Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автомобілів
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект дільниці ремонтного цеху для ТО та ремонту системи мащення двигуна Д-240 з дослідженням пари тертя “лопать – кільце-статор”.*

Виконав: студент VI курсу, групи МАмз–61
спеціальності
274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
Панасюк Т.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Гупка А.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Пиндус Ю.І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент
(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрям 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.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Панасюку Тарасу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Проект дільниці ремонтного цеху для ТО та ремонту системи мащення двигуна Д-240 з дослідженням пари тертя "лопать – кільце-статор".*

Керівник роботи *Гупка Андрій Богданович к.т.н., старший викладач*
(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. Обгрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Двигун Д-240 – А1; Система мащення двигуна Д-240– А1; Методи підвищення довговічності вузлів тертя ДВЗ – А1; Насос лопасний модернізований Г12-23 – А1; Модернізований картер – А1; Характеристика контакту та модель зношування системи "лопать-кільце статора"– А1; Результати дослідження зносостійкості матеріалів – А1; Сили, діючі на спряжені деталі пари тертя лопать кільце-статор– А1; Результати дослідження – А1; Дільниця ремонту системи мащення двигуна Д-240 – А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 16.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ *Панасюк Т.В.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ *Гупка А.Б.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для ТО та ремонту системи мащення двигуна Д-240 з дослідженням пари тертя “лопать – кільце-статор”.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи к.т.н., старший викладач Гупка Андрій Богданович.

Пояснювальна записка складається з дев’яти розділів і 103 сторінки формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 1 сторін додатків.

Ключові слова: Технічне обслуговування, двигун, шестерні, моторна олива, змащування.

ЗМІСТ

Вступ……. 7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ …….. 8
1.1 Умови мащення двигуна Д-240…… 8
1.2 Мастильні матеріали……. 9
1.3 Система мащення двигуна Д-240……. 12
1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу…… 17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ..... 19
2.1 Методи підвищення вузлів тертя ДВЗ……. 19
2.2 Діагностування системи мащення…… 20
2.3 Розробка ТП заміни моторного масла……. 21
2.4 Вибір обладнання…….. 23
2.5 Будова та принцип дії лопатного насоса Г12-23…… 25
2.6 Характеристика матеріалів пари тертя “лопатка - кільце-статор”…… 27
2.7 Нітроцементація як спосіб поверхневого зміцнення……. 29
2.8 ТП зміцнення шестерні нітроцементацією……. 32
2.9 ТП зміцнення кільця-статора нітроцементацією…… 34
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ ……..… 35
3.1 Обґрунтування в необхідності вдосконалення конструкції……. 35
3.2 Вдосконалення конструкції оливного картера…… 35
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ ……... 38
4.1 САПР інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів…… 38
4.2 Методи інтеграції САПР типу CAD…… 39
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ……. 48
5.1 Призначення, загальна будова, основні функції лопатних насосів…….. 48
5.2 Характеристика мащення та аналіз причин виходу з ладу деталей вузла тертя…….. 54
5.3 Сили, діючі на спряжені деталі пари тертя “лопать – кільце-статор”…….. 55
6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ ……. 58
6.1 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд, що проектується……. 58

6.2 Розрахунок трудомісткості та об’єму робіт на дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів…… 59
6.3 Розрахунок фондів часу…….. 60
6.4 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі проектуємої дільниці…… 62
6.5 Розробка планування дільниці…… 67
6.6 Підйомно-транспортні засоби…… 67
6.7 Енергетичні розрахунки по дільниці ремонту деталей системи мащення дизелів…… 68
6.8 Розрахунок освітлення…… 70
7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ…… 72
7.1 Розрахунок фонду заробітної плати робітників дільниці відновлення системи мащення…… 72
7.2 Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці…… 74
7.3 Визначення витрат на матеріали й енергоресурси…….. 76
7.4 Визначення цехової собівартості ремонту системи мащення…… 78
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ …… 83
8.1 Техніка безпеки…… 83
8.2 Розрахунок електробезпеки дільниці ремонту системи мащення двигунів Д-240…… 85
8.3 Організація та основні завдання формувань цивільної оборони на об’єкті…… 91
9 ЕКОЛОГІЯ……... 97
9.1 Нормування забруднень…… 97
9.2 Методи боротьби зі забрудненнями атмосфери…… 98
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ..... 101
БІБЛІОГРАФІЯ……... 102
ДОДАТКИ

ВСТУП

У двигуні, що працює, багато деталей, які передають різні зусилля. Стикаються й переміщуються одна відносно одної. На подолання сил, що виникають при цьому, витрачається частина потужності двигуна. Крім того, третя призводить до нагрівання й спрацювання деталей. Аби створити найкращі умови для роботи тертьових деталей двигуна, треба максимально зменшити сили тертя. Це досягається використання для виготовлення деталей антифрикційних сплавів, якіснішим обробленням робочих поверхонь, застосуванням підшипників кочення. Головний і найефективніший спосіб зменшення сил тертя – введення мару мастила між тертьовими поверхнями. В цьому разі безпосереднє тертя робочих поверхонь деталей замінюється тертями шарів мастила між собою. Крім того, мастило охолоджує деталі, що змащуються. Й залучає частинки, які утворюються внаслідок спрацьовування тертьових поверхонь, запобігає корозії деталей, зменшує зазори.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Умови мащення двигуна Д-240

Зниження зносу деталей і втрат на тертя досягається розділенням спряжених поверхонь шаром масла. Мастило усуває безпосереднє зіткнення і ковзання поверхонь деталей, які взаємно переміщаються, і тертя останніх замінюється тертям масла, що знижує знос і величину сили тертя. Одночасно циркулююче масло відводить тепло, яке виникає в результаті тертя.

Складність повного усунення зіткнення поверхонь приводить до зносу деталей із зняттям найдрібніших частинок матеріалу; частинки, які домішуються до масла, забруднюють його і погіршують якість змащування. Підвищення температури масла в результаті тертя і нагріву від роботи двигуна також погіршує якість змащування, викликаючи його розрідження і забруднення , тому виникає необхідність періодичної зміни масла.

Великі швидкості ковзання деталей і високий тиск, при якому вони працюють, роблять важливою проблему змащування.

Умови роботи і форми деталей шасі трактора у більшості випадків дозволяють мастити деталі у масляній ванні з періодичною зміною масла в ній. У двигуні деталі працюють в значно важчих умовах, які виключають можливість оточення їх масляною ванною, тому тут необхідна індивідуальна безперервна подача масла до тертьових частин: підшипників ковзання (колінчастого вала, розподільного вала та ін.), поршня, циліндрів, поршневому пальцю і т. д.

Кількість масла, яке підводиться до вузлів тертя, залежить від умов їх роботи і, в першу чергу, від температурного режиму, величини і характеру дії навантаження і відносної швидкості переміщення спряжених деталей.

Одними з найбільш навантажених деталей двигуна є шатунні й корінні шийки та їх підшипники. Внаслідок наявності високих температур, значно знижуючих в'язкість масла, та інших несприятливих умов для утворення несучого масляного шару (періодична зміна напряму руху спряжених поверхонь, деформації деталей під дією навантажуючих сил тощо), не вдається,

наприклад, здійснити рідинне тертя в парах тертя «поршень — дзеркало циліндра», «поршневий палець — бобишки поршня», «поршневий палець — поршнева головка шатуна», «поршневі кільця — дзеркало циліндра» та ін.

У дуже важких умовах працює також вузол «стержень — втулка» випускного клапана. За наявності високих температур, які часто перевищують температуру коксування масла, цей вузол майже весь час працює в умовах напіврідинного і навіть сухого тертя. Решта деталей механізму газорозподілу працює в менш напружених умовах.

Складні умови роботи спряжених деталей пред'являють певні вимоги до змащувальних матеріалів. Унаслідок малих зазорів між тертьовими поверхнями масло повинне бути достатньо рідким (володіти малою в'язкістю), а великий тиск між поверхнями вимагають, щоб масло не видавлювалося із зазорів між деталями і зберігало розділяючий шар (володіло великою в'язкістю); бажано також збереження в'язкості при підвищенні температури. Важливою якістю масла є клейкість і здатність обволікати тертьові поверхні, а також висока температура і чистота згорання. Клейкість сприяє економії масла, а чистота згорання запобігає забрудненню деталей від нагару. Крім того, масло повинне бути чистим (не містити механічних і хімічних домішок — бруду, води, кислот), мати можливо нижчу температуру застигання. Серйозні і частково суперечливі вимоги, які пред'являються до змащувальних матеріалів, примушують вирішувати питання про застосування найбільш відповідної марки масла тільки дослідним шляхом.

1.2 Мастильні матеріали

Змащувальні матеріали, які вживаються в х, розділяються на наступні групи: автомобільні, авіаційні, дизельні, трансмісійні, індустріальні масла і консистентні (густі) мастила.

До числа основних фізичних властивостей, які визначають якість масла, відносяться питома вага, в'язкість, температура спалаху, температура застигання, коксівне число, антиокислювальна стабільність і вміст домішок

Питома вага визначається ареометром, а в'язкість — капілярним віскозиметром. В'язкість — найважливіший параметр, який визначає густину і текучість масла; оцінюється вона за часом витікання масла у певних умовах. Одиницею кінематичної в'язкості є сантистокс, сСт (в'язкість дистильованої води при 20,2° С). Крім сантистокса у якості вимірника умовної в'язкості уживаються градуси, що є відношенням часу витікання масла до часу витікання води при 20,2° С. Чим більшим числом характеризується в'язкість, тим густіше масло. Із збільшенням температури вязкість зменшується, а текучість збільшується.

Параметр в'язкості визначає здатність масла змащувати тертьові поверхні без видавлювання і проникати в отвори малого перерізу.

Характер зміни в'язкості залежно від температури оцінює якість масла: чим стабільніша в'язкість, тим краща якість масла.

Температурою спалаху масла є температура запалювання парів масла, які виділяються з його поверхні, в суміші з навколишнім повітрям при піднесенні постійного джерела вогню. Цей параметр побічно характеризує фракційний склад масла і наявність у ньому летких елементів.

Температурою застигання називається така температура, при якій масло, яке знаходиться в скляному циліндрі (пробірці), залишається нерухомим протягом 5 хв. при нахилі у 0,8 рад. (45°). Цей параметр дуже важливий для запуску двигуна при низьких температурах, крім того, застигаюче масло порушує роботу двигуна. По температурі застигання визначається відповідність масла тій або іншій порі року.

Коксівне число приблизно оцінює схильність масла до нагароутворення. Цей параметр визначається випаровуванням порції масла з подальшим спалюванням його до отримання твердого залишку коксу, який зважується.

Антиокислювальна стабільність масла характеризує наявність у ньому нестійких елементів, які окислюються під впливом кисню повітря і високої температури. Продукти окислення, взаємодіючи з металом і водою, утворюють нерозчинні речовини у вигляді липких осадів (лакової плівки). Оцінним параметром антиокислювальної стабільності масла служить швидкість перетворення тонкого шару масла в лакову плівку.

У маслі повинні бути відсутні домішки (механічні, вода, мінеральні кислоти і луги). Механічні домішки (пісок, бруд, металеві частинки) засмічують маслопроводи і збільшують знос спряжених поверхонь; їх наявність визначається фільтруванням.

Вода і мінеральні кислоти викликають утворення піни та емульсії, які погіршують умови змащування і сприяють корозії металевих деталей. Наявність води у маслі особливо небезпечна при низьких температурах, коли вода, що відшарувалася, опускається на дно картера і, замерзнувши, може викликати поломку масляного насоса при пуску двигуна. Наявність домішок встановлюється дослідженням проб.

Якості масел поліпшуються невеликими добавками (присадками) неорганічних з'єднань, до яких відносяться в‘язкістні, знижуючі температуру застигання, протиокислювальні, протикорозійні, антиосадкові (миючі), протипінні і комплексні. У масла може додаватись до 20 % присадок.

Для карбюраторних двигунів застосовуються автомобільні масла (А), для дизелів — дизельні (Д) та моторні (М), а для шасі — трансмісійні (Т).

За ГОСТ 17479.1—85 моторні масла маркуються таким чином (табл. 1.1): М — моторне; цифра— кінематична в'язкість масла (у сСт) при 100°С; буква В або Г— група по експлуатаційних властивостях (ступінь форсування двигуна); індекс 2 при буквах В і Г означає, що масло для дизелів.

