

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування
автомобіля КрАЗ-256, з дослідженням впливу паливного обладнання та підвищення
ефективності згоряння палива в дизельному двигуні

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Цибуленко І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Левкович М.Г.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

В.о. зав. кафедри

(підпис)

ЦЬОНЬ О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

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

В.о. завідувача кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____ Магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____ 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ Цибуленку Ігорю Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування автомобіля КраЗ-256, з дослідженням впливу паливного обладнання та підвищення ефективності згоряння палива в дизельному двигуні

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

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

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року №4/7-899

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, технологічний процес ремонту автомобіля КраЗ-256.

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)

Структура підприємства – 1 аркуш формату А1. Технологічний процес проведення ТО-2 вантажних автомобілів – 1 аркуш формату А1. Стенд із біговими барабанами – 1 аркуш формату А1.

Салідолонангітач – 1 аркуш формату А1. Технологічна планіровка зони ТО-2 – 1 аркуш формату А1.

Наукові дослідження – 2 аркуші формату А1.

Реферат

кваліфікаційної роботи на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування автомобіля КрАЗ-256 з дослідженням впливу паливного обладнання та підвищення ефективності згоряння палива в дизельному двигуні» студента групи МАМ-61ТНТУ імені Івана Пулюя Цибуленка Ігора Олеговича. Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент Левкович М.Г.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 75 арк. формату А4, 18 рисунків, 10 таблиць, 9 арк. Формату А4 додатків, 3 бібліографія, графічна частина – 9 аркушів формату А1.

Ключові слова: виробнича програма, технологічний процес, технічне обслуговування, заміна, ремонт, організація ТО.

Мета роботи: реакції, що виникають в колесі при ковзанні шин.

При виконанні кваліф. роботи вирішено наступні задачі:

- наведено огляд підприємства;
- розглянуто річні об'єми робіт;
- приведено ТП ТО-2;
- розглянуто оснащення (необхідне);
- проведено обґрунтування та розрахунок оснащення;

визначено:

- ефективність згоряння палива;
- діагностичні параметри дизелів;
- зміни які виникають в камері згоряння;
- розглянуто питання охорони та безпеки праці в умовах надзвичайних ситуацій;

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика підприємства	8
1.2 Аналіз виробничо-технічної бази	11
1.3 Структура управління АТЦ	16
1.4 Розрахунок виробничої програми ТОА	17
1.5 Річний об'єм робіт по ТО, ПР	22
1.6 Розрахунок чисельності виробничих робітників	24
1.7 Кількість постів ТО і ПР	25
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Форма організації виробничого процесу	28
2.2 Технологічний процес ТОА	29
2.3 Розрахунок кількості обладнання в зоні	39
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Канавний гідравлічний підйомник	41
3.1.1 Розрахунок гідроприводу	41
3.1.2 Обґрунтування розмірів насоса	44
3.2 Розрахунок площі зони ТО-2	45
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1 Підвищення ефективності згоряння палива в дизельному двигуні	46
4.2 Діагностика дизельного паливного обладнання з використанням моделей	49
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці і техніки безпеки на ділянці	57
5.2 Розрахунок захисного заземлення	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64
БІБЛІОГРАФІЯ	65
Додатки	66

ВСТУП

Авторемонтне виробництво в промисловому потенціалі нашої країни завжди займало значне місце. Практично була створена авторемонтна промисловість. В даний час діє більша кількість спеціалізованих ремонтних заводів і безліч майстерень, які ремонтують агрегати, деталі масових автомобілів, проводять централізований капітальний ремонт автомобілів великої вантажопідйомності та автобусів. В огляді є достатньо інформації щодо матеріалів які витрачається на виготовлення деталей автомобілів, йде на виробництво саме запасних частин становить 5 частину.

Крупні АТП мають, як правило, свою власну виробничу базу для здійснення необхідних робіт. Останніми роками з метою концентрації ремонтних робіт почали створюватися регіональні спеціалізовані майстерні з ремонту на автотранспортних підприємствах одного відомства в даній місцевості, які виконують ремонт на готових агрегатах.

Сформулювати цільове призначення ремонту автомобілів в народному господарстві можна таким чином: забезпечити підтримку автомобілів в працездатному стані, понизити темпи вибуття ефективної техніки з сфери споживання і задовольнити при необхідності споживачів в техніці за рахунок часткового відтворення її методами ремонту.

Проте існуючий технічний рівень ремонтного виробництва стримує розвиток автотранспорту, як наслідок, щодо великих витрат на подальшу експлуатацію відремонтованих автомобілів (агрегатів) в порівнянні з аналогічними витратами доремонтного періоду.

Унаслідок специфіки, властивої вторинному виробництву, ремонт автомобілів починається з деяким запізнюванням в часі по відношенню до початку їх постановки на виробництво. Потім настає період поступового щорічного нарощування потужностей по ремонту автомобілів (агрегатів, деталей) від досягнутого рівня в попередньому році, а потреба в ремонтах в цей період починає

скорочуватися із-за систематичного підвищення якості (надійності) автомобілів, що випускаються автозаводами.

В результаті дії цих процесів якість ремонту виробів тривалий час практично не поліпшувалася. Проте розглянуті процеси – це тільки частина того, що стримує зростання якості ремонту. Але і з цього видно, що підходити до аналізу стримуючих причин для поліпшення якості ремонтіваних виробів необхідно комплексно, враховуючи і технологічні і соціально-економічні чинники.

Завдання по збільшенню орг. форм і ТП ремонту повинні вирішуватися на основі застосування сучасних методів і електронно-обчислювальної техніки, що відповідає вимогам науково-технічного прогресу. Рішення вказаних задач повинне бути також взаємопов'язане з розробкою автоматизованих систем управління, без яких неможливо підтримувати в оптимальному режимі діяльність авторемонтного виробництва, що відрізняється розширеними виробничо-економічними зв'язками, складністю управління при стохастичному характері протікання ряду процесів.

Для зростання продуктивності праці на авторемонтних підприємствах, поліпшення якості і зниження собівартості ремонту автомобілів необхідне неухильне впровадження засобів різних видів трудомістких робіт, постійне вдосконалення технології розбирання, миття, дефектації, збірки, забарвлення, сушки, випробувань автомобілів і окремих їх елементів, широке застосування прогресивних ТП відновлення, механічної обробки і зміцнення деталей.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика підприємства

Виробничий майданчик підприємства перебуває на лівому березі р. Дніпра.

«День народження автотранспортного цеху» вважається 18 березня 1968 року. На початку свого існування мав досить скромні виробничі площі, автопарк складався з техніки, що виділяється автотранспортними підприємствами спільного користування.

І з зростанням автопарку (до 1975 року він склав 220 одиниць) виникла необхідність розширення ремонтної бази. Відбудована ще одна майстерня (нині - автоколони №2). займався цех у той час, в основному, вантажоперевезеннями усередині комбінату

Перший начальник цеху Іван Живило доклад немало зусиль для розвитку виробничої бази увіреного йому підрозділу. У перебігу п'яти років були споруджені ремонтні бокси на вісім одиниць техніки (тепер автоколони №1), набуто два десятки вантажівок ЗИЛ-130 і легкові автомобілі для обслуговування служб.

Надбання великовантажних автомобілів МАЗ, КамАЗ дало спроможність самим займатися забезпеченням комбінату необхідними матеріалами і устаткуванням.

У 1976 році з метою розширення виробничих і побутових приміщень на території автоколони №1 зведена триповерхова будівля, де розмістилися виробничі ділянки і служби цеху. У тому ж році здана в експлуатацію диспетчерська автоколони №2.

У 1991 році організовується автоколони великовантажних автомобілів для обслуговування цеху шлакопереробки. І вже наступного року комбінат повністю відмовляється від найманого транспорту.

У липні 1998 року запроваджувалася в експлуатацію автоколони №4.

Колектив цеху складається з досвідчених грамотних фахівців. На даний момент всього ж в цеху працює 425 чоловік, які обслуговують 360 одиниць техніки.

Спільна кількість автобусів на підприємстві складає 160. Основу автобусного парку складають автобуси марок ЛАЗ, ПАЗ і ІАЗ, які виконують основну масу перевезень.

1) автоколони №1 - 80 одиниць техніки.

2) автоколони №2 - 20 - довгомірний транспорт, тягачі, напівпричепи.

3) автоколони №3 - 20 - виконання пуску і приймання.

4) автоколони №4 - 30 - облаштування майданчиків станцій і вузлів країв, відсіпання шляхів до майданчиків, виконання планово-запобіжних ремонтів газопроводів.

5) автоколони №5 - 50 - бензовози, самоскиди, аварійні автомобілі, бортові вантажівки).

У таблиці 1.1 наведено коротку характеристику.

Таблиця 1.1 – Коротка характеристика автомобілів

Параметри	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	КрАЗ-275	КамАЗ-5320
Вантажопідйомність, т	5	8	12	8
Маса автомобіля, кг	4300	6000	10270	7080
Радіус повороту:				
- по осі зовнішнього переднього колеса, м	8,0	8,5	14,0 14,7	
- зовнішній габаритний, м	8,6	9,5		
Максимальна швидкість, км/ч	90	75	68	80
Контрольна витрата палива при швидкості 50 км/ч,	29	22	38	24

Двигун	ЗІЛ–130, карбюра- торний, 4-тактний, V-подібн. 8-цил.	ЯМЗ–236 дизель 4-тактний V-подібн. 6-циліндр	ЯМЗ–238 дизель 4-тактний, V-подібн. 8-циліндр	КамаАЗ–740 дизель 4-тактний V-подібн. 8-циліндр
Робочий об'єм, л	6,0	11,15	14,86	10,85
Максимальна потужність при 3200 хв ⁻¹ , к.с. (кВт)	150 (110.3)	180 (132)	240 (176,5)	154 (210)
Колісна формула	4 х 2	4 х 2	6 х 4	6 х 4
Габаритні розміри, м:				
довжина	6,67	7,14	9,64	8,050
ширина	2,50	2,50	2,65	2,496
висота	2,4	2,65	2,67	3,370
База автомобіля, м	3,8	3,95	5,75	3,190
Колія коліс, м:				
передніх	1,8	1,97	1,95	2,02
задніх	1,79	1,86	1,92	1,85
Передній кут одвіса, град	38	30	42	
Задній кут одвіса, град	27	28	18	
Просвіт під передньою віссю, мм	340	295	290	280
Просвіт під задньою віссю,	270	300	290	280

Авто з лінії повернення перевіряються черговим механіком КТП. Справні автомобілі під'їжджають до стоянки своїх ешелонів. Автомобілі, які регулярно обслуговуються і є несправними після мийки, відправляються в сервісну або технічну зону ремонту.

Аналізатори вихлопних газів і робота двигуна (моторовипробувачі) встановлюються на КТП для перевірки стану.

Перше і друге обслуговування проводяться в приміщеннях виробничого корпусу.

При проведенні заходів з обслуговування на лініях ТО-1 і ТО-2 передбачено 7 виробничих ділянок. Через недостатнє оснащення ліній технологічним обладнанням вони малоприсадибні для проведення профілактичних робіт.

Поточний ремонт автомобілів проводиться в приміщеннях виробничого корпусу.

Для проведення профілактичних робіт передбачено 15 розбиральних і складальних постів, які бувають спеціалізованими і універсальними. Ремонт проводиться методом агрегатного вузла.

Побутові приміщення для промислових робітників передбачені в адміністративному корпусі. Будівля адміністративної будівлі пропонує наступні приміщення:

- Офіси;
- Департамент руху;
- Виробничо-технічний відділ;
- Їдальня;
- Місце медичної допомоги;
- Туалет і душ.

1.2 Аналіз виробничо-технічної бази

При аналізі при виборі найкращого рішення за певними питаннями, такими як ВТВ треба зробити оцінювання техніки- її стан і межі використання.

- 1.. Асп = 200 автомобілів;
2. ФО. П = 4650 тис. грн.;
- 3 ФТ. С = 3200 тис. грн.
4. АТП $F_T = 65000 \text{ м}^2$.
- 5 $FП - С = 3377 \text{ м}^2$.
6. $FСТ = 31000 \text{ м}^2$.
7. $FД. П. = 1640 \text{ м}^2$.
- 8.. ХП = 25.

9. Р = 80 чол.

10. $L_p = 9,6$ млн. км.

11 $l_{сд} = 190$ км.

1. Фондозабезпеченість:

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

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

2. Площенааявність:

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

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

$$F_{п-с.р} = \frac{F_{п-с}}{A_{сн}}, \quad (1.3)$$

$$F_{п-с.р} = \frac{3377}{200} = 16,8 \text{ м}^2/\text{авто..}$$

$$F_{ст.р} = \frac{F_{ст}}{A_{сн}}, \quad (1.4)$$

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

$$F_{в.р} = \frac{F_{д.п.}}{A_{сн}}, \quad (1.5)$$

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

3. Оснащеність постами:

$$X_{п.р} = \frac{X_{п}}{L_p}, \quad (1.6)$$

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

4. Робітники (забезпеченість):

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

$$P_p = \frac{80}{9,6} = 8,3 \text{ чол/млн. км.}$$

Значення коефіцієнта K_2 :

$$K_2 = \frac{K_2^1 \cdot A_{cn1} + K_2^2 \cdot A_{cn2} + K_2^3 \cdot A_{cn3} + K_2^4 \cdot A_{cn4} + K_2^5 \cdot A_{cn5}}{A_{cn}}, \quad (1.8)$$

$$K_2 = \frac{1 \cdot 53 + 0,88 \cdot 60 + 1,1 \cdot 15 + 1,16 \cdot 32 + 0,9 \cdot 40}{200} = 0,977.$$

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

Площа виробничо-складських приміщень $F_{П-С}$:

$$F_{П-С} = F_{П-С.э} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.9)$$

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

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

Площу стоянки, $F_{СТ}$:

$$F_{СТ} = F_{СТ.э} \cdot K_2 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.10)$$

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

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

Площа допоміжних приміщень, F_6 :

$$F_6 = F_{6.э} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (1.11)$$

Для нашого випадку $F_{6.э} = 7,5 \text{ м}^2/\text{авто}$.

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

Кількість робочих постів, $X_{П}$, для ТО і ТР 1 млн. км пробігу:

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

Для нашого випадку $X_{П.э} = 0,85 \text{ поста/млн. км}$.

