

Допущено до захисту
 “ ____ ” _____ 2024 р.
 Зав. кафедри К.Т.Н., доцент
 (науковий ступінь, вчене звання)
 _____ А.В. Войтік
 (підпис) (ініціали, прізвище)

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 _____ Рябченку Володимирі Миколайовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проектування виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства для технічного обслуговування та поточного ремонту коробки передач КрАЗ-6510»

керівник роботи _____ д.т.н., професор Дідур В.В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від **“14” листопада 2023 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:

– 00

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Дідур В.В., професор		

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)**Рябченко В.М.**
(прізвище та ініціали)Керівник роботи _____
(підпис)**Дідур В.В.**
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Рябченко В.М. «Проектування виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства для технічного обслуговування та поточного ремонту коробки передач КрАЗ-6510» (Дипломна робота, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 82 сторінках, у т.ч. 5 розділів, 13 рисунків, 13 таблиць, 25 джерело літератури).

Метою роботи стало дослідження амортизаторів автомобіля КамАЗ-6520 на основі частоти коливання для покращення їх роботи та оптимізації технічного обслуговування систем рульового керування.

У першому розділі розглянуто загальну характеристику автогосподарства, проведено розрахунок виробничої програми та аналіз матеріально-технічної бази підрозділу підприємства, що забезпечує ремонт і обслуговування транспортних засобів.

Другий розділ присвячений розробці технологічного процесу поточного ремонту коробки передач автомобіля КрАЗ-6510. Виконано розрахунок необхідного технологічного обладнання для ремонту, перевірочні розрахунки вузлів вибраного обладнання та технологічне планування агрегатної дільниці.

У третьому розділі описано стендове обладнання для діагностики та ремонту коробок передач автомобіля КрАЗ-6510. Проведено розрахунок елементів стенду для тестування коробок передач.

Запропоновано заходи з охорони праці, включаючи розрахунок штучного освітлення та категорію вибухонебезпеки приміщення агрегатної дільниці автогосподарства. Розроблено техніко-економічну ефективність проєкту.

Основними результатами роботи стали: розробка процесу діагностики та обслуговування рульового керування КамАЗ-6520, дослідження частотних характеристик амортизаторів, удосконалення технологічних процесів для підвищення ефективності технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Ключові слова: рульове керування, технічне обслуговування, амортизатор, частота коливання, ремонт, діагностика, автогосподарство.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Огляд автомобілів на контрольно-технічному пункті (КТП).....	8
1.2 Змінне обслуговування.....	8
1.3 Діагностування рухомого складу.....	9
1.4 Поточний ремонт автомобілів.....	9
1.5 Основні характеристики рухомого складу АТГ.....	10
1.6. Характеристика організації технологічного процесу ремонту автомобілів КРАЗ 11	11
1.7. Розрахунок виробничої програми заводу.....	13
1.8. Обґрунтування вибору теми, мети та задачі магістерської роботи	16
2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.1 Баланс потужності модернізованого автомобіля для 1-ї передачі.	17
2.2 Прохідність модернізованого автомобіля при русі покриволінійній траєкторії на поверхні, що деформується.....	19
2.3 Критерії оцінки ефективності криволінійного руху КМ.	21
2.4 Порівняння тягових можливостей модернізованого і звичайного автомобіля... ..	22
3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	25
3.1 Обґрунтування організаційно-аналітичних рішень	25
3.1.1 Розробка технологічного процесу поточного ремонту коробки передач автомобіля КрАЗ-6510	25
3.1.2 Технологічний процес розбирання коробки передач автомобіля КрАЗ-6510	40
3.1.3 Розрахунок кількості необхідного технологічного обладнання.....	41
3.2 Розробка конструкторських рішень.....	44
3.2.1 Стенд для випробування масляних насосів	44
3.2.2 Стенд для випробування коробки передач	48
3.2.3 Розрахунок пневмоцилиндра переміщення задньої бабці з гальмівним гидронасосом.	49
3.2.4 Розрахунок клиноременної передачі	50
3.3 Розробка проектних рішень.....	54
3.3.1 Організаційна структура технічної служби АТП.....	54
3.3.2 Організація виробничого процесу поточного ремонту автомобілів	55
3.3.3 Обґрунтування і вибір форми організації виробничого процесу поточного ремонті коробок передач	56
3.3.4 Організація процесів поточного ремонту автомобілів	59

4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
4.1 Нормативно - правова база з охорони праці в галузі.....	60
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	60
4.3 Засоби індивідуального захисту працівників.....	63
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	66
5.1 Розрахунок кількості ремонтних робітників і фонду їх заробітної плати	66
5.2 Визначення необхідного обсягу інвестицій для реконструкції агрегатної ділянки	68
5.3 Розрахунок калькуляції собівартості ремонту коробок передач.....	69
5.4 Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту	72
5.5 Розрахунок критеріїв ефективності інвестиційного проекту	75
ВИСНОВКИ	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє ключову роль у транспортному комплексі країни. Щорічно автомобільний транспорт перевозить близько 80% вантажів, а транспортом загального користування користується більше 75% пасажирів.

Зростання автомобільного транспорту в Україні зумовлює необхідність значного розширення бази технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на автотранспортних підприємствах. Такі підприємства мають бути оснащені сучасним технологічним обладнанням та новітніми технологічними процесами, що дозволяють знизити трудомісткість та підвищити якість технічного обслуговування і ремонту.

Однією з найважливіших проблем автомобільного транспорту є підвищення експлуатаційної надійності автомобілів. Ця проблема вирішується двома шляхами: з одного боку, автомобільна промисловість випускає надійніші автомобілі, а з іншого - удосконалюються методи ремонту та експлуатації автомобілів.

Використання сучасного обладнання значно спрощує і прискорює багато технологічних процесів, але потребує від обслуговуючого персоналу певних знань і навичок: знання будови автомобілів, основних процесів технічного обслуговування і ремонту, уміння користуватися сучасними контрольно-вимірювальними приладами, інструментами і пристосуваннями.

Чітка організація технічного обслуговування і поточного ремонту, своєчасне виявлення і усунення несправностей в агрегатах і системах автомобіля дозволяє підвищити довговічність рухомого складу, збільшити терміни міжремонтних пробігів, підвищити продуктивність автомобіля, що, в кінцевому підсумку, значно підвищує рентабельність автотранспортних засобів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд автомобілів на контрольно-технічному пункті (КТП)

Огляд рухомого складу перед виїздом на лінію та після повернення в АТГ здійснюється на контрольно-технічному пункті (КТП)[1]. КТП має чотири проїзди, два з яких обладнані оглядовими канавами, де проводиться експрес-контроль технічного стану автомобілів.

На рисунку 1.1 схематично позначені основні технологічні транспортні потоки в автогосподарстві.

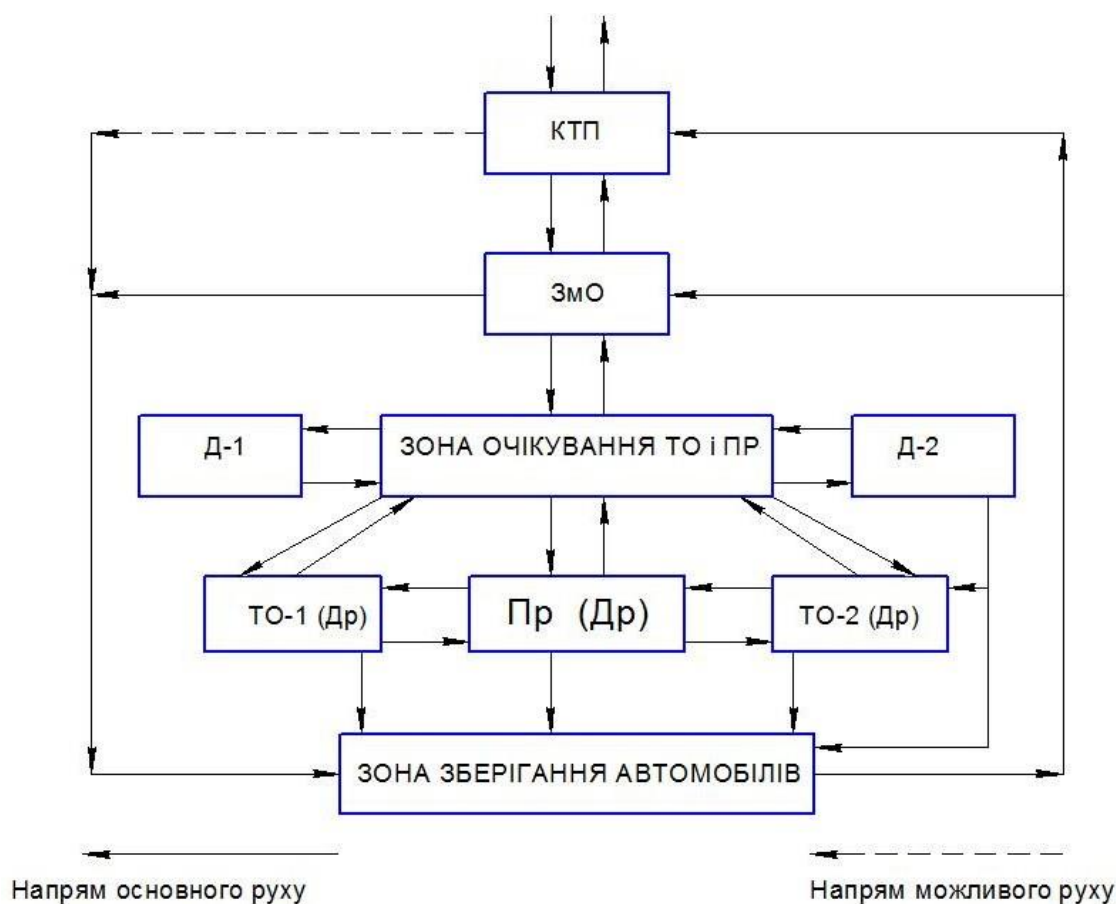


Рисунок 1.1 - Основні технологічні транспортні потоки по АТГ.

1.2 Змінне обслуговування

Прибирання та миття виконуються на п'яти тупикових постах за допомогою шлангів. Стічні води після миття очищуються на очисних спорудах. Миття автомобілів проводиться на відкритому повітрі шланговим методом, що порушує технологічні та санітарні норми. Очисні споруди обладнані для механізованого видалення осаду, але вони не працюють. Спеціальний пост для санітарної обробки автомобілів, які перевозять харчові продукти, відсутній.

1.3 Діагностування рухомого складу

На даний момент в АТГ немає спеціалізованих постів діагностики. Перевірка вмісту СО у відпрацьованих газах автомобілів здійснюється на підставі договору зі спеціалізованим підприємством ТОВ «Ютас». ТО-1 та ТО-2 виконуються у профілакторіях виробничих корпусів №1 та №2, які обладнані кран-балками відповідної вантажопідйомності. Проте, через недостатнє оснащення постів обладнанням, їх використання для технічного обслуговування є малоефективним.

1.4 Поточний ремонт автомобілів

Постові роботи з поточного ремонту автомобілів виконуються в профілакторіях №1 і №2 та в зоні поточного ремонту (ПР) на п'ятнадцяти тупикових постах, деякі з яких обладнані оглядовими канавами. Частина робіт виконується на відкритих майданчиках. Ремонт проводиться частково за агрегатно-вузловим методом. Зона ПР не забезпечує повну потребу підрозділу у ремонті автомобілів, крім того, там порушуються правила охорони праці, технологічні та санітарні норми. Зони П обладнані наступним чином:

- Ремонт вузлів і агрегатів здійснюється на ділянках у виробничих корпусах, в окремих приміщеннях, які не пов'язані загальним технологічним процесом ремонту автомобілів.
- Механічна ділянка недостатньо оснащена верстатним устаткуванням; токарно-гвинторізальні верстати застаріли та перебувають у технічно несправному стані.
- Столярна ділянка має недостатнє оснащення деревообробним устаткуванням для ремонту і виготовлення кузовів.
- Шпалерна ділянка недостатньо оснащена технологічним устаткуванням.
- Агрегатна і моторна ділянки розташовані в головному виробничому корпусі та недостатньо оснащені стендовим устаткуванням.
- Виробнича ділянка ремонту гальмівних систем автомобілів і електротехнічна ділянка знаходяться у профілакторії №2. Карбюраторна ділянка недостатньо оснащена технологічним устаткуванням. Обладнання в

боксі для ремонту паливної апаратури дизельних автомобілів морально застаріло.

— Дільниця вулканізації відсутня.

1.5 Основні характеристики рухомого складу АТГ

В таблиці 1.1 наведено технічні характеристики рухомого складу

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика рухомого складу

п/п	Характеристика	Марка автомобіля				
			ЗІЛ-130	КрАЗ-6510	КамАЗ-5320	МАЗ-6501А5
1	Кількість автомобілів	A _c	30	110	50	10
2	Побіг до капремонту, тис. км.		300	200	300	200
3	Вантажопід'ємність, т	--	5,0	13,5	8,0	21,0
4	Довжина, м	A	6,67	8,3	7,40	7,55
5	Ширина, м	B	2,50	2,5	2,50	2,55
6	Висота, м	C	2,31	2,8	2,91	3,10
7	Кількість вісей	--	2	3	3	3
8	Кількість коліс	--	6	10	10	10
9	Розмір шин, мм	--	260/508	320/508	280/508	320/508
10	Габаритна площа, м ²	--	16,7	20,75	18,5	19,25
11	Загальна маса, т	--	4,30	24,9	6,80	33,5
12	Потужність двигуна, к.с.	--	150	240	210	330
13	Витрати палива на 100 км	--	27	37	32	25,3
14	Ємність бака,	--	170	165	300	400

1.6. Характеристика організації технологічного процесу ремонту автомобілів КРАЗ

Кожне підприємство та кожна марка автомобіля мають власну детальну схему технологічного процесу капітального ремонту, але вона обов'язково враховує основні принципи організації, викладені у класичній технології. Відступ від цих принципів може знизити ефективність виробничого процесу, проте іноді це необхідно через реальні умови конкретного заводу.

Розглянемо процес капітального ремонту автомобіля КРАЗ, який здійснюється в головному корпусі заводу. Процес починається з приймання автомобіля в ремонт, що здійснюється представником авторемонтного підприємства згідно з вимогами ТУ-38 України 36-92, термін дії якого продовжено до 01.01.2003 року. Після приймання автомобіля або агрегату оформляється приймально-здавальний акт у двох екземплярах: один залишається на підприємстві, інший видається замовникові. Прийняті автомобілі і агрегати надходять на склад ремонтного фонду або безпосередньо на ремонт. Перед зберіганням з автомобілів знімаються акумуляторні батареї та електрообладнання. Приймання в ремонт та зберігання ремонтного фонду і готової продукції здійснюється на складі, розташованому на окремому майданчику за 600 метрів від головного корпусу.

На ділянці зовнішнього миття автомобілі доставляються своїм ходом або транспортуються тягачем, а агрегати – внутрішньозаводським транспортом. На цій ділянці масло зливається з картерів агрегатів у спеціальні ємності. Для миття використовуються спеціальні мийні машини АТБ-114 і АЛЕ-6803, а також інші ванни, установки барабанного типу для миття дрібних деталей і метизів. Як мийні розчини застосовуються МП-51, лабомид-101, лабомид-203, МС-6 і МС-8. Розчини подаються під тиском до 0,4 МПа при температурі 70-75 °С. Транспортування автомобілів у зоні мийної машини здійснюється кран-балкою на спеціальних підставках або візках. Миття зовнішніх поверхонь автомобіля перед розбиранням виконується за допомогою шлангу під тиском 0,4 МПа при температурі 60-70 °С. Після зняття платформи автомобіль піддається повторному шланговому миттю і

випаровуванню масла з картерів агрегатів. Після розбирання автомобіль і його агрегати знежирюються, миються і очищаються, а потім направляються на ділянку дефектації та сортування за допомогою підлогового конвеєра.

Основна мета дефектації – визначити технічний стан деталей і розсортувати їх на відповідні групи: придатні, непридатні і ті, що потребують ремонту. Дефектація проводиться згідно з технічними умовами, затвердженими вищою організацією. Контрольно-дефектувальні роботи виконуються на спеціальних постах у дефектувальному відділенні та на спеціалізованих ділянках за відповідними ознаками (кабіни, кузови, вузли і прилади системи живлення, електрообладнання, вузли гальмівної системи). За допомогою зовнішнього огляду перевіряється наявність тріщин, вм'ятин, викривлень та інших видимих дефектів, а за допомогою жорсткого і універсального вимірювального інструменту визначаються розміри і форми деталей. Спеціальні прилади, що проектуються та виготовляються на АРЗ, використовуються для контролю взаємного положення елементів деталей, визначення прихованих дефектів, перевірки герметичності, пружності, властивостей і характеристик деталей. Придатні деталі направляються у відділення комплектування, непридатні – в утиль, а ті, що потребують відновлення, – на ділянку ремонту деталей.

Для відновлення деталей на ремонтному заводі організовані відповідні пости та ділянки. При капітальному ремонті автомобілів повторно можуть використовуватися до 70% відновлених деталей, а трудомісткість відновлення становить 45-55% від загальної трудомісткості капітального ремонту. Аналіз номенклатури відновлюваних деталей показує, що основні причини дефектів – зношення та руйнівні дії. Завод має достатню кількість способів для відновлення майже будь-якої зношеної або пошкодженої деталі. На ділянках відновлення виконуються механічні, слюсарно-механічні, ковальські, термічні, зварювальні, наплавлювальні і гальванічні роботи, а також виготовлення гумотехнічних деталей і прокладок.

Для збірки деталі подаються комплектами, а комплектування здійснюється у відділеннях комплектування. Від правильної організації цього

процесу залежить якість продукції, що випускається складальними ділянками. Роботи з комплектування включають накопичення, сортування і зберігання деталей, підбір деталей для збірки відповідно до ТУ без додаткової підгонки, а також комплектування деталей по номенклатурі і кількості відповідно до агрегатів. Збірка двигунів і автомобілів проводиться на потокових лініях і спеціалізованих постах.

При збірці автомобіля та двигуна виконуються основні операції: підготовчі, підйомно-транспортні, настановні, складальні (з'єднання деталей), регулювальні, контрольні та заправні. Рухомі і нерухомі з'єднання підрозділяються на роз'ємні (болтові, гвинтові) і нероз'ємні (зварювальні, клепані). Рухомі з'єднання виконуються з різними зазорами.

Зібрані агрегати заправляються маслом та іншими рідинами і піддаються випробуванню та приробленню. Під час випробувань перевіряється якість збірки та знімаються робочі характеристики агрегатів. Кожен відремонтований автомобіль піддається випробуванню пробігом, під час якого перевіряється робота всіх агрегатів та систем автомобіля, а також проводяться необхідні регулювання. Виявлені дефекти усуваються, після чого автомобіль фарбується і здається ОТК. Прийнятий автомобіль зберігається на складі готової продукції. Замовник отримує відремонтований автомобіль після огляду та перевірки його без розбирання агрегатів, при цьому оформляється приймально-здавальний акт. Разом з автомобілем замовник отримує паспорт встановленої форми.

1.7. Розрахунок виробничої програми заводу

Річна виробнича програма виробничих ділянок залежить від річної виробничої програми авторемонтного заводу. Величина річної виробничої програми визначається на основі аналізу виробничих потужностей і потреби в ремонті підприємств народного господарства. Програма заводу, що включає номенклатуру та кількість ремонтів автомобілів і товарних агрегатів, формується відповідно до цих показників:

повнокомплектні автомобілі

Автомобіль-самоскид КРАЗ-256 Би

- 400 шт;

Автомобіль загального призначення КРАЗ-6510	- 30 шт;
Автомобіль – сідельний тягач КРАЗ – 258	- 20 шт;
Автомобіль високої прохідності КРАЗ – 260	- 50 шт.

