

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ - 30.00.00.000 ПЗ

Група АТзд-22-4

Красніков Євген

2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Міністерство освіти і науки України
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту

Красніков Євген Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 656.13.04

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Удосконалення технології комплексної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів та проєкт модернізації постів зони ТО і ремонту в умовах СТО

«Автоцентр Ліга-II»

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

(Є. Р. Красніков)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Кузьмін Віктор Степанович

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Гнип М.М.

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завкафедрою АТ

_____ М.М. Гнип
„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Красніков Євген Русланович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту: Удосконалення технології комплексної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів та проєкт модернізації постів зони ТО і ремонту в умовах СТО «Автоцентр Ліга-ІІ»

затверджена наказом по університету від _____ № _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 15.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту: Проаналізувати виробничу діяльність підприємства та обґрунтувати напрямки його модернізації в умовах СТО «Автоцентр Ліга-ІІ» (м. Хмельницький) для обслуговування вантажних і військових автомобілів. Виконати технологічний розрахунок виробничої програми, обсягів робіт, чисельності персоналу та площ приміщень нового виробничого корпусу. Розробити та оптимізувати технологічний процес комплексної інструментальної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів на універсальних постах. Підібрати сучасне гаражне обладнання та важкий слюсарний інструмент. Розробити об'ємно-планувальне рішення й будівельне планування проєктованого вантажного корпусу та зони ТО і ремонту. Удосконалити інженерну конструкцію чотирьохстійкового гвинтового підйомника вантажопідйомністю 10 тонн шляхом розробки пересувних гідравлічних платформ, здійснити розрахунок елементів силової передачі механізму. Розрахувати показники економічної ефективності та термін окупності капітальних вкладень від розширення виробничої бази та впровадження модернізованого підйомника.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ. 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТО «АВТОЦЕНТР ЛІГА-ІІ» ТА ОБґРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЙОГО МОДЕРНІЗАЦІЇ. 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ СТО. 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ЗОНИ ТО І РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ. 4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЧОТИРЬОХСТІКОВОГО ГВИНТОВОГО ПІДЙОМНИКА З РЕГУЛЬОВАНОЮ КОЛІСНОЮ БАЗОЮ. 5. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СТО. 6. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ В МАСШТАБАХ СТО. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу: 1. Тема БР. 2. Напрямки удосконалювання, розвитку виробничої структури ТО і Р. Організаційно-технологічна схема комплексної діагностики технічного стану ходової частини. 3. Планування зони ТО і ремонту. 4. Технологічний процес зони ТО і ремонту. 5-7. Підйомник чотирьохстійковий гвинтовий вантажопідйомністю 10 т із регульованою колісною базою. Складальне креслення підйомника, стійка підйомника та деталювання (робочі креслення деталей валу/гвинта). 8. Показники економічної ефективності. 9. Висновки

Керівник _____
Особистий підпис

/В. Кузьмін /
Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання _____
Особистий підпис

/Є. Красніков / .
Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ.	16.04	
1 Розділ	24.04	
2 Розділ	01.05	
3 Розділ	11.05	
4 Розділ	19.05	
5 Розділ	29.05	
6 Розділ	04.06	
Графічна частина (презентація).	12.06	
Висновки. Список використаних джерел.	17.06	
Готовність проекту до попереднього захисту	15.06	

Бакалавр виконання _____ Є. Красніков _____.
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник проекту _____ / В. Кузьмін /
Особистий підпис Розшифровка підпису

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему: „Удосконалення технології комплексної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів та проект модернізації постів зони ТО і ремонту в умовах СТО «Автоцентр Ліга-ІІ» у м. Хмельницький” складається із 74 аркушів формату А4, на яких містяться 6 розділів, 14 таблиць, 8 рисунків.

У даній роботі виконано технологічний розрахунок та обґрунтування проекту розширення виробничо-технічної бази сервісного центру СТО «Автоцентр Ліга-ІІ». Підприємство диверсифікує напрямки своєї діяльності та впроваджує технологію обслуговування, діагностики і ремонту ходової частини вантажних автомобілів мультибрендового складу, комерційного транспорту, а також спеціальної військової техніки.

Проаналізовано виробничу діяльність підприємства та обґрунтовано напрямки його модернізації. Визначено річний обсяг робіт і завантаженість за функціональною ознакою. Розраховано необхідну кількість робочих постів основного виробництва, допоміжних дільниць та визначено загальну площу нового проектного вантажного корпусу.

Розроблено вдосконалений технологічний процес комплексної інструментальної діагностики підвіски вантажних авто із застосуванням методів стендового контролю та гідравлічних люффт-детекторів безпосередньо на універсальному посту. Підібрано комплект сучасного гаражного обладнання, важкого слюсарного інструменту та розроблено будівельне планування виробничих зон нового боксу.

Розроблено модернізовану конструкцію чотирьохстійкового гвинтового підйомника вантажопідйомністю 10 тонн, ключовою особливістю якого є оснащення передньої пари стійок пересувними платформами з автономним гідравлічним керуванням для адаптації під будь-яку колісну базу автомобілів. Здійснено перевірочні розрахунки елементів силової передачі «гвинт-гайка» на міцність, згин та поздовжню стійкість, а також визначено ККД механізму.

Розглянуто питання організації безпеки праці, пожежної безпеки, розраховано захисне заземлення обладнання вантажної зони та запропоновано інженерні рішення з очищення стічних вод і охорони навколишнього середовища СТО. Виконано розрахунок економічної ефективності від будівництва корпусу та впровадження модернізованого підйомника, визначено термін окупності капітальних інвестицій.

Ключові слова: підйомник, рухома платформа, ходова частина, вантажний автомобіль, діагностика, люфт-детектування, виробничий корпус, трудовіддача, економічний ефект.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work on the topic: “Improvement of the Technology for Comprehensive Diagnostics of the Technical Condition of the Vehicle Chassis and the Project of Modernization of the Maintenance and Repair Area Posts at the Service Station LLC ‘Autocenter Liga-II’ in the city of Khmelnytskyi” consists of 74 A4 pages, containing 6 sections, 14 tables, and 8 figures.

This work includes a technological calculation and substantiation of the project for expanding the production and technical base of the service center LLC “Autocenter Liga-II”. The enterprise diversifies its business areas and implements the technology for maintenance, diagnostics, and repair of the chassis of multi-brand trucks, commercial vehicles, as well as specialized military vehicles.

The production activity of the enterprise was analyzed and the directions of its modernization were substantiated. The annual volume of work and workload based on functional characteristics were determined. The required number of main production posts and auxiliary areas was calculated, and the total area of the new projected truck building was determined.

An improved technological process for comprehensive instrumental diagnostics of the truck suspension was developed, utilizing bench testing methods and hydraulic play detectors directly at the universal work post. A set of modern garage equipment and heavy sessional tools was selected, and the construction layout of the production areas of the new box was developed.

An improved design of a four-post screw lift with a lifting capacity of 10 tons was developed. The key feature of this design is equipping the front pair of posts with movable platforms with autonomous hydraulic control to adapt to any wheel base of vehicles. Verification calculations of the elements of the "screw-nut" power transmission for strength, bending, and buckling stability were carried out, and the efficiency of the mechanism was determined.

Issues related to ensuring occupational safety, fire safety, calculation of the protective grounding of the truck zone equipment were considered, and engineering

solutions for wastewater treatment and environmental protection of the service station were proposed. The economic efficiency of the building construction and implementation of the upgraded lift was calculated, and the payback period of capital investments was determined.

Keywords: lift, movable platform, chassis, truck, diagnostics, play detection, production building, labor intensity, economic effect.

ЗМІСТ

ВСТУП	12
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТО «АВТОЦЕНТР ЛІГА-II» ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЙОГО МОДЕРНІЗАЦІЇ	15
1.1 Загальна характеристика підприємства СТО «Автоцентр Ліга-II».....	15
1.2 Аналіз структури парку автомобілів, що обслуговуються, та попиту на послуги діагностики ходової частини	16
1.3 Стан організації та технології комплексної діагностики і ремонту підвіски автомобілів на підприємстві.....	17
1.4 Обґрунтування необхідності будівництва нових боксів та модернізації постів зони ТО і ремонту	18
1.5 Постановка мети і завдань бакалаврської роботи	20
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ СТО.....	22
2.1 Виробнича програма підприємства.....	22
2.2 Визначення річних обсягів робіт.....	23
2.3 Розподіл трудомісткостей робіт за видами та функціональною ознакою	24
2.4 Обсяги робіт по самообслуговуванню підприємства	26
2.5 Визначення кількості робочих постів та автомобілемісць.....	27
2.6 Планування чисельності виробничих робітників.....	29
2.7 Розрахунок площ виробничих приміщень вантажного корпусу	31
2.7.1 Розрахунок площ допоміжних виробничих ділянок.....	31
2.7.2 Розрахунок площ основних виробничих зон (Зони ТО і ПР)	32
2.8 Розрахунок площ складських приміщень та стоянок	33
2.9 Розрахунок площ допоміжних та побутових приміщень	34
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ЗОНИ ТО І РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	36
3.1 Призначення зони ТО та ремонту автомобілів.....	36
3.2 Організація проведення робіт у зоні ТО та ремонту автомобілів	37
3.3 Забезпеченість технологічним обладнанням та інструментом.....	37

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ			
Зміст.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Красніков Є.Р.			Удосконалення технології комплексної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів та проект модернізації постів зони ТО і ремонту в умовах СТО «Автоцентр Ліга-II»	Літ.	Аркуш	Аркушів
Провер.		Кузьмін В.С.					6	72
Н. Контр.		Криштопа С.І.				ІФНТУНГ гр. АТзд-22-4		
Затв.		Гнип М.М.						

3.4	Забезпеченість технологічною та нормативною документацією	39
3.5	Стан охорони праці і охорони навколишнього середовища	39
3.6	Обґрунтування необхідності технічного переобладнання зони ТО та ремонту ходової частини	40
3.7	Правила техніки безпеки.....	41
3.8	Спецодяг, захисні засоби	41
3.9	Санітарно-технічна частина.....	42
3.10	Електротехнічна частина	42
4	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЧОТИРЬОХСТІЙКОВОГО ГВИНТОВОГО ПІДЙОМНИКА З РЕГУЛЬОВАНОЮ КОЛІСНОЮ БАЗОЮ	44
4.1	Призначення та суть конструкторської розробки	44
4.2	Технічна характеристика модернізованого підйомника.....	44
4.3	Будова та принцип дії модернізованого обладнання	46
4.4	Опис роботи електричної принципової схеми.....	47
4.5	Заходи безпеки при експлуатації та випробуваннях.....	49
4.6	Технічне обслуговування.....	50
4.7	Розрахунок передачі гвинт-гайка основного приводу підйому	51
4.7.1	Розрахунок гвинта	51
4.7.2	Розрахунок носної гайки	54
4.7.3	Розрахунок коефіцієнта корисної дії (ККД) механізму	55
5	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СТО	56
5.1	Розрахунок капітальних вкладень у будівництво та обладнання	56
5.2	Розрахунок річного фонду оплати праці робітників.....	57
5.3	Визначення собівартості послуг та річних експлуатаційних витрат	58
5.4	Розрахунок річного доходу та економічної ефективності проекту	58
6	ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ В МАСШТАБАХ СТО.....	59
6.1	Організація роботи з охорони праці на підприємстві	59
6.2	Технічні засоби безпеки та заземлення у вантажному корпусі	59

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ			
Зміст.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології комплексної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів та проект модернізації постів зони ТО і ремонту в умовах СТО «Автоцентр Ліга-П»	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Красніков Є.Р.						
Провер.		Кузьмін В.С.					6	72
Н. Контр.		Криштопа С.І.				ІФНТУНГ гр. АТзд-22-4		
Затв.		Гнип М.М.						

6.3 Пожежна безпека виробничих приміщень СТО	60
6.4 Промислова санітарія та заходи екологічної безпеки.....	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТОК А.....	67
ДОДАТОК Б	69

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ						
Зміст.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології комплексної діагностики технічного стану ходової частини автомобілів та проєкт модернізації постів зони ТО і ремонту в умовах СТО «Автоцентр Ліга-П»			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Красніков Є.Р.									
Провер.		Кузьмін В.С.								6	72
								ІФНТУНГ гр. АТзд-22-4			
Н. Контр.		Криштопа С.І.									
Затв.		Гнип М.М.									

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту та логістичної інфраструктури в Україні потребує постійного підвищення надійності, безпеки та експлуатаційної готовності колісних транспортних засобів. Особливо гостро це питання постає для сегменту комерційних малотоннажних, середньотоннажних, важких вантажних автомобілів, а також військової техніки змішаного і мультибрендового складу. Ходова частина та підвіска цих машин функціонують в умовах підвищених динамічних навантажень, незадовільного стану дорожнього покриття та частих перевантажень. Знос і раптові відмови елементів підвіски, рульового керування та маточинних вузлів не лише призводять до масштабних матеріальних збитків через простої техніки, а й створюють пряму загрозу безпеці дорожнього руху.

Забезпечення безвідмовної роботи такого автопарку можливе лише за умови впровадження передових методів неруйнівного контролю та технічного сервісу. Проте, більшість діючих регіональних підприємств автосервісу, зокрема офіційний дилерський центр СТО «Автоцентр Ліга-II», створювалися та проектувалися під параметри легкого рухомого складу. Їхні об'ємно-планувальні рішення, габарити боксів та наявне підйимально-транспортне обладнання не розраховані на обслуговування довгобазних вантажних і армійських автомобілів.

Виникла суттєва технічна суперечність між стрімким зростанням попиту на якісний сервіс важкої техніки та реальними можливостями діючої матеріально-технічної бази підприємства. Вирішення цієї проблеми потребує комплексного інженерного підходу: розширення виробничих площ СТО, зведення нового спеціалізованого корпусу, оптимізації планування робочих постів, удосконалення технологічних регламентів інструментальної дефектовки підвіски, а також розробки адаптивного підйомного обладнання. Все це зумовлює високу науково-технічну та практичну актуальність теми даної бакалаврської роботи.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єктом дослідження є виробничо-технічна діяльність сервісної станції СТО «Автоцентр Ліга-II» у сфері підтримання належного технічного стану колісних транспортних засобів.

Предметом дослідження є технологія комплексної діагностики, об'ємно-планувальні та організаційні рішення постів зони технічного обслуговування і поточного ремонту вантажного транспорту, а також конструктивні параметри приводу чотирьохстійкового гвинтового підйомника.

Метою бакалаврської роботи є підвищення ефективності та пропускної здатності СТО «Автоцентр Ліга-II» шляхом розробки комплексного інженерного проекту розширення виробничої бази, будівництва нового спеціалізованого корпусу та вдосконалення технологічного процесу діагностування і ремонту ходової частини вантажних та військових автомобілів усіх марок на основі впровадження модернізованого підйомника з регульованою колісною базою.

Для досягнення поставленої мети у роботі визначено та вирішено такі **завдання**:

1. Проаналізувати стан організації праці та діючу технологію сервісу ходової частини на підприємстві, виявити «вузькі місця» та обґрунтувати необхідність розширення виробничих площ СТО.
2. Виконати технологічний розрахунок річної виробничої програми, визначити необхідну чисельність виробничого персоналу та кількість робочих постів вантажного профілю.
3. Розробити об'ємно-планувальні рішення нової зони ТО і ремонту з раціональним розміщенням постів основного виробництва, допоміжних дільниць та інженерних комунікацій у новому корпусі.
4. Удосконалити покроковий технологічний процес комплексної діагностики підвіски вантажних авто із впровадженням методів стендового контролю та інструментального виявлення люфтів під навантаженням.
5. Здійснити конструкторську розробку (модернізацію) чотирьохстійкового гвинтового підйомника, оснастивши його

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пересувними гідравлічними платформами для забезпечення універсальності підхвату авто з різною колісною базою, та виконати перевірочні розрахунки деталей силової передачі на міцність і стійкість.

6. Розробити заходи з охорони праці, промислової санітарії, електро- та пожежної безпеки в масштабах проектного корпусу, а також запропонувати рішення з охорони навколишнього середовища.
7. Провести фінансово-економічний аналіз проекту, розрахувати загальний обсяг необхідних капітальних інвестицій, собівартість послуг, очікуваний чистий прибуток та визначити термін окупності запропонованих рішень.

Методи дослідження. Методологічну основу роботи становлять положення теорії технічної експлуатації автомобілів, загальноприйняті нормативні методики технологічного проектування підприємств автомобільного сервісу, методи інженерної механіки, опору матеріалів та деталей машин для розрахунку конструктивних елементів, а також методи прикладного економічного аналізу для оцінки ефективності капіталовкладень.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТО «АВТОЦЕНТР ЛІГА-II» ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЙОГО МОДЕРНІЗАЦІЇ

1.1 Загальна характеристика підприємства СТО «Автоцентр Ліга-II»

Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту в Україні характеризується підвищенням вимог до надійності, безпеки та технічного стану рухомого складу. Важливу роль у забезпеченні безперебійної експлуатації транспортних засобів відіграють підприємства автосервісу. Станція технічного обслуговування «Автоцентр Ліга-II», що розташована у місті Хмельницький, є офіційним дилерським центром та потужним суб'єктом на ринку послуг із технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР).