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

Кількість ремонтних робітників, P , на один млн. км пробігу:

$$P = P_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7,$$

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

Коефіцієнт технічної готовності:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + I_{\text{сб}} \left(\frac{D_{\text{ТО-2,TP}}}{1000} + \frac{D_{\text{КР}}}{L_{\text{КР}}} \right)}, \quad (1.13)$$

$$D_{\text{ТО-2,TP}} = \frac{D_{\text{ТО-2,TP}}^1 \cdot A_{\text{сн1}} + D_{\text{ТО-2,TP}}^2 \cdot A_{\text{сн2}} + D_{\text{ТО-2,TP}}^3 \cdot A_{\text{сн3}} + D_{\text{ТО-2,TP}}^4 \cdot A_{\text{сн4}} \cdot D_{\text{ТО-2,TP}}^5 \cdot A_{\text{сн5}}}{A_{\text{сн}}},$$

$$D_{\text{ТО-2,TP}} = \frac{0,5 \cdot 53 + 0,45 \cdot 60 + 0,5 \cdot 15 + 0,5 \cdot 32 + 0,5 \cdot 40}{200} = 0,485.$$

$$D_{\text{КР}} = \frac{D_{\text{КР}}^1 \cdot A_{\text{сн1}} + D_{\text{КР}}^2 \cdot A_{\text{сн2}} + D_{\text{КР}}^3 \cdot A_{\text{сн3}} + D_{\text{КР}}^4 \cdot A_{\text{сн4}} \cdot D_{\text{КР}}^5 \cdot A_{\text{сн5}}}{A_{\text{сн}}},$$

$$D_{\text{КР}} = \frac{22 \cdot 53 + 15 \cdot 60 + 22 \cdot 15 + 22 \cdot 32 + 15 \cdot 40}{200} = 18,5 \text{ дн.}$$

$$L_{\text{КР}} = \frac{K_1 K_3 (L_{\text{КР}}^1 \cdot K_2^1 \cdot A_{\text{сн1}} + L_{\text{КР}}^2 \cdot K_2^2 \cdot A_{\text{сн2}} + L_{\text{КР}}^3 \cdot K_2^3 \cdot A_{\text{сн3}} + L_{\text{КР}}^4 \cdot K_2^4 \cdot A_{\text{сн4}} \cdot L_{\text{КР}}^5 \cdot K_2^5 \cdot A_{\text{сн5}})}{A_{\text{сн}}},$$

$$L_{\text{КР}} = \frac{1,2 \cdot 1,0 \cdot (300000 \cdot 1 \cdot 53 + 350000 \cdot 1 \cdot 60 + 320000 \cdot 1 \cdot 15 + 300000 \cdot 1 \cdot 32 + 250000 \cdot 1 \cdot 40)}{200} = 367800.$$

Скорегований коефіцієнт технічної готовності:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 190 \cdot (0,001 \cdot 0,485 + 18,5 / 367800)} = 0,91.$$

Питомий показник фондозабезпечення:

$$\Phi_{\text{OC}} = \Phi_{\text{OC.э}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.14)$$

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

Записуємо обрахунки у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Обрахунки за оцінкою ВТБ

Показник	Одиниця вимірювання	Значення по АТП	Скореговане еталонне	Відхилення %
F_T	м ² /авто	325,0	118,0	+ 63,0
$F_{П-С}$	м ² /авто	16,80	15,31	+ 9,0
$F_{СТ}$	м ² /авто	155,0	36,50	+ 76,0
$F_ε$	м ² /авто	8,21	7,810	+ 4,80
X_n	пост/млн.км	2,60	1,00	+ 61,50
P	чол/млн.км	8,30	4,00	+ 52,0
$α_T$		0,850	0,910	- 7,10
$Φ_{OC}$	тис.грн/авто	7,250	3,60	+ 50,30

Узагальнюючими параметрами оцінки рівня наявної виробничо-технічної бази є:

– фондоддача виробничих фондів $Φ_{від} = \frac{Д}{Φ_{OP}}$,

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

– загальна рентабельність:

$$R_{заг} = \frac{Π_б \cdot 100}{Φ_{OB} + Φ_{OB}},$$

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

– продуктивність праці робітників:

$$W_{p.p} = \frac{L_{заг}}{N_{p.p}},$$

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

Технічні позитивні зрушення діючого ВАТ містять у собі бачення до прогресивного розвитку (технічного), без спроби збільшення площ (виробничих), комплексу дій для зростання рівня виробничо-технічної бази за рахунок упровадження нової техніки і прогресивної технології ТО та ПР.

1.3 Структура управління АТЦ

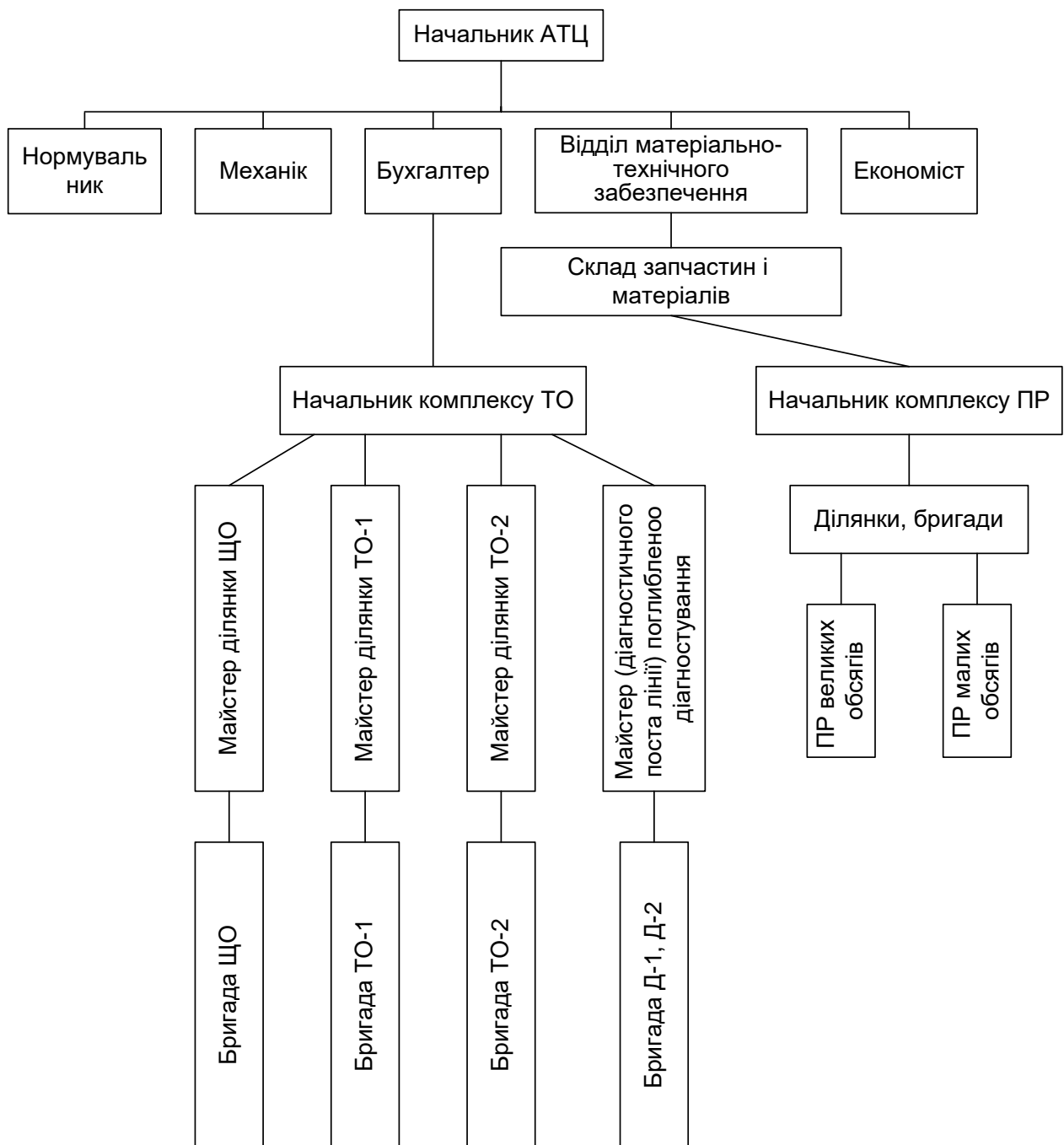


Рисунок 1.1 – Організаційна структура управління АТЦ

Організаційно-виробнича структура автотранспортного цеху – це встановлена схема взаємодії й координації технологічних елементів і персоналу. Подібна схема показує: склад і взаємозв'язок відділів і підрозділів, що забезпечують загальне управління автотранспортним цехом; координацію економічних процесів і управління фінансовими потоками; матеріально-технічне забезпечення автотранспортного цеху тощо.

Організація управління базується на принципах чіткого розмежування функцій між керівниками, виробничими підрозділами і виконавцями. Якість управління автотранспортного цеху в цілому і на окремих ділянках залежить від кваліфікації спеціалістів і службовців, що безпосередньо здійснюють керівництво роботою і впливає на витрати часу, на технічне обслуговування і ремонт рухомого складу.

1.4. Розрахунок виробничої програми ТОА

Виробнича програма АТП характеризується кількістю одиниць транспортних засобів, які обслуговуються і плануються протягом певного проміжку часу (року, доби, зміни). Технічне обслуговування, яке зазвичай виконується двічі на рік, поєднується з то-2 і не вважається окремим видом технічного обслуговування в виробничій програмі. Для поточного ремонту, виконаного в міру необхідності, кількість послуг не фіксується. Простої рухомого складу і завантаженість при поточних ремонтах плануються виходячи з конкретних нормативів для.

Основний технологічний метод розрахунку в даний час циклічний. Основні показники визначаються робочим циклом, відповідним пробігу машин до капітального ремонту, а потім розраховуються річні і добові показники з урахуванням режимів роботи компанії і її підрозділів.

Розрахункові дані зведені в табл. 1.3.

При розрахунку отримують значення:

- річна, добова і змінна виробнича програма по ТО;
- річні роботи за ТО, ПР і їх розділення за зонами і ділянками.

Періодичність ТО-1:

$$L1 = L1н \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3, \quad (1.15)$$

Таблиця 1.3 – Початкові дані для розрахунку виробничої програми

Найменування показників	Позн.	МАЗ 500	ЗИЛ 130	КамАЗ 5320	КрАЗ 257
Кількість автомобілів	Асп, од	53,0	37,0	60,0	50,0
Середньодобовий пробіг	$l_{сс}$, км	150,0	180,0	170,0	160,0
Час роботи автомобіля на лінії	Тл, час	8,0	8,0	8,0	8,0
Кількість днів роботи в році	ДРГ, дн	305,0	305,0	305,0	305,0
Кількість нових автомобілів	Ан, %	15,0	20,0	30,0	20,0
Кількість авто після капітального рем.	Акр, %	85,0	80,0	70,0	80,0
Пробіг нових з початку експлуатації в долях від пробігу до капремонту	$L_{ср. н}$	0,24-0,50	0,51-0,751	до 0,250	до 0,250
Середній пробіг автомобіля з початку експлуатації в долях від пробігу до кап. ремонту	$L_{ср. кр}$	1,250-1,50	1,250-1,50	1,50-1,750	1,06-1,205
Категорія умов експлуатації	КУЕ	2,0	2,0	3,0	3,0

Враховуючи прийняті значення, отримуємо:

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

Пробіг до ТО – 2, $L2$, :

$$L2 = L2н \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3, \quad (1.16)$$

Підставивши дані, отримаємо:

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

Пробіг до КР, L_K , :

$$L_K = [(L_{KH} \cdot A_H + 0,8 \cdot L_{KH} \cdot A_{KR}) / A_{СП}] \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.17)$$

Підставивши вираз (1.17), отримуємо:

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

Корегування пробігів:

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

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

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

Кількість ТО, ПР і ЩО на 1 автомобіль за цикл:

$$N_K = L_{Ц} / L_K; \quad (1.18)$$

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

$$N_2 = (L_K / L_2) - N_K, \quad (1.19)$$

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

$$N_1 = (L_K / L_1) - (N_K + N_2), \quad (1.20)$$

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

$$N_{ЩО} = L_K / l_{СС}, \quad (1.21)$$

$$N_{ЩО} = 183600 / 150 = 1224.$$

Коеф. переходу від циклу до року, :

$$K_{Г} = L_{Г} / L_K \quad (1.8)$$

Річний пробіг, $L_Г$, :

$$L_{Г} = ДРГ \cdot l_{СС} \cdot \alpha_{Г}, \quad (1.22)$$

Коефіцієнт технічної готовності:

$$\alpha_{Г} = Д_{ЕЦ} / (Д_{ЕЦ} + Д_{РЦ}), \quad (1.23)$$

Дні експлуатації за цикл:

$$Дэц = L_k / l_{сс}, \quad (1.24)$$

$$Дэц = 183600 / 150 = 1224 \text{ дня.}$$

Перебування автомобіля в ТО, ПР та КР за цикл:

$$Дрц = (Д_k + Д_{то, тр} \cdot L_k \cdot K4') / 1000, \quad (1.25)$$

Коефіцієнт коректування:

$$K4' = (K4'_н \cdot A_n + K4'_{кр} \cdot A_{кр}) / A_{сп}, \quad (1.26)$$

$$K4' = (0,7 \cdot 8 + 1,3 \cdot 45) / 53 = 1,21.$$

Кількість днів перебування в ТО і ПР за цикл:

$$Дрц = (22 + 0,55 \cdot 183600 \cdot 1,21) / 1000 = 144 \text{ дня.}$$

Визначуваний коефіцієнт

$$\alpha_T = 1224 / (1224 + 144) = 0,89.$$

Річний пробіг:

$$L_{г} = 254 \cdot 0,89 \cdot 150 = 33909 \text{ км.}$$

Коефіцієнт переходу від циклу до року:

$$к_{г} = 33909 / 183600 = 0,185.$$

Число дій на 1 автомобіль за рік, N_i :

$$N_{кр.г} = N_{кр} \cdot к_{г}, \quad (1.27)$$

$$N_{кр.г} = 1 \cdot 0,185 = 0,185.$$

$$N_{1г} = N_1 \cdot к_{г}, \quad (1.28)$$

$$N_{1г} = 51 \cdot 0,185 = 9.$$

$$N_{2г} = N_2 \cdot к_{г}, \quad (1.16)$$

$$N_{2г} = 16 \cdot 0,185 = 3.$$

$$N_{ео.г} = N_{що} \cdot к_{г}, \quad (1.29)$$

$$N_{ео.г} = 1224 \cdot 0,185 = 226.$$

Потрібне число дій на весь парк, $\Sigma N_{iг}$, за рік:

$$\Sigma N_{кр.г} = N_{кр.г} \cdot A_{сп}, \quad (1.30)$$

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

$$\Sigma N_{1г} = N_{1г} \cdot A_{сп}, \quad (1.31)$$

$$\Sigma N_{1г} = 9 \cdot 53 = 477.$$

$$\Sigma N_{2г} = N_{2г} \cdot A_{сп}, \quad (1.32)$$

$$\Sigma N_{2г} = 3 \cdot 53 = 159.$$

$$\Sigma N_{що.г} = N_{що.г} \cdot A_{сп}, \quad (1.33)$$

$$\Sigma N_{ео.г} = 226 \cdot 53 = 11978.$$

Проводимо обрахунок для інших автомобілів: КамАЗ-5320, ЗИЛ-130, КрАЗ-257 (таб. 1.4.).

Таблиця 1.4 – Річний обсяг технічних дій на підприємстві

Показники	МАЗ 500	ЗИЛ 130	КамАЗ 5320	КрАЗ 257
Скоордин. пробіг, км.				
ТО – 1, L1				
ТО – 2, L2	2700,0	2700,0	2380,0	2560,0
КР, Lк	10800,0	10800,0	9520,0	10720,0
річний, L ₂	183600,0	227160,0	172040,0	189120,0
	33909,0	40691,0	47187,0	36982,0
Коефіцієнт технічної готовності, αГ	0,890	0,890	0,910	0,910
Днів експлуатації за цикл, дні	1224,0	1262,0	1012,0	1182,0
Днів простою в ТО, ПР, КР за цикл, дні	144,0	155,0	100,0	123,0

Число дій за рік				
ТО – 1, $\Sigma N_{1Г}$				
ТО – 2 $\Sigma N_{2Г}$	477,0	528,0	990,0	656,0
КР $\Sigma N_{кр.г}$	153,0	192,0	330,0	184,0
ЩО $\Sigma N_{ео.г}$	10,0	9,0	18,0	12,0
	11978,0	10904,0	18282,0	13599,0

1.5 Річний об'єм робіт по ТО, ПР

Роботи обраховують людино-годинах, а трудомісткість корегується у відповідності з роботами.

Трудомісткість ЩО, $t_{щО}$:

$$t_{щО} = t_{щО.н} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (1.34)$$

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

Трудомісткість ТО-1, t_1 :

$$t_1 = t_{1н} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (1.35)$$

Підставивши значення у формулу (1.23), отримаємо трудомісткість ТО – 1

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

Трудомісткість ТО-2, t_2 :

$$t_2 = t_{2н} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (1.36)$$

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

Трудомісткість ПР, $t_{ПР}$:

$$t_{ПР} = t_{ПР.н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.37)$$

Коефіцієнт питомої трудомісткості ПР, :

$$K_4 = (K_{4н} \cdot A_n + K_{4кр} \cdot A_{кр}) / A_{сп}, \quad (1.38)$$

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

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

Річний об'єм робіт по ЩО:

$$\Sigma T_{щО.г} = \Sigma N_{щО.г} \cdot t_{щО}, \quad (1.39)$$

$$\Sigma T_{\text{щ.г}} = 11978 \cdot 0,345 = 4132 \text{ люд. -год.}$$

Річний об'єм робіт по ТО-1:

$$\Sigma T_{1г} = \Sigma N_{1г} \cdot t_1, \quad (1.40)$$

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

Річний об'єм робіт по ТО-2:

$$\Sigma T_{2г} = \Sigma N_{2г} \cdot t_2, \quad (1.41)$$

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

Річний об'єм робіт по ПР:

$$\Sigma T_{\text{тр.г}} = L_{г} \cdot A_{\text{сп}} \cdot t_{\text{тр}} / 1000, \quad (1.42)$$

$$\Sigma T_{\text{тр.г}} = 33909 \cdot 53 \cdot 9,79 / 1000 = 17594 \text{ люд. -год.}$$

Для автомобілів КамАЗ – 5320, ЗИЛ – 130, КраЗ-257 розрахунки проводимо по тій ж самій процедурі. Всі обрахунки розміщуємо у таб. 1.5.

