

Бакалаврська робота
БР. АТ – 32.00.00.000 ПЗ
Група АТз-22-21

Кіщук Вадим Васильович
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Кіщук Вадим Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Проект підвищення ефективності технічного обслуговування та поточного ремонту рульового управління автомобілів

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Кіщук Вадим Васильович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Тетяна ВОЙЦІХОВСЬКА асист.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

С.І.Криштопа

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

Рецензент

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

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

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

Івано-Франківськ

2026

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Кіщук Вадим Васильович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

- Тема Проект підвищення ефективності технічного обслуговування та поточного ремонту рульового управління автомобілів, затверджена наказом по університету від _____ № _____
- Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20.06.2026 р.
- Вихідні дані до проекту: Виконати розрахунок виробничої програми СТО «БОШ Авто Сервіс Експрес», модель автотранспортного засобу Hyundai Sonata. Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО в рік: $N = 2650$ автомобілів. Тип СТО: універсальна. Середньорічний пробіг автомобілів: $LP = 12\,000$ км. Кількість заїздів автомобіля на СТО в рік: $d = 3$ заїзди. Режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ
 - Аналіз конструктивних та технологічних особливостей
 - Технологічний розрахунок СТО
 - Дослідницька частина
 - Охорона праці, техніка безпеки і протипожежний захистВисновки
Перелік посилань на джерела
- Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 - Тема, мета, та об'єкт дослідження -2 слайди
 - Опис проблеми дослідження -3 слайди
 - Технологічний план ділянки -1 слайд
 - Науково-дослідницька частина -3 слайди
 - Охорона праці -1 слайдВисновки

Керівник

Особистий підпис

/ Тетяна ВОЙЦІХОВСЬКА /

Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

Особистий підпис

/ Вадим КІЩУК /

Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	13.04.2026 р.	
Аналіз конструктивних та технологічних особливостей	27.04.2026 р.	
Технологічний розрахунок СТО	14.05.2026 р.	
Дослідницька частина	27.05.2026 р.	
Охорона праці, техніка безпеки і протипожежний захист	01.06.2026 р.	
Графічна частина (презентація)	08.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	15.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	19.06.2026 р.	

Бакалавр _____ Вадим КІЩУК
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник проекту _____ / Тетяна ВОЙЦІХОВСЬКА /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Анотація

У роботі розглянуто організацію технічного обслуговування та поточного ремонту ходової частини і механізмів керування автомобіля. Висвітлено основні напрями діагностики та ремонту рульових систем, підсилювачів керма, а також заходи з технічної безпеки на виробничих дільницях. Проаналізовано типові несправності рульових механізмів, причини їх виникнення та методи усунення. Окрему увагу приділено регламенту технічного обслуговування, що включає щоденний контроль, планові перевірки та ремонтні операції. Визначено небезпечні та шкідливі виробничі чинники, які супроводжують роботу слюсаря, та наведено вимоги до засобів індивідуального захисту. Систематизовано правила безпечної експлуатації обладнання, інструментів і пресових установок, а також вимоги до організації робочого місця. Підкреслено значення вентиляції, освітлення та санітарно-гігієнічних умов для забезпечення безпеки праці.

Ключові слова: рульове керування, ходова частина, технічне обслуговування, ремонт, діагностика, безпека праці, підсилювач керма, люфт, несправності.

Abstract

The paper considers the organization of maintenance and routine repairs of the chassis and steering mechanisms of a car. The main areas of diagnostics and repair of steering systems, power steering, as well as technical safety measures at production sites are highlighted. Typical malfunctions of steering mechanisms, their causes and methods of elimination are analyzed. Special attention is paid to the maintenance regulations, which include daily monitoring, scheduled inspections and repair operations. Dangerous and harmful production factors that accompany the work of a locksmith are identified, and requirements for personal protective equipment are given. The rules for the safe operation of equipment, tools and press installations are systematized, as well as requirements for the organization of the workplace. The importance of ventilation, lighting and sanitary and hygienic conditions for ensuring occupational safety is emphasized.

Keywords: steering, chassis, maintenance, repair, diagnostics, occupational safety, power steering, play, malfunctions.

Зміст

Вступ.....	8
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ..	10
1.1. Будова, принцип дії рульового механізму.....	10
1.2. Рульовий привід.....	14
1.3. Сучасні тенденції розвитку.....	19
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО.....	21
2.1. Вихідні дані для розрахунку.....	21
2.2. Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО.....	21
2.3. Визначення кількості постів ТО і ПР.....	24
2.4. Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО.....	24
3. ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	27
3.1. Роботи з ТО і ремонту рульового управління.....	27
3.2. Розрахунок виробничих площ і обґрунтування вибору технологічного обладнання на об'єкті проектування	31
3.3. Обґрунтування необхідності проектування пристрою.....	34
4. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ.	38
4.1. Виробнича гігієна і санітарія, вимоги техніки безпеки на робочих місцях.	38
4.2. Розрахунок вентиляції.....	41
4.3 Пожежна безпека.....	43
4.4 Охорона навколишнього середовища	45
Висновки	46
Список використаної літератури	47

					БР.АТ- 32.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект підвищення ефективності технічного обслуговування та поточного ремонту рульового управління автомобілів	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив	Кіщук В.В.							
Перевірив	Войціховська						4	59
						ІФНТУНГ АТз-22-1		
Н. Контр.	Криштопа С.І.							
Затвердив	Криштопа С.І.							

Вступ

Рульове керування та ходова частина автомобіля становлять фундаментальні системи, що визначають його експлуатаційні властивості, рівень безпеки та комфорт під час руху. Вони забезпечують можливість водія контролювати напрямок руху транспортного засобу, підтримувати його стійкість на дорозі та гарантувати плавність ходу навіть за умов нерівного дорожнього покриття. Технічний стан цих систем безпосередньо впливає на ефективність функціонування автомобіля, а також на безпеку дорожнього руху загалом.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що сучасні автомобілі дедалі більше інтегрують електронні системи керування, які поєднуються з традиційними механічними та гідравлічними елементами. Це потребує нових підходів до діагностики, технічного обслуговування та ремонту, а також до організації виробничих процесів на дільницях технічного обслуговування і поточного ремонту. В умовах інтенсивної експлуатації транспортних засобів своєчасне виявлення несправностей та їх усунення є критично важливим для запобігання аварійним ситуаціям, зниження витрат на утримання автомобіля та продовження його ресурсу.

Мета дослідження полягає у систематизації знань щодо організації технічного обслуговування та ремонту ходової частини і механізмів керування автомобіля, визначенні типових несправностей та шляхів їх усунення, а також у розробці рекомендацій з удосконалення заходів безпеки праці на виробничих дільницях.

Об'єктом дослідження є процеси технічного обслуговування та ремонту ходової частини і рульових механізмів автомобілів, включно з діагностикою, регулюванням та відновленням працездатності їхніх елементів.

Завдання дослідження охоплюють кілька ключових напрямів:

- це аналіз конструктивних особливостей ходової частини та рульових систем, що дозволяє зрозуміти принципи їхньої роботи та визначити найбільш уразливі елементи.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- визначення типових несправностей та причин їх виникнення, що є основою для розробки ефективних методів діагностики та ремонту.
- систематизація операцій технічного обслуговування та ремонту, включно з регламентом щоденного, першого та другого технічного обслуговування, а також ремонтних робіт
- розробка заходів безпеки праці на ділянках ТО і ПР, що включає вимоги до організації робочого місця, використання засобів індивідуального захисту та дотримання правил охорони праці.
- узагальнення вимог до інструментів та обладнання, що застосовуються під час ремонту, з метою забезпечення їхньої надійності та відповідності нормативним документам.
- формулювання висновків щодо підвищення ефективності та безпеки експлуатації автомобілів.

Таким чином, вступ окреслює комплексне бачення проблеми, підкреслює її актуальність та визначає основні напрями дослідження. Він створює основу для подальшого розгляду питань технічного обслуговування та ремонту ходової частини і рульових систем, а також для розробки практичних рекомендацій, спрямованих на підвищення рівня безпеки та ефективності експлуатації транспортних засобів.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

1.1. Будова, принцип дії рульового механізму

Рульове керування є однією з ключових систем автомобіля, що забезпечує його рух у заданому напрямку та гарантує водієві повний контроль над транспортним засобом. Воно складається з рульового колеса, рульового вала, рульового механізму та рульового приводу. У випадку автомобілів-тягачів і легкових машин середнього та вищого класу до складу системи входить також підсилювач, найчастіше гідравлічний або електричний, який значно зменшує зусилля, необхідне для керування.

Призначення рульового керування полягає не лише у зміні напрямку руху автомобіля, а й у забезпеченні стабільності, безпеки та комфорту під час експлуатації. Сучасні системи рульового керування виконують функції компенсації ударів від нерівностей дороги, зменшення вібрацій та підвищення точності реакції автомобіля на дії водія.

Рульовий механізм перетворює обертання рульового колеса на переміщення рулевих тяг, що забезпечує поворот передніх коліс на необхідний кут. Він виконує функцію редуктора, тобто знижує швидкість обертання та збільшує крутний момент, що дозволяє водієві прикладати менше зусилля. Зазвичай передавальне відношення рулевих механізмів становить 15–30, тобто зусилля водія збільшується у відповідній кількості разів.

Залежно від конструкції рульової передачі розрізняють такі типи механізмів:

Черв'ячний рульовий механізм є одним із класичних типів рулевих систем, який застосовувався на багатьох автомобілях минулих поколінь і досі використовується у деяких конструкціях.

У цьому механізмі один із кінців рульового вала з'єднаний із черв'яком, що знаходиться в зачепленні з роликом. Ролик, у свою чергу, зв'язаний із рульовою сошкою. При обертанні рульового колеса черв'як передає рух на ролик, який змушує сошку переміщуватися вліво чи вправо. Сошка через

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систему рульових тяг і поворотні кулаки забезпечує поворот передніх коліс на необхідні кути.

Особливістю черв'ячного механізму є його здатність значно збільшувати крутний момент, що робить керування легшим навіть без підсилювача. Проте такі системи мають більший внутрішній опір і менш чутливі у порівнянні з рейковими механізмами. Саме тому вони поступово витісняються сучасними рейковими та електропідсилювальними системами, хоча й залишаються актуальними для автомобілів, де потрібна підвищена міцність і надійність.



Рисунок 1.1. Конструкція черв'ячного рульового механізму

Гвинтові механізми. Обертання гвинта, з'єднаного з рульовим валом, передається гайці, що закінчується рейкою, зчепленою із зубчастим сектором. Сектор розташований на одному валу із сошкою. Ця конструкція утворює передачу типу «гвинт - гайка - сектор». Гвинтові механізми забезпечують плавність роботи та точність, проте є складнішими у виготовленні.