Товарні агрегати:

Двигуни ЯМЗ-238	- 100 шт;
Коробки передач	- 400 шт;
Роздаточні коробки	- 500 шт
Передні мости	- 300 шт
Задні мости	-300 шт.

Якщо виробнича програма заводу складається з ремонту автомобілів і агрегатів різних моделей і модифікацій, то за відсутності трудомісткості кожної моделі і для спрощення розрахунків його виробничу програму приводимо по трудомісткості до однієї моделі що приймається за основну. Приведену виробничу програму, N_{np} , шт, визначимо по формулі

$$N_{np} = N + N_1 \cdot K_{m1} + N_2 \cdot K_{m2} + \dots N_n \cdot N_{mn} \quad (1.1)$$

де N – річна виробнича програма капітального ремонту автомобілів основної моделі, шт;

N_1, N_2, N_n – річні виробничі програми різних моделей, шт;

K_{m1}, K_{m2}, K_{mn} – коефіцієнти приведення по трудомісткості виробничої програми капітального ремонту автомобілів до виробничої програми капітального ремонту основної моделі.

У тих випадках, коли завданням на проектування передбачений капітальний ремонт повнокомплектних автомобілів і товарних агрегатів, виробничу програму авторемонтного підприємства приводимо по трудомісткості до виробничої програми повнокомплектних автомобілів.

Приведена програма, N_{np} , шт, повнокомплектних автомобілів визначуваний по формулі

$$N_{np} = N + N_a \cdot K_a \quad (1.2)$$

де N – річна виробнича програма капітального ремонту основної моделі, шт;

N_a – річна виробнича програма капітального ремонту товарних агрегатів, шт;

H_o – коефіцієнт приведення по трудомісткості виробничої програми капітального ремонту товарних агрегатів до виробничої програми капітального ремонту повнокомплектних автомобілів.

Для визначення приведеної річної виробничої програми, $N_{пр}$, шт, авторемонтного заводу, призначеного для капітального ремонту повнокомплектних автомобілів різних моделей і товарних агрегатів, формула за визначенням $N_{пр}$, шт, може бути представлена у такому вигляді:

$$N_{пр} = N + N_n \cdot K_{мп} + N_a \cdot K_a. \quad (1.3)$$

Приймаємо за основну модель автомобіль КРАЗ-6510, тоді згідно виробничої програми, приведеної нижче, приймаємо $N=400$ автомобілів КРАЗ- 265 Би, $N_1 = 30$ автомобілів КРАЗ-257 Би; $N_2=20$ автомобілів КРАЗ – 258 Би; $N_3=50$ автомобілів КРАЗ 260.

Відповідні значення коефіцієнтів приведення K_{mn} , приймаємо згідно [І. Таблиця 7]і аналізу трудомісткості ремонту моделей автомобілів за заводськими даними:

$$K_{m1}=1,1 ; K_{m2}=1,2 ; K_{m3}=1,4.$$

Аналогічно приймаємо для капітального ремонту агрегатів, згідно виробничій програмі:

$N_{a1}=100$ двигунів І комплектності; $N_{a2}= 400$ коробок передач; $N_{a3}=500$ роздаточних коробок; $N_{a4}= 300$ передніх мостів; $N_{a5}= 300$ задніх мостів.

Відповідні значення коефіцієнтів приведення R_a , приймаємо згідно [І. таблиця 8]і аналізу трудомісткості за заводськими даними $K_{a1}=0,24$; $K_{a2}=0,08$; $K_{a3}=0,07$; $K_{a4}=0,045$; $K_{a5}=0,065$.

Тоді формула для визначення, $N_{пр}$, шт, набирає вигляду:

$$\begin{aligned} N_{пр} &= N + N_1 K_{m1} + N_2 K_{m2} + N_3 K_{m3} + N_{a1} \cdot K_{a1} + \\ &+ N_{a2} \cdot K_{a2} + N_{a3} \cdot K_{a3} + N_{a4} \cdot K_{a4} + N_{a5} \cdot K_{a5}; \\ N_{пр} &= 400 + 30 \cdot 1,1 + 20 \cdot 1,2 + 50 \cdot 1,4 + 100 \cdot 0,24 + 400 \cdot 0,08 + \\ &+ 500 \cdot 0,07 + 300 \cdot 0,45 + 300 \cdot 0,065 = 651 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Отримані дані розрахунку виробничої програми заводу приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Річна приведена програма авторемонтного заводу

Найменування продукції і модель	Кількість виробів	Коефіцієнт приведення		Приведена кількість виробів
		<i>Км.</i>	<i>Но</i>	
1	2	3	4	5
Автомобілі	500			
КРАЗ-6510 (самоскид)	400	1		400
КРАЗ-257 (платформа)	30	1,1		33
КРАЗ-258 (сідельний тягач)	20	1,2		24
КРАЗ-260 (автомобіль високої прохідності)	50	1,4		70
Агрегати	1600			
Двигун ЯМЗ-238 I комплект	100		0,24	24
Коробка передач	900		0,08	32
Роздаточна коробка	500		0,07	35
Передній міст	300		0,045	13,5
Задній міст	2000		0,065	19,5
Приведена кількість виробів по заводу	651			

1.8. Обґрунтування вибору теми, мети та задачі магістерської роботи

Одним із ключових елементів автомобіля є коробка передач. У магістерській роботі розглядається проблема недостатньої експлуатаційної надійності коробки передач автобуса КРАЗ-6510. Завдяки запропонованим рішенням можна зменшити кількість поломок, що позитивно вплине на такі показники, як плавність ходу, паливну економічність та експлуатаційну швидкість.

Основними завданнями роботи є:

- Глибоке вивчення конструкції коробки передач, визначення причин поломок та несправностей її вузлів.
- Пошук оптимального підходу до ремонту деталей вузлів коробки передач. Визначення економічної та технічної доцільності ремонту окремих деталей та їх післяремонтного ресурсу.
- Пропозиція варіантів підвищення експлуатаційної надійності коробки передач.
- Розробка проєкту агрегатної дільниці, визначення її економічної доцільності та ремонтоспроможності.

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Баланс потужності модернізованого автомобіля для 1-ї передачі.

$$N_k = N_{ev} \cdot \eta_t, \quad (2.1)$$

де N_k – потужність на колесах автомобіля, кВт; N_{ev} – потужність двигуна із зовнішньої швидкісної характеристики, кВт.

$$\frac{N}{\psi} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot V}{3,6 \cdot 10^3}, \quad (2.2)$$

$$N_{нов} = \frac{K_n \cdot F \cdot V^3}{3,6^3 \cdot 10^3}. \quad (2.3)$$

де N_ψ і $N_{нов}$ – затрати потужності на подолання опору дороги і повітря, кВт.

$\eta_t = 0,83$; $G_a = 15372$ Н; $\psi = 0,025$; $K_n = 0,35$; $F = 1,8 \text{ м}^2$. Отримані значення зводимо у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Значення потужності при певній швидкості автомобіля

V	1,21	2,32	3,43	4,55	5,66	6,77	7,88	8,99
N_{ev}	8,13	17,114	27,236	37,44	43,451	49,478	52	51,48

$$1) N_k^1 = 8,13 \cdot 0,83 = 6,748 \text{ кВт}; \quad N_k^2 = 17,114 \cdot 0,83 = 14,205 \text{ кВт};$$

$$N_k^3 = 27,236 \cdot 0,83 = 22,606 \text{ кВт}; \quad N_k^4 = 37,44 \cdot 0,83 = 31,075 \text{ кВт};$$

$$N_k^5 = 43,451 \cdot 0,83 = 36,043 \text{ кВт}; \quad N_k^6 = 49,478 \cdot 0,83 = 41,067 \text{ кВт};$$

$$N_k^7 = 52 \cdot 0,83 = 43,16 \text{ кВт}; \quad N_k^8 = 51,48 \cdot 0,83 = 42,728 \text{ кВт}.$$

$$2) N_\psi^1 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 1,21}{3,6 \cdot 10^3} = 0,129 \text{ кВт}; \quad N_\psi^2 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 2,32}{3,6 \cdot 10^3} = 0,248 \text{ кВт};$$

$$N_\psi^3 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 3,43}{3,6 \cdot 10^3} = 0,366 \text{ кВт}; \quad N_\psi^4 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 4,55}{3,6 \cdot 10^3} = 0,486 \text{ кВт};$$

$$N_\psi^5 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 5,66}{3,6 \cdot 10^3} = 0,604 \text{ кВт}; \quad N_\psi^6 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 6,77}{3,6 \cdot 10^3} = 0,723 \text{ кВт};$$

$$N_\psi^7 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 7,88}{3,6 \cdot 10^3} = 0,841 \text{ кВт}; \quad N_\psi^8 = \frac{15372 \cdot 0,025 \cdot 8,99}{3,6 \cdot 10^3} = 0,96 \text{ кВт}.$$

$$\begin{aligned}
3) \quad N_{нов}^1 &= \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 1,21^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 0,024 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^2 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 2,32^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 0,169 \text{ Вт}; \\
N_{нов}^3 &= \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 3,43^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 0,545 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^4 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 4,55^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 1,272 \text{ Вт}; \\
N_{нов}^5 &= \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 5,66^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 2,448 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^6 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 6,77^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 4,19 \text{ Вт}; \\
N_{нов}^7 &= \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 7,88^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 6,607 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^8 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 8,99^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 9,811 \text{ Вт}.
\end{aligned}$$

Проведемо аналогічні розрахунки для звичайного автомобіля, отримані значення зводимо у табл. 2.2.

$$\eta_t = 0,85; \quad G_a = 15205,5 \text{ Н}; \quad \psi = 0,025; \quad K_n = 0,35; \quad F = 1,8 \text{ м}^2;$$

Таблиця 2.2

Значення потужності при певній швидкості автомобіля

V	5,7	10,2	14,69	19,2	23,7	28,2	32,7	37,2
N_{ev}	9,3	17,9	27,0	36,0	44,2	50,9	55,8	58,0

$$\begin{aligned}
1) \quad N_k^1 &= 9,3 \cdot 0,85 = 7,91 \text{ кВт}; \quad N_k^2 = 17,9 \cdot 0,85 = 15,2 \text{ кВт}; \\
N_k^3 &= 27,0 \cdot 0,85 = 22,9 \text{ кВт}; \quad N_k^4 = 36,0 \cdot 0,85 = 30,6 \text{ кВт}; \\
N_k^5 &= 44,2 \cdot 0,85 = 37,6 \text{ кВт}; \quad N_k^6 = 50,9 \cdot 0,85 = 43,3 \text{ кВт}; \\
N_k^7 &= 55,8 \cdot 0,85 = 47,4 \text{ кВт}; \quad N_k^8 = 58,0 \cdot 0,85 = 49,3 \text{ кВт}. \\
2) \quad N_\psi^1 &= \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 5,7}{3,6 \cdot 10^3} = 0,6 \text{ кВт}; \quad N_\psi^2 = \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 10,2}{3,6 \cdot 10^3} = 1,07 \text{ кВт}; \\
N_\psi^3 &= \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 14,69}{3,6 \cdot 10^3} = 1,55 \text{ кВт}; \quad N_\psi^4 = \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 19,2}{3,6 \cdot 10^3} = 2,0 \text{ кВт}; \\
N_\psi^5 &= \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 23,7}{3,6 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ кВт}; \quad N_\psi^6 = \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 28,2}{3,6 \cdot 10^3} = 2,97 \text{ кВт}; \\
N_\psi^7 &= \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 32,7}{3,6 \cdot 10^3} = 3,45 \text{ кВт}; \quad N_\psi^8 = \frac{15205,5 \cdot 0,025 \cdot 37,2}{3,6 \cdot 10^3} = 3,93 \text{ кВт}. \\
3) \quad N_{нов}^1 &= \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 5,7^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^2 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 10,2^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 14,3 \text{ Вт}; \\
N_{нов}^3 &= \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 14,69^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 42,8 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^4 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 19,2^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 95,6 \text{ Вт};
\end{aligned}$$

$$N_{нов}^5 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 23,7^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 179,8 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^6 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 28,2^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 302,8 \text{ Вт};$$

$$N_{нов}^7 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 32,7^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 472,1 \text{ Вт}; \quad N_{нов}^8 = \frac{0,35 \cdot 1,8 \cdot 37,2^3}{3,6^3 \cdot 10^3} = 695,1 \text{ Вт}.$$

Отже, як бачимо значення суттєво не відрізняються, окрім затрат потужності на подолання опору повітря (так як швидкість серійного автомобіля дещо вища, то відповідно і опір повітря буде вищим)[2].

2.2 Прохідність модернізованого автомобіля при русі по криволінійній траскторії на поверхні, що деформується

При оцінці кінематичних і силових характеристик криволінійного руху пневматичного колеса потрібно враховувати його складне навантаження та зміну характеру руху в порівнянні з прямолінійним [3]. У розрахунках враховано, що автомобільне колесо не рухається в повздовжньому і бічному напрямках щодо кузова.

Рух колеса розглядається у взаємозв'язку з рухом усього автомобіля. Повздовжня сила передається від осі колеса до рами автомобіля, який враховує масу коліс у своїй загальній масі. Поступальна хода колеса розглядається спільно з рухом всього автомобіля. Повздовжня сила передається від осі колеса до рами автомобіля, маса якого включає масу коліс.

Потужнісний баланс колеса запишемо в наступному вигляді:

$$M_k \omega_k = P_{xk} \omega_k r_k + P_z f_0 r_k^c \omega_k + P_{xk} (r_k^c - r_k) \omega_k + K \delta_y^2 \omega_k r_k + M_{kj} \omega_k, \quad (2.4)$$

де $M_k \omega_k$ - потужність, що підводиться до привідних коліс, від трансмісії; $P_{xk} \omega_k r_k$ - потужність, витрачена на здійснення корисної роботи; $P_z f_0 r_k^c \omega_k$ - втрати на опір коченню від радіальної деформації шини у вільному режимі; $P_{xk} (r_k^c - r_k) \omega_k$ - втрати на опір коченню від тангенціальних деформацій і ковзання в плямі контакту в повздовжньому напрямі; $K \delta_y^2 \omega_k r_k$ - втрати обумовлені бічним відведенням; $M_{kj} \omega_k$ - втрати на розгін, [13].

При оцінці кінематичних і силових параметрів криволінійного руху пневматичного колеса по ґрунту, що деформується, необхідно враховувати деформованість в трьох напрямках як самого колеса так і ґрунту. На відміну від

деформованості пневмоколеса, деформованість ґрунту в нормальному, тангенціальному і бічному напрямках необхідно розглядати у взаємозв'язку. Розрахункова схема представлена на рис. 2.2.

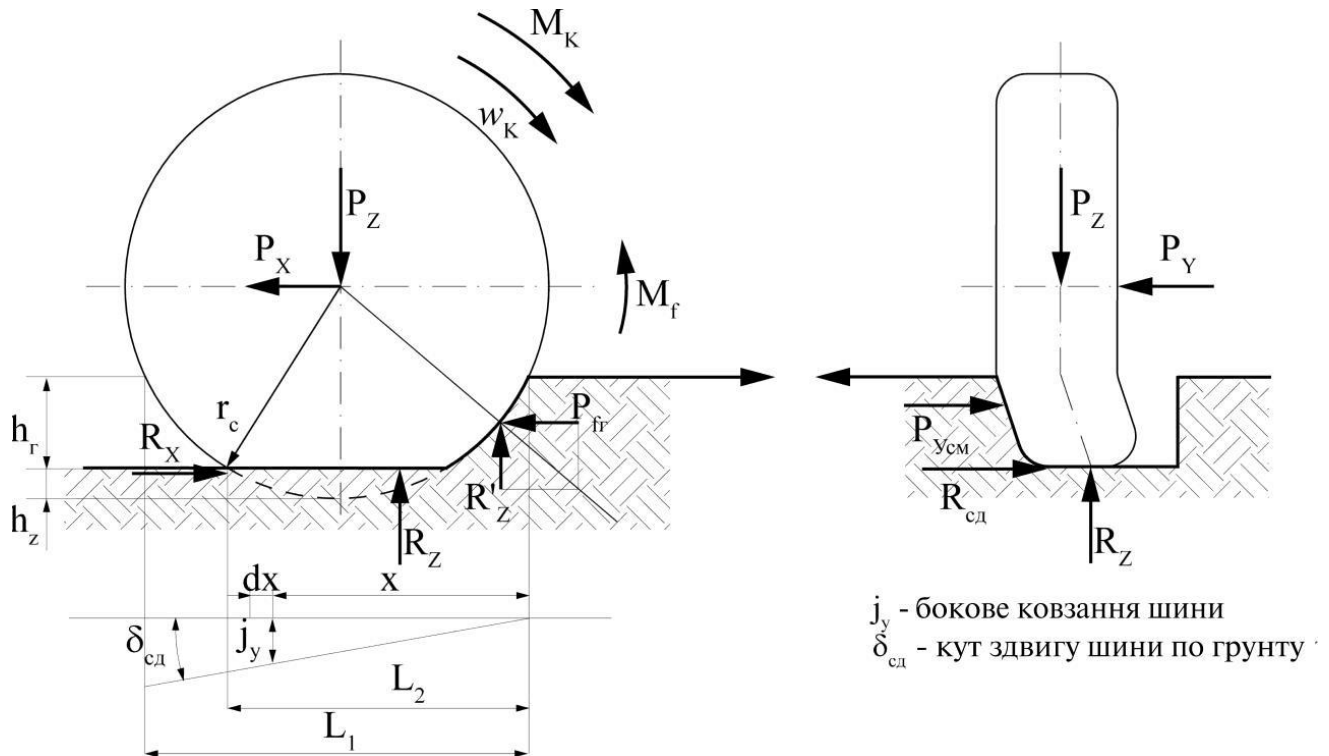


Рис. 2.1. Схема сил, які діють на колесо

Загальна сила опору коченню P_f колеса при повороті на м'якому ґрунті визначається як сума сил: ковзання (буксування) колеса P_{fs} ; опору ґрунту коченню P_{fr} ; опору шини коченню P_{fu} ; тертя в бічному напрямі $P_{f_{y_{mp}}}$; опору бічному відведенню шини $P_{f_{y_{u}}}$; зім'яттю ґрунту бічної стінки колії $P_{f_{y_{cm}}}$; витраченої на додаткове збільшення глибини колії за рахунок бічної сили $P_{f_{y_{\Delta h}}}$.

Таким чином загальний момент опору коченню колеса по криволінійній траєкторії на ґрунті, що деформується M_f :

$$M_f = (P_{fs} + P_{fr} + P_{fu} + P_{f_{y_{mp}}} + P_{f_{y_{u}}} + P_{f_{y_{cm}}} + P_{f_{y_{\Delta h}}}) \cdot r_k^c \quad (5.5)$$

де r_k^c - радіус чистого кочення.

Всі розрахункові залежності за визначенням вищенаведених складових ґрунтуються на результатах теоретичних і експериментальних розробок Д.А. Антонова, Я.С. Агейкина, А.С. Літвінова і Я.Е. Фаробіна.

2.3 Критерії оцінки ефективності криволінійного руху КМ.

В якості критеріїв оцінки статичної поворотливості вибрані: момент опору повороту M_C і потужність, що підводиться до колісного рушія N_{II} . Як єдиний критерій конструктивної досконалості КМ береться коефіцієнт питомої енергії K_N , що витрачається на одиницю кутової швидкості її повороту: $K_N = \frac{N_{II}}{\omega_z \cdot G_a}$.

Показано, що якщо в залежність для K_N ввести коефіцієнт $\psi_{II} = \frac{P_k}{G_a}$, де P_k - сила тяги на привідних колесах; G_a - вага КМ., то при одному і тому ж радіусі повороту для різних транспортних засобів можна оцінювати ефективність повороту по ψ_{II} : $K_N = \psi_{II} \cdot R_{II}$.

Проведемо деякі аналогії між двома автомобілями.