Робіт по самообслуговуванню беруться в певних процентний співвідношеннях сумарної трудомісткості робіт по ТО і ремонту.

Річний об'єм робіт по самообслуговуванню підприємства беремо 11,74% від загального річного об'єму робіт по ТО і ПР:

$$T_{\text{сам}} = (\Sigma T_{\text{щ.г}} + \Sigma T_{1г} + \Sigma T_{2г} + \Sigma T_{\text{тр.г}}) \cdot (11,74/100), \quad (1.43)$$

де $\Sigma T_{\text{щ.г}}$; $\Sigma T_{1г}$; $\Sigma T_{2г}$, $\Sigma T_{\text{тр.г}}$ – сумарні річні об'єми технічних дій по всьому підприємству, чол.-год.

$$T_{\text{сам}} = (31355 + 11129 + 14606 + 82909) \cdot (11,74/100) = 16436 \text{ люд.-год.}$$

Таблиця 1.5 – Річний об'єм робіт по ЩО, ТО, та ПР

Показники	МАЗ-500	ЗИЛ-130	КамАЗ	КРАЗ-257	Загальн.
Трудомісткість, люд. –год					
ЩО, $t_{\text{щ}}$	0,3450	0,30	0,480	1,080	2,2050
ТО – 1, t_1	3,910	3,410	2,530	7,560	17,410
	15,870	13,20	10,470	33,120	72,660

ТО – 2, t_2 ПР, $t_{mp}/1000$ км.	9,790	5,890	6,100	15,970	37,750
Річний об'єм технічних дій, люд. – год.					
ЩО, $\Sigma T_{щ.г}$	41320	37610	87750	146870	313550
ТО – 1, $\Sigma T_{1г}$	18650	18000	25050	49590	111290
ТО – 2, $\Sigma T_{2г}$	25230	25340	34550	60940	146060
ПР, $\Sigma T_{тр.г}$	175940	115040	189660	348450	829090
Річний об'єм, $T_{сам}$, люд. – год	164360				

1.6 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Потрібна кількість робочих, $P_{я}$, :

$$P_{я} = T_2 / \Phi_M, \quad (1.44)$$

Річний об'єм робіт, T_2 , :

$$T_2 = \Sigma T_{eo.2} + \Sigma T_{1г} + \Sigma T_{2г} + \Sigma T_{тр.г} + T_{сам}, \quad (1.45)$$

$$T_2 = 31355 + 11129 + 14606 + 82909 + 16436 = 156435 \text{ люд.-год.}$$

Фонд часу робочого місця :

$$\Phi_M = (D_{кр} - D_{в} - D_{пр}) \cdot 7 - D_{ин} \cdot 6, \quad (1.46)$$

$$\Phi_M = (365 - 104 - 8) \cdot 7 - 10 \cdot 6 = 1711 \text{ год.}, P_{я} = 156435 / 1711 = 91 \text{ чоловік.}$$

Штатна кількість виробничих робочих:

$$P_{ш} = T_{г} / \Phi_{г}, \quad (1.47)$$

Фонд часу штатного працівника:

$$\Phi_{г} = \Phi_M - (D_{отп} + D_{уп}) \cdot 7, \quad (1.48)$$

$$\Phi_{г} = 1711 - (24 + 17) \cdot 7 = 1424 \text{ год.}, P_{ш} = 156435 / 1424 = 110 \text{ чол.}$$

Число допоміжних робочих:

$$P_{доп} = \Pi_1 \cdot P_{ш}, \quad (1.49)$$

$$P_{доп} = 0,3 \cdot 110 = 33 \text{ чол.}$$

Число інженерно-технічних працівників:

$$P_{\text{ітр}} = P_2 \cdot (P_{\text{ш}} + P_{\text{всп}}), \quad (1.50)$$

$$P_{\text{ітр}} = 0,1 \cdot (110 + 33) = 14 \text{ чол.}$$

Кількість службовців:

$$P_{\text{сл}} = P_3 \cdot (P_{\text{ш}} + P_{\text{доп}}), \quad (1.51)$$

$$P_{\text{мол}} = P_4 \cdot (P_{\text{ш}} + P_{\text{доп}}), \quad (1.52)$$

де P_3, P_4 – відсоток службовців і МСП, відповідно - $P_3 = 0,06, P_4 = 0,03$.

Отримаємо:

$$P_{\text{сл}} = 0,06 \cdot (110 + 33) = 9 \text{ чол.}, P_{\text{мол}} = 0,03 \cdot (110 + 33) = 4 \text{ чол.}$$

Кількість робочих і службовців:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{ш}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{ітр}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{мол}}, \quad (1.53)$$

$$P_{\text{заг}} = 110 + 33 + 14 + 9 + 4 = 170 \text{ чол.}$$

1.7 Кількість постів ТО і ПР

Кількість постів ТО-1 :

$$X_1 = (\tau_1 \cdot K_{\text{н}}) / (R_1 \cdot K_{\text{вик}}), \quad (1.54)$$

Такт поста ТО-1:

$$\tau_1 = (60 \cdot t_1 / P_{\text{п}}) + t_{\text{п}}, \quad (1.55)$$

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

Середній інтервал часу виходу із зони ТО-1:

$$R_1 = (60 \cdot T_{\text{см}} \cdot c) / N_{1\text{сут}}, \quad (1.56)$$

Добова виробнича програма:

$$N_{1\text{сут}} = \Sigma N_{I_2} / ДРГ, \quad (1.57)$$

$$N_{1\text{сут}} = 477 / 300 = 2.$$

$$R_1 = (60 \cdot 8 \cdot 1) / 2 = 240 \text{ хв.}$$

Кількість постів ТО-1:

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

Кількість постів ТО-2:

$$X_2 = (\tau_2 \cdot K_n) / (R_2 \cdot K_{\text{вик}}), \quad (1.58)$$

Такт поста ТО-2:

$$\tau_2 = (60 \cdot t_2 / P_n) + t_n, \quad (1.59)$$

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

Середній інтервал часу виходу а із зони ТО-2:

$$R_2 = (60 \cdot T_{\text{см}} \cdot c) / N_{2\text{сут}}, \quad (1.60)$$

Добова виробнича програма:

$$N_{2\text{сут}} = \Sigma N_{2z} / \text{ДРГ}, \quad (1.61)$$

$$N_{2\text{сут}} = 153 / 254 = 0,6.$$

Ритм виробництва:

$$R_2 = (60 \cdot 8 \cdot 1) / 0,6 = 800 \text{ хв.}$$

Кількість постів ТО-2 (вираз 1.58) - $X_2 = (320 \cdot 1,09) / (800 \cdot 0,93) = 1.$

Кількість постів ПР:

$$X_{\text{ТР}} = (\Sigma T_{\text{тр.з}} \cdot K_n) / (\text{ДРГ} \cdot K_{\text{вик}} \cdot T_{\text{см}} \cdot c \cdot P_n), \quad (1.62)$$

Приймаємо - $K_n = 1,12$; $K_{\text{вик}} = 0,98$; $T_{\text{см}} = 8 \text{ год.}$, $P_n = 2 \text{ чол.}$

Кількість постів ПР (вираз 1.62):

$$X_{\text{ТР}} = (17594 \cdot 1,12) / (254 \cdot 0,98 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2) = 5 \text{ постів.}$$

Кількість постів ЩО:

$$X_{\text{ЩО}} = (\tau_{\text{щО}} \cdot K_n) / (R_{\text{щО}} \cdot K_{\text{вик}}), \quad (1.63)$$

Приймаємо - $K_n = 1,15$, $K_{\text{вик}} = 0,98$.

Такт поста ЕО, $\tau_{\text{щО}}$, хв., визначається по формулі [1]

$$\tau_{\text{щО}} = (60 \cdot t_{\text{щО}} / P_n) + t_n, \quad (1.64)$$

Приймаємо - $P_n = 2 \text{ чол.}$, $t_n = 1 \dots 3 \text{ хв.}$

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

Середній інтервал часу виходу автомобілів із зони ЩО:

$$R_{\text{щО}} = (60 \cdot T_{\text{см}} \cdot c) / N_{\text{щО.сут}}, \quad (1.65)$$

Виробнича програма:

$$N_{\text{щО.сут}} = \Sigma N_{\text{щО.г}} / \text{ДРГ}, \quad (1.66)$$

$$N_{\text{щО.сут}} = 11978 / 254 = 47.$$

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

Кількість постів ЩО згідно залежностей - $X_{\text{щО}} = (11 \cdot 1,15) / (10 \cdot 0,98) = 1.$

Також робимо розрахунок інших авто: КамАЗ35320, ЗИЛ130, КрАЗ-257.

Отримані числові значення подаємо у вигляді табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Розрахунок кількості постів ЩО, ТО і ПР

Показники	МАЗ-500	ЗИЛ-130	КамАЗ	КрАЗ-257
Такт лінії періодичної дії, $\tau_{\text{щО}}$, хв.	11	10	15,4	22,7
Добова виробнича програма, $N_{\text{щО.сут}}$, обл.	47	43	72	53,5
Ритм виробництва, $R_{\text{щО}}$, хв.	10	11	7	8,97
Кількість ліній періодичної дії, $X_{\text{щО}}$, пост.	1,0	1,0	3,0	3,0
Такт поста ТО – 1, τ_1 , хв.	120	137,4	78	230
Добова виробнича програма, $N_{1\text{сут}}$, обл.	2,0	2,10	3,20	2,60
Ритм виробництва зони ТО – 1, R_1 , хв.	240	229	132	185
Кількість постів ТО – 1, X_1 , пост	1,00	1,00	1,00	2,00
Такт поста ТО – 2, τ_2 , хв.	320	529	210	996
Добова виробнича програма, $N_{2\text{сут}}$, обл.	0,60	0,80	1,10	0,720
Ритм виробництва зони ТО – 2, R_2 , хв.	800	600,0	390,0	667,0
Кількість постів ТО – 2, X_2 , пост.	1,00	1,00	1,00	1,00

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Форма організації виробничого процесу

Раціональна організація виробництва повинна включати в себе не тільки мінімальний час простою автомобіля, а й максимально можливу зайнятість. Співробітники під час зміни. Тому на кожному робочому місці, в залежності від обсягу і характеру виконуваних робіт, має бути така велика кількість працівників, в якій у кожного є необхідний фронт роботи і відповідне навантаження. через мопса змін.

Кількість робочих місць:

$$m = \frac{N \cdot T_{\text{шт.к}}}{F_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{н.о}}}, \quad (2.1)$$

$$T_{\text{р.ТО-2}} = 11129 \text{ чол-год.}$$

Річний фонд часу роботи обладнання яке не залежить від типу виробництва:

$$\Phi_{\text{д}} = [(T_{\text{к.д}} - T_{\text{в.д}} - T_{\text{с.д}}) \cdot t' - T_{\text{пр.д}} \cdot t''] \cdot S_c \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (2.2)$$

Приймаємо $B = 10\%$.

$$\Phi_{\text{д}} = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 10 \cdot 7] \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1744 \text{ год.}$$

Нормативний коеф. завантаження $\eta_{\text{н.о}} = 0,8$.

Тоді,

$$m = \frac{11129}{1744 \cdot 0,8} = 8.$$

Приймаємо 8 робочих місць в зоні ТО – 2.

Добовий обсяг, $N_{\text{доб}}$, :

$$N_{\text{д}} = \frac{N}{D_{\text{р}}}, \quad (2.3)$$

Вибираємо $N = 859$, $D_{\text{р}} = 251$ днів.

$$N_{\text{д}} = \frac{859}{251} = 3,42 \approx 3 \text{ авт.}$$

Добову продуктивність лінії, Q , од.:

$$Q = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{сп}}} \cdot \eta_{\text{з.о}}, \quad (2.4)$$

Беремо $F_{\text{доб}} = 476$ хв.

Сер.трудом. осн. опер.:

$$T_{\text{сп}} = \frac{T_{\text{ш.к}}}{n_0}, \quad (2.5)$$

Беремо $T_{\text{ш.к}} = 12,95570$, $n_0 = 13$.

$$T_{\text{сп}} = \frac{12,9557}{13} = 0,997 \approx 1 \text{ чол.-год.}$$

Добова продуктивність лінії (залежність 2.4):

$$Q = \frac{476}{60 \cdot 1} \cdot 0,8 = 6,35 \approx 6 \text{ авт.}$$

Робочі пости в зоні:

$$X_n^{\text{мо}} = \frac{T_n}{D_{\text{роб.тр}}^p n_3^{\text{об}} t_3^{\text{об}} P \varphi_n^{\text{об}}}, \quad (2.6)$$

$$X_n^{\text{мо}} = \frac{11129}{251 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,95} = 2,92 \approx 3 \text{ поста.}$$

Приймаємо 3 пости в зоні ТО – 2.

2.2 Технологічний процес ТОА

Дотримання періодичності і якісне виконання технічного обслуговування у встановленому об'ємі забезпечують постійну технічну готовність автомобіля і знижують потребу в ремонті.

Існуюча система і періодичність автомобіля, дає можливість усунути ряд несправностей або їх причини ТО – 2.

Разом з тим відомо, що поява несправностей, що спричиняють за собою відмову в роботі автомобіля, явище випадкового характеру, і в значному числі

випадків розбирання вузлів і агрегатів автомобіля для здійснення контрольних операцій не дає бажаного ефекту.

Входять контрольнодіагностичні, кріпильні, змащувальні, регулювальні, електротехнічні та інший спектр робіт, які проводять з чи без розбирання окремих вузлів з автомобіля. Коли є сумнів в повній справності окремого вузла, то його слід зняти з автомобіля для перевірки на спеціальному приладі або стенді.

Основним призначенням другого обслуговування є зниження інтенсивності зносу деталей, попередження та виявлення несправностей шляхом своєчасного виконання різних робіт, які розглядалися вище.

Загальний огляд автомобіля. Оглянути та перевірити в якому стані кабіна водія, салону, сидінь, скла і забарвлення. Перевірити справність механізмів дверей, стіклопідйомника, кріплення сидінь пасажирів, кріплення стійкий і поручнів, дія склоочисників, пристрій для обмивання вітрового скла, стан дзеркал і їх кріплення.

Охолодження, змащення, двигун. Проконтролювати опори ДВЗ та герметичність системи охолодження і пускового підігрівача, кріплення розширювального бачка системи охолодження. При потребі відрегулювати натягнення приводних пасів (рис.2.1). Оглянути піддон картера двигуна. Перевірити кріплення корпусів повнопотокових масляних фільтрів до блоку циліндрів двигуна.

Для надійної роботи двигуна необхідно обслужити роботу повітряного фільтру, а також приділяти постійну увагу до стану його деталей, прокладок особливо ущільнювачів і паперового елемента, що фільтрує.

При діагностуванні двигуна в цілому перевіряють такі параметри: ефективну потужність двигуна, тиск масла, питому витрату палива, вміст окису вуглецю у відпрацьованих газах, димність у відпрацьованих газах дизелів.

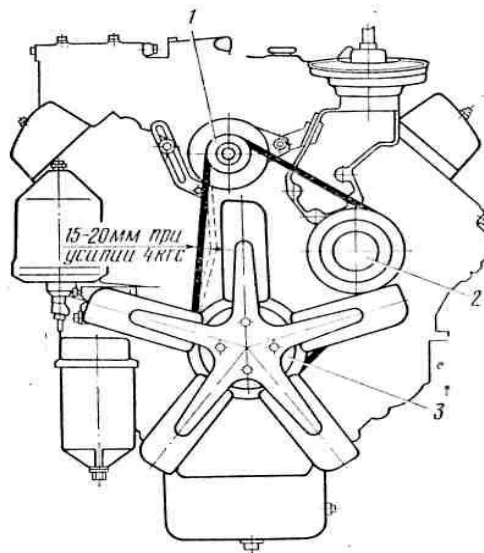


Рисунок 2.1 – Перевірка натягнення приводних пасів:

1 – шків генератора; 2 – шків насоса; 3 – шків колінчастого валу

Найбільш поширений метод діагностування кривошипний-шатунного механізму по шумах і вібрації, по компресії, витоки газів в картер двигуна, ступені димлення тощо.

Шум в працюючому двигуні виникає унаслідок стукотів корінних і шатунових підшипників, поршневих пальців, поршнів, коливань розподільного валу і ін.

