

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній (освітньо-кваліфікаційний) рівень)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху на 120 автомобілів МАЗ-5551 для
технічного обслуговування та поточного ремонту коробки передач з
дослідженням викидів токсичних речовин з визначенням ефективних.
експлуатаційних параметрів автомобілів

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАмз-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Нерода Г.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Гевко І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Сташків М.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра Автомобілів
Освітній рівень Магістр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., доц. Ляшук О.Л.
«_____» _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Нерода Григорій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект дільниці ремонтного цеху на 120 автомобілів МАЗ-5551 для технічного обслуговування та поточного ремонту коробки передач з дослідженням викидів токсичних речовин з визначенням ефективних експлуатаційних параметрів автомобілів

Керівник проекту (роботи) Д.Т.Н., ПРОФ. ЛЯШУК О.Л.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від 01. 09. 2020 року №4/7-622

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 21 лютого 2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Марка автомобіля МАЗ-5551, технологічний процес діагностика, дані підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.
4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
Додатки _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Виробничий корпус– 1×А1; План дільниці ремонту КПП 1 ×А1;Технологічна карта 1×А1;
Стенд для розбирання КП 1 ×А1; Стенд для випробування масляних насосів 1×А1; Стенд для розборки кришки та обкатки КП 2 ×А1; Експериментальні дослідження по вмісту шкідливих речовин 3 ×А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консуль- танта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	к.т.н., доцент Ткаченко І.Г. ст. викладач Клепчик В.М		

7. Дата видачі завдання 01.09.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Нерода Григорій Анатолійович
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Ляшук Олег Леонтійович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра складається з пояснювальної записки: сторінок та графічного матеріалу формату А1.

У першому розділі кваліфікаційної роботи магістра відображена дана характеристика як підприємства, так і виробничого корпусу зокрема. Виконаний розрахунок виробничої програми цеху і дільниці в кількості ремонтів і їх трудомісткості.

У технологічній частині розглянута будова коробок передач автомобілів, описані основні вузли і механізми, а також їх можливі дефекти. Розроблений технологічний процес поточного ремонту коробки передач автомобіля МАЗ-5551, запропонована реконструкція дільниці поточного ремонту.

У конструкторській частині наведено розрахунки застосування універсального обладнання. Виконані розрахунки основних вузлів і деталей запропонованого устаткування. Наведено стенди з описом з випробуванням коробок передач. Приведений розрахунок терміну окупності, чистої приведеної вартості і індексу прибутковості інвестицій по реконструкції дільниці поточного ремонту коробок передач.

В науковій частині проведена методика визначення викидів речовин в атмосферу автотранспортними засобами та представлені експериментальні дослідження викидів на різних режимах двигуна

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека життєдіяльності» розглянуті заходи щодо поліпшення умов праці ремонтних робочих, а також розроблені заходи щодо грозозахисту виробничого корпусу.

.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	
1.1 Вибір техніко-економічних показників і рухомого складу АТП.....	6
1.2 Аналіз виробничо-технічної бази АТП.....	9
1.3 Технологічний розрахунок виробничого корпусу на 120 вантажних автомобілів.....	11
1.4. Обґрунтування вибору теми, мети та задачі магістерської роботи.....	22
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1. Коробка передач та її привід.....	23
2.2 Технічне обслуговування і регулювання.....	28
2.3 Ремонт КП.....	29
2.4 Розрахунки кількості устаткувань на дільниці.....	39
2.5 Показники ефективності проекту.....	41
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
3.1 Стенд для розбирання коробки передач.....	42
3.2 Стенд для зняття кришки КП.....	46
3.3 Стенд для випробування масляного насосу коробки передач.....	48
3.4 Технологічні планувальні рішення дільниці ремонту коробки передач після реконструкції.....	52
4. НАУКОВА ЧАСТИНА	
4.1 Методика для визначення з розрахунків забрудненням атмосфери автомобілем.....	54
4.2 Експериментальні дослідження викидів автомобілем на різних режимах роботи двигуна та швидкості руху.....	55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Нормативно - правова база з охорони праці в галузі.....	66
5.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	66
5.3 Засоби індивідуального захисту працівників.....	69
5.4.Розрахунок штучного освітлення.....	72
ВИСНОВКИ.....	74
БІБЛІОГРАФІЯ.....	75

ВСТУП

Транспорт посідає загальному об'ємі зпровідне значення для перевезення пасажирів і вантажів, а також у виконанні різного роду спеціальних функцій. Значне місце в цьому об'ємі займають автомобілі середньої і великої вантажопідйомності, що виконують різноманітні складні завдання.

Виробництво вантажних автомобілів в Україні не задовольняє потреб автомобільних підприємств. Але, виходячи з того, що сфера їх застосування останнім часом значно розширилася, потреба в них велика. Для забезпечення виконання покладених на автотранспортні підприємства і автотранспортні цехи відповідальних завдань необхідно використовувати всі резерви збільшення парку автомобілів, зокрема їх капітальний і поточний ремонт. Щорічно багато тисяч автомобілів проходять різні стадії ремонтних робіт за рахунок цього істотно знижують природний спад автомобілів і підвищують чисельність парку.

Реалізація резервів підвищення ефективності капітального і поточного ремонту автомобілів забезпечить подальше вдосконалення технології і організації авторемонтного виробництва, підсилити вплив автомобільної промисловості у формуванні технічного рівня ремонтних заводів, в розробці і освоєнні технології відновлення деталей і механізмів автомобіля.

На сьогоднішній день все більш широке застосування отримують вантажні автомобілі, з дизельними двигунами. Цей факт пояснюється вищими споживчими якостями дизельних двигунів в порівнянні з карбюраторними. При цьому технічне обслуговування і ремонт дизелів вимагає істотно великих витрат і ресурсів, що обумовлене складністю системи живлення.

Тому застосування передових рішень в області ремонту і діагностики коробок передач вантажних автомобілів є актуальним завданням при експлуатації автомобільного транспорту.

ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

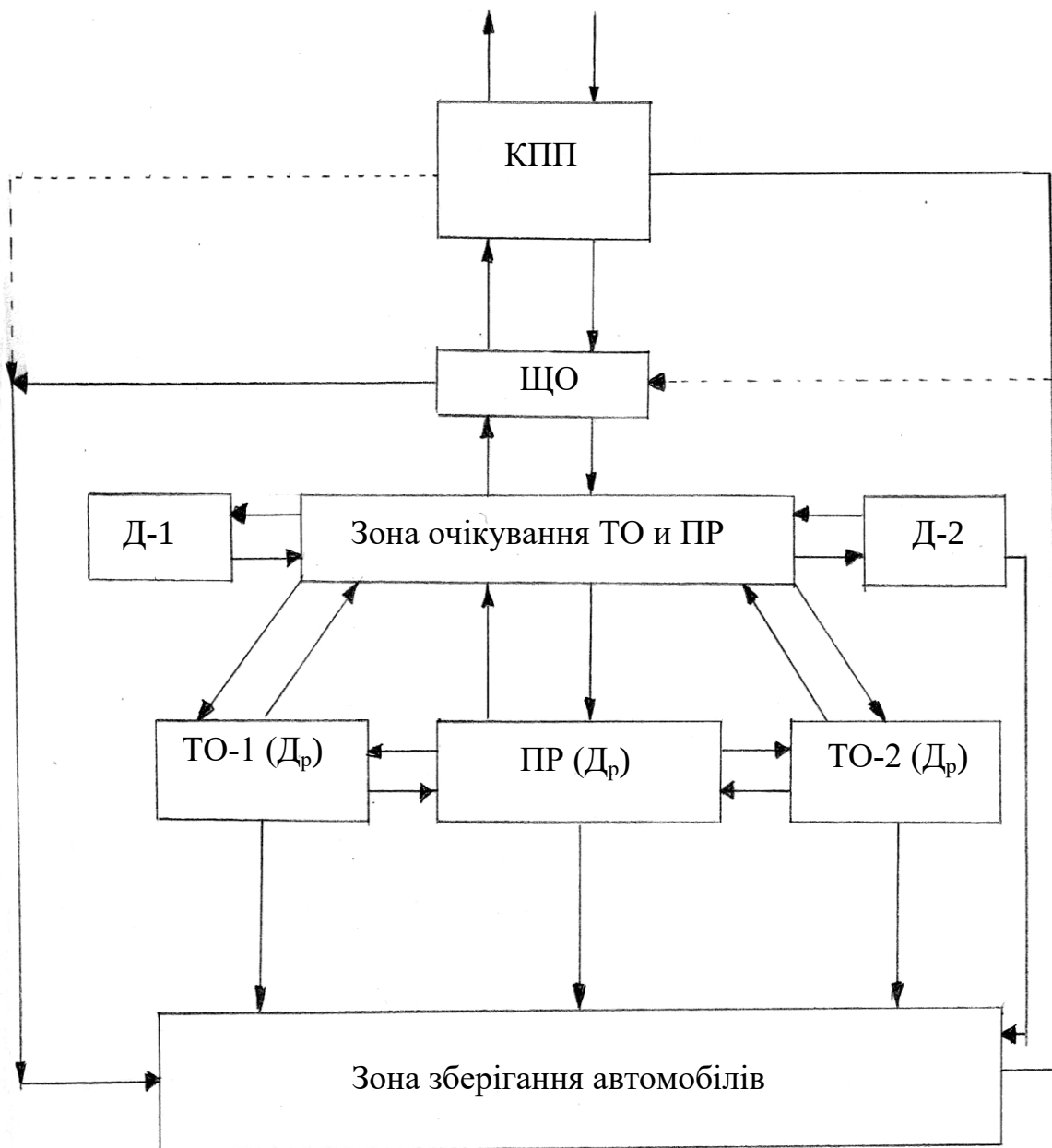
1.1 Вибір техніко-економічних показників і рухомого складу АТП

Ринок транспортних послуг та послуг з ТО і ПР рухомого складу в місті Тернопіль налічує значну кількість автотранспортних підприємств. Але в основному це малі приватні підприємства, спільні підприємства, виробничо-комерційні фірми і т.п. з незначною кількістю автомобілів, які забезпечують власні потреби підприємств в перевезеннях та наданні всіх видів ТО і ПР. Ремонтна база таких підприємства незначна, і тому деякі види робіт по ремонту і обслуговуванню автомобілів приходиться виконувати на інших підприємствах.

Схематично на рисунку 1.1 позначені основні технологічні транспортні потоки по АТП. З точки зору можливості подання послуг по перевезенню вантажів та виконанню ТО і ПР базове АТП є більш потужним. Режим роботи АТП – в дві зміни, 305 днів в році. Спосіб забудови ділянки АТП - павільйонний, тобто спосіб, який передбачає будівництво окремих будівель для обслуговування і ремонту автомобілів.

Зберігання автомобілів здійснюється на відкритих майданчиках. На території АТП розміщено адміністративно-побутовий корпус, контрольно-технічних пункт, корпуси для проведення ТО-1, ТО-2, ПР автомобілів, мийка автомобілів, складські та допоміжні приміщення.

Всього на автопідприємстві налічується 120 автомобілів для обслуговування і ремонту великовантажних автомобілів та автобусів, наступних марок: ЗИЛ; МАЗ; КрАЗ; ЛАЗ; ГАЗ, Mercedes та Ford а також їх основних модифікацій. В основному це вантажні автомобілі. Роботи, що входять у ТО-1 виконуються в міжзмінний час. Роботи ТО-2 проводяться в I зміну. Поточний ремонт автомобілів виконується в I та II зміни.



← — напрямок руху автомобілів;

← - - - - - — напрямок можливого руху автомобілів.

Рисунок 1.1 – Основні технологічні транспортні вантажопотоки

Основні технічні характеристики автомобілів представлені в таблиці 1.2.

АТП надає транспортні послуги більш як вісімдесяти підприємствам міста і області, а також малим і приватним підприємствам. Автотранспортне підприємство займається також міжнародними перевезеннями.

Таблиця 1.2 – технічні характеристики транспортних засобів АТП

Технічні характеристики автомобілів	ЛАЗ-5252.8	ЗИЛ-4331	МАЗ-5551	КрАЗ-6510
Вантажопідйомність, кг	28/110 чол.	8000	10000	13500
Допустима маса буксируваного причепа, кг	–	12000	12000	20000
Власна маса, кг	5250	6500	7470	12500
Повна маса, кг	10290	14500	17620	24900
Радіус повороту зовнішнього габариту, м	12,0	8,0	9,0	10,7
Максимальна швидкість км/ч	75	95	83	70
Гальмівний шлях із швидкістю 50 км/ч, м	29,2	28	18,4	18,4
Витрата палива, л/100	35	30	22	38
Двигун	ЯМЗ-236	ММЗ Д-260	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Тип	4 тактний 6 циліндрів., V-образний	Рядний 6ц. 4 тактний 8 циліндр.	6 циліндрів, дизель.	4 тактний 8 циліндр дизель.
Діаметр циліндра і хід поршня, мм	130x140	110x125	130x140	130x140
Робочий об'єм, л	11,15	7,12	11,15	14,86
Ступінь стиснення	16,5	17	16,5	16,5
Максимальна потужність, л.с	180	180	180	240
Максимальний момент, що крутить, Н·м	670	720	670	883

Для вибору показників для перспективного планування необхідно зробити детальний аналіз роботи АТП, що рухомий склад АТП необхідно збільшити до 120 автомобілів моделей ЗІЛ-4331, МАЗ-5551, КрАЗ-6510 та автобусами великого класу ЛАЗ-5252. Найбільшій зміні підлягають показники: коефіцієнт випус-

ку рухомого складу – α_B ; коефіцієнт використання пробігу β ; час у наряді T_n ; коефіцієнт технічної готовності автомобілів – α_T . Всі інші залишаються порівнянно сталими. Тому, при виборі показників роботи для реконструюємого АТП значення їх приймаємо близькими до нормативних по автомобільному транспорту.

1.2 Аналіз виробничо-технічної бази АТП

Важливий етап реконструкції – варіантне обґрунтування доцільності тієї або іншої форми розвитку ВТБ. Даний результат може досягнутий внаслідок коли високий коефіцієнт збереження діючих потужностей АТП.

При виборі оптимальних рішень необхідно виконувати техніко-економічний аналіз, що є необхідними при визначенні величини капітальних вкладень. Для правильного вибору форми нарощування ВТБ необхідно здійснити оцінку технічної бази АТП і рівень її використання за початковими даними.

1. Кількість автомобілів $\dot{R}nd' = 120$;
2. $\Phi O.П = 4650$, тис.грн.;
3. Вартість транспортних засобів $\Phi T.C = 3200$, тис.грн.
4. Загальна площа території АТП $FT = 65000$ м².
5. $FP - C = 3377$, м².
6. Загальна площа стоянки $FCT = 31000$, м².
7. $FD.П. = 1640$ м².
8. Пости TO і TP $XII = 25$.
9. Кількість робочих $P = 80$ чол.
10. $Lp = 9,6$, млн.км.
11. $lсd = 190$, км.

Порівнюємо реальні значення оцінних показників з скорегованими еталонними. Результати розрахунків приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Результати розрахунків за оцінкою ВТБ

Показник	Одиниця вимірювання	Значення по АТП	Скореговане еталонне	Відхилення %
FT	м ² /авто	325	118	+ 63
$FП - C$	м ² /авто	16,8	15,3	+ 9
FCT	м ² /авто	155	36,5	+ 76
$Fв$	м ² /авто	8,2	7,8	+ 4,8
Xn	пост/млн.км	2,6	1,0	+ 61,5
P	чол/млн.км	8,3	4,0	+ 52
aT		0,85	0,91	- 7,1
ΦOC	тис.грн/авто	7,25	3,6	+ 50,3

АТП достатньою мірою забезпечене земельними ділянками і площами, які зайняти виробничими приміщеннями і стоянками, що доводяться на один автомобіль. Коефіцієнт технічної готовності не відповідає нормативу (відхилення складає - 7%). Таким чином, розвиток ВТБ АТП є технічна реконструкція.

Показники оцінки рівня використання виробничо-технічної бази АТП наведено таблиці 1.3:

Таблиця 1.3 Показник оцінки рівня використання ВТБ в АТП

Показник	Розрахунок
Фондовіддача виробничих фондів $\Phi_{\text{вд}} = \frac{Д}{\Phi_{\text{оп}}}$	$\Phi_{\text{вд}} = \frac{6134000}{4650000} = 1,32 \text{ грн.}$
Рентабельність $R_{\text{заз}} = \frac{\Pi_{\text{б}} \cdot 100}{\Phi_{\text{об}} + \Phi_{\text{об}}}$	$R_{\text{заз}} = \frac{843650 \cdot 100}{4650000 + 380000} = 16,8\%$
Продуктивність праці ремонтних робітників $W_{\text{р.р}} = \frac{L_{\text{заз}}}{N_{\text{р.р}}}$	$W_{\text{р.р}} = \frac{9600}{80} = 120 \text{ тис.км/чол.}$

Реконструкція даного АТП передбачає комплекс заходів по підвищенню технічного рівня виробничо-технічної бази за рахунок упровадження нової техніки і прогресивної технології ТО та ПР.

1.3 Технологічний розрахунок виробничого корпусу на 120 вантажних автомобілів

Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування автомобілів

Для розрахунку виробничої програми підприємства (АТП) визначити кількість одиниць працездатний одиниць рухомого складу, внаслідок чого обслуговуються і планують період часу (рік, добу, зміну). Сезонне обслуговування, проводять два рази в рік, з ТО-2. Виходячи з питомих норматива на 1000 км. пробігу визначають простої рухомого складу та роботи поточного ремонту [4].

Основні методи технологічного розрахунку АТП на даний час – цикловий. За цикл експлуатації визначають основні показники які приймає рівним пробігу автомобілів до капітального ремонту, з врахування режиму робіт підприємства, внаслідок чого річні і добові показники визначаються.

Дані для визначення показників, підприємства, наведено в таблиці 1.4.

