

1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ” 2024 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
магістр
(освітній рівень)

Тема роботи: **«Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та ремонту рульового керування автомобіля КамАЗ-6520 »**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім
освітньої програми Магістр
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Березюк Олег Григорович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Петриченко Є.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м.Умань – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма: _____ магістр _____
Спеціальність: _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **А.В. Войтік**
“ ____ ” _____ **2024 р.**

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Студенту _____ **Березюку Олегу Григоровичу** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та ремонту рульового керування автомобіля КамАЗ-6520»

керівник роботи _____ **к.т.н., доцент Петриченко Є.А.** _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “**14**” **листопада 2024 р. № 01-06/261**

2. Строк подання студентом роботи _____ **25.11.2024 р.** _____

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі. Перелік несправностей. Дані для дослідження.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

-

5. Перелік презентаційних матеріалів: презентація (не більше 20 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Дата підпису	
		видали завдання	прийняв завдання
Техніко-економічне обґрунтування	Петриченко Є.А., доцент		
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При-мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.04.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.05.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.05.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.06.2024 р.	
5.	Розділ 4.	25.06.2024 р.	
6.	Розділ 5.	24.09.2024 р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.10.2024 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	25.11.2024 р.	

Студент

(підпис)

Березюк О.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Петриченко Є.А.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Березюк О. Г. "Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики технічного обслуговування та ремонту рульового керування автомобіля КамАЗ-6520 з дослідженням амортизаторів за частотою коливання"(Дипломна робота, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 70 сторінках, у т.ч. 5 розділів, 11 рисунків, 8 таблиць, 19 джерел літератури).

Метою роботи є проектування ділянки для ефективної діагностики та ремонту рульового керування автомобіля КамАЗ-6520, зокрема дослідження амортизаторів за частотою коливання. Дослідження направлено на підвищення ефективності ремонту та безпеки експлуатації транспортних засобів за допомогою модернізації технологічного процесу.

Робота складається з п'яти розділів:

Технічні характеристики системи рульового керування та амортизаторів – аналіз конструктивних особливостей рульового керування та амортизаторів автомобіля КамАЗ-6520.

Технологічний процес ремонту рульового керування – опис етапів діагностики, технічного обслуговування та ремонту рулевих механізмів і амортизаторів.

Дослідження амортизаторів за частотою коливань – проведення експериментальних досліджень, порівняння ефективності роботи амортизаторів на різних частотах та умовах експлуатації.

Охорона праці та екологічна безпека – рекомендації з безпеки працівників під час проведення ремонтних робіт і використання обладнання, а також забезпечення екологічних стандартів.

Техніко-економічне обґрунтування – оцінка економічної вигоди від використання запропонованих технологій, а також їх впливу на безпеку руху.

Ключові слова: КамАЗ-6520, рульове керування, амортизатори, частота коливання, ремонт, технічне обслуговування, економічне обґрунтування.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Виробничо-технічна база АТП.....	13
1.2 Напрямки покращення експлуатаційних характеристик транспортних засобів	18
1.3 Розробка підвіски на базі пасивних пружних та демпфуючих елементів із регульованими характеристиками.	19
1.4 Висновки та завдання для кваліфікаційної роботи	20
2 ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА	22
2.1 Експлуатаційні властивості амортизаторів	22
2.2 Дослідження амортизатора в залежності від циклу і частоти коливань	24
3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	31
3.1 Розробка організаційно-аналітичних рішень	31
3.1.1 Технологічний розрахунок виробничого корпусу	31
3.1.2 Розрахунок виробничої програми дільниці ремонту рульового управління вантажних автомобілів.....	35
3.1.3 Удосконалення технологічного процесу ремонту вузлів рульового управління та гідравлічних систем	36
3.1.3.1 Технологічна характеристика рулевих механізмів	37
3.1.3.2 Основні вимоги до технологічного процесу ремонту рулевих механізмів на дільниці	39
3.1.3.3 Основні вимоги до технологічного процесу ремонту рулевих механізмів на дільниці	39
3.1.3.4 Збирання рульового механізму автомобіля.....	40
3.1.4 Вдосконалення технологічного процесу випробування механізму рульового управління	45

3.1.5 Розрахунок технологічного обладнання на дільниці	49
3.2 Розробка конструктивних рішень	52
3.2.1 Стенд для випробування рульового управління.....	52
3.2.2 Розрахунок потужності приводу насоса	54
3.2.3 Розрахунок клиноремінної передачі	54
3.2.4 Стенд для розбирання і збирання гідропідсилювача керма	56
3.2.5 Розрахунок пружини фіксатора.....	56
3.2.6 Розрахунок площі виробничої дільниці.....	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	59
4.1 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд	
і приміщень.....	59
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	59
4.3 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях	60
4.4 Розрахунок штучного освітлення дільниці ремонту рульового	
управління.....	61
5 Техніко-економічна частина.....	64
5.1 Розрахунок річного обсягу робіт	64
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68

ВСТУП

Автомобільний сектор має значний вплив на транспортну інфраструктуру країни, забезпечуючи постачання для виробничих підприємств, організацій і сільського господарства.

Щоденно автомобільний транспорт відповідає за понад 80% вантажних перевезень, а понад 75% пасажирів користуються транспортом загального користування. Водночас автомобільний транспорт залишається головним споживачем ресурсів у транспортній галузі: 66% споживаного пального має нафтове походження, 70% трудових ресурсів і близько 50% усіх капіталовкладень.

Для підвищення надійності та освоєння нових транспортних засобів необхідно створення матеріально-виробничої бази, яка забезпечить підтримання автомобілів у справному стані. Це включає комплексне впровадження інновацій та ресурсозберігаючих технологій, ефективних засобів механізації процесів та підвищення кваліфікації працівників.

Однак з часом, у процесі експлуатації, надійність автомобілів знижується до такого рівня, що їх відновлення в умовах підприємств стає економічно недоцільним. Незалежно від якості конструкції, з часом накопичуються недоліки, які вимагають ремонту. Широка мережа ремонтних підприємств в Україні покликана задовольнити потреби в ремонті автомобілів. Проте все ще існують невикористані можливості для підвищення ефективності капітального ремонту через реконструкцію та технічне переоснащення окремих підрозділів ремонтної галузі.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика підприємства

Автотранспортне підприємство «Дніпровська транспортна компанія» розташоване в місті Кам'янське за адресою Західний проїзд № 1. Основною діяльністю підприємства є транспортування різноманітних вантажів за замовленнями місцевих підприємств і організацій. На території АТП також функціонує станція технічного обслуговування (СТО).

Структура підприємства:

До складу підприємства входять такі підрозділи:

- Контрольно-технічний пункт
- Механізоване миття автомобілів
- Очисні споруди для механізованого миття
- Головний виробничий корпус
- Адміністративно-побутовий корпус
- Виробничі корпуси № 1 та № 2
- Матеріальний склад
- Трансформаторна станція
- Відкриті стоянки автомобілів
- Автозаправна станція
- Резервуари для води
- Власне СТО
- Офіс автотранспортного підприємства
- Корпус діагностики автомобілів
- Контрольно-пропускний пункт

Таблиця 1.1 – Площі виробничих приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м ²	Примітки
1	Мийне	432	2 лінії
2	Ковальська дільниця	45	
3	Механічна дільниця	54	
4	Пост ТО – 1 автомобілів	54	
5	Пост ТО – 2 і ТР автомобілів	702	16 постів
6	Столярна дільниця	90	

7	Шпалерна дільниця	27	
8	Радіаторно-мідницька дільниця	27	
9	Агрегатно-моторна дільниця	54	
10	Дільниця вулканізації	40	
11	Дільниця ремонту гальмівних систем	12	
12	Реставраційна дільниця	12	
13	Електротехнічна дільниця	12	
14	Приміщення електриків	12	
15	Акумуляторна дільниця	46	
16	Зварювальна дільниця	70	
17	Матеріальний склад	1452	
18	Склад запчастин	152	
19	Комора вулканізаційної дільниці	8	
20	Інструментальна комора	14	
21	Склад для кисневих балонів	12	
22	Склад господарського інвентаря	10	
23	Комора зварювальної дільниці	20	
24	Комора садівника	20	
25	СТО	400	

Ця структура забезпечує ефективну організацію роботи підприємства та дозволяє здійснювати широкий спектр послуг, пов'язаних із транспортуванням та обслуговуванням.

Загальна площа складських приміщень складає 1688 кв. м.

Загальна площа по всьому об'єкту – 3377 кв. м.

На рисунку 1.1 схематично зображені основні маршрути технологічного транспорту на цьому АТП.

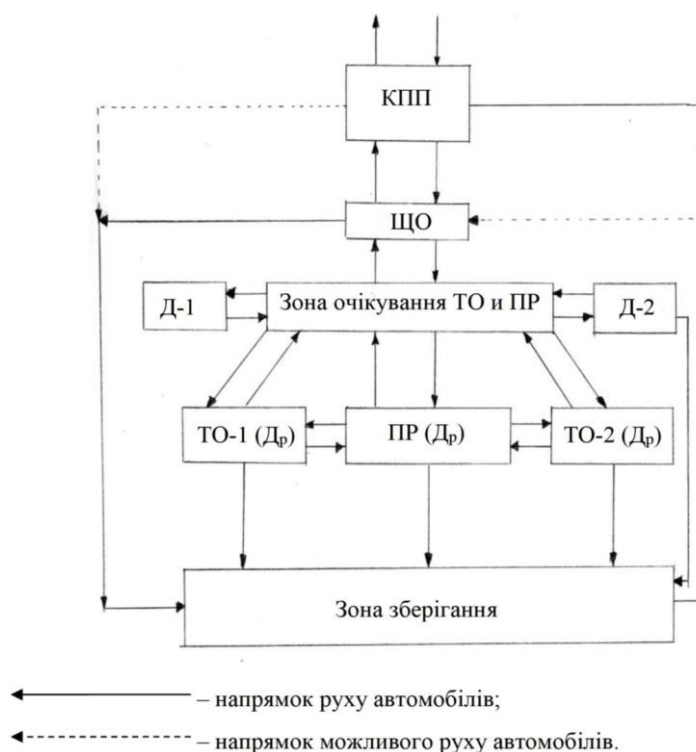


Рисунок 1.1 – Основні технологічні транспортні потоки на АТП

На рисунку 1.1 схематично зображені основні маршрути технологічного транспорту на цьому АТП.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики рухомого складу АТП

Підприємства, які розташовані в м. Кам'янське забезпечені незначною

Параметри	ГАЗ-3309	МАЗ-5551	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Вантажопідйомність, т	4,5	10	12	8
Маса автомобіля, кг	3800	7400	10300	7080
Максимальна швидкість, км/год	95	80	80	80
Контрольна витрата палива при швидкості 50 км/год, л/100 км	16	23	38	24
Двигун	ЯМЗ-534, дизель, 4-тактний, рядний, 4-циліндр.	ЯМЗ-236, дизель, 4-тактний, V-образн., 6-циліндр.	ЯМЗ-238, дизель, 4-тактний, V-образн., 8-циліндр.	КамАЗ-740, дизель, 4-тактний, V-образн., 8-циліндр.
Робочий об'єм, л	6,0	11,15	14,86	10,85
Максимальна потужність при 3200 хв-1, л.с. (кВт)	134 (110)	180 (132)	240 (176,5)	210 (155)

Параметри	ГАЗ-3309	МАЗ-5551	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Максимальний крутний момент, Н·м	670	883	883	780
Колісна формула	4×2	4×2	6×4	6×4
Габаритні розміри:				
довжина, м	6,47	6,0	9,64	8,050
ширина, м	2,46	2,50	2,65	2,496
висота, м	2,32	2,9	2,67	3,370
Просвіт під передньою віссю, мм	340	295	290	285
Просвіт під задньою віссю, мм	265	300	290	295

Виробничий корпус призначений для проведення технічного обслуговування (ТО) і ремонту автомобілів середньої та великої вантажопідйомності. У таблиці 1.2 подані технічні характеристики транспортних засобів, що використовуються на підприємстві.

Забудова території АТП виконана павільйонним методом, що передбачає наявність окремих будівель для технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) транспортних засобів. Зберігання автомобілів здійснюється на відкритих майданчиках. На території АТП знаходяться адміністративно-побутовий корпус, контрольно-технічний пункт, основний виробничий корпус для виконання ЩО (щоденного обслуговування), ТО і ПР транспортних засобів, мийка відкритого типу, складські та допоміжні приміщення.

На даний момент парк транспортних засобів АТП налічує 200 автомобілів, проте підприємство здатне надавати транспортні послуги для більш ніж десяти підприємств завдяки орендованим вантажівкам. Водночас авто-транспортні цехи цих підприємств не мають достатньої кількості транспортних одиниць, а також не володіють належною матеріально-технічною базою для виконання повного комплексу робіт з ТО та ремонту вантажних автомобілів.

Аналіз ринку транспортних перевезень у місті Кам'янське, а також потреб потенційних замовників послуг АТП показав, що необхідно збільшити кількість вантажівок і оновити технологічне обладнання для виконання ТО і ПР.

Огляд автомобілів на контрольно-технічному пункті (КТП):

Перед виїздом на лінію та після повернення автомобілі оглядаються на контрольно-технічному пункті. Щоденне обслуговування включає прибирально-мийні роботи, які виконуються на двох потокових лініях механізованого миття. Кожна лінія оснащена штовхальним конвеєром моделі 4120 та мийною установкою моделі ЦКБ-1152, продуктивність якої становить 20-30 автомобілів на годину.

Проблемні аспекти в роботі мийки:

Недоліками роботи механізованої мийки є порушення правил електробезпеки та неможливість миття великогабаритних автомобілів, таких як тягачі з напівпричепами. Для миття таких транспортних засобів використовуються відкриті майданчики та шлангове поливання, що порушує технологічні та санітарні норми. Очисні споруди механізованої мийки також мають певні недоліки.

Мийка автомобілів не оснащена засобами механізації для очищення осаду, а також відсутній спеціалізований пост для санітарної обробки кузовів транспортних засобів, які перевозять продукти харчування.

Діагностика транспортних засобів:

На АТП відсутні спеціалізовані діагностичні пости, проте на контрольно-технічному пункті є обладнання для перевірки рівня СО у вихлопних газах. У головному виробничому корпусі на лінії ТО-1 передбачені пост поелементної діагностики та два пости для швидкої діагностики.

Поточний ремонт:

Ремонт автомобілів здійснюється у виробничому корпусі № 1, а також у зоні поточного ремонту, де є тринадцять тупикових постів, частина з яких обладнана оглядовими канавами. Однак наявні ремонтні потужності не повністю задовольняють потреби підприємства в ремонті автомобілів.

Ремонт вузлів та агрегатів:

Цей тип ремонту здійснюється на дільницях, що знаходяться в окремих приміщеннях виробничих корпусів. Дільниці для ремонту гальмівної системи, відновлення деталей та електромеханічна дільниця розміщені у виробничому корпусі № 2. Карбюраторна дільниця має недостатнє технологічне обладнання, а

відсутність приміщень і обладнання для ремонту паливної апаратури дизельних автомобілів є значним недоліком.

Зварювальні та кузовні роботи:

В АТП є зварювально-кузовна, мідницька та ковальсько-ресорна дільниці, призначені для виконання зварювально-кузовних і мідницько-жестяних робіт. Проте ці дільниці мають обмежену площу і недостатнє оснащення, що вимагає проведення технічного переоснащення.

Малярні роботи:

Спеціалізована дільниця для виконання малярних робіт в АТП відсутня. Підготовка, фарбування та сушка автомобілів і вузлів здійснюються на відкритому майданчику.

Шиномонтаж і шиноремонт:

На підприємстві відсутні спеціалізовані пости для повноцінного виконання шиномонтажних та шиноремонтних робіт, що свідчить про недостатнє оснащення. Відповідне технологічне обладнання, а також потреба у проведенні суттєвої реконструкції.