Приблизно визначити шуми і стукоти в двигуні можна за допомогою стетоскопа. Стукоти корінних підшипників прослуховуються в площині роз'єму картера, а шатунових – на стінках блоку циліндрів (рисунок 2.2). Наявність стуків вказує на підвищений зазор в зчленуваннях поверхонь механізмів.

Система охолодження і опалювання здійснюється шляхом опресовування заповненої системи охолодження за допомогою спеціального пристосування. Пристосування встановлюється на заливну трубу розширювального бачка замість пробки. Тиск опресовування 0.06МПа. Якщо тиск падає поволі, то це означає, що герметичність системи в межах норми.

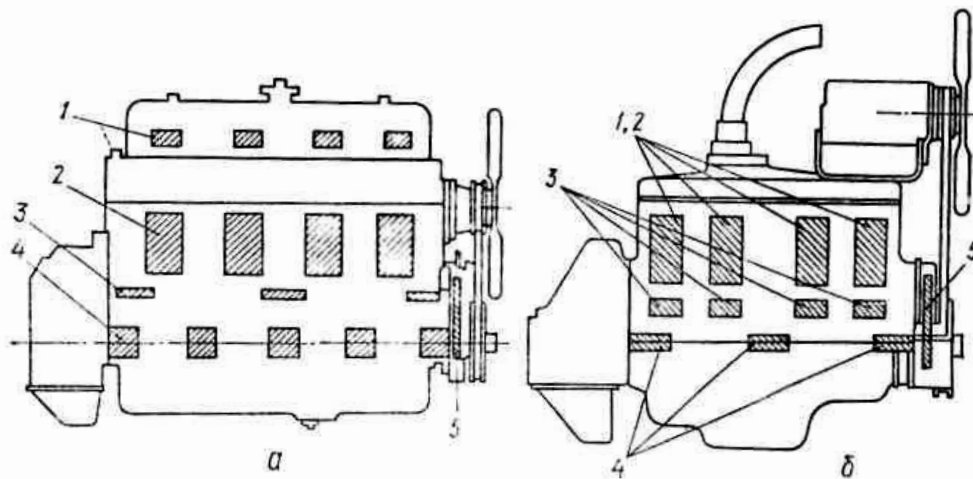


Рисунок 2.2 – Верхні і нижні позиції контролю: 1 – зона клапанів; 2 – зона поршнів; 3 – зона штовхачів; 4 – підшипники; 5 – розподільні шестерні.

Зчеплення. Проконтролювати положення картера зчеплення до картера маховика, при необхідності підтягти болти. Перевірити кріплення пневматичного підсилювача приводу зчеплення, при необхідності підтягти болти кріплення. Перевірити герметичність гідравлічного приводу зчеплення, при необхідності усунути підтікання і прокачати гідравлічний привід зчеплення. Перевірити вільний та повний хід педалі (рис. 2.3) та хід важеля виключення зчеплення, при необхідності відрегулювати зчеплення із зняттям з автомобіля і усунути несправності (рис. 2.4).

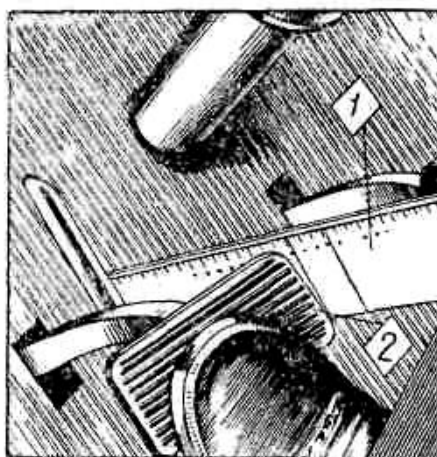


Рисунок – 2.3 Перевірка свободного ходу педалі зчеплення:
1 – лінійка; 2 – педаль зчеплення

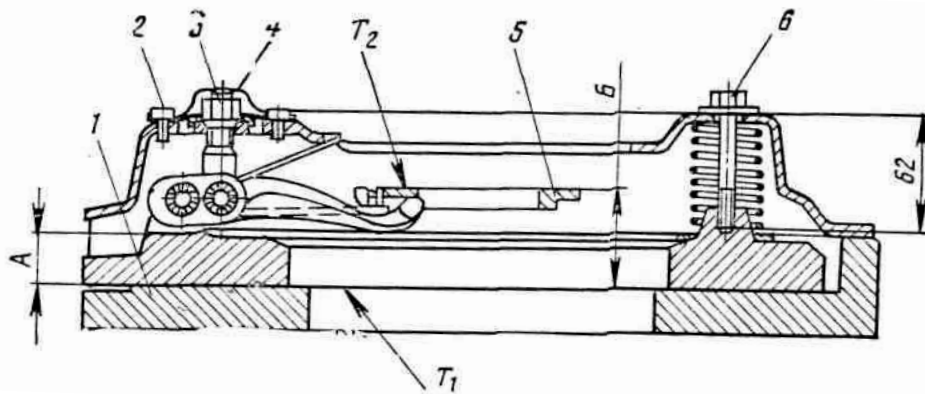


Рисунок 2.4 – Диск нажимний в зборі з кожухом на контрольній плиті

1 – контрольна підставка; 2 – болт; 3 – регулювальна гайка; 4 – стопорна пластина; 5 – напологливе кільце; 6 – стяжний болт

Коробка передач (роздаточна коробка). Несправності коробок передач характеризуються наступними ознаками: підвищений шум при роботі і перемиканні, самовиключення передач, надмірний нагрів коробки, вібрація і ін.

По ГМП виконують наступні роботи: перевіряють гідромеханічну передачу, дивляться за рівнем мастила і вимірюють його тиск при режимах руху, контролюють зазори в механізмі, визначають моменти автоматичного перемикавання передач, перевіряють блокування гідротрансформатора, вимірюють температуру масла.

Догляд за роздаточною коробкою полягає в зміні масла при кожному ТО-2, а також в періодичній перевірці рівня масла після кожних 1500—2000 км. пробігу (через отвір наливної горловини, розташованої на лівій стороні переднього картера роздаточної коробки).

Карданна передача. Основне завдання – забезпечення її роботи без вібрації і ривків (рис. 2.5). Вали не повинні мати жодних дефектів.

Діагностування карданної передачі полягає у визначенні биття карданного валу, зносу шарнірів і шліцьових з'єднань. Биття карданного валу можна визначити за допомогою спеціального приладу (рисунок 2.6).

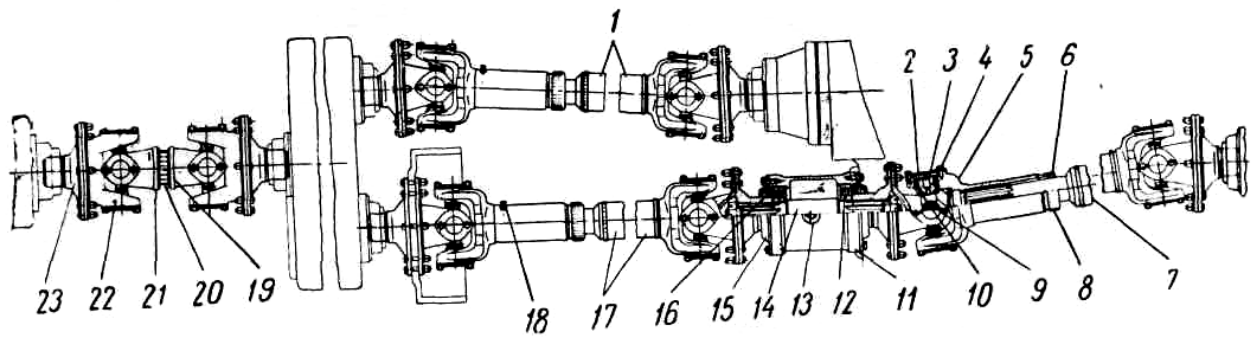


Рисунок 2.5 – Карданна передача

1 – карданний вал середнього моста; 2 – кришка підшипника; 3 – хрестовина; 4 – голчатий підшипник; 5, 19 – ковзаючі вилки; 6, 10, 16 – сальники; 7 – карданний вал заднього моста; 9 – стопорна пластина; 11 – кронштейн проміжної опори; 12 – підшипник опори; 13 – сапун; 14 – вал проміжної опори; 15 – кришка проміжної опори; 17 – проміжний карданний вал заднього моста; 18 – масельничка; 20 – шліцьовий кінець валу; 21 – основний проміжний карданний вал; 22 – фланець-вилка; 23 – фланець

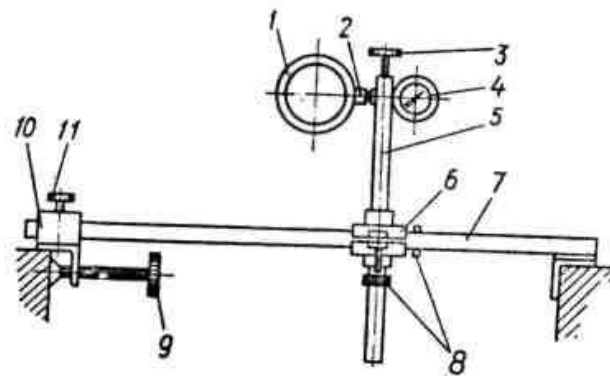


Рисунок 2.6 – Прилад для перевірки биття карданних валів

1 – карданний вал; 2 – наконечник індикатора; 3 – гвинт; 4 – індикатор; 5 – штанга; 6 – хрестовина; 7 – штанга горизонтальна; 8 – гвинт; 9 – гвинт розпір; 10 – опора; 11 – гвинт

Допустиме значення биття для вантажних автомобілів не більш 0,9 мм, для легкових не більш 0,6 мм.

Особливу увагу при обслуговуванні карданних передач приділяють перевірці кріпильних з'єднань. Затягування кожного болта повинен бути в межах $80 \dots 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Ходова частина. Вона сприймає ударні навантаження і схильна до вібрації. В результаті міняються установочні кути коліс, погіршується їх стабілізація, що утрудняє управління автомобілем. При ТО ходовій частині виконують роботи по догляду за кузовом, підвіскою, переднім мостом, шинами і колесами.

При ТО перевірки ходової частини перевіряють також взаємне положення мостів за допомогою спеціального стенду.

Телескопічні амортизатори не вимагають спеціального регулювання. Обслуговування їх полягає в перевірці герметичності і кріплення на автомобілі. Технічне обслуговування інших елементів підвіски зводиться до перевірки кріплення і при необхідності натяжки гайок ресор, стяжних болтів, перевірки на герметичність пневматичних ресор.

Передній міст і рульове управління. Для рульового управління характерні наступні несправності: зношуються пари, складові рульового валу і валу

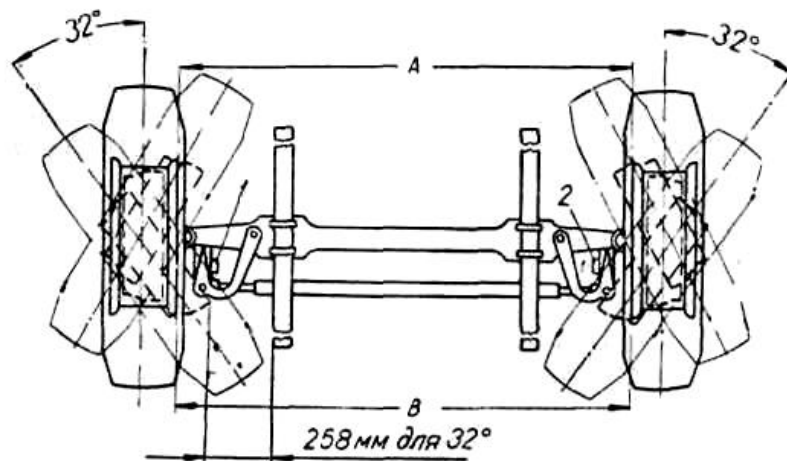


Рисунок 2.7 – Установка коліс передньої підвіски

A – відстань між болтами коліс спереду; B – відстань між болтами коліс ззаду; упорні болти (1, 2).

рульової сошки; ослаблюється кріплення колонки картера; деформується – зміщується рульова тяга; підзаїдають складові; внаслідок порушення герметичності, тиск стає неконтрольованим.

Основне завдання ТО рульового управління – забезпечення мінімальних зношень деталей, підтримка легкості і зручності управління автомобілем.

Гальмівна система. При загальному діагностуванні визначають гальмівний шлях, уповільнення і розподіл зусилля між гальмівними механізмами.

Стан гальмівних систем оцінюється методами дорожніх і стендових випробувань.

Силовий спосіб діагностування гальм, при стендових випробуваннях, полягає в безпосередньому вимірюванні сил на усіх складових при статичному стані коліс. Отримані результати не точні бо відтворюється умова процесу. У другому випадку гальмівну силу колеса, приведеного в обертання, вимірюють, загальмувавши їх. Силовий спосіб в динаміці нині широко поширений.

Діагностування на спеціальних стендах може здійснюватися інерційним або силовим способом вимірювання показників ефективності гальм.

Як приклад на рисунку 2.8 показаний один із стендів для діагностування гальм.

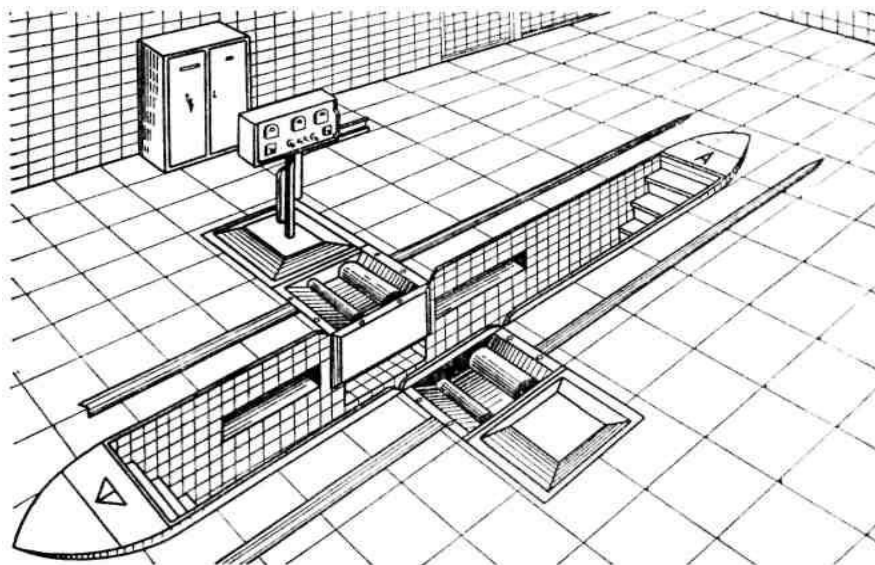


Рисунок 2.8 – Стенд для діагностування автомобілів

При ТО-2 гальмівні крани слід зняти, очистити, промити гасом і перевірити на герметичність.. Запобіжний клапан регулюють, так, щоб він відкривався при тиску в системі 0,9 МПа. Також виконують також багато інших робіт: перевіряють кріплення ємкостей і гальмівних кранів, працездатності системи приводу ручного гальма, герметичність системи і її елементів, підтягають кріпильні з'єднання, регулюють ручне гальмо і перевіряють запасну і допоміжну систему гальм автобусів.

Всі ці операції виконуються при необхідності і залежать від моделі авто.

Електроустаткування. Перевірити без демонтажу стан генератора, регулятора напруги, акумулятора батарей, ізоляцію електропроводів. Перевірити при необхідності закріпити генератор, стартер. Перевірити кріплення проводів до виводів стартера. Очистити акумуляторні батареї від бруду, прочистити та змастити затиски і перемички.

