

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

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для ТО та ремонту головки блока
циліндрів автомобіля КамАЗ-53212 з дослідженням модельних випробувань
підшипників ковзання на знос по схемі вал – втулка*

Виконав: студент VI курсу, групи МАМ-61
спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Бень Я. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гудь В.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., доц., О.Л.Ляшук

«16» вересня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Беню Ярославу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для ТО та ремонту головки блока
циліндрів автомобіля КамАЗ-53212 з дослідженням модельних випробувань підшипників
ковзання на знос по схемі вал – втулка

Керівник роботи _____

Гудь Віктор Зіновійович к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом по університету від «16» вересня 2019 року № 4/7 – 810

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний
розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної
ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Схема технологічного процесу ТО і ремонту головки блока циліндрів автомобіля КамАЗ-
53212 – А1; Схема ТП поточного ремонту двигуна КамАЗ – А1; Схема ТП поточного
ремонту двигуна КамАЗ– А1; Підставка під двигун – А1; Надставка – А1; Стенд для
розбирання і складання головки блоку циліндрів автомобіля КамАЗ – А1; Модернізований
стенд для випробування дизелів – А1; Витратомір палива – А1; Результати
експериментальних досліджень – 2А1; План моторної дільниці – А1.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>доцент Гудь В.З.</i>		
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>доцент Ляшук О.Л.</i>		
<i>Охорони праці</i>	<i>доцент Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викладача Клепча В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>доцент Лясота О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання 16.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>26.09.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>09.10.19 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>23.10.19 р.</i>	
4	<i>Спеціальний розділ</i>	<i>30.10.19 р.</i>	
5	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>06.11.19 р.</i>	
6	<i>Проектний розділ</i>	<i>13.11.19 р.</i>	
7	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>27.11.19 р.</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>04.12.19 р.</i>	
9	<i>Екологія.</i>	<i>11.12.19 р.</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>18.12.19 р.</i>	

Студент

(підпис)

Бень Я.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь В.З.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для ТО та ремонту головки блока циліндрів автомобіля КамАЗ-53212 з дослідженням модельних випробувань підшипників ковзання на знос по схемі вал – втулка».

Магістерська робота складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини. В розрахунково-пояснювальна записка складається з дев'яти частин в першій частині загально-технологічній проведено огляд головки блоку циліндрів двигуна автомобіля Камаз-53212, а також зроблено висновки та постановка завдання на дипломне проектування.

В технологічній частині проведена діагностика головки блоку циліндрів. Розроблено ТП ремонту. А також розраховано технічні норми часу і вибрано обладнання.

В конструкторській розроблено стенд для покращення розбирально складальних операцій технологічного процесу.

В четвертій частині розглянуто задачі технологічної підготовки виробництва, що розв'язуються за допомогою математичного моделювання.

В п'ятій частині проведено дослідженням модельних випробувань підшипників ковзання на знос по схемі вал – втулка.

В шостій частині проведено розрахунки що до проектування ремонтного цеху для ТО та ремонту головки блока циліндрів автомобіля КамАЗ-53212.

В сьомій частині проведено організаційно-економічний розрахунок магістерської роботи. В восьмій частині розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, у дев'ятій питання екології.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Загальна характеристика двигуна КамАЗ 53212.....	8
1.2 Кривошипно-шатунний механізм.....	8
1.3 Газорозподільний механізм.....	14
1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Огляд та діагностика головки блоку циліндрів.....	18
2.2 Розбирання двигуна на вузли та агрегати.....	19
2.3 Технологічний маршрут ремонту двигуна.....	22
2.4 Розрахунок технічних норм часу.....	24
2.5 Розрахунок виробничої програми ТО та Р рухомого складу.....	33
2.6 Вибір обладнання.....	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	39
3.1 Призначення, будова та принцип дії стенда для розбирання та складання головки блоку циліндрів двигуна.....	39
3.2 Опис запропонованої конструкції.....	40
3.3 Розрахунок розмірів основних деталей.....	43
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	44
4.1 Класифікація інформаційних технологічних систем.....	44
4.2 Задачі технологічної підготовки виробництва, що розв'язуються за допомогою математичного моделювання.....	46
4.3 Аналіз інформаційних зв'язків в технологічних системах виготовлення деталей та складання приладів.....	49
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	55
5.1 Методика проведення дослідження.....	55
5.2 Метод модельного випробовування на зношування за схемою „вал-втулка”.....	56
5.3 Опис дослідницької установки.....	57
5.4 Порядок проведення модельних випробовувань.....	59

5.5	Результати випробовувань та їх обробка.....	61
5.6	Експериментальна перевірка отриманих результатів.....	64
6	ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....	66
6.1	Вибір та коригування вихідних нормативів технічного обслуговування та ремонту.....	66
6.2	План обслуговування та виробнича програма з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.....	69
6.3	Річний об'єм виробництва та штати АТП.....	73
6.4	Розрахунок кількості виробничих постів, вибір та обґрунтування методів організації виробництва на постах.....	77
6.5	Склад приміщень підприємства та розрахунок площ.....	81
7	ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	84
7.1	Розрахунок економічної ефективності агрегатного відділення.....	84
7.2.	Розрахунок заробітної плати для робітників агрегатного відділення.....	85
7.3	Кошторис витрат.....	86
7.4	Розрахунок прибутку в агрегатному відділенні.....	87
8	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	89
8.1.	Нормативні вимоги безпеки праці в агрегатному відділенні.....	89
8.2	Мікроклімат агрегатного відділення.....	90
8.3.	Класифікація надзвичайних ситуацій.....	94
9	ЕКОЛОГІЯ.....	98
9.1	Глобальні екологічні проблеми охорони природи, їх характеристика, шляхи і перспективи вирішення.....	98
9.2	Забруднення природного середовища як екологічна проблема.....	99
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	105
	БІБЛІОГРАФІЯ.....	106
	ДОДАТКИ	

ВСТУП

Підвищення якості продукції автобудування супроводжується зростанням надійності, скороченням витрат на технічне обслуговування (ТО) і ремонт, збільшення ресурсу до першого капітального ремонту (КР) і одночасно з ним суттєвим ускладненням конструкцій. Все це дуже важливо в реальній експлуатації не тільки з точки зору гарантування безпеки дорожнього руху і зниження забруднення навколишнього середовища, а й зменшення собівартості перевезень.

Ефективність використання автомобільного транспорту на перевезеннях різного призначення передусім залежать від того, яка технічна готовність автотранспортних засобів. При цьому головними критеріями вважають відповідність параметрів функціонування автомобіля вимогам безпеки руху за ефективністю гальмування, технічним станом рульового керування і переднього моста, шин, приладів освітлення, сигналізації, складом відпрацьованих газів тощо.

Автомобільний транспорт, як галузь матеріального виробництва, здійснює властивий йому виробничий процес. Особливість продукції цього процесу полягає в тому, що вона є одночасно і виробничим процесом і продукцією транспорту. Виробляючи продукцію, автотранспортні засоби втрачають свою потенціальну енергію, передбачену при проектуванні і реалізовану в сфері виробництва, погіршують технічний стан, втрачають працездатність.

Підтримання автомобілів у стані високої експлуатаційної надійності за мінімальних трудових витрат і створення вимог для забезпечення умов дорожнього руху і охорони навколишнього середовища є головною метою діяльності служби технічної експлуатації. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання сучасного проектування принципово нових підприємств автомобільного транспорту.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика двигуна КамАЗ 53212

Двигун (8Ч12/12) – чотирьохтактний, восьмициліндровий дизель водяного охолодження, з V – образним розташуванням рядів циліндрів під кутом 90 град. на розвалі блока встановлений паливний насос високого тиску.

Подовжній переріз двигуна наведено на рисунку 1.1, поперечний – на рисунку 1.2.

Таблиця 1.1 - Основні технічні характеристики двигуна:

Діаметр циліндрів, мм.....	120
Хід поршня, мм	120
Робочий обсяг циліндрів, л.....	10,85
Ступінь стиску	17
Номінальна потужність при 2600 хв-1, кВт (к.с.)	154 (210)
Максимальний крутний момент при 1600 – 1800 хв-1, Н·	650
Паливо	дизельне
Питома ефективна витрата палива на режимі номінальної потужності, г/(кВт·год)	238
Мінімальна питома витрата палива, г/(кВт·год).....	217

1.2 Кривошипно-шатунний механізм

Всі механізми та системи двигуна монтуються на блок-картері. Загальний вигляд блок-картера з однією головкою циліндра наведено на рис. 1.1.

Блок-картер чавунний, литий. Лівий ряд циліндрів зміщений щодо правого вперед на 29,5 мм (це зумовлено тим, що на одній шатунній шийці колінчатого вала розташовані послідовно два шатуни).

Блок розточують разом з кришками корінних підшипників колінчатого вала, тому кришки не взаємозамінні та встановлюються в строго фіксованому положенні. Картерна частина блока з'єднана з кришками корінних опор

поперечними болтами-стяжками 5 (рис. 1.3), що забезпечує підвищену жорсткість конструкції.

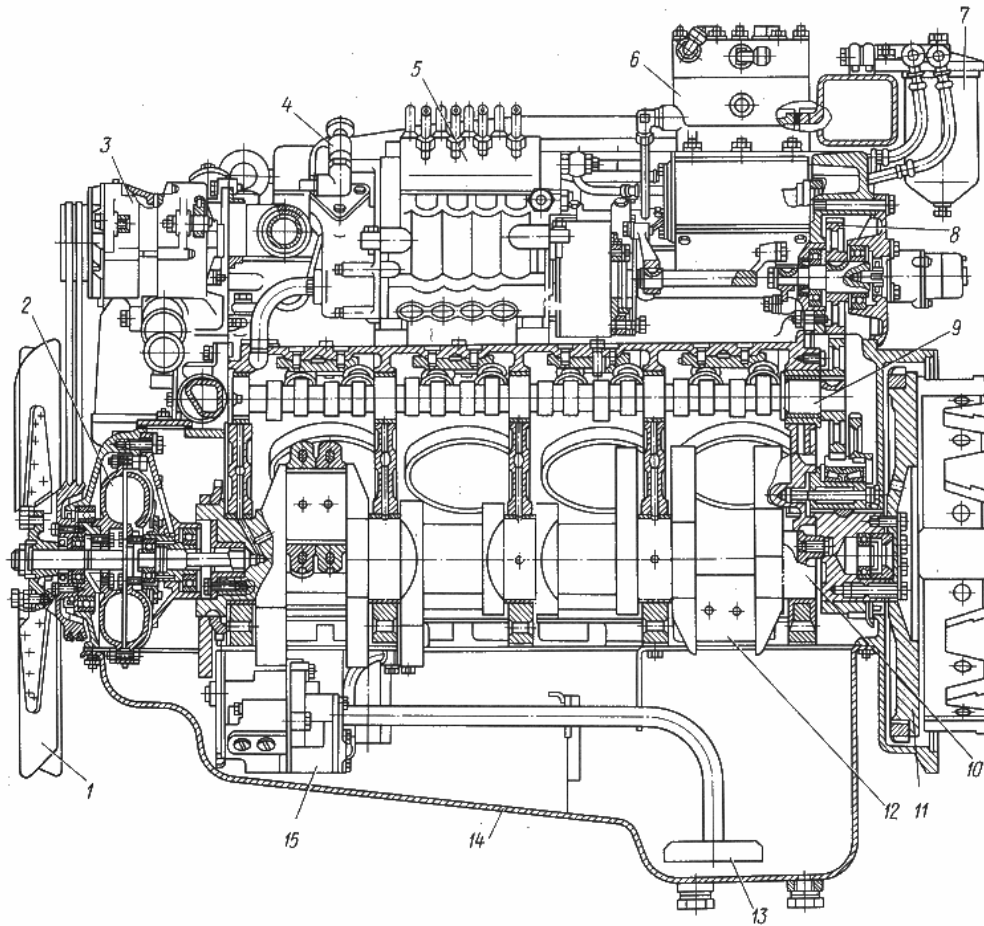


Рис. 1.1. Повздовжній переріз двигуна (показані шатуни лише першого та п'ятого циліндрів):

1 – вентилятор; 2 – гідромуфта привода вентилятора; 3 – генератор; 4 – ручний підкачувальний насос; 5 – паливний насос високого тиску; 6 – компресор; 7 – фільтр тонкого очищення палива; 8 – шестірня привода паливного насоса; 9 – розподільний вал; 10 – колінчатий вал; 11 – маховик; 12 – шатунна шийка колінчатого вала; 13 – маслоприймач; 14 – піддон; 15 – масляний насос.

У передній торцевій кришці блока й на картері маховика встановлені манжети для ущільнення переднього та заднього кінців колінчатого вала.

Верхня частина картера маховика служить кришкою шестірень розподільного вала та привода агрегатів (рис. 1.1).

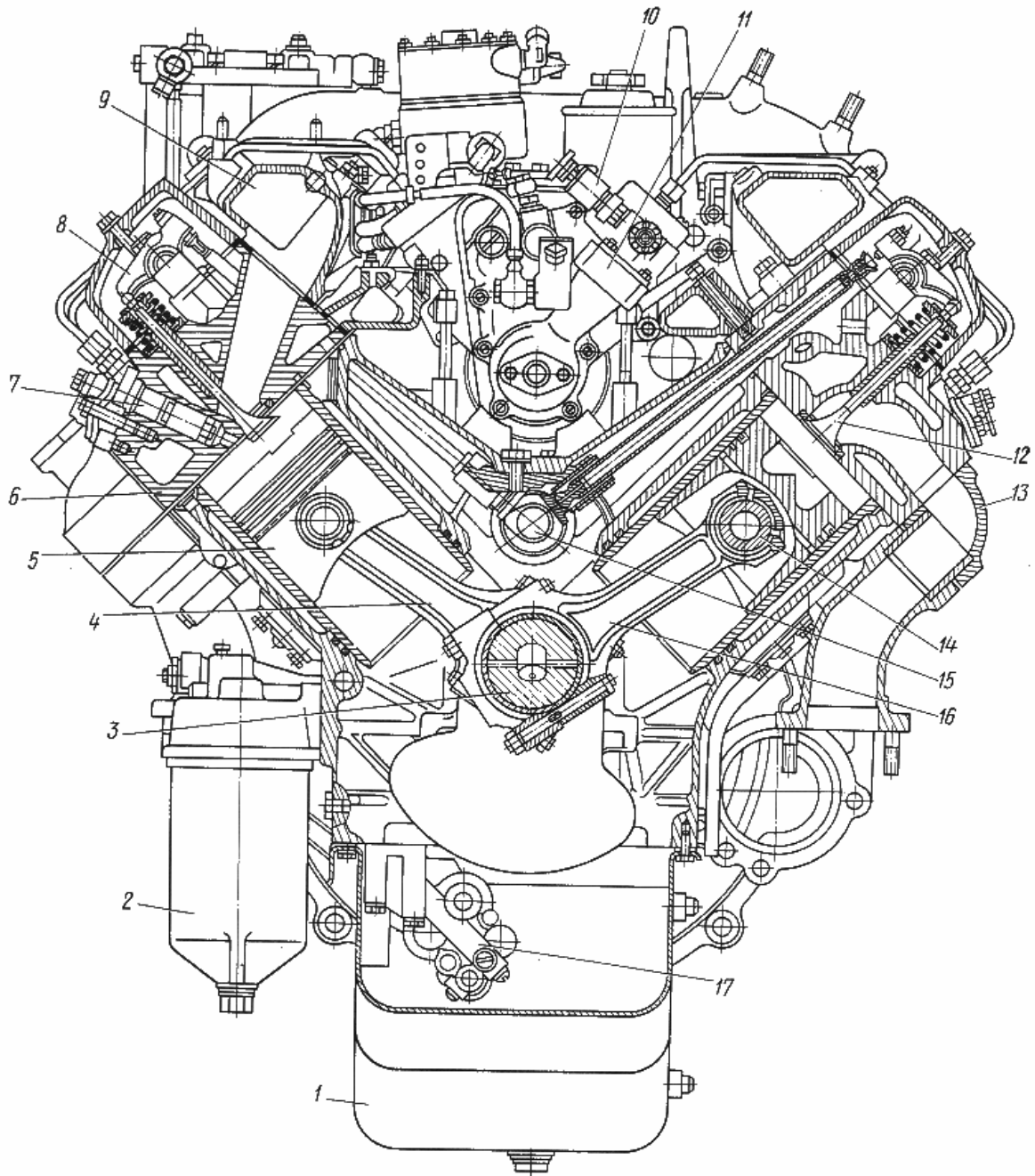


Рис. 1.2. Поперечний переріз двигуна:

1 – піддон; 2 – повнопотічний масляний фільтр; 3 – колінчатий вал; 4, 16 – шатуни; 5 – поршень з поршковими кільцями; 6 – головка циліндрів; 7 – форсунка; 8 – коромисло; 9 – впускний трубопровід; 10 – ручний підкачувальний насос; 11 – паливний насос високого тиску; 12 – випускний клапан; 13 – випускний трубопровід; 14 – поршковий палець; 15 – розподільний вал; 17 – масляний насос

Гільзи циліндрів відлиті зі спеціального чавуна, вставні, “мокрого” типу. Водяна порожнина між гільзою та блоком ущільнюється гумовими кільцями. на

верхній частині кільце встановлюється під бурт на проточку гільзи, на нижній частині два кільця – на розточення блоку. На внутрішній поверхні гільзи зроблена рідка сітка впадин, розташованих під кутом до осі гільзи. При роботі двигуна в цих впадинах утримується масло, що зменшує зношування поршнів та гільз.

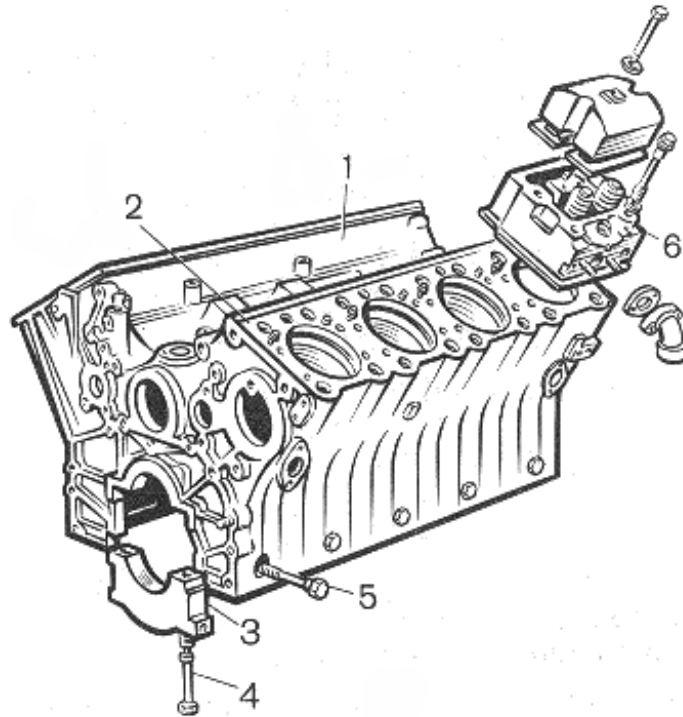


Рис. 1.3. Блок-картер та головка циліндрів:

1 – блок; 2 – верхні плита блока; 3 – кришка корінного підшипника; 4 – болт кріплення кришки підшипника; 5 – стяжний болт; 6 – головка циліндрів з клапанами.

Головки циліндрів (рис. 1.4) відлиті з алюмінієвого сплаву, індивідуальні для кожного циліндра, із вставними сідлами та напрямними втулками клапанів, мають водяні порожнини, які сполучаються з водяними порожнинами блока.

Пропускні отвори для проходу охолодної рідини й масла між головкою та блоком, а також головка, по контуру ущільнені формованими гумовими кільцями та прокладкою.

У розточку в нижній частині головки запресоване сталеве ущільнювальне кільце 10, яке затискає прокладку між головкою та блоком.

Кожна головка фіксується відносно блока двома штифтами та кріпиться

до нього чотирма болтами.

У головках циліндрів розташовані клапанні механізми та форсунки.

Колінчатий вал – сталевий, має п'ять корінних та чотири шатунні шийки, поверхня яких зміцнена загартуванням с.в.ч. або азотуванням. на шатунних шийках зроблені внутрішні порожнини, де масло додатково очищується.

На продовженні шік, носку та хвостовику колінчатого вала є противаги: на щоках вони виконані як одне ціле з колінчатим валом, а на носку та хвостовику напресовані при збиранні.

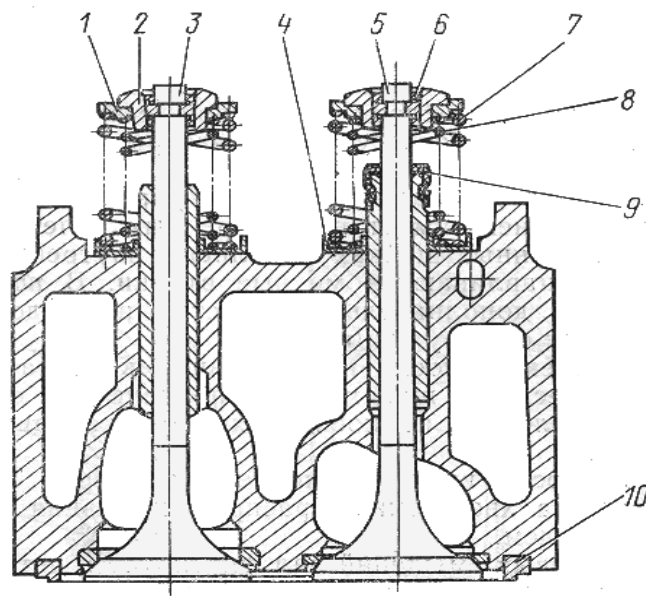


Рис. 1.4. Головка циліндрів зі змонтованими клапанами:

1 – тарілка пружини; 2 – втулка; 3 – клапан випускний; 4 – шайба; 5 – клапан впускний; 6 – сухар; 7, 8 – пружини клапанів; 9 – манжета; 10 – ущільнювальне кільце газового стику.

На носку вала встановлена шестірня привода масляного насоса, на хвостовику – розподільна шестірня з відбивачем масла.

Від осьових зсувів вал фіксується чотирма сталєво-алюмінієвими півкільцями, що встановлюють на виточенні задньої корінної опори так, щоб сторона з канавками прилягала до упорних торців вала.

Підшипники колінчатого вала (корінні та шатунні) – знімні, тонкостінні, тришарові з робочим шаром із свинцюватої бронзи.

Верхній та нижній вкладиші корінних підшипників невзаємозамінні. на

верхніх вкладишах корінних підшипників є отвори для підведення масла та канавка для його розподілу.

Верхні та нижні вкладиші шатунних підшипників взаємозамінні.

Маховик чавунний, установлений на задньому торці колінчатого вала.