Шестерінчасті механізми. У них рульова передача формується циліндричними або конічними шестернями. До цієї групи належить і передача «шестірня-рейка», де циліндрична шестірня з'єднана з рульовим валом, а рейка, зчеплена із зубцями шестірні, виконує функцію поперечної тяги.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

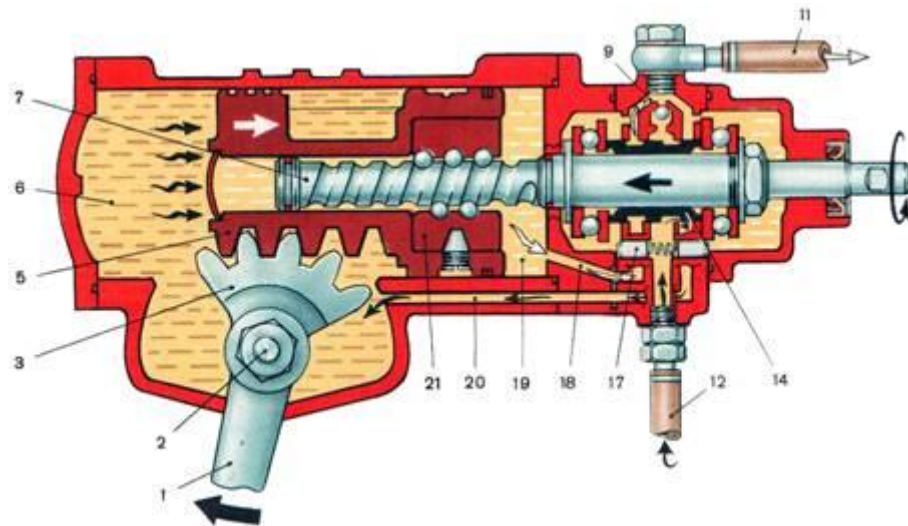


Рисунок 1.2. Конструкція гвинтового механізму

Рейкові механізми. Рейковий рульовий механізм є найбільш поширеним типом системи рульового керування у сучасних легкових автомобілях. Його популярність пояснюється низкою переваг:

- простотою конструкції,
- компактністю,
- високою точністю та надійністю.

Завдяки прямому зв'язку між рульовим колесом і передніми колесами автомобіля забезпечується висока чутливість системи, що позитивно впливає на керованість транспортного засобу.



Рисунок 1.3. Конструкція рейкового механізму

Рейкові передачі, а також механізми типу «черв'як – ролик», які характеризуються невеликим передаточним числом, застосовуються переважно

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на автомобілях малої вантажопідйомності. Це пояснюється тим, що такі конструкції забезпечують достатню точність і легкість керування при відносно невеликих навантаженнях на передню вісь.

У більшості сучасних легкових автомобілів використовується саме рейковий рульовий механізм. Його конструкція передбачає закріплення шестерні на кінці рульового вала. Шестерня входить у зачеплення із зубчастою рейкою, яка розташована всередині картера рульового механізму. Така зубчаста пара перетворює обертальний рух рульового колеса на поступальний рух рейки.

Принцип роботи механізму полягає у наступному:

водій, повертаючи кермо, обертає рульовий вал;

рульовий вал передає обертання на шестерню;

шестерня, перебуваючи у постійному зачепленні із зубчастою рейкою, змушує її переміщуватися вліво або вправо всередині картера;

кінці рейки через систему рулевих тяг з'єднані з поворотними кулаками передніх коліс;

переміщення рейки призводить до повороту коліс на необхідний кут.

Таким чином, рейковий механізм забезпечує прямий і точний зв'язок між діями водія та реакцією автомобіля.

Переваги рейкових систем

Основними перевагами рейкових рулевих механізмів є:

Конструкція займає мінімум простору, що дозволяє ефективно використовувати внутрішній простір автомобіля.

Механізм складається з невеликої кількості деталей, що знижує ймовірність поломок і спрощує технічне обслуговування.

Завдяки прямому зачепленню шестерні та рейки забезпечується чутливість і швидка реакція автомобіля на дії водія.

Механізм має тривалий ресурс роботи та добре витримує експлуатаційні навантаження.

Недоліки

Попри численні переваги, рейкові механізми мають і певні недоліки:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вони менш ефективні на автомобілях великої вантажопідйомності, де потрібні значні зусилля для повороту коліс;

у випадку зношування зубців рейки або шестерні може виникати люфт, що знижує точність керування;

механізм потребує регулярного змащування та перевірки стану ущільнень, щоб уникнути потрапляння бруду та вологи.

У сучасних автомобілях рейкові механізми часто поєднуються з підсилювачами – гідравлічними або електричними. Це дозволяє значно зменшити зусилля, необхідне для повороту керма, і підвищити комфорт водія. Електропідсилювачі мають додаткову перевагу – вони можуть змінювати ступінь допомоги залежно від швидкості руху: на малих швидкостях забезпечується легкість керування, а на високих – стабільність і точність.

Рейковий рульовий механізм завдяки своїй простоті, компактності та високій точності став стандартом для більшості сучасних легкових автомобілів. Він забезпечує прямий зв'язок між діями водія та реакцією автомобіля, що робить керування більш чутливим і передбачуваним. Попри певні обмеження у використанні на важких транспортних засобах, рейкові системи залишаються оптимальним рішенням для легкових автомобілів, особливо у поєднанні з сучасними підсилювачами.

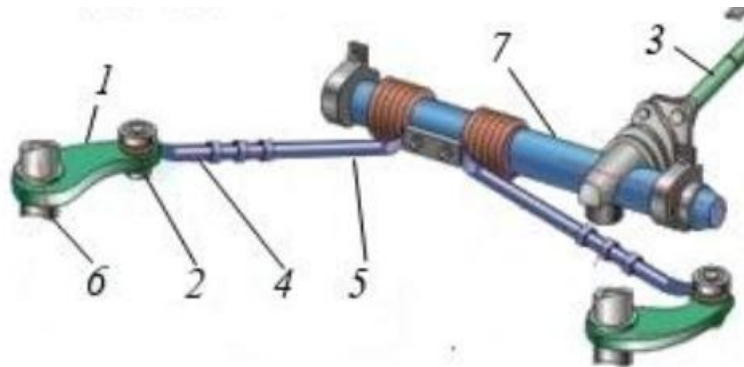
1.2. Рульовий привід

Рульовий привід являє собою систему тяг і важелів, що у поєднанні з рульовим механізмом забезпечує поворот автомобіля. Він передає зусилля від рульового механізму безпосередньо до поворотних кулаків передніх коліс. Конструкція рульового приводу повинна забезпечувати точність передачі руху, мінімальні люфти та високу надійність.

Рульове керування автомобіля є однією з ключових систем, що забезпечує безпеку та комфорт руху. У легкових автомобілях середнього та вищого класу воно часто оснащується гідропідсилювачем, який інтегрується в єдиний агрегат із рульовим механізмом, клапаном керування та кутовим редуктором. Основне

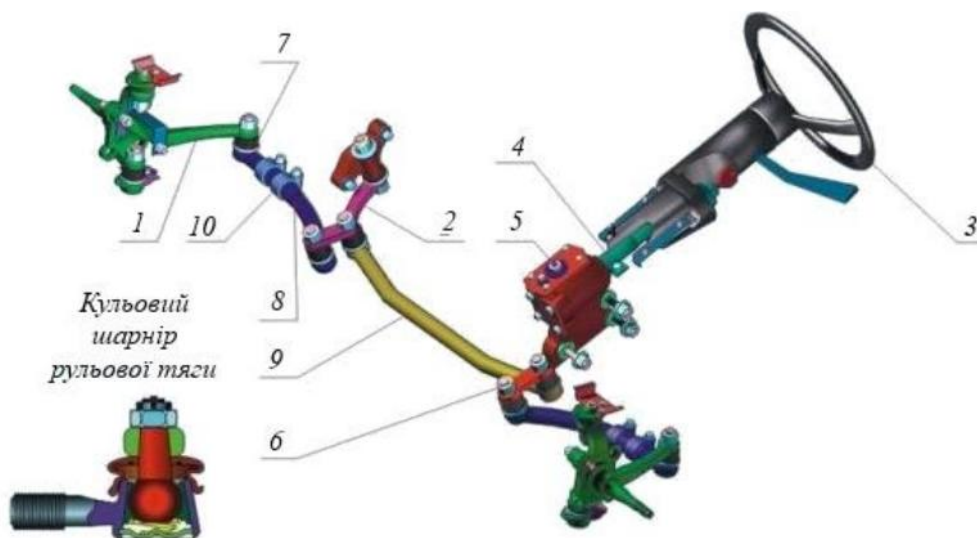
					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначення цього вузла полягає у зменшенні фізичного навантаження на водія та підвищенні комфорту керування, особливо в умовах міського руху, де необхідні часті маневри та паркування.



1 – поворотний важіль; 2 – кульовий шарнір; 3 – рульовий вал; 4 – рульова тяга; 5 – внутрішній наконечник рульової тяги; 6 – телескопічна стійка; 7 – реєчний редуктор

Рисунок 1.4. Конструкція рульового приводу із застосуванням реєчного рульового механізму



1 – поворотний важіль; 2 – маятниковий важіль; 3 – рульове колесо; 4 – рульовий вала; 5 – черв'ячний редуктор; 6 – сошка рульового механізму; 7 – кульовий шарнір; 8 – тяга рульової трапеції; 9 – середня тяга рульової трапеції; 10 – муфта регулювальна

Рисунок 1.5. Конструкція рульового приводу із застосуванням черв'ячного рульового механізму

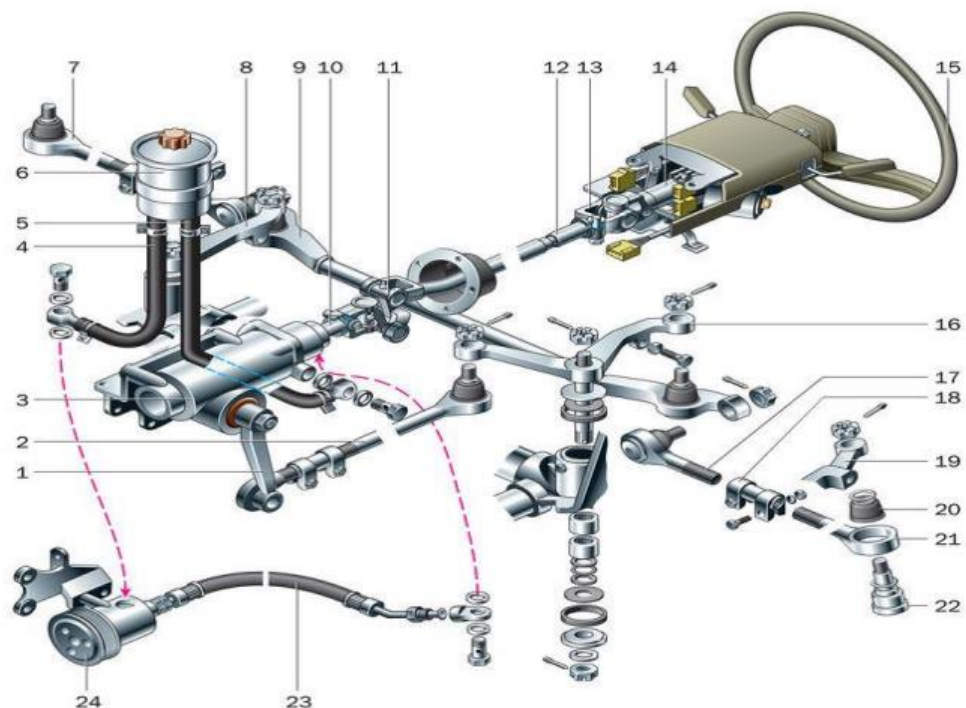
Функції гідропідсилювача

Гідропідсилювач виконує низку важливих функцій, що визначають його значення у сучасному автомобілебудуванні:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зменшення зусилля на кермі. Це особливо актуально при низьких швидкостях, коли опір повороту коліс є найбільшим. Завдяки підсилювачу водій може здійснювати маневри без значних фізичних зусиль, що підвищує зручність експлуатації автомобіля.