Перевірити колодки і чохла наконечників проводів і датчиків. Перевірити роботу комбінованого світла, контрольних ламп, систем аварійної сигналізації тиску повітря в контурах гальмівних систем і звукової сигналізації. Перевірити дію фар (рисунок 2.9). Перевірити дію освітлення салону, почистити плафони освітлювальних ліхтарів салону

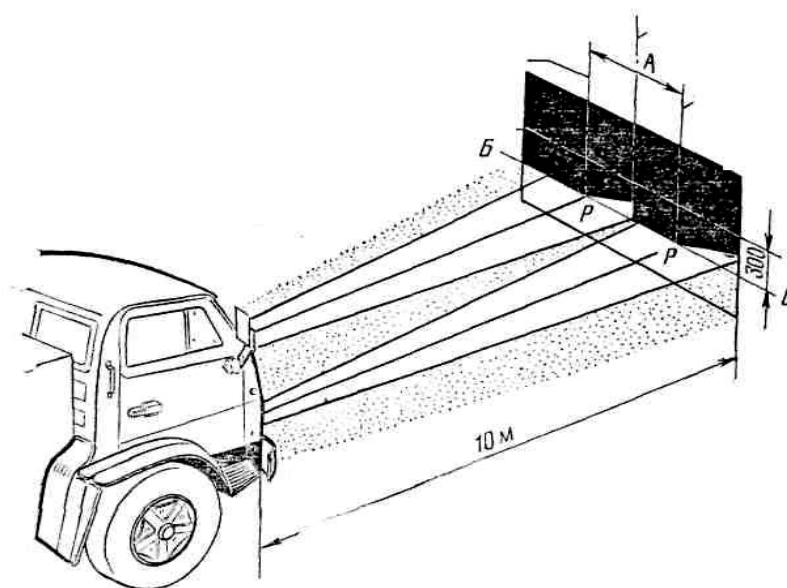


Рисунок 2.9 – Розмітка екрану світлового потоку зовнішніх освітлювальних приладів

ТП ТО-2

№ Операції	Найменування операції	Обладнання та інструмент	Технічні вимоги	Спец. та розряд виконавця	Штучно-калькул. час, люд.-год.
1	Виконання контрольних регулювальних та робіт кріплення ходової частини та рульового управління	Повітряно-розподільна колонка Набір ключів Канавний підйомник	Тиск 0,05 МПа ГОСТ 289-91 Q = 50 кН	Слюсар 4-го розряду	0,3
2	Виконання контрольних, регулювальних та робіт кріплення гальмової системи	Ключі 7811-0149, С1-9 Набір головок	ГОСТ 289-91 ГОСТ 8581-75 Тиск в системі 0,7 МПа	Слюсар 4-го розряду	0,5
3	Виконання контрольних, регулювальних та робіт кріплення по двигуну	Динамометричний ключ Щуп	Порядок роботи циліндрів 1-5-4-2-6-3-7-8	Слюсар 4-го розряду	1,0
4	Виконання контрольних, регулювальних та робіт кріплення по електрообладнанню	Ареометр Загрузочна вилка Візок електрика	Густина 1,26 г/см ³ Температура 25°С	Слюсар 4-го розряду	0,45
5	Виконання контрольних, мастильних та заправочних робіт по автомобілю	Візок мастильника Солідолонагнігач	Рівень по верхньому позначенню щупа	Слюсар 4-го розряду	0,50
6	Звільнення постів від автомобілів			Водій	0,10
7	Перевірити після обслуговування роботу агрегатів та систем автомобілів на бігових барабанах	Стенд бігових барабанів	N _{дв} = 7 кВт N _{дв} = 93 кВт M _{max} = 400 Н м	Слюсар 4-го розряду	0,30

2.3 Розрахунок кількості обладнання в зоні

Технологічне устаткування обираємо згідно вимог.

Кількість устаткування:

$$X_o = \frac{T_p}{\Phi_{e.o}}, \quad (2.1)$$

Зона ТО – 2 складає 11129 люд – год. Обсяг обслуговування складається з різноманітних операцій:

$$T_{\text{діагн.}} = 11129 \cdot 0,4 = 4452 \text{ люд. – год.}$$

$$T_{\text{під. тран.}} = 11129 \cdot 0,2 = 2226 \text{ люд. – год.}$$

$$T_{\text{рег}} = 11129 \cdot 0,3 = 3339 \text{ люд. – год.}$$

$$T_{\text{зап.}} = 11129 \cdot 0,1 = 1113 \text{ люд. – год.}$$

$$X_{\text{біз.бар.}} = \frac{4452}{2025} = 2,2.$$

Беремо 2 стенди .

Потрібні підйомники:

$$X_{\text{під.}} = \frac{2226}{2025} = 1,1.$$

Електрогайковерти та набори затребуваного інструменту:

$$X_{\text{рег}} = \frac{3339}{2025} = 1,65.$$

Кількість устаткування зони ТО подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Відомість устаткування зони ТО-2 вантажних автомобілів

№ п/п	Найменування устаткування	Кількість	Габарити, мм	Займана площа, м ²		Потужність, кВт
				Одиниця	Всього	
1	Верстат точно-шліфувальний двосторонній	1	1000,0×655	0,6550	0,655	4,60
2	Верстат вертикально-свердловальний	1	950×650,0	0,620	0,620	3,100

3	Шафа для інструменту та приладів	3.	1000×520,0	0,520	1,560	
4	Ящик для відходів	2	407×320,0	0,150	0,30	
5	Верстак слюсарний	2	1520×780,0	1,20	2,400	
6.	Підставка під прилади	1	820×520,	0,430	0,403	
7	Колонка повітряно-розподільна автоматична	1	505x385,0	0,200	0,200	0,50
10.	Підйомник гідравлічний	2	350×500,0	0,180	0,370	3,1
11	Візок для коліс	2.	900×800,0	0,720	1,440	
12	Стенд для регулювання передніх коліс	2.	600x500,0	0,3100	0,600	
13	Пристосування для прокачування системи гальм	1	480×425,0	0,210	0,210	
14	Ванна для промивки фільт	1.	880×450.0	0,400	0,400	
15	Колонка маслорозподільна	1	365×265.0	0,1000	0.100	1,000
РАЗОМ:				+9,300		12,100

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Канавний гідравлічний підйомник

Підйомник (моделі ЦК.ТБ – П 201), застосовується для підняття-вивішування осей автомобіля, має декілька гідравлічних циліндрів, штоки яких діють від спільного приводу (рис. 2.10). За потребою один гідропідйомник може бути блокований. Підйомники можуть пересуватися уздовж канави по направляючим рельсам. Привід може бути - від насосної станції або ручний.

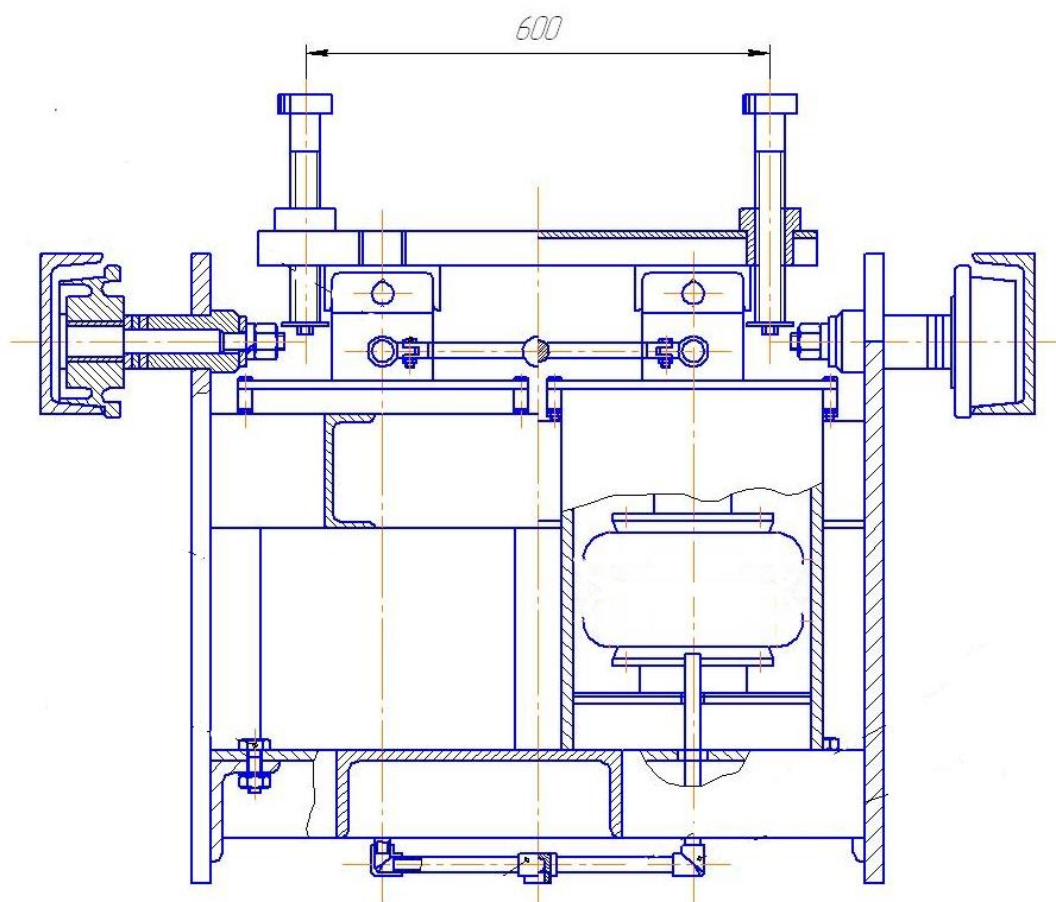


Рисунок 2.10 – Канавний підйомник

3.1.1 Розрахунок гідроприводу

При виконанні робіт слід уявити-запланувати схему роботи та проаналізувати які основні складові мають там бути..

При виористанні гідроциліндра, зусилля на штоці буде:

$$G_a = P_n = pF_n\eta_m 10^6, \quad (3.1)$$

$$p = p_1 - p_2, \quad (3.2)$$

$$p = 20 - 0,5 = 19,5 \text{ МПа.}$$

$$F_n = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.3)$$

Визначимо зусилля на штоці:

Маса осі автомобіля $G = 5000$ кг. Так як підйомник має два гідроциліндри, то вага розподіляється між ними рівномірно.

$$P_n = 50000 / 2 = 25000 \text{ Н.}$$

Діаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4P_n}{\pi p \eta_m 10^6}}, \quad (3.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 25000}{3,14 \cdot 19,5 \cdot 0,9 \cdot 10^6}} = 0,043 \text{ м.}$$

Діаметр поршня з урахуванням діаметра штока:

$$D = \sqrt{\frac{4P_n}{\pi p \eta_m 10^6}} + d^2, \quad (3.5)$$

Беремо $d = 0.03$ м.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 25000}{3,14 \cdot 19,5 \cdot 0,9 \cdot 10^6}} + 0,03^2 = 0,044 \text{ м.}$$

Вибираємо найближній D поршня і штока. Приймаємо $D=50$ мм, $d=30$ мм, хід штоку $S=800$ мм.

Товщина стінки циліндра:

$$\delta = \frac{D_s \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p_p}{[\sigma_p] - p_p} - 1}}{2 \left(1 - \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p_p}{[\sigma_p] - p_p} - 1} \right)}, \text{ м} \quad (3.6)$$

$$\delta = \frac{0,05 \cdot \sqrt{\frac{190+19,5}{190-19,5}} - 1}{2 \left(1 - \sqrt{\frac{190+19,5}{190-19,5}} - 1 \right)} = 0,0229 \text{ м.}$$

Беремо $\delta = 0,023 \text{ м.}$

При прямому з'єднанні швидкість штока дорівнює швидкості витрати рідини ($Q_i \text{ м}^3/\text{с}$) в конкретному циліндрі:

$$Q_i = F_n v_i = \frac{\pi D^2}{4} v_i, \quad (3.7)$$

$$Q_i = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \cdot 0,09 = 0,000177 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Витрата рідини одночасно працюючих циліндрів:

$$Q = \sum_{i=1}^{n_y} Q_i, \quad (3.8)$$

$$Q = 2 \cdot 0,000177 = 0,00034 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Подача насосів, $\text{м}^3/\text{с}$

$$Q_H = \frac{Q}{\eta_o \eta_{cu}} K, \quad (3.9)$$

$$Q_H = \frac{0,00034}{0,9 \cdot 0,56} \cdot 1,02 = 0,00081 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Діаметр каналів розподільника:

$$d_H = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \quad (3.10)$$

$$d_H = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00034}{3,14 \cdot 5}} = 0,009 \text{ м.}$$

Трубопровід:

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_m}}, \quad (3.11)$$

$$d_m = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00036}{3,14 \cdot 3}} = 0,013 \text{ м.}$$

Товщина стінок:

$$\delta = \frac{p_{\text{в}} d_m K}{2\sigma}, \quad (3.12)$$

$$\delta = \frac{20 \cdot 0,013 \cdot 2}{2 \cdot 80} = 0,003 \text{ м.}$$

3.1.2 Обґрунтування розмірів насоса

Продуктивність насоса

$$Q_{\Gamma} = \frac{Q_H}{\eta_v}, \quad (3.13)$$

$$Q_{\Gamma} = \frac{0,00081}{0,8} = 0,00101 \text{ м}^3/\text{с} = 61 \text{ л/хв.}$$

Коли є чітка частота, визначається діаметри при умові, що лінійна швидкість не перевищує 8 м/с.

$$d_0 = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi \cdot n}, \quad (3.14)$$

$$d_0 = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 8}{3,14 \cdot 2000} = 76 \text{ мм}$$

Беремо $d_0 = 80 \text{ мм}$.

$$d_0 = m \cdot z, \quad (3.15)$$

$$d_0 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мм}$$

Ширина шестерні:

$$b = \frac{Q}{2\pi \cdot m^2 \cdot z \cdot n \cdot 10^{-6}}, \quad (3.16)$$

$$b = \frac{61}{2 \cdot 3,14 \cdot 4^2 \cdot 20 \cdot 2000 \cdot 10^{-6}} = 15 \text{ мм}$$

Потужність двигуна для приводу насоса можна вирахувати через роботу, що виконує підйомник, та час, за який треба:

$$N = \frac{Q_n \cdot h \cdot m}{\tau_n \cdot \eta_m}, \quad (3.17)$$

$$N = \frac{61 \cdot 1,2}{45 \cdot 0,8} = 2 \text{ кВт.}$$

3.2 Розрахунок площі зони ТО-2

Площа виробничої зони ТО-2 як правило за призначенням ділять на виробничу, допоміжну і адміністративно-побутову.

Виробнича є тою площею, де проводяться чи здійснюються усі необхідні роботи при обслуговуванні на дільниці.

При виконанні кваліфікаційної роботи обрахуємо виробничу площу побутових приміщень.

Площа зони ТО-2 орієнтування може бути розрахована як аналітичним, так і графічним шляхом.

У першому випадку площа зони ТО-2, F_3 , м²:

$$F_3 = (f_{авт} \cdot n_n + F_{об}) \cdot k_n , \quad (3.18)$$

де $f_{авт}$ – площа проекції авто (горизонтальної), м²;

n_n – розрахункове число постів в зоні;

$F_{об}$ – сумарна площа устаткування, розташованого поза територією, зщо займають пости, м²;

k_n – коеф. розміщення постів і устаткування.

Для зони ТО і ПР в середньому приймаємо $k_n = 4,5$.

Для розрахунку площі зони без устаткування, що знаходиться поза площею постів рівняння 2.5 спрощується і приймає вигляд:

$$F_3 = f_{авт} \cdot n_n \cdot k_n , \quad (3.19)$$

Площу зони ТО-2 приймаємо рівну

$$F_3 = 5,77 \cdot 2,48 \cdot 2 \cdot 4,5 = 64,4 \text{ м}^2.$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Підвищення ефективності згоряння палива в дизельному двигуні

Незважаючи на те, що переважна більшість моделей сучасних транспортно-поршневих двигунів випускаються з традиційним механізмом (кривошипно-шатунним), в області досліджень і діяльності вибірників інтерес до альтернативних механізмів перетворення поршня в обертальний вал відбору потужності не слабшає [22-27 та ін.]. Дослідники намагаються вирішити проблеми зниження механічних втрат в двигуні, поліпшення його масогабаритних показників, зниження навантажень в парах тертя і збільшення ресурсу ДВЗ. Застосування нетрадиційних схем перетворення руху поршня дає можливість у багатьох випадках змінити функціональну залежність між кутом повороту колінчастого вала і зміною робочого об'єму циліндра двигуна [27].

При цьому з технічної термодинаміки відомо, що найбільшою тепловою ефективністю володіє термодинамічний цикл з ізохоричним теплопостачанням. У дизельних моторах реалізувати такий цикл не представляється можливим, так як процес згоряння в дизелі частково відбувається на такті розширення і при згорянні палива виконати константну умову практично неможливо. Застосування альтернативних механізмів перетворення дозволяє зменшити поршньову швидкість поблизу верхньої мертвої точки, аж до його зупинки на якійсь ділянці обертання колінчастого вала.