Для регулювання двигуна на маховику є паз під фіксатор маховика та дванадцять отворів для провертання колінчатого вала ломиком.

Поршні (рис. 1.5) виготовлені з висококремністого алюмінієвого сплаву. на головці поршня виконана тороїдальна камера згоряння. Під канавку верхнього компресійного кільця 3 залита вставка з жароміцного чавуна.

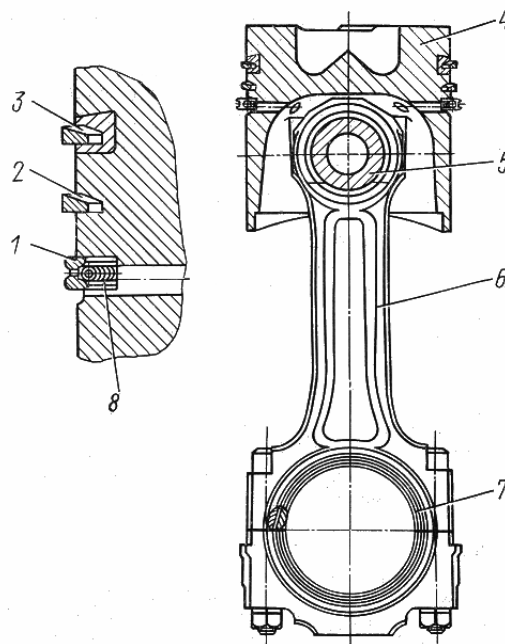


Рис. 1.5. Поршень з шатуном:

1 – кільце маслоснімальне; 2, 3 – компресійні кільця; 4 – поршень; 5 – палець поршневий; 6 – шатун; 7 – вкладиш нижньої головки шатуна; 8 – розширювач маслоснімального кільця.

Поршневий палець 5 (рис. 1.5) плаваючий, пустотілий. Від осьового переміщення палець фіксується двома пружинними стопорними кільцями, вставленими на виточення в бобишках поршня.

Поршневі кільця. На кожен поршень установлені два компресійних кільця 2 та 3 (рис. 1.5), що мають на перетині профіль однобічної трапеції, та одне маслоснімальне кільце 1, яке складається з чавунного кільця

коробчатого перетину та крученого пружинного розширника 8. Компресійні кільця встановлюють скошеною стороною з клеймом ВЕРХ на напрямку до днища поршня. Замки компресійних кілець розводять на протилежні боки.

Шатун 6 (рис. 1.5) сталевий, на поперечному перетині двотавровий, має рознімну нижню головку, отвір на якій остаточно обробляють на зборі з кришкою, тому кришки шатунів невзаємозамінні.

На кожній парі “кришка – шатун” є однакові мітки на вигляді тризначних чисел. Крім того, на кришці шатуна вибитий порядковий номер циліндра.

Підшипник нижньої, роз’ємної головки шатуна, має змінні вкладиші. Підшипник верхньої, нероз’ємної головки шатуна, виготовлений на вигляді запресованої біметалічної втулка, яка має бронзовий робочий шар.

Кришку шатуна кріплять двома болтами, запресованими на шатун.

На днищі поршня зроблені виточення під клапани, а на нижній головці шатуна є пази під вуса вкладишів. При збиранні двигуна ці виточення мають бути орієнтовані в бік розвалу блоку циліндрів.

1.3 Газорозподільний механізм

Газорозподільний механізм (рис. 1.6) має верхнє розташування клапанів та нижнє – розподільного вала.

Розподільний вал 1 сталевий, поверхні кулачків та опорних шийок цементовані. Вал встановлюється в розвалі блоку циліндрів на п'ятьох підшипниках ковзання. Від осьового переміщення розподільний вал фіксується корпусом 18 підшипника задньої опори, що кріпиться до блоку циліндрів.

На задній кінець розподільного вала напресована прямозуба шестірня 17.

Штовхальник клапана 2 (рис. 1.6) сталевий, пустотілий, встановлюється в напрямних втулках 3, що кріпляться до блоку циліндрів.

Штанги штовхальників 4 виготовлені із сталеві трубки, мають вставні термічно оброблені наконечники.

Коромисла клапанів. на коротке плече коромисла 7 увернуто регулювальний гвинт 6 з контргайкою для регулювання теплового зазору в

клапанному механізмі. Осьове переміщення коромисел обмежується пластинчастим фіксатором, установленим під стійкою.

Напрямні втулки клапанів. Клапани рухаються в металокерамічних напрямних втулках 15 (рис. 1.6), запресованих на головку циліндра.

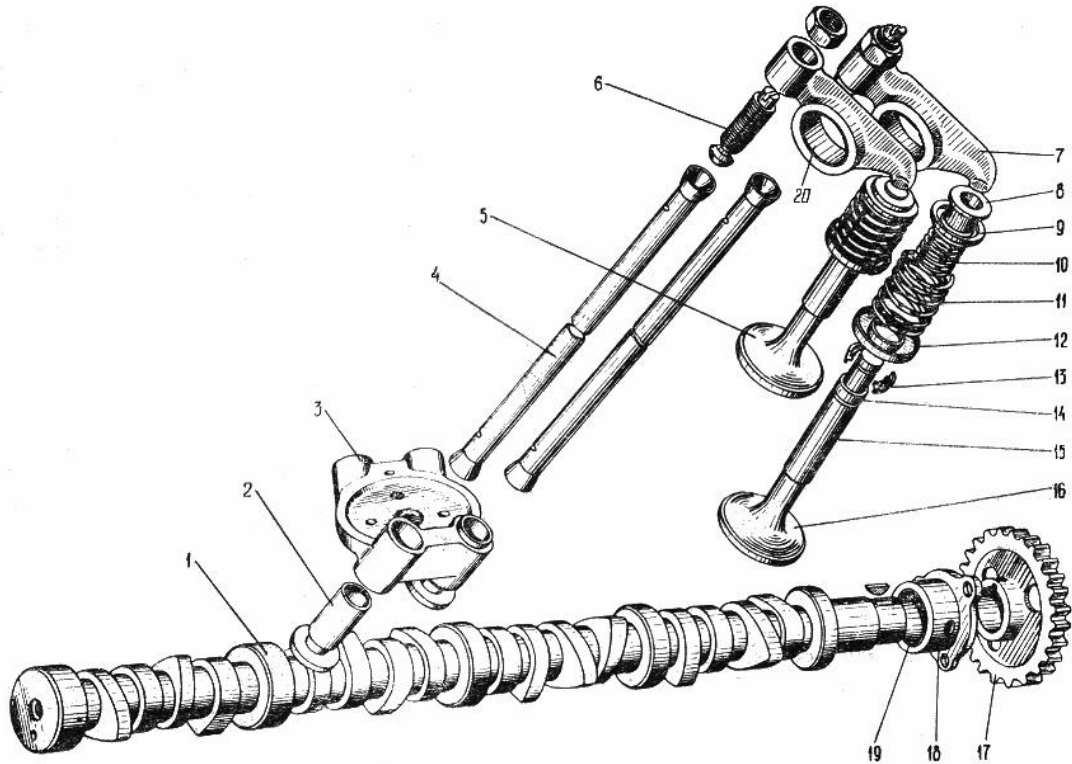


Рис. 1.6. Газорозподільний механізм:

1 – вал розподільний; 2 – штовхальник; 3 – напрямна втулка штовхальника; 4 – штанга штовхальника; 5 – клапан випускний; 6 – гвинт регулювальний; 7 – коромисло; 8 – втулка; 9 – тарілка пружин; 10, 11 – пружини (внутрішня та зовнішня); 12 – шайби; 13 – сухар; 14 – ущільнювальна манжета впускного клапана; 15 – втулка клапана напрямна; 16 – клапан впускний; 17 – шестірня розподільного вала; 18 – корпус підшипника; 19 – втулка підшипника; 20 – втулка коромисла.

На напрямній втулці впускного клапана встановлюється ущільнювальна манжета 14 для обмеження надходження масла в зазор між стрижнем клапана та втулкою.

Посадку клапана на сідло забезпечують дві циліндричні пружини 10 та 11 з різним напрямком навивки.

Сухарі 13 клапанів затиснуті тарілкою 9 через проміжну втулку 8.

Під час роботи двигуна під дією вібрації клапани повертаються відносно сідла.

Привод розподільного вала (рис. 1.7) здійснюється від шестірні колінчатого вала 1 через проміжні шестірні 2 та 3.

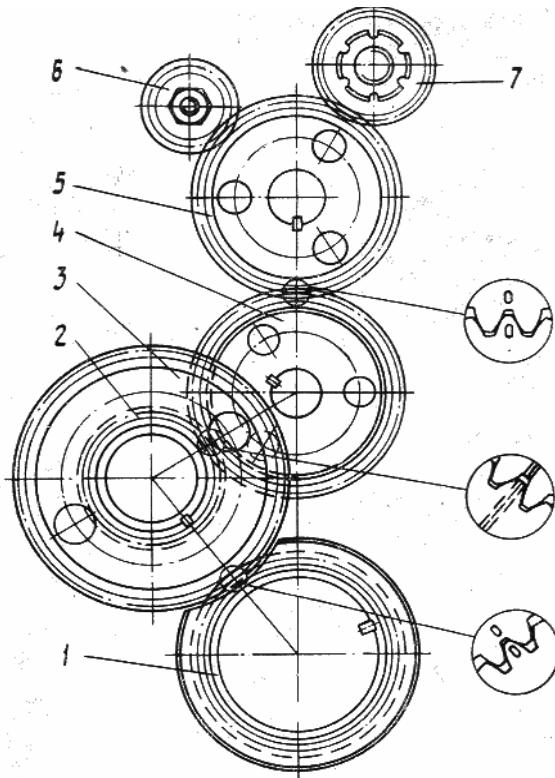


Рис. 1.7. Привод розподільного вала та агрегатів:

1 – шестірня колінчатого вала (ведуча); 2, 3 – шестірні проміжні; 4 – шестірня розподільного вала; 5 – шестірня привода паливного насоса; 6 – шестірня привода насоса підсилювального механізму; 7 – шестірня привода компресора.

Для забезпечення заданих фаз газорозподілу та правильної установки привода паливного насоса високого тиску шестірні при зборці встановлюють по мітках, нанесених на їхніх торцях.

1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Проаналізувавши систему технічного обслуговування, будову, принцип роботи головки блоку циліндрів автомобіля КамАЗ-53212, що ремонтується, конструктивно-технологічні особливості, призначення, було зроблено наступні висновки:

- при виборі способу технічного обслуговування та ремонту слід в першу чергу увагу звертати на якість та фізичні властивості головки блоку циліндрів, а потім на економічні показники;

Тому було поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

- в технологічному розділі вибрати метод та послідовність ремонту, розробити технологічні процес ремонту; розробити технічну документацію на проведення ремонту.
- в конструкторському розділі розробити стенда для розбирання та складання головки блока циліндрів двигуна;
- в розділі обґрунтування економічної ефективності провести розрахунок вартості ремонту.
- провести дослідженням модельних випробувань підшипників ковзання на знос по схемі вал – втулка;
- спроектувати ділянку ремонтного цеху для ТО та ремонту головки блока; описати засоби охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології; розробити комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1404-86; виконати графічну частину роботи.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Огляд та діагностика головки блоку циліндрів

Головка блоку циліндрів виготовляється із чавуну СЧ 24-44. Всі головки взаємозамінні.

Таблиця 2.1. Умови, контролю параметрів на відновлення головки блоку циліндрів.

Дефекти	Способи виявлення дефектів	Розмір, мм		Рекомендації
		За робочим кресленням	Допустимо без ремонту	
Сколи та тріщини	Дефектоскоп	-	Наявність	Не підлягає ремонту
Пошкодження посадочної поверхні головки	Візуально	-	виявлення раковин	Не підлягає ремонту
Пошкодження різьби під шпильки	Зубчаті щупи	-	-	Повторне свердління
Зношування направляючих втулок клапанів	Штангенциркуль	12	11,88	Заміна
Згин посадочної поверхні головки	Вимірвальна плита	0,85	1	Не підлягає ремонту
Зношування посадочної поверхні сидла	Зовнішнім оглядом	-	виявлення раковин	Замінити
Пошкодження рубашки охолод.	Зовнішнім оглядом	-	виявлення раковин	Наплавити

Штовхачі роблять із сталі 35, мають наплавлювальний шар з

відбілюваного чавуна на торці. Найменша твердість торцевої площини штовхача повинна бути HRC 60, поверхні циліндричної що з боку HRC 35, HRC 40 дно внутрішньої полості.

Зі сталі штанги штовхачів.

Литі, сталі коромисла клапанів. Виготовлена із бронзової стрічки Бр.4 - 4 - 2,5 втулка запресована в отворі коромисла. Циліндричною поверхнею кінчається довге плече коромисла, загартованою до мінімальної твердості HRC 55.

З жаростійкої сталі виробляють клапани: з хромової 4X9C2- випускні, ГОСТ 4543 - 71, з хромонікелькремнистої 992 ГОСТ 4543 – 71 -впускні.

2.2 Сортування двигуна на вузли та агрегати

Процес розбирання має дуже важливе значення у процесі ремонту автомобілів їх вузлів та агрегатів, який дає коло 60...70% деталей на повторного використання.

Двигун розбирають так крок за кроком:

Розшпінтувати та розкрутити два болти кріплення стартера, потім демонтувати стартер.

Далі знімається генератор.

Наступним знімається компресор пневмогальм.

Відкрутивши болти, знімається крильчатка вентилятора.

Потім викручується стержні та знімається повітряний фільтр.

Далі демонтувати чотири бокові заглушки: що знаходяться дві із двох боків.

Оглянути мірну лінійку рівня масла.

Відпустити гвинти зажимні хомутів, демонтувати перепускну та трубки що сполучає водяні термостати.

Демонтувати патрубків що сполучає впускні колектори.

Демонтувати скоби що кріплять паливні труби високого тиску.

Роз'єднати паливну трубку відводу.

Демонтувати кришки головок циліндрів.
Від'єднати трубки форсунок.
Викрутити гайки кріплення скоб форсунок та демонтувати їх.
Демонтувати коромисла із осями в зборі.
Вийняти штанги штовхачів.
Демонтувати головки циліндрів а також прокладки.
Демонтувати піддон.
Демонтувати масляний насос із диференціальним клапаном та трубками.
Викрутити болти, демонтувати кришки шатунів.
Вийняти поршні у зборі із шатунами.
Розєднати трубки низького тиску.
Демонтувати паливний фільтр тонкої очистки.
Демонтувати ПНВТ у зборі із автоматичною муфтою випередження упорскування та регулятором.
Викрутити гайку кріплення напівмуфти що на валу веденої шестерні приводу паливного насосу.
Демонтувати напівмуфту разом з шайбою.
Випресувати з валу шпонку.
Демонтувати фільтри грубого і відцентрового очищення масла.
Демонтувати маховик.
Демонтувати картер маховика.
Демонтувати бокову частину шківів водяного насосу.
Демонтувати ремінь що приводить в дію водяний насос.
Відкрутивши болт фіксації шківів колінвалу, демонтувати його.
Випресувати шпонку з колінвалу.
Демонтувати кронштейн передньої опори двигуна.
Демонтувати привід вентилятора.
Демонтувати кришку шестерень розподілу у зборі з водяним насосом.
Розшпінтувати та викрутити болти кріплення п'ять кришок корінних підшипників, демонтувати кришки.
Демонтувати колінвал із блоку циліндрів.

Демонтувати вкладиші та упорні півкільця із опори та кришок корінних підшипників.

Викрутити болти фіксації упорного фланця ропредвалу, розблюковавши перед тим штопорну шайби; демонтувати розпредвал в зборі з шестернями.

Випресувати, із задньої осі штовхачів, та демонтувати штовхачі та дистанційні втулки штовхачів.

Викрутити болти фіксації упорного фланця веденої шестерні що приводить в дію паливний насос, відігнути наперед фіксуючі шайби, витягти шестерню разом з валом та підшипниками.

Вийняти гільзи із блоку циліндрів спеціальним пристосуванням.

Таблиця 2.2 - Склад деталей і складальних одиниць

Назва	Кіл.	Вага, кг	
		Один.	Загал.
Корпус циліндрів	1	221,7	221,7
Гільза корпусу циліндрів	8	9,320	74,56
Колінвал	2	62,4	62,4
Шатун	8	3,6	28,8
Поршень	8	1,04	8,32
Комплект поршневих кілець	32	0,05	1,6
Клапани впускні	8	0,272	2,176
Клапани випускні	8	0,240	1,92
Поршневий палець	8	0,33	2,64
Головки циліндрів	2	16,3	32,6
Кришки головки	2	2, 200	4,400
Коромисло	16	0,271	4,336
Пружина зовнішнього клапана	16	0,021	0,336
Пружина внутрішнього клапана	16	0,013	0, 208
Розподільний вал	1	7,100	7,100

Штанги штовхачів	16	0,09	1,44
Насос паливний	2	29	---
Фільтр масляний	1	0,460	---
Гайки фіксації Головки циліндрів	42	0,30	12,6
Прокладка головки	2	0,35	0,70
Прокладка кришки голівки	2	0,017	0,034
Шпильки кріплення голівки	42	0,84	35,28
Маховик	1	57,7	57,7
Шестерня розпредвалу	1	3,9	3,9
Центруюча втулка	16	0,087	1,392
Сідло клапана	16	0,07	1,12
Насос масляний	1	12,8	-
Підон двигуна	1	8,150	8,150
Вал коромисел	2	0,967	1,934

2.3 Маршрут технологічних операцій ремонту двигуна

Таблиця 2.3 - Карта технологічних операцій ремонту двигуна

№ опер.	Назва операції	Обладнання та приспосіблення	Засоби технологіч- ної оснастки
005	Миюча	Установка для зовнішнього миття двигунів	Засіб миючий

010	Розбиральна	Установка для розбирання та збирання двигунів мод. Р-776-01	Пневматичний пістолутмод. ППГ-16, головки, ключі накидні, слюсарний молоток, монтажна лопатка
015	Миття частково розібраного двигуна	Миюча ванна	Засіб миючий
020	Розбирання двигуна повне	Установка для розбирання та збирання двигунів мод. Р-776-01	Пневматичний пістолутмод. ППГ-16, головки, ключі накидні, слюсарний молоток, монтажна лопатка
025	Розбирання та очистка ЦПГ	Очисник	Мийний засіб ЕС-Нафтоль
030	Ремонт та складання деталей ЦПГ	Слюсарний верстак. стіл монтажний.	Ключі накидні, головки, слюсарний молоток
035	Ремонт та складання двигуна	Слюсарний верстак. Стіл монтажний.	Пневматичний пістолутмод. ППГ-16, головки, ключі накидні, слюсарний молоток, монтажна лопатка
040	Запуск та регулювання двигуна	Установка для розбирання та збирання двигунів мод. Р-776-01	Пневматичний пістолутмод. ППГ-16, головки, ключі накидні, слюсарний молоток, монтажна лопатка

045	Контрольний огляд, обкатування	Установка для обкатки, та випробовування двигунів мод. С-276-03	Динамометрична рукоятка мод.131М, головки, ключі накидні
-----	--------------------------------	---	--

2.4 Розрахунок технічних норм часу

При ремонтних роботах остаточного розподілу основної та додаткової роботи, що зв'язані із переходом, розподілу нормування прийомів цієї чи іншої роботи, не все можливий.

Таблиця 2.4 - Карта нормувальна

№ опер.	Перелік робіт	Топ, норма-год
005	Миюча	
	Установити двигун у візок миючої установки, виконати миття	2,93
	Всього	2,93
010	Розбирання двигуна часткове	
	Демонтувати насос гідро підсилювача руля	0,06
	Демонтувати компресор	0,16
	Демонтувати кришки головки циліндрів	0,17
	Демонтувати масляний картер	0,13
	Демонтувати стартер	0,13
	Демонтувати генератор з кронштейном	0,12
	Демонтувати ПНВТ	1,5

	Всього	2,57
015	Миюча	
	Відмити і очистити від бруду агрегати та деталі	2,93
	Всього	2,93
020	Розбирання двигуна	
	Встановити на установу при допомозі підйимального механізму	0,17
	Демонтувати відцентровий фільтр	0,05
	Демонтувати фільтр грубого очищення масла	0,05
	Демонтувати фільтр тонкого очищення оливи	0,06
	Демонтувати пусковий підігрівальний пристрій	0,08
	Демонтувати вентилятор з водяним насосом	0,10
	Демонтувати насос масляний з маслоприймачем.	0,12
	Демонтувати випускний водяний патрубок	0,05
	Демонтувати трубопровід випускний	0,30
	Демонтувати коромисла та штанги	0,23
	Демонтувати головки циліндрів	0,47
	Демонтувати штовхачі	0,10
	Відкрутити і демонтувати нижню частину картера зчеплення	0,38
	Демонтувати кронштейни опор двигуна	0,16

	Демонтувати зчеплення на зборі.	0,13
	Демонтувати маховик	0,23
	Демонтувати храповик	0,03
	Спресувати шків колінвалу	0,08
	Спресувати масловідбивач заднього кінця колінвалу	0,04
	Демонтувати кришку розподільчих шестерень	0,17
	Відкрутити та спресувати шестерні колінвалу, розподільчу шестерню	0,13
	Спресувати противаги	0,12
	Демонтувати кришки шатунів, вкладиші, вийняти поршні з шатунами, з'єднати кришки з шатунами	0,48
	Демонтувати кришки корінних підшипників, вкладиші та колінвал, Встановити кришки на місце	0,41
	Демонтувати фланець та вийняти розподільчий вал	0,13
	Демонтувати зі стенда за допомогою підйимального механізму блок циліндрів	0,08
	Всього	4,35
025	Розбирання та очистка ЦПГ від нагару	
	Очистити поршні від нагару	0,38
	Випресувати шатунні пальці	0,4

	Випресувати шатунні втулки	0,3
	Всього	1,08
030	Ремонт та складання деталей циліндро-поршневої групи	
	Запресувати, розвернути втулки шатунів по поршневих пальцях	0,6
	Підігнати по гільзах поршневі кільця	0,38
	Підігнати по канавках поршнів кільця	0,71
	З'єднати поршні з шатунами та встановити	0,4
	Перевірити правильність складання шатунів з поршнями на приладі	0,5
	Всього	2,59
035	Ремонт та складання двигуна	
	Встановити на стенд за допомогою підйім. механізму блок циліндрів	0,08
	Встановити розподільчий вал, фланець та закрутити	0,28
	Підібрати та Встановити вкладиші корінних підшипників, колінвал, кришки підшипників, закрутити. Відрегулювати натяжку корінних підшипників та зашплінтувати	1,08

