

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект дільниці ремонтного цеху для діагностування технічного стану дизельних двигунів з дослідженням процесу тертя при нанесенні покриттів на робочі поверхні циліндрів двигунів.

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Ігор ДРАБЧУК</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Андрій ГУПКА</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Михайло ЛЕВКОВИЧ</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	<u>Олег ЦЬОНЬ</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Ігор ЯРЕМА</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

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)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)
«20» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

студенту Драбчуку Ігорю Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для діагностування технічного стану дизельних двигунів з дослідженням процесу тертя при нанесенні покриттів на поверхні циліндрів двигунів.

Керівник роботи Гупка А.Б., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1071.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес діагностування та ремонту дизельних двигунів

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 безпеки в надзвичайних ситуаціях

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

Структурно-наслідкова модель та похибки діагностування 1 лист – А1

Стенд (Вид загальний) 1 лист – А1

Витратомір палива 1 лист – А1

Карти ескізів 2 листа – А1

Надставка. Складальне коєслення 1 лист – А1

Результати досліджень покриттів на гільзах циліндрів 1 лист – А1

Ділянка для діагностики дизелів 1 лист – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	20.11.2023	
2	Технологічний розділ	27.11.2023	
3	Конструкторський розділ	4.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	8.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	15.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	26.12.2023	

Студент

(підпис)

Ігор ДРАБЧУК

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена вивченню та розробці методів діагностування технічного стану дизельних двигунів. У контексті сучасних вимог до ефективності та надійності транспортних засобів, дослідження зосереджено на вдосконаленні систем діагностики для забезпечення безперебійної роботи двигунів.

У роботі аналізуються існуючі методи діагностики, включаючи вібраційний моніторинг, аналіз викидів, термографію та інші. Розглядаються переваги та обмеження кожного методу, а також їхні застосування в реальних умовах експлуатації.

Особлива увага приділяється використанню сучасних технологій, таких як штучний інтелект та машинне навчання, для поліпшення точності та швидкості діагностування. Розглядаються перспективи впровадження цих технологій в системи моніторингу дизельних двигунів.

Результати дослідження можуть слугувати основою для розробки ефективних та інноваційних систем діагностики, спрямованих на підвищення надійності та тривалості роботи дизельних двигунів у різних сферах застосування.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	2
ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1 Загальні положення про технічне діагностування	5
1.2 Функціональна система для діагностування технічного стану автомобіля	13
1.3 Засоби прогнозування можливого технічного стану автомобіля	17
1.4 Мета та основні задачі в магістерській роботі	20
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	22
2.1 Встановлення нормативів всіх видів то і ремонту автомобілів	22
2.2 Розрахунок потреб в технічному обслуговуванні і ремонті автомобілів	23
2.3 Розрахунок виробничої програми за кількістю технічних дій	24
2.4 Розподілення трудомісткості ТО і Р по видам робіт	28
2.5 Режими роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу робітника, робочого поста і обладнання	28
2.6 Розрахунок штатних робітників на підприємстві	30
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	33
3.1 Стенд для випробування дизелів	33
3.2 Опис конструкції стенду для випробування дизелів	33
3.3 Короткий опис електричної схеми	38
3.4 Обґрунтування модернізації стенду	39
3.5 Правила експлуатації	39
3.5.1 Холодне обкатування двигуна	39
3.5.2 Обкатування двигуна на газі без навантаження	40
3.5.3 Обкатування двигуна під навантаженням (гальмування)	40
3.5.4 Випробування двигуна	41
3.5.5 Охолодження двигуна, що обкатується	41
3.6 Основні розрахунки конструкторських вузлів, елементів стенду	42

3.6.1 Розрахунок та вибір електродвигуна	42
3.6.2 Розрахунок кріплення плити	42
3.6.3 Визначення сили, що здатна деформувати вал	43
3.6.4 Розрахунок болтів для кріплення електродвигуна	44
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	47
4.1 Тертя приповерхневих шарів матеріалу деталей	47
4.2 Фрикційне латунювання гільз циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
5.1 Санітарно – гігієнічна характеристика умов праці на проектованій ділянці	57
5.2 Оцінка стійкості роботи механічного цеху	60
5.3 Оцінка стану інженерного захисту робітників	61
5.4 Оцінка стійкості роботи цеху до пливу світлого випромінювання	64
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
ДОДАТКА	70

ВСТУП

Дизельні двигуни в сучасному світі відіграють ключову роль у забезпеченні надійної та ефективної роботи різноманітних транспортних, промислових та енергетичних систем. Залежність від цих двигунів стає надто важливою в умовах постійного зростання транспортного об'єму та потреби у високоефективних енергетичних рішеннях. Однак, зі зростанням вимог до продуктивності та надійності, виникає необхідність в удосконаленні систем діагностики технічного стану дизельних двигунів.

Діагностування важливо не лише для запобігання виникненню аварій, а й для оптимізації процесів технічного обслуговування та підвищення ефективності експлуатації.

Метою даної магістерської роботи є розгляд існуючих методів діагностики та розробка нових підходів для покращення точності та швидкості визначення технічного стану дизельних двигунів. Дослідження також охоплює використання сучасних технологій, включаючи штучний інтелект та машинне навчання, для досягнення оптимальних результатів у сфері моніторингу та діагностики. Проаналізуємо існуючі виклики та можливості в галузі діагностики дизельних двигунів, а також розглянемо перспективи впровадження розроблених методів у реальних умовах експлуатації. Ця робота спрямована на створення інноваційних рішень, які сприятимуть підвищенню надійності та тривалості роботи дизельних двигунів у різних галузях.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні положення про технічне діагностування

Діагностуванням називається технологічний процес, який включає в себе аналіз технічного стану даного виробу без його розбирання та визначення необхідності відповідного обслуговування та ремонту.

В перелік робіт, при діагностуванні, входять відповідні форми аналізу технічного стану, відповідних засобів та методів, для виявлення існуючих несправностей, а також розрахунок оптимального ресурсу роботи об'єкту без його розбирання. Діагностика кількісно оцінює протяжність безвідмовної та ефективної експлуатації автомобіля, дозволяє прогнозувати дані параметри в границях заданого напрацювання, або так званого залишкового ресурсу. Міроприємства проведені під час діагностування дозволяють забезпечувати надійну роботу автомобіля на заданому рівні, суттєво зменшують витрати на запасні частини, основні та супутні матеріали, витрати на технічне обслуговування та ремонт, що призводить до значного підвищення продуктивності експлуатації автомобіля із значним пониженням собівартості перевезень.

Тільки при використанні відповідних математичних та фізичних методик, які складають логічний фундамент, стає можливим досягнути оптимальних результатів у вирішенні проблеми надійності.

Відносно технічного обслуговування та ремонту автомобілів, процес діагностування зумовлений своїм технологічним призначенням з метою визначення технічного стану автомобіля та рівнем відособленості комплексу діагностичних робіт. При первинному діагностуванні для організації основних потоків технічного обслуговування та ремонту аналізується сортувальна інформація: придатний – непридатний. При технологічному діагностуванні, для обслуговування автомобіля, необхідна конкретна інформація про характер несправностей окремого вузла, або автомобіля в цілому. Як правило, первинне діагностування конкретно не пов'язане із технічним обслуговуванням та

ремонт автомобіля, тобто являється спеціалізованим. Технологічне діагностування являється частиною технічного обслуговування.

На сьогоднішній день не існують спеціальні засоби для первинного діагностування і як правило, використовують технологічне діагностування, яке передбачає наявність відповідних технологічних засобів при діагностуванні при нерухомому автомобілі. На всіх етапах експлуатації автомобіля, його технічному обслуговуванні і ремонті проводиться обов'язкова технічна діагностика.

Існують два види діагностики – функціональна і тестова. При функціональній діагностиці виявляються несправності автомобіля при подачі на нього робочих дій, а при тестовій діагностиці аналогічно при подачі тестових дій, при цьому повний робочий цикл автомобіля зупиняється на період діагностування.

Поява певної сукупності підлеглих змін в технологічному процесі виробництва, або експлуатації автомобіля, визначають його технічний стан, який характеризується в конкретний момент часу певними ознаками, які є кількісними або якісними характеристиками автомобіля, що визначають його технічний стан. Основними видами технічного стану є: справний, працездатний та правильного функціонування.

При справному працездатному стані автомобіль відповідає основним вимогам єдиній системі конструкторської та технологічної документації. При несправному стані, який виникає в результаті пошкодження, порушується справний стан (рис. 1.1).

Якщо подальша експлуатація автомобіля за його основним призначенням, або можливість його відновлення до справного(працездатного) стану не можлива такий стан автомобіля називається – граничним.

У порівнянні із справним станом, працездатний стан автомобіля задовольняє комплексу конструкторсько-нормативної документації і забезпечує експлуатацію автомобіля за його прямим призначенням. При цьому, працездатний автомобіль по деяких показниках може вважатися несправним: незадовільний зовнішній вигляд, невідповідність естетичним вимогам.

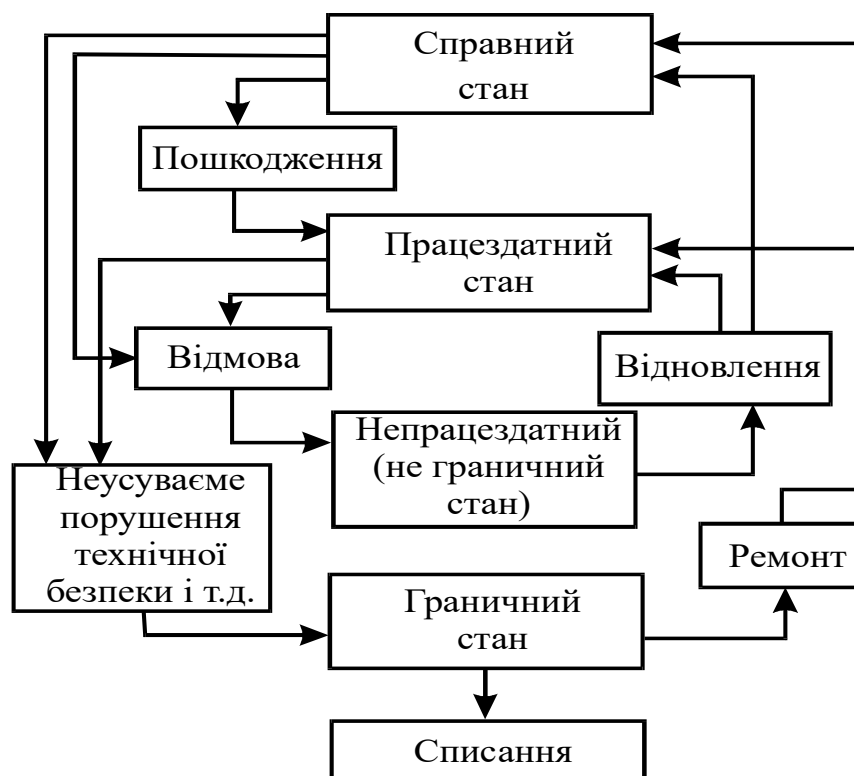


Рисунок 1.1 – загальний вигляд структурної схеми технічних станів автомобіля.

При нагромадженні дефектів, автомобіль із справного стану, як правило переходить із справного стану у несправний, при цьому, якщо зберігається працездатний стан автомобіля, то цей перехід називається – пошкодженням, а при переході автомобіля в непрацездатний стан – відмова.

При експлуатації складних машин та механізмів, проводять більш детальну класифікацію розподілу станів автомобіля, виділяючи так звані проміжні стани, в яких суттєво знижені рівні якості функціонування. В разі переходу автомобіля у граничний стан, тимчасово або остаточно припиняється його використання за службовим призначенням.

Для автомобілів, які пройшли відповідний ремонт, характерно три основних види граничних станів. Перший стан – відправка автомобіля на капітальний ремонт. Другий стан – відправка автомобіля на поточний ремонт. Обидва стани характеризуються тимчасовим припиненням експлуатації автомобіля. Третій стан – кінцеве зупинення експлуатації автомобіля за призначенням.

Процедура діагностики здійснюється за допомогою засобів діагностики (рис. 1.2). Їх розробка ведеться в тісному взаємозв'язку з об'єктом діагностики.

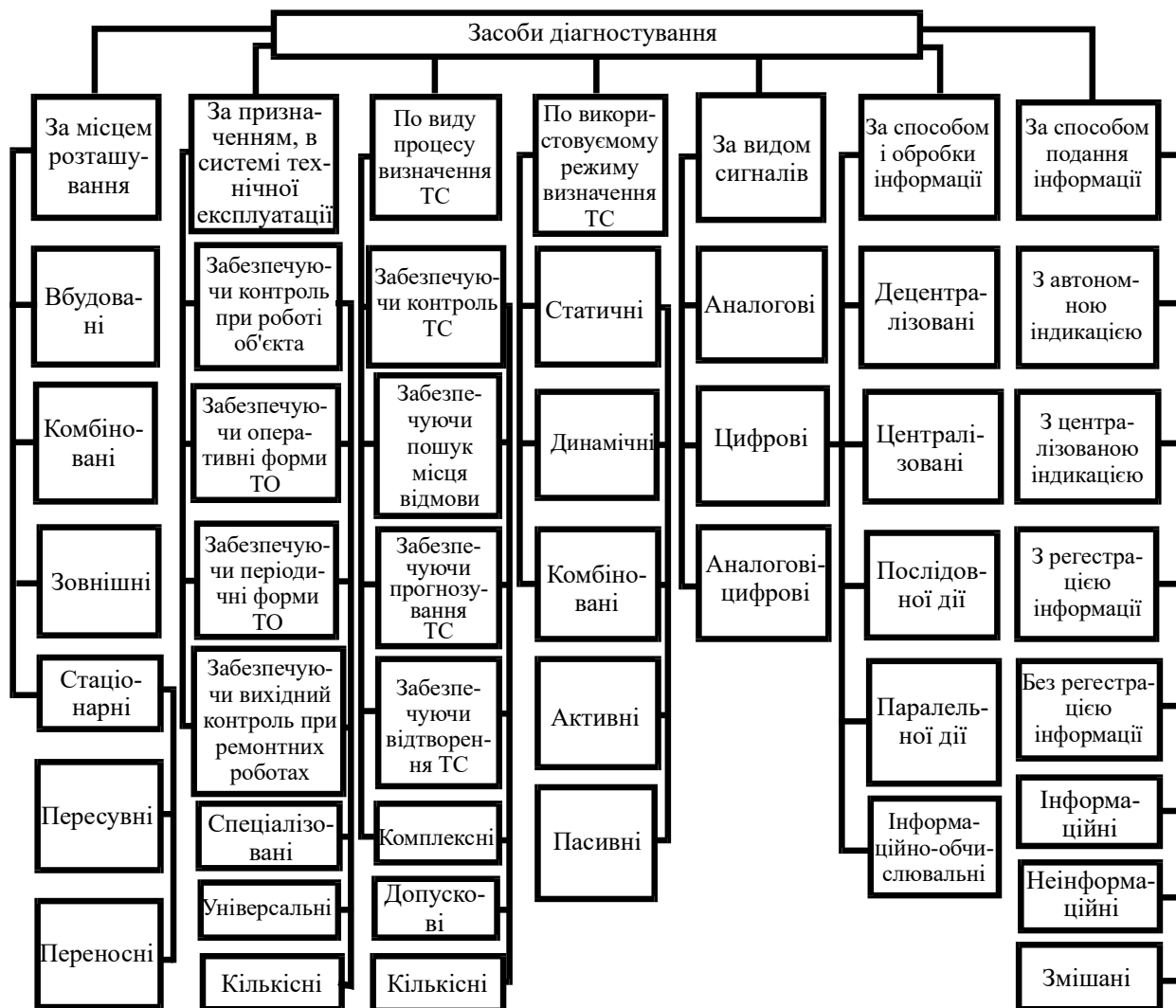


Рисунок 1.2 – Класифікація систем технічної діагностики

На етапі синтезу фізичної моделі об'єкта, уточнюються вимоги до методів і засобів вимірювання, при необхідності розробляються спеціальні засоби вимірювання засобів діагностики. Відповідно до видів технічної діагностики розрізняють наступні засоби діагностики: тестова і функціональна (рис. 1.3, а, б).

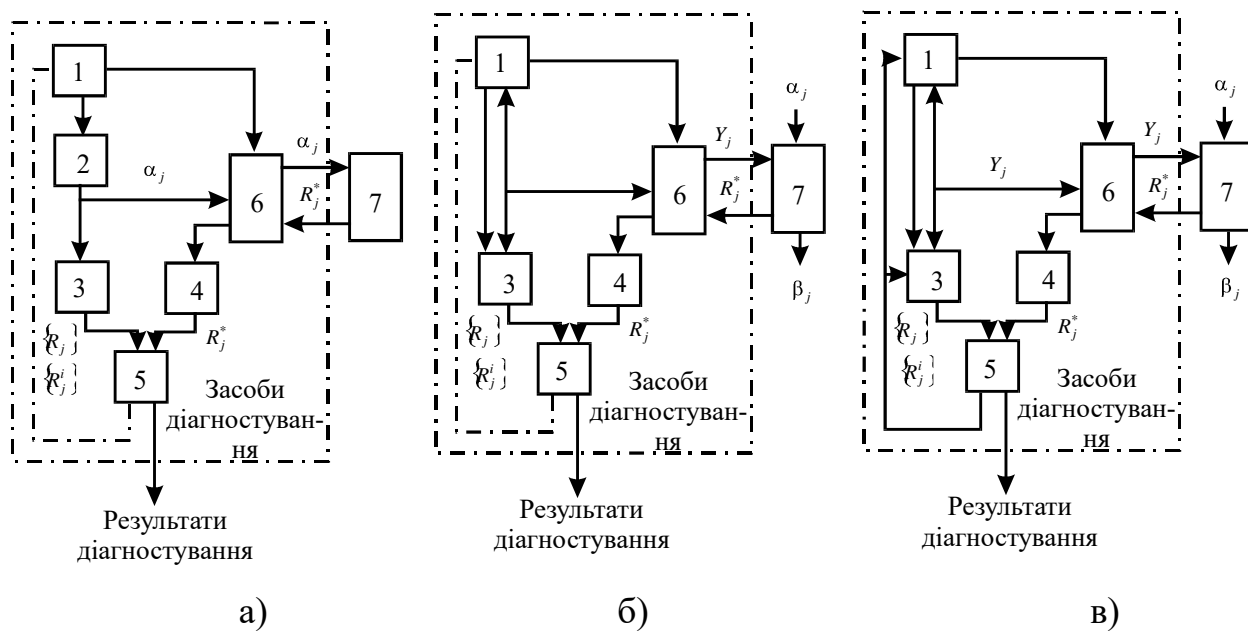


Рисунок 1.3 – Структурна схемадіагностик

а – тестової діагностики; б – функціональної діагностики; в – адаптивної системи функціональної діагностики: 1 – блок управління; 2 – джерело дій; 3 – математична модель; 4 – вимірювальний пристрій; 5 – вирішальний блок; 6 – пристрій зв'язку; 7 – об'єкт діагностики.

Під час тестової діагностики за командами блоку управління, який ретельно враховує алгоритм діагностики, ініціюється виконання α_j елементарних перевірок $t_j \in T'$, де T' вказують на безліч перевірок відповідно до встановленого алгоритму.

Відповідно до алгоритму діагностики дії α_j , У конкретній послідовності ідентифікації взаємодії використовується засіб зв'язку, який спрямовується на об'єкт діагностики та математичну модель цього об'єкту. Зазвичай пристрій зв'язку може перемикає канали відповідно до сигналів блоку управління. Наприклад, якщо система розв'язує задачу перевірки працездатності об'єкту, то результати формуються на виході математичної моделі. $\{R_j\}$ справного стану, що надходять на вирішальний блок. Відповідями об'єкту на дії α_j , є фактичні результати R_j^* Результати простих

перевірок передаються на вимірювальний пристрій через пристрій зв'язку, і з його виходу вони подаються на вхід блоку прийняття рішень.