Таблиця 1.1. Моторні масла, вживані в дизелях

Дизель	Моторне масло	
	літом	зимою
Д-240	М-10-$Г_2$ (за ГОСТ 8581—78) М-4_3/8-$Г_2$ (за ГОСТ 17479.1—85) М-10-$Г_2$ чи М-10-$В_2$ (за ГОСТ 8581—78)	М-8-$Г_2$ (за ГОСТ 8581—78) М-4з/8-$Г_2$ (за ГОСТ17479.1—85) М-8-$Г_2$ чи М-8-$В_2$ (за ГОСТ 8581—78)

1.3 Система мащення двигуна Д-240

Важкі умови роботи двигуна і важкий доступ до його деталей не дозволяють здійснити змащування спряжених поверхонь простими прийомами (заливкою, поповненням і зміною масла в масляних ваннах). Для двигуна необхідна безперервна подача масла до поверхонь тертя за допомогою спеціальних пристосувань, які складають систему змащування.

Змащувальна система дизеля Д-240 комбінована. Вона складається з масляного резервуару, насоса, фільтрів, радіатора, отворів і трубопроводів. Масло подається під тиском до поверхонь корінних і шатунних підшипників колінчастого вала, опорних втулок розподільного вала, втулці проміжного зубчастого колеса і зубчастого колеса паливного насоса. Пульсуючим потоком масло під тиском подається до осі коромисел. Розбризкуванням змащується решта спряжених поверхонь (гільзи, поршні, поршневі пальці, штанги штовхачів і кулачки розподільного валу).

На рис. 1.1 наведена схема системи змащування двигуна. Основою системи служить піддон 9 картера, який виконує роль резервуару, куди масло заливається через приймальну трубу 2, а рівень перевіряється стрижньовим вимірником 10. З резервуару через маслоприймач 11 насос 13 нагнітає масло в трубопровід 12 до фільтра 3 грубого очищення; далі масло прямує в головну магістраль 5, яка і розподіляє масло по корінних підшипниках 8, до підшипника 6 розподільного валу і до розподільних шестерень 16. По похилих свердленнях колінчастого валу масло з корінних підшипників поступає до шатунних підшипників 7, звідки видавлюється і при обертанні валу розбризкується, змащуючи стінки циліндрів, поршневі пальці, розподільний вал, штовхачі та ін.

Частина масла потрапляє у фільтр тонкого очищення 1 з головної магістралі. Охолоджується нагріте масло радіатором 15, він влаштований і діє подібно водяному.

Для обмеження граничного тиску масла близько 0,3 МН/мм^2 (3 кГ/см^2) в системі служить перепускний редукційний клапан 14, а для контролю тиску — покажчик 4.

При системі з верхніми клапанами масло подається до підшипників коромисла через свердлення в їх порожнистій осі.

За допомогою шатуна здійснюється додаткове змащування через бічний отвір в нижній головці у момент збігу його з каналом шийки колінчастого валу (масло розбризкується на стінки циліндра і кулачки розподільного валу); з шатунного підшипника по свердленню в шатуні масло подається до верхньої головки для змащування поршневого пальця.

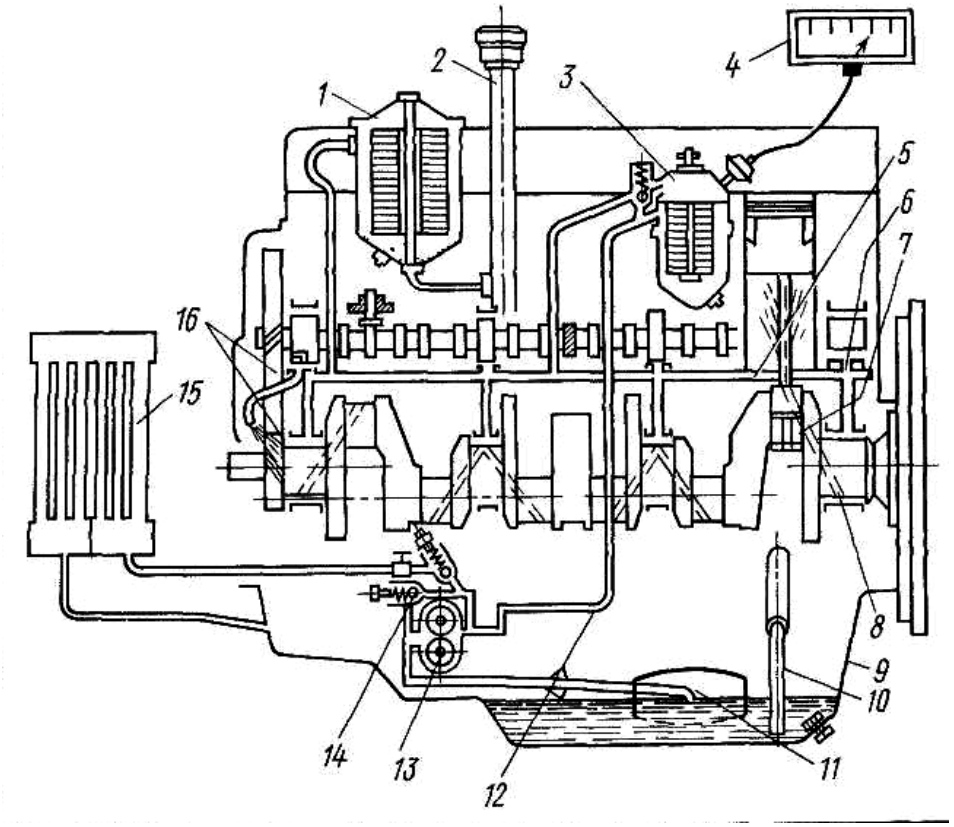

Рисунок 1.1 – Система мащення двигуна

1 - фільтр тонкого очищення; 2 – приймальна труба; 3 - фільтр грубого очищення; 4- покажчик; 5 - головна магістраль; 6 - підшипник розподільного валу; 7 - шатунні підшипники; 8 - корінні підшипники; 9 - піддон картера; 10 - стрижньовий вимірник; 11 – маслоприймач; 12 – трубопровід; 13 – насос; 14 - перепускний редукційний клапан; 15 радіатор; 16 - розподільні шестерні

Масляні фільтри. Під час роботи двигуна якість залитого в картер масла поступово погіршується. Масло розріджується паливом, насичується вологою, забруднюється продуктами його хімічного розкладання (кислотами, смолами, асфальтенами тощо), металевими частинками — продуктом зносу спряжених деталей двигуна, частинками нагару, засмоктуваним у двигун пилом і т. д.

Для зменшення шкідливої дії механічних домішок і продуктів окислення масла останнє під час роботи двигуна повинне безперервно очищатися. Очищення (фільтрація) масла проводиться за допомогою маслоприймачів і фільтрів. Маслоприймачі забезпечують дротяними сітками, які обмежують надходження в масляний насос крупних механічних частинок. Маслоприймачі бувають двох типів: плаваючі і нерухомі.

Масло, що подається насосом, пропускається через фільтри грубого і тонкого очищення.

Фільтри грубого очищення призначені для очищення масла від крупних механічних частинок.

Ретельніше очищення масла від механічних домішок і продуктів розкладання досягається у тракторних двигунах застосуванням фільтрів тонкого очищення. Як фільтруючі елементи у них застосовують бавовняні кінці (очоси), повсть, папір, мінеральну шерсть, азбест, фільтруючу пресовану масу і т.д.

Центробіжна очистка масла. Останнім часом все більше поширення набувають фільтри тонкої очистки масла відцентрового типу (центрифуги). Схема одного з таких фільтрів представлена на рис. 1.2. Фільтр має гідравлічний привід і складається з нерухомого циліндричного корпусу 1 і фільтруючого елементу – ротора 2, який обертається.

Масло під тиском поступає в ротор від масляного насоса по трубці 6. Звідси масло витікає з великою швидкістю через розташовані в нижній частині ротора жиклери 3.

Реактивні сили струменів масла при подачі його під тиском 3....6 кГ/см^2 забезпечують обертання ротора із швидкістю 5000...8000 об/хв.. Домішки, які знаходяться у маслі, відкидаються при цьому на бічні стінки ротора і осідають на них.

У міру забруднення фільтр піддається очищенню (через 80...100 год. роботи). Очищене масло з корпусу фільтра по каналу 4 подається в масляну магістраль, а по трубці *7* витікає в картер двигуна. При пуску непрогрітого двигуна масло може проходити в канал *4* через перепускний клапан *5*, минувши

відцентровий фільтр. Розглянутий фільтр забезпечує дуже якісне очищення масла.

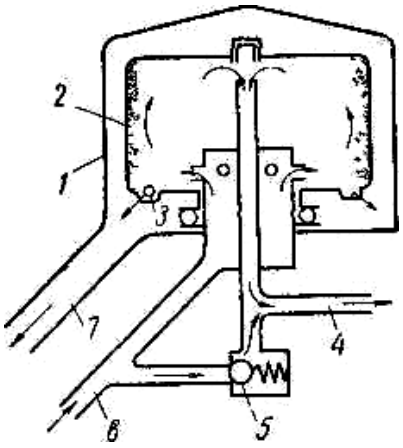

Рисунок 1.2 – Схема відцентрового фільтра для очищення масла

Вентиляція картера. Велике значення для роботи системи мащення має вентиляція масляної ванни картера. Це викликано тим, що через поршневі кільця проходить частина газів і впливає на масло, яке знаходиться у піддоні картера. Гази, які просочилися, підвищують тиск на масло і воно видавлюється. Пари бензину з відпрацьованих газів конденсуються і утворюють воду, що порушує подачу масла; крім того, пари води в з'єднанні з сірчистим газом, що є у відпрацьованих газах, утворюють сірчисту кислоту, яка викликає корозію деталей; нагрів і розбризкування масла утворюють пари масла. За допомогою вентиляції картера очищається надмасляна порожнина і тим захищається масло від дії газів, збільшуючи цим термін служби двигуна.

Повітря через надмасляну порожнину картера проходить за рахунок розрідження, що створюється над поршнем, а система вентиляції підключається до системи живлення: повітря з атмосфери проходить повітряний фільтр 2, що стоїть поряд з кришкою 1 патрубка 3 (рис. 1.3) для заливки масла, і потрапляє в картер 4; з картера повітря відсмоктується через трубу 5, виведену до очищувача 7 повітря, пов'язану з карбюратором 6.

Описана система є закритою і виключає забруднення атмосфери газами.

У двигуні повітря поступає в картер через сапун, розташований на блоці двигуна, а відсмоктування картерних газів здійснюється витяжною трубою, розташованою в лівій задній частині двигуна і виведеною вниз.

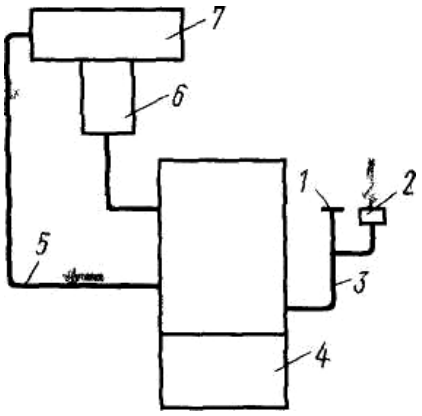

Рисунок 1.3 – Схема вентиляції картера

Масляний радіатор, контроль за тиском масла. При роботі двигуна в особливо важких умовах, які характеризуються великим навантаженням і малими швидкостями руху, включається масляний радіатор, поліпшуючий охолоджування масла. Цей радіатор включений паралельно головній масляній магістралі і через нього, так само як і через фільтр тонкого очищення, проходить тільки частина масла системи. Охолоджене масло йде в масляний резервуар.

Залежно від способу відведення тепла масляні радіатори діляться на два типи:

1) радіатори повітряноохолоджуваний;

2) радіатори з водяним охолоджуванням.

Легко-масляні радіатори встановлюють попереду радіатора водяного охолоджування. Охолодження масла у цих радіаторах здійснюється стрічним потоком повітря.

Водомасляні радіатори встановлюють у системі водяного охолоджування, що забезпечує постійність температури масла під час роботи двигуна і швидке прогрівання масла при пуску холодного двигуна.

Контроль за тиском масла в змащувальній системі здійснюється по манометру 4 (рис. 1.1), підключеному до штуцера на корпусі відцентрового маслоочищувача, а також за допомогою додаткової світлової сигналізації аварійного тиску, датчик якої встановлений в бобишку на корпусі відцентрового маслоочищувача. При падінні тиску в магістралі нижче

0,055...0,070 МПа на щитку приладів спалахує сигнальна лампочка, після чого необхідно зупинити дизель і визначити причину зниження тиску масла.

У змащувальній системі передбачені три клапани. Редукційний (радіаторний) клапан встановлений паралельно радіатору. При пуску дизеля непрогріте масло внаслідок великого опору масляного радіатора через клапан поступає безпосередньо в масляну магістраль, минувши радіатор. Редукційний клапан нерегульований.

Редукційний (запобіжний) клапан регулюється на тиск 0,7 МПа і служить для підтримки вказаного тиску перед ротором відцентрового маслоочищувача. При підвищенні тиску масла на вході в ротор вище 0,7 МПа частина неочищеного масла зливається через клапан в піддон блок-картера.