Періодичність ТО-1 автомобілів, L_1 , км., визначуваний по формулі

$$L_1 = L_{1i} \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3,$$

де L_{1i} – норматив пробігу до ТО-1, км.;

K_1 – коефіцієнт нормативу від експлуатації;

K_2 – коефіцієнт норматива модифікації автомобіля та організацію роботи;

K_3 – коефіцієнт норматива від кліматичних умов.

$$L_{1i} = 3000 \text{ км} [2]$$

$$K_1 = 0.9 [2,]$$

$$K_2 = 1.0 [2,]$$

$$K_3 = 1.0 [2,].$$

Періодичність ТО-1 автомобілів, отримаємо

$$L_1 = 3000 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 2700 \text{ км}$$

Таблиця 1.4 – Початкові дані для визначення виробничої програми

Найменування показників	Позначення показників	МАЗ-5551	ЗИЛ-4331	ЛАЗ-5252	КрАЗ-6510	Mersedes3230
Облікова кількість автомобілів	$A_{об}$, од	32	15	15	28	30
Середньодобовий пробіг	$l_{сд}$, км	190	190	190	190	220
Час роботи автомобіля на лінії	$T_{л}$, час	8	8	8	8	8
Кількість днів роботи в році	$D_{рг}$, дн	254	254	254	254	254
Кількість нових автомобілів	$A_{н}$, %	15	20	30	20	25
Кількість автомобілів тих, що пройшли капітальний ремонт	$A_{кр}$, %	85	80	70	80	75
Пробіг нових автомобілів з початку експлуатації в долях від пробігу до капремонту	$L_{сп·н}$	0,25-0,5	0,5-0,75	до 0,25	до 0,25	до 0,5
Середній пробіг автомобіля з початку експлуатації в долях від пробігу до капітального ремонту	$L_{сп·кр}$	1,25-1,5	1,25-1,5	1,5-1,75	1,05-1,25	1,25
Категорія умов експлуатації	KUE	2				
Кліматичний район	-	Помірний				

Пробіг до ТО-2, L_2 , км.,

$$L_2 = L_{2i} \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot L_2$$

де L_{2i} – норматив пробігу до ТО-2, км.

$$L_{2i} = 12000 \text{ км} [1].$$

Пробіг до ТО-2, отримаємо

$$L_1 = 12000 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 10800 \text{ км}$$

Пробіг до КР, L_K , км., визначуваний по формулі

$$L_K = [(L_{KH} \cdot A_H + 0.8 \cdot L_{KH} \cdot A_{KP}) / A_{CP}] E_1 \cdot E_2 \cdot E_3$$

де L_{KH} – норматив пробіг до КР, $L_{KH} = 250000 \text{ км}$. [2];

A_H – к-сть нових автомобілів, $A_H = 8$;

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

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

$E_1 \cdot E_2 \cdot E_3$ – коефіцієнти пробігу.

Пробіг до КР, L_K , отримаємо

$$L_K = [(250000 \cdot 8 + 0.8 \cdot 250000 \cdot 45) / 53] 0.9 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 186792 \text{ км}$$

Скоректуємо пробіги з урахуванням середньодобового пробігу і між собою

$$L_1 = 150 \cdot 18 = 2700 \text{ км.}$$

$$L_2 = 2700 \cdot 4 = 10800 \text{ км.}$$

$$L_K = 10800 \cdot 17 = 183600 \text{ км.}$$

Визначим к-сть ТО, ПР і ЩО на один автомобіль за цикл

$$N_K = L_{\theta} / L_K ;$$

де L_{θ} – пробіг одного автомобіля за цикл експлуатації.

$$N_K = 183600 / 183600 = 1.$$

$$N_K = (L_K / L_2) / N_K ,$$

$$N_2 = (183600 / 10800) - 1 = 16.$$

$$N_1 = (L_K / L_2) / (N_K + N_2)$$

$$N_1 = (183600 / 2700) - (1 + 16) = 51.$$

$$N_{3MO} = L_K / l_{cd} ,$$

$$N_{3MO} = 183600 / 190 = 1224.$$

Коефіцієнт переходу від циклу до року, κ_p , визначаєм

$$\kappa_p = L_p / L_K$$

де L_p – річний пробіг автомобіля, км.

Річний пробіг автомобіля, L_p , км., визначаєм

$$L_p = ДРГ \cdot l_{cd} \cdot \alpha_T,$$

де α_T – технічна готовність;

$\ddot{A}DA$ – кількість робочих днів в році, днів $\ddot{A}DA = 254$ днів.

Коефіцієнт технічної готовності, α_T ,

$$\alpha_T = \frac{\ddot{A}_{e,\delta}}{\ddot{A}_{e,\delta} + \ddot{A}_{d,\delta}}$$

де $\ddot{A}_{e,\delta}$ — днів експлуатації за цикл;

$\ddot{A}_{d,\delta}$ – перебування автомобіля в ТО, ПР та КР за цикл.

Днів експлуатації за цикл, $\ddot{A}_{e,\delta}$,

$$D_{\text{эц}} = \frac{L_K}{L_{CC}},$$

$$D_{\text{эц}} = 183600 / 190 = 1224 \text{ дня.}$$

Днів перебування автомобіля в ТО, ПР та КР за цикл, $\ddot{A}_{d,\delta}$,

$$D_{p,u} = D_K + D_{TO-TP} \frac{L_K}{1000} \cdot K'_4$$

де $\ddot{A}_k$ – простій автомобіля в КР, $\ddot{A}_k = 22$ дні;

$\ddot{A}_{\text{НД-ДД}}$ – простій автомобіля на ТО-2 і ПР на 1000 км $\ddot{A}_{\text{НД-ДД}} = 0.55$;

K'_4 – коефіцієнт, який враховує пробігу автомобілів під часатку експлуатації на величину простою в ПР

$$K'_4 = \frac{K'_{4H} \cdot A_H + K'_{4KP} \cdot A_{KP}}{A_{CN}},$$

де K'_{4i}, K'_{4ED} – коефіцієнт коректування нових автомобілів і автомобілів, що були на КР $K'_{4i} = 0.7$, $K'_{4ED} = 1.3$ [3].

$$E'_4 = \frac{0,7 \cdot 8 + 1,3 \cdot 45}{71} = 1,21$$

Підставивши значення, визначаємо кількість днів перебування автомобіля в ТО і ПР за цикл

$$\dot{A}_{d,o} = 22 + 0,4 \frac{183600}{1000} \cdot 1,21 = 144$$

Підставивши значення, визначуваний коефіцієнт технічної готовності

$$\alpha_n = \frac{1224}{1224 + 144} = 0,89$$

Підставляємо значення, визначуваний річний пробіг автомобілів

$$L_z = D_{pe} \cdot \alpha_m \cdot L_{cc}$$

$$L_a = 254 \cdot 0,89 \cdot 120 = 33909$$

Визначаємо коефіцієнт переходу від цикла на рік

$$\eta_z = \frac{L_z}{L_k}$$

$$\eta_a = 33909 / 183600 = 0.185$$

Число дій на один автомобіль на рік,

$$N_{3MOz} = N_{3MO} \cdot \eta_z,$$

$$N_{1z} = N_1 \cdot \eta_z,$$

$$N_{2z} = N_2 \cdot \eta_z,$$

$$N_{lp} = 51 \cdot 0,185 = 9.$$

$$N_{2p} = 16 \cdot 0,185 = 3.$$

$$N_{3MO} = 1224 \cdot 0,185 = 226.$$

Одеожані показники дають змогу визначити річну програму обслуговування автомлілів, за рік

$$\sum N_{3MOz} = N_{3MOz} \cdot A_{cn},$$

$$\sum N_{1z} = N_{1z} \cdot A_{cn},$$

$$\sum N_{2z} = N_{2z} \cdot A_{cn}.$$

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

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

$$\sum N_{3MO,p} = 226 \cdot 53 = 11978.$$

Здійснюємо розрахунок для автомобілів ЛАЗ-5252, ЗИЛ-4331, КраЗ-6510 та Mercedes-3230 які наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 –Обсяги технічних дій на підприємстві

Показники	МАЗ-5551	ЗІЛ-4331	ЛАЗ-5252	КрАЗ-6510	Mersedes
Скоординований пробіг, км.					
до ТО-1, L_1	2700	2700	2380	2560	3560
до ТО-2, L_2	10800	10800	9520	10720	16820
до КР, L_k	183600	227160	172040	189120	320566
річний, L_p	33909	40691	47187	36982	50678
Коефіцієнт технічної готовності, α_T	0,89	0,89	0,91	0,91	0,9
Днів експлуатації за цикл, D_{ey} , дні	1224	1262	1012	1182	1250
Днів простою в ТО, ПР і КР за цикл, D_{py} , дні	144	155	100	123	120
Число дій на весь парк за рік					
ТО-1, $\sum N_{1p}$	477	528	90	656	530
ТО-2, $\sum N_{2p}$	153	192	30	184	124
КР, $\sum N_{kp,p}$	10	9	8	12	14
ЩО, $\sum N_{3MO,p}$	11978	10904	8282	13599	12367

Річний обсяг робіт по ТО, ПР і самообслуговуванню підприємства

Обсяг робіт рік визначається в чол.-год. і включає обсяг робіт по ЩО, ТО-1, ТО-2, ПР, а об'єм робіт по самообслуговуванню підприємства. Норматив трудомісткості при розрахунках з урахуванням роботи автомобілів.

Трудомісткість ЗМО, t_{3MO} , чол.-год, визначимо по формулі

$$t_{\dot{u}.i} = t_{\dot{u}.i} \cdot E_2 \cdot E_5,$$

де $t_{\dot{u}.i}$ – норматив трудомісткість ЗМО, чол.-год

$$t_{\dot{u}.i} = 0.3 \text{ чол.-год [2];}$$

E_2 – коефіцієнт від модифікації рухомого складу.

$$E_2 = 1.0 \text{ [2];}$$

E_5 – коефіцієнт норматива трудомісткості від кількості обслуговуваних автомобілів, $E_5 = 1.15$ [2].

Підставивши значення, визначаємо трудомісткість ЗМО

$$t_{\dot{u}.i} = 0.3 \cdot 1.0 \cdot 1.15 = 0.345 \text{ чол.-год.}$$

Трудовісткість ТО-1, t_1 , чол.-год, визначаємо

$$t_1 = t_{н1} \cdot K_2 \cdot K_5,$$

де $t_{н1}$ – нормативна трудовісткість ТО-1, чол.-год.

$$t_{н1} = 3.4 \text{ чол.-год [2].}$$

Визначаємо трудовісткість ТО-1

$$t_1 = 3.4 \cdot 1.0 \cdot 1.15 = 3.91 \text{ чол.-год.}$$

Трудовісткість ТО-2, t_2 , чол.-год, визначаємо

$$t_2 = t_{н2} \cdot K_2 \cdot K_5$$

де $t_{н2}$ – нормативна трудовісткість ТО-2, чол.-год

$$t_{н2} = 13.8 \text{ чол.-год [2],}$$

$$K_2 = 1.0 \text{ [2],}$$

$$K_5 = 1.15 \text{ [2].}$$

Визначаємо трудовісткість ТО-2

$$t_2 = 13.8 \cdot 1.0 \cdot 1.15 = 15.87 \text{ чол.-год.}$$

Визначаємо трудовісткість ПР, t_{TP} , чол.-год

$$t_{TP} = t_{нПР} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$$

де $t_{нПР}$ – нормативна трудовісткість ПР, $t_{нПР} = 6 \text{ чол.-год/1000 км;}$

K_4 – нормативна питомісткість ПР.

Коефіцієнт норматива питомісткості ПР, K_4 ,

$$K_4 = (K_{4н} \cdot A_n + K_{4КР} \cdot A_{КР}) / A_{сн},$$

де $K_{4и}$ – коефіцієнт коректування нових автомобілів, $K_{4и} = 0.7 \text{ [2];}$

$K_{4ЕД}$ – для автомобілів після КР, $K_{4ЕД} = 1.4 \text{ [2].}$

$$K_4 = (0.7 \cdot 8 + 1.4 \cdot 45) / 53 = 1.29.$$

Підставивши значення визначаємо трудовісткість ПР

$$t_{TP} = 6.0 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.29 \cdot 1.15 = 9.79 \text{ чол.-год / 1000 км.}$$

Обсяг робіт за рік по ЩО, $\sum T_{ГЕ.д}$, чол.-год, $\sum T_{ГЕ.д} = \sum N_{ГЕ.д} \cdot t_{ГЕ}$

$$\sum T_{ГЕ.д} = 11978 \cdot 0.345 = 4132 \text{ чол.-год.}$$

Обсяг робіт за рік по ТО-1, $\sum \check{N}_{1д}$, чол.-год, $\sum T_{1п} = \sum N_{1п} \cdot t_1$

$$\Sigma T_{1d} = 477 \cdot 3.91 = 3325 \text{ чол.-год}$$

Обсяг робіт за рік по ТО-2, ΣT_{2p} , чол.-год, $\Sigma T_{2p} = \Sigma N_{2p} \cdot t_i$,

$$\Sigma T_{2d} = 159 \cdot 15.87 = 4816 \text{ чол.-год}$$

Обсяг робіт за рік по ПР, $\Sigma T_{mp.p}$, чол.-год, $\Sigma T_{mp.p} = L_p \cdot A_{cn} \cdot t_{mp} / 1000$,

$$\Sigma T_{dp.d} = 33909 \cdot 71 \cdot 9,79 / 1000 = 17594 \text{ чол.-год}$$

Проводим розрахунки для автомобілів ЛАЗ-5252, ЗИЛ-4331, КрАЗ-6510 та Mercedes-3230 зводимо в таблицю 1.6.

Обсяг робіт за рік по самообслузі підприємства приймається відношення від сумарної трудомісткості по ТО та ремонту рухомих засобів парку.

Обсяг робіт за рік по самообслуговуванню підприємства, $T_{сам}$, чол.-год, складає 11,74% від загального об'єму робіт за рік по ТО і ПР автомобілів, [1]

$$T_{ir.e} = (\Sigma T_{ce.i.d} + \Sigma \check{N}_{1d} + \Sigma \check{N}_{2d} + \Sigma \check{N}_{db.d}) \cdot (11.74/100)$$

де $\Sigma T_{ce.i.d} + \Sigma \check{N}_{1d} + \Sigma \check{N}_{2d} + \Sigma \check{N}_{db.d}$ – сумарний коефіцієнт виконання за рік технічних дій по всьому підприємству, чол.-год.

Обсяг робіт за рік по самообслуговуванню підприємства

$$T_{ir.e} = (31355 + 11129 + 14606 + 82909) \cdot (11.74/100) = 16436 \text{ чол.-год}$$

Визначаємо кількість постів ТО і ПР автомобілів

На базі прийнятої організації робіт, річної програми технічних дій і трудомісткості робіт, визначається необхідна кількість постів (ліній) ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР.

Визначаємо к-ть постів ТО-1, X_1 ,

$$X_1 = (\tau_1 \cdot K_n) / (R_1 \cdot K_{вик})$$

де τ_1 – такт поста ТО-1, хв.;

R_1 – ритм виробництва, хв.;

K_n – нерівномірність завантаження постів, $K_n = 1,09$ [4];

$K_{вик}$ – використаний робочий час поста, $K_{вик} = 0,93$ [4].

Таблиця 1.6 – Обсяг робіт за рік по ЩО, ТО, та ПР автомобільного парку

Показники	МАЗ-5551	ЗІЛ-4331	ЛАЗ-5252	КрАЗ-6510	Mersedes	Всього
Трудомісткість, чол.-год						
ЩО, $t_{змО}$	0,345	0,3	0,48	1,08	0,65	2,855
ТО-1, t_1	3,91	3,41	2,53	7,56	3,65	21,06
ТО-2, t_2	15,87	13,2	10,47	33,12	12,4	85,06
ПР, $t_{пр}/1000$ км.	9,79	5,89	6,10	15,97	10,6	48,35
Річний обсяг технічних дій, чол.-год.						
ЩО, $\Sigma T_{змО,р}$	4132	3761	1775	4687	3250	17605
ТО-1, $\Sigma T_{1р}$	1865	1800	2505	4959	2478	13607
ТО-2, $\Sigma T_{2р}$	2523	2534	1455	6094	6438	19044
ПР, $\Sigma T_{пр,р}$	17594	11504	8896	34845	24565	97404
Річний обсяг по самообслуговуванню підприємства, $T_{сам}$, чол.-год	16436					

Такт поста ТО-1, τ_1 , хв.,

$$\tau_1 = (60 \cdot t_1 / P_n) + t_n,$$

де P_n – к-ть робітників одночасна на посту, чол., $P_n = 2$ чол.[1];

t_n – час, на постановка автомобіля на пост, $t_n = 1,3$ хв.;

t_1 – фактична трудомісткість, чол.-год.

$$\tau_1 = (60 \cdot 3,91 / 2) + 3 = 120 \text{ хв.}$$

Середній інтервал часа вихіда автомобілів із зони ТО-1, R_1 , хв.,

$$R_1 = 60 \cdot T_{зм} \cdot c / N_{1дiб},$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

c – к-ть змін;

$N_{1дiб}$ – добова програма.

Добова виробнича, $N_{1доб}$,

$$N_{1дiб} = \Sigma N_{1р} / D_p,$$

$$N_{1дiб} = 477 / 300 = 2,$$

Ритм виробництва $R_1 = 60 \cdot 8 \cdot 1 / 2 = 240$ хв.

Визначаємо к-ть постів ТО-1

$$X_1 = \frac{120 \cdot 1.09}{240 \cdot 0.93} = 1 \text{ пост.}$$

К-ть постів ТО-2, X_2 ,

$$X_2 = (\tau_2 \cdot K_n) / (R_2 \cdot K_{\text{вук}}),$$

де τ_2 – такт поста ТО-1, хв.;

R_2 – ритм виробництва, хв.;

K_n – нерівномірність завантаження постів, $K_n = 1.09$ [4];

$K_{\text{вук}}$ – використаний робочий час поста, $K_{\text{вук}} = 0.93$ [4].

Такт поста ТО-2, τ_2 , хв., визнач

$$\tau_2 = (60 \cdot t_2 / P_n) + t_n$$

де P_n – к-ть робітників одночасна на посту, чол., $P_n = 2$ чол. [1];

t_n – час, на постановка автомобіля на пост, $t_n = 1.3$ хв.;

t_2 – трудомісткість фактична, чол.-год.

$$\tau_2 = 320 \text{ хв.}$$

Ритм виробництва або середній інтервал часу між моментами виходу автомобілів із зони ТО-2, R_2 , хв.

$$R_2 = 60 \cdot T_{\text{зм}} \cdot c / N_{\text{2дiб}} ,$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, $T_{\text{зм}} = 8 \text{ год.}$;

c – к-ть змін;

$N_{\text{2дiб}}$ – добова програма.

$$N_{\text{2дiб}} = \Sigma N_{\text{2п}} / D_p$$

$$N_{\text{2дiб}} = 153 / 254 = 1$$

Ритм виробництва

$$R_2 = 60 \cdot 8 \cdot 1 / 0.6 = 480 \text{ хв.}$$

Визначаємо к-ть постів ТО-2

$$X_2 = (320 \cdot 1.09) / (480 \cdot 0.93) = 1.$$

Кількість постів ПР, $X_{\text{ТР}}$,

$$X_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}}^n \cdot K_n / D_{\text{п.п}} \cdot K_{\text{вук}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot c \cdot P_n$$

де T_{PP}^n – об'єм постових робіт по ПР за рік, люд.-год.;

K_i – коефіцієнт, що враховує надходження автомобілів на пост;

K_{acc} – коефіцієнт використання робітника часу поста $K_{acc} = 1.2$

P – число робітників, люд. $P = 2 \text{ ёт } \ddot{a}$.

