

Бакалаврська робота
БР. АТ – 25.00.00.000 ПЗ
Група АТ-22-1

Чернецький Володимир Вікторович
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Чернецький Володимир Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема:

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Чернецький Володимир Вікторович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Козак Федір Васильович проф.

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

Допущено до захисту

В.о. завідувач кафедри

С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ

2026

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр _____ Чернецький Володимир Вікторович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема

затверджена наказом по університету від _____ № _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____ 20.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту: Виконати розрахунок виробничої програми СТО «SUN-lit». Необхідні вихідні дані для розрахунку річної виробничої програми СТО взяти за даними підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Вступ

1. Характеристика підприємства; 2. Технологічний розрахунок; 3. Науково-дослідна частина. Дослідження конструкцій стендів для ремонту агрегатів легкових автомобілів; 4. Конструкторська частина; 5. Охорона праці та цивільної оборони; 6. Техніко-економічне обґрунтування роботи; Висновки; Перелік посилань на джерела.

5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:

1. Тема, мета, та об'єкт дослідження - слайди

2. Опис проблеми дослідження - слайди

3. Технологічний план дільниці - слайд

4. Науково-дослідницька частина - слайди

5. Охорона праці - слайд

Висновки

Керівник

_____ Особистий підпис

/ Федір КОЗАК /

Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

_____ / Чернецький Володимир /
Особистий підпис Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номр і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	12.04.2026 р.	
1. Характеристика підприємства	20.04.2026 р.	
2. Технологічний розрахунок	11.05.2026 р.	
3. Науково-дослідна частина	18.05.2026 р.	
4. Конструкторська частина	01.06.2026 р.	
5. Охорона праці та цивільної оборони		
6. Техніко-економічне обґрунтування роботи		
Графічна частина (презентація).	08.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	15.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	20.06.2026 р.	

Керівник

Особистий підпис

/ Федір КОЗАК /
Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

Особистий підпис

/ Чернецький Володимир /
Розшифровка підпису

ВСТУП

Ефективне функціонування автомобільного транспорту безпосередньо залежить від рівня його технічного стану та надійності ключових силових агрегатів. Впродовж тривалої експлуатації автомобіля елементи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та трансмісії зазнають природного зносу, втомних руйнувань, температурних деформацій та корозійних процесів. Як наслідок, суттєво знижуються первинні експлуатаційні властивості автомобіля, зростає кількість раптових відмов складальних одиниць та збільшуються витрати на паливно-мастильні матеріали. Попередити та локалізувати ці негативні явища покликана раціонально організована система технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) агрегатів на спеціалізованих станціях технічного обслуговування (СТО).

Агрегатна дільниця є одним із найважливіших та водночас найбільш трудомістких підрозділів автосервісного підприємства. Саме тут здійснюються складні прецизійні операції з відновлення геометрії циліндро-поршневої групи, притирання клапанних механізмів, дефектування валів, заміни підшипників, а також фінішне професійне складання ДВЗ і коробок передач. Проте на більшості сучасних СТО, зокрема і на діючій базі «SUN-lit», технічне оснащення агрегатної дільниці потребує докорінного переобладнання та модернізації. Основна частина наявного устаткування є застарілою, не відповідає суворим вимогам точності та ергономіки, що призводить до штучного збільшення простою автомобілів у ремонтній зоні та зниження загальної рентабельності підприємства.

Головна конструктивно-технологічна проблематика, яка виявлена під час аналізу умов праці на дільниці, пов'язана з процесом розбирання-збирання ДВЗ легкових автомобілів. Використовувані мобільні стенди-кантувальники початкового рівня мають критичний недолік — прямий ручний привід повороту робочого фланця. Під час капітального ремонту сучасних багаточиліндрових двигунів, маса яких разом із допоміжним обладнанням може досягати 200–350

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кг, автослюсар змушений прикладати надмірні фізичні зусилля для прокручування агрегату навколо своєї осі. Більше того, дискретні штифтові системи фіксації не дозволяють плавно і точно позиціонувати ДВЗ у просторі, що суттєво ускладнює делікатні монтажні операції (наприклад, укладання колінчастого вала, затягування шатунних болтів або встановлення поршнів). Це створює високий рівень напруженості праці, збільшує ймовірність помилок виконавця та безпосередньо загрожує безпеці через ризик зриву важкого вузла з фіксаторів.

Метою даної дипломної роботи є підвищення загальної ефективності та якості робіт з поточного ремонту агрегатів автомобілів на СТО «SUN-lit» шляхом комплексного переобладнання агрегатної ділянки сучасним високотехнологічним обладнанням, а також мінімізації частки ручної праці за рахунок науково обґрунтованої модернізації стенда для розбирання ДВЗ за допомогою впровадження самоблокованого черв'ячного редуктора та електричного приводу.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальні дані про СТО "SUN-lit"

Станція технічного обслуговування SUNLIT (SUN-LIT) офіційно працює в місті Івано-Франківськ за адресою вул. Надрічна, 46В. Підприємство було збудоване з дотриманням усіх сучасних будівельних і технологічних стандартів, що дозволило створити комфортний і функціональний простір для якісного обслуговування автомобілів.

На сьогоднішній день "SUN-lit" — це сучасний, високопрофесійний сервісний центр, який спеціалізується на обслуговуванні та ремонті автомобілів преміум-сегменту, зокрема BMW, але також успішно працює з іншими марками. У команді станції працює згуртований колектив досвідчених фахівців — загалом близько 18 висококваліфікованих працівників, які постійно підвищують свою майстерність та орієнтовані на максимальне задоволення потреб клієнтів.

"SUN-lit" позиціонує себе як концептуальний дилерський рівень сервісу BMW в регіоні. Станція оснащена повним комплексом спеціалізованого діагностичного обладнання, оригінального інструменту та стендів, що дає можливість проводити технічне обслуговування та ремонт строго відповідно до вимог заводу-виробника.

Основні послуги, які надає СТО "SUN-lit":

- Гарантійне та післягарантійне обслуговування;
- Комплексна діагностика (комп'ютерна та механічна);
- Ремонт ходової частини, двигуна, трансмісії, електроніки;
- Встановлення додаткового обладнання як від офіційного виробника, так і якісних сторонніх рішень;
- Шиномонтаж, балансування, розвал-сходження;
- Регламентне технічне обслуговування;

Ключові переваги для клієнтів:

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Можливість віддаленого врегулювання страхових випадків (спрощена процедура оформлення ДТП);
- Сучасне високотехнологічне обладнання, яке забезпечує точність і якість робіт;
- Комфортна зона очікування з Wi-Fi, кавою та зручними місцями для відпочинку;
- Індивідуальний підхід і прозорість у виконанні всіх робіт.

На сьогодні станція активно розвивається, регулярно оновлює обладнання та розширює спектр послуг, щоб відповідати зростаючим вимогам власників сучасних автомобілів в умовах активного використання транспорту навіть у воєнний та післявоєнний період.

1.2 Стан існуючої виробничо-технічної бази

Виробничо-технічна база СТО "SUN-lit" має розвинену інфраструктуру, просторова організація якої підтверджується генеральним планом території. Підприємство складається з центрального комплексу та периферійних робочих зон, які сумарно забезпечують функціонування 14 постів ТО і ПР та 2 постів мийних робіт.

Центральний ангар. У центрі території розташована основна будівля ангарного типу, яка виконує роль головного виробничо-адміністративного “ядра” станції. У ньому розміщено:

- 4 універсальні пости поточного ремонту (ПР) та технічного обслуговування (ТО);
- 2 пости автомобільної мийки;
- Офісні приміщення адміністрації підприємства та зона приймання клієнтів;
- Буфет для персоналу та відвідувачів.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Периферійні зони. По периметру навколо центральної будівлі розташований комплекс індивідуальних робочих боксів, що сумарно налічує 10 постів. Розподіл цих постів за спеціалізацією має такий вигляд:

- 1 спеціалізований пост, обладнаний стендом для регулювання кутів встановлення коліс;
- 9 постів загального призначення для виконання механічних робіт з ТО та ПР.

1.3 Функціональна схема організації ТО і ремонту на "SUN-lit"

Технічне обслуговування (ТО) — це комплекс профілактичних операцій, спрямованих на підтримання автомобіля в справному технічному стані відповідно до рекомендацій та інструкцій виробника. Його головна мета — запобігання поломкам, забезпечення безпеки та продовження ресурсу транспортного засобу.

