

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

---

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного  
обслуговування та поточного ремонту паливної апаратури автомобіля  
КрАЗ-6510 з дослідженням нерівномірності обертання колінчастого вала  
ДВЗ

---

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

---

«Автомобільний транспорт»

---

(шифр і назва спеціальності)

	_____	Бабій І.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Левкович М.Г.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Пиндус Ю.І.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	Ляшук О.Л.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2020

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Бабію Івану Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та поточного ремонту паливної апаратури автомобіля КрАЗ-6510 з дослідженням нерівномірності обертання колінчастого вала ДВЗ

Керівник роботи Левкович М.Г., к.т.н., доц.

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

Затверджені наказом ректора від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом завершеної роботи 27 грудня 2020

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування та ремонту паливної апаратури

4. Зміст роботи (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.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Прочаткові дані виробничої програми – 1 аркуш формату А1. Технологічна карта ремонту паливного

насоса високого тиску, що діє на підприємстві на даний момент – 1 аркуш формату А1. Заходи

по переоснащенню ділянки ремонту системи живлення – 1 аркуш формату А1. Технологічна

Карта ремонту паливного насоса високого тиску, після впровадження інноваційних рішень

– 1 аркуш формату А1. Пристрій для перевірки плунжерних пар та форсунок – 1 аркуш формату А1.

Стенд для ПНВТ – 1 аркуш формату А1. Пристосування для збирання-розбирання ПНВТ – 1 аркуш

формату А1. Ділянка ремонту паливної апаратури – 1 аркуш формату А1. Наукові дослідження – 1

аркуш формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 29.09.2020

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	30.09.2020	
2	Технологічний розділ	20.10.2020	
3	Конструкторський розділ	10.11.2020	
4	Науково-дослідний розділ	30.11.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	05.12.2020	
6	Оформлення графічної частини	14.12.2020	
7	Захист дипломної роботи	21.12.2020	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бабій І.Б.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Левкович М.Г.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної магістерської роботи на тему:

«Проект дільниці ремонтного цеху для діагностики, технічного обслуговування та поточного ремонту паливної апаратури автомобіля КрАЗ-6510 з дослідженням нерівномірності обертання колінчастого вала ДВЗ» студента групи МАМ-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Бабія І.В. Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент Левкович М.Г.

Розрахунково-пояснювальна записка: \_\_\_\_ арк. формату А4, \_\_\_\_ рисунків, \_\_\_\_ таблиць, \_\_\_\_ арк. формату А4 додатків, \_\_\_\_ літературне джерело, графічна частина – \_\_\_\_ аркушів формату А1.

Мета роботи: дослідження нерівномірності обертання колінчастого вала ДВЗ.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі:

- Визначено методи вирішення поставлених задач та актуальність теми роботи;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту;
- підібрано необхідне технологічне оснащення;
- проведено аналіз виробничо-технічного забезпечення АТП;
- обґрунтовані рішення при вдосконаленні технологічного процесу ремонту системи живлення двигунів;
- вибрано та розраховано необхідне технологічне обладнання;
- Проведено аналіз шляхів підвищення ефективності ТО та зниження витрат палива і токсичності газів систем;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях;
- оформлено графічну частину роботи.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	7
1.1 Характеристика підприємства	7
1.2 Аналіз виробничо-технічного забезпечення АТП	11
1.3 Підвищенні ефективності ТО та зниження витрат палива і токсичності газів	18
1.4 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу	21
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	
2.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування автомобілів	24
2.2 Розрахунок річного обсягу робіт по ТО, ПР	29
2.3 Розрахунок кількості постів ТО і ПР автомобілів	32
2.4 Обґрунтування інноваційних рішень при вдосконаленні технологічного процесу ремонту системи живлення двигунів	37
2.5 Вдосконалення технологічного процесу ремонту системи живлення двигуна в умовах АТП	37
2.6 Кількість технологічного обладнання на дільниці	41
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	
3.1 Вибір та розрахунок технологічного обладнання	44
3.1 Стенд для обкатки паливного насоса	44
3.2 Розрахунок клиноремінної передачі стенду	45
3.3 Пристосування для перевірки форсунок	48
3.4 Розрахунок загальних витрат на проведення дослідних робіт	50
<b>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b>	
4.1 Аналіз взаємозв'язку нерівномірності обертання колінчастого валу з робочим циклом двигуна	53

<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	
5.1 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники	63
5.2 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях	65
5.3 Розрахунок газовиділення при роботі дизельних двигунів	67
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	68
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	69
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє велику роль у всіх видах господарської діяльності. Автомобілі як правило забезпечують або весь процес перевезення від споживача до виробника, або початковий і кінцевий його елементи у поєднанні з іншими видами транспорту.

Автотранспортні цехи і підрозділи є обов'язковою ланкою організаційної структури практично всіх виробничих підприємств України. Їх ефективна економічна робота визначає високу економічну ефективність роботи кожного підприємства окремо і промисловості країни в цілому.

У сучасних економічних умовах автомобільне господарство країни зазнає значних змін. Після практично повної зупинки автозаводів почато відновлення виробництва на Запорізькому і Кременчуцькому автозаводах.

Нинішній економічний стан надає вплив на склад і вік автомобільного парку. Економічно сильні підприємства дозволяють собі оновлювати склад парку за рахунок придбання автомобілів західного виробництва. Середні підприємства набувають в основному автомобілів українського виробництва.

У цих умовах виведення кожного конкретного підприємства з важкого економічного стану залежить не тільки від зміни загального економічного стану в країні, але і від інженерно-технічного рівня організації і виконання робіт на кожній конкретній виробничій дільниці. Останнє може бути забезпечене, перш за все, шляхом підвищення рівня підготовки фахівців. Дипломне проектування це останній етап, що завершує підготовку фахівців і його якісне проведення забезпечить вищий рівень підготовки.

Впровадження нових інноваційних рішень на діючому автотранспортному підприємстві (АТП) повинне проводитися з ретельним урахуванням місцевих і регіональних економічних умов перспективи розвитку

# 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика підприємства

Підприємство розташовано в м. Кам'янське (Західний проїзд № 1). Підприємство здійснює перевезення різних вантажів по замовленнях підприємств міста і регіону.

До складу підприємства входять наступні підрозділи:

- контрольно-технічний пункт;
- механізоване миття автомобілів;
- очисні споруди механізованого миття;
- головний виробничий корпус;
- адміністративно-побутовий корпус;
- 2 виробничі корпуси;
- матеріальний склад;
- трансформаторна станція;
- відкриті стоянки автомобілів;
- автозаправна станція;
- водяні резервуари;
- станція технічного обслуговування легкових автомобілів;
- офіс автотранспортного підприємства.

Площі виробничих і складських приміщень приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Площі виробничих і складських приміщень

№ п/п	Найменування приміщень	Площа, м <sup>2</sup>	Примітки
1	Механізоване миття автомобілів	432	2 лінії
2	Ковальсько-ресорна дільниця	45	
3	Механічна дільниця	54	
4	Пост ТО-1 автомобілів	54	
5	Пост ТО-2 і ТР автомобілів	702	16 постів
6	Столярна дільниця	90	



7	Шпалерна дільниця	27	
8	Радіаторно-мідницька дільниця	27	
9	Агрегатно-моторна дільниця	54	
10	Дільниця вулканізації	40	
11	Дільниця ремонту гальмівних систем	12	
12	Реставраційна дільниця	12	
13	Електротехнічна дільниця	12	
14	Приміщення електриків	12	
15	Акумуляторна дільниця	46	
16	Зварювальна дільниця	70	
17	Матеріальний склад	1452	
18	Склад запасних частин	152	
19	Комора дільниці вулканізації	8	
20	Інструментальна комора	14	
21	Склад кисневих балонів	12	
22	Склад господарського інвентаря	10	
23	Комора зварювальної дільниці	20	
24	Комора садівника	20	
25	СТО	400	
Разом по складських приміщеннях		1688	
Всього		3377	

Схематично на рисунку 1.1 позначені основні технологічні транспортні потоки по АТП «Дніпровська транспортна компанія».

Виробничий корпус призначений для обслуговування і ремонту автомобілів, характеристики та параметри яких приведено в таблиці 1.2.

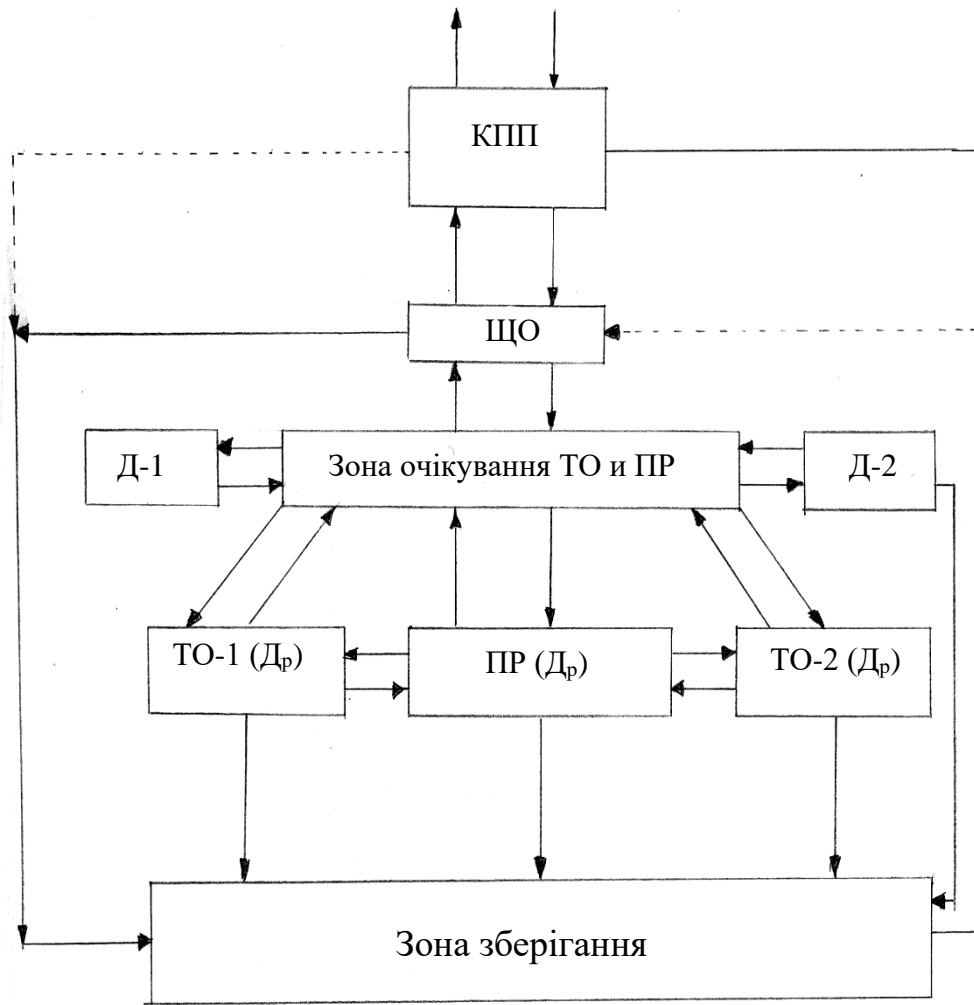


Рисунок 1.1 – Основні технологічні транспортні потоки на АТП

Таблиця 1.2 – Рухомий склад АТП

Параметри	ГАЗ-3309	МАЗ-5551	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Вантажопідйомність, т	4,5	10	12	8
Маса автомобіля, кг	3800	7400	10300	7080
Радіус повороту:				
- по осі зовнішнього переднього колеса, м	8,0	7,9	14,0	8,5
- зовнішній габаритний, м	8,6	8,6	14,7	9,3
Максимальна швидкість, км/ч	95	80	80	80
Контрольна витрата палива при швидкості 50 км/ч, л/100км	16	23	38	24

Двигун	ЯМЗ-534, дизель, 4-тактний, рядний, 4-циліндр.	ЯМЗ-236 дизель, 4-тактний, V-образн., 6-циліндр	ЯМЗ-238 дизель, 4-тактний, V-образн., 8-циліндр	КамАЗ-740 дизель, 4-тактний, V-образн., 8-циліндр
Робочий об'єм , л	6,0	11,15	14,86	10,85
Максимальна потужність при 3200 хв <sup>-1</sup> , л.с. (кВт)	134 (110)	180 (132)	240 (176,5)	210 (155)
Максимальний момент, що крутить, Н·м		670	883	780
Колісна формула	4x2	4x2	6x4	6x4
Габаритні розміри, м :				
довжина	6,47	6,0	9,64	8,050
ширина	2,46	2,50	2,65	2,496
висота	2,32	2,9	2,67	3,370
База автомобіля, м	3,77	3,95	5,75	3,9
Коля коліс, м ;				
передніх	1,63	1,97	1,95	1,92
задніх	1,69	1,86	1,92	1,85
Передній кут звіса, град	35	30	42	40
Задній кут звіса, град	38	28	18	23
Просвіт під передньою віссю, мм	340	295	290	285
просвіт під задньою віссю, мм	265	300	290	295

На теперішній час АТП налічує 200 автомобілів, але може надавати транспортні послуги більш як десяти підприємствам міста і області, а також малим і приватним підприємствам, за рахунок орендованих вантажних автомобілів. Серед можливих замовників зростаючого обсягу вантажних перевезень можуть бути: ВАТ „Будматеріали”, який постачає свою продукцію на будівельні майданчики міста і Дніпропетровської області, але не має особистого автотранспортного цеху; КП „Шляховик”, який має підряди на проведення

обсягу ремонтно-будівельних робіт у місті Дніпродзержинську, але має вантажні автомобілі, наприклад КрАЗ, МАЗ, КамАЗ.

Однак АТЦ даних підприємств не мають достатньої кількості одиниць рухомого складу, а саме головне – не мають достатньої матеріально-технічної бази для проведення комплексу робіт.

Для вибору показників для перспективного планування необхідно зробити детальний аналіз роботи АТП. Найбільшій зміні підлягають показники: коефіцієнт випуску рухомого складу –  $a_B$ ; коефіцієнт використання пробігу  $\beta$ ; час у наряді  $T_n$ ; коефіцієнт технічної готовності автомобілів –  $a_T$ . Всі інші залишаються порівнянно сталими. Тому, при виборі показників роботи для реконструкції АТП значення їх приймаємо близькими до нормативних по автомобільному транспорту.

Таким чином, визначивши сегмент ринку транспортних перевезень міста Кам'янське і розвиток потреб можливих організацій-замовників на послуги АТП, приходимо до висновку, що необхідно нарощувати кількісний стан вантажних автомобілів, а також нарощувати кількість ремонтного і обслуговуючого технологічного обладнання для проведення ТО і ПР. Але для цього необхідно проаналізувати матеріально-технічне забезпечення АТП, виходячи з парку рухомого складу 200 автомобілів.

Виробничо-технічна база АТП складається з виробничих, допоміжних, адміністративно-побутових, складських приміщень і відкритих майданчиків для стоянки автомобілів.

## **1.2 Аналіз виробничо-технічного забезпечення АТП**

В цілях вибору оптимального рішення слід виконати техніко-економічний аналіз по ряду питань, що є необхідними при визначенні величини капітальних вкладень і що відображають значущість пропонованих заходів. Для правильного вибору форми нарощування ВТБ необхідно оцінити стан існуючого технічного забезпечення АТП і рівень його використання за наступними початковими даними.

1. Кількість автомобілів  $A_{cn} = 200$  автомобілів ;
2. Вартість ОВФ ФО.П = 4650 тис.грн.;
3. Вартість транспортних засобів ФТ.С = 3200 тис.грн.
4. Загальна площа території АТП  $FT = 65000$  м<sup>2</sup>.
5. Загальна площа виробничо-складських приміщень  $F_{П-С} = 3377$  м<sup>2</sup>.
6. Загальна площа стоянки  $F_{СТ} = 31000$  м<sup>2</sup>.
7. Загальна площа допоміжних приміщень  $F_{Д.П.} = 1640$  м<sup>2</sup>.
8. Кількість постів для  $ТО$  і  $ТР$   $XII = 25$  .
9. Кількість виробничих робочих  $P = 80$  чол.
10. Річний пробіг автомобілів по АТП  $L_p = 9,6$  млн.км.
11. Середній середньодобовий пробіг  $l_{cd} = 190$  км.

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

1. Фондозабезпеченість рухомого складу розраховуємо як відношення вартості ОВФ, ФО.П, тис.грн. за вирахуванням вартості транспортних засобів, ФТ.С, тис.грн, до облікової кількості одиниць рухомого складу, Асп, автомобілів

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

$$\Phi_{o.c} = \frac{4650 - 3200}{200} = 7,25 \text{ тис.грн/авто.}$$

2. Забезпеченість площами розраховуємо як відношення відповідних площ до облікової кількості автомобілів  $A_{cn}$  Асп за рівняннями

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

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

$$F_{П-С.Р} = \frac{F_{П-С}}{A_{cn}} , \quad (1.3)$$

$$F_{П-С.Р} = \frac{3377}{200} = 16,8 \text{ м}^2/\text{авто.}$$

$$F_{CT.P} = \frac{F_{CT}}{A_{cn}}, \quad (1.4)$$

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

$$F_{в.р} = \frac{F_{Д.П.}}{A_{cn}}, \quad (1.5)$$

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

3. Оснащеність робочими постами визначається як відношення кількості постів для технічного обслуговування та ремонту,  $X_{П}$ , шт, до пробігу транспортних засобів за рік,  $L_p$ , млн.км

$$X_{П.P} = \frac{X_{П}}{L_p}, \quad (1.6)$$

$$X_{П.P} = \frac{25}{9,6} = 2,6 \text{ пост.км.}$$

4. Забезпеченість ремонтними робітниками визначається як відношення числа виробничих робітників на АТП,  $P$ , чол, до пробігу транспортних засобів за рік,  $L_p$ , млн.км

$$P_p = \frac{P}{L_p}, \quad (1.7)$$

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

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

$$F_T = F_{T.E} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.8)$$

де  $F_{T.E}$  – еталонне значення площі території.