Компенсація ударів та вібрацій. Система пом'якшує вплив нерівностей дорожнього покриття, які передаються на рульове колесо. Це знижує втому водія, підвищує комфорт та сприяє збереженню точності керування навіть на дорогах із низькою якістю покриття.



1 – рульова сошка; 2 – повздовжня рульова тяга; 3 – рульовий механізм; 4 – шланг; 5 – зливний шланг; 6 – бачок; 7 – права бічна рульова тяга; 8 – правий маятниковий важіль; 9 – поперечна рульова тяга; 10 – вхідний вал рульового механізму; 11 – нижній карданний шарнір; 12 – карданний вал; 13 – верхній карданний шарнір; 14 – вал рульової колонки; 15 – рульове колесо; 16 – лівий маятниковий важіль; 17, 21 – наконечники лівої бокової тяги; 19 – лівий важіль рульової трапеції; 20 – чохол шарніра; 22 – шарнір; 23 – нагнітальний шланг; 24 – насос гідропідсилювача

Рисунок 1.6. Рульове керування з гідравлічним підсилювачем

Підвищення безпеки руху. Завдяки підсилювачу водій зберігає контроль над автомобілем навіть у критичних ситуаціях, наприклад, при розриві шини

переднього колеса. Це дозволяє уникнути втрати керованості та зменшує ризик аварій.

Електропідсилювачі керма (EPS)

Окрім гідравлічних систем, у сучасних автомобілях широко застосовуються електропідсилювачі керма (EPS). Вони мають низку переваг, що робить їх дедалі більш популярними:

Менша маса та простіша конструкція. Відсутність гідравлічної магістралі з насосом, трубопроводами та робочою рідиною зменшує вагу автомобіля та спрощує його обслуговування.

Змінне зусилля залежно від швидкості руху. На низьких швидкостях кермо стає «легким», що полегшує маневрування, а на високих – «важчим», що сприяє стабільності автомобіля.

Інтеграція з електронними системами допомоги водієві. Електропідсилювачі легко поєднуються з сучасними системами, такими як утримання смуги руху, автоматичне паркування чи адаптивний круїз-контроль. Це відкриває можливості для створення інтелектуальних систем керування, які підвищують рівень безпеки та комфорту.

Порівняння гідравлічних та електричних систем

Гідравлічні підсилювачі відзначаються високою надійністю та здатністю працювати в умовах значних навантажень, що робить їх актуальними для автомобілів із великою масою та потужністю. Водночас вони мають складнішу конструкцію, потребують регулярного технічного обслуговування та контролю рівня робочої рідини.

Електропідсилювачі, навпаки, є більш технологічними та економічними. Вони не потребують гідравлічної рідини, мають меншу масу та дозволяють реалізувати змінне зусилля залежно від умов руху. Їхня інтеграція з електронними системами робить можливим створення комплексних рішень для автоматизації керування.

Електрогідравлічний підсилювач. Така модифікація працює за принципом

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ГУР. Єдина відмінність полягає в тому, що гідронасос працює від електрики, а не приєднується до приводу мотора, як у першому випадку. Останні дві розробки дозволяють використовувати менше палива в порівнянні з першим типом, так як робота системи не пов'язана з приводом двигуна.

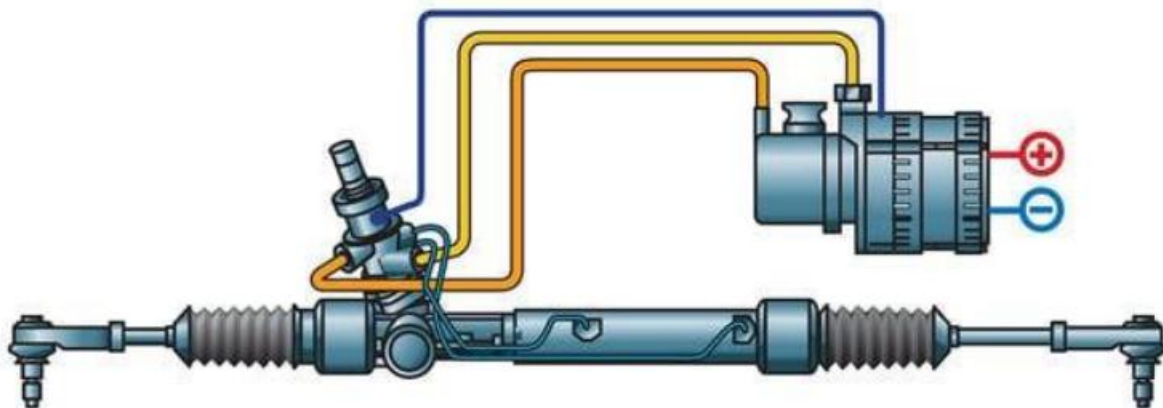


Рисунок 1.7. Схема електрогідравлічного підсилювача

Підсилювач рульового керування є важливим елементом сучасних автомобілів, що поєднує функції комфорту та безпеки. Його розвиток від гідравлічних до електричних систем демонструє прагнення автомобілебудування до підвищення ефективності, зниження маси та інтеграції з інтелектуальними системами керування.

Таблиця 1.1. Основні характеристики гідравлічних та електричних підсилювачів рульового керування:

Критерій	Гідропідсилювач (HPS)	Електропідсилювач (EPS)
Конструкція	Складна: насос, гідравлічні трубопроводи, робоча рідина, клапани.	Простіша: електродвигун, датчики, електронний блок керування.
Маса системи	Більша через наявність насоса та гідравлічної магістралі.	Менша, відсутні гідравлічні елементи.
Обслуговування	Потребує регулярної перевірки рівня рідини, герметичності та стану насоса.	Мінімальне, відсутність рідини зменшує потребу у технічному догляді.
Зусилля на кермі	Постійне, не залежить від швидкості руху.	Змінне: легке кермо на малих швидкостях, «важче» – на високих.
Комфорт керування	Пом'якшує удари та вібрації, але має інерційність.	Висока чутливість, швидка реакція, можливість адаптації до умов руху.
Інтеграція з електронікою	Обмежена, складно поєднувати з сучасними системами допомоги водієві.	Легко інтегрується з системами утримання смуги, автоматичного паркування, автопілотом.
Надійність	Висока, особливо при великих навантаженнях; добре підходить	Висока, але залежить від електроніки; оптимально для

	для важких авто.	легкових автомобілів.
Енергоефективність	Менш ефективний: насос працює постійно, навіть коли підсилення не потрібне.	Більш ефективний: електродвигун активується лише за потреби.
Вартість виробництва	Вища через складність конструкції та використання гідравлічних компонентів.	Нижча, простіша конструкція, дешевше обслуговування.
Сфера застосування	Вантажні автомобілі, позашляховики, техніка з великим навантаженням на передню вісь.	Легкові автомобілі, кросвери, сучасні моделі з електронними системами керування.

Таким чином, підсилювач рульового керування не лише полегшує процес керування автомобілем, а й стає ключовим компонентом у створенні сучасних транспортних засобів, здатних відповідати вимогам безпеки, комфорту та технологічного прогресу.

1.3. Сучасні тенденції розвитку

Розвиток підсилювачів рульового керування відображає загальну тенденцію автомобілебудування до електрифікації та автоматизації. Сучасні системи дедалі частіше поєднують механічні, гідравлічні та електронні елементи, створюючи інтегровані комплекси, що забезпечують максимальний рівень безпеки, комфорту та ефективності.

У перспективі очікується широке впровадження систем Steer-by-Wire, які повністю відмовляються від механічного зв'язку між кермом і колесами. У таких системах керування здійснюється електронними сигналами, що відкриває нові можливості для автоматичного та дистанційного керування автомобілем, а також для інтеграції з системами автономного руху.

Сучасні автомобілі дедалі частіше оснащуються електронними системами керування, які інтегрують рульове керування з іншими системами безпеки та комфорту. До таких належать:

Електропідсилювачі керма (EPS). Забезпечують змінне зусилля залежно від швидкості руху та умов експлуатації. Це дозволяє водієві легко маневрувати на низьких швидкостях і зберігати стабільність на високих.

Системи активного рульового керування. Дозволяють змінювати передавальне число залежно від швидкості автомобіля. Такий підхід забезпечує легкість керування на малих швидкостях і точність на високих, що підвищує безпеку та комфорт.

Інтеграція з системами допомоги водієві. Рульове керування взаємодіє з системами утримання смуги руху, автоматичного паркування та адаптивного круїз-контролю. Це створює комплексні рішення, які значно знижують навантаження на водія та підвищують рівень безпеки.

Розвиток рульових систем тісно пов'язаний із загальною тенденцією до впровадження автономних транспортних засобів. У цьому контексті системи Steer-by-Wire відіграють ключову роль, адже вони дозволяють реалізувати повністю електронне керування автомобілем без механічних обмежень. Це відкриває можливості для:

- дистанційного керування транспортними засобами;
- інтеграції з системами штучного інтелекту;
- створення нових концепцій безпілотних автомобілів.

Рульове керування є складною багатокомпонентною системою, що поєднує механічні, гідравлічні та електронні елементи. Його розвиток від простих черв'ячних механізмів до сучасних електронних систем відображає загальну тенденцію автомобілебудування до підвищення безпеки, комфорту та ефективності.

Сучасні тенденції свідчать про поступовий перехід від традиційних механічних рішень до інтегрованих електронних систем, які забезпечують адаптивність, точність та можливість автоматизації. У майбутньому рульове керування стане не лише засобом зміни напрямку руху, а й важливим елементом комплексної системи управління автомобілем, що взаємодіє з іншими інтелектуальними технологіями.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО

2.1. Вихідні дані для розрахунку

Модель автотранспортних засобів - Hyundai Sonata,

Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО в рік: $N = 1080$ автомобілів.

Тип СТО: універсальна.

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_P = 16\,000$ км [3].

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

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

Решта даних будуть прийняті в процесі розрахунку.

2.2. Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО

2.2.1 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО «Turbo», м. Івано-Франківськ.

Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для Hyundai Sonata проводжу за формулою:

$$T_{\pi} = N_{\text{ТОіПР}} \cdot L_P \cdot t / 1000. \quad (2.1)$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t = 1,9$ люд-год/1000 км [3];

$N_{\text{ТОіПР}}$ - кількість заїздів для ТО і ПР, $N_{\text{ТОіПР}} = 1080$ авт.

$$T_{\pi} = 1080 \cdot 12000 \cdot 1,9 / 1000 = 38016 \text{ люд-год.}$$

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

$$T_{\text{п.м.п}} = \left(\sum L_p \times k \times t_{\text{п.м.п}} \right) / 1000. \quad (2.2)$$

$$T_{\text{п.м.п}} = (1080 \cdot 12000 \cdot 0,8 \cdot 0,3) / 1000 = 6912 \text{ люд-год.}$$

де k – кількість заїздів для миття на 1000 км; приймається $k = 0,8 \dots 1$;

$t_{\text{п.м.п}}$ - трудомісткість прибирально-мийних робіт.