Ремонт — це комплекс робіт, який відновлює працездатність автомобіля, його вузлів, агрегатів і систем після виникнення несправностей або зносу.

Система технічного обслуговування і ремонту являє собою взаємопов'язаний комплекс, що включає технічні засоби, нормативну документацію, кваліфікований персонал і технологічні процеси. Основна мета цієї системи на СТО "SUN-lit" — забезпечити стабільно високий технічний стан автомобілів клієнтів, підвищити їх надійність і безпеку експлуатації, а також максимізувати ефективність використання транспортних засобів.

Для підтримки автомобіля в працездатному стані протягом усього терміну служби всі технічні дії поділяються на дві основні групи:

1. Профілактичні дії (система технічного обслуговування) — спрямовані на попередження відмов і підтримання параметрів роботи вузлів у межах встановлених норм.

2. Відновлювальні дії (система ремонту) — виконуються при виникненні несправностей і спрямовані на повне або часткове відновлення ресурсу деталей і агрегатів.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під технічною дією розуміється будь-яка операція, яка забезпечує збереження або відновлення експлуатаційних характеристик автомобіля під час обслуговування, ремонту чи діагностики. Ефективність цих дій визначається кінцевим результатом — тривалою безперебійною та безпечною роботою транспортного засобу.

Функціональна схема організації виробництва на СТО "SUN-lit" працює за чітким і злагодженим циклом:

Автомобілі, що прибувають на станцію, спочатку проходять попереднє миття. Після цього вони надходять на ділянку приймання, де майстер-приймальник спільно з клієнтом проводить візуальний огляд, комп'ютерну діагностику, визначає необхідний обсяг робіт і складає попередню кошторисну вартість.

Приймання та видача автомобілів здійснюється відповідно до діючих технічних вимог і нормативних документів. Якщо під час діагностики виявляються несправності, які становлять загрозу безпеці дорожнього руху, вони обов'язково усуваються (за згодою власника). У разі відмови клієнта або технічної неможливості виконання робіт у наряд-замовленні робиться відповідна відмітка про те, що автомобіль несправний і його експлуатація заборонена.

Після приймання автомобіль спрямовується на відповідну виробничу ділянку. У разі зайнятості постів машина тимчасово розміщується на зоні очікування або зберігання. Після завершення всіх робіт автомобіль проходить обов'язковий контроль якості на ділянці видачі.

На рисунку зображена Функціональна схема організації ТО і ПР на СТО "SUN-lit".

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

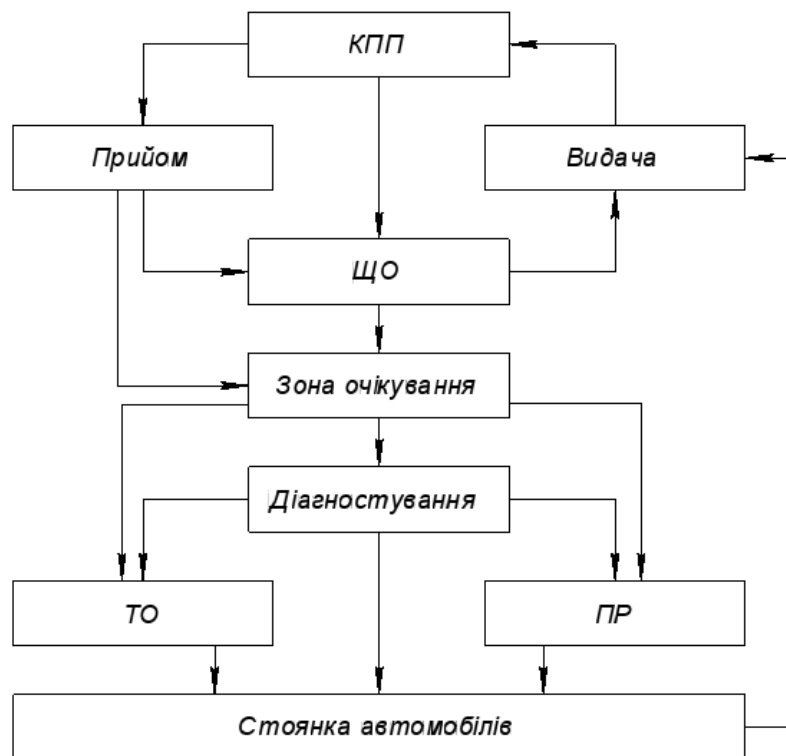


Рисунок 3.1 – Функціональна схема організації ТО і ПР на СТО "SUN-lit"

1.4 Якість надання послуг СТО "SUN-lit"

Якість послуг у автосервісі оцінюється клієнтом безпосередньо під час або після обслуговування. Часто проблеми проявляються через певний час, тому остаточний контроль не завжди ефективний. Задоволений клієнт повертається, незадоволений — просто йде до конкурента, не залишаючи відгуку. Тому "SUN-lit" приділяє велику увагу превентивним заходам: чіткому маркетингу, прозорості процесів, сучасним стандартам якості та постійному моніторингу задоволеності клієнтів.

Станція активно працює над ціновою політикою, балансуючи між якістю оригінальних запчастин, кваліфікацією майстрів та доступністю послуг. Фірмові СТО дотримуються політики виробника, тоді як незалежні центри, такі як SUNLIT, мають більшу гнучкість, пропонуючи оптимальне співвідношення ціни та якості.

1.5 Асортимент моделей автомобілів, що обслуговуються на "SUN-lit"

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підприємстві "SUN lit" обслуговуються легкові автомобілі популярних європейських, американських, а також японських автовиробників: BMW, VAG Group, Mercedes-Benz, Ford, Chevrolet, Honda, Toyota та інші. Розрахунок проводимо з урахуванням характеристик автомобіля Ford Fusion. Коротка технічна характеристика автомобіля приведена в табл. 2.1.

Таблиця 1.1 – Коротка технічна характеристика автомобіля Ford Fusion

Назва параметра	Значення
Колісна формула	4x2
Тип	Седан (D-класу)
Тип приводу	Передній
Вантажопід'ємність, кг	450
Об'єм багажника, л	453
Максимальна швидкість, км/год	240
Контрольний розхід палива, л/100км	9.4
Максимальна потужність, кВт	183
Максимальний крутний момент, Н·м	373
Двигун, об'єм	I4, 2.0 EcoBoost
Марка шин	235/45 R18
Число коліс, шт	4
Габаритні розміри, мм	4872 x 1852 x 1478

1.6 Обґрунтування необхідності реконструкції виробничо-технічної бази, "SUN-lit" та напрямки її реалізації

З часом обладнання будь-якої станції зношується, особливо при інтенсивній експлуатації. Це призводить до зниження точності діагностики та якості робіт. У сучасних умовах, коли автопарк оновлюється, а вимоги до екології та безпеки зростають, реконструкція виробничо-технічної бази (ВТБ) стає необхідністю.

Реконструкція дозволить "SUN-lit":

- Підвищити якість послуг і технічний стан обслуговуваних автомобілів;
- Розширити спектр робіт;
- Збільшити пропускну здатність станції;
- Підвищити конкурентоспроможність на ринку Івано-Франківська та області.

Основні напрямки реконструкції:

- Оптимальне групування виробничих зон та діляниць відповідно до технологічного процесу;
- Укомплектування сучасним діагностичним, ремонтним та організаційним обладнанням;
- Розробка та впровадження актуальних технологічних карт для ТО і ремонту сучасних автомобілів;
- Покращення умов праці фахівців і комфорту для клієнтів;
- Інтеграція новітніх цифрових рішень для діагностики та обліку.

Такий підхід забезпечить подальший стабільний розвиток станції та дозволить повністю відповідати сучасним вимогам ринку автосервісу в Україні.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО. БУДІВЕЛЬНА

ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО "SUN-lit".

2.1.1 Вихідні дані для розрахунку:

- згідно завдання:

Модель автотранспортних засобів: Ford Fusion;

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_P = 8000$ км;

Режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну;

- за даними підприємства:

Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО за рік: $N = 1807$ автомобілів;

Кількість заїздів автомобіля на СТО в рік: $d = 3$ заїзди.