а) для розрахованого автомобіля ψ_{II} :

$$\psi_{II1} = \frac{P_{k1}}{G_a} = \frac{20028}{15670} = 1,27; \psi_{II2} = \frac{P_{k2}}{G_a} = \frac{22010}{15670} = 1,4; \psi_{II3} = \frac{P_{k3}}{G_a} = \frac{23683}{15670} = 1,51; \psi_{II4} = \frac{P_{k4}}{G_a} = \frac{24612}{15670} = 1,57;$$

$$\psi_{II5} = \frac{P_{k5}}{G_a} = \frac{22940}{15670} = 1,46; \psi_{II6} = \frac{P_{k6}}{G_a} = \frac{21845}{15670} = 1,39; \psi_{II7} = \frac{P_{k7}}{G_a} = \frac{19780}{15670} = 1,26; \psi_{II8} = \frac{P_{k8}}{G_a} = \frac{17096}{15670} = 1,09.$$

б) для серійного автомобіля ψ_{II} :

$$\psi_{II1} = \frac{P_{k1}}{G_a} = \frac{4350}{15500} = 0,28; \psi_{II2} = \frac{P_{k2}}{G_a} = \frac{4772}{15500} = 0,31; \psi_{II3} = \frac{P_{k3}}{G_a} = \frac{5193}{15500} = 0,34; \psi_{II4} = \frac{P_{k4}}{G_a} = \frac{5605}{15500} = 0,36;$$

$$\psi_{II5} = \frac{P_{k5}}{G_a} = \frac{5467}{15500} = 0,35; \psi_{II6} = \frac{P_{k6}}{G_a} = \frac{5296}{15500} = 0,34; \psi_{II7} = \frac{P_{k7}}{G_a} = \frac{5121}{15500} = 0,33; \psi_{II8} = \frac{P_{k8}}{G_a} = \frac{4776}{15500} = 0,31.$$

Знайдемо значення ефективності повороту:

а) розрахований автомобіль:

$$K_{N1} = \psi_{II1} \cdot R_{II} = 1,27 \cdot 25 = 31,75 м; K_{N2} = 1,4 \cdot 25 = 35 м; K_{N3} = 1,51 \cdot 25 = 37,75 м; \\ K_{N4} = 1,57 \cdot 25 = 39,25 м; K_{N5} = 1,46 \cdot 25 = 36,5 м; K_{N6} = 1,39 \cdot 25 = 34,75 м; \\ K_{N7} = 1,26 \cdot 25 = 31,5 м; K_{N8} = 1,09 \cdot 25 = 27,25 м.$$

б) для серійного автомобіля

$$K_{N1} = \psi_{II1} \cdot R_{II} = 0,28 \cdot 25 = 7 м; K_{N2} = 0,31 \cdot 25 = 7,75 м; K_{N3} = 0,34 \cdot 25 = 8,5 м; \\ K_{N4} = 0,36 \cdot 25 = 9 м; K_{N5} = 0,35 \cdot 25 = 8,75 м; K_{N6} = 0,34 \cdot 25 = 8,5 м; K_{N7} = 0,33 \cdot 25 = 8,25 м; \\ K_{N8} = 0,31 \cdot 25 = 7,75 м.$$

2.4 Порівняння тягових можливостей модернізованого і звичайного автомобіля

Проведемо порівняння тягових можливостей й енергетичних витрат двохосової ПКМ із варіаторами й ПКМ із диференціалом, що само блокується, [1;3;13].

При підйомі ПКМ із варіаторами на граничний кут на дорозі зі стабільними характеристиками сумарний момент на двох провідних мостах у випадку регулювання варіаторів дорівнює $M_{\Sigma 1} = M_{K1} + M_{K2}$.

У тих же умовах при відсутності регулювання варіаторів і введенні тертя в диференціал сумарний момент на двох провідних мостах дорівнює $M_{\Sigma 2} = M_{K2} + M_{K2} = 2M_{K2}$.

При відсутності регулювання варіаторів у диференціалі й відсутності тертя в ньому сумарний момент на двох провідних мостах не буде перевищувати величину $M_{\Sigma 3} = M_{K1} + M_{K1} = 2M_{K1}$.

Відносне збільшення сили тяги ПКМ із варіаторами в порівнянні зі звичайним міжосьовим диференціалом дорівнює

$$\Delta P_{\text{BAP}} = \frac{M_{\Sigma 1} - M_{\Sigma 3}}{M_{\Sigma 3}} = \frac{(M_{K1} + M_{K2}) - 2M_{K1}}{2M_{K1}} = \frac{M_{K2} - M_{K1}}{2M_{K1}}, \quad (2.6)$$

Відносне зменшення сумарного крутного моменту на обох провідних мостах для ПКМ із варіаторами в порівнянні із ПКМ із диференціалом, що самоблокується, дорівнює:

$$\Delta M_{\text{BAP}} = \frac{M_{\Sigma 2} - M_{\Sigma 1}}{M_{\Sigma 2}} = \frac{2M_{K2} - (M_{K1} + M_{K2})}{2M_{K2}} = \frac{M_{K2} - M_{K1}}{2M_{K2}}. \quad (2.7)$$

Помноживши значення крутних моментів на відповідні їм значення кутових швидкостей, одержимо відносне зниження енергетичних витрат при підйомі ПКМ із варіаторами в порівнянні із ПКМ із диференціалом, що само блокується.

$$\Delta N_{\text{АВАР}} = \frac{M_{K2} \cdot \omega_{K2} - M_{K1} \cdot \omega_{K1}}{2M_{K2} \cdot \omega_{K2}}. \quad (2.8)$$

Дані формули корисні при визначенні тягових характеристик автомобіля при русі під певним кутом до горизонту, проходженні поворотів і т.д.

Отже, як бачимо у нас збільшився динамічний фактор, сила тяги на колесах, зменшилась сила опору повітря, але й відповідно знижується швидкість руху рис.2.2

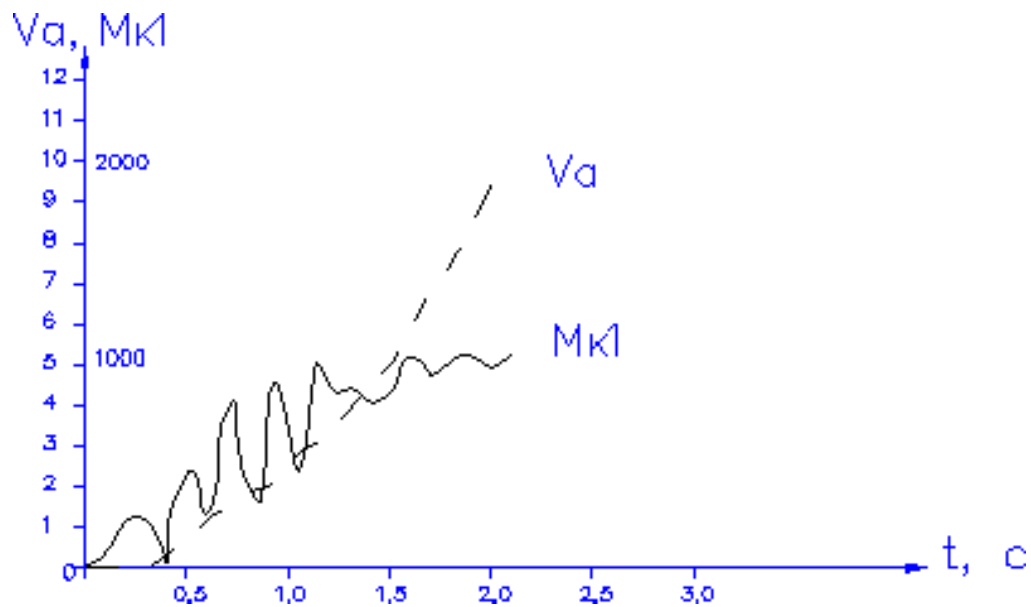


Рисунок 2.2.Залежність швидкості руху транспортного засобу, крутного моменту на передній осі автомобіля від часу.

3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування організаційно-аналітичних рішень

3.1.1 Розробка технологічного процесу поточного ремонту коробки передач автомобіля КрАЗ-6510

У цій роботі ми детально розглянемо конструктивні особливості та технологічний процес поточного ремонту коробки передач, як одного з агрегатів трансмісії[4].

На автомобілі КрАЗ-6510 встановлена коробка передач ЯМЗ-236Н, яка є механічною з нерухомими осями валів і шестернями (за винятком I передачі та заднього ходу).

Картер коробки передач (рисунок 2.1) виготовлений із сірого чавуну і кріпиться до зчеплення болтами. Центрування картера здійснюється за допомогою кришки діаметром 200 мм. З одного боку картера є отвір для перевірки рівня мастила, а знизу – вікно для встановлення кришки з магнітом. Для герметизації цих елементів використовується прокладка. У стінках картера є отвори для підшипників та кріплення кришок під підшипники [2].

У коробці передач встановлено три вали: ведучий, ведений та проміжний. Привідний вал виготовлений із сталі 15ХГН2ТА. Він має привідну шестерню, вінець для включення 4 передачі та синхронізатор. Вал обертається на двох підшипниках: передній підшипник встановлений у гнізді колінвалу двигуна, а задній – у гнізді, виконаному у передній стінці коробки. Вал утримується від переміщення в картері стопорним кільцем. Задній підшипник напресований на привідний вал і утримується гайкою. На шліцьовому кінці привідного валу розташовані диски зчеплення, які передають крутний момент від двигуна на коробку передач. Задня частина валу служить опорою для кришки задніх підшипників валу. Для запобігання витoku мастила привідний вал ущільнений сальником.

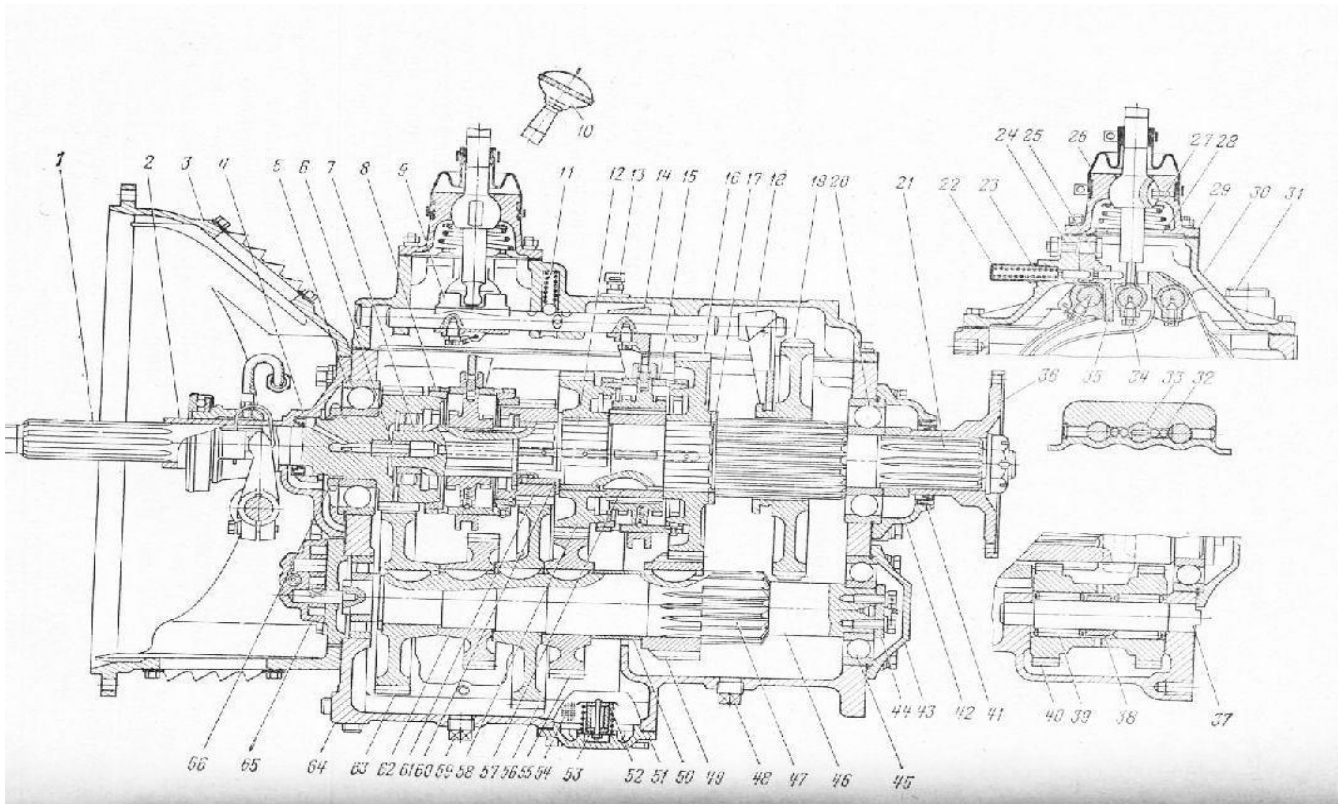


Рисунок 3.1 - Коробка передач ЯМЗ-236Н:

1 - привідний вал; 2 - кришка ведучого валу; 3 - картер; 4 - ущільнення; 5 - підшипник; 6 - трубка масловідвідна; 7 - передній підшипник; 8 - синхронізатор IV і V передач; 9 – металічна вилка; 10 - рукоять важеля; 11 - пружина; 12 - втулка III передачі; 13 - сапун; 14 - вилка переключення II і III передач; 15 - синхронізатор II і III передач; 16 - шестерня II передачі; 17 - кільце; 18 - вилка переключення I передачі та заднього ходу; 19 - шестерня I передачі та задньої передачі; 20 - задній підшипник; 21 - вал ведений; 22 - стакан пружини; 23 – пружина; 24 - вісь; 25 - штифт; 26 - ковпак; 27 - фіксатор; 28 - пружина; 29 - опора; 30 - кришка; 31 - пробка; 32 - кулька; 33 - штифт; 34 - гвинт; 35 - поводок; 36 - фланець; 37 - вісь; 38 - втулка; 39 – підшипник голчастий; 40 - блок шестерень; 41 - сальник; 42 - кришка; 43 - кришка проміжного валу; 44 - шайба; 45 - підшипник валу; 46 - вал; 47 - шестерня; 48 - пробка; 49 - шестерня II передачі; 50 - втулка; 51 - кришка; 52 - кільце магніту; 53 - магніт; 54 - сітка; 55 - шестерня III передачі; 56 - шестерня V передачі; 57 - шліцьова втулка; 58 - шестерня III передачі; 59 – пробка маслосливна; 60 - втулка шестерні V передачі; 61 - шестерня V передачі; 62 - шестерня відбору потужності; 63 - шестерня проміжного валу; 64 - картер; 65 - насос; 66 - гайка.

У торці привідного валу є виточка для підшипника веденого валу та просвердлені канали для подачі мастила. Щоб запобігти витіканню мастила між торцями привідного та веденого валів, встановлена трубка. Ведений вал розташований співісно з привідним валом у коробці передач і обертається на

двох підшипниках. Шарикопідшипник утримується від зміщення стопорним кільцем. Ведений вал виготовлений зі сталі 15ХГН2ТА. На ньому з боку роликотпідшипника є отвір для подачі мастила до втулок шестерень II, III та V передач.

На задньому шліцьовому кінці веденого валу встановлений фланець для кріплення основного проміжного карданного валу. Між торцем фланця та підшипником розташована розпiрна втулка. Гайка кріплення фланця фіксується опуклою пружинною шайбою та шплінтом. Роликотпідшипник встановлений на шийці валу діаметром $40 \pm 0,008$ мм і утримується від осьового переміщення стопорним кільцем.

На веденому валу знаходяться косозубі шестерні, які постійно зачеплені з шестернями проміжного валу. Шестерні переміщуються по шліцах на валу. Вони виготовлені зі сталі 15ХГН2ТА. Між шестернями II і III передач встановлений синхронізатор, а синхронізатор IV і V передач розміщений на шийці валу.

Шестерня встановлена на шийці веденого валу з обмеженим переміщенням уздовж осі валу. На іншу шийку валу напресована втулка шестерні III передачі, яка фіксується буртиком втулки, спеціальною шайбою та фігурною шпонкою. Шайба загартовується. Проміжок між шайбою та шестернею забезпечує вільне обертання шестерні.

Проміжний вал обертається на двох підшипниках: передньому та задньому. Передній підшипник встановлений на шийці проміжного валу та фіксується стопорним кільцем. Задній підшипник розташований на шийці валу і утримується стопорним кільцем. Навантаження сприймаються кільцем підшипника. На проміжному валу встановлені шість шестерень, які фіксуються на валу шпонками, що запобігають їх провертання.

Між вінцями каретки розташовані шпильки.

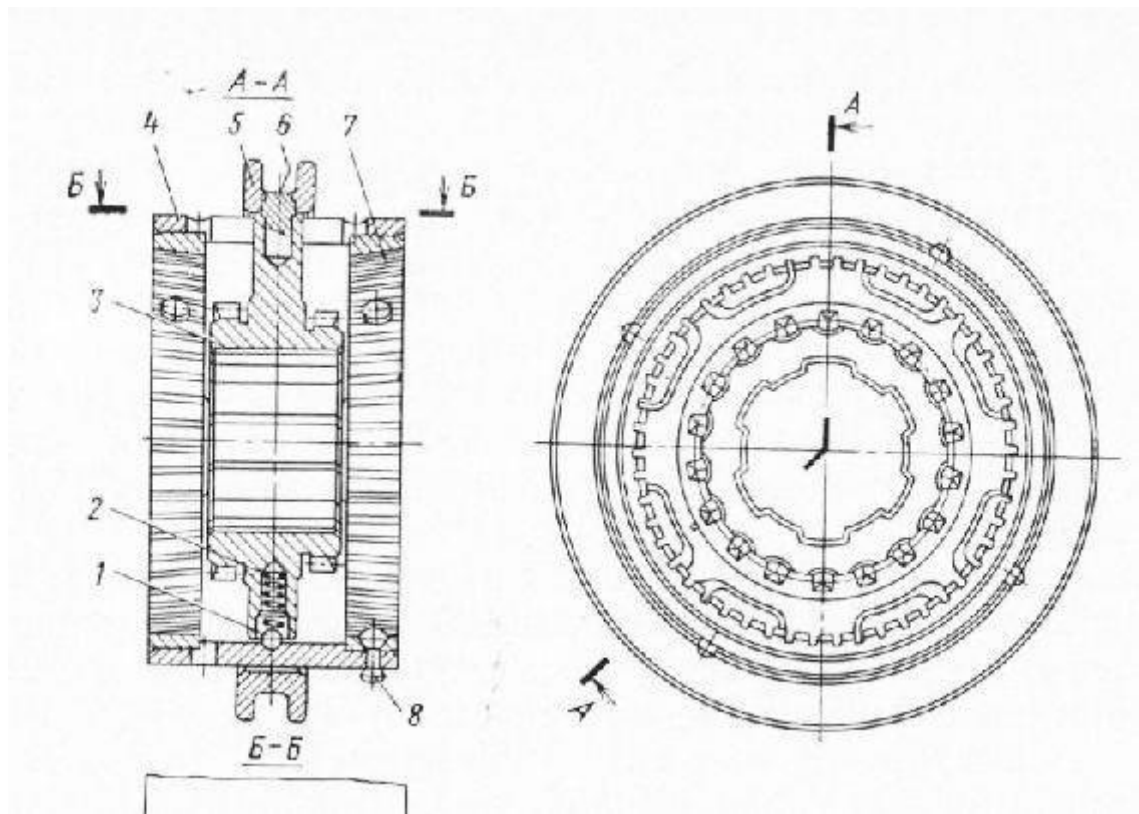


Рисунок 3.2 – Синхронізатор для IV і V передач : 1 - шарик фіксатора; 2 - пружина; 3 - каретка; 4 - обойма кілець; 5-муфта; 6 - штифт; 7 - кільця; 8 - заклепка; 9 - шпилька; 10 - фігурний паз.