Річна трудомісткість робіт з гарантійного обслуговування автомобілів T_{20} визначають за формулою:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{20n} = A_{20} \times L_{20} \times t_{20} / L^P_{20}, \text{ люд-год}, \quad (2.3)$$

де A_{20} - кількість автомобілів, що перебувають на гарантійному обслуговуванні (приймають за даними СТО);

L_{20} - гарантійний пробіг, встановлений заводом-виготовлювачем для даної марки, $L_{20}=100\,000$ км;

L^P_{20} - річний пробіг автомобіля (приймають за даними СТО автомобілів або заводу-виготовлювача) $L^P_{20}=12000$ км;

t_{20} - трудомісткість одного ПТО (періодичного обслуговування) $t_{20}=2,3$ люд. год.

Оскільки станція не займається продажем автомобілів тому трудомісткість робіт гарантійного обслуговування рівна 0 люд. год.

Загальний обсяг робіт T_3 по СТО для Hyundai Sonata буде складатися з суми робіт по основній діяльності $T_{ТО,ПР}$, обсягу передпродажної підготовки $T_{ПП}$, обсягу прибирально-мийних робіт $T_{ПМ}$, обсягу ТО і ремонту автомобілів, які перебувають на гарантії T_{20+P} :

$$T_{3n} = T_{ТО,ПР} + T_{ПП} + T_{ПМ} + T_{20+P} \text{ люд-год}. \quad (2.4)$$

$$T_{3n} = 38016 + 6912 = 44928 \text{ люд. год.}$$

2.1.3 Кількість явочних робітників розраховують за формулою:

$$P_{я} = T / \Phi_{я}, \text{ чол.} \quad (2.5)$$

де $\Phi_{я}$ - річний фонд робочого часу явочного ремробітника,
 $\Phi_{я} = D_{роб.} \cdot T_{зм.} \cdot C \cdot \eta = 305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,85 = 2070$ год.

2.2.2 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{ш} = P_{я} / \varepsilon, \text{ чол.}; \quad (2.6)$$

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

Розподіл трудомісткості робіт і кількості виробничих робітників зведені в табл. 2.1.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Назва робіт	П, %	Т, люд.год	Ф _я , год.	Р _я , чол.		ε	Р _ш , чол.
				1- зм.	2- зм.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Діагностичні	4	1520,64	2070	0,7	-	0,9	0,8
ТО в пов. обсязі	10	3801,6	2070	1,8	-	0,9	2,0
Мастильні	2	760,32	2070	0,4	-	0,9	0,4
Рег. Кут. Кол.	4	1520,64	2070	0,7	-	0,9	0,8
Рег. Гальм	3	1140,48	2070	0,6	-	0,9	0,6
ТО с жив і ел.	4	1520,64	2070	0,7	-	0,9	0,8
Шин мон і вул.	1	380,16	2070	0,2	-	0,9	0,2
ПР вузл і агрег.	12	4561,92	2070	2,2	-	0,9	2,4
Кузовні	30	11404,8	2070	5,5	-	0,9	6,1
Малярні	25	9504	2070	4,6	-	0,9	5,1
Оббивні	5	1900,8	2070	0,9	-	0,9	1,0
Разом	100	38016,0	2070	18	-	0,9	20
ЩО прибир.	30	2073,6	2070	1,0	-	0,9	1,1
Мийні	55	3801,6	2070	1,8	-	0,9	2,0
Обтироч.	15	1036,8	2070	0,5	-	0,9	0,6
Разом	100	6912	2070	3	-	0,9	4

2.2.3 Визначення кількості службовців.

Загальне значення службовців підприємства зведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, Р _с , чол.
1	2
Загальне керівництво	1
Техніко-економічне планування	1
Бухгалтерський облік, фінансова діяльність	1
Матеріально-технічне постачання	1
Виробничо-технічна служба	1
Всього	5

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{шпр}} + P_{\text{с}} = 24 + 5 = 29 \text{ чол.}$$

2.3. Визначення кількості постів ТО і ПР

2.3.1. Визначаю кількість постів ТО і ПР:

$$X_{\Pi} = T_{\text{ТОіПР}} \cdot K_{\Pi} / (\Phi \cdot P_{\text{ср.}} \cdot \eta), \quad (2.7)$$

де T_{Π} – трудомісткість постових робіт на СТО, люд.-год.;

K_{Π} - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{\Pi}=0,8$;

$P_{\text{ср.}}$ – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{\text{ср.}}=3$;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

$X_{\text{ТОіПР}}=38016 \cdot 0,8 / (2070 \cdot 3 \cdot 0,93)=5$ приймаю 5 постів.

2.3.2 Визначаю кількість постів прибирально-мийних робіт:

$$X_{\text{ПМ}} = N_{\text{д}} \cdot \phi / (D_{\text{пр.}} \cdot P_{\text{у}} \cdot \eta) = 4 \cdot 1,1 / (8 \cdot 20 \cdot 0,93) = 0,1, \text{ приймаю 1 пост.} \quad (2.8)$$

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт, $N_{\text{д}}=4$ авт.

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

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

2.3.3 Визначаю кількість постів прийому автомобілів:

$$X_{\Pi} = N_{\text{СТО}} \cdot \phi / (D_{\text{р}} \cdot T_{\Pi} \cdot A_{\Pi}), \quad (2.9)$$

де T_{Π} – кількість годин роботи поста на добу;

A_{Π} – пропускна здатність поста прийому автомобілів, авт./год.

$X_{\Pi}=1080 \cdot 3 \cdot 1,1 / (305 \cdot 8 \cdot 3)=0,5$ приймаю 1 пости.

2.3.4 Визначаю кількість автомобілемісце зберігання готових автомобілів:

$$X_{\Gamma} = N_{\text{д}} \cdot T_{\Pi} / T_{\text{В}}, \quad (2.10)$$

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

$X_{\Gamma}=4 \cdot 9 / 10=3,6$ приймаю 4 авт. місць.

2.4. Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

2.4.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

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

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

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=9,13 \text{ м}^2$, [4]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=4,5$. [1]

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3. Площа зон

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F _з , м ²
Зона ТО і ПР	5	228,3
Зона прибирально-мийних робіт	1	55,4
Зона приймання видачі автомоб.	1	55,4
Всього	12	340,0

2.4.2 Площі ділянок.

Площі виробничих ділянок визначаємо по кількості працюючих.

Площі ділянок вибираємо в залежності від кількості працюючих в максимально завантажену зміну. [3]

Розрахунок площ ділянок зведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Площі виробничих ділянок.

Назва ділянок	Кількість працюючих	Площа ділянок, F _д , м ²
Агрегатно-моторна	3	54
Шиномонтажна	1	36
Малярна	5	54
Електротехнічна	1	14
Кузовна	6	54
Ремонт приладів сист. живлення	1	18
Всього		230

2.4.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_{В.з} = Z_{В.з} \cdot f \cdot K_{В.з} \quad (2.12)$$

де $Z_{В.з}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{В.з}=10$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=9,13$ м².

$K_{В.з}$ – коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні, $K_{В.з}=3,5$.

$$F_{В.з} = 4 \cdot 9,13 \cdot 3,5 = 125,8$$

приймаємо 126 м².

2.4.4 Площа складських приміщень.

Площа складських приміщень розраховують для СТО приймаються з розрахунку на кожні 1000 обслугованих автомобілів [3].

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площі складських приміщень наведені в табл. 2.5.

Площа виробничого корпусу:

$$F_{BK} = F_{зон.} + F_{СКЛ} + F_{Д} = 340 + 78 + 230 = 648 \text{ м}^2.$$

$$F_{AD} = 227 \text{ м}^2.$$

$$2.4.5 \text{ Площа пункту прийому автомобілів: } F_{ПП} = 54 \text{ м}^2.$$

2.4.6 Площа забудови.

$$F_{ЗAB} = F_{BK} + F_{ПП} + F_{AD} = 648 + 227 + 54 = 929 \text{ м}^2.$$

Таблиця 2.5. Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, м ²
Запасні частини	22
Агрегати і вузли	26
Матеріали	12
Лакофарбові	4
Мастильні матеріали	6
Склад кисню і ацетилену	8
Всього	78

2.4.7 Площа території СТО.

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

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

$$F_{TEP} = (929 + 165) / 0,45 = 2431 \text{ м}^2 = 0,24 \text{ га}.$$

Для побудови генерального плану, виробничого корпусу, зон та ділянок приймаємо площі приміщень, що вже збудовані на СТО «Turbo» з корегуванням по реальній потребі і з врахуванням технологічного розрахунку.

3. ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1. Роботи з ТО і ремонту рульового управління

Основні несправності рульових систем автомобіля та методи їх усунення

Люфт рульового колеса

Однією з найпоширеніших несправностей рульового управління є надмірний люфт рульового колеса, коли кут вільного ходу перевищує нормативні значення. Для старих моделей автомобілів допустимий люфт становить близько 25° , для новіших моделей – $10\text{--}15^{\circ}$.

Причини виникнення люфту:

ослаблення кріплення рульового колеса на шліцах рульового валу;

ослаблення кріплення рульової колонки або картера рульового механізму;

люфт у карданних шарнірах чи шліцьових з'єднаннях;

знос центральної гумової шайби або ослаблення кріплення сполучних фланців у сполучній муфті;

люфт у зачепленні робочої пари «черв'як – ролик»;

знос конічних підшипників черв'яка;

люфт рульового гвинта через зношення кульок і направляючих канавок;

люфт у зачепленні пари «поршень – рейка» та зубчастого сектора вала сошки;

люфт у підшипниках або зачепленні конічних шестерень кутового редуктора;

ослаблення кріплення сошки на конічних шліцах;

люфт у рульових шарнірах, маятниковому важелі, шкворневих з'єднаннях поворотних цапф;

люфт у конічних підшипниках маточин передніх коліс.

Усі ці дефекти виникають переважно через зношення деталей або неправильне регулювання сполучень.

Заїдання або утруднений поворот рульового колеса

Іншою типовою несправністю є заїдання або утруднений поворот керма під час руху автомобіля.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Причини:

надмірний натяг у зачепленні робочої пари або в конічних підшипниках черв'яка;

погнутість рульового валу, колонки чи рульової тяги;

еліпсоподібний знос головок кульових пальців і вкладишів шарнірів, що може призвести до заклинювання;

заклинювання маятникового важеля через його деформацію або знос втулок;

підвищена в'язкість масла в рульовому механізмі при низьких температурах;

відсутність або твердіння мастила в шарнірах і шкворневих з'єднаннях;

погнутість шкворня;

заїдання пари «поршень – рейка» у циліндрі картера при забрудненні канавок або поломці поршневого кільця;

несправність золотника чи реактивних плунжерів клапана керування;

знижений рівень масла в бачку насоса, наявність повітря чи води в системі;

недостатня продуктивність насоса гідропідсилювача через пробуксовку ремня або несправність клапанів.