2.1.2 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для Ford Fusion проводимо за формулою:

$$T_{\Pi} = N_{\text{ТОіПР}} \cdot L_P \cdot t / 1000 = (1807 \cdot 8000 \cdot 2,7) / 1000 = 39031. \quad (2.1)$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t = 2,7$ люд-год/1000 км [3];

N - кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО за рік, од.

L_P - середньорічний пробіг автомобіля, км.

Розрахунок річного об'єму прибирально-мийних робіт на СТО проводжу за формулою:

$$T_{\Pi.М.} = N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot t_{\Pi.М.}$$

$$T_{\Pi.М.} = 1807 \cdot 3 \cdot 0,5 = 2710 \text{ люд-год.} \quad (2.2)$$

де $t_{\Pi.М.}$ - питома трудомісткість прибирально-мийних робіт, $t_{\Pi.М.} = 0,5$ люд-год.

2.1.3 Розрахунок чисельності виробничих робітників

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з методикою, визначаємо явочну чисельність (Р_я):

$$P_{я} = T / \Phi_{я} = 39031 / 2745 = 14 \text{ чол.} \quad (2.3)$$

де $\Phi_{я}$ – річний фонд робочого часу явочного ремробітника,
 $\Phi_{я} = 305 \cdot 9 = 2745$ год;

2.1.4 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{ш} = P_{я} / \varepsilon, \text{ чол.}; \quad (2.4)$$

де ε – коефіцієнт штатності, $\varepsilon = 0,9$. [3]

Таблиця 2.1 - Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

Назва робіт	П, %	Т, люд.- год	Ф _я , год.	Р _я , чол.	ε	Р _ш , чол.
Постові роботи:						
ТО в повному об'ємі	17	6635,27	2745	2,21	0,9	3,91
Діагностичні	25	9757,75	2745	3,25	0,9	5,75
Змащувальні	15	5854,65	2745	1,95	0,9	3,45
Регулювальні, встановлення кутів розвалу-сходження	8	3122,48	2745	1,04	0,9	1,84
Регулювальні по гальмам	15	5854,65	2745	1,95	0,9	3,45
Всього:	80	31224,8	-	10,4	-	18,4
Дільничні роботи:						
Обслуговування і ремонт приладів системи живлення, електротехнічні	5	1951,55	2745	0,65	0,9	1,15
Шиномонтажні	5	1951,55	2745	0,65	0,9	1,15
ПР вузлів і агрегатів	10	3903,1	2745	1,3	0,9	2,3
Всього:	20	7806,2	-	2,6	-	4,6
Разом:	100	39031	-	13	-	23
ЩО:						
Прибиральні	30	813	2745	0,3	0,9	0,3
Мийні	35	948,5	2745	0,35	0,9	0,35
Обтирочні	35	948,5	2745	0,35	0,9	0,35
Всього:	100	2710	-	1	-	1
Разом по СТО:	-	41741	-	14	-	24

2.1.5 Визначення кількості службовців.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальне значення службовців підприємства зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2- Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, Р _с , чол.
Загальне керівництво	1
Техніко-економічне планування	1
Організація праці і зарплати	1
Діловодство і господарське обслуговування	1
Бухгалтерський облік і фінансова діяльність	1
Пожежно-сторожова охорона	1
Матеріально-технічне забезпечення	1
Спеціалісти з менеджменту	3
Всього	10

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{шпр}} + P_{\text{с}} = 14 + 10 = 24 \text{ чол.}$$

2.2 Розрахунок кількості постів ТО і ПР:

2.2.1. Визначаю кількість постів ТО і ПР:

$$X_{\text{п}} = T_{\text{пост}} \cdot K_{\text{п}} / (D_{\text{рр}} \cdot C \cdot \text{Ч}_3 \cdot P_{\text{н}} \cdot \eta), \quad (2.8)$$

$T_{\text{пост}}$ – річна трудомісткість робіт, що виконуються на постах люд/год

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує долю постових робіт;

$D_{\text{рр}}$ – кількість робочих днів у році 305

Ч_3 – тривалість зміни

C – число змін роботи СТО

$P_{\text{н}}$ – середня кількість робітників, що одночасно працюють на посту

η - коефіцієнт використання поста.

Приймаємо: $K_{\text{п}} = 0.8$, $P_{\text{ср}} = 1$, $\eta_{\text{п}} = 0.93$, $C = 1$,

$$X = (39031 \cdot 0.85) / (305 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 0.93) = 12.9 \text{ постів приймаємо } 13 \text{ постів}$$

2.2.2 Визначаю кількість постів ЩО:

$$X_{\text{що}} = N_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{що}} / (T_{\text{об.}} \cdot A_{\text{у}} \cdot \eta), \quad (2.9)$$

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання ЩО,

$$N_D = N_{\text{СТО}} \cdot d / D_p = 1807 \cdot 3 / 305 = 18 \text{ авт.};$$

$\phi_{\text{ЩО}}$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на ЩО;

$T_{\text{об.}}$ – кількість робочих годин на добу;

A_y – продуктивність мийної установки, авт./ год.;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,9$.

$$X_{\text{ЩО}} = 18 \cdot 1,2 / (8 \cdot 2 \cdot 0,9) = 1,6 \text{ приймаємо 2 пости.}$$

2.2.3 Визначаю кількість автомобілемісць зберігання готових автомобілів:

$$X_G = N_D \cdot T_{\text{П}} / T_{\text{В}}, \quad (2.10)$$

де $T_{\text{В}}$ – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

$$X_G = 18 \cdot 9 / 9 = 18 \text{ авт. місць.}$$

2.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

2.3.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_3 = Z \cdot f \cdot K, \text{ м}^2; \quad (2.11)$$

де Z - кількість постів зон ЩО,Д, ТО, ПР,

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=9,02 \text{ м}^2$, [4]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=5,5$. [1]

$$F_3 = 15 \cdot 9,02 \cdot 5,5 = 745, \text{ м}^2.$$

Таблиця 2.3- Площа зони ЩО,Д, ТО, ПР.

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F_3 , м^2
Зона ТО і ПР	13	643
Зона ЩО	2	102
Всього		745

2.3.2 Площі діляниць.

Площі виробничих діляниць визначаємо по кількості працюючих.

Площі діляниць вибираємо в залежності від кількості працюючих в максимальну завантажену зміну. [3]

Розрахунок площ діляниць зведені в таблицю 2.4.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4- Площі виробничих дільниць.

Назва дільниць	Кількість працюючих	Площа дільниць, F_d, m^2
Агрегатна	2	36
Слюсарно-механічна	2	27
Шиномонтажна	1	36
Електротехнічна	2	36
Всього		135

2.3.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_{B.3} = Z_{B.3} \cdot f \cdot K_B, m^2 \quad (2.12)$$

де $Z_{B.3}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{B.3}=18$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=9.02 m^2$.

K_B - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні, $K_B=3$.

$$F_{B.3}=18 \cdot 9.02 \cdot 3=487 m^2.$$

2.3.4 Площа складських приміщень.

Площу складських приміщень розраховують на кожні 1000 обслужених автомобілів [3].

Площі складських приміщень наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, m^2
Запасні частини	32
Агрегати і вузли	12
Матеріали	6
Мастильні матеріали	6
Всього	56

Площа виробничого корпусу:

$$F_{BK} = F_{ПР} + F_{СКЛ} + F_{ЗОН} + F_d = 745 + 56 + 135 = 936 m^2.$$

2.3.5 Площа пункту прийому автомобілів: $F_{\text{ПП}}=54 \text{ м}^2$.

2.3.6 Площа забудови.

$F_{\text{ЗАБ}}=F_{\text{БК}}+ F_{\text{ПП}}+ F_{\text{АД}}=936+54+450=1440 \text{ м}^2$.

2.3.7 Площа території СТО.

$F_{\text{ТЕР}}= (F_{\text{ЗАБ}} + F_{\text{В.З}})/K_{\text{ЩЗ}}, \text{ м}^2$;

де $K_{\text{ЩЗ}}$ – коефіцієнт щільності забудови, $K_{\text{ЩЗ}}=0,8$.

$F_{\text{ТЕР}}=(1440+487)/0,8=2408,8 \text{ м}^2=0,24 \text{ га}$.

Для побудови генерального плану, виробничого корпусу, зон та діляниць приймаємо площі приміщень, що вже збудовані на СТО “SUN-lit” з врахуванням технологічного розрахунку.