Складське господарство:

Складські приміщення автотранспортного підприємства розташовані в окремих будівлях і охоплюють загальну площу в 1640 м², зокрема:

- Матеріальний склад – 1452 м²;
- Основний склад – 152 м²;
- Інструментальна комора – с м²;
- Склад для зберігання кисневих балонів – 12 м².

1.2 Виробничо-технічна база АТП

Важливим етапом інноваційних змін є обґрунтування раціональних варіантів розвитку ВТБ. Найкращий варіант, який забезпечить необхідні техніко-економічні характеристики, подібні до рівня чинних підприємств галузі. Такий результат можливий завдяки високому коефіцієнту збереження наявних потужностей: частка, яка виходить з виробничого процесу, буде меншою, ніж при реконструкції основних фондів. Специфічні капітальні витрати не перевищуватимуть витрат на

будівництво нових потужностей, а терміни окупності інвестицій будуть скорочені. Крім того, очікується значне підвищення продуктивності праці ремонтних робітників та покращення якості технічного обслуговування.

Для вибору найкращого рішення треба провести техніко-економічний аналіз показників, що необхідні для визначення обсягів капітальних вкладень.

Вихідні дані:

1. Кількість автомобілів $A_{cn} = 200$;
2. ФОП = 4650, тис.грн;
3. Вартість транспортних засобів ФТС = 3200, тис.грн;
4. Загальна площа території АТП $F_T = 65000 \text{ м}^2$.
5. $F_P - C = 3377, \text{ м}^2$.
6. Загальна площа стоянки $F_{CT} = 31000, \text{ м}^2$.
7. $F_{Д.П.} = 1640 \text{ м}^2$.
8. Пости *ТО і ТР XII*=25
9. Кількість робочих $P=80$ чол
10. $L_p= 9,6$, млн.км.
11. $l_{cd}= 190$, км.

На підставі вище приведених даних визначаємо реальні значення оцінних показників по АТП.

1. Фондозабезпеченість рухомого складу

$$\Phi_{o.c} = \frac{\Phi_{o.п} - \Phi_{т.с}}{A_{cn}} \quad (1.1)$$

$$\Phi_{o.c} = \frac{4650 - 3200}{200} = 7.25 \text{ тис.грн/авто.}$$

2. Забезпеченість площами розраховуємо як відношення відповідних площ, $F_T, F_P - C, F_{CT}, F_e$ до облікової кількості автомобілів A_{cn} за рівняннями.:

$$F_{TP} = \frac{F_T}{A_{cn}} \quad (1.2)$$

$$F_{TP} = \frac{65000}{200} = 325 \text{ м}^2/\text{авто}$$

$$F_{\Pi-C.P} = \frac{F_{\Pi-C}}{A_{cn}}$$

$$\underline{A}_{\Pi-C.P} = \frac{3377}{200} = 10,8 \text{ м}^2//\text{авто.} \quad F_{c.p} = \frac{F_{ct}}{A_{cn}} \quad (1.3)$$

$$F_{CT.P} = \frac{31000}{200} = 155 \text{ м}^2//\text{авто.} \quad (1.4)$$

$$F_{B.p} = \frac{F_{д.п}}{A_{cn}} \quad (1.5)$$

$$F_{B.p} = \frac{1640}{200} = 8,2 \text{ м}^2//\text{авто.}$$

$$\frac{X}{X_{п-р} = \frac{11}{\theta}} \quad (1.6)$$

$$X_{п.р} = \frac{25}{9,5} = 2,6 \text{ пост.км}$$

3.Забезбеченість виробничими робітниками визначаємо як відношення чисельності виробничих робітників на АТП, Р,чол, до річного пробігу автомобілів, Lр млн км:

$$P = \frac{P}{L_{\partial}} \quad (1.7)$$

$$P_{\partial} = \frac{50}{9,6} = 5,2 \text{ чол/млн.км.}$$

Далі проводимо корегування значень питомих показників для еталонних умов стосовно оцінюваного АТП. Для цього використовуємо коефіцієнти приведення:

$$F_T = F_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (1.8)$$

де F_T -еталонне значення площі території.

Для нашого випадку $F_T.E=100\text{м}^2$.

Значення коефіцієнта K_2 , розраховуємо методом інтерпритації,інші

Приймаємо для умов: 200 автомобілів.

$$K_2 = \frac{\frac{K^1 \cdot A}{2} + \frac{K^2 \cdot A}{ce2} + \frac{K^3 \cdot A}{2} + \frac{K^4 \cdot A}{ce3}}{A_{cn}} \quad (1.9)$$

Де $K_2^1, K_2^2, K_2^3, K_2^4$ -коефіцієнт тип;

$A_{cn1}, A_{cn2}, A_{cn3}, A_{cn4}$ -кіль-сть по моделях автомобілів

$$K_2 = \frac{1 \cdot 53 + 0,88 \cdot 55 + 1,1 \cdot 32 + 1,16 \cdot 60}{200} = 0,977.$$

$$F_T = 100 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1 = 118 \text{ м}^2$$

Площа приміщень:

$$F_{\text{п-с}} = F_{\text{п-с}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad (1.10)$$

Де $F_{\text{п-с}} = 13$.

Визначаємо площу стоянки, FCT, на одне місце зберігання, м² /авто:

$$F_{CT} = F_{cn,} \cdot K_2 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad (1.11)$$

$$F_{CT} = 34 \cdot 0,977 \cdot 1,1 \cdot 1 = 36,5 \text{ м}^2/\text{авто}.$$

Площа допоміжних прим:

$$F_1 = F_- \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad (1.12)$$

$$F_6 = 7,5 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1 = 7,8 \text{ м}^2/\text{авто}$$

Визначаємо чисельність робочих постів, XII, для TO і TP:

$$X_n = x_n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.13)$$

де X_n ,-еталонне значення показника чисельності пості.

$$X_n = 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1,0 \text{ Поста/млн.км.}$$

Визначаємо чисельність ремонтних робітників, P:

$$P = P \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad (1.14)$$

Де P-еталонне значення показника.

$$D = 3,4 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1 = 4,0 \text{ чол/млн.км.}$$

Визначаємо технічну готовність:

$$a \cdot t = \frac{1}{1 + t_{cd} \left(\frac{D_{TO-1TP}}{1000} + \frac{D_{KP}}{L_{KP}} \right)} \quad (1.15)$$

Значення ДТО-2, TP, ДКР, LKP визначаються як середньозважені

величини.

$$D_{\text{ТО-3, TP}} = \frac{\frac{D^1 \cdot A + D \cdot D^2 \cdot A + D^3 \cdot A}{TO - 2TP} \quad cel \quad \frac{D^1 \cdot A + D \cdot D^2 \cdot A + D^3 \cdot A}{TO - 2, TP} \quad cn2 \quad \frac{D^1 \cdot A + D \cdot D^2 \cdot A + D^3 \cdot A}{TO - 37p} \quad cn2 \quad \frac{D^1 \cdot A + D \cdot D^2 \cdot A + D^3 \cdot A}{TO - 2, TP}}{A_{cn}} \quad (1.16)$$

де- норми простою TO-2 і TP/1000км.

$$D_{\text{ТО-2, TP}} = \frac{0,5 \cdot 53 + 0,45 \cdot 55 + 0,5 \cdot 32 + 0,5 \cdot 60}{200} = 0,485.$$

$$\begin{aligned} D^1 \cdot A + D^2 \cdot A + D^3 \cdot A + D^4 \cdot Ax &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ &= \frac{22 \cdot 53 + 15 \cdot 55 + 22 \cdot 32 + 15 \cdot 60}{200} = 18,5 \text{ днів.} \end{aligned}$$

$$L_{KP} = \frac{K_1 K_3 (L_{KP}^1 \cdot K_2^1 \cdot A_{сп1} + L_{KP}^2 \cdot K_2^2 \cdot A_{сп2} + L_{KP}^3 \cdot K_2^3 \cdot A_{сп3} + L_{KP}^4 \cdot K_2^4 \cdot A_{сп4})}{A_{сп}} \quad (1.17)$$

де - пробіг до КР відповідної моделі автомобіля, км.

$$L_{KP} = \frac{1,2 \cdot 1,0 \cdot (300000 \cdot 1,53 + 350000 \cdot 1,55 + 300000 \cdot 1,32 + 320000 \cdot 1,60)}{200} = 367800 \text{ км.}$$

Коеф. технічної готовності.

$$a_T = \frac{1}{1 + 190 \cdot (0,001 \cdot 0,485 + 18,5 / 367800)} = 0,92$$

Значення питомого показника фондозабезпечення корегується за формулою:

$$\Phi_{oc} = \Phi_{oc2} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (1.18)$$

$$\Phi_{oc} = 3,34 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 = 3,6 \text{ тис. грн/авто}$$

Узагальнюючі показники оцінки рівня використання АТП:

-фондовіддача виробничих фондів

$$\Phi_{від} = \frac{Д}{\Phi_{оп}} \quad (1.19)$$

Де Д-доходи від перевезень і інших послуг, грн.

ФОВ- вартість фондів, грн.

$$\Phi_{від} = \frac{6134000}{4650000} = 1,32 \text{ грн.}$$

-загальна рентабельність складає:

$$R = \frac{П_6 \cdot 100}{\Phi_{ов} + \Phi_{об}} \quad (1.20)$$

Де $П_6$ -балансовий прибуток, грн;

ФОВ-вартість нормованих оборотних коштів, грн.

$$R = \frac{843650 \cdot 100}{4650000 + 380000} = 16,8\%.$$

-продуктивність праці робітників:

$$W_{pp} = \frac{L_{заг}}{N_{р.р.}} \quad (1.21)$$

де N –чисельність ремонтних робітників, чол.

$$W_{pp} = \frac{9600}{80} = 120 \text{ тис. км/чол.}$$

Ми порівнюємо фактичні значення оцінюваних показників з коригованими еталонними (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Розрахунки за оцінкою ВТБ

Показник	Одиниця вимірювання	Значення для АТП	Скориговане еталонне	Відхилення, %
FT	м²/авто	325	118	+ 63
FP-C	м²/авто	16,8	15,3	+ 9
FCT	м²/авто	155	36,5	+ 76
Fв	м²/авто	8,2	7,8	+ 4,8
Хп	пост/млн км	2,7	1,1	+ 61,5
P	осіб/млн км	5,3	4,1	+ 30
aT	-	0,75	0,92	- 18,5
ФОС	тис. грн/авто	7,25	3,6	+ 50,3

На основі отриманих даних і враховуючи співвідношення ключових показників, можна зробити висновок, що виробничо-технічна база АТП є достатньо розвиненою. Це підтверджується позитивним відхиленням показника фондозабезпечення від еталонного значення (+50,3%).

АТП має достатньо земельних ділянок і площ для розміщення виробничих об'єктів та стоянок. Однак, коефіцієнт технічної готовності не відповідає встановленим стандартам, маючи негативне відхилення на рівні -18,5%, що свідчить про триваліші періоди ремонту транспортних засобів, ніж необхідно.

Технічне переоснащення АТП, відповідно до плану технічного розвитку, передбачає впровадження ряду заходів, спрямованих на підвищення технічного рівня через інтеграцію нових технологій та прогресивних методів технічного обслуговування і ремонту.

1.3 Напрямки покращення експлуатаційних характеристик транспортних засобів

Підвіска відіграє важливу роль у функціонуванні транспортного засобу, оскільки саме вона з'єднує автомобіль із дорожньою поверхнею, захищаючи кузов від впливу нерівностей. Коливання, що виникають через дорожнє покриття, негативно впливають на експлуатаційні якості транспортного засобу, особливо якщо віброзахисні властивості підвіски залишають бажати кращого.

Постійно ведуться дослідження, спрямовані на підвищення ефективності підвіски, що підтверджено численними науковими публікаціями [15, 16, 17].

Поліпшення характеристик підвіски та коліс дозволяє вирішити кілька важливих завдань одночасно:

1. Покращити умови праці водіїв та підвищити комфорт пасажирів, знижуючи стомлюваність, що особливо важливо для людей зі слабким здоров'ям та хворих під час перевезень.
2. Зменшити динамічні навантаження на транспортний засіб, що сприяє зниженню зносу деталей та підвищенню надійності автомобіля, а також збереженню вантажу під час транспортування.
3. Зменшити динамічний вплив коліс на дорожню поверхню, що сприяє зниженню зношуваності шин і доріг, а також зменшенню ущільнення ґрунту під час роботи сільськогосподарських машин.
4. Покращити керованість, стійкість і гальмівні властивості транспортного засобу, що позитивно впливає на безпеку руху.
5. Знизити витрати енергії, що витрачається на коливання.

Тому питання розробки ефективної підвіски є одним із найактуальніших у сфері автомобілебудування.

На сьогодні існує три основні напрями вдосконалення підвіски транспортних засобів:

1. Розробка активних підвісок, які включають елементи (пневматичні, гідравлічні або електричні), до яких подається енергія.
2. Оптимізація параметрів пасивних підвісок (що не потребують підведення енергії) для визначених умов експлуатації.

1.5 Розробка підвіски на базі пасивних пружних та демпфуючих елементів із регульованими характеристиками.

Активна підвіска поки що не отримала широкого застосування через високу вартість, низьку надійність та недостатню ефективність при високочастотних коливаннях. У зв'язку з цим тривають дослідження, спрямовані на покращення експлуатаційних характеристик активних підвісок [18].

Оптимальні пасивні підвіски з нерегульованими характеристиками пружних і демпфуючих елементів були розроблені багаторічними зусиллями як вітчизняних,

так і зарубіжних учених, досягнувши майже максимального використання свого потенціалу. Проте можливості таких підвісок обмежені, і вони не можуть повністю відповідати стандартам вібронавантаження, не тільки для людей, а й для деяких вантажів, що чутливі до вібрацій [18].

1.6 Висновки та завдання для кваліфікаційної роботи

Основною метою автотранспортного підприємства на сучасному етапі є підвищення якості технічного обслуговування та ремонту (ТО та ПР), а також покращення важливого комплексного показника – надійності роботи. Успішне вирішення цього завдання є необхідною умовою для подальшого розвитку всієї автотранспортної галузі, що досягається через реалізацію різноманітних інженерних рішень та впровадження високопродуктивного механізованого обладнання.

Аналіз показав, що з кожним роком технічний стан автомобілів погіршується, що веде до зростання трудомісткості робіт з ТО та ПР. Усі ці фактори свідчать про зниження продуктивності праці на даному АТП і потребують впровадження інноваційних рішень.

Необхідність реконструкції виробничої ділянки зумовлена потребою в оновленні обладнання, що дозволить зменшити час на виконання окремих операцій, а також підвищить якість і ефективність роботи підприємства. З розвитком технологічних процесів, постійним моральним та фізичним зношенням обладнання, а також через зниження ремонтпридатності автомобілів і збільшення часу, необхідного для їх ремонту, виникає необхідність проведення реконструкції ремонтної ділянки системи живлення.

Використання сучасного обладнання та технологічного устаткування, підвищення кваліфікації персоналу, впровадження контрольно-діагностичних стендів і універсальних приладів повинні сприяти покращенню якості робіт на ремонтній ділянці та скороченню часу, необхідного для відновлення автомобілів.

Недоліки в наявних технологічних процесах, а також нестача необхідного обладнання призводять до порушень технологічної дисципліни, зниження якості

виконуваних робіт і, як наслідок, до передчасних несправностей транспортних засобів.

Для вирішення цих проблем рекомендовано оснастити ділянку ремонту рульового управління наступними пристроями: стенд для розбирання рульових механізмів, стенд для їх випробування, а також стенд для розбирання гідروпідсилювачів.

2 ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Експлуатаційні властивості амортизаторів

Під час експлуатації амортизаторів через зміну властивостей робочої рідини, її втрати та знос деталей, відбувається зниження опору амортизаторів [18]. Дослідження показують, що зменшення сил опору амортизаторів на 50% призводить до підвищення зносу шин легкових автомобілів на 10–17%.

