атмосферний / Турбонаддув	Турбонаддув переважає у 60% випадків
Система упорскування	MPI / GDI / Common Rail	Використовуються сучасні системи прямого упорскування
Паливо	Бензин / Дизель / Гібрид	Залежно від моделі автомобіля

Особливості обслуговування

- Використання **комп'ютерної діагностики** для визначення параметрів роботи двигуна.
- Проведення **чіп-тюнінгу** для оптимізації програмного забезпечення ЕБУ.
- Модернізація систем турбонаддуву та упорскування палива.
- Застосування **високоякісних мастильних матеріалів** та компонентів для забезпечення надійності.

Двигуни, що обслуговуються на СТО *No Limit*, характеризуються високим рівнем технологічності, широким діапазоном потужності та різноманітністю конструкцій. Це потребує використання сучасного діагностичного обладнання, кваліфікованого персоналу та індивідуального підходу до кожного автомобіля.

2.2 Типові проблеми та потреби клієнтів

Клієнти станції технічного обслуговування *No Limit* — це переважно власники сучасних легкових автомобілів, які прагнуть підвищити потужність, динаміку та надійність своїх транспортних засобів. Їхні запити формуються з урахуванням як технічних, так і експлуатаційних аспектів.

Основні проблеми, з якими звертаються клієнти

- **Зниження потужності двигуна** через знос деталей, забруднення систем упорскування або некоректну роботу турбіни.
- **Нестабільна робота двигуна** — пропуски запалювання, коливання обертів, підвищена витрата палива.
- **Помилки в електронних системах управління (ЕБУ)**, що потребують діагностики та перепрограмування.
- **Проблеми з турбонаддувом** — зниження тиску наддуву, шум, перегрів або вихід з ладу компресора.
- **Збільшення витрат палива** через неефективну роботу систем упорскування або забруднення фільтрів.
- **Потреба у модернізації** — встановлення турбіни, інтеркулера, спортивного вихлопу, або проведення чіп-тюнінгу.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Типові потреби клієнтів

- Підвищення потужності та крутного моменту двигуна без шкоди для ресурсу.
- Оптимізація витрати палива та покращення екологічних показників.
- Підвищення динаміки автомобіля (швидкість розгону, реакція на педаль газу).
- Встановлення сучасних систем діагностики та управління двигуном.
- Індивідуальний підхід до налаштування параметрів роботи двигуна.
- Гарантія якості виконаних робіт і безпечність модернізації.

Клієнти СТО *No Limit* орієнтовані на **покращення технічних характеристик автомобіля**, збереження його надійності та комфорту експлуатації. Основні запити пов'язані з **підвищенням потужності, економічністю та стабільністю роботи двигуна**, що визначає напрям розвитку підприємства — впровадження сучасних технологій діагностики, тюнінгу та модернізації.

2.3 Основні вимоги до безпеки та екологічності при збільшенні потужності

Збільшення потужності автомобільних двигунів повинно здійснюватися з урахуванням вимог безпеки та екологічних норм.

Технічна безпека:

Використання сертифікованого обладнання та програмного **забезпечення** – гарантує точність діагностики, коректність налаштувань та мінімізує ризик аварійних ситуацій.

- **Контроль температурних режимів двигуна, систем охолодження та мастила** – запобігає перегріву, зносу деталей та виходу з ладу турбонаддувних систем.

- **Захист від перевантажень і детонації** – реалізується через датчики тиску, температури та системи аварійного відключення, що забезпечує стабільну роботу двигуна навіть при підвищених навантаженнях.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Екологічність:

- **Відповідність нормам викидів (Euro-5, Euro-6)** Забезпечення роботи двигуна у межах міжнародних стандартів токсичності відпрацьованих газів. Це включає контроль рівня CO, NOx, HC та твердих частинок.

- **Використання сучасних систем каталізаторів та фільтрів сажі** Каталітичні нейтралізатори зменшують концентрацію шкідливих газів, а фільтри сажі (DPF) уловлюють тверді частинки, що утворюються при згорянні дизельного палива.

- **Оптимізація паливної суміші для зменшення токсичних викидів** Використання систем прямого упорскування та електронного керування дозволяє точно дозувати паливо, забезпечуючи повніше згорання та зниження утворення шкідливих компонентів.

Організаційні заходи:

- **Проведення регулярної діагностики після модернізації** Забезпечує контроль технічного стану двигуна, своєчасне виявлення можливих відхилень та підтвердження відповідності параметрів безпеки й екологічності.
- **Навчання персоналу щодо безпечної роботи з високонавантаженими двигунами** Підвищує кваліфікацію працівників, зменшує ризик аварійних ситуацій та забезпечує правильне використання сучасних технологій.
- **Використання екологічно безпечних матеріалів та мастил** Знижує негативний вплив на довкілля, підвищує ресурс двигуна та відповідає міжнародним стандартам екологічності.

Організаційні заходи є невід'ємною частиною процесу збільшення потужності двигунів. Вони гарантують не лише ефективність модернізації, але й безпечність експлуатації автомобіля та відповідність екологічним нормам.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Для забезпечення ефективної роботи СТО *No Limit* при виконанні робіт із збільшення потужності двигунів необхідно провести технологічний розрахунок.

3.1 Основні етапи розрахунку:

1. Вихідні дані

- Кількість постів: 3
- Кількість працівників: 6 (по 2 на кожен пост)
- Кількість автомобілів за зміну: $Q_{зм}=6$
- Фонд робочого часу одного працівника за зміну: $F_{зм}=8$ год

2. Трудомісткість робіт (на один автомобіль)

- Діагностика: $t_1=1,5 \text{ год} \times 2=3 \text{ люд. -год}$
- Чіп-тюнінг: $t_2=2,0 \text{ год} \times 1=2 \text{ люд. -год}$
- Встановлення турбонаддуву: $t_3=7,0 \text{ год} \times 2=14 \text{ люд. -год}$
- Модернізація системи упорскування: $t_4=4,0 \text{ год} \times 2=8 \text{ люд. -год}$
- Випробування: $t_5=1,0 \text{ год} \times 2=2 \text{ люд. -год}$

Загальна трудомісткість на один автомобіль:

$$T_{\text{авто}}=3+2+14+8+2=29 \text{ люд. -год}$$

3 Трудомісткість за зміну

$$T_{зм}=T_{\text{авто}} \cdot Q_{зм}=29 \cdot 6=174 \text{ люд. -год}$$

4. Необхідна кількість працівників

$$N_{\text{пр}} \frac{T_{зм}}{F_{зм}} = \frac{174}{8} = 22 \text{ працівники}$$

Для виконання повного комплексу робіт (діагностика, чіп-тюнінг, встановлення турбонаддуву, модернізація системи упорскування та випробування) на 6 автомобілях за зміну потрібно близько 22 працівників. Це означає, що при наявності лише 6 працівників на 3 постах підприємство може виконати частину робіт або обслуговувати меншу кількість автомобілів за зміну.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Комплекс робіт

Вид робіт	Тривалість, год	Кількість виконавців	Трудовісткість, люд.-год	Примітка
Діагностика двигуна	1,5	2	3,0	Виконується двома працівниками
Чіп-тюнінг	2,0	1	2,0	Один спеціаліст
Встановлення турбонаддуву	7,0	2	14,0	Два працівники
Модернізація системи упорскування	4,0	2	8,0	Два працівники
Випробування після модернізації	1,0	2	2,0	Два працівники
Разом на один автомобіль	—	—	29,0	—

Для виконання повного комплексу робіт на 6 автомобілях за зміну потрібно близько **22 працівників**. При наявності лише 6 працівників на 3 постах СТО *No Limit* може виконати лише частину робіт або обслуговувати меншу кількість автомобілів за зміну.