2.4 Будівельна частина

2.4.1 Планування СТО

Планування підприємства відповідає будівельним, технологічним та іншим вимогам, а також забезпечує експлуатаційні зручності.

З метою покращення техніко-економічних показників роботи СТО та технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту проектом реконструкції зроблено наступне:

- з метою покращення організації процесу ТО і ПР проведено групування виробничих діляниць та зон у відповідності до технологічного процесу;
- розроблено типові технологічні маршрути для СТО “SUN-LIT”;
- забезпечено безперешкодну(безпечну) схему руху технологічних потоків та ін.

2.4.2 Характеристика території.

Територія СТО розміщена на земельній ділянці з рівним рельєфом, та має прямокутну форму. Територія підприємства знаходиться неподалік від проїзної частини загального користування, що забезпечують його гарне сполучення, а також поруч є підвід комунікацій. Розміри території достатні для перспективного розвитку підприємства.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підприємство знаходиться в зоні помірних кліматичних умов, тобто м'яка зима та нежарке літо. Середньодобова температура найбільш теплого періоду року – літа становить 21°C, а найбільш холодного - -10°C.

2.4.3 Опис генерального плану.

Адміністративний та виробничий корпус знаходяться у північно-східній частині СТО в одному приміщенні. В південно-західній частині розташоване КТП. В південній і західній частинах СТО розташована відкрита стоянка АТЗ.

Ширина проїзної частини для одностороннього руху становить 3 метри, а для двостороннього руху – 6 метрів. Також, згідно встановлених нормативів забезпечені під'їзди пожежних автомобілів до всіх приміщень СТО.

Показники генерального плану:

- площа території - 2408 м²;
- площа забудови - 1440 м²;
- коефіцієнт щільності забудови – 0,8.

2.4.4 Об'ємно–планувальні рішення.

Основою при спорудженні СТО було забезпечення оптимальних технологічних зв'язків між виробничими підрозділами підприємства.

Будівництво проведено з будівельних елементів заводського виготовлення.

Виробничий корпус ангарного типу з товщиною стіни 0,4 метра, крок колон 6х6 метрів.

Висота приміщень від рівня підлоги до верхньої точки несучих конструкцій 6,0 метрів. Освітлення виробничих відділень та зон ТО і ПР здійснюється як природнім освітленням крізь вікна, так і штучним – електролампами.

2.5 Технічний проєкт агрегатної дільниці

Агрегатна дільниця призначена для ремонту агрегатів легкових автомобілів (двигуни, коробки передач, редуктори, головки блоку циліндрів, інші вузли та агрегати). Роботу в дільниці виконують два слюсарі-авторемонтники четвер-

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

того розряду. Режим роботи — 8 годин (одна зміна). Для механізації робіт передбачено сучасне, доступне та універсальне устаткування, яке можна масштабувати або доповнювати залежно від обсягів робіт.

Проект передбачає його реалізацію через переобладнання наявного приміщення (мінімальні зміни, фокус на розміщенні обладнання), так і через реконструкцію (зміна планування, дверних груп, інженерних мереж).

2.5.1 Технологічне обладнання

Технологічне обладнання підбирається за технологічною необхідністю з урахуванням сучасних вимог до універсальності, безпеки та доступності на ринку. Вибір орієнтований на легкові автомобілі, з можливістю роботи з агрегатами вагою до 500–900 кг.

Таблиця 2.6 Відомості технологічного обладнання агрегатної дільниці (орієнтовний перелік)

Позиція	Назва устаткування	Модель	Технічна х-ка	К-сть	Габаритні розміри	Площа, м ²	
						Один.	Заг.
1	Мийна установка	ОРМ-12	Стаціонарний	1	1270•1470	1,85	1,85
2	Стелаж для деталей	ОРГ-1468-05-230А	Металевий	1	1400•500	0,7	0,7
3	Стенд для ремонту ДВЗ та КПП	TORIN T26801	Пересувний	1	915•850	0,7	0,7
4	Пристрій для збирання і розбирання зчеплення	P-304	Пневматичний, тиск 0,5 МПа	1	1010 x 1010	1,02	1,02
5	Ящик для відходів	-	Власного вигот.	1	500•500	0,25	0,25
6	Вертикально-сверлильний настільний верстат	НРС-15	Настільний	1	360•360	-	-
7	Верстак слюсарний	СД-3701-04	Стаціонарний	2	1800•800	1,46	1,46
8	Гідравлічний прес	Werther PR 50 PM	Стаціонарний	1	1016•850	0,86	0,86
9	Стенд для ремонту задніх мостів	P-428	Стаціонарний	1	2128•890	1,96	1,96
10	Кран балка	Copynight	Вантажопідємність 2т	1	-	-	-
11	Стенд для ремонту карданних валів і рульового керування	P-223	Стаціонарний	1	2125•870	1,86	1,86
12	Шафа для інструменту	278-Н	Стаціонарний	1	1200•675	0,81	0,81
13	Компресор повітряний	АВАС Intertool	8–10 бар, ресивер 100 л	1	1100•450	0,5	0,5

2.5.2 Планування приміщення та організація робіт

Дільниця в плані має прямокутну форму (розміри можна коригувати залежно від наявного приміщення, наприклад, 8–12 м × 5–7 м). Ширина дверей/воріт — не менше 2,5–4 м для зручного завезення агрегатів, висота стандартна 2,4 м. Обладнана електротельфером вантажопідйомністю $q=0,5$ т (або більше).

При технологічному плануванні використовується маршрутна технологія. Розташування обладнання відповідає послідовності технологічного процесу. Переміщення працівників мінімальні. До стаціонарного обладнання забезпечено доступ з усіх сторін. Відстані між елементами обладнання, обладнанням і будівельними конструкціями відповідають нормам охорони праці (СНиП, ДСТУ, правила техніки безпеки).

Технологічний процес агрегатної дільниці є частиною загального процесу ремонту автомобілів:

1. Надходження знятого агрегату.
2. Зовнішнє очищення та розбирання на стенді.
3. Миття деталей у ванні.
4. Дефектація, ремонт/відновлення деталей (шліфування, пресування тощо).
5. Комплектація та збирання.
6. Контроль, обкатка (за потреби).

Це дозволяє звести до мінімуму зайві переміщення та підвищити ефективність.

Варіанти реалізації

- Переобладнання: Мінімальні зміни — встановлення обладнання в наявному просторі, підключення електрики та вентиляції.

- Реконструкція: Повне оновлення приміщення (як у прикладі електротехнічної дільниці) з оптимізацією логістики, наприклад, суміжно з діагностичним постом.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ СТЕНДІВ ДЛЯ РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Сучасні стенди-кантувачі (engine stands) для легкових автомобілів забезпечують надійну фіксацію двигуна/КПП, поворот на 360° та зручний доступ до всіх елементів під час розбирання, ремонту та збирання. Вони особливо актуальні для двигунів легкових авто (вагою 150–700 кг). Для капітального ремонту автомобільного двигуна критично важливо зафіксувати його у зручному положенні. Сучасні стенди (кантувальники) поділяються на класи: від базових гаражних до професійних промислових моделей з редукторами або електроприводом

Стенд Ritch REN8-1000

Характеристики:

- Вантажопідйомність: 1000 кг (1 тонна).
- Конструкція: Масивна зварна рама з товстостінного профілю, механічне підлогове гальмо.
- Механізм: Потужний закритий черв'ячний привід (Worm drive), конічні підшипники.

Переваги:

- Максимальна жорсткість конструкції: метал не прогинається під критичною вагою.
- Повна безпека під час обслуговування багатолітрових рядних «шісток» і V-подібних дизелів.
- Довговічні упори та підшипники, розраховані на щоденну роботу роками.

Недоліки:

- Величезна вага та габарити самого стенду (потребує багато місця в цеху).
- Дуже висока ціна.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд стану Ritch REN8-1000

Стенд Mac Tools ES1000G

Характеристики:

- Вантажопідйомність: 453 кг (1000 lbs).
- Конструкція: Посилена 4-колісна база з фіксаторами коліс (гальмами).
- Механізм: Черв'ячний редуктор із передаточним числом 63:1 та обертанням ручкою-корбою.