	Встановити поршні з шатунами в циліндри, вкладиші, кришки шатунів та закрутити. Відрегулювати затяжку шатунних підшипників та зашплінтувати	1,22
	Напресувати та закрутити противаги	0,25
	Напресувати шестерні розподільчого та колінчастого валів та закрутити, відрегулювати зазор між зубцями розподільних шестерень	0,27
	Встановити та закрутити кришку розподільних шестерень	0,30
	Напресувати масловідбивач заднього кінця колінчастого вала	0,05
	Напресувати шків колінчастого вала	0,08
	Вкрутити храповик, зігнути замкову шайбу	0,05
	Встановити, закрутити та зашплінтувати маховик	0,35
	Встановити та закрутити зчеплення на зборі	0,25
	Встановити та закрутити картер зчеплення	0,44
	Встановити насос масляний з маслоприймачем	0,17
	Встановити та закрутити картер масляний	0,25

	Встановити та закрутити головки циліндрів	0,82
	Встановити в гнізда та відрегулювати зазор між клапанами та штовхачами	0, 20
	Встановити та закрутити осі коромисел на зборі	0,88
	Встановити та закрутити форсунки	0,42
	Встановити та закрутити кришки головок циліндрів	0, 20
	Встановити та закрутити кронштейни опор двигуна	0, 20
	Встановити та закрутити трубки ПНВТ	0,09
	Встановити та закрутити трубопровід впускний	0,18
	Встановити та закрутити трубопровід випускний	0,36
	Встановити та закрутити патрубків з'єднувальний впускних трубопроводів	0,10
	Встановити та закрутити патрубків випускний водяної сорочки	0,08
	Встановити та закрутити вентилятор з водяним насосом	0,18
	Встановити та закрутити стартер	0,25
	Встановити та закрутити компресор з кронштейном	0,26
	Встановити та закрутити фільтр відцентрової очистки оливи	0,06

	Встановити та закрутити фільтр масляний грубого очищення	0,06
	Встановити та закрутити генератор	0,19
	Встановити та закрутити насос гідропідсилювача керма	0,18
	Демонтувати із стенда за допомогою підйимального механізму двигун	0,13
	Всього	9,96
040	Випробування та регулювання двигуна	
	Встановити двигун на випробувальний стенд	2,05
	Встановити прилади живлення, електрообладнання. Провести обкатку двигуна, демонтувати вище вказане	5,20
	Демонтувати головки циліндрів, масляний картер, перевірити шатунні та корінні підшипники, Встановити на місце	4,10
	Всього	11,35
045	Контрольний огляд.	
	Зовнішній огляд.	4,11
	Всього	4,11
	Разом	42,95

Норма часу ремонту автомобілів визначаються за формулою:

$$N_{вр} = T_{оп} * (1 + \frac{K}{100}), \text{нормо-год} \quad (2.1)$$

де: $N_{вр}$ - норма часу на операцію, норм.-год;

$T_{оп}$ - час на дану операцію, хв.;

K - сума часу на прибирання, підготовчі та заключні роботи, від оперативного часу.

$$T_{п.з.} = 3,5\% / 2/, \text{с.4}; T_{об} = 2,5\% / 2/, \text{с.4}; T_{від} = 6\% / 2/, \text{с.4};$$

005. Миюча

$$T_{шт} = 2,93 * (1 + \frac{K}{100}) = 3,3 \text{ нормо-год.} \quad (2.2)$$

010. Розбирання

$$T_{шт} = 2,57 * (1 + \frac{K}{100}) = 2,9 \text{ нормо-год.} \quad (2.3)$$

015. Миюча

$$T_{шт} = 2,93 * (1 + \frac{K}{100}) = 3,3 \text{ нормо-год.} \quad (2.4)$$

020. Розбирання

$$T_{шт} = 4,35 * (1 + \frac{K}{100}) = 4,9 \text{ нормо-год.} \quad (2.5)$$

025.. Розбирання та очищення

$$T_{шт} = 1,08 * (1 + \frac{K}{100}) = 1,2 \text{ нормо-год.} \quad (2.6)$$

030. Ремонт та збирання

$$T_{шт} = 2,59 * (1 + \frac{K}{100}) = 2,9 \text{ нормо-год.} \quad (2.7)$$

035 Ремонт та збирання

$$T_{шт} = 9,96 * (1 + \frac{K}{100}) = 11,1 \text{ нормо-год.} \quad (2.8)$$

040 Випробування

$$T_{шт} = 11,35 * (1 + \frac{K}{100}) = 12,7 \text{ нормо-год.} \quad (2.9)$$

045 Контроль

$$T_{шт} = 4,1 * (1 + \frac{K}{100}) = 4,6 \text{ нормо-год.} \quad (2.10)$$

$$\Sigma T_{шт} = 3,3 + 2,9 + 3,3 + 4,9 + 1,2 + 2,9 + 11,1 + 12,7 + 4,6 = 46,9 \text{ нормо-год.}$$

Таблиця 2.5 - Трудомісткість операцій

Опер.	Назва опер.	Трудомісткість, год.
005	Миюча	3,3
010	Розбирання	2,9
015	Миюча	3,3
020	Розбирання	4,9

025	Розбирання та очищення	1,2
030	Ремонт та збирання	2,9
035	Ремонт та збирання	11,1
040	Випробування	12,7
045	Контроль	4,6
Всього		46,9

2.5 Розрахунок виробничої програми ТО і Р рухомого складу

Вибір коефіцієнтів.

Нормативи періодичності ТО, кілометражу до КР, трудомісткості ТО та ПР корегуються з поміччю табличних коефіцієнтів редагування К1-К5 які залежать від :

категорії умов експлуатації – К1;

модифікації рухомого складу – К2;

природно кліматичних умов – К3;

кілометражу з початку експлуатації – К4;

кількості автомобілів на АТП – К5;

Результуючі коефіцієнти для кожного окремого виду редагування визнають за формулами:

$$K_{LTO} = K1 \cdot K3; \quad (2.11)$$

$$K_{LKP} = K1 \cdot K2 \cdot K3; \quad (2.12)$$

$$K4 = K4; \quad (2.13)$$

$$K_{tTO} = K2 \cdot K5; \quad (2.14)$$

$$K_{tПР} = 1,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 0,95 = 1,22. \quad (2.15)$$

де: $\hat{E}LTO, KLKP, K4, KtTO, KtPR$ - коефіцієнти, корегуючи відповідно періодичність ТО, кілометраж до КР, час стоянки в ТО та ПР, трудомісткість ТО, трудомісткість ПР.

Для автомобілів КАМАЗ-53212

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 – Коефіцієнти редагування за групами автомобілів

Вид корегування	У.м.п	Марка автомобіля КАМАЗ-53212					
	оз.	K1	K2	K3	K4	K5	Рез
1.Періодичність ТО	KLT	0,9		1			0,9
2.Пробіг до КР	KLKP	0,9	1	1.1			0,9
3.Час простою в	K4				1,3		1,3
4.Трудомісткість	KtTO		1			0,95	0,9
5.Трудомісткість	KtPR	1,1	1	0,9	1,4	0,95	1,2

Норми ТО та Р автомобілів встановлені та відповідають нормальним умовам експлуатації. До норм належать :

кілометраж до технічного обслуговування №1: L_{TO-1}^H 4000 км;

кілометраж до технічного обслуговування №2: L_{TO-2}^H 16000 км;

кілометраж до капітального ремонту: L_{KP}^H 300000 км;

час стоянки в технічного обслуговування та поточного ремонту: D_{PP}^H 1,43 дні/1000км;

дні стоянки в капітального ремонту: D_{KP}^H 15дні;

трудомісткість щоденного технічного обслуговування: $t_{ШТО}^H$ 0,50 люд*год;

трудомісткість технічного обслуговування -1: t_{TO-1}^H 3,9 люд*год;

трудомісткість технічного обслуговування №2: t_{TO-2}^H 13,8 люд*год;

трудомісткість ПР: t_{PP}^H 6,90(люд*год/1000км).

Редагування нормативних значень проводиться з допомогою результуючих коефіцієнтів редагування за формулами :

$$\begin{aligned}
L_{TO-1}^K &= L_{TO-1}^H \cdot K_{LTT}; & L_{TO-2}^K &= L_{TO-2}^H \cdot K_{LTT}; \\
L_{KP}^K &= L_{KP}^H \cdot K_{LKK}; & D_{IP} &= D_{IP}^H \cdot K_4; \\
t_{ЩГО} &= t_{ЩГО}^H \cdot K_{iTT}; & t_{TO-1} &= t_{TO-1}^H \cdot K_{iTT}; \\
t_{TO-2} &= t_{TO-2}^H \cdot K_{iTT}; & t_{IP} &= t_{IP}^H \cdot K_{iIP}.
\end{aligned}
\tag{2.16}$$

Для автомобіля КАМАЗ-53212

$$\begin{aligned}
L_{TO-1}^K &= 4000 \cdot 0,9 = 3600(\text{км}); \\
L_{TO-2}^K &= 16000 \cdot 0,9 = 14400(\text{км}); \\
L_{KP}^K &= 300000 \cdot 0,99 = 297000(\text{км}); \\
D_{IP} &= 1,43 \cdot 1,3 = 1,859(\text{дні} / 1000\text{км}) \\
D_{IP} &= 15 \cdot 0,7 = 10,5(\text{днів}) \\
t_{ЩГО} &= 0,5 \cdot 0,95 = 8,4(\text{люд} \cdot \text{год}); \\
t_{TO-1} &= 3,9 \cdot 0,95 = 3,70(\text{люд} \cdot \text{год}); \\
t_{TO-2} &= 15,87 \cdot 0,95 = 15,07(\text{люд} \cdot \text{год}); \\
t_{IP} &= 6,9 \cdot 1,22 = 8,4(\text{люд} \cdot \text{год});
\end{aligned}$$

Редагування за кратністю середньо денного кілометражу проводиться у такій послідовності:

Для кілометражу до технічного обслуговування №1:

- кількість днів між наступними технічного обслуговування №1:

$$n_{\delta} = \frac{L_{TO-1}^K}{l_{c-\delta}}, \tag{2.17}$$

$$n_{\delta} = \frac{L_{TO-1}^K}{l_{c-\delta}} = \frac{3600}{190} = 18,94 \approx 19$$

n_{δ} - закругляється до цілого числа та визначається:

$$L_{TO-1} = n_{\delta} \cdot l_{c-\delta} \tag{2.18}$$

$$L_{\delta i-1} = 19 \cdot 190 = 3610.$$

Для кілометражу до технічного обслуговування №2:

- кількість технічного обслуговування №1 у періоді технічного

обслуговування №2:

$$n_{TO-1} = \frac{L_{TO-2}^K}{L_{TO-1}};$$

$$n_{TO-1} = \frac{14400}{3610} = 3,98 \approx 4 \quad (2.19)$$

n_{TO-1} - закругляється до числа і визначається:

Для кілометражу до капітального ремонту:

- кількість технічного обслуговування №2 у періоді капітального ремонту:

$$L_{TO-2} = n_{TO-1} \cdot L_{TO-1}$$

$$L_{TO-2} = 4 * 3610 = 14440 \quad (2.20)$$

$$n_{TO-2} = \frac{L_{KP}^K}{L_{TO-2}};$$

$$n_{TO-2} = \frac{297000}{14440} = 20,56 \quad (2.21)$$

n_{TO-1} - заокруглюється до цілого числа та визначається:

$$L_{\hat{E}D} = n_{\hat{O}i-2} \cdot L_{\hat{O}i-2};$$

$$L_{\hat{E}D} = 21 * 14440 = 303240 \quad (2.22)$$

Результати заносимо у таблицю 2.7

Таблиця 2.7 – Значення розрахункових нормативів

Розрах. Норм.	Один. Вим.	КАМАЗ			
		Норм. знач	Скор. по К''	Скор. по n''	Прийн. до розр
Кілометраж до технічного обслуговування №1	км	4000	3600	3610	3610
Кілометраж до технічного обслуговування №2	км	166000	14440	14440	14440

Кілометраж до капітального ремонту	км	300000	29700 0	30324 0	303240
Час стоянки в технічного обслуговування № та поточного ремонту	дні на 1000 км	1,43	0,73		1,859
Дні стоянки в капітального ремонту	дні	15	15	15	15
Трудомісткість поточного ремонту	люд*год	0,5	0,78		0,475
Трудомісткість технічного обслуговування №1	люд*год	3,9	3,57		3,705
Трудомісткість технічного обслуговування №2	люд*год	15,87	15,07		15,07
Трудомісткість поточного ремонту	люд*год	6,9	8,4		8,4

2.6 Вибір обладнання

Все обладнання для роботи по ТО та ПР в проєктовані дільниці ділимо на дві групи: технологічне обладнання та технологічна оснастка і інструмент

Кількість обладнання береться по таблицях технологічного обладнання та спеціалізованого інструменту для АТП, та і ще у різних довідниках обладнання для ТО і ПР.

Таблиця 2.8 – Таблиця обладнання для ділянки

Обладнання	Тип	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²	
			один	заг.
Обладнання для перевірки форсунок		1400x1000	1,4	1,4
Стенд для розби-рання та випробо-вування ПНВТ		1500x2000	3	3
Стіл для ремонту насосів		1300x1700	2,21	2,21
Компресор		1000x600	0,6	0,6
Дизельний випробувальний стенд	НС – 108 „Морорпал”	2000x1000	2	2
Прилад для діагностування форсунок	КИ – 3333А	600x700	0,42	0,42
Стенд для розби-рання і збирання паливних насосів	СО – 1606А	1200x1000	1,2	1,2
Лещата		700x500	0,35	0,35
Електросварка		200x500	0,1	0,1
Токарний верстат		1500x700	1,05	1,05

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Будова і принцип дії стенду для розбирання та складання головки блока циліндрів

Якість проведення технічного огляду та ремонту автомобілів дуже залежить від організації праці на дільницях підприємств автомобілів, станцій технічного обслуговування.

Згідно технічного завдання на проектування потрібно розробити стенд для розбирання головок блока циліндрів та зчеплення, який призначений для полегшення робіт в агрегатному відділенні.

Стенд повинен задовольняти таким умовам:

1. Простота конструкції.
2. Простота обслуговування.
3. Простота виготовлення.
4. Дешевизна виготовлення.

Зараз застосовують стенди та пристрої для демонтування головки блока циліндрів різноманітних конструкцій. На авторемонтних заводах головки блоків циліндрів демонтують з поміччю простого пристрою, який має форму скобки.

Кожну клапанну пружину демонтують окремо та по черзі, знімають клапани, а пізніше головку блока циліндрів. Але така робота вимагає великих затрат часу та ручної праці того пропонується нова конструкція стенда.

Зчеплення одне з головних агрегатів механічної трансмісії автомобіля. Воно короткочасно від'єднує двигун від трансмісії та плавно з'єднує їх, що потрібно для рушення автомобіля з місця та при наступному розгоні після перемикання передач на ступінчастій коробці передач. Крім цього зчеплення захищає трансмісію від перенавантажень при надто великому крутному моменті. На багатьох автомобілях використовують механічні фрикційні зчеплення. на такому зчепленні крутний момент передається внаслідок тертя між його ведучими та веденими елементами. Ними є плоскі диски.

Не відрегульоване або неправильно відрегульоване зчеплення сприяє підвищенню змученню водія, пониженню його працездатності як причиною виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Для зменшення труднощі робіт та зручності процесу збирання, розбирання та регулювання зчеплення, а також розбирання-збирання головки блока циліндрів, пророблену конструкцію даного стенда.

3.2 Опис запропонованої конструкції

Є різноманітні конструкції подібних стендів з різними типами приводів. Широкого розповсюджені з механічним приводом.

Механічні системи є найкращими з засобів автоматизації виробничих процесів.

Плюсами механічних систем особливо проявляються при механізації та автоматизації найбільш масових робіт затискання деталей, їх фіксація, кантування збирання, транспортування контроль лінійних розмірів, що дає звести до мінімуму роботу людини в важких та монотонних робіт, але продуктивність праці на вказаних операціях зростає в 1,5–4 рази.

Широкому використанню механічних систем являють їх позитивні властивості: досить проста конструкція та експлуатаційне обслуговування, а тому низька вартість та бистра окупність затрат, надійність роботи в широкому діапазоні температур, високої вологості та забрудненні навколишнього середовища, пожежо- та вибухонебезпечність, простота отримання та передачі крутного моменту

Технічна характеристика стенда:

- 1) тип – мобільний;
- 2) зусилля на ручку – 3,6 кг;
- 3) габаритні розміри – 644×800×1034 мм.

Спроектований стенд (рис. 3.1) складається з рами 1, закріпленого на ній вузла для обертання 2, упорно-фіксуєчого пристрою 3. До рами 1 стенда прикріплено чотири обертових кронштейни 4, які розміщені вертикально. на

верхній частині рами розміщено циліндр 5 (труба приварена) в середині труби поставлено вісь 5. Вісь стоїть на шарикові підшипники, що обертається навколо своєї осі (щоб покращити умови працю робітників). На вісь ставиться плита 6, на яку чіпляють за допомогою направляючих 7 головку блока циліндрів. Дані направляючі коректуються відносно місць кріплення елемента.

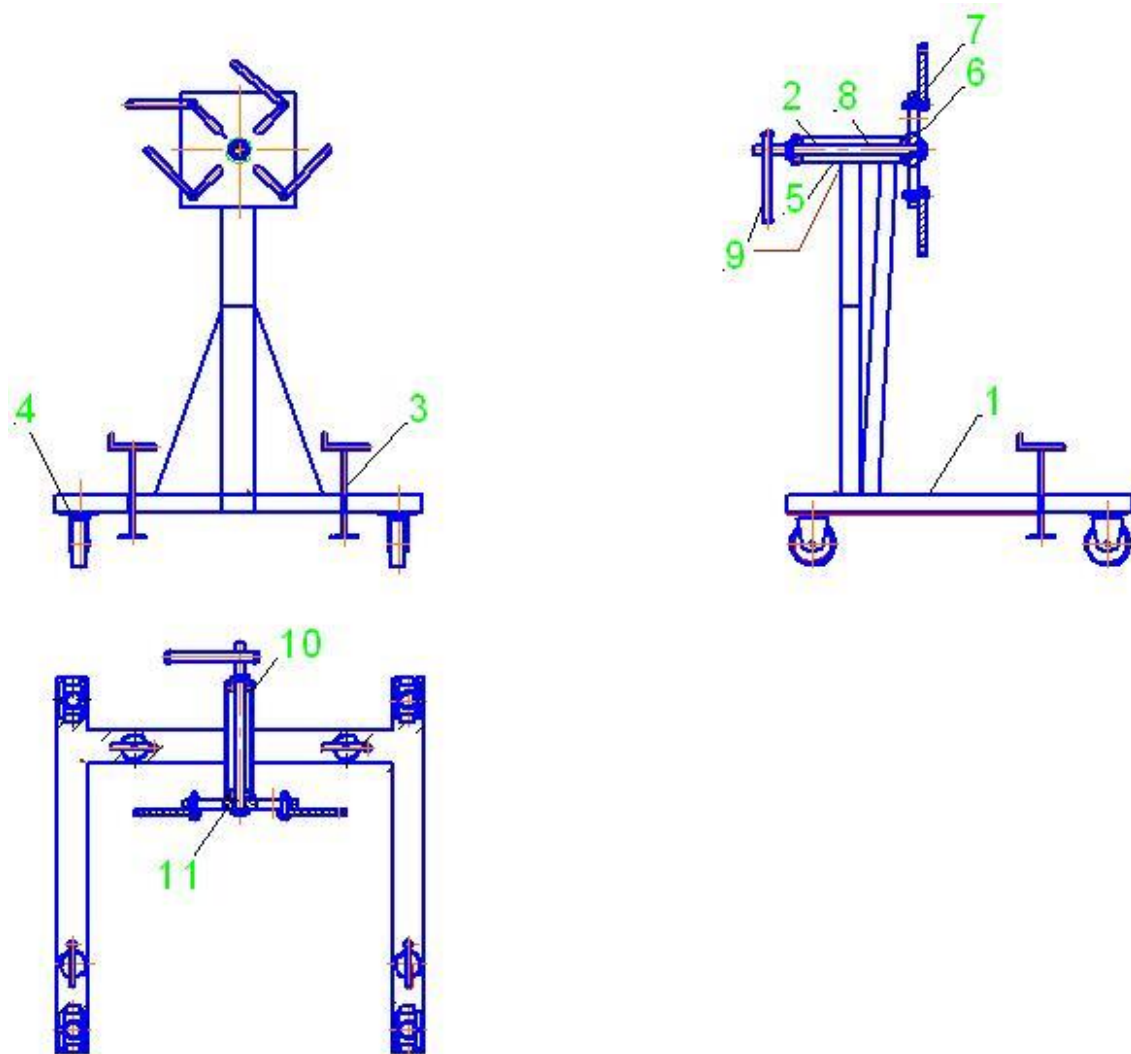


Рис. 3.1. Стенд для розбирання головки блока циліндрів.

Розбирання головки блока циліндрів проводять так:

- 1) поставити стенд та відкоректувати його по поверхні за допомогою гвинтових поставок.
- 2) відрегулювати направляючих відносно до розміру місць для кріплення головки блока циліндрів;
- 3) поставити головку блока циліндрів;
- 4) прокрутити ручку обертання вісі на відповідне положення та зафіксувати фіксуючим гвинтом;

- 5) клапани, демонтувати пружини, опорні шайби;
- 6) вимкнути подачу повітря;
- 7) нахилити опорну площадку;
- 8) демонтувати головку;
- 9) звільнити опорну площадку від клапана.

3.3 Розрахунок розмірів основних деталей

Зусилля переміщення стенда. Вибір розмірів коліс стенда.

Маса пристрою визначається як сумарна підхвату, рами та коліс. При попередніх розрахунках приведена вага стенда (рис. 3.1) приймається:

$$G_{np} = M_{np} \cdot g \quad (3.1)$$

де – M_{np} – маса пристрою,

$$M_{np} = M_k + M_g = 30 + 38 = 68 \text{ кг}; \quad (3.2)$$

$M_k = 30$ кг – максимальна маса головки блока циліндрів;

$M_g = 38$ кг – маса стенда.

Навантаження на одне з чотирьох коліс, з врахуванням перевантаження ($K_n = 1,5$):

$$G_k = G_{np} / 4 = 1000 / 4 = 250 \text{ Н} \quad (3.3)$$

де

$$G_{np} = 1,5 \cdot 68 \cdot 9,81 = 1000 \text{ Н} \quad (3.4)$$

Вибирається поворотне колесо 2В-80-25 ГОСТ 11112-70, $D = 80$ мм, з допустимим навантаженням $R_k = 390$ Н.