При вмиканні передачі каретка переміщується з нейтрального положення до шестерні. Разом з кареткою рухається обойма з бронзовими кільцями. Під дією тертя починається процес вирівнювання кутових швидкостей. Коли швидкості обертання шестерні та вторинного валу вирівнюються і ковзання припиняється, сила інерції зникає, і шпильки виходять з поглиблень пазів обойми. Каретка долає опір кулькових фіксаторів і входить зубчастим вінцем у зачеплення з вінцем шестерні. Якщо проти зуба каретки не утвориться западина вінця шестерні, а зуб, шестерня трохи обернеться, і вінець увійде у зачеплення з вінцем шестерні.

Для забезпечення належної роботи синхронізаторів потрібно повністю вимикати зчеплення. Неповне вимикання зчеплення може пошкодити механізм синхронізатора.

Механізм перемикання швидкостей розташований у кришці коробки передач. Під час перемикання швидкостей каретки синхронізаторів і шестерні пересуваються вилками, які фіксуються настановчими гвинтами. Для запобігання одночасного включення декількох передач використовується

блокуючий пристрій, що складається зі сталевих кульок і штифта. При переміщенні одного зі штоків кульки витісняються, натискають на штифт і входять у канавку штока. Одночасно штифт переміщує інші кульки, які входять у канавку, блокуючи штоки.

Для запобігання випадковому включенню першої передачі і заднього ходу є запобіжний пристрій, що складається з циліндричних штифтів, пружини і склянки. Щоб увімкнути першу передачу, потрібно прикласти зусилля для стискання пружини.

Важіль перемикавання швидкостей встановлений в опорі, яка закріплена шпильками з гайками. Між опорою та кришкою розміщена прокладка. У проріз головки важеля перемикавання швидкостей входить штифт.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд масляної помпи.

До конічної опори кульову головку важеля притискає одна пружина. Це кріплення дає можливість важелю гойдатися в різних напрямках.

Змащування деталей коробки передач відбувається шляхом розбризкування. Під тиском від масляного насоса (рисунок 3.3) змащуються підшипники шестерень V, III і II передач. Мастило надходить до насоса з картера коробки через забірник.

Сітка збірника масла (рисунок 3.5) затримує частинки, а магніт уловлює металеві частки. Через канал мастило надходить до насоса, розташованого на торці картера. Від насоса мастило через канали потрапляє в основний канал,

звідки прямує до підшипників ковзання та шестерень.

Мастило, що просочується, використовується для змащування переднього роликopідшипника вторинного валу. Інші деталі коробки передач змащуються мастилом, яке розбризкується зубами шестерень обертових валів. На бічній стінці картера є лоток, у який мастило потрапляє при обертанні шестерень.

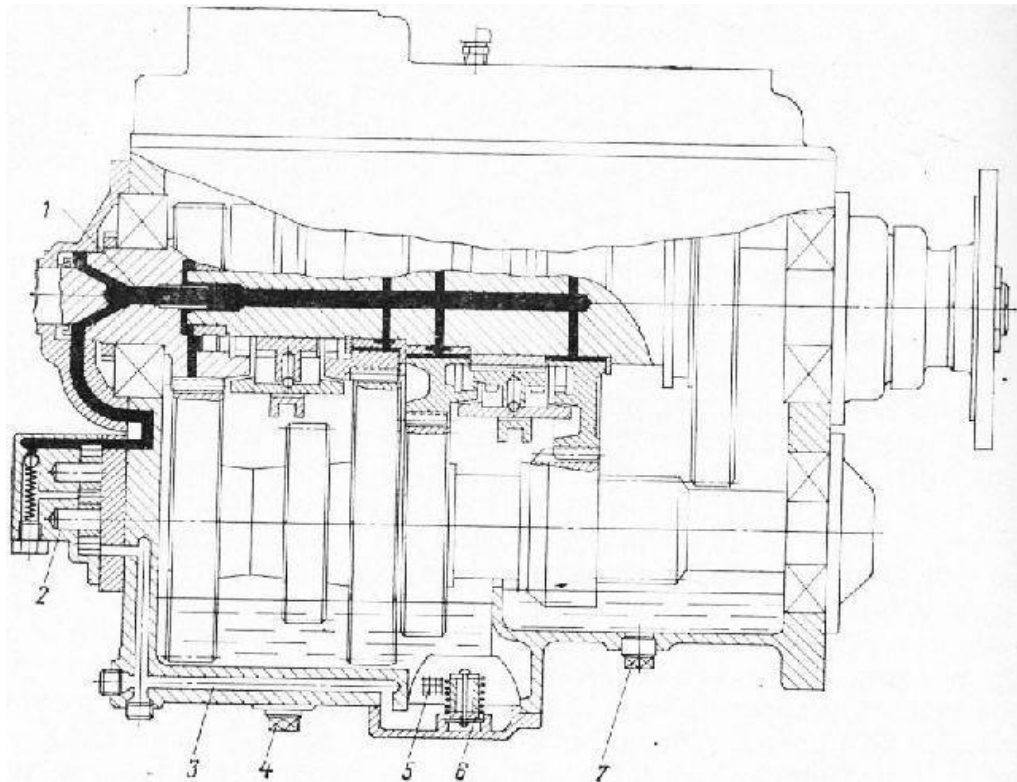


Рисунок 3.5 - Схема мащення коробки передач : 1 - канал маслопідводний; 2 - насос; 3 - масловсмоктуючий канал; 4 і 7 - пробки отворів зливу мастила; 5 - сітка; 6 – магніт.

Масляний насос коробки передач (рисунок 2.4) закріплений до картера болтами. Корпус насоса виготовлений з сірого чавуну. Привідна шестерня напресована на вал. Перед цим у поглиблення вкладається кулька діаметром 4 мм, яка виконує роль шпонки.

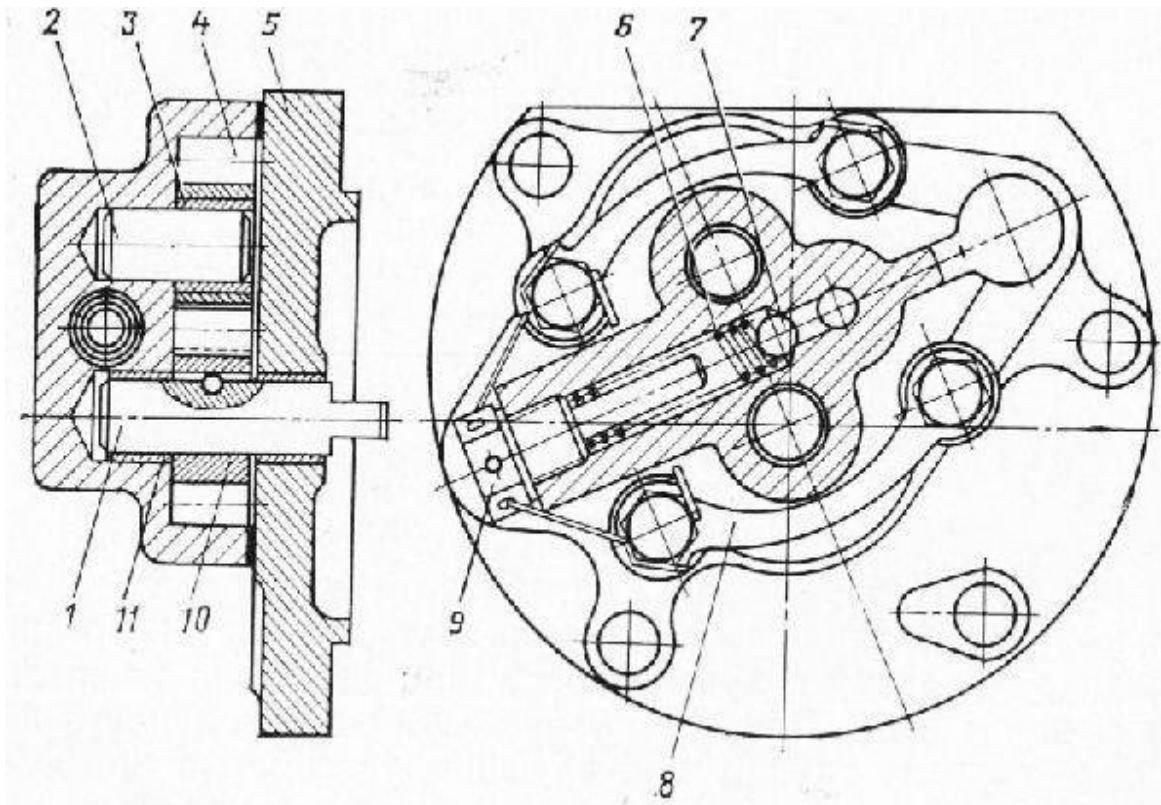


Рисунок 3.4 - Насос коробки швидкостей масляний: 1 - валик; 2 - вісь; 3 - втулка; 4 - шестерня; 6 – пружина; 7 - кулька; 8 - планка; 9 - пробка; 10 - привідна шестерня; 11 – втулка.

Валик привідної шестерні обертається у втулках, а ведена шестерня помпи обертається на осі. Підвищення тиску мастила в корпусі контролюється перепускним клапаном. Коли тиск мастила в нагнітальному каналі досягає $0,7-0,9 \text{ кгс/см}^2$, мастило відтягує кульку і перетікає у всмоктуючу порожнину. Між корпусом і основою насоса встановлена картонна прокладка товщиною $0,3 \pm 0,03 \text{ мм}$, яка забезпечує потрібний проміжок між шестернею і корпусом. На кришці картера розміщений сапун.

Техпроцес розбирання коробки передач автомобіля КраЗ-6510

Під час експлуатації автомобіля технічне обслуговування коробки передач включає регулярний огляд, підтягування з'єднань і своєчасну заміну мастила. Особливу увагу слід приділяти кріпленню коробки передач. При непрацюючому двигуні рівень мастила має співпадати з отвором на лівій стінці коробки передач. Після цього необхідно зняти забірник мастила, очистити та промити магніт і сітку збірника в гасі, а потім повернути їх на місце. При необхідності промивки коробки передач в картер заливають

приблизно 3 літри веретенного мастила, запускають двигун і дають йому попрацювати 7-8 хвилин, після чого промивочне мастило замінюють на свіже.

Технологічний процес поточного ремонту коробки передач автомобіля КрАЗ-6510 включає наступні основні операції:

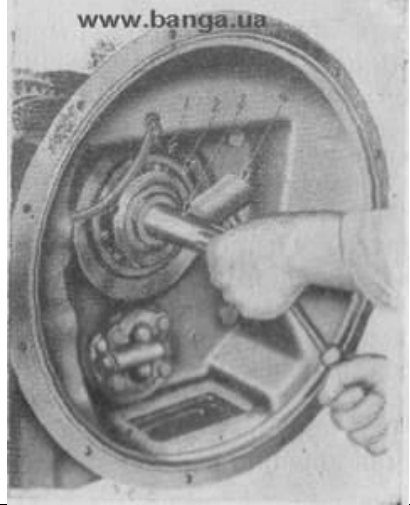
- миття; розбирання-збирання коробки передач загалом, а також її вузлів; дефектація; ремонт, відновлення або заміна деталей та вузлів;
- випробування та обкатка коробки передач в зборі.

Технологічна карта процесу розбирання коробки передач автомобіля КрАЗ-6510 представлена в таблиці 3.1.

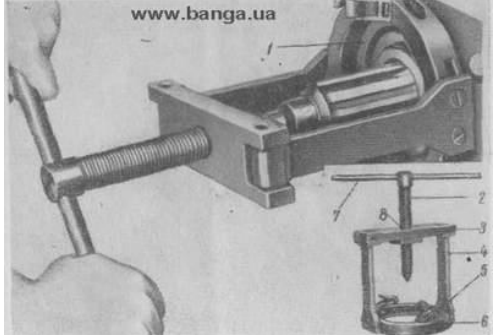
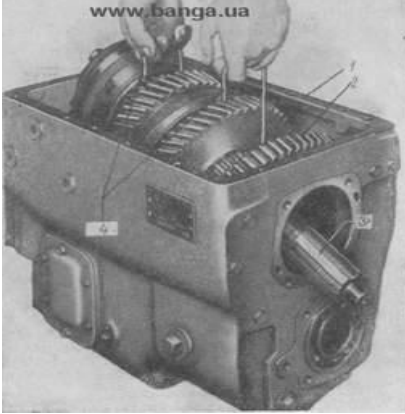
Таблиця 3.1 - Технологічна карта процесу розбирання коробки передач ЯМЗ-236Н автомобіля КрАЗ-6510.

№ операції	№ переходів	Найменування операції та переходів	Спеціальність, розряд	Устаткування, інструмент.	Трудомісткість, люд. год	Технічні умови
І	1	<u>Розбирання КПП</u> Вивернути болти кріплення і зняти балку задньої опори силового агрегату.	IV	Стенд для розбирання коробки передач, знімач для гнізда картера підшипника первинного валу; мідна виколотка; молоток; плоскогубці; викрутка; торцевий ключ 14 мм; гайкові ключі 10, 12, 14, і 32 мм	0,15	Момент затягування 23,5–35 (2,4–3,6) Н·м (кгс·м)
	2	Вивернути болти кріплення і обережно зняти кришку коробки передач, не пошкодивши при цьому прокладки.	IV	Стенд для розбирання коробки передач, набір гайкових ключів.	0,54	Момент затягування 35–49 (3,6–5) Н·м (кгс·м). Перед постановкою різьбову частину змазати герметиком.
	3	Від'єднання пружину виключення зчеплення від муфти і скоби, відвернути шланг для змащення муфти і прив'язати вільний кінець шлангу дротом до одного з отворів картера зчеплення. Зняти муфту вимикання зчеплення з кришки підшипника первинного валу коробки передач.	IV	Стенд для розбирання коробки передач, набір слюсарного інструменту.	0,1	
	4	Відвернути гайку стяжного болта вилки вимикання зчеплення, зняти пружинну шайбу і вийняти стяжний болт. Потім повернути вал вилки на 180° і зрушити вилку по валу так, щоб можна було вийняти сегментну шпонку з канавки на валу. Вибивши сегментну шпо-	IV	Стенд для розбирання коробки передач, м'який вибивач, гайковерт, алюмінієвий молоток.	0,12	

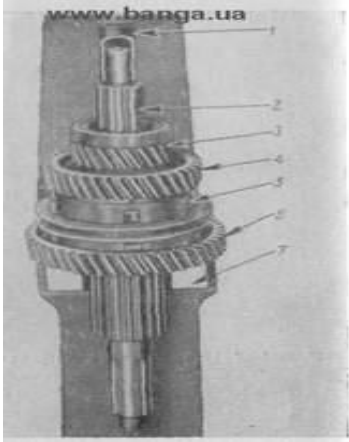
продовження таблиці 3.1

		нку, витягти вал, одночасно знімаючи з валу вилку вимикання зчеплення.				
5		Розшпунтувати і відвернути гайку фланця кріплення кардану до вторинного валу коробки передач. Зняти плоску шайбу і зняти фланець із вторинного валу.	IV	Стенд для розбирання коробки передач, універсальний знімач.	0,1	
6		Розшпунтувати і вивернути болти кріплення кришки підшипника первинного валу, зняти шайби і зняти кришку з первинного валу в зборі з сальником і прокладку кришки.	IV	Стенд для розбирання коробки передач, болтів-знімачів.	1,10	
7		Витягти первинний вал в зборі з підшипником з гнізда в картері коробки передач.	V	Стенд для розбирання коробки передач.	0,10	
8		Вивернути болти кріплення кришки підшипника заднього вторичного валу, зняти пружинні шайби. Легкими ударами відокремити кришку в зборі з сальником від картера коробки передач (при цьому потрібно дотримуватися обережності, щоб не пошкодити прокладку ущільнювача). Зняти прокладку і розпірну втулку.	IV	Стенд для розбирання коробки передач, алюмінієвий молоток.	1,37	Момент затягування 363–422 (36–42)), Н·м (кгс·м).

продовження таблиці 3.1

9	За допомогою спеціального знімача, випресувати задній підшипник вторинного валу, попередньо знявши з нього стопорне кільце.	V	Стенд для розбирання коробки передач, знімач.	0,62	
10	Витягти вторинний вал в зборі з шестернями з картеру коробки передач.	V	Стенд для розбирання коробки передач, дротяні захоплення.	1,50	
11	Відвернути болти кріплення кришки заднього підшипника проміжного валу, зняти пружинні шайби.	IV	Стенд для розбирання коробки передач.	0,53	
12	Розшпунтувати і вивернути болти кріплення напольгливої шайби проміжного валу, зняти напольгливу шайбу. Потім зняти задній підшипник проміжного валу, попередньо знявши з нього стопорне кільце.	V	Стенд для розбирання коробки передач, знімач.	1,9	
13	Витягти проміжний вал з картера коробки передач.	V	Дротяні захоплення	0,16	

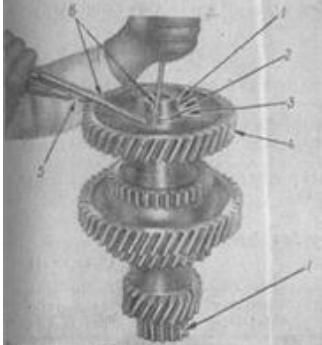
продовження таблиці 3.1

	14	Розшпунтувати і вивернути болти кріплення масляного насоса, зняти пружинні шайби і, легкими ударами алюмінієвого молотка по корпусу насоса, відокремити насос від картера зчеплення. Зняти прокладку насоса.	IV		0,45	Перед постановкою різьбову частину змазати герметиком.
	15	За допомогою спеціального знімача витягти з картера вісь блоку шестерень заднього ходу проміжних, потім вийняти з картеру блок шестерень, підшипники і проміжну втулку.	V	Спеціальний знімач	0,32	
II	1	Розбирання первинного валу Затиснути первинний вал в лещатах, відігнути вусик замкової шайби, відвернути за допомогою спеціального ключа кільцеву гайку і зняти замкову шайбу.	V	Спеціальний ключ, лещата.	0,68	
	2	За допомогою знімача спресувати підшипник	V	Верстат, оправлення	0,17	
III	1	Розбирання вторинного валу Зняти з шліців шестерню I передачі і заднього ходу.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту	0,8	
	2	Зняти з шліців синхронізатор IV та V передач.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту	0,67	

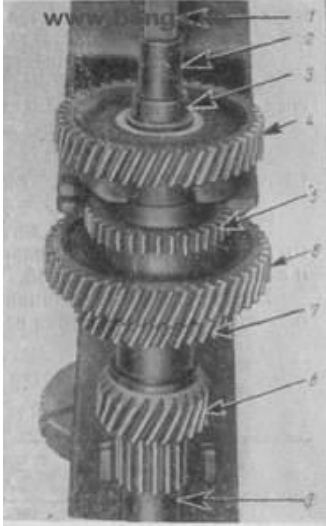
продовження таблиці 3.1

	3	Зняти замкове кільце і наполегливу шайбу шестерні п'ятої передачі.	V	Викрутка, спеціальні гачки.	0,18	
	4	Встановити вторинний вал на прес, натискаючи пресом, спресувати втулки шестерень і шліцеву втулку синхронізатора другої і третьої передач. Зняти з валу шестерню п'ятої передачі, голки підшипника шестерні п'ятої передачі, проміжне кільце підшипника, втулку підшипника шестерні п'ятої передачі, шестерню третьої передачі, голки підшипника шестерні третьої передачі, проміжне кільце підшипника, втулку підшипника шестерні третьої передачі, синхронізатор другої та третьої передач, шліцеву втулку синхронізатора, шестерню другої передачі, голки підшипника шестерні другої передачі, проміжне кільце підшипника і наполегливу шайбу шестерні другої передачі.	V	Дерев'яна прокладка, спеціальна оправка.	2,14	Підкласти під шестерню другій передачі дерев'яні підкладки.
IV		Розбирання механізму перемикавання				
	1	Відвернути гайки шпильок кріплення опори важеля перемикавання, зняти пружинні шайби, зняти опору важеля перемикавання, зняти прокладку опори. Потім витягти з кришки три пружини і три стопорних кульки механізму перемикавання.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту.	0,48	
	2	Затиснути опору з важелем перемикавання в лещатах. Відвернути рукоятку важеля перемикавання. Потім, натискаючи на шайбу,	V	Лещата, набір слюсарного інструменту.	0,16	