У вирішальному блоці проводиться зіставлення можливих $\{R_j\}$ і фактичних R_j^* . Після отримання результатів простих перевірок визначаються наступні перевірки, порядок виконання яких може змінюватися відповідно до попередніх результатів (показано штрихованою лінією зв'язку). Це призводить до формування результатів діагностики. У випадку, коли під час перевірки справності отримано висновок "Об'єкт несправний", переходять до виявлення несправностей. Важливо зауважити, що для цього достатньо, щоб математична модель генерувала велику кількість сигналів. $\{R_j^i\}$.

При функціональній діагностиці об'єкт використовується згідно зі своїм призначенням, що передбачає робочі дії, які подаються на основні входи об'єкту. З об'єкта отримують сигнали управління. Y_j

Засоби діагностики отримують відповідні сигнали від об'єкту на дії α_j . Ці сигнали Y_j необхідні для регулювання математичною моделлю та блоком управління, залежно від поточного режиму роботи об'єкту.

Засоби діагностики взаємодіють з об'єктом та отримують від нього сигнали у відповідь на виконані дії. Ці сигнали використовуються для керування математичною моделлю та блоком управління, враховуючи поточний режим роботи об'єкту. Вирішальний блок виконує порівняння отриманих фактичних результатів R_j^* елементарних перевірок з можливими результатами $\{R_j\}$ або $\{R_j^i\}$, видаваними математичною моделлю. Коли система вирішує задачу перевірки справності об'єкту, то достатньо, щоб математична модель зберегла і видавала тільки множину $\{R_j^*\}$ результатів. При пошуку несправностей необхідне знання також результатів $\{R_j^i\}$. Блок управління по сигналам Y_j , і але сигналам зворотного зв'язку від вирішального блоку здійснює комутацію каналів в пристрої зв'язку.

Дослідження застосування системи діагностики показує, що реальна поведінка об'єктів трошки відрізняється від їх математичної моделі. Тому під час експлуатації системи діагностики доцільно коригувати (підганяти) математичну модель для підвищення достовірності діагностики. Цей процес реалізується за допомогою адаптивної системи функціональної діагностики(рис. 1.3, в).

Коли виникає відхилення між поточними значеннями діагностичних параметрів об'єкту та відповідними значеннями, які формує математична модель, пристрій обробки інформації оцінює цю різницю. Якщо загальне значення цього відхилення не свідчить про непрацездатний стан об'єкту, пристрій виконує розрахунок нових параметрів математичної моделі. Ці нові значення передаються в блок "математична модель" для внесення корекцій, а також можуть використовуватися для зміни алгоритму управління системою за необхідності. Визначення технічного стану об'єкту (робочий, працездатний або належно функціонуючий) здійснюється засобами контролю технічного стану.

Приладові засоби контролю успішно використовуються для оцінки технічного стану матеріалів, конструкцій і деяких часткових агрегатів. Проте експлуатаційний автоматизований контроль і прогнозування технічного стану систем лише починають впроваджуватися практично. Один із шляхів вирішення задачі оцінки технічного стану складних систем полягає у застосуванні автоматизованих систем контролю (АСК). Ці системи працюють на принципах оцінки параметрів системи, що безпосередньо пов'язані з її надійністю. Вони включають обробку реєстрованих параметрів за допомогою обчислювальних управляючих комплексів і представлення результатів порівняння оцінюваних параметрів з нормально допустимими значеннями.

На основі проведеного аналізу надаються дані щодо стану контрольованої системи та відповідні рекомендації та команди технічному персоналу під час експлуатації або після зупинки системи.

Нарисунку 1.4 приведено схемипроведення технічних оглядів ТО-1, ТО-2 в процесі діагностування вузлів та агрегатів автомобіля Д-1 і Д-2.

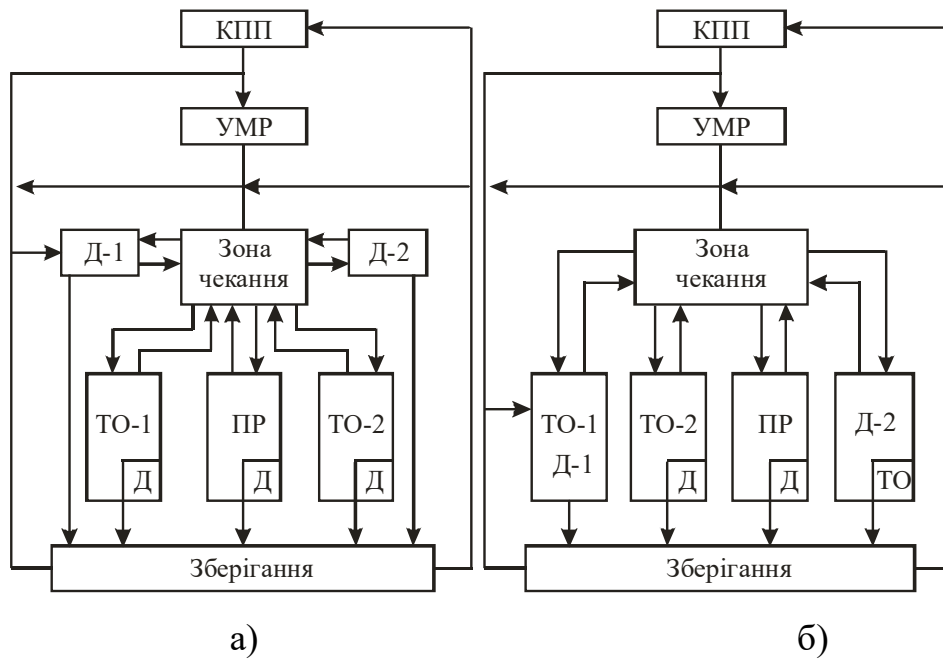


Рисунок 1.4– Схема загального технологічного процесу автотранспортних підприємств при роздільному (а) і суміщеному (б) діагностуванні.

У цьому контексті всі технологічні потоки приблизно вирішуються лише через зону очікування (включаючи можливі прямі переміщення між різними ділянками, такими як технологічне обслуговування, ремонт та діагностика). Загальна схема втрати працездатності об'єкта експлуатації вказана нарис. 1.5, де x – один із параметрів, що характеризують його працездатність. Таких параметрів може бути кілька.

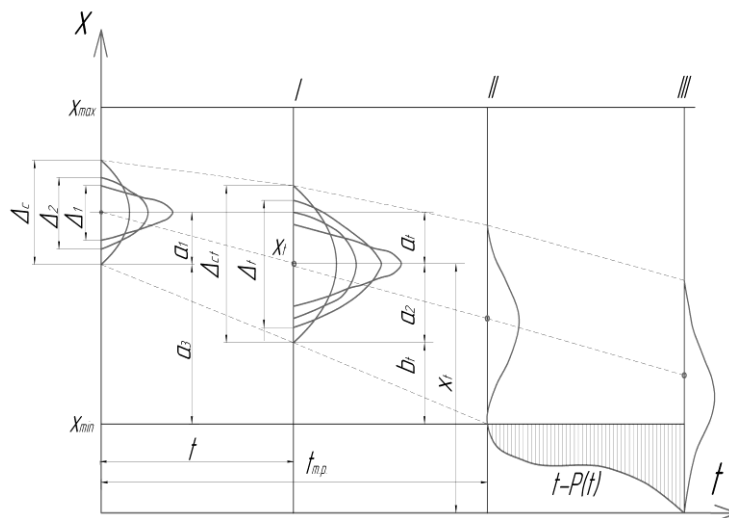
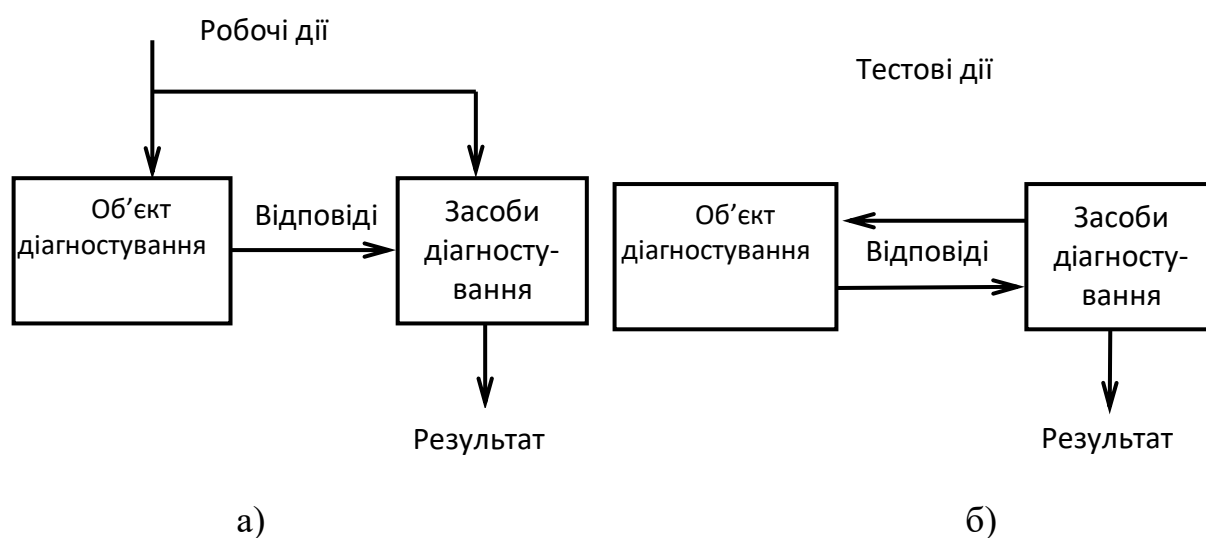


Рисунок 1.5 – Схема втрати працездатності об'єкта експлуатації

1.2 Функціональна система для діагностування технічного стану автомобіля

Для діагностики технічного стану автомобіля використовують спеціальні контрольно-діагностичні засоби. Взаємодіючи між собою об'єкт діагностування (автомобіль) та контрольно-вимірювальні засоби утворюють систему діагностування. Процес діагностування являє собою подачу вихідних сигналів на об'єкт діагностування а також комплекс відповідей автомобіля на дії системи у вигляді вихідних сигналів. По відношенню до об'єктів діагностування сигнали надходять або від контрольно-діагностичних засобів, або від зовнішніх джерел, які залежать від характеру функціонування досліджуваного об'єкта.

Існують дві основні системи діагностування – функціональний та тестовий діагноз, схеми яких показані на рис. 1.6.



Рисуюнок 1.6–Схеми функціональної та тестової систем діагностики технічного стану автомобіля.

При функціональному діагностуванні сигнали, які надходять на основні входи автомобіля залежать від робочого алгоритму його функціонування (рис. 1.6, а). Дані сигнали називаються робочими. Дана система функціонального діагностування використовується, як правило, для перевірки правильності функціонування автомобіля в цілому, а також пошуку основних дефектів найбільш відповідальних вузлів та агрегатів автомобіля та відповідних систем, які порушують режим нормальної експлуатації.

Найбільш повна інформація про режим експлуатації автомобіля для водія надходить від системи функціонального діагностування. Серед інформації, яку отримує водій є величина тиску робочого масла в системі головної магістралі двигуна, температурний режим охолоджуючої рідини, сигнали про роботу механізмів повороту автомобіля, роботу механізму для блокування міжосьового диференціала, рівень тиску в механізмах гальмівного приводу передніх та задніх коліс, наявність палива в баках, робочий тиск повітря в пневмоприводах гальмівної системи, технічні характеристики колінчастого валу.

Одержана інформація свідчить про можливі порушення режиму нормальної експлуатації автомобіля і служить основою для усунення виявлених недоліків: заміна цілих вузлів або конкретних деталей, корекція основних режимів експлуатації автомобіля.

Це дозволяє у більшості випадків реалізацію якісного виконання запланованого обсягу робіт, що суттєво збільшує його ефективність, а також дозволяють оптимізувати процес керування автомобілем з метою його ефективного використання, враховуючи досвід водіїв.

Вдосконалені системи функціонального діагностування автомобілів значно розширюють рівень інформації для водія про експлуатаційні характеристики автомобіля: паливно-енергетична економічність, динамічність навантаження на основні вузли та агрегати, ефективність гальмівної системи, стан екології навколишнього середовища. Основне призначення функціональної схеми діагностування це можливість водія впливати на рівень керування автомобіля з метою вибору оптимального режиму експлуатації для забезпечення високих техніко-економічних показників та відповідного рівня безпеки руху.

При тестовому діагностуванні інформація на автомобіль надходить від системи контрольно-діагностичних засобів (рис. 1.6, б). Інформативність та послідовність подачі сигналів залежить від ефективності технологічного процесу діагностування. Мета тестового діагностування – перевірка працездатності основних вузлів та агрегатів автомобіля, виявлення несправностей, перевірка стану працездатності автомобіля в цілому.

Використовують тестове діагностування у випадку коли автомобіль експлуатується не за прямим призначенням. Поряд з цим, дану систему діагностування можна використовувати і при прямій експлуатації автомобіля, при умові, що тестова інформація не буде перешкоджати нормальній експлуатації автомобіля.

Реакція автомобіля на одержані тестову та робочу інформацію надходить на відповідні засоби діагностування, при чому дана інформація може надходити, як з основних виходів автомобіля так і з додаткових, які спеціально призначені для діагностування. Основні та додаткові виходи системи називаються контрольними точками. Саме від контрольних точок залежить швидкість та простота одержання інформації, які характеризують ефективність процесу діагностування.

Алгоритми діагностування відповідають за визначений порядок, встановлені правила, основні методи та способи подачі інформації, достовірність вимірювання та аналіз одержаної інформації, які здійснюються за допомогою контрольньо-діагностичних засобів.

В систему контролю входить вибрана система діагностування для даного об'єкту, засоби для контролю та діагностики. Специфікою технічного діагностування являється цілеспрямована система її основних методів для аналізу технічного стану як автомобіля в цілому, так і окремих його вузлів та агрегатів, які експлуатуються для одержання заданих параметрів працездатності. При даному контролі автомобіль розглядається як єдине ціле з точки зору досліджування об'єкту, а також окремих елементів.

Процес діагностування автомобіля – це комплекс контрольних операцій, які здійснюються у заданій послідовності. Термін контроль, більш загальний у порівнянні із терміном діагностика. Як правило, процес діагностування можливий, як одна із процедур контролю, при цьому далеко не кожна операція контролю являється діагностичною операцією.

Технологічний процес діагностування автомобіля розглядається, як один із елементів в загальній системі керування і являє собою пошук та реалізацію відповідних технічних заходів для забезпечення автомобілю необхідного

робочого стану. Основне завдання процесу керування – це системна організація відповідних дій на автомобіль та їх реалізація для досягнення заданої мети.

В загальному під об'єктом керування розуміється або конструкція автомобіля в цілому, або його окремі агрегати, вузли, трибоспрямлення. При цьому необхідно виконати наступні умови: на досліджуваній об'єкт (автомобіль або його агрегати), можлива конкретна дія; результати даної дії на досліджуваній об'єкт – зміна стану об'єкта у запланованому напрямку, з метою досягнення поставлених цілей.

Основні параметри, які характеризують оптимальну організацію процесом керування: характер організації та механізм подачі необхідної керуючої дії; збір та аналіз одержаної інформації, щодо діагностики стану об'єкта керування в конкретний період часу; аналіз інформації про рівень технічної служби автотранспортного підприємства з досягненням поставленої мети, щодо процесу керування; розробка алгоритму процесу керування.

Наявність бази даних, щодо процесів діагностування автомобілів, в умовах конкретного автотранспортного підприємства, дозволяє забезпечити оптимальний процес керування технічним станом автомобіля та створити необхідні системи діагностування.

Відносно функціонального призначення існуючі системи діагностування технічного стану автомобіля, в основному призначені для комплексної перевірки справності вузлів та агрегатів, їх функціональної працездатності, виявлення явних та скритих дефектів на поверхнях деталей та в механізмах в цілому. Системи діагностування, за своїм призначенням та технологічними можливостями, поділяються:

1. За обсягом виконуваних робіт, щодо об'єкту дослідження – загальні, локальні.
2. По характеру контакту між об'єктом діагностування та відповідними засобами для проведення діагностування – функціональне та тестове. В деяких випадках використовують комплексні системи, які включають в себе, як комплексне так і тестове діагностування.
3. За призначенням та використанням – спеціальні, універсальні,

спеціалізовані, які можуть бути як вмонтованими в конкретний вузол, так і зовнішніми.

4. За рівнем автоматизації проведення процесу діагностування – автоматизовані, з ручним приводом та автоматичні.

Розробка системи діагностування автомобіля, яка повинна забезпечити взаємний контакт об'єкта діагностування та засобів діагностування, передбачає вирішення комплексу задач. На першому етапі діагностування вирішуються наступні задачі: вибір найбільш оптимального виду діагностування на основі техніко-економічного розрахунку із врахуванням технологічного призначення вибраної системи діагностування, з метою виявлення основних пошкоджень та дефектів та аналізу механізмів їх появи досліджують фізичні процеси, які відбуваються при експлуатації автомобіля. На другому етапі – аналіз баз даних про аналогічні види дефектів та пошкоджень інших машин та механізмів, обґрунтування та вибір найбільш оптимального методу діагностування із розробкою відповідної математичної моделі. На третьому етапі – комплекс робіт по розробці відповідного алгоритму діагностування, комплекс конструкторсько-технологічних вимог до об'єкту діагностування із розробкою комплексу технічної документації. На четвертому етапі здійснюється вибір конкретної системи діагностування із розробкою відповідних пристроїв для діагностування та її випробування.

1.3 Засоби прогнозування можливого технічного стану автомобіля

Під прогнозуванням розуміється комплекс процесів, які визначають ресурс оптимальної експлуатації автомобіля до виникнення граничних відмов. Відповідно до змін технічного стану автомобіля в часі виникає потреба прогнозування керування технічним станом його в цілому. Завдяки прогнозуванню появляється можливість оптимального використання заданого ресурсу автомобіля з метою оптимізації його технічного обслуговування для відновлення в режим оптимальної експлуатації. Сучасні методи технічного обслуговування автомобіля, на базі середньо-статистичних показників, які не враховують конструктивних особливостей автомобіля, як правило не

дозволяють оптимізувати процес діагностування. Як наслідок нераціональне збільшення як матеріальних так і трудових витрат для експлуатації автомобіля в належному технічному стані, що призводить до низької ефективності його використання.

В основі оптимального процесу технічного обслуговування автомобілів лежить база діагностичної інформації про роботу автомобіля, а також характер її зміни в залежності від пробігу автомобіля. Практичне призначення прогнозування – визначення періодичності діагностування автомобіля із розробкою відповідних граничних діагностичних нормативів, використовуючи окремі положення теорії надійності автомобіля, а також відомі закономірності характеру зміни технічного стану автомобіля та основних техніко-економічних показників.

До основних критеріїв, які впливають на показники надійності автомобіля відносяться: вплив процесу втомлення на характеристики міцності, динамічний характер навантаження на деталі вузлів автомобіля, вплив абразивного середовища та продуктів зношування на якість мастила, основні техніко-економічні показники за період експлуатації автомобіля.

Основні методи прогнозування технічного стану автомобіля:

1. Методи на основі експертних оцінок спеціалістів – на базі інформації та узагальнення її статистичної обробки.

2. Модельні методи – за основу взято основні положення теорії подібності. Формується модель досліджуваного об'єкта (автомобіля), проводиться комплекс експериментальних досліджень. Результати модельних досліджень із використанням відповідних коефіцієнтів переносяться на натуральний об'єкт.