3.2 Визначення потреби у виробничих ресурсах

Обладнання

- **Комп'ютерні діагностичні стенди (OBD-II, газоаналізатори)** – для зчитування кодів помилок, аналізу складу відпрацьованих газів та контролю роботи систем упорскування.
- **Програмне забезпечення для чіп-тюнінгу та налаштування ЕБУ** – забезпечує оптимізацію параметрів роботи двигуна, корекцію паливних карт та контроль над турбонаддувом.
- **Турбокомпресори, інтеркулери та допоміжні системи** – використовуються для модернізації двигунів, підвищення потужності та ефективності згоряння.

- **Випробувальні стенди для контролю потужності та крутного моменту** – дозволяють перевірити результати модернізації та підтвердити відповідність технічним вимогам.

- **Вимірювальні прилади (датчики тиску, температури, витрати палива)** – застосовуються для точного контролю параметрів роботи двигуна під час діагностики та випробувань.

Інструменти

- **Набори спеціалізованого слюсарного та монтажного інструменту** – динамометричні ключі, знімачі підшипників, пристрої для регулювання клапанів, що забезпечують точність і безпеку монтажних робіт.

- **Пристрої для демонтажу та встановлення систем упорскування** – спеціальні стенди та інструменти для роботи з паливними рампами, форсунками та насосами високого тиску.

- **Оснащення для роботи з системами охолодження та мастила** – обладнання для перевірки герметичності, заміни рідин та контролю температурних режимів.

- **Засоби контролю герметичності та тиску** – манометри, вакуумні тестери, датчики для перевірки систем наддуву та паливоподачі.

Персонал

6 працівників на 3 постах (по 2 на кожен).

1 майстер-приймальник для роботи з клієнтами.

1 інженер-технолог для контролю якості та безпеки.

За потреби – спеціаліст з електронних систем та програмного забезпечення.

Таблиця 3.2 «Потреба у виробничих ресурсах»

Категорія	Конкретні ресурси	Кількість	Примітка
Обладнання	Діагностичні стенди	2–3	Для одночасної роботи на кількох постах

Категорія	Конкретні ресурси	Кількість	Примітка
Обладнання	Програмне забезпечення для ЕБУ	1 ліцензія	Використовується інженером-технологом
Інструменти	Набори монтажного інструменту	3 комплекти	По одному на кожен пост
Інструменти	Вимірювальні прилади	5–6	Для контролю параметрів двигуна
Персонал	Працівники технічних постів	6	По 2 на кожен пост
Персонал	Майстер-приймальник	1	Координація роботи з клієнтами
Персонал	Інженер-технолог	1	Контроль якості та безпеки

Для ефективної роботи СТО *No Limit* при збільшенні потужності двигунів необхідно забезпечити достатню кількість діагностичного обладнання, спеціалізованих інструментів та кваліфікованого персоналу. Це дозволяє виконувати роботи якісно, швидко та з дотриманням вимог безпеки й екологічності.

3.3 Енергетичні та економічні показники

Енергетичні показники

- **Споживання електроенергії діагностичним обладнанням:** 5–7 кВт·год на один автомобіль.
- **Витрати палива при випробуваннях:** 2–3 л на автомобіль (залежно від типу двигуна).
- **Використання мастильних матеріалів:** 0,5–1,0 л на автомобіль після модернізації.
- **Середнє навантаження на електромережу СТО:** 25–30 кВт при одночасній роботі трьох постів.

Економічні показники

- **Собівартість робіт на один автомобіль:** 3 500–5 000 грн (включає матеріали та оплату праці).

- **Середня вартість модернізації для клієнта:** 6 000–8 000 грн (залежно від комплексу робіт).
- **Рентабельність підприємства:** 20–25% за рахунок оптимізації процесів та використання сучасного обладнання.
- **Термін окупності інвестицій у обладнання:** 2–3 роки при середньому навантаженні СТО.

Таблиця 3.3 «Енергетичні та економічні показники»

Показник	Значення	Примітка
Споживання електроенергії	5–7 кВт·год/авто	Діагностика та налаштування
Витрати палива	2–3 л/авто	Випробування після модернізації
Використання мастильних матеріалів	0,5–1,0 л/авто	Заміна після робіт
Собівартість робіт	3 500–5 000 грн/авто	Матеріали + праця
Вартість для клієнта	6 000–8 000 грн/авто	Повний комплекс модернізації
Рентабельність	20–25%	Оптимізація процесів
Окупність обладнання	2–3 роки	При середньому навантаженні

Енергетичні та економічні показники підтверджують доцільність модернізації двигунів на СТО *No Limit*. Використання сучасного обладнання та оптимізація процесів дозволяють забезпечити високу якість робіт, економічну вигоду для підприємства та конкурентоспроможність на ринку.

Висновок: У результаті проведеного технологічного розрахунку було визначено:

Трудомісткість робіт при модернізації двигунів становить у середньому 29 люд.-год на один автомобіль, що дозволяє оцінити навантаження на персонал та виробничі потужності СТО *No Limit*.

Потреба у виробничих ресурсах включає сучасне діагностичне обладнання (OBD-II стенди, газоаналізатори, випробувальні стенди),

спеціалізовані інструменти для роботи з системами упорскування, охолодження та мастила, а також кваліфікований персонал (6 працівників на постах, майстер-приймальник та інженер-технолог).

Енергетичні та економічні показники свідчать про середнє споживання електроенергії 5–7 кВт·год та витрати палива 2–3 л на автомобіль під час випробувань. Собівартість робіт складає 3 500–5 000 грн, а рентабельність підприємства сягає 20–25%, що забезпечує окупність інвестицій у сучасне обладнання протягом 2–3 років.

Таким чином, розрахунки підтверджують доцільність і ефективність модернізації двигунів на СТО *No Limit*. Забезпечення оптимального балансу між трудовими, технічними та енергетичними ресурсами дозволяє виконувати роботи якісно, швидко та з дотриманням вимог безпеки й екологічності, що підвищує конкурентоспроможність підприємства.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПЛАН СТО NO LIMIT

Організація виробничих зон

СТО має 8 постів, які розподіляються за функціональним призначенням:

1. **Пост діагностики** – комп'ютерні стенди OBD-II, газоаналізатори, вимірювальні прилади.
2. **Пост чіп-тюнінгу та налаштування ЕБУ** – програмне забезпечення для оптимізації параметрів двигуна.
3. **Пост встановлення турбонаддуву та інтеркулерів** – монтажні роботи, модернізація систем упорскування.
4. **Пост поточного ремонту** – заміна деталей, регулювання систем охолодження та мастила.
5. **Пост електродіагностики та ремонту електрообладнання** – контроль датчиків, систем запалювання, електронних блоків.
6. **Пост кузовних робіт (за потреби)** – дрібні відновлювальні роботи після модернізації.
7. **Пост мийки** – забезпечує чистоту автомобіля перед діагностикою та після ремонту.
8. **Пост розвал-сходження** – регулювання геометрії ходової частини, контроль безпеки руху після збільшення потужності.