На сьогоднішній день підприємство володіє розвиненою матеріально-технічною базою, яка спроектована та оптимізована для обслуговування легкових автомобілів та малотоннажного комерційного транспорту. Виробнича структура діючого СТО включає в себе:

- зону приймання та видачі автомобілів;
- дільницю загальнотехнічного сервісу та діагностики;
- пост регулювання кутів встановлення коліс;
- мийний пост та складські приміщення для зберігання запасних частин, експлуатаційних матеріалів і технологічного інструменту.

Організація праці на підприємстві базується на передових методах індивідуального та тупикового обслуговування, де кожен пост оснащений сучасною діагностичною апаратурою та підйомними механізмами, адаптованими під параметри легкового рухомого складу. Сервісна зона укомплектована двостійковими підйомниками вантажопідйомністю до 3,5–4 тонн, що дозволяє виконувати повний спектр робіт з ходовою частиною, трансмісією та гальмівними системами легкових авто.

Проте, незважаючи на високу ефективність у поточному сегменті, діюча технологічна схема та планувальні рішення «Автоцентр Ліга-II» мають

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

жорсткі обмеження. Параметри виробничих корпусів, висота в'їзних воріт, габарити робочих зон та несуча спроможність підлогового покриття не дозволяють приймати на обслуговування середньо- та крупнотоннажні вантажні автомобілі. В умовах сучасних економічних та геополітичних викликів виникає гостра потреба у диверсифікації послуг підприємства, що вимагає докорінної модернізації та розширення його виробничого потенціалу.

1.2 Аналіз структури парку автомобілів, що обслуговуються, та попиту на послуги діагностики ходової частини

Регіональний ринок автомобільних перевезень у Хмельницькій області демонструє стійке зростання інтенсивності експлуатації вантажного транспорту. Хмельницький є важливим логістичним вузлом, через який проходять ключові транспортні артерії, що сполучають західні, центральні та південні регіони України. Як наслідок, у структурі загального автопарку суттєво збільшилась частка магістральних тягачів, бортових вантажівок, самоскидів та спеціальної техніки вітчизняного й закордонного виробництва (MAN, DAF, Volvo, Scania, Mercedes-Benz, Renault, КрАЗ, МАЗ тощо).

Окремим, критично важливим сегментом автопарку, який потребує негайного та якісного технічного обслуговування, став військовий транспорт. Особливості експлуатації військових вантажних автомобілів (незалежно від марки та країни походження — від переобладнаних цивільних фургонів до повнопривідних важких шасі) полягають у їхній роботі в екстремальних умовах:

- постійне перевантаження;
- рух бездоріжжям та зруйнованими покриттями;
- жорсткі часові обмеження на виконання ремонтних операцій.

Найбільш уразливим елементом у таких умовах експлуатації є ходова частина автомобіля. Статистичний аналіз структури відмов вантажних автомобілів показує, що на знос та руйнування елементів підвіски (ресор,

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

амортизаторів, сайлентблоків), шкворневих з'єднань, підшипників маточин та деталей рульового керування припадає від 35% до 45% від загальної кількості несправностей. Своєчасна комплексна діагностика ходової частини є ключовим фактором безпеки руху та довговічності рухомого складу, оскільки невиявлений вчасно люфт або мікротріщина у відповідальних вузлах вантажівки призводить до масштабних аварій та довготривалого виходу техніки з ладу.

Наявний попит на якісний сервіс вантажної та військової техніки в регіоні наразі перевищує можливості існуючих підприємств. Спеціалізовані вантажні СТО часто перевантажені або не мають можливості оперативно проводити повну комп'ютерну та стендову діагностику ходової частини. Таким чином, переорієнтація СТО «Автоцентр Ліга-II» на обслуговування мультибрендового вантажного та військового транспорту є комерційно вигідним, стратегічно виправданим та суспільно необхідним кроком.

1.3 Стан організації та технології комплексної діагностики і ремонту підвіски автомобілів на підприємстві

На даний момент технологічний процес діагностики ходової частини на СТО «Автоцентр Ліга-II» побудований за класичною схемою для легкового сегменту. Він базується на поєднанні органолептичного методу (візуальний та інструментальний огляд майстром із використанням монтажних лопаток) та стендового контролю на лінії приймання (перевірка ефективності роботи амортизаторів на вібростенді та експрес-контроль сходження коліс). Після первинного огляду автомобіль направляється на універсальний пост ТО і ремонту, обладнаний підйомником, де проводиться детальна дефектовка вузлів підвіски.

Така технологія демонструє високу точність та швидкість при роботі з легковим автотранспортом, проте вона стає повністю недієздатною при спробі застосувати її до вантажної техніки з наступних причин:

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Масо-габаритні обмеження: Вага сучасної вантажівки чи військового автомобіля у кілька разів перевищує граничну вантажопідйомність наявних на СТО підйомників. Довжина колісної бази та ширина колії вантажних авто банально не дозволяють встановити їх на існуючі платформи чи лапи легкові підйомних механізмів.

2. Специфіка конструкції підвіски: Ходова частина вантажних автомобілів кардинально відрізняється від легкових. Наявність потужних багатolistових ресор, пневмобалонів високого тиску, реактивних штанг, шкворневих поворотних кулаків та спарених коліс потребує зовсім інших зусиль для виявлення люфтів. Звичайна монтажна лопатка чи ручне зусилля механіка не здатні зорієнтувати чи зсунути вузол важкої вантажівки для перевірки зазору в підшипнику чи втулці ресори — для цього потрібне спеціалізоване гідравлічне обладнання (люфт-детектори).

3. Інструментальна база: Наявний на підприємстві інструмент розрахований на малі та середні крутні моменти. Демонтаж та монтаж елементів підвіски вантажівок вимагає гайковертів із зусиллям у тисячі Ньютон-метрів, потужних знімачів для ресорних пальців та пресового обладнання зусиллям від 20 до 50 тонн.

Отже, існуючий стан організації та технології на підприємстві унеможлиблює обслуговування вантажного транспорту. Спроби проводити діагностику та ремонт «підручними» засобами без спеціалізованої зони призведуть до порушення технологічних регламентів, низької якості робіт, зриву термінів та грубого порушення правил техніки безпеки праці.

1.4 Обґрунтування необхідності будівництва нових боксів та модернізації постів зони ТО і ремонту

Впровадження технології обслуговування вантажного транспорту всіх марок і військової техніки на базі СТО «Автоцентр Ліга-П» неможливе шляхом простої заміни обладнання в існуючих приміщеннях. Об'ємно-планувальні рішення діючого корпусу спроектовані під габарити легкових авто, де висота

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стелі зазвичай не перевищує 3,5–4 метрів, а радіуси в'їзду розраховані на малу колісну базу. Вантажний автомобіль із тентом або кунгом має власну висоту до 4 метрів, а при піднятті його на підйомнику для огляду знизу загальна висота зони обслуговування повинна становити не менше 5,5–6 метрів.

Єдиним технічно правильним та економічно обґрунтованим інженерним рішенням є розширення території підприємства та будівництво окремого, спеціалізованого виробничого корпусу. Проект передбачає виділення додаткової земельної ділянки, суміжної з існуючою територією СТО, для зведення капітальної або швидкокомбованої споруди ангарного типу з високими параметрами міцності та ергономіки.

У новому виробничому корпусі буде розташована спеціалізована Зона ТО і ремонту вантажних автомобілів. Проектування цієї зони «з нуля» дозволяє закласти оптимальні геометричні та технологічні параметри:

- Висота в'їзних воріт (не менше 4,5 м) та внутрішнього простору (до 6,5–7 м);
- Посилене промислове підлогове покриття з армованого бетону, здатне витримувати навантаження від осей важких вантажівок (до 10–12 тонн на вісь);
- Раціональне планування проїздів, що забезпечує вільний заїзд, маневрування та евакуацію великогабаритної техніки.

Основою модернізації постів у новому корпусі стане впровадження спеціалізованого вантажного підйомного обладнання та інтеграція сучасних стендових засобів діагностики ходової частини безпосередньо у робочу зону. Це дозволить створити універсальні діагностично-ремонтні пости, де автомобіль може пройти комплексний контроль (перевірка люфтів під навантаженням за допомогою гідравлічного люфт-детектора) та одразу стати на ремонт без зайвих переміщень по території. Будівництво нового корпусу дозволить чітко розмежувати потоки легкового та важкого транспорту, забезпечуючи високу пропускну здатність та максимальну безпеку виробничого процесу.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Постановка мети і завдань бакалаврської роботи

Виходячи з проведеного аналізу виробничої діяльності СТО «Автоцентр Ліга-П», тенденцій розвитку регіонального ринку автосервісних послуг та виявленої гострої потреби в обслуговуванні вантажної і військової техніки, сформульовано тему та напрямки даного дослідження.

Метою бакалаврської роботи є підвищення ефективності та якості функціонування СТО «Автоцентр Ліга-П» шляхом розробки проекту розширення виробничої бази, будівництва нового корпусу та вдосконалення технології комплексної діагностики і ремонту ходової частини вантажних та військових автомобілів усіх марок.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі основні завдання:

1. Провести детальний технологічний розрахунок виробничої програми підприємства з урахуванням введення в експлуатацію нових потужностей для вантажного транспорту.

2. Визначити річний обсяг робіт із ТО та ПР, розрахувати необхідну кількість виробничих робітників, кількість постів та площі проектного виробничого корпусу.

3. Розробити планувальне рішення нової Зони ТО і ремонту вантажних автомобілів із раціональним розміщенням технологічного обладнання, під'їзних шляхів та інженерних комунікацій.

4. Удосконалити технологію комплексної діагностики ходової частини вантажних автомобілів, розробивши відповідну технологічну карту з використанням сучасних методів неруйнівного контролю та стендового обладнання.

5. Виконати конструкторську розробку (або модернізацію вузлів) автомобільного підйомника, адаптованого для безпечної роботи з важкою вантажною та спеціальною військовою технікою в умовах нового боксу.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Оцінити екологічну та технічну безпеку запроєктованих технологічних процесів, а також розрахувати економічну ефективність та термін окупності капітальних вкладень у будівництво та модернізацію СТО.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ СТО

2.1 Виробнича програма підприємства

Виробнича програма є основним вихідним показником для комплексного розрахунку річних обсягів робіт, на основі яких у подальшому визначаються чисельність виробничих робітників, кількість постів основного виробництва, а також площі виробничих, складських, адміністративно-побутових та допоміжних приміщень проектного вантажного корпусу. В залежності від масштабів виробничої програми на підприємстві впроваджують ті чи інші технологічні процеси технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), визначають рівень механізації та автоматизації праці, а також формують оптимальну структуру управління підприємством.

Складовими частинами загальної виробничої програми станції технічного обслуговування «Автоцентр Ліга-П» є виробничі програми прибирально-мийних робіт (ПМР), робіт з комплексного ТО, діагностування та поточного ремонту вантажних і військових автомобілів.

При проектуванні нових потужностей враховано, що прибирально-мийні роботи на СТО можуть виконуватись не тільки як підготовчий етап перед безпосереднім проведенням ТО і ПР, а й як самостійний вид сервісних послуг для транзитного автотранспорту. У зв'язку з цим річна кількість заїздів автомобілів на СТО в зону прибирально-мийних робіт $N_{\text{пм}}$ визначається на основі річної кількості заїздів автомобілів для виконання ТО і ремонту $N_{\text{тор}}$ з урахуванням коефіцієнта 1,2, який покриває транзиційні заїзди виключно на мийку:

$$N_{\text{пм}} = 1,2 N_{\text{тор}}, \quad (2.1)$$

де $N_{\text{тор}}$ – річна кількість заїздів автомобілів на СТО для виконання ТО і ремонту, що визначається за формулою:

$$N_{\text{тор}} = N_{\text{сто}} * D_{\text{пр}}, \quad (2.2)$$

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{\text{СТО}}$ – середня кількість заїздів вантажних автомобілів на СТО за один робочий день для обслуговування і ремонту;

$D_{\text{рр}}$ – кількість робочих днів підприємства за рік $D_{\text{рр}} = 365$ днів за рік.

Денна виробнича програма прибирально-мийних робіт $N_{\text{д}}$, яка визначає пропускну здатність поста мийки комерційного та військового транспорту за одну зміну, розраховується як:

$$N_{\text{д}} = N_{\text{СТО}} * 1,2 \quad (2.3)$$

2.2 Визначення річних обсягів робіт

Річний обсяг робіт СТО є сумарною трудомісткістю виконання всіх технологічних операцій на підприємстві за рік. Для проектованої зони обслуговування вантажного транспорту він включає обсяги робіт з технічного обслуговування, поточного ремонту, поглибленого діагностування ходової частини та прибирально-мийних робіт.

Річний обсяг робіт з ТО і ПР ($T_{\text{ТО,пр}}$, люд.-год) розраховується на основі очікуваної кількості автомобілів, їхнього середньорічного пробігу та питомої трудомісткості за формулою:

$$T_{\text{ТО,пр}} = A_{\text{СТО}} \cdot L_{\text{р}} \cdot t / 1000 \quad (2.4)$$

де $A_{\text{СТО}}$ – очікуване число автомобілів різних марок (включаючи військові вантажівки), які протягом року звернуться на СТО для виконання сервісних впливів;

$L_{\text{р}}$ – середньорічний пробіг одного вантажного автомобіля, км;

t – питома трудомісткість робіт з ТО і ПР на 1000 км пробігу (люд.-год/1000 км), прийнята відповідно до нормативів для середньо- та крупнотоннажних автомобілів мультибрендового складу.

Річний обсяг прибирально-мийних робіт ($T_{\text{пмр}}$, люд.-год, люд.-год) визначається виходячи з розрахованого числа заїздів автомобілів на станцію за рік та середньої трудомісткості одного мийного циклу вантажного автомобіля:

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{пмр}} = N_{\text{пм}} \cdot t_{\text{пм}} \quad (2.5)$$

де $T_{\text{пмр}}$ – середня трудомісткість виконання прибирально-мийних робіт на один вантажний автомобіль. Враховуючи габарити військової та вантажної техніки, а також наявність механізованого шлангового та апаратного обладнання, значення $T_{\text{пмр}}$ приймається в межах 0,35–0,5 люд.-год. Зведені результати загальних обсягів робіт представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Річні обсяги робіт по вантажному корпусу СТО

Види технічних впливів	Позначення	Трудомісткість робіт, люд.-год.
Прибирально-мийні роботи	$T_{\text{пмр}}$	5641
Технічне обслуговування та поточний ремонт	$T_{\text{то,пр}}$	23086
Усього по автомобілях:	$T_{\text{сум}}$	28727

2.3 Розподіл трудомісткостей робіт за видами та функціональною ознакою

Для точного проєктування розмірів виробничих ділень, правильного підбору обладнання та раціонального планування постів, загальний річний обсяг робіт з ТО і ПР необхідно розподілити за конкретними технологічними видами робіт та безпосереднім місцем їхнього виконання (на універсальних постах чи на спеціалізованих ділянках). Цей розподіл базується на нормативних відсоткових співвідношеннях для вантажних СТО мультибрендового типу і наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Розподіл трудомісткості робіт з ТО та ПР вантажних авто

Види робіт	% від загального	Трудомісткість, люд.-год	Місце виконання (Пости), люд.-год	Місце виконання (Дільниці), люд.-год
Діагностичні (ходова, гальма)	6	1385	1385	—
ТО в повному обсязі	25	5772	5772	—
Масильно-заправні	6	1385	1385	—
Регулювання кутів установлення коліс	7	1616	1616	—
Ремонт і регулювання гальмівних систем	7	1616	1616	—
Електротехнічні роботи	8	1847	1478	369
Ремонт приладів системи живлення (дизель)	7	1616	1131	485
Акумуляторні роботи	4	923	92	831
Шиномонтажні та балансувальні роботи	9	2078	623	1455
Ремонт вузлів, систем та агрегатів підвіски	12	2770	1385	1385
Слюсарно-механічні загальні роботи	9	2078	—	2078
Усього ТО і ПР:	100	23086	16483	6603
Прибирально-мийні роботи	100	5641	5641	—

Для формування чіткої структури майбутнього виробничого корпусу, всі технологічні обсяги робіт групуються за функціональною ознакою по відповідних підрозділах (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 — Групування обсягів робіт за функціональною ознакою

Назва виробничої зони, поста або дільниці	Річна трудомісткість робіт, люд.-год.
Спеціалізована дільниця діагностування ходової частини	1385
Зона ТО і поточного ремонту вантажівок (постові роботи)	15098
Допоміжні виробничі дільниці:	
— Агрегатна дільниця	1385
— Слюсарно-механічна дільниця	2078
— Дільниця ремонту систем живлення та електрообладнання	854
— Акумуляторна дільниця	831
— Шиномонтажна дільниця	1455
Усього робіт по корпусу:	23086

2.4 Обсяги робіт по самообслуговуванню підприємства

Окрім безпосереднього виконання комерційних та спеціальних робіт з обслуговування рухомого складу, будь-яке автосервісне підприємство потребує затрат праці на власне забезпечення — так звані допоміжні роботи та роботи з технічного самообслуговування. Відповідно до нормативних вимог, обсяг допоміжних робіт ($T_{\text{доп}}$) для автосервісів вантажного профілю становить близько 20–30% від загального річного обсягу робіт по автомобілях:

$$T_{\text{доп}} = 0,25 \cdot T_{\text{сум}} = 0,25 \cdot 28727 = 7181,8 \text{ люд.-год.} \quad (2.6)$$

До складу допоміжних робіт входять: прибирання виробничих приміщень і прилеглої території корпусу (15–20%), приймання, зберігання та видача

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

матеріальних цінностей і запчастин на складі (10%), внутризаводське транспортування та перегін вантажних автомобілів між постами (25–35%), а також безпосередні роботи із самообслуговування інженерних мереж СТО.