Повна відмова рульового управління

Найбільш небезпечним випадком є повна відмова рульового управління, яка може призвести до втрати керованості автомобіля.

Причини:

роз'єднання рульової тяги через відвертання незашплінтованих гайок;

руйнування шарнірів при надмірному люфті та ударних навантаженнях;

заклинювання робочої пари «черв'як – ролик» при великому люфті в підшипниках черв'яка.

Згідно з технічними вимогами, рульове управління повинне забезпечувати надійну керованість автомобілем у всіх режимах руху. Водій не повинен витрачати надмірне зусилля на керування, а безвідмовна робота системи

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежить не лише від її елементів, а й від стану інших вузлів автомобіля: шин, підвіски, балансування коліс тощо.

До основних несправностей рульового управління належать:

- надмірний люфт рульового колеса;
- стуки під час руху через ослаблення кріплень;
- знос шарнірів рульової тяги;
- знос зубів у передавальних парах;
- порушення регулювання зачеплення;
- несправності гідро- чи електропідсилювача.

Технічне обслуговування рульового управління включає в себе наступне:

Щоденне технічне обслуговування (ЩТО):

- візуальний огляд стану елементів приводу;
- перевірка герметичності з'єднань гідропідсилювача;
- оцінка люфту рульового колеса;
- контроль відсутності заїдань чи сторонніх шумів.

Перше технічне обслуговування (ТО-1):

- діагностика люфту за допомогою люфтоміра;
- перевірка та затягування кріплень;
- контроль шплінтів у шарнірних з'єднаннях;
- перевірка рівня робочої рідини;
- змащування шарнірів.

Друге технічне обслуговування (ТО-2):

- контроль та регулювання кутів установки передніх коліс;
- вимірювання тиску насоса гідропідсилювача;
- усунення надмірних зазорів у зачепленні рульового механізму.
- Ремонт рульового управління
- Ремонтні роботи виконуються у разі виявлення несправностей під час

діагностики або після виходу вузлів з ладу.

Щодо ремонту виконуються наступні операції:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Демонтаж і розбирання: зняття вузлів, очищення, дефектовка.
- Дефектовка деталей: перевірка валів, рейок, ущільнювачів, підшипників.
- Відновлення та заміна: монтаж нових наконечників, ремонт рейки, заміна насоса.
- Складання та регулювання: монтаж деталей, регулювання зачеплення, заправка рідини, прокачування системи, налаштування сходження коліс.

Рульове управління є критично важливою системою автомобіля, яка безпосередньо впливає на його керованість, маневреність та безпеку. Своєчасна діагностика, технічне обслуговування та ремонт дозволяють запобігти серйозним несправностям і забезпечити тривалий ресурс роботи системи.

Таблиця 3.1. Операцій технічного обслуговування (ТО) рульового управління автомобіля:

Вид ТО	Основні операції	Призначення
Щоденне технічне обслуговування (ЩТО)	- Візуальний огляд стану елементів рульового приводу. - Перевірка герметичності з'єднань гідропідсилювача. - Оцінка люфту рульового колеса під час роботи двигуна. - Контроль відсутності заїдань та сторонніх шумів при повороті керма.	Виявлення явних дефектів, запобігання раптовим відмовам, підтримання працездатності системи.
Перше технічне обслуговування (ТО-1)	- Діагностика величини люфту керма за допомогою люфтоміра. - Перевірка та затягування кріплень рульової колонки, картера механізму, сошки та поворотних кулаків. - Контроль шплінтів у шарнірних з'єднаннях. - Перевірка рівня робочої рідини у бачку гідропідсилювача та долив. - Змащування шарнірів тяг (на вантажних авто або класичних моделях).	Усунення початкових зазорів, підтримання герметичності та мастильного режиму, профілактика зносу.
Друге технічне обслуговування (ТО-2)	- Контроль та регулювання кутів установки передніх коліс (розвал-сходження). - Вимірювання тиску	Забезпечення точності керування, стабільності

	насоса гідропідсилювача керма. - Усунення надмірних зазорів у зацепленні рульового механізму (черв'як–ролик, шестерня–рейка).	автомобіля та надійності роботи підсилювача.
Ремонтні операції	- Демонтаж рульових тяг, наконечників, механізму та насоса. - Очищення та дефектовка деталей (вали, рейки, підшипники, ущільнювачі). - Заміна зношених елементів (шарніри, втулки, сальники, насос ГУР). - Складання та регулювання механізму. - Заправка нової рідини та прокачування системи. - Фінішне налаштування сходження коліс.	Відновлення працездатності системи після виявлення несправностей, забезпечення безпеки та довговічності.

3.2. Розрахунок виробничих площ і обґрунтування вибору технологічного обладнання на об'єкті проектування

Дільниця технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) ходової частини та механізмів керування призначена для підтримання транспортних засобів у справному та безпечному стані. Її ключове завдання полягає у своєчасному виявленні зношень, усуненні дефектів та відновленні керованості, плавності ходу й стійкості автомобіля на дорозі. Роботи, що виконуються на цій дільниці, охоплюють дві основні категорії: обслуговування ходової частини та обслуговування механізмів керування.

Ходова частина автомобіля забезпечує безпечне переміщення транспортного засобу, пом'якшення поштовхів і гасіння коливань кузова при русі нерівними дорогами. Її технічний стан безпосередньо впливає на комфорт водія та пасажирів, а також на рівень безпеки руху.

У процесі контролю та діагностики перевіряється справність амортизаторів, пружин, кульових опор, сайлентблоків, підшипників маточин та герметичність пильовиків. Виявлення дефектів на ранніх стадіях дозволяє запобігти серйозним поломкам та зменшити витрати на ремонт.

Слюсарно-ремонтні роботи включають заміну зношених деталей підвіски, таких як важелі та стійки стабілізатора, а також заміну й змащування

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підшипників. Важливим етапом є регулювання кутів встановлення коліс (розвалу та сходження), що дозволяє уникнути нерівномірного зносу шин і забезпечує стабільність автомобіля під час руху.

Механізми керування автомобілем призначені для зміни та утримання напрямку руху, заданого водієм. Від їхньої справності критично залежить безпека на дорозі, адже навіть незначні відхилення у роботі рульового управління можуть призвести до втрати контролю над транспортним засобом.

Контроль технічного стану механізмів керування передбачає перевірку люфту рульового колеса, справності підсилювача керма (гідравлічного або електричного) та відсутності заїдань у рульовому механізмі.

Слюсарно-ремонтні роботи охоплюють заміну рулевих тяг, наконечників, пальовиків, насосів підсилювача та відновлення рульової рейки. Регулювання здійснюється для налаштування вільних ходів і зазорів у рульовому механізмі, що забезпечує точність реакції автомобіля на дії водія та підвищує рівень безпеки руху.

Таким чином, дільниця технічного обслуговування та поточного ремонту ходової частини і механізмів керування виконує комплекс робіт, спрямованих на підтримання автомобіля у працездатному стані. Вона забезпечує своєчасне виявлення та усунення несправностей, що дозволяє зберегти керованість, плавність ходу та стійкість транспортного засобу. Академічний підхід до опису цих процесів підкреслює їхню важливість для безпеки дорожнього руху та ефективності експлуатації автомобілів.

Технологічне обладнання для дільниці технічного обслуговування і ремонту ходової частини і механізмів керування подано до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Технологічне обладнання

Назва обладнання	Тип, модель	Коротка технічна характеристика	Кількість	Розміри у плані (мм)	Загал. площа (м ²)	Вартість (грн.)
Установка для миття деталей	196 П	Стаціонарний	1	1200x2300	2,76	5000
Підвісна кран-балка	-	Вантажопідйомність 2т	1	-	-	5800

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1.

Назва обладнання	Тип, модель	Коротка технічна характеристика	Кількість	Розміри у плані (мм)	Загальна площа (м²)	Вартість (грн.)
Стіл для приладів	Власного виготовлення	Стаціонарний	1	1200x800	0,96	580
Прес гідравлічний	2153-2М	Стаціонарний	1	800x600	0,48	10000
Стенд для ремонту рульових механізмів	P-704	Стаціонарний	1	600x930	0,56	2500
Верстак слюсарний	ОРГ – 1468-01-060А	Стаціонарний	2	1200x800	0,96	1000
Лещата слюсарні	-	Настільні	1	-	-	300
Стенд для розбирання передніх мостів	P-723	Стаціонарний	1	670x690	0,46	4500
Стелаж для вузлів і агрегатів	Власного виготовлення	Стаціонарний	1	1400x450	0,88	450
Верстат вертикально-свердильний	ПМ118	Стаціонарний	1	730x355	0,25	1450
Прес для приклепування фрикційних накладок	P – 304	Стаціонарний	1	600x400	0,24	2500
Верстат для розточування гальмівних барабанів	P-114	Стаціонарний	1	1500x1000	1,50	6500
Візок для деталей	Власного виготовлення	Пересувний	1	700x800	0,56	450
Шафа для Інструменту	Власного виготовлення	Стаціонарний	1	550x458	0,25	250
Ящик для відпрацьованих матеріалів	Власного виготовлення	Стаціонарний		500x500	0,50	320
Всього					9,69	41600

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підібравши технологічне обладнання для дільниці технічного обслуговування і ремонту ходової частини і механізмів керування визначаємо її площу.

Площу дільниці технічного обслуговування і ремонту ходової частини і механізмів керування визначаємо за формулою:

$$F = K \cdot f, \text{ м}^2 \quad (3.1)$$

де, F – площа дільниці;

f – площа обладнання;

$K_{щ}$ – коефіцієнт щільності розміщення обладнання, для даної дільниці $K_{щ} = 4,5 - 5,0$ [2, с.78] приймаємо $K_{щ} = 5,0$

Тоді площа обладнання рівна:

$$F = 5,0 \cdot 9,69 = 48,45, \text{ м}^2$$

Розрахункова площа приміщення узгоджується з типовими проектами і для дільниці технічного обслуговування і ремонту ходової частини і механізмів керування приймається рівною 54 м^2 (9000×6000).

3.3. Обґрунтування необхідності проектування пристрою

У процесі експлуатації автомобіля його експлуатаційні характеристики знижуються. До однієї із таких характеристик, що відповідає за безпеку руху належить керованість автомобіля, тобто здатність маневрувати, спрямовувати у потрібному напрямку автомобіль. Тому технічному стану ходової частини і механізмів керування приділяють велику увагу при проведенні щоденного обслуговування, ТО -1, ТО -2 і поточному ремонті.

Тому для дільниці ТО і ремонту ходової частини і механізмів керування нами було запропонований стенд для ремонту рульових механізмів.

Стенд призначений для встановлення, закріплення, розбирання, складання і регулювання рульових механізмів легкових та вантажних автомобілів.

Ми пропонуємо легкий, надійний, простий в користуванні стенд для ремонту рульових механізмів. При проектуванні даного стенда ми керувались

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тим, що він повинен мати невеликі габаритні розміри, щоб легко його можна встановити на ділянці і принцип роботи був простий і надійний. Також ми врахували те, що в умовах підприємства різномарковий парк транспортних засобів, тому даний стенд можна використати для встановлення і закріплення на ньому рульових механізмів різних автомобілів.