3. Методи статистичного аналізу на основі принципу екстраполяції. В основі даного принципу лежать загальні закономірності характеру зміни параметрів у часі із використанням простих аналітичних функцій, яка включає в себе мінімальну кількість змінних параметрів.

У випадку використання результатів технічного діагностування, як базових матеріалів, найбільш широко використовують статистичні методи

моделювання.

В процесі технічного діагностування автомобіля, однією з важливих являється проблема, щодо прогнозування залишкового ресурсу. Найбільш простим, серед наближених методів, є метод лінійного прогнозування, при якому характер зміни діагностованого параметру залежить від напрацювання і вважається лінійною залежністю.

Величина залишкового ресурсу визначається за формулою:

$$t_{зал} = t \left(\frac{P_{зр} - P_{ноч}}{P_t - P_{ноч}} \right) - 1, \quad (1.1)$$

Де: $t_{зал}$ – величина залишкового ресурсу: година роботи, кілометр пробігу автомобіля;

t – величина пробігу автомобіля від початку його експлуатації, або після проведення ремонту;

$P_{ноч}$ і $P_{зр}$ – початкове і граничне значення даного параметра;

P_t – значення даного параметра в момент часу при визначенні його стану.

Серед причин, які призводять до появи похибки при прогнозуванні технічного стану автомобіля, слід віднести: недостатня повнота одержаної інформації, неоднорідний характер одержаної інформації, недостатня якість контролюючих засобів (інструменти, прилади, устаткування), відносно мала точність запропонованої математичної моделі даного процесу, невідповідна кваліфікація робітника.

В залежності від необхідної точності одержаних даних при прогнозуванні технічного стану автомобіля вибирають граничні значення допустимих похибок. З метою підвищення точності одержуваних даних, щодо процесу діагностування залишкового ресурсу автомобіля, необхідно збільшувати терміни спостережень за характером зміни параметру діагностування, по мірі збільшення його напрацювання.

Про ефективність та техніко-економічну оцінку процесу прогнозування судять по сумарних матеріальних витратах на проведення досліджень за весь період прогнозування. Критерієм для оцінки ефективності вибраного методу

прогнозування служить характер зміни показника надійності при впровадженні розроблених рекомендацій, вибраних засобів діагностування та методики аналізу одержаних даних.

1.4 Мета та основні задачі в магістерській роботі

На основі аналізу вітчизняної та зарубіжної технічної та патентної літератури встановлена роль процесу діагностування автомобіля:

1. Аналіз працездатності та технічної справності автомобіля та його основних вузлів і агрегатів із заданою точністю вибраного методу діагностування.

2. Виявлення основних пошкоджень та дефектів, які впливають на працездатність автомобіля.

3. Визначення залишкового ресурсу автомобіля на основі моніторингу його технічного стану.

Враховуючи ступінь спеціалізації відповідних діагностичних робі, які обумовленні відповідним технологічним призначенням, рівнем визначення технічного стану автомобіля для конкретного технічного обслуговування та технічного ремонту використовують відповідний метод діагностування.

Система діагностики включає в себе взаємодію між автомобілем, як об'єктом діагностики, та контрольнo-діагностичними засобами визначає технічний стан автомобіля.

З точки зору теоретичного аналізу для контролю технічного стану автомобіля та його основних вузлів використовуються спеціальні діагностичні моделі, які подаються в наступних формах: аналітична, таблична, векторна, структурно-наслідкова. Остання являється найбільш поширеною формою.

Для оцінки основних показників надійності роботи автомобіля використовують наступні методи прогнозування: статистичні, метод моделювання, метод експертних оцінок.

Сучасний розвиток автомобілебудування, особливо в сфері збору діагностичної інформації, для аналізу за технічним станом автомобіля вимагає

розробки новітніх діагностичних методів. Враховуючи вищесказане метою магістерської роботи є узагальнення основних критеріїв оптимізації існуючих методів діагностичного технічного стану автомобіля.

Для досягнення поставленої мети в даній магістерській роботі сформульовані наступні задачі:

1. Загальний аналіз понять та визначень із сфери діагностування автомобіля. Огляд існуючих сучасних моделей діагностування, їх функціональних схем.

2. Детальний аналіз основних методів для діагностування технічного стану автомобіля та його основних вузлів, засобів діагностування, систем автоматичного збору та обробки інформації.

3. Обґрунтування та вибір оптимальних методів та їх критеріїв для діагностування автомобіля.

4. Контроль технічного стану дизельних двигунів автомобілів із використанням запропонованих методів та критеріїв діагностування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Встановлення нормативів всіх видів то і ремонту автомобілів

На базі скорегованих нормативів періодичності технічного огляду, пробігу до капітального ремонту, трудомісткості технічного огляду і планового ремонту /1000км заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Норми пробігу автомобіля на плановий період.

Назва, тип та марка автомобіля	Пробіг автомобіля за добу $L_{доб}^i$, км	Річний фонд пробігу автомобіля D_p	Середньо річний пробіг любого автомобіля тис. км L_p^i	Загальна кількість автомобілів $A_{об}^i$, шт.	Пробіг всіх автомобілів за рік $\sum L_p$, тис. км
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
МАЗ-53445	288,5	260	75	1	75
МАЗ-555	192,3	260	50	2	100
IVECO EUROTRAKKER/AD 720 T 42 WT	250	260	65	1	65
IVECO-5301	250	260	65	14	910
IVECO-5301BE-11	230,8	260	60	2	120
КРАЗ 256	192,3	260	50	1	50
КРАЗ 256Б	192,3	260	50	5	250
КРАЗ 64431-4002	250	260	65	2	130
IVECO-4331	60	260	60	15	900
Volvo-5320	307,7	260	80	11	880
Volvo-5410	307,7	260	80	4	320
Volvo-54112	307,7	260	80	1	80
МАЗ 54323	307,7	260	80	1	80
КрАЗ-255 автокран	153,8	260	40	1	40
ОДАЗ-9370	115,4	260	30	5	150
ГКБ-817	115,4	260	30	10	300

2.2 Розрахунок потреб в технічному обслуговуванні і ремонті автомобілів

Середньорічний пробіг конкретного автомобіля треба брати з річних звітів аналогічних підприємств або визначати за формулою: (

$$L_p^i = L_{\text{доб}}^i \cdot D_p = 250 \cdot 260 = 65000 \text{ км} = 65 \text{ тис. км}$$

$L_{\text{доб}}^i$ - середньодобовий пробіг конкретного автомобіля, км;

D_p - кількість днів роботи автомобіля в році (приймають за значеннями, що фактично склалися в галузі).

Річний пробіг всіх автомобілів конкретної моделі визначаємо за формулою:

$$\sum L_p^i = A_{\text{об}}^i \cdot L_p^i = 14 \cdot 65 = 910 \text{ тис. км}$$

$A_{\text{об}}^i$ - кількість всіх облікових автомобілів конкретної марки.

Дані проведених розрахунків зводимо в таблицю 2.2.

Потреби в ТО і Р автомобілів розраховують за формулами:

$$N_{\text{кр}}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{\text{кр}}^i} = \frac{910}{250} = 3,64 \approx 4$$

$$N_{\text{ТО-2}}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{\text{ТО-2}}^i} - N_{\text{кр}}^i = \frac{910}{12,5} - 4 = 68,8 \approx 69$$

$$N_{\text{ТО-1}}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{\text{ТО-1}}^i} - (N_{\text{кр}}^i + N_{\text{ТО-2}}^i) = \frac{910}{2,5} - (4 + 69) = 291$$

$N_{\text{кр}}^i$, $N_{\text{ТО-2}}^i$, $N_{\text{ТО-1}}^i$ відповідно кількість КР, ТО-2 та ТО-1 автомобілів конкретної марки;

$\sum L_p^i$ - річний пробіг всіх автомобілів відповідного типу;

$L_{\text{кр}}^i$, $L_{\text{ТО-2}}^i$, $L_{\text{ТО-1}}^i$ - відповідно періодичності проведення КР, ТО-2 та ТО-1 автомобілів конкретної марки.

Дані проведених розрахунків зводимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Періодичність та кількість технічних оглядів і ремонтів по марках автомобілів.

Назва, тип, марка, автомобіля	Нормативні показники, тис.км.			Кількість ТО і КР			
	$L_{кр}^i$	$L_{ТО-2}^i$	$L_{ТО-1}^i$	$N_{кр}^i$	$N_{ТО-2}^i$	$N_{ТО-1}^i$	$N_{ЩО}^i$
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-
МАЗ-53445	350	20,0	10,0	-	4	4	260
МАЗ-555	150	11,0	2,2	1	8	36	520
IVECO EUROTRAKKE R/AD 720 T 42 WT	250	12,5	2,5	-	5	21	260
IVECO-5301	250	12,5	2,5	4	69	291	3640
IVECO-5301BE-11	300	16,0	4,0	-	8	22	520
КРАЗ 256	300	12,0	3,0	-	4	13	260
КРАЗ 256Б	350	12,0	3,0	1	20	62	1300
КРАЗ 64431-40-02	350	12,0	3,0	-	11	32	520
IVECO-4331	300	12,0	3,0	3	72	225	3900
Volvo-5320	300	12,0	4,0	3	70	177	2860
Volvo-5410	300	12,0	4,0	1	26	53	1040
Volvo-54112	300	12,0	4,0	-	7	13	260
МАЗ 54323	600	24,0	8,0	-	3	7	260
КрАЗ-255 автокран	150	12,5	2,5	-	3	13	260
ОДАЗ-9370	200	12,0	3,0	1	12	37	1300
ГКБ-817	150	12,0	3,0	2	23	75	2600

2.3 Розрахунок виробничої програми за кількістю технічних дій

За кількістю обслуговувань (ЩО, ТО-1, ТО-2) відповідно до плану на певний період автопідприємством визначається виробнича програма з технічного обслуговування. Поточні ремонти (ПР) автомобілів, їх агрегатів і систем та їх кількість за даний період не враховується у зв'язку з тим, що такі

ремонти виконуються в міру необхідності. У розрахунку та плануванні виробничої програми також не передбачається сезонне технічне обслуговування (СО), яке проводиться два рази на рік. Як правило, його поєднується із черговим проведенням ТО-2, при якому збільшують виконувани ремонтні роботи і виконують як окрему технічну дію.

Виробнича програма з технічного обслуговування на СТО і автопідприємствах, як правило за річним методом розраховується на рік. На рік, для всього підприємства обчислюють відповідно і виробничу програму у трудових показниках.

Враховуючи місцеві умови експлуатації автомобілів конкретної марки, визначають трудомісткість робіт всіх видів з технічного обслуговування за формулою:

$$T_{\text{ЩО}}^i = t_{\text{ЩО}}^i \cdot N_{\text{ЩО}}^i = 0,42 \cdot 3640 = 1528,8 \text{ люд/год.}$$

$$T_{\text{ТО-1}}^i = t_{\text{ТО-1}}^i \cdot N_{\text{ТО-1}}^i = 2,2 \cdot 291 = 640,2 \text{ люд/год.}$$

$$T_{\text{ТО-2}}^i = t_{\text{ТО-2}}^i \cdot N_{\text{ТО-2}}^i = 9,1 \cdot 69 = 627,9 \text{ люд/год.}$$

$T_{\text{ЩО}}^i, T_{\text{ТО-1}}^i, T_{\text{ТО-2}}^i$ річна трудомісткість виконання щоденного обслуговування, технічного обслуговування-1 та технічного обслуговування-2 для всіх автомобілів конкретної марки, люд/год;

$t_{\text{ЩО}}^i, t_{\text{ТО-1}}^i, t_{\text{ТО-2}}^i$ - трудомісткості щоденного обслуговування, технічного обслуговування-1 та технічного обслуговування-2 одного автомобіля конкретної марки, люд/год.

Виконання додаткових робіт сезонного обслуговування конкретної марки автомобілів визначають за формулою:

$$T_{\text{СО}}^i = 2 \cdot A_{\text{об}}^i \cdot t_{\text{ТО-2}}^i \cdot K_{\text{др}} = 2 \cdot 14 \cdot 9,1 \cdot 0,2 = 50,96 \text{ люд/год.}$$

$t_{\text{ТО-2}}^i$ - виконувани роботи за рівнем трудомісткості одного технічного обслуговування-2 конкретної марки автомобілів, люд/год.;

$A_{\text{об}}^i$ - загальна кількість автомобілів конкретної марки;

K_{dp} -значення коефіцієнта додаткових робіт при сезонному обслуговуванні автомобілів (жаркий та сухий кліматичні райони)

$K_{dp} = 0,5$ - холодний та жаркий сухі райони

$K_{dp} = 0,3$, - інші райони $K_{dp} = 0,2$.

Виконання профілактичних робіт та їх трудомісткість для облікованих автомобілів конкретної марки:

$T_{TO}^i = T_{ЩО}^i + T_{TO-1}^i + T_{TO-2}^i + T_{CO}^i = 1528,8 + 640,2 + 627,9 + 50,96 = 2847,86$ люд/год.

Виходячи із нормативної питомої трудомісткості ПР автомобіля на 1000 км пробігу t_{np}^i знаходять річну виробничу програму ПР автомобілів конкретної марки:

$$T_{np}^i = t_{np}^i \cdot A_{об}^i \cdot L_p^i = 3,7 \cdot 14 \cdot 65 = 3367 \text{ люд/год.}$$

Виробничими прийнято називати усі роботи з планового ремонту та профілактичні роботи автомобілів конкретної марки і їх трудомісткість відповідно складає:

$$T_{vir}^i = T_{TO}^i + T_{ПР}^i = 2847,86 + 3367 = 6214,86 \text{ люд/год.}$$

Формули для визначення загальних трудомісткостей робіт виконуваних при технічному обслуговуванні автомобілів:

$$T_{ЩО} = \sum_{i=1}^n T_{ЩО}^i = 8673,6 \text{ люд/год. } T_{TO-1} = \sum_{i=1}^n T_{TO-1}^i = 2908,18 \text{ люд/год.}$$

$$T_{TO-2} = \sum_{i=1}^n T_{TO-2}^i = 4473,76 \text{ люд/год. } T_{CO} = \sum_{i=1}^n T_{CO}^i = 367,28 \text{ люд/год.}$$

$T_{TO} = T_{ЩО} + T_{TO-1} + T_{TO-2} + T_{CO} = 8673,6 + 2908,18 + 4473,76 + 367,28 = 16422,82$ люд/год.

Трудомісткість робіт з технічного обслуговування і їх загальне значення визначають за формулою:

$$T_{np} = \sum_{i=1}^n T_{np}^i = 25364,9 \text{ люд/год.}$$

Виробничу програму робіт з технічного обслуговування і трудомісткість профілактичних робіт автомобілів підприємства визначають за формулою:

$$T_{вир} = T_{ТО} + T_{ІР} = 16422,82 + 25364,9 = 41787,72 \text{ люд./год.}$$

Виробнича програма з результатами розрахунків всіх видів технічних дій представлено в таблиці 2.4.

На підприємстві виконуються різноманітні допоміжні роботи $T_{дон}$, які включають в себе завдання з самообслуговування $T_{сам}$ підприємства (регулярний догляд за будівлями і спорудами, ремонт обладнання та інвентарю тощо), а також роботи загальновиробничого характеру $T_{заг}$ (щоденне забезпечення виробництва автомобілями, запасними частинами, паливом тощо):

$$T_{дон} = b \cdot T_{вир} = 0,2 \cdot 41787,72 = 8357,5 \text{ люд.-год.}$$

$$T_{дон} = T_{сам} + T_{заг} = 3760,88 + 4596,6 = 8357,5 \text{ люд.-год.}$$

де b – коефіцієнт допоміжних робіт.

$$T_{сам} = (0,4...0,5)T_{дон} = 0,45 \cdot 8357,5 = 3760,88 \text{ люд.-год.}$$

$$T_{заг} = (0,5...0,6)T_{дон} = 0,55 \cdot 8357,5 = 4596,6 \text{ люд.-год.}$$

Загальна сумарна трудомісткість робіт, що виконуються на підприємстві:

$$T_{АТП} = T_{вир} + T_{дон} = 41787,72 + 8357,5 = 50145,22 \text{ люд.-год.}$$

Роботи з виробництва здійснюються на робочих місцях біля автомобілів та в цехах, де проводять обслуговування та відновлення вузлів і деталей, відсутніх на автомобілі. Відповідно до цього, загальний обсяг виробничих робіт розподіляється на трудомісткість робіт на робочих місцях $T_{вир}^n$ і робіт в цехах

$T_{вир}^ц$.

$$T_{вир} = T_{вир}^n + T_{вир}^ц = 28379,11 + 13408,61 = 41787,72 \text{ люд.-год.}$$

$$\begin{aligned} T_{вир}^n &= T_{ЩО} + T_{ТО-1} + C_{ТО-2} \cdot (T_{ТО-2} + T_{СО}) + C_{ІР} \cdot T_{ІР} = \\ &= 8673,6 + 2908,18 + 0,85 \cdot (4473,76 + 367,28) + 0,5 \cdot 25364,9 = 28379,11 \\ &\text{люд.-год.} \end{aligned}$$

$$T_{\text{вир}}^{\text{н}} = (1 - C_{\text{ТО-2}})(T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{СО}}) + (1 - C_{\text{ПР}})T_{\text{ПР}} = \text{люд.-год.}$$

$$= (1 - 0,85) \cdot (4473,76 + 367,28) + (1 - 0,5) \cdot 25364,9 = 13408,61$$

де $C_{\text{ТО-2}}, C_{\text{ПР}}$ - доля постових робіт, що виконуються при ТО-2 та ПР ($C_{\text{ТО-2}} \approx 0,8...0,9; C_{\text{ПР}} \approx 0,4...0,55$).

2.4 Розподілення трудомісткості ТО і Р по видам робіт

Обсяг виконуваних робіт для різних категорій робітників: слюсарі, токарі, зварювальники, мідники, тощо, входять у загальний обсяг цехових і постових виробничих робіт. Співвідношення між групами і видами робіт однотипних підприємств можуть відрізнятися від табличних, тому обсяг робіт в кожному конкретному випадку слід коректувати за фактичними даними. Розрахунки приведених даних представлені у таблиці 2.5

2.5 Режими роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу робітника, робочого поста і обладнання

Загальний час роботи всього персоналу та відповідного обладнання, який включає в себе кількість робочих днів в поточному році, число змін роботи підприємства, встановлені тривалості робочого дня та робочого тижня характеризують режим роботи даного підприємства.

Згідно трудового законодавства визначена тривалість робочої зміни та число робочих годин в тижні – 40 год в тиждень. Тривалість робочої зміни при п'ятиденному робочому тижні – 8 год, шестиденному – 7 год., передвихідні і в святкові дні – 6 год.

Враховуючи неперервний характер процесу виробництва технологічний процес розробляється відповідно для одно, двох і трьох змінної роботи. Відповідно для прийнятого режиму роботи даного підприємства. Визначаються річні та місячні фонди робочого часу для цілого підприємства, або окремо для цеху, дільниці, робочого відділення, конкретного робочого місця.

Існують наступні фонди робочого часу: календарний, номінальний, дійсний. Річний календарний фонд часу (Φ_k) визначається як добуток кількості календарних днів в році на кількість годин в добі.

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8720 \text{ год.}$$

Формула для визначення річного фонду часу (Φ_n) відповідно робітників, конкретного цеху, дільниці, відділення при однозмінній роботі і п'ятиденному тижні.

$$\Phi_n = D_p \cdot t_c - D_n(t_c - t_1) = 260 \cdot 8 - 8 \cdot (8 - 7) = 2072 \text{ год.}$$

D_p – загальна кількість робочих днів на протязі року;

t_c – середня тривалість робочої зміни, год.;

D_n – скорочена кількість днів тривалості зміни в передсвяткові дні;

t_1 – передсвяткова тривалість зміни, год.