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

Значення коефіцієнта  $K_2$ , розраховуємо методом інтерполяції, інші приймаємо для умов: 200 автомобілів, III категорія умов експлуатації, помірно-

теплий район, відкрите зберігання автомобілів з підігрівом при розстановці під кутом  $90^\circ$ , відсутність причепів.

$$K_2 = \frac{K_2^1 \cdot A_{cn1} + K_2^2 \cdot A_{cn2} + K_2^3 \cdot A_{cn3} + K_2^4 \cdot A_{cn4}}{A_{cn}}, \quad (1.9)$$

де  $K_2^1, K_2^2, K_2^3, K_2^4$  – коефіцієнти, що враховують відповідний тип рухомого складу;

$A_{cn1}, A_{cn2}, A_{cn3}, A_{cn4}$  – кількість рухомого складу по моделях автомобілів відповідно

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

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

Аналогічно корегуються значення наступних показників.

Визначаємо площу виробничо-складських приміщень ФП-С, що доводиться на 1 автомобіль

$$F_{П-С} = F_{П-С.э} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.10)$$

де  $F_{П-С.э}$  – еталонне значення площі виробничо-складських приміщень.

Для нашого випадку  $F_{П-С.э} = 13 \text{ м}^2/\text{авто}$ .

$$F_{П-С} = 13 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1 = 15,3 \text{ м}^2.$$

Визначаємо площу стоянки,  $F_{СТ}$ , на одне місце зберігання,  $\text{м}^2/\text{авто}$

$$F_{СТ} = F_{СТ.э} \cdot K_2 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.11)$$

де  $F_{СТ.э}$  – еталонне значення площі стоянки, що доводиться на один автомобіль.

Для нашого випадку  $F_{СТ.э} = 34 \text{ м}^2/\text{авто}$ .

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

Визначаємо площу допоміжних приміщень,  $F_6$ , що доводиться на один автомобіль,  $\text{м}^2/\text{авто}$ .

$$F_6 = F_{6.э} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.12)$$

де  $F_{6.э}$  – еталонне значення показника площі допоміжних приміщень, що доводиться на один автомобіль. Для нашого випадку  $F_{6.э} = 7,5 \text{ м}^2/\text{авто}$ .

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

Визначаємо кількість ~~робочих~~ робочих постів,  $X_{II}$ , для технічного обслуговування та ремонту рухомого складу на 1 млн.км пробігу

$$X_{II} = X_{II.e} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.13)$$

де  $X_{II.e}$  – еталонне значення показника кількості робочих постів на 1 млн.км. пробігу автомобілів. Для нашого випадку  $X_{II.e} = 0,85$  поста/млн.км.

$$X_{II} = 0,85 \cdot 1,2 \cdot 0,977 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1,0 \text{ поста/млн.км.}$$

Визначаємо кількість ремонтних робітників,  $P$ , що доводиться на один млн.км пробігу рухомого складу

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

де  $P_e$  – еталонне значення показника кількості ремонтних працівників на 1 млн.км пробігу. Для нашого випадку  $P_e = 3,4$  чол/млн.км.

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

Визначаємо розрахунковий коефіцієнт технічної готовності

$$\alpha_{\partial} = \frac{1}{1 + l_{ca} \left( \frac{\ddot{A}_{\partial i - 2, \partial \partial}}{1000} + \frac{\ddot{A}_{\partial \partial}}{L_{\partial \partial}} \right)}, \quad (1.15)$$

де  $l_{ca}$  – середнє значення добового пробігу транспортних засобів, км;  
 $D_{TO-2, TP}$  – норма простою при ТО-2 і TP на 1 тис. км пробігу, днів;  
 $D_{KP}$  – норма простою при проведенні капітального ремонту, днів;  
 $L_{KP}$  – скорегований пробіг до проведення капітального ремонту (цикловий пробіг), км.

Значення  $D_{TO-2, TP}$ ,  $D_{KP}$ ,  $L_{KP}$  визначаються як середньовиважені величини

$$D_{TO-2, TP} = \frac{D_{TO-2, TP}^1 \cdot A_{cn1} + D_{TO-2, TP}^2 \cdot A_{cn2} + D_{TO-2, TP}^3 \cdot A_{cn3} + D_{TO-2, TP}^4 \cdot A_{cn4}}{A_{cn}}, \quad (1.16)$$

де – норми простою при ТО-2 і TP на 1 тис. км пробігу

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

$$D_{KP} = \frac{D_{KP}^1 \cdot A_{cn1} + D_{KP}^2 \cdot A_{cn2} + D_{KP}^3 \cdot A_{cn3} + D_{KP}^4 \cdot A_{cn4}}{A_{cn}},$$



де  $D_{KP}^1, D_{KP}^2, \dots$  – норма простою рухомого складу при проведенні капітального ремонту, днів.

$$\ddot{A}_{\hat{E}D} = \frac{22 \cdot 53 + 15 \cdot 55 + 22 \cdot 32 + 15 \cdot 60}{200} = 18,5 \text{ дня.}$$

$$L_{KP} = \frac{K_1 K_3 (L_{KP}^1 \cdot K_2^1 \cdot A_{cn1} + L_{KP}^2 \cdot K_2^2 \cdot A_{cn2} + L_{KP}^3 \cdot K_2^3 \cdot A_{cn3} + L_{KP}^4 \cdot K_2^4 \cdot A_{cn4})}{A_{cn}}, \quad (1.17)$$

де – пробіг до проведення капітального ремонту відповідної моделі автомобіля, км.

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

Тоді скорегований коефіцієнт технічної готовності складатиме

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

1. Значення питомого показника фондозабезпечення корегується по формулі:

$$\Phi_{OC} = \Phi_{OC.э} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.18)$$

де  $\Phi_{OC.э}$  – показник для еталонних умов

$$\Phi_{OC.э} = 3,34 \text{ тис.грн/авто};$$

$K$  – коефіцієнт, що враховує вплив.

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

Узагальнюючими показниками оцінки рівня використання наявного виробничо-технічного забезпечення АТП є:

– фондвіддача виробничих фондів

$$\Phi_{\text{від}} = \frac{D}{\Phi_{OP}}, \quad (1.19)$$

де  $D$  – доходи від перевезень і інших послуг, грн;

$\Phi_{OP}$  – вартість ОВФ, грн.

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

– загальна рентабельність складає

$$R_{\text{заг}} = \frac{\Pi_{\hat{D}} \cdot 100}{\Phi_{OB} + \Phi_{OB}}, \quad (1.20)$$

де  $\Pi_6$  – балансовий прибуток, грн;

$\Phi_{OB}$  – вартість нормованих оборотних коштів, грн.

$$R_{\zeta\bar{a}\bar{a}} = \frac{843650 \cdot 100}{4650000 + 380000} = 16,8\% .$$

– продуктивність праці робітників, які здійснюють ремонт

$$W_{p.p} = \frac{L_{\text{заг}}}{N_{p.p}} , \quad (1.21)$$

де  $L_{\text{заг}}$  – загальний пробіг автомобілів, тис.км;

$N_{p.p}$  – чисельність робітників, які здійснюють ремонт, чол.

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

Порівнюємо реальні значення оцінних показників з скорегованими еталонними. Результати розрахунків приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунків за оцінкою ВТБ

Показник	Одиниця вимірювання	Значення по АТП	Скореговане еталонне	Відхилення %
$F_T$	м <sup>2</sup> /авто	325	118	+ 63
$F_{II-C}$	м <sup>2</sup> /авто	16,8	15,3	+ 9
$F_{CT}$	м <sup>2</sup> /авто	155	36,5	+ 76
$F_8$	м <sup>2</sup> /авто	8,2	7,8	+ 4,8
$X_n$	пост/млн.км	2,6	1,0	+ 61,5
$P$	чол/млн.км	5,2	4,0	+ 30
$a_T$	-	0,75	0,92	- 18,5
$\Phi_{OC}$	тис.грн/авто	7,25	3,6	+ 50,3

Можна вважати, що на АТП достатньо розвинута виробничо-технічна база, про що свідчить позитивне відхилення скорегованого значення від еталонного показника фондозабезпечення (відхилення складає + 50,3%).

АТП достатньою мірою забезпечене земельними ділянками і площами, які зайняті виробничими приміщеннями і стоянками, що доводяться на один автомобіль.

Коефіцієнт технічної готовності не відповідає нормативним вимогам (відхилення складає – 18,5%), а отже свідчить про те, що ТЗ більш ніж потрібно перебувають в ремонті.

Технічне переозброєння діючого АТП передбачає здійснення відповідно до плану технічного розвитку, без розширення виробничих площ, комплексу заходів по підвищенню технічного рівня виробничо-технічного забезпечення за рахунок упровадження нової техніки і прогресивної технології ТО та ПР.

### **1.3 Підвищенні ефективності ТО та зниження витрат палива і токсичності газів**

Суть проблеми полягає в тому, що через високу варіацію ресурсів агрегатів і механізмів автомобілів (для дизельної енергосистеми, наприклад, коефіцієнт варіації ресурсу становить 0,25...0,76) їх індивідуальні властивості в планово-профілактичній системі обслуговування і ремонту не до кінця реалізовані. Так, на обсяги поточного ремонту автомобілів, який зазвичай знаходиться в усуненні збоїв через несвоєчасне виявлення несправностей, припадає понад 50% загальних трудових витрат на утримання автомобілів.

Роль діагностики в системі розробки технічної експлуатації простежується з аналізу розвитку системи ТО і ремонту. Розвиток системи означає випадкову зміну стратегій ТО і ремонт в порядку їх прогресивності. Розробка системи ТО та ремонт охоплює наступні основні стратегії [10] утримання автомобілів у задовільному стані: ремонт за потребою, нормативний ремонт або профілактика, технічне обслуговування та ремонт та профілактика за потребою (рис.1.2). При аналізі цих стратегій в якості критерію ефективності системи ТО і ремонту прийнятий комплексний показник - сумарні питомі витрати на діагностику, технічне обслуговування та ремонт автомобіля. Абсолютна ефективність

системи, змінюючись від однієї стратегії до іншої, зростає приблизно в чотири рази. Це показує велике значення діагностування, як фактора розвитку системи.

Індивідуальна інформація про технічний стан автомобілів дозволяє поступово перейти від єдиних статистичних методів управління режимами обслуговування автомобілів до індивідуальних, тим самим значно знизити кількість заявочних ремонтів і втрати ресурсу від передчасного обслуговування. На рис. 1.2 показані основні етапи розвитку діагностики на автомобільному транспорті [10].

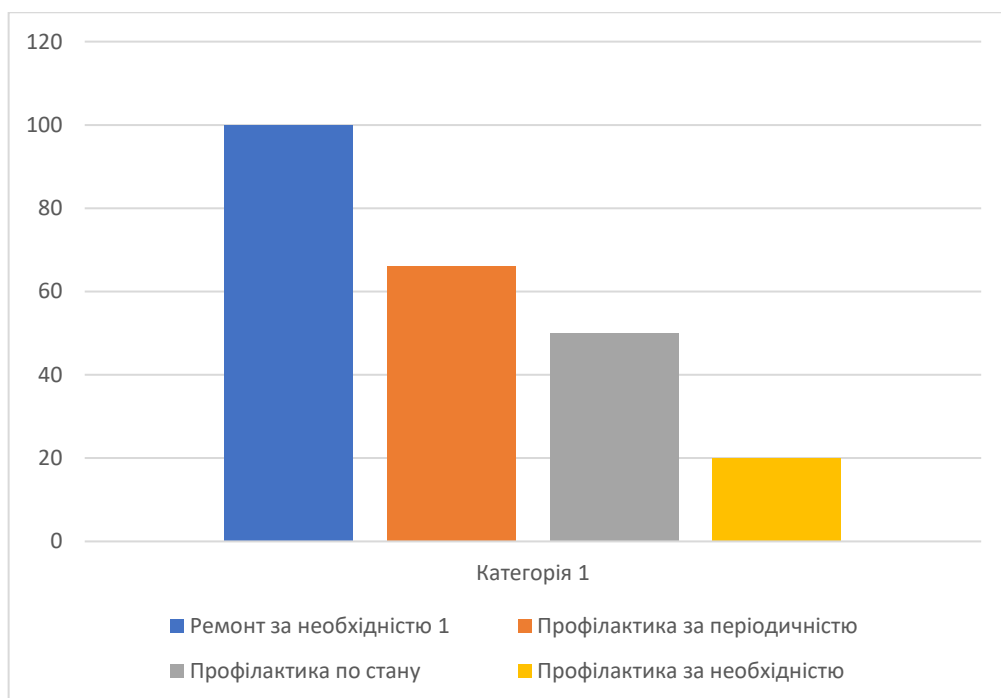


Рисунок 4.1 – Динаміка ефективності стратегії ТО та ремонту

В даний час методи технічної діагностики автомобілів все частіше використовуються під час їхнього обслуговування та ремонту. Частка контрольньо-діагностичних робіт з ремонту та ремонту сучасних автомобілів перевищила 60% і продовжує зростати. А тому важливим також стає скорочення витрат на оплату праці при виконанні контрольньо-діагностичної роботи.

Вирішення цієї проблеми реалізується двома способами:

- підвищення ефективності зовнішньої стаціонарної діагностики шляхом подальшого вдосконалення її методів та інструментів при поєднанні діагностичних систем зі створенням автоматизованих систем;

- за рахунок підвищення придатності транспортних засобів і розробки вбудованих діагностичних інструментів для постійного моніторингу технічного стану автомобілів з мінімальною вартістю.

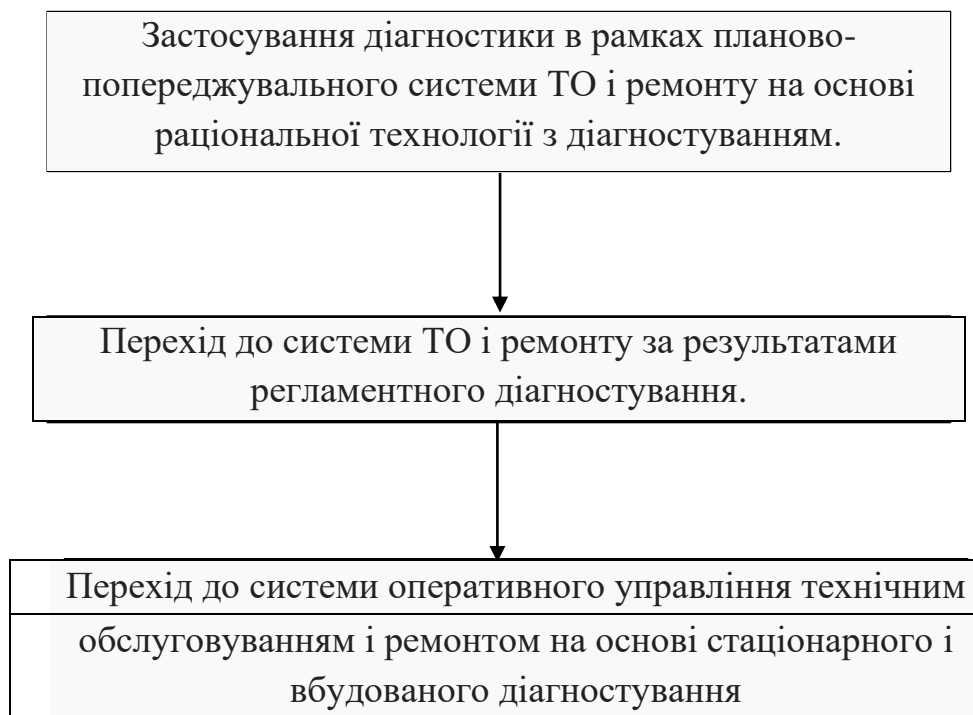


Рисунок 1.2 – Основні етапи розвитку діагностики на автомобільному транспорті

Вплив діагностичних процесів на покращення технічного стану окремих систем, а також автомобільних вимог, що впливають на витрату палива і токсичність вихлопних газів, яскраво ілюструє динаміку зменшення чисельності автомобілів, що надходять на технічне обслуговування з несправностями.

З введенням діагностування, об'єднаного технологічно з ТО-1, після 2...3 циклів технічного обслуговування кількість транспортних засобів з підвищеним вмістом СО у відпрацьованих газах зменшується з 85% автомобілів, що надходять на експлуатацію до введення діагностики до 35...40% після впровадження. Кількість автомобілів, що надходять на технічне обслуговування з низьким тиском повітря в шинах, зменшується майже в 7 разів [10].