Переваги:

- Редуктор автоматично блокується (self-locking) в будь-якій точці — двигун ніколи не повернеться самостійно під власною вагою.
- Обертати важкий ДВС може одна людина без зусиль.
- Наявність стопорів на колесах для жорсткої фіксації на підлозі.

Недоліки:

- Висока вартість через складність механізму редуктора.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Обмеження за вагою в районі 450 кг (не підійде для важких дизелів вантажівок).



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд станду Mac Tools ES1000G

Стенд TORIN T26801

Оптимальне рішення для стандартних СТО, яке поєднує підвищену стійкість і можливість компактного складання після роботи.

Характеристики:

- Вантажопідйомність: 680 кг.
 - Конструкція: Н-подібна складна рама, 5 коліс (задні поворотні).
- Механізм: Обертання на 360° із ручним стопором.

Переваги:

- Функція швидкого складання (лапи піднімаються вгору), що економить місце в цеху.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Н-подібна база набагато стійкіша за Т-подібну.
- Витримує важкі 6-циліндрові двигуни та невеликі V8.

Недоліки:

- Обертання мотора все ще залишається ручним (без механічного помічника).
- Більші габарити в робочому стані.



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд станду TORIN T26801

Враховуючи вимоги СТО, найкращим вибором є складаний стенд Н-подібного типу TORIN T26801.

Ця платформа ідеально підходить для модернізації, оскільки має великий запас міцності та просту трубну конструкцію. Він коштує помірно, але за раху-

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нок Н-подібної рами (чотири точки опори + висувна нога) повністю виключає перекидання двигунів V6, на відміну від дешевших Т-подібних моделей.

Двигуни V6 зазвичай важать від 150 до 250 кг. Запас ходу до 680 кг гарантує, що метал стенду не буде «грати» або деформуватися під час затягування болтів ГБЦ із великим зусиллям.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Пропоноване удосконалення конструкції стенду

Об'єкт удосконалення: Базовий механічний стенд TORIN T26801.

Суть удосконалення: Додавання електромеханічного приводу обертання (електродвигун + черв'ячний редуктор) замість ручної ручки.

4.1.1 Підбір вихідних даних для проектування стенду по ремонту двигунів легкових автомобілів.

Основні параметри та навантаження:

- Вантажопідйомність: до 500 кг (підходить для двигунів від 8 до 12 циліндрів).
- Загальна маса стенду: 100 кг.
- Висота осі тримача: фіксована (900 мм від підлоги).

Габаритні розміри конструкції

- Довжина: 1060 мм.
- Ширина: 790 мм.
- Висота: 900 мм.
- Діаметр фланця кріплення: 200 мм.

Механізм обертання та безпека:

- Кут повороту: 360 градусів з фіксацією у будь-якому положенні.
- Тип редуктора: черв'ячний, з функцією самоблокування.
- Передавальне число редуктора: 60:1.
- Керування: ручне, розраховане на роботу однієї людини.

Елементи мобільності та ергономіки:

- Ходова частина: поворотні колеса з можливістю фіксації (гальмівним механізмом).
- Додаткове обладнання: знімний піддон для збору оливи та вбудований лоток для інструментів.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для черв'ячного редуктора стенду розбирання двигунів головними експлуатаційними факторами є низька швидкість ковзання ($v_s < 2 \text{ м/с}$), переривчастий/короткочасний режим роботи та обов'язкова умова самоблокування. [6]

Щоб уникнути заїдання механізму через високе тертя ковзання, матеріали пари «черв'як — колесо» обов'язково мають бути антифрикційно різномірними (звичай твердий сталевий гвинт і м'якше колесо). [7]

4.1.2 Матеріал для виготовлення черв'яка (гвинта)

Оскільки черв'як є ведучою ланкою, що зазнає значних згинальних та контактних напружень, його виготовляють із середньовуглецевих або легованих сталей з обов'язковою термічною обробкою.

Рекомендовані марки сталі:

- Сталь 40Х або Сталь 45 (найбільш раціональний та технологічний вибір).
- Термообробка: Покращення або об'ємне гартування з наступним відпуском до твердості 45...55 HRC. Після гартування робочі поверхні витків обов'язково шліфують для зменшення шорсткості та зниження коефіцієнта тертя. [8]
- Альтернатива (для підвищеної зносостійкості): Сталь 20Х або 18ХГТ з цементацією (науглецюванням поверхні) та гартуванням до 56...63 HRC. [9]

4.1.3 Матеріал для виготовлення черв'ячного колесв (вінця)

Оскільки швидкість обертання при ручному або низькооборотному приводі стенду є мінімальною ($v_s < 2 \text{ м/с}$), для колеса можна використовувати як класичні антифрикційні бронзи (еталонний варіант), так і дешевші чавуни. Безолов'яністі (алюмінієві) бронзи - найбільш оптимальний варіант за співвідношенням ціна/якість). Мають високу механічну міцність і відмінно працюють у парі з загартованими сталевими черв'яками за низьких швидкостей. [10]

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Рекомендована марка: БрАЖ 9-4 (Бронза алюмінієво-залізна) або БрА10Ж4Н4. [5]
- Особливість: Матеріал має підвищену твердість, тому вимагає високої чистоти обробки (шліфування) витків сталевго черв'яка, щоб уникнути передчасного зносу.

4.2 Розрахунок черв'ячної пари

4.2.1 Вихідні параметри проектування

- Число заходів черв'яка: $z_1 = 1$
- Число зубів черв'ячного колеса: $z_2 = 60$
- Коефіцієнт діаметра черв'яка (стандартний): $q = 10$

4.2.2 Модуль та міжосьова відстань

З урахуванням критерію контактної міцності зубів та вимог до жорсткості вала черв'яка підібрано найближчі стандартні значення:

- Модуль передачі: $m = 4$ мм
- Міжосьова відстань:

$$a_w = 0.5 \cdot m \cdot (z_2 + q) = 0.5 \cdot 4 \cdot (60 + 10) = 140 \text{ мм} \quad (4.1)$$

4.2.3 Основні розміри черв'яка (гвинта)

- Ділильний діаметр: $d_1 = m \cdot q = 4 \cdot 10 = 40$ мм (4.2)

- Діаметр вершин витків: $d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 40 + 2 \cdot 4 = 48$ мм (4.3)

- Діаметр впадин витків: $d_{f1} = d_1 - 2.4 \cdot m = 40 - 2.4 \cdot 4 = 30.4$ мм (4.4)

- Ділильний кут підйому витка (γ): $\tan(\gamma) = z_1 / q = 1 / 10 = 0.1$ (4.5)

$\gamma \approx 5.71^\circ$ (значення менше $5^\circ \dots 6^\circ$ гарантує надійне самоблокування механізму).

- Довжина нарізаної частини: $L_1 \approx (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m = (11 + 0.06 \cdot 60) \cdot 4 = 58.4$ мм (приймаємо округлено 60 мм). (4.6)

4.2.4 Основні розміри черв'ячного колеса

- Ділильний діаметр: $d_2 = m \cdot z_2 = 4 \cdot 60 = 240$ мм (4.7)

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Діаметр вершин зубів (у середньому перерізі): $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 240 + 2 \cdot 4 = 248 \text{ мм}$ (4.8)
- Діаметр впадин зубів: $d_{f2} = d_2 - 2.4 \cdot m = 240 - 2.4 \cdot 4 = 230.4 \text{ мм}$ (4.9)
- Найбільший діаметр колеса (по закругленню вінця): $d_{aM2} \leq d_{a2} + 2 \cdot m = 248 + 2 \cdot 4 = 256 \text{ мм}$ (4.10)
- Ширина вінця колеса: $b_2 \approx 0.75 \cdot d_{a1} = 0.75 \cdot 48 = 36 \text{ мм}$ (приймаємо 36 мм).

4.3 Підбір електродвигуна для обертання черв'яка

Для підбору електродвигуна виконаю кінематичний та силовий розрахунок приводу, виходячи з умов роботи стенду для ремонту двигунів.