Визначаєм розрахунок для автомобілів ЛАЗ-5252, ЗИЛ-4331, КрАЗ-6510 та Mercedes-3230.

Таблиця 1.7 – Результати розрахунку кількості постів ЩО, ТО і ПР автомобілів

Показники	<u>МАЗ-5551</u>	<u>ЗИЛ-4331</u>	<u>ЛАЗ-5252</u>	<u>КрАЗ-6510</u>	<u>Mercedes</u>
Такт ліній періодичної дії, $\tau_{ЗМО}$, хв.	11	10	15,4	22,7	24
Добова виробнича програма, <u>$N_{ЗМО}$</u> , обсл.	47	43	12	30	34
Ритм виробництва, <u>$R_{ЗМО}$</u> хв.	10	11	7	8,97	11
Кількість ліній періодичної дії, <u>$X_{ЗМО}$</u> пос.	1	1	1	2	2
Такт поста ТО-1, τ_1 , хв.	120	137,4	78	230	246
Добова виробнича програма, <u>$N_{ТО1}$</u> , обсл.	2	2,1	3,2	2,6	3
Ритм виробництва зони ТО-1, R_1 , хв.	240	229	132	185	158
Кількість постів ТО-1, X_1 , пост.	1	1	1	2	2
Такт поста ТО-2, τ_2 , хв.	320	529	210	996	260
Добова виробнича програма, <u>$N_{ТО2}$</u> , обсл.	0,6	0,8	1,1	0,72	4

Ритм виробництва зони ТО-2, R_2 , хв.	480	600	390	667	131
Кількість постів ТО-2, X_2 , пост.	1	1	1	2	2
Кількість постів <u>ПР</u> , $X_{\text{ПР}}$	3	2	1	2	3

1.4. Обґрунтування вибору теми, мети та задачі магістерської роботи

В кваліфікаційній роботі магістра найважливішим елементом автомобіля є коробка передач. Розглянуто проблеми коробки передач атомобіля МАЗ-5551, в якій недостатньо приведена експлуатаційна надійність. На вирішення цієї поставленої проблеми необхідно здійснити варіанти зменшення поломків. Внаслідок чого це вплине на показники: ход автомобіля, економія палива, швидкість.

Основним завданням роботи є:

- будови коробки передач з визначенням причин поломоки та несправності вузла.
- підходи ремонту деталі вузла коробки автомобіля. Знаходження показників економічної і технічної доцільності ремонту деталі та ресурс роботи.
- запропонований варіант з підвищенням надійності коробок автомобіля
- агрегатна дільниця з Визначенням економічної доцільності дільниці ремонтоспроможність.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Коробка передач та її привід

На даних автомобілях МАЗ-5551 встановлюється восьмиступінчаста дводіапазонна коробка передач ЯМЗ-238А (рис. 2.1) з синхронізаторами на всі передачі крім заднього ходу. Восьмиступінчаста дводіапазонна коробка складається з основної двоступінчатої коробки і двоступінчатої додаткової коробки (знижуючої передачі). Всі деталі КП (коробки передач) є основна та додаткова коробки, які з'єднанні між собою, а потім в зборі приєднанні до картера зчеплення: утворюється єдиний силовий агрегат у складі двигуна, зчеплення і коробки передач. Первинний вал 1 основної коробки на двох шарикових підшипниках; на шліцьовому кінці ведені диски зчеплення, а задній кінець має вигляд зубчатого вінця шестерні основної коробки.

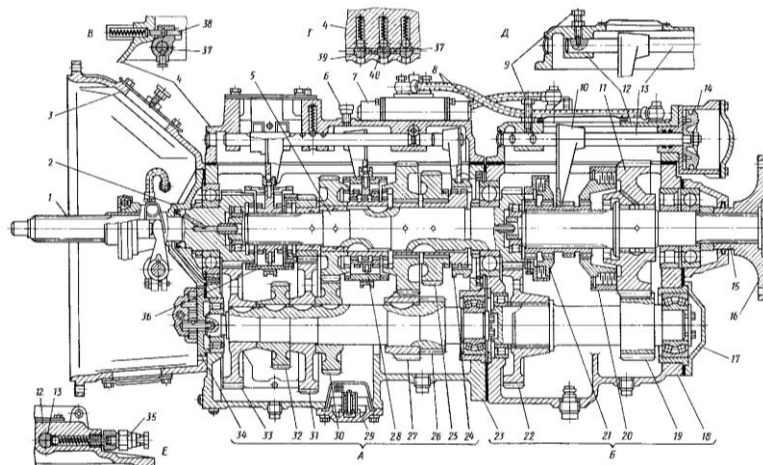


Рисунок 2.1 – Будова Коробки передач автомобіля МАЗ-5551

А – основна коробка; Б – додаткова коробка; В – запобіжник включення заднього ходу; Г – розріз по фіксаторам і замкам штоків в основній коробці; Д – стопорний пристрій для виключення додаткової коробки при буксируванні автомобіля; Е – датчик сигналізатора включення додаткової коробки.
1 – первинний вал; 2 – кришка первинного валу, 3 – картер зчеплення; 4 – верхня кришка основної коробки; 5 – вторинний вал основної коробки; 6 – сапун; 7 – розподільник повітря; 8 – повітропроводи; 9 – стопорний болт для виключення додаткової коробки при буксируванні автомобіля; 10 – вилка; 11 – шестерня вторинного валу додаткової коробки; 12 – верхня кришка додаткової коробки; 13 – шток; 14 – пневматичний циліндр; 15 – вторинний вал додаткової коробки; 16 – фланець кріплення карданного шарніра; 17 – кришка підшипника проміжного валу; 18 – картера додаткової коробки; 19 – проміжний вал додаткової коробки; 20 – великий синхронізатор; 21 – малий синхронізатор; 22 – шестерня знижуючої передачі; 23 – картер основної коробки; 24 – каретка включення заднього ходу; 25 – шестерня заднього ходу; 26 – проміжний вал основної коробки; 27 – шестерня I передачі; 28 – синхронізатор включення I - II передач; 29 – забірник масляного насоса; 30 – шестерні II передачі; 31 – шестерня IV передачі; 32 – шестерня відбору потужності; 33 – шестерня приводу проміжного валу; 34 – масляний насос; 35 – вимикач; 36 – синхронізатор включення III - IV передач; 37 – шток вилки перемикавання заднього ходу; 38 запобіжник включення заднього ходу; 39 – шток вилки перемикавання III - IV передач; 40 – шток вилки перемикавання I - II передач

Привід коробки (рис. 2.2) складається з телескопічного типу з механізму, який розташований безпосередньо на коробці передач 13, пов'язаних з важелем 3 передач системи тяг змонтованим в кабіні.

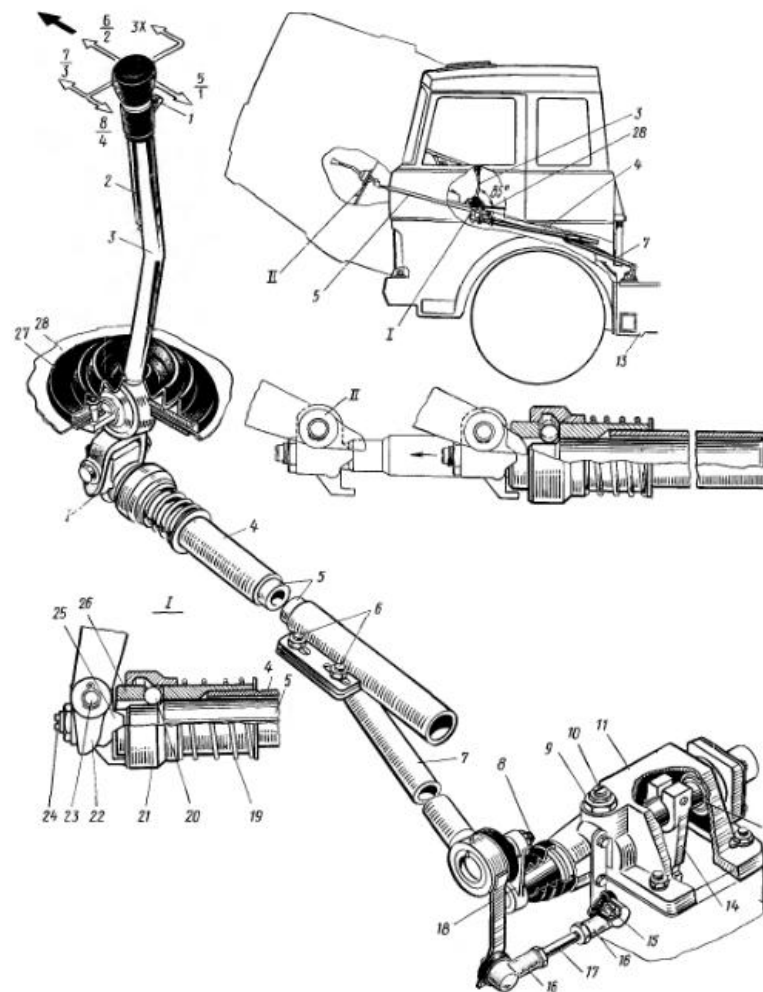


Рисунок 2.2 – Привід коробки передач

I – привід в транспортному положенні; II – привід при перекинутій кабіні 1 – перемикач діапазонів; 2 – троса управління пневмокраном; 3 –; 4, 7, 17 – тяги; 6 – бол; 8 – шаровий палець; 9 – фіксатор передач; 10 – стопора; 11 – картер; 12 – валик; 13 – основна коробка передач; 14, 18 – важелі; 15 – кульовий палець; 16 – наконечник; 19 – пружина; 20 – кулька блокувального пристрою; 21 – блокувальна втулка; 22 – вилка; 23 – палець; 24 – хвостовик; 25 – сережка; 26 – наконечни тяга; 27 – чохол ущільнювача; 28 – підлога кабіни;

У верхньої кришки 1 (рис. 2.3) основної коробки змонтовано три штоки: на крайній правій (по ходу автомобіля) прикріплена вилка 3 перемиканням заднього ходу, на середня – вилка 4 перемикання I і II передачосновної коробки і на третій – вилці 8 перемикання III та IV передачосновної коробки.

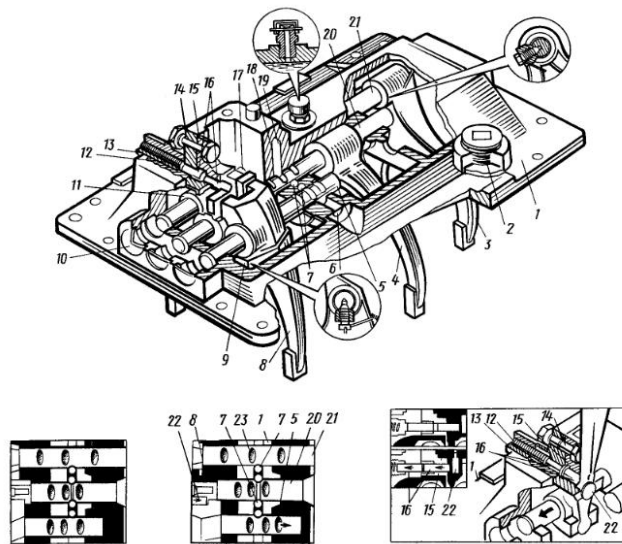


Рисунок 2.3 – Кришка коробки передач

1 – верхня кришка; 2 –; 3 – вилка включення заднього ходу; 4 – вилка перемикавання I і II передач; 5 – шток вилок перемикавання III і IV передач; 6, 10 – заглушки; 7 – шарик замку штока; 8 – вилки перемикавання III і IV передач 9 – стопорний болт; 11 – головка штока вилки включення заднього ходу; 12 – пружина запобіжника; 13 – стакан пружини; 14 – вісь повідця 15 – повідець 16 – запобіжники включення заднього ходу; 17 – головка штока вилки перемикавання I і II передач 18 – шарик фіксатора; 19 – пружина фіксатора; 20 – шток вилки перемикавання I і II передач; 21 – шток вилки включення заднього ходу; 22 – дистанційного механізму перемикавання передач; 23 – штифт замку штока

спеціальний замок шарикового типу для запобігання можливості одночасного включення двох передач.

Додаткова коробка управляється за допомогою пневмокрана перемикачем 1 (рис. 2.2) діапазонів, розташованим на рукоятці 3 перемикавання передач

Механізм перемикавання додаткової коробки (рис. 2.4) має редукційний клапан, розподільник повітря, пневмокран 5, впускний клапан, робочий циліндр і повітропроводів. Для забезпечення пневмосистем автомобіля робочий тиск пневмосистеми КП до 4,75 МПа наведено редукційний клапан (рис. 2.5)

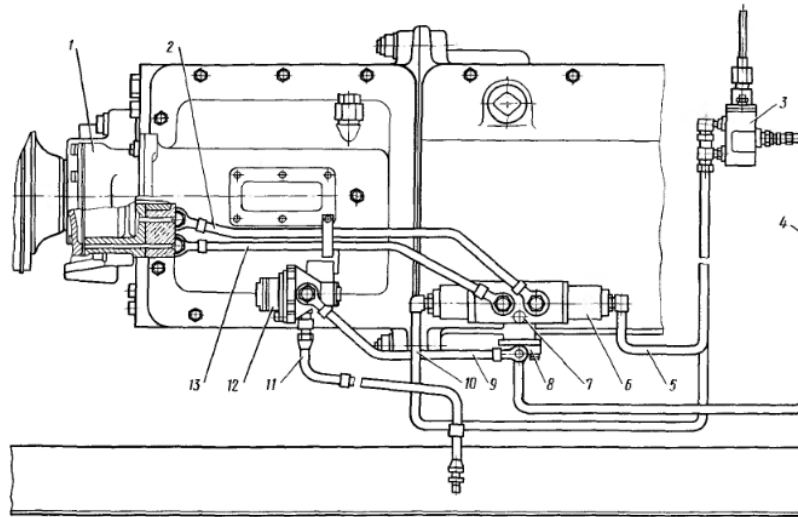


Рисунок 2.4 – Механізм перемикання додаткової коробки

1 – робочий циліндр; 2 – шланг знижуючої передачі до робочого циліндра; 3 – пневмо-кран; 4 – трубопровід до пневмокрану; 5 – трубопроводу прямої передачі до розподільника повітря; 6 – розподільника повітря; 7 – сапун; 8 – впускний клапан розподільника повітря; 9 – шланг до впускання клапан; 10 – трубопровід знижуючої передачі до розподільника повітря; 11 – трубопровід підвода стиснутого повітря до редукційного клапана; 12 – редукційний клапан; 13 – шланг прямої передачі до робочого циліндра

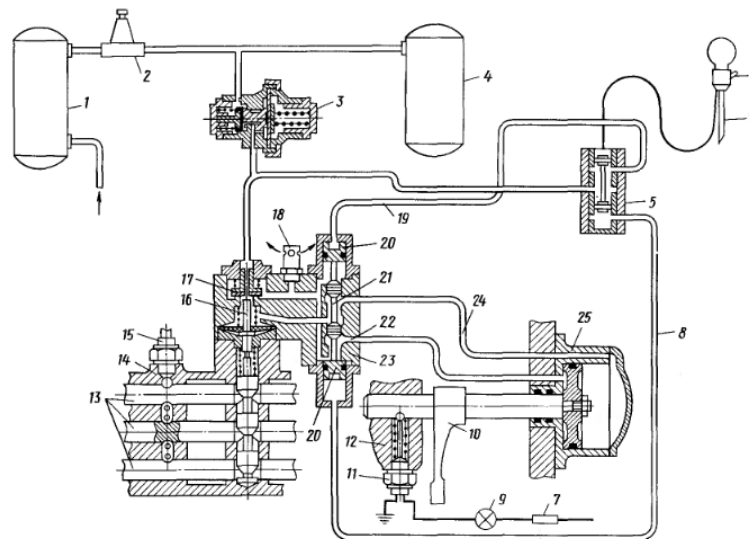


Рисунок 2.5 – Схема перемикання додаткової коробки:

1 – конденсаційний ресивер; 2 – захисний клапан; 3 – редукційний клапан; 4 – ресивер споживачів; 5 – пневмокран; 6 – перемикачадіапазонів; 7 –; 8 – трубопровід прямої передачі до розподільника повітря; 9 – контрольна лампочка; 10 – вилка перемикачя додаткової коробки; 11 – датчик; 12 – верхня кришка додаткової коробки; 13 – штики перемикачя основної коробки; 14 – верхня кришка основної муфти; 15 – датчик сигналізатора заднього ходу; 16 – штовхач; 17 – впускний клапан; 18 – сапун; 19 – трубопровід знижуючої передачі до розподільника повітря; 20 – поршні розподільника повітря; 21 – золотник розподільника повітря; 22 – трубопровід знижуючої передачі до робочого циліндра; 23 – розподільник повітря; 24 – трубопровід прямої передачі до робочого циліндра; 25 – робочий циліндр

При піднятих перемикач діапазонів (рис. 2.2) трос 6 переміщає золотник (рис. 2.6) в положення при якому стиснуте повітря, що підводиться від редукційного клапана до каналу *A* через канал пневмокрана, поступає в канал *Б* і далі до розподільника повітря на включення знижуючої передачі. Канал *B* в цей час через фільтр 8 сполучений з атмосферою.

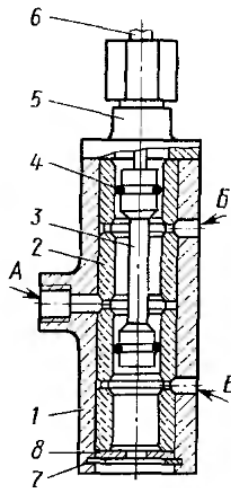


Рисунок 2.6 – Схема перемикання додаткової коробки:

A, Б, B – канали; 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – золотник; 4 – уплотнитель; 5 – кришка; 6 – трос управління пневмокраном; 7 – стопорне кільце

КП підшипників шестерень вторинних валів основної і додаткової під тиском внаслідок розбризкування. Масло поступає масляного насоса картера через системи каналів шестерінчастим масляним насосом. Привід насоса здійснюється від торця проміжного валу основної коробки. У насоса редукційний клапан, який відрегульований на тиск 0,78 Па і при надмірному підвищенні тиску масла сполучає нагнітальний канал насоса всмоктуючим. Масляні ванни обох картерів сполучені між собою каналом для забезпечення в них однакового рівня масла. Внутрішня порожнина картерів коробки передач за допомогою сапуна сполучається з атмосферою.