Зливний клапан відрегульований на тиск 0,2...0,3 МПа і служить для підтримки тиску в головній масляній магістралі дизеля. Надмірне масло зливається через клапан в піддон блок-картера. Порожнина блок-картера дизеля сполучається з атмосферним повітрям через сапун. Він передбачений для того, щоб тиск газів в блок-картері не підвищувався вище атмосферного і гази не видавлювали масло через ущільнення.

Основні показники і регулювальні дані змащувальної системи двигуна Д-240 трактора МТЗ-80:

- об'єм змащувальної системи – 19 л;
- нормальна температура масла по дистанційному параметру – 80...90 ^{0}С;
- тиск масла в змащувальній системі при номінальній частоті обертання - 0,2...0,3 МПа;
- номінальна частота обертання вала масляного насоса – 2320 об/хв.;
- подача масляного насоса – 36 л/с.

1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Провівши аналіз тому було поставлено такі завдання на виконання магістерської роботи.

Розробити технологічний процес ремонту системи мащення.

Вдосконалити конструкцію оливного картера.

Розробити спеціальний розділ.

Провести дослідження пари тертя “лопать – кільце-статор”.

Розробити проект дільниці для ТО та ремонту системи мащення двигуна Д-240.

Провести економічні розрахунки магістерської роботи.

Розробити графічну частину.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Методи підвищення вузлів тертя ДВЗ

Загальна класифікація методів підвищення вузлів тертя ДВЗ наведена на рис. 2.1.

Рисунок 2.1 - Методи підвищення довговічності вузлів тертя ДВЗ

Конструкторські методи підвищення зносостійкості умовно можна розділити на дві групи.

До першої групи відносяться методи зниження зносу за рахунок вибору раціональних форм корпуса, втулок, підведення мастила та т.п. Сюди відносяться рекомендації, нормалі, нормативи та стандарти, викладені в безлічі книг та довідників.

До другої групи конструкторських методів підвищення зносостійкості підшипників відносяться конструкції поверхні. Насамперед це методи конструювання системи підведення й утримання на поверхні мащення за допомогою мікро- та макроканавок.

Технологічні методи підвищення зносостійкості головним чином зводяться до створення та вибору зносостійких матеріалів та способів їхнього поліпшення.

Удосконалення умов змащення - один з головних шляхів підвищення зносостійкості.

Якщо при гідродинамічному змащенні головне, шляхом оптимізації параметрів роботи, домогтися гідродинамічного режиму, то при граничному терті чи граничному змащенні процес удосконалювання набагато складніший.

Тут дослідження ведуться по двох основних напрямках:

1) удосконалювання умов змазування, зокрема, за рахунок мікро- та макроканавок;

2) удосконалювання змащень за рахунок різного роду присадок до мастил (в даний час це головний спосіб підвищення зносостійкості машин).

2.2 Діагностування системи мащення

Потрібне устаткування:

лійка для заливу масла в картер;

таймер;

набір ключів та інструментів.

Основна діагностика ситеми змащення заключаєт в собі поверхневий огляд системи на щільність зєднань та дефектування, нормалізації рівня масла в картері, а також дослідження тиску масла при робочому двигуні.

Візуально можна дізнатись про якісні показники моторного мастила: темне, грязне замінюється. Якісні показники мастила визначається вязкістю, яку можна дослідити віксозиметром.

Віскозиметр складається в ваночок в яку наливається мастила і за допомогою секундоміра визначаєчьтя за скільки часу мастило витече із ванни.

Для заміни мстила в картері необхідно спочатку промити фільтра та їх складові.

Порядок виконання роботи

Система змащення діагностується спочатку в загальному.

Провірити чи немає протікання мастила. При виявленні протікання затянути потрібні зєднання.

Включити двигун. Нагріти двигун до робочої темпертутри.

При включеному двигуні провіри на потьоки.

За допомогою манометра провірити тсики в робочих частинах магістралі. Перевірити показники в нормами.

Після зупинки двигуна через деякий час провірити за допомогою щупа рівень мастила. Він повинен знаходитись між міткани на щупі max і min.

Долити мастило якщо потрібно.

Зробити висновок про придатність мастила для роботи по якісним показникам.

2.3 Розробка ТП заміни моторного масла

Технологічний процес заміни моторного масла представлено в вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічний процес заміни моторного масла

Номер операції	Зміст переходу	Прилади, інструмент, пристосування, модель, тип
1	**2**	**3**
	Підготовча	
005	1. Встановити трактор на оглядову яму, чи підйомник; 2. Увімкнути двигун; 3. Прогріти двигун;	Оглядова яма
	4. Вимкнути двигун.	
	Підготовчо-зливна	
010	1. Відкрити кришку заливної горловини; 2. Підставити під картер місткість для масла; 3. Відкрити зливну пробку; 4. Злити масло.	Місткість для масла

Промивочна		
015	1. Закрутити зливну пробку; 2. Залити в картер промивочне масло; 3. Закрутити кришку заливної горловини; 4. Запустити двигун на 30-40 с та зупинити.	Промивочне масло
Контрольна		
020	1. Переконатися в відсутності течі масла з-під прокладки; 2. Дати маслу стекти протягом 10-15 хвилин; 3. Запустити на 5-8 хв. Двигун; 4. Зупинити.	
Підготовчо-зливна		
025	1. Відкрити кришку заливної горловини; 2. Підставити під картер місткість для масла; 3. Відкрити зливну пробку; 4. Злити масло.	Місткість для масла
Підготовчо-заливна		
030	1. Закрутити зливну пробку; 2. Залити в картер нове масло; 3. Закрутити кришку заливної горловини; 4. Запустити двигун на 5-8 хв та зупинити.	Нове масло
Контрольна		
035	1. Дати маслу стекти протягом 10-15 хв; 2. Перевірити рівень масла; 3. При необхідності довести до норми.	

2.4 Вибір обладнання

Звертаючи увагу на спеціальність дільниці діагнустування і тому огляд системи охолодження та змащування двигуна обралось слідуюче устаткування:

ATH DSH3000F - Автомобільний підйомник ножничний (Рис.2.2).

Рис. 2.2. ATH DSH3000F - Автомобільний підйомник ножничний

Технічні характеристики:

Потужність	(2,2кВт)
габаритні розміри (ВхГ)	1845х2110 мм
висота підйому	1845 мм
час підйому/спуску	46/49 сек
вантажопідйомність	3 т
вага підйомника	973 кг

Маслозбирач 5.1007 (Рис.2.3)

Рис. 2.3. Маслозбирач 5.1007

Технічні характеристики:

Створення вакууму, МПа	0,1
Вмістимість бочки, л	80
Вмістимість передкамери, л	-
Вмістимість лійки, л	13
Тиск на відсмоктування, кг/см^2	7
Тиск на відлив масла, кг/см^2	2,5
Робочий показник, л/мін	200
Робоча температура масла, з	40-60 max 80
Відпрацьоване масло	моторне, трансмісійне
Хід штока, мм	640
Вага, кг	24
Габарити ДхШхВ, мм	460х460х220

Тестер для перевірки тиску в системі мащення MT37A SNAP-ON (Рис.2.9)

Рис. 2.4. Тестер для перевірки тиску в системі мащення MT37A SNAP-ON

Технічні характеристики:

Діапазон вимірювання	0-100 psi (700 kPA)

Крім обладння для діагностики дільниця для діагностики системи змащення та охолодження в неї входить:

- ящик для інструментів, у якому зберігають інструменти;
- шафа, в якому знаходиться тестер КТС 340, діагностичний інстумент для перевірки тиску в ситемі МТ37,
- стіл;
- смітєвим баком;

Після обрання головного та допоміжного устаткування та прорахування займаної площі були отриманні наступні дані:

Ширина дільниці – 6980 мм;

Довжина дільниці – 7311 мм;

Ширина основних воріт – 1848 мм.

2.5 Будова та принцип дії лопатного насоса Г12-23

У чавунному корпусі 12 та кришці 1 змонтовано загартоване кільце-статор 3, яке має всередині профільовану поверхню, по якій ковзають дванадцять лопаток 14, що вільно переміщаються в радіальних пазах ротора 4 (рис. 2.5).

Ротор 4 посаджений на шліци вала 8, яке вільно обертається в кулькових підшипниках. До торців кільця-статора 3 притиснуті плоский диск 2 та диск 5 з шийкою. Плоский диск 2 розташований між кришкою 1 та кільцем-статором 3, і диск 5 плаваючого типу на початку роботи притискається трьома пружинами 6, і в процесі роботи та тиском олива.

У плоскому диску є два вікна 15 для всмоктування олива, і в диску з шийкою - два вікна 11 для нагнітання.

При обертанні ротора 4 лопатки 14 під дією відцентрової сили та тиску олива, підведеного під лопатки, завжди притиснуті до внутрішньої поверхні кільця-статора 3. Кожна лопатка переміщається в пазах ротора 4 в радіальному напрямі відповідно до профілю кривої кільця-статора 3, причому кожна з камер між двома сусідніми лопатками, внутрішньою поверхнею статора та ротором під час з'єднання з вікнами 15 всмоктування, завдяки профілю статора 3,

збільшує свій об'єм та заповнюється оливам через вікна 15 всмоктування, і під час з'єднання з вікнами 11 нагнітання, також завдяки профілю статора 3, зменшує свій об'єм, витісняючи олива через вікна 11 нагнітання.

За один оборот ротора 4 проводиться два повні цикли всмоктування та нагнітання.

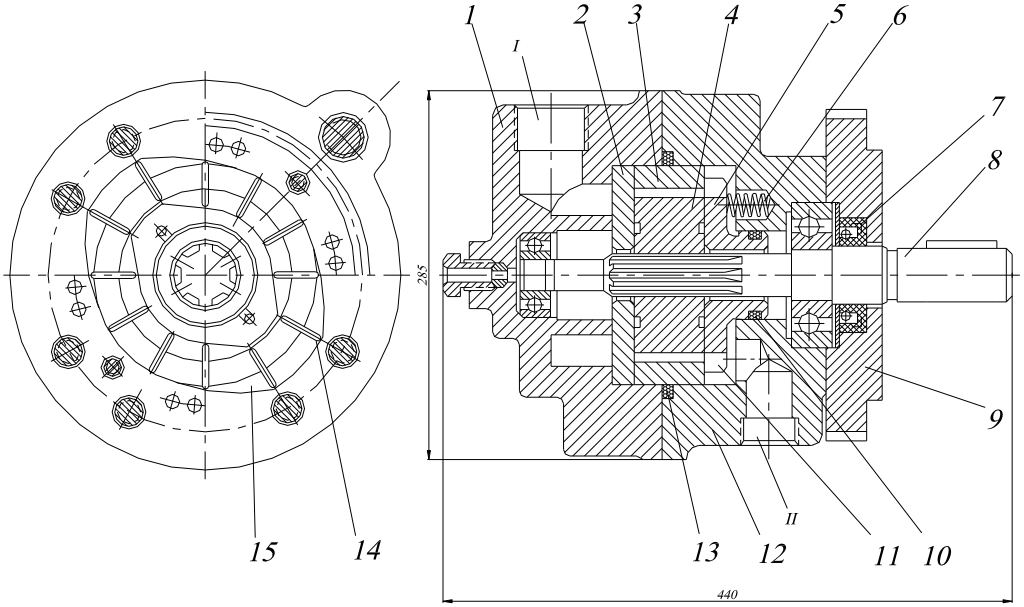

Рисунок 2.5 - Лопатевий насос Г12-23:

1 – кришка; 2 – диск; 3 – кільце-статор; 4 – ротор; 5 – диск; 6 – пружина; 7 – манжета; 8 – вал; 9 – фланець; 10 – кільце; 11 – вікно;12 – корпус; 13 – кільце; 14 – лопатка; 15 – вікно *I* – всмоктування; *II* – нагнітання

Завдяки діаметрально протилежним підводам та відведенням, навантаження на ротор 4 від тиску олива з боку порожнин нагнітання врівноважується та вал насоса передає тільки крутний момент.

Для запобігання витокам по валу 8 насоса в фланець 9 встановлена манжета 7 з оливостійкої гуми. Стик між корпусом 12 та кришкою 1 ущільнюється круглим кільцем 13 з оливостійкої гуми. Шийка диска ущільнюється кільцем 10 з оливостійкої гуми. Технічні характеристики лопатевого насоса Г12-23 наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики лопатного насоса Г12-23

Продуктивність, л/хв.	35
Тиск, МПа	63
Потужність, кВт	7,5

Об‘ємний КПД, %	88

2.6 Характеристика матеріалів пари тертя “лопатка - кільце-статор”

Деталі пари тертя – кільце-статор (рис. 2.6) та лопатка (рис. 2.7).