Оскільки розбирання та збирання двигунів вимагає високої точності, обертання не повинно бути швидким. Оптимальна кутова швидкість обертання самого двигуна на стенді (вихідного вала редуктора) становить приблизно $n_2 = 1.5 \dots 2 \text{ об/х.}$

4.3.1 Розрахунок необхідної потужності

Крутний момент на вихідному валу T_2 : Для найгіршого випадку (ексцентрично закріплений важкий двигун масою 500 кг із плечем зміщення центра мас до осей близько 0.25 м) максимальний момент становить:

$$T_2 = m \cdot g \cdot L = 500 \cdot 9.81 \cdot 0.25 \approx 1226 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.11)$$

З урахуванням динамічних навантажень приймаємо розрахунковий момент $T_2 = 1275 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Кутова швидкість вихідного вала ω_2 :

Прийmemo частоту обертання рами з двигуном $n_2 = 1.5 \text{ об/хв.}$

$$\omega_2 = (\pi \cdot n_2) / 30 = (3.14 \cdot 1.5) / 30 \approx 0.157 \text{ рад/с} \quad (4.12)$$

Коефіцієнт корисної дії (ККД) черв'ячної пари (η):

Оскільки наша черв'ячна пара є однозахідною з кутом підйому $\gamma \approx 5.71^\circ$ (для забезпечення самоблокування), вона має підвищене тертя. ККД такого редуктора з урахуванням втрат у підшипниках та масляній ванні становить близько $\eta = 0.45$.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна потужність на валу електродвигуна $P_{\text{дв}}$:

$$P_{\text{дв}} = (T_2 \cdot \omega_2) / \eta = (1275 \cdot 0.157) / 0.45 \approx 445 \text{ Вт} = 0.445 \text{ кВт} \quad (4.13)$$

4.3.2 Визначення частоти обертання двигуна

Враховуючи передавальне число редуктора $u = 60$, частота обертання вала двигуна (черв'яка) має бути:

$$n_1 = n_2 \cdot u = 1.5 \cdot 60 = 90 \text{ об/хв} \quad (4.14)$$

Стандартні асинхронні електродвигуни не випускаються на таку низьку частоту обертання (мінімальна стандартна частота трифазних двигунів становить близько 700–750 об/хв). Тому для реалізації такого приводу необхідно використовувати мотор-редуктор (комбінацію двигуна та додаткового редуктора) або підключити двигун через частотний перетворювач (інвертор).

Оптимальним інженерним рішенням буде вибір тихохідного електродвигуна на 750 об/хв (8 полюсів) та зниження його обертів частотним регулятором, що додатково дасть змогу плавно керувати швидкістю та реверсом.

4.4 Вибір стандартного електродвигуна

Відповідно до розрахованої потужності 0.445 кВт із запасом на пускові моменти підбираємо стандартний трифазний асинхронний електродвигун серії АИР (або аналог):

- Марка електродвигуна: АИР80А8 (або АИР80В8)
- Номінальна потужність: 0.55 кВт
- Синхронна частота обертання: 750 об/хв (номінальна з урахуванням ковзання — близько 680–700 об/хв)
- Тип живлення: 3-фазне, 220/380 В (часто підключають через частотник до звичайної мережі 220 В)
- Конструктивне виконання: На лапах із фланцем (для зручного стикування з корпусом редуктора).

4.5 Підбір керуючої апаратури для пуску-зупинки електродвигуна

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для керування трифазним асинхронним електродвигуном потужністю 0.55 кВт (АИР80А8) на стенді для ремонту двигунів потрібна апаратура, що забезпечує три основні функції: безпечний пуск і зупинку, реверсування (обертання в обидва боки) та захист від навантажень.

Оскільки мотор є тихохідним, а стенд вимагає високої точності позиціонування та безпеки, відповідно буде використовуватися частотний перетворювач. Це найкраще інженерне рішення. Воно дозволяє плавно знизити оберти двигуна з номінальних без втрати крутного моменту, забезпечує плавний пуск без ривків та має вбудований електронний захист.

- Частотний перетворювач (інвертор): Потужність 0.75 кВт (із запасом під двигун 0.55 кВт). Вхідна напруга — 1 фаза 220 В, вихід — 3 фази 220 В (електродвигун у цьому випадку підключається за схемою «трикутник»).
 - Популярні серії: Schneider Electric Altivar, Danfoss VLT або надійні бюджетні аналоги (наприклад, INVT чи Delta).
- Виносний пульт керування (пост керування): Підключається до клем частотника низьковольтним дротом (безпечно для оператора). Має містити:
 1. Кнопку «Вперед» (без фіксації).
 2. Кнопку «Назад» (без фіксації).
 3. Поворотний перемикач (потенціометр) для точного регулювання швидкості обертання двигуна.
 4. Велику грибоподібну кнопку «Аварійна зупинка» (E-STOP) з фіксацією.
- Вхідний захист: Автоматичний вимикач двополюсний на 10 А (характеристика С) перед частотним перетворювачем.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів в агрегатній дільниці

В агрегатній дільниці СТО SUN-lit при виконанні робіт з ремонту агрегатів легкових автомобілів (розбирання, миття, пресування, збирання) діють такі основні небезпечні та шкідливі фактори:

- Фізичні фактори: підвищений рівень шуму від обладнання (компресор, прес, електротельфер), вібрація, недостатнє освітлення робочих місць.
- Хімічні фактори: пари масел, бензину, мийних засобів, аерозолі при шліфуванні.
- Механічні фактори: ризик падіння важких агрегатів (двигуни, КПП), травмування від рухомих частин обладнання, гострих кромek деталей.
- Електричні фактори: ураження електричним струмом при роботі з електроінструментом та удосконаленим стендом з електроприводом.
- Ергономічні фактори: статичні навантаження, незручна робоча поза при ручному повороті стендів.

Заходи з охорони праці

Ергономіка та організація простору:

- Ширина проходів навколо кантувальника двигунів повинна бути не менше 1 метра для вільного переміщення майстра з інструментом.
- Підлога має бути рівною, шорсткою (протиковзною) та стійкою до впливу хімічних речовин (олив, бензину).

Вентиляція та мікроклімат:

Обов'язкова наявність припливно-витяжної вентиляції. Під час миття деталей та зливу залишків олив у повітря виділяються токсичні пари вуглеводнів.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Моторист зобов'язаний працювати у спецвзутті з металевим підноском (захист від падіння важких деталей двигуна).

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Використання захисних окулярів під час очищення блоку та масло-стійких рукавичок під час розбирання.

Техніка безпеки при експлуатації модернізованого стенда

До роботи зі стендом допускаються виключно особи, які пройшли первинний та спеціальний інструктаж з правил безпечного поводження з електроприводами.

Суворо забороняється: починати автоматичний поворот виконавчого механізму, не переконавшись у повному та надійному затягуванні всіх чотирьох болтів кріплення монтажних лап ДВЗ до універсального поворотного фланця.

Перед початком кожної робочої зміни оператор зобов'язаний візуально перевірити раму стенда на відсутність тріщин у зварних швах, проконтролювати рівень оливи в черв'ячному редукторі та перевірити працездатність гальмівних стопорів на колесах шасі. Під час виконання ремонтних робіт колеса стенда мають бути надійно заблоковані.

Одяг автослюсаря має бути щільно застібнутий, без звисаючих елементів.

Електробезпека

- Заземлення: Корпус базового стенду та металевий корпус електродвигуна мають бути об'єднані та підключені до загального контуру заземлення майстерні.
- Клас захисту: Частотний перетворювач та пульт керування повинні мати клас захисту не менше IP54 (захист від пилу та бризок оливи/води). Інвертор слід розмістити у герметичній металевій чи пластиковій шафі на стіні або станині.
- Кабель-менеджмент: Силовий кабель від інвертора до двигуна має бути захищений гнучким металорукавом або гофрою, щоб виключити його випадкове перетискання колесами стенду чи пошкодження гострими краями деталей.

Механічна безпека

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Огородження рухомих частин: Кожух черв'ячного редуктора та особливо перехідна муфта (між редуктором і валом станду) повинні бути закриті захисним металевим щитком. Це виключає затягування одягу чи пальців майстра під час обертання.
- Аварійна зупинка (Кнопка E-STOP): На пульті керування (або на корпусі станду в доступній зоні) обов'язково встановлюється червона кнопка екстреної зупинки грибоподібної форми. Вона повинна миттєво знеструмлювати частотний перетворювач.