Аналогічний позитивний ефект спостерігається і при введенні поглибленої діагностики. Кількість автомобілів, що поступають на ТО-2 з несправними енергосистемами, скоротилася на 25%.

На рис.1.3 приведено розподіл витрати палива до впровадження (1) та після впровадження (2) діагностування

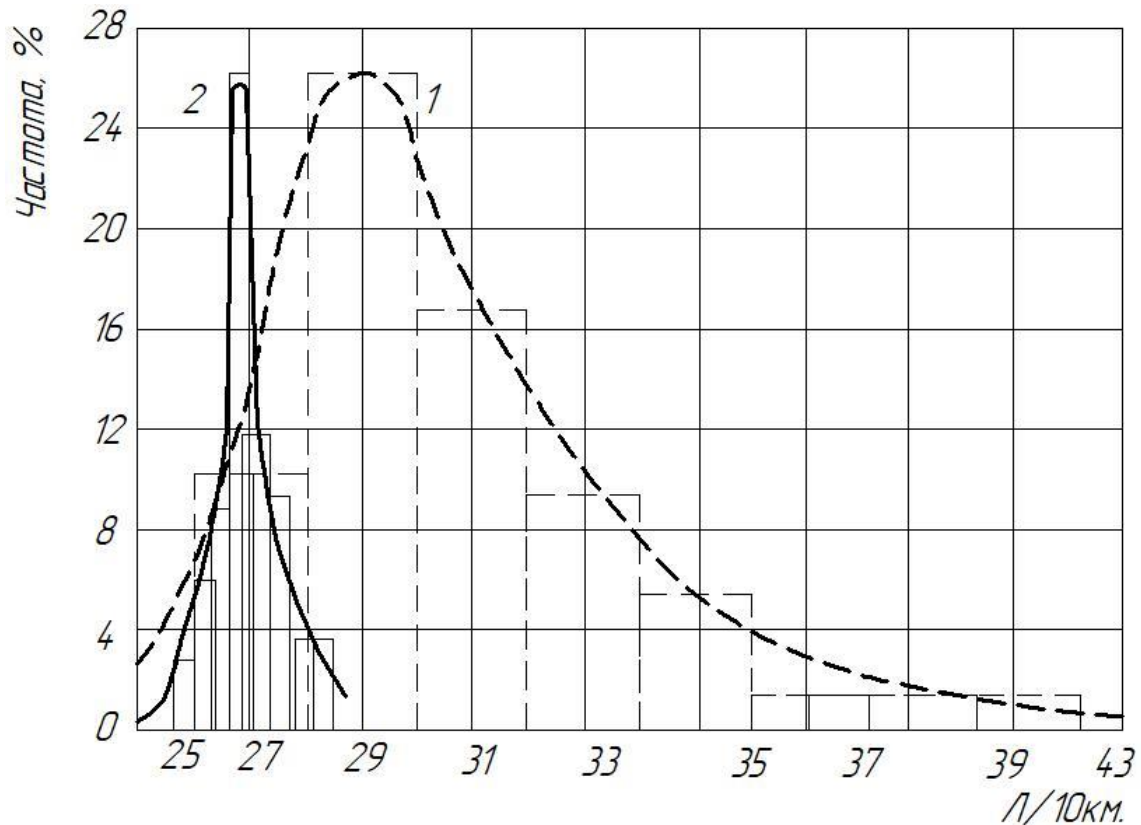


Рисунок 1.3 – Розподіл витрати палива до впровадження (1) та після впровадження (2) діагностування.

#### 1.4 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу

Для вирішення поставлених питань перед автомобільним транспортом ставиться ряд завдань: покращення організації та технології процесів ТО та ремонту автомобілів, скорочення посад в ремонті, матеріальних і трудових затрат на їх утримання, що особливо актуально в умовах ринку. Затрати на технічне обслуговування і ремонт автомобілів незначною мірою перевищують вартість їх виробництва. Тому одним із завдань науково-технічного прогресу є

зниження трудових і матеріальних затрат на ТО і ремонт автомобілів, при одночасному підвищенні експлуатаційної надійності рухомого складу.

Систематичний аналіз витрат підприємства на транспорт дозволяє своєчасно реагувати на зміни і вживати заходи для покращення ефективності його діяльності. Як результат аналізу собівартості транспортних послуг ми отримуємо важливий якісний показник підприємства, що відображає його економічну ефективність. Систематичний і всебічний аналіз витрат дозволяє простежити тенденцію його зміни, досягнення планових і фактичних результатів показника. Також аналіз дозволяє в цілому оцінити роботу автотранспорту підприємства, виявити можливості зниження собівартості транспортних послуг. Спочатку варто звернути увагу на найбільші суттєві витрати на транспорт, такі, як фонд оплати праці, ПММ, шини та запасні частини. Істотну економію коштів підприємству дасть навіть невелике зниження витрат за вказаними статтями, що позитивно відіб'ється на абсолютному значенні його фінансової діяльності.

Контроль якості ТО і ремонту автомобіля є складовою частиною виробничого процесу. Звичайно, метою контролю є попередження браку й підвищення якості.

Основним об'єктивним показником якості роботи є тривалість безвідмовної роботи автомобіля на лінії після ТО і ремонту. Організація ефективного контролю якості ТО і ПР автомобіля є складним завданням, зумовленої специфікою робіт даного виробництва. робіт і стан вузлів та агрегатів, що забезпечують безпеку руху.

Заходи по удосконаленню діючої системи згідно дільниці яка технічно переоснащується. Ці заходи спрямовані на вирішення задач, що призведуть до підвищення продуктивності праці, надійності роботи та покращення техніко-експлуатаційних характеристик використання рухомого складу, зниження виробничих витрат на роботи по ТО та ремонту, підвищення результативності роботи підприємства. Запропоновані рішення щодо технічного переоснащення дільниці наведено у таблиці 1.14.

Таблиця 1.4 – Запропоновані методи, що передбачують переоснащення дільниці ремонту системи живлення.

Заходи	Економічний або соціальний результат від запровадження заходу
1. Розробка конструкції та введення в дію стенда для розбирання та збирання ПНВТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зниження трудомісткості робіт по ремонту та поліпшення продуктивності праці ремонтного персоналу;</li> <li>- Зменшення витрат на заробітну плату у розрахунку на одиницю роботи;</li> <li>- Поліпшення умов роботи робітників, зниження інтенсивності праці.</li> </ul>
2. Стенд для обкатки і випробування ПНВТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Підвищення якості робіт, надійності і безпеки експлуатації;</li> <li>- Зниження простоїв при виконанні ремонтних робіт;</li> <li>- Поліпшення продуктивності праці на ремонтній дільниці;</li> <li>- Зниження матеріаломісткості та енергомісткості одиниці роботи.</li> </ul>
3. Пристрій для перевірки форсунок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Підвищення продуктивності праці на ремонтній дільниці;</li> <li>- Зниження трудомісткості ремонтних та діагностичних робіт.</li> </ul>



## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування автомобілів

Виробнича програма автотранспортного підприємства (АТП) характеризується кількістю одиниць рухомого складу, які обслуговуються і плануються на період часу (рік, добу, зміну). Для поточного ремонту, який виконується з потреби, число обслуговувань не визначається.

Основний метод технологічного розрахунку АТП в даний час – цикловий.

Початкові дані для розрахунку, узяті із звітних даних підприємства, приведені в таблиці 2.1.

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

$$L_1 = L_{1н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

де  $L_{1н}$  – нормативне значення пробігу до ТО-1, км. ( $L_{1н} = 3000$  км. [4,]);

$K_1$  – коефіцієнт коректування нормативів залежно від умов експлуатації(

$K_1 = 0.9$  [4]);

$K_2$  – коефіцієнт коректування нормативів залежно від модифікації рухомого складу і організації його роботи;

$K_3$  – коефіцієнт коректування нормативів залежно від природно-кліматичних умов.

Таблиця 2.1 – Початкові дані виробничої програми

Найменування показників	Позначення показників	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Кількість автомобілів	$A_{cn}$ , од	53	55	32	60
Середньодобовий пробіг	$l_{cd}$ , км	190	190	190	220
Час роботи автомобіля на лінії	$T_n$ , час	8	8	8	8

Кількість днів роботи в році	$D_{pr}$ , дн	254	254	254	254
Кількість нових автомобілів	$A_n$ , %	15	20	20	25
Кількість автомобілів тих, що пройшли капітальний ремонт	$A_{кр}$ , %	85	80	80	75
Пробіг нових ТЗ з початку експлуатації в долях від пробігу до капремонту	$L_{cp \cdot n}$	0,25-0,5	0,5-0,75	до 0,25	до 0,5
Середній пробіг автомобіля з початку експлуатації в долях від пробігу до капітального ремонту	$L_{cp \cdot кр}$	1,25-1,5	1,25-1,5	1,05-1,25	1,25
Категорія умов експлуатації	$K_{УЕ}$	2			
Кліматичний район	-	Помірний			

$K_2 = 1,0$  [4, Таблиця 2.9],  $K_3 = 1,0$  [4, Таблиця 2.10].

$$L_1 = 3000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2700 \text{ км.}$$

Пробіг до  $ТО-2$ ,  $L_2$ , км., визначуваний по формулі:

$$L_2 = L_{2н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

де  $L_{2н}$  – нормативне значення пробігу до  $ТО-2$ , км,  $L_{2н} = 12000$  км. [4, Таблиця 2.1].

$$L_2 = 12000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 10800 \text{ км.}$$

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

$$L_K = \left[ (L_{KH} \cdot A_n + 0,8 \cdot L_{KH} \cdot A_{кр}) / A_{сн} \right] \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

де  $L_{KH}$  – нормативний пробіг до  $КР$ ,  $L_{KH} = 250000$  км. [4, Таблиця 2.1];

$A_n$  – кількість нових автомобілів,  $A_n = 8$ ;

$A_{кр\ p}$  – кількість автомобілів після капітального ремонту,  $A_{кр} = 45$ ;

$A_{сн}$  – кількість автомобілів,  $A_{сн} = 53$ ;

$K_1, K_2, K_3$  – коефіцієнти коректування пробігу.

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

Скоректуємо пробіги з урахуванням середньодобового пробігу і між собою:

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

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

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

Визначаємо кількість *ТО*, *ПП* на один автомобіль за цикл по формулі

$$N_k = L_u / L_k; \quad (2.4)$$

де  $L_u$  – пробіг (км.) за цикл експлуатації.

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

$$N_2 = (L_k / L_2) - N_k, \quad (2.5)$$

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

$$N_1 = (L_k / L_1) - (N_k + N_2), \quad (2.6)$$

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

$$N_{з\text{м}О} = L_k / l_{сд}, \quad (2.7)$$

$$N_{з\text{м}О} = 183600 / 190 = 1224.$$

Коефіцієнт переходу від циклу до року,  $\kappa_2$ , визначається по формулі

$$\kappa_p = L_p / L_k \quad (2.8)$$

де  $L_p$  – річний пробіг автомобіля, км.

Річний пробіг автомобіля,  $L_p$ , км., визначається по формулі

$$L_p = ДРГ \cdot l_{сд} \cdot \alpha_T, \quad (2.9)$$

де  $\alpha_T$  – коефіцієнт технічної готовності;

$ДРГ$  – кількість робочих днів в році, днів  $ДРГ = 254$  днів.

Коефіцієнт технічної готовності,  $\alpha_T$ , визначається по формулі

$$\alpha_T = D_{ec} / (D_{эц} + D_{pc}), \quad (2.10)$$

де  $D_{ec}$  – днів експлуатації за цикл;

$D_{pc}$  – днів перебування автомобіля в *ТО, ПР та КР* за цикл.

Днів експлуатації за цикл,  $D_{эц}$ , днів, визначається по формулі

$$D_{эц} = L_k / l_{сд}, \quad (2.11)$$

$D_{эц} = 183600 / 190 = 1224$  днів.

Днів перебування автомобіля в *ТО, ПР та КР* за цикл,  $D_{pc}$ , дн., визначається по формулі:

$$D_{pc} = (D_k + D_{mo,mp} \cdot L_k \cdot K_4') / 1000, \quad (2.12)$$

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

$D_{mo,mp}$  – тривалість простою автомобіля на технічному обслуговуванні і поточному ремонті, календарних днів  $D_{mo,mp} = 0,6$  [4];

$L_k$  - скоректований пробіг автомобіля до капітального ремонту, км.

$L_k = 183600$  км.;

$K_4'$  – коефіцієнт коректування залежно від пробігу з початку експлуатації.

Коефіцієнт коректування залежно від пробігу з початку експлуатації,  $K_4'$ , визначається по формулі

$$K_4' = (K_4'_{н} \cdot A_n + K_4'_{кр} \cdot A_{кр}) / A_{сн}, \quad (2.13)$$

де  $K_4'_{н}$  – коефіцієнт коректування нових автомобілів  $K_4'_{н} = 0,9$  [4, с. 28];

$K_4'_{кр}$  – коефіцієнт коректування автомобілів після КР,  $K_4'_{кр} = 1,5$  [4, с. 28].

$$K_4' = (0,9 \cdot 8 + 1,5 \cdot 45) / 53 = 1,41.$$

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

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

$$L_2 = 254 \cdot 0,75 \cdot 190 = 33909 \text{ км.}$$

$$K_p = 33909 / 183600 = 0,185.$$

Число дій на один автомобіль за рік,  $N_i$ , визначується по формулі

$$N_{кр.р} = N_{кр} \cdot \kappa_p, \quad (2.14)$$

$$N_{кр.р} = 1 \cdot 0,185 = 0,185.$$

$$N_{1р} = N_1 \cdot \kappa_p, \quad (2.15)$$

$$N_{1р} = 51 \cdot 0,185 = 9.$$

$$N_{2р} = N_2 \cdot \kappa_p, \quad (2.16)$$

$$N_{2р} = 16 \cdot 0,185 = 3.$$

$$N_{3мО} = N_{3мО} \cdot \kappa_p, \quad (2.17)$$

$$N_{3мО} = 1224 \cdot 0,185 = 226.$$

Перемноживши річну програму на один автомобіль ( $N_p$ ), на кількість автомобілів ( $A_{cn}$ ), отримуємо число дій на весь парк,  $\Sigma N_{ip}$ , за рік

$$\Sigma N_{кр.р} = N_{кр.р} \cdot A_{cn}, \quad (2.18)$$

$$\Sigma N_{кр.р} = 0,185 \cdot 53 = 10.$$

$$\Sigma N_{1р} = N_{1р} \cdot A_{cn}, \quad (2.19)$$

$$\Sigma N_{1р} = 9 \cdot 53 = 477.$$

$$\Sigma N_{2р} = N_{2р} \cdot A_{cn}, \quad (2.20)$$

$$\Sigma N_{2р} = 3 \cdot 53 = 159.$$

$$\Sigma N_{3мОр} = N_{3мО} \cdot A_{cn}, \quad (2.21)$$

$$\Sigma N_{3мО.р} = 226 \cdot 53 = 11978.$$

Аналогічним чином проводимо розрахунок для автомобілів ГАЗ-3309, КрАЗ-6510 та КамАЗ-6520. Результати розрахунку зводимо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний обсяг технічних дій на підприємстві

Показники	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520

Скоординований пробіг, км.				
до $ТО-1, L_1$	2700	2700	2560	3560
до $ТО-2, L_2$	10800	10800	10720	16820
до $КР, L_k$	183600	227160	189120	320566
річний, $L_p$	33909	40691	36982	50678
Коефіцієнт технічної готовності, $\alpha_T$	0,75	0,77	0,76	0,75
Днів експлуатації за цикл, $Д_{ец}$ , дні	1224	1262	1182	1250
Днів простою в $ТО, ПР$ і $КР$ за цикл, $Д_{пр}$ , дні	177	155	123	120
Число дій на весь парк за рік				
$ТО-1, \Sigma N_{1p}$	477	618	656	530
$ТО-2, \Sigma N_{2p}$	153	222	184	124
$КР, \Sigma N_{кр.p}$	10	17	12	14
$ЩО, \Sigma N_{зМО.p}$	11978	19186	13599	12367

## 2.2 Розрахунок річного обсягу робіт по $ТО, ПР$

Річний обсяг робіт визначається в людино-годинах і включає обсяг робіт по  $ЗМО, ТО-1, ТО-2, ПР$ , а також об'єми робіт по самообслуговуванню підприємства (роботи відділу головного механіка) і підсобних робіт (складські і транспортні і так далі).

Нормативні трудомісткості при розрахунках коректуються з урахуванням роботи автомобілів.

Трудомісткість  $ЗМО, t_{зМО}$ , люд.-год, визначаємо по формулі:

$$t_{щО} = t_{щО.н} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.22)$$

де  $t_{цo.n}$  – нормативна трудомісткість;

$$t_{цo.n} = 0,30 \text{ чол.-год [4, таблиця 2.2];}$$

$K_2$  – коефіцієнти коректування відповідно до модифікації рухомого складу

$$K_2 = 1,0 \text{ [4, таблиця 2.9];}$$

$K_5$  – коефіцієнти коректування нормативів трудомісткості залежно від кількості обслуговуваних автомобілів,  $K_5 = 1,15$  [4,].