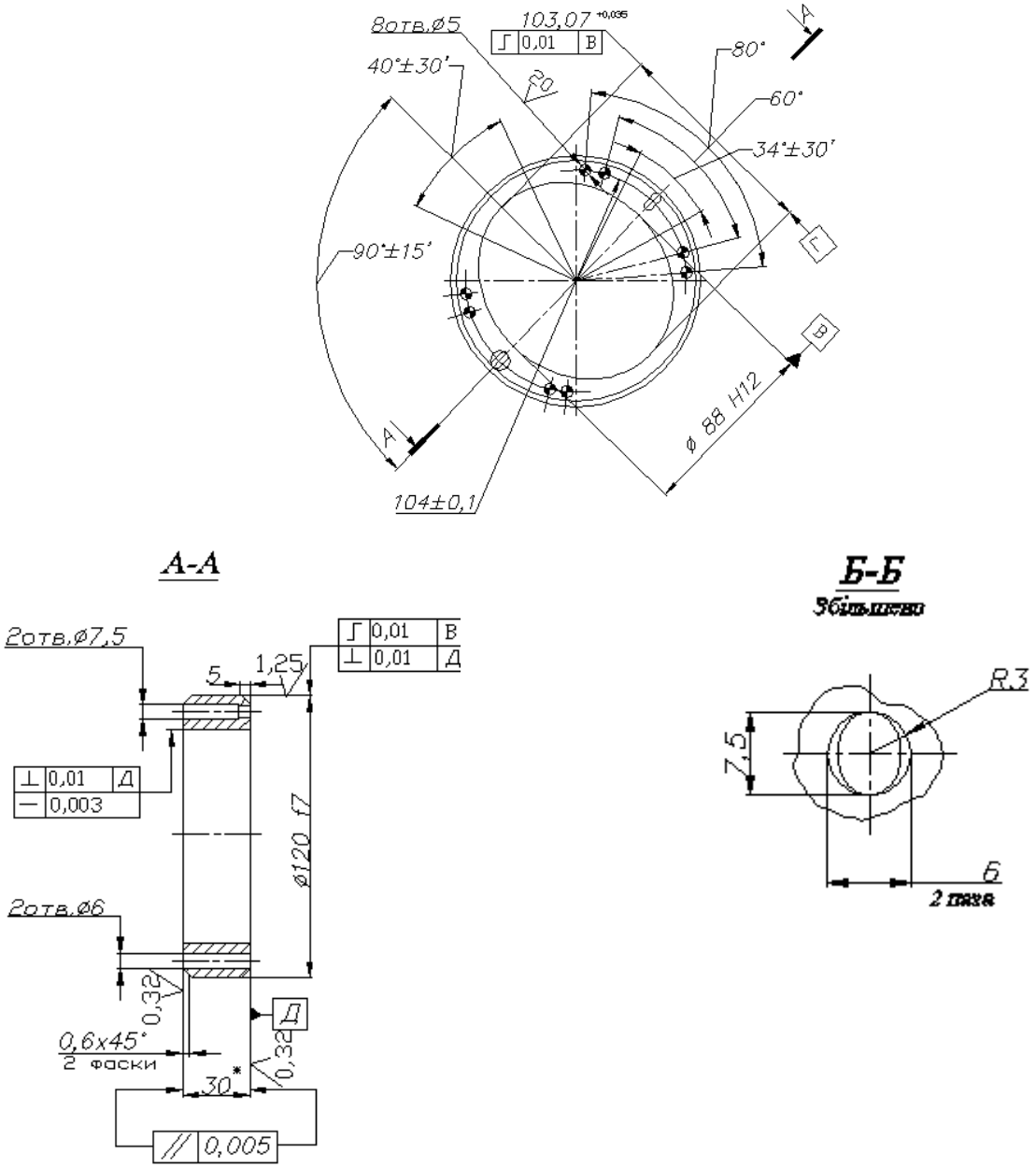

Рисунок 2.6 – Кільце-статор

Матеріал кільця-статора – загартовані сталі 60ХГ, 18ХГТ, 12ХН3А, ШХ15 HRC (60...64) [10].

Матеріал лопатки - загартована сталь Р18, HRC (60...64) [10].

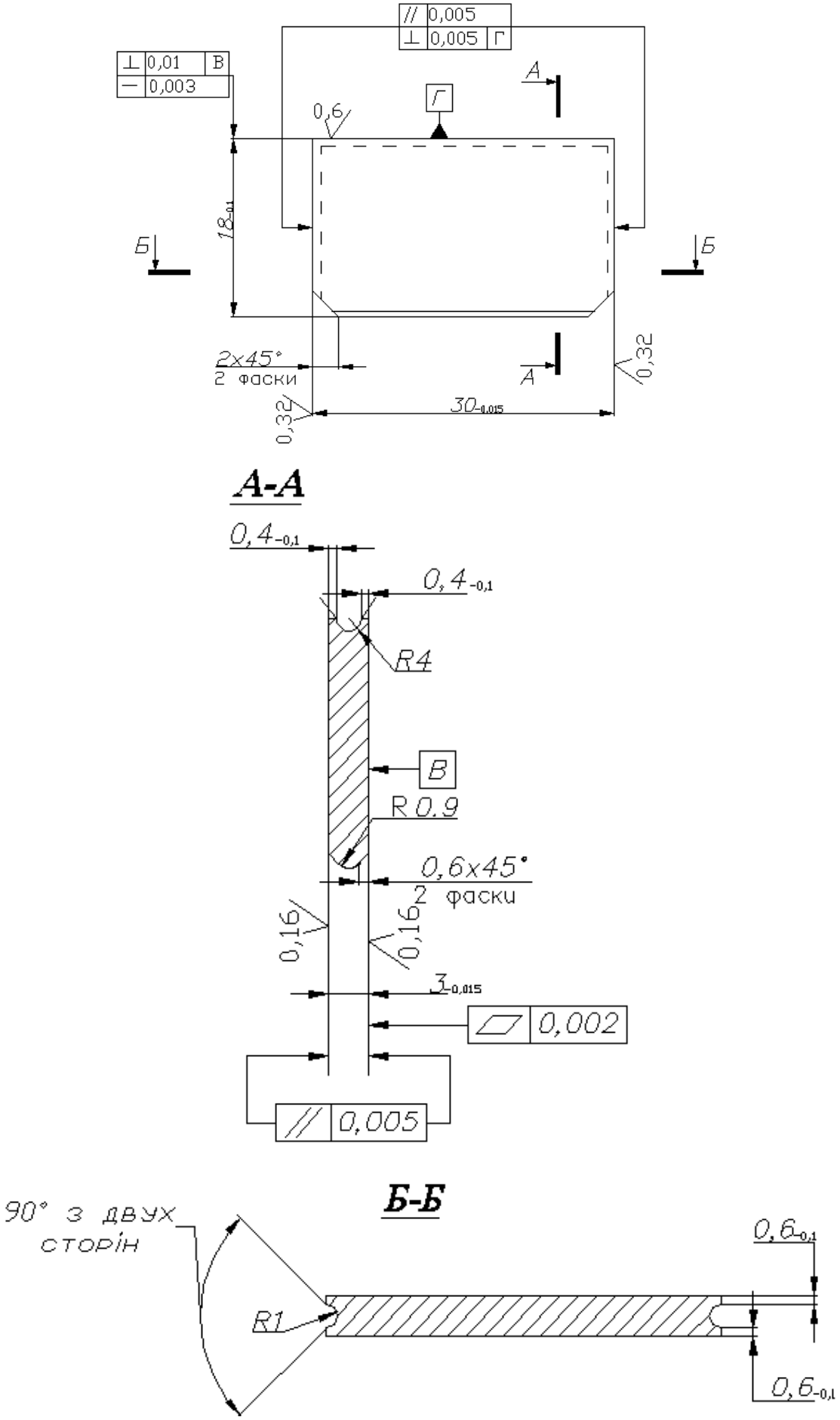

Рисунок 2.7 – Лопатка

Застосування швидкоріжучої сталі Р18 обумовлено необхідністю запобігти термічному відпуску кінця лопатки, яка контактує із кільцем-статором, оскільки це веде до швидкого її зносу.

2.7 Нітроцементація як способ поверхневого зміцнення

Нітроцементація – процес одночасного насичення поверхневих шарів стальних деталей вуглецем та азотом. Нітроцементація (газове ціанування) переважає інші методи ціанування (рідинне, в твердих сумішах) за рядом ознак:

- дешевша за ціанування в ціаністих солях;
- нешкідлива та більш технологічна;
- можливість регулювати ступінь насичення N2 та С поверхневого шару.

На практиці для її здійснення застосовують безмуфельні шахтні електропечі, шахтні муфельні цементаційні електропечі та ін.

Нітроцементація поділяється на високотемпературну та низькотемпературну. Високотемпературна нітроцементація здійснюється при температурах вище верхньої критичної точки Ас3. Низькотемпературна нітроцементація відбувається при температурах нижче точки Ас1.

Нітроцементація підвищує зносостійкість та опір втомі. В процесі нітроцементації головним фактором, яка визначає насичення поверхні N2, є температура процесу; концентрація аміаку також впливає в цьому напрямку, але не так суттєво.

Існує певна оптимальна межа насичення поверхні вуглецем та азотом. При занадто великій їхній кількості утворюються карбонітридні фази (ця структура небажана, так само, як та цементитна сітка). Оптимальна структура сталі після нітроцементації повинна відповідати евтектоїдній.

Помітно впливає на глибину дифузійного шару та склад газоутворюючої суміші.

Послідовність процесу нітроцементації така: спочатку, при нагріві відбувається насичення поверхні N2, з утворенням твердого розчину, який сприяє більш інтенсивному розчиненню вуглецю.

Нітроцементований шар товщиною близько 0,1 мм утворюється при t = 550...600 °С (низькотемпературна нітроцементація), і близько 1,8 мм при t = 880...960 °С – високотемпературна нітроцементація. в першому випадку витримка дається 30 хв., в другому – 6...7 год.

При нітроцементації джерелом активних атомів вуглецю є карбюризатори, і насичення азотом досягається за рахунок розкладу аміаку. в якості вихідної речовини для насичення поверхні деталей азотом використовують також триетаноламін.

При нагріванні триетаноламіна до температури вище 500°С він розпадається за реакцією:

$$(C_2H_2OH)3N \rightarrow 2CH_4 + 3CO + HCN + 3H_2.$$

У процесі нітроцементації деталі можуть охолоджуватись разом з піччю на повітрі чи загартовуватись. Може бути використаний ступінчатий режим ціанування: спочатку при високій температурі переважне насичення вуглецем, і далі при більш низькій температурі – азотом.

Газова високотемпературна нітроцементація високохромистих сталей успішно застосовується в продуктах перолізу триетеноламіну, коли в нього ввести кисень – та азотомісткі компоненти, насичені водні розчини гідрата окису амонію NH_4OH, нітрата натрія $NaNO_2$ та алюмінатa натрію $NaAlO_2$ (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Температура та склад атмосфери при нітроцементації

Вміст компонентів в карбюризаторі, % за масою	Температура, °С	Склад атмосфери, %					
		CO	H_2	CH_4	N_2	C_nH_m	CO_2
Триетаноламін	860	33,4	38,2	14,6	12,9	0,9	–
$(C_2H_2OH)_3N$ – 100	940	36,9	39,3	11,8	11,3	0,6	0,20

Триетаноламін – 97,4; гідрат окису амонію – 0,6; вода – 2,0	860 940	30,3 32,9	40,1 45,1	10,1 8,0	18,5 13,6	0,4 0,3	– 0,10
Триетаноламін – 96,1; гідрит окису амонію – 0,5; нітрит натрію – 0,3; алюмінат натрію – 0,2; вода – 2,9	860 900 940	36,0 36,6 38,8	44,6 44,1 46,3	8,9 6,8 4,2	10,4 11,0 11,6	0,1 0,1 –	– 0,08 0,10

Примітка. Витрати карбюризатора 180...200 см^3/год.

Зносостійкість нітроцементованого шару вища, ніж при газовій цементації.

Деталі після високотемпературної нітроцементації піддають гартуванню.

Тривалість витримки, необхідна для отримання шару заданої глибини, залежить, головним чином, від температури процесу. в більшості випадків нітроцементація здійснюється при температурі 840...860 ºС. В залежності від глибини шару середню швидкість можна прийняти 0,1...0,2 $\times 278 \cdot 10^{-6}$ м/с. Верхня межа відноситься до шарів глибиною до 0,5 мм, і нижня – глибиною 1,0...1,5 мм.

Як та при газовій цементації, тривалість витримки T, год, визначається як частка від ділення заданої глибини нітроцементованого шару H на середню швидкість процесу:

$$T = \frac{H}{V}.$$

Нітроцементацію потрібно здійснювати в найбільш прогресивному варіанті – в автоматизованих прохідних та камерних агрегатах, які забезпечують проведення повного циклу обробки із застосуванням контрольованих газових атмосфер в умовах автоматичного регулювання вуглецевого потенціалу атмосфери печі.