Обсяг робіт із самообслуговування підприємства ($T_{\text{сам}}$, утримання та ремонт власного технологічного обладнання, підйомників, інструменту, компресорів та вентиляції) становить близько 10% від загальної трудомісткості:

$$T_{\text{сам}} = 0,1 \cdot T_{\text{сум}} = 0,1 \cdot 28727 = 2873 \text{ люд.-год.} \quad (2.7)$$

Ці обсяги робіт закріплюються за персоналом відділу головного механіка (ВГМ) та частково виконуються на відповідних виробничих дільницях у вільний від основних замовлень час.

2.5 Визначення кількості робочих постів та автомобілемісць

Розрахунок кількості робочих постів є критично важливим етапом, оскільки він безпосередньо визначає геометричні розміри майбутньої будівлі вантажного корпусу. Для зон ТО і ПР число робочих постів (X_p) розраховується за формулою:

$$X_p = T_p \cdot f / \Phi_p \cdot R_{\text{ср}}, \quad (2.8)$$

де T_p – річний обсяг саме постових робіт, люд.-год;

f – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на СТО ($f=1,3-1,5$);

Φ_p – річний фонд робочого часу одного поста, год;

$R_{\text{ср}}$ – середня кількість робітників, які одночасно працюють на одному посту (для важких вантажівок та військових авто приймається $R_{\text{ср}}=1,5-2,0$ чол. для забезпечення безпеки та технологічності процесів).

Річний фонд робочого часу поста (Φ_p) розраховується виходячи з режиму роботи СТО:

$$\Phi_p = D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \eta_p \quad (2.8)$$

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год ($T_{зм}=8$ год); $\eta_{п}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста ($\eta_{п}=0,85-0,90$).

Для механізованого або автоматизованого поста прибирально-мийних робіт кількість постів ($X_{пм}$) визначається через добову програму заїздів:

$$X_{пм} = N_{д} \cdot f / T_{зм} \cdot A_{у} \cdot \eta_{п} \quad (2.9)$$

де $A_{у}$ – продуктивність мийного обладнання (авт./год). Враховуючи, що автоматичні порталні мийки для великих вантажівок економічно неефективні при малих добових програмах, проектом закладається тупиковий пост ручної шлангової та апаратної мийки високого тиску з продуктивністю $A_{у}=3-4$ авт./год. Результати розрахунків постів, допоміжних постів приймання-видачі та місць очікування і зберігання автомобілів зведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 — Зведені дані розрахунку постів та автомобіле-місць вантажного корпусу

Найменування технологічного показника	Позначення	Розраховане значення	Прийняте значення
Річний фонд робочого часу поста, год	$\Phi_{п}$	3723	3723
Середня кількість робітників на посту ТО і ПР	$P_{ср}$	1,5	1,5
Коефіцієнт нерівномірності подачі авто на ТО і ПР	f	1,4	1,4
Добова кількість заїздів на мийні роботи, авт.	$N_{д}$	28	28
Число робочих постів:			
— пости ТО і поточного ремонту	$X_{р}$	2,52	3
— пост діагностування (суміщений з ТО)	$X_{д}$	0,48	0
— пости прибирально-мийних робіт	$X_{пм}$	1,69	2
Усього робочих постів у корпусі:	$X_{пм}$	—	5

Найменування технологічного показника	Позначення	Розраховане значення	Прийняте значення
Пост приймання та видачі вантажівок	Хпв	—	1
Кількість місць очікування в зоні ТО і ПР	Хо	—	2
Автомобіле-місця для зберігання готових авто	Хзб	—	15
Місця на відкритій стоянці клієнтів та персоналу	Хст	—	8

2.6 Планування чисельності виробничих робітників

До складу виробничих робітників вантажного корпусу відносяться штатні працівники дільниць, які безпосередньо виконують технологічні операції. В інженерному проектуванні розрізняють технологічно необхідну (явочну) чисельність робітників (P_t), яка забезпечує виконання щоденної програми, та штатну (облікову) чисельність ($P_{ш}$), яка враховує відпустки, вихідні дні та неявки через хворобу.

Технологічно необхідна кількість робітників визначається за формулою:

$$P_t = \Phi_m T_{рі} \quad (2.10)$$

Штатна чисельність робітників розраховується як:

$$P_{ш} = \Phi_{ш} T_{рі} \quad (2.11)$$

де $T_{рі}$ – річна трудомісткість робіт по конкретному підрозділу, люд.-год;
 Φ_m – річний фонд часу робочого місця (номінальний), год; $\Phi_{ш}$ – річний фонд часу одного штатного робітника з урахуванням відпусток, год.

Фонди часу розраховуються відповідно до КЗпП України:

$$\Phi_m = D_{рр} \cdot T_{зм} - D_{пс} \cdot t_{ск} \quad (2.12)$$

$$\Phi_{ш} = (D_{рр} - D_{від} - D_{хов}) \cdot T_{зм} - D_{пс} \cdot t_{ск} \quad (2.13)$$

де $D_{від}$ – тривалість щорічної відпустки (24 календарні дні);

$D_{хов}$ – середньостатистичні дні неявки через хворобу чи поважні причини (7 днів);

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дпс – кількість передсвяткових днів зі скороченим часом роботи (9 днів);
тск – час скорочення зміни (1 година).

Повні результати розрахунків балансу робочої сили для основного та допоміжного виробництва наведені в таблицях 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.5 — Штатна чисельність робітників основного виробництва

Найменування структурного підрозділу	Обсяг робіт, люд.-год	Технологічна кількість робітників	Штатна кількість робітників	Прийнята кількість робітників
Зона прибирально-мийних робіт	5641	3	4	4
Дільниця діагностування ходової частини	1385	1	1	1
Зона ТО і поточного ремонту вантажівок	15098	8	9	9
Шиномонтажна дільниця	1455	1	1	1
Разом за основним виробництвом:	23579	13	15	15

Таблиця 2.6 — Чисельність робітників допоміжних дільниць

Найменування допоміжної дільниці	Обсяг робіт, люд.-год	Технологічна кількість робітників	Штатна кількість робітників	Прийнята кількість робітників
Агрегатна дільниця	1385	1	1	1
Слюсарно-механічна дільниця	2078	1	1	1
Дільниця систем живлення та електрообладнання	854	1	1	1
Акумуляторна дільниця (суміщена)	831	—	—	—
Разом по допоміжних дільницях:	5148	3	3	3
УСЬОГО ПРИЙНЯТО ПО КОРПУСУ:	28727	16	18	

2.7 Розрахунок площ виробничих приміщень вантажного корпусу

2.7.1 Розрахунок площ допоміжних виробничих дільниць

Площі виробничих цехів та дільниць визначаються методом питомого розрахунку за площею, яку займає наявне технологічне обладнання на плані, з урахуванням коефіцієнта щільності його розставлення та робочих зон безпеки навколо верстатів:

$$F_d = f_{об} \cdot K_{щ} \quad (2.14)$$

де $f_{об}$ – сумарна площа всього технологічного обладнання дільниці в плані (верстаки, преси, стенди), м²;

$K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розставлення обладнання (для агрегатних та слюсарних дільниць вантажних СТО становить 3,5–4,5).

Для перевірки діє також метод розрахунку за чисельністю робітників у найбільш завантаженій зміні (не менше 20 м² на одного працюючого). Кінцево приймається більше значення. Результати розрахунку площ представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 — Площі допоміжних виробничих дільниць корпусу

Найменування виробничої дільниці	Кількість робітників у зміні	Площа обладнання в плані, м ²	Коефіцієнт щільності розставлення	Розрахована площа, м ²	Прийнята площа дільниці, м ²
Агрегатна дільниця	1	21,10	4,3	90,72	90
Слюсарно-механічна дільниця	1	14,48	4,5	65,18	76
Ремонт систем живлення та електрообладнання	1	7,86	3,5	27,52	48
Акумуляторна дільниця	—	5,77	3,5	20,18	20
Шиномонтажна вантажна дільниця	1	19,72	4,0	78,88	80
Загальна площа дільниць:	4	—	—	—	314

2.7.2 Розрахунок площ основних виробничих зон (Зони ТО і ПР)

Площа безпосередніх зон обслуговування, де вантажні автомобілі встановлюються на пости, розраховується за формулою:

$$F_z = f_a \cdot X_z \cdot K_p \quad (2.15)$$

Коефіцієнт щільності розставлення постів вантажних автомобілів (K_p) для забезпечення нормативних зазорів заїздів та проїздів приймається в межах 4,0–4,5. Результати розрахунків площ зон з урахуванням робочих, допоміжних постів та місць очікування наведені в таблицях 2.8 та 2.9.

Таблиця 2.8 — Площі зон основного виробництва (робочі пости)

Найменування виробничої зони	Кількість постів	Габаритна площа авто f_a , м ²	Коефіцієнт щільності розставлення	Розрахована площа зони, м ²	Прийнята площа зони, м ²
Зона ТО і поточного ремонту вантажівок	3	24,0	4,0	288,0	288
Пост діагностування ходової частини	1	24,0	3,5	84,0	84
Зона прибирально-мийних робіт	2	24,0	2,5	120,0	120
Разом площа робочих зон:	6	—	—	—	492

Таблиця 2.9 — Площі допоміжних постів та місць очікування

Найменування постів та місць	Кількість авто-місць	Габаритна площа авто f_a , м ²	Коефіцієнт щільності розставлення	Розрахована площа, м ²	Прийнята площа, м ²
Пост приймання та видачі авто	1	24,0	2,5	60,0	60

Найменування постів та місць	Кількість авто-місць	Габаритна площа авто f_a , м ²	Коефіцієнт щільності розставлення	Розрахована площа, м ²	Прийнята площа, м ²
Місця внутрішнього очікування ТО	2	24,0	2,0	96,0	96
Разом допоміжні площі:	3	—	—	—	156

2.8 Розрахунок площ складських приміщень та стоянок

Площі складів проектного вантажного корпусу визначаються за методом питомої розрахункової площі на кожну тисячу обслуговуваних автомобілів або на один робочий пост основного виробництва за загальною формулою:

$$F_{\text{скл}} = f_{\text{ск}} \cdot X_p, \quad (2.16)$$

де $f_{\text{ск}}$ – нормативна питома площа складу певного типу на один вантажний пост, м².

Площа зон тривалого зберігання та відкритих стоянок на території розраховується за формулою щільності розміщення автомобіле-місць:

$$F_{\text{ст}} = f_a \cdot A_{\text{ст}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.17)$$

де $A_{\text{ст}}$ – кількість розрахованих автомобіле-місць;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт щільності розставлення для стоянок (приймається 2,5–3,0 для закритих зон та 3,5–4,0 для відкритих майданчиків маневрування).
Результати розрахунків складів та стоянок наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 — Площі складських приміщень вантажного корпусу

Найменування складу СТО	Питома площа на пост, м ²	Розрахована площа складу, м ²	Прийнята площа складу, м ²
Склад запасних частин вантажних авто	12,0	36,0	40
Склад великих агрегатів та вузлів підвіски	8,0	24,0	24
Склад технологічних матеріалів	6,0	18,0	18
Склад мастильних матеріалів та олив	7,0	21,0	24
Усього площа складів:	—	99,0	106

2.9 Розрахунок площ допоміжних та побутових приміщень

Допоміжні та санітарно-побутові приміщення забезпечують належні умови праці персоналу вантажного корпусу та комфортне перебування клієнтів СТО (в тому числі представників військових підрозділів, які супроводжують техніку). Розрахунок побутових приміщень (роздягальні, душові, санвузли) проводиться виходячи з питомого показника 6–8 м² на одного виробничого робітника у найбільшій зміні. Площі офісів, клієнтських зон та стоянок приведені в підсумковій таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 — Зведені площі допоміжних приміщень та споруд

Найменування приміщення або зони	Одиниця виміру	Питомий показник	Підсумкова прийнята площа, м ²
Санітарно-побутові приміщення персоналу	м ² /чол	6,0	48
Клієнтська зона очікування та кабінети	м ² /пост	5,0	25
Стіл замовлень та комора оформлення	м ²	фіксов.	20

Найменування приміщення або зони	Одиниця виміру	Питомий показник	Підсумкова прийнята площа, м ²
Закрита внутрішня зона зберігання авто	коєф. щільн.	2,5	900 (15 авто-місць)
Відкритий майданчик та стоянка території	коєф. щільн.	3,5	672 (8 авто-місць)
Усього площі адмін-побуту:	—	—	93
Усього площі стоянок та зберігання:	—	—	1572

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ЗОНИ ТО І РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Призначення зони ТО та ремонту автомобілів

Для підтримки мультибрендового парку вантажних та військових автомобілів у постійній технічній готовності СТО «Автоцентр Ліга-П» розгортає новий комплекс підрозділів. Ця інфраструктура включає спеціалізовану будівлю вантажного корпусу, сучасне діагностичне обладнання та стаціонарні підйомні механізми.

Технічне обслуговування (ТО) виконується у планово-переджувальному порядку та покликане забезпечити безвідмовну експлуатацію рухомого складу в межах встановлених міжремонтних пробігів. Своєчасне проведення обов'язкового переліку регламентних операцій дозволяє мінімізувати ймовірність раптових відмов техніки на лінії.

Відповідно до характеру та масштабів виконуваних робіт, відновлення рухомого складу поділяють на капітальний (КР) та поточний (ПР) ремонт. Поточний ремонт (ПР) у проектованій зоні спрямований на забезпечення або відновлення працездатного стану вантажних автомобілів шляхом усунення окремих несправностей, заміни чи відновлення зношених деталей, вузлів та агрегатів (окрім базових), які досягли гранично допустимого стану.

Комплекс робіт у зоні включає контрольно-діагностичні, регулювальні, розбирально-складальні, слюсарні та шиноремонтні операції. Проектована зона ТО та ремонту ходової частини автомобілів призначена для інструментальної перевірки елементів підвіски, дефектовки рульових та гальмівних систем, виявлення прихованих люфтів та безпосереднього проведення ремонтно-відновлювальних робіт.

Більшість операцій з діагностики та заміни деталей підвіски (ресор, амортизаторів, сайлентблоків) виконується безпосередньо на універсальному посту, обладнаному вантажним підйомником. Проте, у випадках масштабних пошкоджень або необхідності повного відновлення важких вузлів (наприклад, капітального ремонту ведучих мостів чи редукторів), агрегати демонтують за

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою засобів механізації та транспортують на спеціалізовані стенди суміжних допоміжних ділянок.

3.2 Організація проведення робіт у зоні ТО та ремонту автомобілів

Порядок організації праці та безпечного виконання ремонтних дій у вантажному боксі регламентується чинними нормативними документами з охорони праці, зокрема НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» та НПАОП 0.00-1.73-12 «Правила охорони праці при роботі з інструментами та пристосуваннями».

Контроль технічного стану автомобілів є безперервним процесом. Первинний огляд та виявлення очевидних дефектів систем безпеки проводяться при поверненні техніки з рейсу. Оперативне планування завантаження зони ТО і ПР здійснюється в аналітичній групі техніком на підставі фактичного моніторингу пробігу вантажівок та за погодженням із керівниками автоколон. Графік постановки транспортних засобів на обслуговування затверджується головним інженером підприємства заздалегідь, що дозволяє зоні підготувати необхідні робочі пости та інструментальну базу.

Діагностування та безпосередній ремонт ходової частини вантажівок і спеціальної військової техніки виконується автослюсарями, які пройшли профільне навчання, підтвердили кваліфікаційний розряд та отримали офіційний допуск до роботи з підйомними механізмами та важким гідравлічним інструментом. З огляду на специфіку масо-габаритних характеристик вантажного транспорту, виконання складних монтажно-демонтажних операцій на посту з підйомником здійснюється колегіально — бригадою або із залученням помічника для страховки та дотримання правил безпеки.

3.3 Забезпеченість технологічним обладнанням та інструментом

Технологічне обладнання, що впроваджується для механізації процесів у новому вантажному корпусі, є базовою складовою виробничих фондів і

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поділяється на три категорії: загальнотехнічне, спеціалізоване гаражне (сервісне) та нестандартизоване.

Гаражне обладнання за своїм функціональним призначенням розподіляється на підйимально-транспортне, контрольно-діагностичне, мастильно-заправне та розбирально-складальне. За рівнем конструктивної складності підйомники та діагностичні стенди відносяться до категорії складного обладнання середньої та вищої вартісної групи, яке вимагає регулярного технічного обслуговування та калібрування. Робочі органи обладнання мають переважно електричний, гідравлічний або пневматичний приводи.

- Впровадження засобів механізації у проєктованій зоні дозволяє досягти наступних інженерно-економічних результатів:
- Істотне зниження питомої трудомісткості та скорочення часу простою важкої техніки в ремонті;
- Підвищення точності дефектовки вузлів підвіски завдяки автоматизації діагностичних процедур;
- Мінімізація ризиків виробничого травматизму при маніпуляціях з великоваговими деталями;
- Поліпшення умов праці слюсарів-механіків.

Замість морально застарілих оглядових канав (ям), проєктована зона укомплектовується універсальним стаціонарним підйомником відповідної вантажопідйомності, який забезпечує всебічний доступ до ходової частини автомобіля. Для безпечного демонтажу та переміщення вузлів вагою понад 20 кг (наприклад, супортів, маточин, елементів трансмісії) пост оснащується мобільним гідравлічним краном (гусаком) або підкатною трансмісійною стійкою.