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

Трудомісткість ТО-1,  $t_1$ , чол.-год, визначується по формулі:

$$t_1 = t_{1n} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.23)$$

де  $t_{1n}$  – нормативна трудомісткість ТО-1, люд.-год

$$t_{1n} = 3,4 \text{ чол.-год [4,}$$

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

Трудомісткість ТО-2,  $t_2$ , люд.-год, визначується по формулі

$$t_2 = t_{2n} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.24)$$

де  $t_{2n}$  – нормативна трудомісткість ТО-2, люд.-год

$$t_{2n} = 13,8 \text{ люд.-год [4, таблиця 2.2],}$$

$$K_2 = 1,0 \quad [4, таблиця 2.9],$$

$$K_5 = 1,15 \quad [4, таблиця 2.1].$$

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

Визначаємо трудомісткість ПР,  $t_{TP}$ , люд.-год, по формулі:

$$t_{TP} = t_{mp.n} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.25)$$

де  $t_{mp.n}$  – нормативна трудомісткість ПР,  $t_{mp.n} = 6,0$  люд.-год/1000 км;

$K_4$  – коефіцієнт коректування нормативів питомої трудомісткості ПР.

Коефіцієнт коректування нормативів питомої трудомісткості ПР,  $K_4$ , визначається по формулі:

$$K_4 = (K_{4n} \cdot A_n + K_{4кр} \cdot A_{кр}) / A_{cn}, \quad (2.26)$$

де  $K_{4n}$  – коефіцієнт коректування нових автомобілів,  $K_{4n} = 0,7$  [4];

$K4_{кр}$  – коефіцієнт коректування для автомобілів після КР,  $K4_{кр} = 1,4$  [4].

$$K_4 = (0,7 \cdot 8 + 1,445) / 53 = 1,29.$$

$$t_{TP} = 6,0 \cdot 1,11,0 \cdot 1,0 \cdot 1,29 \cdot 1,15 = 9,79 \text{ люд.-год} / 1000 \text{ км.}$$

Річний обсяг робіт по  $\Sigma T_{3MO.p}$ , люд.-год, визначається по формулі:

$$\Sigma T_{3MO.p} = \Sigma N_{3MO.p} \cdot t_{3MO}, \quad (2.27)$$

$$\Sigma T_{3MO.p} = 11978 \cdot 0,345 = 4132 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт по  $TO-1, \Sigma T_{1p}$ , люд.-год, визначається по формулі:

$$\Sigma T_{1p} = \Sigma N_{1p} \cdot t_1, \quad (2.28)$$

$$\Sigma T_{1p} = 477 \cdot 3,91 = 1865 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт по  $TO-2, \Sigma T_{2p}$ , люд.-год, визначається по формулі:

$$\Sigma T_{2p} = \Sigma N_{2p} \cdot t_2, \quad (2.29)$$

$$\Sigma T_{2p} = 159 \cdot 15,87 = 2523 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт по  $PP, \Sigma T_{mp.p}$ , люд.-год, визначається по формулі:

$$\Sigma T_{mp.p} = L_p \cdot A_{cn} \cdot t_{mp} / 1000, \quad (2.30)$$

$$\Sigma T_{mp.p} = 33909 \cdot 539,79 / 1000 = 17594 \text{ люд.-год.}$$

Аналогічним чином проводимо розрахунок для автомобілів ГАЗ-3309, КрАЗ-6510 та КамАЗ-6520. Результати розрахунку зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Річний обсяг робіт по  $3MO$ ,  $TO$ , та  $PP$  автомобільного парку

Показники	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520	Всього
Трудомісткість, люд.-год					
$\Sigma T_{3MO}$	0,345	0,32	1,08	0,65	2,4
$TO-1, t_1$	3,91	3,41	7,56	3,65	18,53
$TO-2, t_2$	15,87	13,2	33,12	12,4	74,6
$PP, t_{mp} / 1000 \text{ км.}$	9,79	5,89	15,97	10,6	42,25



Річний обсяг технічних дій, люд.-год. $ЩО, \Sigma T_{3MO.p}$	4132	5536	4687	3250	17605
$ТО-1, \Sigma T_{1p}$	1865	4305	4959	2478	13607
$ТО-2, \Sigma T_{2p}$	2523	3989	6094	6438	19044
$ПР, \Sigma T_{mp.p}$	17594	20400	34845	24565	97404
Річн. обсяг по само-обсл. підпр., $T_{сам}$ , люд.-год	17335				

### 2.3 Розрахунок кількості 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  $ПР$ .

Кількість постів  $ТО-1, X_1$ , визначуваний по формулі:

$$X_1 = (\cdot K_n) / (R_1 \cdot K_{вик}), \quad (2.31)$$

де  $R_1$  – ритм виробництва, хв.;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів,  $K_n = 1,09$  [4, таблиця 4];

$K_{вик}$  – коефіцієнт використання робочого часу поста,  $K_{вик} = 0,93$  [4, таблиця 5].

Такт поста  $ТО-1, \tau_1$ , хв., визначається по формулі:

$$\tau_1 = (60 \cdot t_1 / P_n) + t_n, \quad (2.32)$$

де  $P_n$  – кількість робочих одночасна що працюють на посту, чол.,  $P_n = 2$  чол.[1];

$t_n$  – час, необхідний на постановку автомобіля на пост і з'їзд з поста,  $t_n = 1,3$  хв.;

$t_1$  – фактична трудомісткість, чол.-год.

$$\tau_1 = (60 \cdot 3,91 / 2) + 1,3 = 120 \text{ хв.}$$

Ритм виробництва або середній інтервал часу між моментами виходу автомобілів із зони  $ТО-1, R_1$ , хв., визначуваний по формулі

$$R_1 = (60 \cdot T_{cm} \cdot c) / N_{1дооб}, \quad (2.33)$$

де  $T_{cm}$  – тривалість робочої зміни, год.;

$c$  – кількість змін;

$N_{1доб}$  – добова виробнича програма.

Добова виробнича програма,  $N_{1доб}$ , визначається по формулі:

$$N_{1доб} = \Sigma N_{1p} / ДРГ, \quad (2.34)$$

$$N_{1доб} = 477 / 300 = 2.$$

$$R_1 = (60 \cdot 81) / 2 = 240 \text{ хв.}$$

$$X_1 = (120 \cdot 1,09) / (240 \cdot 0,93) = 1 \text{ пост.}$$

Кількість постів  $ТО-2$ ,  $X_2$ , визначається по формулі

$$X_2 = (\tau_2 \cdot K_n) / (R_2 \cdot K_{вик}), \quad (2.35)$$

де  $\tau_2$  – такт поста  $ТО-2$ , хв.;

$R_2$  – ритм виробництва, хв.;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів,  $K_n = 1,09$  [4, таблиця 4];

$K_{вик}$  – коефіцієнт використання робочого часу поста,  $K_{вик} = 0,93$  [4, таблиця 5].

Такт поста  $ТО-2$ ,  $\tau_2$ , хв., визначається по формулі:

$$\tau_2 = (60 t_2 / P_n) + t_n, \quad (2.36)$$

де  $P_n$  – кількість робочих одночасно що працюють на посту, чол.,  $P_n = 3$  чол.

[1];

$t_n$  – час, необхідне на постановку автомобіля на пост і з'їзд з поста,  $t_n = 1,3$  хв.;

$t_2$  – фактична трудомісткість, чол.-год.

$$\tau_2 = (60 \cdot 15,87 / 3) + 3 = 320 \text{ хв.}$$

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

$$R_2 = (60 \cdot T_{см} \cdot c) / N_{2сут}, \quad (2.37)$$

де  $T_{см}$  – тривалість робочої зміни,  $T_{см} = 8$  год.;

$c$  – кількість змін;

$N_{2сут}$  – добова виробнича програма.

Добова виробнича програма,  $N_{2\text{доб}}$ , визначається по формулі:

$$N_{2\text{доб}} = \Sigma N_{2p} / \text{ДРГ} , \quad (2.38)$$

$$N_{2\text{доб}} = 153 / 254 = 1.$$

$$R_2 = (60 \cdot 81) / 0,6 = 480 \text{ хв}.$$

$$X_2 = (320 \cdot 1,09) / (480 \cdot 0,93) = 1.$$

Кількість постів  $ПР, X_{ТР}$ , визначуваний по формулі

$$X_{ТР} = (\Sigma T_{\text{тр.р}} \cdot K_n) / (\text{ДРГ} \cdot K_{\text{вик}} \cdot T_{\text{см}} \cdot c \cdot P_n), \quad (2.39)$$

де  $\Sigma T_{\text{тр.р}}$  – річний обсяг постових робіт по ПР автомобілів, чол.-год;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів,  $K_n = 1,12$  [4, таблиця 4];

$K_{\text{вик}}$  – коефіцієнт використання робочого часу поста,  $K_{\text{вик}} = 0,98$  [4, таблиця 5];

$T_{\text{см}} = 8$  год.,  $P_n = 2$  чол.[1].

$$X_{ТР} = (175941,12) / (254 \cdot 0,98 \cdot 8 \cdot 2) = 5 \text{ постів}.$$

Кількість постів  $ЗМО, X_{ЗМО}$ , визначається по формулі:

$$X_{ЗМО} = (\tau_{ЗМО} \cdot K_n) / (R_{ЗМО} \cdot K_{\text{вик}}), \quad (2.40)$$

де  $\tau_{ЗМО}$  – такт поста ЗМО, хв.;

$R_{ЗМО}$  – ритм виробництва, хв.;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів,  $K_n = 1,15$  [4, таблиця 4];

$K_{\text{вик}}$  – коефіцієнт використання робочого часу поста,  $K_{\text{вик}} = 0,98$  [4, таблиця 5].

Такт поста  $ЗМО, \tau_{ЗМО}$ , хв., визначається по формулі

$$\tau_{\text{цзо}} = (60 \cdot t_{ЗМО} / P_n) + t_n, \quad (2.41)$$

де  $P_n$  – кількість робочих одночасна що працюють на посту,  $P_n = 2$  чол. [1].

$t_n$  – час, необхідне на постановку автомобіля на пост і з'їзд з поста,  $t_n = 1,3$  хв;

$t_{ЗМО}$  – фактична трудомісткість, чол.-год.

$$\tau_{ЗМО} = (60 \cdot 0,345 / 2) + 1 = 11.$$

Ритм виробництва або середній інтервал часу між моментами виходу автомобілів із зони  $ЩО, R_{щО}$ , хв., визначуваний по формулі:

$$R_{щО} = (60 \cdot T_{см} \cdot c) / N_{щО.доб} , \quad (2.42)$$

де  $T_{см}$  – тривалість робочої зміни,  $T_{см} = 8$  год.;

$c$  – кількість змін;

$N_{щО.доб}$  – добова виробнича програма.

Добова виробнича програма,  $N_{щО.доб}$ , визначається по формулі

$$N_{щО.доб} N_{щО.доб} = \Sigma N_{щО.p} / ДРГ , \quad (2.43)$$

$$N_{щО.доб} = 11978 / 254 = 47 .$$

$$R_{щО} = (60 \cdot 8 \cdot 1) / 47 = 10 \text{ хв.}$$

$$X_{щО} = (11 \cdot 1,15) / (10 \cdot 0,98) = 1.$$

Аналогічним чином проводимо розрахунок для автомобілів ГАЗ-3309, КрАЗ-6510 та КамАЗ-6520. Результати розрахунку кількості постів ЩО, ТО і ПР автомобілів заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку кількості постів ЩО, ТО і ПР автомобілів

Показники	МАЗ-5551	ГАЗ-3309	КрАЗ-6510	КамАЗ-6520
Такт лінії періодичної дії, $\tau_{щО}$ , хв.	11	25,4	22,7	24
Добова виробнича програма, $N_{щО.доб}$ , обл.	47	55	30	34
Ритм виробництва, $R_{щО}$ , хв.	10	18	8,97	11
Кількість ліній періодичної дії, $X_{щО}$ , пос.	1	2	2	2
Такт поста $ТО-1$ , $\tau_1$ , хв.	120	215	230	246
Добова виробнича програма, $N_{лсут}$ , обл.	2	5,32	2,6	3

Ритм виробництва зони $TO-1, R_1$ , хв.	240	360	185	158
Кількість постів $TO-1, X_1$ , пост.	1	1	2	2
Такт поста $TO-2, \tau_2$ , хв.	320	740	996	260
Добова виробнича програма, $N_{2сут}$ , обл.	0,6	2	0,72	4
Ритм виробництва зони $TO-2, R_2$ , хв.	480	390	667	131
Кількість постів $TO-2, X_2$ , пост.	1	2	2	2
Кількість постів $PP, X_{PP}$ ,	3	3	2	3

Виробнича програма ділянки ремонту системи живлення визначається виходячи з програми підприємства по ремонту транспортних засобів та агрегатів.

Як складову одиницю-представника вибираємо таку, яка характеризується найбільшим об'ємом випуску і трудомісткістю, наявну в нормативних документах або таку, що пронормована у виробничих умовах.

Виробом-представником призначаємо паливний насос автомобіля “МАЗ-5551”, трудомісткість якого приведена в нормативних документах [2. дод. 6]. Приведену річну програму,  $N_{пр.уз.}$ , шт., для кожного ремонтваного на ділянці виробу визначимо по формулі:

$$N_{пр.уз.} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot n, \quad (2.44)$$

де  $n$  – кількість одиниць ремонтваних однотипних виробів, шт.;

$k_1, k_2, k_3$  - коефіцієнт приведення по масі, серійності та точності.

Визначимо приведену річну програму ремонту виробів на ділянці (системи живлення):

$$N_{прКрАЗ} = 32 \cdot 0,81 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 28 \text{ од.}; N_{прБАЗ} = 75 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 65. \text{ од.};$$

$$N_{прЗИЛ} = 40 \cdot 0,87 \cdot 0,91 \cdot 1,2 = 38 \text{ од.}; N_{прМАЗ} = 53 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 49 \text{ од.}$$

$$N_{пр} = 2 \cdot 28 + 65 + 2 \cdot 38 + 2 \cdot 49 = 295 \text{ од.}$$

## **2.4 Обґрунтування інноваційних рішень при вдосконаленні технологічного процесу ремонту системи живлення двигунів**

Основним завданням АТП в теперішній час полягає у вдосконаленні якості проведення робіт технічного обслуговування та поточного ремонту і в першу чергу в підвищенні найбільш важливого комплексного показника якості – надійність роботи автомобілів після проведення ремонтних робіт.

Аналіз виробничої програми автотранспортного підприємства показав, що з кожним роком погіршується технічний стан транспортних засобів, збільшується трудомісткість та час виконання робіт технічного обслуговування та поточного ремонту, зменшується коефіцієнт технічної готовності автомобілів. Всі вище перераховані фактори свідчать про погіршення трудової діяльності даного АТП та необхідності впровадження на підприємстві нових інноваційних рішень.

Можна зробити висновок: в даних умовах автотранспортного цеху є сенс проводити повніший і глибший ремонт системи живлення автомобілів. Для здійснення цих заходів автором проекту запропоновано оснастити дільницю ремонту системи живлення наступним устаткуванням: стенд для розбирання паливних насосів, стенд для випробування ПНВТ та форсунок, пристрій для перевірки форсунок та плунжерних пар.

## **2.5 Вдосконалення технологічного процесу ремонту системи живлення двигуна в умовах АТП**

Система живлення дизельного двигуна (рисунок 2.1) призначена для розміщення запасу палива на автомобілі, для очищення і впорскування строго дозованих порцій палива в циліндри відповідно до порядку їх роботи в заданому відрізку циклу.

Система живлення складається з паливних баків, розподільних кранів, паливопідкачуючого насоса, паливного насоса високого тиску з регулятором частоти і автоматичною муфтою випередження уприскування палива, форсунок,

фільтрів грубого і тонкого очищення палива, паливопроводів низького і високого тиску, приводу управління подачею палива.

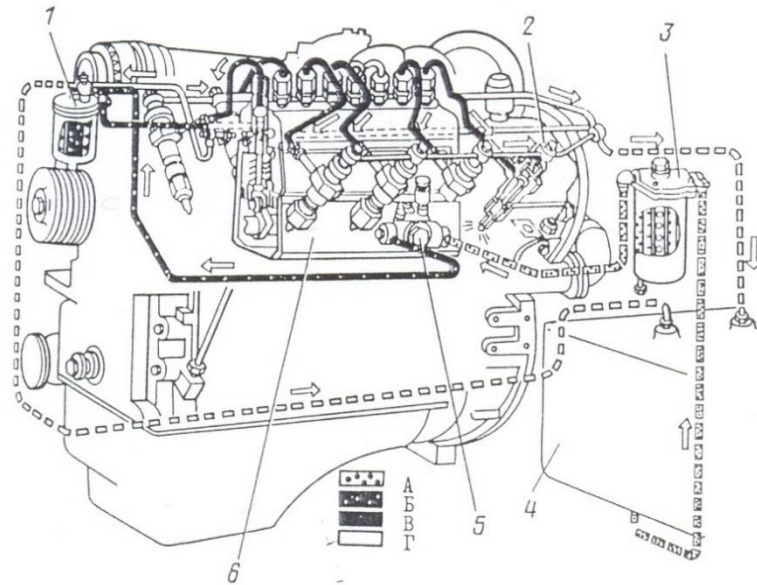


Рисунок 2.1 – Схема системи живлення

А – всмоктуюча магістраль; Б – низький тиск; В – високий тиск;

Г – злив надлишків палива в бак.