Потрібно здійснювати такий оптимальний режим хімікотермічної обробки, який забезпечить отримання деталей з якісною структурою без

дефектів поверхневих шарів та з мінімальною та стабільною деформацією, і також при мінімальній тривалості процесів насичення вуглецем та азотом з метою економії енергоресурсів.

Характерною рисою сучасних процесів цементації та нітроцементації є те, що нагрівання деталей до температури насичення, насичення вуглецем та азотом та гартування здійснюються в контрольованій газовій атмосфері без доступу повітря.

2.8 ТП зміцнення шестерні нітроцементацією

Для побудови технологічного процесу нітроцементації необхідно встановити типові склади, температуру точки роси t_p та кисневий потенціал nO_2 ендотермічних атмосфер, збагачених азотом, які застосовуються для обробки деталей.

Застосовуємо наступний режим нітроцементації:

- t = 920 °C;
- витримка 6 год.;
- карбюризатор триетаноламін $(C_2H_2OH)_3N$;
- витрати карбюризатора 180...200 $см^3$/год.;
- товщина зміцненого шару 1,5 мм;
- твердість поверхні сталей 40Х, 60ХГ, 18ХГТ, ШХ15 - HRC 51...58.

Застосовуємо наступний режим гартування:

- температура гартування 850 ºС;
- охолоджуюче середовище – масло індустріальне 50;
- витримка 60 хв.;
- тривалість відпуску при 180 ºС 4 год.
- твердість поверхні сталей 40Х, 60ХГ, 18ХГТ, ШХ15 - HRC 55...66.

Схема технологічного процесу зміцнення шестерні масляного насоса нітроцементацією представлено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Схема технологічного процесу зміцнення шестерні масляного насоса нітроцементацією

Назва операції	Зміст операції	Обладнання, інструменти
1	2	3
005 Очищувальна.	Очистка шестерні від бруду та мастила.	Стіл слюсарний
010 Мийна.	Очистка шестерні від бруду та мастила.	Мийна машина. Ванна з органічними розчинниками.
015 Обезжирювальна	Обезжирити шестерні.	Обезжирювальна ванна В2СВ
020 Монтажна.	Монтаж на підвіску.	Шкаф з набором підвісок.
025 Мийна.	Обезжирювання венським вапном чи його замінниками.	Мийна машина.
030 Хімічне травлення.	Провести хімічне травлення деталі.	Ванна для обезжирювання, ванна для хімічного травлення
035 Нітроцементація.	Провести нітроцементацію деталі.	Установка для нітроцементації.
040 Гартувальна	Провести гартування деталі.	Піч для гартування
045 Контрольна	Провести контроль деталі.	Стіл ВТК

2.9 ТП зміцнення кільця-статора нітроцементацією

Для побудови технологічного процесу нітроцементації необхідно встановити типові склади, температуру крапки роси t_p та кисневий потенціал nO_2 ендотермічних атмосфер, збагачених азотом, які застосовуються для обробки деталей.

Застосовуємо наступний режим нітроцементації:

- t = 920 °С, витримка 6 год., карбюризатор триетаноламін $(C_2H_2OH)_3N$, витрати карбюризатора 180...200 см^3/год., товщина зміцненого шару 1,5мм, твердість поверхні сталей 60ХГ, 18ХГТ, 12ХН3А, ШХ15 - HRC 51...58.

Застосовуємо наступний режим гартування:

- температура гартування 850°С, охолоджуюче середовище - олива індустріальна 50, витримка 60хв, тривалість відпуску при 150°С 4 год., твердість поверхні сталей 60ХГ, 18ХГТ, 12ХН3А, ШХ15 - HRC 62...66.

Таблиця 2.5 – Схема технологічного процесу

Номер операції	Назва, зміст технологічних операцій	Обладнання
005	Мийна. Очистка кільця-статора від бруду та мастила.	Мийна машина. Ванна з органічними розчинниками.
010	Монтажна. Монтаж на підвіску.	Шафа з набором підвісок.
015	Мийна. Обезжирювання венським вапном чи його замінниками. Хімічне травлення.	Ванна для обезжирювання, ванна для хімічного травлення
020	Нітроцементація.	Установка для нітроцементації.
025	Гартування.	Піч для гартування

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування в необхідності вдосконалення конструкції

Доведено [10], що підвищення тонкості фільтрації рідини в гідравлічній системі з 20...25 до 5 мкм збільшує термін служби насосів більш ніж в 10 разів, а гідроапаратури в 5...7 раз. При фільтрації тонкістю 10 мкм знос гідрообладнання машин, що викликається забрудненістю робочої рідини, практично припиняється. Установка фільтру з тонкістю фільтрації палива 13 мкм замість 30 мкм збільшує термін служби плунжерних пар паливного насоса в 3,5 рази. Спостереження за експлуатацією пластинчастих насосів показали, що за наявності забруднень в робочій рідині до 0,088% з розміром частинок 10...40 мкм термін служби насосів за в 4...5 раз нижче передбачений технічними умовами.

Рідина із зваженими твердими частинками при течії з великою швидкістю, що досягає в деяких ділянках систем 300 м/с, притуплює, подібно абразивній емульсії, кромки розподільних отворів. Від цього з часом збільшуються зазори, зменшуються перекриття, змінюються коефіцієнти витрати і опору сопл і отворів, що калібруються.

Таким чином, підтримка чистоти мастильних матеріалів техніки – один із способів зменшення її зносу і підвищення довговічності обладнання.

3.2 Вдосконалення конструкції оливного картера

Відомий оливний картер із заданим верхнім рівнем олива, що містить днище, відстійник і піногаситель, виконаний у вигляді пластини з центральним патрубком для розміщення оливозабірника, поперечними гофрами і подовжніми каналами, що зв'язують западини гофрів.

Недолік цього оливного картера - неповне очищення оливи з огляду на те, що наявність подовжніх каналів в гофрах сприяє підвищенню можливості переміщення і попадання забруднюючих оливочастинок в зону оливозабірника. Причому наявність подовжніх каналів в гофрах зменшує простір усередині них

і зменшує поверхню контакту олива з поверхнею гофрів. Цим самим зменшений простір скупчення забруднюючих оливо частинок, погіршене гасіння піни, що утворюється при коливаннях оливи, підвищене розбрискування олива.

Мета розробки - підвищення ефективності роботи картера шляхом поліпшення очищення олива.

Оливний картер (рис. 3.1) із заданим верхнім рівнем оливи, містить днище, відстійник і піногаситель, виконаний у вигляді пластини з центральним патрубком для розміщення оливозабірника, поперечними гофрами, причому верхні частини центрального патрубка і гофрів розташовані в площині заданого верхнього рівня оливи, а патрубок забезпечений крізними пазами, і додаткову пластину з отвором для розміщення оливозбірника, причому пластина встановлена нижче піногасителя і утворює з нижньою частиною гофрів кишені, а на бічних поверхнях гофрів виконані крізні подовжні прорізи.

Оливний картер 1 з верхнім рівнем 2 оливи містить днище 3, відстійник 4 і піногаситель 5, виконаний у вигляді пластини 6 з центральним патрубком 7 для розміщення оливозабірника 8, поперечними гофрами 9. Верхні частини центрального патрубка і гофрів 9 розташовані в площині заданого верхнього рівня оливи. Центральний патрубок 7 забезпечений крізними пазами 10. Нижні частини гофрів 9 перекриті додатковою пластиною 6, при цьому нижня частина гофрів і пластини 6 утворюють кишені 11. Бічні поверхні 12 гофрів 9 забезпечені крізними подовжніми прорізами 13, які розміщені не нижче за нижній рівень 14 оливи.

Оливний картер працює таким чином.

Відпрацьоване оливо накопичується в оливному картері 1. При цьому забруднюючі оливо частинки осідають на поверхні піногасником 5 як в западинах гофрів 9, так і в кишенях 11. Наявність кишень служить додатковим піногасником і заспокоювачем рухомого олива, зменшуючи його розбрискування. Вільний стік олива у відстійник 4 здійснюється через крізні подовжні прорізи 13 в бічних поверхнях 12 гофрів 9 і крізні пази 10 центрального патрубка 7.

Техніко-економічна ефективність оливного картера полягає в підвищенні ефективності його роботи за рахунок поліпшення очищення оливи. Цьому сприяють додаткове піногасіння і додаткове накопичення забруднюючих оливу частинок в кишенях, а також зменшення розбрискування оливи.

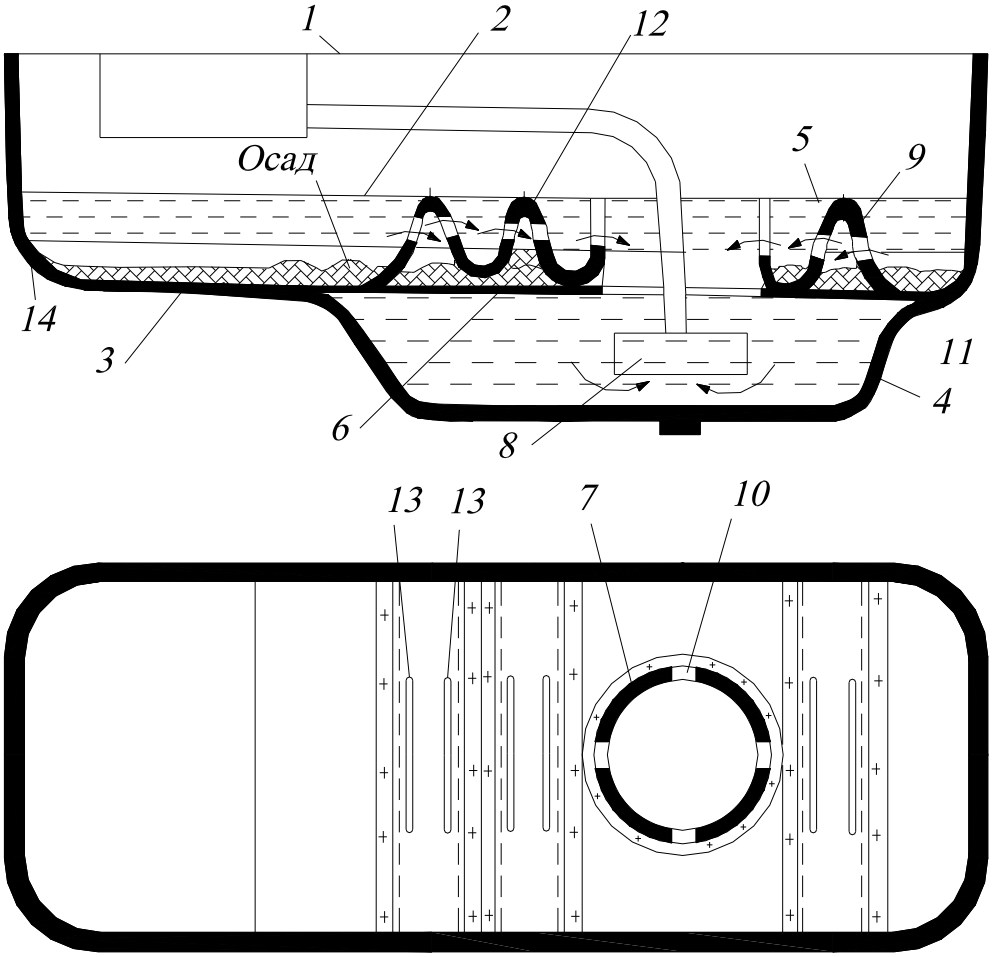

Рисунок 3.1 - Схема оливного картера

1 - оливний картер; 2 – покажчик верхнього рівня оливи; 3 - днище; 4 - відстійник; 5 - піногасник; 6 - пластина; 7 - центральний патрубок; 8 - оливозабірник; 9 - поперечні гофри; 10 - крізні пази; 11 - кишені; 12 - бічні поверхні; 13 - подовжні прорізи; 14 – покажчик нижнього рівня оливи.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 САПР інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів

SolidWorks – система автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності та призначення. SolidWorks є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу відповідно до концепції CALS-технологій, включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-додатками і створення інтерактивної документації [3].

З самого початку роботи корпорація SolidWorks ставила перед собою завдання створити конструкторську систему «середнього» рівня. Слід зауважити, що ця задача була успішно вирішена. Більш того, за визнанням багатьох провідних фахівців у цій області, вже версія SolidWorks 2004 значно перевершувала «середній» рівень, хоча вона, як і всі попередні версії, базується на тому ж геометричному ядрі Parasolid, на якому базується така «важка» конструкторська система, як Unigraphics (розглядається далі). А можливості версії SolidWorks 2009, природно, ще ширше [2]. Створення деталі в системі SolidWorks зображено на рис. 4.1.