Безпосередньо на робочому місці автослюсаря встановлюється верстак із лещатами та індивідуальним інструментальним візком. Візок комплектується посиленими наборами гайкових ключів, пневматичними ударними гайковертами з високим крутним моментом, набором знімачів підшипників та сайлентблоків,

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а також точним контрольно-вимірювальним інструментом (штангенциркулями, мікрометрами, люфтомірами).

3.4 Забезпеченість технологічною та нормативною документацією

Робоче місце механіка в зони ТО і ПР ходової частини забезпечується актуальним пакетом технічної та нормативно-правової документації. До обов'язкового технологічного комплексу відносяться:

- Покрокові технологічні карти на виконання діагностичних та ремонтно-слюсарних операцій для різних марок вантажних авто;
- Специфікації та каталоги виробників із зазначенням міжнародного маркування та оригінальних кодів деталей підвіски;
- Довідкові таблиці нормативних значень (моменти затягування нарізних сполучень, допустимі люфти шкворнів, параметри тиску в пневмопідвісці);
- Журнали обліку використання технологічних рідин та інструкції з експлуатації підйомного обладнання.

У доступній зоні боксу встановлюється інформаційний стенд, на якому розміщуються виробнича інструкція автослюсаря, графічні плакати з наочними правилами безпеки при роботі на підйомниках, затверджена схема евакуації з корпусу, а також витяги з профільних наказів (зокрема Наказу №102 щодо положення про ТО і ремонт КТЗ).

3.5 Стан охорони праці і охорони навколишнього середовища

Охорона праці є комплексною системою правових, організаційно-технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності персоналу СТО. Основними шкідливими та небезпечними факторами в зоні обслуговування вантажівок є: небезпека травмування рухомими елементами машин, падіння важких деталей, підвищена загазованість

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщення при роботі двигунів на постах та ризик ураження електричним струмом.

Будучи сучасним об'єктом, новий вантажний корпус СТО «Автоцентр Ліга-Іі» проектується з урахуванням суворих екологічних вимог. Підприємство забезпечується екологічним паспортом, а технологічні процеси плануються так, щоб мінімізувати шкідливі викиди у навколишнє середовище.

Для захисту екології в проекті передбачено облаштування спеціальних місць для роздільного збору та тимчасового накопичення виробничих відходів (металобрухту, зношених шин, відпрацьованих фільтрів) із подальшою їх передачею на утилізацію профільним ліцензованим компаніям. Конструкція підлоги та дренажних систем боксу виключає можливість просочування нафтопродуктів у ґрунт чи ґрунтові води.

3.6 Обґрунтування необхідності технічного переобладнання зони ТО та ремонту ходової частини

Реконструкція наявної структури автосервісу та будівництво нового вантажного корпусу викликані об'єктивною технічною необхідністю. Для забезпечення високої конкурентоспроможності СТО «Автоцентр Ліга-ІІ», підвищення якості ремонту важкої техніки та створення безпечних умов праці, впроваджуються такі інженерні заходи:

- Повне оснащення постів передовим підіймальним та діагностичним обладнанням (включаючи люфт-детектори) для максимальної механізації ручної праці;
- Створення уніфікованої системи інформаційного та документального забезпечення кожного робочого місця;
- Оптимізація робочого простору відповідно до вимог наукової організації праці (НОП).

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Правила техніки безпеки

Проведення будь-яких операцій під автомобілем дозволяється виключно після його повної фіксації на платформі чи лапах підйомника. Автомобіль повинен бути встановлений чітко по центру ваги обладнання, без перекосів, з обов'язковим застосуванням противідкатних упорів (якщо підйом здійснюється за колеса).

Після підняття вантажівки на необхідну висоту підйомний механізм має бути жорстко заблокований за допомогою механічних стопорних пристроїв. Для безпечної роботи під машиною використовується переносне освітлення напругою не більше 12–36 В із захисними сітками.

Весь ручний слюсарний інструмент підлягає щомісячній ревізії та дефектації. Категорично забороняється використання молотків із тріснутими дерев'яними рукоятками, зношених ключів із розійтися зівом або деформованих знімачів. Слюсарні верстаки повинні мати рівну, зачищену від задирок поверхню, а їх очищення від металевої стружки має проводитися виключно щітками-кмітками (використання стисненого повітря для обдування робочих поверхонь заборонено).

3.8 Спецодяг, захисні засоби

Для зниження впливу шкідливих виробничих факторів персонал зони ТО і ПР у повному обсязі забезпечується засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), до яких належать:

- Захисні комбінезони або костюми зі стійких до мастил тканин;
- Спеціальне взуття з посиленням металевим підноском для захисту від падіння важких вузлів;
- Захисні окуляри та прозорі щитки для захисту очей під час дефектовки підвіски знизу;
- Міцні рукавиці, захисні каски та респіратори (для роботи в шиномонтажній зоні);

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Дерматологічні засоби (пасти, креми) для захисту шкіри рук від агресивного впливу технологічних мастил.

3.9 Санітарно-технічна частина

Відповідно до санітарних норм, робочі місця у вантажному корпусі підлягають регулярному очищенню. Пролиті оливи або паливо повинні негайно видалятися за допомогою сорбентів. Для миття деталей дозволяється використовувати лише пожежобезпечні та нетоксичні мийні розчини.

Проектowana будівля вантажного боксу оснащується централізованою системою опалення від котельні підприємства для підтримки оптимальної температури повітря у зимовий період на рівні 18–20 °С. Бокс у обов'язковому порядку обладнується примусовою припливно-витяжною вентиляцією.

Для аналізу та запобігання виробничого травматизму на підприємстві діє комісія, яка класифікує причини виникнення небезпечних ситуацій на технічні (несправність інструменту), організаційні (відсутність інструктажу) та санітарно-гігієнічні (недостатнє освітлення або порушення температурного режиму). Всі робочі місця вантажної зони підлягають періодичній державній атестації за умовами праці.

3.10 Електротехнічна частина

Експлуатація потужного силового обладнання вантажного корпусу (електромеханічних підйомників, компресорів, шиномонтажних стендів) вимагає суворого дотримання правил електробезпеки. Небезпечна дія електричного струму на організм залежить від його сили, частоти, тривалості дії та шляху проходження через тіло людини.

Електробезпека в зоні проектується на трьох рівнях:

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

1. Конструктивний захист: Всі струмоведучі частини обладнання та кабельні лінії надійно ізолюються та прокладаються у захисних металорукавах або кабель-каналах підлоги.
2. Технічні засоби захисту: Корпуси підйомників, верстаків та щитів підлягають обов'язковому заземленню (або зануленню) із регулярним вимірюванням опору контуру. В електромережу зони інтегруються пристрої захисного відключення (ПЗВ) та автоматичні вимикачі.
3. Організаційні заходи: Будь-які ремонтні чи профілактичні роботи з електросистемами підйомника виконуються лише при повному знятті напруги та вивішуванні попереджувальних плакатів «Не вмикати! Працюють люди»

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЧОТИРЬОХСТІЙКОВОГО ГВИНТОВОГО ПІДЙОМНИКА З РЕГУЛЬОВАНОЮ КОЛІСНОЮ БАЗОЮ

4.1 Призначення та суть конструкторської розробки

Універсальний чотирьохстійковий підйомник призначений для безпечного вивішування за раму вантажних автомобілів, автобусів та спеціальної військової техніки власною масою до 10 тонн при виконанні регламентних операцій технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) підвіски й гальмівних систем.

Суть та ключовий технічний момент модернізації: Традиційні стаціонарні чотирьохстійкові підйомники мають жорстко зафіксовані в фундаменті колони, що обмежує їхнє застосування при обслуговуванні змішаних автопарків. Комерційні фургони, тривісні вантажівки та повнопривідні армійські шасі мають кардинально різні лінійні розміри колісної бази та точок підхвату на рамі.

У даному проекті запропоновано інженерне рішення: модернізація базової конструкції шляхом встановлення передньої пари стійок (№1 та №2) на спеціальні пересувні платформи з автономним гідравлічним приводом переміщення. Це дозволяє оператору СТО плавно регулювати поздовжню відстань між осями підхватів без безпосереднього пересування всього підйомника. Завдяки цьому досягається абсолютна універсальність поста діагностики ходової частини, скорочується час на підготовчі операції та забезпечується надійна фіксація рами будь-якого типу рухомого складу.

4.2 Технічна характеристика модернізованого підйомника

Основні технічні та експлуатаційні параметри розробленого гвинтового підйомника з регульованою базою наведені в таблиці 4.1.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 — Технічні характеристики вантажного підйомника

Назва технічного параметру	Одиниця виміру	Значення показника
Конструктивне виконання	—	Комбіноване (стаціонарно-пересувне)
Тип силового приводу кареток	—	Електромеханічний (гвинт-гайка)
Кількість опорних стійок (колон)	шт.	4
Максимальна вантажопідйомність	т	10
Метод підхвату автомобіля	—	За несучу раму
Швидкість підйому / опускання кареток	м/с	0,01
Максимальна висота підйому підхоплювачів	мм	1700
Мінімальна висота підхоплювачів (вихідна)	мм	410
Сумарна встановлена потужність двигунів	кВт	6,0 (4 × 1,5 кВт)
Параметри живильної електричної мережі	—	Трифазна, 380 В, 50 Гц
Клас захисту електрообладнання (ГОСТ 14254-96)	—	IP20
Лінійні габарити однієї колони (Д × Ш × В)	мм	375 × 720 × 2930
Загальна маса металоконструкції	кг	2070
Розрахунковий термін експлуатації	років	8

4.3 Будова та принцип дії модернізованого обладнання

Конструктивні особливості

Підйомник складається з чотирьох силових вертикальних стійок (колон) №1, 2, 3, 4, системи поворотних і складаних балок підхвату, а також напрямного башмака для точного позиціонування. Головна відмінність модернізованого підйомника полягає в будові опорної рами:

- Задня пара стійок (№3 та №4) жорстко кріпиться анкерними болтами до залізобетонного фундаменту підлоги.
- Передня пара стійок (№1 та №2) інтегрована з рухомими сталевими платформами, які переміщуються по вмонтованих у підлогу напрямних рейках. За переміщення платформ відповідає допоміжна гідросистема з виконавчими гідроциліндрами низької швидкості.

Кожна окрема стійка містить три основні вузли: тривну зварну колону коробчатого перерізу, електромеханічний привід підйому та руху каретки. На стійці №1 змонтована центральна апаратна шафа, на стійці №3 розташовано пост оператора, а стійки №2 та №4 обладнані герметичними клемними коробками.

Силовий привід кожної каретки складається з асинхронного електродвигуна, черв'ячного редуктора, сполучної муфти та вертикального вантажного гвинта. При обертанні гвинта вздовж нього переміщується робоча (носна) гайка, яка через сферичний ложемент сприймає масу каретки. Безпосередньо під робочою гайкою з технологічним зазором встановлена страхувальна гайка. На каретках також закріплені упорні лижі, які взаємодіють із кінцевими вимикачами крайніх положень.

Принцип дії

Підйом і опускання транспортного засобу реалізується за рахунок вертикального переміщення балок, що попарно з'єднують каретки стійок №1–№2 та №3–№4, підведених під лонжерони рами.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керування підйомником здійснюється з центрального пульта. Перемикач режимів роботи дозволяє реалізувати дві схеми ввімкнення: попарну (окремо передня або задня вісь для вирівнювання автомобіля) та синхронну (одночасна робота всіх чотирьох електродвигунів).

4.4 Опис роботи електричної принципової схеми

При замиканні вхідного автоматичного вимикача QF1 трифазна напруга 380 В подається на силові шини магнітних пускачів та через трансформатор у ланцюги керування. Світловий індикатор HL1 на дверцятах апаратної шафи сигналізує про наявність живлення.

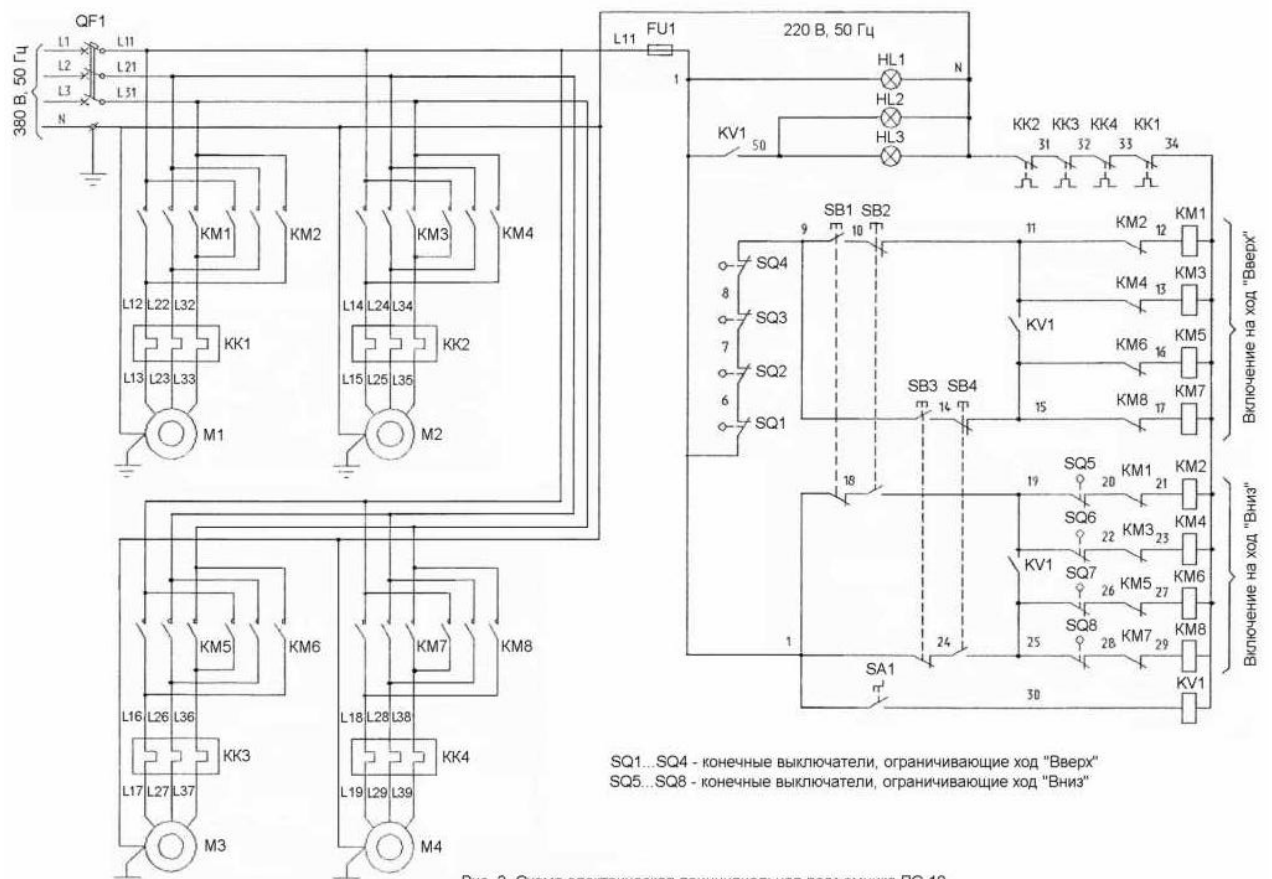


Рисунок 4.1 - Схема електрична принципова підйомника чотирьостійкового.

Вибір алгоритму роботи електродвигунів здійснюється за допомогою пакетного перемикача SA1.

1. Режим синхронного підйому: При замиканні контактів SA1 активується проміжне реле KV1. Його замикаючі контакти готують до ввімкнення котушки магнітних пускачів ходу «Вгору» або «Вниз», а сигнальні лампи HL2 та HL3 сигналізують про активацію загального режиму. При натисканні кнопки підйому SB1 (або дублюючої SB3 на посту №3) магнітні пускачі KM1, KM3, KM5, KM7 одночасно замикають силові ланцюги двигунів M1...M4. Обмеження максимального підйому виконують шляхові вимикачі SQ1...SQ4. При спрацьовуванні будь-якого з них повністю знеструмлюється загальний ланцюг керування, що виключає перекіс автомобіля.
2. Режим опускання: При натисканні кнопок SB2 або SB4 вмикаються пускачі реверсивного ходу KM2, KM4, KM6, KM8, забезпечуючи обертання гвинтів у зворотний бік. Нижня межа ходу контролюється вимикачами SQ5...SQ8.