У машинобудуванні транспортних засобів дедалі більше використовують системи підресорювання з ефективним демпфуванням. Проте підвищення сил опору амортизаторів, що необхідно для досягнення високої плавності руху та стійкості автомобіля, супроводжується значними витратами енергії та зниженням паливної ефективності транспортного засобу. В екстремальних умовах експлуатації можливий перегрів амортизаторів і їхній вихід з ладу.

Зменшення сил тертя в ущільненнях пневмогідравлічних ресор сприяє покращенню плавності руху.

Вимоги до демпфуючих елементів підвіски включають:

1. Недопустимість значного коливання кузова під час резонансу.
2. Відповідність середньоквадратичних прискорень на сидінні водія по всьому спектру частот збудження встановленим нормам.
3. Забезпечення постійного контакту шин із дорожньою поверхнею для підтримання стійкості руху транспортного засобу.

Багато вітчизняних і зарубіжних наукових робіт присвячено вивченню експлуатаційних характеристик демпфуючих пристроїв [15, 6, 17, 18]. Значний внесок у цю галузь зробили Pevsner YAM і А.Д. Конєв. На основі своїх розрахунків автори дійшли висновку, що під час руху по реальному дорожньому профілю асиметричні характеристики амортизаторів і статичність, пов'язана з використанням розвантажувальних клапанів, не забезпечують переваг порівняно з симетричними характеристиками. Вони також встановили, що накладання високочастотних коливань коліс на низькочастотні коливання кузова має важливий вплив.

4 У нелінійній підвісці з однаковою амплітудою коливань відбувається систематичне відкриття розвантажувальних клапанів, що призводить до значного ослаблення низькочастотного демпфірування майже в чотири рази. При цьому кількісна сторона цього процесу значною мірою залежить від реальних параметрів вібраційної системи та характеру збудження.

5 Для забезпечення оптимальної безпеки руху (наприклад, уникнення деформацій шин) не завжди потрібно регулювати опір амортизаторів у відповідь на зміну дорожніх умов чи швидкості руху. Оптимальне значення опору для зношених чи низькоякісних доріг забезпечує найбільшу безпеку, тоді як на хороших дорогах з вищою швидкістю руху вимоги до плавності й безпеки вимагають інших параметрів опору.

6 Дослідники відзначають, що примусове застосування обмежувальних клапанів звужує діапазон допустимих характеристик амортизації, що водночас задовольняють вимоги як до плавності ходу, так і до безпеки руху. Використання одного регулювання амортизатора не дозволяє одночасно виконати ці вимоги на всіх дорогах чи навіть на одному дорожньому профілі при різних швидкостях. На основі цих висновків пропонується, що оптимальне демпфування підвіски можна досягти шляхом автоматичного регулювання характеристик амортизатора.

7 А.Д. Дербаремдікер підкреслює, що одним з головних недоліків сучасних транспортних засобів є застосування фіксованих характеристик підвіски, які вибираються в результаті компромісу між суперечливими вимогами. У той час багато інженерів вже перейшли на використання контрольованих амортизаторів. Наприклад, компанії Armstrong (Велика Британія) і Mercedes-Benz 600 (Німеччина) впроваджують амортизатори з регульованим опором, де водій може змінювати характеристики прямо під час керування автомобілем. Фірми «КОНИ» (Нідерланди) і «Габріель» (США) також пропонують амортизатори з можливістю зміни опору, проте це можна зробити лише на зупинках без необхідності демонтажу пристрою.

8 Дербаремдікер вважає, що розробка керованих амортизаторів потребує додаткових досліджень, а одним із найбільш перспективних напрямків є створення автономних систем з автоматичним регулюванням.

Регульовані амортизатори, які автоматично налаштовуються відповідно до коливань підвіски, є одним із ключових напрямків розвитку автомобільних систем демпфування. Дослідники вважають, що транспортний засіб має бути оснащений системою, яка здатна визначати статистичні характеристики дорожнього мікропрофілю і відповідно адаптувати алгоритм роботи підвіски. Це забезпечить можливість підвіски налаштовуватися під різноманітні дорожні умови, що наблизить її до оптимальної якості роботи.

На сьогодні прості демпфери повинні мати можливість змінювати свої характеристики залежно від умов експлуатації та манери водіння. Розробка таких демпферів і методів їх розрахунку є важливим завданням як для теорії, так і для практики. Вирішення цієї проблеми дозволить значно покращити технічні та експлуатаційні властивості автомобілів, особливо в умовах, коли дорожні умови часто змінюються. Такі демпфери є особливо актуальними для автотранспортних засобів, які експлуатуються на дорогах з різною якістю покриття.

2.2 Дослідження амортизатора в залежності від циклу і частоти коливань

Для дослідження амортизатора з функцією рекуперації енергії під час коливань використовується розрахункова схема, представлена на рис. 2.1. У цьому амортизаторі маховик накопичує кінетичну енергію, яка застосовується для створення активних сил, що діють у тому ж напрямку, що й вектор швидкості руху. Інтенсивність цих сил є пропорційною до прискорення підресорної маси і обмежена моментом, що передається через фрикційний механізм.

$$\begin{cases} M_{\dot{z}} + C_{np}(z - q) + \frac{M_{np}}{r_{ш}} \cdot \text{sign}(\dot{z} - \dot{q} - r_{ш}\dot{\phi}_{ш}) = 0 \\ I_{\ddot{\phi}} - M_{np} \cdot \text{sign}(\dot{z} - \dot{q} - r_{ш}\dot{\phi}_{ш}) = 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

де M – підресорна маса;

I – момент інерції маховика;

C_{np} – жорсткість пружини;

$r_{ш}$ – радіус шестерні рейкової передачі;

M_{np} – момент тертя фрикціона, який встановлений між маховиком і шестернею;

z – абсолютне переміщення підресорної маси;

q – переміщення основи;

Φ_m – кут повороту маховика.

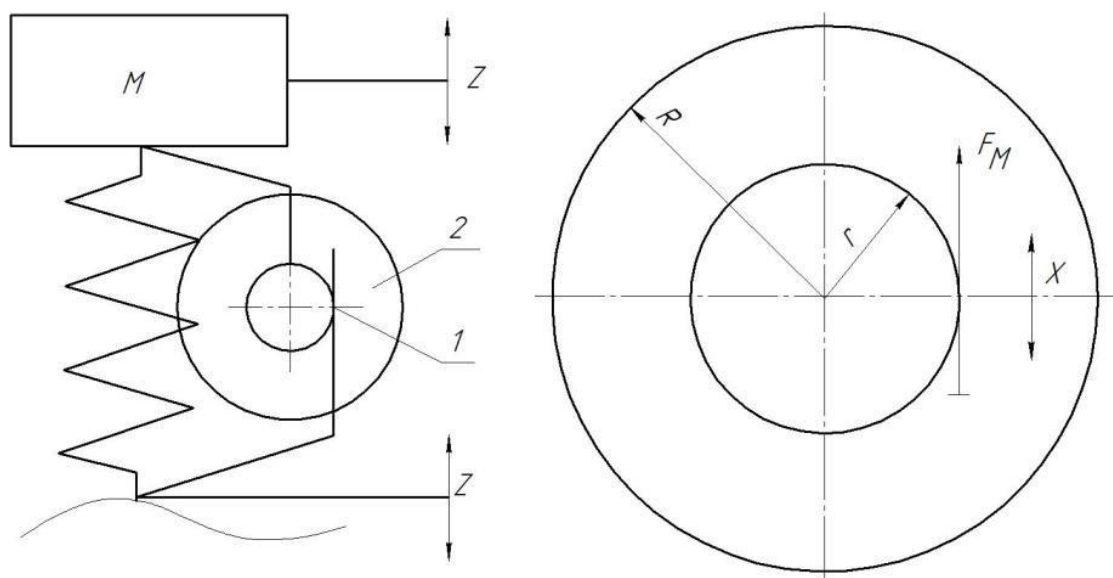


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема: 1 – рейкова передача; 2 – маховик

Оптимальний момент тертя фрикціона і момент інерції маховика визначається з умови максимального розсіювання енергії амортизатором в районі резонансу.

Енергія, що розсіюється фрикціоном визначається:

$$E = \int_0^{\tau} M_{np} (\omega_{ш} - \omega_m) dt, \quad (2.2)$$

де $\tau = \frac{2\pi}{\omega}$ – період власних коливань підвіски;

ω_m – кутова швидкість диска фрикціона, зв'язаного з маховиком;

$\omega_{ш}$ – кутова швидкість диска, зв'язана з шестернею рейкової передачі.

Для розрахунку залежності (4.2) за початок часу приймаємо момент, під час якого абсолютна кутова швидкість диска фрикціона, зв'язаного з маховиком,

рівна нулю та змінює знак з позитивного на негативний. Через t_0 напишемо час,

який відповідає максимальному значенню кутовою швидкості $\omega_{ш}$ диска, який зв'язаний з шестернею рейкової передачі. Тоді кутове переміщення диска з шестернею, при коливальному русі набуде вигляду:

$$\varphi_{ш} = \varphi_{ш0} \sin \omega(t - t_0) \quad (2.3)$$

Після диференціювання (4.3), отримаємо:

$$\dot{\varphi}_{ш} = \varphi_{ш0} \omega \cos \omega(t - t_0) \quad (2.4)$$

Швидкість маховика при $\frac{\tau}{4} < t < \frac{\tau}{4}$ визначається:

$$\omega_m = \frac{M_{пр}}{I} t \quad (2.5)$$

При знаходженні часу t_0 використовується умова рівності кутових швидкостей фрикційних дисків маховика і шестерні в момент часу $t = \pm \frac{\tau}{4}$.

Використовуючи формули (2.4, 2.5) будемо мати:

$$\frac{M_{пр}}{I} \cdot \frac{\pi}{2\omega} = \varphi_{ш0} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega t_0\right) = \varphi_{ш0} \omega \sin \omega t_0, \quad (2.6)$$

Тоді:

$$\sin \omega t_0 = \frac{M_{пр}}{I} \cdot \frac{\pi}{2\varphi_{ш0}\omega^2}. \quad (2.7)$$

За умовою коливань отримаємо:

$$E = \int_0^{\tau} M_{пр}(\omega_{ш} - \omega_m) dt = 2 \int_{\frac{\tau}{4}}^{\frac{\tau}{4}} M_{пр}(\omega_{ш} - \omega_m) dt. \quad (2.8)$$

Підставивши в (2.8) формули (2.4, 2.5) отримаємо:

$$E = 2M_{пр} \int_{\frac{\pi}{2\omega}}^{\frac{\pi}{2\omega}} (\varphi_{ш0} \cos(t - t_0) - \frac{M_{пр}}{I} t) dt. \quad (2.9)$$

Обчислюю інтеграл:

$$E = 4M_{пр}\varphi_{ш0}\cos\omega \cdot t_0. \quad (2.10)$$

Застосовуючи (4.6) отримаємо формулу для визначення кількості енергії, яка розсіюється за цикл коливання підвіски автомобіля:

$$E = 4M_{пр}\varphi_{ш0}\sqrt{1 - \left(\frac{M_{пр}}{I} \cdot \frac{\pi}{2\varphi_{ш0}\omega^2}\right)^2}. \quad (2.11)$$

Значення моменту тертя фрикціона визначаємо з (2.11) і прирівнявши її до 0 отримаємо:

$$M_{np\ opt} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \varphi_{u0} \omega^2 I. \quad (2.12)$$

Максимальна енергія за цикл буде дорівнювати:

$$E_{\max} = \frac{4}{\pi} \varphi_{u0}^2 \omega^2. \quad (2.13)$$

Оптимальний момент інерції маховика знаходиться з формули (2.12). Вказавши момент тертя, який забезпечує вимоги плавності руху транспортного засобу при високочастотних коливаннях, а також амплітуду коливання, по якій знаходиться значення φ_{u0} . Тоді:

$$I_{opt} = \frac{\pi M_{np\ зад}}{\sqrt{2} \varphi_{u0\ зад} \omega^2}, \quad (2.13)$$

При умові, що замість фрикціона використовується гідродинамічна муфта, можна оптимізувати її параметри за допомогою виразу:

$$M_{муф} = \rho \lambda D^5 \omega_{муф}^2, \quad (2.13)$$

де λ – коефіцієнт моменту, Нс/кг.;

ρ – щільність рідини;

D – зовнішній діаметр муфти;

$\omega_{муф}$ – частота обертання колеса

насоса.

При дослідженні амортизатора за частотою коливання проводиться на основі пневмогідравлічної ресори. В даній схемі маятник, встановлений на пневмогідравлічній ресорі. Під час розкачування взаємодіє з регульованим демфером, в якому встановлений золотник [18].

При описі рівняння, прийнято, що вага маятника не впливає на коливання

підресорної маси.

За таких умов коливання підресорної маси на пневмогідравлічній ресорі та маятника опишуться наступною системою рівнянь:

$$\begin{cases} M\ddot{z} + b \cdot \text{sign}(\dot{z} - \dot{q}) \cdot (k(\dot{z} - \dot{q})^2 + F_{np}) - b \cdot Mg \left(\frac{l_0 - l_x}{l_0 - l_x + z - q} \right)^n + \\ + Mg + c \cdot (l_0 - l_x + z - q - l_{x0}) = 0; \\ \ddot{z}_w + \omega_{0w}^2 (z_w - z) = 0. \end{cases} \quad (2.14)$$

де F_{np} – постійна сила сухого тертя

l_0 – висота стоба газу в ресорі;

l_x – статичний хід штока ресори;

g – прискорення вільного падіння;

z_w – переміщення додаткової підресорної маси;

ω_{0w} – частота додаткової коливальної системи;

b – коефіцієнт відриву ресори від опори:

$$\begin{cases} l_0 - l_x + z - q > l_0, & b = 0, \\ l_0 - l_x + z - q \leq l_0, & b = 1. \end{cases} \quad (2.15)$$

Коефіцієнт c при пробиванні підвіски рівний жорсткості буфера c_b . В інших випадках даний коефіцієнт рівний 0. Тоді:

$$\begin{cases} l_0 - l_x + z - q < l_{x0}, & c = c_b, \\ l_0 - l_x + z - q \geq l_{x0}, & c = 0. \end{cases} \quad (2.16)$$

Величина коефіцієнта опору пневмогідравлічної ресори змінюється в залежності від відносного положення керуючої маси маятника $k = f(z_w - z)$.

$$\begin{cases} |z_w - z| \leq a & k = k_{\min}, \\ |z_w - z| > a & k = k_{\max}. \end{cases} \quad (2.17)$$

Під час дослідження ефективності частотного регулювання опору амортизатора на основі пневмогідравлічної ресори було розглянуто модель з саморегульованим маятниковим частотним демпфером. Результати випробувань цієї ресори наведено на рис. 4.2 у вигляді амплітудно-частотних характеристик коливань підресореної маси, вагою 1000 кг.

З графіків можна побачити, що порівняно з серійним демпфером, адаптивний амортизатор із маятниковим керуванням забезпечує кращі віброзахисні властивості. Він ефективно пригнічує коливання підресореної маси в резонансній зоні та не посилює їх у зарезонансній зоні. Особливо помітна перехідна зона між 2 та 3,5 Гц, ширина якої залежить від налаштувань параметрів маятника.

Крім дослідження сталих вимушених коливань, ресору тестували в перехідних режимах при поступовому збільшенні і зменшенні частоти коливань кінематичного збудника. У випадку виходу на зарезонансну частоту, коливальну систему зупиняли, просто відключаючи живлення приводу, дозволяючи системі самостійно зупинитися. Маятник вчасно закривав додатковий дросельний канал, що запобігало розгойдуванню підресореної маси в резонансній зоні.

Ці результати підтвердили працездатність пневмогідравлічної ресори з адаптивним демпфуванням за принципом маятникового керування. Використання такої підвіски дозволяє покращити плавність ходу та стійкість транспортного засобу з незалежною підвіскою коліс, де для гасіння коливань коліс потрібен менш потужний амортизатор порівняно з коливаннями кузова.