Зусилля яке необхідно прикласти для переміщення візка (рис. 3.4) визначається за залежністю:

$$P_{ng} \geq \sum P_f$$

$$\sum P_f = f \cdot G_{np} \cos \beta + G_{np} \sin \beta, \quad (3.5)$$

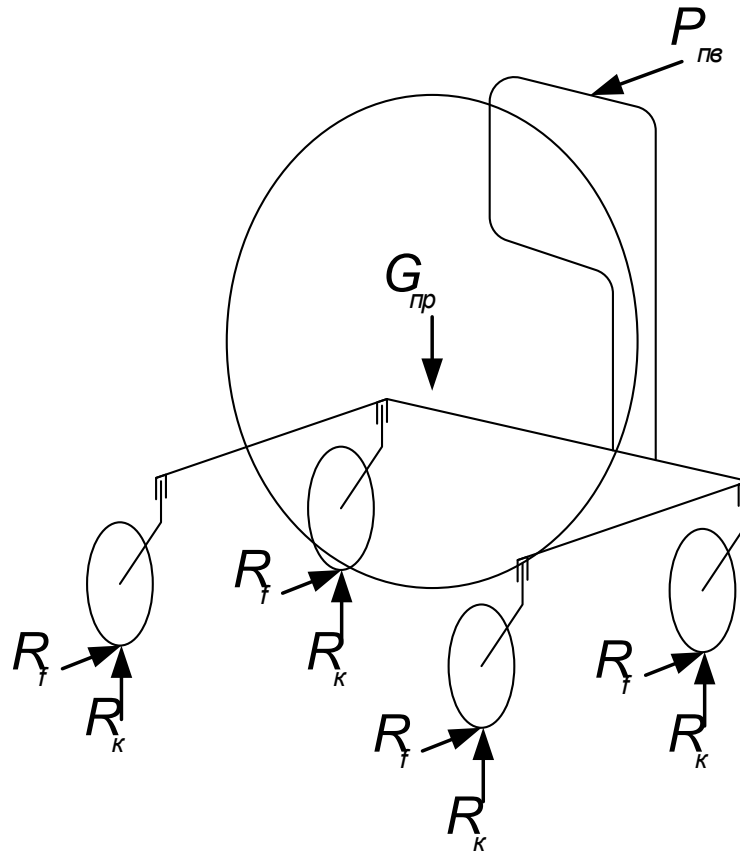


Рис. 3.2. Дії сил на стенд.

$$P_{nv} > 0,0185 \cdot 1000 = 18,5 \text{ Н} = (1,85 \text{ кг} \cdot \text{с}).$$

де $\sum P_f$ – статичний опір руху візка, кг/с;

$f = 0,0185$ – коефіцієнт опору руху;

$\beta = 0^\circ$ – кут нахилу дорожнього полотна, ($\cos 0^\circ = 1; \sin 0^\circ = 0$).

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Класифікація інформаційних технологічних систем

На основі опублікованих джерел, можна сказати, що ефективність для виробництва своєчасно отриманої інформації у 3 рази вища від ефективності освіти для цієї ж сфери діяльності, у 6 разів – від темпів розвитку науково-технічного прогресу, у 12 разів – від вкладеного капіталу, та у 18-25 разів – від нерухомості.

Для розв'язку проблем, які пов'язані з інформаційним забезпеченням технологічних процесів, сьогодні використовуються автоматичні системи управління технологічними процесами (АСУТП) типу SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) або DCS (Distributed Control Systems). Обидва вказаних типи систем належать класу MMI (Man-Machine Interface), що означає „людино-машинний інтерфейс” у контексті забезпечення двобічного зв'язку „оператор - технологічне обладнання”.

Проте головну увагу слід звернути на САПР (системи автоматизованого проектування), без яких не може обійтися жодне промислове підприємство, чия продукція потребує конструкторської та технологічної документації. Сучасні технології САПР для підприємств представлені системами CAD/CAM/CAE/PDM (Computer Aided Design, Manufacturing, Engineering, Product Data Management). Ці системи дозволяють обійтися без „паперової” документації, здійснюючи прямий зв'язок між процесами розробки виробу та його виробництвом, що дозволяє підвищити якість продукції та скоротити час розробки.

Поволі між MMI та ERP утворилася проміжна група систем, що зветься MES (Manufacturing Execution Systems). Вона виникла внаслідок відокремлення задач, що не відносяться до жодної з раніше визначених груп. До системи MES прийнято відносити додатки, що відповідають:

- за управління виробничими та людськими резервами у межах технологічного процесу;

- планування та контроль послідовності операцій технологічного процесу;
- керування якістю продукції;
- зберігання вихідних матеріалів та виробничої продукції по технологічних підрозділах;
- технічне обслуговування виробничого обладнання;
- зв'язок систем ERP та SCADA/DCS.

Одна з причин виникнення таких систем – спроба виділити задачі управління виробництвом на рівні технологічного підрозділу. Але дуже швидко були виявлені недоліки розділення задач планування та управління виробництвом на два рівня. Досвід показав, що інформаційна база цих задач повинна бути єдиною.

Інший шлях виникнення систем MES – знизу, від АСУТП. Так здійснилося відділення тактичних задач оперативного управління технологічними процесами від стратегічних задач ведення процесу у цілому. Так, зокрема, у хімічній, металургійній, харчовій та деяких інших галузях промисловості можна виділити задачі управління технологічними послідовностями (batch control). Їх суть – забезпечення випуску продукції у потрібному об'ємі із заданими технологічними характеристиками за наявності можливого переходу на новий вид продукції. Були відокремлені також й задачі ведення архіву значень технологічних змінних з можливістю відновлення виробничих ситуацій попередніх періодів та аналізу нештатних ситуацій. З'явилися програми навчання технологічного персоналу та оптимізація ведення технологічних процесів.

Аналіз існуючих в даний час на підприємствах України автоматизованих інформаційних систем свідчить про їх незначну кількість та велику застарілість. Вони, з різних причин, обмежують розвиток технології виробництв, особливо якщо це стосується таких виробництв, які характеризуються високими технологіями, а саме підприємств приладобудівного профілю. Тому нагальною потребою є створення автоматизованих систем збирання, обробки технологічної інформації та проектування технології виробництва, особливо для приладобудівної галузі.

Широкий спектр задач, що вирішується технологіями, пред'являє високі вимоги до таких систем. Відомі складності останніх років призвели до того, що на підприємствах приладобудівного профілю залишилися фахівці з великим досвідом та знаннями виробництва, але без достатніх навичок роботи на персональних комп'ютерах, а поповнення технологічних кадрів випускниками вузів виявилось явно недостатнім. Тому вимоги, що ставляться до розроблюваних систем такого роду, повинні бути такими, щоб системі були притаманні:

- простота освоєння;
- розвинені функціональні можливості;
- зручність у роботі;
- гнучкість у надбудові.

Все це дозволить розробленій автоматизованій системі зайняти достойне місце в приладобудівному виробництві, а також дасть можливість не тільки забезпечити технологічний цикл всім необхідним для його нормального функціонування, але й надасть змогу виробництву до саморозвитку, удосконалення та опанування нових технологічних розробок.

4.2 Задачі технологічної підготовки виробництва, що розв'язуються за допомогою математичного моделювання

Автоматизація виробництва вимагає інтеграції і автоматизації всіх робіт з технологічної підготовки виробництва (ТПВ). Інтеграція конструкторської, технологічної, організаційної і економічної підготовки виробництва полягає в забезпеченні достовірних своєчасних прямих і зворотних зв'язків між завданнями в цілях вибору оптимальних рішень на всіх етапах підготовки виробництва. Забезпечити безперервний ефективний зв'язок між завданнями зазвичай можливо лише в умовах автоматизації підготовки виробництва на основі єдиної інформаційної бази, яка включає постійну (нормативно-довідкову) і змінну інформацію, що формується в процесі рішення задачі.

Але, не дивлячись на інтеграцію робіт, в підготовці виробництва можна

виділити два самостійні види робіт, що відрізняються за складом і метою:

1. проектування або реорганізація виробництва (пряме завдання) (рис. 4.1);
2. експлуатація організованого виробництва (обернена задача проектування) (рис. 4.2).



Рис. 4.1. Прямі завдання проектування

Метою проектування виробництва є побудова виробничої системи і створення таких умов, які забезпечували б протягом тривалого часу виготовлення запланованих і прогнозованих виробів в заданий термін, і з мінімальними затратами. При проектуванні багатомноменклатурної виробничої системи формується одна з найважливіших її властивостей виробництва – його перенастроюваність (гнучкість). Метою сучасного виробництва є максимальне використання технічного рівня виробничої системи при виготовленні запланованих виробів. Це припускає максимізацію термінів проектування і виготовлення виробів при мінімальних витратах на ТПВ.

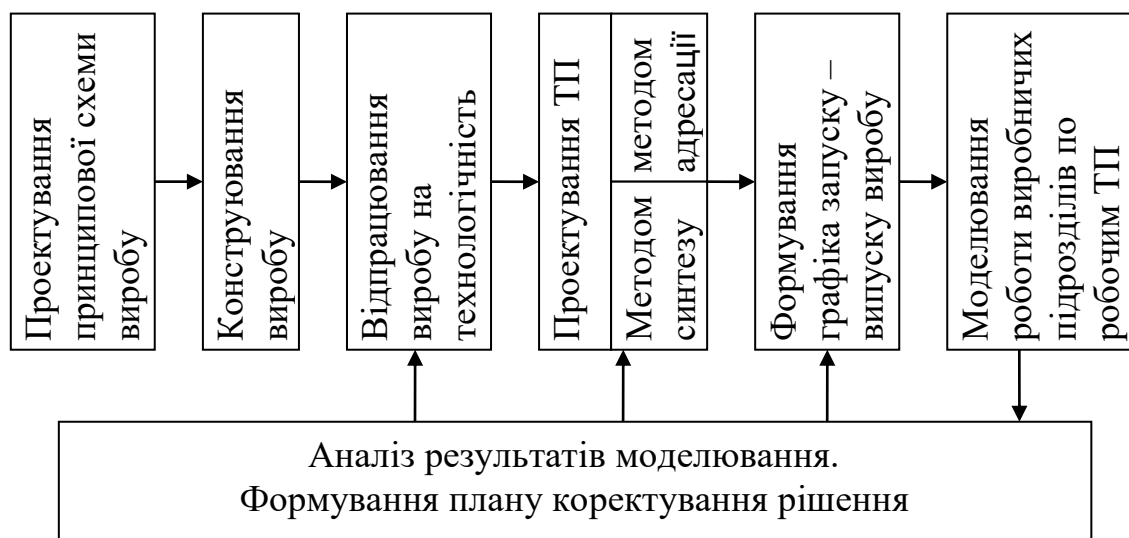


Рис. 4.2. Обернені завдання проектування

Інтеграція двох видів робіт при сумісному їх розгляді полягає в створенні, при проектуванні виробництва, технічної, організаційної і інформаційної баз, на основі яких приймаються рішення при експлуатації виробництва і досягається необхідна гнучкість виробничої системи.

В наведених схемах (рис. 1, 2) передбачені оцінки рішень і вибір ефективних рішень, для чого організуються складні образні зв'язки (на схемах вказані не всі). У схемі проектування виробничої системи оптимізація проводиться при уніфікації, а також при проектуванні технологічного оснащення і виробничих підрозділів. При рішенні задач уніфікації визначається оптимальний склад уніфікованих виробів. При проектуванні групових операційних технологічних процесів (ТП) оптимізуються план обробки, склад інструментальних переходів, поєднання в обробці, при проектуванні технологічного оснащення – склад комплектів базових поверхонь і маршрутних ТП, при проектуванні виробничих підрозділів – маршрутний ТП, склад допоміжного, транспортно-накопичувального і складського устаткування, розміщення устаткування. У схемі (рис. 2) оптимізація виконується в процесі проектування ТП і формування плану-графіка при оперативному управлінні виробничими підрозділами. Очевидно, для розробки оптимальних варіантів робочих ТП необхідно допустити, щоб деяка сукупність деталей могла бути віднесена не до однієї, а до декількох груп. За рахунок такого „перетину” груп

спрощується вибір оптимального варіанту ТП і плану-графіка виконання робіт.

Оцінка і порівняння варіантів рішення в обох схемах може проводитися по логічних і аналітичних залежностях. Застосування ЕОМ при рішенні задач ТПВ дозволяє оперувати при оцінці досить складними схемами і формулами, але часто із-за недостатньої формалізації завдань ці залежності неадекватні реальним виробничим процесам. У зв'язку з цим основним методом оцінки рішень і вибору оптимального рішення є моделювання. При моделюванні рішень в даний час широко застосовують методи математичного та імітаційного моделювання. Для цього створюються спеціальні засоби. Методи математичного та імітаційного моделювання реалізуються на ЕОМ.

До моделювання рішень вдаються в обох схемах (рис. 1, 2). Але в схемі проектування виробництва моделювання і вибір оптимального рішення проводять на основі довгострокового прогнозу розвитку виробів і технології, а в схемі експлуатації виробництва використовують реальні схеми організації технологічних процесів, устаткування, інструменти, пристосування і т.д. У зв'язку з цим в схемі проектування особливу увагу слід приділяти роботам по коротко- і довгостроковому прогнозуванню розвитку технології, виробів, устаткування.

Таким чином ефективне розв'язання задач ТПВ можливе при наявності адекватних математичних та імітаційних моделей параметрів і показників технологічних процесів виготовлення виробів приладобудування.

4.3 Аналіз інформаційних зв'язків в технологічних системах виготовлення деталей та складання приладів

Основна задача системи інформації підприємства полягає у максимальному задоволенні потреб підприємства в інформації, що необхідна для його безвідмовного функціонування. Це відноситься до всіх господарчих одиниць підприємства і відповідних підсистем їх інформації. Таким чином, про задовільну систему інформації підприємства можна казати лише у тому випадку, якщо ця система є комплексною, приймаючи до уваги як структуру

організації, так і характер та зміст самої інформації.

При розробці загальної системи інформації підприємства необхідно враховувати два фактори: по-перше, у відповідності з двома основними видами інформації – економічною та технічною – на підприємстві повинні бути створені дві специфічні підсистеми інформації – економічна і технічна; по-друге, кожна окрема господарська одиниця підприємства у процесі своєї діяльності повинна користуватися як економічною, так і технічною інформацією.

Таким чином, структура систем інформації підприємства відповідає його організаційній структурі, а інформаційна діяльність підприємства нерозривно пов'язана з його господарчою діяльністю. З усього сказаного випливає, що розробка та удосконалення системи інформації не можуть виконуватися тільки шляхом простих організаційних змін, а лише завдяки забезпеченню комплексних зв'язків між системою інформації та управлінським, оперативним і контролюючим відділами підприємства, а також його виробничим сектором.

Управління виробничим процесом займає центральне місце в системі керування підприємством та в системі його інформації. У той же час при плануванні процесу управління виробництвом і в ході його здійснення виникає ряд спірних питань, пов'язаних з тим, що вимоги, які пред'являються до виробничого процесу, є надзвичайно широкими.

Система інформаційних зв'язків в технологічних процесах відіграє одну з найважливіших ролей у виробництві. Це стосується як конвеєрного засобу виробництва, так і інших форм виробничого процесу.

Зупинимося детально на аналізі деяких видів технологічних процесів та необхідності їх інформаційного забезпечення, яке може бути побудованим як на традиційній системі обліку руху матеріальних потоків та супроводжувальної технологічної документації, так і з застосуванням сучасних методів інформаційного забезпечення на базі обчислювальної техніки.

Майже усі виробництва, у тому числі й приладобудівне, мають справу з власним виготовленням деяких деталей та вузлів з матеріалів та сировини, а також з напівфабрикатів або комплектуючих. В цьому виробництві

використовуються потужності механічних цехів. Механічні цехи різних виробництв мають як традиційне обладнання, так і станки та установки з числовим програмним керуванням (ЧПК), які входять до складу обладнання цеху як окремі одиниці, так і у складі технологічних ліній. В обох цих випадках комплектації обладнання цеху установками або станками виникає потреба в інформаційному забезпеченні їх роботи відповідними програмами, за якими здійснюється технологічний процес з виготовлення деталей.

При цьому послідовність операцій технологічного процесу в такому підрозділі загального виробництва виглядає таким чином:

- надходження програмного забезпечення для виготовлення деталей певного виду;
- надходження сировини, матеріалів або напівфабрикатів для виготовлення цих деталей, його облік в автоматизованій інформаційній системі поетапного супроводження всього заводського виробничого циклу;
- встановлення (інсталяція) цього програмного забезпечення в обладнання та тестові виготовлення виробів за допомогою цих програмних пакетів;
- серійне (потокowe) виготовлення деталей на обладнанні з ЧПК та проведення контролю параметрів технологічного процесу;
- вибірковий контроль якості виготовлених деталей із застосуванням автоматизованих методів технічного тестування;
- облік результатів виготовлення продукції на цьому етапі технологічного процесу та передача відповідних даних про проходження продукції на наступний етап виробничого процесу.

Процес виготовлення або деяких вузлів чи агрегатів продукції, або загальної збірки готового виробу може здійснюватися конвеєрним або звичайним засобами. При цьому послідовність операцій технологічного процесу в такому підрозділі загального виробництва виглядає таким чином:

- надходження програмного забезпечення для виконання технологічних операцій в умовах автоматизованого обладнання складального виробництва (наприклад, автоматизована система компанії Philips для збирання друкованих плат на базі товстошарової клеєної технології; автомати чи напівавтомати

технології мікрозварки тощо);

- надходження комплектуючих, напівфабрикатів або вузлів для виготовлення цих агрегатів, блоків чи готових виробів; облік продукції, що надходить, в автоматизованій інформаційній системі по-етапного супроводження всього заводського виробничого циклу;

- встановлення (інсталяція) цього програмного забезпечення в обладнання та тестові виготовлення виробів за допомогою цих програмних пакетів;

- серійне (потокowe) виготовлення деталей на автоматизованому чи працюючому в ручному режимі керування обладнанні та проведення контролю параметрів технологічного процесу;

- вибірковий, на базі методів статистичного аналізу, контроль якості виготовлених вузлів, агрегатів або готових виробів із застосуванням автоматизованих методів технічного тестування;

- облік результатів виготовлення продукції на цьому етапі технологічного процесу та передача відповідних даних про проходження продукції на наступний етап виробничого процесу, склад готової продукції та до АСУ виробництвом.

Управління виробничим процесом будується у відповідності з річним планом підприємства, який ділиться на місячні завдання. Місячний

план-завдання (програма) містить інформацію про об'єм та асортимент накресленого випуску окремих видів продукції, про терміни і виробничі витрати.

Для визначення термінів випуску продукції необхідно мати інформацію про:

- робочий час, необхідний для виробництва продукції на окремих виробничих одиницях та агрегатах і машинах та який розраховується на основі норм витрат часу;

- тривалість і фази повного виробничого циклу;

- виробничі потужності;

- фондомісткість та потреби в інструментах для виконання виробничої програми;

- наявний парк машин і стан машинного обладнання і т.д.

Служба керування виробництвом (диспетчерська служба) повинна мати правильно розроблену та побудовану інформаційну систему, тому що це необхідно для безперебійного здійснення процесу виробництва. Диспетчерська служба повинна бути інформованою про всі суттєві моменти виробничого процесу з тим, щоб вона могла попередити можливі або несподівано виникаючі складності.

В системі управління виробничим процесом диспетчерська служба займає центральне місце і виступає у ролі оперативного інформаційного центру, куди надходить інформація про виробництво і пов'язані з ним проблеми. Диспетчерська служба цю інформацію групує та своєчасно передає органам, що приймають рішення. Управління виробничим процесом на заводах має у своєму розпорядженні у більшості випадків добре розроблену мережу диспетчерської служби. У центральній диспетчерській служби є цехові диспетчерські служби, у функцію яких входить отримання та передача інформації.

Однією з найважливіших умов ефективного керівництва виробничим процесом є обробка даних, що забезпечує отримання інформації у необхідному об'ємі та потрібної якості.

Для того, щоб виробництво могло враховувати всі тонкощі технологічного процесу, необхідно максимально механізувати обробку даних, використовуючи при цьому комп'ютерну техніку.

У процесі керівництва виробничим процесом постійно приходиться вивчати зворотні зв'язки, оскільки вони характеризуються системою взаємопов'язаних та взаємозалежних задач. Тому організацію та управління виробництвом доцільно розглядати як кібернетичну систему, що має свої особливості у приладобудівному виробництві [4].

Слід зауважити, що серед факторів виробництва надзвичайно важливе значення мають робоча сила та виробничі потужності, тому отримання інформації, що відноситься до них, вельми необхідно.

Інформація, що відноситься до наявності робочої сили, повинна бути різнобічною. Потреба у робочій силі, співвідношення жіночої та чоловічої

праці, кваліфікованої, навченої або ненавченої робочої сили визначаються характером виробничого процесу, його технології. Характер виробництва висуває до працівника підвищені вимоги, які в умовах серійного виробництва зводяться до здатності працюючих здійснювати технологічний процес з використанням монотонної та важкої фізичної праці. Робота персоналу виробництва в умовах граничного напруження не може не впливати на якість технологічних операцій, які виконують у процесі виробництва працюючі, та забезпечення стабільності якості промислової продукції.

Проведений аналіз інформаційних зв'язків в технологічних схемах промислових виробництв дозволяє переходити до подальших кроків у дослідженні технологічних систем у приладобудуванні.

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Методика проведення дослідження

Дослідження дають змогу розрахувати значення параметрів моделі зношування K_w та m для досліджуваного матеріалу, щоб можна розрахувати ресурс вузла тертя. Але для перевірки правильності лабораторних досліджень проводяться модельні випробування.

Розглядається спряження вал – втулка (рис. 5.1). В жорстко закріпленій втулці обертається вал, твердість якого значно більша твердості втулки.

Початкові умови:

1. Зазор в спряженні приймається як $\Delta = R_2 - R_1$. Радіус вала R_1 та радіус втулки R_2 ($R_2 \approx R_1$ в початковий момент часу).
2. На втулку діє навантаження Q , що передається через вал 1 (рис.5.1).
5. Вал – 1 обертається з частотою обертів n (об/хв), не зношується; втулка – 2 запресована, нерухома, зношується.

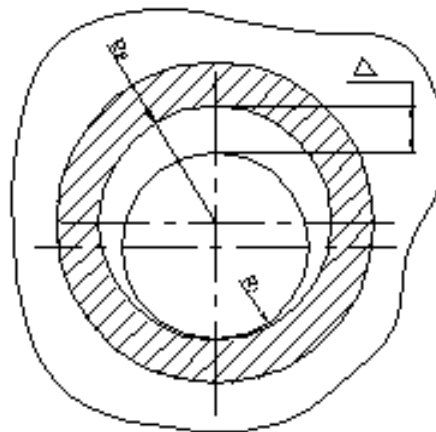


Рис. 5.1 – Схема вал – втулка.

Допущення, що приймаються при проведенні випробувань:

1. Два контактуючих тіла приймаються жорсткими, не деформуємі, виходить, що напрутязі всього процесу зношування рівномірно розподілені по площадці коливання;
2. Тиск є основним фактором в процесі зношування.