продовження таблиці 3.1

	2	стиснути пружину важеля перемикавання передач так, щоб звільнився штифт шайби. Витягнути плоскогубцями штифт шайби, зняти шайбу, пружину важеля, кришку опори і кільце ущільнювача кришки. За допомогою виколотки вибити з опори штифт кріплення важеля перемикавання і зняти важіль.		Лещата, набір слюсарного інструменту, виколотка.		
	3	Відігнути вусики замкової шайби, відвернути ковпачкову гайку, розшпунтувати і відвернути гайку запобіжника включення першої передачі і заднього ходу, вийняти запобіжник, пружину запобіжника, поводиток перемикавання першої передачі і заднього ходу та його вісь.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту.	0,58	
	4	Розшпунтувати і вивернути установлюючі гвинти головок штоку і вилок перемикавання, вийняти заглушки отворів штоку. За допомогою виколотки вибити штоки з кришки, зняти вилки і головки перемикавання, вийняти кульки і штифт замка штоку.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту, виколотка.	0,15	
V	1	Розбирання проміжного валу Зняти шайбу масловідбивача і за допомогою двох викруток зняти замкове кільце	V	Лещата, набір слюсарного інструменту.	0,25	

продовження таблиці 3.1

	2	Встановити проміжний вал на прес. При відсутності преса можна застосовувати універсальний знімач. Спресувати шестерню постійного зачеплення, витягти шпонку шестерні, зняти розпірну втулку. Спресувати шестерню механізму відбору потужності, витягти сегментну шпонку. Спресувати шестерню п'ятої передачі, витягти шпонку шестерні. Спресувати шестерню третьої передачі, витягти сегментну шпонку, зняти розпірну втулку. Спресувати шестерню другій передачі, витягти сегментну шпонку шестерні.	IV	Прес, лещата, універсальний знімач, набір слюсарного інструменту.	1,90	
VI	1	Розбирання масляного насоса За допомогою плоскогубців вийняти провідну шестерню з корпусу масляного насоса в зборі з віссю. Спресувати шестерню з вісі і вийняти сегментну шпонку.	V	Лещата, універсальний знімач, набір слюсарного інструменту.	0,45	
	2	Вийняти ведену шестерню і її вісь з корпусу насоса.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту.	0,19	
	3	Вивернути пробку пружини клапану, витягти з корпусу насоса пружину і кульку клапана.	V	Лещата, набір слюсарного інструменту.	0,14	
	4	Після проведення ремонту провести випробування на стенді.	V	Стенд для випробування масляних насосів СПМ-236У.00	0,48	Перевірка проводиться при навантаженні 0,25% , 0,75% , 110 % - короткочасно.
VII	1	Після проведення ремонту провести випробування на стенді.	V	Стенд для випробування коробок передач КС-02.	0,48	Перевірка ведеться при обертанні первинного валу з частотою 1000, 1500, 3000 хв ⁻¹ .

3.1.2 Технологічний процес розбирання коробки передач автомобіля КрАЗ-6510

Під час постійної експлуатації автомобіля КрАЗ-6510 можуть виникати поломки та несправності головної передачі. Основними ознаками несправності коробки передач є шуми різного тону і характеру (окремі удари, скрегіт, високотональний шум, пульсуючий переривчастий шум, періодичний шум).

Однією з причин несправностей може бути навантаження, що діє на коробку передач, що викликає деформацію підшипників та валів, зменшення попереднього натягу і поява зазорів у підшипниках. Деформація підшипників і порушення їх регулювання призводять до осьового зміщення шестерень, порушення центрування і, як наслідок, підвищеного зносу при роботі. Крім того, забруднення сапуна картера коробки передач або зношення сальників призводять до витoku масла і зниження рівня в картері, що збільшує знос деталей і шумність роботи коробки передач.

Поточний ремонт коробки передач полягає в заміні зношених або пошкоджених деталей, відновленні робочого зазору в зачепленні шестерень, який порушується внаслідок зносу підшипників.

У таблиці 3.2 наведені основні несправності та відмови коробки передач ЯМЗ-236Н.

Таблиця 3.2 - Основні несправності та відмови коробки передач

Несправність	Спосіб усунення
<i>Ускладнене перемикавання передач</i>	
Неповне виключення зчеплення (зчеплення веде)	Див. розділ "Ремонт зчеплення"
Велике число оборотів колінчастого валу двигуна на холостому ходу	Відрегулювати число оборотів колінчастого валу двигуна, встановивши його в межах 450-500 об/хв
Знос конусної поверхні бронзового кільця обойми синхронізатора	Замінити бронзове кільце або синхронізатор
Заїдання штоку вилок перемикавання	Замінити шток або кришку коробки
передача в отворах картеру	передач у зборі

продовження таблиця 3.2

<i>Шум при роботі коробки передач</i>	
Недостатній кількість олія в коробка передач	Залити оливу в картер до кромки контрольного
Знос голчастого підшипника постійно включених шестерень (шум прослуховується на холостому ходу і при включенні шестерні, у якої зношений підшипник)	Замінити шестерню, втулку підшипнику і голки. Перевірити роботу масляного насоса і канали, які підводять мастило до підшипника і насосу.
Знос підшипників первинного і вторинного валів (шум чути при включенні прямої передачі)	Замінити несправні підшипники
Знос зовнішнього шару цементації зубів шестерень (чутний сильний скрегіт при різкому зростанні навантаження)	Замінити зношені шестерні
<i>Виключення передач при русі автомобіля</i>	
Поломка пружин фіксаторів або заїдання фіксаторів внаслідок забруднення отворів під кульки і пружини	Прочистити забруднені отвори або замінити зламані пружини
Знос канавок під фіксатори на штоках вилок перемикачів передач	Замінити штоки
Значний знос вилок перемикачів і обойми синхронізатора	Замінити несправні деталі
Знос голівки наконечника важеля перемикачів і голівок штоків вилок перемикачів	Замінити несправні деталі

3.1.3 Розрахунок кількості необхідного технологічного обладнання

Пости зон технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) оснащуються оглядовими ямами і підйомниками. У зонах ТО і ПР передбачається обладнання 20% постів оглядовими ямами та 40% постів підйомниками. Для вантажних автомобілів співвідношення навпаки.[5]

Поточні лінії ТО оснащуються оглядовими ямами і конвеєрами на всю їхню довжину. Кількість обладнання визначається залежно від ступеня його використання. Якщо обладнання використовується протягом всієї зміни, його кількість визначають за трудомісткістю робіт. У випадку періодичного використання — за табелем обладнання.

Обладнання загального призначення розраховують за числом працівників.

Кількість обладнання дорівнює:

$$M_{об} = \frac{T_{об}}{\Phi_{об}} = \frac{T_{об}}{D_{роб}} \cdot t_{зм} \cdot n \cdot P \cdot \eta_{об}; \quad (3.1)$$

де $T_{об}$ - річна трудомісткість виду робіт, люд.-год.;

$D_{роб}$ - кількість робочих днів роботи обладнання на рік;

$t_{зм}$ - тривалість зміни, год.

n - число змін);

P - кількість робітників, що працюють на виді обладнання;

$\eta_{об}$ - коефіцієнт використання обладнання:

- для мехверстатів - 0,75 - 0,8;
- для горнів - 0,86 - 0,9;
- для печей - 0,6 - 0,75.

Для слюсарно-механічних дільниць трудомісткість розподіляється так:
20% - слюсарні і 80% - верстатні.

Трудомісткість верстатних робіт розподіляється: токарні - 48%;
стругальні - 5%; револьверні - 12%; шліфувальні - 10%; фрезерні - 12%; заточні
- 8%; свердлильні - 5%.

Обладнання розраховується для виробничих дільниць, після чого вибирається його тип і модель. Відомість складається на основі таблиці 3.3, включаючи верстати, ванни, стелажі, стенди, печі, столи, мийні машини та шафи.

Таблиця 3.3. – Технологічне обладнання агрегатної дільниці

№ з/п	Найменування обладнання та організаційного оснащення	Тип, модель	кіль-ть	Габаритні розміри, мм	Площа в плані, м ²	Площа в плані всього, м ²
1	Верстак слюсарний	ОРГ-1468-01-060А	6	1400х600	0,84	5,04
2	Лещата слюсарні	-	-	-	-	-
3	Настільний свердлильний верстат	2М112	2	770×370	0,29	0,58
4	Бункер для утилю	Р 938	1	500×600	0,60	0,60

Продовження таблиця 3.3.

5	Стелаж для інструментів та пристосувань	ОРГ-1468-07-040	4	1500x800	0,60	4,8
6	Стенд для регулювання зчеплення	Р 724	1	580x490	0,28	0,28
7	Стелаж для деталей і вузлів	ОРГ-1468-05-320	3	1400x500	0,70	2,80
8	Стенд для перевірки та обкатки задніх мостів	КИ-12550-01-02-ГОСНИТИ	1	4000x2300	9,2	9,2
9	Прес монтажно-запресовочний гідравлічний 20ТС	2135-1М	1	1464x549	0,80	0,80
10	Стенд для ремонту карданних передач та кермових тяг	Р-223	1	2140 x 1080	2,31	2,31
11	Підставка для агрегатів	ОРГ-1468	1	2000x500	1	1,00
12	Стенд для ремонту КПП	Р 635	1	920x460	0,42	0,42
13	Стенд для ремонту редуктора заднього мосту	Р 640	1	850x650	0,55	0,55
14	Стенд для ремонту передніх та задніх мостів	<u>НР-6809</u> 13	1	2225x2170	4,8	4,8
15	Скриня для чистих обтиральних матеріалів	ОРГ-1468-07-090А	1	500x500	0,50	0,50
16	Стенд для випробування масляних насосів	СПМ-236У.00	1	1250x900	1,125	1,125
17	Стенд для обкатки коробок передач	КС-02	1	4150x1000	4,15	4,15
18	Кран-балка на 2 т	ГОСТ 7890-73	2			
19	Майданчик для агрегатів	-	1	3000x1500	4,50	4,50
20	Скриня для використаних обтиральних матеріалів	-	1	500x500	0,25	0,25
21	Візок для перевезення вузів	Р217	1	760x600	0,50	0,50
22	Візок для зняття (установки) та транспортування гальмівних барабанів передніх та задніх коліс з матчиною	П6.05	1	640x366	0,23	0,23
23	Шафа для приладів та інструменту	ОРГ-1468-07-040	1	1098x732	0,80	0,80
24	Бак для зливу масла з ведучого моста		1	548x292	0,16	0,16
25	Маслороздавальний бак	133М	1	360x500	0,18	0,18
26	Солідолонагнітач пневматичний	ЦКБ.3154М	1	680x690	0,10	0,47
Взагалі:						35,3

3.2 Розробка конструкторських рішень

Розглянувши технологічний процес на ділянці ремонту коробки передач, пропонується для підвищення якості ремонту вузлів коробки передач автомобілів дооснастити ділянку наступним технологічним обладнанням:

- стенд для випробування коробок передач;
- стенд для випробування масляних насосів коробок передач.

Реконструкція передбачає підвищення продуктивності праці завдяки:

1. Виконанню робіт на спеціалізованих постах в межах однієї ділянки.
2. Застосуванню агрегатно-вузлового методу виконання ремонту.
3. Використанню коефіцієнтів завантаження.
4. Використанню операційно-технологічних карт на робочих місцях.

3.2.1 Стенд для випробування масляних насосів

Масляний насос коробки передач автомобіля КрАЗ після ремонту випробовується на стенді, який зображено на рисунку 3.6.[4]

Технічна характеристика стенду:

- Тип: стаціонарний
- Електродвигун: АТ-31-4
- Потужність: $N=0,6$ кВт
- Швидкість обертання випробовуваного насоса: 1100 об/хв
- Теплоносій для підігріву масла: пара, гаряча вода
- Ємність масляного бака: 11 л.

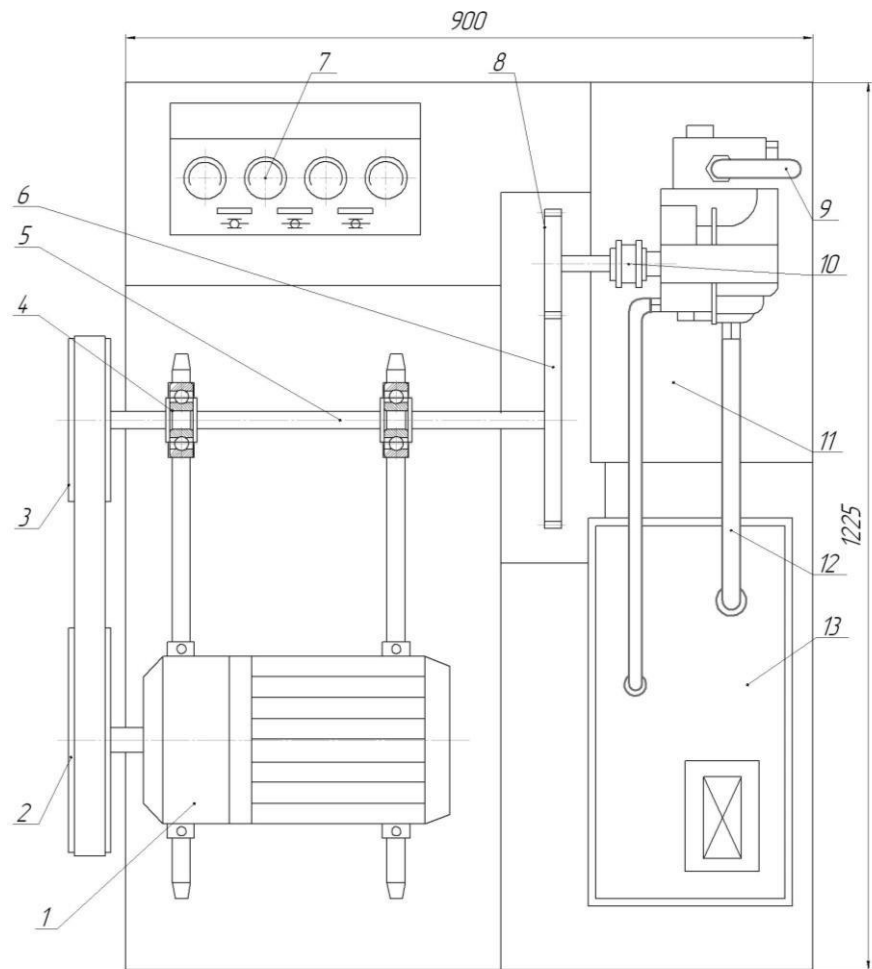


Рисунок 3.6. Стенд для випробування масляних насосів

Під час випробування масляного насоса перевіряється тиск масла на виході, який має бути в межах 0,07-0,12 МПа, а також продуктивність насоса при 1100 об/хв, яка повинна становити не менше 7 л/хв при протидавленні 0,07-0,12 МПа. Протікання масла через з'єднання не допускається. Масляний насос випробовують на маслі ДП-11, підігрітому до температури $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Час випробування становить не менше 3 хвилин.

Вибір потужності приводу насоса

Масляний насос випробовується на стенді, де насос приводиться в дію від двигуна змінного струму, через клиноременну передачу відповідно до схеми, яка приведена на малюнку 3.6.

Потужність двигуна для приводу насоса, N , Вт, визначимо по формулі

$$N = \frac{P \cdot Q}{\eta_1 \cdot \eta_2},$$

де P – тиск створюваний насосом, Па ;

Q – продуктивність насоса, м³/с ;

η_1 – ККД ремінної передачі;

η_0 – ККД загальний насоса.

$$N = \frac{0,12 \cdot 10^6 \cdot 0,001}{0,98 \cdot 0,8} = 178,5 \text{ Вт.}$$

Приймаємо до установки двигун типу АТ-31-4 потужністю $N = 600$ Вт, з частотою обертання валу $n = 1100$ хв⁻¹.

Розрахунок клиноременної передачі.

При потужності двигуна до 1 кВт приймається як приводні клинові ремені типу А або О. Діаметр провідного веденого шківів приймаємо $D = 140$ мм. При міжосьовій відстані $A = 800$ мм.

$$L = 2 \cdot A + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A}$$

$$L = 2 \cdot 800 + \frac{3,14}{2} (140 + 140) + \frac{(140 - 140)^2}{4 \cdot 800} = 2039,6 \text{ мм}$$

Приймаємо $L_{см} = 2000$ мм.

Кут обхвату шківів ременя $\alpha = 180^\circ$.

Коефіцієнт кута обхвату, C_a

$$C_a = 1 - 0,003(180 - \alpha),$$

$$C_a = 1 - 0,003(180 - 180) = 1$$

Швидкість ременя, V , м/с

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60 \cdot 1000},$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 140 \cdot 1100}{60 \cdot 1000} = 8 \text{ м/с.}$$

Швидкісний коефіцієнт, C_v

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot V^2,$$

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot 8^2 = 1,018.$$

Коефіцієнт режиму роботи $K_p=1$.

Число пробігів ременя, i , с-1

$$u = \frac{v}{L_0},$$

$$u = \frac{8}{2} = 4 \text{ с}^{-1}.$$

Значення попередньої напруги час, викликаний попереднім натягненням

$$\sigma_0 = 1,8 \text{ МПа}.$$

Корисна напруга, що допускається, в гумі, K_n , МПа, визначається по формулі

$$K_n = \sigma_0 \cdot C_a \cdot C_v \cdot C_p,$$

$$K_n = 1,8 \cdot 1 \cdot 1,018 \cdot 1 = 1,83 \text{ МПа}.$$

Окружне зусилля, P_n

$$D = \frac{N}{V},$$

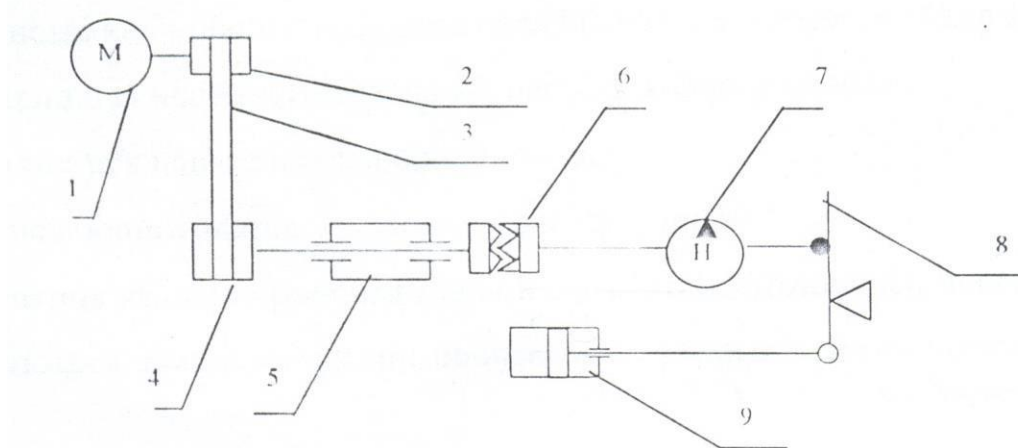


Рисунок 3.7 – Схема приводу насоса

1 – електродвигун; 2 – шків; 3 – ремінь; 4 – шків ведений; 5 – стійка з валом; 6 – вузла з'єднання насоса з валом стійки; 7 – насос; 8 – притисний важіль; 9 – пневмоциліндр

$$D = \frac{600}{8} = 75 \text{ Н}.$$

Площа перетину ременя типу $F_0=0,47 \text{ см}^2$

Типу А $FA = 0,81 \text{ см}^2$.