Завдяки цьому знижуються енергетичні втрати, викликані коливаннями, підвищуються середні швидкості руху та загальна продуктивність транспортних засобів на різних дорогах. Для транспортних засобів із залежною підвіскою застосування таких амортизаторів потребує встановлення динамічних гасителів коливань коліс. Це дозволить значно знизити високочастотні прискорення.

Крім того, для автотранспортних засобів із залежною підвіскою доцільно застосовувати демпфер, керований двома маятниками. Ці маятники повинні бути налаштовані на різні частотні режими: один — на низькочастотний резонанс, інший — на високочастотний. Такий підхід дозволить ефективніше гасити коливання на

різних частотах, що забезпечить кращу стабільність і комфорт руху. Низькочастотний маятник буде пригнічувати великі коливання кузова, а високочастотний — допоможе мінімізувати коливання коліс, що виникають на нерівностях дороги, покращуючи плавність ходу та безпеку.

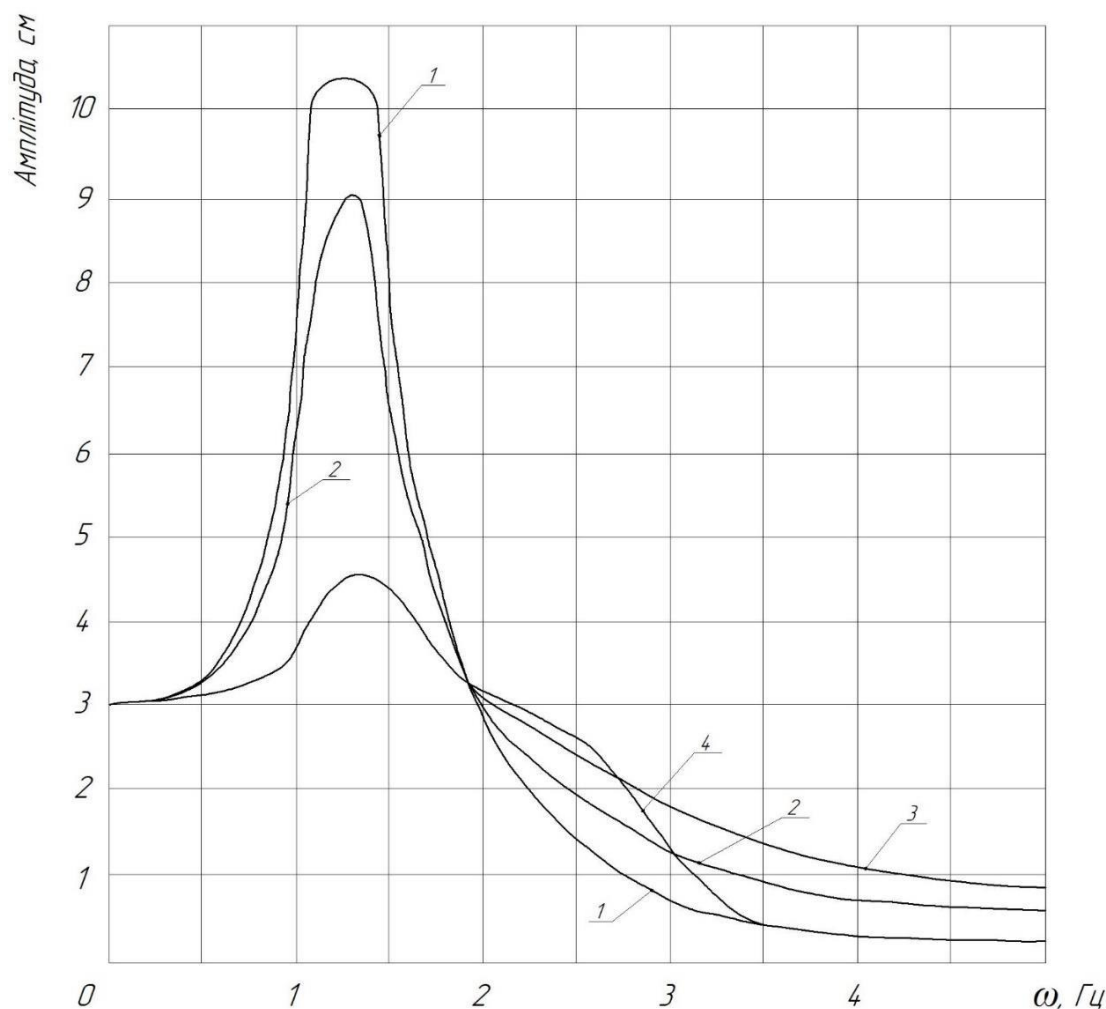


Рисунок 2.2 – Амплітудно-частотних характеристик розмахів коливань підресованою маси:

1 – пневмогідравлічна ресора без демпфера (при відносному коефіцієнті затування коливань рівним 0);

2 – пневмогідравлічна ресора з демпфером (при відносному коефіцієнті затування коливань рівним 0,18, 0,45);

2 – пневмогідравлічна ресора з адаптивним демпфером (при відносному коефіцієнті затування коливань рівним 0,45, 0).

3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка організаційно-аналітичних рішень

3.1.1 Технологічний розрахунок виробничого корпусу

Виробнича програма автотранспортного підприємства (АТП) визначається кількістю автомобілів, які потребують обслуговування за певний період (рік, добу або зміну). Для поточного ремонту, який виконується за потребою, кількість обслуговувань не планується, а простой та обсяги робіт розраховуються на основі нормативів на 1000 км пробігу.

Основний метод технологічного розрахунку для АТП – це цикловий метод.

Періодичність ТО-1 автомобілів:

$$L1 = L1н \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \quad (3.1)$$

де $L1н$ – нормативне значення пробігу до ТО-1, км $L1н=3000$. $K1 \cdot K2 \cdot K3$ – коефіцієнти $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$

$$L1=3000 \cdot 9 \cdot 1,0 \cdot 1,0=2700 \text{ км.}$$

Пробіг до ТО-2, $L2$

$$L2 = L2н \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \quad (3.2)$$

де $L2н$ – нормативне значення пробігу до ТО – 2 , км., $L2н=12000$.

$$L2 = 12000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 10800 \text{ км.}$$

Пробіг до КР, LK , км:

$$LK = [LKH \cdot A_n + 0,8 \cdot LKH \cdot A_{кр}) / A_{сп}] \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \quad (3.3)$$

де LKH – нормативний пробіг до КР LKH , 250000 = км.

A_n – кількість нових автомобілів, $A_n = 8$

$A_{кр}$ – кількість автомобілів після КР , $A_{кр} = 45$;

$A_{сп}$ – кількість автомобілів на підприємстві, $A_{сп} = 53$

$K1 \cdot K2 \cdot K3$ - коефіцієнти коректування пробігу

$$LK = [(250000 \cdot 8 + 0,8 \cdot 250000 \cdot 45)/53] \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 186792 \text{ км.}$$

Скореговані пробіги: $L_1 = 150 \cdot 18 = 2700 \text{ км}$; $L_2 = 2700 \cdot 4 = 10800 \text{ км}$

$$LK = 10800 \cdot 17 = 183600 \text{ км}$$

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку виробничої програми

Найменування показників	Позначення показників	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Облікова чисельність автомобілів	Асп, од	53	55	32	60
Середньодобовий пробіг	Лсд, км	190	190	190	220
Тривалість часу роботи автомобіля на лінії	Тл, год	8	8	8	8
Кількість робочих днів в році	ДРГ, дн	254	254	254	254
Чисельність нових автомобілів	Ан, %	15	20	20	25
Кількість автомобілів після капітального ремонту	Акр, %	85	80	80	75
Пробіг нових автомобілів (до капремону)	Лср.н	0,25-0,5	0,5-0,75	до 0,25	до 0,5
Пробіг автомобілів після капремону	Лср.кр	1,25-1,5	1,25-1,5	1,05-1,25	1,25
Категорія умов експлуатації	КУЕ	2			
Кліматичний район	-	Помірний			

Ця таблиця відображає вихідні дані для розрахунку виробничої програми автотранспортного підприємства (АТП).

Кількість *ТО*, *ПР* і *ЩО* одного АТ:

$$N_k = L_{\text{ц}} / L_k; \quad (3.4)$$

де $L_{\text{ц}}$ – пробіг (км.) за цикл експлуатації.

$$N_k = 183600 / 183600 = 1.$$

$$N_2 = (L_k / L_2) - N_k, \quad (3.5)$$

$$N2 = (183600 / 10800) - 1 = 16.$$

$$N1 = (L_k / L1) - (N_k + N2), \quad (3.6)$$

$$N1 = (183600 / 2700) - (1+16) = 51.$$

$$N3_{MO} = L_k / l_{cd}, \quad (3.7)$$

$$N3_{MO} = 183600 / 190 = 1224.$$

Коефіцієнт переходу:

$$k_p = L_p / L_k \quad (3.8)$$

де L_p – пробіг, км.

$$L_p = ДРГ \cdot l_{cd} \cdot \alpha T, \quad (3.9)$$

де αT – коеф. технічної готовності;

$$\alpha T = Д_{eu} / (Д_{eu} + Д_{pu}), \quad (3.10)$$

$$Д_{eu} = L_k / l_{cd}, \quad (3.11)$$

$$Д_{eu} = 183600 / 190 = 1224 \text{ днів}.$$

Перебування автомобіля в $ТО$, $ПР$ та $КР$ за цикл:

$$Д_{pu} = (Д_k + Д_{то,тр} \cdot L_k \cdot K4') / 1000, \quad (3.12)$$

де $Д_k$ – тривалість простою автомобіля в капітальному ремонті, календарних днів

$Д_{то,тр}$ – тривалість простою автомобіля на $ТО$ та $ПТ$, календарних днів $Д_{то,тр} = 0,6$ [4];

L_k – скорегований пробіг до $КР$, км., $L_k = 183600$ км.;

$$K4' – \text{коеф. корегування, } K4' = (K4'_{н \cdot An} + K4'_{кр \cdot Акp}) / A_{сп} \quad (3.13)$$

$$K4' = (0,9 \cdot 8 + 1,5 \cdot 45) / 53 = 1,41.$$

$$Дрц = 22 + (0,6 \cdot 183600 \cdot 1,41) / 1000 = 177 \text{ дн.}$$

$$\alpha T = 1224 / (1224 + 177) = 0,75.$$

$$L_{\Gamma} = 254 \cdot 0,75 \cdot 190 = 33909 \text{ км.}$$

$$Kp = \frac{33909}{183600} = 0,185.$$

Число дій на один автомобіль за рік, Ni , визначено за формулою:

$$N_{кр.p} = N_{кр} \cdot k_p, \quad (3.14)$$

$$N_{кр.p} = 1 \cdot 0,185 = 0,185.$$

$$N1p = N1 \cdot k_p, \quad (3.15)$$

$$N1p = 51 \cdot 0,185 = 9.$$

$$N2p = N2 \cdot k_p, \quad (3.16)$$

$$N2p = 16 \cdot 0,185 = 3.$$

$$N3MO = N3MO \cdot k_p, \quad (3.17)$$

$$N3MO = 1224,0 \cdot 0,185 = 226.$$

Таблиця 3.2 – Річний обсяг технічних дій на підприємстві

Показники	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Скоординований пробіг, км.				
до ТО-1, L1	2700	2700	2560	3560
до ТО-2, L2				
річний, Lp	183600	227160	189120	320566
αТ	0,75	0,76	0,75	0,74
Дец, дні	1224	1262	1182	1250
Днів простою в ТО, ПР і КР за цикл, Дрц, дні	177	155	123	120
Число дій на весь парк за рік				
ТО-1, ΣN1p	477	618	656	530
ТО-2, ΣN2p	153	222	184	124
КР, ΣNкр.р	10	17	12	14
ЩО, ΣN3мО.р	11978	19186	13599	12367

Добуток річної програми на один автомобіль (Np) та кількості автомобілів (Асп) визначає кількість дій на весь парк, ΣNip, за рік.

Формула для кількості капітальних ремонтів за рік:

$$\begin{aligned} \sum N_{кр.р} &= N_{кр.р} \cdot A_{сп} \\ \sum N_{кр.р} &= N_{кр.р} \cdot A_{сп} \quad \sum N_{кр.р} = 0,185 \cdot 53 = 10. \end{aligned} \quad (3.18)$$

$$\sum N_{1p} = N_{1p} \cdot A_{сп}, \quad (3.19)$$

$$\sum N_{1p} = 9 \cdot 53 = 477.$$

$$\sum N_{2p} = N_{2p} \cdot A_{сп}, \quad (3.20)$$

$$\sum N_{2p} = 3 \cdot 53 = 159.$$

$$\begin{aligned} \sum N_{3мО.р} &= N_{3мО} \cdot A_{сп}, \\ \sum N_{2p} &= 226 \cdot 53 = 11978. \end{aligned} \quad (3.21)$$

За тим самим принципом розраховуємо дані показники для автомобілів ГАЗ-3309, КрАЗ-6510 та КамАЗ-6520 (таб. 3.2).

3.1.2 Розрахунок виробничої програми дільниці ремонту рульового управління вантажних автомобілів

Виробнича програма дільниці ремонту рульового управління визначається з програми ремонту ТЗ. Як складову одиницю-представника вибираємо програму,

яка має найбільший об'єм випуску і трудомісткістю аботаку, що пронормована у виробничих умовах.

Виробом-представником призначаємо «МАЗ-5551», а саме - рульовий механізм. Приведену річну програму, $N_{пр.из.}$, шт., визначимо для рульового механізму, гідروпідсилювача, механізму підйому кузова:

$$N_{пр.из.} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot n, \quad (3.22)$$

де n – кількість одиниць ремонтіваних однотипних виробів, шт.;

k_1 - коефіцієнт приведення по масі;

k_2 - коефіцієнт приведення по серійності;

k_3 – коефіцієнт приведення по точності.

Визначимо приведену річну програму ремонту виробів на дільниці:

$$N_{прКрАЗ} = 32 \cdot 1,0 \cdot 0,43 \cdot 0,8 = 11 \text{ од.}$$

$$N_{прКрАЗ} = 60 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 30 \text{ од.}$$

$$N_{прКрАЗ} = 55 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 21 \text{ од.}$$

$$N_{прКрАЗ} = 53 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 18 \text{ од.}$$

$$N_{пр} = (11+30+21+18) \cdot 2 = 160 \text{ од.}$$

3.1.3 Удосконалення технологічного процесу ремонту вузлів рульового управління та гідравлічних систем

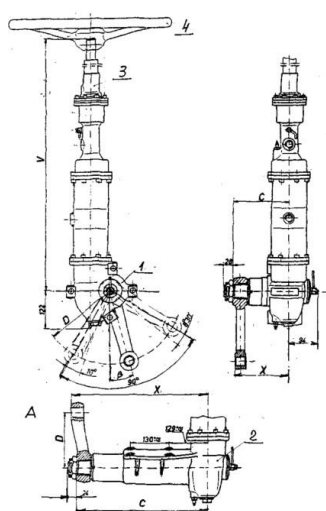
Основні механізми рульового управління включають рульові механізми з гідропідсилювачем та гідравлічні насоси високого тиску. Механізми підйому кузова вантажних автомобілів складаються з телескопічних гідроциліндрів та гідравлічних насосів високого тиску з шестернями. Процес ремонту цих механізмів охоплює повний цикл ремонтних робіт. Нові деталі надходять на ремонтну дільницю зі складів матеріально-технічного постачання, відповідно до коефіцієнтів змінності. Елементи, які потребують механічної обробки, наплавлення, гальванічного покриття або іншого ремонту, що вимагає спеціального обладнання, відправляються на відповідні дільниці. Після ремонту і перевірки ВТК, відновлені або замінені деталі повертаються на дільницю для

остаточного складання або завершення ремонтних робіт. Тут виконується повний комплекс складальних, регулювальних і випробувальних операцій.