По мірі зношування внутрішньої поверхні втулки 2 вал 1 опускається на

величину $U = U_w + \Delta$ (Рис. 5.2), де U_w - величина лінійного зношування, а Δ - початковий зазор, тобто $\Delta = R_2 - R_1$. То, при відомому початковому зазорі, та вимірявши величину U мікроскопом, можемо знайти величину лінійного зношування. Провівши виміри величини U при певних значеннях шляху тертя S та постійному навантаженню Q отримаємо залежність $U_w(S)$.

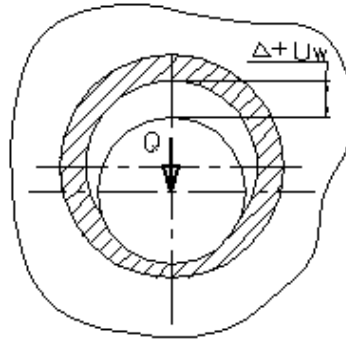


Рис. 5.2 – Підшипник ковзання з врахуванням зношування.

5.2 Метод модельного випробовування на зношування за схемою вал-втулка

Для того щоб перевірити запропонованого розрахункового методу оцінки зношення підшипників ковзання проведені модельні випробовування підшипника ковзання за схемою “вал – втулка”.

При роботі модельних випробовувань випробовується контактна взаємодія вала втулки, спряжених із проміжком, під дією навантаження Q_{Σ} . При плануванні експерименту робляться такі допущення:

а) вал рахується не зношуваним, оскільки зношення матеріалу втулки (бронзографіт) набагато більше, ніж матеріалу вала (сталь 50Г);

б) температура досліджуваних зразків рахується постійною, оскільки за умов короткочасно-повторного вмикання лабораторної установки температура змінюється в вузьких межах вони на зношувальностійкість зразків суттєво не впливають.

в) режим зношування – сталий, для опису процесу зношування справедливе диференційне рівняння.

Перед проведенням модельних випробовувань вираховується доцільне

питоме навантаження в спряженні вал-втулка. Воно повинно бути в діапазоні навантажень, які появляються при роботі реальних вузлів тертя.

Швидкість обертання вала експериментальної установки обирається на відповідності із швидкістю обертання вала досліджуваного вузла тертя.

5.3 Опис дослідницької установки

Навантажувальний пристрій для модельних випробовувань зіпляється на станині установки ЗНМ – 01 (рис. 5.3).

Технічні характеристики пристрою такі: тип – пружинний; діапазон створюваних навантажень – 36...345 Н (3,7...35,5 кг); регулювання навантаження – безступінчасте; ціна поділки індикатора навантаження – 0,005 мм, що відповідає 0,183 Н ($18,65 \cdot 10^{-3}$ кг); діапазон вимірювання моменту тертя – 0...1,054 Н·м; ціна поділки індикатора моменту тертя – 0,00527...0,00132 Н·м.

Основні складові частини пристрою такі:

- основа 6, встановлена на станині 7 установки;
- направляючі стійки 2, закріплені на основі;
- нижня траверса 5, встановлена на направляючих стійках;
- вузол кріплення 4 досліджуваного зразка, причіплений на нижній траверсі;
- проміжна траверса 3;
- силова пружина 9, поставлена між нижньою та проміжною траверсами;
- індикатор 11 для вимірювання створюваного навантаження;
- верхня траверса 1 з навантажувальним гвинтом;
- вимірювальний блок на складі важеля, пружини та індикатора 8 – для вимірювання моменту тертя на досліджуваному спряженні;
- вал 12, який виконує роль контртіла, закріплений на шпинделі.

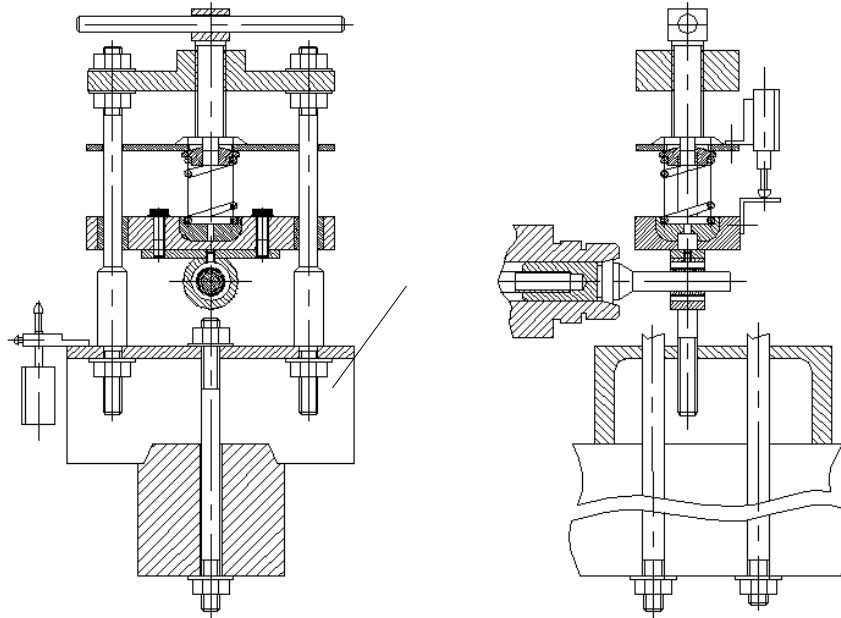


Рис. 5.3 Навантажувальний пристрій для модельних та лабораторних випробовувань.

Принцип дії навантажувального пристрою є у створенні заданого навантаження на розглядаємий зразок в процесі його зношування при обертанні вала. Навантаження стає за рахунок стиснення силової пружини, а також за рахунок ваги рухомих деталей пристрою (початкове навантаження). Сила стиснення стає за рахунок загвинчування навантажувального гвинта. Деформація пружини прослідковується індикатором навантаження. За відомою жорсткістю пружини виявляється сила її тиску на досліджуваний зразок.

Жорсткість силової пружини оприділено за допомогою зразкового динамометра ДОСМ-3-0,2 №662 з індикатором ИЧ 10МН №18790.

Для можливості вимірювання моменту тертя на цьому sprzęженні, зразок ставиться на проміжну втулку, причіплену на внутрішній обіймі кулькового підшипника. Через сили тертя, які появляються при обертанні вала, досліджуваний зразок прокручується разом із проміжною втулкою. Зусилля від проміжної втулки через важіль перепускається на вимірювальну пружину. Жорсткість пружини виявлено з допомогою зразкового динамометра ДОСМ-3-0,2 №662. деформація пружини фіксується індикатором типу ИЧ. Момент тертя визначається за формулою:

$$M_T = \Delta_i k_{np}, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

де Δ_i – показники індикатора моменту тертя;

k_{np} – коефіцієнт пропорційності вимірювального блоку.

Коефіцієнт пропорційності визначається за формулою:

$$k_{np} = \frac{l_{np}^2 G}{l_{ind}}$$

де l_{np} – відстань від центру досліджуваного зразка до центра пружини,
 $l_{np}=0,05...0,08$ м;

G – жорсткість вимірювальної пружини, Н/мм;

l_{ind} – відстань від центру досліджуваного зразка до важеля індикатора, м.

Конструкція навантажувального пристрою дає можливість виконання як модельних випробовувань за схемою „вал – втулка” так та лабораторних випробовувань за схемою „вал – колодка”.

5.4 Порядок проведення модельних випробовувань

Перед модельним випробуванням за рахунок мікрометра з індикатором годинникового типу з можливою похибкою 3 мкм вимірюється діаметр досліджуваного вала, а з оптичного довжиноміра (компаратора) ИЗА-2 з можливою похибкою до 2 мкм виявляється внутрішній діаметр втулки. Потім виявляється початковий проміжок $\Delta_0=R_1 -R_2$, де R_2 - внутрішній радіус втулки, R_1 - радіус вала.

Для надання необхідного питомого навантаження навантажувальним пристроєм установки ЗНМ - 01 та з метою рівномірного зношування втулки по довжині, її поздовжній розмір зменшується шляхом укорочення частини втулки необхідної довжини. Рекомендована загальна довжина робочої поверхні цієї втулки становить 8...10 мм. Необхідне сумарне навантаження ставиться з допомогою навантажувального пристрою.

Установка вмикається тричі на 15 секунд з інтервалом між вмиканням 30 секунд та потім робиться перерва близько 5 хв. для охолодження. Цей випробовувань наближений до реального короткочасно-повторного режиму роботи автомобільного стартера та відповідає вимогам ГОСТ 18509-73 та ОСТ

37.001.052-75.

Зміщення центра втулки до центра вала, яке виникає в результаті зношування втулки, визнається за допомогою індикатора навантажувального пристрою. Експеримент триває до досягнення заданого граничного значення лінійного зношення.

Досліджено втулки партії №5. Вихідні розміри досліджуваних деталей спряження наступні: радіус вала $R_1=6,075 \cdot 10^{-3}$ м, внутрішній радіус досліджуваних втулок $R_{2(1)}=6,090 \cdot 10^{-3}$ м, $R_{2(2)}=6,120 \cdot 10^{-3}$ м, початковий проміжок в спряженні, відповідно, $\Delta_{0(1)}=0,015 \cdot 10^{-3}$ м, $\Delta_{0(2)}=0,045 \cdot 10^{-3}$ м, зовнішній радіус втулок $R_3=8 \cdot 10^{-3}$ м. Ці розміри близькі до розмірів підшипників в стартерах моделі СТ-230, СТ-221 (ВАЗ), СТ-117, СТ-130.

Значення параметрів моделі зношування, визначені за результатами лабораторних випробовувань, із врахуванням масштабного фактору, мають наступні значення: $m=1,44$; $k_w=17,58 \cdot 10^{-8} (\text{мм}^2/\text{кг})^m$. Модуль пружності матеріалу вала $E_1=2 \cdot 10^4$ кг/мм², матеріалу втулки – $E_2=0,67 \cdot 10^4$ кг/мм²; коефіцієнти Пуассона для обох матеріалів становлять $\mu_1=\mu_2=0,3$, Довжина робочої поверхні досліджуваної втулки становить $l=8$ мм.

Експеримент тривав до досягнення граничного проміжку в спряженні $\Delta^*=0,15$ мм.

Навантаження на втулку, встановлене навантажувальним пристроєм для кожного дослідження складає, відповідно, $Q_{\Sigma(1)}=12,0$ кг=118 Н, $Q_{\Sigma(2)}=24,0$ кг=235Н, $Q_{\Sigma(3)}=34,4$ кг=335 Н. Погонне навантаження на втулку складає, відповідно $Q_{(1)}=1,5$ кг/мм=14,7 Н/мм, $Q_{(2)}=3,0$ кг/мм=29,4 Н/мм, $Q_{(3)}=4,3$ кг/мм=42,2Н/мм. Для кожного навантаження Q та кожного початкового проміжку Δ_0 проведено по п'ять дослідів.

В процесі зношування досліджуваних втулок на поверхнях тертя виявлялось утворення плівки темного кольору. Консистенція виявленого матеріалу подібна до консистенції пластичних мастил. Припустимо, що в процесі зношування продукти зношування та мастило, яким просочена втулка, перемішуються між собою та утримуються на поверхні тертя за рахунок

поверхневої енергії матеріалу спряжених деталей, значить в зоні тертя утворюється „третє тіло”. Утворена суміш наповнює поверхневі пори втулки та частково намазується на вал. Після цього при поверхневих пор втулки та мікронерівностей поверхні вала, надлишок суміші витискається за межі зони контактування поверхонь. Плівки аналогічної природи були на відпрацьованих втулках автомобільних підшипників ковзання.

5.5 Результати випробовувань та їх обробка

Результати визначення шляху тертя S_i^* (мм) до досягнення граничного проміжку Δ^* зведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Експериментальні дані по визначенню граничного шляху тертя втулок.

Номер досліджу	$Q=1,5$ кг/мм		$Q=3,0$ кг/мм		$Q=4,3$ кг/мм	
	Δ_0 , мм		Δ_0 , мм		Δ_0 , мм	
	0,015	0,045	0,015	0,045	0,015	0,045
1	6793862	2484785	2622409	905606	1501824	528974
2	6508542	2295277	2613306	886971	1536352	487582
3	7191574	2398546	2597971	903142	1556485	499497
4	6777338	2291755	2391393	867956	1496663	547918
5	6941730	2489252	2622538	913962	1434054	495019

Із застосуванням методів математичної статистики здійснено обробку експериментальних даних. Визначено оцінку математичного очікування \bar{S} шляху тертя до досягнення граничного проміжку та оцінку середнього квадратичного відхилення σ_S граничного шляху тертя. Із довірчою імовірністю 0,95 визначено довірчі інтервали ε_β величини \bar{S} . Визначено оцінку коефіцієнту варіації v_S граничного шляху тертя. Для оцінки похибки вимірювання шляху тертя обчислено середню інтенсивність зношування \bar{I}_{wi} в кожному досліді. Отримані дані зведено в табл. 5.2.

При відомому значенні граничної абсолютної похибки визначення зношення $\Delta_{Uw} = 0,005$ мм та відомих значеннях \bar{I}_{wi} обчислено граничні

абсолютні похибки визначення шляху тертя:

$$\Delta_S = \frac{\Delta_{u_w}}{\bar{I}_w}.$$

Значення Δ_S наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Результати аналізу експериментальних даних.

Параметри	Q , кг/мм					
	1,5		3,0		4,3	
Δ_0 , мм	0,015	0,045	0,015	0,045	0,015	0,045
\bar{S} , мм	$6843 \cdot 10^3$	$2392 \cdot 10^3$	$2570 \cdot 10^3$	$896 \cdot 10^3$	$1505 \cdot 10^3$	$512 \cdot 10^3$
ε_β , мм	$309,6 \cdot 10^3$	$120,0 \cdot 10^3$	$124,0 \cdot 10^3$	$22,6 \cdot 10^3$	$57,9 \cdot 10^3$	$31,7 \cdot 10^3$
σ_S , мм	$249,9 \cdot 10^3$	$96,8 \cdot 10^3$	$100,1 \cdot 10^3$	$18,3 \cdot 10^3$	$46,8 \cdot 10^3$	$25,6 \cdot 10^3$
ν_S	0,037	0,040	0,039	0,020	0,031	0,050
\bar{I}_w	$1,97 \cdot 10^{-8}$	$4,39 \cdot 10^{-8}$	$5,25 \cdot 10^{-8}$	$11,72 \cdot 10^{-8}$	$8,97 \cdot 10^{-8}$	$20,52 \cdot 10^{-8}$
Δ_S , мм	$253,4 \cdot 10^3$	$113,9 \cdot 10^3$	$95,2 \cdot 10^3$	$42,6 \cdot 10^3$	$55,7 \cdot 10^3$	$24,4 \cdot 10^3$
$S_{\min}^* \dots S_{\max}^*$, мм	$6280 \cdot 10^5 \dots$ $7406 \cdot 10^3$	$2158 \cdot 10^5 \dots$ $2626 \cdot 10^3$	$2350 \cdot 10^5 \dots$ $2789 \cdot 10^3$	$830 \cdot 10^5 \dots$ $961 \cdot 10^3$	$1391 \cdot 10^5 \dots$ $1619 \cdot 10^3$	$456 \cdot 10^5 \dots$ $568 \cdot 10^3$
ε_S	0,082	0,098	0,085	0,073	0,076	0,110

Підсумовуючи граничні абсолютні похибки Δ_S вимірювання шляху тертя та абсолютні похибки, спричинені обмеженою кількістю дослідів, обчислено довірчі інтервали $S_{\min}^* \dots S_{\max}^*$ та граничну відносну похибку ε_S шляху тертя, визначеного експериментальним шляхом. Отримані дані наведено в табл. 5.1.

Із застосуванням моделі виконано аналітичне визначення граничного шляху тертя втулок. Вихідні дані для розрахунків наведені вище. Додатково, в залежності від величини початкового проміжку $\Delta_0=0,015$ мм; 0,045 мм. за таблицею додатку Д визначено значення $\beta_{\text{ср}}$, які складають, відповідно, -0,903; -0,928, та значення c , які складають, відповідно, 0,939; 0,886.

Для оцінки точності аналітичного значення шляху тертя до досягнення граничного проміжку в спряженні, виявлено, що при наявних засобах вимірювань граничні абсолютні похибки значення радіусу вала, граничного зношення, початкового проміжку та навантаження становлять, відповідно,

$\Delta_{R1}=0,003$ мм; $\Delta_{U^*w}=\Delta_{\Delta 0}=0,005$ мм; $\Delta_Q=0,1$ кг. Математична модель записана на наступному вигляді:

$$S_* = \frac{R_1^m u_*^{\frac{m+2}{m\beta_{\sigma\phi} + m + 2}}}{Q^m k_w (m+2) \Delta_0^{\frac{-m\beta_{\sigma\phi}}{m\beta_{\sigma\phi} + m + 2}}} \left(\frac{(m\beta_{\sigma\phi} + m + 2)^{m+2} 2^{m\beta_{\sigma\phi}}}{c^m (m+2)} \right)^{\frac{1}{m\beta_{\sigma\phi} + m + 2}}. \quad (5.1)$$

Гранична відносна похибка шляху тертя до досягнення встановленої величини проміжку обчислюється за формулою:

$$\epsilon_{S^*} = m \left(\frac{\Delta_{R1}}{R_1} + \frac{\Delta_Q}{Q} \right) + \frac{m+2}{m\beta_{\sigma\phi} + m + 2} \left(\frac{\Delta_{u_w^*}}{u_w^*} \right) + \frac{-m\beta_{\sigma\phi}}{m\beta_{\sigma\phi} + m + 2} \left(\frac{\Delta_{\Delta_0}}{\Delta_0} \right).$$

Оскільки визначальною похибкою є похибка вимірювання початкового проміжку, то, з метою забрання впливу несистематичних похибок, вимірювання розмірів R_1 та R_2 проводилось багатократно, а для розрахунків взято середнє значення $\overline{R_1}$ та $\overline{R_2}$, та, відповідно $\overline{\Delta_0}$.

Результати аналітичних розрахунків та дані їх порівняльного аналізу з результатами експериментів наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.3 Дані порівняльного аналізу результатів теоретичних та експериментальних досліджень з визначення граничного шляху тертя.

Q, кг/мм	$\Delta_0=0,015$ мм			$\Delta_0=0,045$ мм		
	Довірчий інтервал експериментальних даних $S^*, \times 10^3$ мм	Аналітичні дані S^*		Довірчий інтервал експериментальних даних $S^*, \times 10^3$ мм	Аналітичні дані S^*	
		Діапазон значень, $\times 10^3$ мм	Відносна похибка		Діапазон значень, $\times 10^3$ мм	Відносна похибка
1,5	6843±563,0	6898±1337	0,194	2392±233,9	2409±320	0,133
3,0	2570±219,1	2542±477	0,188	896±65,3	888±113	0,127
4,3	1505±113,7	1514±282	0,186	512±56,1	529±66	0,125

Із аналізу даних табл.5.2 зроблено висновок, що математична модель не суперечить експериментальним даним і, при умові достатньо точного визначення початкового проміжку Δ_0 , може бути застосована для оцінки ресурсу підшипників ковзання.

5.6 Експериментальна перевірка отриманих результатів

З метою запобігання надмірному ускладненню дослідницької установки та зменшенню її точності та надійності, модельні випробовування проведено при постійному навантаженні. Величина приведенного навантаження визначена із умови рівності зношення за шлях тертя S при постійному приведенному навантаженні Q_{np} та за такий же шлях тертя $N_{np}\Delta S=S$ при змінному циклічному навантаженні $Q(S)$:

$$\xi(Q_{np}^m S)^\gamma = \xi \frac{c_Q^{\gamma m}}{\gamma(\beta_Q m + 1)} (N_{np} \Delta S)^{\gamma(\beta_Q m + 1)} \quad (5.2)$$

Із залежності (5.2) визначено величину приведенного навантаження:

$$Q_{np} = \frac{c_Q S^{\beta_Q}}{(\gamma(\beta_Q m + 1))^{\frac{1}{\gamma m}}} \quad (5.3)$$

Порядок проведення випробовувань наступний.

1. Визначення вихідних даних: $c_Q=4$ кг/мм; $S=1,5 \cdot 10^6$ мм; $\beta_Q=-0,1$; $m=1,44$; $k_w=17,58 \cdot 10^{-8}(\text{мм}^2/\text{кг})^m$; $\Delta S=600$ мм; $N_{np}=S/\Delta S=2500$; $\Delta_0=0,045$ мм; $\beta_{\sigma\phi}=-0,928$; $c=0,886$.

2. Визначення приведенного навантаження за формулою (5.2): $Q_{np}=2,01$ кг.

3. Виконання п'яти незалежних дослідів при фіксованому шляху тертя втулки $S=1,5 \cdot 10^6$ мм за методом, аналогічним методу модельних випробовувань. За результатами кожного дослідів визначається величина лінійного зношення досліджуваної втулки. Результати дослідів наведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4. Результати випробовувань на зношування при навантаженні Q_{np} .

Номер дослідів	1	2	3	4	5
Лінійне зношення, мм.	0,110	0,106	0,102	0,109	0,100

4. Визначення оцінки математичного очікування величини зношення та довірчого інтервалу при довірчій імовірності 0,95 із врахуванням обмеженої кількості дослідів та похибки вимірювання зношення: $\bar{u}_w=0,1054$ мм;

$$\Delta_{u_w} = 0,005 \text{ мм}; u_{wmin} - u_{wmax} = 0,0953 - 0,1154 \text{ мм.}$$

5. Аналітичне визначення кількості циклів навантаження (за формулою (5.1) до досягнення середньої величини зношення \bar{u}_w : $N=2670$, а також до досягнення граничних значень довірчого інтервалу: $u_{wmin} - N=2205$ та $u_{wmax} - N=3178$.

6. Визначення похибки результатів застосування математичної моделі (5.1) відносно результатів експерименту: $\varepsilon_N = 1 - N_{np}/N = 0,064$, тобто близько 6,4%. Відносні похибки при граничних значеннях довірчого інтервалу становлять: $\varepsilon_{Nmin} = -0,134$ та $\varepsilon_{Nmax} = 0,215$.

Таким чином зроблено висновок, що при застосуванні запропонованої математичної моделі (5.1) можлива похибка оцінки ресурсу підшипників ковзання не перевищить 22%.

6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Вибір та коригування вихідних нормативів технічного обслуговування та ремонту

Вихідними нормативами для розрахунку АТП служать: пробіги автомобілів до КР, періодичності ТО, трудозатрати на ТО та ПР рухомого складу, тривалості простою рухомого складу в КР, ТО-2 та ПР.