Необхідне число ременів:

$$Z_0 = \frac{P}{K_n \cdot F_0},$$

$$Z_0 = \frac{75}{1,83 \cdot 47} = 0,87.$$

$$Z_a = \frac{P}{K_n \cdot F_0},$$

$$Z_a = \frac{75}{1,83 \cdot 81} = 0,505.$$

Приймається до установки 1 ремінь типу «А»

Тиск на вал буде рівний, Q, Н

$$Q_0 = 2 \cdot S_0 \cdot \sin \frac{a}{2},$$

$$Q_a = 2 \cdot S_{0(a)} \cdot \sin \frac{a}{2},$$

де $S_i = \sigma_0 \cdot F_0$; $S_0 = 1,8 \cdot 47 = 84,6 \text{ Н}$

$S_{0(a)} = \sigma_0 \cdot F_A$; $S_{0(A)} = 1,8 \cdot 81 = 145,8 \text{ Н}$ – попереднє натягнення кожної з гілок ремня.

$$Q_0 = 2 \cdot 84,6 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} = 169,2,$$

$$Q_a = 2 \cdot 145,8 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} = 291,6.$$

Таким чином, тиск, передавання від ременеві передачі $Q_{(A)} = 291,6 \text{ Н}$.

3.2.2 Стенд для випробування коробки передач

Після завершення збірки коробки передач, її піддають стендовим випробуванням[4]. Спершу перевірки здійснюються на всіх передачах без навантаження, а згодом при постійному навантаженні. Привод стенду складається з електродвигуна потужністю 14 кВт з частотою обертання 1250 об/хв і клиноремінної передачі. Для фіксації коробки передач на стенді використовується посадкова поверхня картера зчеплення, а також дві прихватки, що кріпляться за допомогою пневмоциліндрів. З'єднання коробки передач з приводом стенду забезпечується рухомою муфтою передньої бабки, яка сполучає привод з ведучим валом коробки

передач.

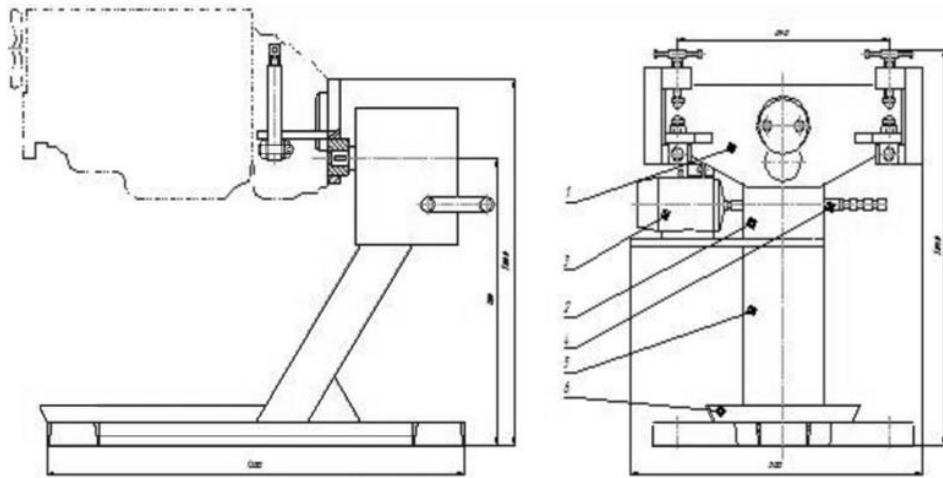


Рисунок 3.8. Стенд для випробування коробки передач

Випробування коробки передач під навантаженням здійснюється за допомогою гальмівного моменту, який створюється гідронасосом, встановленим на рухомій задній бабці. Підключення гідронасоса до коробки передач виконується через фланець веденого валу. Задня бабка з гідронасосом переміщується на візку за допомогою пневматичного циліндра, що встановлений у рамі стенду.

Після складання кожна коробка передач проходить обкатку та випробування під навантаженням згідно з певними режимами протягом 17-25 хвилин. Ці випробування здійснюються на чистому маслі ТС-14 з додаванням присадки ЕФО.

3.2.3 Розрахунок пневмоциліндра переміщення задньої бабці згальмівним гідронасосом.

Для створення навантаження на вихідному валу коробки передач при проведенні випробувань до вихідного фланця напівмуфти коробки передач під'єднується гідромотор який розташований на задній бабці. Задня бабця встановлена на візку і може переміщатися по тих, що направляють за допомогою пневмоциліндра[5]. Пневмоциліндр кріпиться до рами стенду. Візок спирається на катки, які переміщаються в тих, що направляють, утворених з швелера.

Визначимо силу опору пересування візка, W , Н, по формулі

$$W = M \cdot g \frac{f \cdot d + 2 \cdot k}{D} \cdot \tilde{N},$$

де M – маса візка, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

f – коефіцієнт тертя в підшипниках кочення;

D – діаметр опорного ролика, мм ;

C – коефіцієнт, що враховує вплив тертя реборд катків візка.

$$W = 52 \cdot 9,81 \frac{0,01 \cdot 20 + 2 \cdot 0,8}{60} 1,5 = 43,35.$$

Виходячи з набутого значення сили опору пересуванню, знайдемо діаметр поршня пневмоциліндра, D , мм, при тиску повітря $g = 0,4$ МПа, при створенні зусилля подачею повітря в поршневу порожнину

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot g}},$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 43,35}{3,14 \cdot 0,4}} = 11,6.$$

Відповідно до набутого значення $D = 11,6$ мм. Приймаємо до установки поршень діаметром $D = 50$ мм.

При створенні зусилля переміщення штоковою порожниною циліндра, визначимо діаметр штока, d , мм, з виразу

$$d = (0,45 \cdot 0,7) \cdot D$$

$$d = (0,45 \cdot 0,7) \cdot 50 = (22,5 \cdot 35) .$$

Приймається діаметр штока $d = 20$ мм з конструктивних міркувань.

Товщина стінки пневмоциліндра, δ , мм, визначиться по формулі:

$$\delta = \frac{[g] \cdot D^n}{2,3[\sigma] - [g]},$$

де $[\delta]$ – напруга, що допускається, для матеріалу циліндра, Мпа;

$[g]$ – тиск повітря, що допускається, в циліндрі, МПа.

$$\delta = \frac{0,6 \cdot 50}{2,3 \cdot 100 - 0,6} = 0,356.$$

Приймаємо товщину стінки циліндра $\delta = 3$ мм.

3.2.4 Розрахунок клиноременної передачі

Для приводу коробки передач використовується двигун змінного струму з

потужністю 14 кВт і частотою обертання валу 1250 об/хв. Привід від двигуна до коробки здійснюється за допомогою клиноремінної передачі з передаточним відношенням 1:1. Підключення коробки до приводу забезпечується рухомою муфтою передньої бабки, яка сполучає привід з ведучим валом коробки передач[5].

На схемі приводу коробки, що зображена на рисунку 3.6, двигун 1 має посаджений на валу ведучий шків 2, який за допомогою ременів 3 сполучений з веденим шківом 4. Цей шків закріплений на валу 5 передньої бабки 6. На валу 5 також розташована напівмуфта 7, що може зчіплюватися з напівмуфтою 8, встановленою на ведучому валу коробки передач 9. Вихідний вал коробки через муфту 10 з'єднується з гальмівним гідродвигуном 11, закріпленим на задній бабці. Задня бабка встановлена на візку 13 і переміщується за допомогою пневмоциліндра 12. Фіксація коробки передач на стенді здійснюється за допомогою двох пневмоциліндрів 14, встановлених на рамі стенду.

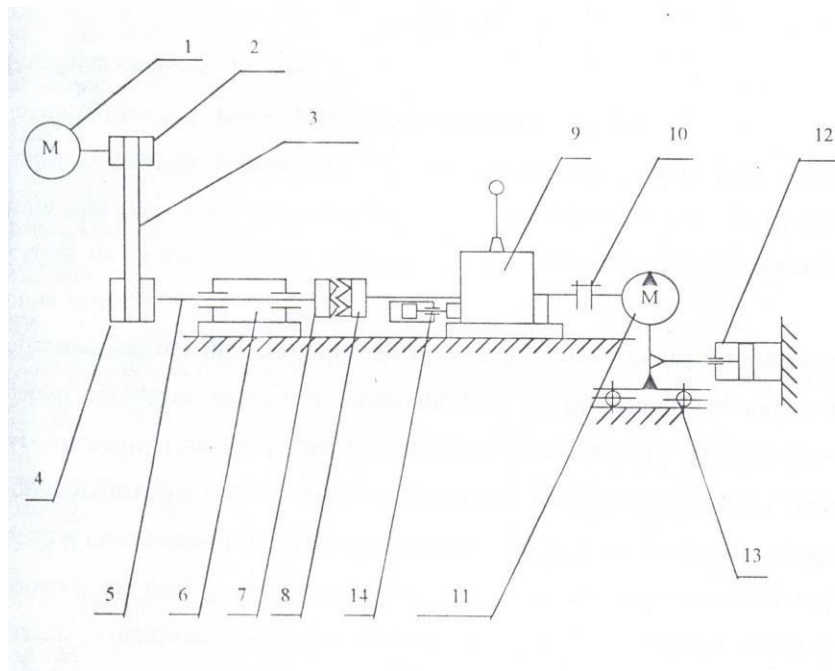


Рисунок 3.9 – Схема приводу

Виходячи з потужності двигуна $N = 14$ кВт для приводу приймаються ремені типу «Б» які можуть застосовуватися при швидкості від 5 до 10 м/с і вище. Діаметр провідного шківів $D_1 = 200$ мм для ременів типу Б. При передавальному відношенні $u = 1$ діаметр веденого шківів $D_2 = 200$ мм.

Лінійна швидкість ременя, V , м/с

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000},$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 1250}{60 \cdot 1000} = 13.$$

Міжосьова відстань передачі $A = 500$ мм. Довжина ременя, L , мм, визначається по формулі

$$L = 2 \cdot A + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2),$$

$$L = 2 \cdot 500 + \frac{3,14}{2} (200 + 200) = 1628.$$

Приймаємо $L = 1600$.

Кут обхвату ременями шківів

$$\alpha = 180^\circ - 60 \frac{D_2 - D_1}{A},$$

$$\alpha = 180^\circ - 60 \frac{200 - 200}{500} = 180^\circ.$$

Коефіцієнт кута обхвату

$$C_{\alpha} = 1 - 0,003(180^{\circ} - 180^{\circ}) = 1.$$

Коефіцієнт швидкості буде рівний, C_v

$$\tilde{N}_v = 1,05 - 0,0005 \cdot V^2,$$

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot 13^2 = 0,97.$$

Коефіцієнт режиму роботи $C_p = 1,0$.

Число пробігів

$$u = \frac{V}{L},$$

$$u = \frac{13}{1,6} = 8,1.$$

Корисна напруга, що допускається $[\sigma]$, МПа

$$[\sigma] = \hat{E}_0 \cdot \tilde{N}_{\alpha} \cdot \tilde{N}_v \cdot C_{\delta},$$

$$[\sigma] = 1,18 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1,142.$$

Окружне зусилля, P , Н

$$D = \frac{N}{V},$$

$$P = \frac{14000}{13} = 1075.$$

Площа поперечного перетину ремня $F = 238 \text{ мм}^2$.

Число ременів в передачі, Z , буде рівне

$$Z = \frac{P}{[\sigma] \cdot F},$$

$$Z = \frac{1075}{1,142 \cdot 238} = 3,18.$$

Приймаємо $Z = 4$.

Тиск на вал при роботі передачі, Q , Н, визначимо по формулі

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2},$$

де S_0 – усилие від попереднього натягнення, Н

$$S_0 = \sigma_0 \cdot F,$$

$$S_0 = 1,88 \cdot 238 = 448.$$

$$Q = 2 \cdot 448 \cdot 4 \cdot \sin \frac{180^{\circ}}{2} = 3600.$$

3.3 Розробка проектних рішень

3.3.1 Організаційна структура технічної служби АТП.

Кожне автотранспортне підприємство (АТП) створює свою унікальну організаційно-виробничу структуру, яка визначається специфікою виробничого процесу та встановленим на підприємстві розподілом праці. Ця структура забезпечує ефективність і координацію трудових процесів, що в свою чергу сприяє узгодженню діяльності окремих підрозділів і працівників АТП, а також контролю над ними.

Організаційно-виробнича структура АТП є затвердженою та зафіксованою в його статуті схемою взаємодії технологічних елементів і персоналу. Ця схема включає: склад і зв'язок між відділами та підрозділами, що забезпечують загальне управління підприємством; координацію економічних процесів та управління фінансовими потоками; матеріально-технічне забезпечення підприємства; технічну готовність рухомого складу до експлуатації.

Головний інженер відповідає за технічний стан рухомого складу, розвиток технічної бази та матеріально-технічне постачання. Виробничо-технічний відділ (ВТВ) займається впровадженням нових технологій, реконструкцією приміщень і обладнання, охороною праці та технікою безпеки, розробкою технічних нормативів, інструкцій, керує винахідництвом та підготовкою ремонтних працівників.

Відділ технічного контролю (ВТК) здійснює контроль технічного стану рухомого складу, перевіряє роботу всіх виробничих підрозділів, керує діагностичними постами автомобілів, проводячи загальну і поглиблену діагностику систем і механізмів.

Відділ головного механіка (ВГМ) відповідає за ремонт виробничого устаткування, інструментів, приміщень, споруд, енергосилового і санітарно-технічного господарства.

Відділ технічного постачання (ВТП) займається матеріально-технічним постачанням підприємства, зокрема різними матеріалами і запчастинами, організовує роботу складського господарства, до якого входить інженер, відповідальний за склади.

Бригадири виробничих дільниць виконують профілактику та ремонт агрегатів автомобілів згідно з результатами діагностики, ремонтують вузли та агрегати, зняті з

автомобілів, і виготовляють окремі прості деталі.

Виконавчий орган включає бригади виробничих дільниць та бригади підготовки виробництва. Особливістю такої системи управління є виділення контролюючого органу – відділу технічного контролю та діагностичного посту, а також виключення самостійних технічних дій ТО-1, ТО-2 та ПР.

Бригади підготовки виробництва відповідають за комплектацію необхідних агрегатів, вузлів, змінних частин і матеріалів, їх доставку на робочі місця, транспортування знятих з автомобілів агрегатів і вузлів, переміщення автомобілів з стоянки до виробничого приміщення та назад.

Спеціалізовані пости усувають виявлені відмови і несправності агрегатів і систем. Ці пости можуть бути основними та допоміжними.

Пости і цехи утворюють виробничі комплекси для усунення несправностей, виявлених на діагностичній станції.

3.3.2 Організація виробничого процесу поточного ремонту автомобілів

Поточний ремонт спрямований на відновлення і підтримання працездатності транспортних засобів, а також усунення несправностей і відмов, які виникають під час експлуатації або виявляються при технічному обслуговуванні. Ремонтні роботи проводяться як за необхідністю (після появи відповідних несправностей або відмов), так і за планом профілактики.

Процес поточного ремонту автомобілів включає різні технологічні, енергетичні, транспортні, складські та інші операції, що забезпечують випуск автомобілів. Усі ці операції можна розподілити на дві групи: основні та допоміжно-обслуговуючі.

До основних операцій належать: розбирання, миття, очищення, дефектація, ремонт вузлів і відновлення деталей, виготовлення нових деталей, комплектація, збирання, фарбування та випробування автомобілів і їхніх агрегатів. Допоміжно-обслуговуючі операції включають транспортні, складські та контрольні роботи, а також забезпечення енергією, теплом, парою, водою, інструментами, підтримання і ремонт обладнання та приміщень.

Найбільш трудомісткими при ремонті автомобілів є операції з відновлення вузлів та деталей. Основна особливість авторемонтного підприємства полягає в тому, що збірка автомобілів здійснюється з використанням деталей, які залишилися

придатними після розбирання, нових або відновлених, що є специфічною особливістю і значно ускладнює виробничий процес.

3.3.3 Обґрунтування і вибір форми організації виробничого процесу поточного ремонту коробок передач

Раціональна організація виробництва повинна передбачати не тільки мінімальні простої автомобілів але й максимально-можливу зайнятість робочих на протязі зміни. Таким чином на кожному посту відповідно з обсягом та характером робіт, які виконуються, повинна бути така кількість робочих при якій у кожного буде необхідний фронт робіт і належне навантаження протягом зміни.

Кількість робочих місць на дільниці ПР визначається за формулою

$$m = \frac{N \cdot T_{ш.к.}}{F_d \cdot \eta_{zo}}; \quad (3.2)$$

де m - кількість робочих місць (обладнання), од.;

N - річний обсяг ремонтних робіт на дільниці, од.,

$N = 209$ од. [загальна частина ВКР];

$T_{ш.к.}$ - штучно-калькуляційний час ремонту коробки передач, люд-год.,

$T_{ш.к.} = 18$ год. [спеціальна частина ВКР];

η_{zo} - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{zo} = 0,75$ [10].

F_d - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Дійсний фонд часу роботи обладнання, F_d , годин, на рік визначається по наступній формулі

$$F_d = [(T_{к.д.} - T_{в.д.} - T_{св.д.}) \cdot t' - T_{перед.д.} \cdot t''] \cdot S_z \cdot \left(1 - \frac{\Pi}{100}\right), \quad (3.3)$$

де $T_{к.д.}$ - календарне число днів;

$T_{в.д.}$ - кількість вихідних днів;

$T_{св.д.}$ - кількість святкових днів;

$T_{перед.д.}$ - кількість передсвяткових днів;

S_z - число змін роботи обладнання;

t' - тривалість робочої зміни;

t'' - кількість годин скорочення передсвяткової зміни;

Π - втрати часу на проведення ремонтів, обслуговування і настройки

обладнання.

$$F_d = [(365 - 105 - 11) \cdot 8 - 6 \cdot 7] \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1755 \text{ годин.}$$

$$m = \frac{209 \cdot 18}{1755 \cdot 0,75} = 2,85.$$

Приймаємо 3 робочих місця.

Рішення про доцільність вибору відповідної форми організації виробничого процесу ухвалюється на підставі порівняння заданого добового обсягу робіт і розрахункової добової продуктивності технологічної лінії при однозмінній роботі і її завантаженні не нижче 60%.

$$N_{\text{доб}} = \frac{N}{249}, \quad (3.4)$$

де 249 – кількість робочих днів в році.

$$N_{\text{доб}} = \frac{209}{249} = 0,84 \text{ одн.}$$

Приймаємо $N_{\text{доб}} = 1$ одн.

Визначаємо добову продуктивність технологічної лінії за формулою

$$Q = \frac{F_d}{60 \cdot T_{\text{ср}}} \cdot \eta_{30}, \quad (3.5)$$

Де F_d – добовий фонд часу роботи обладнання.

Приймаємо $F_d = 480$ хв. [9]

$T_{\text{ср}}$ – середня трудомісткість основних операцій, люд.-год.

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{шк}}}{n}, \quad (3.6)$$

де $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляційний час ремонту коробки передач, люд-год.;

n – кількість основних операцій.

$$T_{\text{ср}} = \frac{18}{8} = 2,25 \text{ люд-год.}$$

Знаючи середню трудомісткість основних операцій, за формулою (3.4)

визначаємо добову продуктивність технологічної лінії

$$Q = \frac{480}{60 \cdot 2,25} \cdot 0,75 = 2,67 \text{ од.}$$

Приймаю $Q = 3$ од. Обсяг ремонтних робіт менше добової продуктивності технологічної лінії $3 < 18$, за умови завантаження останньої не менше, ніж на 60

%, то застосування однопредметної потокової лінії недоцільно.

Організацію виробничого процесу на дільниці ремонту коробок передач доцільно виконати шляхом проведення ремонтів на спеціалізованих постах. Спеціалізовані пости укомплектовуються спеціальними стендами, підйомно-транспортним устаткуванням, механізованим інструментом і іншими засобами малої механізації, що дає можливість організувати якісне проведення ремонту. Крім того, на дільниці організований повний цикл всіх технологічних операцій ремонту.