Безпека експлуатації вантажу

- Заборона перевантаження: Суворо заборонено встановлювати на стенд ДВС вагою понад номінальні 680 кг.
- Блокування коліс: Перед початком будь-яких монтажних або демонтажних робіт на закріпленому двигуні, колеса станду мають бути зафіксовані штатними стопорами (гальмами) для виключення самовільного кочення стапеля по цеху.

Цивільна оборона та пожежна безпека

Приміщення агрегатної ділянки згідно з ПУЕ відноситься до невибухонебезпечних, але пожежонебезпечних зон через наявність паливно-мастильних матеріалів. Ділянка комплектується первинними засобами пожежогасіння: двома вуглекислотними вогнегасниками типу ВВК-3.5 (ОУ-5), призначеними для локалізації загорянь речовин, що не горять без доступу повітря, та електроустановок під напругою до 1000 В.

Шляхи евакуації та підходи до пожежного щита мають бути постійно вільними від проміжних деталей, палет чи пересувного обладнання.

Розроблено схему дій персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій (НС) техногенного чи воєнного характеру. При оголошенні сигналу тривоги оператор зобов'язаний знеструмити обладнання центральним рубильником і негайно спрямувати персонал у найближче сертифіковане укриття цивільної оборони

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ

6.1 Технічний розрахунок та підбір компонентів

Черв'ячний редуктор

Головна вимога до редуктора — ефект самогальмування (самоблокування).

Рекомендована модель: Редуктор типу NMRV 050 або NMRV 060 (або вітчизняні аналоги Ч-63, Ч-80) з передаточним числом $i = 60$.

Електродвигун

Для обертання важкого мотора через редуктор з великим передаточним числом не потрібна висока потужність. Велика потужність може пошкодити кронштейни.

Рекомендована модель: АИР80А8 або АИР80В8.

Система керування

Для підключення трифазного двигуна до звичайної розетки 220 В та забезпечення плавності ходу використовується компактний частотний перетворювач (інвертор) потужністю 0.75 кВт.

Функціонал: Забезпечує плавний пуск без ривків, реверс (обертання в обидва боки) та можливість знизити швидкість обертання двигуна педаллю або кнопковим пультом.

6.2 Економічний розрахунок

Розрахунок проведено на основі середньоринкових цін на нові та б/в (у відмінному стані) компоненти станом на **2026 рік**:

Таблиця 6.1 Економічний розрахунок проекту модернізації

№	Найменування компонента / Роботи	К-сть	Ціна за од. (UAH)	Всього (UAH)	Примітки
1	Базовий стенд TORIN T26801 (680 кг)	1	8 500	8 500	Купівля нової платформи-донора
2	Редуктор черв'ячний NMRV 060 ($i=60$)	1	1 800	1 800	Оптимальний за габаритами
3	Електродвигун АИР80В8	1	2 200	2 200	Надійний асинхронний двигун
4	Частотний перетворювач 0.75 кВт	1	2 500	2 500	Для плавного пуску та живлення від 220В

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5	Металопрокат, перехідна муфта, болти	компл.	800	800	Матеріали для адаптації приводу
6	Токарно-зварювальні роботи (сторонні)	компл.	2 500	2 500	Центрування, зварювання кронштейна
Разом	Загальні капітальні інвестиції "під ключ"			18 300 UAH	~445 USD

Термін окупності та підвищення ефективності

Припустимо, що майстерня капітально ремонтує 4 двигуни V6 на місяць.

Економія часу: Завдяки відсутності ручних маніпуляцій із ломом, вирівнюванням «на око» та постійним фіксуванням пальця, моторист заощаджує до 2-х годин сумарного часу на етапах розбирання, дефектовки та збирання одного ДВС.

Економічний еквівалент: 2 години × 4 двигуни = 8 годин вивільненого робочого часу на місяць. При середній вартості нормо-години кваліфікованого моториста у 400 UAH, пряма вигода становить:

$$8 \text{ год} \cdot 400 \text{ UAH} = 3200 \text{ UAH}$$

Розрахунок терміну окупності:

Термін окупності = 18300 UAH (інвестиції) / 3200 UAH/місяць (вигода) $\approx$ 5.7 місяців

Навіть купуючи стенд «з нуля» та повністю оплачуючи деталі й модернізацію, підсумкова сума (~445 USD) залишається в 3-4 рази нижчою, ніж купівля найдешевшого заводського імпортного стенду з електроприводом (від 1 500 USD). Проєкт повністю окупає себе менш ніж за пів року роботи.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на основі проведених теоретичних досліджень та інженерних розрахунків вирішено важливе науково-практичне завдання з удосконалення виробничо-технічної бази СТО «SUN-lit» шляхом переобладнання її агрегатної дільниці. За результатами виконання проекту сформовано такі висновки:

На основі детального аналізу існуючих технологічних процесів та виявленої проблематики високої трудомісткості ручних робіт обґрунтовано необхідність комплексного оновлення агрегатної дільниці. Спроектовано нове просторове планування та підібрано комплект із 11 найменувань сучасного високо-ефективного обладнання, що дозволило оптимізувати маршрутну технологію ремонту.

Проведено аналіз сучасних стендів-кантувальників двигунів. Виявлено їхні ключові переваги та недоліки, на основі чого розроблено індивідуальний проєкт глибокої модернізації серійного стенда TORIN T26801.

Виконано повний комплекс конструкторських розрахунків приводного механізму стенда. Інтегрована в остов черв'ячна пара $u=60$, $m=4$ мм, $a_w=140$ мм завдяки ділильному куту підйому гвинта $\gamma \approx 5.71^\circ$ гарантує самоблокування системи, повністю виключаючи ризик травмування оператора. Впроваджений електродвигун АІР80В8 (0.55 кВт, 750 об/хв) із частотним регулюванням забезпечив плавну та точну зміну просторового положення ремонтного агрегату в діапазоні 360 градусів без докладання ручних зусиль.

У роботі детально опрацьовано систему виробничої безпеки. Завдяки виключенню важкої ручної праці та встановленню черв'ячної пари повністю нівельовано механічні ризики зриву або неконтрольованого падіння агрегатів. Визначено чіткий алгоритм дій персоналу при оголошенні сигналів надзвичайних ситуацій чи пожежі у воєнний період.

Економічна високоефективність: Техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність розробки. Загальні капітальні інвестиції в проєкт «під

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

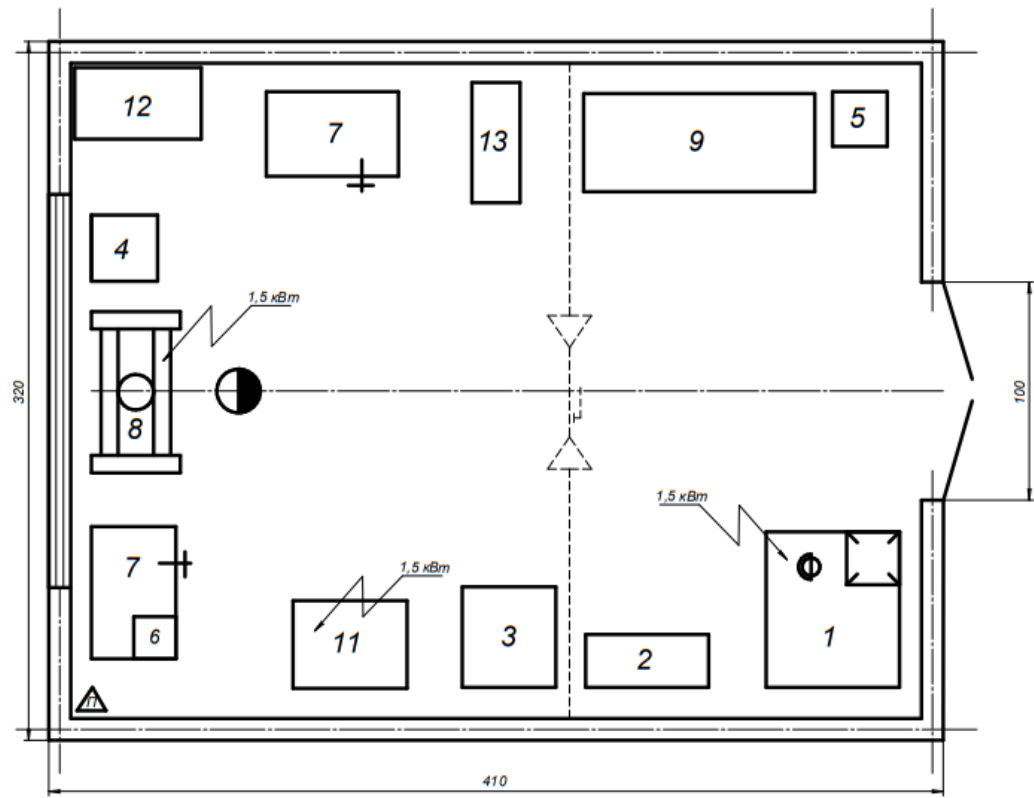
ключ» (разом із закупівлею базового стану, редуктора, двигуна, інвертора та оплатою сторонніх токарно-зварювальних робіт) склали 18 300 UAH (~445 USD). За рахунок автоматизації моторист заощаджує до 2-х годин на капітальному ремонті кожного двигуна. При ремонті 4-х агрегатів на місяць чиста вигода для підприємства становить 3 200 UAH/місяць, що забезпечує повний термін окупності капіталовкладень всього за 5.7 місяців. Запропоноване рішення в 3–4 рази дешевше за купівлю аналогічних фабричних імпорتنих електростендів.