Для визначення режимів ТО та ПР в реальних умовах експлуатації дорожніх транспортних засобів вихідні нормативи періодичностей впливів та трудомісткості коректуються за допомогою коефіцієнтів в залежності від наступних факторів:

- категорій умов експлуатації K_1 ;
- модифікації рухомого складу та організації його роботи K_2 ;
- природно-кліматичних умов K_3 ;
- кількості одиниць технологічно сумісного рухомого складу K_4 ;
- способу зберігання рухомого складу K_5 .

З урахуванням перелічених коефіцієнтів відкоректовані значення пробігів до КР та періодичностей ТО для певної моделі дорожнього транспортного засобу визначаються за допомогою залежностей:

$$L'_{KP} = L^H_{KP} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$L'_{TO-1} = L^H_{TO-1} \cdot K_1 \cdot K_3$$

$$L'_{TO-2} = L^H_{TO-2} \cdot K_1 \cdot K_3$$

де $L^H_{кр}$ - нормативний пробіг до КР певної моделі автомобіля;

$L^H_{ТО-1}$, $L^H_{ТО-2}$ - нормативи періодичностей ТО-1 та ТО-2 для певної моделі автомобіля.

Для зручності розробки графіків технічного обслуговування рухомого складу та виконання прибирально - мийних робіт перед кожним ТО-1, ТО-2 необхідно забезпечити кратність пробігів до КР та періодичностей ТО середньодобовому пробігу $l_{сд}$. Для цього визначається співвідношення $L'_{ТО-1}/l_{сд}$, яке заокруглюється до найближчого цілого числа A , та періодичність $L_{ТО-1}$,

кратну середньодобовому пробігу, підраховується за залежністю:

$$L_{TO-1} = A \cdot l_{cd}$$

Визначається співвідношення L'_{TO-2}/L_{TO-1} , яке заокруглюється до найближчого цілого числа B , та періодичність L_{TO-2} , кратну l_{cd} та L_{TO-1} , підраховується за залежністю:

$$L_{TO-2} = B \cdot L_{TO-1}$$

Визначається співвідношення L'_{KP}/L_{TO-2} , яке заокруглюється до найближчого цілого числа C , та пробіг до капітального ремонту L_{KP} , кратний L_{TO-2} , L_{TO-1} та l_{cd} , підраховується за залежністю:

$$L_{KP} = C \cdot L_{TO-2}$$

Відкоректовані значення трудомісткостей технічних обслуговувань та ПР визначаються за залежностями:

$$T_{ЩО} = t^H_{ЩО} \cdot K_2 \cdot K_4$$

$$T_{TO-2} = t^H_{TO-2} \cdot K_2 \cdot K_4$$

$$T_{PP} = t^H_{TO-2} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$$

де $t^H_{ЩО}$, t^H_{TO-n} , t^H_{PP} , - нормативи трудомісткості відповідно на ЩО, номерні технічні обслуговування від 1 до n , ПР для вибраної моделі автомобіля;

K_5 - коефіцієнт коректування питомої трудомісткості поточного ремонту в залежності від прийнятого в проекті способу зберігання рухомого складу: при відкритому зберіганні $K_5=1,0$, при закритому - $K_5=0,9$.

При проектуванні АТП можна припустити, що роботи сезонного обслуговування будуть виконуватись разом із черговим ТО-2, тому для подальших розрахунків необхідно визначити тільки додаткові трудомісткості ΔT_{CO} стосовно ТО-2 за залежністю:

$$\Delta T_{CO} = (t^H_{CO} - t^H_{TO-2}) \times K_2 \cdot K_4$$

де t^H_{CO} , t^H_{TO-2} - нормативи трудомісткостей відповідно на СО та ТО-2.

Нормативи тривалості простою рухомого складу в КР, ТО-2 та ПР коригуванню не підлягають. Результати вибору та корегування вихідних нормативів ТО та ремонту кожної моделі рухомого складу зводяться в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 Вибір та коригування нормативів ТО та ремонту рухомого складу

Вид впливу	Позначення	Одиниця виміру	Норматив	Модель автомобіля	Коефіцієнт					Відкоректована по Ісд
					к ₁	к ₂	к ₃	к ₄	к ₅	
Пробіги										
КР	L _{кр}	км	350000	1	0,8	1	1,1			308880
				2						
				3						
ТО-1	L _{то-1}	км	4000	1	0,8		1			3120
				2						
				3						
ТО-2 (ТО-3)	L _{то-2}	км	12000	1	0,8		1			9360
				2						
				3						
Трудомісткості										
ЩО	T _{що}	люд. год	0,3	1		1		1		0,30
				2						
				3						
ТО-1	T _{то-1}	люд. год	3,5	1		1		1		3,50
				2						
				3						
ТО-2 (ТО-3)	T _{то-2}	люд. год	14,7	1		1		1		14,70
				2						
				3						
СО	ΔT _{со}	люд. год	17,6	1		1		1		2,90
				2						
				3						

ПР			6,7	1	1,2	1	0,9	1	1	7,24
				2						
				3						
Тривалість простою										
ТО-2 та ПР	Д _{дор}	$\frac{\text{дні}}{1000\text{км}}$	0,45	1						
				2						
				3						
КР	Д _{кр}	дні	25	1						
				2						
				3						

6.2 План обслуговування та виробнича програма з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу

План обслуговування рухомого складу визначає кількість впливів та їх трудомісткості за рік на один автомобіль певної моделі. Виробнича програма з ТО та ПР рухомого складу визначає річну та добову кількість впливів та річний об'єм робіт за всім парком дорожніх транспортних засобів.

При розробці плану обслуговування за розрахунковий цикл приймається відкоректована величина пробігу даної моделі автомобіля до капітального ремонту. на цьому випадку кількість КР за цикл завжди буде дорівнювати одиниці, оскільки $L_{\text{ц}} = L_{\text{кр}}$.

При пробігові автомобіля $L = L_{\text{кр}}$ чергові технічні обслуговування не проводиться на зв'язку з направленням автомобіля на капітальний ремонт. Тому кількість впливів вищого порядку за цикл визначають по залежностям:

$$N_{\text{цто-2}} = L_{\text{кр}} / L_{\text{то-2}} - 1,$$

$$N_{\text{цто-2}} = 32,$$

$$N_{\text{цто-1}} = L_{\text{кр}} / L_{\text{то-1}} - N_{\text{цто-2}} - 1,$$

$$N_{\text{цто-1}} = 66,$$

$$N_{\text{цщо}} = L_{\text{кр}} / L_{\text{сд}},$$

$$N_{\text{цщо}} = 1287.$$

При визначенні постових трудозатрат одного впливу необхідно

враховувати, що роботи з усіх видів технічних обслуговувань є постовими. Трудомісткості ПР поділяються на постові, які виконуються в зоні ПР, та підготовчі, які виконуються на виробничих відділеннях. Для вантажних автомобілів частка постових робіт в загальних трудомісткостях на ПР становить 50%. Тривалість робочого періоду для виробничих зон ЩО, ТО-1 становить – 303 для зон ТО-2 та ПР – 303 дні. Робочий тиждень шестиденний.

T_n дорівнює 11 год., отже роботи ЩО, та ТО-1 виконуються в третю зміну. Тривалість кожної зміни – 6,7 год.

Роботи ТО-2 виконуються в першу зміну. Тривалість зміни – 6,7 годин. Роботи ПР виконуються в дві зміни – першу та другу. Тривалість кожної зміни складає 6,7 годин.

Таблиця 6.2 План обслуговування та виробнича програма з ТО та ПР рухомого складу

Показник	Одиниця вимірювання	Умовне позначення	Обґрунтування або розрахункова формула	Модель автомобіля	Види впливів					
					ЩО	МД	ТО-1	ТО-2	ПР	Всього
1	2	3	4	5	6		8	9	10	11
1. Кількість впливів за цикл		Нц	Розрахунок	1	1287,00		66,00	32,00		
				2						
				3						
2. Трудомісткості постових робіт одного впливу	люд. год	Тп	Розрахунок	1	0,30		3,50	14,70	3,62	
				2						
				3						
3. Кількість робітників на посту	осіб	Рп	Карта поста	1	2,00		2,00	3,00	2,00	
				2						
				3						
4. Тривалість одного впливу в міжзмінний період	год.	Дн	ЩО, МД, ТО-1: Тп/Рп, ПР:Тп/2*Рп	1	0,15		1,75		0,90	
				2						
				3						
5. Тривалість одного впливу в експлуатаційний період	год.	Дд	ТО-2:Тп/Рп, ПР:Тп/2*Рп	1				4,90	0,90	
				2						
				3						
6. Тривалість простоїв за цикл	дні	Ддц	Ддор*(Лкр/ /1000)+ +Ддкр	1						164,00
				2						

				3						
7. Загальна тривалість циклу	дні	Дц	$(L_{кр}/I_{сд}) + D_{дц}$	1						1451,00
				2						
				3						
8. Коефіцієнт технічної готовності		α_r	$L_{кр}/(I_{сд} * D_{дц})$	1						0,89
				2						
				3						
9. Коефіцієнт переходу від циклу до року		η_p	$(D_p * I_{сд} * \alpha_v) / L_{кр}$	1						0,18
				2						
				3						
10. Пробіг автомобіля за рік	км	L_p	$L_{кр} * \eta_p$	1						56721,60
				2						
				3						
11. Кількість впливів одного автомобіля за рік		N_p	$N_{ц} * \eta_p$	1	236,34		12,12	5,88		
				2						
				3						
12. Списикова кількість автомобілів		A_c	Вихідні дані	1						260,00
				2						
				3						
13. Експлуатаційна кількість автомобілів		A_e	$A_c * \alpha_v$	1						202,80
				2						
				3						
14. Добовий пробіг рухомого складу	тис. км	ΣL_d	$I_{сд} * A_e$	1						48,67
				2						
				3						
15. Річний пробіг рухомого складу	тис. км	ΣL_p	$L_p * A_c$	1						14747,62
				2						
				3						
16. Річна кількість впливів всіх автомобілів		ΣN_p	$N_p * A_c$	1	61448,40		3151,20	1527,85		
				2						
				3						
17. Річна тривалість робочого періоду	дні	Φ_p	Режим виробництва	1	303,00		303,00	303,00	303,00	
				2						
				3						
18. Добова кількість впливів		ΣN_d	$\Sigma N_p / \Phi_p$	1	202,80		10,40	5,04		
				2						
				3						
19. Розподіл впливів по змінах		I...III	Режим виробництва	1	III		III	I	I-II	
				2						
				3						
20. Добова тривалість	год.	Φ_d	Режим виробництва	1	6,70		6,70	6,70	13,40	
				2						

робочого періоду				3						
21.Добова тривалість впливів в міжзмінний період	год.	ΣДнд	ТО: Дн*ΣНд ПР:Дн*ΣЛд	1	30,42		18,20			44,02
				2						
				3						
22. Добова тривалість впливів в експлуатаційний період	год.	ΣДдд	ТО: Дд*ΣНд ПР: Дд*ΣЛд	1					24,71	44,02
				2						
				3						
23.Загальний річний об'єм робіт	люд. год	ΣТр	ТО: Тто*ΣНр ТО-2:Тто-2* *ΣНр+м* *Ас*ΔТсо ПР:Тпр*ΣЛр	1	18434,52		12537,20	23967,46	53356,87	108296,06
				2						
				3						
Разом 23					18434,52		12537,20	23967,46	53356,87	108296,06

6.3 Річний об'єм виробництва та штати АТП

Об'єм виробництва визначає загальні річні трудомісткості кожного виду робіт та служить вихідним нормативом для розрахунку потреб підприємства на виконавцях певних робіт, робочих постах та обладнанні.

Таблиця 6.3 Річний об'єм виробничих робіт

Вид робіт	ЩО		М Д		ТО-1		ТО-2(ТО-3)		ПР		Всього, люд.год.
	%	люд. год.	%	люд. год.	%	люд. год.	%	люд. год.	%	люд. год.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.Прибиральні	64	11798,09									11798,09
2.Мийні	23	4239,94									4239,94
3.Сушильні та обтиральні	13	2396,49									2396,49
4.Діагностичні					10	1253,72	8	1917,40	1	533,57	3704,69

5.Кріпильні				35	4388,0 2	35	8388,6 1	1	533,57	13310,20
6.Регулювальні				11	1379,0 9	18	4314,1 4	1	533,57	6226,80
7.Змащувальні				20	2507,4 4	16	3834,7 9			6342,23
8.Розбирально-збиральні								36	19208,47	19208,47
9.Агрегатні								18	9604,24	9604,24
10.Електротехнічні				12	1504,4 6	10	2396,7 5	5	2667,84	6569,05
11.Акумуляторні								1	533,57	533,57
12.ТО та ремонт системи живлення				5	626,86	10	2396,7 5	4	2134,27	5157,88
13.Шиномонтажні				7	877,60	3	719,02	1	533,57	2130,20
14.Шиноремонтні								1	533,57	533,57
15.Кузовні								3	1600,71	1600,71
16.Арматурні								1	533,57	533,57
17.Зварювальні								2	1067,14	1067,14
18.Мідницькі								2	1067,14	1067,14
19.Бляхарські								2	1067,14	1067,14
20.Ковальсько-ресорні								3	1600,71	1600,71
21.Слюсарні								2	1067,14	1067,14
22.Механічні								10	5335,69	5335,69
23.Оббивні								1	533,57	533,57
24.Малярні								5	2667,84	2667,84
Разом	10 0	18434, 5		10 0	12537, 2	10 0	23967, 4	10 0	53356,87	108296,0

Штати АТП визначається за наступними категоріями працюючих: експлуатаційний персонал (водії рухомого складу); виробничий персонал (робітники з ТО та ПР рухомого складу); допоміжний персонал; адміністративно-службовий персонал.

Розрахунок кількості експлуатаційного персоналу розраховується:

$$P_B = A_E \cdot D_P \cdot T_H / \Phi_{BP},$$

де Φ_{BP} – річний фонд часу. Для водіїв він складає 1750 год.

$$P_B = 260 \times 303 \times 11 / 1750 = 495.$$

Виробничий персонал АТП розраховується за залежністю:

$$P = T_P / \Phi_{PP} \cdot K_{ПН}$$

де T_P - річний об'єм робіт кожного виду;

Φ_{PP} - річний фонд часу робітника певної професії;

$K_{ПН}$ - коефіцієнт перевиконання норм виробки. $K_{ПН} = 1,03$.

Розрахунок виробничого персоналу проводимо на вигляді таблиці 6.5.

Таблиця 6.4 Розрахунок виробничого персоналу

Вид робіт	Річний об'єм робіт, люд.год	Річний фонд часу робітника, год.	Штатна кількість робітників					
			Розрахункова	Прийнята				
				Всього	в тому числі по змінах			
1	2	3	4		5	6	7	8
1.Прибиральні	11798,09	1750	6,55	7				7
2.Мийні	4239,94	1750	2,35	2	1			1
3.Сушильні та обтиральні	2396,49	1750	1,33	1		1		
4.Діагностичні	3704,69	1750	2,06	2	1			1
5.Кріпильні	13310,20	1750	7,38	7	3	3		1
6.Регулювальні	6226,80	1750	3,45	3	2			1
7.Змащувальні	6342,23	1750	3,52	4	2			2
8.Розбирально- збиральні	19208,47	1750	10,66	10	5	5		
9.Агрегатні	9604,24	1750	7,33	8	5	3		

10.Електротехнічні	6569,05	1750	3,64	4	2		2
11.Акумуляторні	533,57	1750	0,30	1	1		
12.ТО та ремонт систем живлення	5157,88	1750	2,86	3	2	1	
13.Шиномонтажні	2130,20	1750	1,18	1	1		
14.Шиноремонтні	533,57	1750	0,30	1		1	
15.Кузовні	1600,71	1750	0,89	1		1	
16.Арматурні	533,57	1750	0,30	1	1		
17.Зварювальні	1067,14	1750	0,59	1	1		
18.Мідницькі	1067,14	1750	0,59	1	1		
19.Бляхарські	1067,14	1750	0,59	1		1	
20.Ковальсько-ресорні	1600,71	1750	0,89	1	1		
21.Слюсарні	1067,14	1750	0,59	1	1		
22.Механічні	5335,69	1750	2,96	3	2	1	
23.Оббивні	533,57	1750	0,30	1	1		
24.Малярні	2667,84	1570	1,65	2	2		
Разом	108296,06		64,25	64	33	16	15

Таблиця 6.5 Допоміжний персонал АТП

Вид робіт	Норматив допоміжних робітників на відсотках від загальної чисельності,%	Кількість допоміжних робітників, осіб			
		Розрахункова	Прийнята		
			Всього	В т.ч по змінах	
			I	II	
Електротехнічні	10	1,856	2	1	1
Слюсарні	6	1,1136	1	1	
Механічні	4	0,7424	1		1
Ковальські	1	0,1856	1	1	
Зварювальні	2	0,3712	1	1	
Бляхарські	2	0,3712			
Мідницькі	1	0,1856	1		1

Санітарно-технічні	8	1,4848	1		1
Ремонтно-будівельні	3	0,5568	1	1	
Деревообробні	3	0,5568	1	1	
Транспортні	10	1,856	2	1	1
Зберігання та видача матеріальних цінностей	15	2,784	3	2	1
Прибирання виробничих приміщень	10	1,856	1	1	
Переміщення рухомого складу	15	2,784	3	2	1
Прибирання території	10	1,856	1	1	
Всього	100	18,56	20	13	7

Допоміжний персонал АТП виконує роботи з самообслуговування підприємства:

- ремонт та обслуговування технологічного обладнання, реманенту та інструменту;
- ремонт та обслуговування інженерних мереж та комунікацій;
- транспортування агрегатів, вузлів та матеріалів по території АТП;
- зберігання та видачу матеріальних цінностей;
- переміщення рухомого складу для ТО та ремонту;
- прибирання виробничих приміщень та території підприємства.

Визначення чисельності допоміжних робітників проводиться на відсотках від чисельності основного виробничого персоналу. Для проєктованого АТП цей відсоток складає 30%.

$$P_{\text{доп}} = 0,3 \cdot P = 0,3 \cdot 64 = 19,2$$

6.4 Розрахунок кількості виробничих постів, вибір та обґрунтування методів організації виробництва на постах

Розрахунок кількості робочих постів виконується для кожного виду ТО та ПР.Щоденне обслуговування передбачає виконання робіт з перевірки технічного стану рухомого складу, яка спрямована на забезпечення безпеки руху, а також робіт з підтримки належного зовнішнього вигляду, заправці паливом, маслами та охолоджувальною рідиною.

ЩО виконується в основному після роботи рухомого складу на лінії. Перевірка технічного стану проводиться та перед виїздом на лінію та при зміні водіїв на лінії. Виробничі зони ЩО виконують роботи з підтримки належного зовнішнього вигляду рухомого складу. Всі інші види робіт ЩО виконуються водіями за рахунок підготовчо-заключного часу та механіками контрольно-технічних пунктів.

Розрахункова кількість постів для організації в АТП зони ЩО визначається за залежністю:

$$P_{\text{ЩО}} = \varphi \cdot \sum_{\text{ндщО}} / \eta_{\text{в}} \cdot \Phi_{\text{дщО}}$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\sum_{\text{ДндщО}}$ - добова тривалість впливів ЩО;

$\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів ЩО;

$\Phi_{\text{дщО}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ЩО.

$$P_{\text{ЩО}} = 5,74.$$

Для виконання робіт ЩО передбачається дві трьохпостові лінії.

1 пост – прибиральні роботи ;

2 пост – мийні роботи ;

3 пост – сушильні роботи.

Потокова лінія обладнується тягнучим конвеєром.

Обслуговування ТО-1 передбачає виконання контрольно-діагностичних, регульовальних та кріпильних робіт за системами та механізмами дорожніх транспортних засобів, які забезпечують безпеку руху, а також робіт з мащення автомобіля. Виконуються роботи ТО -1 після повернення автомобіля з лінії в

міжзмінний період. Роботи з ТО - 1 можна проводити разом із Д-1 (суміщене ТО - 1), або окремо від нього (самостійне ТО - 1).

У загальному вигляді розрахункова кількість постів ТО-1 разом із Д-1 визначається за залежністю:

$$P_{\text{ТО-1} + \text{Д-1}} = \varphi \cdot \sum D_{\text{ндТО-1}} / \eta_{\text{В}} \cdot \Phi_{\text{ДТО-1}}$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\sum D_{\text{ндТО-1}}$ - добова тривалість впливів ТО-1;

$\eta_{\text{В}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів ТО-1 та Д-1;

$\Phi_{\text{ДТО-1}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ТО-1 та Д-1.

$$P_{\text{ТО-1} + \text{Д-1}} = 3,26$$

Відокремлене значення розрахункової кількості постів Д - 1 в загальному вигляді визначається за залежністю:

$$P_{\text{Д-1}} = \varphi \cdot \sum T_{\text{рдТО-1}} / \eta_{\text{В}} \cdot \Phi_{\text{РТО-1}} \eta_{\text{В}} \cdot \Phi_{\text{ДТО-1}} \cdot \Phi_{\text{ПД-1}}$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\sum T_{\text{рдТО-1}}$ - загально річні затрати на діагностику в складі трудозатрат на ТО-1;

$\eta_{\text{В}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів Д-1;

$\Phi_{\text{РТО-1}}$ - річна тривалість робочого періоду зони ТО-1;

$\Phi_{\text{ДТО-1}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ТО-1;

$P_{\text{ПД-1}}$ - кількість працюючих на постах Д-1 ($P_{\text{ПД-1}} = 1$ чол.).

$$P_{\text{Д-1}} = 0,39.$$

Розрахункова кількість постів ТО-1 визначається:

$$P_{\text{ТО-1}} = P_{\text{ТО-1} + \text{Д-1}} - P_{\text{Д-1}} = 3,26 - 0,39 = 2,87.$$

Для виконання робіт ТО-1 передбачається один спеціалізований пост.

Обов'язкові роботи з ТО - 2 містять поглиблену перевірку технічного стану всіх основних механізмів та систем дорожніх транспортних засобів, виконання кріпильних, регулювальних, змащувальних та інших робіт з метою попередження несправностей, зниження інтенсивності погіршення параметрів технічного стану рухомого складу, зменшення його негативного впливу на навкілля. Виконуються ці роботи в експлуатаційний період на першу зміну.