1 – фільтр тонкого очищення палива; 2 – форсунка; 3 – фільтр грубого очищення палива; 4 – паливний бак; 5 – паливопідкачуючий насос; 6 – паливний насос високого тиску;

Система живлення двигуна ЯМЗ-238Л (автомобіль КРАЗ-6510) додатково включає насос паливного бака з електроприводом, розташований на основному паливному баку, додатковий паливний бак, використовуваний для пуску двигуна, та насос низького тиску.

На паливопідкачуючому насосі двигуна ЯМЗ-238Л відсутній насос ручного прокачування. На лінії нагнітання встановлений демпфер для згладжування імпульсів тиску з відведенням палива, що просочилося, в бак.

На автомобілях МАЗ та КРАЗ паливо, що зливається з фільтру тонкого очищення в паливний бак, проходить через обігрівач, встановлений на випускній трубі системи виходу відпрацьованих газів.

Таблиця 2.5 - Технологічна карта ремонту паливного насоса високого тиску, що діє на підприємстві на даний момент

№ п/п	Операція	Обладнання та інструмент	Технічні умови	Спец. та розряд	Трудом. опер. Т <sub>ш.к.</sub> люд.-год
1	Мийка	Мийна установка	Розчин лобоміду-101	Слюсар III розряду	0,5
2	Розби- рання ПНВТ	Верстак слюсарний Головка на ключ ГОСТ 12.2.027-80 Вороток ГОСТ 12.2.027-80		Слюсар III розряду	2,5
3	Дефектація та ремонт деталей	Штангенциркуль ГОСТ 166-80 Лінійка ГОСТ 427-75 Ваги ГОСТ 23676-74	1. Зазор штовхача з отвором корпусу 0,02 <sup>+0,02</sup> мм 2. Зазор між рейкою насоса та її втулкою 0,2 <sup>+0,04</sup> мм 3. Зазор в з'єднанні «кулачковий вал-середня опора» 0,18 <sup>+0,02</sup> мм	Слюсар IV розряду	2,0
4	Збирання ПНВТ	Верстак слюсарний Головка на ключ ГОСТ 12.2.027-80	Витримати всі технологічні умови	Слюсар IV розряду	2,5
5	Іспит та обкатка		Встановити ПНВТ та виконати регулювання	Слюсар IV розряду	3,0
<b>Всього</b>					<b>10,5</b>



Таблиця 2.6 - Технологічна карта ремонту паливного насоса високого тиску, після впровадження інноваційних рішень

№ п/п	Операція	Обладнання та інструмент	Технічні умови	Спец. та розряд	Трудом. опер. Т <sub>ш.к.</sub> люд.-ГОД
1	Мийка	Мийна установка	Розчин лобоміду-101	Слюсар III розряду	0,5
2	Розбирання ПНВТ	Стенд для розбирання ПНВТ Головка на ключ ГОСТ 12.2.027-80 Вороток ГОСТ 12.2.027-80		Слюсар III розряду	2,0
3	Дефектація та ремонт деталей	Штангенциркуль ГОСТ 166-80 Лінійка ГОСТ 427-75 Ваги ГОСТ 23676-74	1. Зазор толкателю з отвором корпусу $0,02^{+0,02}$ мм 2. Зазор між рейкою насоса та її втулкою $0,2^{+0,04}$ мм 3. Зазор в з'єднанні «кулачковий вал-середня опора» $0,18^{+0,02}$ мм	Слюсар IV розряду	2,0
4	Збирання ПНВТ	Стенд для збирання ПНВТ Головка на ключ ГОСТ 12.2.027-80	Витримати всі технологічні умови	Слюсар IV розряду	2,0

5	Іспит та обкатка	Стенд для іспиту та обкатки паливних насосів	Час іспиту $t = 4$ год., кількість обертів $n = 1000 \text{ хв}^{-1}$	Слюсар IV розряду	2,0
<b>Всього</b>					<b>8,5</b>

Завдяки впровадженню нового технологічного обладнання трудомісткість ремонту паливного насоса високого тиску зменшилась на 20%.

## 2.6 Кількість технологічного обладнання на дільниці

Технологічне устаткування дільниці поточного ремонту розраховується або підбирається згідно вимог технологічного процесу.

Число одиниць устаткування,  $X_0$ , шт., визначається по формулі

$$X_0 = \frac{T_{p.o.}}{\Phi_{o.o.}}, \quad (2.45)$$

де:  $T_{p.o.}$  – об'єм робіт за рік, люд.-год.;

$\Phi_{o.o.}$  – дійсний фонд часу роботи устаткування за рік, год;

$\Phi_{o.o.} = 2025$  год, при виконанні поточного ремонту.

Обсяг річної програми у виразі трудових показників для дільниці поточного ремонту складає  $T_{TP} = 97404$  люд.-год., з них обсяг робіт по поточному ремонту системи живлення складає  $T_{TPx.c.} = 6090$  люд.-год. Річний обсяг робіт поточного ремонту системи живлення розподіляється так: ремонт паливного насосу високого тиску складає 55%; іспит та обкатка ПНВТ складе 30%, річний обсяг поточного ремонту деталей системи живлення складе 15%. Роботи поточного ремонту системи живлення виконуються до 80% на спеціалізованих стендах і близько 20% обсягу робіт поточного ремонту виконується на слюсарних верстаках за допомогою різноманітних пристосувань та інструменту.

Виходячи з цього аналізу визначаємо обсяг робіт поточного ремонту ПНВТ

$$T_{розб.} = 6090 \cdot 0,55 \cdot 0,8 = 2680 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{\text{випр.}} = 6090 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 1462 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{\text{фор.}} = 6090 \cdot 0,15 \cdot 0,8 = 731 \text{ люд.-год.}$$

Згідно певної річної трудомісткості поточного ремонту системи живлення автомобілів розрахуємо кількість устаткування:

1. Кількість стендів для розбирання-збирання ПНВТ

$$X_{\text{розб.}} = \frac{2680}{2025} = 1,3.$$

Приймаємо 1 стенд для розбирання-збирання ПНВТ.

2. Кількість стендів для випробування ПНВТ:

$$X_{\text{випр.}} = \frac{1462}{2025} = 0,72.$$

Приймаємо 1 стенд для випробування ПНВТ.

3. Визначимо кількість стендів для перевірки форсунок:

$$X_{\text{фор.}} = \frac{731}{2025} = 0,4.$$

Приймаємо 1 стенд для перевірки форсунок.

Перелік технологічного устаткування та інвентаря дільниці поточного ремонту системи живлення приведений в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Відомість устаткування дільниці ремонту системи живлення

№ п/п	Найменування устаткування	Кількість	Габарити, мм	Займана площа, м <sup>2</sup>		Потужність, кВт	Вартість, грн		Примітки
				Одиниця	Всього		Од.	Всього	
2	Пристрій для розбирання ПНВТ	1	900×1300	1,17	1,17		30000	30000	
3	Пристрій для перев. плунжерних пар	1	200×300	0,06	0,06		6000	6000	

4	Зйомник стаканів форсунок	1	850x800	0,68	0,68		500	500	
5	Мийна установка	1	1000x2000	2,0	2,0	2,5	10000	10000	
6	Стелаж для запасних частин	1	600x1500	0,9	0,9		800	800	
7	Стелаж для відремонтованих ПНВТ	1	800x1600	1,28	1,28		1200	1200	
8	Точильно- шліфувальний станок	1	700x1600	1,12	1,12	5,0	15000	15000	
9	Пристрій висічки шайб	1	700x900	0,63	0,63		2000	2000	
10	Зйомник обойм підшипників	1	900x500	0,45	0,45		700	700	
11	Зйомник нагнітального клапана	1	850x1000	0,85	0,85		500	500	
12	Верстак слюсарний	2	1400x900	1,26	2,52		1800	3600	
13	Ящик для відходів	1	600x600	0,36	0,36		200	200	
РАЗОМ:					12,92	10,5	101500		

Решту технологічного устаткування вибираємо згідно вимог технологічного процесу дільниці поточного ремонту: значення маси та габаритних розмірів виробів, що піднімаються і переміщуваних; траєкторію і шляхи їх переміщення; необхідну продуктивність робіт і безпечні умови їх виконання.

Виробничий інвентар, призначений для виконання технологічних операцій (верстаки, столи, урни), для полегшення умов праці (стелажі, підставки, тара), для дотримання безпечних умов праці (захисні екрани, що захищають пристрої) підбираються відповідно до вимог технологічного процесу та раціональної організації робочого простору.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Вибір та розрахунок технологічного обладнання

#### 3.1 Стенд для обкатки паливного насоса

Стенд для обкатки паливного насоса і випробування форсунок двигуна забезпечує тривалий цикл обкатки паливних насосів (недолік аналогів випробувальних стендів, короткочасність робочого циклу). Режим навантажень змінюється автоматично (циклічно), передбачено примусове мастило паливних насосів при обкатці. При обкатці форсунок передбачена швидка зміна форсунок, а також одночасність обкатки паливних насосів і форсунок.

#### Технічна характеристика

Тип .....	стаціонарний
Привід .....	електромеханічний
Передача.....	клиноремінна
Насос.....	гідропідсилювача руля
Тип.....	двигуни ЯМЗ-236, ЯМЗ-238,
Тиск, МПа(кгс/см <sup>2</sup> ) .....	0,5(5)
Зажим форсунок .....	ручний
Управління роботою.....	ручне, кнопчне
Габаритні розміри, мм.....	820x620x1500
Маса, кг .....	314

Стенд являє собою просторову раму, виготовлену з сортового прокату і листової сталі. У нижній частині рами встановлений бак для збору палива від форсунок. Тут же встановлений фільтр для очищення палива. На середньому майданчику рами встановлений електродвигун на валу, якого встановлений шків для двох клинових ременів. Один ремінь передає обертання на приводний вал паливного насоса високого тиску. Паливний насос високого тиску трубопроводом пов'язаний з форсунками. Форсунки встановлені на похилій площині замкнутої ємкості, яка за допомогою труби пов'язана з баком для палива. Інший ремінь від двигуна передає обертання насосу низького тиску, від

якого паливо подається до насосу високого тиску. Стенд забезпечений регулятором частоти обертання (витратою палива) і апаратурою контролю тиску палива низької і високої сторони.

### 3.2 Розрахунок клиноремінної передачі стенду

Розрахувати клиноремінну передачу на насос високого тиску при передачі потужності  $N = 2,7$  кВт при частоті обертання швидкохідного валу  $n_1 = 1000$  хв<sup>-1</sup>, передавальне відношення  $u = 1$ , міжосьова відстань  $a = 550$  мм. При передачі потужності до 4 кВт можна прийняти ремінь типу «В». Діаметр шківів приймаємо  $D = 150$  мм.

Знаходимо швидкість ременя,  $v$ , м/с, за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \quad (3.1)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 1000}{60 \cdot 1000} = 7,85 \text{ м/с.}$$

Це значення швидкості знаходиться в межах значень що допускаються для прийнятого типу ременя.

Діаметр шківів на валу двигуна  $D_1 = 150$  мм на валу насоса  $D_2 = 150$  мм.

Визначимо довжину ременя,  $l$ , мм

$$l = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4 \cdot a}, \quad (3.2)$$

$$l = 2 \cdot 550 + \frac{3,14}{2}(150 + 150) + \frac{(150 - 150)^2}{4 \cdot 550} = 1571 \text{ мм.}$$

Приймаємо довжину ременя  $l = 1600$  мм [3].

Натягнення ременя проводиться переміщенням двигуна.

Визначаємо число пробігів ременя  $\nu$ :

$$\nu = \frac{v}{l}, \quad (3.3)$$

$$\nu = \frac{7,85}{1,6} = 4,9 < [\nu] = 5.$$

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

Коефіцієнт кута обхвату  $z_a = 1,0$ .

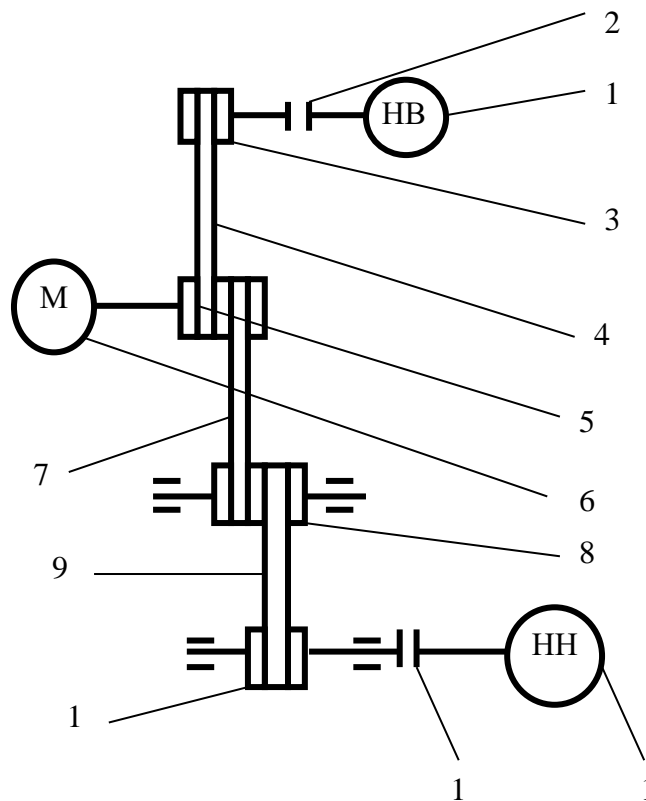


Рисунок 3.1 – Схема приводу насосів високого і низького тиску палива  
 1 – насос високого тиску; 2 – муфта випередження уприскування палива;  
 3 – шків; 4 – ремінь; 5 – шків; 6 – двигун; 7 – ремінь; 8 – шків; 9 – ремінь;  
 10 – шків; 11 – муфта; 12 – насос низького тиску

Коефіцієнт швидкості,  $C_v$ , визначаємо по формулі

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot v^2, \quad (3.4)$$

$$C_v = 1,05 - 0,0005 \cdot 7,85^2 = 1,019.$$

Корисне напруження  $[\sigma_t]_0 = 1,5$  МПа при напрузі  $\sigma_0 = 1,2$  МПа від попередньої напруги.

Корисна напруга, що допускається,  $[\sigma_t]$ , МПа, в заданих умовах буде рівна

$$[\sigma_t] = [\sigma_t]_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p, \quad (3.5)$$

де  $C_p$  – коефіцієнт режиму роботи для насосів.

$$[\sigma_t] = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,019 \cdot 1,0 = 1,53 \text{ МПа.}$$

Визначаємо навантаження ременя,  $F_t$ , Н

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{v}, \quad (3.6)$$

$$F_t = \frac{1000 \cdot 2,7}{7,85} = 343 \text{ Н.}$$

Знаходимо число ременів,  $Z$ , по формулі:

$$Z = \frac{F_t}{[\sigma_t] \cdot A}, \quad (3.7)$$

де  $A$  – площа перетину прийнятого до установки ременя,  $\text{мм}^2$ .

$$Z = \frac{343}{1,53 \cdot 230} = 0,975.$$

Приймаємо до установки 1 ремінь типу В ГОСТ 1284-73.

Визначаємо тиск на вали,  $Q$ , Н

$$Q = 2 \cdot \sigma_0 \cdot Z \cdot A \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (3.7)$$

$$Q = 2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 230 \cdot \sin \frac{180}{2} = 506 \text{ Н.}$$

Найбільша напруга у ведучою галузь,  $\sigma_{\max}$ , МПа, в місці набігання на шків:

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 + \frac{\sigma_t}{2} + \sigma_F + \sigma_V, \quad (3.8)$$

$$\text{е } \frac{\sigma_t}{2} = \frac{F_t}{Z \cdot 2A}, \quad (3.9)$$

$$\frac{\sigma_t}{2} = \frac{343}{1 \cdot 2 \cdot 230} = 0,745 \text{ МПа.}$$

Звідси:

$$\sigma_{\max} = 1,2 + 0,745 + 7,2 + 0,74 = 9,88 \text{ МПа.}$$

Напруга вигину ременя,  $\sigma_F$ , МПа, на шківі:

$$\sigma_F = E \cdot \frac{\delta}{D_{\min}}, \quad (3.10)$$



де  $E$  – модуль подовжньої пружності, МПа;

$\delta$  – товщина ременя, мм.

$$\sigma_F = 80 \cdot \frac{13,5}{150} = 7,2 \text{ МПа.}$$

Напруга від відцентрової сили,  $\sigma_v$ , МПа:

$$\sigma_v = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6}, \quad (3.11)$$

$$\sigma_v = 1200 \cdot 7,85^2 \cdot 10^{-6} = 0,74 \text{ МПа.}$$

Розрахункова довговічність ременя,  $L_h$ , години

$$L_h = \left( \frac{\sigma_y}{\sigma_{\max}} \right)^m \cdot \frac{10^7 \cdot C_u \cdot C_n}{2 \cdot 3600 \cdot v}, \quad (3.12)$$

де  $\sigma_y$  – межа витривалості для клинових ременів, МПа;

$m$  – показник ступеня для клинових ременів,  $m = 8$ .