При використанні даного пристрою скорочується час розбирання і складання рульових механізмів на 0,15 год. Трудомісткість зменшується на 0,3 люд-год. Зростає якість виконаних робіт по ремонту рульових механізмів.

Стенд складається із станини, підшипникового вузла, планшайби, столика для інструмента і педалі. Планшайба призначена для установки і закріплення на стенді рульового механізму. Вона кріпиться до осі, що обертається в підшипниковому вузлі, а корпус підшипникового вузла приварений до станини. При допомозі педалі відбувається поворот планшайби. Зусиллям руки повертаємо планшайбу в потрібне положення і відпустивши педаль зафіксуємо у вибраному положенні.

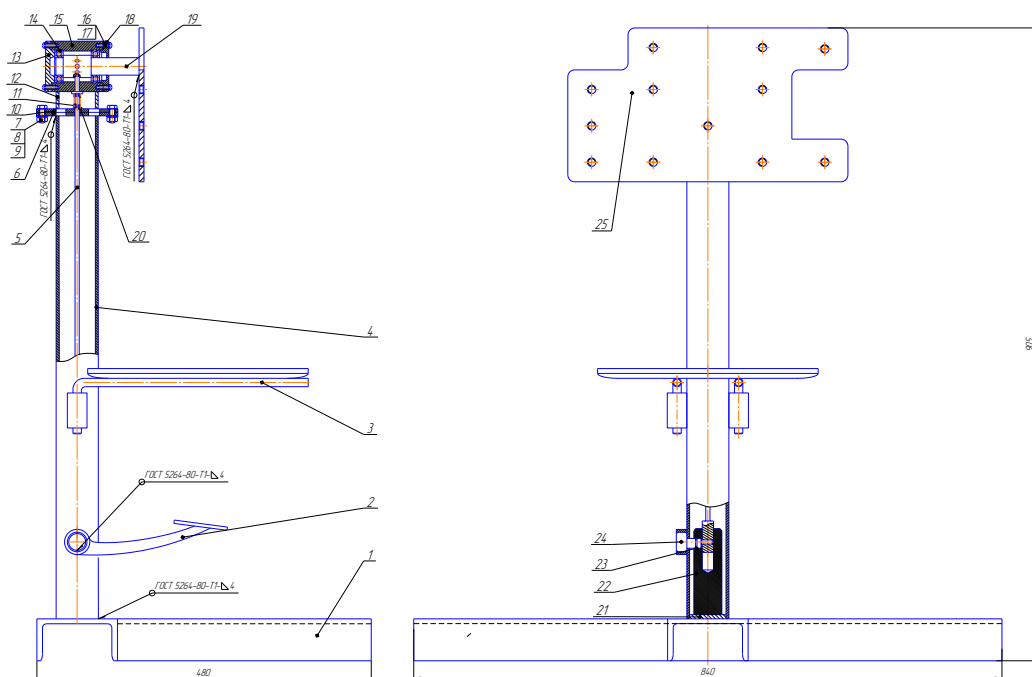


Рисунок 5.1. Стенд для ремонту рульових механізмів

В стенді для ремонту рульових механізмів ми використали ексцентрик для того щоб можна було розфіксувати поворотну вісь.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо ексцентриситет ексцентрика за формулою:

$$2e = S_1 + \delta + S_1 + \frac{W}{j} \quad ,\text{мм} \quad (3.2)$$

де, S_1 – зазор який забезпечує вільне встановлення заготовки, $S_1 = 0,2 \dots 0,4$ мм [с.85], приймаємо $S_1 = 0,3$ мм;

S_2 – запас ходу який враховує неточність виготовлення і зношення ексцентрика, $S_2 = 0,4 \dots 0,6$ мм [с.85], приймаємо $S_2 = 0,5$ мм;

W – сила затискання;

j – жорсткість системи затискання заготовки у пристрої, $j = 12 \dots 13 \cdot 10^6$ Н/мм [с.86], приймаємо $j = 12 \cdot 10^6$ Н/мм;

δ – допуск розміру, приймаємо $\delta = 8$ мм.

Тоді

$$e = \frac{0,3 + 8 + 0,5 + \frac{20000}{12 \cdot 10^6}}{2} = 4,4 \quad ,\text{мм}$$

Визначаємо радіус цапфи за формулою:

$$r = \frac{W}{2 \cdot b_e \cdot [\sigma_{зм}]} \quad ,\text{мм} \quad (3.3)$$

де, $[\sigma]_{\text{зі}}$ – допустиме напруження зминання, для сталі 20 $[\sigma]_{\text{зі}} = 35$ МПа [с.32].

b_e – ширина цапфи, приймаємо, $b_e = 16$ мм

Тоді

$$r = \frac{20000}{2 \cdot 16 \cdot 45 \cdot 10^6} = 14 \quad ,\text{мм}$$

Тоді діаметр цапфи рівний $d = 2r = 28$ мм.

Визначаємо зусилля на важелі за формулою:

$$P = \frac{W \cdot e \cdot [1 + \sin \varphi]}{l}$$

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, φ – кут тертя, $\varphi=6\dots 8^\circ$ [с.86].

l – довжина важеля, $l=128$ мм

тоді

$$P = \frac{20000 \cdot 4 \cdot [1 + \sin 6]}{128} = 62,5H$$

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

4.1. Виробнича гігієна і санітарія, вимоги техніки безпеки на робочих місцях

На дільниці ТО і ремонту ходової частини і механізмів керування можуть мати місце такі шкідливі і небезпечні виробничі чинники:

- електричний струм;
- підвищена відносна вологість повітряної зони;
- запиленість і загазованість у повітрі;
- падіння деталей і вузлів;
- шум;
- пожежа (від палива і мастил);
- термічні фактори.

Робочі місця, виконання робіт на яких пов'язані з небезпекою для працюючих, повинні позначатися знаками безпеки згідно ДСТУ ISO 6309:2007 у частині пунктів 1.1, 1.2, 1.4, 1.6 таблиці 5, пунктів 2.1, 2.2 таблиці 6, пунктів 4.1-4.11 таблиці 8; знаків 1.1, 1.2, 1.4, 1.6, 2.1, 2.2, 4.1-4.11 додатка 3, а виробниче устаткування, пристрої та інструменти повинні протягом всього періоду експлуатації відповідати вимогам ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення", нормативно-технічній аргументації і правилам ОП. Ручні електричні машини (інструмент) підлягають періодичній перевірці не менше одного разу в 6 місяців згідно з ДСТУ ІЕС 60745-1:2010 Інструмент ручний електромеханічний. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги.

Слюсар має працювати в ЗГЗ: костюм, хлорвінілові нарукавники, гумові чоботи, фартух, рукавиці, головний убір, спец одяг і спец взуття.

Перед роботою по ремонту потрібно перевірити справність і надійність інструментів, заземлення і ізоляцію електроспоживачів.

Деталі і агрегати, які підлягають ремонту, повинні бути повністю звільнені від небезпечних рідин, вимиті і очищені.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мийка і очистка двигунів, деталей і агрегатів, працюючих на етиловому бензині, слід здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень.

Для миття та знежирення деталей повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші, безпечні у пожежному відношенні.

При митті автомобільних агрегатів, вузлів і деталей потрібно дотримуватись таких вимог:

- на робочому місці повинна бути таблиця із зазначенням складу, конструкції температури мийного розчину;
- концентрація лугових розчинів повинна бути не більше 2 – 5%;
- після миття луговими розчинами потрібне обов'язкове промивання гарячою водою;
- деталі, вузли і агрегати слід доставляти на пост миття і завантажувати в мийні установки механізованим способом;
- мийні ванни з гасом та іншими мийними засобами, що передбачені технологією, після закінчення миття необхідно закривати.

Заборонено застосовувати бензин та інші легкозаймисті рідини невідомого складу для знежирення і миття деталей, вузлів і агрегатів.

У відділенні паливної апаратури заборонено:

- виконувати роботи на робочих місцях, які не відповідають вимогам безпеки;
- мити деталі, агрегати, руки і т.п. легкозаймистими рідинами (бензином, розчинником і т.д.);
- зберігати та залишати легкозаймисті рідини, злите паливо, кислоти, карбід кальцію, порожню тару спід палива та мастильних матеріалів тощо;
- проводити роботи з відкритим вогнем без спецдозволу і вжиття заходів протипожежної безпеки;
- захаращувати проходи між стелажми і виходи з приміщень (деталлями, вузлами, агрегатами тощо);

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при постановці автомобіля на оглядову канаву перекривати ним основний та запасний виходи з неї;
- установлювати автомобілі з відкритими горловинами баків і при наявності течі з паливної системи.

При роботах на пресах слід користуватися спецприспособленнями пінцетами, кліщами, крючками і іншими допоміжними засобами, а робота вручну повинна виконуватися з застосуванням захисних пристроїв (дворучне включення, фотоелектронний захист тощо), висувних і відкидних матриць, які з включенням преса або спец пристроїв преса, що усувають можливість травмування рук працюючого.

Утримування пускових пристроїв (пускових кнопок, педалей важелів управління тощо), пресів, а також муфт виключення і гальм повинно відповідати вимогам технічної документації і забезпечувати швидке та надійне вмикання і вимикання устаткування і виключати можливість випадкового або довільного вмикання його на робочий хід. Кожна педаль повинна бути огорожена кожухом, відкритим тільки з фронту обслуговування, що виключає можливість дії на неї.

Для зручного закладання заготовок у шталт пінцетом, кліщами слід робити на відповідних його деталях виїмки, пази, скоси. Використовувати матриці з затупленими ріжучими краями заборонено. Усунення деталей і відходів міжштампового простору допускається тільки знаходженні повзуна в верхньому мертвому положенні або при наявності на пресі захисних пристроїв.

Кнопки управління пресом мають бути розміщені на висоті 700-1200 мм від рівня підлоги. Штампи повинні бути закритого типу в усіх випадках, коли це можливо за умов обробки деталей, з тим щоб між матрицею і пуансоном не могли попасти пальці або руки працюючого в інших випадках небезпечні зони повинні мати огороження.

Штампи повинні надійно триматися на пресі. Видалення застрягнутих у штампі деталей і відходів повинно здійснюватися з допомогою відповідних

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструментів при виключеному пресі (категорично заборонено видаляти застрягнуті деталі та відходи руками).

Для забезпечення нормальних умов роботи потрібно, щоб була ефективна безперебійна робота вентиляції, щоб забезпечити нормальне природне освітлення, відношення площі вікон до площі підлоги вибирались рівним 0,3...0,35. Підлога має бути не слизькою. Обладнання, верстати, стелажі розставляють з урахуванням вимог ТБ. Ширина проходів – не менше 2м. в приміщенні виконують регулярне прибирання. Обладнання очищається від металу, палива і масла. Не допускається розлив палива або масла, а якщо це сталось, то негайно слід прибрати піском або тирсою. Обладнання – заземляється. Обладнання і прилади мають мати захисні пристосування (огорожі, кожухи тощо).