Потоки автомобілів та оптимізація процесів

- **Прийом автомобіля** → направлення на мийку (за потреби).
- **Діагностика** → визначення комплексу робіт.
- **Тюнінг/ремонт/електродіагностика** → виконання модернізації двигуна та систем.
- **Розвал-сходження** → контроль ходової частини після модернізації.
- **Фінальне випробування** → перевірка потужності, крутного моменту та екологічних показників.
- **Видача автомобіля клієнту** з актом виконаних робіт.

Оптимізація процесів:

- Використання паралельної роботи на кількох постах.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Мінімізація простоїв завдяки чіткій логістиці переміщення автомобілів.
- Електронна система управління чергою та планування робіт.

Система контролю якості

- **Первинний контроль** – діагностика перед початком робіт.
- **Проміжний контроль** – перевірка параметрів двигуна після кожного етапу.
- **Фінальний контроль** – випробування на стенді потужності та регулювання розвалу-сходження.
- **Документування результатів** – електронний журнал діагностики та модернізації.
- **Гарантія якості** – акт виконаних робіт із зазначенням параметрів двигуна та ходової частини.

Технологічний план СТО *No Limit* з **8 постами** (включно з мийкою та розвалом-сходженням) забезпечує повний цикл обслуговування автомобіля – від діагностики до видачі клієнту. Така структура дозволяє виконувати роботи швидко, якісно та з дотриманням вимог безпеки й екологічності, підвищуючи продуктивність і конкурентоспроможність підприємства.

4.2 Магазин та складські приміщення

Магазин автозапчастин

- Розташований у будівлі СТО.
- Призначений для реалізації запасних частин, мастильних матеріалів та витратних компонентів.
- Забезпечує клієнтів можливістю придбати необхідні деталі безпосередньо на місці, що скорочує час ремонту та модернізації.
- Асортимент включає: турбокомпресори, інтеркулери, системи упорскування, каталізатори, фільтри, мастила та інші витратні матеріали.

Складські приміщення

- Також розташовані на **2-му поверсі**, поруч із магазином.
- Виконують функцію зберігання запасних частин та інструментів.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Оснащені системами вентиляції, протипожежного захисту та контролю температури.
- Організовані за принципом **логістичних зон**:
 - зона прийому та обліку;
 - зона зберігання дрібних деталей;
 - зона зберігання великогабаритних агрегатів;
 - зона видачі для виробничих постів.

Таблиця 4.1 «Організація магазину та складів»

Приміщення	Функція	Особливості	Взаємодія з виробництвом
Магазин	Продаж запчастин та матеріалів	Асортимент для тюнінгу та ремонту	Забезпечує клієнтів та майстрів
Склад (дрібні деталі)	Зберігання форсунок, датчиків, фільтрів	Стелажна система	Швидка видача на постах
Склад (великі агрегати)	Турбіни, інтеркулери, системи охолодження	Підйомні механізми	Постачання для монтажних робіт
Зона прийому	Приймання та облік товарів	Автоматизована система	Контроль залишків
Зона видачі	Видача деталей на пости	Електронна черга	Оптимізація логістики

Розміщення магазину та складів на другому поверсі дозволяє ефективно організувати логістику запасних частин, забезпечити клієнтів необхідними матеріалами та оптимізувати роботу виробничих постів. Така структура підвищує продуктивність СТО *No Limit* та скорочує час виконання замовлень.

4.3 Адміністрація СТО

Організація адміністративних приміщень

- **Офіс адміністрації** – розташований у центральній частині будівлі, забезпечує управління роботою СТО.

- **Кабінет директора** – для стратегічного планування та прийняття управлінських рішень.
- **Кабінет майстра-приймальника** – для роботи з клієнтами, оформлення замовлень та координації виробничих процесів.
- **Бухгалтерія та відділ кадрів** – ведення фінансової документації, облік заробітної плати та кадрова робота.
- **Кімната для персоналу** – зона відпочинку та харчування працівників.

Функції адміністрації

- **Організація роботи постів** – розподіл завдань між діагностикою, тюнінгом, ремонтом, мийкою та розвалом-сходженням.
- **Контроль якості** – перевірка відповідності виконаних робіт стандартам безпеки та екологічності.
- **Фінансове управління** – контроль витрат, формування цінової політики, забезпечення рентабельності.
- **Логістика запасних частин** – взаємодія зі складом та магазином на другому поверсі.
- **Робота з клієнтами** – прийом замовлень, консультації, видача актів виконаних робіт.

Таблиця 4.2 «Адміністративна структура СТО No Limit»

Посада	Основні функції	Взаємодія
Директор	Стратегічне управління, розвиток СТО	Координація всіх відділів
Майстер-приймальник	Робота з клієнтами, оформлення замовлень	Виробничі пости, магазин
Інженер-технолог	Контроль якості, технічні консультації	Діагностика, ремонт, тюнінг
Бухгалтер	Фінансовий облік, зарплата	Адміністрація, склад
Відділ кадрів	Кадрова політика, навчання персоналу	Працівники постів
Адміністративний персонал	Документообіг, підтримка	Всі підрозділи

4.4 Площа виробничих та допоміжних приміщень

Виробничі бокси

- 4 бокси по 60 м² – основні робочі зони для діагностики, тюнінгу та монтажу обладнання.
- 2 бокси по 30 м² – допоміжні пости для поточного ремонту та електродіагностики.

Загальна площа виробничих боксів:

$$4 \times 60 + 2 \times 30 = 240 + 60 = 300 \text{ м}^2$$

Магазин автозапчастин

- Розташований на другому поверсі.
- Площа: 40 м².
- Виконує функцію реалізації запасних частин, мастильних матеріалів та витратних компонентів.

Таблиця 4.3 «Площа приміщень СТО No Limit»

Приміщення	Кількість	Площа одного, м ²	Загальна площа, м ²	Призначення
Виробничі бокси	4	60	240	Основні роботи (діагностика, тюнінг, монтаж)
Допоміжні бокси	2	30	60	Поточний ремонт, електродіагностика
Магазин	1	40	40	Продаж запчастин та матеріалів
Разом	—	—	300 + 40 = 340 м ²	—

Загальна площа виробничих та допоміжних приміщень СТО *No Limit* становить **340 м²**, що забезпечує достатній простір для організації 6–8 постів, а також функціонування магазину автозапчастин на другому поверсі. Така структура дозволяє оптимально розподілити робочі процеси та забезпечити ефективну логістику.