У загальному вигляді розрахункова кількість постів ТО - 2 разом із Д - 2 визначається за залежністю:

$$P_{TO-2+D-2} = \varphi \cdot \sum D_{ДДТО-2} / \eta_B \cdot \Phi_{ДТО-2}$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\sum D_{ДДТО-2}$ - добова тривалість впливів ТО-2 та Д-2;

$\Phi_{ДТО-2}$ - добова тривалість робочого періоду зон ТО-2 та Д-2.

$$P_{TO-2+D-2} = 4,19.$$

Відокремлене значення розрахункової кількості постів Д - 2 в загальному вигляді визначається за залежністю:

$$P_{Д-2} = \varphi \cdot \sum T_{РДТО-2} / \eta_B \cdot \Phi_{РТО-2} \eta_B \cdot \Phi_{ДТО-2} \cdot \Phi_{ПД-2}$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\sum T_{РДТО-2}$ - загально річні затрати на діагностику в складі трудозатрат на ТО-2;

η_B - коефіцієнт використання робочого часу постів Д-2;

$\Phi_{РТО-2}$ - річна тривалість робочого періоду зони ТО-2;

$\Phi_{ДТО-2}$ - добова тривалість робочого періоду зони ТО-2;

$R_{ПД-2}$ - кількість працюючих на постах Д-2 ($R_{ПД-1} = 1$ чол.).

$$P_{Д-2} = 0,54$$

Розрахункова кількість постів ТО - 2 визначається:

$$P_{ТО-2} = P_{ТО-2+D-2} - P_{Д-2}$$

$$P_{ТО-2} = 4,19 - 0,54 = 3,65$$

Приймаємо для виконання робіт ТО-2 один спеціалізований пост.

Оскільки розрахункова кількість постів $P_{Д-1}$ менша 0,5 та розрахункова кількість постів $P_{Д-2}$ менша 0,5, то роботи $P_{Д-1}$ суміщаємо з $P_{Д-2}$ та приймаємо окремий пост діагностики.

Поточний ремонт призначений для усунення несправностей, пошкоджень, відмов, які виникли в процесі експлуатації рухомого складу. Роботи поточного ремонту виконуються в основному в першу та другу зміни.

Розрахункова кількість постів ПР в загальному вигляді визначається за залежністю:

$$P_{ПР} = 2 \varphi \cdot \sum D_{НДПР} / \eta_B \cdot \Phi_{ДПР}$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\sum D_{НДПР}$ - добова тривалість ПР;

η_B - коефіцієнт використання робочого часу постів ПР;

$\Phi_{ДПР-2}$ - добова тривалість робочого періоду зони ПР.

$$P_{ПР} = 7,83.$$

Для виконання робіт ПР приймаємо 4 спеціалізованих тупикових постів.

Загальний розрахунок робочих постів зводиться в таблицю 6.6.

Таблиця 6.6 Робочі пости виробничих зон

Вид впливу	Кількість робочих постів				
	Розрахункова	Прийнята			
		Всього	в тому числі по змінах		
			I	II	III
ЩО	5,74	6			6
ТО-1	2,87	3			3
ТО-2	3,65	4	4		
ПР	7,83	8	8	8	
Д-1	0,39	1	1		1
Д-2	0,54				

Для виконання робіт ЩО, вибирається одна припостова потокова лінія.

Зона ТО та ПР рухомого складу визначається та кількість постів контрольно-технічного пункту (КТП), по перевірці технічного стану автотранспортних засобів при їх поверненні в АТП після роботи на лінії. Кількість КТП визначається по залежності:

$$P_{КТП} = A_E \cdot t_{КО} / 60 \cdot t_{ПОВ} \cdot P_{П} \cdot K_B.$$

де A_E - експлуатаційна кількість автомобілів;

$t_{КО}$ - тривалість одного контрольного огляду дорожніх транспортних засобів ($t_{КО} = 2...3$ хв.);

$P_{П}$ - кількість працюючих на посту, приймається рівною двом (механік та водій);

K_B - коефіцієнт використання робочого часу постів КТП.

$$K_B = t_{КО} / (t_{КО} + t_{П}).$$

$$K_B = 3 / (3 + 2) = 0,6.$$

де $t_{П}$ - час на постановку та виїзд автомобіля з поста ($t_{П} = 1...3$ хв).

$$P_{\text{КТП}} = 4,02.$$

Приймаємо чотири пости контрольно-технічного пункту.

6.5 Склад приміщень підприємства та розрахунок площ

До складу приміщень автотранспортного підприємства належать:

- виробничі зони ЩО, ТО - 1, Д - 1, ТО - 2, Д - 2, та ПР;
- виробничі відділення;
- складські приміщення;
- зони зберігання: відкрита стоянка автомобілів, намет або закрита стоянка автомобілів;
- обслуговуючі приміщення: адміністративні, побутові, КТП, диспетчерська, медичного обслуговування, громадського харчування, культурного обслуговування та громадських організацій.

Крім того, на АТП знаходяться технічні приміщення: трансформаторна, компресорна, насосні, вентиляційна, котельня та інші.

Площі виробничих відділень та приміщення ВГМ розраховується за кількістю працюючих на найбільш завантажену зміну. Враховуючи залежність:

$$F_B = f_1 + f_2 (P_E - 1).$$

де f_1, f_2 - питома площа, що припадає відповідно на першого та кожного наступного робітника;

P_E - кількість робітників на найбільш завантажену зміну;

Для організації спеціалізованих постів на зварювальному, столярно-кузовному, арматурно-кузовному та малярному відділеннях необхідно забезпечити заїзди в ці відділення автомобілів, що відповідно призведе до необхідності збільшення площ.

Додаткова площа спеціалізованих постів розраховується наступним чином:

$$F_{\partial} = F_A \cdot n \cdot k_{\partial}$$

де F_A - автомобіля в плані за габаритними розмірами;

n - кількість спеціалізованих постів на відділенні; для зварювального, кузовного

відділень АТП значення $n=1$; для малярних відділень АТП $n=2$;

$k_d = 2,5 \dots 3,0$ - коефіцієнт щільності.

Виконавців допоміжних електротехнічних, слюсарно – механічних, ковальських, зварювальних, бляхарських та мідницьких робіт по забезпеченню виробничими площами на відповідних відділеннях основного виробництва.

Розрахунок площ виробничих відділень проводимо на вигляді таблиці 6.7. Остаточна площа виробничих приміщень визначається при плануванні виробничих корпусів АТП.

Таблиця 6.7 – Площі виробничих відділень

Назва виробничого відділення	Кількість працюючих на найбільшу зміну	Питомі площі на працівників, м ²		Додаткова площа для заїзду автомобілів, м ²	Площа виробничого відділення, м ²	
		F ₁	F ₂		Розрахункова	Прийнята при плануванні
Агрегатне	5	15	12		63	72
Електротехнічне	3	8	5		18	18
Акумуляторне	1	15	10		15	18
ТО та ремонт систем живлення	2	8	5		13	18
Шиномонтажне	1	15	10		15	18
Шиноремонтне	1	15	10		15	18
Арматурно-кузовне	2	15	10	53,25	78,25	84
Зварювальне	1	15	10	0	15	18
Мідницьке	1	10	8		10	18
Бляхарське	1	12	10		12	18
Ковальсько-ресорне	1	15	10		15	18

Слюсарно-механічне	4	12	10		42	48
Оббивне	1	15	10		15	18
Малярне	2	15	10	0	25	24
Ремонтно-будівельне та санітарно-технічне ВГМ	1	12	10		12	18
Деревообробне ВГМ	1	12	10		12	18
Всього					351,25	420

Не слід забувати, що ширина виробничих приміщень повинна бути не менше трьох метрів.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

7.1 Розрахунок економічної ефективності агрегатного відділення

Економічна ефективність агрегатного відділення характеризується терміном окупності Т, який розраховується по формулі:

$$T = K/P.$$

Таблиця 7.1 Вартість обладнання

Назва обладнання	Кількість обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Витрати на доставку, грн.	Всього, грн.
1	2	3	4	5
Верстат для заточки інструменту	1	6450	645	7095
Стенд для перевірки поршневих пальців та шатунів	1	7562	756	8318
Стенд для розбирання та збирання головки блоку циліндрів	1	8045	804	8849
Верстак слюсарний	1	2100	210	2310
Інструментальна шафа	1	1000	100	1100
Стенд для ремонту редукторів задніх мостів	1	8532	853	9385
Настінний свердлильний верстат	1	4450	445	4895
Стенд для ремонту передніх та задніх мостів	1	1552	155	1707
Стенд для ремонту двигунів	1	10500	1050	10550
Стелаж секційний	1	850	85	935
Ванна для миття деталей	1	170	17	187
Стіл для дефектовки деталей	1	561	56	617
Пресс гідравлічний	1	7800	780	8580

1	2	3	4	5
Вертикально-свердл верстат	1	1654	165	1719
Установка мийна камера	1	5426	542	5968
Скриня для обдирочних матеріалів	1	75	7,5	82,5
Повір очна плита	1	599	59	658
Стенд для розбирання головок блока циліндрів та зчеплення	1	12556	1255	13811
Верстат для шліфування фасок клапанів	1	6125	612	6737
Всього	19	85982	8598	94580

Вартість устаткування – 85982 грн.

Вартість монтажу устаткування – 8598 грн.

7.2. Розрахунок заробітної плати для робітників агрегатного відділення

Річний об'єм робіт в агрегатному відділенні:

$$T_{м.в.} = 9604.24 \text{ люд.год.}$$

70% робіт в агрегатному відділенні проводиться в нормальних умовах та 30% в шкідливих.

$$T_{н.у.} = 70\% T_{м.в.} = 6723.08 \text{ люд.год.}$$

$$T_{шк.у.} = 30\% T_{м.в.} = 2881.32 \text{ люд.год.}$$

де $T_{н.у.}$ - об'єм робіт в нормальних умовах;

$T_{шк.у.}$ - об'єм робіт в шкідливих умовах.

Вартість однієї люд.год. нормальних та шкідливих робіт:

$$C_{н.у.} = 13.85 \text{ грн.};$$

$$C_{шк.у.} = 15.51 \text{ грн.};$$

Загальна вартість робіт по заробітній платі:

$$C_{м.в.} = T_{н.у.} * C_{н.у.} + T_{шк.у.} * C_{шк.у.} = 6723.08 * 13.85 + 2881.32 * 15.51$$

=982653.85 грн.

Заробітна плата робітників агрегатному відділенню:

$$\text{ЗП роб.м.в} = \text{См.в.} = 982653.85 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата:

$$\text{ЗПосн.} = \text{ЗПроб.м.в.} + \text{П,}$$

де П - премія:

$$\text{П} = 25\% * \text{ЗПроб.м.в.} = 245663.46 \text{ грн.}$$

$$\text{ЗПзаг.} = 982653.85 + 245663.46 = 1228317.3 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата:

$$\text{Зпдод.} = \text{ЗПзаг.} * \text{к}_{\text{д.}} = 1228317.3 * 15\% = 184247.59 \text{ грн.}$$

де $\text{к}_{\text{д.}}$ - коефіцієнт, який враховує відсоток додаткової заробітної плати, $\text{к}_{\text{д.}} = 15\%$

Фонд заробітної плати:

$$\text{ФЗПзаг.} = \text{Зпзаг.} + \text{Зпдод.} = 1228317.3 + 184247.59 = 1412564.8 \text{ грн.}$$

Середня місячна заробітна плата одного робітника:

$$\text{Зпроб.} = \text{ФЗПзаг.} / (\text{N}_{\text{роб.}} * 12) = 1412564.8 / (8 * 12) = 14714.21 \text{ грн.}$$

де $\text{N}_{\text{роб.}}$ - кількість ремонтних робітників; $\text{N}_{\text{роб.}} = 8$ чол.

Відрахування на єдиного внеску:

$$\text{Всод.} = 37,19\% * \text{ФЗПзаг.}$$

$$\text{Всоц.} = 1412564.8 * 37,19\% = 525332.84 \text{ грн.}$$

7.3 Кошторис витрат

Кошторис витрат складається із заробітної плати ремонтних робітників, відрахування на соціальні потреби, амортизаційних відрахувань на повне відновлення технологічного устаткування, накладних витрат.

Амортизаційні відрахування на повне відновлення технологічного устаткування:

$$\text{А} = \text{Су.м} * 15\% = 94580 * 15\% = 14187 \text{ грн.}$$

де Су.м. - вартість устаткування з монтажем.

Вартість монтажу приймається рівною 10% вартості технологічного

обладнанні.

Вартість устаткування – 85982 грн.

Монтаж устаткування – 8598

Таблиця 7.2. Кошторис витрат на виробництво та калькуляцію

Показник	Собівартість	
	Всього, грн.	На 1 люд.год.
1	2	3
Заробітна плата	1412564.8	147.07
Відрахування на соціальні потреби	525332.84	54.69
Амортизація технологічного устаткування	14187	1.6
Накладні витрати	982653.85	102.3
Всього витрат	2934738.4	305.66

7.4 Розрахунок прибутку в агрегатному відділенні

Прибуток приймається укрупнено в розмірі 20-30% від загальних 25% витрат.

$$\text{Пп} = 30\% * 2934738.4 = 883820.13 \text{ грн.}$$

Доходи:

$$\text{Д} = \text{Сзаг.} + \text{Пп} + \text{Сзч} = 2934738.4 + 883820.13 + 883820.13 = 4713707.3 \text{ грн.}$$

де Сзаг. - загальні витрати;

Сзч. - вартість запасних частин:

$$\text{Сз.ч.} = 30\% * \text{Сзаг.} = 30\% * 2946067.1 = 883820.13 \text{ грн.}$$

Торгова націнка 30% від Сз.ч.:

$$\text{Сторг.нац.} = 30\% * 883820.13 = 265146.03$$

Термін окупності капіталовкладень:

$$\text{T} = (\text{Кзаг.} + \text{Збуд}) / \text{Пп} = (94580 + 5000) / 883820.13 = 0.2 \text{ роки}$$

де Кзаг. - капітальні вкладення в устаткування;

Збуд. - витрати на будівництво.

Розраховані техніко-економічні показники зводяться в таблицю 7.3.

Таблиця 7.3. Техніко-економічні показники

Показники	Кількість
1 .Річний об'єм робіт, люд.год.	9604.24
2. Кількість працюючих робітників в агрегатному відділені	8
3. Доходи, грн.	4713707.3
4. Витрати, грн..	2934738.4
5. Прибуток, грн.	883820.13
6.Рентабельність, %	30
7. Капітальні вкладення, грн.	95000
8. Термін окупності, років	0,2

За допомогою даних розрахунків техніко-економічних показників роботи підприємства, можна проаналізувати та знайти шляхи поліпшення діяльності підприємства. З таблиці 7.3 можна зробити висновок, що агрегатне відділення є економічно ефективним, оскільки воно окупиться за 0,2 років.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Нормативні вимоги безпеки праці в агрегатному відділенні

Всі верстати в агрегатному відділенні повинні бути обов'язково заземленні, щоб уникнути вірогідності ураження струмом.

При роботі з кран – балкою забороняється знаходитися безпосередньо під вантажем і балкою.

При роботі на стендах для ремонту двигунів необхідно надійно закріплювати двигун в потрібному положенні.

Агрегатне приміщення повинне забезпечувати безпечне виконання усіх технологічних операцій.

Повітря робочої зони, шум, вібрація, освітлення тощо на робочих місцях агрегатного приміщення повинне відповідати вимогам діючих нормативних актів.

При розміщенні в загальному виробничому приміщенні діляниць (робочих місць), на яких згідно з технологічним процесом виділяються шкідливі речовини (гази, пил, аерозолі тощо), тепло, створюється шум, вони повинні розташовуватися в окремих приміщеннях, ізольованих від інших стінами до стелі.

Підлога у виробничому приміщенні повинна задовольняти вимоги цих правил.

В агрегатному приміщенні, ремонту паливної апаратури, фарбувальних, фарбо-приготувальних, акумуляторних, виконання протикорозійних робіт а також ацетиленових генераторів підлога повинна бути виконана з матеріалів, які не дають іскри при ударі по них.

Для регулювання приладів газової системи живлення безпосередньо на автомобілі виділяється окреме від інших агрегатне приміщення.

Пости миття автомобілів відокремлюються від інших приміщень (постів) глухими стінками з пароізоляцією і водотривким покриттям.

Міжповерхові отвори у виробничих приміщеннях повинні бути

огорожені. Висота перил повинна бути не менше 0,9 м при одному проміжному горизонтальному елементі, низ перил повинен мати бортову обшивку висотою від полу не менше 0,1 м.

Входи у приміщення виконання акумуляторних робіт і ремонту паливної апаратури необхідно відокремлювати від інших суміжних приміщень, коридорів і сходових клітей тамбур-шлюзами. Двері цих приміщень повинні відчинятися назовні. .

Автомобілі та агрегати, що підлягають списанню або ремонту, при зберіганні їх поза приміщеннями повинні розміщуватись на окремих рівних площадках з твердим покриттям. Для попередження падіння агрегатів, самовільного руху автомобілів і падіння вивішених їх частин необхідно встановлювати спеціальні підставки, упори.

У виробничих приміщеннях і на території зберігання деталей, вузлів, агрегатів і різного металу повинно бути організовано в окремих місцях на сте-лажах.

Виробничі відходи, сміття, непридатні деталі, вузли і агрегати повинні своєчасно прибиратися і накопичуватися на спеціально відведених площадках.

Підлога в приміщеннях будь-якого призначення повинна бути рівна з твердим покриттям, непроникна для ґрунтових вод, без виступів і вибоїн.

Матеріали, що застосовуються для покриття підлоги, повинні мати гладку та неслизьку поверхню, зручну для очищення, задовольняти експлуатаційним вимогам даного приміщення.

Ззовні при вході у виробничі і допоміжні приміщення повинні встановлюватися металеві решітки або інші пристрої для очищення взуття від бруду.

8.2 Мікроклімат агрегатного відділення

Мікроклімат виробничого приміщення – це метеорологічні умови внутрішнього середовища цього приміщення, що визначаються діючими на організм людини сполученнями температури, вологості, швидкості руху

повітря і теплового випромінювання. Організм людини взаємодіє з мікрокліматом виробничих приміщень за допомогою теплообміну через тепло – чи терморегуляцію, тобто здатність організму пристосовуватися до навколишніх умов зберігаючи свою температуру в межах, необхідних для нормальної життєдіяльності.

Агрегатне приміщення повинне бути обладнане опаленням і загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією відповідно до вимог ВСН 01-90 і забезпечувати стан повітря робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88

Для обігрівання і створення у виробничих приміщеннях нормованих показників мікроклімату повинно застосовуватися повітряне, парове або водне опалення.

Система опалення, незалежно від виду, повинна забезпечувати рівномірне нагрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання і вимикання, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті.

Опалення виробничого приміщення, в якому на одного працюючого є більше 50 м² площі підлоги, повинно забезпечувати нормативну температуру повітря на постійних робочих місцях.

Чергове опалення слід передбачувати для підтримки температури повітря не нижче +5 °С, використовуючи основні опалювальні системи.

У холодний період року в приміщеннях зберігання, профілактичного обслуговування і ремонту паливної апаратури не допускається об'єднувати між собою і з системами витяжної вентиляції інших приміщень.

Для вилучення шкідливих викидів безпосередньо від місць їх виникнення необхідно в приміщеннях улаштовувати місцеві відсмоктувачі.

Приміщення для ацетиленового генератора повинно мати механічну припливну вентиляцію у вибухозахисному виконанні і природну витяжну вентиляцію.

В приміщеннях для ацетиленового генератора потужністю до 20 м³/груд газоподібного ацетилену допускається улаштування природної припливно-витяжної вентиляції.

Повітря, яке містить горючий пил або горючі відходи, повинно підлягати

очищенню до надходження його у вентилятори.

Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загальнообмінної вентиляції.

В приміщеннях в яких можливе швидке підвищення концентрації шкідливих речовин в повітрі, повинно обладнуватися системою автоматичного контролю за станом повітряного середовища.

Усі вентиляційні установки, за виключенням віконних та дахових вентиляторів, повинні розташовуватися в окремих приміщеннях.

Забороняється:

- працювати у виробничих приміщеннях, де виділяються шкідливі речовини, при несправній або не включеній вентиляції;
- рециркуляція повітря у виробничих приміщеннях, де виділяються пари, гази або може мати місце різке збільшення концентрації шкідливих і вибухонебезпечних речовин, газу.

Перед пуском в експлуатацію заново змонтованих вентиляційних установок, а також після їх реконструкції і ремонту, вони повинні пройти наладку і випробування.

При зміні технологічних процесів, а також при перестановці виробничого обладнання, що забруднює повітря, вентиляційні установки повинні бути приведені у відповідність з новими умовами.

Викиди в атмосферу із систем вентиляції слід розміщувати на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря не менше 10 м по горизонталі або 6 м по вертикалі при горизонтальній відстані менше 10 м; при цьому викиди із систем місцевих відсмоктувачів слід розміщувати на висоті не менше 2 м над найвищою точкою покрівлі, для систем аварійної вентиляції - на висоті не менше 3 м від рівня землі.

Коефіцієнт природної освітленості для приміщень профілактичного обслуговування і ремонту транспортних засобів треба приймати: при боковому освітленні в середньому 1,0; при верхньому або верхньому та боковому освітленні в середньому 3,0.

Вікна, розташовані з сонячної сторони, повинні бути оснащені

пристосуваннями, які б забезпечували захист від прямих сонячних променів.

Забороняється захищувати вікна та інші світлові прорізи стелажми, матеріалами, обладнанням.

Світлові прорізи верхніх ліхтарів повинні бути зашклені армованим склом. Якщо замість армованого скла застосовується звичайне, то під ліхтарями повинна бути підвішена металева сітка для захисту працюючих від можливого випадання скла.

Приміщення і робочі місця повинні забезпечуватися штучним освітленням, достатнім для безпеки виконання робіт, перебування і переміщення людей, згідно з СНиП II-4-79.

Штучне освітлення у виробничих приміщеннях і на робочих місцях залежить від характеру робіт, що виконуються, і повинно забезпечувати освітленість згідно з нормами.

Освітленість робочих місць, яка створюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого, повинна бути не менше 150 лк при газорозрядних лампах і 50 лк - при лампах розжарювання.

Лампи розжарювання і газорозрядні лампи місцевого і загального освітлення повинні мати абажури-відбивачі і встановлюватися таким чином, щоб виключити засліплюючу дію світлового потоку. Застосовувати відкриті лампи забороняється.

Поряд з робочим освітленням, улаштування якого є обов'язковим у всіх приміщеннях і на освітлювальних територіях для забезпечення нормальної роботи, проходу людей і руху транспорту, передбачається аварійне освітлення.

Аварійне освітлення необхідно в тих випадках, коли воно вимагається для подальшої роботи, закінчення виробничого циклу і евакуації людей із приміщення при раптовому відключенні робочого освітлення.

Аварійне освітлення для продовження (роботи в приміщеннях, де відключення робочого освітлення недопустиме через можливе виникнення пожежі, вибуху, отруєння або травмування працюючих внаслідок порушення нормального обслуговування механізмів, повинне забезпечувати освітлюваність робочої поверхні не менше 5% від норми, встановленої для

загального робочого освітлення цих приміщень, але не менше 2 лк.

Для евакуації людей аварійне освітлення встановлюється в приміщеннях з числом працюючих 50 і більше осіб у місцях, небезпечних для проходження людей, в основних проходах і на сходах для евакуації людей (запасний вихід). Воно повинно забезпечувати освітленість підлоги, основних проходів і сходи не менше 0,5 лк в приміщеннях і не менше 0,2 лк на відкритих територіях.