Враховуючи, що тривалість робочої зміни в передсвяткові та передвихідні дні скорочена на 1 год., при шестиденному робочому тижні та при однозмінній роботі підприємства проводиться відповідний розрахунок номінального річного фонду часу робітників, технологічного обладнання, відповідних структур підприємства (цех, дільниця, відділення).

Номінальний річний фонд часу робітників менше дійсного річного фонду через втрати часу, які пов'язані із черговими відпустками, відрядженнями, виконанням інших додаткових робіт.

$$\Phi_d = [\Phi_n - (d_o + d_y + d_d + d_z + d_n) \cdot t_c] = 2072 - (24 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8 = 1832 \text{ год.}$$

d_o - планова відпустка, дні;

d_y - відпустки для учнів вечірніх та заочних навчальних закладах (10...40 днів на рік);

d_d - декретна відпустка, - 1,3...1,6% від числа робочих днів у році;

d_z - період виконання державних і суспільних доручень - 0,15...0,30% від числа робочих днів в році;

d_n - інші невиходи на роботу - 0,5% від числа робочих днів в році;

t_c - загальна тривалість зміни, год.

Формула для визначення річного фонду часу робочого поста:

$$\Phi_{p.n.} = \Phi_n \cdot P_p \cdot C = 1832 \cdot 1 \cdot 1 = 1832 \text{ год.}$$

P_p - кількість одночасно працюючих робітників;

C – кількість змін роботи.

Розрізняють календарні або номінальні і дійсні річні фонди часу технологічного обладнання.

Формула для визначення річного номінального фонду часу роботи обладнання:

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_n \cdot C = 1832 \cdot 1 = 1832 \text{ год.}$$

Враховуючи втрати робочого часу, які пов'язані із ремонтними роботами обладнання дійсний річний фонд часу використовують для визначення необхідної кількості технологічного обладнання. Річний фонд часу визначається за формулою:

$$\Phi_{o.d.} = \Phi_n \cdot C \cdot \eta = 1832 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1777 \text{ год.}$$

η - коефіцієнт використання даного обладнання по часу.

Фактори, які впливають на величину даного коефіцієнта – організація роботи відділу головного механіка, інтенсивність експлуатації даного обладнання.

В залежності від змінності роботи ремонтного підприємства приймають наступні значення η : 0,97...0,98 – однозмінна робота; 0,95...0,97 – двохзмінна робота; 0,9...0,96 – трьохзмінна

2.6 Розрахунок штатних робітників на підприємстві

В структуру ремонтного підприємства входять робітники, як виробничих так і допоміжних служб, інженерно-технічні робітники (ІТР), службовці, молодший обслуговуючий персонал (МОП), пожежна, сторожова охорони.

Формули для визначення необхідної кількості основних робітників для конкретної спеціальності:

$$P_{я} = \frac{T}{\Phi_n \cdot K} = \frac{50145,22}{2072 \cdot 1,05} = 23,05 \approx 23 \text{ чол.}$$

$$P_c = \frac{T}{\Phi_d \cdot K} = \frac{50145,22}{1832 \cdot 1,05} = 26,07 \approx 26 \text{ чол.}$$

$P_{я}, P_c$ – явочна і за списком кількість робітників;

Φ_n, Φ_d – номінальний і дійсний робочий фонди часу робітника;

K – коефіцієнт перевиконання норм виробітку робітником згідно плану ,
 $K = 1,05 \dots 1,15$.

В таблиці 2.7 приведена розрахункова кількість виробничих робітників.

Таблиця 2.7

Розрахунок кількості виробничих робітників.

Вид робіт	Трудомісткість, люд-год.	Кількість днів відпустки	Річний фонд часу, год.		Кількість робітників			
			Φ_n	Φ_d	Явочне		Спискове	
					$P_{я}$	$P_{я.пр}$	$P_{сп}$	$P_{сп.пр}$
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Поточний ремонт								
Постові								
Діагностичні	506,63	18	2072	1832	0,23	1	0,26	1
Регулювальні	509,85	18	2072	1832	0,23		0,27	
Розбирально-складальні	297,23	18	2072	1832	0,14	4	0,15	4
Зварювально-бляхарські	8078,78	18	2072	1832	3,71		4,2	
Малярні	1028,69	18	2072	1832	0,47	1	0,53	1
Дільничі								
Агрегатні	4484,68	18	2072	1832	2,06	2	2,33	3
Слюсарні-механічні	2801,7	18	2072	1832	1,29	1	1,46	2
Електротехнічні	1746,68	18	2072	1832	0,8	1	0,91	1
Акумуляторні	373,73	18	2072	1832	0,17		0,19	
Ремонт приладів систем живлення	1119,91	18	2072	1832	0,51	1	0,58	1
Шиномонтажні	382,73	18	2072	1832	0,18	1	0,2	1
Вулканізаційні	382,73	18	2072	1832	0,18		0,2	
Ковальсько-ресорні	906,16	18	2072	1832	0,42	1	0,47	1
Мідницькі	626,11	18	2072	1832	0,29	1	0,33	1

Зварювальні	310,73	18	2072	1832	0,14		0,16	
Бляхарські	296,68	18	2072	1832	0,14	1	0,15	1
Арматурні	381,75	18	2072	1832	0,18		0,2	
Деревообробні	695,26	18	2072	1832	0,32	1	0,36	1
Обойні	552,5	18	2072	1832	0,25		0,29	
Всього					6,93	10	7,25	12
Всього по АТП					23,05	23	26,07	26

Трудомісткість робіт при розрахунку кількості виробничих робітників приймають по всім видам ТО, дільниці або робочому посту.

Кількість допоміжних робітників складає 10...15% від числа основних виробничих робітників.

$$P_{дон} = P_{осн} \cdot 0,15 = 26 \cdot 0,15 = 3,9 \approx 4 \text{ чол.}$$

Кількість інженерно-технічних робітників (ІТР), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу приймають відповідно 8...10%, 2...3%, 2...4% від суми виробничих і допоміжних робітників. Пожежно-сторожова охорона відповідає кількості постів.

$$P_{ін.т} = (P_{дон} + P_{осн}) \cdot 0,1 = (4 + 26) \cdot 0,1 = 3 \text{ чол.}$$

$$P_{служ} = (P_{дон} + P_{осн}) \cdot 0,02 = (4 + 26) \cdot 0,02 = 0,6 \approx 1 \text{ чол.}$$

$$P_{мол} = (P_{дон} + P_{осн}) \cdot 0,04 = (4 + 26) \cdot 0,04 = 1,2 \approx 1 \text{ чол.}$$

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Стенд для випробування дизелів

Технічна характеристика стенда для випробування дизельних двигунів: величина напруги та частота в мережі - 50 Гц, 380 В, електромашина для механізму привода та гальмування обкат очного двигуна – асинхронна, балансирна при наявності фазового ротора. Основні характеристики - АКБ-92-4 $N_H = 100$ кВт, $n_c = 1500$ об/хв., безступінчасте регулювання швидкості обертання ротора електромашини (500...1400 об/хв.) в режимі двигуна, частота обертання ротора електромашини (режим гальмування – 1700...3000 об/хв., максимальна потужність гальмування, при швидкості обертання ротора 3000 об/хв. – 280 к.с., регулювальний реостат рідинного типу (охолодження проточною водою) – об'єм бака 600 літрів, максимальний гальмівний момент – 85 кГ·м, похибка приладів для вимірювання потужності – 3%, робочий об'єм паливного бака – 300 літрів, габарити стенда - довжина – 5750мм, ширина – 5440мм., вага стенда – 2200 кг.

3.2 Опис конструкції стенду для випробування дизелів

Стенд вміщує у себе ключові компоненти, такі як двигун-гальмо 9 із ваговим механізмом та пультом контрольних приладів, регулюючий реостат 10, електрошафта 11, пристосування для встановлення двигунів 6, 7 і 8, бак для палива 3 і пристрій для виміру витрати палива 5. Двигун-гальмо включає в себе балансуючу електромашину 13, ваговий механізм 9 і пульт контрольних приладів 1, розташовані на загальній плиті 20 і карданному валу 10. Балансуюча електромашина використовується як привід під час холодного запуску двигунів і як гальмо під час запуску двигунів на газі та випробувань на потужність.

Балансирна електромашина представляє собою асинхронний

електродвигун із фазовим ротором. Корпус електромашини з suspender'ами 22 і 23 підвішений на стійках 21 і 24 за допомогою двох опорних цапф, закріплених на плиті 20. Це забезпечує змогу обертати корпус навколо подовжньої осі. Під час роботи електромашини обертаючий момент ротора створює реактивний момент на її статорі, що спрямовується на обертання корпусу електромашини в протилежному напрямку. Оскільки реактивний момент на статорі дорівнює обертаючому моменту ротора, гальмівний момент або момент тертя під час холодного обкатування двигуна визначається за рахунок реактивного моменту.

Електромашини діє на стенді в двох режимах: руховому і генераторному. Руховий режим використовується під час холодного обкатування автотракторного двигуна, тоді як генераторний режим застосовується під час гарячого обкатування двигуна під навантаженням (в цьому випадку електромашини використовується як електричне гальмо).

У генераторному режимі електромашини починає працювати автоматично, як тільки двигун, який обкатується, повідомляє її ротору про швидкість обертання вище синхронної (понад 1500 об/хв). У цьому випадку електромашини виробляє електроенергію та передає її в електричну мережу (із коефіцієнтом рекуперації від 0,5 до 0,85).

Спеціальні гнучкі проводи використані для підводки до обмоток статора і щіток ротора для суттєвого зменшення опору кочення корпусу електромашини. Коробки 15 і 16 служать для закриття вихідних клем проводів.

Шестеренчастий привід 12, який змонтований до датчика 11 дистанційного електротахометра і знаходиться поруч із передньою стійкою 24 служить для вимірювання швидкості обертання колінчастого вала двигуна, який проходить обкатування. При ручному вимірюванні швидкості обертання колінчастого вала в крищі 25 передбачено технологічний осьовий отвір.

Карданний вал 10, який з'єднує вал ротора електромашини із двигуном дозволяє його встановлювати з деяким зсувом осей відносно електромашини. Захисний кожух 17, який має відкидну частину 18 служить для закриття карданного вала. На корпусі кожуха встановлено спеціальні елементи до яких кріпляться важіль включення паливного насоса двигуна 7, а також важіль

(акселератор) 8 для керування подачі палива, при цьому важілі зв'язані за допомогою тяг 19 із паливним насосом.

В якості механізму, який використовується для заміру гальмівного моменту при випробуванні двигунів під навантаженням, використовують ваговий механізм маятникового типу, який змонтований на стійці, яка закріплена на монтажній плиті. Корпус електромашини, який пов'язаний із ваговим механізмом та демпфером приймає на себе крутний момент.

Пульт контрольних приладів 1 служить для розміщення приладів, необхідних для контролю роботи двигуна, що обкатується на стенді.

На передній стінці пульта розміщаються:

- а) циферблат вагового механізму 4;
- б) електричний дистанційний тахометр 3;
- в) два манометри 5 для контролю тиску олії в системі змащення двигуна й у підшипниках турбокомпресора;
- г) дистанційний термометр 6 для контролю температури картерного мастила;
- д) дистанційний термометр 2 для контролю температури води в системі охолодження двигуна.

Регульовальний рідинний реостат використовується для запуску балансирної електромашини, регулювання швидкості обертання її ротора у руховому режимі, а також контролю навантаження при роботі електромашини в генераторному режимі. Електрошафа служить для розміщення силової апаратури та управлінського обладнання стенду.

Засіб для встановлення двигунів складається з двох подовжніх плит 6, які закріплюються на фундаменті, двох поперечних плит 8 і чотирьох стійок 7. Верхні поперечні плити можуть здійснювати переміщення в напрямку вздовжніх осей. Стійки можуть рухатися по верхніх плитах в поперечному напрямку. Кожна стійка має опорну поверхню, що може рухатися вгору і вниз. На цю поверхню може бути встановлений обкатуваний двигун, використовуючи базову або спеціальну настановну площину або кутовий прилад.

Конструкція пристосування є універсальною, тобто вона дозволяє встановлювати двигуни будь-яких марок. У випадку використання стенду для тестування дизелів одного бренду, більш практично і ефективно закріплювати їх на спеціальних стійках. З'єднання дизеля з карданним валом 10 виконується за допомогою сполучних пристроїв, які, так само як і настановні косинці, повинні бути виготовлені споживачем відповідно до розмірів приєднання дизелів, які тестуються.

Паливо для дизелів поступає з бака, розташованого на стіні на висоті приблизно 2 метри від підлоги. Бак обладнаний показником рівня палива. З бака, при відкритому запірному кранику 2, паливо подається по трубопроводу 1 до триходового крана 7 (див. рисунок 4.1), а потім, через трубопровід 9, подається до двигуна.



Рисунок 3.1 – Пристрій для вимірювання витрати палива

Прилад для вимірювання витрати палива (див. рисунок 3.1) тестованого двигуна складається з циферблатних ваг масою 10 кг, які розміщені на полиці 8. На передній стінці цієї полиці закріплений триходовий кран 7. На одній з чаш

ваг за допомогою ободка 6 закріплено скляну ємність 5, в яку через трубопровід наливається необхідна кількість пального. На іншій чаші розміщується вантаж, що забезпечує рівновагу.

Триходовий кран (див. рисунок 3.2) використовується для управління потоком палива. Конічна затворна пробка крана 2 стискається до корпусу 1 за допомогою пружини 7. Рух пробки здійснюється перемикачем 3, який з'єднаний з пробкою за допомогою штока 4. Для фіксації пробки 2 в потрібному положенні, на верхньому торці корпусу є чотири отвори, у які вставляється фіксатор. Залежно від положення пробки 2, кран розподіляє паливо наступним чином: при положенні перемикача "двигун" паливо подається до двигуна з бака; при положенні перемикача "затока" паливо подається одночасно в двигун і, за допомогою спеціального трубопроводу, в скляну ємність на вагах; при положенні

Перемикач "стор" направляє паливо до двигуна лише з ємності з вагами (при цьому трубопровід від стінного бака перекривається), а перемикач "закрите" блокує обидва трубопроводи, запобігаючи подачі палива до двигуна. Шпильки 10, які вказують положення пробки крана, розташовані на передній стінці пристрою для вимірювання витрати палива (див. рисунок 3.1).

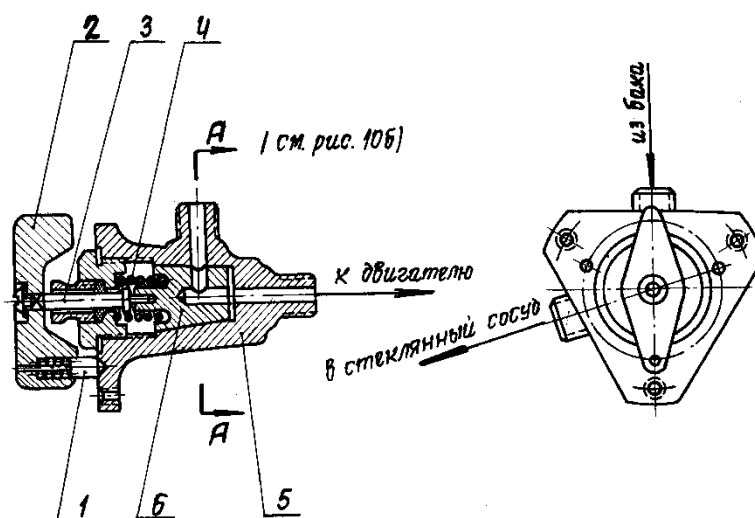


Рисунок 3.2 – Триходовий кран

1 – фіксатор; 2 – перемикач; 3 – шток; 4 – пружина; 5 – корпус; 6 – пробка.

3.3 Короткий опис електричної схеми

Загоряння сигнальної лампи ЛС1 свідчить про включення блоку запобіжник–вимикач Р і подачі напруги на стенд.

При натисканні на кнопку «пуск» (кнопка КП1) загоряється сигнальна лампа ЛС3 і через контактор К відбувається вимикання балансірної електромашини Д2 а також електродвигуна для приводу відцентрового насосу Д1. Кнопка «стоп» (КС) служить для вимикання електромашини Д2 та електродвигуна Д1. Включений в ланцюг ротора електромашини регулювальний реостат R здійснює запуск електромашини, а також регулює швидкість обертання її ротора, як в робочому режимі (холодне обкатування), так і в генераторному режимі (гаряче обкатування).

За допомогою виконавчого механізму з електроприводом, здійснюється занурення електродів реостата в робочий розчин, а також виймання його із розчину. Виконавчий механізм працює на базі двохфазного асинхронного конденсаторного електродвигуна АДП-362 із двома обмотками: обмотка збудження В1 – В2, обмотка керування Г1 – Г2. Для зниження величини напруги в мережі з 220В до 110В на обмотці збудження і до 115В на обмотці керування служить автотрансформатор Атр. Пуск електродвигуна АДП-362 відбувається за допомогою реверсивного магнітного пускача ПВ-ПН. Кнопка КП3 служить для занурення електродів в розчин, кнопка КП2 служить для виводу електроду з розчину. Кінцеві вимикачі КВ1 та КВ2 служать відповідно для режимів повного занурення електродів в розчин, або виводу електродів з розчину і встановлені на виконавчому механізмі для вимикання ланцюга живлення АДП-362.

Згідно схеми пуск електромашини передбачено тільки повному витягненні електродів з розчину, при умові, що нормально відкритий контакт кінцевого вимикача КВ2 замикається.

При нормально відкритому контакті контактора К, який введений в механізм керування занурення електродів реостата, виключається можливість їх занурення при відключеному положенні електромашини. Запобіжники ПР1 і ПР2 а також теплові реле РТ1 і РТ2, які встановлені в електрошафі здійснюють

захист даної схеми від коротких замикань та перевантажень.

3.4 Обґрунтування модернізації стенду

На цьому стенді для монтажу тестового двигуна потрібно використовувати болтове з'єднання, і для виконання цієї операції робочий витрачає певний час і зусилля. У зв'язку з цим у роботі виникає пропозиція замінити передачу кардана роз'ємною фрикційною муфтою. Ця заміна має кілька переваг: скорочує час на установку та видалення тестового двигуна, полегшує сам процес монтажу і зменшує кількість виконуваних операцій.

3.5 Правила експлуатації

На стенді для обкатування і гальмування можна виконувати холодне обкатування двигунів, обкатування двигунів на газі без навантаження та з навантаженням, а також випробування двигунів на потужність і витрату палива. Режими обкатування двигунів повинні відповідати технічним умовам, що діють на підприємстві. Після встановлення та закріплення тестового двигуна на стійках і підключення його до карданного вала стенда, необхідно: заповнити водяну рубашку двигуна водою; наповнити картер двигуна мастилом; підключити топливопровід до двигуна і наповнити паливну систему паливом; приєднати тягу важеля керування подачею палива до важеля регулятора паливного насоса двигуна (для карбюраторних двигунів – до важеля дросельної заслінки карбюратора); встановити на двигуні датчики дистанційних термометрів для води та мастила і трубку від манометра; підключити вихлопну трубу двигуна до витяжного трубопроводу.

3.5.1 Холодне обкатування двигуна

Для запуску електромашини для холодного обкатування двигуна слід

виконати наступні кроки: активувати блок запобіжник-вимикача на електрошафі; запустити електромашину, натискавши на кнопку "пуск" на електрошафі; занурити електроди реостата в розчин, натисканням на кнопку "занурення" на електрошафі, доки не буде досягнута потрібна швидкість обертання ротора електромашини, відображена на електротахометрі. Далі регулювання швидкості обертання ротора електромашини проводиться за допомогою зміни глибини занурення електродів реостата, що досягається натисканням на кнопки "занурення" або "підйом" на електрошафі.