Кількість робочих постів зони поточного ремонту розраховують з урахуванням річної трудомісткості постових робіт поточного ремонту автомобілів

$$X_{\Pi}^{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}} \cdot d}{D_{\text{роб.пр}}^{\text{р}} \cdot n_3^{\text{пр}} \cdot t_3^{\text{пр}} \cdot P \cdot \varphi_{\Pi}^{\text{пр}} \cdot \kappa}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{пр}}$ – річна трудомісткість робіт на постах за видами дій, люд-год.;

d – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на поточний ремонт.

Приймаємо $d=1,3$;

$C_{\text{пр}}$ – частка постових робіт. Приймаємо $C_{\text{пр}} = 0,35$;

$D_{\text{роб.пр}}^{\text{р}}$ – тривалість роботи зони за рік;

$n_3^{\text{пр}}$ – кількість змін роботи зони ($n_3^{\text{пр}} \geq 2$), [6];

$t_3^{\text{пр}}$ – тривалість зміни, год.;

P – середня кількість робітників, одночасно працюючих на посту.

$\varphi_n^{\text{пр}} = 0,8 \dots 0,9$ – коефіцієнт використання часу поста;

κ – коефіцієнт, який враховує чисельність робітників за змінами в зоні поточного ремонту автомобілів, $\kappa = 1$.

$$X_n^{\text{пр}} = \frac{0,4 \cdot 3762 \cdot 1,3}{249 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 0,77 \text{ поста.}$$

Приймаємо 1 пост.

3.3.4 Організація процесів поточного ремонту автомобілів

Поточний ремонт автомобілів спрямований на відновлення та підтримку їхньої працездатності, а також на усунення відмов і несправностей, що виникли під час експлуатації або були виявлені під час технічного обслуговування. Ці ремонтні роботи виконуються як при необхідності (після виявлення відповідної відмови або несправності), так і за планом у якості профілактичних заходів.

Технологічний процес поточного ремонту автомобілів включає в себе технологічні, енергетичні, транспортні, складські та інші операції, що забезпечують випуск автомобілів. Усі ці операції можна поділити на дві основні структурні групи: основні та допоміжні (обслуговуючі).

До основних операцій належать: розбирання, миття, очищення, дефектація, відновлення деталей і ремонт вузлів, виготовлення нових деталей, комплектація, збірка, фарбування, випробування автомобілів та їх агрегатів. Допоміжні та обслуговуючі операції включають: транспортні, складські, контрольні операції, забезпечення енергією, теплом, парою, водою, інструментами, а також утримання та ремонт устаткування і приміщень.

В процесі ремонту автомобілів найбільш трудомісткими є операції з відновлення вузлів та деталей. Головна особливість авторемонтного підприємства полягає в тому, що збірка автомобілів виконується з деталей, що залишилися придатними після розбирання, а також з нових і відновлених, що суттєво ускладнює виробничий процес.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно - правова база з охорони праці в галузі

Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці», законодавство про охорону праці включає цей Закон, Кодекс законів про працю України, Закони України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» та інші нормативно-правові акти, прийняті відповідно до них. Усі ці документи базуються на Конституції України.

Трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП) України, який всебічно захищає права працюючої людини на охорону праці.

Окрім загальних законодавчих та нормативних документів, на кожному підприємстві діють власні нормативні акти з охорони праці, розроблені та затверджені згідно з НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві».

До нормативно-правових актів з охорони праці належать, згідно зі ст. 27 Закону, правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові до виконання.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

На робочому місці слюсаря по ремонту автомобілів на агрегатній дільниці авторемонтної майстерні АТГ можуть бути наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Перелік можливих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

№ з/п	Найменування НШВФ	Джерело НШВФ
1	2	3
I.	<u>Фізичні:</u>	
1	Рухомі машини, вузли і механізми, що рухаються.	Тельфер, автомобілі, що рухаються.
2	Підвищена загазованість повітря.	Працюючі двигуни автомобілів.
3	Рухомі частини виробничого обладнання.	Підйомник канавний, кран підвісний.

4	Підвищений рівень шуму.	Працюючі двигуни автомобілів, гайковерт, станки.
5	Підвищений рівень вібрації.	Гайковерт.
6	Підвищена напруга електричного кола.	Всі електроприлади, електропроводка.
II.	<u>Хімічні:</u>	
1	Загальнотоксична речовини (свинець, окис вуглецю).	Працюючі двигуни автомобілів, станків.
2	Подразнюючі речовини (оксиди азоту).	
3	Канцерогенні речовини (3,4-бенз(а)пірен).	
4	Мутагенні речовини (свинець).	
5	Впливають на репродуктивну функцію (свинець).	
III.	<u>Психофізіологічні:</u>	
1	Фізичні (статичні) перевантаження.	Знаходження в одному положенні при демонтажі вузлів і механізмів.
2	Перенапруження слухових аналізаторів.	Шум працюючого двигуна, станків.

У таблиці 4.2 представлено карту умов праці робітників агрегатної ділянки, в якій описано вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників.

Рухомі машини, механізми та рухомі частини виробничого обладнання:

Вони становлять ризик для робітників через можливість защемлення, механічних пошкоджень, травм та каліцтв. Ці фактори можуть призвести до серйозних травм або каліцтв, створюючи значну небезпеку для працівників.

Підвищена загазованість повітря:

Цей фактор може спричиняти отруєння організму, подразнення слизової оболонки очей і верхніх дихальних шляхів. Він також може призвести до захворювань легенів, зокрема фіброгенних уражень.

Підвищений рівень шуму:

Шум негативно впливає на серцево-судинну систему та органи слуху, може викликати резонанс внутрішніх органів. Це може призводити до стомлюваності та часткової втрати слуху.

Підвищений рівень вібрації:

Цей фактор може спричиняти віброхворобу, що включає головні болі, безсоння, запаморочення, деформацію та збільшення рухливості суглобів. Можливий резонанс внутрішніх органів, що погіршує роботу вестибулярного апарату і викликає запаморочення, нудоту та блювоту.

Таблиця 4.2 - Карта умов праці на ділянці

Санітарно-гігієнічні чинники	Один.	Норм-вні значення.	Слюсар з	Слюсар з	
------------------------------	-------	--------------------	----------	----------	--

		вимірювання	Фактичні значення	ремонтів автомобілів	ремонтів машин і тракторів	Мідник	
1		2	3	4	5	6	
Мікроклімат	Температура повітря (тепліший період)	°C	Н	20-22	20-22	20-22	
			Ф	25	25	25	
	Температура повітря (холодніший період)	°C	Н	17-19	17-19	17-19	
			Ф	15	14	15	
	Відносна вологість повітря	%	Н	40-60	40-60	40-60	
			Ф	53	52	58	
Шкідливі речовини	Пил (неорганічний металевий)	мг/м³	Н	6,0	6,0	6,0	
			Ф	1,2	1,4	0,8	
	Випари 3 клас небезпеки (мастила мінеральні нафтові)	мг/м³	Н	5,0	5,0	0,01	5,0
			Ф	6,63-3 клас небезпеки	7,04-3 клас небезпеки	0,018-2 клас небезпеки	6,23-2 клас небезпек
Ум	Рівень звукового тиску (або звуку)	дБ (дБа)	Н	≤80	≤80	≤80	
			Ф	68	72	65	
Вібрація	Загальна	дБ (м/с)	Н	112	112	112	
			Ф	83	89	64	
Освітлення	Природне	%	Н	1,5	1,5	1,5	
			Ф	0,8	0,8	1,0	
	Штучне	лк	Н	200	200	200	
			Ф	130	130	110	
Випромінювання	Інтенсивність теплового випромінювання	Вт/м²	Н	140,0	140,0	140,0	
			Ф	36	45	68	

Контакт з підвищеною напругою електричного кола.

При проходженні через людину електричний струм викликає низку факторів:

- термічний: опіки, нагрів судин, тканин, нервів і інше;
- електролітичний: розкладання крові і плазми;
електролітичний: озкладання крові і плазми;
- біологічний: збудження живих тканин організму, судоми, припинення дихання і кровообігу.

Фізичні (статичні) перевантаження.

Викликає швидке стомлення, втому.

Перенапруження слухових аналізаторів.

Впливає на органи слуху, можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Викликає стомлюваність, іноді часткову втрату слуху.

– підсвічування місця проведення точних робіт.

4.3 Засоби індивідуального захисту працівників.

Відповідно до статті 8 Закону України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний за власний кошт забезпечити придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту згідно з нормативно-правовими актами з охорони праці. Це включає виконання вимог НПАОП 0.00-3.03-81 «Типові норми безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам і службовцям суміжних професій і посад усіх галузей народного господарства та окремих виробництв» та положень колективного договору.

У таблиці 4.3 наведено перелік засобів індивідуального захисту, які повинні бути надані працівникам агрегатної ділянки автогосподарства.

Таблиця 4.3 – Засоби індивідуального захисту працівників агрегатної ділянки.

№ з /п	Найменування засобів індивідуального захисту	Тип, марка	Стандарт	Термін носіння	Норми видачі
1	2	3	4	5	6
1	<u>Слюсар з ремонту автомобілів:</u>				
	Костюм бавовняний	Нл	ГОСТ 27575-87	12	Норми №83 2/155 23 від 10.09.08р
	Фартух	Нл	ГОСТ 12.4.217	6	-//-
	Черевики шкіряні або	Мун100	ГОСТ 12.4.137-2001	12	-//-
	чоботи гумові	В	ГОСТ 5375-79	6	-//-
	Нарукавники хлорвінілові	Нм	ГОСТ 12.4.011-89	7 днів	-//-
	Рукавиці комбіновані	ГОСТ 28846-90	2 4	-//-	
	Берет	ГОСТ	до зносу	-//-	

		32118-2013			
	Респіратор пилозахисний	ГОСТ 17269-71	до зносу	-//-	
	<i>Взимку додатково:</i> Куртка утеплена	Тн	ГОСТ 12.04.045-87	36	-//-
	Штани утеплені	Тн	ГОСТ 29335-92	36	-//-
	Чоботи кирзові утеплені	Тн30	ГОСТ 18724-88	48	-//-
2	<u>Слюсар з ремонту машин та тракторів</u>				
	Костюм бавовняний	Ми 3	ГОСТ 27575-87	12	Норми №832/15523 від 10.09.08р
	Черевики шкіряні або	Мун100	ГОСТ 12.4.137-2001	12	-//-
	Чоботи гумові	В	ГОСТ 5375-79	12	-//-
	Рукавиці комбіновані	Ми	ГОСТ 28846-90	7 днів	-//-
	Каска захисна з підшоломником		ГОСТ 12.4.087-84	24	-//-
	Окуляри захисні	ЗН	ГОСТ 12.4.003-80	до зносу	-//-
	Респіратор пилозахисний	ГОСТ 17269-71	до зносу	-//-	
	<i>Взимку додатково:</i> Куртка утеплена	Тн	ГОСТ 12.04.045-87	36	-//-
	Штани утеплені	Тн	ГОСТ 29335-92	36	-//-
3	<u>Мідник:</u>				

Костюм бавовняний з кислотозахисним просоченням	K50	ГОСТ 27577-87	1 рік	Норми №832/15523 від 10.09.08р
Черевики шкіряні	Мун100	ГОСТ 12.4.137-2001	12	-//-
Рукавиці брезентові	Ми	ГОСТ 12.4010 75	3	-//-
Окуляри захисні	ЗН	ГОСТ12.4.003-80	до зносу	-//-
Фартух	ЗН	ГОСТ 12.4.217	6	-//-
Респіратор газозахисний	ГОСТ 17269-71	до зносу	-//-	
<i>Взимку додатково:</i> Куртка утеплена	Тн	ГОСТ 12.04.045-87	36	-//-

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок кількості ремонтних робітників і фонду їх заробітної плати

Організація праці робітників складається з розрахування чисельності ремонтних робітників та їх фонду заробітної плати.

Чисельність ремонтних робітників розраховується за формулою

$$m = \frac{N \cdot T_{\text{ш.к.}}}{F_d \cdot \eta_{30}}, \quad (5.1)$$

$T_{p.\text{д.л.}}$ – трудомісткість ремонтних робіт на ділянці, які виконуються робітниками, люд-год.;

Φ_p – річний фонд робочого часу робітників, год.;

k_n – коефіцієнт перевиконання норм напруцювання, який дорівнює 1,05.

Річний фонд робочого часу робітників розраховується за формулою

$$\Phi_p = (D_k - D_v - D_{св}) \cdot t_{p.\text{д.}} - t_{\text{предсв}} \cdot D_{\text{предсв}}, \quad (5.2)$$

$D_k, D_v, D_{св}, D_{\text{предсв}}$ – число календарних, вихідних, святкових та передсвяткових днів у році;

$t_{p.\text{д.}}$ – тривалість робочого дня, год.;

$t_{\text{предсв}}$ – тривалість передсвяткового робочого дня, год.

$$\Phi_p = (365 - 105 - 11) \cdot 8 - 7 \cdot 6 = 1950 \text{ год.}$$

$$N_{\text{рем}} = \frac{3762}{1950 \cdot 1,05} = 1,84 \text{ люд}$$

Приймаю $N_{\text{рем}} = 2$ чоловіка.

Загальний фонд заробітної плати робітників включає основну та додаткову заробітну плату. Основна заробітна плата для ремонтних робітників розраховується на основі тарифних ставок, передбачених чинним законодавством.

У нашому випадку на ділянці працюють два робітники: один – 4-го розряду, інший – 5-го розряду.

Визначаємо середньозвагову тарифну ставку ремонтних робітників

$$ГТС_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\text{рем}} \cdot ГТС_i}{N_{\text{рем}}}, \quad (5.3)$$

$N_{\text{рем}}$ – чисельність ремонтних робітників i -го розряду;

$ГТС_i$ – годинна тарифна ставка i -го розряду робітника, грн./год. Приймаю

$ГТС_{4p} = 22,05$ грн./год., $ГТС_{5p} = 23,76$ грн./год.

$N_{рем}$ – загальна чисельність ремонтних робітників, чол.;

n – кількість розрядів.

$$ГТС_{cp} = \frac{1 \cdot 22,05 + 1 \cdot 23,76}{2} = 22,91 \text{ грн./год.}$$

Визначаємо фонд відрядної оплати обслуговуючих робітників

$$ЗП_{осн.тар.} = ГТС_{cp} \cdot T_{р.д\ddot{и}л.}, \quad (5.4)$$

$$ЗП_{осн.тар.} = 22,91 \cdot 3762 = 86187,42 \text{ грн.}$$

Приймаючи до уваги, що ми приймаємо розмір додаткової заробітної плати в розмірі 20% від розміру основної заробітної плати, то розмір додаткової заробітної плати визначається по формулі

$$ЗП_{дод} = 0,2 \cdot ЗП_{осн}, \quad (5.5)$$

$$ЗП_{дод} = 0,2 \cdot 86187,42 = 17237,48 \text{ грн.}$$

Тоді загальний фонд заробітної плати обслуговуючих робітників визначається по формулі

$$\Phi ЗП_{заг.рем} = ЗП_{осн.тар.} + ЗП_{доо}, \quad (5.6)$$

$$\Phi ЗП_{заг.рем} = 86187,42 + 17237,48 = 103424,9 \text{ грн.}$$

– термін окупності інвестицій складає 4,12 року.

5.2 Визначення необхідного обсягу інвестицій для реконструкції агрегатної ділянки

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій, необхідний для їх здійснення. Розмір інвестицій дорівнює загальній сумі витрат на придбання та монтаж обладнання.

Загальна сума витрат на придбання та монтаж обладнання розраховуються за формулою

$$ПІ = \sum_{i=1}^m (Ц_{0i} + В_{дi} + В_{мi}), \text{ грн.} \quad (5.7)$$

ПІ – початкові інвестиції, необхідні для реалізації проекту, грн;

т – кількість одиниць обладнання;

Ц₀ – вартість обладнання і-го типу, грн;

В_д – витрати на доставку і-го виду обладнання (становлять 15% від його вартості), грн;

В_м – витрати на монтаж і-го виду обладнання (становлять 20% від його вартості), грн.

Проектом передбачено встановлення стенду для ремонту коробок передач (вартість – 70 000 грн), стенду для тестування масляних насосів (вартість – 160 000 грн) та стенду для обкатки коробок передач (вартість – 576 050 грн). Розрахунок інвестицій для проекту реконструкції ділянки наведений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Витрати на придбання та монтаж технологічного обладнання

Найменування обладнання	Кількість одиниць, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Витрати на доставку обладнання, грн.	Вартість монтажних робіт, грн.	Загальна вартість, грн.
1. Стенд ремонту коробок передач	1	70 000	10 500	14 000	94 500

2. Стенд для випробування масляних насосів	1	160 000	24 000	32 000	216 000
3. Стенд для випробування коробок передач	1	576 050	86 407,5	115 210	777 667,5
РАЗОМ:					1088265

Загальна величина інвестицій для здійснення проекту реконструкції ділянки ремонту роздавальних коробок вантажних автомобілів складає 1088265 *грн.*

5.3 Розрахунок калькуляції собівартості ремонту коробок передач

Собівартість ремонту – це поточні витрати автотранспортного підприємства, представлені у грошовій формі та безпосередньо пов'язані з підготовкою та виконанням ремонтних робіт. Калькулювання собівартості передбачає визначення витрат у грошовому вираженні на виробництво одиниці певного виду робіт або послуг, з розподілом за окремими статтями витрат.

Згідно з даними підприємства, собівартість ремонту коробок передач вантажних автомобілів у базовому періоді становила 8653 грн. Розглянемо розрахунок собівартості поточного ремонту коробки передач ЯМЗ-236Н для автомобіля КраЗ-6510 у проектному періоді.

Калькуляція розроблена з урахуванням загального фонду заробітної плати ремонтних робітників у розмірі 103424,9 грн та виробничої програми, яка охоплює 209 одиниць. Витрати за статтею «Заробітна плата виробничих робітників» визначаються на основі розрахунків річного фонду основної заробітної плати, виконаних у організаційній частині дипломного проекту. Заробітна плата робітників для проведення одного ремонту коробки передач буде дорівнювати...

$$ЗП_{\text{рем}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{вир.роб.}}}{Q_{\text{пр}}}, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

$$ЗП_{\text{рем}} = \frac{103424,9}{209} = 494,86 \text{ грн.}$$

До витрат за статтею "Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне

соціальне страхування" входять обов'язкові відрахування, що здійснюються за встановленими законодавством нормами від фонду оплати праці і становлять 22%.

$$V_{\text{соц.стр.}} = 494,86 \cdot 0,22 = 108,87 \text{ грн.}$$

До витрат за статтею "Матеріальні витрати" належить вартість матеріалів, що застосовуються безпосередньо під час виконання ремонтних робіт. Для кожного виду матеріалів у процесі складання операційної карти визначається норма витрат у фізичних одиницях і їхня вартість.

За даними бухгалтерської звітності АТГ ДП "СхідГЗК", матеріальні витрати на ремонт коробки передач ЯМЗ-236Н автомобіля КрАЗ-6510 становлять 6000 грн.

Стаття "Витрати на утримання та експлуатацію обладнання" включає різні витрати, зокрема на енергію, паливо, стиснене повітря, потрібні для роботи обладнання; амортизаційні відрахування; оплату праці та соціальні відрахування для працівників, які обслуговують машини; ремонт обладнання тощо. Ці витрати зазвичай розподіляються за базою основної заробітної плати виробничих робітників. За даними автотранспортного підприємства, витрати на утримання та експлуатацію обладнання становлять від 110% до 120% від фонду основної заробітної плати виробничих робітників. У нашому випадку витрати на утримання та експлуатацію обладнання складуть...

$$V_{\text{уео}} = 1,2 \cdot 494,86 = 98,97 \text{ грн.}$$

Витрати за статтею "Загальновиробничі витрати" є комплексними та охоплюють витрати на управління, виробниче і господарське обслуговування в межах виробничого процесу. Також вони включають оплату праці з соціальними відрахуваннями для управлінського персоналу цеху, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, витрати на охорону праці тощо.