Світильники робочого освітлення та світильники аварійного освітлення у виробничих і допоміжних приміщеннях, на територіях, що освітлюються, повинні живитися від різних незалежних джерел.

Світильники аварійного освітлення повинні автоматично включатися при раптовому відключенні робочого освітлення.

8.3. Класифікація надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації (НС) прийнято класифікувати за сферою виникнення, характером протікання, масштабом і ступенем завданого збитку, а також за відомчою приналежністю. За сферою виникнення надзвичайні ситуації поділяються на техногенні, природні, біолого-соціальні і соціальні, екологічні і надзвичайні ситуації військового характеру (рис. 8.1). Техногенні надзвичайні ситуації можуть виникати на основі подій техногенного характеру внаслідок конструктивних недоліків об'єкту (споруди, комплексу, системи, агрегату тощо), зношування устаткування, низької кваліфікації персоналу, порушення техніки безпеки в ході експлуатації об'єкту і так далі. НС техногенного характеру можуть протікати із забрудненням довкілля або без нього. Забруднення довкілля може відбуватися при аваріях на промислових підприємствах з викидом радіоактивних, хімічно небезпечних, біологічно небезпечних речовин. До аварій з викидом або загрозою викиду радіоактивних речовин (РВ) відносяться аварії, що відбуваються на атомних станціях, ядерних науково-дослідних реакторах, підприємствах ядерно-паливного циклу, атомних судах, при падінні літальних апаратів з ядерними енергетичними установками на борту, а також на підприємствах ядерно-збройного комплексу. В результаті

таких аварій може виникнути сильне радіоактивне забруднення місцевості або акваторії. До НС техногенного характеру відноситься також електро-магнітне забруднення довкілля при функціонуванні техногенних джерел електромагнітного випромінювання (ЕМП), що створюють електромагнітні поля підвищеної інтенсивності. До НС без забруднення довкілля відносять аварії, що супроводжуються вибухами, пожежами, руйнуванням будівель (споруд), порушенням систем життєзабезпечення, руйнуванням гідротехнічних систем, порушенням транспортних комунікацій і тому подібне. Надзвичайні ситуації природного характеру виникають, як правило, в результаті катастроф стихійних лих та інших природних явищ, викликаних як зовнішніми, так і внутрішніми причинами дії різних сил природи на біосферу. Зовнішні дії обумовлені впливом далекого космосу (Галактика, Сонячна система), накладенням процесів ближнього космосу (магнітосфери, атмосфери), а також процесами, що виникають безпосередньо на поверхні Землі.



Рис. 8.1. Класифікація надзвичайних ситуацій

Внутрішні процеси Землі пов'язані з диференціацією речовини і розшаруванням її за фізико-механічними властивостями, вони супроводжуються такими явищами, як інверсія магнітного поля, магматична і тектонічна активність, рух літосферних плит, вулканізм, сейсмічність тощо. Усі ці процеси з різною періодичністю в часі діють на біосферу і сприяють виникненню катастроф. Статистичний аналіз показує, що з природних явищ,

з точки зору нанесення збитку і ураження людей, на першому місці стоять повені. Далі йдуть землетруси, виверження вулканів, кліматичні зміни, погодні дії. При цьому існує небезпечна тенденція збільшення числа природних катастроф, зараз їх відбувається в п'ять разів більше, ніж в 60-х роках, а економічний збиток від них зріс більш, ніж у 8 разів. Крім того, швидкий розвиток продуктивних сил, безконтрольне освоєння вільних територій, праця в районах з кліматичними умовами, де зберігається постійна небезпека виникнення природних катаклізмів збільшують ступінь ризику і масштаби втрат і збитку для населення і економіки. Нерідко природні явища стають прямою або непрямою причиною аварій і катастроф техногенного характеру. Природні НС поділяються за підгрупами відповідно до небезпечності, і типу стихії, що їх викликає, на: геофізичні, геологічні, метео- і агрометеорологічні, морські гідрологічні, гідрологічно небезпечні явища і природні пожежі. Кожна група стихійних лих класифікується по характеру явищ, які визначають особливості дії властивих їм вражаючих (руйнівних) чинників на населення, природу і об'єкти економіки.

До стихійних лих, пов'язаних з геофізично небезпечними явищами, відносяться землетруси, виверження вулканів і тому подібне. До геологічних небезпечних явищ відносяться зсуви, селі, осипи, лавини. Такі природні явища, як селеві потоки і лавини найчастіше виникають в гірських районах. Стихійні лиха, пов'язані з метеорологічними і агрометеорологічними небезпечними явищами підрозділяються на лиха, що викликаються вітром (бурі, урагани, шквали і смерчі), сильним дощем (при кількості опадів 50 мм протягом 12 год і менше), великим градом (при діаметрі градин 20 мм і більше), сильними снігопадами (при кількості опадів 20 мм і більше за 12 год і менше), сильними завірюхами (при швидкості вітру 15 м/с); сильною ожеледдю, заморозками і суховіями. Стихійні лиха, пов'язані з морськими гідрологічними небезпечними явищами, підрозділяються на лиха, що викликаються сильним хвилюванням на морях (при висоті хвиль, особливо небезпечних для мореплавання і берегових споруд), цунамі (при затопленні населених пунктів і об'єктів економіки) тощо. Гідрологічні небезпечні явища можуть бути викликані високими рівнями води,

повенями і низьким рівнем води на судноплавних ріках, селями, що утворилися при прориві загат, завальних і морених озер із загрозою населеним пунктам та іншим важливим об'єктам. Природні пожежі, в першу чергу лісові і торф'яні, є найпоширенішими лихами для населення, економіки і природного середовища. До біолого-соціальних НС відносяться інфекційні захворювання людей, сільськогосподарських тварин і ураження сільськогосподарських рослин різного масштабу. До соціальних НС відносяться: падіння репродукції населення, масові заворушення серед населення, тероризм в різних сферах його прояву, негативна обстановка в творчих і виробничих колективах тощо. До надзвичайних ситуацій екологічного характеру відносять зміни стану атмосфери, суші, гідросфери і біосфери в цілому. НС екологічного характеру найчастіше виникають в результаті несприятливого впливу техногенної діяльності людини на довкілля, хоча часто їх причиною можуть бути стихійні явища, а також комплексна дія техногенних і природних чинників. В результаті порушень стану атмосфери можлива зміна клімату, виникнення гострого кисневого голодування у великих містах, утворення великих зон "кислотних дощів", руйнування озонового шару над населеними територіями та інші подібні явища. Несприятливі зміни в стані суші можуть призводити до деградації ґрунтів, втрати корисних площ і виснаження невідновлюваних запасів корисних копалини. Діяльність людини викликає негативні зміни і в біосфері – відбувається зникнення багатьох видів тварин і рослин, загибель рослинності на великій території, порушення здатності біосфери до відтворення поновлюваних ресурсів (наприклад, лісів). До надзвичайних ситуацій військового характеру відноситься обстановка, що склалася в результаті ведення бойових дій на певній території із застосуванням різних засобів ураження. Перші носять вибуховий, швидкоплинний характер (катастрофа на транспорті, вибух на підприємстві), ліквідація таких надзвичайних ситуацій відноситься до компетенції Єдиної державної системи попередження і ліквідації НС, інші мають поступовий, плавний розвиток і можуть тривати десятиріччями.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Глобальні екологічні проблеми охорони природи, їх характеристика, шляхи і перспективи вирішення

З удосконаленням засобів праці, з просторовим розширенням масштабів виробництва, діяльності людини, прискоренням темпів науково-технічної революції та всебічною інтенсифікацією виробництва, зростанням населення на планеті, збільшується тиск на природне середовище, виникають глобальні екологічні проблеми. Спеціалісти Організації Об'єднаних націй (ООН), учені-екологи відомих міжнародних і національних природоохоронних організацій, члени славнозвісного Римського клубу на підставі наукового аналізу матеріалів про особливості й тенденції демографічного, соціально-економічного розвитку суспільства й наслідків науково-технічної революції, даних про стан і перспективи використання природних ресурсів. а також про стан і динаміку забруднень геосфери і стан біосфери зробили дуже невтішні висновки. Погіршення стану більшості екосистем біосфери, істотне зменшення біопродуктивності й біорізноманітності, катастрофічне виснаження ґрунтів і мінеральних ресурсів за небаченої забрудненості поверхні Землі, гідросфери й атмосфери пов'язане з інтенсивним зростанням чисельності населення планети та розвитком науково-технічного прогресу протягом останніх 50 років. Саме необхідність задоволення дедалі більших потреб людського суспільства призвела до гігантського розширення масштабів господарської діяльності, змін у пропорціях світового господарства, у виробничих потужностях, техніці й технологіях, асортименті продукції, виробничому й особистому споживанні. Моделі виробництва і споживання, що склалися в світі, перестали відповідати умовам нормального співіснування людини й природи. До розвитку глобальної екологічної й соціально-економічної кризи, які сьогодні загрожують існуванню нашої цивілізації, призвели два "вибухи" - демографічний, тобто різке зростання чисельності населення на Землі в другій половині ХХ ст. та початку ХХІ ст., і промислово-енергетичний, а також спричинені ними катастрофічні

ресурсопоглинання й продукування відходів. Отже, найважливішими проблемами є:

- народонаселення Землі та пов'язані з ним проблеми;
- проблема сировинних ресурсів;
- енергетичні проблеми;
- харчові проблеми;
- скорочення біорізноманіття;
- знеліснення територій;
- забруднення геосфер;
- глобальне потепління.

Врахування й аналіз вікової структури природних популяцій має велике значення для раціонального мисливського промислу і прогнозування популяційно-екологічної ситуації. Статеві структура популяцій має важливе значення для подальшого зростання її чисельності.

9.2 Забруднення природного середовища як екологічна проблема

Ще однією глобальною екологічною проблемою є забруднення природного середовища - це одна із найважливіших екологічних проблем.

Всесвітня організація охорони здоров'я дає наступне визначення поняттю забруднення”.

Забруднення - це поява у довкіллі людини забруднюючих речовин чи будьяких інших агентів (від вірусів до звукових хвиль надмірної інтенсивності), які безпосередньо чи опосередковано негативно впливають на людину і па створене нею для власних потреб штучне середовище.

Речовини, які спричинюють забруднення навколишнього природного середовища, називають забрудітками, або поллютантами.

Забруднення - небажана зміна фізичних, хімічних або біологічних характеристик повітря, землі та води, яке може нині або в недалекому майбутньому мати не сприятливий вплив на життя людини, рослин та тварин, умови життя та культурну спадщину, виснажувати або псувати сировинні

ресурси. Забруднення - один із лімітуючих факторів для людини. Ціна забруднення складається з трьох компонентів:

1. Втрата ресурсів внаслідок експлуатації технологій з великою кількістю відходів;
2. Вартість ліквідації забруднення та контролю над ним.
3. Ціна здоров"я людей.

Існують різні принципи класифікації забруднень навколишнього природного середовища. Класифікація забруднень досить складна. Разом з тим у відповідності з деякими підходами розрізняють такі забруднення природного середовища:

- 1) механічні, хімічні, фізичні та біологічні (за типом походження);
- 2) матеріальні, енергетичні (також за типом походження);
- 3) стійкі, середньотривалі та нестійкі (за часом взаємодії з довкіллям);
- 4) прямого та стороннього впливу на біоту (за способом впливу);
- 5) навмисні, супутні, аварійно-випадкові.

Механічні - викинуті як непридатні, спрацьовані тверді частки та предмети (дим, пил, уламки, деталі машин, побутові відходи).

Хімічні - хімічні елементи і сполуки штучного походження (тверді, рідкі або газоподібні речовини).

Фізичні - зміни теплових, електричних, радіаційних та світлових полів у природному середовищі (шуми, вібрації, вплив магнітних полів тощо).

Біологічні - організми, збудники захворювань рослин, тварин, людини, біологічна зброя, або катастрофічне зростання (перенаселення) рослин чи тварин.

Стойкі - забруднювачі, які не руйнуються впродовж тривалого часу, не усувається їх шкідлива дія самою природою (пластмаси, поліетилен, поліпропілен, радіоактивні речовини, гума тощо). Такі хімічні речовини можуть не тільки накопичуватись, а також часто "біологічно посилюватись" в міру проходження в біологічних циклах та харчових ланцюгах. Крім того вони можуть утворювати інші отруйні речовини, реагуючи з іншими речовинами оточуючого середовища, викликати ефект подвійної дії шкідливих речовин.

Нестійкі швидко руйнуються під дією природних фізико-хімічних або біохімічних процесів. Ці забруднення викликають речовини, для яких існують природні механізми переробки (наприклад, побутові стічні води).

Навмисне забруднення - це цілеспрямоване знищення лісів, використання родючих земель під забудову, утворення кар'єрів, шлаконакопичувачів, териконів, неправильне використання ресурсів (води, вилов риби та ін.).

Супутні - поступові зміни стану біосфери окремих районів планети під впливом антропогенної діяльності людини (опустелювання, висихання боліт, кислотні дощі, "парниковий" ефект та ін.).

Найпотужнішими джерелами практично всіх видів забруднень (механічних, хімічних, фізичних, біохімічних) є передусім великі промислові комплекси. Сконцентровані вони навколо родовищ корисних копалин, великих міст і водних об'єктів. Найнебезпечнішими забруднювачами повітря є металургійні, хімічні, нафтопереробні машинобудівні заводи, фабрики, деякі військові підприємства.

Основними техногенними забруднювачами природного середовища є різні гази, газоподібні речовини, аерозолі, пил, які викидаються у атмосферу об'єктами енергетики промисловості, транспорту, радіоактивні, електромагнітні, магнітні й теплові випромінювання, шуми, та вібрації "збагачені" шкідливими хімічними сполуками промислові стоки, комунальні і побутові відходи, хімічні речовини (передусім широко застосовувані в сільському господарстві пестициди і мінеральні добрива, що поліпшують і підвищують урожайність сільськогосподарських культур, але й завдають великої шкоди довкіллю, адже застосовуються у величезних недопустимих кількостях), нафтопродукти.

До найпоширеніших і найнебезпечніших забруднювачів належать: діоксидазоту, бензол, пестициди, нітрати, поліхлоровані дифеніли, соляна кислота.

Короткі відомості про найбільш поширені забруднювачі:

Оксид карбону (II) (CO) - чадний газ, - без кольору та запаху,

утворюється при неповному спалюванні кам'яного вугілля, газу, деревини, нафти. Концентрація 1 % в повітрі негативно впливає на рослини, тварини та людину, 4 % - спричинює смерть, внаслідок втрати еритроцитами (червоні кров'яні тільця) здатності транспортувати кисень, настає кисневе голодування, задуха, запаморочення і навіть смерть. Один автомобіль за добу викидає 3,65 кг CO.

Оксиди нітрогену - NO₁₁ (NO, NO₂, NO[^] - в десять разів шкідливіші за CO. Сполучаючись з водою, утворюють нітратну та нітритну кислоти, які спричинюють сильні подразнення слизових оболонок і тяжкі захворювання. Вони, поглинаючись листками рослин, зумовлюють втрату кормових їх якостей і виникнення хвороб. Біля автомагістралей (територія на віддалі 10-30 км від дороги) концентрація NO₂ може перевищувати ГДК у 10-30 разів.

Токсичні вуглеводні (парафін, нафтени, ароматичний бензопірен)- пара неповного згорання палива, що викидаються з двигунів внутрішнього згорання (через нестачу кисню), картерні гази та випаровування самого бензину. Взагалі нині встановлено 200 шкідливих компонентів вихлопних газів, найнебезпечнішими з яких є названі сполуки, а також сполуки свинцю, ртуті та альдегіди. Вуглеводневі сполуки спричинюють утворення смогу - фотохімічного туману у великих містах.

Сірчаний ангідрид (SO₂) - утворюється в результаті окислення сірчастого ангідриду (SO₃) в атмосфері під час фотохімічних та аналітичних реакцій і є аерозолем або розчином сульфатної кислоти в дощовій воді. Підкислює ґрунт, посилює корозію металів, руйнування гуми, мармуру, вапняків. Вона загострює захворювання легеневої системи та дихальних шляхів людини і тварин. Також шкідливий і для рослин.

Сірчистий ангідрид (SO₂) або сірчаний газ - виділяється внаслідок згорання палива з домішками сірки (вугілля, нафти, природного газу), переробки сірчанних руд, горіння териконів, виплавляння кольорових металів. За високих його концентрацій в рослинах швидко зникає хлорофіл, клітини руйнуються і спостерігається некроз тканин. Цей оксид сульфуру та інші його сполуки здатний подразнювати слизову оболонку очей і дихальних шляхів,

викликають бронхіт, фарингіт та ін. Гідрогенсульфід (H_2S) і карбондисульфід (CS_2) викидаються підприємствами, що виробляють цукор, волокно, нафтопереробними та коксохімічними заводами. Характерною ознакою цих забрудників є різкий, неприємний, подразливий запах і висока токсичність (вони в 100 раз токсичніші за сірчаний газ) - газ з різким запахом тухлих яєць існує на Землі з появи повітря та сульфатредуючих бактерій (прибл. 3.6 млрд років тому). Нині такі бактерії живуть у місцях нестачі повітря - в донних відкладах річок, боліт, озер. Легко поглинається слизовими оболонками очей, носа, дихальних шляхів, подразнює їх, викликає запалення. В дуже великих концентраціях смертельний.

Сполуки хлору - концентруються в повітрі переважно навколо підприємств, що виробляють соляну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет та інші вироби. В атмосфері знаходяться у вигляді молекулярного хлору та хлористого водню. У великих концентраціях шкідливі для рослин, тварин і людини. Вільний хлор та його сполуки діють на органи нюху, світлову чутливість очей, порушують ритм дихання.

Сполуки флуору - викидаються підприємствами по виробництву емалі, скла, кераміки, фосфорних добрив та ін. в повітрі містяться у вигляді газоподібних (HF), або пилюватих частинок флюориту (CaF_2). Надзвичайно токсичні. До нього дуже чутливі комахи. Потрапляють через рослинний корм до тварин, призводять до шкідливого псування зубів, кісток тощо. Тривала дія сполук флуору на організм людини може призвести до носових кровотеч, кашлю, захворювань легень.

Великої шкоди навколишньому середовищу завдають важкі метали - мідь, нікель, свинець, кадмій, ртуть та ін. Свинець (Pb) - токсичний елемент з групи важких металів. В атмосферу надходить переважно з вихлопними газами. Свинцеві сполуки, які дуже шкодять здоров'ю, знаходяться також у свинцевих фарбах, покриттях водопровідних труб, ізоляціях електрокабелів та ін., з яких він постійно надходить в навколишнє середовище. Наявність у крові свинцю призводить до тяжких захворювань, пошкоджується нервова та кровоносна системи. У сучасної людини його міститься в 100 разів більше, ніж у первісної.

Зростання концентрації свинцю, в порівнянні з вмістом у воді: у донних водоростях - в 700 разів; у фітопланктоні - 4000; у зоопланктоні - 3000; у молюсках -4000 разів. Рівні вмісту свинцю в ґрунтах, при яких він стає токсичним для рослин, коливаються в межах від 20 до 30 мг/кг. Токсична дія цього елемента на рослини пов'язана з порушенням процесів фотосинтезу, росту, мітозу. Найбільш токсичними є органічні сполуки свинцю.

Кадмій (Cd)- дуже отруйна речовина з групи важких металів. Надходить у середовище при розробці родовищ корисних копалин, спалюванні деяких речовин, з промисловими стічними водами. Незначні концентрації призводять до захворювання нервової системи і навіть смерті. Фонові концентрації кадмію в ґрунтах не перевищують 0,5 мкг/кг. Кадмій найбільш рухомий в кислих ґрунтах при pH інтервалі від 4,5 до 5,5, при pH більше 7 кадмій стає малорухомим. При надлишку кадмію в рослинах затримується їх ріст, пошкоджується коренева система, спостерігається хлороз листків, поява червоно-бурого забарвлення по їхніх краях, надлишок кадмію в рослинах гальмує інтенсивність фотосинтезу, порушує транспірацію, змінює проникність клітинних мембран.

Ртуть (Hg) - дуже отруйна речовина, особливо її органічні сполуки - метилртуть, етилртуть. Основними властивостями ртуті є здатність до утворення міцних сполук із сіркою, утворення орґано-металічних сполук, порівняно стійких у водному середовищі, накопичення ртуті в ґрунті пов'язане з рівнем вмісту в ньому органічного вуглецю та сірки. Сорбція ртуті досягає максимальних значень при $pH= 4-5$.

Токсична дія ртуті на рослини проявляється у порушенні метаболічних процесів, в тому числі фотосинтезу, хлорофілоутворення, газообміну та дихання. Симптоми отруєння ртуттю - затримка росту сходів і розвитку коренів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

При виконанні магістерської роботи було зроблено ТП технічного обслуговування та ремонту головки блока циліндрів автомобіля КамАЗ-53212, якій зменшить об'єм робіт та термін їх розроблення а також покращить якість обслуговувальних та ремонтних робіт.

Проведено дослідженням модельних випробувань підшипників ковзання на зношування по схемі вал – втулка представлено методику дослідження.

Розроблено стенд для покращення розбирально складальних операцій технологічного процесу.

При проектуванні агрегатного відділення, де буде проводитись основний об'єм робіт технічного обслуговування та ремонту головки блоку циліндрів, підбрано сучасне технологічне обладнання і організаційна оснастка та як наслідок, отриманий значний економічний ефект.

Розглянуто питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях і питання екології. Проведений економічний розрахунок магістерської роботи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.
2. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмперических формул. – М. : Высшая школа, 1988. – 239 с.
3. Гаркунов Д.Н. Триботехника. М.: Машиностроение, 1985. 424с.
4. Крагельский Й.В., Михин Н.М. Узлы трения машин: Справочник. - М.: Машиностроение, 1984. -280с.
5. Справочник по триботехнике. Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. В 3 т. - М.; Машиностроение, 1989. -400с.
6. Анурьев Справочник технолога-машиностроителя –М. Машиностроение; 1989, Т.1
7. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків та випробувань на зношування та надійність –Х.ТУП.2002.
8. Маркачева В.Н. и др. “Экономический справочник машиностроителя”. –Одесса: Маяк, 1991 г.
9. Аніщенко В.О. Основи екології: Навч. посібник. - К.: Кондор, 2008. - 148 с.
10. Батлук В.А. Основи екології: Підручник. - К.: Знання, 2007. -519 с.
11. М.: Недра, Эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-53212, КамАЗ-5410, КамАЗ-54112, КамАЗ-5511. Составители: Р.А. Мартынова, В.А. Трынов. В.С. Прокопьев, под общей редакцией Л.Р. Пергамента. 1981. - 424 с.