2.2 Технічне обслуговування і регулювання

Догляд за коробкою передач полягає в перевірці рівня масла і заміні його в картері. Рівень масла в картері повинен співпадати з контрольним отвором. Зливати масло потрібно гарячим через всі зливні отвори. Після зливу масла потрібно зняти кришку в нижній частині картера, ретельно промити її і встановити на місце. При цьому слід звернути увагу на те, щоб не перекрити масляну магістраль кришкою або її прокладкою.

Експлуатація приводу коробки передач можливі регулювання:

- важель (рис. 2.2) з перемиканням передач в подовжніх напрямках;
- важель з перемиканням передач в поперечних напрямках
- блокувальний пристрій телескопічного елемента подовжньої тяги.

Для регулювання кута нахила важеля в подовжнього напрямку необхідно ослабити болти і переміщати тягу в напрямку кутанахила 85° (рис. 2.2) при нейтральній КП.

Приведено пристрій привода перемикання з регулюванням блокувального передачі:

- підняти кабінку;
- розшпінтувати палець і відтягнути тягу від вилки;
- очистити тягу від старого масла
- до блокуваної втулки засунути тягу до «клацання»;
- розконтрити гайку і встановити в шліці хвостовика внутрішньої тяги викрутку;
- закрутити контргайку тримаючи хвостовик від обертання;
- здійснити перевірку якості регулювання.

При нейтральній КП, рівне 30...35 мм; та відчувається зтисненням пружини.

2.3 Ремонт КП

Для зняття необхідно:

- перекидання кабіни;
- злити масло з КП;
- знімається майданчик шасі;
- зняти патрубок повітря системи потрячистки;
- відкрутити гайки і відтягнути тягу управління КП від механізму перемикання передач
- відкрутити болти та знявши другу поперечинураму;
- відкрутити птрубку глушника;
- відкрутити гайку і знявши задні опора двигуна;
- відвернути болти кріплення кронштейна зпаливними трубками від кришки коробки передач;
- відвернути болти і зняти кронштейни задньої опори двигуна;
- від'єднати важіль валу виключення зчеплення від вилки штока клапана;
- від'єднати електропроводи від датчика сигнальної лампи перемикання передач в додатковій коробці;
- відвернути болти кріплення карданного валу до фланця коробки передач від'єднати карданний вал і підвісити його до лівого лонжерона рами;
- від'єднати трубопровід підведення повітря до редукційного клапана;
- відвернути болти і зняти трубу глушника;
- підвести під коробку передач підйомник канави з пристосуванням для зняття і установки коробки передач або інший підйомно-транспортний засіб
- опустити коробку передач на підйомнику, підняти задню частину автомобіля і викотити підйомник зкоробкою з-під автомобіля, після чого опустити автомобіль.

Установка КП проводиться в зворотній послідовності. Зняти фланець кріплення карданного валу, кришку вторинного валу, черв'як приводу спідометра, шариковий підшипник задньої опори, роликовий підшипник передньої опори,

каретку синхронізатора і витягнути вал разом з роликівим підшипником задньої опори. Подальше розбирання додаткової коробки передач складності не представляє. Вали з картера коробки необхідно виймати в зборі.

Для розбирання основної коробки передач спочатку необхідно зняти з підшипника стопорне кільце вторинного валу, потім за допомогою болтів-знімачів зняти центруюче кільце підшипника вторинного валу. Вали з картера основної коробки передач необхідно виймати в зборі. Після розбирання вузла коробки деталі потрібно промити в гасі або в дизельному паливі і обдути стислим повітрям.

Зовнішнім оглядом виявляють тріщини, облом, зриви різьб, вифарбовування і облом зубів шестерень і інші дефекти. Шестерні підлягають заміні у разі наявності тріщин або облому зубів, а також підвищеного зносу зубів.

Найбільш вузлом коробки передач що швидко зношується, синхронізатор, якого можливі такі дефекти, як ослаблення посадки штифтів муфти на каретці, знос конусних кілець, зубів кареток і шліцьових отворів.

При установці коробки передач на автомобіль рекомендується користуватися підйомниками або спеціальними підставками щоб уникнути поломки або ведених дисків зчеплення. Після установки КП проводять регулювання її приводу.

Технологічна карта розбирання та випробування КП автомобіля приведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічна карта збирання та випробування КП автомобіля МАЗ-5551

№ операції	№ переходу	Найменування операцій і переходів	Устаткування і інструмент	Технічні умови	Спеціальність і розряд виконавця	Штучно-калькуляційний час Тш.к., хв.
1	2	3	4	5	6	7
1		Збірка КПП				
	1.1	Встановити картер на стенд і закріпити	Стенд для збірки КПП		Слюсар 3 розряду	1,5
	1.2	Встановити проміжний вал в картер			Слюсар 3 розряду	1,0
	1.3	Встановити кільце на вал	Щипці СІ-046 Викрутка 7810-0394 Кд21хрГОСТ 17199-71		Слюсар 3 розряду	0,3
	1.4	Запресувати підшипник в картер до упору	Облямовування СІ-338 Кувалда 1212-0001 ГОСТ 11401-75		Слюсар 3 розряду	0,5
	1.5	Встановити кільце стопорне на шарикопідшипник	Викрутка 7810-0394 Кд21хр ГОСТ17199-71		Слюсар 3 розряду	0,3
	1.6	Запресувати підшипник одночасно на вал і картер до упору	Кувалда 1212-0001 ГОСТ 11401-75		Слюсар 3 розряду	0,4
	1.7	Вкрутити болти і зашплінтувати	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0491 1Н12Х1 ГОСТ 3329-75	Вал проміжний повинен обертатися легко без заїдань	Слюсар 3 розряду	0,5

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
	1.8	Залити масло в коробку			Слюсар 3 розряду	0,5
	1.9	Встановити вал і закріпити болтами з постановкою шайб	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0487 1Н12х1 ГОСТ 3329-75	Болти повинні бути затягнуті повністю і зашпінтовані Хвостовик валика повинен співпадати з пазом у валу	Слюсар 3 розряду	1,5
	1.10	Встановити роликпідшипники і втулку в блок шестерні			Слюсар 3 розряду	1,8
	1.11	Встановити блок шестерень в картер			Слюсар 3 розряду	1,0
	1.12	Запресувати вісь	Кувалда 1212-0001 ГОСТ 11401-75 Облямювання СІ-295 Набір щупів №3 кл.1 ГОСТ 882-75	Отвори блоку повинні співпадати з отворами картера. Вісь повинна запресовуватися в блок зрізом у бік валу	Слюсар 3 розряду	0,2

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
	1.13	Встановити кришку і закріпити болтами з постановкою шайб	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0493 1Н12х1 ГОСТ 3329-75	Блок шестерень повинен легко вращатися і мати подовжнє переміщення на осі	Слюсар 3 розряду	0,8
	1.14	Встановити в картер шестерню		Шестерня повинна легко переміщатися упродовж шпінц валу	Слюсар 3 розряду	0,2
	1.15	Встановити вал в картер з одночасною установкою на вал шестерні	Спеціальний захват		Слюсар 3 розряду	0,3
	1.16	Продути стислим повітрям масляні канали валу	Шланг із стислим повітрям		Слюсар 3 розряду	0,25
	1.17	Встановити вал в картер			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.18	Запресувати підшипник до упору	Кувалда 1212-0001 ГОСТ 11401-75	Вали повинні обертатися легко від руки, без заїдань	Слюсар 3 розряду	0,2
	1.19	Запресувати підшипник на вал і картер до упору	Кувалда 1212-0001 ГОСТ 11401-75		Слюсар 3 розряду	0,4
	1.20	Встановити на вал упорну втулку	Облямовування ВІ-295		Слюсар 3 розряду	0,2

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
	1.21	Встановити прокладку і закріпити кришку болтами з постановкою шайб	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0491 1Н12х1 ГОСТ 3329-75		Слюсар 3 розряду	0,6
	1.22	Напресувати на шліць овий кінець валу фланець	Кувалда 1212-0001 ГОСТ 11401-75 Облямювання СІ-338		Слюсар 3 розряду	0,4
	1.23	Навернути і затягнути гайку з постановкою шайби і зашплінтувати	Ключ 7811-0149 3.ІХ9 Гост 2841-71 Круглогубці 7814-0112 ІІХ9 6и ГОСТ 7283-73		Слюсар 3 розряду	0,6
	1.24	Запресувати сальник в кришку	Молоток 7850-0117 Ц15ХР ГОСТ 2310-77 Облямювання ВІ-862		Слюсар 3 розряду	0,3
	1.25	Встановити на картер кришку і закріпити болтами з постановкою шайб, зашплінтувати	Облямювання СІ-343 Молоток 7850-0117 Ц15ХР ГОСТ 2310-77 Гайковерт пневматичний ГОСТ 10210-74		Слюсар 3 розряду	1,4
	1.26	Встановити на картер КП картер зчеплення			Слюсар 3 розряду	0,3

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
	1.27	Вкрутити болти і затягнути з постановкою шайб, зашплінтувати	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-04961Н 12х1 ГОСТ 3319-75 Динамометричний ключ CI-173	Момент затягування болтів повинен складати 160-180 Н·м	Слюсар 3 розряду	1,4
	1.28	Встановити на картер верхню і нижню кришки люка			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.29	Вкрутити і затягнути болти з постановкою шайби	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0485 ГОСТ 3329-75		Слюсар 3 розряду	1,2
	1.30	Встановити в паз валу шпонку	Молоток 7850-0117 Ц15ХР ГОСТ 2310-77 Облямовування CI-097	Обертання валу повинне бути вільним, без заїдань	Слюсар 3 розряду	0,3
	1.31	Встановити вал в картер			Слюсар 3 розряду	0,3
	1.32	Висунути вал з отвору і встановити на вал вилку			Слюсар 3 розряду	0,25
	1.33	Вставити болт в отвір вилки, загорнути болт і встановити вал на місце	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0491 ГОСТ 3329-75		Слюсар 3 розряду	0,3

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
	1.34	Укрити шланг в корпус муфти	Ключ 7811-0108 3.IX9 ГОСТ 2841-71		Слюсар 3 розряду	0,2
	1.35	Вставити пружини в отвори муфти і надіти муфту на кришку первинного валу			Слюсар 3 розряду	0,35
	1.36	Вставити пружини в кінці вилки		Муфта повинна легко обертатися і відходити	Слюсар 3 розряду	0,35
	1.37	Під'єднати шланг мастила до картера			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.38	Загорнути гайку з постановкою шайби	Ключ 7811-0125 3.IX9 ГОСТ 2841-71		Слюсар 3 розряду	0,25
	1.39	Встановити синхронізатори і шестерню в нейтральне положення			Слюсар 3 розряду	0,25
	1.40	Встановити вилки штоків в нейтральне положення			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.41	Встановити верхню кришку на картер			Слюсар 3 розряду	0,3
	1.42	Закріпити кришку болтами з постановкою шайб	Гайковерт пневматичний, ручний ГОСТ 10210-74 Головка 7812-0487 ГОСТ 3329-75		Слюсар 3 розряду	1,6

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
	1.43	Встановити важіль і закріпити гайками з постановкою шайб	Гайковерт ручний пневматичний ГОСТ 10210-74	Перемкнути передачі I-V і заднього ходу, перемикання повинне бути без зусиль	Слюсар 3 розряду	0,8
	1.44	Вставити в опору штифт-фіксатор			Слюсар 3 розряду	0,3
	1.45	Вставити важіль в опору			Слюсар 3 розряду	0,15
	1.46	Встановити на важіль пружину і шайбу			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.47	Надіти захисний ковпак			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.48	Затягнути гвинти з постановкою гайок	Викрутка 7810-0394 Кд 21ХР ГОСТ 17199-71		Слюсар 3 розряду	0,4
	1.49	Навернути рукоятку			Слюсар 3 розряду	0,2
	1.50	Зняти коробку передач зі стенду	Стенд для збірки коробки передач		Слюсар 3 розряду	1,5

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
2		Випробовування коробок передач після ремонту	Стенд для випробовування коробок передач	Перемкнути передачі I-V і заднього ходу, перемикання повинне бути без зусиль	Слюсар 3 розряду	0,8
	2.1	Заповнити коробку маслом	Ємність технологічна	Масло ДС-11 ГОСТ 8581-78	Слюсар 3 розряду	0,4
	2.2	Встановити коробку на стенд та зафіксувати	Стенд для випробовування коробок передач	Всі зібрані коробки перевіряються на стенді на надійність	Слюсар 3 розряду	0,4
	2.3	Перевірити працездатність коробки	Стенд для випробовування коробок передач	Частота обертання 1100 хв ⁻¹ . Продуктивність не менше 7 л/хв.	Слюсар 3 розряду	3
	2.4	Злити масло з коробки	Стенд для випробовування коробок передач		Слюсар 3 розряду	0,7
	2.5	Зняти коробку зі стенду	Ключ 7811-0149 ГОСТ 2841-71		Слюсар 3 розряду	0,5

2.4 Розрахунки кількості устаткувань на дільниці

Технологічне оснащення дільниці ремонту коробок передач знаходимо або підбираємо технологічний процес. По технологічній операції розраховуємо число одиниці технологічного оснащення розбірно-складальних, випробувальних та регулювальних робіт.

Число одиниць оснащення, X_o , од.,

$$X_o = \frac{T_p}{\Phi_{\text{в.о}}},$$

де T_p – обсяг робіт за рік, чол.-год;

$\hat{O}_{\text{в.о}}$ – час робіт обладнання, год.

Приймаємо $\hat{O}_{\text{в.о}} = 2025 \text{ год}$ при однозмінній роботі.

Згідно розрахунка виробничої програми виконаною в загальній частині проекту, обсяг програми за рік показники на дільниці ремонту коробок передач складає 12250 ÷ год – год. Обсяг ремонт за рік на КПП складає з обсяг мийно-очисні, розбірні, ремонтні, складальні, випробувальні, регулювальні, слюсарно-механічні, підйомно-транспортні та інші роботи.

Згідно аналізу роботи виробничих дільниць приймаємо, що обсяг мийних робіт складає 10%, обсяг розбирально-складальних робіт складає 60%, а обсяг регулювально-випробувальних робіт складе 15%.

Мийні роботи

$$T_{\text{м.р.}} = 12250 \cdot 0,1 = 1225 \text{ год} - \text{год};$$

Розбирально-складальні роботи

$$T_{\text{р.с.}} = 12250 \cdot 0,6 = 7350 \text{ год} - \text{год};$$

Регулювально-випробувальні роботи

$$T_{\text{р.в.}} = 12250 \cdot 0,15 = 1838 \text{ год} - \text{год};$$

Кількість стендів для миття деталей коробок передач $\check{O}_i = \frac{1225}{2025} = 0,6$, одна установка для миття деталей.

Кількість для розбирання-збирання КПП визначаємо к-сть стендів
 $\check{O}_i = \frac{7350}{2025} = 3,6$, два стенди для розбирання КПП та два стенди для розбирання кришки коробки передач.

Кількість стендів для випробування коробок передач після збірки
 $\check{O}_i = \frac{1838}{2025} = 0,91$, один стенд.

Перелік технологічного оснащення на дільниці ремонту коробок передач приведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік технологічного оснащення та інвентаря на дільниці

№ п/ п	Найменування устаткування	Кіл.	Габарити, мм	Площа, м²		Вартість обладнання, грн		Потужніст ь, кВт
				од.	всьог го	од.	всьог о	
1	Токарно-гвинторізний станок	1	2600x1400	3,64	3,64	3400	3400	5,0
2	Станок для заточки інструменту	1	1300x800	1,04	1,04	1200	1200	2,0
3	Інструментальний <u>шкаф</u>	1	600x400	0,24	0,24	500	500	
4	Настільно-свердлильний станок	1	660x450	0,3	0,3	1800	1800	2,0
5	Прес з ручним приводом	1	400x500	0,2	0,2	3600	3600	
6	Слюсарний верстак	4	2200x800	1,76	7,04	800	3200	
7	Слюсарні тиски	4	300x200	0,06	0,06	200	800	
8	Стенд для збірки кришки <u>КПП</u>	2	740x560	0,42	0,84	10000	20000	
9	Стенд для <u>розбірки</u> коробок передач	2	810x780	0,63	1,26	14000	28000	
10	<u>Повірочна</u> плита	1	1000x750	0,75	0,72	2000	2000	
11	Місце для агрегатів	1	3500x2500	8,75	8,75	—	—	
12	Ванна для мийки деталей	1	500x1000	0,5	0,5	2500	2500	2,0
13	Кран-балка	1	6000x12000	—	—	10000	10000	3,0
14	Стелаж для деталей	4	1400x450	0,63	2,52	500	2000	
15	Стенд для випробування <u>масляних насосів КПП</u>	1	920x1200	1,1	1,1	30000	30000	
16	Стенд для випробування <u>КПП</u>	1	3620x550	1,99	1,99	50000	50000	2,0
17	Ящик для сміття	1	500x400	0,2	0,2	100	100	7,0
Разом				30,4		149100		23

2.5 Показники ефективності проекту

Проект вважають ефективним при умоваж, вартість значення (ЧТВ = 33322 грн.), прибутковості інвестиції (ІП = 1,21), окупність реалізації проекту $T_{ok} = 0.83 \text{ дієó.}$

Таблиця 2.3 – Показник оцінки економічної ефективності роботи реконструкції дільниці ремонту коробок передач

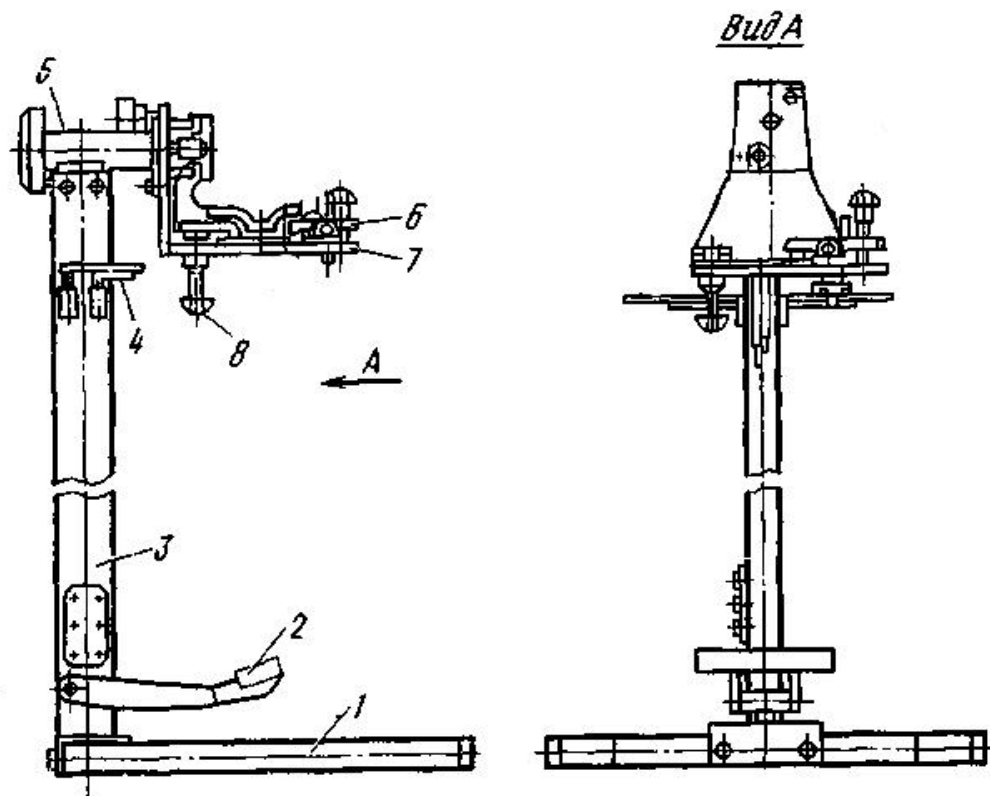
Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
Річний обсяг надання послуг	од.	295
Собівартість надання послуг	грн.	4909
Вартість надання послуг	грн.	5696
Загальна економія собівартості надання послуг	грн.	50445
Рентабельність надання послуг	%	13
Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	162000
Прибуток від реалізації інвестиційного проекту	грн.	232165
Чистий прибуток	грн.	190375
Чиста теперішня вартість	грн.	35255
Внутрішня норма рентабельності	%	46,7
Безбитковий обсяг ремонтних робіт	од.	142
	грн.	808832
Індекс прибутковості інвестицій		1,21
Термін окупності інвестицій	років	0,82

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Стенд для розбирання коробки передач

Стенд Р-278М призначений для розбирання та збирання коробок передач вантажних автомобілів (рис. 3.1). Стенд стаціонарний, універсальний, коробка передач кріпиться затисками, управління фіксатором – ножне, поворот планшайби – ручний. Габарити стану 746x1000x1074 мм, маса 45 кг.