$C_u$  – коефіцієнт, що враховує зовнішнє передавальне число;

$C_n$  – коефіцієнт враховує непостійність навантаження.

$$L_h = \left( \frac{9}{9,88} \right)^8 \cdot \frac{10^7 \cdot 1 \cdot 1}{2 \cdot 3600 \cdot 4,9} = 134,4 \text{ год.}$$

### 3.3 Пристосування для перевірки форсунок

Пристосування КІ-16301А (рисунок 3.2) призначене для діагностування елементів паливної апаратури дизелів. Його застосовують як портативний універсальний прилад. Пристосування складається з литого корпусу 16, ручки-резервуару 2, приводної ручки 1, манометра 3, перехідника 5. У середині корпусу 16 встановлена плунжерна пара 7, нагнітальний клапан 15, пружина 17.

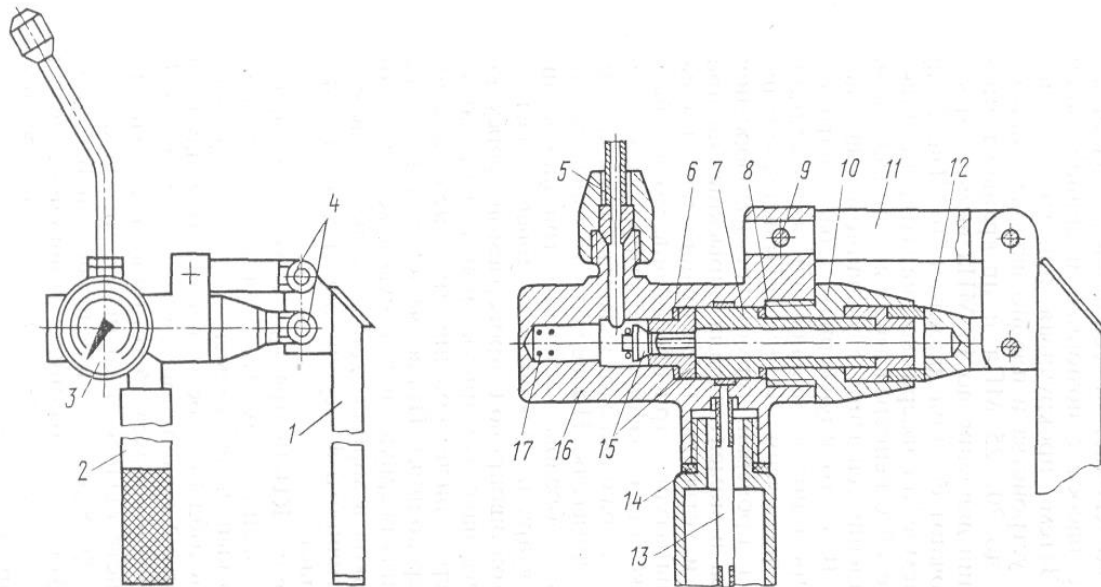


Рисунок 3.2 – Пристосування для перевірки форсунок

1 – приводна ручка; 2 – ручка-резервуар; 3 – манометр; 4 – осі; 5 – перехідний паливопровід; 6; 8; 14 – прокладки; 7 – плунжерна пара; 9 – штифт; 10 – кришка; 11 – коромисло; 12 – проушина; 13 – трубка огорожна; 15 – клапан нагнітальний в зборі; 16 – корпус; 17 – пружина нагнітального клапана

При перевірці форсунок нагнітають паливо в форсунку: під'єднують перехідник до штуцера форсунки, за допомогою приводної ручки (30...40 качків в хвилину). За допомогою манометра визначають тиск при початку уприскування палива. При перевірці прецизійних пар паливного насоса за допомогою паливопроводу високого тиску від секції паливного насоса, що перевіряється до насосної секції приєднують пристосування. За допомогою манометра визначають тиск, який створюється плунжерною парою паливного насоса, коли під час повної подачі палива стартером повертається колінчастого валу двигуна. Герметичність нагнітального клапана визначають за часом падіння тиску після припинення провертання колінчастого валу стартером.

### 3.4 Розрахунок загальних витрат на проведення дослідних робіт

Загальні витрати на проведення досліджень розраховуються за формулою:

$$B = B_m + B_{з/n} + B_a, \quad (3.13)$$

де  $B_m$  - матеріальні витрати, грн.;

$B_{з/n}$  - витрати на оплату праці, грн.;

$B_a$  - сума амортизаційних відрахувань основних засобів, грн.

Матеріальні витрати розраховуються за формулою:

$$B_m = B_{осн} + B_{доп}, \quad (3.14)$$

де  $B_{осн}$  - вартість основних матеріалів, грн.;

$B_{доп}$  - вартість допоміжних матеріалів, грн.

За визначеним кошторисом витрат приймаємо  $B_m = 1500,00$  грн.

Основну заробітну плату визначають, виходячи з обсягів робіт виконавців та денної заробітної плати цих виконавців.

Денна тарифна ставка виконавців визначається за формулою:

$$D_{ст} = \frac{M}{D}, \quad (3.15)$$

де  $M$  - місячний посадовий оклад виконавців, грн.;

$D$  - кількість робочих днів, відпрацьованих за місяць.

Обсяг робіт (трудомісткість) визначимо в людино-днях за всіма категоріям виконавців. Розрахунок зведемо у таблицю 3.1.

Витрати на додаткову заробітну плату розраховуємо за формулою:

$$B_{оз} = B_{оз} \cdot 0,12, \quad (3.16)$$

де 0,12 - розмір витрат на додаткову заробітну плату відносно витрат на основну заробітну плату, частках одиниці.

$$B_{оз} = 6951,00 \cdot 0,12 = 834,12 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку обсягу робіт (трудомісткості)

Етапи робіт	Виконавці	К-ть, чол.	Трудоміст- кість робіт, людино- дні	Посадовий оклад, грн. / міс.	Сума, грн.
Підготовчий	Технік	1	14	3723	2133
Теоретичні розробки	Керівник роботи,	2	4	4500	857
	технік			3723	609
Експериментальні роботи	Технік	1	12	3723	1829
Заключний етап	Технік	1	10	3723	1523
Разом	-	-	40	-	6951

Єдиний внесок на обов'язкове державне соціальне страхування обчислюється за формулою:

$$B_{\text{внес}} = \frac{B_{\text{оз}} + B_{\text{оз}} \cdot a_{\text{внес}}}{100}, \quad (3.17)$$

де  $a_{\text{внес}}$  - відсоток єдиного внеску,  $a_{\text{внес}} = 22\%$  [9].

$$B_{\text{внес}} = \frac{6951,00 + 834,12}{100} \cdot 22 = 1712,72 \text{ грн.}$$

Сума амортизаційних відрахувань основних засобів, що задіяні для проведення досліджень, обчислюється за формулою:

$$B_a = \frac{B_{\sigma} \cdot H_a \cdot T_{\phi}}{100 \cdot T_{\text{річ}}}, \quad (3.18)$$

де  $B_{\sigma}$  - балансова вартість задіяних основних засобів, грн.;

$H_a$  - норма амортизації, що виражена у відсотках до балансової вартості основних засобів,  $H_a = 20\%$ ;

$T_{\phi}, T_{\text{річ}}$  - фактичний час та річний фонд часу роботи обладнання відповідно, год.

$$T_{\phi} = 10 \cdot 8 = 80 \text{ год.}$$

Річний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$T_{річ} = T_n \cdot \left(1 - \frac{П_p}{100}\right), \quad (3.19)$$

де  $T_n$  – номінальний фонд часу роботи обладнання, год.;

$П_p$  – втрати номінального часу, %. Приймаємо в розрахунках  $П_p = 5\%$ .

Номінальний фонд часу роботи обладнання при однозмінному графіку роботи становить  $T_n = 1986$  год.

$$T_{річ} = 1986 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 1886,7 \text{ год.}$$

Розрахунок суми амортизаційних відрахувань зведемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку амортизації основних засобів, що задіяні для проведення дослідження

Найменування обладнання	Кількість одиниць обладнання	Балансова вартість одиниці обладнання, грн.	Сума амортизації, грн.
Персональний комп'ютер	1	17000,00	144,16
Допоміжне обладнання	1	8000,00	67,84
Разом:	2	25000,00	212,00

Таблиця 3.3 – Кошторис витрат, необхідних для проведення дослідження

Статті витрат	Сума, грн.
Матеріальні витрати, разом	1500,00
Витрати на оплату праці, у т.ч.	9497,84
- основна заробітна плата	6951,00
- додаткова заробітна плата	834,12
- єдиний внесок на обов'язкове соціальне страхування	1712,72
Амортизація основних засобів	212,00
Разом	11209,80

## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Аналіз взаємозв'язку нерівномірності обертання колінчастого валу з робочим циклом двигуна

Для діагностування агрегату або механізму автомобіля необхідно виконати наступне [10, 11]:

виявити закономірності зміни параметрів технічного стану об'єкту діагностування;

вибрати діагностичні параметри, визначити характеристики їх зміни і зв'язок із параметрами стану об'єкта;

вибрати раціональні режими діагностування;

встановити нормативні значення діагностичних параметрів;

визначити алгоритми діагностування.

Основою будь-якого методу діагностування є набір діагностичних параметрів – непрямих величин, пов'язаних зі структурними параметрами і несучих достатню інформацію про технічний стан об'єктів.

Для вибору діагностичних параметрів можуть використовуватись різні методи: аналіз структурно-слідчих моделей, графмоделей, метод експертних оцінок, метод факторного аналізу, метод малих відхилень, метод випробувань і тощо [11, 12].

Вибір параметрів по структурно-слідчим і граф-моделям носить лише якісний характер без кількісної оцінки параметрів між собою. Метод експертних оцінок має велику неточність. Доцільно використовувати в аналіз взаємозв'язку нерівномірності обертання колінчастого валу з робочим циклом двигуна.

Потужність, економічність, надійність роботи і довговічність двигуна залежать від якості робочого циклу. Найбільш об'єктивним критерієм для оцінки робочого циклу двигуна служить індикаторна діаграма, по якій можна судити про основні показники робочого циклу: роботи, к.к.д., індикаторної потужності, максимальному тиску тощо.

Відомо, що навіть при сталому режимі роботи двигуна кутова швидкість обертання колінчастого вала не залишається постійною, а періодично змінюється. Основною причиною такої зміни являється рівномірність крутного моменту, яка в свою чергу обумовлена періодичністю робочого процесу і кінематичними властивостями кривошипно-шатунного механізму.

Сумарний крутний момент двигуна  $M_{кр}$  зрівноважується сумарним моментом опору  $M_{опору}$  та моментом сил інерції  $J_o$ . Його можна виразити рівнянням:

$$J_o \frac{d\omega}{dt} \quad (4.1)$$

де  $\frac{d\omega}{dt}$  - кутове прискорення колінчастого вала.

Надалі момент опору, включаючи механічні втрати, вважатимемо постійним і таким, що дорівнює середньому значенню індикаторного крутного моменту; зміною привідного моменту інерції  $J_o$  знехтуємо, а колінчастий вал будемо вважати абсолютно жорстким. Тоді коливання швидкості колінчастого вала будуть визначені лише відхиленням  $M_{кр}$  від середнього значення. Якщо  $M_{кр} > M_{опору}$  кутова швидкість збільшується. Якщо  $M_{кр} = M_{опору}$  рівняння (4.1)

набуває наступного вигляду  $J_o \frac{d\omega}{dt} = 0$ .

У цьому випадків  $\frac{d\omega}{dt} = 0$ , кутова швидкість вала  $\omega = \omega_{\max}$ .

Враховуючи те що  $\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\varphi} = \frac{1}{2} \cdot \frac{d\omega^2}{d\varphi}$  рівняння (4.1)

запишеться наступним чином:

$$(M_{кр} - M_{опору})d\varphi = d\left(\frac{1}{2}J_o\omega^2\right), \quad (4.2)$$

Інтегруючи рівняння (4.2) в межах від кута  $\varphi_1$  до кута  $\varphi_2$  (відповідно в межах від  $\omega_{\min}$  до  $\omega_{\max}$ ), отримаємо:

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (M_{кр} - M_{опору}) d\varphi = \int_{\omega_{\min}}^{\omega_{\max}} d\left(\frac{1}{2} J_0 \omega^2\right) =$$

$$\frac{J_0}{2} (\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2) = J_0 \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2} (\omega_{\max} - \omega_{\min}). \quad (4.3)$$