3.5.2 Обкатування двигуна на газі без навантаження

Для переходу двигуна з холодного обкатування на гаряче необхідно виконати наступні кроки: встановити мінімальну швидкість обертання ротора електромашини (600...700 об/хв) за вказівкою електротахометра; відкрити краник подачі палива з бака і перевести триходовий кран в положення "двигун"; відкрити подачу палива до двигуна, рухаючи важіль подачі палива (акселератор) в середнє положення. Після того, як двигун, який пройшов обкатку, розпочне роботу на газу (що вказується на відхиленні стрілки вагового механізму), рекомендується зменшити подачу палива, обмеживши швидкість обертання двигуна до 600...700 об/хв, і відключити електромашину, натискавши на кнопку "стоп" на електрошафі. Далі швидкість обертання колінчастого вала регулюється відповідно до режиму обкатування за допомогою важеля подачі палива (акселератора).

3.5.3 Обкатування двигуна під навантаженням (гальмування)

Обкатування двигуна під навантаженням може відбутися на стенді лише у випадку, коли швидкість обертання ротора електромашини перевищить 1500 об/хв. Для проведення обкатування двигуна під навантаженням слід виконати наступні дії: включити електромашину, натискавши кнопку "пуск" на електрошафі; встановити важіль подачі палива (акселератор) в положення, що

відповідає режиму обкатування; встановити необхідне навантаження, натискавши кнопку "занурення" на електрошафі. Регулювання навантаження виконується шляхом зміни занурення електродів реостата і положення важеля подачі палива. Під час гарячого обкатування під навантаженням рекомендується виявляти особливу обережність при регулюванні навантаження та оборотів двигуна, пам'ятаючи, що перевищення швидкості обертання ротора електромашини понад 3000 об/хв може призвести до аварії.

3.5.4 Випробування двигуна

Випробування двигуна, яке проводиться без перерви після обкатування під навантаженням, служить для оцінки якості ремонту та налаштування механізмів двигуна. Під час цього випробування визначаються його потужність і витрата палива. Для цього триходовий кран переводять в положення "залив". Після заповнення скляної посудини на вагах необхідною кількістю палива, рукоятку крана переводять в положення "вимірювання". При цьому паливо до двигуна надходить тільки із посудини. Після вимірювання витрати палива триходовий кран повертають в положення "двигун".

3.5.5 Охолодження двигуна, що обкатується

Охолодження обкатуваного двигуна може здійснюватися одним із наступних методів: за допомогою тракторного (автомобільного) радіатора разом з вентилятором; використанням централізованої системи охолодження (рекомендується у випадку, якщо на ремонтному підприємстві є більше 5 стендів). через підключення до водопровідної системи. При використанні водопровідної системи для охолодження обкатуваного двигуна рекомендується використовувати змішувач води, який автоматично підтримує необхідну температуру води, яка подається в двигун.

3.6 Основні розрахунки конструкторських вузлів, елементів стенду

3.6.1 Розрахунок та вибір електродвигуна

Потрібна потужність електродвигуна:

$$N = \frac{Q \cdot P}{612 \cdot \eta},$$

$P = 8$ МПа – тиск;

η - загальний коефіцієнт корисної дії, приймаємо $\eta = 0,8$.

$$N = \frac{43,2 \cdot 80}{612 \cdot 0,8} = 7,06, \text{ кВт.}$$

Приймаємо електродвигун за ГОСТ 14523 – 74 з номінальним пусковим моментом типу 4A132S4У3 $N_{\text{дв}} = 7,5$ кВт, $n_{\text{дв}} = 1450$ об/хв.

3.6.2 Розрахунок кріплення плити

Пластина прикріплена за допомогою різьбового з'єднання за допомогою різьби М20, яка нарізана на зовнішній поверхні циліндра. Матеріал циліндра - сталь 45 з межею міцності $\sigma_t = 280$ МПа. Найбільш небезпечними напруженнями є напруження розтягування вздовж внутрішнього діаметру.

Рівняння міцності:

$$\sigma_p = \frac{R_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\sigma]_p.$$

Допустимі напруження визначаємо, приймаючи коефіцієнт запасу міцності $n = 2,9$.

Тоді:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_m}{n} = \frac{280}{2,9} = 96,6 \text{ МПа.}$$

Внутрішній діаметр різьби:

$$d \approx 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 20 = 18 \text{ мм.}$$

$$\sigma_p = \frac{300}{\frac{3,14 \cdot 18^2}{4}} = 1,17, \text{ МПа.}$$

тобто $\sigma_p < [\sigma]_p$ і міцність з'єднання повністю забезпечена.

3.6.3 Визначення сили, що здатна деформувати вал

Оскільки можливе використання валів з різних марок сталі під час роботи, ми вважаємо за базовий матеріал сталь 40Х, яка володіє наступними механічними характеристиками:

- границя міцності – $\sigma_b = 900$ МПа;
- твердість по Брінеллю – НВ = 170;
- границя текучості – $\sigma_T = 750$ МПа.

Допустимі напруження згину визначаємо за формулою

$$[\sigma]_{зг} = \frac{\sigma_b}{n},$$

$n = 3,5$ – коефіцієнт запасу міцності.

$$[\sigma]_{зг} = 900/3,5 = 257 \text{ МПа.}$$

Вал представляємо у вигляді балки на двох опорах, навантажуюємо силою тиску і складаємо рівняння міцності на згин:

$$l = 800 \text{ мм,}$$

$$\text{діаметр вала } d = 100 \text{ мм,}$$

$$F - \text{ сила тиску,}$$

$$R = F/2 - \text{ реакція опори,}$$

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{R \cdot \frac{l}{2}}{0,1 \cdot d^3} \leq [\sigma]_{зг}.$$

Приймаємо рівність:

$$[\sigma]_{зг} = \frac{R \cdot \frac{l}{2}}{0,1 \cdot d^3} = \frac{F \cdot \frac{l}{2}}{0,1 \cdot d^3},$$

і знаходимо силу тиску з виразу

$$F = \frac{0,1 \cdot d^3 \cdot [\sigma]_{32}}{\frac{l}{4}} = \frac{0,1 \cdot 100^3 \cdot 257}{\frac{800}{4}} = 128500 \text{ Н.}$$

Приймаємо $F = 130000$ Н, що дозволить мати визначений запас при правці вала.

Розміри спряжених деталей приймаємо конструктивно і проводимо перевірку на зминання:

$$\sigma_{3m} = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} = \frac{130000}{\frac{3,14}{4}(55^2 - 20^2)} = 63,09 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \approx 63,1 \text{ МПа}.$$

Для сталі 45, маючи границю текучості $\sigma_T = 280$ МПа і приймаючи запас $n = 2,3$, визначаємо допустимі напруження з виразу:

$$[\sigma]_{3m} = \frac{\sigma_m}{n} = \frac{280}{2,3} = 121,7 \text{ МПа},$$

тобто $\sigma_{3m} < [\sigma]_{3m}$ і міцність контактуючих поверхонь забезпечена.

3.6.4 Розрахунок болтів для кріплення електродвигуна

Вихідні дані для розрахунку: зовнішня сила від роботи пасової передачі $Q = 2841,4$ Н; характеристики кріпильних болтів $M18 = 4$ шт, $a = 254$ мм, $b = 210$ мм, $h = 180$ мм.

Приводячи до основи зовнішню силу Q , переносимо її в подальшому в центр стику, прикладаючи дві рівні з протилежно направленими силами Q . В кінцевому на електродвигун діють наступні моменти та сили – опрокидувальний момент $Qh = M_{\text{опр}}$; момент провороту $M_{\text{пов}} = Q(l+b/2)$; сила зсуву Q .

При виниканні опрокидування записуємо умову нормальної роботи двигуна внаслідок дії опрокидувального моменту.

$$M_{\text{вос}} \geq M_{\text{опр}}$$

$$P_1 Z_1 a = k Q h,$$

P_1 – сила затягування болта;

$Z_1 = 2$ – кількість болтів;

$k = 1,1$ – коефіцієнт запасу.

Сила затягування болта:

$$P_1 = \frac{KQh}{z_1 \cdot a} = \frac{1,1 \cdot 2841,4 \cdot 180}{2 \cdot 254} = 1107 \text{ Н}$$

Умова нормальної роботи від повороту:

$$M_{\text{вос}} \geq M_{\text{пов}}$$

$$P_2 z f l_1 = KQ \left(l + \frac{b}{2} \right),$$

P_2 – сила затягування болта;

$z = 4$ – кількість болтів;

$l = 200$ мм – плече прикладення сили;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя;

l_1 – плече розташування болтів.

$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{254}{2}\right)^2 + \left(\frac{210}{2}\right)^2} = 164,8 \text{ мм},$$

$K = 1,1$ – коефіцієнт запасу.

Сила затягування болта:

$$P_2 = \frac{KQ \left(l + \frac{b}{2} \right)}{z_1 \cdot f \cdot l_1} = \frac{1,1 \cdot 2841,4 \cdot (200 + 210/2)}{4 \cdot 0,1 \cdot 164,8} = 14461 \text{ Н.}$$

Умова нормальної роботи від зсувної сили

$$F_{mp} \geq Q$$

$$P_3 f z = KQ,$$

P_3 – сила затягування болта;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя;

$z = 4$ – кількість болтів

Сила затягування болта

$$P_3 = \frac{KQ}{fz} = \frac{1,1 \cdot 2841,4}{0,1 \cdot 4} = 7814 \text{ Н.}$$

Сумарне навантаження, що діє на найбільш навантажувальний болт:

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3 = 1107 + 14461 + 7814 = 23382 \text{ Н.}$$

Рівняння міцності болта:

$$\sigma_p = \frac{\beta \cdot P_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\sigma_p],$$

$\beta = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує наявність напружень кручення при зтягуванні.

$d_1 = 15,527$ мм – внутрішній діаметр різьби.

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розрив для болтів зі сталі 35, $[\sigma_p] = 240$ Н/мм².

$$\sigma_p = \frac{1,3 \cdot 23382}{\frac{3,14 \cdot 15,527^2}{4}} = 183,1 \text{ Н/мм}^2.$$

Таким чином, $\sigma_p < [\sigma_p]$ і міцність болтів забезпечена.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Тертя приповерхневих шарів матеріалу деталей

Зовнішнє тертя твердих тіл як в умовах напіврідинного мастила, так і за наявності покриттів, що розділяють деталі, зумовлює ряд фізичних змін стану деталей пари тертя. Особливий інтерес для техніки при зношуванні поверхонь представляють сили тертя, температурні зміни як поверхневих шарів, так і об'єму деталей пари і температурні градієнти, які виникають. У процесі тертя змінюється мікрогеометрія контактуючих поверхонь, відбуваються структурні та хімічні зміни в приповерхневих шарах деталей пари, змінюється склад мастильного матеріалу та його фізико-хімічні властивості.

Спостерігаються, крім того, явища пристосовуваності (самоорганізації) приповерхневих шарів матеріалу деталей в умовах зовнішнього тертя: виникнення позитивного градієнта зсувної міцності матеріалу по глибині від поверхні; формування оптимальних, типових для умов навантаження, мікрогеометрії поверхні, структури та розподілу елементів сплаву по глибині від поверхні. Ці явища можна пояснити дією закону структурної самоорганізації механічних систем при зовнішньому терті твердих тіл. Дуже характерний прояв оптимізації сполучення і самоорганізації структур у приповерхневих шарах пар тертя живих організмів. Дані про такі явища можуть бути використані в техніці для підбору покриттів трибосполучень з метою їх оптимізації.

Покриття поверхонь деталей із використанням тертя. В принципі, є різні можливості нанесення покриттів на поверхню в процесі тертя. Наприклад, трибопокриття можна наносити: за наявності та за відсутності мастильного матеріалу; із змащувального середовища, яке містить спеціальні присадки; з матеріалу однієї з деталей пари тертя під впливом мастильного матеріалу; при одночасному впливі особливих факторів, таких, як температура, електричний струм, що протікає через трибонавантаженому пару тертя, з урахуванням впливу електричних і магнітних полів у цьому процесі.

Фрикційне латунування сталевих та чавунних виробів як метод

зниження сили тертя та інтенсивності зношування. При фрикційному латунуванні з матеріалу, що утворює покриття, виготовляють штифт (циліндричний стрижень), який потім нерухомо або з обертанням навколо поздовжньої осі притискають до поверхні деталі, яка обертається. Принципова схема установки представлена на рис. 4.1

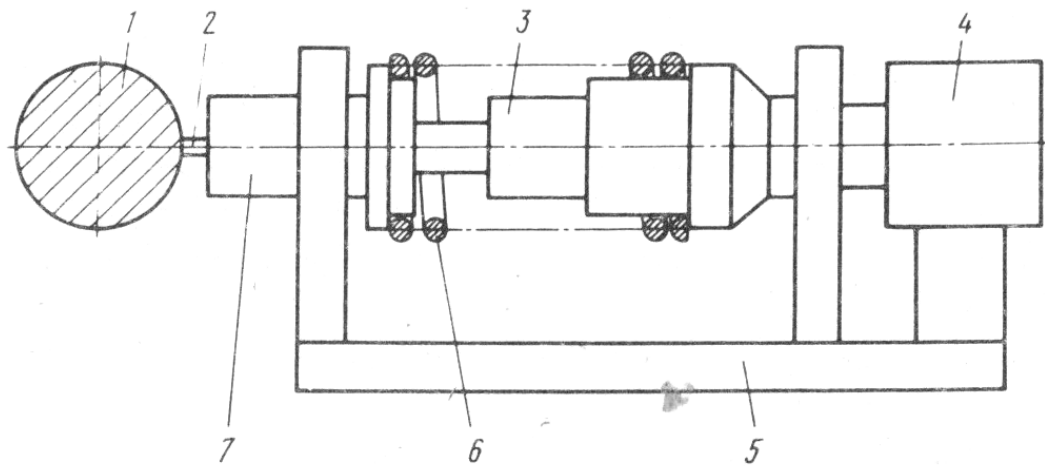


Рисунок 4. 1 Принципова схема установки для фрикційного латунування валів.

1 – обертова деталь (вал) на яку наносять покриття; 2 – латунний штифт; 3 – вал; 4 – механізм приводу установки; 5 – корпус установки; 6 – пружина; 7 механізм затиску штифта.

В процесі трибо логічного покриття на поверхнях деталей відбуваються різні по характеру як механічні, так і фізико-хімічні та трибо логічні механізми взаємодій. По результатах аналізу технічної літератури та даних по експериментальному дослідженні для даного способу по фрикційному латунуванню поверхонь деталей запропоновано наступна модель даного процесу. При реалізації процесу фрикційного латунювання поверхня деталі, яка підлягає латунюванню (деталь із матеріалу підвищеної твердості), контактує із робочим інструментом (штифтом), який виготовлений із м'якого матеріалу (латунь).

Початок процесу фрикційного латунювання характеризується інтенсивним зношуванням більш м'якого матеріалу штифта, в результаті

процесу мікрорізання вершинами шорсткої поверхні деталі. Даний етап латунювання характеризується наявністю високих тисків та температур в зоні контакту і можливістю взаємного проникнення виступів шорсткої поверхні деталі в поверхневі шари матеріалу штифта, в результаті чого на поверхні деталі утворюється покриття із матеріалу штифта.

Наявність гліцерину, який служить в якості мастильного матеріалу, зумовлює появу поверхнево активних речовин, в зоні контакту, які реалізують наявність окисних плівок на поверхнях обох деталей. Під дією сил тертя дані плівки руйнуються, при цьому продукти зношування піддаються пластичній деформації в зоні тертя та змінюють енергетичний баланс в при поверхневих шарах матеріалів. В результаті дії силових та кінематичних параметрів, продукти зношування більш м'якого матеріалу, які утворились в процесі мікрорізання заповнюють впадини шорсткої поверхні деталі. В кінцевому все це призводить до суттєвого покращення параметрів шорсткості поверхні деталі, при цьому збільшується реальна площа контакту обох деталей і як результат, значне пониження контактних тисків, що призводить до реалізації процесу самоорганізації трибо логічних систем.

Якщо локальні тиски, що виникають, суттєво зростають, то поверхні тертя зближуються настільки, що можуть виникнути адгезійні зв'язки. При використанні мідно-цинкових сплавів первинно утворюються адгезійні зв'язки у цинку, оскільки він має більший негативний електродний потенціал, ніж потенціал основного матеріалу. При багаторазових трибовзаємодіях западини шорсткості поверхні основного матеріалу все більше заповнюються матеріалом покриття, причому фактична площа контактів зростає, і фактичний контактний тиск зменшується при одночасному зростанні адгезійних взаємодій на контакті.

За рахунок впливу значних локальних тисків в зоні латунювання, частинки матеріалу, який використовується для латунювання відповідним чином пресуються у впадинах шорсткої поверхні деталі, що призводить до появи адгезійного зв'язку між частинками спресованого матеріалу та поверхнями матеріалу деталі. При максимальному заповненні впадин поверхонь деталі, наступне збільшення параметрів товщини шарового покриття

здійснюється, як правило під дією адгезійних сил.

Завдяки адгезійним силам збільшується зв'язок між матеріалом одержаного шару та матеріалом деталі, при значному впливі параметрів шорсткості поверхні деталі. Збільшення товщини одержуваного покриття залежить від співвідношення міцності зсуву одержаних шарів та міцності матеріалу поверхневих шарів штифта. Відбувається цей процес при наявності повного покриття поверхні деталі даним шаром.

Запропонований процес фрикційного латунювання дозволяє одержувати на робочих поверхнях деталей виготовлених із сталей або чавуну відповідний шар міді, латуні, бронзи із товщиною в межах 3...5 мкм при високих параметрах міцності процесу зчеплення із матеріалом вихідних деталей та задовільній шорсткості поверхні - $R_z = 0,6 \dots 1,2$ мкм.

Особливе значення для процесу нанесення трибопокриттів, поряд з оптимальним вибором енергетичних умов тертя (забезпеченням досить високих стискаючих зусиль і прийнятних швидкостей ковзання), є вибір відповідного мастильного матеріалу, наприклад гліцерину. При цьому доза гліцерину, що подається для змащування, частота її подачі регламентовані.

Якщо нанесення трибопокриттів тривало 15 хв і більше, особливо при терті без включення подачі штифта, по утворювальній поверхні сталевій або чавунній деталі виникає вибіркоче розчинення легуючих елементів латуні або бронзи. При цьому виникає одна з передумов здійснення виборчого перенесення матеріалу. Натертий шар ще більше згладжується, набуваючи червоного забарвлення. Товщина натертого шару при нанесенні трибопокриття в умовах вибіркового перенесення становить 1...3 мкм.

4.2 Фрикційне латунювання гільз циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

На першому етапі попередніх досліджень нанесення трибопокриттів на циліндри проводились досліди по нанесенню покриттів на чавунні вали діаметром 56 мм. При цьому змінювались матеріали покриття, вихідна

шорсткість поверхні, що покривається, притискне зусилля на штифт, швидкість ковзання штифта по деталі, подачу штифта вздовж утворюючої деталі, поверхнево-активні середовища і дозу їх подачі в одиницю часу.

Досліди проводили як при обертовому, так і нерухомому штифті. Для нанесення покриттів на вали при штифті, що обертається, можуть бути визначені оптимальні параметри тертя. Як суттєвий результат попередніх випробувань можна відзначити, що нанесення трибопокриттів можливе також і без добавок агресивних середовищ (наприклад, соляної кислоти) в гліцерин для покриттів чавуну при штифті, що обертається. Це знижує корозійний вплив на деталі, що покриваються, покращує умови праці та захист навколишнього середовища.