В якості розрахункової моделі дослідники пропонують використовувати математичну модель поршневого двигуна. Параметри досліджуваного двигуна рекомендовані наступні: рядний 4-циліндровий дизельний двигун з наддувом з робочим об'ємом 4, 7 літра з діаметром циліндра і ходом поршня 110 мм і 125 мм. Стандартний геометричний ступінь стиснення дорівнює 16. Кут випередження уприскування -26° , опір впускної системи 0,9; коефіцієнт опору вихлопної системи 1,1. Коефіцієнт надлишку повітря паливно-повітряної суміші, рівним $\alpha = 1,6$ при швидкостях обертання колінчастого вала 2200 хв^{-1} і максимального крутного моменту 1600 хв^{-1} .

Для моделювання руху поршня запропоновано перетворені рівняння:

$$\begin{aligned}x_{km} &= 1 - \cos \varphi + 0.25 \lambda_k (1 - \cos 2\varphi); \\x'_{km} &= \sin \varphi + 0.5 \lambda_k \sin 2\varphi; \\x_m &= x_{km} B_p - 2(B_p - 1); \\x'_m &= x'_{km} B_p.\end{aligned}\tag{4.1}$$

Для чисельного аналізу була прийнята наступна схема руху поршня. Після досягнення максимального стиску в камері спалювання проводиться розрахунок за зміненими формулами, і перевіряється умова: якщо розрахунковий об'єм $V = \pi D_c^2 S_p \left[\frac{0.25}{(\varepsilon - 1)} + 0.125 x_m \right]$ менше обсягу стиснення V_c , то поточний обсяг береться рівним обсягу камери згоряння $V = V_c$, ходу поршня ($x_m = 2$), а швидкість поршня дорівнює нулю.

Залежно від значення коефіцієнта B_p тривалість проміжку $V = const$ варіюється від 0 при $B_p = 1$ (варіант без зупинки поршня) до 40 при $B_p = 1.178$.

З огляду літератури відомо, що незалежно від значення коефіцієнта B_p , умови стиснення і подача палива циклу g_{cik} залишаються незмінними, як і відносний коефіцієнт використання тепла $dx/d\varphi$. При збільшенні довжини секції $V = const$ збільшуються максимальні значення поточного тиску p в циліндрі і середньої термодинамічної температури T . Наслідком зростання тиску та температури є збільшення коефіцієнта тепловіддачі стінок камери згоряння в місці активної тепловіддачі, що, незважаючи на зменшення поверхні теплообміну протягом більш тривалого періоду роботи поршня, викликає збільшення тепловтрат Q_w в стінках камери згоряння. Відповідно, що на проміжку $V = const$ корисна робота L не виконується.

На рисунку 4.1 наведені розрахункові криві зміни відносної потужності і паливно-економічних параметрів робочого процесу дизеля для двох

характерних точок зовнішньої швидкісної характеристики двигуна: номінальної швидкості обертання колінчастого вала і частоти досягнення максимального крутного моменту.

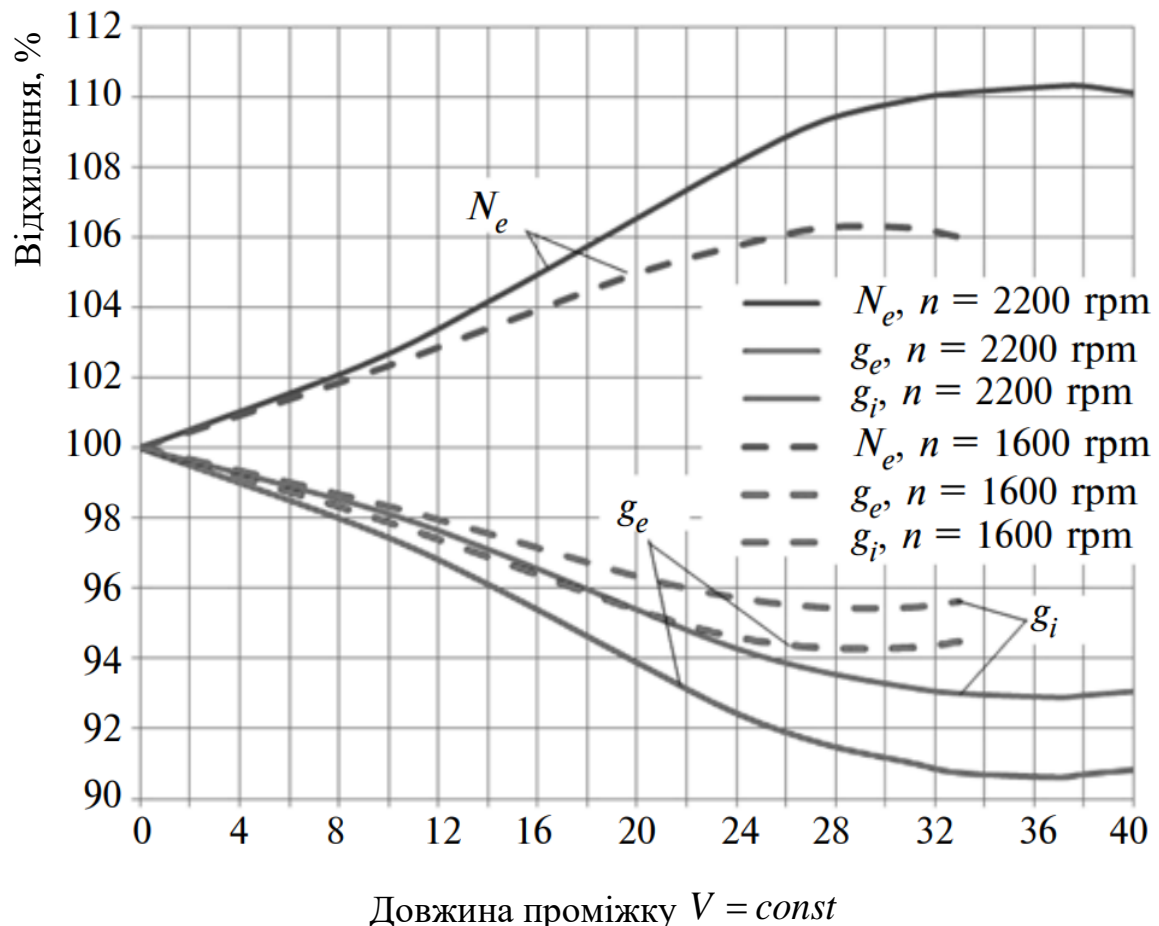


Рисунок 4.1 – Відносні: ефективна потужність N_e , питомий показник g_i і ефективний g_e витрати палива при $n = 2200, 1600 \text{ хв}^{-1}$, $\alpha = 1,6$ проміжку камери згоряння $V = const$.

З результатів випливає, що найбільший ефект на підвищення ефективності робочого процесу досягається при великій швидкості обертання колінчастого вала - приблизно 10,3% збільшення потужності і 9,3% зменшення питомої (ефективної) витрати палива. Цей ефект досягається за рахунок забезпечення режиму $V = const$ на ділянці обертання колінчастого вала. При частоті обертання, що відповідає максимальному крутному моменту, відносний приріст

потужності менший і дорівнює приблизно 6, 2%, в той час як зниження питомої витрати (ефективної) становить 5, 8%. Максимальний ККД досягається при куті $V = const$ близько 27° після найбільшого ступеня стиску.

Відомо, що значення теплового ККД циклу Н. Отто пов'язане з через значення ступеня стиснення: $\eta_{ot} = 1 - \varepsilon^{1-k}$, в той час як для циклу зі змішаним тепlopостачанням Г.В. Трінклера на теплову ефективність впливає як ступінь збільшення $\lambda = p_z / p_c$ тиску, так і ступінь попереднього розширення $\rho = V_z / V_c$. Відповідно,

$$h_{tr} = 1 - \frac{\lambda \rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1} [\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)]}. \quad (4.2)$$

ККД (тепловий) для досліджуваного дизеля (ступінь стиснення $\varepsilon = 16$) за умови $V = const$ по залежності буде $\eta_{ot} = 0.68$.

Враховуючи попередні дослідження, термодинамічна оцінка стану $V = const$, виражена кутом оптимальної тривалості перетину $\Delta\varphi_v$, лежить в межах $27...37$ після ступеня стиску.

Як бачимо, ефективний ККД реального робочого процесу сучасного дизельного двигуна можна підвищити в області високих навантажень на 6...10% за рахунок оптимізації функціональної залежності між кутом повороту вала і зміною робочого об'єму циліндра двигуна.

4.2 Діагностика дизельного паливного обладнання з використанням моделей

Експлуатаційна і ремонтна статистика автомобільних дизельних двигунів показує, що більшість випадків зв'язані з несправностями паливної апаратури. А найперше - плунжерна пара або інжекторний клапан ТНВД.

Ці несправності впливають на роботу дизеля приблизно однаково - змінюють тиск в його камерах згоряння. Тому визначити, яка з несправностей «винна» в погіршенні роботоздатності або виході з ладу, можна обійтися тільки одним

способом - розбираючи і діагностуючи ТНВД. Що в умовах експлуатації - завдання практично нездійсненне.

Для спрощення діагностики ТНВД в літературі автори рекомендують використовувати обхідний шлях: в ТНВД вводиться одна з трьох (плунжерна пара, нагнітальний клапан, плунжерна пара та нагнітальний клапан). Потім цей ТНВД встановлюється на дизель, і коли останній працює на номінальному режимі, фіксується тиск в його камері згоряння. Величина і характер зміни цього тиску можуть служити вихідними даними для визначення несправностей.

На рис.4.2, показані криві зміни тиску в камері згоряння дизеля з несправністю плунжерної пари (1), нагнітального клапана (2) і обох цих елементів конструкції ТНВД (3).

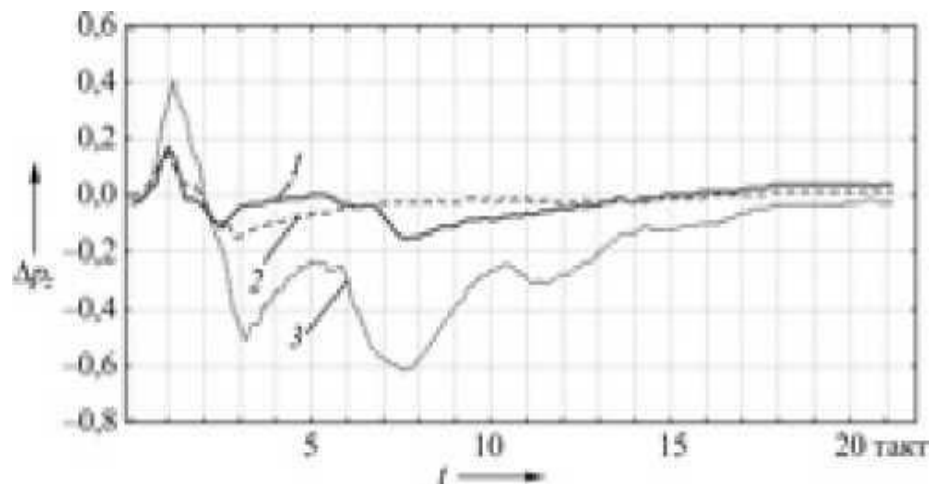


Рисунок 4.2 – Графіки зміни тиску в камері згоряння дизельного двигуна при несправності плунжерної пари ТНВД (1), його нагнітального клапана (2) і «плунжерної пари - нагнітального клапана» (3).

Криві, показані на рис. 4.2, відрізняються один і не повторяють самі себе, тому необхідно побудувати лінійну параметричну модель кожного з вищевказаних процесів. Несправність плунжерної пари та нагнітального клапана позначимо Z , несправність плунжерної пари X , несправність нагнітального клапана Y .

Основою для побудови процесу X є функції автокореляції, з них визначимо, що цей процес є процесом авторегресії третього порядку:

$$\begin{aligned} X_t &= 1.63X_{t-1} - 0.89X_{t-2} + 0.21X_{t-3} + a_t; \\ a_t &= (1 - 1.63B + 0.89B^2 - 0.89B^3)X_t. \end{aligned} \quad (4.3)$$

де t – номер такту;

$$a_t = 0,0115;$$

B – зміщення назад (оператор) $BZ_t = Z_{t-1}$;

Центрований процес X і його модель показані на рис. 4.3. Критерій згоди моделі за вихідними даними будується, виходячи з того, що якщо скоригована модель задовільна, то статистика Q , відображає формула:

$$Q = n \sum_{k=1}^K r_k^2(a) \quad (4.4)$$

n – число значень ряду;

K – залишок затримок;

K – кількість затримок;

$r_k(a)$ – автокореляція залишків K затримок.

Причому значення Q розподіляється приблизно [2]. Більш того, для $K = 20$ число P параметрів моделі рівно трьом, тому число ступенів свободи дорівнює 17, а критичне значення відхилення H_0 - гіпотези. Відповідно $Q = 19.93$. Отже, якщо $P = 0.28$ то процес X і його модель відповідають графам, показано на рис. 4.3.

З графіку (рис. 4.3), відповідних процесу Z і його моделі, видно, що в першій чверті процесу модель описує його цілком задовільно і може бути прийнята в якості початкових (тестових) для побудови більш ефективних методів виявлення, підгонки і перевірки даної моделі.

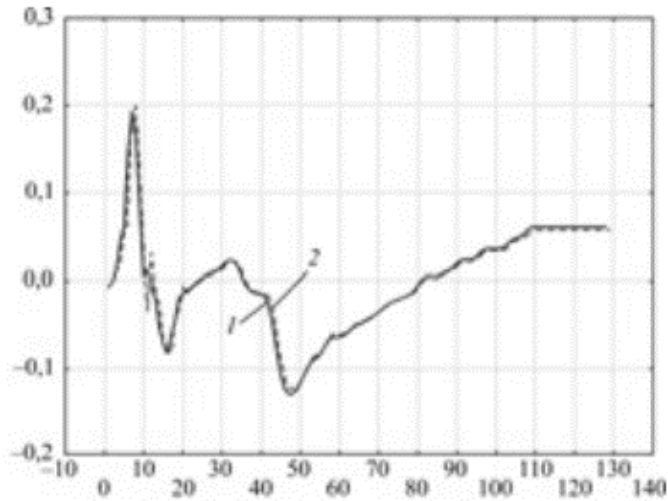


Рисунок 4.3. – Процес «зміни тиску в камері згоряння дизеля» внаслідок несправності плунжерної пари ТНВД (1)

З Формули:

$$Y_t = 1.34Y_{t-1} - 0.41Y_{t-2} + \beta_t; \quad (4.5)$$

$$Z_t = 1.23Z_{t-1} + 0.16Z_{t-2} - 0.43Z_{t-3} + \gamma_t. \quad (4.6)$$

$$Z_t = V_1(B)X_t + V_2(B)Y_t + a_t. \quad (4.7)$$

$V_1(B)$, $V_2(B)$ – імпульсні передаточні функції лінійних фільтрів.

$$Z(f) = H_1(f)X(f) + H_2(f)Y(f) + H_1(f). \quad (4.8)$$

$$H_1(f) = \frac{G_{ZX}(f) \left[1 - \frac{G_{XY}(f)G_{YZ}(f)}{G_{XX}(f)[1 - \gamma_{XY}^2(f)]} \right]}{G_{XX}(f)[1 - \gamma_{XY}^2(f)]}; \quad (4.9)$$

$$H_2(f) = \frac{G_{YZ}(f)[1 - \frac{G_{XY}(f)G_{ZX}(f)}{G_{YY}(f)[1 - \gamma_{XY}^2(f)]}]}{G_{YY}(f)[1 - \gamma_{XY}^2(f)]}.$$

$H_1(f)$ – частотна характеристика;

$G_i(f)$ – спектральна характеристика.

Та рис. 4.4 слідує: реакція процесу Z на процес X затримується на один такт. Таким чином, на восьмому такті процесу Z спостерігається його значення

передавальної функції (0,40694), а процеси X (рис. 4.3) і Y на цьому такті становлять 0,16944 і 0,15 відповідно. Значення, передбачене моделлю Z_t , дорівнює 0,42111.