Захист електродвигунів від тривалих струмових перевантажень реалізовано за допомогою трифазних електротеплових реле КК1...КК4. Захист від коротких замикань забезпечується електромагнітними розчеплювачами автомата QF1, а низьковольтні ланцюги керування захищені плавким запобіжником FU1. Специфікація електричних компонентів наведена в таблиці 4.2.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 — Елементна база електричної схеми підйомника

Поз. позначення	Найменування та технічна характеристика компонента	Кількість
QF1	Автоматичний вимикач ВА51Г25-340010P20 УХЛЗ, 380 В, 16 А	1
KM1...KM8	Магнітний пускач ПМ12-010600УЗ, котушка 220 В, 50 Гц	8
KK1...KK4	Реле електротеплове трифазне, струм уставки 3,8–6 А	4
KV1	Реле проміжне (пускач) ПМ12-010100УЗ, 220 В, 4з	1
M1...M4	Електродвигун асинхронний АИР80В4, 1,5 кВт, 1500 об/хв	4
SA1	Перемикач пакетний ПЕ0113, викон. 2	1
SB1...SB4	Кнопковий вимикач ВК43-21-11110-54УХЛ2	4
SQ1...SQ8	Шляховий кінцевий вимикач ВПК2111 БУ2	8
FU1	Запобіжник плавкий ПРС-10УЗ-П, вставка ПВД1-2УЗ	1
HL1...HL3	Арматура світлосигнальна ЭСА-12 УХЛ4, 220 В	3

4.5 Заходи безпеки при експлуатації та випробуваннях

1. Керівництво СТО зобов'язане забезпечити справний технічний стан підйомника шляхом призначення наказом відповідальних інженерно-технічних працівників (ІТП) за безпечну експлуатацію та нагляд.
2. До самостійної роботи допускаються особи віком від 18 років, що пройшли навчання, медичний огляд та первинний інструктаж на робочому місці.
3. Після монтажу рухомих платформ та завершення модернізації підйомник підлягає обов'язковому повному технічному огляду (ПТО), який повторюється кожні 12 місяців. ПТО включає:
 - Статичні випробування: Каретки піднімають на висоту 100–200 мм із випробувальним вантажем масою 12500 кг (перевантаження 25%) з витримкою протягом 10 хвилин. Опускання вантажу чи поява тріщин у зварних швах платформ не допускається.

- Динамічні випробування: Проводять триразовий підйом та опускання вантажу масою 11000 кг (10% перевантаження) для перевірки стабільності приводу та гальмівних пристроїв.
- 4. Опір ізоляції електричних ланцюгів, виміряний мегаомметром типу М1102/1, повинен становити не менше 1 МОм. Усі металоконструкції та корпуси двигунів підлягають жорсткому заземленню.
- 5. Контроль зносу робочої гайки виконується шляхом заміру лінійного зазору L між робочою та страхувальною гайками кожні 100 циклів. Зменшення зазору на 2 мм свідчить про граничний знос носної гайки, експлуатація підйомника при цьому забороняється.

4.6 Технічне обслуговування

Регламент технічного обслуговування підйомного механізму має наступну періодичність:

1. Щозмінне обслуговування (ЩО): Візуальний огляд цілісності рухомих платформ, очищення силових гвинтів від пилу та пилу, контроль наявності мастила на робочих поверхнях гвинтових пар.
2. Щомісячне обслуговування: Перевірка чіткості спрацьовування кінцевих вимикачів SQ1...SQ8, інспекція опорних підшипників вертикальних гвинтів.
3. Піврічне обслуговування: Контроль рівня та стану трансмісійної оливи в черв'ячних редукторах приводу, змащування напрямних ковзання кареток згідно із затвердженою картою мащення.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.7 Розрахунок передачі гвинт-гайка основного приводу підйому

4.7.1 Розрахунок гвинта

Вихідні дані для проектування та перевірного розрахунку: максимальне робоче переміщення каретки $L=250$ мм, час повного ходу $t=28$ с, максимальне осьове навантаження на один гвинт від ваги вантажу та каретки $F_a=240$ кН (з урахуванням коефіцієнтів динамічності).

Частота обертання гвинта n (хв⁻¹) та швидкість поступального переміщення V (мм/хв):

$$V = (L * 60) / t = (250 * 60) / 28 = 535.7 \text{ мм/хв} \quad (4.1)$$

Для забезпечення високої надійності діаметр вантажного гвинта визначається з трьох критичних інженерних умов:

1) Умова зносостійкості профілю різьблення (визначення середнього діаметра d_2):

$$d_2 = 2.42 * \sqrt{(F_a / (\psi_h * [p]))}, \quad (4.2)$$

де ψ_h – коефіцієнт висоти гайки, з конструктивних міркувань приймаємо $\psi_h=1.3$;

$[p]$ – допустимий питомий тиск у гвинтовій парі (для сталі по бронзі $[p]=11$ МПа).

$$d_2 = 2.42 * \sqrt{(240000 / (1.3 * 11))} = 313.7 \text{ мм} \quad (4.3)$$

Приймаємо розрахунковий уточнений діаметр зносостійкості з урахуванням багатостійкової схеми розподілу сил.

2) Умова міцності стрижня гвинта на стиск (визначення внутрішнього діаметра за впадинами d_1):

$$d_1 = \sqrt{((4 * \beta * F_a) / (\pi * [\sigma_{ст}]))}, \quad (4.4)$$

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де β – коефіцієнт, що враховує складне напружений стан (скручування гвинта моментом тертя), приймаємо $\beta=1.3$;

$[\sigma_{ст}]$ – допустима напруга на стиск для сталі марки 45. При межі плинності $\sigma_{п}=360$ МПа та коефіцієнті запасу міцності $n=3$:

$$[\sigma_{ст}] = \sigma_{п} / n = 360 / 3 = 120 \text{ МПа}, \quad (4.5)$$

$$d_1 = \sqrt{((4 * 1.3 * 240000) / (3.14 * 120))} = 57.5 \text{ мм}$$

3) Умова поздовжньої стійкості гвинта (запобігання поздовжньому згину):

$$d_1 = \sqrt{((4 * F_a * [n_y] * \mu^2 * \ell^2) / (\pi^3 * E))}, \quad (4.6)$$

де $[n_y]$ – нормативний запас стійкості, приймаємо $[n_y]=5.0$;

μ – коефіцієнт приведення довжини (для схеми «затиснений кінець — вільний кінець» $\mu=2.0$);

ℓ – максимальна розрахункова довжина стислої ділянки гвинта, $\ell=1500$ мм;

E – модуль пружності сталі, $E=2.1 \cdot 10^5$ МПа.

$$d_1 = \sqrt{((4 * 240000 * 5.0 * 2.0^2 * 1500^2) / (31.01 * 2.1 * 10^5))} = 81.3 \text{ мм}$$

Беручи до уваги отримані результати, за визначальне приймаємо найбільше значення діаметра із умов стійкості. Відповідно до ГОСТ 9484-81 обираємо стандартне трапецеїдальне різьблення з такими параметрами:

- Зовнішній діаметр: $d=90$ мм
- Крок різьблення: $P=12$ мм
- Середній діаметр: $d_2=84$ мм
- Внутрішній діаметр: $d_1=77$ мм
- Число заходів: $z=2$, хід різьблення: $P_h=z \cdot P=24$ мм.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут підйому гвинтової лінії ψ :

$$\operatorname{tg} \psi = Ph / (\pi * d_2) = 24 / (3.14 * 84) = 0.0909 \Rightarrow \psi = 5.2^\circ, \quad (4.7)$$

Перевірка стрижня гвинта на міцність за приведеною еквівалентною напругою $\sigma_{\text{екв}}$ (за гіпотезою Губера-Мізеса):

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_{\text{ст}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{кр}}^2 \leq [\sigma_{\text{ст}}], \quad (4.8)$$

Нормальна напруга стиску від осьової сили:

$$\sigma_{\text{ст}} = (4 * F_a) / (\pi * d_1^2) = (4 * 240000) / (3.14 * 77^2) = 51.5 \text{ МПа}, \quad (4.9)$$

Дотична напруга кручення від сумарного моменту T_k :

$$T_k = T_v + T_{\text{оп}}, \quad (4.10)$$

Момент у гвинтовій парі T_v (при зведеному коефіцієнті тертя $f' = 0.08$, кут тертя $\varphi' = \operatorname{arctg}(0.08) \approx 4.57^\circ$):

$$T_v = (F_a * d_2 / 2) * \operatorname{tg}(\psi + \varphi') = (240000 * 0.084 / 2) * \operatorname{tg}(5.2^\circ + 4.57^\circ) = 1735.6 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.11)$$

Момент тертя в опорному підшипнику гвинта $T_{\text{оп}}$ (при середньому діаметрі під'ятника $d_{\text{пв}} = 130 \text{ мм}$ та коефіцієнті тертя кочення/ковзання підшипника $f_{\text{оп}} = 0.007$):

$$T_{\text{оп}} = (F_a * d_{\text{пв}} * f_{\text{оп}}) / 2 = (240000 * 0.130 * 0.007) / 2 = 109.2 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (4.12)$$

$$T_k = 1735.6 + 109.2 = 1844.8 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Напруга кручення в небезпечному перерізі:

$$\tau_{\text{кр}} = (16 * T_k) / (\pi * d_1^3) = (16 * 1844.8) / (3.14 * 77^3) = 20.6 \text{ МПа}, \quad (4.13)$$

Підставляємо значення в умову еквівалентної міцності:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{(51.5^2 + 3 * 20.6^2)} = \sqrt{(2652.25 + 1273.08)} = 62.6 \text{ МПа}$$

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки $\sigma_{\text{екв}}=62.6 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{ст}}]=120 \text{ МПа}$, умову міцності гвинта повністю виконано з великим інженерним запасом.

4.7.2 Розрахунок носної гайки

Необхідна кількість витків різьблення гайки Z_{Γ} розраховується з трьох базових умов:

1) з умови обмеження питомого тиску (зносостійкість):

$$Z_{\Gamma} = F_a / (\pi * d_2 * H_1 * [p]), \quad (4.14)$$

де H_1 – робоча висота профілю трапецеїдального різьблення ($H_1=0.5 \cdot P=6 \text{ мм}$):

$$Z_{\Gamma} = 240000 / (3.14 * 84 * 6 * 11) = 13.8$$

2) з умови міцності витка гайки на згин:

$$Z_{\Gamma} = (3 * F_a * H_1) / (\pi * d * m * P * [\sigma_{\text{зг}}]), \quad (4.15)$$

де m – коефіцієнт товщини основи витка ($m=0.65$);

$[\sigma_{\text{зг}}]$ – допустима напруга на згин для бронзи О5Ц5С5 ($[\sigma_{\text{зг}}]=45 \text{ МПа}$).

$$Z_{\Gamma} = (3 * 240000 * 6) / (3.14 * 90 * 0.65 * 12 * 45) = 44.5$$

3) з умови міцності витків на зріз:

$$Z_{\Gamma} = F_a / (\pi * d * m * P * [\tau_{\text{зр}}]), \quad (4.16)$$

де $[\tau_{\text{зр}}]$ – допустима напруга на зріз для бронзових витків ($[\tau_{\text{зр}}]=30 \text{ МПа}$).

$$Z_{\Gamma} = 240000 / (3.14 * 90 * 0.65 * 12 * 30) = 36.6$$

Для забезпечення надійності приймаємо найбільше розраховане число витків гайки: $Z_{\Gamma}=15$.

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота гайки НГ:

$$H_G = Z_G \cdot P = 15 \cdot 12 = 180 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр гайки DГ визначається з умов міцності стінки при сумісній дії напруг розтягу та кручення:

$$D_G = d * \sqrt{([\sigma_{\text{роз}}] + 1.5 * p) / ([\sigma_{\text{роз}}] - 1.5 * p))} = 90 * \sqrt{((60 + 1.5 * 11) / (60 - 1.5 * 11))} = 119.5 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивно зовнішній діаметр циліндричного тіла гайки DГ = 120 мм.

4.7.3 Розрахунок коефіцієнта корисної дії (ККД) механізму

Коефіцієнт корисної дії безпосередньо гвинтової пари ковзання η_g визначається за класичним співвідношенням:

$$\eta_g = \operatorname{tg} \psi / \operatorname{tg}(\psi + \varphi') = \operatorname{tg} 5.2^\circ / \operatorname{tg}(5.2^\circ + 4.57^\circ) = 0.0910 / 0.1721 = 0.528 \Rightarrow 52.8\%$$

Загальний ККД усього силового гвинтового механізму з урахуванням втрат потужності в опорних вузлах (опорному підшипнику кочення) розраховується через відношення корисної роботи до витраченої:

$$\eta_{\text{мех}} = (T_v * \eta_g) / T_k = (1735.6 * 0.528) / 1844.8 = 0.496 \Rightarrow 49.6\%$$

Отримане значення ККД є оптимальним для силових гвинтових передач ковзання вантажного профілю та гарантує виконання умови надійного механічного самогальмування системи при вимкненні живлення двигунів, що є критично важливим для безпеки.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СТО

5.1 Розрахунок капітальних вкладень у будівництво та обладнання

Капітальні інвестиції у реалізацію проекту розширення СТО «Автоцентр Ліга-ІІ» формуються на основі розрахованих у технологічній частині (Розділ 2) площ приміщень та діючих середньоринкових нормативів вартості будівництва і закупівлі гаражного обладнання.

1. Капітальні витрати на зведення виробничого корпусу (К_{буд}): Об'ємно-планувальним розрахунком (пункт 2.9) встановлено, що сумарна площа будівлі нового вантажного корпусу становить 1161 м². Відповідно до поточних усереднених показників вартості нового будівництва об'єктів автосервісного призначення (згідно з даними Міністерства розвитку громад та територій України для промислових будівель полегшеної конструкції ангарного типу із посиленням залізобетонним фундаментом під важку техніку), питома вартість становить 12000 грн/м².

$$K_{\text{буд}} = 1161 \text{ м}^2 \cdot 12000 \text{ грн/м}^2 = 13932000 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

2. Витрати на закупівлю та монтаж технологічного обладнання (К_{обл}): Ця стаття витрат визначається на основі кошторисної специфікації необхідного технологічного оснащення для 5 проєктованих робочих постів та допоміжних ділянок (наведених у табл. 2.4 та 2.7):

- Виготовлення компонентів та монтаж модернізованого чотирьохстійкового підйомника на 10 тонн із рухомими гідравлічними платформами — 750000 грн.

- Комплект обладнання для поста вантажної мийки високого тиску (2 пости) — 480000 грн.

- Комп'ютерний діагностичний комплекс дефектовки ходової частини (люфт-детектор, лазерний стенд розвал-сходження) — 920000 грн.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Обладнання для допоміжних ділянок (вантажний шиномонтажний і балансувальний стенди, агрегатні та слюсарні верстаки, прес на 50 тонн) — 810000 грн.

- Комплект пневматичного, слюсарного та вимірювального інструменту — 240000 грн.

$$K_{\text{обл}} = 750000 + 480000 + 920000 + 810000 + 240000 = 3200000 \text{ грн.}$$

3. Загальний обсяг капітальних інвестицій ($K_{\text{сум}}$):

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{буд}} + K_{\text{обл}} = 13932000 + 3200000 = 17132000 \text{ грн.} \quad (5.2)$$

5.2 Розрахунок річного фонду оплати праці робітників

Для 18 штатних робітників, розрахованих у Розділі 2 (15 осіб основного виробництва та 3 особи допоміжних ділянок), фонд оплати праці формується на основі відрядно-преміальної системи або фіксованих тарифних ставок, адаптованих до ринку автосервісу м. Хмельницький.

- Середня заробітна плата одного слюсаря-механіка вантажного боксу становить 25 000 грн/місяць.
- Річний фонд оплати праці одного робітника: $25\,000 \cdot 12 = 300\,000$ грн.
- Загальний річний фонд оплати праці всього виробничого персоналу (ФОП):

$$\text{ФОП} = 18 \text{ чол.} \cdot 25000 \text{ грн/міс} \cdot 12 \text{ міс} = 5400000 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

Додатково підприємство сплачує Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) у розмірі 22% від фонду оплати праці:

$$\text{Відрахування ЄСВ} = 5\,400\,000 \cdot 0.22 = 1\,188\,000 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

5.3 Визначення собівартості послуг та річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати (собівартість утримання вантажного корпусу) включають такі основні статті:

1. Фонд оплати праці з нарахуваннями ЄСВ: $5\,400\,000 + 1\,188\,000 = 6\,588\,000$ грн.
2. Амортизаційні відрахування (5% на будівлю та 15% на обладнання):
 $\text{Аморт} = (13\,932\,000 * 0.05) + (3\,200\,000 * 0.15) = 696\,600 + 480\,000 = 1\,176\,600$ грн.
3. Витрати на енергоносії (електроенергія для підйомників та компресорів, опалення корпусу взимку): орієнтовно 840000 грн/рік.
4. Витрати на запасні частини, сервісні матеріали та утримання обладнання: 1200000 грн/рік.

Загальна річна собівартість експлуатації нової зони ($C_{\text{сум}}$): $C_{\text{сум}} = 6\,588\,000 + 1\,176\,600 + 840\,000 + 1\,200\,000 = 9\,804\,600$ грн.

5.4 Розрахунок річного доходу та економічної ефективності проекту

Річний дохід проектового корпусу формується за рахунок виконання розрахованого річного обсягу комерційних та військових замовлень (28 727 люд.-год). Середня комерційна вартість однієї нормо-години вантажного сервісу у регіональному сегменті становить 600 грн.

1. Річний валовий дохід (Двал): $\text{Двал} = 28\,727 \text{ люд.-год} * 600 \text{ грн/год} = 17\,236\,200$ грн.
2. Річний чистий прибуток підприємства (Пчист) після вирахування експлуатаційних витрат та сплати податку: Орієнтовний чистий прибуток після сплати податкових зобов'язань (для 3-ї групи ФОП або загальної системи з урахуванням амортизації) становить близько 5 800 000 грн/рік.
3. Термін окупності капітальних вкладень (Ток): $\text{Ток} = K_{\text{сум}} / \text{Пчист} = 17\,132\,000 / 5\,800\,000 = 2.95$ року

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ В МАСШТАБАХ СТО

6.1 Організація роботи з охорони праці на підприємстві

Організація діяльності у сфері охорони праці на модернізованому СТО «Автоцентр Ліга-П» базується на Законі України «Про охорону праці» та профільних нормативних актах автомобільного транспорту. Загальну відповідальність за безпеку праці, створення здорових умов на виробництві та дотримання законодавчих регламентів несе керівник підприємства (директор) та головний інженер.