Умови роботи слюсаря по ремонту паливної апаратури відносять до шкідливих. При роботі слід дотримуватися особистої гігієни. Паливо, яке попало на шкіру слід негайно змити. Щоб уникнути попадання палива на шкіру, деталі миють волосяною щіткою або пензлем. Під час мийки користуватися маслостійким фартухом. Рани отримані при ремонті промивають 3% розчином борної кислоти і забинтовують. Для захисту шкіри використовують різні пасти.

Перед зняттям вузлів і агрегатів, які пов'язані з системою живлення необхідно звільнити від продукту в спец тару, не допускаючи його розливу. При проведенні ремонту паливних баків, а також паливо проводів, вони мають бути повністю звільнені від палива.

4.2. Розрахунок вентиляції

В усіх виробничих приміщеннях автотранспортного підприємства застосовується природна , а в деяких приміщеннях (відділеннях) також і штучна вентиляція.

По нормах будівництва всі приміщення повинні мати наскрізне природне провітрювання.

Визначаємо площу критичного перерізу кватирок, за формулою:

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\kappa\theta} = \frac{F_n \cdot (2 - 4)}{100}, \text{ м}^2 \quad (4.1)$$

де, 2 – процент, який приймають для відносно чистих приміщень;
4 – процент, який приймають для приміщень з виділенням газів, пилу, диму і т. д.

Тоді

$$F_{\kappa\theta} = \frac{54 \cdot 2}{100} = 1,08, \text{ м}^2.$$

Визначаємо площу однієї квартирки, за формулою:

$$F_1 = \frac{F_{\kappa\theta}}{n_{\kappa\theta}}, \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де, $n_{\kappa\theta}$ – кількість квартирок приймаємо рівну кількості вікон.

Тоді

$$F_1 = \frac{1,08}{2} = 0,54, \text{ м}^2$$

Визначаємо розміри однієї квартирки, за формулою:

$$a = \frac{F_1}{b}, \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

де, а і в – відповідно висота і ширина квартирки, приймаємо, що ширина квартирки в=3м.

Тоді

$$a = \frac{1,08}{3} = 0,36, \text{ м}$$

Виходячи з об'єму приміщення і кратності повітря обміну, визначаємо величину повітрообміну, за формулою:

$$L_{\theta} = V \cdot k \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.4)$$

де, V - об'єм ділянки, м³;

k – кратність обміну повітря, приймаємо рівну 2.

Тоді

$$L_{\theta} = 54 \cdot 6 \cdot 2 = 648,0, \text{ м}^3/\text{год}.$$

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб забезпечити необхідний обмін повітря вибираємо вентилятор ЦАГІ серії №2 $n=1500\text{хв}^{-1}$, $L_B=700\text{ м}^3/\text{год}$, $H_B=25\text{м}^2/\text{м}^2$, $\eta_B=0,56$, тип двигуна АЛО – 21-4.

Визначаємо потужність електродвигуна, необхідного для приводу вентилятора:

$$N_{\text{дв}} = 1,2 \div 1,5 \cdot \frac{L_g \cdot H_g}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_g \cdot \eta_n}, \text{кВ} \quad (4.5)$$

де, H_B - напір повітряного потоку;

η_B – ККД вентилятора;

η_n – ККД передачі.

$$N_{\text{дв}} = 1,5 \cdot \frac{1,5 \cdot 700 \cdot 25}{3600 \cdot 102 \cdot 0,56 \cdot 0,9} = 0,13, \text{кВ}$$

Розраховуємо місцеву вентиляцію для усунення забрудненого вологою повітря над ванною для миття деталей (розміром 1000х500)

Визначаємо годинний об'єм витягнутого забрудненого повітря через зонт:

$$L_g = V_3 \cdot F \cdot 3600, \text{м}^3/\text{год} \quad (4.6)$$

де, V_3 - середня швидкість повітря в притомній частині зонда, м/с,
 $V_3=0,9\text{ м/с}$;

F – площа притомної частини зонта, м^2 .

$$F = (0,8 \cdot H + h) \cdot (0,8 \cdot H + b), \text{м}^2 \quad (4.7)$$

$$F = (0,8 \cdot 0,5 + 2,3) \cdot (0,8 \cdot 0,5 + 1,25) = 4,32, \text{м}^2$$

$$\text{Отже, } L_g = 0,9 \cdot 4,32 \cdot 3600 = 1408,32, \text{м}^3/\text{год}.$$

Вибираємо осьовий вентилятор ЦАГІ серії МЦ №3 $L_B=12000\text{ м}^3/\text{год}$,

$$H_B = \text{м}^2/\text{м}^2, \eta_B=0,65, n=1000\text{хв}^{-1}$$

Потужність двигуна

$$N_{\text{дв}} = 1,5 \cdot \frac{12000 \cdot 9 \cdot 1,5}{3600 \cdot 102 \cdot 0,65 \cdot 0,9} = 0,73, \text{кВ}$$

4.3 Пожежна безпека

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дана діляниця по пожежовибухонебезпеці відноситься до категорії «Д».

Пожежна безпека АТП регламентується ДСТУ 8828:2019 "Пожежна безпека. Загальні положення" будівельними нормами і правилами, типовими правилами пожежної безпеки. Пожежна безпека забезпечується системою організаційних заходів, системою попередження пожеж і системою пожежного захисту.

За пожежну безпеку підприємства відповідає його керівник, а за пожежну безпеку діляниці несе відповідальність особа, яку назначають наказом по підприємству.

Приміщення для ремонту автомобілів, вузлів, агрегатів (в тому числі паливної апаратури) відділяють від інших приміщень негорючими стінами і перекриттями. Для створення підвищеної пожежної безпеки газові ванни для мийки деталей бажано розмішувати в окремому приміщенні з індивідуальною вентиляцією. На час перерви ванни слід закривати щільними кришками, а після роботи замикати. Деталі після мийки гасом слід сушити, протирати на столах, оббитих залізом або сушильних шафах. Часто причиною пожежі є: неправильне використання бензину, нафти, гасу; електроприладів; зберігання горючих речовин і ін. спецодяг слід очищати тільки в хімчистках або спецпральнях.

Заборонено використовувати рідке паливо для миття підлоги і стін і канав, бо при цьому утворюється велика кількість легкозаймистих парів.

Промаслені обтиральні матеріали і спецодяг при певних умовах сомо спалахують. Тому їх протягом зміни слід збирати в сталеві ящики зі щільними кришками, а в кінці зміни виносять на спеціально обладнані звалища, звідки направляють на знищення. Слідкувати потрібно за групами кабелів, щоб не було перенавантаження, перегріву, руйнування ізоляції, спалаху і пожежі.

Обладнання очищають від пилюки, палива і мастил, а якщо це трапилося, то негайно усунути засипкою піском або опилками місць розливу. Потім цей пісок і дерев'яну стружку усувають в безпечне місце. Заборонено ставити змочені паливом деталі паливної системи на верстат. Для ремонту паливної

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи використовують тільки справний інструмент. Електрообладнання заземляється. Приміщення оснащується автоматичними системами пожежогасіння і сигналізацією, газоаналізаторами для контролю концентрації газів і парів, а якщо їх немає, то періодично роблять лабораторний аналіз повітря.

Для гасіння на ділянці передбачено розміщення первинних засобів пожежогасіння: вогнегасник пінний (ВХП-10) 1шт., вуглекислотний ВВ-2(5), порошковий (ВП-5), ящик з піском об'ємом $V=0,5\text{м}^3$, лопата, вода, сокира і інший інвентар, який використовують після визначення конкретної причини загоряння.

4.4 Охорона навколишнього середовища

Основними забруднювачами довкілля на ділянці можуть бути: відходи нафтопродуктів та розчинів хімічних речовин, які відводяться при мийці паливної апаратури, вузлів та деталей, а також запиленість і загазованість.

Рідкі відходи йдуть у відстійники і на очисні системи. Для очистки повітряного середовища велику роль відіграє вентиляція як загальнообмінна та місцева. Крім цього можливі оптиральні промаслені ганчірки, які щозміни слід збирати в металеві герметичні ящики.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Проведене дослідження підтверджує, що рульове керування та ходова частина автомобіля є критично важливими системами, від яких залежить безпека та ефективність експлуатації транспортного засобу. Своєчасне технічне обслуговування, що включає щоденний контроль, планові перевірки та регламентні роботи, дозволяє своєчасно виявляти та усувати несправності, запобігати аварійним ситуаціям і забезпечувати тривалий ресурс роботи автомобіля.

Аналіз типових несправностей показав, що основними причинами є зношення деталей, порушення регулювань та недотримання правил експлуатації. Усунення цих дефектів можливе завдяки систематичній діагностиці, заміні зношених елементів та правильному регулюванню механізмів.

Важливим аспектом є забезпечення безпеки праці на дільницях ТО і ПР. Робочі місця повинні відповідати вимогам нормативних документів, обладнання має бути справним і заземленим, а слюсарі забезпечені засобами індивідуального захисту. Особливу увагу слід приділяти організації вентиляції, освітлення та санітарно-гігієнічних умов.

Таким чином, ефективна організація технічного обслуговування та ремонту ходової частини і рульових систем у поєднанні з дотриманням правил безпеки праці забезпечує надійну керованість автомобіля, його стійкість на дорозі та високий рівень безпеки дорожнього руху. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до обслуговування транспортних засобів, що включає технічні, організаційні та безпекові заходи.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk01pDtdj25lHNOVr5REVK S9miQGA>.
2. Журнал: За рулём 2020№7: Тест рулевого управління.
3. Журнал: ADAC 2020№23: Тест гідравлічного-підсилювача.
4. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
5. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: навчальний посібник. – К.: Арістей, 2011. – 356 с.
6. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2006. – 400 с.
7. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів / В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов та ін. За ред. Волкова В. П. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 388 с.
8. Грубель М.Г., Назаркевич С.М., Зіркевич В.М. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Курс лекцій. – Львів: Вид-во Академії сухопутних військ, 2011. –153 с.
9. Особливості структури систем моніторингу транспортних засобів на основі бортового комплексу ITS / В. П. Матейчик, В. П. Волков, І. В. Грицук та ін. // Науко- во-технічний журнал: Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті. – К.: НТУ, 2014. Випуск 2. – С. 180-188.
10. Мигаль В. Д. Технічна кібернетика транспорту / В. Д. Мигаль. – Х.: Вид. Дім «ІНЖЕК», 2007. – 328 с.
11. Мигаль В. Д. Мехатронні та телематичні системи автомобіля / В. Д. Мигаль, В. О. Сильченко // Автомобіль і електроніка.Сучасні технології [Електронний ре- сурс]. – 2017, № 11. – С. 29-32.
12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / К.: Знання-Прес, 2003р. – 463 с.