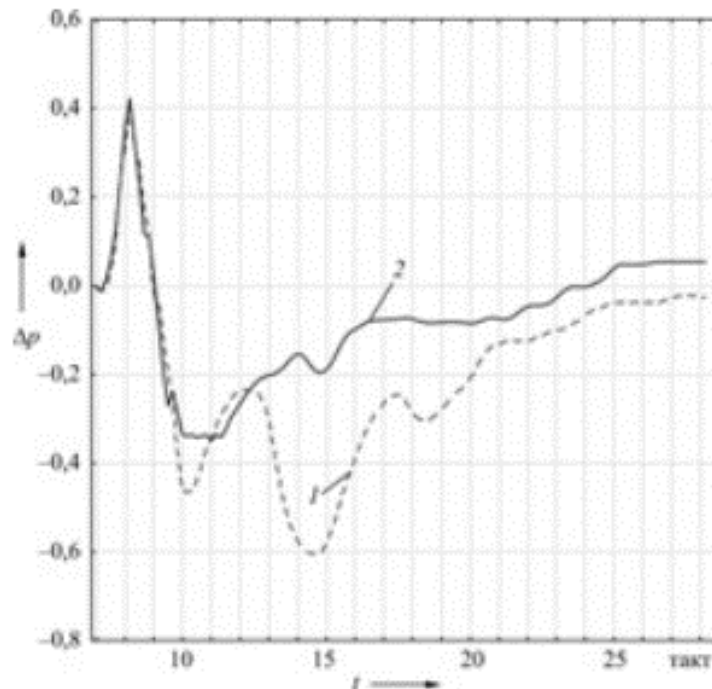


Рисунок 4.4. – Процес «зміни тиску в камері згоряння дизеля внаслідок несправності плунжерної пари і нагнітального клапана» (1) і його конструктивна модель (2)

Внесок процесу Y в цю величину Z становить 68%, тобто $2/3$ від значення процесу Z, яке обумовлено найближчим минулим процесу Y (табл. 4.1).

Якщо вхідні процеси корельовані, то для правильного математичного опису системи не потрібно виділяти лінійний внесок іншого, тобто один з вхідних процесів розкладається на суму двох некорельованих процесів.

Таблиця 4.1 – Значення процесу

№	Значення процесу		
	X	Y	Z
1	-0,03000	0	-0,00694
2	-0,0250	0,00694	-0,01250
3	-0,01250	0,02500	-0,00556

4	0,01944	0,03750	0,04444
5	0,03750	0,08194	0,08750
6	0,11944	0,11944	0,26250
7	0,16944	0,15000	0,31250
8	0,14444	0,10694	0,40694
9	0,06250	0,05556	0,31250
10	-0,01806	0,03750	0,28750

Виходячи з того, що процес X передує процесу Y , а також, що на нижчих частотах, де присутній максимальний спектр вихідної програми, функція нормальної когерентності $G_{XZ}(f)$ перевищує функцію тієї ж когерентності $G_{YZ}(f)$, тоді першим з рекомендованих процесів можна прийняти процес X . Внесок процесу X з процесу Y за рахунок кореляції можна виключити:

$$b_t = (1 - 1.63B + 0.89B^2 - 0.21B^3)Y_t \quad (4.10)$$

Використовуючи в подальшому вибірку функцію взаємної кореляції між a і b , отримують попередню ідентифікацію моделі:

$$V_1(B)Y_t = V_2(B)X_t \quad (4.11)$$

Відповідно розглянути лінійну систему з двома некорельованими входами, тобто визначити частотні характеристики для систем з одним входом і одним виходом.

Впливає, що є можливість поетапного побудови графіка по кожній несправності ТНВД. Для цього за відомими проектними даними ТНВД необхідно знайти траєкторію залежності кожної кривої, яка вказує на стан паливного обладнання високого тиску. Потім з цих залежностей беруться точки, координатами яких по осі абсцис повинні бути числа, кратні 16, 64, 128 тощо.

Вирішення цього завдання проводять за наступним алгоритмом.

Зі схеми уприскування палива з усіма справними елементами паливної апаратури віднімаються розрахункові значення координат цієї ж діаграми для

несправного паливного обладнання. В результаті виходить масив відхилень експериментальних даних від еталонних характеристик паливної апаратури.

Математичне очікування відхилення експериментальних даних від еталонних характеристик по кожній комбінації несправностей (середнє значення цих точок) задається формулою:

$$\bar{x} = 1/128 \sum_{i=1}^{128} x_i \quad (4.12)$$

$$x_i = (x_1 - x_2) \quad (4.13)$$

де x_1, x_2 – числові значення тиску в несправній та справній системі;

i – кількість крапок на осі часу.

Знаючи середнє значення відхилення експериментальних даних від еталонних характеристик по кожній комбінації несправностей (автоковаріація), є дисперсією C_k цього відхилення:

$$C_k = 1/128 \sum_{i=1}^{128} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x}) \quad (4.14)$$

де $K = 1...25$ – кількість крапок, які використовуються для визначення автоковаріації.

За результатами значення критерію Q (критерій статистичної оцінки експериментальних даних за еталонними характеристиками для кожної комбінації несправностей), що характеризує близькість (схожість, відповідність) експериментальної характеристики подачі палива еталонним, отриманим із свідомо справним паливним обладнанням і відомим $r_k = C_k / C_0$ несправностей, робиться висновок про несправність паливної апаратури згідно формули:

$$Q = 128 \sum_{k=1}^{28} r_k^2 \quad (4.15)$$

Чим нижче Q , тим більша ймовірність того, що несправність паливної апаратури відповідає еталонній несправності.

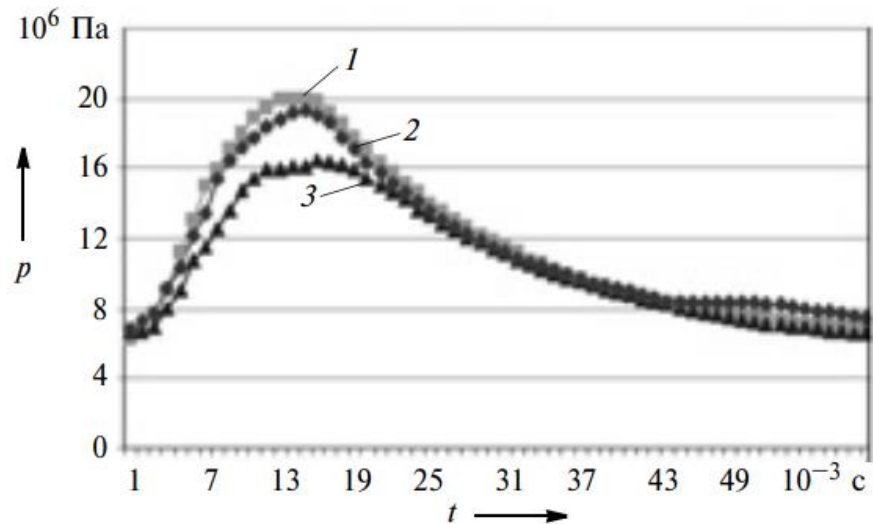


Рисунок 4.5. Залежність тиску палива, створюваного ТНВД, від пробігу і зносу елементів ТНВД: 1 - новий ТНВД; 2 - післяпробігу в 40 тис. 3 - зпробігом в 100 тис.

Таким чином, опорна характеристика Z_t , служить інструментом для точної діагностики ТНВД. Для цього досить порівняти її з аналогічною характеристикою діагностованого ТНВД. Тому ці характеристики дещо розходяться (рис. 4.5). В міру експлуатації дизеля елементи його ТНВД зношуються, тому змінюється характеристика уприскування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика дільниці з точки зору охорони праці і техніки безпеки на дільниці

Під час виконання робіт на дільниці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення заготовки деталі, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника.

При виконанні розбирально-складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному.

- дільниця складання-розбирання повинна мати міцні неспалимі стіни;
- підлога повинна бути рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на дільниці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загромаджувати проходи;
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;
- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні оснастити захисними решітками;
- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0.5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигуна також металеві частини! обладнання замулені або заземлені:
- переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках. Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального,

гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів то працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою.

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт пошиті бути обладнані місцевою вентиляцією.

Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів.

Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання дільниці:

1. Виробниче устаткування, пристрої та інструменти протягом усього періоду експлуатації повинні відповідати вимогам безпеки згідно ГОСТ 12.2.003-91.
2. Небезпечні місця на дільниці огорожуються.
3. Конструкція устаткування виключає можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при усіх передбачених умовах експлуатації і монтажу.
4. Кабелі повинні бути захищені від випадкового їх пошкодження.
5. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця.
6. Поверхні пристроїв і елементи виробничого устаткування, які служать елементами безпеки для працюючих, пофарбовані згідно ГОСТ 12.4.026-76.
7. Устаткування на дільниці в процесі експлуатації не забруднює виробниче середовище викидами шкідливих речовин у кількості більшій гранично допустимих значень, встановлених ГОСТ 12.1.005-88.
8. Устаткування, яке є джерелом шуму, ультразвуку, вібрації, повинно відповідати ГОСТ 12.1.003-83.
9. Контрольно вимірювальні прилади утримуються у справному стані, періодично перевіряти.

10. На несправне обладнання керівник дільниці вивіщує таблицю, на якій вказано, що працювати на даному устаткуванні заборонено.

11. Устаткування гідравлічне і пневматичне виконано так, щоб будь-яка небезпека, що викликана цими видами енергії була виключена.

12. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця.

13. Електричний інструмент підлягає періодичні перевірки не менше одного разу в 6 місяців згідно з ГОСТ 12.2.013.0-91.

14. У конструкціях ручного механізованого інструменту є пристрій для його підвішування.

Рациональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць мають важливе значення для здорових та безпечних умов праці. Столи, шафи, стелажі та інші виробничі меблі поставлені впритул до конструктивних елементів будівлі. До складу дільниці також ще входять допоміжні

На дільниці безпека праці включає в себе: безпеку виробничого процесу, безпеку виробничого обладнання та безпеку трудового процесу.

Крім того з працівниками проводяться інструктажі: вступний – проводиться при прийомі на роботу в кабінеті ОП, представником служби ОП з одним або декількома працівниками, робиться запис в журналі з підписами; первинний – проводиться на робочому місці керівником робіт, з одним або групою працюючих, які працюють за одним фахом; повторний – раз в півроку, а для робіт з підвищеною небезпекою раз в три місяці, або якщо перерва в роботі становить більше 60 днів, а для робіт з підвищеною небезпекою – 30 днів; цільовий – проводиться при зміні робіт, або при видачі наряду допуску; позаплановий – якщо стався нещасний випадок або при заміні обладнання і пристосувань, змінах в технологічному процесі, якщо пройшла реконструкція підприємства, а також при змінах законодавства про охорону праці.

Для нормальних умов праці дільниця, а особливо робоче місце повинно бути добре освітленим. При поганому освітленні людина швидко втомлюється,

працює менш-продуктивно, зростає небезпека помилок і недоліків та нещасних випадків. Погане освітлення на робочому місці може привести до професійних захворювань. Наприклад короткозорості. Праця в першу чергу потребує максимального використання природного освітлення

Необхідна освітленість ділянки забезпечується забезпечується використанням суміщеного освітленням, яке складається з природнього бокового двохстороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне, локалізоване (люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В) а саме ЛП001 у кількості 6-ти ламп загальною потужністю 480Вт (в кожному світильнику по дві лампи ЛБ-40) і місцеве освітлення (лампи розжарювання з робочою напругою 36 В). Освітленість ділянки складає: робоче - 300 лк, аварійне - 2 лк , евакуаційне – 0,5 лк , охоронне – 0,5 лк , чергове – 0,5 лк..

Основними джерелами вібрації є вентиляція, електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружинних ізоляторах , внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм.

5.2 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку заземлення – визначити кількість електродів заземлювача і заземлювальних провідників, їхніх розмірів і схеми розміщення в землі.

Вихідні дані: напруга мережі - 220В; виконання мережі - з глухо заземленою нейтраллю; тип заземлювального пристрою - вертикальний; розміри вертикальних заземлювачів: довжина в - 3,2 м; діаметр d - 0,025м.; ґрунт – супісок, склад однорідний, вологість нормальна, агресивність нормальна; кліматична зона – II.

Визначаємо: R_d - допустиме значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої $R_d < 4 \text{ Ом.}$; $K_{с.в.}$ – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується приймаємо – 300 Ом.·м ; $K_{с.в.}$ - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів, ля даної кліматичної зони II. Приймаємо $K_{с.в.}$

= 1,5; Кс.г. - коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною. Приймаємо Кс.г. = 3,5.

Розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{\text{розр.в.}} = \rho_{\text{табл.}} \cdot \text{Кс.в.}; \quad (5.4)$$

де $\rho_{\text{табл.}}$ – приблизне значення питомого опору, Кс.в. – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів.

$$\rho_{\text{розр.в.}} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ (Ом.)}$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів:

$$\rho_{\text{розр.г.}} = \rho_{\text{розр.}} \cdot \text{Кс.г.}; \quad (5.5)$$

де $\rho_{\text{розр.г.}}$ – приблизне значення питомого опору; Кс.г. – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача.

$$\rho_{\text{розр.г.}} = 450 \cdot 3,5 = 1575 \text{ (Ом.)}$$

Опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{р.в.}}}{\pi d_{\text{в}}} \left(\ln \frac{2l_{\text{в}}}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_{\text{в}}}{4t - l_{\text{в}}} \right); \quad (5.6)$$

$$R_{\text{в}} = \frac{450}{3,14 \cdot 3,2} \left(\ln \frac{2 \cdot 3,2}{0,025} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 3,2}{4 \cdot 0,5 - 3,2} \right) = 370 \text{ (Ом.)}$$

Теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання:

$$n_{\text{т.в.}} = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{в.в.}}}; \quad (5.7)$$

де $R_{\text{в}}$ – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

$R_{\text{д}}$ – допустиме значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої.

$$n_{\text{т.в.}} = \frac{370}{4 \cdot 1} = 93 \text{ (шт.)}$$

Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно вихідних даних або за чотирикутним контуром при числі заземлювачів $n_{\text{т.в.}} = 137$ та при відсутності $L_{\text{в}}/l_{\text{в}} = 1$ приймаємо $\eta_{\text{т.в.}} = 0,41$.

Необхідна кількість штук вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання:

$$n_{н.в.} = \frac{R_{\epsilon}}{R_{\partial} \cdot \eta_{т.в.}} \quad (5.8)$$

$$n_{н.в.} = \frac{370}{4 \cdot 0.41} = 213 \text{ (шт.)}$$

Розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах при $n_{н.в.} = 193$ (шт) без врахування з'єднувальної стрічки:

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{R_{\text{в}}}{n_{н.в.} \cdot \eta_{т.в.}}; \quad (5.9)$$

де $n_{н.в.}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

$R_{\text{в}}$ – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах.

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{370}{213 \cdot 0.41} = 4 \text{ (Ом)}$$

Відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням $L_{\text{в.}}/\ell_{\text{в}} = 1$, звідси:

$$L_{\text{в.}} = 1 \cdot \ell_{\text{в}}; \quad (5.10)$$

де $\ell_{\text{в}}$ – довжина вертикального електрода; $L_{\text{в.}} = 1 \cdot 3,2 = 3,2$ (м)

Довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлення:

$$L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot L_{\text{в.}}(n_{н.в.}-1); \quad (5.11)$$

де $n_{н.в.}$ – необхідна кількість штук вертикальних заземлювачів; $L_{\text{в.}}$ – відстань між вертикальними заземлювачами. $L_{\text{з.с.}} = 1,05 \cdot 3,2(213 - 1) = 712$ (м)

Опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{р.з.}}}{2\pi L_{\text{з.с.}}} \ln \frac{2L_{\text{з.с.}}}{d \cdot t}; \quad (5.12)$$

$$R_{\Gamma} = \frac{1575}{2 \cdot 3,14 \cdot 712} \ln \frac{2 \cdot 506944}{0.025 \cdot 0.5} = 7 \text{ (Ом)}$$

Коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними значеннями або за чотирикутним контуром при відношенні $L_{\text{в.}}/\ell_{\text{в}} = 1$ та необхідної кількості вертикальних заземлювачів $n_{н.в.} = 93$ приймаємо $\eta_{\text{в.г.}} = 0,22$. При паралельно включених горизонтальних заземлювачах $\eta_{\text{в.г.}}$.

Розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальних заземлювачах:

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{R_{\text{г.з.с.}}}{N_{\text{г.}} \cdot \text{пв.г.}} ; \quad (5.13)$$

де $R_{\text{г.з.с.}}$ – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі;

пв.г. – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів;

$$R_{\text{розр.г.}} = \frac{7}{1 \cdot 0,22} = 32 \text{ (Ом)}$$

Розрахунковий теоретичний опір розтікання струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{R_{\text{розр.в.}} \cdot R_{\text{розр.г.}}}{R_{\text{розр.в.}} + R_{\text{розр.г.}}} ; \quad (5.14)$$

де $R_{\text{розр.в.}}$ – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах;

$$R_{\text{розр.в.г.}} = \frac{4 \cdot 32}{4 + 32} = 4 \text{ (Ом)}$$

Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників [6] табл. 7.8 вибираємо алюмінієві $S_{\text{м.}} = 6 \text{ мм}^2$ провідники; матеріал для поперечного січення магістральної шини [6] табл.7.8 приймаємо сталеву шину товщиною $\delta_{\text{с}} = 4 \text{ мм}$ і перетином не менше $\sigma = 100 \text{ мм}^2$.