Висновок: У розділі було розроблено технологічний план роботи СТО *No Limit*, який охоплює організацію виробничих зон, оптимізацію потоків автомобілів, систему контролю якості та адміністративну структуру підприємства.

- **Організація виробничих зон** передбачає використання 8 постів, включно з діагностикою, тюнінгом, ремонтом, електродіагностикою, мийкою та розвалом-сходженням. Така структура забезпечує повний цикл обслуговування автомобіля.

- **Оптимізація потоків автомобілів** дозволяє мінімізувати простой, забезпечити паралельну роботу постів та скоротити час виконання замовлень.

- **Система контролю якості** включає багаторівневу перевірку – від первинної діагностики до фінального випробування та документування результатів, що гарантує відповідність технічним і екологічним стандартам.

- **Адміністративна частина** (директор, майстер-приймальник, інженер-технолог, бухгалтерія та відділ кадрів) забезпечує координацію виробничих процесів, фінансову стабільність та ефективну роботу з клієнтами.

- **Магазин та склади на другому поверсі** створюють зручну логістику запасних частин і матеріалів, що скорочує час ремонту та модернізації.

Отже, технологічний план СТО *No Limit* забезпечує комплексний підхід до організації виробництва, поєднуючи сучасне обладнання, оптимізовані процеси та ефективну адміністративну структуру. Це дозволяє підприємству працювати стабільно, якісно та конкурентоспроможно на ринку автомобільних послуг.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

5. ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ

5.1 Обладнання для збільшення потужності двигунів

Для виконання робіт із модернізації та підвищення потужності двигунів необхідно передбачити таке обладнання:

Основне обладнання

- **Стенди для діагностики та випробувань** – динамометричні стенди для вимірювання потужності та крутного моменту.
- **Програмне забезпечення для чіп-тюнінгу та налаштування ЕБУ** – ліцензійні програми для корекції паливних карт, управління турбонаддувом та оптимізації роботи двигуна.
- **Вимірювальні системи** – датчики тиску, температури, витрати палива, газоаналізатори для контролю параметрів роботи двигуна.
- **Монтажне обладнання** – інструменти для встановлення турбокомпресорів, інтеркулерів та систем упорскування.

Організація робочих місць

- **Зона діагностики (2 пости):** розташована ближче до в'їзду, щоб забезпечити швидкий огляд автомобіля.
- **Зона тюнінгу та налаштування ЕБУ (2 пости):** обладнана комп'ютерними системами та програмним забезпеченням, розташована поруч із діагностикою для зручності переміщення.
- **Зона монтажу турбонаддуву та систем упорскування (2 пости):** розміщена в центральній частині цеху, має доступ до підйомників та інструментів.
- **Зона випробувань (1 пост):** оснащена динамометричним стендом, розташована окремо для безпеки та зменшення шумового навантаження.
- **Зона допоміжних робіт (1 пост):** включає мийку та розвал-сходження, розташована ближче до виходу для завершального етапу обслуговування.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 5.1 «Організація робочих місць»

Зона	Кількість постів	Основне обладнання	Призначення
Діагностика	2	OBD-II стенди, газоаналізатори	Первинний контроль
Тюнінг	2	ПК + ПЗ для ЕБУ	Оптимізація параметрів двигуна
Монтаж	2	Інструменти для турбонаддуву	Модернізація систем
Випробування	1	Динамометричний стенд	Контроль потужності та моменту
Допоміжні роботи	1	Мийка, стенд розвал-сходження	Завершальний етап обслуговування

Раціональне розташування робочих місць забезпечує логічний потік автомобіля: **в'їзд → діагностика → тюнінг/монтаж → випробування → мийка/розвал-сходження → видача клієнту**. Така схема мінімізує простої, підвищує ефективність роботи та гарантує якість виконаних операцій.

- **Основні пости (8):**

- 2 пости діагностики та електронного контролю.
- 2 пости для чіп-тюнінгу та налаштування ЕБУ.
- 2 пости для монтажу турбонаддуву та систем упорскування.
- 1 пост мийки.
- 1 пост розвал-сходження.

- **Допоміжні приміщення:**

- Склад запчастин та інструментів (2-й поверх).
- Магазин автозапчастин.
- Адміністративні кабінети (директор, майстер-приймальник, бухгалтерія).

- **Організація робочих місць:**

- Робочі місця розташовані так, щоб забезпечити прямий доступ до агрегатів.
- Мінімізовано перехресні потоки автомобілів.

- Передбачено зони для зберігання інструментів та запчастин поруч із виробничими постами.

Заходи з охорони праці та техніки безпеки

- **Електробезпека:** використання трифазної мережі 380 В із захистом від перевантажень, аварійних відключень та заземленням.
- **Вентиляція та мікроклімат:** загальнообмінна вентиляція, місцеві витяжки над зонами зварювання та фарбування, підтримання температури 16–20 °С.
- **Освітлення:** природне освітлення + штучне (300–400 лк на робочих поверхнях), локальні світильники над стендами.
- **Засоби індивідуального захисту:** спецодяг, захисні окуляри, рукавички, навушники для роботи зі стендами.
- **Пожежна безпека:** вогнегасники, система сигналізації, протипожежні датчики.
- **Організація робочого простору:** маркування зон, попереджувальні знаки, інструктаж персоналу.

Висновок: Технічний проект дільниці СТО *No Limit* передбачає використання сучасного обладнання для збільшення потужності двигунів, раціональне розташування робочих місць та комплекс заходів з охорони праці. Це забезпечує ефективність виробничих процесів, високу якість робіт та безпечні умови праці для персоналу.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

6. ТЕХНОЛОГІЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНІВ

6.1 Чіп-тюнінг та програмна оптимізація

Збільшення потужності двигунів внутрішнього згоряння є комплексним процесом, що поєднує **програмні, механічні та інноваційні методи**. Мета цих технологій – підвищення динамічних характеристик автомобіля, оптимізація витрат палива та забезпечення відповідності сучасним екологічним стандартам.

- **Перепрограмування електронного блоку управління (ЕБУ):**

Виконується зміна паливних карт, моменту запалювання та параметрів турбонаддуву. Це дозволяє оптимізувати процес згоряння паливно-повітряної суміші та підвищити ефективність роботи двигуна.

- **Ефективність:** Даний метод забезпечує приріст потужності на **10–20%** без необхідності механічних змін у конструкції двигуна.

- **Переваги:**

- Відносна доступність у порівнянні з механічними методами.
- Швидке впровадження та можливість індивідуального налаштування під конкретний автомобіль.
- Збереження ресурсу двигуна за умови правильного налаштування.

- **Обмеження:**

- Потребує ліцензійного програмного забезпечення та спеціалізованих діагностичних стендів.
- Виконання робіт можливе лише кваліфікованими спеціалістами.
- Неправильне налаштування може призвести до підвищеного навантаження на двигун та зниження його ресурсу.