Стенд складається із станини, планшайби 7 і затисків 6, 8. Станина є сталеву збірною конструкцією, що складається з підставки 1, стійки 3, корпусу 5, педалі 2 і піддонів 4. Підставка і стійка виконані з труб прямокутного перерізу. Для зручності транспортування стану підставка відділяється від станини, а на місці установки стану кріпиться до станини болтами і зваркою



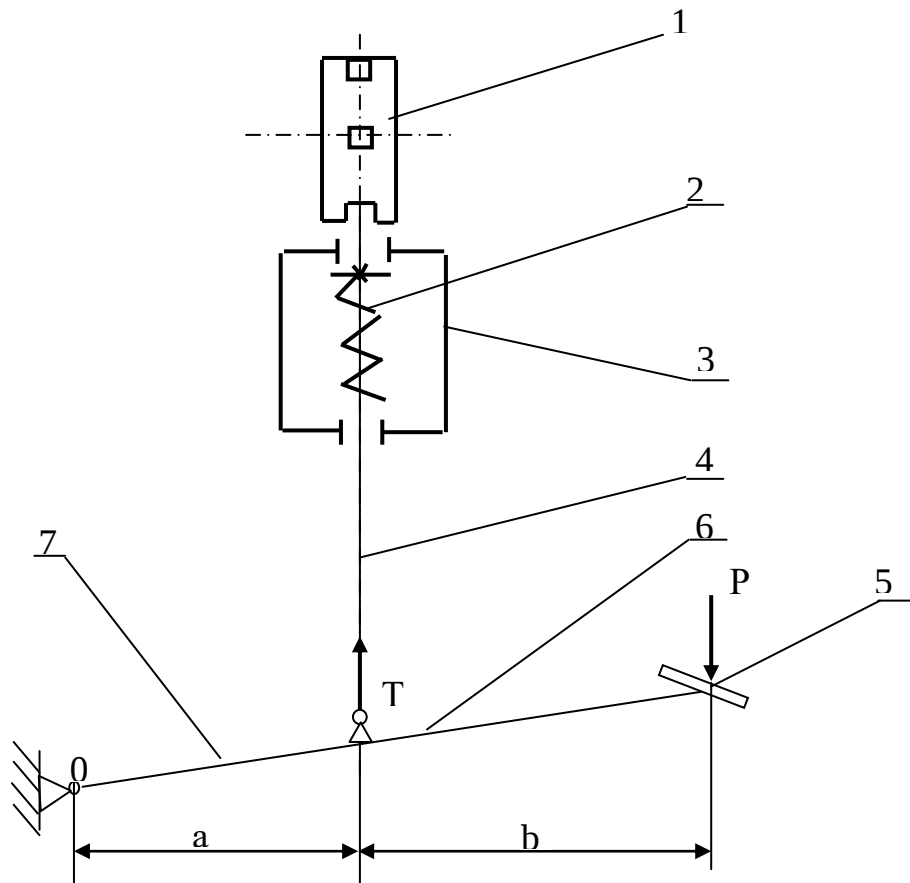
1 – підставка; 2 – педаль; 3 – стійка; 4 – піддон; 5 – корпус; 6 і 8 – затискчі;
7 – планшайба

Рисунок 3.1 – Стенд Р-278М для розбирання та збирання коробок передач

Планшайба 7 є сталеву зварною конструкцією, що складається з підставки, дві упори, втулки і обмежувача. До площини підстави планшайби зверху кріпляться три штирі, знизу приварюється втулка.

Розрахунок фіксатора

На педаль фіксатора, кінематична схема якого приведена на рисунку 3.2, діє зусилля $P = 50 \text{ Н}$, що створюється натиском ноги робітника.



1 – диск фіксатора; 2 – пружина; 3 – кожух пружини; 4 – вертикальна тяга; 5 – педаль; 6 – довге плече; 7 – коротке плече

Рисунок.3.2 – Кінематична схема фіксатора

Зусилля T , Н, що діє на тягу фіксатора визначаємо за формулою

$$T = \frac{P \cdot (a + b)}{a},$$

де a – величина короткої тяги, мм;

b – величина довгої тяги, мм.

Приймаємо, згідно конструкції стану $a = 75 \text{ мм}$, $b = 175 \text{ мм}$.

Тоді

$$T = \frac{50 \cdot (75 + 175)}{75} = 175 \text{ Н.}$$

Виходячи з розрахованого зусилля T виконуємо перевірочний розрахунок циліндричної пружини стиснення.

Пружина виготовлена із матеріалу сталі 60С2А з межею міцності $\sigma_a = 1600 \text{ МПа}$.

Допустиме напруження для пружинної проволочи

$$[\tau] = 0,35 \cdot \sigma_a,$$

$$[\tau] = 0,35 \cdot 1600 = 560 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт, що враховується для кривизни витка і вплив поперечних сил, K , визначимо по формулі

$$K = \frac{4C + 2}{4C - 3},$$

де C – індекс пружини.

Індекс пружини вибирається від діаметра дроту, приймаємо $C = 5$ згідно [4].

$$K = \frac{4 \cdot 5 + 2}{4 \cdot 5 - 3} = 1,294.$$

Визначимо діаметр дроту, d_n , мм,

$$d_n = \sqrt{\frac{8 \cdot T \cdot C \cdot K}{\pi \cdot [\tau]}},$$

$$d_n = \sqrt{\frac{8 \cdot 175 \cdot 5 \cdot 1,294}{3,14 \cdot 560}} = 2,27 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_n = 2,5 \text{ мм}$ $D = 28 \text{ мм}$.

Розрахунковий крок пружини у вільному стані, виходячи з напруги $[\tau]$, що допускається, і модуля зрушення $G = 80000 \text{ МПа}$, t , мм, визначимо по формулі

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

$$t = \frac{(28 - 2,5)^2 \cdot 560}{25460 \cdot 1,294 \cdot 2,5} + 2,5 = 6,1 \text{ мм.}$$

Значення розрахунку крока приймаємо $t = 10,5$ згідно [4].

Навантаження пружини при стисненні до зіткнення витків для сталі з модулем зрушення $G = 80 \cdot 10^3 \text{ Ї } \check{D}\check{r}$, P_{cm} , Н, визначається по формулі

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

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

Навантаження, P_1 , Н, відповідно робочому процесу при $[\tau]_1 = 0,55$

$$P_1 = \frac{0,393 \cdot d^3 \cdot [\tau]_1}{k \cdot (D-d)},$$

$$P_1 = \frac{0,393 \cdot 2,5^3 \cdot 0,55 \cdot 350}{1,294 \cdot (28-2,5)} = 41 \text{ Н.}$$

Деформація одного витка пружини при навантаженні, f_1 , мм, визначимо по формулі

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

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

Крок пружини під навантаженням, t_1 , мм, визначимо по формулі

$$t_1 = t - f_1,$$

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

Значення кроку t_1 перевіряємо по формулі

$$t_1 \geq S + d,$$

де S – найменший зазор, що допускається, між витками пружини, мм.

Приймаємо $S = 0,5$ мм залежно від діаметру дроту, згідно [4].

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

Висота пружини під дією робочого навантаження, H_1 , мм, визначимо з виразу

$$H_1 = H_0 - h,$$

де H_0 – висота пружини в без навантаження, $H_0 = 60 \text{ ї ї}$;

h – робочий хід фіксатора, $h = 15 \text{ ї ї}$.

$$H_1 = 60 - 15 = 45 \text{ мм.}$$

Визначимо число витків, n , шт., по формулі

$$n = \frac{H_1 - d}{t_1},$$

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

Довжина заготівки пружини стиснення при підгині і підшліфовці на $3/4$ витка, L , мм, визначимо по формулі

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

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

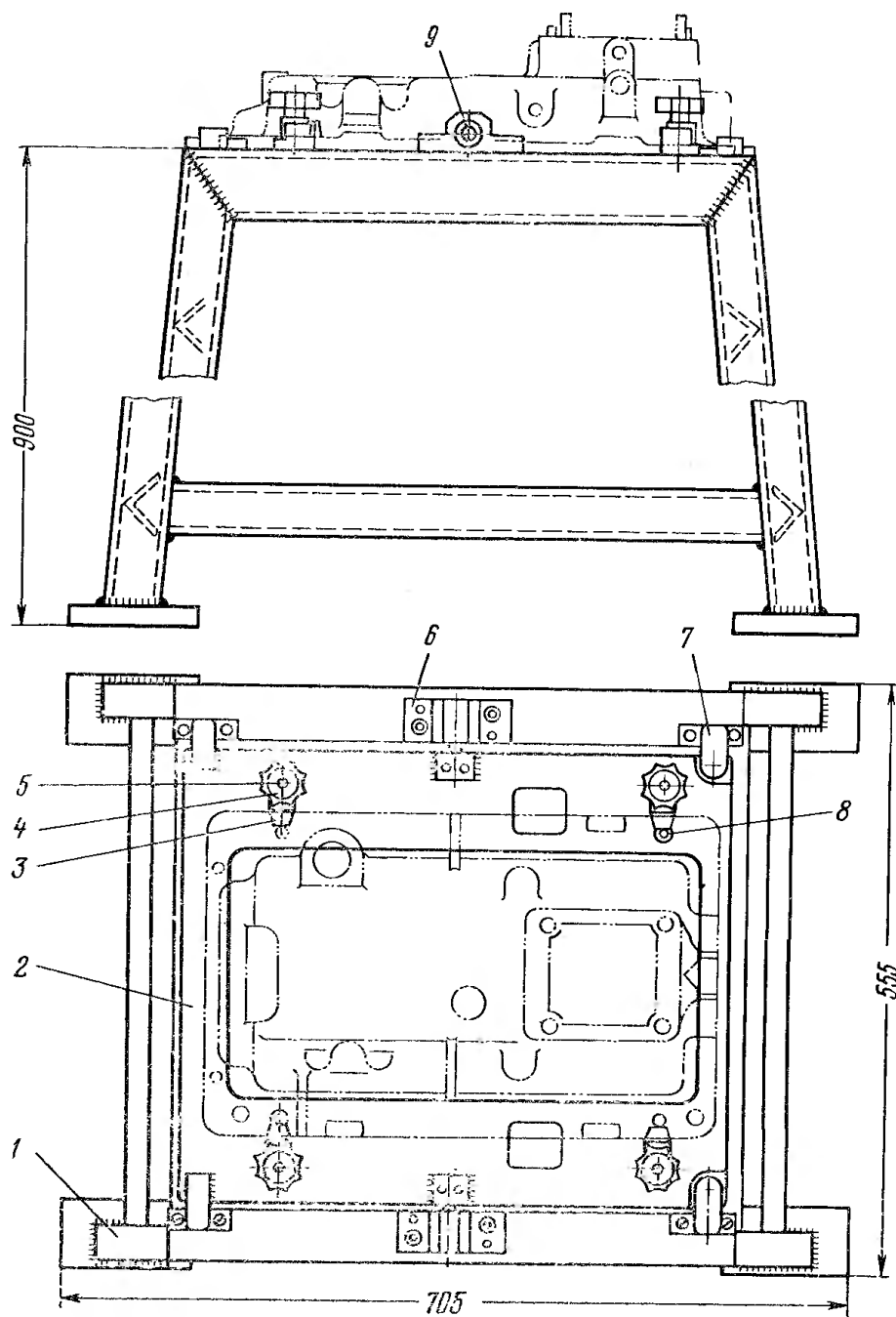
Приймаємо довжину дроту для виготовлення пружини $L = 520 \text{ мм}$.

3.2 Стенд для зняття кришки КП

Стенд призначений для збирання та розбирання кришки КП. Встановлюють кришку на стенд (рис. 3.3) і продувають її стислим повітрям. Вставляють в гніздо кришки пружини і стопорні кульки, вставляють в отвори кришки шток одночасною установкою на шток голівки і вилки перемикавання, а саме першої і задньої передачі ходу. Суміщають різьбові отвори головки і вилки з отворами в штоку і закріплюють їх настановними гвинтами. Гвинти контрять шплінт-проволокою. Хитання вилки і головки на штоку не допускається. При установці штоків застосовують облямовування.

Встановлюють в кришку шток вилки перемикавання четвертої і п'ятої передач і одночасно встановлюють на шток вилки перемикавання четвертої і п'ятої. Суміщають різьбовий отвір у вилці з отвором в штоку, закріплюють вилку настановним гвинтом і контрять гвинт шплинтовочною дротом. Вставляють в канали кришки під шток першої передачі і заднього ходу і під шток четвертої і п'ятої передач по дві кульки 15 замку перемикавання передач. Встановлюють штоки 19 і 21 в нейтральне положення, вставляють в отвір штока 20 штифт 14 замку штоків, який повинен переміщатися в отворівільно, і в кришку вставляють підзібраний

шток зівстановленими на ній головкою 17 і вилкою 13 перемикання другої і третьої передач..

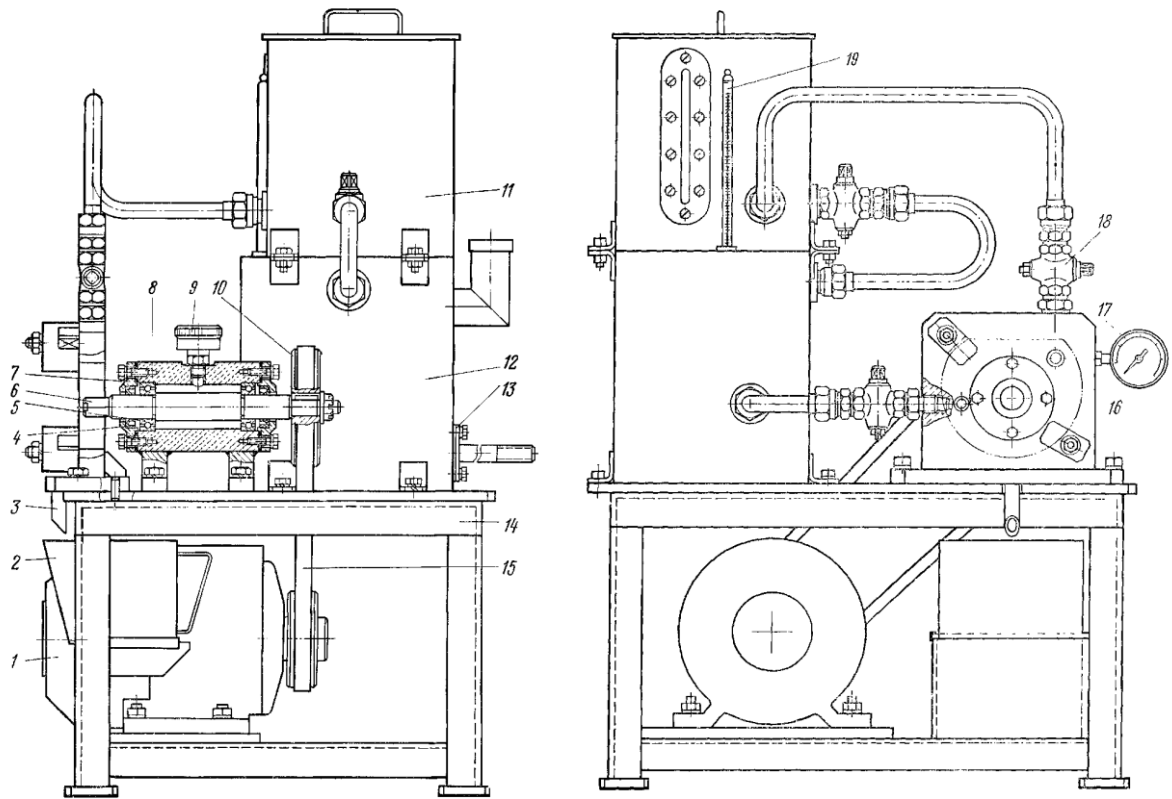


1 – каркас; 2 – плита; 3 – прихват; 4 – зірочка; 5 – шпилька; 6 – кронштейн; 7 – упор; 8 – установочний палець; 9 – втулка

Рисунок 3.3 – Стенд для розбирання кришки коробки передач

3.3 Стенд для випробування масляного насосу коробки передач

Зібраний насос випробовують на стенді (рис. 3.4) конструкції КТЛ



1 – електродвигун; 2 – лоток для сбора масла; 3 – зливна труба; 4 – сальник; 5 – підшипник; 6 – вал; 7 – кришка; 8 – корпус підшипників; 9 – маслінка; 10 – шків; 11 – мірний бак; 12 – масляний бак; 13 – підігрівач; 14 – стіл; 15 – ремінь приводу насоса; 16 – стійка; 17 – манометр; 18 – прохідний кран; 19 – термометр

Рисунок 3.4– Стенд для випробування масляного насоса коробки передач

Масляний насос випробовують на маслі Дп-11 по ГОСТ 5304-54, підігрітим до температури $50 \pm 5^\circ\text{C}$ і при числі оборотів привідного валу 800 об/хв. Час випробування не менше трьох хвилин.