Достатні шари покриття утворюються лише за певнихмастильних матеріалів, вибраних для нанесення трибопокриттів. Дуже важлива ступінь вихідної шорсткості поверхні деталі, що покривається. Сприятливим для процесу фрикційного латунування є параметр шорсткості поверхні $Rz > 3$ мкм. Якщо він менше 5 мкм, то виникають умови нанесення трибопокриттів з реалізацією вибіркового перенесення. Це можливо, коли тривалість нанесення покриття без подачі штифта в середньому більше 5...10 хв. Однак така досить велика тривалість обробки за методом фрикційного латунування в умовах виборчого періоду практично нереалізована в умовах масового виробництва.

Для перевірки на практиці ефективності фрикційного латунування без реалізації виборчого перенесення були взяті дослідні циліндри серійних двигунів для визначення економії палива при експлуатації двигунів від зниження сил тертя. Були розроблені спеціальні пристрої для нанесення покриттів на внутрішній поверхні робочих циліндрів, що забезпечують обертання штифтів (рис. 4.2). За допомогою цих пристосувань проводили досліди з нанесення трибопокриттів і були оптимізовані умови обробки стосовно до кожного типу двигуна. При виборі швидкостей ковзання штифта для способів нанесення трибопокриттів необхідно враховувати, що чим більша маса деталі, на яку наноситься покриття, тим вищою повинна бути швидкість ковзання.

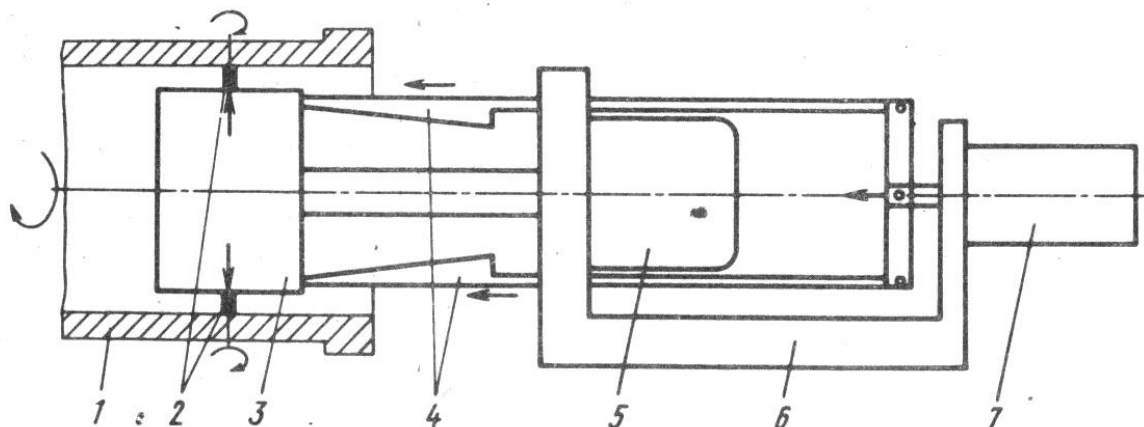


Рисунок 4.2 Принципова схема установки для фрикційного латунювання циліндрів двигуна обертовим штифтом.

1 - гільза циліндра; 2 - робочі штифти; 3 - головка розвертки; 4 - клиновий механізм для створення навантаження; 5 - механізм приводу; 6 - оправка; 7 - пневмоциліндр.

Дослідження та дослідна перевірка способу фрикційного латунювання деталей. Для дослідження триботехнічних і протизносних властивостей латунних трибопокриттів були проведені різні випробування як на випробувальних стендах, що моделюють роботу пар тертя, так і на промислових вузлах. При цьому проведені наступні дослідження: випробування на тертя та зношування з використанням стенду, який працює за принципом упорної цапфи в середовищі моторного масла МД 302, і на стенді, що працює за принципом вал - підшипник з використанням мастильного матеріалу SWC 423 при безперервному обертанні;

досліди на машині тертя Альмана - Віланда для випробувань мастильних матеріалів;

випробування серійних двигунів з вимірами загального зносу, його розподілу по внутрішній поверхні циліндрів та витрати палива, пов'язаними з фрикційними параметрами системи;

випробування двигунів на стенді в умовах обкатки автомобіля по кільцевій трасі з метою оцінки зносу та його розподілу в циліндрах,

споживання палива, що характеризують умови трибозаємодії; випробовували циліндри з покриттям і без нього.

Експерименти з визначення навантажень схоплювання за методом Альманом - Віландом проводилися згідно діючого каталогу для розглянутих умов випробувань. Трибопокриття на випробувані зразки наносили відповідно до певних оптимальних умов. Досліджували мастильні матеріали MD 302, MZ 22і гліцерин. Випробовуванням піддавали зразки - вали, які мають трибопокриття, так і без нього. При цьому проводилося за необхідності три випробування. За даними випробувань (рис. 4.3) можна зробити такі висновки.

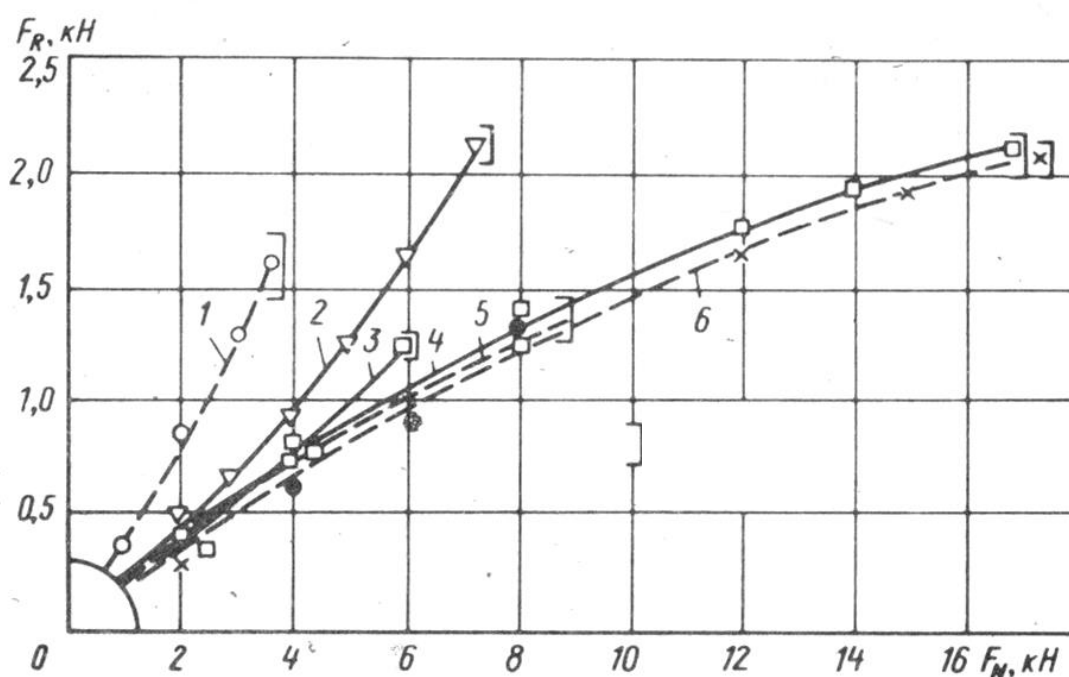


Рисунок 4.3 Залежність сили тертя F_R від нормального навантаження F_N при визначенні критичного навантаження за методом Альмана-Віланда поверхонь з трибопокриттям (штрихові лінії) і без покриття (суцільні лінії).

Мастильні матеріали: 1,2 – гліцерин; 3,5 – мастило...; 4,6 – мастило ...

1. При використанні моторної олії MD 302 для дизелів зміни сили тертя з навантаженням і навантаження схоплювання (зварювання) поверхонь однакові, у той час як при використанні моторної олії MZ 22 для двотактних двигунів навантаження схоплювання поверхонь з покриттями приблизно на 30 % вище. Сили тертя зі зростанням навантаження для обох масел при використанні пар тертя з покриттям зростають незначно у той час як при

відсутності покриття відбувається їх різке зростання.

2. Візуальна оцінка стану поверхні зразків після випробувань показала, що в дослідах з олією MZ22 латунний шар практично повністю зберігся, є лише кільцева область поверхневих руйнувань шириною 2 мм, в той час як у дослідах з олією MD302 достатньо тонкий латунний шар покриття швидко зношується, особливо при високих навантаженнях. При використанні мастильних матеріалів з малим вмістом протизадирних присадок спрацьовування шарів латуні на поверхні циліндра відбувається повільніше. Використання таких мастильних матеріалів зменшує адгезійні взаємодії в шарах покриття і збільшує контактне навантаження настільки, що виникає локальне зношування латунного покриття; у цих місцях починається холодне зварювання деталей пари.

3. При використанні як мастильного матеріалу гліцерину виявилися принципові відмінності в порівнянні з двома раніше зазначеними моторними маслами як щодо сил тертя, так і щодо граничного навантаження до заїдання, що визначається за методом Альмана - Віланда . Ці дані можна пояснити так. Завдяки поверхневій активності та зниженню міцності при дії гліцерину трибопокриття в процесі тертя дуже швидко руйнується. Вільні від покриття поверхні не мають оксидних шарів. При цьому підвищується адгезійна здатність, викликаючи збільшення сил тертя і холодне зварювання деталей пари .

Ефект вибіркового переносу матеріалу при терті не проявляється при використанні пари сталь-деталь з латунним покриттям через малу товщину нанесеного шару латуні (бронзи), недостатньої для організації процесу вибіркового переносу. Введення поверхнево-активних речовин, аналогічних утворюється при змащуванні гліцерином, несприятливо позначається на експлуатаційних властивостях пари тертя, що має трибопокриття на сталевих деталях.

Для практичної перевірки гільз циліндрів з трибопокриттям дослідного двигуна проводилися 50-годинні випробування на стенді. Зношування визначали методом нарізних лунок з використанням приладу М-965. Із результатів випробувань, наведених на рис. 4.4 і 4.5, що особливо в перерізі I,

що відповідає положенню поршневого кільця у верхній мертвій точці, і в перерізі *II* відзначаються сприятливі щодо зносостійкості властивості гільзи циліндра з трибопокриттям. У перерізах *III* до *IV* ця тенденція не зберігається, оскільки трибонавантаження в області мертвої зони (перетин *Г*) є найбільшим. З цього випливає, що фрикційне латунування найбільше придатне для високих трибонавантажень, і тому його слід використовувати в області верхньої мертвої точки циліндрів двигунів. Середні дані про всі циліндри показують, що використання фрикційного латунування при 50-годинних випробуваннях на стенді дозволяє знизити знос циліндрів приблизно на 20%.

У двох наступних дослідах, що включають 50-годинні стендові випробування, визначали характеристики двигуна для оцінки витрати палива. Економії палива при використанні трибопокриттів циліндрів не виявлено. Це, мабуть, пояснюється наявністю в двигуні великої кількості вузлів тертя, особливо у допоміжних пристроях (наприклад, розподільчому валу, приводі клапанів, паливному насосі та ін.), тому зниження тертя лише в циліндро-поршневій групі незначно позначається на підвищенні механічного ККД двигуна. Так само несуттєво впливає зниження шорсткості робочої поверхні циліндрів при фрикційному латунуванні на здатність затримувати мастило. У той же час виявлено зниження числа локальних мікроадгезійних областей на робочій поверхні циліндрів, обробленої фрикційним латунуванням.

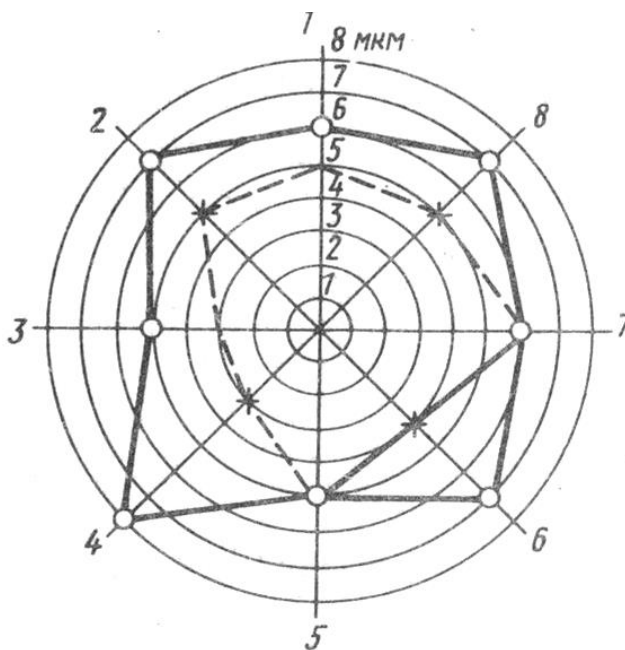


Рисунок 4.4 Середнє значення величини зносу поверхонь тертя циліндрів дослідного двигуна з трибо покриттям (штрихові лінії), без трибо покриття (суцільні лінії) після 50-годинних стендових випробувань.

Для практичної перевірки ефективності фрикційного латунування на даному двигуні для робочих циліндрів з трибопокриттям і без нього проводили ходові випробування на кільцевому треку і випробовували двигун на стенді з отриманням відповідних характеристик. Після 4000 км обкатки досягнуто зниження зносу за рахунок фрикційного латунування в середньому на 35%. Після 100 000 км обкатки обстеження двигуна показало, що фрикційне латунування може знижувати знос і за значних шляхів пробігу автомобіля.

Представлені залежності характерної витрати палива від частоти обертання валу двигуна для трьох областей навантаження, отримані на стенді відповідно 4000-кілометрового пробігу двигуна. Як видно, фрикційне латунування сприяє зниженню витрат палива, особливо при великих навантаженнях двигуна. При малих навантаженнях економія палива менша. У середньому досягнуто економії палива 1,5...2 %. Отримані дані відповідають різному впливу фрикційного латунування на зниження зносу в циліндрах випробовуваного двигуна, відповідно відстані від верхньої мертвої точки.

При великих навантаженнях, наприклад, у автомобілів міського транспорту економія палива за рахунок фрикційного латунування була більше 2%. Можна констатувати, що фрикційне латунування робочих поверхонь циліндрів сприятливо впливає на експлуатаційні показники двигунів внутрішнього згорання. Вплив фрикційного латунування гільз циліндрів на зниження сил тертя і зносу залежить від ступеня складності конструкції двигуна і від мастильного матеріалу. За отриманими даними можна зробити висновок, що для двотактних двигунів внутрішнього згорання, з примусовим запаленням фрикційне латунування значно знижує сили тертя і знос; при цьому можна реалізувати збільшення терміну служби двигуна та економію палива.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Санітарно – гігієнічна характеристика умов праці на проєктованій ділянці

Важливе значення для забезпечення необхідних умов нормальної життєдіяльності, здорової і високопродуктивної праці людини, мають створення і підтримання нормативних метеорологічних умов (мікроклімату) і чистоти повітря робочої зони на ділянці. При роботі на ділянці різного виду обладнання, ведення технологічного процесу і виконання фізичної роботи на організм людини можуть діяти такі шкідливі виробничі фактори, як гази, пари, аерозолі, надлишкова теплота, підвищення і понижена температура повітряного середовища, наявність і відсутність вологи.

Параметри, які обумовлюють баланс системи «людина – робоча зона» і одночасно характеризуючи робочу зону, носять назву параметрів мікроклімату.

До них відносяться температура повітря t , °С; відносна вологість ϕ , %; швидкість руху повітря на робочому місці ω , м/с; барометричний тиск p , Па; інтенсивність теплового випромінювання E , Вт.

Параметри мікроклімату можуть змінюватись в наступних межах: $p=(0,9...1,06) \cdot 10^5$ Па; $t=-89,2...+60$ °С; $\phi=10...100\%$; $\omega=0...100$ м/с.

Температура повітря при відсутності виділення теплоти від матеріалів і обладнання в опалювальних приміщеннях літом і зимою знаходиться приблизно на рівні 18...25 °С.

Вологість повітря в робочій зоні виражається відносною вологістю $\phi(\%)$, котра визначається як відношення абсолютної A вологості до максимальної M , тобто $\phi=(A/M)100\%$. Фізично оптимальною являється відносна вологість в межах 40-60%. Підвищена вологість в сполученні з низькими t° переохолодження, а з високими – перегрів організму. Це може призвести погіршення стану і зниження робото здатності людини.

Згідно ДСТУ 12.1.005-2002 встановлено комплекс оптимальних значень і допустимих метеорологічних умов для робочої зони приміщень, включаючи значення t , ω і ϕ .

Нормальний хімічний склад повітря робочої зони рідко зустрічається на виробничій, оскільки ТП виготовлення виробів машинобудування супроводжується виділенням в повітря робочої зони різних шкідливих речовин в виді парів, газів, крапель, твердих частинок.

Зокрема в термічній дільниці – оксид вуглецю, оксиди азоту і сірки, аміак, пилюка, пари масел, ціаністичний водень; зварювальні дільниці – токсичні гази і пилюка, що складається на 90% з частинок розміром 1 мкм.; механічні і механоскладальні дільниці – туман емульсії, масел, дрібнодисперська пилюка на ділянках шліфування і полірування, пари бензину, етанолу на ділянках промивки і обезжирювання деталей, та ін; лакофарбові дільниці – пари розчинників, фарбова аерозоль, туман при розпилюванні лакофарбових покриттів.

Головним напрямком по нормалізації складу і параметрів мікроклімату в цехах і на дільницях необхідно рахувати: застосування ТП і обладнання, що виключають виділення і потрапляння в повітря робочої зони теплого і холодного повітря, шкідливих парів, газів, аерозолів.

В відповідності з ДСТУ 2.04.05-2001 розрахунок потрібного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції проводиться в повітрі робочої зони шкідливих речовин, надлишків теплоти, вологи.

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДСТУ П-4-79 в залежності від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкту розпізнавання, розряду зорової роботи, системи освітлення, фону, контрасту об'єкту з фоном.

Допустиме значення коефіцієнта пульсації для газорозрядних ламп не повинно перевищувати 10...20% в залежності від систем освітлення і розряду зорових робіт. (Щоб запобігти стробоскопічному ефекту лампи денного освітлення з'єднується в протифазу.

Шум, вібрація, інфра – і ультразвук по своїй фізичній природі є пружним коливанням твердих тіл, газів і рідин (підвищення параметрів яких веде до розладу і збоїв організмі людини).

Нормовані параметри шуму на робочому місці визначені ДСТУ 12.1.003-

98. Аналіз рівнів акустичного розрахунку дозволяє рекомендувати для зниження шуму наступні методи (ДСТУ 12.1.029-99); зниження шуму в джерелі; зміна напрямку випромінювання; раціональне планування приміщень в цехах; акустична обробка приміщень; зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення, народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасних засобів ураження.

Основні завдання цивільної оборони:

- запобігання виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження і проведення заходів щодо зменшення збитків та втрат під час аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;

- сповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний та воєнний час та постійне інформування про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та використання засобів ураження;

- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;

- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним і бактеріологічним зараженням, підтримання їх готовності до сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу;

- підготовка і перепідготовка керівного складу ЦО, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

5.2 Оцінка стійкості роботи механічного цеху.

Вихідні дані згідно варіанту №4:

1. Потужність ядерного заряду, вихід з ладу одного з реакторів, вибух наземний $q=100$ кт.
2. Віддалення ОНГ від центру міста $Rz=1.2$ км.
3. Максимальне відхилення центру ймовірного вибуху від точки прицілення $r_{від}=0,3$ км.
4. Середня швидкість вітру $\bar{v}_{сп} = 25$ км/год.
5. Встановлена доза опромінення на одну добу.