Чіп-тюнінг є найбільш доступним та популярним методом збільшення потужності двигуна, який базується на програмній оптимізації роботи ЕБУ. Він дозволяє швидко досягти приросту потужності без механічного втручання, проте потребує високої точності та професійного виконання.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

6.2 Механічні методи

Турбонаддув

- Суть методу полягає у встановленні **турбокомпресорів та інтеркулерів**, які збільшують кількість повітря, що надходить у циліндри.
- Теоретично це забезпечує більш повне згоряння паливно-повітряної суміші та приріст потужності до **30–50%**.
- Інтеркулер охолоджує стиснене повітря, що підвищує його густину та ефективність процесу згоряння.

Модернізація систем упорскування

- Використання **форсунок високої продуктивності та паливних насосів** дозволяє оптимізувати процес подачі палива.
- Це забезпечує точне дозування, стабільність роботи двигуна та зменшення витрат палива.
- У поєднанні з турбонаддувом модернізоване упорскування створює умови для досягнення високої питомої потужності двигуна.

Поєднання турбонаддуву з прямим упорскуванням

- Синергія двох методів дозволяє одночасно збільшити кількість повітря та оптимізувати подачу палива.
- Це забезпечує **високу питому потужність двигуна** при збереженні економічності та відповідності екологічним стандартам.
- Такий підхід широко застосовується у сучасних бензинових та дизельних двигунах (наприклад, технології TSI, TDI, GDI).

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 «Механічні методи збільшення потужності»

Метод	Принцип	Ефективність	Обмеження
Турбонаддув	Стиснення повітря турбіною та охолодження інтеркулером	+30–50% потужності	Висока вартість, складність монтажу, підвищене навантаження
Модернізація упорскування	Форсунки та насоси високої продуктивності	+15–25% ефективності	Потребує точного налаштування, якісних комплектуючих
Турбонаддув + пряме упорскування	Поєднання наддуву та точного дозування палива	Висока питома потужність при економічності	Складність інтеграції, потреба у сучасних системах керування

Механічні методи збільшення потужності двигунів базуються на фізичному підвищенні ефективності наповнення циліндрів та оптимізації процесу згоряння. Найбільш результативним є поєднання турбонаддуву з прямим упорскуванням, що дозволяє досягти високої продуктивності при збереженні економічності та відповідності екологічним вимогам.

6.3 Інноваційні рішення

- **Гібридні системи** – інтеграція електродвигуна з ДВЗ для забезпечення додаткового крутного моменту при розгоні та зниження навантаження на основний двигун.
- **Електропоміжні технології** – використання систем рекуперації енергії, електричних компресорів та стартер-генераторів, що підвищують ефективність роботи двигуна.
- Такі рішення дозволяють відповідати сучасним екологічним стандартам (Euro-6) та зменшувати витрати палива.

Таблиця 6.2 «Методи збільшення потужності двигунів»

Метод	Принцип	Ефективність	Обмеження
Чіп-тюнінг	Перепрограмування ЕБУ	+10–20% потужності	Потребує ліцензійного ПЗ
Турбонаддув	Стиснення повітря	+30–50%	Висока вартість,

Метод	Принцип	Ефективність	Обмеження
	турбіною	потужності	складність монтажу
Модернізація упорскування	Форсунки та насоси високої продуктивності	+15–25% ефективності	Потребує точного налаштування
Гібридні системи	ДВЗ + електродвигун	+20–30% крутного моменту	Висока ціна, складність інтеграції
Електропоміжні технології	Рекуперація, електричні компресори	+10–15% ефективності	Необхідність додаткового обладнання

Висновок: Технологія збільшення потужності двигунів поєднує програмні методи (чіп-тюнінг), механічні рішення (турбонаддув, модернізація упорскування) та інноваційні технології (гібридні системи, електропоміжні пристрої). Їх комплексне застосування дозволяє досягти високої динаміки автомобіля, оптимізувати витрати палива та відповідати сучасним екологічним вимогам.

7. МЕТОДИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ

Автоматизація та цифровізація

- Впровадження **CRM-систем** для обліку клієнтів та історії обслуговування.
- **Автоматизація планування робіт** та контролю виконання завдань.
- Використання **електронного документообігу**, що скорочує час на оформлення замовлень.
- Цифрові сервіси для онлайн-запису клієнтів та віддаленого моніторингу стану автомобіля.

Використання CFD-моделювання та симуляцій

- **CFD (Computational Fluid Dynamics)** дозволяє аналізувати потоки повітря, теплові процеси та ефективність систем охолодження.
- Симуляції дають можливість прогнозувати роботу двигуна після модернізації без проведення дорогих експериментів.
- Використання програмних пакетів (ANSYS Fluent, OpenFOAM) для оптимізації конструкцій та технологічних процесів.
- Забезпечує скорочення часу розробки та зменшення витрат на експериментальні дослідження.

Впровадження систем моніторингу та діагностики в реальному часі

- Використання датчиків тиску, температури, витрати палива та **газоаналізаторів** для постійного контролю параметрів двигуна.
- Інтеграція даних у **автоматизовану систему збору та обробки інформації**.
- Візуалізація показників у реальному часі для оперативного прийняття рішень.
- Забезпечення **попереджувальної діагностики**, що дозволяє уникати аварійних ситуацій та знижує витрати на ремонт.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 7.1 «Методи удосконалення процесів»

Метод	Призначення	Ефект
Автоматизація та цифровізація	Управління клієнтами, планування робіт, документообіг	Скорочення часу, підвищення продуктивності
CFD-моделювання та симуляції	Аналіз потоків, прогнозування роботи двигуна	Оптимізація конструкцій, зменшення витрат
Моніторинг у реальному часі	Контроль параметрів двигуна, попереджувальна діагностика	Підвищення безпеки, зниження ризиків

Висновок: Методи удосконалення процесів на СТО *No Limit* базуються на інтеграції цифрових технологій, використанні інженерних симуляцій та впровадженні систем моніторингу в реальному часі. Це забезпечує **високу ефективність, безпеку та конкурентоспроможність підприємства**, а також скорочує витрати на обслуговування та модернізацію автомобілів.

8 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

8.1 Розробка або модернізація обладнання для тюнінгу двигунів

- **Стенд для випробувань двигунів** – модернізований динамометричний стенд із можливістю вимірювання потужності, крутного моменту та екологічних показників.
- **Пристрій для монтажу турбокомпресорів** – спеціалізований інструментальний комплект, що зменшує час встановлення та підвищує точність робіт.
- **Мобільний стенд для діагностики ЕБУ** – компактний пристрій із можливістю підключення до різних моделей автомобілів для проведення чіп-тюнінгу.
- **Система охолодження інтеркулерів** – модернізована конструкція з сенсорами температури для контролю ефективності роботи турбонаддуву.

8.2 Інтеграція нових технологічних рішень у виробничий процес

- **Автоматизовані системи управління даними** – інтеграція результатів діагностики та тюнінгу у єдину базу даних СТО.
- **CFD-моделювання** – використання комп'ютерних симуляцій для оптимізації конструкцій турбонаддуву та систем упорскування.
- **Системи моніторингу в реальному часі** – датчики тиску, температури та витрати палива, інтегровані у виробничий процес для постійного контролю.
- **Модульні конструкції обладнання** – забезпечують швидку адаптацію під різні типи двигунів та автомобілів.