Схема з'єднання обладнання з магістральною шиною та з'єднання магістральної шини з заземлювальним пристроєм (з'єднувальною стрічкою) наведена на рис. 5.1.

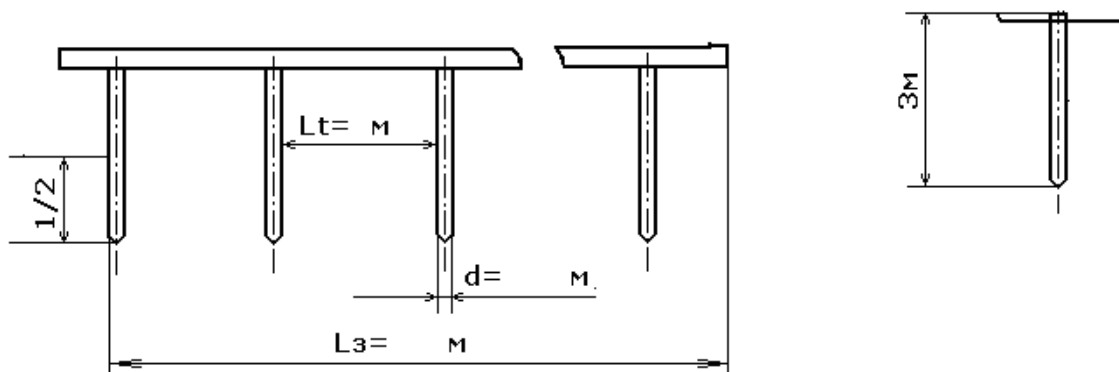


Рисунок 5.1 - План розміщення захисного заземлення.

ВИСНОВКИ

Підчас написання кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки технологічного процесу технічного обслуговування автомобіля КрАЗ-256 з дослідженням впливу паливного обладнання та підвищення ефективності згоряння палива в дизельному двигуні» розглянуто загальні характеристики підприємства і принцип керування ним (управління). Проведено усі затребувані обрахунки програм та об'ємів робіт.

На стадії проектування виробничої зони ТО-2 при аналізі виробництва технічного обслуговування, враховуючи конкретні дані щодо витрат, була обґрунтована форма за якою відбувається процес. Проведено огляд обладнання і наведено обрахунок того, що заплановано застосувати під час проведення робіт щодо обслуговування вантажних авто.

Проведено план заходів (дослідження) підвищення ефективності згоряння палива в дизельному двигуні, що являється досить актуальним, так як це дозволяє понизити потребу в паливі та покращити зовнішнє середовище. Окрім заходів, також розглянуто та описано моделі, які можна застосовувати при діагностиці дизельного паливного обладнання.

Проведено заходи на ділянці, що стосуються охорони праці та техніки безпеки при виконанні робіт щодо обслуговування вантажівок.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.
2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
4. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
5. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.
7. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.
8. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
9. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за

спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.

10.Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

11.Положення про технічне обслуговування та ремонті рухомого складу автомобільного транспорту, М.: «Транспорт» 1986г., 72с.

12.Афанасьев Л. Л., Маслов А. А., Колясинский Б. С, Гаражі та станції технічного обслуговування автомобілів. Вид-во Транспорт 1980 – 216с.

13.Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

14.Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. М.: Машиностроение, 1981. 231 с.

15.Іващенко Н.А., Пахомов Ю.А., Кисельов С.А. Переваги та недоліки двигунів з бездротово-шатунним механізмом // Труды Междь. науково-технічна конференція «Актуальні проблеми теорії та практики сучасного двигунобудування». - Челябинськ: Изд-во: СУСУ, 2006. - С. 52-61.

16.Міщенко Н.І. Нетрадиційні малогабаритні двигуни внутрішнього згорання. У 2-х томах. Т. 1. Теорія, розробка і випробування нетрадиційних двигунів внутрішнього згорання. – Донецьк: «Лебедь», 1998. - 228 с.

17.Мкртичян Г.Г., Кутенєв В.Ф., Яманін А.І. Проблеми теорії двигунів з керованим рухом поршнів з плоскими перетворювальними механізмами. - Видавництво НАМІ, 2004. - 240 с.

18.Марков В.А., Кислов В.Г., Хватов В.А. Характеристика паливоподачі транспортних дизелів. М.: МГТУ ім. Н.Е. Баумана, 1997. - 160 с.

19.Математичні моделі процесів енергоперетворення в поршневих двигунах внутрішнього згорання. Навчальний посібник. С-ПБ: ВАТТ, 1995.-123 с.

ДОДАТКИ

Прийняті скорочення

ПП.1.2

Кількість автомобілів A_{cn} ;

Вартість основних виробничих фондів $\Phi_{O.П}$;

Вартість транспортних засобів $\Phi_{Т.С}$;

Загальна площа території АТП F_T ;

Загальна площа виробничо-складських приміщень $F_{П-С}$;

Загальна площа стоянки $F_{СТ}$;

Загальна площа допоміжних приміщень $F_{Д.П.}$;

Кількість постів для ТО і ТР $X_{П}$;

Кількість виробничих робочих P ;

Річний пробіг автомобілів по АТП L_p ;

Середній середньодобовий пробіг l_{cd} ;

K_1 – категорію умов експлуатації;

K_2 – тип рухомого складу;

K_3 – природно кліматичні умови;

K_4 – середньодобовий пробіг;

K_5 – облікова кількість автомобілів;

K_6 – умови зберігання рухомого складу;

K_7 – наявність причіпного складу;

$K_2^1, K_2^2, K_2^3, K_2^4, K_2^5$ – коефіцієнти, що враховують відповідний тип рухомого складу;

$A_{cn1}, A_{cn2}, A_{cn3}, A_{cn4}, A_{cn5}$ – відповідно кількість рухомого складу по моделях автомобілів;

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

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

$F_{в.э}$ – еталонне значення показника площі допоміжних приміщень, що доводиться на один автомобіль;

$X_{П.э}$ – еталонне значення показника кількості робочих постів на 1 млн.км. пробігу автомобілів;

P_e – еталонне значення показника кількості ремонтних робітників на 1 млн.км пробігу.;

$l_{\text{сд}}$ – середньодобовий пробіг автомобілів, км;

$D_{\text{ТО-2, TP}}$ – норма простою при ТО-2 і TP на 1000 км пробігу, днів;

$D_{\text{КР}}$ – норма простою при капітальному ремонті, днів;

$L_{\text{КР}}$ – скорегований пробіг до капітального ремонту (цикловий пробіг), км;

$D_{\text{КР}}^1, D_{\text{КР}}^2 \dots$ – норми простою рухомого складу при капітальному ремонті, днів;

$\Phi_{\text{ОС.е}}$ – показник для еталонних умов;

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

K – коефіцієнт, що враховує вплив відповідно:

K_1 – категорії умов експлуатації;

K_2 – тип рухомого складу;

K_3 – спеціалізацію кузова автомобіля;

K_4 – середньодобовий пробіг автомобіля;

K_5 – засіб зберігання автомобілів;

D – доходи від перевезень і інших послуг, грн;

$\Phi_{\text{ОВ}}$ – вартість основних виробничих фондів, грн.;

P_6 – балансовий прибуток, грн;

$\Phi_{\text{ОБ}}$ – вартість нормованих оборотних коштів, грн.;

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

$N_{\text{р,р}}$ – чисельність ремонтних робітників, чол.

III 1.4

$L_{1н}$ – нормативне значення пробігу до ТО-1, км.; $L_{1н} = 3000$ км.

K_1 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від умов експлуатації; $K_1 = 0,9$;

K_2 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від модифікації рухомого складу і організації його роботи; $K_2 = 1,00$;

K_3 – коефіцієнт коректування нормативів залежно від природно-кліматичних умов, $K_3 = 1,00$;

$L_{2н}$ – нормативне значення пробігу до ТО-2, км., $L_{2н} = 12000$ км;

$L_{\text{КН}}$ – нормативний пробіг до КР, $L_{\text{КН}} = 250000$ км.;

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

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

$A_{сн}$ – кількість автомобілів на підприємстві, $A_{сн} = 220$;

K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти коректування пробігу;

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

L_2 – річний пробіг автомобіля, км.;

α_T – коефіцієнт технічної готовності;

$ДРГ$ – кількість робочих днів в році, днів $ДРГ = 300$ днів.;

$Д_{ец}$ – днів експлуатації за цикл;

$Д_{рц}$ – днів перебування автомобіля в ТО, ПР та КР за цикл.;

$Д_к$ – тривалість простою автомобіля в капітальному ремонті, календарних днів,

$Д_{до} = 22$;

$Д_{то,мр}$ – тривалість простою автомобіля на технічному обслуговуванні і поточному ремонті, календарних днів $Д_{то,мр} = 0,55$;

$L_к$ - скоректований пробіг автомобіля до капітального ремонту, км.;

$L_к = 183600$ км.;

K_4' – коефіцієнт коректування залежно від пробігу з початку експлуатації;

$K_4'_n$ – коефіцієнт коректування нових автомобілів, $K_4'_n = 0,7$;

$K_4'_{кр}$ – коефіцієнт коректування автомобілів після КР, $K_4'_{кр} = 1,3$;

III 1.5

$t_{щ.н}$ – нормативна трудомісткість ЩО, люд.-год;

$t_{щ.н} = 0,30$ люд.-год

K_2 – коефіцієнти коректування залежно від модифікації рухомого складу

$K_2 = 1,0$;

K_5 – коефіцієнти коректування нормативів трудомісткості залежно від кількості обслуговуваних автомобілів, $K_5 = 1,15$;

$t_{1н}$ – нормативна трудомісткість ТО-1, люд.-год., $t_{1н} = 3,4$ чол.-год ;

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

$t_{2н} = 13,8$ люд.-год;

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

K_4 – коефіцієнт коректування нормативів питомої трудомісткості ПР;
 $K_{4н}$ – коефіцієнт коректування нових автомобілів, $K_{4н} = 0,7$;
 $K_{4кр}$ – коефіцієнт коректування для автомобілів після КР, $K_{4кр} = 1$;
 T_2 – річний об'єм робіт, люд.-год;
 Φ_m – річний фонд часу робочого місця або технологічно необхідного робочого при однозмінній роботі, час;
 $D_{кр}$ – кількість календарних днів за рік;
 $D_в$ – кількість вихідних днів за рік;
 $D_{пр}$ – кількість святкових днів за рік;
 $D_{пн}$ – кількість суботніх і передсвяткових днів за рік;
 Φ_2 – річний фонд часу штатного працівника, год;
 $D_{отп}$ – кількість днів відпустки;
 $D_{ун}$ – кількість днів не виходу на роботу з поважних причин;
 $П_1$ – відсоток допоміжних робочих, $П_1 = 0,3$;
 $П_2$ – відсоток ІТР, $П_2 = 0,1$;

III 1.7

τ_1 – такт поста ТО-1, хв.;
 R_1 – ритм виробництва, хв.;
 K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, $K_n = 1,09$;
 $K_{вук}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста, $K_{вук} = 0,93$;
 P_n – кількість робочих одночасно що працюють на посту, чол., $P_n = 2$ чол.;
 t_n – час, необхідний на постановку автомобіля на пост і з'їзд з поста, $t_n = 1,3$ хв.;
 t_1 – фактична трудомісткість, люд.-год.;
 $T_{см}$ – тривалість робочої зміни, год.;
 c – кількість змін;
 $N_{1сут}$ – добова виробнича програма;
 τ_2 – такт поста ТО-2, хв.;
 R_2 – ритм виробництва, хв.;
 K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів, $K_n = 1,09$;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста, $K_{вик} = 0,93$;

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

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.;

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

c – кількість змін;

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

$\Sigma T_{пр.г}$ – річний об'єм постових робіт по ПР автомобілів, люд.-год.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста;

$\tau_{цо}$ – такт поста ЦО, хв.;

$R_{цо}$ – ритм виробництва, хв.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста;

P_n – кількість робочих одночасно що працюють на посту;

t_n – час, необхідне на постановку автомобіля на пост і з'їзд з поста;

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

$T_{см}$ – тривалість робочої зміни;

c – кількість змін;

$N_{цо.сут}$ – добова виробнича програма;

III. 2.1

N – річна програма; од.;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час, год.;

F_{δ} – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_{н.о}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (приймається 0,75...0,8);

$N \cdot T_{шт-к}$ представляє річний обсяг робіт зони ТО-2;

$T_{к.д}$ – календарна кількість днів, дн.;

$T_{в.д}$ – кількість вихідних днів, дн.;

$T_{c.d}$ – кількість святкових днів, дн;

t' – тривалість робочого дня, год.;

$T_{np.d}$ – кількість предсвяткових днів, дн;

t'' – тривалість передсвяткової зміни, год;

s_c – кількість змін роботи обладнання;

B – витрати часу на проведення ремонтів, обслуговування та налагодження обладнання, %

N – річна виробнича програма, од.;

D_p – кількість робочих днів за рік;

$F_{доб}$ – добовий фонд часу роботи обладнання, год.;

T_{cp} – середня трудомісткість основних операцій, чол. - год.;

$\eta_{н.о}$ – нормативний коефіцієнт навантаження обладнання;

$T_{ш.к}$ – штучно-калькуляційний час проведення ТО-2 автомобілів, чол-год.

n_0 - кількість основних операцій.

T_n – річна трудомісткість виконуваних робіт на постах за видами дій, чол.-год;

$D_{роб.тр}^p$ – тривалість роботи зони за рік;

$n_3^{об}$ – кількість змін роботи зони;

$t_3^{об}$ – тривалість зміни роботи зони технічного обслуговування;

P – середня кількість робітників, одночасно працюючих на посту;

$\varphi_{п}^{об} = 0,85... 0,95$ – коефіцієнт використання поста.

ПП. 2.3

Tr – річний об'єм робіт, люд.-год;

$\Phi_{в.о.}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

ПП. 3.1

G_a – вага автомобіля;

p – перепад тиску в гідроциліндрі, Мпа;

p_1 – тиск в зливній полості, який створюється насосом в нагнітальній полості циліндра, МПа;

p_2 – тиск в зливній полості, який при зливі через золотник дорівнює опору магістралі зливу, МПа ($p_2 \approx 0,2 \dots 0,5$ МПа);

F_n – робоча площа поршня, м²;

D – діаметр поршня, м;

10^6 – переведення МПа в Па;

η_m – механічний ККД гідроциліндра ($\eta_m = 0,97 \dots 0,85$);

d – діаметр штока, м, приймають $d = (0,3 \dots 0,7)D$, $d = (0,3 \dots 0,7) \cdot 0,043 = 0,013 \dots 0,031$ м.

p_p – розрахунковий тиск, Па;

σ_p – допустиме напруження матеріалу циліндра на розтягування, Па;

D_e – внутрішній діаметр циліндра, м;

F_n – площа поршня, м²;

D – діаметр циліндра, м;

v_i – швидкість руху поршня, яка задається, м/с;

n_u – кількість одночасно працюючих циліндрів;

η_o – об'ємний ККД насоса ($\eta_o = 0,9$);

$\eta_{сц}$ – об'ємний ККД штовхального циліндра ($\eta_{сц} = 0,56$);

K – коефіцієнт, який враховує втрати в елементах системи ($K \approx 1,02$);

Q – витрати робочої рідини, яка проходить через канал, м³/с;

v – швидкість руху рідини, м/с;

v_m – швидкість руху рідини в магістралях;

p_v – тиск в системі при випробуваннях, МПа;

σ – допустиме напруження на розтяг, МПа;

d_m – внутрішній діаметр труби;

K – коефіцієнт безпечності;

η_v – об'ємний коефіцієнт подачі ($\eta_v = 0,8$).

η_m – механічний ККД всієї системи ($\eta_m = 0,8$);

ПП. 4.1

x_{km} – хід поршня;

x'_{km} - швидкість поршня;

φ – кут повороту колінчастого вала;

λ_k – відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна;

B_p - коефіцієнт, який коригує хід поршня.