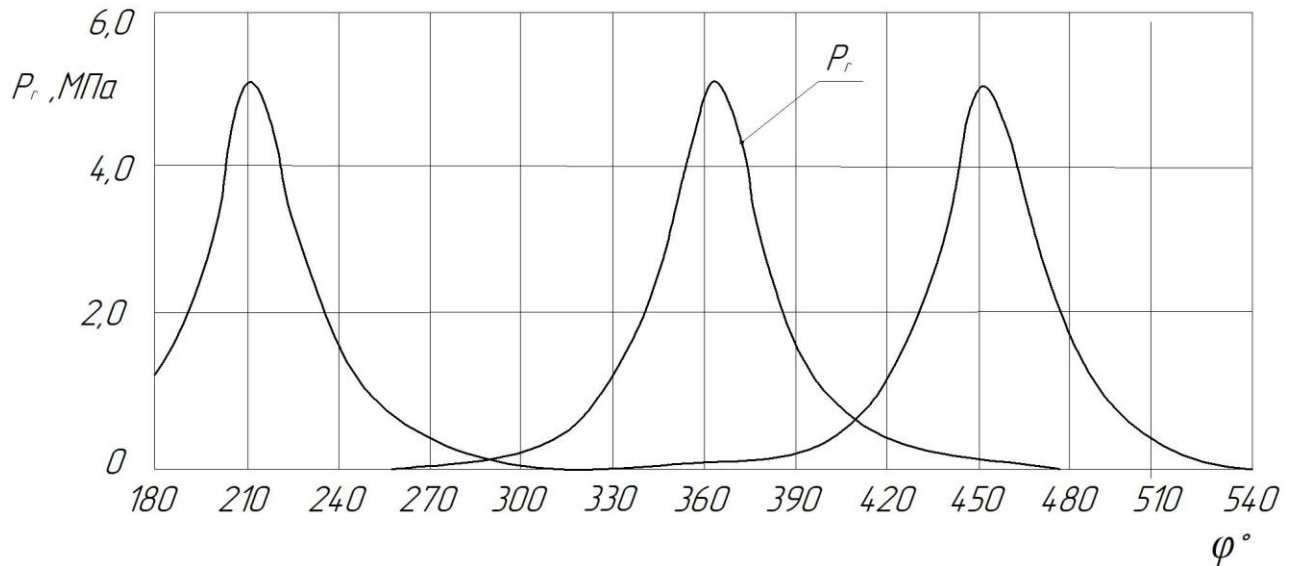


Рисунок – 4.1 Зміна тиску газів при сталому режимі роботи двигуна

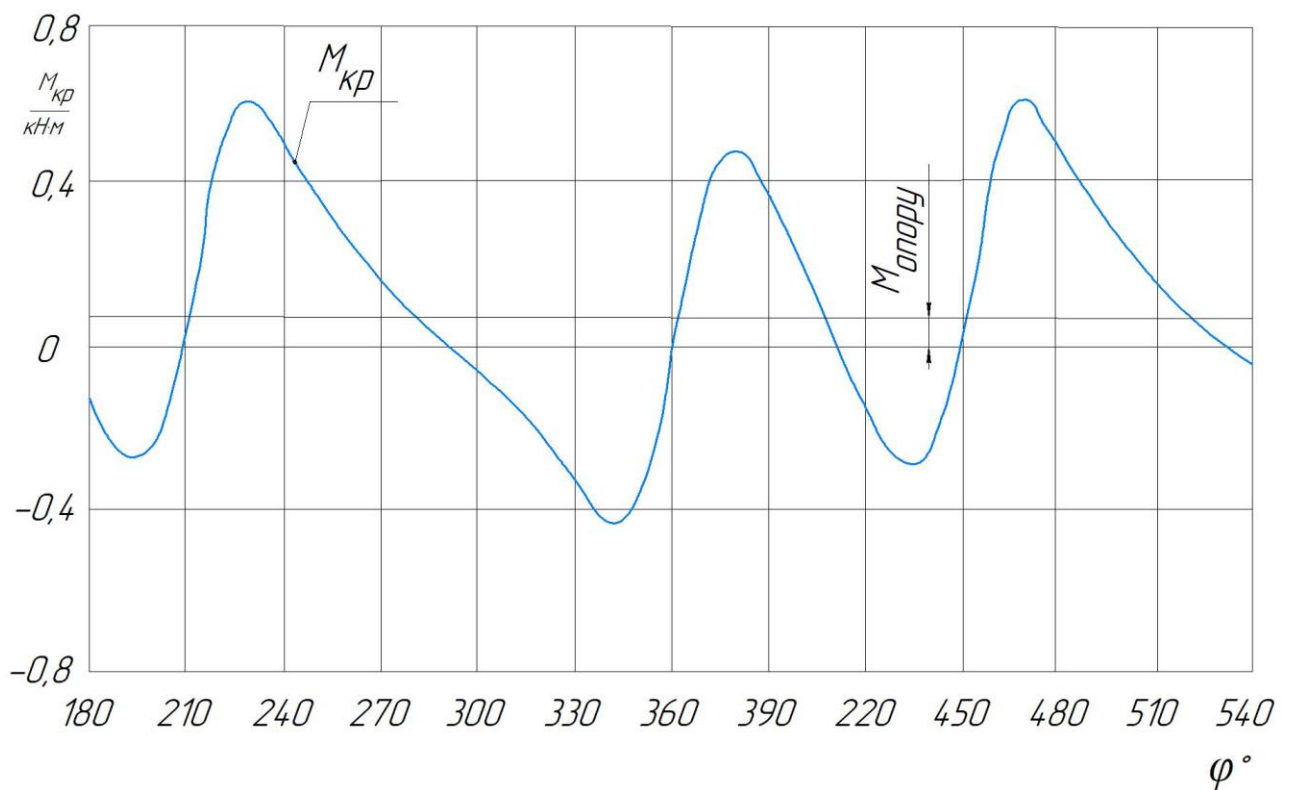


Рисунок – 4.2 Зміна крутного моменту при сталому режимі роботи двигуна



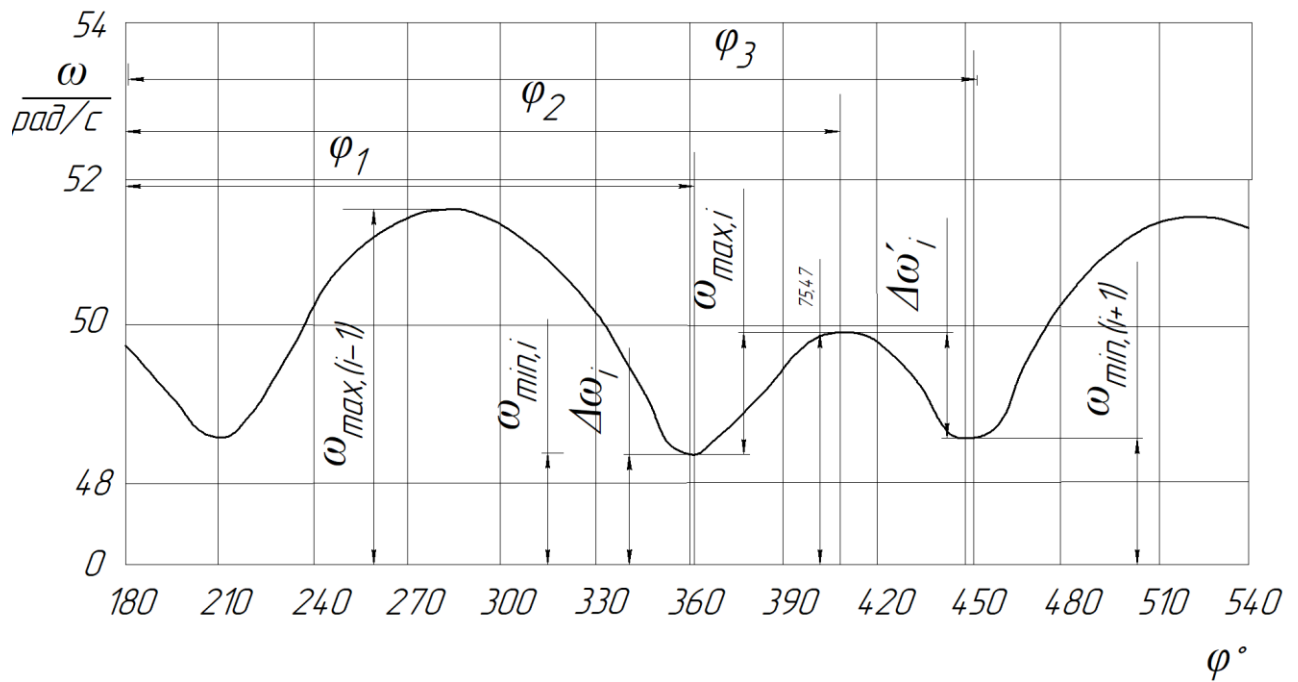


Рисунок – 4.3 Зміна кутової швидкості при сталому режимі роботи двигуна

Якщо прийняти, що середня кутова швидкість:

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_{max} + \omega_{min}}{2},$$

Збільшення кутової швидкості від  $\omega_{min}$  до  $\omega_{max}$ , яка приходить на початок робочого ходу поршня і  $i$ -му циліндрі, відобразити через  $\Delta\omega_i$ , тоді формулу (4.3) можна записати в наступному вигляді:

$$\Delta\omega_i = \frac{1}{J_0 \omega_{cp}} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (M_{кр} - M_o) d\varphi. \quad (4.4)$$

Індикаторний крутний момент багатопциліндрового двигуна визначається підсумовуванням обертових моментів окремих циліндрів при відповідних, кутах повороту кривошипів в кожному з них:

$$M_{кр} = \sum_{i=1}^n (M_{кр.ц})_i, \quad (4.5)$$

де  $M_{кр.ц}$  – індикаторний крутний момент одного циліндра, який визначається за наступною залежністю:

$$M_{кр.ц} = RT = RP \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}, \quad (4.6)$$

де  $T$  – тангенціальна сила;

$P$  – сумарна сила, що чинить вплив на поршень.

Остання визначається алгебраїчним складанням сил тиску газів  $P_r$  і сил інерції поступально рухомих мас  $P_j$ :

$$P = P_r + P_j = F_n (\Delta P_r + P_j), \quad (4.7)$$

де  $F_n$  – площа поршня;

$\Delta P_r$  – надлишковий тиск над поршнем;

$P_j$  – питома сила інерції зворотно-поступально рухомих мас.

Враховуючи що:  $\sin \beta = \lambda \sin \varphi$ ,

відповідно:

$$\begin{aligned} \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta} &= \sin \varphi + \cos \varphi \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \\ &= \sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \frac{\sin 2\varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} = \sigma, \end{aligned} \quad (4.8)$$

де  $\lambda$  – відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна;

$\sigma$  – скорочення позначення останньої функції.

Рівняння (4.6) з урахуванням виразу (4.7) запишеться в наступному вигляді:

$$M_{кр.о} = RF_n \sigma (\Delta P_r + P_j). \quad (4.9)$$

Інтегруючи рівняння (4.9) в межах від кута  $\varphi_1$  до кута  $\varphi_2$ , отримуємо

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_{кр.о} = RF_n \left( \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sigma \Delta P_r d\varphi + \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sigma P_j d\varphi \right). \quad (4.10)$$

Замінивши змінну інтегрування  $\varphi$  на обсяг  $V_\varphi$ , що розраховується за наступною формулою:

$$V = V_c + \frac{V_h}{2} \left[ \left(1 + \frac{1}{\lambda}\right) - \left(\cos \varphi + \frac{1}{\lambda} \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}\right) \right], \quad (4.11)$$

враховуючи, що:

$$\frac{dV}{d\varphi} = \frac{V_h}{2} \left( \sin \varphi + \frac{1 \sin 2\varphi}{\lambda \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} \right) = \frac{V_h}{2} \sigma, \quad (4.12)$$

де  $V_h = 2RF_n$  - робочий об'єм циліндра;

$V_c$  – об'єм робочого тіла в кінці процесу стиснення.

Рівняння (4.10) можемо записати в наступний спосіб:

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_{кр.о} = \frac{2RF_n}{V_h} \left( \int_{V_{\varphi_1}}^{V_{\varphi_2}} P_j dV \right) = l_{\Delta P_r}^{1-2} + l_{P_j}^{1-2}, \quad (4.13)$$

де  $l_{\Delta P_r}^{1-2}$  та  $l_{P_j}^{1-2}$  – відповідно надлишкова робота газів та робота сили інерції зворотно-поступально рухомих мас, здійснюваних при повороті колінчастого вала від кута  $\varphi_1$  до кута  $\varphi_2$ .

Враховуючи вирази 4.5 та 4.13, рівняння 4.4 записуємо так:

$$\Delta \omega_i = \frac{1}{J_o \omega_{cp}} \left[ \sum_{i=1}^n (l_{\Delta P_r}^{1-2})_i + (l_{P_j}^{1-2})_i - M_c \varphi \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \right]. \quad (4.14)$$

Таким чином, зміна кутової швидкості колінчастого вала при незмінному швидкісному режимі є функцією роботи газів, сил інерції та моменту опору, здійснюваних на даному куті повороту колінчастого вала. При мінімальних оборотах холостого ходу роботою сил інерції при зворотно-поступально рухомих мас, через свою незначимість, ( $l_{P_j}$  становить не більше 5 % від  $l_{\Delta P_r}$ ), можна не брати до уваги, а момент опору в цьому випадку визначатиметься тільки величиною потужності механічних втрат.

Розрахунки, що проводились для двигуна типу ЯМЗ- 236, показали, що суму робіт  $\sum (l_{\Delta P_r}^{1-2})_i$ , виконуваних газами при повороті колінчастого вала від кута  $\varphi_1$  до кута  $\varphi_2$  (див. рис. 4.1.), можна приймати рівною роботі розширення газів в  $i$ -му циліндрі  $l_{роз.i}^{1-2}$ , зменшеною на роботу стиснення газів в наступному по порядку роботі циліндрі  $l_{см(i+1)}^{1-2}$

$$\sum_{i=1}^n (l_{\Delta P_r}^{1-2})_i \approx l_{poz.i}^{1-2} - l_{cm(i+1)}^{1-2} \cdot \quad (4.15)$$

За даними розрахунку, робота  $l_{cm(i+1)}^{1-2}$  складає 28 % роботи  $l_{poz.i}^{1-2}$ , а сума робіт газів в інших циліндрах – 0,5 %.

При повороті колінчастого валу від кута  $\varphi_2$  до кута  $\varphi_3$  (відповідно від  $\omega_{max.i}$  до  $\omega_{min.(i+1)}$ ) робота розширення газів  $l_{poz.i}^{2-3}$  складає 48,5% роботи  $l_{cm(i+1)}^{2-3}$ , а сума робіт газів в інших циліндрах – 0,7%, тобто:

$$\sum_{i=1}^n (l_{\Delta P_r}^{2-3})_i \approx l_{poz.i}^{2-3} - l_{cm(i+1)}^{2-3} \cdot \quad (4.16)$$

Враховуючи вирази (4.14), (4.15) та (4.16), збільшення кутової швидкості колінчастого валу від  $\omega_{min.i}$  до  $\omega_{max.(i+1)}$  ( $\Delta\omega_i$ ) та подальше її зменшення від  $\omega_{max.i}$  до  $\omega_{min.(i+1)}$  ( $\Delta\omega'_i$ ) приблизно визначається наступним чином:

$$\Delta\omega_i = \frac{1}{J_o \omega_{cp}} (l_{poz.i}^{1-2} - l_{cm(i+1)}^{1-2} - M_c \varphi \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} ), \quad (4.17)$$

$$\Delta\omega'_i = \frac{1}{J_o \omega_{cp}} (l_{poz.i}^{2-3} - l_{cm(i+1)}^{2-3} - M_c \varphi \int_{\varphi_2}^{\varphi_3} ). \quad (4.18)$$

Аналіз робіт розширення і стискання газів (рис. 4.4 та рис. 4.5) показав, що навіть для багатоциліндрових двигунів (з кількістю циліндрів не більше восьми) роботи  $l_{poz.i}^{1-2}$  та  $l_{cm(i+1)}^{2-3}$  складають основну частину (більше 70%) повної роботи розширення та стискання відповідно. Якщо також врахувати плавність робочого процесу в двигуні, можна зробити припущення, що величини робіт  $l_{poz.i}^{1-2}$  та  $l_{cm(i+1)}^{2-3}$  достатньо точно характеризують роботи розширення та стискання газів у відповідних циліндрах.

Роботи стискання та розширення газів, у свою чергу, визначають показники потужності робочого процесу, а спільно із цикловим споживанням палива – параметри, що характеризують досконалість організації робочого циклу.

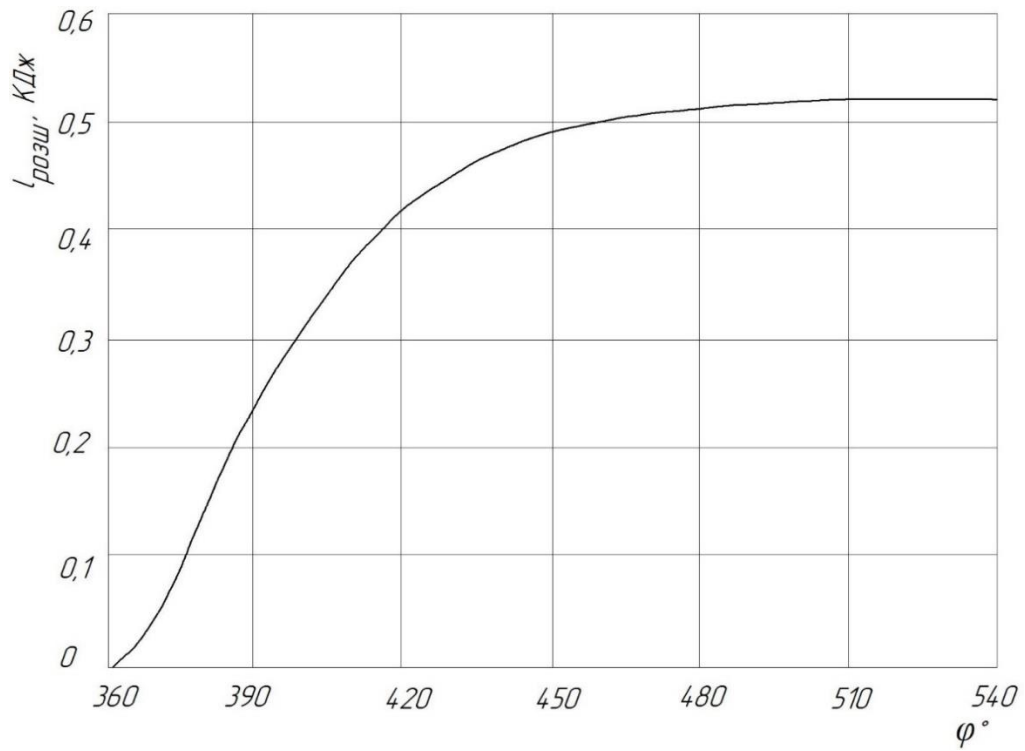


Рисунок – 4.4 Зміна роботи розширення газів залежно від кута повороту колінчатого валу

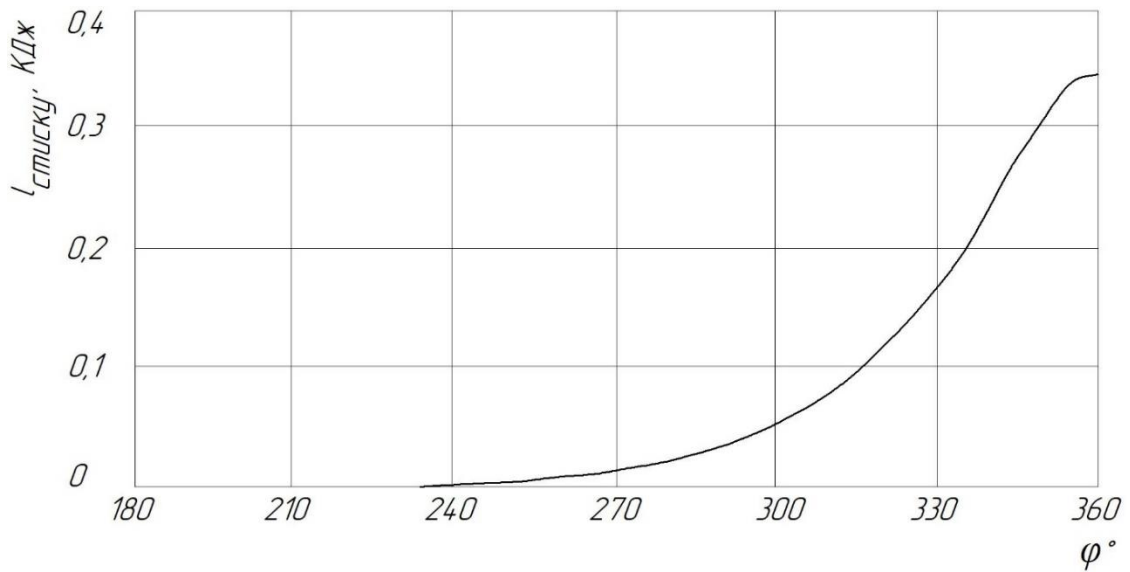


Рисунок 4.5 –Зміна роботи стисання газів залежно від кута повороту колінчатого валу

Величина індикаторної роботи циклу  $l_i$  дорівнює роботі розширення, зменшеній на роботу стисання газів.

$$l_i = l_{\text{розши}} - l_{\text{стис}} \quad (4.19)$$

Середній індикаторний тиск циклу:

$$P_i = \frac{l_i}{V_h}. \quad (4.20)$$

Індикаторна потужність одного циліндра

$$N_{iу} = \frac{2n}{\tau} P_i V_h = \frac{2n}{\tau} l_i, \quad (4.21)$$

де  $n$  – число оборотів колінчастого валу в секунду;

$\tau$  – тактність двигуна.