При випробуванні перевіряють тиск масла на виході, яке повинне бути в межах 0,7...1,2 МПа і продуктивності насоса при 1100 об/хв, яка повинна бути не меншою 7 л/хв.

Розрахунок клиноремінної передачі

У простому вигляді ременна передача складається з провідного і веденого шківів і гнучкого зв'язку – ремня, надітого на шків з натягом (рис. 3.5). Передача навантаження здійснюється за рахунок тертя між ремнем і шківом.

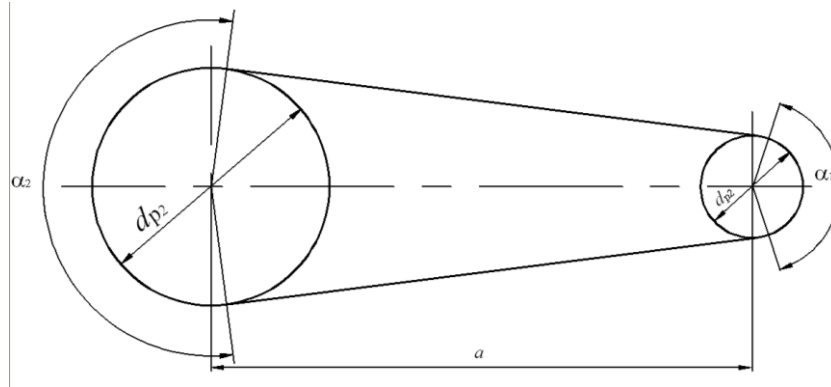


Рисунок.3.5– Схема передачі з двома шківими

Крутний момент на швидкохідному валу, $T_a, \text{ Ї } \text{Ї}$:

$$T_a = 9550 \frac{N_1}{n_1} ,$$

$$T_a = 9550 \cdot \frac{1,5}{730} = 50 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

При моменті $T_a = 50 \text{ Ї } \text{Ї}$ [11] приймаємо перетин ремня “А” з розмірами:

$$b_p = 11 \text{Ї } \text{Ї} ; h = 8 \text{Ї } \text{Ї} ; b_0 = 13 \text{Ї } \text{Ї} ; y_0 = 2.8 \text{Ї } \text{Ї} ; F = 0.81 \text{Ї } \text{Ї}^2 .$$

Знаходимо діаметр меншого шківів, d_{p1} , відповідно складає $d_{\min} = 90 \text{Ї } \text{Ї}$, але для підвищення довговічності ремня приймаємо [11] $d_{\min} = 100 \text{Ї } \text{Ї}$.

Діаметр більшого шківів, d_{p2} , мм, визначимо по формулі

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot u(1 - \varepsilon),$$

де ε – коефіцієнт, який враховує ковзання ремня.

Приймаєм $\varepsilon = 0.02$ [11].

$$d_{p2} = 100 \cdot 3,5(1 - 0,02) = 343 \text{ мм}.$$

Стандартний діаметр по ГОСТ 17383-93 $d_{p2} = 355 \text{Ї } \text{Ї}$.

Визначимо фактичне передаточне число

$$u_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1-\varepsilon)},$$

$$u_p = \frac{355}{100 \cdot (1-0,02)} = 3,62.$$

Швидкість ремня, v , м/с,

$$v = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000},$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 730}{60 \cdot 1000} = 7,6 \text{ м/с.}$$

Визначимо частоту обертання веденого валу, n_2 ,

$$n_2 = \frac{d_{p1} \cdot n_1 (1-\varepsilon)}{d_{p2}},$$

$$n_2 = \frac{100 \cdot 730 \cdot (1-0,02)}{355} = 402 \text{ хв}^{-1}.$$

Згідно рекомендаціям [11], міжосьова відстань $a = 600$ мм.

Визначим довжину ремня, L , мм,

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a},$$

$$L = 2 \cdot 600 + \frac{3,14}{2}(100 + 355) + \frac{(355 - 100)^2}{4 \cdot 600} = 1941 \text{ мм.}$$

Приймаємо $L = 2000$ мм. [11]

Довжина ремня L , уточнимо дійсну міжосьову відстань

$$a = \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2L - \pi(d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8},$$

$$a = \frac{2 \cdot 2000 - 3,14(100 + 355) + \sqrt{[2 \cdot 2000 - 3,14(100 + 355)]^2 - 8(355 - 100)^2}}{8} = 630 \text{ мм.}$$

Мінімальна міжосьова відстань,

$$a_{\min} = a - 0,01L,$$

$$a_{\min} = 630 - 0,01 \cdot 2000 = 610 \text{ мм.}$$

Максимальна міжосьова відстань,

$$a_{\max} = a + 0,025L,$$

$$a_{\max} = 630 + 0,025 \cdot 2000 = 680 \text{ мм.}$$

Визначимо розрахункову потужність на один ремінь, N_p , кВт,

$$N_p = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_u) \cdot C_p,$$

де C_δ – вплив кута обхвату на тягову здатність ремня;

C_L – довжини ремня на його довговічність;

C_p – режим роботи;

N_0 – початкова потужність, кВт;

ΔN_u – поправка до потужності, кВт.

$$\Delta N_u = 0,0001 \cdot \Delta T_u \cdot n_1,$$

де ΔT_u – поправка до моменту, що крутить, на передавальне число, Н·м;

$$\Delta T_u = 1,2 \text{ Н·м. [11]}$$

$$\Delta N_u = 0,0001 \cdot 1,2 \cdot 730 = 0,175 \text{ кВт.}$$

Приймаємо $C_\delta = 0,88$; $C_L = 1,04$; $C_p = 1$; $N_0 = 2,07$ кВт. [11]

$$N_p = (2,07 \cdot 0,88 \cdot 1,04 + 0,175) \cdot 1 = 2,07 \text{ кВт.}$$

Визначимо кут обхвату, α_1 , на меншому шківі

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} > [\alpha_1],$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{355 - 100}{630} = 137^\circ.$$

$$[\alpha_1] = 110^\circ.$$

Визначимо кількість ремнів, z , шт, на ремінній передачі

$$z = \frac{N}{N_p \cdot C_z},$$

де C_z – нерівномірність навантаження. $C_z = 0,95$.

$$z = \frac{2,5}{2,07 \cdot 0,95} = 1,07 \text{ шт, } z = 1 \text{ шт.}$$

Визначимо силу натягу клинового ремня

$$S_H = \frac{780N}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot z} + q \cdot v^2,$$

де q – погонна маса ремня, кг

$$S_i = \frac{780 \cdot 2,5}{7,6 \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1} + 0,1 \cdot 7,6^2 = 224 \text{ Н.}$$

Визначимо зусилля, що діє на вали передачі, Q , Н,

$$Q = 2 \cdot S_H \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2},$$

Визначимо робочий ресурс, H_0 , год., розрахункової клиноремінної передачі

$$H_0 = n_u \frac{L_p \cdot z}{60\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1},$$

де n_u – кількість циклів роботи ременів, $n_u = 5,7 \cdot 10^6$ (для кордових ременів с контуром перерізу “А”).

$$H_0 = 5,7 \cdot 10^6 \cdot \frac{2000 \cdot 1}{60 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 730} = 1663 \text{ год.}$$

Ширина обіду шківа, M , мм,

$$M = (z - 1) \cdot e + 2f,$$

$$M = (2 - 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10 = 65 \text{ мм.}$$

3.4 Технологічні планувальні рішення ділянки ремонту коробки передач після реконструкції

Приміщення ділянки розміщене у виробничому корпусі. Розміри приміщення в плані встановлюються від к-і постів, площі в плані технологічного устаткування і конструкціями приміщень.

Величина площі ділянки визначаєм

$$F_y = f_{об} \cdot k,$$

де $f_{об}$ – площа в плані технологічного устаткування, м^2 ;

k – щільності розміщення оснащення на ділянці.

Площа устаткування в плані.

$$F_y = 30,4 \cdot 3,5 = 106,4 \text{ м}^2.$$

Таким чином, площа ділянки, виходячи з площі технологічного устаткування відповідає розмірам приміщення (108 м^2 , $9 \times 12 \text{ м}$). Висота приміщення

встановлюється виходячи з умови, що найменша відстань від верху устаткування до низу підвісного устаткування крана повинна бути не меншого 0,2 м.

Приймається висота приміщення 6,0 м. Перекриття, колони, зовнішні панелі, огорожі – із залізобетонних конструкцій не меншого 0,765 год. Природна освітленість характеризується коефіцієнтом природної освітленості (КПО). Нормоване значення КПО при бічному освітленні складає $l_n = 0,855$.

Норми температури і вологості повітря в робочій зоні приміщення: 15...21С°; відносна вологість 40...60%. Водопостачання забезпечується з системи пожежогасіння виробничого корпусу. Натиск в системі водопостачання складає 0,25 МПа, витрата води – 2,5 л/с.

Мережа водопроводу виконується з водогазопровідних труб і прокладається, відкрито з кріпленнями на кронштейнах і підвісках по конструкціях будівлі.

Для обслуговування технологічного обладнання та інструменту стислим повітрям в приміщенні зони виконується система повітропостачання. Стиснуте повітря подають з тиском 0,4...0,6 МПа. Джерелом повітропостачання приймається компресорна.

Як розподільний силовий пункт використовується навісна шафа серію ПР-11 з настановними автоматичними вимикачами типу АЕ-2046.

У приміщенні ділянки необхідно прокласти внутрішній контур заземлення із сталевих смуги 4x25 мм на висоті 0,4...0,6 м від підлоги. Внутрішній контур заземлення з'єднується за допомогою зварки не менше чим в двох крапках, розташованих в протилежних місцях, сталевими смугами з існуючим контуром заземлення будівлі.

4. НАУКОВА ЧАСТИНА

4.1 Методика для визначення з розрахунків забрудненням атмосфери автомобілем

Приведено методику для оцінок величини викиду речовин в атмосферу автотранспортними засобами на міських магістралях. Одержані показники викидів забруднення атмосферного повітря транспорту зводимо в загальний результат. Необхідні дані для розрахунку викидів в атмосферу автотранспорту використовуються результати натурні обстеження основних категоріях транспортних засобів.

Для визначення параметрів викидів обстеженнях, проведено простою схемою, спеціального оснащення. Це дозволить одержати інформацію даних про викиди промисловості і автотранспорту за допомогою роботи комп'ютерного інтерфейсу.

Викид забрудненої речовини (г/с), визначається потоками на ділянках фіксованих довжині L (км):

$$M_{L_1} = \frac{L}{3600} \sum_1^k M_{k,1}^n \cdot G_k \cdot r_{V_{k,1}},$$

де $M_{k,1}^n$ (г/км) – пробіговий викид речовин автомобіля k -ї груп з умов експлуатації;

k – k -ть групи автомобіля;

G_k (1/год) – найбільша кількість автомобілів з k груп;

$r_{V_{k,1}}$ – коефіцієнт, який визначає середньою швидкістю руху транспортних засобів ($V_{k,1}$ (км/год) на ділянці

4.2 Експериментальні дослідження викидів автомобілем на різних режимах роботи двигуна та швидкості руху

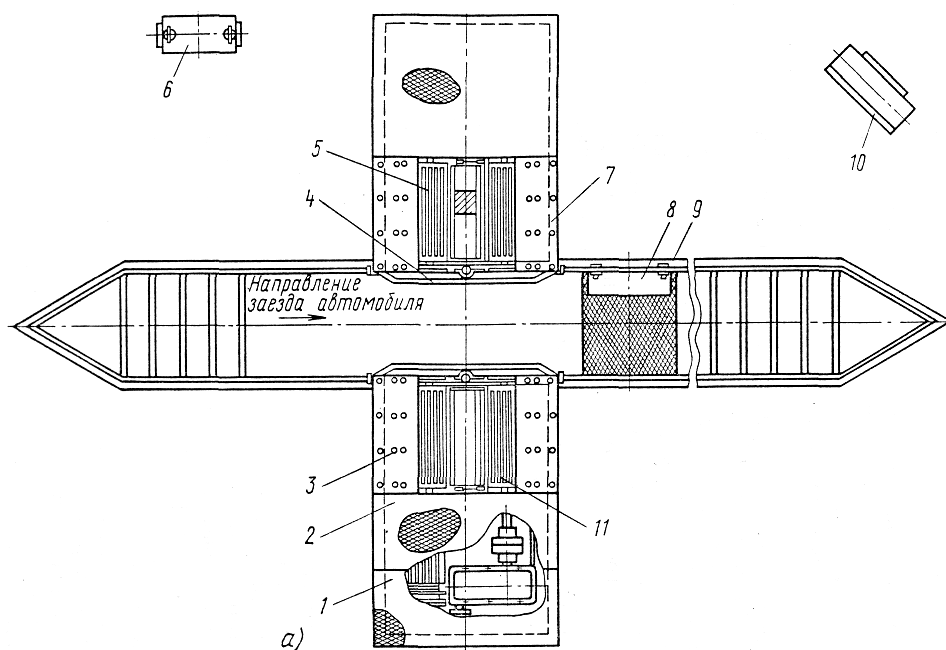
Дослідження вихлопних газів проводилося у автомобіля на стендах з біговими барабанами моделі K208M.

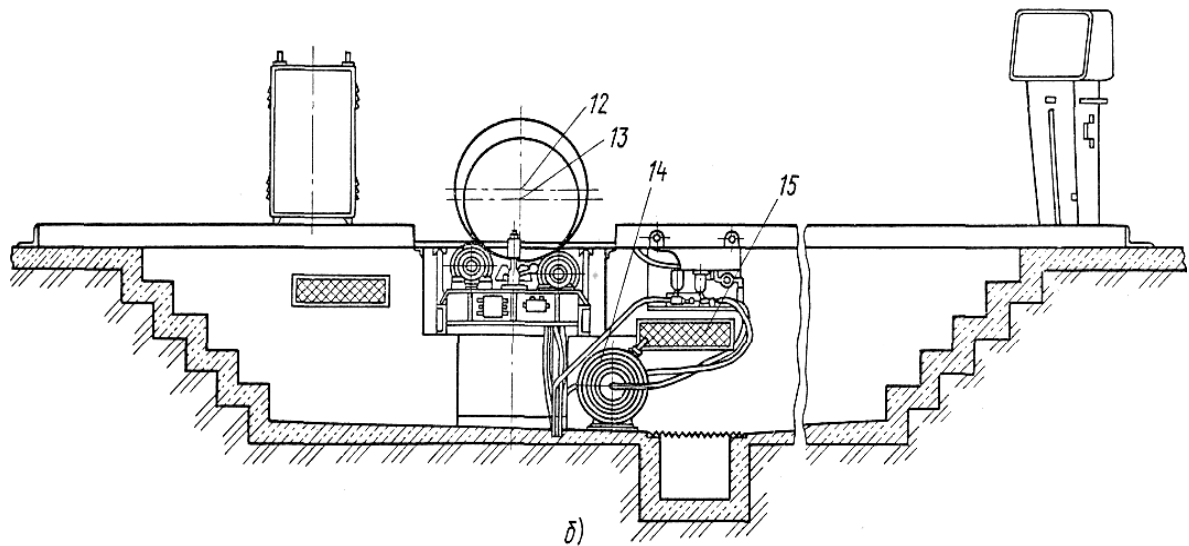
Стаціонарний стенд K208M (рис. 4.1), для перевірки гальм з навантаженням на вісь до 20000 Н і колією 1100-1800 мм, а також для визначення тягово-швидкісних характеристик автомобіля.

В основу роботи стенда покладено принцип оборотності руху. Випробуваний автомобіль устатковується нерухомо, а «дорога» рухається із заданою швидкістю.

Роль дороги виконує дві пари роликів, на які встановлюється колеса однієї осі автомобіля. Кожна пара роликів приводиться в обертання від мотор-редуктора та імітує рух автомобіля.

Стенд складається з: блоку роликів в зборі; редуктора; ланцюгової передачі натяжним роликом; муфти втулково-пальцевої; пристрою навантаження; стежачого ролика з тахогенератором; апаратної шафи. Електродвигун на рамі в двох підшипниках.





а – зверху, б – збоку;

1 – кришка зовнішня, 2 – кришка середня, 3 – трап заїзду, 4 – кожух канави, 5, 11 – блоки барабанів лівий і правий, 6 – апаратна шафа, 7 – трап з'їзду, 8 – панель розподільника повітря, 9 – фундамент, 10 – пульт управління, 12, 13 – радіуси коліс автомобілів, 14 – блок живлення повітрям, 15 – люк світильника.

Рисунок 4.1. Біговий стенд моделі K208M

Після того, як автомобіль за допомогою підйомників з пневматичним приводом буде колесами на ролики стенду, включаються електродвигуни стенду. Момент, що крутить, від валу електродвигуна через ланцюгову передачу, редуктор і пружну муфту передається на передній провідний ролик, а потім через ланцюгову передачу з натягом – на другий ролик.

На стенді вимірюються гальмівна сила на окремих колесах і синхронність спрацьовування гальм коліс окремої осі, час спрацьовування гальмівного приводу і зусилля.

Створюваний при цьому роликами 8, 1 крутний момент (рис. 4.2), пропорційний гальмівному моменту на колесі, створює на корпусі їх електродвигуна 6 реактивний момент, який через важіль 5 сприймається датчиком тиску 4 і подається на вимірювальні прилади пульта управління, де розташовані 2 мікроамперметра зі стабілізатором напруги, що фіксують гальмівні сили на окремих колесах осі, так як блоки роликів мають автономні приводи від електродвигуна 6 через муфту 7 і ланцюгову передачу 2 з натяжним пристроєм 3.