3.1.3.1 Технологічна характеристика рульових механізмів

Керування автомобілями може бути складним через значні зусилля, необхідні для повороту рульового колеса. Якщо не вдається полегшити роботу водія шляхом збільшення передавального числа рульового механізму, встановлюються підсилювачі рульового приводу. Ці підсилювачі забезпечують безпеку керування, знижуючи зусилля на рульове колесо та дозволяючи зберегти контроль над автомобілем навіть при серйозних проблемах, таких як розрив шини переднього колеса. Підсилювачі бувають гідравлічними або механічними. На рисунку 3.1 наведено основні монтажні і габаритні розміри рульових механізмів.

Також варто підкреслити, що основними вимогами заводу-виробника при організації ремонту гідравлічного підсилювача є: – ремонтні роботи мають виконуватися на спеціалізованих ділянках, обладнаних відповідним устаткуванням, інструментом та пристосуваннями; – виконувати ремонт повинні кваліфіковані працівники з високим рівнем професійної підготовки; – необхідно забезпечити підтримання чистоти робочих місць і контроль під час випробувань на стенді.



Тип гідро- підсилювачів	Розміри, мм				Кут рульової сошки в середньому положенні,, град	Максима- льний кут повороту валу механізму, град
	З	D	V	X		
069.00	185,5	304	1145	160	38°	90°
069.03	185,5	253	865	228	0°	90°
069.08	186	240	1023	166	14°36'	90°
069.10	162	220	1057	157	18°	90°
069.50	432	182	1089	460	17°	90°
069.70	162	250	900	47	22°30'	80°
069.75	162	250	880	255	14°	80°

Рисунок 3.1 – Основні габаритні розміри рульового механізму

Гідропідсилювач рульового управління. Рульова система автомобіля "МАЗ" є механічною з додатковим гідравлічним підсилювачем. При обертанні рульового колеса повертається вал, який приводить у рух глобоїдальний черв'як. Головний важіль рульового управління з'єднаний з кульовою цапфою за допомогою тяги. Цапфа може незначно переміщатися вперед і назад у виїмці поршневого штока робочого циліндра. Коли рульове колесо обертається (рис. 3.2), головний важіль рульового механізму разом із кульовою цапфою рухається вперед або назад у залежності від напрямку обертання. У цьому ж напрямку пересувається розподільний золотник у циліндрі.

У потрібному напрямку система гідропідсилювача активізується в залежності від обертання рульового колеса, забезпечуючи відповідний вплив, що полегшує керування автомобілем та підвищує його маневреність. При переміщенні золотника збільшується тиск в одній з камер циліндра, внаслідок чого поршневий шток починає або висуватися, або всовуватися. Рух штока передається на двоплечовий важіль рульового механізму через кульову цапфу на кінці поршневого штока, а далі – за допомогою відповідних тяг і важелів – на передні колеса.

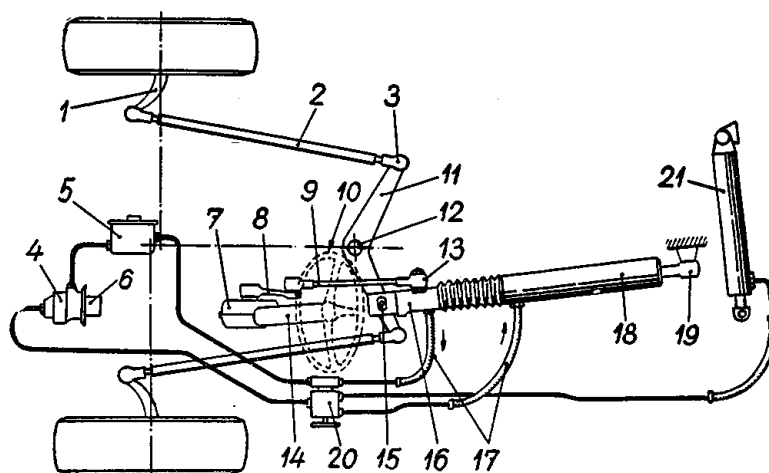


Рисунок 3.2 – Схема рульового управління

1 – кронштейн управління; 2 – тяга; 3 – шаровий наконечник; 4 – масляний насос; 5 – масляний бак; 6 – привід масляного насоса; 7 – рульовий механізм; 8 – сошка; 9 – подовжня тяга; 10 – рульове колесо; 11 – двоплечовий важіль; 12 – цапфа, що обертає; 13 – шаровий наконечник; 14 – рульова колонка; 15 – кульова цапфа, що обертає; 16 – шаровий наконечник; 17 – кульова цапфа, що обертає; 18 – шаровий наконечник; 19 – шаровий наконечник; 20 – шаровий наконечник; 21 – шаровий наконечник.

головка; 16 – висувний шток; 17 – гнучкі шланги; 18 – робочий циліндр підсилювача; 19 – кульовий шарнір; 20 – коробка управління; 21 – циліндр установки запасного колеса

3.1.3.2 Основні вимоги до технологічного процесу ремонту рульових механізмів на дільниці

Усі автомобілі, агрегати та механізми, що проходять ремонт, повинні бути очищені до ідеального стану. Під час розбирання гідравлічних систем автомобіля неприпустимо допускати пошкодження деталей або оброблених поверхонь. Розбирання та збирання механізмів має проводитися з використанням спеціальних пристосувань на робочих місцях, що унеможливають потрапляння пилу та бруду у вузли та механізми. Болти, гвинти та гайки, у яких пошкоджене різьблення (понад дві нитки), підлягають заміні.

3.1.3.3 Основні вимоги до технологічного процесу ремонту рульових механізмів на дільниці

Усі автомобілі, агрегати та механізми, що перебувають у ремонті, повинні бути приведені до чистого стану. Під час розбирання гідравлічних систем не допускається пошкодження деталей або оброблених поверхонь. Для розбирання і складання необхідно використовувати спеціальні пристосування, які запобігають потраплянню пилу та бруду у механізми й вузли. Болти, гвинти та гайки з пошкодженим різьбленням (понад дві нитки) підлягають заміні на нові. Пошкоджене внутрішнє різьблення відновлюють за допомогою прогону різьби, зварювання, установки ввертишів або нарізання різьблення більшого розміру.

Підшипники необхідно уважно оглянути на предмет тріщин, подряпин або рисок на бігових доріжках. Якщо таких дефектів немає, їх слід перевірити на шум, легкість обертання вручну, а також виміряти осьовий і радіальний зазор за допомогою спеціального обладнання. Сальники та ущільнювальні кільця з надрізами, виривами або зношеною робочою кромкою замінюють на нові.

Нові деталі, які надходять на збірку, повинні бути очищені від консервуючого мастила, а поверхні, що труться, змащені відповідним мастилом.

Втулки, кільця роликів і кулькових підшипників, а також сальники встановлюються з використанням спеціальних пристроїв. У всіх випадках, де необхідно затягування з певним моментом, слід використовувати динамометричні ключі для контролю моменту затягування. Картонні та інші прокладки обов'язково замінюються на нові.

Проаналізувавши загальні вимоги до технології ремонту, можна зробити висновок, що після проведення розбірних і дефектаційних робіт механізмів гідравлічних систем основні деталі або пари, що мають знос, доцільно замінювати на нові. Це раціональніше, ніж ремонт, оскільки виготовлення нових деталей на ремонтних заводах економічно недоцільне, за винятком кріпильних або нескладних деталей.

3.1.3.4 Збирання рульового механізму автомобіля

Після виконання розбірно-мийних та дефектаційних робіт, а також забезпечення новими необхідними деталями, здійснюється збірка рульового механізму.

Процес збирання поділяють на два етапи:

- збирання підсилювача рульового механізму;
- збирання картера.

Встановлення валу рульового механізму:

Вал 1 рульового механізму (рис. 3.3) встановлюється в спеціальне пристосування таким чином, щоб він упирася у фланець. На вал послідовно надягаються: підпорна шайба, кільце ущільнювача і верхня кришка.

Закріплення гайки:

Далі необхідно надіти гайку 7 на вал і вкласти в неї через паз напрямної двадцять одну кульку. Рекомендується злегка повертати напрямну гайку, щоб кульки легше розташувалися на своїх місцях. Потім у паз напрямної вставляються ще десять кульок, а обидва кінці паза змащуються мастилом, щоб кульки не випадали. Направну гайку

вставляють у її гніздо і закріплюють хомутом. Після цього потрібно переконатися, що гайка легко переміщується. Якщо все правильно, кріпильні болти фіксуються, а краї стопорних шайб загинаються.

Встановлення ущільнювальних елементів і клапанів:

На фланець поршня 12 встановлюється кільце ущільнювача 13. У гніздо поміщається перепускний клапан, попередньо змащений консистентним мастилом. Кульки запобіжних клапанів вставляються в кришку. Поршень 12 разом із верхньою кришкою зміщують так, щоб всі три пружини сіли на свої місця, і закріплюють стяжними болтами.

Установка конусного кільця і затягування болтів:

Після встановлення гумового кільця на поршень надягають пластмасове розрізне конусне кільце 14, після чого затягують болти. Під час затягування поршень фіксується відповідним інструментом.

Регулювання осевого зазору:

Для встановлення нижньої кришки поршня необхідно забезпечити осевий зазор гайки, що управляє, рівний 0,2–0,5 мм. Для регулювання зазору гайку, що управляє, встановлюють на гвинт так, щоб вона упиралася у верхній підшипник. Потрібно виміряти відстань між кромкою поршня і упорним підшипником на гайці, а також висоту посадкового місця нижньої кришки 15 від площини примикання до поршня. З різниці цих двох вимірів віднімається 0,2 мм — це товщина регулювальної шайби, яку необхідно встановити під час складання.

Встановлення нижнього обмежувального клапана:

У нижню кришку встановлюється нижній обмежувальний клапан і регулювальна шайба потрібної товщини. У поршень вставляється пружина, завершуючи збірку механізму.

Після встановлення обмежувального клапана необхідно надіти на фланець поршня кільце ущільнювача та встановити нижню кришку 15, при цьому потрібно переконатися, що пружина обмежувального клапана

розташована правильно. Далі слід затягнути кріпильні болти і зафіксувати їх попарно за допомогою в'язального дроту для надійної фіксації.

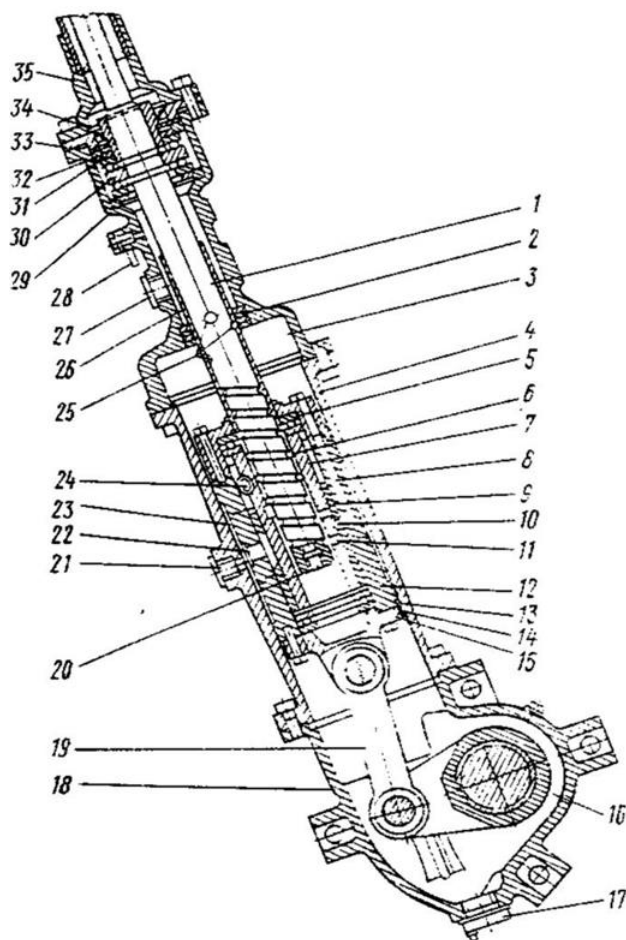


Рисунок 3.3 – Рульовий механізм

1 – рульовий вал; 2 – ущільнююча манжета; 3 – порожнина верхнього катера; 4 – циліндр; 5 – підшипник; 6 – кулька; 7 – гайка, що управляє; 8 – маслопровід; 9 – втулка; 10,11 – перепускні отвори; 12 – поршень; 13 – ущільнення; 14 – кільце; 15 – нижня кришка; 16 – порожнина; 17 – пробка; 18 – картер; 19 – штовхач; 20 – гвинт; 21 – отвір; 22 – перепускний отвір; 23 – порожнина; 24 – канал; 25 – отвір; 26 – втулка; 27 – отвір; 28 – патрубок; 29 – картер; 30 – підшипник; 31 – диск; 32 – опора; 33 – обойма; 34 – манжета; 35 – рульова колонка

Повертаючи поршень, потрібно встановити його в таке положення, щоб гніздо поршня збіглося з гніздом на керуючій гайці. Після цього встановіть поршень датчика в зборі в гніздо, притисніть його викруткою і поверніть на 180°. Потім закріпіть поршень за допомогою установочних гвинтів. Далі разом з ущільнювальним кільцем 13 встановіть конічне розтискне кільце 14. Чотири різьбові отвори на поршні необхідно заглушити спеціальними пробками під ключ.

Встановіть циліндр рульового механізму на випробувальний стенд так, щоб вхідний отвір був спрямований вниз, і приєднайте нагнітальну трубку стенду до циліндра. Увімкніть насос і перевірте герметичність при тиску 5 МПа. У разі підтікання масла замініть конічне розтискне кільце.

Якщо випробування пройшли успішно, витягніть поршень з циліндра і видаліть дві пробки, які розташовані навпроти керуючої гайки. Дві інші пробки залиште на місці та затягніть їх. Розмістіть у верхній частині картера вал, а у верхнє гніздо картера встановіть ущільнювальну прокладку. Насуньте верхню частину картера на циліндр, забезпечивши щільне прилягання ущільнювального кільця до фланця циліндра, після чого затягніть болти, що з'єднують обидві частини.

Зніміть рульовий механізм зі стенду, переведіть його в горизонтальне положення і встановіть елементи нижнього підшипника. Нагрійте середнє бігове кільце підшипника до 50-60°C, після чого запресуйте його до упору у фланець. Потім встановіть сепаратор, обойму, сферичну увігнуту шайбу та опору верхнього підшипника.

Закріпіть рульовий механізм у вертикальному положенні на складальному стенді. На вал встановіть обойму, манжету, фасонну шайбу та шліцьову гайку. Обертайте вал рукою в обидва напрямки до упору, при цьому рульовий механізм має підніматися або опускатися залежно від напрямку обертання.

На вал рульового механізму встановіть вимірювальний диск, а на стійці закріпіть індикатор, налаштувавши його стрілку на "0". Приведіть у рух гвинт механізму та виміряйте величину ходу за допомогою індикатора. Враховуючи отримане значення, підберіть регулювальну шайбу такої товщини, щоб вільний хід не перевищував 0,06-0,1 мм. а потім

Спочатку встановіть регулювальну шайбу над верхньою фасонною шайбою. Для затягування шліцьової гайки необхідно застопорити гвинт на маточині 5. Після цього ручним пресом запресуйте втулку в маточину рульового колеса. Надіньте маточину на вал і закріпіть її болтами до верхнього картера рульового механізму.

Для складання картера рульового механізму попередньо зберіть розпірну втулку і встановіть на неї кільце гумового ущільнювача. Фланець втулки, покритий тонким шаром мастила, запресуйте в картер так, щоб гумове кільце

було всередині. Після цього встановіть опорний диск і голчастий підшипник до упору у втулку розпору.

Закріпіть картер рульового механізму на стенді для збірки в горизонтальному положенні. Вкладіть у картер важіль повороту з попередньо встановленою штангою таким чином, щоб наполовину сфрезована головка штифта була спрямована у бік встановленого підшипника.

На шліцах важеля повороту і рульового механізму нанесені установчі мітки. Кінець штока вала має зрізаний край, і відповідний проміжок між шліцами важеля позначено як нульову точку.