Індикаторна питома витрата палива:

$$g_i = \frac{G_T}{N_i} = \frac{G_T}{\frac{2n}{\tau} l_i} = \frac{g_u}{l_i}, \quad (4.22)$$

де  $G_T$  – розхід палива в секунду;

$g_u$  – цикловий розхід палива.

Індикаторний коефіцієнт корисної дії циклу:

$$\eta_i = \frac{1}{N_u g_i} = \frac{l_i}{N_u g_i}, \quad (4.23)$$

де  $N_u$  – нижча теплота згоряння пального.

Очевидно, що якість робочого процесу значною мірою визначається технічним станом двигуна та його систем. Таким чином, нерівномірність обертання колінчастого валу буде визначатися не тільки періодичністю робочого процесу, але і його вдосконаленням. При цьому бачимо, що параметри  $\Delta\omega_i$  та  $\Delta\omega_{i-1}$  характеризують робочий цикл у відповідному циліндрі, а сума  $\Delta\omega_i$  для всіх циліндрів двигуна за цикл роботи ( $\sum \Delta\omega_i$ ) – величину механічних втрат.

Щоб використовувати отримані взаємозв'язки для діагностування дизелів, необхідно визначити закономірності зміни робочого процесу при характерних несправностях двигунів.

Для виявлення впливу на показники робочого циклу дизеля і параметри нерівномірності обертання колінчастого вала величини циклової подачі палива  $g_{ц}$ , було розраховано для п'яти значень 10, 15, 20, 25 і 30 мм<sup>3</sup>.

Результати розрахунків у вигляді графіків, що характеризують зміну основних показників робочого циклу і параметрів нерівномірності обертання колінчастого вала в залежності від  $g_{ц}$  зображені на рис. 4.6, 4.7.

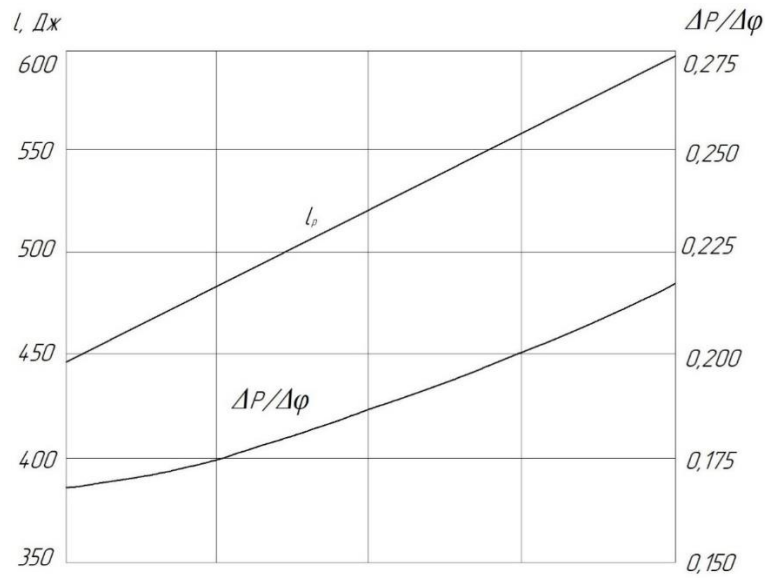


Рисунок 4.6 – Залежність показників робочого циклу від величини подачі палива

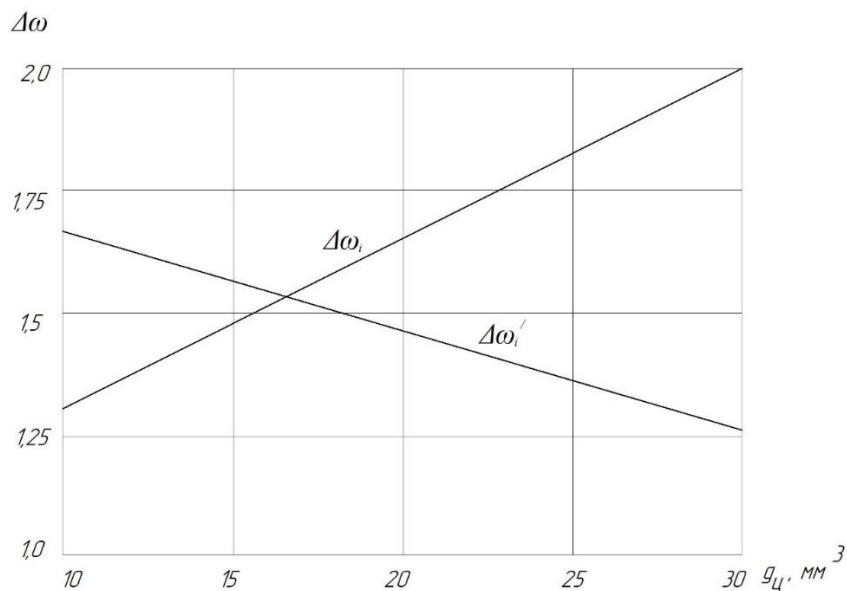


Рисунок 4.7 – Залежність параметрів обертання колінчастого вала від величини подачі палива

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники

Основними травмонебезпечними чинниками на дільниці ремонту системи живлення двигунів вантажних транспортних засобів є:

- можливі аварійні ситуації в пневматичних і гідравлічних системах, що перебувають під тиском;
- можливість ураження робітників електричним струмом;
- наявність потенційно небезпечних робочих місць з рухомими частинами машин, візків і механізмів, незахищених рухомими елементами виробничого устаткування;
- можливість травмування відлітаючими частинками металу при шліфувальних роботах;
- можливість пожежі на постах розбирання, збірки а також перевірки елементів системи живлення;
- можливість отруєння компонентами, що входять до складу паливно-мастильних матеріалів і миючих засобів.

Шкідливими для здоров'я людини фізичними чинниками є: підвищена або знижена температура робочої зони; висока вологість; підвищення рівня шуму і вібрацій; запиленість і загазованість робочого місця; недостатня комбінована освітленість робочих місць, проходів, проїздів; пульсація світлового потоку газорозрядних ламп.

Для забезпечення на ремонтній дільниці нормальних санітарно-гігієнічних умов і пожежної безпеки необхідно дотримувати технологічний режим, правила і норми пожежної безпеки і промислової санітарії. Приміщення дільниці ремонту мають бути світлими, чистими і без пиловими. Температура приміщення має бути не нижче 17...19°C, а відносна вологість повітря не більше 60%. Опалювання на дільниці має бути повітряне або водяне низького тиску.



На ремонтній дільниці допускається природне і штучне освітлення. При загальному освітленні звичайними електричними лампами освітленість дільниці повинна бути не меншого 300 лк та вибухобезпечного виконання.

Для захисту органів дихання і очей від дії високотоксичних шкідливих речовин використовують засоби індивідуального захисту (респіратори РМП-62, РУ-60 та ін.).

Злив і зберігання паливно-мастильних матеріалів, а також очищення елементів системи живлення миючими речовинами проводять тільки в спеціальних приміщеннях, а зберігають їх в щільно закритій тарі.

У приміщенні дільниці по ремонту системи живлення повинні знаходитися в обов'язковому порядку засоби пожежогасіння (пінні вогнегасники, ящики з піском, азбестові ковдри, пожежний щит з інвентарем і ін.)

Проектом передбачаються наступні заходи, що забезпечують дотримання правил техніки безпеки і виробничої санітарії на дільниці ремонту паливної апаратури:

- механізація окремих операцій технологічного процесу ремонту, з метою виключення трудомістких процесів;

- впровадження огорож, блокувань, знаків безпеки при проведенні небезпечних процесів (ГОСТ 12.4.154-85; ГОСТ 12.4.172-87);

- організація захисного заземлення і занулення електричного устаткування (ГОСТ 12.1.030-81);

- утримання в справному стані обладнання, яке створює запиленість і загазованість (ДНАОП 0.03-3.20-90);

- технологічне обладнання та зони, що виділяють пил, повинні мати витяжні зонти для видалення шкідливих речовин (ГОСТ 12.3.018-79; ГОСТ 12.4.021-75; ГОСТ 12.2.028-84);

- здійснення контролю за складом повітря в робочій зоні (ГОСТ 12.1.005-88).

додатково видаються куртки та брюки бавовняні на утеплюючих підкладках.

## 5.2 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Найбільш можливою надзвичайною ситуацією, що може виникнути на території автопідприємства з урахуванням технологічних процесів, обладнання що мають місце на даному об'єкті може бути пожежа. Яка може виникнути в наслідок:

- недоліків в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, влаштуванні комунікацій;
- дефектів обладнання, порушення режиму технологічних процесів та неправильного виконання робіт;
- несправністю систем живлення відпрацьованих газів у двигунах внутрішнього згоряння, відсутність іскрогасників поблизу місць застосування або зберігання горючих чи легкозаймистих речовин;
- відсутність або несправність заземлення цистерн з рідкими нафтопродуктами;
- несправність або відсутність на деяких об'єктах систем блискавкозахисту. В індивідуальному завданні наводиться розрахунок одиночного блискавкозахисту розглядаємого об'єкту.
- необережність персоналу та порушення правил пожежної безпеки.

Основними причинами виникнення пожеж на АТП є: необережне поводження з вогнем; порушення правил пожежної безпеки при проведенні зварювальних і інших вогняних робіт; порушення правил експлуатації електроустаткування; несправність опалювальних приладів; порушення режиму експлуатації пристроїв для підігріву ванн мийних установок; самозагорання промаслених обтиральних матеріалів, просочених маслом; статична і атмосферна електрика і ін.

Вогнестійкість приміщень для ремонту автомобілів відноситься до IV ступеня вогнестійкості споруд згідно СНиП 2 - 09.02 - 85 і до групи займистості – не спалимі.

Пожежна профілактика в зоні ремонту автомобілів включає заходи, направлені на попередження пожеж, припинення шляхів, розповсюдження

вогню, забезпечення швидкої і безпечної евакуації людей, майна з приміщень у разі пожеж.

Для розробки протипожежних заходів і для контролю за їх виконанням на підприємствах створюється пожежотехнічна комісія.

Для організації протипожежних заходів і для гасіння пожеж на АТП створена добровільна пожежна дружина (ДПД). На добровільну пожежну дружину покладаються наступні обов'язки:

- контроль за виконанням і дотриманням на об'єкті протипожежного режиму;
- проведення роз'яснювальної роботи серед робочих і службовців по дотриманню протипожежного режиму;
- нагляд за справним станом первинних засобів пожежогасіння і готовність їх до дії, вживання заходів по гасінню пожеж.

Будівля корпусу по обслуговуванню і ремонту автомобілів і агрегатів обладнана блискавкозахистом по ДСТУ Б В.2.5-38:2008.

У корпусі є пожежний зв'язок та сигналізація відповідно до ГОСТ 26017-83, ДНАОП 0.01-1.34.79.

Приміщення обладнане системою вентиляції з урахуванням пожежної безпеки по ГОСТ 12.4.026 - 85.

Засоби пожежогасіння, що призначені для захисту об'єктів від пожежі, повинні відповідати ГОСТ 12.4.009 - 83.

На підприємстві є протипожежний водопровід, розрахований на подачу води під необхідним тиском для гасіння пожежі. У середині приміщення цеху є пожежні крани, які встановлюють в шафах із зашклюденими дверцятами на висоті 1,5 м від підлоги: кожен пожежний кран обладнаний пожежним рукавом завдовжки 10 або 20 м, пожежним стовбуром із розпилювачем. У цеху є укомплектований один пожежний щит, ящик з піском, вогнегасники ВХП-10 – 2 шт, ВВ – 2 шт.

### 5.3 Розрахунок газовиділення при роботі дизельних двигунів

При обслуговуванні та ремонті вантажних автомобілів, а саме при роботі дизельних двигунів в приміщеннях, в простір робочих зон через нещільність системи відведення газів виділяються шкідливі гази.

Масова витрата, що виділяється з двигунів може обчислюватись за формулою [12]:

$$G_d = N \cdot (3 \cdot K_{\text{ц}} + 30 \cdot K_{\text{к}}), \quad (5.1)$$

де  $G_d$  – масова витрата газів, що виділяється, мг/год.;

$N$  – ефективна потужність дизеля, л.с.;

$K_{\text{ц}}$ ,  $K_{\text{к}}$  – концентрація окремих складових в газах, що утворюються в циліндрах і картері, мг/л (приймаються по таблиці 5.1).

Таблиця 5.1 – Значення концентрацій  $K_{\text{ц}}$  і  $K_{\text{к}}$ , мг/л

Гази	Акролеїн	Оксид азоту	Оксид вуглецю	Вуглекислий газ	Вуглеводи
$K_{\text{ц}}$	0,9	0,6	0,8	0	0,7
$K_{\text{к}}$	0,04	0	1,3	160	0,3

$$G_{d(\text{акролеїн})} = 240 \cdot (3 \cdot 0,9 + 30 \cdot 0,04) = 936 \text{ мг/год.}$$

$$G_{d(\text{NO})} = 240 \cdot (3 \cdot 0,6 + 30 \cdot 0) = 432 \text{ мг/год.}$$

$$G_{d(\text{CO})} = 240 \cdot (3 \cdot 0,8 + 30 \cdot 1,3) = 9936 \text{ мг/год.}$$

$$G_{d(\text{CO}_2)} = 240 \cdot (3 \cdot 0 + 30 \cdot 160) = 1152000 \text{ мг/год.}$$

$$G_{d(\text{вуглеводи})} = 240 \cdot (3 \cdot 0,7 + 30 \cdot 0,3) = 2664 \text{ мг/год.}$$

За вісім годин робочого часу в повітря робочої зони буде виділено:

$$G_{d(\text{акролеїн})} = 936 \cdot 8 = 7488 \text{ мг. } G_{d(\text{NO})} = 432 \cdot 8 = 3456 \text{ мг.}$$

$$G_{d(\text{CO})} = 9936 \cdot 8 = 79488 \text{ мг. } G_{d(\text{CO}_2)} = 1152000 \cdot 8 = 9216000 \text{ мг.}$$

$$G_{d(\text{вуглеводи})} = 2664 \cdot 8 = 21312 \text{ мг.}$$

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи магістра були вивчені особливості будови та ремонту паливної апаратури дизельних двигунів вантажних автомобілів. На підставі наявних даних розроблений технологічний процес поточного ремонту паливної апаратури дизелів, зокрема паливного насоса високого тиску.

У зв'язку із зношеністю рухомого складу, збільшенням часу простоювання автомобілів в ремонті та трудомісткості поточного ремонту, а також для забезпечення повноцінного ремонтну системи живлення, запропоновані інноваційні рішення по переоснащенню ділянок поточного ремонту.

Ділянку поточного ремонту паливної апаратури запропоновано оснастити наступним устаткуванням:

- стенд для випробування паливного насоса високого тиску та форсунок;
- пристосування для перевірки форсунок і прецизійних пар.

Запропоновані інноваційні рішення по переоснащенню ділянки ремонту системи живлення призвели до наступних результатів:

- зменшилась трудомісткості робіт по ремонту паливного насосу та підвищилась продуктивність праці ремонтного персоналу;
- зменшились витрати на заробітну плату у розрахунку на одиницю роботи;
- полегшилися умови праці робітників та знизилась інтенсивність праці;
- підвищилась якість робіт, надійність і безпека експлуатації автомобілів;
- скоротилися простої рухомого складу при виконанні ремонтних робіт;
- зменшилась матеріаломісткість та енергомісткість одиниці роботи.

Виконано технологічне планування ділянки, скориговано трудомісткість технологічного процесу ремонту паливного насосу, розроблена конструкція та введено в дію запропоноване технологічне обладнання.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
2. Чернета О.Г. Основи технологічного виробництва при виготовленні та ремонту автомобілів / О.Г. Чернета, О.М. Коробочка, О.О. Сасов // – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 196 с.
3. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів. ДЕРЖАВГОТРАНСНДІГТРОЕКТ Міністерство транспорту України, Київ 2001. – 33 с.
4. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання для автомобільного транспорту. / О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков, О.О. Сасов. – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2007 р. – 252 с.
5. Технологічне обладнання для ремонту автомобілів / О.М. Коробочка, О.Г. Чернета, Р.Г. Волощук. – Кам'янське: ДДТУ. – 2017. – 215 с.
6. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
7. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» № 2464-17 поточна редакція від 11.10.2017, підстава 2148-19/ [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.
8. Податковий кодекс України від 02.12.2010 р. № 2755-VI (зі змінами та доповненнями, поточна редакція від 10.09.2017 р., підстава 2146 - 19)/ [Електронний ресурс]/Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.
9. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. / Под ред. А.И. Салова. М., «Транспорт», 1985. – 352 с.
10. Мирошников Л.В. Роль диагностики в повышении эффективности системы технического обслуживания и ремонта автомобилей. - Труды ИАДИ, 1979, - Техническая эксплуатация автомобилей, с.67-70.

11. Грачев. В.В. Разработка метода диагностирования дизельных двигателей по неравномерности вращения коленчатого вала. Дис..канд. техн. наук. - Москва – 1983. - 189 с.

12. Основы технической диагностики /Под ред. Пархоменко П.П.- М.:Энергия,1976. В 2-х книгах. КН.І. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза.-464с

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