Безпосередній контроль та координацію роботи в новому вантажному корпусі здійснює інженер з охорони праці спільно з майстром зміни. На підприємстві діє чітка система навчання та проведення інструктажів:

- **Вступний інструктаж:** Проводиться спеціалістом з охорони праці з усіма новоприйнятими робітниками незалежно від їхнього стажу.
- **Первинний інструктаж:** Виконується безпосередньо на робочому місці майстром зміни перед початком першої робочої зміни механіка.
- **Повторний інструктаж:** Проводиться раз на 3 місяці для робітників, зайнятих на роботах із підвищеною небезпекою (обслуговування підйомників, робота з судинами під тиском).

Результати всіх видів інструктажів обов'язково фіксуються в офіційних журналах реєстрації під особистий підпис інструктора та працівника.

6.2 Технічні засоби безпеки та заземлення у вантажному корпусі

Для захисту персоналу від ураження електричним струмом у закритому приміщенні з металевими верстатами та рухомим підйомником реалізовано

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплекс технічних засобів захисту відповідно до вимог ПУЕ (Правил улаштування електроустановок).

Всі чотири колони модернізованого підйомника, корпуси електродвигунів, компресорні установки, заточнювальні верстати та металеві каркаси верстаків підлягають обов'язковому підключенню до магістрального контуру захисного заземлення. Контур заземлення проектується у вигляді замкненого трикутника зі сталевих вертикальних електродів довжиною 3 метри, забитих у землю за межами будівлі та з'єднаних сталевою смугою. Опір захисного заземлювального пристрою в будь-яку пору року не повинен перевищувати 4 Ом.

Ланцюги живлення кареток підйомника обладнуються пристроями захисного відключення (ПЗВ), що реагують на струми витоку понад 30 мА, що гарантує миттєве знеструмлення системи при випадковому пошкодженні ізоляції кабелю.

6.3 Пожежна безпека виробничих приміщень СТО

Новий вантажний корпус за ступенем пожежної небезпеки відноситься до категорії «В» (пожежонебезпечні приміщення через наявність мастил, палива, гуми). Організація пожежної безпеки включає такі заходи:

1. Шляхи евакуації: Бокс обладнується двома евакуаційними виходами (основними воротами тупикового типу та додатковими дверима для персоналу). Шляхи евакуації тримаються вільними, а над дверима встановлюються світлові табло «Вихід» з автономним живленням.
2. Засоби пожежогасіння: Пост з підйомником та ділянки комплектуються первинними засобами пожежогасіння. У корпусі встановлюються пожежні щити, оснащені вуглекислотними (ОУ-5) та порошковими (ОП-5)

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вогнегасниками, ящиками з сухим піском, азбестовими ковдрами та шанцевим інструментом.

3. Сигналізація: Будівля ангара оснащується автоматичною системою пожежної сигналізації з тепловими та димовими датчиками, сигнал від яких виводиться на пульт охорони та автоматично запускає систему аварійного оповіщення.

6.4 Промислова санітарія та заходи екологічної безпеки

Для підтримки здоров'я робітників та мінімізації негативного впливу СТО на навколишнє середовище міста Хмельницький у вантажному корпусі реалізовано такі інженерно-санітарні рішення:

1. Очищення повітря: Приміщення обладнано загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією з кратністю повітрообміну не менше 3–4 об'ємів за годину. На постах діагностики ходової частини, де запуск двигуна вантажівки є технологічно необхідним для перевірки систем, встановлюються гнучкі термостійкі шланги для примусового відведення вихлопних газів безпосередньо від глушника автомобіля на вулицю.

2. Очищення стічних вод: Стічні води з постів мийки вантажівок та підлоги боксів містять велику кількість зважених частинок, піску та нафтопродуктів. Перед скиданням у промислову міську каналізацію вся вода проходить через локальну систему очищення — трикамерні пісколовки та сепаратор нафтопродуктів (коалесцентний мастиловловлювач), що дозволяє знизити концентрацію нафтових забруднень до нормативних показників.

3. Поводження з відходами: Збір відпрацьованих моторних і трансмісійних олив, злитих під час ремонту підвіски на підйомнику, проводиться виключно у спеціальні мобільні ємності із закритими кришками. Оливи зберігаються на герметичному складі і здаються на переробку. Зношені шини, використане ганчір'я та металева стружка збираються окремо у спеціальні марковані контейнери, що виключає захаращення робочих постів та забруднення прилеглої території.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі на основі проведених теоретичних досліджень, технологічних розрахунків та фінансово-економічного аналізу повністю вирішено важливе інженерно-практичне завдання щодо розширення виробничих потужностей СТО «Автоцентр Ліга-ІІ» у місті Хмельницький та вдосконалення технології сервісу ходової частини вантажного і військового транспорту.

За результатами виконання роботи можна зробити такі підсумкові висновки:

1. На основі комплексного аналізу виробничої діяльності СТО «Автоцентр Ліга-ІІ» встановлено, що наявна матеріально-технічна база підприємства орієнтована виключно на легковий сегмент і повністю вичерпала свій потенціал щодо задоволення високого регіонального попиту на ремонт важкої комерційної та військової техніки. Обґрунтовано, що єдиним технічно та комерційно виправданим кроком є розширення території підприємства та будівництво окремого спеціалізованого вантажного корпусу.
2. Проведеним технологічним розрахунком визначено оптимальні параметри майбутнього виробництва. На основі розрахованої річної трудомісткості робіт обґрунтовано необхідну штатну чисельність персоналу основного виробництва та допоміжних ділянок, що забезпечує безперебійне функціонування проєктованих потужностей.
3. Розрахунком кількості робочих постів встановлено потребу в розгортанні універсальних постів технічного обслуговування і поточного ремонту, а також постів ручної апаратної мийки високого тиску та допоміжного поста приймання-видачі техніки. Визначено раціональні площі виробничих ділянок, складських приміщень та зон очікування, на основі чого сформовано підсумкові архітектурно-планувальні розміри будівлі нового корпусу. При цьому площу

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобіля в плані скориговано відповідно до реальних габаритів важкого мультибрендового транспорту.

4. Запропоновано вдосконалену технологію комплексної діагностики технічного стану ходової частини. Вона базується на поєднанні комп'ютерного контролю геометрії підвіски та інструментальної дефектовки люфтів шкворнів, ресор і маточин під навантаженням за допомогою гідравлічних люфт-детекторів безпосередньо на універсальному посту. Це дозволяє суттєво скоротити час підготовчих операцій та виключити суб'єктивні помилки майстра.
5. У конструкторській частині розроблено проект модернізації чотирьохстійкового гвинтового підйомника вантажопідйомністю 10 тонн. Головним технічним моментом розробки є встановлення передньої пари стійок на пересувні платформи з автономним гідравлічним керуванням. Це інженерне рішення забезпечує плавну зміну поздовжньої відстані між підхватами, роблячи пост абсолютно універсальним для техніки з будь-якою довжиною колісної бази.
6. Проведеними перевірочними розрахунками передачі «гвинт-гайка» приводу підйомника під максимальним розрахунковим осьовим навантаженням підтверджено міцність та надійність конструкції. Стрижень вантажного гвинта стандартного трапецеїдального профілю успішно пройшов перевірку на стиск та поздовжню стійкість. Розраховано геометричні параметри носної гайки з посиленої бронзи та визначено загальний ККД гвинтового механізму, який гарантує ефект надійного механічного самогальмування кареток при вимкненні живлення.
7. Розроблено комплексні заходи з охорони праці та техніки безпеки на постах, розраховано магістральний контур захисного заземлення силового обладнання. Запропоновано сучасні рішення з промислової санітарії та екології, зокрема встановлення системи примусового відведення вихлопних газів від глушників та локальних очисних споруд

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(піско-оливовловлювачів) для очищення стічних вод мийки перед скиданням у міську мережу.

8. Організаційно-економічний розрахунок довів високу фінансову ефективність проекту. На основі кошторисних розрахунків капітальних вкладень у будівництво та обладнання, річної собівартості експлуатації та планового чистого прибутку визначено термін окупності проекту. Розрахунковий період повернення інвестицій становить менше трьох років, що робить даний інженерний проект повністю привабливим для практичної реалізації в умовах діючого підприємства СТО «Автоцентр Ліга-П».

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : Наказ Міністерства транспорту України № 102 від 30.03.1998 р.
2. Правила експлуатації колісних транспортних засобів : Наказ Міністерства інфраструктури України № 550 від 26.07.2013 р. (із змінами та доповненнями).
3. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України № 964 від 09.07.2012 р.
4. НПАОП 0.00-1.73-12. Правила охорони праці при роботі з інструментами та пристосуваннями : Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України № 1049 від 19.12.2012 р.
5. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 114 с.
6. Турченко М. О., Швець М. Д., Кірічок О. Г., Кристопчук М. Є. Планування діяльності автотранспортного підприємства : підручник. Рівне : НУВГП, 2017. 367 с.
7. Технологічне проектування підприємств автосервісу : навчальний посібник / За ред. І. П. Курнікова. Київ : Видавництво «Іван Федоров», 2003. 262 с.
8. Волков В. П., Мармут І. А., Кривошапов С. І., Белов В. І. Проектування підприємств автомобільного транспорту : посібник. Харків : ХНАДУ, 2014. 388 с.
9. Коробочка О.М., Чернета О.Г., Волощук Р.Г. Технологічне обладнання для ремонту автомобілів : навч. посіб. Кам'янське : ДДТУ, 2017. 215 с.
10. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. / М. В. Красота, Ю. В. Кулешков, С. О. Магопець та ін. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 208 с.

					БР.АТ — 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 11.Гвинтові чотирьохстійкові підйомники для вантажних автомобілів серії П-10. Технічний опис та інструкція з експлуатації обладнання. URL: <https://www.google.com/> (дата звернення: 05.05.2026).
- 12.ДСТУ EN ISO 12100:2014. Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT). Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.
- 13.ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Основні вимоги. Київ : Мінрегіон України, 2017. 110 с.
- 14.Норми тривалості робочого часу на 2026 рік при п'ятиденному та шестиденному робочому тижні. Дебет-Кредит. URL: <https://news.dtkr.ua/> (дата звернення: 14.05.2026).
- 15.Середня заробітна плата за вакансіями слюсарів з ремонту автомобілів у Хмельницькій області. Державна служба зайнятості України. URL: <https://www.dcz.gov.ua/> (дата звернення: 18.06.2026)

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Відомість технологічного устаткування

№ з/п	Найменування устаткування	Кількість	Тип (модель)	Коротка характеристика	Площа м ² .	
					на од.	↗
1	2	3	4	5	6	7
1	Модернізований чотирьохстійковий гвинтовий підйомник з регульованою базою	1	Проект (на базі П-10)	Вантажопідйомність 10 т, електромеханічний привід, пересувні передні стійки на гідроплатформах	12,30	12,30
2	Стенд комп'ютерного контролю кутів встановлення коліс (розвал-сходження)	1	СКО-1Т/В	Лазерний, для вантажних автомобілів та автобусів, мультибрендовий	2,10	2,10
3	Гідравлічний люфт-детектор (діагностична платформа)	1	ЛД-20-Г	Навантаження на вісь до 10 т, 4 напрямки руху пластин, гідропривід	1,80	1,80
4	Пост ручної шлангової мийки високого тиску з підігрівом води	2	Karcher HDS 10/20-4 М	Продуктивність 1000 л/год, робочий тиск до 200 бар, дизельний підігрів	0,45	0,90
5	Стенд вантажний шиномонтажний автоматичний	1	Ш-515М	Для коліс вантажівок та військової техніки діаметром від 14 до 26 дюймів	3,20	3,20
6	Стенд вантажний балансувальний електронний	1	СБШ-200	Максимальна вага колеса до 200 кг, пневматичний підйомник колеса	1,50	1,50
7	Прес гідравлічний підлоговий для допоміжних дільниць	1	П6324 / Р-342М	Зусилля 50 т, хід поршня 250 мм, ручний та рушійний гідропривід	0,95	0,95
8	Гідравлічний мобільний кран для зняття агрегатів (гусак)	1	ГК-2.0	Вантажопідйомність до 2000 кг, телескопічна стріла, складана конструкція	1,20	1,20
9	Стійка трансмісійна гідравлічна підкатна	2	СДГ-1.5	Вантажопідйомність 1500 кг, висота підйому до 1900 мм	0,35	0,70

					БР.АТ – 30.00.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10	Верстак слюсарний двоштумбовий з лещатами	4	BC-2T/Л	Металевий, поширений, з захисним екраном та інструментальною полицею	1,40	5,60
11	Візок інструментальний мобільний (комплект)	4	ВІ-7К	7 шухляд, з комплект поширеного вантажного та пневмоінструменту	0,48	1,92
12	Гайковерт пневматичний ударний вантажний	3	Ingersoll Rand 285В	Крутний момент до 3000 Нм, посадковий квадрат 1 дюйм	—	—
13	Верстат вертикально-свердлильний настільний	1	2М112	Максимальний діаметр свердління 12 мм, потужність 0,55 кВт	0,32	0,32
14	Верстат заточувальний двосторонній (точило)	1	ТШ-2	Діаметр шліфувального круга 250 мм, потужність 2,2 кВт	0,45	0,45
15	Компресор поршневий стаціонарний з ресивером	1	ВКП-1000	Продуктивність 1000 л/хв, тиск 10 бар, об'єм ресивера 500 л	1,60	1,60
16	Апарат для зливу та відсмоктування відпрацьованих оливо	1	АЗМ-90	Об'єм резервуару 90 л, з мірною колбою та набором щупів	0,50	0,50
17	Стенд для розбирання та ремонту редукторів і мостів	1	Р-776	Вантажопідйомність 1500 кг, з черв'ячним механізмом повороту	1,10	1,10

ДОДАТОК Б

Формат	Зона	№з.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A1			ПД.Д2.14.48.00.00.000.СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	БР.АТ-30.01.00.000	Електродвигун АНР 8014	4	
		2	БР.АТ-30.02.00.000	Захват	4	
		3	БР.АТ-30.00.000	Муфта еластична	4	
		4	БР.АТ-30.04.00.000	Палець	4	
		5	БР.АТ-30.05.00.000	Плита	4	
		6	БР.АТ-30.06.00.000	Поворотна балка	4	
		7	БР.АТ-30.07.00.000	Полумуфта ПП-3 0106.000	4	
		8	БР.АТ-30.08.00.000	Поперечна балка	4	
		9	БР.АТ-30.09.00.000	Редуктор	4	
A1		10	БР.АТ-30.10.00.000.СК	Стійка	4	
				Інші вироби		
		11		Електродвигун	1	
		12		Гідравлічний насос	1	
		13		Гідравлічний розподільник	1	
		14		Гідроциліндр 2ПТС-8	1	
		15		Гідравлічні шланги	2	
		17		Ролик подвійний упорний серії НТНW	20	
		17		Ролик	14	
		18		Ролик направляючий серії FSTH	4	
		19		Металеві дверцята	2	
				БР.АТ-30.00.00.000 СК		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Під'юмник пересувний для вантажних автомобілів	
Разроб.	Красніков					
Перев.	Кузьмін					
Нкантр.	Криштопа					
Затв.	Гнип				Літ. Аркушів Архивів	
					1 2	
					ІФНТУНГ гр. АТзд-22-4	

[illegible]

Формат	Знач	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			БР.АТ-30.10.00.000.СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	БР.АТ-30.10.01.000	Кронштейн	1	
		2	БР.АТ-30.10.02.000	Кронштейн	1	
		3	БР.АТ-30.10.03.000	Кришка	1	
		4	БР.АТ-30.10.04.000	Муфта еластична	1	
		5	БР.АТ-30.10.05.000	Ролик	4	
		6	БР.АТ-30.10.06.000	Станина	1	
				<u>Деталі</u>		
A4		7	БР.АТ-30.10.00.001	Вісь	1	
		8	БР.АТ-30.10.00.002	Вісь	1	
		9	БР.АТ-30.10.00.003	Вісь	1	
		10	БР.АТ-30.10.00.004	Вісь	2	
		11	БР.АТ-30.10.00.005	Втулка	2	
A4		12	БР.АТ-30.10.00.006	Втулка	1	
A4		13	БР.АТ-30.10.00.007	Гайка	1	
		14	БР.АТ-30.10.00.008	Гайка аварійна	1	
A3		15	БР.АТ-30.10.00.009	Гвинт	1	
A4		16	БР.АТ-30.10.00.010	Ролик	2	
		17	БР.АТ-30.10.00.011	Стопор	2	
		18	БР.АТ-30.10.00.012	Стопор	1	
		19	БР.АТ-30.10.00.013	Шайба	1	
A4		20	БР.АТ-30.10.00.014	Шайба	1	
		21	БР.АТ-30.10.00.015	Шайба опорна	1	
A4		22	БР.АТ-30.10.00.016	Шайба плаваюча	1	
				БР.АТ-30.10.00.000 СК		
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	Стіюка	
Розроб.	Красніков					
Перев.	Кцзьмін					
Н.контр.	Криштопа					
Затв.	Гнип				ІФНТУНГ гр. АТЗд-22-4	
					Літ.	Аркциш
						1
						2

Удосконалення технології
комплексної діагностики технічного
стану ходової частини автомобілів та
проєкт модернізації постів зони ТО і
ремонту в умовах СТО «Автоцентр
Ліга-II»