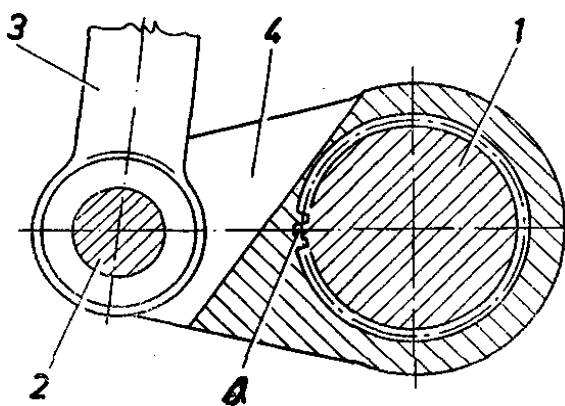


Рисунок 3.4 – Збірка важеля і валу рульового механізму
1 – вал механізму; 2 – штифт; 3 – штанга; 4 – важіль повороту

Встановіть третій голчастий підшипник у гніздо та запресуйте його за допомогою оправки так, щоб зазор між важелем і краєм підшипника становив 0,2–0,5 мм. Після цього приступайте до регулювання зазору вала. Регулювання потрібно виконати таким чином, щоб забезпечити правильну роботу механізму без люфтів і зайвого тертя, забезпечивши точну відповідність розмірів. Спочатку за допомогою штангового глибиноміра виміряйте відстань "А" від підшипника до краю картера, як показано на рис. 3.4. Потім з цієї величини відніміть відстань "В" — між примикаючим краєм кришки і площиною гумового ущільнення, при цьому додавши 0,2 мм, як зазначено на рис. 3.5. Отримане значення визначає необхідну товщину регулювальної шайби.

Після обчислення товщини встановіть регулювальну шайбу на підшипник. Далі затягніть кришку за допомогою спеціального ключа, щоб забезпечити надійне кріплення і відповідний зазор для правильної роботи механізму.

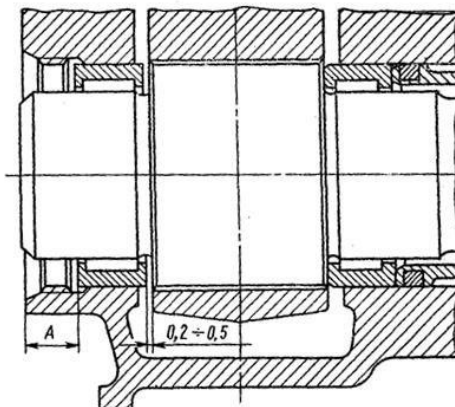


Рисунок 3.5 – Зазор між підшипником і картером

Для вимірювання відстані "А" (від краю корпусу підшипника до краю картера), скористайтесь штанговим глибиноміром. Після цього з боку різьбового кінця рульового валу запресуйте зовнішнє кільце ущільнювача і застопоріть його, щоб забезпечити герметичність. Після завершення збірки переконайтеся в легкості обертання рульового валу.

Далі на фланець робочого циліндра встановіть кільце ущільнювача. Обертаючи вал рульового механізму, переведіть поршень у нижнє положення, щоб штанга і нижня вилка поршня могли суміститися зі штифтом. Потім, обертаючи вал, підніміть поршень вгору для забезпечення з'єднання. Після того, як з'єднання буде виконане, затягніть кріпильні болти з потайними головками.

На зібраному рульовому механізмі встановіть колектор збору масла разом із сальниками і передайте механізм на стенд для проведення випробувань.

3.1.4 Вдосконалення технологічного процесу випробування механізму рульового управління

Після завершення збірки рульовий механізм закріплюється на випробувальному стенді трьома гвинтами. У середньому положенні поршня на вал механізму встановлюється упор, що фіксує вал і не дозволяє йому обертатися. Під час повороту рульового колеса до упору вимірюється вільний хід за допомогою

диска, і його величина не повинна перевищувати встановлені параметри. Найбільший знос спостерігається в середній частині гвинта під час руху автобуса по прямій, тому після встановлення кульок ремонтного розміру важливо переконатися у відсутності заїдань у крайніх положеннях.

Регулювання верхнього і нижнього обмежувальних клапанів:

Перед початком роботи потрібно визначити тип різьблення гвинта рульового механізму (праве або ліве). На нижньому картері рульового управління закріплюється віградуйований диск, і, встановивши механізм у середнє положення, необхідно приєднати до сошки рульової механізму вилку штока циліндра навантаження стенду так, щоб стрілка вказувала на "0" шкали диска. Під час обертання рульового колеса вправо стежити за відхиленням стрілки від нуля та тиском за манометром. При відхиленні стрілки на 45° обмежувальний клапан має відкритися, а тиск повинен досягати щонайменше 7 МПа (залежно від налаштувань).

Для регулювання обмежувального клапана, утримуючи рульове колесо так, щоб стрілка залишалася на значенні 45° , за допомогою регульовального гвинта встановити обмежувальний шток у потрібне положення і зафіксувати контргайкою.

Перевірка гідравлічного моменту:

При повороті рульового колеса вправо або вліво тиск масла в системі повинен бути не менше 7 МПа. Максимальний момент, який виникає під час обертання, вимірюється манометром циліндра навантаження. Параметри випробувального стенду, включаючи діаметр циліндра навантаження та передавальне число, налаштовані так, що значення 2,4 МПа на манометрі відповідає моменту в 4000 Н·м на рульовому валу. Перевірка на тиск триває від 5 до 10 секунд. Рульове колесо слід обертати вправо і вліво з однаковим зусиллям, без затримок, щоб уникнути перекручування результатів.

Вимоги до випробування механізму рульового управління:

- Повернення рульового колеса в середнє положення: Після відпускання рульового колеса воно повинно автоматично повертатися в середнє положення.

Зусилля, необхідне для керування, має збільшуватися пропорційно до кута повороту рульового колеса.

– Вимірювання кількості протікаючого масла:

Під час випробувань гідравлічного підсилювача рульового механізму, масло, що стікає, має повертатися в картер. Усі виміри повинні проводитися, пропускаючи масло через тарований скляний циліндр. При вимірюванні кількості масла, що просочується, зливний кран мірної судини повинен бути закритий.

– Процедура вимірювання:

Для вимірювання кількості масла:

1. Поверніть рульове колесо, створивши повне навантаження.
2. Одночасно увімкніть секундомір.
3. Через одну хвилину зніміть навантаження з рульового колеса.
4. Визначте кількість масла по мірній судині. Кількість протікаючого

масла не повинна перевищувати 2 літри за хвилину.

Технологічний процес випробування гідравлічного підсилювача рульового механізму наведений у таблиці 3.3, де зазначено порядок дій для забезпечення правильності випробувань, відповідно до стандартів якості та безпеки.

Таблиця 3.3 – ТП випробування гідропідсилювача

№ операції	№ операції	Найменування операцій та переходів	Обладнання, інструмент	Примітки	Виконавець	Штучно калькул. час, год.
1		Підготувати гідропідсилювач до випробувань	Стенд для випробування гідропідсилювача	Q = 5000 Н Рівень масла не нижче мітки на щупі. При температурі t = 50° подати охолоджуючу рідину. Сумістити мітки на сошці і нижньому картері рульового механізму	Слюсар 4 розряд	0,31
	1.1	Закріпити гідропідсилювач гвинтами на стенді	Набір ключів			0,05
	1.2	Підключити маслопроводи подачі і зливу масла	Кран консольно-поворотний			0,031
	1.3	Перевірити рівень масла	Щуп			0,01
	1.4	Перевірити температуру масла в ємкості	Термометр			0,01
	1.5	Встановити рульове колесо і диск з шкалою	Гайковерт ИЭ 3113			0,11
	1.6	Відрегулювати середнє положення поршня гідропідсилювача	Стенд для випробування гідропідсилювача			0,11
2		Перевірити вільний хід рульового механізму		ГОСТ 284-71 Вільний хід складає 15°. Масло ДС ГОСТ 8581-78	Слюсар 4 розряд	0,3
	2.1	Встановити на валу упор	Ключі 7811–0149С1			0,11
	2.2	Застопорити вал регулювальним гвинтом	Лінійка			0,11
	2.3	Провернути рульове колесо в обидві сторони				0,05
	2.4	Встановити за шкалою вимірювального диска величину вільного ходу	Вимірювальний диск з шкалою в градусах			0,05
		Відрегулювати верхній і нижній обмежувальні клапана				0,6
3		Визначити напрям гвинтової нарізки на валу		Максимальний тиск в системі 7 МПа. ГОСТ 284-71	Слюсар 4 розряд	0,05
	3.2	Закріпити на нижньому картері вимірювальний диск	Ключі 7811-0149 С1			0,05
	3.3	Встановити середнє положення поршня підсилювача	Ключі 7811-0149 С1			0,03
	3.4	З'єднати рульовий вал з штоком циліндра навантаження	Ключі 7811-0149С1			0,1
	3.5	Встановити стрілку на нуль вимірювального диска	Викрутка	ГОСТ 5423-74 Кут відхилення сошки рульового механізму повинен бути 45° в обидві сторони		0,02
	3.6	Включити стенд в роботу	Набір ключів			0,05
	3.7	Закрити кран, що сполучає порожнини циліндра	Кран консольно-поворотний			0,05
	3.8	Провернути рульове колесо в обидві сторони до упору	Щуп			0,05
	3.9	При необхідності відрегулювати обмежувальні клапана	Термометр			0,2
		Перевірити гідравлічний момент		Максимальний тиск в системі 7 МПа.	Слюсар 4 розряд	0,25
4.1	Включити стенд в роботу	Стенд для випробування гідропідсилювача	0,05			

	4.2	Закрити кран, що сполучає порожнини циліндра навантаження	Ключі 7811-0149 C1			0,05
	4.3	Перевірити тиск створюваний насосом стенду	Манометр МГП	Тиск створюваний в циліндрі навантаження 2,4 МПа, гідравлічний момент 4000 Н·м	Слюсар 4 розряд	0,05
	4.4	Перевірити по манометру тиск що виникає в порожнинах циліндра навантаження при навантаженні підсилювача	Манометр МГП 100/3-100-2,5			0,1
		Зміряти кількість масла, що просочується		Максимальний тиск в системі 7 МПа. ГОСТ 284-71 По закінченню 1 хв. навантаження кількість масла в мірній судині не повинна перевищувати 2 л.	Слюсар 4 розряд	0,3
	5.1	Довести рівень масла у вимірювальному циліндрі до нульової відмітки				0,04
	5.2	Закрити зливний кран на вимірювальному циліндрі	Кран пробковий-муфтовий ДУ-40			0,02
	5.3	Включити стенд в роботу				0,02
	5.4	Повернути рульове колесо, створивши повне навантаження	Ключі 7811-0149C1			0,05
	5.5	Включити одночасно секундомір	Секундомір			0,02
	5.6	Вимкнути секундомір після закінчення однієї хвилини	Секундомір			0,05
	5.7	Одночасно зняти навантаження	Набір ключів			0,05
	5.8	Визначити кількість масла у вимірювальному циліндрі	Мірна ємкість			0,05
		Перевірити механічну частину		Тиск створюваний в циліндрі навантаження 2,4 МПа, гідравлічний момент 4000 Н·м	Слюсар 4 розряд	0,15
	6.1	Включити стенд в роботу				0,05
	6.2	Відкрити кран циліндра навантаження	Ключі 7811-0149C1			0,05
	6.3	Перевірити рівномірність обертання колеса	Ключі 7811-0149C1			0,05

3.1.5 Розрахунок технологічного обладнання на дільниці

Технологічне устаткування дільниці навісного устаткування розраховуємо або підбираємо відповідно до вимог технологічного процесу.

Метод розрахунку обираємо залежно від призначення устаткування і характеру технологічних операцій.

Виходячи з трудомісткості технологічних операцій розраховуємо число одиниць технологічного устаткування для різних типів робіт.

Кількість устаткування, X_0 , шт., :

$$X_0 = \frac{T_{\text{з.д.}}}{\Phi_{\text{д.о.}}} \quad (3.23)$$

Із загального об'єму річної програми, згідно аналізу роботи виробничої дільниці приймаємо, що обсяг розбірно-складальних робіт складає 40%, а випробувально-регулювальних робіт складає до 40% його значення.

Беручи за основу ці значення, розраховуємо величину обсягу розбірно-складальних та випробувальних робіт:

$$T_{p.робіт} = 13583 \cdot 0,4 = 5443,2 \text{ люд-год};$$

$$T_{p.випр} = 13583 \cdot 0,4 = 5443,2 \text{ люд-год};$$

На стендах виконують розбірно-складальні роботи таких механізмів: гідравлічних механізмів рульових управлінь автобусів; гідравлічних підсилювачів рульових управлінь автомобіля; гідропідйомників перекидаючого механізму кузовів автомобілів.

Виходячи з річного об'єму номенклатури ремонтіваних механізмів і аналізу технологічного процесу, що склався, на дільниці, річний об'єм в трудових витратах на розборо-складальні роботи складає

$$T_{p.підсил.} = 4354,6 \cdot 0,8 = 3483,6 \text{ люд-год};$$

$$T_{p.гидр.} = 4354,6 \cdot 0,2 = 871 \text{ люд-год}.$$

Об'єм випробувальний-регулювальних робіт по видах устаткування складає:

$$T_{p.підс} = 5443,2 \cdot 0,75 = 4082 \text{ люд-год};$$

$$T_{p.гидр} = 5443,2 \cdot 0,25 = 1361 \text{ люд-год}.$$

Розраховуємо кількість устаткування:

1. Стенд для розбирання-збирання гідропідсилювачів автомобілів

$$X_0 = \frac{3483,6}{2025} = 1,7.$$

Приймаємо два стенди.

2. Стенд для розбирання-збирання гідропідйомників перекидаючого механізму вантажного автомобіля

$$X_0 = \frac{871}{2025} = 0,4.$$

Приймаємо один стенд.

3. Стенд для випробування механізму рульового управління

$$X_0 = \frac{4082}{2025} = 2,1.$$

Приймаємо два стенди.

5. Стенд для випробування гідравлічного перекидаючого механізму

$$X_0 = \frac{1360,8}{2025} = 0,67.$$

Приймаємо один стенд.

Решту технологічного устаткування підбираємо згідно вимог технологічного процесу на дільниці ремонту рульового управління.

Перелік технологічного устаткування та інвентарю дільниці рульового управління я приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Відомість технологічного обладнання дільниці

№ п/п	Найменування обладнання	Кількіс	Габарити мм	Зайнята площа, м2		Вартість обладнання, грн		Потуж. кВт
				одн.	всього	одн.	всього	
1	Електрошафа	1	800x400	—	—	180	180	
2	Точильний-шліфувальний верстат	1	500x600	1,2	1,2	3500	3500	2,8
3	Пилевитягуючий агрегат	1	500x600	1,2	1,2	500	500	
4	Стенд для випробування рульового механізму	1	1200x800	0,96	1,92	45000	45000	1,5
5	Стелаж	2	1920x1510	1,36	4,08	650	1300	
6	Ванна для миття деталей	1	100x800	78	78	700	700	
7	Ящик для відходів	1	1000x700	0,96	1,92	130	130	
8	Мийна машина	1	600x500	0,24	0,24	3700	3700	3
9	Стелаж	1	1800x1600	0,24	0,24	620	620	
10	Стенд для ремонту рульового управління	2	1500x1400	2,11	2,11	17800	17800	
11	Стіл ВТК	1	1310x300	0,4	0,4	300	300	
12	Стенд для збірки рульових управлінь	1	1000x700	3,6	3,6	140000	140000	
13	Стенд для випробування гідропідсилювача	1	1310x300	0,4	0,4	45000	45000	1,2
14	Шафа	1	1300x600	0,96	0,96	300	300	
15	Верстак слюсарний	1	1700x700	0,24	0,24	1200	1200	
16	Шафа	5	100x400	0,041	0,21	400	2000	
17	Стенд для ремонту гідропідійомників	1	1700x600	1,02	1,02	2800	2800	

18	Стенд для випробування гідропідйомників	1	1800x1000	1,8	1,8	3100	3100	7,5
19	Свердлувальний верстат	1	760x480	0,36	0,36	2000	2000	2
20	Прес Q = 40т	1	1500x400	0,6	0,6	10000	10000	2
21	Кран-укосина Q = 5кН	1	9000			5000	5000	
Всього				24,5				21

3.2 Розробка конструктивних рішень

3.2.1 Стенд для випробування рульового управління

Стенд для випробування рульового управління призначений для перевірки та визначення відповідності відремонтованих виробів на ділянці устаткування. Конструктивна схема стенду зображена на рисунку 3.6. Він включає окремі механізми та вузли, які об'єднані в системи для проведення силових випробувань гідравлічного приводу, а також системи контролю і управління процесом випробування.