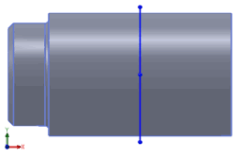

Рис. 4.1. Створення деталі в системі SolidWorks

Пакет Unigraphics являє собою універсальну середу автоматизованого про-ектування та виробництва для промислових підприємств різних галузей економіки. Підхід до розробки вироби в системі Unigraphics відображає ітераційний процес, що дозволяє конструювати та аналізувати повністю електронну модель до тих пір, поки вона не буде відповідати необхідним технічним вимогам. Цьому сприяє потужне ядро гібридного моделювання, завдяки чому конструктор має вибір між технологіями параметричного

моделювання з використанням твердих тіл, параметрезованих типових елементів, поверхонь і дротяної геометрії. Можна поєднувати параметричні або варіаційні моделі з не параметризованими даними при будь-якому поданні вироби.

Пакет Unigraphics займає ринок CAD / CAM / CAE систем. Він дозволяє проводити:

– автоматизоване проектування (CAD);

– механообробка (CAM);

– інженерний аналіз (CAE);

– конструювання і обробка виробів з листового металу (Sheet Metal).

AutoCAD – це і 2х-3х-мірна система автоматизованого проектування і креслення компанії Autodesk. Сімейство продуктів AutoCAD є одним з найбільш поширених САПР в світі.

Компанія Autodesk займається розробкою системи автоматизованого проектування AutoCAD с 1982 року, тобто більше 26 років.

AutoCAD надає всі необхідні кошти для оформлення креслень: широкий набір графічних примітивів, засоби для автоматичного нанесення розмірів, штрихування, заливки, інструменти для копіювання, повороту, масштабування об'єктів, що створюються, функції для перегляду креслень і подальшого їх виведення на друк, можливість створення власних бібліотек креслень і часто вживаних елементів.

AutoCad використовує ядро Acis – об'єктно-орієнтований пакет геометричного моделювання, розроблений фірмою Spatial Technology для використання в якості геометричної основи в додатках для тривимірного моделювання. Acis надає засіб з відкритою архітектурою для каркасного, поверхневого і твердотільного моделювання з загальної, уніфікованої структурою даних. [5].

4.2 Методи інтеграції САПР типу CAD

Основу сучасних CAD систем становлять спеціалізовані ядра геометричного моделювання. Ядро – це набір математичних функцій, що

призначений для точного математичного подання тривимірної форми виробу і управління цією моделлю. Отримані з його допомогою геометричні дані використовуються системами автоматизованого проектування (CAD), технологічної підготовки виробництва (CAM) та інженерного аналізу (CAЄ) для розробки конструктивних елементів, зборок і виробів. Проектувальник отримує доступ до функцій ядра з відповідної САПР через графічний користувальницький інтерфейс. Таким чином, ядро має дуже велике значення. Тому його іноді називають «двигуном» системи проектування. Саме воно визначає її функціональні можливості і продуктивність.

Взаємодія ядра системи проектування і інтегрувальне програми відбувається за допомогою спеціального API. Як правило, API надає всі необхідні інструменти для отримання поточних даних з CAD системи, а також для їх зміни.

Можливі дві варіанти передачі управління від CAD системи до інтегрованим додатком:

– прямий виклик функції програми за допомогою графічного інтерфейсу системи;

– автоматичний виклик функції додатка при настанні певної події.

ІНТЕГРАЦІЯ В SolidWorks

Наприклад, якщо реалізувати передачу моделі, створеної в системі SolidWorks, в CAE-систему MDesign 11.0 (модуль SHAFT).

Модуль SHAFT призначений для розрахунку характеристик валу, що задається набором порожніх або суцільних ступенів різної форми. Модуль SHAFT показаний на рисунку 4.2.

Використання функціоналу SolidWorks для проектування моделі з подальшою передачею її в систему MDesign для виконання розрахунків підвищує продуктивність роботи, а також розширює можливості модуля SHAFT по створенню моделі та розрахунку її характеристик.

Алгоритм аналізу моделі.

Для організації передачі моделі з системи SolidWorks в систему MDesign, здійснюють попередній аналіз моделі. Такими завданнями аналізу є:

– Перевірка помилок в моделі (тобто, наприклад, вал має таку форму, яку не можна поставити в модулі MDesign SHAFT);

– За наявності помилок – повідомлення із зазначенням положення некоректного ділянки цього валу;

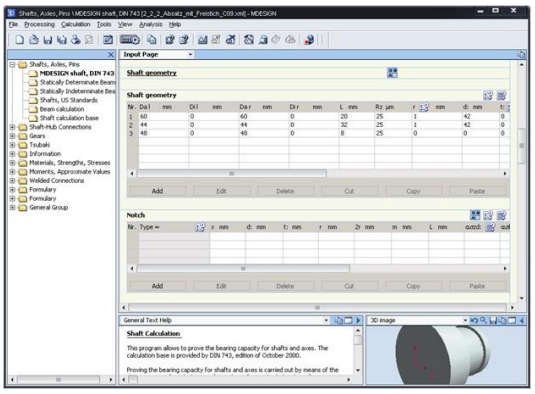

Рис. 4.2. Головна форма модуля MDesign SHAFT.

Процес створення моделі вала показано на малюнку 4.3.

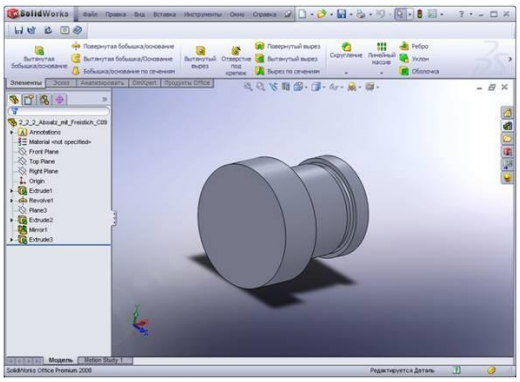

Рис. 4.3 Розробка моделі валу в SolidWorks.

– Збереження моделі, наприклад, валу у форматі, який може бути завантажений модулем MDesign SHAFT.

Результатом роботи аналізатора є модель такого валу, яка повинна точно збігатися з моделлю, яка відображається в SolidWorks.

Інтерфейс програми

Керування програмою відбувається за допомогою панелі інструментів (рис. 4.3), на якій є такі кнопки:

1. Аналіз і Збереження поточної моделі;
2. Аналіз поточної моделі;
3. Запуск CAE-системи MDESIGN Shaft;
4. Діалог опцій (рис. 4.4.);
5. Допомога.

Рис. 4.3. Панель інструментів.

Універсальна система CADAD (США). Ця система включає елементи штучного інтелекту типу CAD/CAM (CAD – Computer Aided Design, CAM – Computer Aided Management), вона дозволяє здійснювати конструкторські та проектувальні роботи, а також аналіз та управління проектами.

Цю систему умовно можна поділити на дві частини. Перша призначена для проектування, вона складається з наступних підсистем6

– підсистеми проектування, які містять двох та трьохмірні графіки;

– підсистеми проектування та аналізу будівельної та технологічної частин об’єкту з підготовкою креслень;

– підсистеми розрахунку та оцінки потреби в матеріальних та трудових ресурсах.

– Друга частина забезпечує управління проектною діяльністю і містить:

– систему управління (планування);

– систему оцінки та контролю якості;

– систему документообігу по проекту та базу даних, яка необхідна для підготовки інформації для керівництва та менеджерів проекту.

Інтерфейсом CADAD пов’язана з системою ARTEMIS, яка використовується для календарного планування. Система забезпечує швидку відповідь на запит, а також ефективні методи захисту від несанкціонованого доступу. САПР типу КОМПАС (Росія). Система КОМПАС-ГРАФІК від компанії «Аскон» призначена для автоматизації проектноконструкторських робіт в різних галузях діяльності. Вона може успішно використовуватися в машинобудуванні і приладобудуванні, архітектурі і будівництві, тобто скрізь, де необхідно розробляти і випускати креслярську документацію.

КОМПАС-ГРАФІК 5.X розроблений спеціально для операційного середовища Windows.

Порядок виконання графічних робіт побудований на основі послідовності створення креслення і розглядається на конкретних прикладах, що повинне сприяти швидкому вивченню системи КОМПАС-ГРАФІК 5.X.

Система КОМПАС-ГРАФІК 5.X дозволяє розробляти шість видів документів:

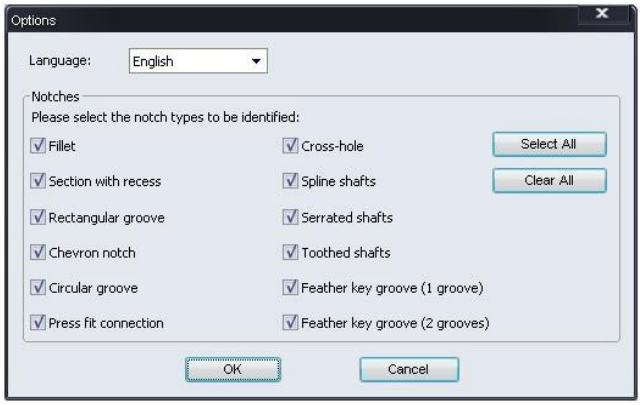

Рис. 4.4. Діалог опцій.

ЗБІРКА це електронний документ, що дозволяє виконувати в аксонометрії складальні одиниці з твердотільних деталей. Файл документа Збірка має розширення *.a3d.

ДЕТАЛЬ це електронний документ, що дозволяє виконувати в аксонометрії твердотільні деталі

Файл документа Деталь має розширення *.m3d

ЛИСТ це електронний лист креслення, оформлений відповідно до ГОСТ 2.10468 (рамки формату і поля креслення, основний напис і додаткові рамки).

Файл документа Лист має розширення *.cdw.

ФРАГМЕНТ це електронний чистий лист без рамок, на якому виконуються графічні роботи.

Файл документа Фрагмент має розширення *.frw.

Система КОМПАС-3D

Основне завдання, що вирішується системою КОМПАС-3D від компанії «Аскон» – моделювання виробів з метою скорочення термінів проектування і швидкого запуску у виробництво. Це можливо за рахунок:

– швидкого отримання конструкторської і технологічної документації, необхідної для випуску виробів (складальних креслень, специфікацій, деталювань і т.д.);

– передачі геометрії виробів в розрахункові пакети;

– передачі геометрії виробів в пакети, що управляють устаткуванням з ЧПУ;

– створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації і т.д.).

Основні компоненти КОМПАС-3D – власне система тривимірного твердотільного моделювання, креслярсько-графічний редактор і модуль проектування специфікацій.

Креслярсько-графічний редактор (КОМПАС-ГРАФІК) призначений для автоматизації проектно-конструкторських робіт в різних галузях промисловості: у машинобудуванні, архітектурі, будівництві, складанні планів і схем, тобто скрізь, де необхідно розробляти і випускати креслярську і текстову документацію.

Система тривимірного твердотільного моделювання призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі вже спроектованого прототипу.

В 2008 році компанією Аскон було представлено версію КОМПАС-3D V10

Лінія програмних продуктів:

– Система управління інженерними даними й життєвим циклом виробу ЛОЦМАН:PLM

– Система тривимірного моделювання КОМПАС-3D

– Графічний редактор для креслення КОМПАС-График

– Система автоматизації технологічної підготовки виробництва КОМПАС-Автопроект

– Прикладні бібліотеки, спеціалізовані системи проектування, електронні довідники.

Тип документа, що створюється в системі КОМПАС-3D, залежить від роду інформації, що зберігається в цьому документі. Кожному типу документа відповідає розширення імені файлу і власна піктограма.

Деталь – модель виробу, що виготовляється з однорідного матеріалу, без застосування складальних операцій. Файл деталі має розширення m3d.

Зборка – модель виробу, що складається з декількох деталей із заданим взаємним положенням. До складу зборки можуть також входити інші складки (підзборки) і стандартні вироби. Файл зборки має розширення a3d.

Креслення – основний тип графічного документа в КОМПАС-3D. Креслення містить графічне зображення виробу, основний напис, рамку, іноді – додаткові об'єкти оформлення (знак невказаної шорсткості, технічні вимоги і т.д.). Креслення КОМПАС-3D завжди містить один аркуш заданого користувачем формату. У файлі креслення можуть міститися різні графічні документи. Файл креслення має розширення cdw.

Фрагмент – допоміжний тип графічного документа в КОМПАС-3D. Фрагмент відрізняється від креслення відсутністю рамки, основного напису й інших об'єктів оформлення. Використовується для зберігання зображень, які не потрібно оформляти як окремий аркуш (ескізні промальовування, розробки і т.д.). Крім того, у фрагментах також зберігаються створені типові рішення для подальшого використання в інших документах. Файл фрагмента має розширення frw.