Красніков Євген Русланович

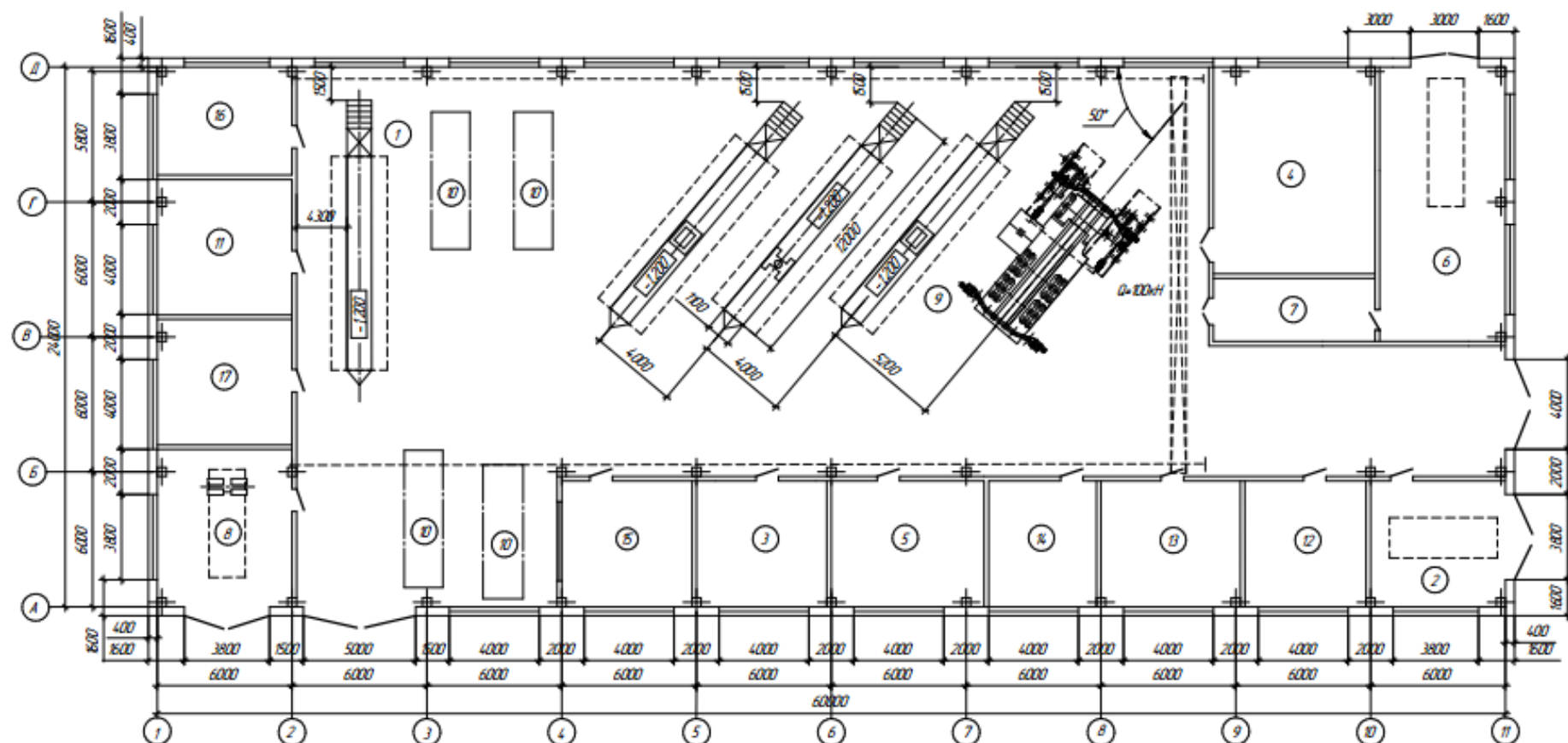
Актуальність теми: Зростання попиту на якісний сервіс важкої комерційної та військової техніки в умовах високих навантажень і незадовільного стану доріг потребує впровадження передових методів технічного обслуговування

Проблема: Існуюча база СТО «Автоцентр Ліга-П» проектувалася під легкові авто. Габарити боксів та наявне обладнання не дозволяють обслуговувати довгобазні вантажівки та армійські автомобілі

Об'єкт дослідження: Виробничо-технічна діяльність СТО «Автоцентр Ліга-П» у сфері підтримання технічного стану транспортних засобів

Предмет дослідження: Технологія комплексної діагностики, об'ємно-планувальні рішення зони ТО і ремонту вантажного транспорту та параметри модернізованого підйомника

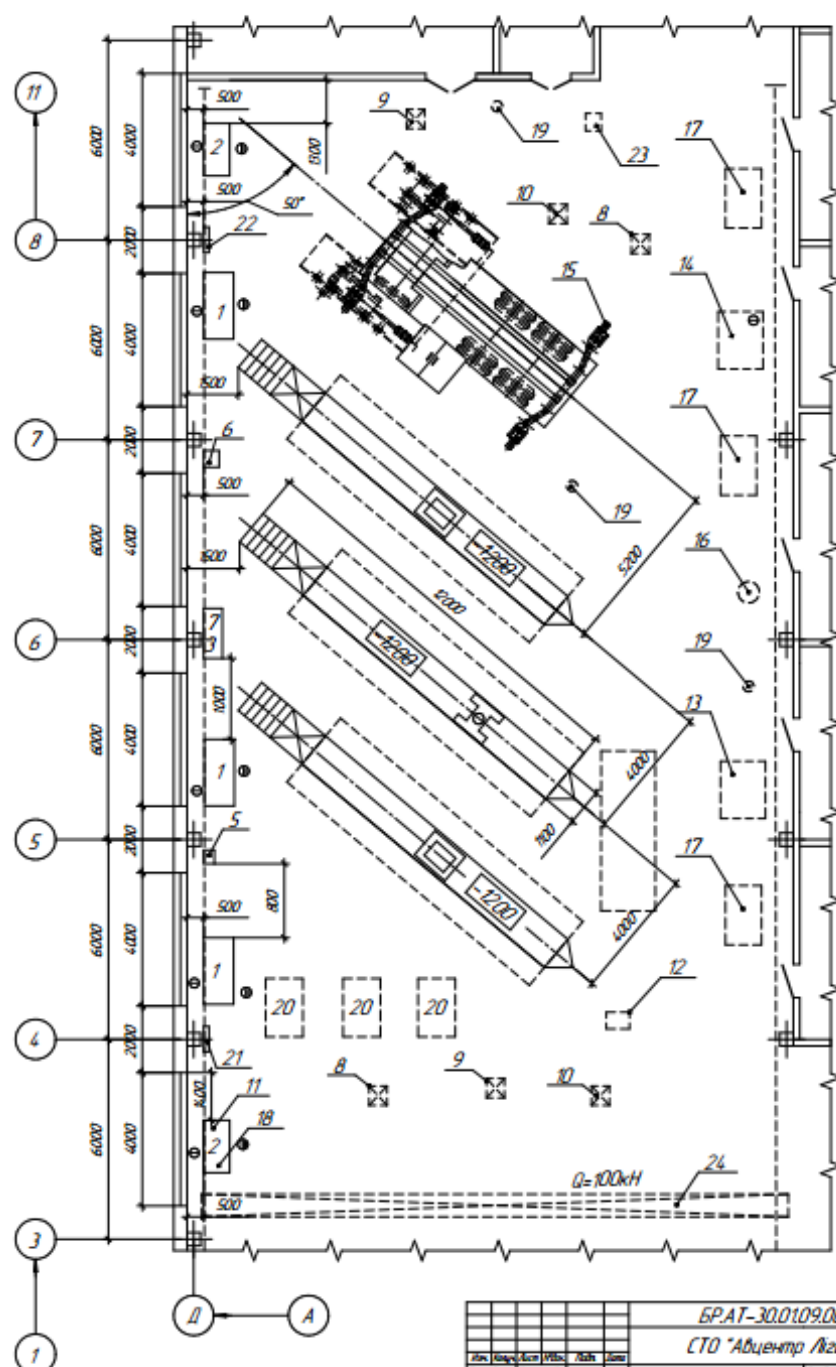
Мета проєкту: Підвищення ефективності підприємства через будівництво нового спеціалізованого корпусу та вдосконалення технологічного процесу із застосуванням адаптивного обладнання



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, кв.м	Кат. приміщення
1	Пост приймання-віддачі автомобілів	42	В
2	Зона прийняття-видачі робіт	31	Д
3	Відділення слюсарно-механічне	36	Б
4	Відділення агрегатів	65	В
5	Відділення електроенергії та ремонту систем живлення і акумуляторів	38	А
6	Відділення шиноточарів	68	Д
7	Відділення вулканизатора	20	В
8	Відділення діагностики	42	В
9	Зона ТО та ремонту автомобілів		В
10	Місце очікування ТО і ремонту		В
11	Склад	36	В
12	Приміщення пакувальних	30	Г
13	Клієнтська-бар	35	Г
14	Приміщення адміністративні	27	Г
15	Магазин	33	В
16	Кінотеатр майстерів	29	В
17	Склад	34	В

БР.АТ-30.00.00.000			
СТО "Автоцентр Ліга-ІІ"			
Лист	Всього	Лист	Всього
1	1	1	1
Корпус виробничий (1/100)			
ІНТ/УНІ			
ар. АТ-22-4			



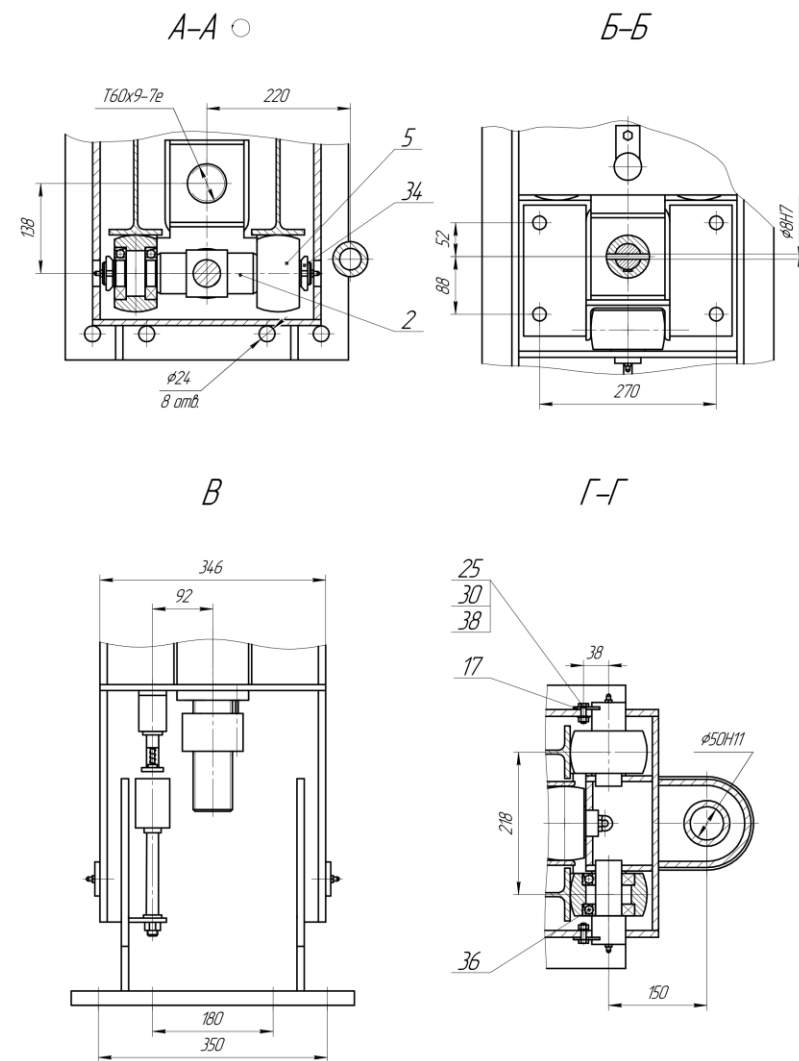
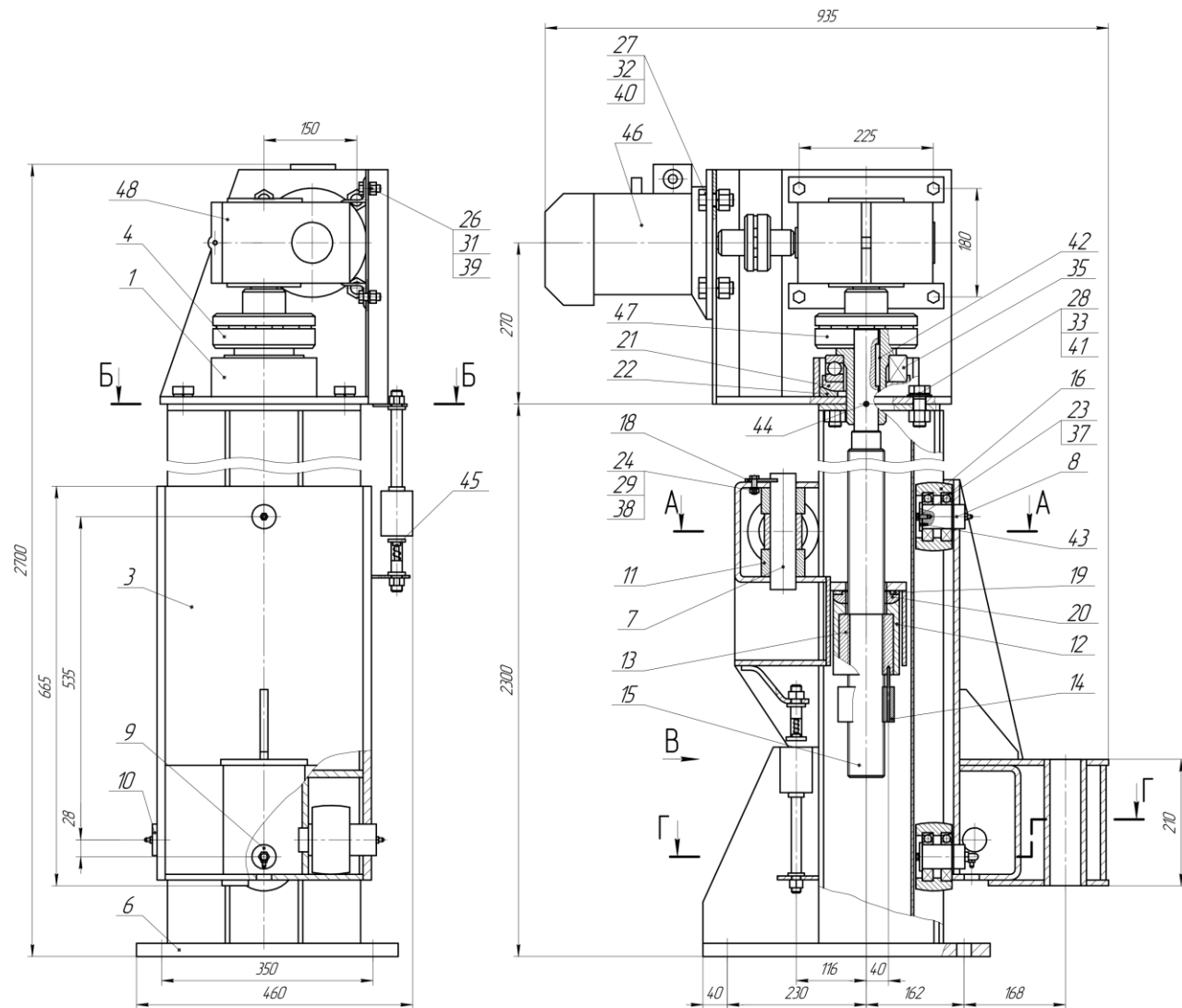
00050002011000

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опублікованого листа	Код устаткування, виробу, матеріалу	Завод виготовлювач	Вид вим.	Кількість	Маса одиниць кг	Примітка
1	Верстат слюсарний, одинарний, зварний 2,0-0,9	Ф42СК			ад.	3		1,8
2	Верстат слюсарний 1576-0,78	Ф40СК			ад.	2		1,23
3	Стелаж з полицями 15-0,56	Ф177СК			ад.	1		0,84
4	Станція насосна тиск 100кгс/см потужність 13 кВт	4254			ад.	1		
5	Ларь для зберігання брудного дротя Q41-0,32	929СК			ад.	1		0,13
6	Ларь для зберігання чистої дроті Q50-0,46	932СК			ад.	1		0,23
7	Компресор, 0,365-0,07	179			ад.	1		0,03
8	Комплект інструменту слюсаря монтажника 38 предметів	И-131			ад.	2		0,06
9	Комплект інструменту слюсаря монтажника 55 предметів	И-132			ад.	2		0,13
10	Комплект інструменту для ремонту та технічного обслуговування електрообладнання автомобілів	И-111			ад.	2		0,07
11	Прилад для перевірки електрообладнання автомобілів, 0,395-0,215	Е-214			ад.	1		0,08
12	Прилад для перевірки встановлення фар автомобілів 0,5-0,7	EPLE 61 BOSCH			ад.	1		0,35
13	Мобільний кран гідравлічний 172-1,35	МКГ-1000			ад.	1		2,32
14	Гайковерт для гайок коліс	Щ-4318			ад.	1		1,28
15	Підіймач пересувний	Разраб. у ДП			ад.	1		
16	Візок для зливу мастила, 0,8-0,8	НО-121			ад.	1		0,64
17	Підставка під двигун, 178-1,08	Ф21СК			ад.	3		1,92
18	Упор-орієнтир автомобіля стаціонарний, 0,60-0,30	ТД-АС-5			ад.	1		0,18
19	Підставка для автомобілів, 0,32-0,32				ад.	3		0,10
20	Підіймач - маніпулятор пересувний, Q=10т, 1750-1,120	Ф168СК			ад.	3		1,5
21	Бак для зливу трансмісійного мастила ємність 0,7м³, 0,16-0,764	С-205			ад.	1		1,23
22	Бак для зливу моторного мастила ємність 0,7м³, 0,16-0,764	С-205			ад.	1		1,23
23	Установка для заправки моторним мастилом, потужність 15 кВт стаціонарна, 0,47-0,525	3161			ад.	1		0,25
24	Кран-балка, Q=100 кН	1МВТ			ад.	1		-