Механічний цех

1. Будівля №1 – двоповерхова з металевим каркасом: будівля №2 – одноповерхова цегляна, перекриття з дерев'яних елементів.
2. Двері – дерев'яні, оббиті дерматином.
3. Віконні рами – дерев'яні, темного кольору.
4. Покрівля – толь.
5. Технологічне обладнання:
 - верстати важкого типу;
 - верстати середнього типу;
 - підйомно – транспортне обладнання.
6. Газопровід – наземний, водопровід – підземний.
7. Сховище IV класу, вбудоване, площа 120м^2 .
- Товщина перекриття – бетон 23 см, ґрунт 24 см.
8. Чисельність найбільшої робочої зміни – 240 чол.
9. Повітропостачання по режиму 1.
10. Кількість засобів вентиляції:
 - ФКВ-1-2шт
 - ЄРВ-72-1шт
11. Тривалість робочої зміни – 8 годин.

5.3 Оцінка стану інженерного захисту робітників

Знаходимо мінімальну відстань до ймовірного вибуху

$R_x = R_z - r_{від} = 1,2 - 0,3 = 0,9$ км, і відзначаємо максимальне значення надлишкового тиску, що очікується на об'єкті згідно (додаток 1) при $R_x = 0,9$ км, $q = 100$ кт для наземного вибуху $\Delta P_{ф \max} = \Delta P_{ф \text{ необ}} = 150$ кПа.

Визначаємо необхідний коефіцієнт послаблення радіації захисними спорудами, для чого розраховуємо максимальну дозу радіації при одноразовому опроміненні за одну разу незахищених людей, що знаходиться в районі об'єкта за формулою:

$$D_{p.z.\max} = 5 * P_1 (t_H^{-0.2} - t_k^{-0.2}),$$

де P_1 – максимальний рівень раддіації, що очікується на об'єкті, згідно (додаток 12) $P_1 = 14305$ Р/год,

t_H – початок зараження, год;

$$t_H = \frac{R_x}{V_{cp}} + t_{в},$$

де $t_{в}$ – час випадання радіоактивних опадів, рівний в середньому 1 годині;

$$t_H = \frac{0.9}{25} + 1 = 0.036 + 1 = 1.036 \text{ год} \approx 1 \text{ год}.$$

$$t_k = t_H + 24$$

де $t_{в}$ – час закінчення радіаційного опромінення, год.;

$$t_k = 1 + 24 = 25 \text{ год}.$$

отже максимальна доза радіації:

$$D_{p.z.\max} = 5 * 14305 (1^{-0.2} - 25^{-0.2}) = 33952 \text{ Р}$$

Визначаємо необхідний коефіцієнт послаблення радіації захисними спорудами від радіоактивного зараження за формулою:

$$K_{\text{посл}} = \frac{33952}{50} = 679$$

Характеристика сховища: система водопостачання, каналізація, електропостачання та опалення повністю забезпечують життєдіяльність персоналу, що переховується.

Дані щодо решти показників сховища зведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники сховища

№ сховища	Клас сховища	Захисні властивості		Площа приміщення персоналу, що переходиться С. м	Кількість місць при 2-х ярусному розміщенні нар М	Число людей, що підлягають укриттю N	Кількість місць з захисними властивостями, що відповідають вимогам, Мзв	К – ть продуктів в режимі I м ² /год		Число місць, що забезпечують чистим повітрям людей, нав'язних	сигнал., які своєчасно переходяться у сховищі
		По ЦХ ΔРф, кПа	По послабленню радіації					ФКВ-1	ЄРВ-72		
1	IV	150	1000	120	240	240	240	2/1200	1/900	210	210

Визначаємо показники, що характеризують сховище по постійності, захисних властивостях, життєзабезпеченню та освоєнні заповнення і їх значення зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 11.2 – Результати оцінки стану інженерного захисту працівників об'єкта.

Результати оцінки стану інженерного захисту працівників об'єкту					Заходи по підвищенні надійності інженерного захисту працівників об'єкту
$K_M = \frac{M}{N}$	$K_{36} = \frac{M_{36}}{N}$	$K_{жз} = \frac{N_{жз}}{N}$	$K_B = \frac{N_{вч}}{N}$	Коефіцієнт захисту працівників в Кнз	1. Необхідно спроектувати сховище з захисними властивостями: по ударній хвилі 3
1	1	0,87	0,87	0,87	

<p>На об'єкті при існуючій готовності та організації 1% складу працюючої зміни надійний захист не забезпечується</p>	<p>надлишковим тиском не менше кПа, по радіоактивному випромінюванні з коефіцієнтом послаблення радіації не менше 1000</p> <p>2. Необхідно замінити електроручний вентилятор типу ЄРВ 72-2 на ЄРВ 72-3 для збільшення повітрязабезпечення.</p> <p>3. Для підвищення Ксвч і Кнз періодично проводити на підприємстві навчання щодо сигналів, мети та завдання цивільної оборони.</p>
--	---

Оцінка стійкості механічного цеху машинобудівного підприємства до дії ударної хвилі ядерного вибуху.

Таблиця 5.3 – Результати оцінки стійкості будівель механічного цеху до ударної хвилі

Елемент и цеху	Характеристика елементів	Степінь руйнування в залежності від значення ΔP_f , кПа										Границя стійкості елементів	Границя стійкості	
		5	10	20	30	40	50	60	70	80				
Будівля №1	Одноповерхова з неметалевим каркасом	I		II	III	IV							15	15
Будівля №2	Одноповерхова, цегляна, перекриття з дерев'яних елементів		I	II	III	IV							20	
Технологічне обладнання	Верстати важкого типу				I	II	III						40	
	Верстати середнього типу				I	II	III						25	
	Підйомно-трансп. Обладь.				I	II	III	IV					30	

Комун ально – енерг. мережі	Газопровід наземний		I		II		III	50
	Водопровід підземний	I-200...300 II-350...600		III-600...1000 IV-1000				350

I – слабкі руйнування; II – середні; III – сильні; IV – повні руйнування.

Згідно (додаток 2) знаходимо для кожного елемента цеху надлишковий тиск, що викликає слабкі, середні, сильні та повні руйнування. Ці дані заносимо в таблицю 5.3

Знаходимо границю стійкості цеху в цілому по мінімальній границі стійкості елементів, що входять в його склад, $\Delta P_{\text{ф lim}} = 15 \text{ кПа}$.

Порівнявши знайдену границю цеху стійкості з очікуваним максимальним значенням надлишкового тиску на території підприємства встановлюємо, що цех не стійкий до дії ударної хвилі ядерного вибуху, оскільки $\Delta P_{\text{ф lim}} < \Delta P_{\text{ф max}}$ ($15 < 150 \text{ кПа}$)

Висновки

Всі елементи цеху крім підземного водопроводу в результаті ударної хвилі ядерного вибуху будуть повністю зруйновані, що приведе до неможливості подальшої роботи цеху. Для підвищення стійкості роботи цеху необхідно провести наступні заходи:

- використовувати бетонні і залізобетонні будівлі антисейсмічної конструкції і в якості виробничих будівель;
- раціонально компоувати, розміщувати технологічне обладнання під час об'ємно – планового проектування підприємства;
- використовувати конструкції з більшим запасом міцності і стійкості.

5.4 Оцінка стійкості роботи цеху до пливу світлого випромінювання

Визначаємо максимальний світловий імпульс і надлишковий тиск ударної хвилі, які очікуються на території об'єкту на відстані 1 км для боєприпаси потужності $q = 100 \text{ кт}$ і надземного вибуху:

$$I_{св.маx} = 2900 \frac{\kappa ДЖ}{2} \cdot \frac{1}{m}$$

$$\Delta P_{\phi.маx} = 150 \kappa Па.$$

Визначаємо ступінь вогнестійкості будівель цеху згідно (додаток 6) і результати оцінки та характеристики будівель цеху елементів заносимо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати оцінки стійкості будівель до впливу світлового випромінювання

№ буд	Елементи будівель	Ступінь вогнестійкості	Група небезпечного	Елементи будівель, що можуть спалахнути	Імпульс, що викликає	Будівель до випромінювання пожежі	де знаходиться
1	Одноповерхова з неметалевим каркасом	I	Д	Дерев'яні двері, оббиті дермантином	250	250	Зона суцільних пожеж
2	Одноповерхова, цегляна з дерев'яних елементів	II		Дерев'яні віконні рами темного кольору	250		
				Перекриття - толь	590		

Висновок

Згідно заданих умов цех продовжити роботу не зможе, тому що не є стійким до світлового опромінювання. Пожежну безпеку представляють двері, віконні рами і покриття. Для підвищення границі стійкості механічного цеху необхідно:

- поміняти покриття на асбесто – цементне;
- замінити дерев'яні двері і віконні рами на металеві;
- територію підприємства регулярно очищувати від тимчасових споруд, що згоряють і різних відходів;
- провести усі протипожежні міри в механічному цеху.

Оцінка стійкості роботи цеху до дії проникаючої радіація та радіоактивного зараження.

Максимальний рівень радіації та радіоактивної хмари проходить через територію об'єкту:

$P_{1 \max} = 14305$ р/год (див вище).

Доза проникаючої радіації;

$D_{\max}^{np} = 10000 P$, (додаток 9)

Коефіцієнт послаблення дози радіації:

$$K_{\text{посл}}^{cx} = K_p * 2 \left(\frac{h_{\delta}}{a_{\delta}} + \frac{h_{ep}}{d_{ep}} \right),$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує розміщення сховища, для вбудованого $K_p=8$;

h_{δ} – товщина шару перекриття з бетону $h_{\delta}=23$ см;

$h_{гр}$ – товщина шару перекриття з ґрунту, $h_{гр}=24$ см;

$d_{гр}$ і d_{δ} – відповідно товщина шару половинного послаблення радіації, $d_{гр}=14,4$ см; $d_{\delta}=10$ см.

Отже:

$$K_{\text{посл}}^{cx} = 8 * 2^{\left(\frac{23}{10} + \frac{24}{14,4}\right)} = 8 * 2^{(2,3+1,67)} = 128.$$

Визначаємо опромінення при $P_{1 \max}$, при якому можуть отримати робітники та службовці, перебуваючи у виробничих будівлях чи сховищах за робочу зміну за формулами:

$$D_{\max}^{\text{бюд}} = \frac{5 * P_{1\max} (t_H^{-0.2} - t_K^{-0.2})}{K_{\text{посл}}^{\text{бюд}}};$$

$$D_{\max}^{cx} = \frac{5 * P_{1\max} (t_H^{-0.2} - t_K^{-0.2})}{K_{\text{посл}}^{cx}}.$$

де t_H – початок зараження після вибуху, $t_H=1$ год;

t_K – час закінчення радіаційного опромінення, $t_K = 9$ год, оскільки тривалість робочої зміни 8 год.

Отже,

$$D_{\max}^{\text{бюд}} = \frac{5 * 14305(1^{-0.2} - 9^{-0.2})}{8} = 3179 P;$$

$$D_{\max}^{\text{сх}} = \frac{5 * 14305(1^{-0.2} - 9^{-0.2})}{128} = 197 P.$$

Визначаємо межу стійкості роботи цеху в умовах радіаційного зараження:

$$P_{\text{lim}} = \frac{D_{\text{см}} * K_{\text{носл}}}{5(t_H^{-0.2} - t_K^{-0.2})};$$

Тоді:

$$P_{\text{lim}} = \frac{25 * 8}{5(1^{-0.2} - 9^{-0.2})} = 112 P / \text{год}.$$

Висновок

Оскільки $P_{\text{lim}} < P_{1\text{max}}$, то захисні властивості не забезпечують безперервності роботи об'єкту протягом встановленого часу роботи в умовах очікуваного максимального рівня радіації $P_{1\text{max}} = 14305$ Р/год. Для підвищення стійкості цеху до радіоактивного зараження необхідно:

- розробити режими радіоактивного захисту робочих і роботи механічного цеху в умовах радіоактивного зараження, підвищити коефіцієнт послаблення радіації сховища;
- підвищити степінь герметизації цеху;
- підготувати систему вентиляції цеху до роботи в режимі очистки повітря від радіоактивного пилу, обладнати її сітковим масляним проти половим фільтром і перешкодами.

ВИСНОВКИ

У висновках магістерської роботи з діагностики дизельних двигунів легкових автомобілів можна відзначити, що проведені дослідження виявили важливі аспекти та питання, пов'язані з ефективністю та точністю діагностики цих двигунів.

Результати досліджень свідчать про необхідність вдосконалення існуючих методів діагностики та впровадження нових технологій для підвищення надійності виявлення несправностей. Крім того, можна відзначити, що робота зробила значний внесок у розуміння проблем діагностики дизельних двигунів, а розроблені рекомендації та методики можуть бути корисними для автовиробників, сервісних центрів та науковців у галузі автомобільної техніки. Діагностика дизельних двигунів є важливим етапом у забезпеченні довговічності та економічності автотранспорту.

Отримані результати досліджень можуть слугувати основою для подальших досліджень і вдосконалення методів діагностики, сприяючи подальшому розвитку сучасних систем керування двигуном автомобіля та підвищенню загальної якості технічного обслуговування транспортних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
2. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту / О.Л. Ляшук, І.Б. Гевко, А.Б. Гупка, Л.М. Слободян, Б.Р. Гевко, Р.В. Хорошун // ЛНТУ, Том 2 № 21 (2023): сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Луцьк, - 2023. с. 135-144.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP T 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с

9. Параметрична модель фрикційного контакту / Р.Я. Лещук, І.Т. Ярема, А.Б. Гупка // 16-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 18 травня – 19 травня 2023 р.) : Матеріали симпозіуму. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2023. с. 58.

10. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.

ДОДАТКИ

Виробнича програма всіх видів технічних дій автомобілів АТП

Назва, тип та марка автомобіля	Трудомісткість $T_{вир}^i$ конкретної марки	Сукупність технічних дій, N_i			Загальна трудомісткість технічних дій, t_i люд/год			
		ЩО	ТО-1	ТО-2	ЩО	ТО-1	ТО-2	ПР на 1000 км
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
МАЗ-53445	465,32	260	4	4	0,55	3,3	12,3	3,4
МАЗ-555	474,56	520	36	8	0,2	2,2	7,2	2,8
IVECO EUROTRAKKER / AD 720 T 42 WT	430,7	260	21	5	0,4	2,1	9,0	3,6
ЗІЛ-5301	6214,86	3640	291	69	0,42	2,2	9,1	3,7
ЗІЛ-5301ВЕ-11	957,52	520	22	8	0,58	2,19	18,88	3,68
КРАЗ 256	403,94	260	13	4	0,45	2,7	10,8	4,0
КРАЗ 256Б	2741,96	1300	62	20	0,52	2,89	12,24	6,47
КРАЗ 64431-40-02	1514,48	520	32	11	0,60	3,5	18,6	6,7
ЗІЛ-4331	10608,3	3900	225	72	0,60	3,5	18,6	6,7
КамАЗ-5320	10590,6	2860	177	70	0,50	3,4	14,5	8,5
КамАЗ-5410	3820,4	1040	53	26	0,50	3,4	14,5	8,5
КамАЗ-54112	961,5	260	13	7	0,50	3,4	14,5	8,5
МАЗ 54323	653,69	260	7	3	0,40	3,35	13,6	6,0
КрАЗ-255 автокран	473,19	260	13	3	0,52	2,89	12,24	6,47
ОДАЗ-9370	234,2	1300	37	12	0,1	0,4	2,1	0,4
ГКБ-817	1242,5	2600	75	23	0,25	0,9	5,0	1,3
Всього	41787,72	-						

Продовження таблиці

Марка Тип Автомобіля	Загальна трудомісткість технічних дій, T_i					Виробнича програма $T_{вир}^i$, люд-год
	ЩО	ТО-1	ТО-2	СО	ПР	
-1-	-10-	-11-	-12-	-13-	-14-	-15-
МАЗ-53445	143	13,2	49,2	4,92	255	465,32
МАЗ-555	52	79,2	57,6	5,76	280	474,56
IVECO EUROTRAK KER / AD 720 T 42 WT	104	44,1	45	3,6	234	430,7
ЗІЛ-5301	1528, 8	640,2	627,9	50,96	3367	6214,86
ЗІЛ-5301ВЕ- 11	301,6	48,18	151,0 4	15,1	441,6	957,52
КРАЗ 256	117	35,1	43,2	8,64	200	403,94
КРАЗ 256Б	676	179,1 8	244,8	24,48	1617, 5	2741,96
КРАЗ 64431- 40-02	312	112	204,6	14,88	871	1514,48
ЗІЛ-4331	2340	787,5	1339, 2	111,6	6030	10608,3
КамАЗ-5320	1430	601,8	1015	63,8	7480	10590,6
КамАЗ-5410	520	180,2	377	23,2	2720	3820,4
КамАЗ-54112	130	44,2	101,5	5,8	680	961,5
МАЗ 54323	104	23,45	40,8	5,44	480	653,69
КрАЗ-255 автокран	135,2	37,57	36,72	4,9	258,8	473,19
ОДАЗ-9370	130	14,8	25,2	4,2	60	234,2
ГКБ-817	650	67,5	115	20	390	1242,5
Всього	8673, 6	2908, 2	4473, 76	367,2 8	25364 ,9	41787,72

Норми пробігу автомобілів на плановий період

Назва, тип та марка автомобіля	Пробіг автомобіля за добу $L_{доб}^i$, км	Річний фонд пробігу автомобіля, D_p	Середньорічний пробіг любого автомобіля тис. км L_p^i	Загальна кількість автомобілів $A_{об}^i$, шт.	Пробіг всіх автомобілів в за рік $\sum L_p$, тис. км
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
МАЗ-53445	288,5	260	75	1	75
МАЗ-555	192,3	260	50	2	100
IVECO EUROTRAKKER / AD 720 T 42 WT	250	260	65	1	65
ЗІЛ-5301	250	260	65	14	910
ЗІЛ-5301BE-11	230,8	260	60	2	120
КРАЗ 256	192,3	260	50	1	50
КРАЗ 256Б	192,3	260	50	5	250
КРАЗ 64431-40-02	250	260	65	2	130
ЗІЛ-4331	60	260	60	15	900
КамАЗ-5320	307,7	260	80	11	880
КамАЗ-5410	307,7	260	80	4	320
КамАЗ-54112	307,7	260	80	1	80
МАЗ 54323	307,7	260	80	1	80
КрАЗ-255 автокран	153,8	260	40	1	40
ОДАЗ-9370	115,4	260	30	5	150
ГКБ-817	115,4	260	30	10	300

Розподілення трудомісткості технічного огляду рухомого складу по видам робіт

Вид робіт	Марка автомобіля							
	МАЗ-53445		МАЗ-555		IVECO EUROTRAKKER / AD 720 T 42 WT		ЗІЛ-5301	
	Обсяг робіт							
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩО								
Убиральні	30	42,9	30	15,6	30	31,2	30	458,64
Мийні	40	57,2	30	15,6	30	31,2	30	458,64
Контрольні	30	42,9	40	20,8	40	41,6	40	611,52
Всього	100	143	100	52	100	104	100	1528,8