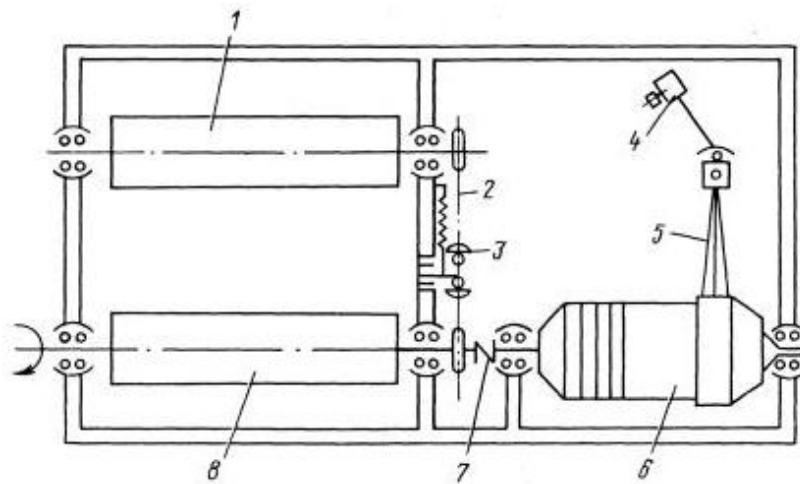


Рисунок 4.2. Схема блоку роликів стенду

На стенді також можна визначити потужність автомобіля, перевірити роботу двигуна, зчеплення, коробки передач і диференціала, визначити прискорення і потужність двигуна при різній швидкості руху і частоті обертання колінчатого валу, а також витрату палива. Це досягається імітацією різних режимів роботи, швидкостей і навантажень. Для перевірки роботи агрегатів на роликові стенди поміщають махову масу, що імітує масу автомобіля, а для перевірки потужності застосовують безступінчаті обмежувачі потужності. [14]

Експериментальні дослідження було розпочато із забору проб вихлопних газів нерухомого автомобіля, при обертах колінчастого валу двигуна від 800 об/хв. до 4000 об/хв. В відібраних пробах визначали процентний вміст таких речовин, як чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO_2) і водень (H_2). Так як водень не являється шкідливою речовиною, то його показники не фіксувалися. Дані досліджень процентного вмісту шкідливих речовин в кожній із проб занесені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 –Вміст шкідливих речовин із проб газів на холостому ході двигуна автомобіля

Шкідливі речовини	Частота обертання колінчастого валу двигуна, об/хв.							
	800	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Чадний газ (CO)	5,4	4,8	4,2	4,1	5,2	6,7	8	10
Вуглекислий газ (CO ₂)	2	6	10	13,4	14	13,5	13	12,4

При газовому аналізі суміші продуктів згоряння палива автомобіля ЗАЗ Forza на хроматограмі оброблялися тільки ті піки, у яких час виходу відповідав часу виходу визначених компонентів CO і CO₂. Піки, які з'явилися на хроматограмі з іншим часом виходу не оброблялися.

Було побудовано графік за експериментальними даними залежності концентрації викидів шкідливих речовин від обертання колінчастого валу двигуна (рис. 4.3).

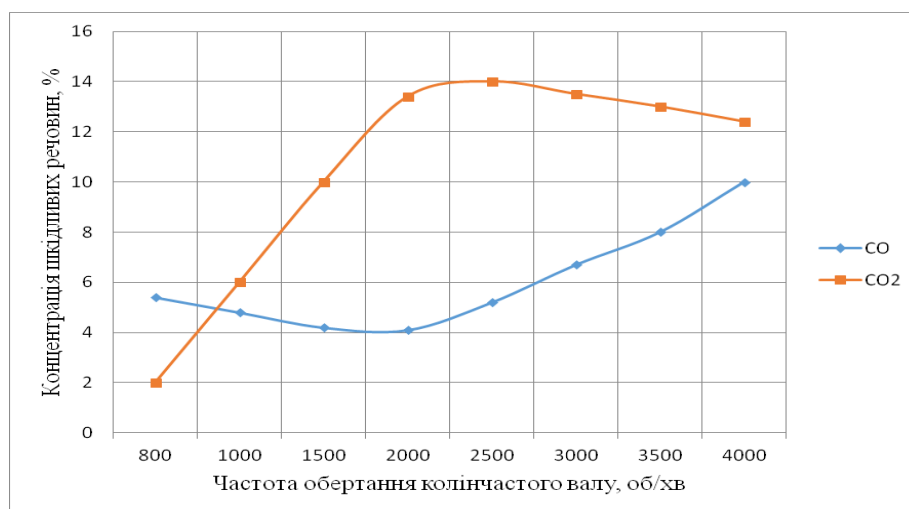


Рисунок 4.3 Концентрація викидів шкідливих речовин від обертання колінчастого валу двигуна

Аналіз даних показав, що на холостому ходу двигуна викиди чадного газу (CO) збільшені тому, що робота двигуна підтримується збагаченою сумішшю. Відбувається процес неповного згорання палива. При частоті обертання колінчастого валу двигуна 1500-2000 об/хв. відбувається повне згорання палива, що свідчить про зменшення концентрації CO в вихлопних газах автомобіля. При збільшенні обертів колінчастого валу двигуна, суміш стає збагаченою, порушується обмін газів в циліндрах двигуна, що призводить до різкого збільшення концентрації CO в вихлопних газах автомобіля.

Дослідження проводили із зняттям проб вихлопних газів на рухомому автомобілі при швидкості від 20...80 км/год. та занесені в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 –Вміст шкідливих речовин взятих проб вихлопних газів від швидкості автомобіля

Шкідливі речовини	Швидкість автомобіля, км/год.						
	20	30	40	50	60	70	80
Чадний газ (CO)	6,8	6,1	5,5	5	4,8	5,4	6,4
Вуглекислий газ (CO ₂)	5	7,3	9	9,8	10	9,3	8

За експериментальними даними були побудовані графічні залежності концентрації викидів шкідливих речовин від швидкості руху автомобіля (рис. 4.4).

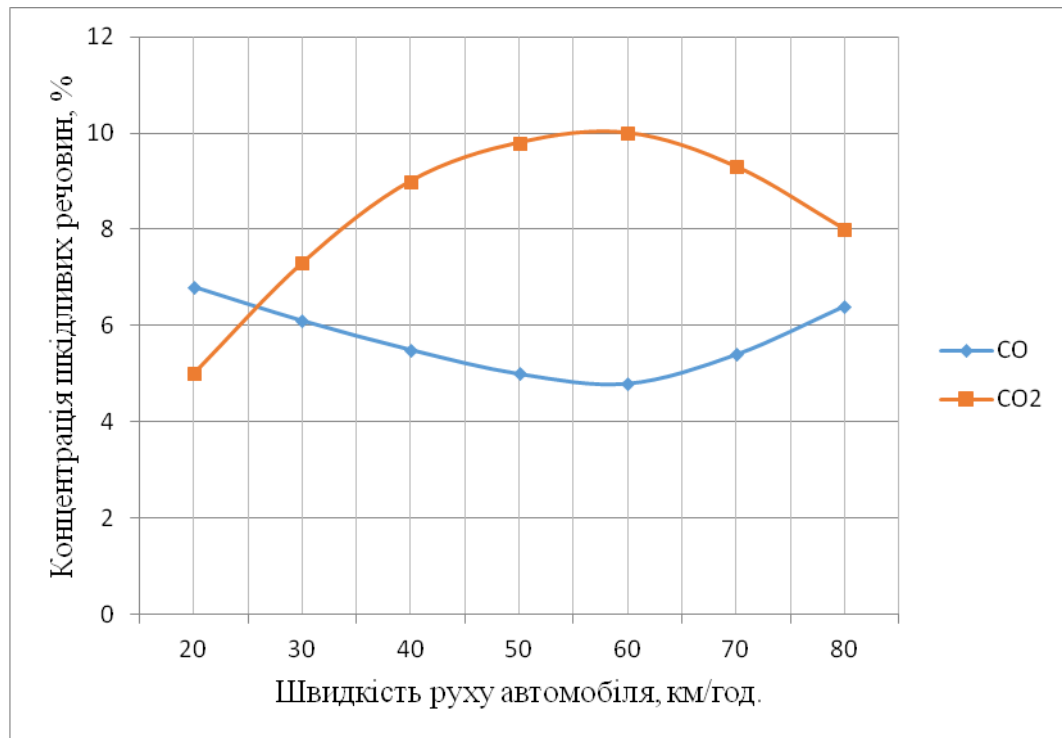


Рисунок 4.4. Викиди речовин від швидкості руху автомобіля

Аналіз даних показав, що при швидкості автомобіля 60 км/год. концентрація чадного газу (CO) у вихлопних газах автомобілів найменша. Ця швидкість являється оптимальною швидкістю руху автомобіля. Тому, що при цій швидкості відбувається процес повного згорання палива та оптимальні умови для обміну газів в циліндрах двигуна.

Для визначення витрат палива автомобіля проведено розрахунки паливно-економічної характеристики автомобіля на 4 передачі.

Приведено рівняння витрати палива ляд:

$$q_d = \frac{g_n}{36 \cdot g \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \cdot (N_K + N_B + N_C),$$

де ρ_T – густина палива, г/см³, для дизельного палива $\rho_T = 0.75 \text{ г/см}^3$;

g_n – витрата палива, г/кВт·ч.

Приймаємо, що рух автомобіля здійснює рівномірний та горизонтальний

$$q_n = \frac{g_e}{36 \cdot g \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \cdot (N_K + N_B).$$

Визначаємо коефіцієнти з використанням потужності

$$U = \frac{N_K + N_B}{N_e \cdot \eta_{TP} \cdot K_p},$$

де K_p – зовнішні швидкісні характеристики двигуна.

$$U_1 = \frac{0,957 + 0,046}{12,498 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,174 ;$$

$$U_2 = \frac{2,201 + 0,56}{31,235 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,192 ;$$

$$U_3 = \frac{3,636 + 2,526}{51,892 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,258 ;$$

$$U_4 = \frac{4,506 + 4,811}{61,647 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,328 ;$$

$$U_5 = \frac{5,262 + 7,660}{67,215 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,418 ;$$

$$U_6 = \frac{6,008 + 11,404}{69,218 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,547 ;$$

$$U_7 = \frac{6,458 + 14,161}{68,413 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,655 ;$$

$$U_8 = \frac{6,908 + 17,329}{65,884 \cdot 0,92 \cdot 0,5} = 0,799 .$$

$K_u :$

$$E_{u1} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,174 + 2,58 \cdot 0,174^2 = 2,026 ;$$

$$E_{u2} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,192 + 2,58 \cdot 0,192^2 = 1,960 ;$$

$$E_{u3} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,258 + 2,58 \cdot 0,258^2 = 1,732 ;$$

$$E_{u4} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,328 + 2,58 \cdot 0,328^2 = 1,515 ;$$

$$E_{u5} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,418 + 2,58 \cdot 0,418^2 = 1,274 ;$$

$$E_{u6} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,547 + 2,58 \cdot 0,547^2 = 1,000 ;$$

$$E_{u7} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,655 + 2,58 \cdot 0,655^2 = 0,837 ;$$

$$E_{u8} = 2,75 - 4,61 \cdot 0,799 + 2,58 \cdot 0,799^2 = 0,713 .$$

Коефіцієнт $K_{\ast} : K_q = A - B \frac{n}{n_N} + C \left(\frac{n}{n_N} \right)^2$.

Для всіх різновидів двигунів $A = 1.23, B = 0.792, C = 0.56$

$$E_{\ast 1} = 1,23 - 0,792 \cdot 0,159 + 0,56 \cdot 0,159^2 = 1,118 ;$$

$$E_{\ast 2} = 1,23 - 0,792 \cdot 0,366 + 0,56 \cdot 0,366^2 = 1,015 ;$$

$$E_{\ast 3} = 1,23 - 0,792 \cdot 0,605 + 0,56 \cdot 0,605^2 = 0,956 ;$$

$$E_{\times 4} = 1,23 - 0,792 \cdot 0,75 + 0,56 \cdot 0,75^2 = 0,951;$$

$$E_{\times 5} = 1,23 - 0,792 \cdot 0,876 + 0,56 \cdot 0,876^2 = 0,966;$$

$$E_{\times 6} = 1,23 - 0,792 \cdot 1 + 0,56 \cdot 1^2 = 0,998;$$

$$E_{\times 7} = 1,23 - 0,792 \cdot 1,075 + 0,56 \cdot 1,075^2 = 1,026;$$

$$E_{\times 8} = 1,23 - 0,792 \cdot 1,15 + 0,56 \cdot 1,15^2 = 1,06.$$

Розрахунок витрати палива g_e :

$$g_{e1} = 139 \cdot 2,026 \cdot 1,118 = 314,844;$$

$$g_{e2} = 139 \cdot 1,960 \cdot 1,015 = 276,526;$$

$$g_{e3} = 139 \cdot 1,732 \cdot 0,956 = 230,155;$$

$$g_{e4} = 139 \cdot 1,515 \cdot 0,951 = 200,266;$$

$$g_{e5} = 139 \cdot 1,274 \cdot 0,966 = 171,065;$$

$$g_{e6} = 139 \cdot 1,000 \cdot 0,998 = 138,722;$$

$$g_{e7} = 139 \cdot 0,837 \cdot 1,026 = 119,368;$$

$$g_{e8} = 139 \cdot 0,713 \cdot 1,06 = 105,053.$$

Визначення коефіцієнта потужності:

$$N_{\varepsilon} + N_A = \check{C} \cdot N_e \cdot \eta \cdot K_p.$$

Зробивши перетворення отримаємо заалежність

$$q_n = \frac{g_e \cdot H \cdot N_e \cdot K_p}{36 \cdot \vartheta \cdot \rho_T};$$

$$q_{d1} = \frac{314,844 \cdot 0,174 \cdot 12,498 \cdot 0,5}{36 \cdot 4,673 \cdot 0,75} = 2,713;$$

$$q_{d2} = \frac{276,526 \cdot 0,192 \cdot 31,235 \cdot 0,5}{36 \cdot 10,747 \cdot 0,75} = 2,857;$$

$$q_{d3} = \frac{230,155 \cdot 0,258 \cdot 51,892 \cdot 0,5}{36 \cdot 17,756 \cdot 0,75} = 3,213;$$

$$q_{d4} = \frac{200,266 \cdot 0,328 \cdot 61,647 \cdot 0,5}{36 \cdot 22,009 \cdot 0,75} = 3,407;$$

$$q_{d5} = \frac{171,065 \cdot 0,418 \cdot 67,285 \cdot 0,5}{36 \cdot 25,700 \cdot 0,75} = 3,466;$$

$$q_{d6} = \frac{138,722 \cdot 0,547 \cdot 69,218 \cdot 0,5}{36 \cdot 29,345 \cdot 0,75} = 3,314;$$

$$q_{d7} = \frac{119,368 \cdot 0,655 \cdot 68,413 \cdot 0,5}{36 \cdot 31,541 \cdot 0,75} = 3,140;$$

$$q_{d8} = \frac{105,053 \cdot 0,799 \cdot 65,884 \cdot 0,5}{36 \cdot 33,737 \cdot 0,75} = 3,035.$$

За даними розрахунками визначаємо паливно-економічну характеристику автомобіля на 4 передачі (рис. 4.4) та дані представляємо в таблиці

Розрахункові дані шляхових витрат палива заносять в таблицю 4.3 та будують паливно-економічну характеристику, яка представлена на рис. 4.8

Таблиця 4.3 – Дані витрат палива на 4 передачі

$v_a, \text{ м/с}$	4,673	10,747	17,756	22,009	25,700	29,345	31,541	33,737
$Ne, \text{ кВт}$	12,498	31,235	51,892	61,647	67,215	69,218	68,413	65,884
$N_K, \text{ кВт}$	0,957	2,201	3,636	4,506	5,262	6,008	6,458	6,908
$N_B, \text{ кВт}$	0,046	0,56	2,526	4,811	7,660	11,404	14,161	17,329
$N_K + N_B, \text{ кВт}$	1,003	2,761	6,162	9,317	12,922	17,412	20,619	24,237
$q_{II}, \text{ л/100км}$	2,713	2,857	3,213	3,407	3,466	3,314	3,140	3,035

На основі розрахункових даних паливної економічної характеристики можна встановлено, що зростання обертів колінвала двигуна зростає і витрата палива, а концентрація шкідливих речовин в вихлопних газах.

В реальних же умовах питомі витрати палива будуть значно більшими і дещо відрізнятимуться на різних швидкостях руху автомобіля. Це обумовлено такими факторами, як опір коченню по дорозі, опір повітря та механічні втрати енергії на роботу трансмісії і деталей двигуна.

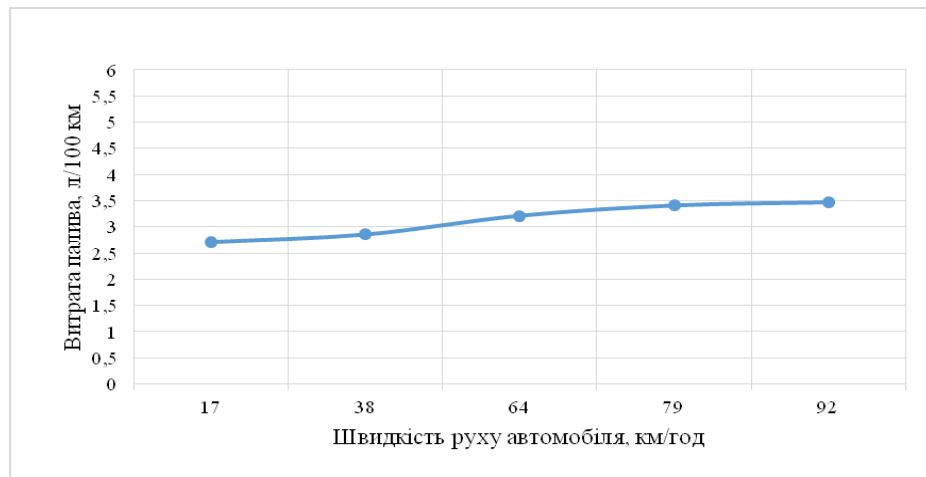


Рисунок 4.4. Графічна залежність паливної економічної характеристики

Також треба враховувати, що рух як на дуже низьких, так і на дуже високих обертах теж призводить до перевитрати палива. Вибрана передача повинна відповідати оптимальним оборотам двигуна. Оптимальні обороти у кожного автомобіля різні і складе 70% від частоти обертання, при котрій досягається максимальна потужність. Тому не слід нехтувати включенням пониженої передачі, так як рух на підвищеній передачі при обертах, близьких до холостого ходу (біля 1500 об./хв.) збільшує витрату палива (в сумішоутворення починає втручатися система холостого ходу, додаючи лишнє паливо). Даний фактор підтверджується типовою графічною залежністю витрати палива від руху автомобіля (рис. 4.5).

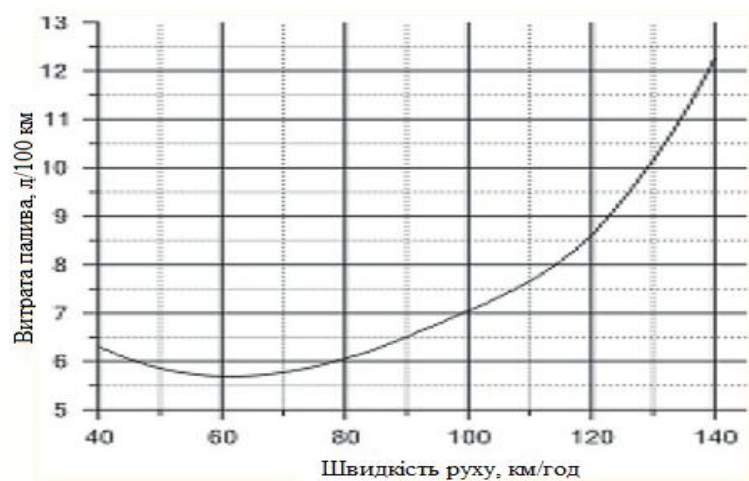


Рисунок.4.5. Питомі витрати палива від постійної швидкості автомобіля.