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Проектування автотранспортних підприємств. Частина II. Технологічний розрахунок автотранспортних підприємств/Уклад. В. Карпенка, В. Придюк, О. Приймак. – Луцьк 2000. – 93 с.
2. Лудченко О.О. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: Підручник. - К.: Знання-Прес, 2003. - 511 с.
3. Єпіфанов Л.І., Єпіфанова Є.А. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів. - М.: Форум, Інфра-М, 2001. - 280 с.
4. Канарчук В.Є., Лудченко О.О., Чигринець О.Д. Основи технічного обслуговування та ремонту автомобілів. УЗ кн.Кн.З. - К.: Вища школа, 1994. - 599 с.
5. Іващенко В.Т., Сенчішак В.М. І-24 Розрахунок і конструювання деталей машин: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Нова Зоря, 2013. – 808с.
6. <https://studfile.net/preview/5009611/page:10/>
7. <https://shesterenka.com.ua/poslugi/vigotovlennya-zubchastikh-par/vigotovlennya-chervyachnoji-pari.html>
8. <https://surl.li/yttpur>
9. <https://engineersguidebook.com/understanding-worm-gears-types-applications/>
10. <https://www.zhygear.com/material-choices-in-worm-gear-manufacturing/>

					БР.АТ-25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



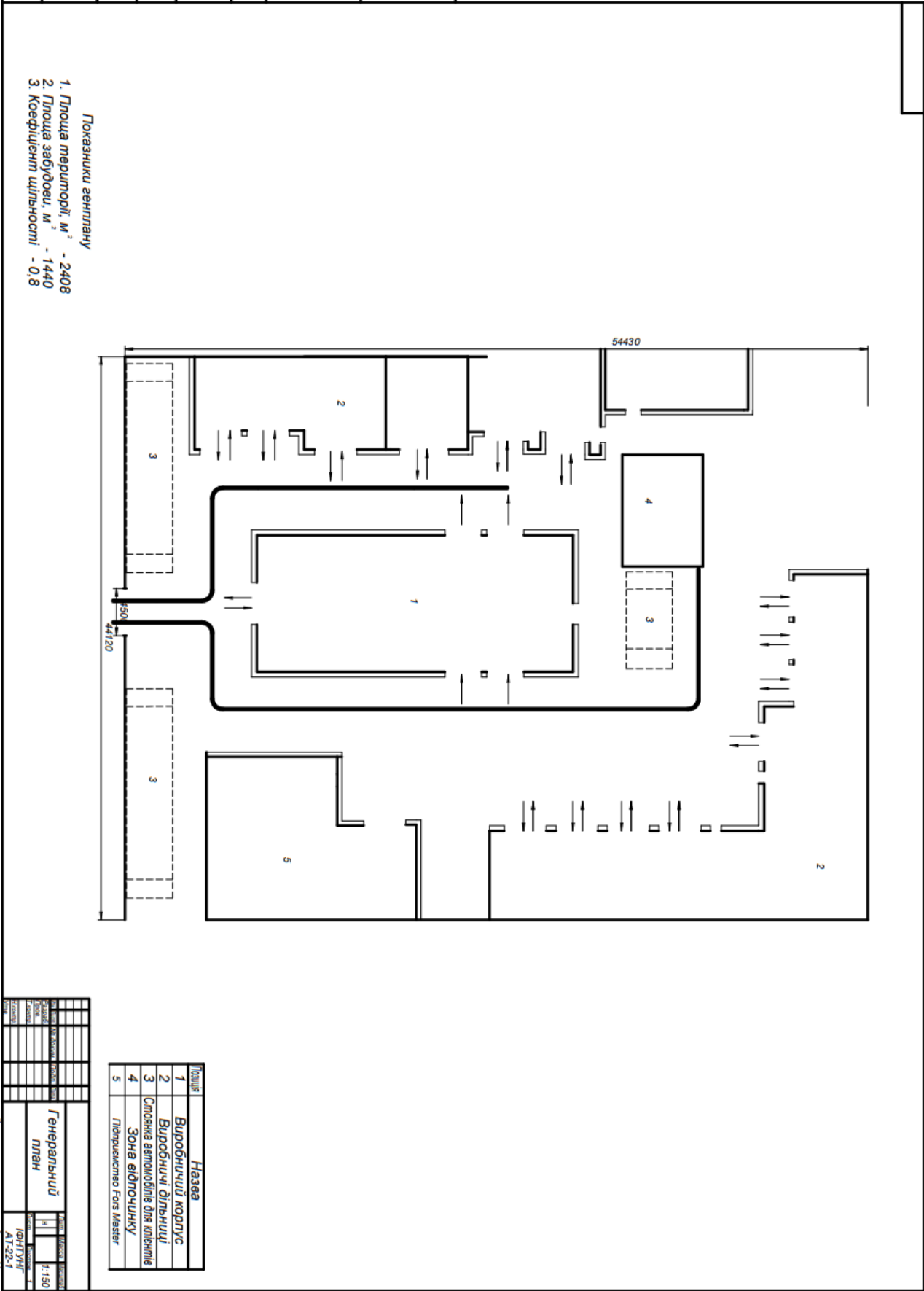
Розп.	Назва устаткування	Модель	Технічна характеристика	К-сть	Вартість, грн	Площа, м²
1	Мийна установка	ОПМ-12	Стандартний	1	1200-1400	1.85
2	Спалювач для детонування	ВГ-485-5-330	Металева	1	1400-500	0.7
3	Спеціалізований насос	ТОРН 12000	Пересувний	1	915-450	0.7
4	Потрійний насос	P-304	Пневматичний	1	1111-111	1.02
5	Вентилятор	-	Високого тиску	1	500-500	0.25
6	Вентилятор	НПС-15	Настінний	1	350-350	-
7	Верстат окислювальний	СД-3701-04	Стандартний	2	1800-800	1.46
8	Гідравлічний прес	Wenther PR 50 PM	Стандартний	1	1075-835	0.66
9	Спеціалізований насос	P-428	Стандартний	1	2128-892	1.96
10	Кран балка	Сорупайт	Високопродуктивний	1	-	-
11	Спеціалізований насос	P-223	Стандартний	1	1205-870	1.66
12	Машини для ремонту	278-Н	Стандартний	1	1200-675	0.81
13	Компактний насос	ABAC Intercool	8-10 бар, ресивер 10.0 л	1	1100-495	0.5

Умовні позначення

- - Підвід води і вивід в каналізацію
- ⊗ - Місцева вентиляція
- - Робоче місце
- ▢ - Підвід стиснутого повітря
- ⚡ - Споживач електричного струму

КП.АТ-25.00.000			
Агрегатна дільниця	Лист	Місця	Масштаб
Технологічний план	7	1	1:20
ІФНТУНГ	АТ-22-1		

Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000
Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000



- Показники генплану
1. Площа території, м² - 2408
 2. Площа забудови, м² - 1440
 3. Коефіцієнт щільності - 0,8

Познач	Назва
1	Виробничий корпус
2	Виробничі дільниці
3	Спожива автомобілі для клієнтів
4	Зона відпочинку
5	Підприємство For Master

Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000
Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000	Лист 25.00.00.000