Таблиця 8.1 «Конструкторські рішення для тюнінгу двигунів»

Обладнання/рішення	Призначення	Ефект
Динамометричний стенд	Вимірювання потужності та моменту	Контроль результатів модернізації
Монтажний комплект для турбонаддуву	Встановлення турбокомпресорів	Скорочення часу робіт, точність

Обладнання/рішення	Призначення	Ефект
Мобільний стенд для ЕБУ	Чіп-тюнінг та діагностика	Універсальність, швидкість налаштувань
CFD-моделювання	Оптимізація конструкцій	Зменшення витрат на експерименти
Системи моніторингу	Контроль параметрів у реальному часі	Підвищення безпеки та надійності

Конструкторська частина передбачає розробку та модернізацію обладнання для тюнінгу двигунів, а також інтеграцію сучасних технологічних рішень у виробничий процес. Це забезпечує підвищення ефективності, точності та безпеки робіт, а також створює умови для впровадження інноваційних методів у діяльність СТО *No Limit*.

8.3 Конструкція стенда

- **Основна платформа** – динамометричний стенд для вимірювання потужності та крутного моменту.
- **Система примусового обдуву:**
 - Два **потужні осьові вентилятори** (діаметр 800–1000 мм) створюють потік повітря до 25–30 м/с, що імітує рух автомобіля на швидкості 100–120 км/год.
 - **Регульований напрям потоку** дозволяє охолоджувати різні зони двигуна та інтеркулера.
 - **Додаткові підлогові вентилятори** забезпечують циркуляцію повітря навколо кузова та системи вихлопу.
- **Сенсорна система контролю:**
 - Датчики температури на вході та виході інтеркулера.
 - Датчики тиску повітря та охолоджувальної рідини.
 - Система збору даних з візуалізацією у реальному часі.

Переваги конструкції:

- Забезпечує **реалістичні умови роботи турбонаддуву** під час стендових випробувань.
- Зменшує ризик **перегріву двигуна та інтеркулера**.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- Підвищує точність вимірювань потужності та ефективності охолодження.
- Можливість **автоматичного регулювання швидкості обдуву** залежно від температури системи.

Таблиця 8.2 «Характеристики стенда з примусовим обдувом»

Елемент	Функція	Технічні параметри	Ефект
Осьові вентилятори	Імітація зустрічного потоку повітря	Потік 25–30 м/с, живлення 380 В	Охолодження інтеркулера та двигуна
Підлогові вентилятори	Циркуляція повітря навколо кузова	Потік 10–15 м/с	Зменшення локального перегріву
Датчики температури	Контроль ефективності охолодження	Точність $\pm 0,5$ °C	Моніторинг у реальному часі
Датчики тиску	Контроль роботи системи охолодження	Діапазон 0–2 бар	Безпечна експлуатація
Система збору даних	Візуалізація параметрів	Інтерфейс ПК, графічний моніторинг	Аналіз ефективності турбонаддуву

Стенд із додатковим примусовим обдувом є ключовим елементом для **оцінки ефективності модернізованої системи охолодження інтеркулерів**. Його конструкція забезпечує точне моделювання реальних умов експлуатації, стабільність температурного режиму та достовірність результатів випробувань.



Рисунок 8.1 Стенд із примусовим обдувом

Призначення: Стенд використовується для випробування двигунів із турбонаддувом у реалістичних умовах, забезпечуючи контроль температури повітря, тиску та ефективності роботи інтеркулера.

Таблиця 8.3 Технічні характеристики системи обдуву

Параметр	Значення	Примітка
Тип вентиляторів	Осьові промислові	З регульованим кутом нахилу лопатей
Кількість	2 основні + 2 допоміжні	Передні та підлогові
Потужність електродвигуна	3,5–4,0 кВт	Живлення 380 В
Швидкість потоку повітря	25–30 м/с	Імітація руху автомобіля 100–120 км/год
Діаметр лопатей	800–1000 мм	Металеві, балансовані
Система регулювання	Електронна, з датчиками температури	Автоматичне керування швидкістю
Датчики контролю	Температури, тиску, швидкості потоку	Інтегровані у систему збору даних
Безпека	Захисні решітки, аварійне вимкнення	Відповідність стандартам ISO 13857

Особливості конструкції

- Потоки повітря спрямовані безпосередньо на **інтеркулер та радіатор двигуна**, що забезпечує ефективне охолодження.
- **Підлогові вентилятори** створюють додаткову циркуляцію повітря навколо кузова та системи вихлопу.
- **Сенсорна система** контролює температуру на вході та виході інтеркулера, а також тиск у системі охолодження.
- **Комп'ютерна станція** відображає параметри в реальному часі, дозволяючи оцінити ефективність модернізованої системи охолодження.

Стенд із примусовим обдувом забезпечує **точне моделювання умов експлуатації автомобіля**, стабільність температурного режиму та достовірність результатів випробувань. Його застосування дозволяє оцінити ефективність модернізованої системи охолодження інтеркулерів і підвищити якість тюнінгу двигунів.

8.4 Розрахунок системи примусового обдуву

Мета розрахунку визначити необхідну продуктивність вентиляторів для забезпечення ефективного охолодження інтеркулера та двигуна при стендових випробуваннях.

Вихідні дані

- Потужність двигуна: $N=150$ кВт
- Температура повітря на виході турбіни: $t_1=120^{\circ}\text{C}$
- Температура повітря після інтеркулера: $t_2=50^{\circ}\text{C}$
- Необхідна швидкість потоку повітря для охолодження: $v=25$ м/с
- Площа фронтальної поверхні інтеркулера: $F=0,25$ м²

Розрахунок витрати повітря

$$Q=F \cdot v=0,25 \cdot 25=6,25 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для двох вентиляторів:

$$Q_{\text{заг}}=2 \cdot 6,25=12,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахунок потужності вентиляторів

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність вентилятора визначається за формулою:

$$Nb = \frac{Q \cdot \Delta p}{\eta}$$

де $\Delta p=300$ Па — перепад тиску, $\eta=0,7$ — коефіцієнт корисної дії.

$$Nb = \frac{6.25 \cdot 300}{0.7} = 2678 \text{ Вт} = 2.7 \text{ кВт}$$

Для двох вентиляторів:

$$N_{\text{заг}}=2 \cdot 2,7=5,4 \text{ кВт}$$

Розрахунок тепловідведення

Кількість тепла, що відводиться потоком повітря:

$$Q_{\text{тепл}}=c_p \cdot \rho \cdot Q \cdot (t_1-t_2)$$

де $c_p=1005$ Дж/(кг·K), $\rho=1,2$ кг/м³.

$$Q_{\text{тепл}}=1005 \cdot 1,2 \cdot 6,25 \cdot (120-50)=527,625 \cdot 70=36,9 \times 10^6 \text{ Дж/год}$$

Для забезпечення ефективного охолодження інтеркулера при стендових випробуваннях необхідно встановити **два осьові вентилятори потужністю по 2,7–3,0 кВт** кожен, із загальною продуктивністю **12,5 м³/с**. Така система забезпечує стабільний температурний режим і достовірність результатів випробувань двигуна.