Згідно технічних даних характеристика набуде інший вигляд який представлений на рис.4.6.



Рисунок 4.6. Графік паливної економічної характеристика автомобіля

На основі паливної економічної характеристик автомобіля на 4 передачі та експериментальні дані концентрації вихлопних газів автомобіля, побудовано графічні залежності концентрації шкідливих речовин від витрати палива автомобіля (рис. 4.7).

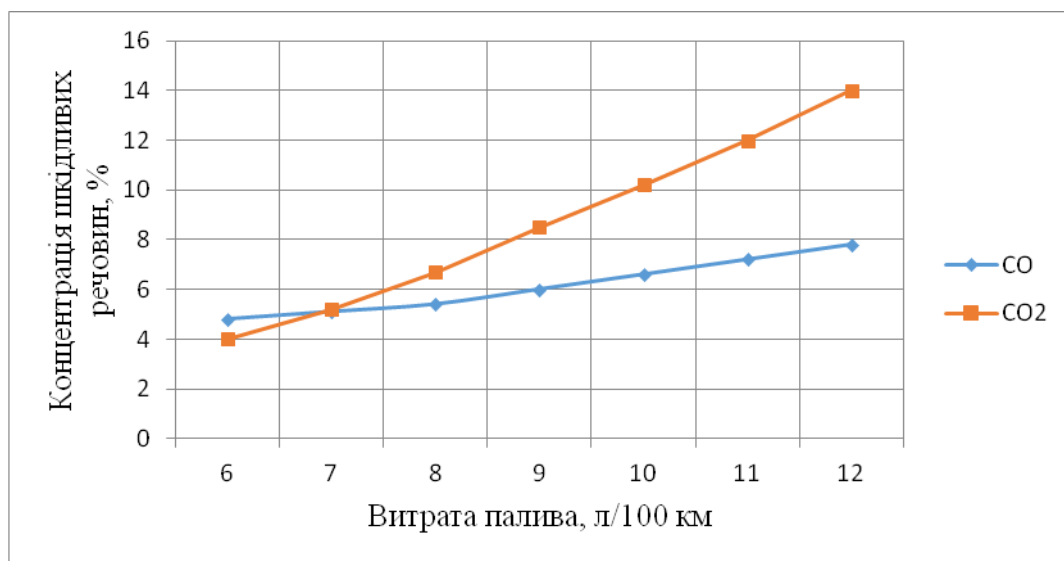


Рисунок 4.7. Концентрація вихлопних газів автомобіля від витрати палива

Для зведення до мінімуму викидів автотранспортом шкідливих речовин в атмосферу слід удосконалити системи управління міським транспортом. Важливим фактором у поліпшенні екологічної обстановки міста стане споруда автомагістралей, які йдуть в обхід нього.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Нормативно - правова база з охорони праці в галузі

Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» [12] законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону 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 прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів [11-19, 24]. Всі ці документи базуються на Конституції України.

Трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП) України, відповідно до якого права працюючої чолени на охорону праці охороняються всебічно.

Крім законодавчих та нормативних документів, що є загальними, для підприємств тієї чи іншої галузі на кожному підприємстві діють власні нормативні акти з охорони праці. Порядок опрацювання і затвердження власних нормативних актів з охорони праці, тобто тих, що діють на підприємстві, визначений 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 відносяться, згідно зі ст. 27 Закону, правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові до виконання.

5.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

На робочому місці слюсаря по ремонту автомобілів на агрегатній дільниці авторемонтної майстерні АТП можуть бути наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – 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.

В таблиці 5.2 наведена карта умов праці робітників агрегатної дільниці.

Вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працюючих.

Рухомі машини, механізми та рухомі частини виробничого обладнання.

Створюють небезпеку защемлення робітника, нанесення йому механічні пошкодження, травми, каліцтва. Створюють небезпеку отримання серйозних травм, каліцтв, защемлення робітника, нанесення йому механічних пошкоджень.

Підвищена загазованість повітря.

Викликає отруєння організму, подразнення слизової оболонки очей, верхніх дихальних шляхів. Може викликати захворювання легенів (фіброгенний вплив).

Підвищений рівень шуму.

Впливає на серцево-судинну систему, органи слуху, можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Викликає стомлюваність, іноді часткова втрата слуху.

Підвищений рівень вібрації.

Даний шкідливий чинник може викликати віброхворобу (головні болі, безсоння, запаморочення, деформація і збільшення рухливості суглобів і т.і.). Можливе виникнення резонансу внутрішніх органів. Погіршується вестибулярний апарат, з'являються запаморочення, нудота, блювота.

Таблиця 5.2 - Карта умов праці на дільниці

Санітарно-гігієнічні чинники		Один. вимі- рюван- ня	Норм-вні значення.	Слюсар з ремонту автомобілів	Слюсар з ремонту машин і тракторів	Мідник	
			Фактичні значення				
1		2	3	4	5	6	
Мікроклімат	Температура повітря (теплий період)	°C	Н	20-22	20-22	20-22	
			Ф	25	25	25	
	Температура повітря (холодний 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	
	Швидкість руху повіт- ря	м/с	Н	0,6-0,5	0,6-0,5	0,6-0,5	
			Ф	0,2	0,2	0,34	
Шкідливі речо- вини	Пил (неорганічний металевий)	мг/м³	Н	6,0	6,0	6,0	
			Ф	1,2	1,4	0,8	
	Випари 3 клас небезпеки (ма- стила мінеральні на- фтові)	мг/м³	Н	5,0	5,0	0,01	5,0
			Ф	6,63- 3 клас небезпеки	7,04- 3 клас не- безпеки	0,018- 2 клас небез- пеки	6,23- 2 клас небез- пеки
Дум	Рівень звукового тис- ку (або звуку)	дБ (дБа)	Н	≤80	≤80	≤80	
			Ф	68	72	65	
Віб- рація	Загальна	дБ (м/с)	Н	112	112	112	
			Ф	83	89	64	
Освіт- лення	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	
Ви пр	Інтенсивність тепло- вого випромінювання	Вт/м²	Н	140,0	140,0	140,0	
			Ф	36	45	68	

Контакт з підвищеною напругою електричного кола.

При проходженні через чолину 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, судом, 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.

5.3 Засоби індивідуального захисту працівників.

На виконання вимог статті 8 Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, а саме НПАОП 0.00-3.03-81 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям суміжних професій і посад усіх галузей народного господарства і окремих виробництв» та колективного договору.

В таблиці 5.3 наведено перелік засобів індивідуального захисту для працівників агрегатної ділянки автогосподарства.

Таблиця 5.3 – 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	24	-/-	
	Берет	ГОСТ 32118-2013	до зносу	-/-	
	Респіратор пилозахисний	ГОСТ 17269-71	до зносу	-/-	
	Взимку додатково: Куртка утеплена	Тн	ГОСТ 12.04.045-87	36	-/-
	Штани утеплені	Тн	ГОСТ 29335-92	36	-/-
2	<u>Слюсар з ремонту машин та тракторів</u>				
	Костюм бавовняний	Ми 3	ГОСТ 27575-87	12	Норми №832/ 15523 від 10.09.08р

продовження таблиці 5.3

	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 12.4.0 87-84	24	-/-
	Окуляри захисні	ЗН	ГОСТ 12.4.0 03-80	до зносу	-/-
	Респіратор пилозахисний	ГОСТ 17269-71	до зносу	-/-	
	Взимку додатково: 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	К50	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 12.4 010 75	3	-/-
	Окуляри захисні	ЗН	ГОСТ 12.4.0 03-80	до зносу	-/-
	Фартух	ЗН	ГОСТ 12.4.217	6	-/-
	Респіратор газозахисний	ГОСТ 17269-71	до зносу	-/-	
	Взимку додатково: Куртка утеплена	Тн	ГОСТ 12.04.045-87	36	-/-

5.4. Розрахунок штучного освітлення.

Розрахувати систему загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами для агрегатної ділянки автогосподарства. Роботи, які виконуються на цій ділянці відносяться до зорових робіт високої точності (розряд IIIг). Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду IIIг становить $E=200\text{лм}$. Розміри приміщення: довжина $a=30,0\text{ м}$, ширина $b=12,0\text{ м}$, висота $H=6,60\text{ м}$. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $P_{\text{стелі}}=70\%$, $P_{\text{стін}}=50\%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p=0,7\text{ м}$. Для освітлення приймаємо світильники типу ЛПО01 (із двома лампами ЛБ-40), які доцільно використовувати в нашому випадку.

Відповідно вимогам ДБН В.2.5.28-2006 $h_{0\text{min}}=2,6 - 4\text{ м}$ коли у світильнику менше 4-х ламп, і $h_{0\text{min}}=3,2 - 4,5\text{ м}$ – при 4-х і більше ламп.

У зв'язку з тим, що висота приміщення становить $6,60\text{ м}$, то встановлювати світильники на стелі немає сенсу, їх доцільно зробити підвісними. До того ж, на ділянці, вздовж, розміщено дві підвісні кран-балки на висоті від підлоги $3,0\text{ м}$. Тому світильники доцільно підвісити на висоті $3,5\text{ м}$ від підлоги.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею

$$h = h_0 - h_p;$$
$$h = 3,5 - 0,7 = 2,8\text{ м}.$$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)};$$
$$i = \frac{30 \cdot 12}{2,8 \cdot (30 + 12)} = 3,06.$$

Приймаємо $i=2,8$, тоді при $P_{\text{стелі}}=70\%$, $P_{\text{стін}}=50\%$ для світильника типу ЛПО01 коефіцієнт використання дорівнює $\eta=0,68$.

Визначимо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному

світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_L=3200$ лм

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \Phi_L \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,68} = 23,86 \text{ світильників.}$$

Приймаємо 24 світильники. Для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в три ряди по 8 штук (рисунок 5.1). Оскільки довжина світильника майже не відрізняється за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина усіх світильників у ряді становитиме $\Sigma L_{\text{св}} = 1,2 \cdot 8 = 9,6$ м.

Це значення менше довжини приміщення ($l=30$ м), тому:

- відстань між світильниками в ряду буде $L_P = \frac{30-9,6}{9,6} = 2,125$ м.
- відстань між рядами $L_C = \frac{12-3}{3} = 3,0$ м.

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні

$$\Sigma P_{\text{св}} = P_L \cdot N \cdot n = 40 \cdot 24 \cdot 2 = 1920 \text{ Вт.}$$

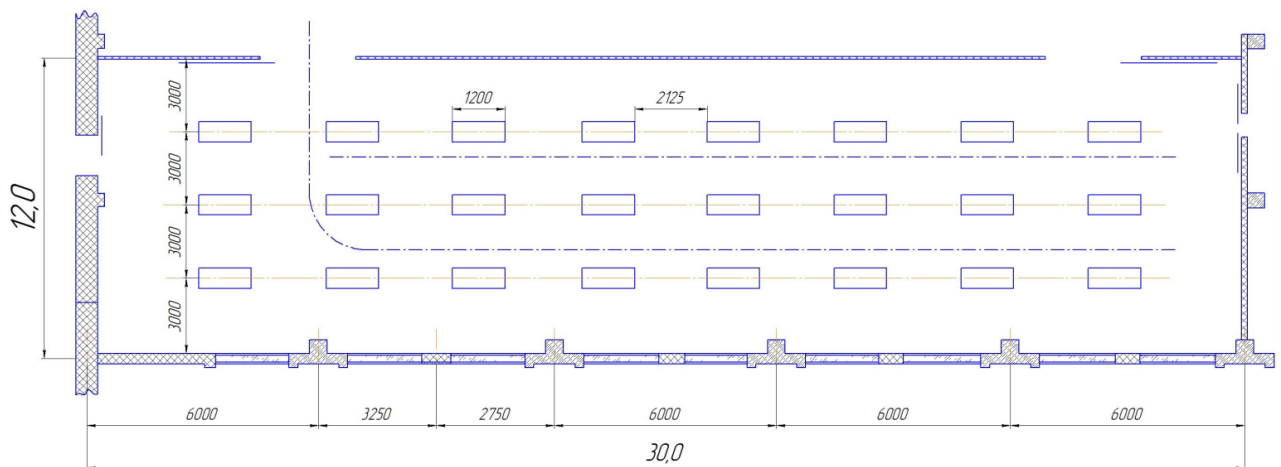


Рисунок 5.1 – Схема розміщення світильників.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній магістерській роботі розглянуто підприємство, діляниці, транспортні засоби. З аналізу літературних джерел проаналізовано працездатність та надійність коробки та встановлено поставка проблеми.

Для підвищення надійності та безпеки руху розглянуто характеристики експлуатаційної надійності та наведено розрахунки кількості ТО рухомого складу, модернізований генеральний план підприємства та діляниці. Розроблено технологічний процес технічного обслуговування коробки автомобіля. Обґрунтовано та дано корисні рекомендації до стендів для розбирання і збирання коробки передач автомобіля МАЗ-5551.

У науковій частині отримані в ході виконання експериментальних досліджень по визначенню концентрації забруднюючих речовин вихлопних газів автомобілів в залежності від його експлуатаційних параметрів. Представлені інженерні рекомендації при проектуванні діляниці діагностики автомобілів в умовах автотранспортного підприємства. Розглянуто технологічний процес діагностики автомобілів з урахуванням робіт по визначенню концентрації шкідливих речовин в вихлопних газів.

Проведено розрахунок показників ефективності проєкту на господарські потреби підприємства. Термін окупності реконструкції діляниці менш одного року, індекс прибутковості інвестицій більше одиниці і чиста приведена вартість проєктних рішень більше нуля, що свідчить про ефективність запропонованих рекомендацій по реконструкції діляниці поточного ремонту коробок передач.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Фоминых А.Б., Камаль Альскейф. Дифференциальный механизм с переменным передаточным числом. Известия ВУЗ'ов. Машиностроение.-2006. - №12. - С. 37-42.
2. Камаль Альскейф, Фоминых А.Б. Математическая модель движения по ровной дороге двухосной полноприводной колесной машины с вариаторами в раздаточной коробке. Известия ВУЗ'ов. Машиностроение. - 2007. - №07. - С. 32-36.
3. Альскейф Камаль. Динамика двухосной полноприводной колесной машины с вариаторами в раздаточной коробке. Известия ВУЗ'ов. Машиностроение. - 2007. - №08. - С. 44-48.
4. П.П.Лукин, Г.А. Гаспаряни, В.Ф. Родионов “Конструирование и расчет автомобиля”, М.:”Машиностроение”, 1984.- 376с.
5. А.И. Колчин, В.П.Демидов, «Расчет автомобильных и тракторных двигателей», - М.: Высш. школа, 1980. – 400с.
6. Шумик С.В. и др. Техническая эксплуатация автотранспортных средств: Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие /С.В. Шумик, М.М. Болбас, Е.Н. Петухов: под ред. С.В. Шумика. – МН.: Выш. шк., 1988. – 206 с.
7. Ревенко Д. В. Оценка срока службы автомобильных деталей /Д. В. Ревенко, А. О. Харченко ///Вісник СевНТУ. Сер. Машиноприладобудування та транспорт: зб. наук. пр. – Севастополь, 2010. – Вип. 107. – С.189.
8. Закон України “Про охорону праці”. - К., 1993. — 40 с.
9. Ткачук К. Н., Иванчук Д.Ф. та ін. Довідник по охороні праці на промисловому підприємстві. — К.: Техніка, 1991.
10. Интернет-ресурс <http://www.youtube.com/watch?v=x8q9GdKAEcE>
11. Рудзінський В. В. Транспортні засоби: навч. посібник / В. В. Рудзінський. – К.: НТУ, 2001. – 136 с.
12. Техническая эксплуатация автомобилей / Е. С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.

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

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

15. Работа автомобильной шины / под ред. В. И. Кнороза. – М.: Транспорт, 1976. – 238 с.

16. Бакфиш К. Новая книга о шинах / К. Бакфиш, Д. Хайнц. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 303 с.

17. Кравченко А. П. К анализу методов оценки надежности автомобильных шин при устойчивом движении легкового автомобиля / 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.

18. Краткий автомобильный справочник – М.: Транспорт, 1985. - 220 с.

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

20. Болбас М. М. Транспорт и окружающая среда г. Минск, УП «Технопринт», 2004 г., 261с.

21. Павлова Е. И. Экология транспорта. – М.: 2000 г.

22. Луканин В. Н. Промышленно-транспортная экология. – М.: 2000 г.

23. Апостолук С.О. Промислова екологія / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2003. – 475 с.

24. Гутаревич Ю. Ф. Екологія автомобільного транспорту. – К.: 2002.

25. Хроматограф «Газохром-3101» Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 1981.

26. Ю. С. Козлов. Екологічна безпека автомобільного транспорту, М., 2002 р.

27. Матейчик В. П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів. Монографія / Матейчик В. П. – К.: НТУ, 2006. – 216 с.

28. Авер'янов В.С., Шматко Д.З., Скобельський Р.Є. Определение вредных веществ выхлопных газов автотранспорта методом хроматографии/ ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ. – 2017.-№10 – с.7 – 226 с.

29. <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti/zagryaznenie-avtotransportom-okruzhayushhej-sredy/>

30. <http://osinovka2.narod.ru/Rodina.htm>

31. <https://www.zr.ru/content/articles/809243-kak-ekologicheskie-normy-dvigayut-progress-avtoproma>

32. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А.Большова и др.]; под ред. Ю.А.Золотова. — 5-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 384 с.

33. Техническая эксплуатация ходовой части автомобилей и систем, обеспечивающих безопасность движения. Автор: Юхименко В. Ф., редактор: Масленникова С. Г.

34. Титаренко Володимир Євгенійович, Нестеренко Віктор Олексійович Житомир: ЖДТУ, 2014. – 176 с. 10. Методика визначення викидів автотранспорту для проведення зведених розрахунків забруднення атмосфери міст.

35. Modern Practice of Gas Chromatography, Fourth Edition. Edited by Robert L. Grob and Eugene F. Barry ISBN 0-471-22983-0 Copyright. 2004 John Wiley & Sons, Inc.

36. <http://neftegaz.ru/science/view/847-Diagnostirovanie-benzinovyh-dvigatelye-pri-rabote-na-szhizhennom-gaze-po-sostavu-otrabotannyh-gazov>