Основні компоненти стенду:

- Станина (1) — це зварна конструкція, виготовлена з профільного і листового металу, на якій змонтовані всі силові агрегати.
- Стійка (3) — на ній встановлена модернізована роздаточна коробка автомобіля, яка забезпечує передачу крутного моменту і регулює оберти в діапазоні 750–1500 об/хв від електродвигуна. Передача моменту відбувається через електромагнітні муфти ЕМ-22А на два приводні вали (21), що змонтовані на кронштейні (22), і клиноремінну передачу зі спеціальним натяжним механізмом (4) до двох гідравлічних насосів.
- Насоси: один з насосів є постійним елементом стенду та виконує роль технологічного насоса, інший — випробувальний, який може бути знятий або встановлений за допомогою натяжного механізму.
- Керування гідравлічними з'єднаннями: передбачені дверцята для установки випробовуваного насоса. Для управління гідравлічними з'єднаннями і зв'язку передбачений спеціальний кран, який приводиться в дію рукояткою управління (6).

– Вихідний пристрій (10) — розташований на нижній торцевій частині стенду, оснащений штуцерами для підключення гідропідсилювача та насоса до систем стенду. Є також пристрій для зливу масла після завершення випробувань.

– Кронштейн (17) — призначений для встановлення випробовуваного механізму гідравлічного підсилювача. На ньому монтується динамометричне рульове колесо (11) і механізм для контролю та регулювання запобіжних клапанів.

– Сошка гідропідсилювача керма — з'єднана з вилкою штока гідравлічного циліндра навантаження (16), який за допомогою шарніра кріпиться до кронштейна.

Цей стенд дозволяє проводити різні випробування рульових механізмів для перевірки їх працездатності після ремонту, зокрема контроль регулювання клапанів, герметичності, точності функціонування та інших характеристик.

15. Випробовувані вироби з'єднуються з системами стенду за допомогою гнучких шлангів 19.

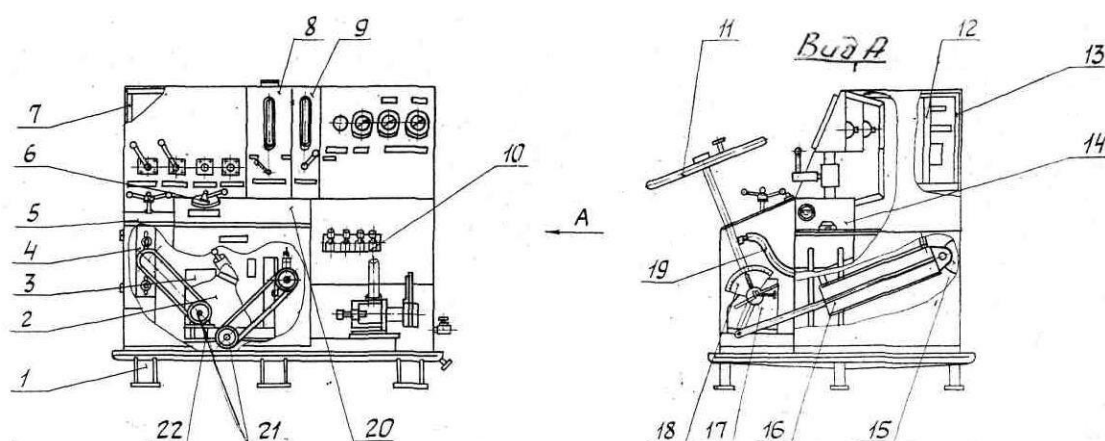


Рисунок 3.6 – Стенд для випробування гідропідсилювача

1 – станина; 2 – коробка передач; 3 – стійка; 4 – механізм натягу; 5 – дверці; 6 – зучка управління; 7 – каркас; 8, 9 – мірник; 10 – вихідний пристрій; 11 – руль динамометричний; 12 – панель електрична; 13 – дверця; 14 – бак масляний; 15 – кронштейн; 16 – гідро циліндр; 17 – Кронштейн; 18 – механізм для регулювання клапанів; 19 – Панель управління 20 – кронштейн.

3.2.2 Розрахунок потужності приводу насоса

Масляний насос випробовуваний на стенді і технологічний для створення тиску при випробуванні гідропідсилювача, приводить в дію двигуна змінного струму, через роздаточну коробку передач, електромагнітну муфту і клиноремінну передачу.

Потужність необхідна для приводу насоса гідропідсилювача N , Вт, визначимо за формулою

$$N = \frac{P \cdot Q}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (3.24)$$

Приймаємо ККД ремінної передачі $\eta_1 = 0,98$, ККД насоса $\eta_2 = 0,8$.

$$N = \frac{7 \cdot 10 \cdot 0,0002}{0,98 \cdot 0,8} = 1400 \text{ Вт.}$$

3.2.3 Розрахунок клиноремінної передачі

За конструктивним ескізним проектом для клиноремінної передачі приймаємо розрахунковий діаметр веденого і провідного шківів $D = 110$ мм, приблизна міжосьова відстань $l = 300$ мм, кут обхвату шківів ременем $\alpha = 180^\circ$.

Потужність, N , Вт, передаюча клиноремінної передачі:

$$N = N_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot z, \quad (3.25)$$

де N – потужність необхідна для приводу насоса, Вт;

k_1, k_2 – коефіцієнти кута обхвату та характеру навантаження;

z – число ременів.

Приймаємо $k_2 = 1,0$ для насосів легким пусковим навантаженням до 120%

[4].

Приймаємо передачу з одним ременем.

$$N = 1400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1400 \text{ Вт.}$$

Швидкість ремня, v , м/с, визначимо за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \quad (3.26)$$

де n – обороти на валу веденого шківа, мін-1.

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,11 \cdot 1500}{60} = 9 \text{ м/с.}$$

Перетин ремня вибираємо залежно від величини швидкості і передаваної потужності згідно [4]. Приймаємо до установки один ремінь, типу А. Приймаємо натягнення однієї гілки ремня, рівної $S_A = 100 \text{ Н}$ згідно [4].

Тиск на вал від ремінної передачі, Q , Н, визначимо за формулою

$$Q = 2 \cdot S_A \cdot \sin \alpha / 2, \quad (3.27)$$

$$Q = 2 \cdot 100 \cdot 1 = 200 \text{ Н.}$$

Найменша допустима міжцентрова відстань:

$$l_{\min} = 0,55(D_6 + D_m) + h, \quad (3.28)$$

Приймаємо для ремнів типу А висота ремня $h=8$ [4]

$$l_{\min} = 0,55(110 + 110) + 8 = 129 \text{ мм.}$$

Найбільша міжцентрова відстань

$$l_{\max} = 2(D_6 + D_4) \quad (3.29)$$

$$l_{\min} = 2(110 + 110) = 440 \text{ мм.}$$

Вибираємо орієнтування міжцентрову відстань $l=300 \text{ мм}$.

По вибраній орієнтовній міжцентровій відстані визначаємо розрахункову

Довжину, L , мм, ремня за формулою

$$L = 2l + W + y/l \quad (3.30)$$

$$\text{Де } W = \frac{D_6 + D_4}{2} \cdot \pi;$$

$$y = \left(\frac{D_6 + D_m}{2} \right)^2$$

$$L = 2 \cdot 300 + \left(\frac{110 + 110}{2} \right) \cdot 3,14 + \left(\frac{110 + 110}{2} \right)^2 / 300 = 945,5$$

Приймаємо довжину реміня 950 мм.

Остаточна міжцентрова відстань:

$$l = 0,25[(L - W) + \sqrt{(L - W)^2 - 8y}]$$

$$l = 0,25 \left[(950 - 345,4) + \sqrt{(950 - 345,4)^2 - 8 \cdot 0} \right] = 302 \text{ мм.}$$

Приймаємо міжцентрову відстань $l=300$ мм.

3.2.4 Стенд для розбирання і збирання гідропідсилювача керма

Гідропідсилювач керма встановлюється на поворотний стіл і закріплюється. Поворотний стіл повертається разом з гідропідсилювачем руляючи на 360° у вертикальній площині і фіксується рукояткою.

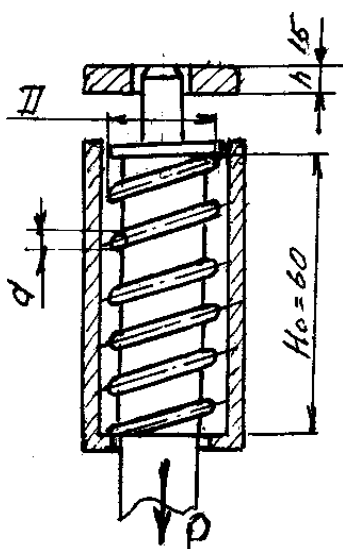
Крім того, поворотний стіл разом з гідропідсилювачем повертається на 360° в горизонтальній площині і фіксується шляхом натиснення на педаль пов'язану з фіксатором. На стенді проводиться збірка і розбирання гідропідсилювача руля. У середині столу є місця для укладання інструменту і запасних частин. Стіл має свердлення для зливу масла в ємність.

3.2.5 Розрахунок пружини фіксатора

Для фіксації поворотного столу по відношенню до нерухомого столу на стенді встановлений фіксатор, який приводиться в дію натисненням на педаль, пов'язану з фіксатором тягою. Для повернення штока в робоче положення в станині фіксатора встановлена пружина стиснення.

Проведемо розрахунок основних параметрів пружини згідно розрахункової схеми рисунок 3.7.

Початкові дані: H_0 – висота пружини, мм – 60 ; h – робочий хід фіксатора, мм – 15; d – діаметр дрота, мм – 2,5; D – зовнішній діаметр пружини, мм – 28 ; $[\tau]$ – напруга кручення, що допускається, МПа – 350 .



Урахування кривизни витка K :

$$K = \frac{4C-1}{4C-1} + \frac{0,615}{C} \quad (3.31)$$

де C – індекс пружини, $C=10$

$$K = \frac{4 \cdot 10 - 1}{4 \cdot 10 - 4} + \frac{0,615}{10} = 1,15$$

Розрахунковий крок пружини у вільному стані, виходячи з напруги $[\tau]$, що допускається, і модуля зрушення $G = 80000$ МПа:

Рисунок 3.7 – Розрахункова

$$t = \frac{(D-d)^2 \cdot [\tau]}{25460 \cdot k \cdot d} + d, \quad (3.32)$$

$$t = \frac{(28-2,5)^2 \cdot [\tau]}{25460 \cdot 1,15 \cdot 2,5} + 2,5 = 6,1 \text{ мм}$$

Беремо $t = 10,5$.

Навантаження пружини при її стисненні до зіткнення витків для сталей з модулем зрушення $G = 80000 \text{ Мпа}$, P_{cm} , :

$$P_{cm} = 10000 \frac{d^4}{(D-d)^3} \cdot (t-d), \quad (3.33)$$

$$P_{cm} = 10000 \cdot \frac{2,5^4}{(28-2,5)^3} \cdot (10,5-2,5) = 184 \text{ Н.}$$

Навантаження, P_1 , Н, відповідно 1 $[\tau] = 0,55$

$$P_1 = \frac{0,393 \cdot d^3 \cdot [\tau]}{k \cdot (D-d)}$$

$$P_1 = \frac{0,393 \cdot 2,5^3 \cdot 0,55 \cdot 350}{1,15 \cdot (28-2,5)} = 41 \text{ Н} \quad (3.34)$$

Деформація одного витка пружини при навантаженні, f_1 , мм.:

$$f_1 = \frac{P_1}{P_{cm}} \cdot (D-d), \quad (3.35)$$

$$f_1 = \frac{41}{184} \cdot (28-2,5) = 1,8 \text{ мм.}$$

Крок пружини під навантаженням, t_1 , мм.:

$$t_1 = t - f_1, \quad (3.36)$$

$$t_1 = 10,5 - 1,8 = 8,7 \text{ мм.}$$

Перевірка кроку t_1 : $t_1 \geq S + d$,

де S – найм. зазор, між витками пружини, мм., $S = 0,5$

$$t_1 \geq 0,5 + 2,5 \geq 3, \quad 8,7 \geq 3.$$

Висота пружини під дією робочого навантаження, H_1 :

$$H_1 = H_0 - h, \quad (3.37)$$

$$H_1 = 60 - 15 = 45 \text{ мм.}$$

Кількість витків, n :

$$n = \frac{H_1 - d}{t_1}, \quad (3.38)$$

$$n = \frac{45 - 2,5}{8,7} = 5 \text{ шт.}$$

Довжина заготовки пружини стиснення при підгині і підшліфовці на 3/4 витка, L , мм, визначається:

$$L = \pi (D - d) \cdot (n + 1,5), \quad (3.39)$$

$$L = 3,14(28 - 2,5) \cdot (5 + 1,5) = 520,5 \text{ мм.}$$

Беремо довжину доту для виготовлення пружини $L = 520$ мм.

3.2.6 Розрахунок площі виробничої ділянки

Площа виробничої ділянки за призначенню поділяється на виробничу, допоміжну і адміністративно-побутову. Виробнича площа призначена для здійснення технологічного процесу на ділянці.

Виробничу площу ділянки за фізичними показниками (сумарній площі) зайнятої устаткуванням, F_{∂} , м², розрахуємо:

$$F_{\partial} = F_{\partial\partial} \cdot k_n \quad (3.40)$$

де $F_{\partial\partial}$ – площа устаткування і інвентаря, м²;

Площу зайняту устаткуванням рівна $F_{\partial\partial} = 24,5$ м²

Приймаємо величину коефіцієнта переходу для ділянки ремонту навісного устаткування рівною $k_n = 3,5$.

Обчислена площа ділянки рівна $F_{\partial} = 24,5 \cdot 3,5 = 85,6$ м².

Після виконання технологічного планування і врахування вимог по охороні праці, площу ділянки з ремонту навісного устаткування приймаємо:

$$F_{\partial} = 12 \cdot 12 = 144 \text{ м}^2.$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Автотранспортне підприємство (АТП) відноситься до III класу шкідливості. Відповідно до санітарної класифікації підприємств за ДСП 173-96, для цього класу необхідно дотримуватись санітарно-захисної зони розміром 300 метрів. Територія АТП повинна мати рівну поверхню, а для ефективного відведення зливових вод вона обладнується системою зливної каналізації, водопроводами та водостоками. Територія підприємства захищена огорожею висотою близько 2 метрів, яка, згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2016, освітлюється штучними джерелами світла у нічний час.

Для в'їзду і виїзду автотранспорту передбачено двоє воріт, а для проходу робітників облаштована прохідна. Проїзд на території має забезпечувати вільний рух транспортних засобів, а також пішохідні доріжки з твердим покриттям. Ширина проїздів повинна становити не менше 6 метрів при двосторонньому русі і не менше 3 метрів при односторонньому. Пішохідні доріжки повинні мати ширину не менше 1 метра, що забезпечить безпечне пересування персоналу підприємства.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Проблема безпеки праці є комплексною, оскільки працівник на виробництві взаємодіє як із робочим середовищем, так і з виробничим обладнанням. Загальна оцінка умов праці базується на аналізі виробничого середовища та трудових процесів. Для цього застосовується "Гігієнічна класифікація умов праці за показниками шкідливості та безпеки чинників виробничого середовища, а також за тяжкістю і напруженістю трудового процесу". Така оцінка сприяє розробці комплексу заходів і технічних засобів, спрямованих на профілактику виробничого травматизму та професійних захворювань.