ТО-1								
Убиральні	3	0,4	2	1,58	2	0,88	2	12,8
Мийні	4	0,53	3	2,38	3	1,32	3	19,21
Контрольні	10	1,32	3	2,38	3	1,32	3	19,21
Діагностичні	12	1,58	8	6,34	8	3,53	8	51,22
Кріпильні	16	2,11	32	25,34	32	14,11	32	204,86
Регулювальні	5	0,66	10	7,92	10	4,41	10	64,02
Мастильні, заправочно-очисні	26	3,43	19	15,05	19	8,38	19	121,64
Електротехнічні	9	1,19	10	7,92	10	4,41	10	64,02
Обслуговування систем живлення	5	0,66	6	4,75	6	2,65	6	38,41
Шинні	10	1,32	7	5,54	7	3,09	7	44,81
Всього	100	13,2	100	79,2	100	44,1	100	640,2
ТО-2								
Убиральні								
Мийні								
Контрольні	18	8,86						
Діагностичні	18	8,86	10	5,76	10	4,5	10	62,79
Кріпильні	7	3,44	33	19,01	33	14,85	33	207,21
Регулювальні	6	2,95	17	9,79	17	7,65	17	106,74
Мастильні, заправочно-очисні	14	6,89	14	8,06	14	6,3	14	87,91
Електротехнічні	15	7,38	8	4,61	8	3,6	8	50,23
Обслуговування систем живлення	4	1,97	7	4,03	7	3,15	7	43,95
Шинні	18	8,86	11	6,34	11	4,95	11	69,07
Всього	100	49,2	100	57,6	100	45	100	627,9
Вид робіт	Марка автомобіля							
	ЗІЛ-5301ВЕ-11		КРАЗ 256		КРАЗ 256Б		КРАЗ 64431-40-02	
	Обсяг робіт							
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..
1	10	11	12	13	14	15	16	17
ЩО								
Убиральні	30	90,48	30	35,1	30	202,8	30	93,6
Мийні	30	90,48	30	35,1	30	202,8	30	93,6
Контрольні	40	120,64	40	46,8	40	270,4	40	124,8
Всього	100	301,6	100	117	100	676	100	312
ТО-1								
Убиральні	2	0,96	2	0,7	2	3,58	2	2,24

Мийні	3	1,45	3	1,05	3	5,38	3	3,36
Контрольні	3	1,45	3	1,05	3	5,38	3	3,36
Діагностичні	8	3,85	8	2,81	8	14,33	8	8,96
Кріпильні	32	15,42	32	11,23	32	57,34	32	35,84
Регулювальні	10	4,82	10	3,51	10	17,92	10	11,2
Мастильні, заправочно-очисні	19	9,15	19	6,67	19	34,04	19	21,28
Електротехнічні	10	4,82	10	3,51	10	17,92	10	11,2
Обслуговування систем живлення	6	2,89	6	2,11	6	10,75	6	6,72
Шинні	7	3,37	7	2,46	7	12,54	7	7,84
Всього	100	48,18	100	35,1	100	179,18	100	112
ТО-2								
Убиральні								
Мийні								
Контрольні								
Діагностичні	10	15,1	10	4,32	10	24,48	10	20,46
Кріпильні	33	49,84	33	14,26	33	80,78	33	67,52
Регулювальні	17	25,68	17	7,34	17	41,62	17	34,78
Мастильні, заправочно-очисні	14	21,15	14	6,05	14	34,27	14	28,64
Електротехнічні	8	12,08	8	0,64	8	19,58	8	16,37
Обслуговування систем живлення	7	10,57	7	3,02	7	17,14	7	14,32
Шинні	11	16,61	11	4,75	11	26,93	11	22,51
Всього	100	151,04	100	43,2	100	244,8	100	204,6
Вид робіт	Марка автомобіля							
	ЗІЛ-4331		КамАЗ-5320		КамАЗ-5410		КамАЗ-54112	
	Обсяг робіт							
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..
1	18	19	20	21	22	23	24	25
ЩО								
Убиральні	30	702	30	429	30	156	30	39
Мийні	30	702	30	429	30	156	30	39
Контрольні	40	936	40	572	40	208	40	52
Всього	100	2340	100	1430	100	520	100	130
ТО-1								
Убиральні	2	15,75	2	12,04	2	3,6	2	0,88
Мийні	3	23,63	3	18,05	3	5,41	3	1,33
Контрольні	3	23,63	3	18,05	3	5,41	3	1,33
Діагностичні	8	63	8	48,14	8	14,42	8	3,54
Кріпильні	32	252	32	192,58	32	57,66	32	14,14
Регулювальні	10	78,75	10	60,18	10	18,02	10	4,42

Мастильні, заправочно-очисні	19	149,6 3	19	114,34	19	34,24	19	8,4	
Електротехнічні	10	78,75	10	60,18	10	18,02	10	4,42	
Обслуговування систем живлення	6	47,25	6	36,11	6	10,81	6	2,65	
Шинні	7	55,13	7	42,13	7	12,61	7	3,09	
Всього	10 0	787,5	10 0	601,8	10 0	180,2	10 0	44,2	
ТО-2									
Убиральні									
Мийні									
Контрольні									
Діагностичні	10	133,9 2	10	101,5	10	37,7	10	10,15	
Кріпильні	33	441,9 4	33	334,95	33	124,41	33	33,5	
Регулювальні	17	227,6 6	17	172,55	17	64,09	17	17,26	
Мастильні, заправочно-очисні	14	187,4 9	14	142,1	14	52,78	14	14,21	
Електротехнічні	8	107,1 4	8	81,2	8	30,16	8	8,12	
Обслуговування систем живлення	7	93,74	7	71,05	7	26,39	7	7,11	
Шинні	11	147,3 1	11	111,65	11	41,47	11	11,17	
Всього	10 0	1339, 2	10 0	1015	10 0	377	10 0	101,5	
Вид робіт	Марка автомобіля								Всього
	МАЗ-54323		Краз 256		ОДАЗ-9370		ГКБ-817		
	Обсяг робіт								
	%	Люд.- год..	%	Люд.- год..	%	Люд.- год..	%	Люд. д.- год.	
1	26	27	28	29	30	31	32	33	34
ЩО									
Убиральні	30	31,2	30	40,56	20	26	20	130	25 24, 1
Мийні	30	31,2	30	40,56	45	58,5	45	292,5	27 33, 4
Контрольні	40	41,6	40	54,08	35	45,5	35	227,5	34 16, 1
Всього	100	104	100	135,2	100	130	100	650	86 73, 6
ТО-1									

Убиральні	2	0,47	2	0,75	2	0,3	2	1,35	58,28
Мийні	3	0,7	3	1,13	2,5	0,37	2,5	1,69	86,99
Контрольні	3	0,7	3	1,13	2	0,3	2	1,35	87,37
Діагностичні	8	1,88	8	3,01	3,5	0,52	3,5	2,36	229,49
Кріпильні	32	7,5	32	12,02	35	5,18	35	23,63	930,96
Регулювальні	10	2,35	10	3,76	10	1,48	10	6,75	290,17
Мастильні, заправочно-очисні	19	4,46	19	7,14	23	3,4	23	15,53	556,78
Електротехнічні	10	2,35	10	3,76	7	1,04	7	4,73	288,24
Обслуговування систем живлення	6	1,41	6	2,25					169,42
Шинні	7	1,64	7	2,63	15	2,22	15	10,13	210,55
Всього	100	23,45	100	37,57	100	14,8	100	67,5	2908,2
ТО-2									
Убиральні									
Мийні									
Контрольні									8,86
Діагностичні	10	4,08	10	3,67	1	0,25	1	1,15	438,69
Кріпильні	33	13,46	33	12,12	63	15,88	63	72,45	1505,66
Регулювальні	17	6,94	17	6,24	20	5,04	20	23	759,33
Мастильні, заправочно-очисні	14	5,71	14	5,14	11	2,77	11	12,65	622,12
Електротехнічні	8	3,26	8	2,94	1,5	0,38	1,5	1,73	349,42
Обслуговування	7	2,86	7	2,57					30

систем живлення									1,8 7
Шинні	11	4,49	11	4,04	3,5	0,88	3,5	4,03	48 5,1
Всього	100	40,8	100	36,72	100	25,2	100	115	44 73, 8

Вид робіт	Марка автомобіля							
	МАЗ-53445		МАЗ-555		IVECO EUROTRAK KER / AD 720 T 42 WT		ЗІЛ-5301	
	Обсяг робіт							
	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СО								
Убиральні								
Мийні								
Контрольні	18	0,89						
Діагностичні	18	0,89	10	0,58	10	0,36	10	5,1
Кріпильні	7	0,34	17	1,0	17	0,61	17	8,66
Регулювальні	6	0,3	14	0,81	14	0,5	14	7,13
Мастильні, заправочно-очисні	14	0,69	8	0,46	8	0,29	8	4,08
Електротехнічні	15	0,74	33	1,9	33	1,19	33	16,8 2
Обслуговування систем живлення	4	0,2	15	0,86	15	0,54	15	7,64
Шинні	18	0,89	3	0,17	3	0,11	3	1,53
Всього	100	4,92	100	5,76	100	3,6	100	50,9 6
Вид робіт	Марка автомобіля							
	ЗІЛ- 5301BE-11		КРАЗ 256		КРАЗ 256Б		КРАЗ 64431-40-02	
	Обсяг робіт							
	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..
1	10	11	12	13	14	15	16	17
СО								
Убиральні								
Мийні								
Контрольні								
Діагностичні	10	1,51	10	0,86	10	2,45	10	1,49
Кріпильні	17	2,57	17	1,17	17	4,16	17	2,53

Регулювальні	14	2,11	14	1,21	14	3,43	14	2,08
Мастильні, заправочно-очисні	8	1,21	8	0,69	8	1,96	8	1,19
Електротехнічні	33	4,98	33	2,85	33	8,08	33	4,91
Обслуговування систем живлення	15	2,27	15	1,3	15	3,67	15	2,23
Шинні	3	0,45	3	0,26	3	0,73	3	0,45
Всього	100	15,1	100	8,64	100	24,48	100	14,88
Вид робіт	Марка автомобіля							
	ЗІЛ-4331		КамАЗ-5320		КамАЗ-5410		КамАЗ-54112	
	Обсяг робіт							
	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..	%	Люд .- год..
1	18	19	20	21	22	23	24	25
СО								
Убиральні								
Мийні								
Контрольні								
Діагностичні	10	11,16	10	6,38	10	2,32	10	0,58
Кріпильні	17	18,97	17	10,85	17	3,94	17	0,99
Регулювальні	14	15,62	14	8,93	14	3,25	14	0,81
Мастильні, заправочно-очисні	8	8,93	8	5,1	8	1,86	8	0,46
Електротехнічні	33	36,83	33	21,05	33	7,66	33	1,91
Обслуговування систем живлення	15	16,74	15	9,57	15	3,48	15	0,87
Шинні	3	3,35	3	1,91	3	0,7	3	0,17
Всього	100	111,6	100	63,8	100	23,2	100	5,8

Вид робіт	Марка автомобіля								Всього
	МАЗ-54323		Краз 256		ОДАЗ-9370		ГКБ-817		
	Обсяг робіт								
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	
1	26	27	28	29	30	31	32	33	34
СО									
Убиральні									
Мийні									
Контрольні									0,89
Діагностичні	10	0,54	10	0,49					34,71
Кріпильні	17	0,92	17	0,83					57,54
Регульовальні	14	0,76	14	0,69					47,63
Мастильні, заправочно-очисні	8	0,44	8	0,39					27,75
Електротехнічні	33	1,8	33	1,62					112,34
Обслуговування систем живлення	15	0,82	15	0,74					50,93
Шинні	3	0,16	3	0,15					11,03
Всього	100	5,44	100	4,9		4,2		20	367,28

Розподілення трудомісткості планових ремонтів рухомого складу по видам робіт

Вид робіт	Марка автомобіля							
	МАЗ-53445		МАЗ-555		IVECO EUROTRAKKER / AD 720 T 42 WT		ЗІЛ-5301	
	Обсяг робіт							
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постові								
Регульовальні	3	7,65	2,0	5,6	2,0	4,68	2,0	67,34
Розбирально-складальні	2,5	6,38	1,0	2,8	1,0	2,34	1,0	33,67
Зварювально-бляхарські	27	68,85	32	89,6	32	74,88	32	1077,4
Діагностичні	3,5	8,93	2,0	5,6	2,0	4,68	2,0	67,34
Малярні	6	15,3	4,0	11,2	4,0	9,36	4,0	134,68
Разом	42	107,1	41	114,8	41	95,94	41	1380,5
Дільничі								
Агрегатні	18	45,9	18	50,4	18	42,12	18	606,0

								6
Слюсарні-механічні	12	30,6	11	30,8	11	25,74	11	370,37
Електротехнічні	4,5	11,48	7	19,6	7	16,38	7	235,69
Акумуляторні	1,5	3,83	1,5	4,2	1,5	3,51	1,5	50,51
Ремонт приладів систем живлення	4	10,2	4,5	12,6	4,5	10,53	4,5	151,52
Шиномонтажні	1,5	3,83	1,5	4,2	1,5	3,51	1,5	50,51
Вулканізаційні	1,5	3,83	1,5	4,2	1,5	3,51	1,5	50,51
Ковальсько-ресорні	1,0	2,55	3,5	9,8	3,5	8,19	3,5	117,85
Мідницькі	2,0	5,1	2,5	7	2,5	5,85	2,5	84,18
Зварювальні	2,5	6,38	1,0	2,8	1,0	2,34	1,0	33,67
Бляхарські	1,5	3,83	1,0	2,8	1,0	2,34	1,0	33,67
Арматурні	2,0	5,1	1,5	4,2	1,5	3,51	1,5	50,51
Деревообробні	-		2,5	7	2,5	5,85	2,5	84,18
Обойні	6	15,3	2,0	5,6	2,0	4,68	2,0	67,34
Разом	58	147,9	59	165,2	59	138,06	59	1986,5
Всього	100	255	100	280	100	234	100	3367
Вид робіт	Марка автомобіля							
	ЗІЛ-5301ВЕ-11		КРАЗ 256		КРАЗ 256Б		КРАЗ 64431-40-02	
	Обсяг робіт							
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..
1	10	11	12	13	14	15	16	17
Постові								
Регулювальні	2,0	8,83	2,0	4	2,0	32,35	2,0	17,42
Розбирально - складальні	1,0	44,16	1,0	2	1,0	16,18	1,0	8,71
Зварювально-бляхарські	32	141,31	32	64	32	517,6	32	278,72
Діагностичні	2,0	8,83	2,0	4	2,0	32,35	2,0	17,42
Малярні	4,0	17,66	4,0	8	4,0	64,7	4,0	34,84
Разом	41	181,06	41	82	41	663,18	41	357,11
Дільничні								
Агрегатні	18	79,49	18	36	18	291,15	18	156,78
Слюсарні-механічні	11	48,58	11	22	11	177,93	11	95,81
Електротехнічні	7	30,91	7	14	7	113,23	7	60,97
Акумуляторні	1,5	6,62	1,5	3	1,5	24,26	1,5	13,07
Ремонт приладів систем живлення	4,5	19,87	4,5	9	4,5	72,79	4,5	39,2
Шиномонтажні	1,5	6,62	1,5	3	1,5	24,26	1,5	13,07

Вулканізаційні	1,5	6,62	1,5	3	1,5	24,26	1,5	13,07
Ковальсько-ресорні	3,5	15,46	3,5	7	3,5	56,61	3,5	30,49
Мідницькі	2,5	11,04	2,5	5	2,5	40,44	2,5	21,78
Зварювальні	1,0	44,16	1,0	2	1,0	16,18	1,0	8,71
Бляхарські	1,0	44,16	1,0	2	1,0	16,18	1,0	8,71
Арматурні	1,5	6,62	1,5	3	1,5	24,26	1,5	13,07
Деревообробні	2,5	11,04	2,5	5	2,5	40,44	2,5	21,78
Обойні	2,0	8,83	2,0	4	2,0	32,35	2,0	17,42
Разом	59	260,54	59	118	59	954,33	59	513,89
Всього	100	441,6	100	200	100	1617,5	100	871
Вид робіт	Марка автомобіля							
	ЗІЛ-4331		КамАЗ-5320		КамАЗ-5410		КамАЗ-54112	
	Обсяг робіт							
	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..
1	18	19	20	21	22	23	24	25
Постові								
Регулювальні	2,0	120,6	2,0	149,6	2,0	54,4	2,0	13,6
Розбирально-складальні	1,0	60,3	1,0	74,8	1,0	27,2	1,0	6,8
Зварювально-бляхарські	32	1929,6	32	2393,6	32	870,4	32	217,6
Діагностичні	2,0	120,6	2,0	149,6	2,0	54,4	2,0	13,6
Малярні	4,0	241,2	4,0	299,2	4,0	108,8	4,0	27,2
Разом	41	2472,3	41	3066,8	41	1115,2	41	278,8
Дільничні								
Агрегатні	18	1085,4	18	1346,4	18	489,6	18	122,4
Слюсарні-механічні	11	663,3	11	822,8	11	299,2	11	74,8
Електротехнічні	7	422,1	7	523,6	7	190,4	7	47,6
Акумуляторні	1,5	90,45	1,5	112,2	1,5	40,8	1,5	10,2
Ремонт приладів систем живлення	4,5	271,35	4,5	336,6	4,5	122,4	4,5	30,6
Шиномонтажні	1,5	90,45	1,5	112,2	1,5	40,8	1,5	10,2
Вулканізаційні	1,5	90,45	1,5	112,2	1,5	40,8	1,5	10,2
Ковальсько-ресорні	3,5	211,05	3,5	261,8	3,5	95,2	3,5	23,8
Мідницькі	2,5	150,75	2,5	187	2,5	68	2,5	17
Зварювальні	1,0	60,3	1,0	74,8	1,0	27,2	1,0	6,8
Бляхарські	1,0	60,3	1,0	74,8	1,0	27,2	1,0	6,8
Арматурні	1,5	90,45	1,5	112,2	1,5	40,8	1,5	10,2
Деревообробні	2,5	150,75	2,5	187	2,5	68	2,5	17
Обойні	2,0	120,6	2,0	149,6	2,0	54,4	2,0	13,6
Разом	59	3557,	59	4413,	59	1604,	59	401,2

		7		2		8			
Всього	100	6030	100	7480	100	2720	100	680	
Вид робіт	Марка автомобіля								
	МАЗ-54323	Краз 256		ОДАЗ-9370		ГКБ-817		Всього	
	Обсяг робіт								
	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	%	Люд.-год..	..	
1	27	28	29	30	31	32	33	34	
Постові									
Регулювальні	2,0	9,6	2,0	5,18	2,0	1,2	2,0	7,8	509,85
Розбирально-складальні	1,0	4,8	1,0	2,59	1,0	0,6	1,0	3,9	297,23
Зварювально-бляхарські	32	153,6	32	82,82	30	1,8	30	117	8078,78
Діагностичні	2,0	9,6	2,0	5,18	1,0	0,6	1,0	3,9	506,63
Малярні	4,0	19,2	4,0	10,35	6	3,6	6	23,4	1028,69
Разом	41	196,8	41	106,11	49	29,4	49	191,1	10421,18
Дільничні									
Агрегатні	18	86,4	18	46,58	-	-	-	-	4484,68
Слюсарні-механічні	11	52,8	11	28,47	13	7,8	13	50,7	2801,7
Електротехнічні	7	33,6	7	18,12	2,0	1,2	2,0	7,8	1746,68
Акумуляторні	1,5	7,2	1,5	3,88	-	-	-	-	373,73
Ремонт приладів систем живлення	4,5	21,6	4,5	11,65	-	-	-	-	1119,91
Шиномонтажні	1,5	7,2	1,5	3,88	2,0	1,2	2,0	7,8	382,73
Вулканізаційні	1,5	7,2	1,5	3,88	2,0	1,2	2,0	7,8	382,73
Ковальсько-ресорні	3,5	16,8	3,5	9,06	9	5,4	9	35,1	906,16
Мідницькі	2,5	12	2,5	6,47	1,0	0,6	1,0	3,9	626,11
Зварювальні	1,0	4,8	1,0	2,59	4,0	2,4	4,0	15,6	310,73
Бляхарські	1,0	4,8	1,0	2,59	1,0	0,6	1,0	3,9	296,68
Арматурні	1,5	7,2	1,5	3,88	1,5	0,9	1,5	5,85	381,75
Деревообробні	2,5	12	2,5	6,47	17,5	10,5	17,5	68,25	695,26
Обойні	2,0	9,6	2,0	5,18	-	-	-	-	552,5
Разом	59	283,2	59	152,69	51	30,6	51	198,9	14391,24
Всього	100	480	100	258,8	100	60	100	390	25364,9