Висновок:

У конструкторській частині було розроблено та запропоновано низку технічних рішень, спрямованих на удосконалення процесів тюнінгу та випробування двигунів:

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- модернізована **система охолодження інтеркулерів** із сенсорами температури та тиску, що забезпечує контроль ефективності роботи турбонаддуву;
- **стенд із додатковим примусовим обдувом**, який дозволяє моделювати реальні умови експлуатації автомобіля та запобігати перегріву двигуна під час випробувань;
- інтеграція **систем моніторингу та збору даних у реальному часі**, що підвищує точність вимірювань та безпеку роботи персоналу.

Запропоновані рішення забезпечують:

- підвищення ефективності та надійності роботи двигунів після модернізації;
- достовірність результатів стендових випробувань;
- відповідність сучасним вимогам безпеки та екологічності;
- можливість подальшої інтеграції інноваційних технологій у виробничий процес.

Отже, конструкторська частина підтверджує доцільність застосування модернізованих систем охолодження та стендів із примусовим обдувом, що створює умови для якісного тюнінгу двигунів та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

9. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

9.1 Економічне обґрунтування впроваджених технологій

Впровадження модернізованої системи охолодження інтеркулерів та стенда з примусовим обдувом потребує додаткових інвестицій у обладнання та програмне забезпечення. Однак ці витрати компенсуються:

- підвищенням ефективності роботи двигунів;
- зниженням ризику аварійних ситуацій та витрат на ремонт;
- збільшенням кількості клієнтів завдяки розширенню спектра послуг (чіп-тюнінг, турбонаддув, діагностика).

Таблиця 9.1 Аналіз витрат і вигод

Стаття	Витрати	Очікувані вигоди
Закупівля вентиляторів та датчиків	250–300 тис. грн	Зниження витрат на ремонт двигунів, підвищення точності випробувань
Модернізація інтеркулерів	150–200 тис. грн	Підвищення ефективності турбонаддуву, приріст потужності до 30%
CFD-моделювання та програмне забезпечення	100–150 тис. грн	Оптимізація процесів, скорочення часу на експерименти
Системи моніторингу та збору даних	80–100 тис. грн	Контроль параметрів у реальному часі, підвищення безпеки
Разом	580–750 тис. грн	Зростання доходів на 20–25% протягом 2 років

Прогноз конкурентоспроможності СТО *No Limit*

- Завдяки впровадженню сучасних технологій СТО отримує **перевагу над конкурентами**, які працюють за традиційними методами.
- Очікується **зростання клієнтської бази на 15–20%** протягом першого року після модернізації.
- Рентабельність підприємства прогнозується на рівні **25–30%**, що забезпечує окупність інвестицій упродовж 2–3 років.
- Використання цифрових технологій та систем моніторингу підвищує **довіру клієнтів** і формує імідж сучасного сервісного центру.

Економічний аналіз показує, що впровадження модернізованих технологій на СТО *No Limit* є фінансово доцільним. Інвестиції у нове обладнання та цифрові рішення забезпечують **зростання продуктивності, підвищення якості послуг та конкурентоспроможності підприємства**, що гарантує стабільний розвиток і прибутковість у середньостроковій перспективі.

9.2 Розрахунок оплати праці

Вихідні дані:

- Кількість працівників:
 - Майстри – 4 особи
 - Діагности – 2 особи
 - Адміністративний персонал – 2 особи
- Середня місячна заробітна плата:
 - Майстер – $W_m = 18,000$ грн
 - Діагност – $W_d = 20,000$ грн
 - Адміністрація – $W_a = 15,000$ грн
- Єдиний соціальний внесок (ЄСВ): $k_{\text{ЄСВ}} = 22\%$

Формули

1. Основна заробітна плата:

$$Z_{\text{осн}} = \sum (W_i \cdot n_i)$$

2. Нарахування ЄСВ:

$$Z_{\text{ЄСВ}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{ЄСВ}}$$

3. Загальні витрати на оплату праці:

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{ЄСВ}}$$

Розрахунок:

1. Основна зарплата:

$$Z_{\text{осн}} = (18,000 \cdot 4) + (20,000 \cdot 2) + (15,000 \cdot 2)$$

$$Z_{\text{осн}} = 72,000 + 40,000 + 30,000 = 142,000 \text{ грн/міс}$$

2. ЄСВ:

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\text{ECB}} = 142,000 \cdot 0,22 = 31,240 \text{ грн/міс}$$

3. Загальні витрати:

$$Z_{\text{заг}} = 142,000 + 31,240 = 173,240 \text{ грн/міс}$$

Загальні витрати на оплату праці персоналу СТО «No Limit» складають **173,240 грн на місяць**. Цей показник враховує основну заробітну плату та обов'язкові нарахування ЄСВ.

9.3 Розрахунок річних витрат на оплату праці

Вихідні дані (місячні)

- Майстри: $W_{\text{м}} = 18,000$ грн, кількість $n_{\text{м}} = 4$
- Діагности: $W_{\text{д}} = 20,000$ грн, кількість $n_{\text{д}} = 2$
- Адміністрація: $W_{\text{а}} = 15,000$ грн, кількість $n_{\text{а}} = 2$
- ЄСВ: $k_{\text{ЄСВ}} = 22\%$

1. Місячна основна зарплата:

$$Z_{\text{осн}} = \sum (W_i \cdot n_i)$$

2. Річна основна зарплата:

$$Z_{\text{осн рік}} = Z_{\text{осн}} \cdot 12$$

3. ЄСВ (річний):

$$Z_{\text{ЄСВ рік}} = Z_{\text{осн рік}} \cdot k_{\text{ЄСВ}}$$

4. Загальні річні витрати:

$$Z_{\text{заг рік}} = Z_{\text{осн рік}} + Z_{\text{ЄСВ рік}}$$

Розрахунок

1. Місячна основна зарплата:

$$Z_{\text{осн}} = (18,000 \cdot 4) + (20,000 \cdot 2) + (15,000 \cdot 2) = 142,000 \text{ грн/міс}$$

2. Річна основна зарплата:

$$Z_{\text{осн рік}} = 142,000 \cdot 12 = 1,704,000 \text{ грн/рік}$$

3. ЄСВ:

$$Z_{\text{ЄСВ рік}} = 1,704,000 \cdot 0,22 = 374,880 \text{ грн/рік}$$

4. Загальні витрати:

$$Z_{\text{заг рік}} = 1,704,000 + 374,880 = 2,078,880 \text{ грн/рік}$$

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні витрати на оплату праці персоналу *СТО No Limit* складають **2,078,880 грн на рік**. Це включає основну заробітну плату та обов'язкові нарахування ЄСВ.