Впровадження цих заходів допомагає знизити ризики для здоров'я працівників і створити безпечні умови праці, що є важливою складовою ефективною

роботи підприємства. Основними травмонебезпечними чинниками на дільниці ремонту рульового управління вантажних автомобілів є [16]:

- можливі аварійні ситуації у пневматичних та гідравлічних системах, що працюють під тиском;
- ризик ураження електричним струмом під час роботи з електрообладнанням;
- наявність небезпечних робочих зон з рухомими частинами механізмів, візків та незахищених елементів виробничого устаткування;
- ймовірність травмування металевими частинками під час шліфувальних робіт;
- можливість виникнення пожеж на ділянках розбирання, збирання та перевірки елементів паливної системи;
- ризик отруєння компонентами паливно-мастильних матеріалів і миючих засобів.

4.3 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Найбільш імовірною надзвичайною ситуацією на території автотранспортного підприємства є пожежа, враховуючи специфіку технологічних процесів та наявність обладнання. Відповідно до СНиП 2-09.02-85, приміщення для ремонту автомобілів належать до IV ступеня вогнестійкості та групи займистості — вони вважаються такими, що не горять.

Пожежна профілактика в зоні ремонту автомобілів охоплює низку заходів для запобігання пожежам, зокрема:

- припинення шляхів поширення вогню;
- забезпечення швидкої та безпечної евакуації людей і майна у випадку пожежі.

Будівля ремонтного корпусу обладнана блискавкозахистом згідно з ДСТУ Б В.2.5-38:2008, а також пожежним зв'язком і сигналізацією відповідно до ДСТУ ISO 7240-1:2007 «Системи пожежної сигналізації та оповіщення». Це допомагає знизити ризики виникнення та поширення пожеж, а також сприяє швидкій реакції у випадку загоряння.

Засоби пожежогасіння, призначені для захисту об'єктів від пожеж, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22736:2003 «Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять». Ці засоби охоплюють різноманітне обладнання, призначене для швидкого реагування на пожежу та її гасіння.

4.4 Розрахунок штучного освітлення дільниці ремонту рульового управління

Приміщення дільниці ремонту рульового управління, крім загального освітлення цеху, додатково оснащено світильниками типу «Люцетта» з лампами потужністю 300 Вт.

Висота підвіски світильників становить 4,5 метри. Світильники розташовані у двох рядах, по три світильники в кожному ряду. Відстань між рядами становить 4 метри, а між світильниками у ряду — також 4 метри.

Для визначення освітленості горизонтальної поверхні в точці А (рис. 4.1) застосовується точковий метод з використанням кривих розподілу світла світильників, що наведені у [18, табл. 7.3]. Розрахунок горизонтальної освітленості в точці А здійснюється окремо для кожного світильника, враховуючи його положення та світлорозподіл.

Цей метод дозволяє точно оцінити рівень освітленості та забезпечити відповідність вимогам до освітлення робочих зон, що важливо для забезпечення безпеки та ефективності робіт на дільниці.

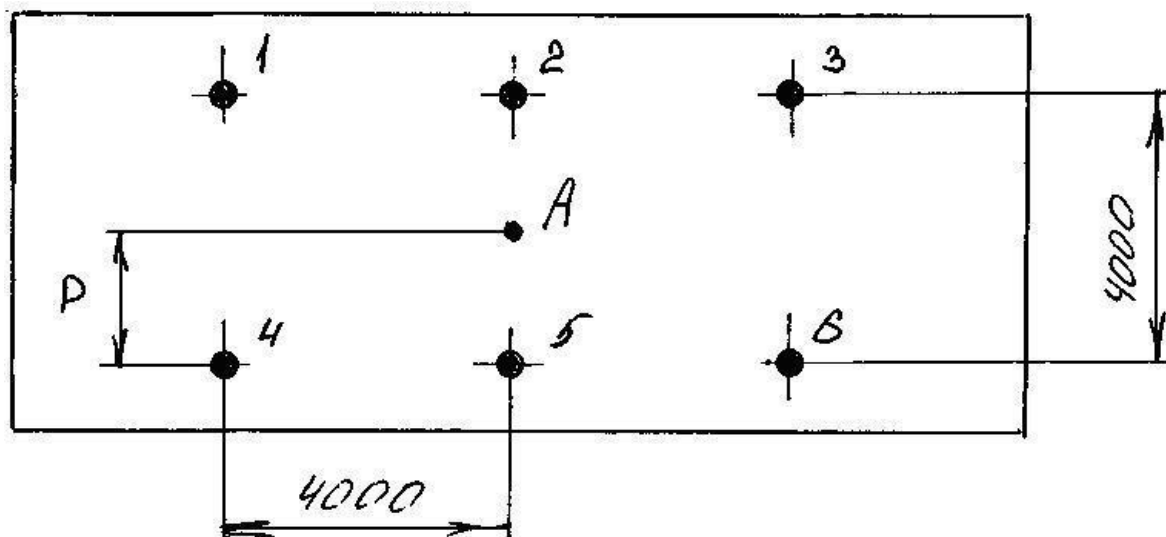


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників Розрахуємо освітленість в точці А від світильника 1 (аналогічна

освітленість створюватиметься світильниками 3, 4, 6, оскільки точка А знаходиться в центрі прямокутника, утвореного світильниками).

Відстань від розрахункової точки А до проекції осі світильника, d , м, визначимо за формулою:

$$d = \sqrt{a^2 + p^2}, \quad (4.1)$$

$$d = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4.5 \text{ м.}$$

Тангенс кута падіння світлового променя в точку А від світильника 1, визначимо за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_n}, \quad (4.2)$$

де H_n – висота підвісу світильників, м.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4,5}{4,5} = 1,0.$$

Приймаємо кут падіння світлового променя в точку А від світильника, тоді:

$$\cos^3 \alpha = 0,35.$$

Приймаємо відповідно до [18, табл. 7.3] сила світла умовної лампи у напрямі кута $\alpha = 45^\circ$ складає 133 кд.

Визначимо освітленість горизонтальної поверхні, e_z , лк, за формулою:

$$e_r = \frac{J_a \cos^3 \alpha}{H_n^2} \quad (4.3)$$

де J_a – сила світла лампи у напрямі кута, кд.

$$e_z = \frac{133 \cdot 0,35}{0,45^2} = 2,3 \text{ лк.}$$

Розрахунок освітленості від дії світильників 2 і 5 проводиться аналогічно викладеному і дає наступні результати: $d = 2 \text{ м}$ $\cos^3 \alpha = 0,75$.

Приймаємо $J_a = 144$ кд, $e_z = 5,3$ лк.

Сумарна умовна освітленість в точці А від дії всіх світильників, $\sum e_z$, лк, визначимо за формулою:

$$\sum e_z = e_{1z} + e_{2z} + e_{3z} + e_{4z} + e_{5z} + e_{6z}, \quad (4.4)$$

$$\sum e_z = 2,3 \cdot 4 + 5,3 = 19,8 \text{ лк.}$$

Визначимо реальну освітленість горизонтальної поверхні в точці, що перевіряється, E_z , лк, за формулою:

$$E_z = \frac{\Phi \cdot \mu \cdot \sum e_z}{1000k}$$

де Φ – світловий потік лампи, лм;

k – коефіцієнт запасу $k = 1,3$ згідно [18, табл. 7.3].

μ – коефіцієнт додаткової освітленості, що враховує видалення світильників і віддзеркалення світла.

Значення коефіцієнта μ коливається від 1,0 до 1,3. Для виробничих приміщень автотранспортних підприємств приймаємо $\mu = 1,1$.

Тоді:

$$E_z = \frac{4500 \cdot 1,1 \cdot 19,8}{1000 \cdot 1,3} = 75 \text{ лк.}$$

Збільшення освітленості від додаткових ламп на 75 лк дає можливість виконувати роботи IV розряду зорових робіт.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок річного обсягу робіт

Нормативні трудомісткості при розрахунках коректуються з урахуванням роботи автомобілів.

Трудомісткість $ЗМО$, $t_{ЗМО}$, люд.год.:

$$t_{цo} = t_{цo.n} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (5.1)$$

де $t_{цo.n}$ – нормативна трудомісткість, $t_{цo.n} = 30$ чол.год [4];

$K_2 \cdot K_5$ – коефіцієнти корегування.

$$t_{цo} = 0,30 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 0,345 \text{ люд.} - \text{год}.$$

$ТО-1$, t_1 , люд.-год.:

$$t_1 = t_{1n} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (5.2)$$

$$t_1 = 3,4 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 3,91 \text{ люд.} - \text{год}.$$

$ТО-2$, t_2 , люд.-год.:

$$t_2 = t_{2n} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (5.3)$$

$$t_2 = 13,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 15,87 \text{ люд.} - \text{год}.$$

Трудомісткість $ПР$, $t_{ПР}$, люд.-год.:

$$t_{ПР} = t_{mp.n} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (5.4)$$

$$K_4 = (K_{4n} \cdot A_n + K_{4кр} \cdot A_{кр}) / A_{сп}, \quad (5.5)$$

$$K_4 = (0,7 \cdot 8 + 1,4 \cdot 45) / 53 = 1,29.$$

$$t_{TP} = 6,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,29 \cdot 1,15 = 9,79 \text{ люд.-год} / 1000 \text{ км.}$$

Обсяг робіт по ΣO , $\Sigma T_{\Sigma MO.p}$, люд.-год, :

$$\begin{aligned} \Sigma T_{\Sigma MO.p} &= \Sigma N_{\Sigma MO.p} \cdot t_{\Sigma MO}, \\ \Sigma T_{\Sigma MO.p} &= 11978 \cdot 0,345 = 4132 \text{ люд.-год}. \end{aligned} \quad (5.6)$$

Обсяг робіт по $TO-1$, ΣT_{1p} , люд.-год, :

$$\begin{aligned} \Sigma T_{1p} &= \Sigma N_{1p} \cdot t_1, \\ \Sigma T_{1p} &= 477 \cdot 3,91 = 1865 \text{ люд.-год}. \end{aligned} \quad (5.7)$$

Обсяг робіт по $TO-2$, ΣT_{2p} , люд.-год, :

$$\begin{aligned} \Sigma T_{2p} &= \Sigma N_{2p} \cdot t_2, \\ \Sigma T_{2p} &= 159 \cdot 15,87 = 2523 \text{ люд.-год}. \end{aligned} \quad (5.8)$$

Обсяг робіт по PP , $\Sigma T_{mp.p}$, люд.-год, :

$$\begin{aligned} \Sigma T_{mp.p} &= L_p \cdot A_{cp} \cdot t_{mp} / 1000, \\ \Sigma T_{mp.p} &= 33909 \cdot 53 \cdot 9,79 / 1000 = 17594 \text{ люд.-год}. \end{aligned} \quad (5.9)$$

Аналогічно розраховуємо показники для автомобілів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Річний обсяг робіт по ΣMO , TO , та PP автомобільного парку

Показники	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520	Всього
<i>Трудовісткість, люд. – год</i>					
<i>ЩО, tЗМО</i>					
<i>ТО – 1, t1</i>	0,344	0,32	1,08	0,65	2,42
<i>ТО – 2, t2</i>	3,91	3,41	7,56	3,65	18,53
<i>ТР, tтр / 1000 км.</i>	15,86	13,2	33,12	12,41	74,6
	9,79	5,89	15,97	10,61	42,25
<i>Технічні дії, люд. – год .</i>					
<i>ЩО, ΣТЗМО.р</i>	4132	5536	4687	3250	17605
<i>ТО – 1, ΣТ1р</i>	1865	4305	4959	2478	13607
<i>ТО – 2, ΣТ2р</i>	2523	3989	6094	6438	19044
<i>ТР, ΣТтр.р</i>	17594	20400	34845	24565	97404
<i>Річний обсяг по самообслуговуванню підприємства, Тсам, люд. – год .</i>	17334				

Обсяг робіт щодо самообслуговування підприємства приймаємо як відсоток відношення від сумарної трудовісткості.

Роботи щодо самообслуговування підприємства, $T_{сам}$, люд. – год, приймаємо рівним 11,74% від загального річного об'єму робіт по $ТО$ і $ТР$:

$$T_{сам} = (\Sigma T_{щО.г} + \Sigma T_{1р} + \Sigma T_{2р} + \Sigma T_{тр.р}) \cdot (11,74 / 100), \quad (5.10)$$

де $\Sigma T_{щО.р}$; $\Sigma T_{1р}$; $\Sigma T_{2р}$, $\Sigma T_{тр.р}$ – сумарні річні обсяги технічних дій всього підприємства, люд. – год .

$$T_{сам} = (17605 + 13607 + 19044 + 97404) \cdot (11,74 / 100) = 17335 \text{ люд. – год.}$$

ВИСНОВОК

Вузли систем управління та гідравліки є одними з найбільш навантажених елементів автомобіля, які піддаються значним динамічним впливам та впливають на безпеку руху.

Ці вузли складаються зі складних механізмів і деталей, що потребують значних затрат високопродуктивної та професійної праці під час їх обслуговування і ремонту.

На основі розробленого технологічного процесу ремонту елементів систем управління та гідравліки виникла необхідність доповнити процес таким обладнанням:

- стендом для тестування рульових механізмів;
- стендом для розбирання і складання гідропідсилювача керма;
- стендом для ремонту вузлів гідравлічних систем автомобіля.

Використання цього обладнання дозволяє автоматизувати найважчі операції, що виконуються персоналом, і сприяє підвищенню якості продукції. Це також дає змогу продовжити термін служби відремонтованих вузлів і механізмів, а також зменшити потребу в дорогих запчастинах для ремонту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Випуск автомобілей по країнам СНД з 1993р. по 1998р. // "Автомобільна промисловість". - 1998. -№ 4. - с. 3.
2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
3. Чернета О.Г. Основи технологічного виробництва при виготовленні та ремонту автомобілів / О.Г. Чернета, О.М. Коробочка, О.О. Сасов // – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 196 с.
4. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів. ДЕРЖАВГОТРАНСНДІГТРОЕКТ Міністерство транспорту України, Київ 2001. – 33 с.
5. Технологічне обладнання для ремонту автомобілів / О.М. Коробочка, О.Г. Чернета, Р.Г. Волощук. – Кам'янське: ДДТУ. – 2017. – 215 с.
6. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
7. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» № 2464-17 поточна редакція від 11.10.2017, підстава 2148-19/ [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.
8. Податковий кодекс України від 02.12.2010 р. № 2755-VI (зі змінами та доповненнями, поточна редакція від 10.09.2017 р., підстава 2146 - 19)/ [Електронний ресурс]/Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.
9. Кузнецов Е. С, Воронов В.П., Болдин А.П. и др. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов.3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1991 -413 с.
10. Закон України «Про охорону праці». – Харків:Вид-во «ФОРТ», 2003.- 32с.
11. ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування і забудови населених пунктів».

12. ДБН В.2.5.28 – 2016 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.

13. ДНАОП 0.00-1.28-97 Правила охорони праці на автомобільному транспорті.

14. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

15. Ажмегов В.Ф. Дослідження систем підресорювання автомобіля з урахуванням умов експлуатації і впливу його коливань на швидкість руху: Автореф. дис. канд. техн. наук. -КАДИ, 1982. - 18 с.

16. Ажмегов В.Ф., Ковальов Ю.Л., Чернов Л.Б., Гокк О.В. До питання оцінки якості підвіски автомобіля на підставі системного підходу // Автомобільна промисловість, № 8, 1977. - С. 14-16.

17. Акопян Р.А. Пневматичне підресорювання автотранспортних засобів // Львів: Вища школа, вид-во при Львівському університеті, 1979. - 218 с.

18. Рябов І.М. Підвищення експлуатаційних властивостей АТЗ на основі синтеза амортизаторів, пневмогідрравлічних ресор и коліс з покращеними властивостями. Дис.докт. техн. наук. - Вінниця – 1999. - 401 с.

19. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.