Специфікація – документ, що містить інформацію про склад зборки, представлену у вигляді таблиці. Специфікація оформляється рамкою і основним написом. Документ часто буває багатосторінковим. Файл специфікації має розширення spw.

Текстовий документ – документ, що містить текстову інформацію, оформляється рамкою і основним написом. Документ часто буває багатосторінковим. У текстовому документі можуть бути створені записки, пояснення, сповіщення, технічні умови і т. п. Файл текстового документа має розширення kdw.

При роботі в КОМПАС-3D використовуються декартові праві системи координат. У кожному файлі моделі (зокрема в новому, тільки що створеному) існує система координат і визначувані нею проекційні площини. Зображення системи координат з'являється посередині вікна моделі. Початок абсолютної системи координат креслення завжди знаходиться в лівій нижній точці

габаритної рамки формату. Початок системи координат фрагмента не має чіткої прив'язки, як у креслення. Тому, коли відкривається новий фрагмент, точка початку його системи координат автоматично відображається в центрі вікна. Для зручності роботи користувач може створювати в графічних документах довільну кількість локальних систем координат (ЛСК) й оперативно переключатися між ними.

КОМПАС-3D – багатовіконна і багатодокументна система. У ній можуть бути одночасно відкриті вікна всіх типів документів КОМПАС – моделей, креслень, фрагментів, текстово-графічних документів і специфікацій. Кожен документ може відображатися в декількох вікнах. Команди викликаються із сторінок Главного меню, контекстного меню або за допомогою кнопок на Инструментальной панели.

При роботі з документом будь-якого типа на екрані відображаються Главное меню і декілька панелей інструментів:

Стандартна, Вид, Текущее состояние, Компактная

Головне меню служить для виклику команд. За умовчанням Главное меню розташовується у верхній частині вікна. При виборі пункту меню розкривається перелік команд цього пункту. Деякі з команд мають власні підменю (команда помічена в кінці чорною стрілкою) або діалогові вікна (команда помічена багатокрапкою).

Стандартная – панель, на якій розташовані кнопки виклику команд стандартних операцій з файлами і об'єктами.

Вид – панель, на якій розташовані кнопки виклику команд настройки відображення активного документа.

Панель Текущее состояние – на ній відображаються параметри поточного стану активного документа.

Компактная инструментальная панель – на ній розташовані кнопки перемикання між інструментальними панелями і кнопки самих інструментальних панелей.

Активізація інструментальних панелей проводиться за допомогою кнопок перемикання, але неможлива за допомогою меню. Склад меню і панелей залежить від типу активного документа.

Команди, що управляють відображенням інструментальних панелей, знаходяться в меню Вид\Панели инструментов.

Для введення параметрів і завдання властивостей об'єктів при їх створенні і редагуванні служить Панель свойств.

Робота із змінними і рівняннями ведеться за допомогою вікна Переменные.

Для управління бібліотеками і їх використанням призначений Менеджер библиотек

У рядку повідомлень Строке сообщений (якщо її показ не відключений при настройці системи) відображаються підказки для поточної дії або опис вибраної команди.

Інструментальні панелі – для включення відображення на екрані служить команда Вид\ Панели инструментов, для активізації панелі вибирається відповідна кнопка на Компактній інструментальній панелі.

Для створення об'ємних елементів використовується переміщення плоских фігур в просторі. В процесі переміщення ці фігури обмежують частину простору, яка і визначає форму елементу.

Наприклад: Переміщення прямокутника в напрямі, перпендикулярному його площині, приведе до формування призми, яку можна розглядати як прямокутну пластину певної товщини.

В результаті повороту ламаної лінії на 360° навколо осі, лежачої в площині ламаної, буде сформований об'ємний елемент. Цей елемент буде валом, що складається з циліндричних і конічних ділянок. Якщо коло перемістити уздовж кривої, напрямної, то буде одержаний об'ємний елемент, що є круглим стрижнем певного діаметру і форми.

Ескізи і операції. Плоска фігура, в результаті переміщення якої утворюється об'ємне тіло, називається ескізом, а саме переміщення – операцією.

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Призначення, загальна будова, основні функції лопатних насосів

Лопатеві гідравлічні машини виграють за рахунок простоти конструкції, надійністю, тривалістю роботи та меншим шумом, тому їх досить широко використовують в гідроприводах з довільним тиском до 14 МПа. Насоси цього типу використовують для подачі рідини (0,05…3,4) 10^{-3} $м^3/с$ і мають ККД μ_o = 0,7…0,96. За методом оберту валу ці машини поділяються на одноразової та багаторазової дії. Гідромашини одноразові поділяються на регульовані і неругольовані. [9].

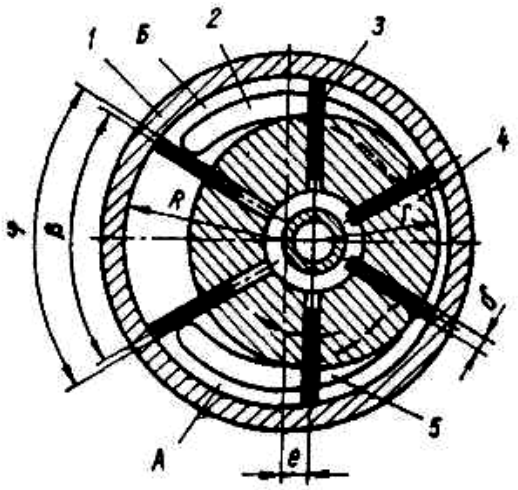

Рисунок 5.1 - Схема пластинчастого насоса одноразової дії.

Вісь напрямної поверхні стартора враховуючи осі ротора та обєм робочої камери, закрита двома пластинами які знаходяться поряд, краями ротора і стартора та кришками, відрізняються при поваороті ротора. Провертання ротора по напрямку датчика додаж збільшення обєму камери А і зменшує тиск. Від перепаду тисків атмосферного і в робочій камері остання набирається робочою рідиною з бака черех шланг 5. При падінні обєму камери Б витискує рідину в нагнітальній отвір 2 насосу. Серпоподібні пази виконють роль втягувальних і нагнітальних отворів, які виконанні в боках насоса.

Для сепарації зони нагнітання від втагуванльної зони серпоподібні пази поділяються перемичками, які знаходяться посеред кута φ, значення якого φ ≥

β, де β = 2π/z – кут між ними, z – кількість пластин. Ексцинтреситет виконує роль регулятора *e*.

Робочий обєм q насоса – це обєм, що проходить робоча частина пластини висотою h =2e за провертання ротора на 1 оберт. Не враховуючи товщини пластини обєм механізму одноразової дії.

$$q_1 = 2\pi Rbh = 4\pi beR, \tag{5.1}$$

де $R = D/2$ - радіус внутрішньої поверхні статора; b - ширина ротора.

Вираз (3.1) не враховує, що пластини, маючи кінцеву товщину δ, займають частину робочого простору гідромашини, зменшуючи її робочий об'єм. Величина втраченого робочого об'єму для z пластин:

$$q_2 = b\delta z\left[\left(R + e - r\right) - \left(R - e - r\right)\right] = 2be\delta z, \tag{5.2}$$

де r - радіус ротора, а робочий об'єм насоса:

$$q = q_1 - q_2 = 2be\left(2\pi R - \delta z\right). \tag{5.3}$$

Якщо пази ротора з'єднати радіальними каналами з центральним отвором, то пластини, притиснуті пружинами до статора, будуть виконувати роль поршнів і подаватимуть з лінії всмоктування в лінію нагнітання за один оберт ротора додатковий об'єм q_2, внаслідок чого робочий об'єм такої машини визначиться виразом (5.1).

При різному відносно діаметрального розміщення зон втягування та нагнітання на ротор впливає достатня односторроня сила P = 2Rbp, Де p – тиск на лінії нагнітанні. Ось тому найвищий допустимий тиск на магістралі нагнітання визначається даними підшипників, які впливають на силу тиску ротора. Для забезпечення регулювання збільшення конструктивних параметрівввалів і підшипників одноразової дії виготовляють на тису 11 МПа [9].

Для визначення характеру нерівномірності подачі насоса треба визначити сумарну подачу робочої рідини, яка нагнітається всіма камерами при геометричному змінюванні їхніх об'ємів. Аналіз кінематики пластинчастих гідромашин одноразової дії показує, що вона не відрізняється від кінематики радіально-поршневих гідромашин. Тому геометрична подача і крутний момент у насосі з парною кількістю пластин змінюється як подача радіально-поршневого насоса. У насосах з непарною кількістю пластин для наближеного визначення коефіцієнта нерівномірності $\sigma_н$ можна застосувати вираз:

$$\sigma_н \approx 1{,}25 / z^2 . \qquad (5.4)$$

Описані вище пластинчаті насоси одинарної (одноразової) дії в основному застосовуються для гідросистем, які не вимагають високого тиску (до 5...5МПа). У гідроприводах машинного регулювання їх застосовують переважно як допоміжні насоси (насоси підживлень тощо).

Недоліком пластинчатих гідромашин є складність герметизації витіснювачів, особливо герметизації із сторони торців, а також велике навантаження на вісь ротора і пластини від сил тиску рідини. Тому в практиці поширені нерегульовані пластинчаті насоси двократної (і рідше, - чотирикратної) дії, які володіють вищим робочим об'ємом і ККД.

Перевагою насосів дво- і чотирикратної дії є врівноваженість радіальних сил тиску рідини на пластинчастий ротор, завдяки чому вони придатні для роботи при вищому, ніж у насосів одноразової дії, тиску рідини (14МПа і вище).

В гідромашинах одноразової дії (рис 5.2) пластини 2 вільно ходять по пазах ротора 1 і при запуску насоса при вливі відцентрової силди прижимаються до внутрішньої поверхні стартора 3. В наступному їх контакт з направляючою поверхнею стартора забезпечується доданою дією відцетрої сили та рідиною, що надходить під торці пластин канавку 4 із подаючої гідролінії. Процеси втячгування та нагнітання проходять в робочих камерах

насоса, які утворильсь від двох прилягаючих пластин та відповідними площами ротора, стартора і торцих дисків.

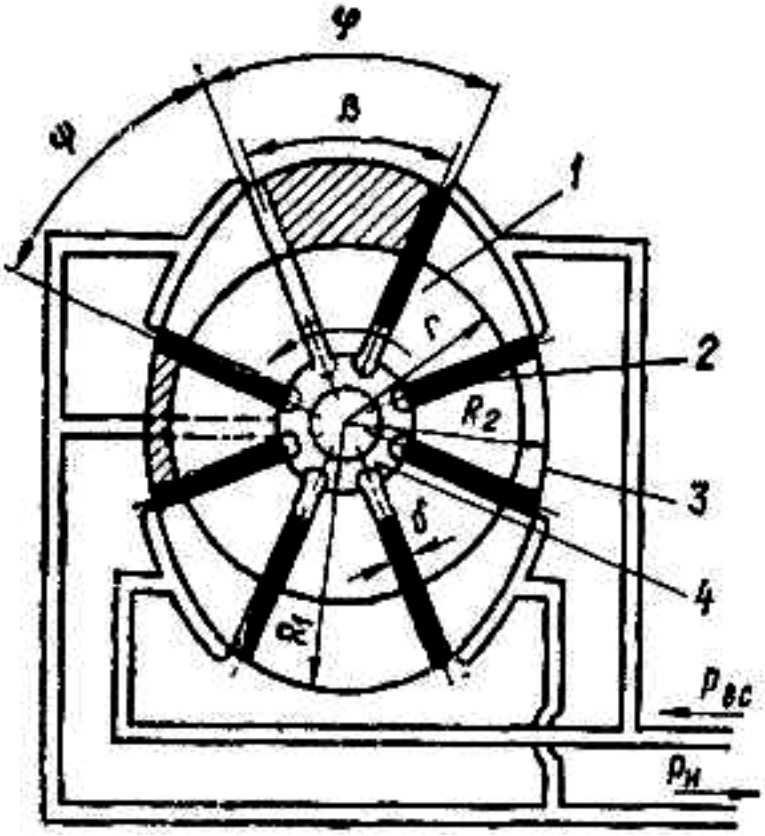

Рисунок 5.2 – Схема пластинчастого насоса дворазової дії

Внутрішня (направляюча) поверхня стартора є закритою кривою, до складу якої входить чотири перехідних ділянок (кути β), які виконанні по кривих кіл з радіусами R1 та R2 та чотирьох перехідних ділянок (кути ψ), у них робочі камери сполучаються з втагувальною та нагнітальною лініями. При одному провертанні ротора камери двівчі втягують і нагнітають робочі масла. Тому до складу такого насосу входить дві порожнини втягування і відповідно дві нагнітання, які сполучаються в одну нагнітальну і втягувальну лінії каналами в насосі. Для сепарації втагувальних і нагнітальних порожнин $\varphi \geq \beta$, де $\beta = 2\pi/z$ – міжпластиний кут, z – число пластин.