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Я. Ремонт машин. – Київ: Урожай, 1996. – 218 с.
14. Павленко В. М. Вдосконалення процесу моніторингу транспортних засобів із використанням телематичних систем / В. М. Павленко // Вестник ХНАДУ. Сб. на- уч. трудов, 2016. Вып. 75. С. 139-144.
15. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник / О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511 с.
16. Пахарєва С.О. Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка». Загальна будова автомобіля: навчальний посібник / За ред. С.О. Пахарєва. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010. – 392 с.
17. ДСТУ ISO 6309:2007 у частині пунктів 1.1, 1.2, 1.4, 1.6 таблиці 5, пунктів 2.1, 2.2 таблиці 6, пунктів 4.1-4.11 таблиці 8; знаків 1.1, 1.2, 1.4, 1.6, 2.1, 2.2, 4.1-4.11 додатка 3
18. ДСТУ ІЕС 60745-1:2010 Інструмент ручний електромеханічний. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги.
19. НПАОП 0.00-1.62-12 Правила охорони праці на автомобільному транспорті
20. НПАОП 0.00-7.17-18 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці
21. ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
22. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
23. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".
24. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".

					БР.АТ-32.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проект підвищення ефективності технічного обслуговування та поточного ремонту рульового управління автомобілів

Вадим КІЩУК

АтЗ-22-1

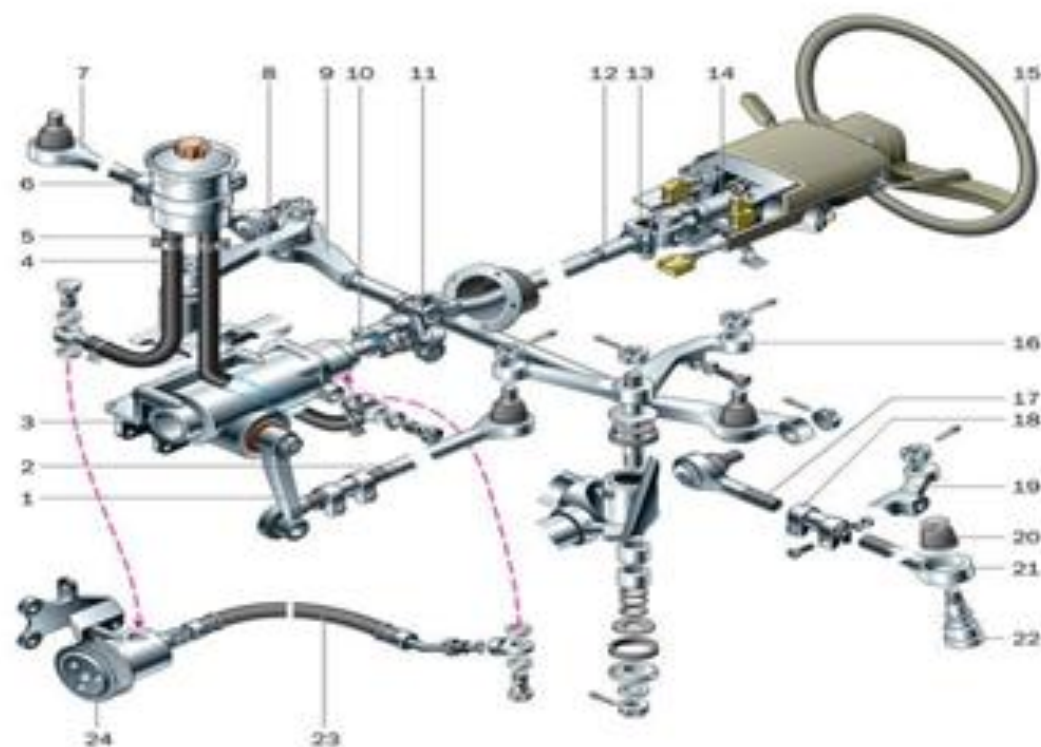
Мета дослідження полягає у систематизації знань щодо організації технічного обслуговування та ремонту ходової частини і механізмів керування автомобіля, визначенні типових несправностей та шляхів їх усунення, а також у розробці рекомендацій з удосконалення заходів безпеки праці на виробничих дільницях.

Об'єктом дослідження є процеси технічного обслуговування та ремонту ходової частини і рульових механізмів автомобілів, включно з діагностикою, регулюванням та відновленням працездатності їхніх елементів.

Завдання дослідження охоплюють кілька ключових напрямів:

- ☐ це аналіз конструктивних особливостей ходової частини та рульових систем, що дозволяє зрозуміти принципи їхньої роботи та визначити найбільш уразливі елементи.
- ☐ визначення типових несправностей та причин їх виникнення, що є основою для розробки ефективних методів діагностики та ремонту.
- ☐ систематизація операцій технічного обслуговування та ремонту, включно з регламентом щоденного, першого та другого технічного обслуговування, а також ремонтних робіт
- ☐ розробка заходів безпеки праці на дільницях ТО і ПР, що включає вимоги до організації робочого місця, використання засобів індивідуального захисту та дотримання правил охорони праці.
- ☐ узагальнення вимог до інструментів та обладнання, що застосовуються під час ремонту, з метою забезпечення їхньої надійності та відповідності нормативним документам.
- ☐ формулювання висновків щодо підвищення ефективності та безпеки експлуатації автомобілів.

Рульове керування з гідравлічним підсилювачем



Основні характеристики гідравлічних та електричних підсилювачів рульового керування

Критерій	Гідропідсилювач (HPS)	Електропідсилювач (EPS)
Конструкція	Складна: насос, гідравлічні трубопроводи, робоча рідина, клапани.	Простіша: електродвигун, датчики, електронний блок керування.
Маса системи	Більша через наявність насоса та гідравлічної магістралі.	Менша, відсутні гідравлічні елементи.
Обслуговування	Потребує регулярної перевірки рівня рідини, герметичності та стану насоса.	Мінімальне, відсутність рідини зменшує потребу у технічному догляді.
Зусилля на кермі	Постійне, не залежить від швидкості руху.	Змінне: легке кермо на малих швидкостях, «важче» – на високих.
Комфорт керування	Пом'якшує удари та вібрації, але має інерційність.	Висока чутливість, швидка реакція, можливість адаптації до умов руху.
Інтеграція з електронікою	Обмежена, складно поєднувати з сучасними системами допомоги водієві.	Легко інтегрується з системами утримання смуги, автоматичного паркування, автопілотом.
Надійність	Висока, особливо при великих навантаженнях; добре підходить для важких авто.	Висока, але залежить від електроніки; оптимально для легкових автомобілів.
Енергоефективність	Менш ефективний: насос працює постійно, навіть коли підсилення не потрібне.	Більш ефективний: електродвигун активується лише за потреби.
Вартість виробництва	Вища через складність конструкції та використання гідравлічних компонентів.	Нижча, простіша конструкція, дешевше обслуговування.
Сфера застосування	Вантажні автомобілі, позашляховики, техніка з великим навантаженням на передню вісь.	Легкові автомобілі, кросовери, сучасні моделі з електронними системами керування.

Операцій технічного обслуговування (ТО) рульового управління автомобіля

Вид ТО	Основні операції	Призначення
Щоденне технічне обслуговування (ЩТО)	- Візуальний огляд стану елементів рульового приводу. - Перевірка герметичності з'єднань гідропідсилювача. - Оцінка люфту рульового колеса під час роботи двигуна. - Контроль відсутності заїдань та сторонніх шумів при повороті керма.	Виявлення явних дефектів, запобігання раптовим відмовам, підтримання працездатності системи.
Перше технічне обслуговування (ТО-1)	- Діагностика величини люфту керма за допомогою люфтоміра. - Перевірка та затягування кріплень рульової колонки, картера механізму, сошки та поворотних кулаків. - Контроль шплінтів у шарнірних з'єднаннях. - Перевірка рівня робочої рідини у бачку гідропідсилювача та доливання. - Змащування шарнірів тяг (на вантажних авто або класичних моделях).	Усунення початкових зазорів, підтримання герметичності та мастильного режиму, профілактика зносу.
Друге технічне обслуговування (ТО-2)	- Контроль та регулювання кутів установки передніх коліс (розвал-сходження). - Вимірювання тиску насоса гідропідсилювача керма. - Усунення надмірних зазорів у зачепленні рульового механізму (черв'як-ролик, шестерня-рейка).	Забезпечення точності керування, стабільності автомобіля та надійності роботи підсилювача.
Ремонтні операції	- Демонтаж рулевих тяг, наконечників, механізму та насоса. - Очищення та дефектовка деталей (вали, рейки, підшипники, ущільнювачі). - Заміна зношених елементів (шарніри, втулки, сальники, насос ГУР). - Складання та регулювання механізму. - Заправка нової рідини та прокачування системи. - Фінішне налаштування сходження коліс.	Відновлення працездатності системи після виявлення несправностей, забезпечення безпеки та довговічності.

ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ

Ідентифікація небезпечних чинників

Визначення основних виробничих ризиків у зоні ремонту.

Електричний струм

Підвищена вологість, запиленість, загазованість

Падіння деталей та вузлів

Шум, пожежо-небезпечні фактори, термічні впливи

Засоби індивідуального захисту

Забезпечення слюсарів спеціальним одягом та спорядженням.

Костюм, наруківники, гумові чоботи

Фартук, рукавиці, головний убір

Спецодяг і спецобуття

Вимоги до миття та очищення деталей

Організація безпечних процесів очищення та знежирення.

Використання негорючої сумішей, паст, емульсій

Концентрація лугів 2–5%, обов'язкове промивання гарячою водою

Механізоване завантаження у мийні установки

Заборона бензину та легкозаймистих рідин

Безпека при роботі на пресах

Використання допоміжних засобів та захисних пристроїв.

Застосування пінцетів, кліщів, крючків

Дворучне ввічлення, фотоселекtronний захист

Огородження педалей та небезпечних зон

Видалення деталей лише при виниклому presi

Організація виробничого середовища

Забезпечення належних умов праці та санітарії.

Ефективна вентиляція та природне освітлення (0,3–0,35 площі вікон)

Неслизька підлога, ширина проходів ≥ 2 м

Регулярне прибирання, очищення обладнання

Заземлення та огороження устаткування

Висновок

Проведене дослідження підтверджує, що рульове керування та ходова частина автомобіля є критично важливими системами, від яких залежить безпека та ефективність експлуатації транспортного засобу. Своєчасне технічне обслуговування, що включає щоденний контроль, планові перевірки та регламентні роботи, дозволяє своєчасно виявляти та усувати несправності, запобігати аварійним ситуаціям і забезпечувати тривалий ресурс роботи автомобіля.

Аналіз типових несправностей показав, що основними причинами є зношення деталей, порушення регулювань та недотримання правил експлуатації. Усунення цих дефектів можливе завдяки систематичній діагностиці, заміні зношених елементів та правильному регулюванню механізмів.

Важливим аспектом є забезпечення безпеки праці на дільницях ТО і ПР. Робочі місця повинні відповідати вимогам нормативних документів, обладнання має бути справним і заземленим, а слюсарі забезпечені засобами індивідуального захисту. Особливу увагу слід приділяти організації вентиляції, освітлення та санітарно-гігієнічних умов.

Таким чином, ефективна організація технічного обслуговування та ремонту ходової частини і рульових систем у поєднанні з дотриманням правил безпеки праці забезпечує надійну керуваність автомобіля, його стійкість на дорозі та високий рівень безпеки дорожнього руху. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до обслуговування транспортних засобів, що включає технічні, організаційні та безпекові заходи.