Згідно з досвідом автотранспортних підприємств, загальновиробничі витрати становлять від 110% до 140% від фонду основної заробітної плати виробничих робітників. У калькуляції собівартості загальновиробничі витрати складуть...

$$ЗВВ = 1,4 \cdot ЗП_{\text{рем}}, \quad (5.9)$$

$$ЗВВ = 1,4 \cdot 494,86 = 692,8 \text{ грн.}$$

Калькуляція виробничої собівартості ремонту роздавальної коробки вантажного автомобіля наведена в таблиці 5.2. Зміни собівартості надання послуг в результаті

реалізації організаційно-технічних заходів можна визначити шляхом порівняння собівартості в базовому і проектному періодах (таблиця 5.3). Економію собівартості на одиницю ремонту коробки передач можна обчислити за формулою...

$$\Delta S_1 = S_{1\text{баз}} - S_{1\text{пр}}, \quad (5.10)$$

де $S_{1\text{баз}}$, $S_{1\text{пр}}$ – собівартість ремонту коробки передач відповідно в базовому та проектному періодах, *грн*.

$$\Delta S_1 = 8220 - 7396 = 824 \text{ грн.}$$

Загальна економія собівартості ремонту роздавальної коробки визначається

$$\Delta S = \Delta S_1 \cdot Q_{\text{пр}}, \quad (5.11)$$

де $Q_{\text{пр}}$ – обсяг проведення ремонтних робіт, од.

$$\Delta S = 824 \cdot 209 = 172216 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 – Калькуляція собівартості ремонту роздавальної коробки вантажного автомобіля в проектному періоді

№ п/п	Найменування статей витрат	Позначення	Величина показника, <i>грн</i>
1	Заробітна плата виробничих робітників	$ЗП_{\text{вир.роб}}$	494,86
2	Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування	$B_{\text{соц.стр.}}$	108,87
3	Матеріальні витрати	B_m	6000
4	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	$B_{\text{уео}}$	98,97
5	Загально виробничі витрати	$ЗВВ$	692,8
	Всього виробнича собівартість	$S_{\text{вир}}$	7396

Таблиця 5.3 – Порівняльний аналіз собівартості проведення ремонту коробки передач

Найменування показника	Умовне позначення	Величина показника	
		В базовому періоді	В проектному періоді
1. Обсяг надання послуг	Q	180	209
2. Собівартість одиниці ремонту	S	8220	7396
3. Економія собівартості одиниці ремонту	$\Delta S_{\text{од}}$	824	

5.4 Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту

Розрахунок економічної ефективності інвестицій у ринкових умовах господарювання проводиться шляхом попередніх і остаточних оцінок очікуваних результатів.

Показниками попередньої оцінки ефективності інвестицій є прибуток, що очікується від реалізації проекту; термін окупності інвестицій; показники беззбитковості проекту.

Річний прибуток від надання послуг з урахуванням здійснення проекту визначається за формулою

$$\Pi_p = (C_{од.баз} - S_{од.пр}) \cdot Q_{пр}, \quad (5.12)$$

де $C_{од.баз}$ – вартість ремонту коробки передач, грн.;

$S_{од.пр}$ – собівартість ремонту, грн.;

$Q_{пр}$ – річна виробнича програма дільниці ремонту коробки передач, од.

$$\Pi_p = (8653 - 7396) \cdot 209 = 262713 \text{ грн.}$$

Чистий прибуток розраховується за формулою

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \cdot \Pi_n, \quad (5.13)$$

де Π_n – ставка податку на прибуток (18%)

$$\text{ЧП} = 262713 - 262713 \cdot 0,18 = 215425 \text{ грн.}$$

Рентабельність ремонту роздавальної коробки, R , %, визначається за формулою

$$R = \frac{\text{ЧП}}{S \cdot Q_{пр}} \cdot 100, \quad (5.14)$$

$$R = \frac{215425}{7396 \cdot 209} \cdot 100 = 14 \%$$

Термін окупності інвестицій, $T_{ок}$, років, визначається за формулою

$$T_{ок} = \frac{\Pi}{\text{ЧП}}, \quad (5.15)$$

$$T_{ок} = \frac{1088265}{215425} = 5 \text{ років}$$

Беззбитковість проекту визначається порівнянням виручки від надання послуг із поточними виробничими витратами. Точка беззбитковості відповідає обсягу послуг, при якому прибуток від реалізації робіт дорівнює нулю.

Беззбитковий обсяг, $Q_{кр}$, од, визначається по формулі

$$Q_{кр} = \frac{B_{у.пост}}{Ц_{об.баз} - B_{зм.од}}, \quad (5.16)$$

де $B_{у.пост}$ – умовно-постійні витрати на весь обсяг надання послуг, грн; $Ц_{од.баз}$ – ціна одиниці виконуваних робіт, грн;
 $B_{зм.од}$ – змінні витрати в собівартості одиниці роботи, грн.

Умовно-постійні витрати, $B_{у.пост}$, грн, визначається за формулою

$$B_{у.пост} = S \cdot 0,15 \cdot Q_{пр}, \quad (5.17)$$

$$B_{у.пост} = 7396 \cdot 0,15 \cdot 209 = 231865 \text{ грн.}$$

Змінні витрати, $B_{зм.од}$, грн, визначаємо за формулою

$$B_{зм.од} = S \cdot 0,85, \quad (5.18)$$

$$B_{зм.од} = 7396 \cdot 0,85 = 6287 \text{ грн.}$$

Тоді по формулі 7.10 визначаємо беззбитковий обсяг виконання ремонтів

$$Q_{кр} = \frac{234279}{8653 - 6287} = 99 \text{ од.}$$

Беззбитковий обсяг виконання ремонтних робіт у вартісному виразі розраховується по формулі

$$Q_{кр.в} = Ц_{од.баз} \cdot Q_{кр}, \quad (5.19)$$

$$Q_{кр.в} = 8653 \cdot 99 = 856647 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт беззбиткового використання виробничих можливостей, K_B , визначається відношенням беззбиткового обсягу виконання робіт до максимально можливого обсягу робіт

$$K_B = \frac{Q_{кр.в}}{Q_{пр}} \cdot 100, \quad (5.20)$$

$$K_B = \frac{99}{209} \cdot 100 = 47\%$$

Графічне зображення точки беззбитковості представлено на рисунку 5.1.

Результати розрахунку беззбиткового обсягу ремонту коробки передач приведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунку беззбиткового обсягу ремонту роздавальних коробок

Найменування показників	Позначення	Одиниці вимірювання	Величина показників
Річний обсяг робіт	$Q_{пр}$	од	209
Собівартість одного ремонту	S	грн.	7396
Змінні витрати на одиницю роботи	$B_{змін.од}$	грн.	6287
Умовно-постійні витрати на весь обсяг робіт	$B_{у.пост}$	грн.	231865
Ціна одного ремонту	$Ц_{од.баз}$	грн.	8220
Беззбитковий обсяг виробництва в натуральному виразі	$Q_{кр}$	од	99
Беззбитковий обсяг виробництва у вартісному виразі	$Q_{кр.в}$	грн.	856647

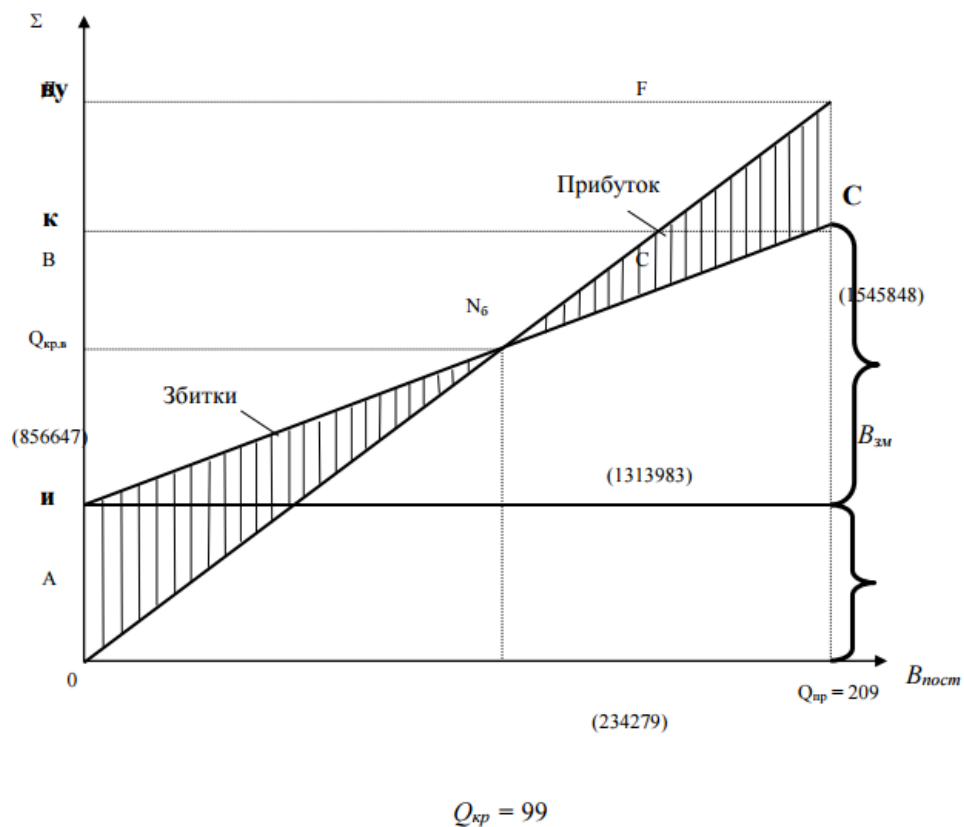


Рисунок 5.1 – Графік залежності витрат і прибутку від обсягу надання ремонтних робіт

5.5 Розрахунок критеріїв ефективності інвестиційного проекту

Показниками оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту є чистий грошовий потік (ГП), чиста теперішня вартість проекту (ЧТВ), індекс прибутковості інвестицій (ІП), внутрішня норма рентабельності (ВНР) та термін окупності інвестицій (Ток). Віддачу інвестованого капіталу оцінюють на основі показника грошового потоку від інвестицій. Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою

$$ГП = ЧП + A_{обл}, \quad (5.21)$$

де $ГП$ – сума чистих грошових надходжень, *грн.*;

$A_{обл}$ – величина амортизаційних відрахувань нового обладнання, *грн.*.

Величину амортизаційних відрахувань нового обладнання розраховуємо кумулятивним методом за формулою

$$A_{обл} = П \cdot K_K, \quad (5.22)$$

де $П$ – початкові інвестиції, які необхідні для реалізації проекту, *грн.*;

K_K – кумулятивний коефіцієнт, який розраховується відношенням кількості років, які залишаються до кінця терміну використання об'єкту основних фондів на суму числа років його корисного використання. Для нашого випадку $n = 6$ років.

$$A_{обл}^1 = 1088265 \cdot \frac{6}{21} = 310963 \text{ грн.}$$

$$A_{обл}^2 = 1088265 \cdot \frac{5}{21} = 259111 \text{ грн.}$$

$$A_{обл}^3 = 1088265 \cdot \frac{4}{21} = 207289 \text{ грн.}$$

$$A_{обл}^4 = 1088265 \cdot \frac{3}{21} = 155456 \text{ грн.}$$

$$A_{обл}^5 = 1088265 \cdot \frac{2}{21} = 103644 \text{ грн.}$$

$$ГП_1^1 = 215425 + 310963 = 526388 \text{ грн.}$$

$$ГП_1^2 = 215425 + 259111 = 474536 \text{ грн.}$$

$$ГП_1^3 = 215425 + 207289 = 422714 \text{ грн.}$$

$$\Gamma\Pi_1^4 = 215425 + 155456 = 370891 \text{ грн.}$$

$$\Gamma\Pi_1^5 = 215425 + 103644 = 319069 \text{ грн.}$$

Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою

$$ЧТВ = ТВ - \Pi, \quad (5.23)$$

де $ЧТВ$ – чиста теперішня вартість проекту, *грн.*;

$ТВ$ – теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, *грн.*.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою: $ТВ = \sum_{t=1}^n \frac{\Gamma\Pi_t}{(1+r)^t}$

$$ТВ = \sum_{t=1}^n \frac{\Gamma\Pi_t}{(1+r)^t}, \quad (5.24)$$

де $\Gamma\Pi_t$ – грошовий потік, який очікується у t -му році від реалізації проекту, *грн.*;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ – коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків;

r – норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу;

n – кількість років, що віддаляють витрати і результати даного року від початку розрахункового, $t = 1, 2, \dots, n$.

$$ТВ = \frac{526388}{(1+0,2)^1} + \frac{474536}{(1+0,2)^2} + \frac{422714}{(1+0,2)^3} + \frac{370891}{(1+0,2)^4} + \frac{319069}{(1+0,2)^5} = 1319912 \text{ грн.}$$

$$ЧТВ = 1319912 - 1088265 = 231647 \text{ грн.}$$

Чиста теперішня вартість перевищує нуль, тобто проект має бути схвалений як прибутковий. Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями

$$\begin{aligned} \Pi &= \frac{ТВ}{\Pi}, \\ \Pi &= \frac{1319912}{1088265} = 1,21. \end{aligned} \quad (5.25)$$

Проект, має індекс прибутковості більший за одиницю, тобто схвалюється як прибутковий.

Термін окупності інвестицій (Ток) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції, та розраховується за формулою

$$T_{OK} = \frac{\Pi}{\Gamma\Pi_{\text{диск}}}, \text{ грн.}, \quad (5.26)$$

де $\Gamma\Pi_{\text{диск}}$ – середньорічна величина дисконтованих грошових потоків.

$$\Gamma\Pi_{\text{диск}} = \frac{TB}{t}, \quad (5.27)$$

де t – кількість років експлуатації об'єкта інвестування, протягом яких очікується надходження грошових потоків

$$\Gamma\Pi_{\text{диск}} = \frac{1319912}{5} = 263982 \text{ грн.} \quad T_{OK} = \frac{1088265}{263982} = 4,12 \text{ року.}$$

У таблиці 5.5 наведено основні показники для оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту реконструкції ділянки з ремонту роздавальних коробок вантажних автомобілів.

Таблиця 5.5 – Показники оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту реконструкції ділянки ремонту роздавальних коробок вантажних автомобілів

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Величина показників
1. Річний обсяг робіт	од.	209
2. Собівартість одиниці ремонту	грн.	7396
3. Вартість одиниці ремонту	грн.	8653
4. Початкові інвестиції	грн.	1088265
5. Річний прибуток від реалізації інвестиційного проекту	грн.	262713
6. Чистий прибуток	грн.	215425
7. Беззбитковий обсяг проведення ремонтних робіт	од.	99
	грн.	856647
8. Чиста приведена вартість	грн.	231647
9. Індекс прибутковості інвестицій	-	1,21
11. Термін окупності	років	4,12

Проект слід вважати ефективним за таких умов:

- чиста приведена вартість має позитивне значення (ЧТВ = 172357 грн);
- індекс прибутковості інвестицій більше одиниці (ІП = 1,21);

ВИСНОВКИ

У дослідженні розглядаються питання розвитку підприємства, його структура, ключові ділянки, транспортні засоби та їхні характеристики. Проаналізовано працездатність і надійність коробки передач, а також визначено можливі шляхи вирішення проблеми.

Висвітлено експлуатаційну надійність і безпеку руху, а також способи підвищення їх надійності. Проведено розрахунки необхідної кількості технічного обслуговування рухомого складу, трудомісткість робіт, кількість робітників, а також розроблено річний план-графік ТО автопарку і модернізовано генеральний план підприємства. Запропоновано стенд для розбирання та збирання коробки передач автомобіля КрАЗ-6510. Створено технологічні карти обслуговування коробки передач автомобіля.

Проведено дослідження динаміки ПКМ, оснащеної міжосьовим диференціальним механізмом зі змінним передаточним числом в різних дорожніх умовах. Встановлено можливість мінімізації діапазону роботи коробки передач завдяки використанню варіаторів у роздавальній коробці. Виконання функцій коробки передач при однакових законах зміни передаточних чисел принесло певний економічний ефект за рахунок зменшення маси трансмісії.

Висвітлено питання охорони праці під час проведення технічного обслуговування автомобілів і ремонту коробки передач. Проведено аналіз причин травматизму на виробництві.

Розраховано техніко-економічні показники для господарських потреб підприємства та витрати на розробку пристосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Фоміних А.Б., Камаль Альскейф. Диференційний механізм зі змінним передатним числом. Вісник ВНЗ. Машинобудування.-2006. - № 2. - С. 37-42.
2. Камаль Альскейф, Фоміних А.Б. Математична модель руху рівною дорогою двоосної повнопривідної колісної машини з варіаторами в роздавальній коробці. Вісник ВНЗ. Машинобудування. - 2007. - № 7. - С. 32-36.
3. Альскейф Камаль. Динаміка двовісної повнопривідної колісної машини з варіаторами у роздавальній коробці. Известия ВУЗів. Машинобудування.- 2007. - № 8. - С. 44-48.
4. П.П.Лукін, Г.А. Гаспарян, В.Ф. Родіонов "Конструювання та розрахунок автомобіля", К.: "Машинобудування", 1994.- 376с.
5. А.І. Колчин, В.П.Демидов, «Розрахунок автомобільних та тракторних двигунів», - К.: Вищ. школа, 1997. – 400с.
6. Шумік С.В. та ін. Технічна експлуатація автотранспортних засобів: Курсове та дипломне проектування: Навчальний посібник / С.В. Шумік, М.М. Болбас, О.М. Півень: під ред. С.В. Шумік. - К.: Вища школа, 1998. – 206 с.
11. Ревенко Д. В. Оцінка терміну служби автомобільних деталей/Д. В. Ревенко, А. О. Харченко ///Вісник СевНТУ. Сірий. Машиноприладобудування та транспорт: зб. наук. пр. – Севастополь, 2010. – Вип. 107. – С.189.
12. Закон України “Про охорону праці”. - К., 1993. — 40 с.
13. Ткачук К. Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник по охороні праці на промисловому підприємстві. — К.: Техніка, 1991.
14. Інтернет-ресурс <http://www.youtube.com/watch?v=x8q9GdKAЕсЕ>
15. Рудзінський В. В. Транспортні засоби: навч. посібник / В. В. Рудзінський. – К.: НТУ, 2001. – 136 с.
16. Технічна експлуатація автомобілів/Є. С. Кузнецов. – К.: Транспорт, 1991. – 413 с.

17. Технологія відновлення деталей та ремонту автомобілів: навчальний посібник / О. С. Полянський, Б. В. Савченков, Є. О. Дубінін та ін. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 320с.

18. ГОСТ 25478-91. Автотранспортні засоби. Вимоги до технічного стану за умовами безпеки руху. Методи перевірки.

19. Робота автомобільної шини/під ред. В. І. Кнороза. – К.: Транспорт, 1996. – 238 с.

20. Бакфиш К. Нова книга о шинах / К. Бакфиш, Д. Хайнц. – К.: ТОВ «Видавництво Астрель»: ТОВ «Видавництво АСТ», 2003. – 303 с.

21. Кравченко А. П. До аналізу методів оцінки надійності автомобільних шин при стійкому русі легкового автомобіля / А. П. Кравченко, О. П. Сакно // Конструювання, виробництво, та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвідомчий наук.-техн. зб. – Вип. 40. – Ч. 1. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – С. 240 – 243.

22. Короткий автомобільний довідник – К.: Транспорт, 1995. - 220 с.

23. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 344 с.

24. Сахно В. П. Вплив компоновальних параметрів міських автобусів великого класу на показники їх маневреності / В. П. Сахно, О. А. Веремчук, М. І. Загороднов // Вісник НТУ. – К., 2004. – 9. – С. 132-137.

25. Сакно О.П. Аналіз системи управління технічним станом рухомого складу на підставі інформації зносу протектора шин / Кравченко О.П., Сакно О.П., Захаров С.В. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту [Науково-виробничий збірник]. – Горлівка : ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2011. – №1 (12). – С. 52–58.