00050002011000

БРАТ-30.0109.000			
СТО "Авцентр Ліга-ІІ"			
Зона ТО I P (175)	МНТМ	ар. АТЗ-22-4	

БРАТ-30.0109.000			
Специфікація устаткування			
МНТМ	ар. АТЗ-22-4		



БР.АТ-30.00.000.СК									
Исполн.	М.Лавин	Подп.	Дата	Стр. 14			Лист 1		
Состав	Коробов								
Проб.	Кузнецов								
Контр.	Кузнецов								
Исполн.	Кузнецов								
Суд.	Иван								

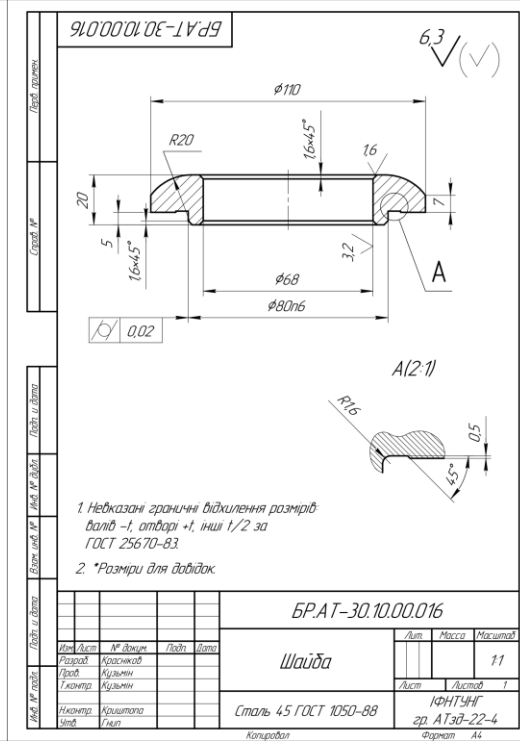
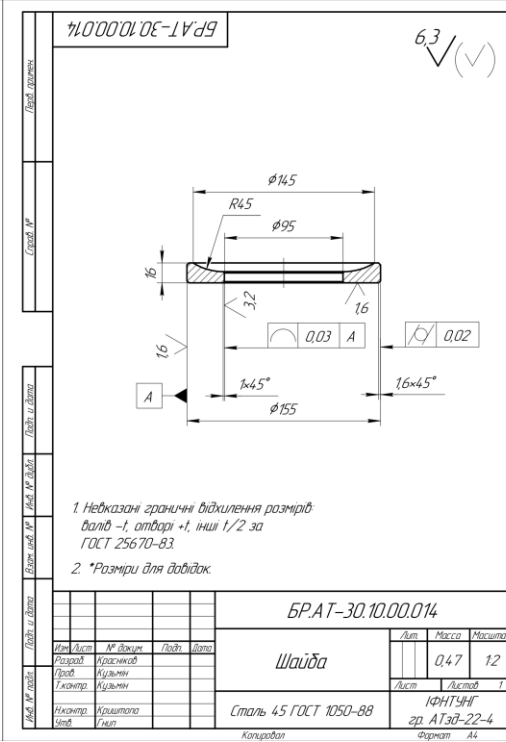
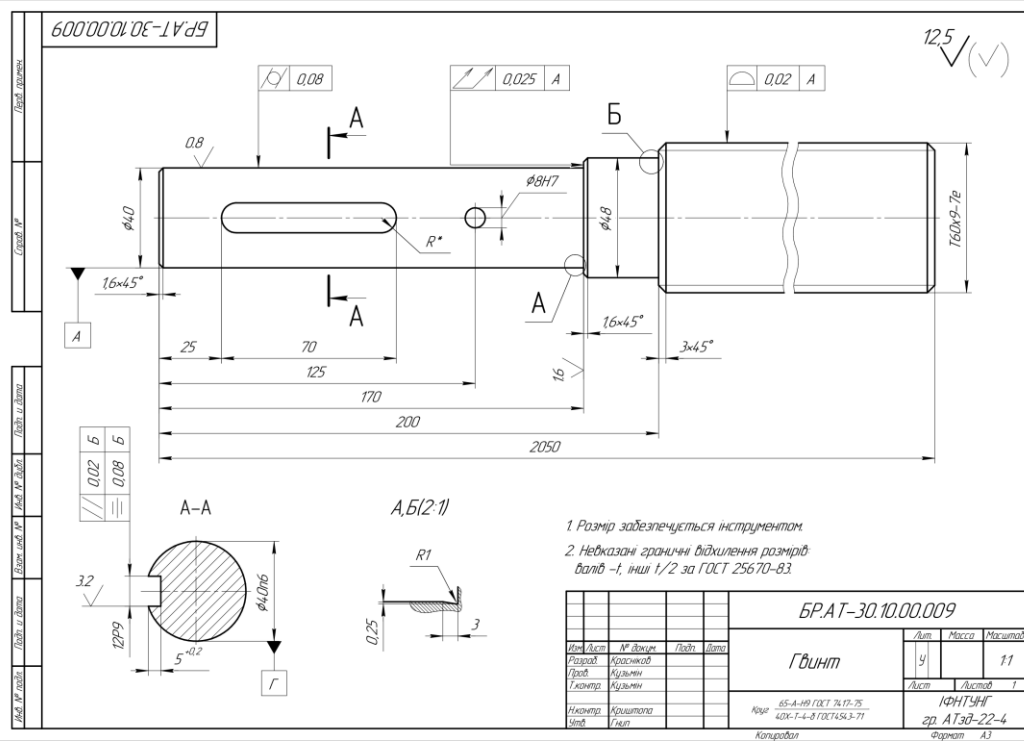
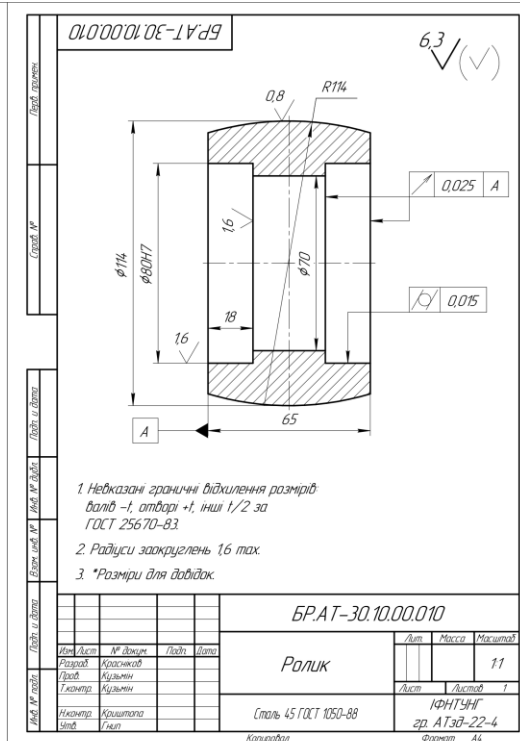
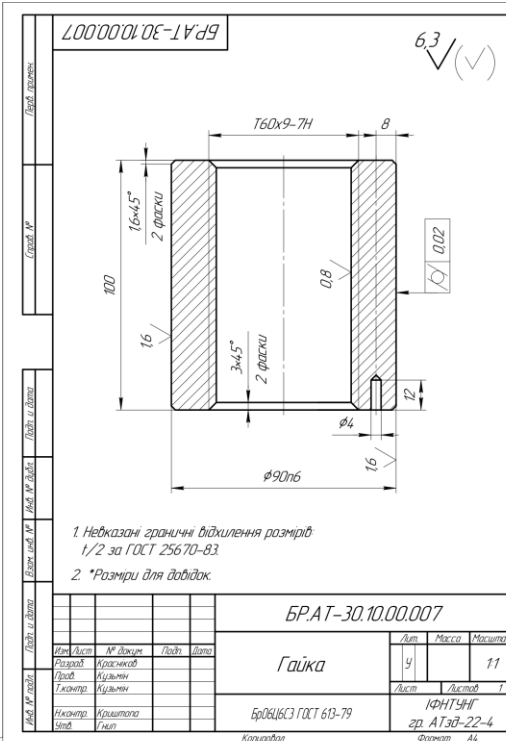
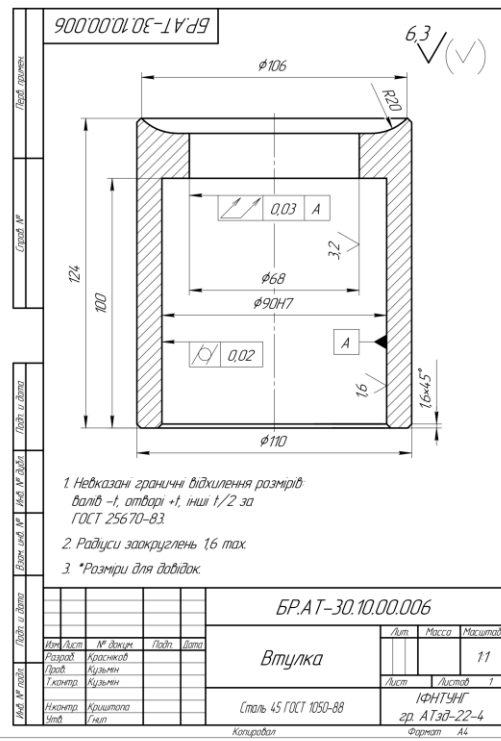
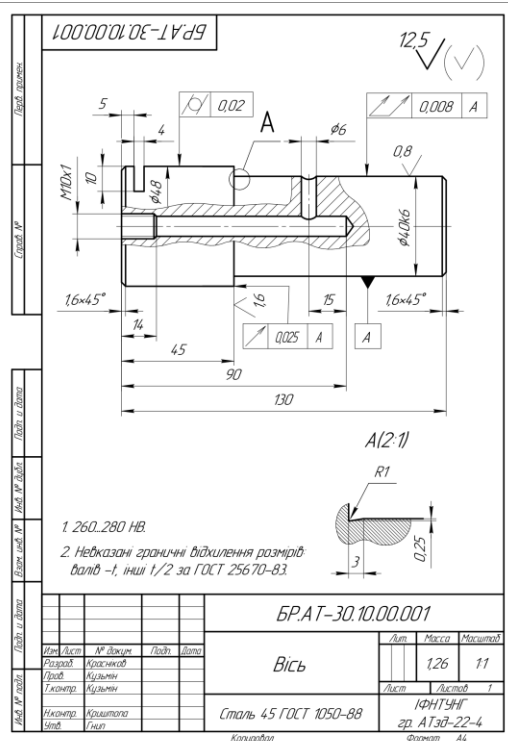
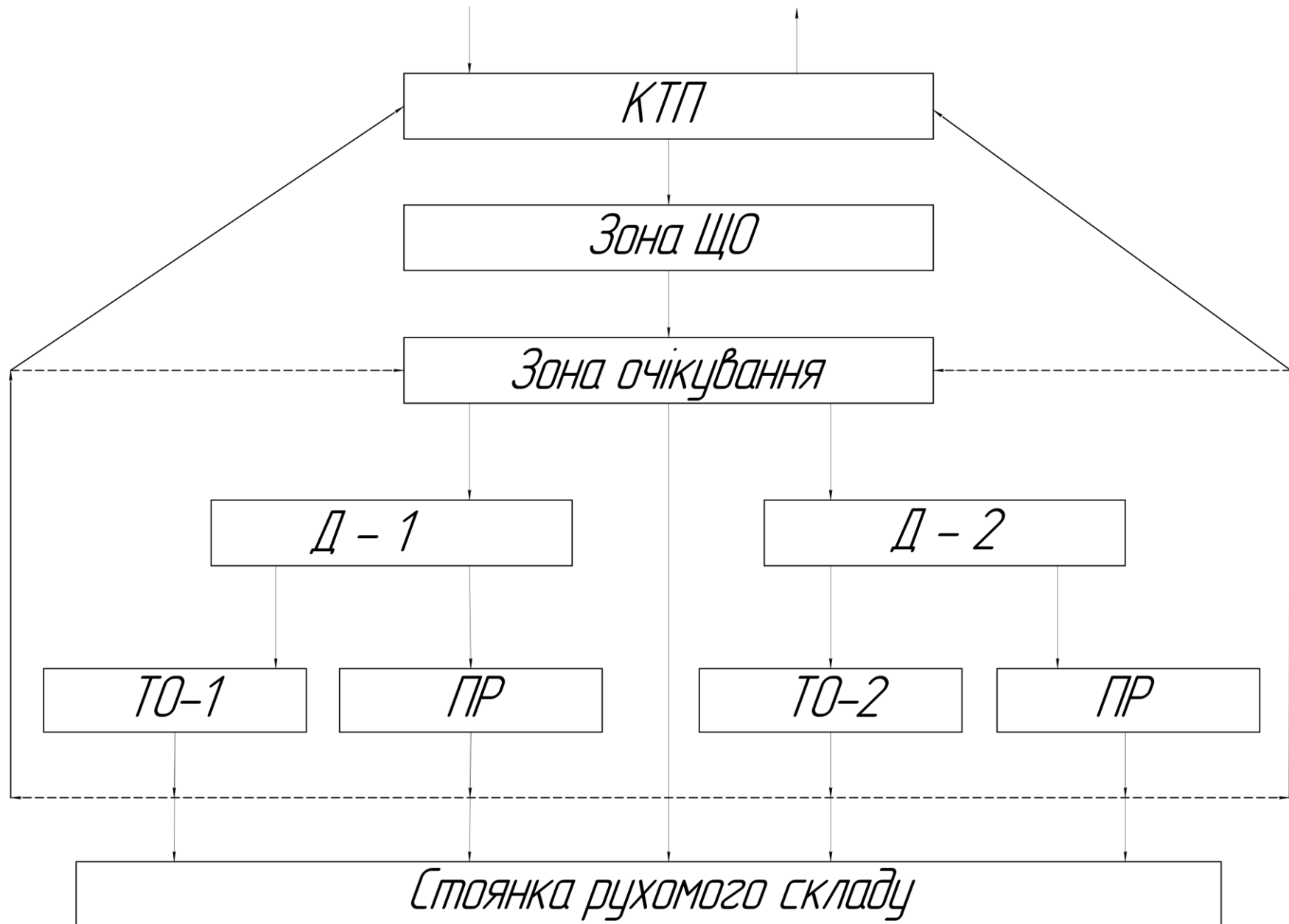


СХЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУННЯ І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ



ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ СТО

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника	Обґрунтування / Джерело даних
1	Загальна площа нового корпусу	кв.м	1161	Розрахунок площ виробничих зон та ділянок (Розділ 2)
2	Річна виробнича програма	люд.-год.	28 727	Сумарний обсяг робіт з ТО, ПР та діагностики авто
3	Штатна чисельність персоналу	чол.	18	15 робітників осн. виробництва + 3 допоміжних ділянок
4	Капітальні вкладення у будівництво	грн.	13 932 000	Розраховано за нормативами Мінрегіону (12 000 грн/кв.м)
5	Капітальні вкладення в обладнання	грн.	3 200 000	Кошторис закупівлі стендів, інструменту та підйомника
6	Загальний обсяг інвестицій	грн.	17 132 000	Сума витрат на будівництво та повне техпереоснащення
7	Річні експлуатаційні витрати	грн.	9 804 600	Собівартість (ФОП, ЄСВ, амортизація, енергоносії)
8	Річний валовий дохід СТО	грн.	17 236 200	Реалізація програми робіт за тарифом 600 грн/нормо-год.
9	Річний чистий прибуток	грн.	5 800 000	Чистий ефект після сплати всіх податкових зобов'язань
10	Термін окупності проекту	років	2,95	

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- Стратегічна необхідність: Обґрунтовано будівництво окремого спеціалізованого корпусу, оскільки наявна база орієнтована лише на легкові авто і не задовольняє попит на ремонт важкої та військової техніки
- Оптимізація потужностей: Визначено оптимальну кількість універсальних постів, розраховано площі виробничих зон та необхідну чисельність персоналу для безперебійної роботи
- Технологічне вдосконалення: Впроваджено нову методику комплексної діагностики ходової частини із застосуванням комп'ютерного контролю та гідравлічних люфт-детекторів, що скорочує час робіт
- Інженерна інновація: Розроблено проект модернізації 10-тонного підйомника з пересувними стійками, що робить його універсальним для техніки з будь-якою довжиною колісної бази
- Надійність та безпека: Розрахунками підтверджено міцність конструкцій; передбачено системи захисного заземлення, примусового відведення газів та очищення стічних вод
- Економічна ефективність: Проект є фінансово привабливим — розрахунковий термін окупності становить менше трьох років