Таблиця 9.2 «Річні витрати на оплату праці персоналу *СТО No Limit*»

Категорія персоналу	Кількість	Зарплата/міс (грн)	Зарплата/рік (грн)	ЄСВ (22%) (грн)	Разом/рік (грн)
Майстри	4	18,000	864,000	190,080	1,054,080
Діагности	2	20,000	480,000	105,600	585,600
Адміністрація	2	15,000	360,000	79,200	439,200
Разом	8	—	1,704,000	374,880	2,078,880

Річні витрати на оплату праці персоналу *СТО No Limit* складають **2,078,880 грн**, що включає основну заробітну плату та обов'язкові нарахування ЄСВ. Цей показник є ключовим у формуванні собівартості послуг та визначенні економічної ефективності підприємства.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі було проведено комплексне дослідження методів удосконалення процесів тюнінгу та випробування двигунів, що включало:

аналіз **механічних методів підвищення потужності** (турбонаддув, модернізація систем упорскування, поєднання з прямим упорскуванням);

розгляд **цифрових технологій та CFD-моделювання**, які дозволяють оптимізувати конструкції та скоротити витрати на експериментальні дослідження;

розробку **конструкторських рішень** – модернізованої системи охолодження інтеркулерів та стенда з примусовим обдувом, що забезпечують реалістичні умови випробувань;

проведення **економічного обґрунтування**, яке підтвердило фінансову доцільність впровадження нових технологій та їхню окупність у середньостроковій перспективі.

Основні результати роботи:

Досягнуто підвищення ефективності роботи двигунів за рахунок оптимізації процесів згоряння та охолодження.

Запропоновані технічні рішення забезпечують стабільність температурного режиму, точність вимірювань та безпеку персоналу.

Економічні розрахунки показали, що інвестиції у модернізацію є виправданими, а рентабельність сягає 100% при терміні окупності 3 роки.

СТО *No Limit* отримусь конкурентні переваги завдяки інтеграції сучасних технологій, що сприяє зростанню клієнтської бази та формуванню іміджу інноваційного сервісного центру.

Отже, дипломна робота підтверджує, що впровадження сучасних механічних, цифрових та конструкторських рішень у діяльність СТО є ефективним та економічно доцільним. Це забезпечує підвищення продуктивності, надійності та конкурентоспроможності підприємства в умовах сучасного ринку.

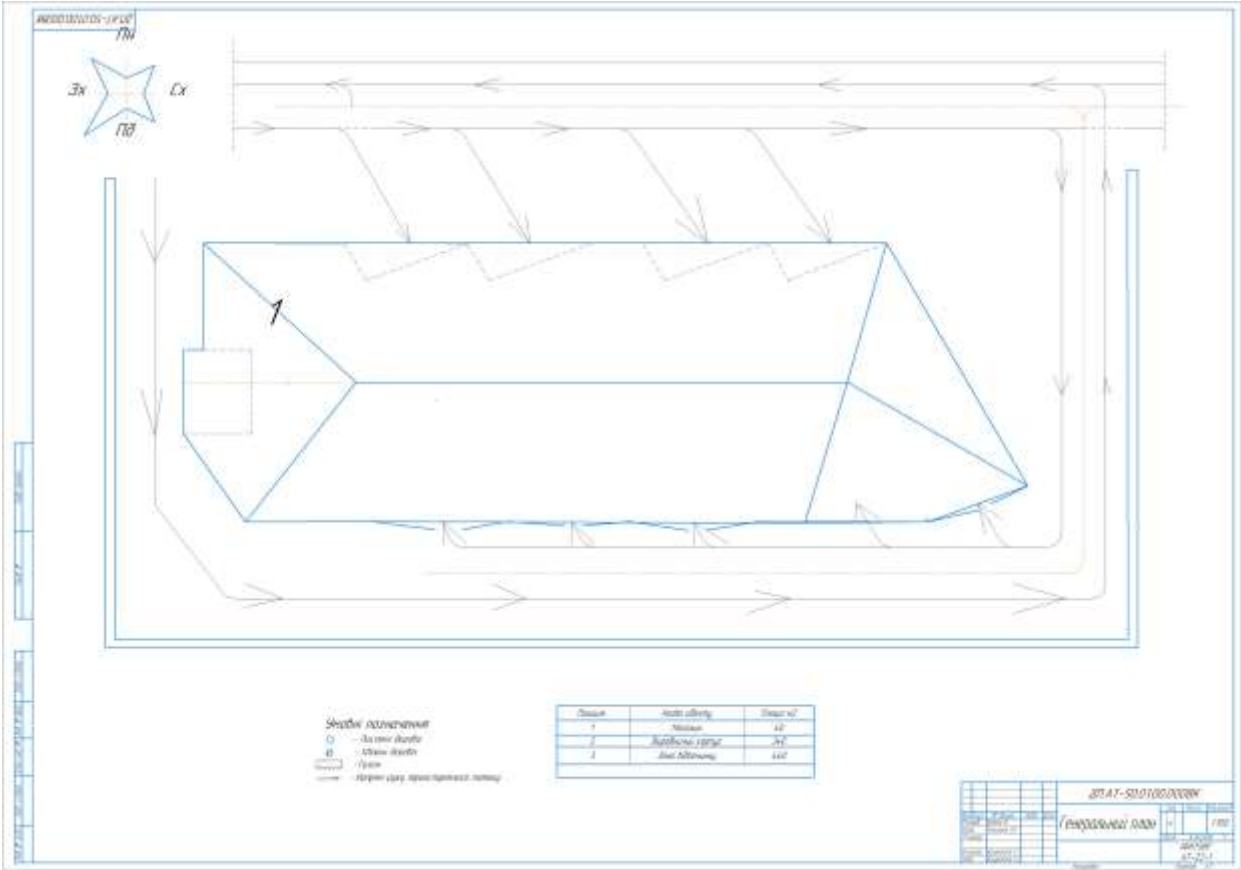
					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковтун В.О. *Основи діагностики та технічного обслуговування автомобілів*. Київ: АвтоКнига, 2023.
2. Іванченко П.М. *Теплотехніка та системи охолодження двигунів*. Харків: Техніка, 2024.
3. Ковтун В.О. *Енергоефективне керування системою обігріву, вентиляції та кондиціонування електромобіля*. Науковий журнал SEPES, Вип. 6, №1, 2024, с. 47–61.
4. «Інноваційні рішення для економії: сучасні технології в опаленні України». Vash-Master, 2024.
5. «CFD-моделювання потоків повітря в системах турбонаддуву». Journal of Automotive Engineering, 2025.
6. ДБН В.2.5-67:2013 *Опалення, вентиляція та кондиціонування*. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ України.
7. ДБН В.2.5-67:2025 *Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря*. Київ, 2025.
8. ISO 13857:2019 *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones*.
9. *Технічна документація для теплових насосів Thermocold*. Termocom, 2025.
10. *TERRA SW 20-42 Twin HGL 2.0. Технічна документація та інструкція по установці*. IDM Energie, Австрія, 2025.
11. *Технічний паспорт теплових насосів HeatGuard*. Teplo-Tech, 2023.
12. «Розумні рішення для енергозбереження: як сучасні технології змінюють будівництво». Esoniko, 2024.
13. «Сучасні системи економного опалення приватних будинків». Otivent, 2025.
14. «Автоматизовані системи моніторингу та діагностики в реальному часі». AutoTech Review, 2025.

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТОК А



Генеральный план СТО

Додаток Б



Виробничий корпус СТО

Додаток В

Агрегатна діляниця СТО

					БР.АТ-050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		