Різне діаметрально положення порожнин нагнітання дозволяє врівноважити сили тиску мастил на ротор насоса і забрати нагрузку на опори. Для загального врівноваження сил тиску було обрану парну кількість пластин.

При провертанні ротора 1 у відповідному наданому напрямку обєм робочих камер змінюється у передній частині, а самі камери сполучаються з переміним циклом втягування та нагнітання. Форма передніх кривих має дозволяти плавний рух пласчтин і тому їх воробляють по кривій з постійним прискореням.

Робочий об'єм q_1 визначається як різниця максимального і мінімального об'ємів робочих камер (рис. 5.2, заштриховані ділянки), помножена на їхню кількість:

$$q_1 = 2\left[\left(R_1^2 - r^2\right)\varphi/2 - \left(R_2^2 - r^2\right)\varphi/2\right]bz = 2\pi b\left(R_1^2 - R_2^2\right) \qquad (5.5)$$

де b, r - ширина і радіус ротора; $\varphi = 2\pi/z$ - кут між пластинами.

З урахуванням об'єму, який займають пластини товщиною δ, робочий об'єм повинен бути зменшений на величину:

$$q_2 = 2\left(R_1 - R_2\right)b\delta z\,, \qquad (5.6)$$

а повний робочий об’єм гідромашини дворазової дії визначається за формулою:

$$q = q_1 - q_2 = 2b\left(R_1 - R_2\right)\left[\pi\left(R_1 + R_2\right) - \delta z\right]. \qquad (5.7)$$

З розрахункової схеми, наведеної на рис. 5.3, а, витікає, що пластини, копіюючи при обертанні ротора, форму статора, двічі збільшують (всмоктування) за один оборот об'єм камери між двома суміжними пластинами (показано точковим штрихуванням) і двічі його зменшують (нагнітання). Оскільки робочий тиск рідини діє на діаметрально протилежні сторони ротора (з боку вікон b_1, b_2), підшипники ротора практично розвантажуються від сил тиску рідини. Для повнішої врівноваженості радіальних сил тиску рідини на ротор число камер (число пластин) повинне бути парним; поширені насоси з 12 і 16 пластинами.

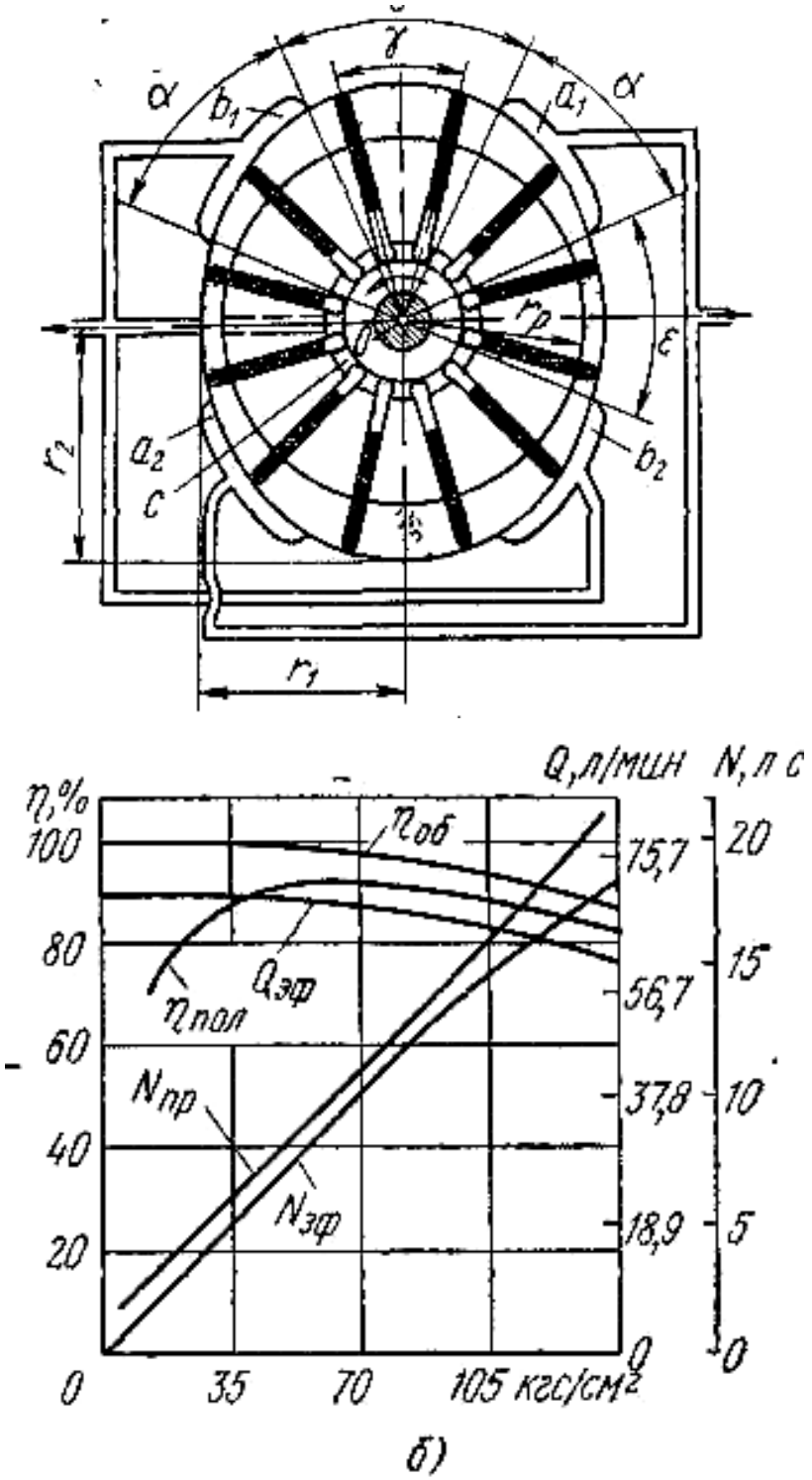

Рисунок 5.3 - Розрахункова схема пластинчастого насоса (а) і його характеристика (б)

Завдяки тому, що міжвіконні ділянки кривих статора (відповідають куту ε; рис. 5.3, а) описані з центру O обертання ротора, практично усувається компресія рідини при проході цих ділянок пластинами і зменшується пульсація подачі. Пульсація в цьому випадку визначається різницею у витратах рідини, яка йде на заповнення прорізів ротора під пластинами при їх висуненні, і

рідини, яка витісняється пластинами при їх утоплюванні, а також стисливістю рідини в камерах насоса і деформацією його корпусу. Крім того, завдяки концентричності міжвіконних ділянок статора, пластини в періоди, коли вони знаходяться під бічним одностороннім гідравлічним навантаженням, не переміщаються в пазах, завдяки чому зменшується їх тертя і знос.

Щільність контакту між лопатками 3 і статором при роботі під тиском забезпечується тиском робочої рідини, яка підводиться в пази ротора під пластини через кільцеві проточки 3, виконані на кришці корпусу (див. рис. 5.3, а).

Недоліком нерегульованих роторних пластинчастих насосів двократної дії з реверсивним потоком рідини є високі питомі тиски між напрямною поверхнею статора і пластинами, які знаходяться в зоні всмоктування, що обмежує номінальний тиск у таких насосах до 6,3МПа [9].

5.2 Характеристика мащення та аналіз причин виходу з ладу деталей вузла тертя

Для поліпшення живлення насоса рідину підводять через розташовані один проти одного вікна в бічних дисках, які з‘єднуються між собою каналами в корпусі. Середня швидкість перебігу рідини у всмоктуючих каналах не більш 2 м/с.

У лопасному насосі змащування поверхонь тертя лопаток і кільця-статора відбувається мастилом, яке перекачує сам насос:

- влітку М-10-$Г_2$(по ГОСТ 8581-78);
- взимку М-8-$Г_2$ (по ГОСТ 8581-78)

Під час роботи насоса можливе контактно-втомне зношування та інтенсифікація зносу за рахунок забруднення абразивними частинками розміром до 25 мкм. У результаті зношення лопаток виникає зменшення подачі мастила, його тиску, або мастило зовсім не надходить. Тоді насос замінюють, або він йде на ремонт, який виконують на серійному виробництві (найчастіше замінюють кільце-статор і лопатки новими).

Обмеження по тиску в пластинчастому насосі обумовлені тим, що при високому тиску лопатки при проходженні зони всмоктування (у цій зоні вони не розвантажуються тиском, діючим з боку кінця кільця-статора) притискаються з великою силою до поверхні кільця-статора, внаслідок чого рідина, яка знаходиться між лопатками і кільцем-статором, видавлюється і між ними виникає сухе тертя. Останнє приводить до нагрівання поверхневого шару лопатки в місці контакту її з кільцем-статором до температури, яка може перевищувати температуру відпускання сталі.

5.3 Сили, діючі на спряжені деталі пари тертя лопать – кільце-статор

Щоб визначити навантаження тиску рідини на вал ротора, потрібно спроектувати параметри пластинчастого насоса на подачу $Q_{еф}$=35 *л/хв* = 0,58 *л/с* (табл. 5.1) із ручним регулюванням подачі при тиску p = 7,0*МПа.* Передбачувані значення механічного й об'ємного ККД рівні 0,88. У цьому випадку розрахункова подача:

$$Q_т = Q_{еф}/\eta_{об} = 35/0{,}88 = 39{,}77 \text{ л/хв.} = 0{,}66 \text{ л/с}$$

Приводна потужність:

$$N_{пр} = 10\, Q_{еф}\, p / 75\, \eta_{об}\, \eta_{мех} = 10 \cdot 0{,}58 \cdot 70 / 75 \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}9 = 6{,}84 \text{ к.с.} = 5{,}05 \text{кВт.}$$

Так як n=1440об/хв і з огляду на Q_T = 0,66 *л/с*, розраховуємо ексцентриситет e [9]:

$$e = 60\, Q_T / D_b 2\, \pi n = 60 \cdot 0{,}66 \cdot 10^3 / 26{,}40 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 1440 = 0{,}17 \text{ см} = 1{,}7 \text{мм},$$

де D_b - добуток діаметра розточки у корпусі статора на ширину ротора;

D = 88 мм (рис. 5.3), b = 30 мм (рис. 5.3), D_b = 2640 мм^2

Навантаження тиску рідини на валик ротора:

$$P = p\,D\,b = 70 \cdot 26.4 = 18480H.$$

Навантаження на лопатки. Лопатки притискаються до статора тиском рідини, підведеним під її торець; в результаті виникає підвищене тертя лопатки об кільце-статор. Сила, з якою лопатка, яка знаходиться в порожнині всмоктування (з нульовим тиском), підтискається до кільця-статора:

$$P_o = p\,b\,c = 70 \cdot 0{,}03 \times 0{,}3 = 6{,}3\ H$$

де p - тиск рідини в камері під нижнім торцем пластини;

s і b - товщина і довжина (рис. 5.3) лопатки (ширина ротора).

Лопатки, які знаходяться в порожнині нагнітання, будуть повністю розвантажені від радіальних сил тиску рідини, а лопатки, які розділяють порожнини всмоктування і нагнітання, будуть розвантажені частково. Практично при розрахунках навантаження від тиску рідини, діючого на лопатку в положенні її між порожнинами всмоктування і нагнітання, умовно відносять до площі, рівної 1/3 добутку товщини лопатки на її довжину:

$$P_{o1} = (1/3)\,p\,b\,c = 2{,}1H \qquad (5.8)$$

Для підвищення герметичності лопатки часто обладнуються вільно посадженим в гніздо ущільненим циліндричним елементом, кривизна зовнішньої поверхні якого відповідає кривизні кільця-статора.

Розрахунок швидкостей ковзання та шляхів тертя. Визначивши силу, діючу від лопатки на статор ($P_0 = 6{,}3\ H$), визначимо площу контакту (A_c) та контурний тиск (P_c) лопатки на кільце-статор. Приймаємо схему циліндр-циліндр (лопатка-кільце-статор).

Маємо $R_{пл} = 45\ мм,\ R_{ст} = 44\ мм$. Тоді площа контакту:

$$A_c = 0{,}9086 \cdot \sqrt[3]{Po\,\frac{R_{пл}\,R_{ст}}{R_{ст} - R_{пл}}\left(\frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2}\right)} \qquad (5.9)$$

де $\mu_1 = \mu_2 = 0{,}26$ - коефіцієнти Пуасона для матеріалів лопатки і кільця-статора;

$E_1 = E_2 = 2{,}0 \times 10^5$ *МПа* - модулі пружності для матеріалів лопатки і кільця-статора;

$P_o = 6{,}3$ *Н* – тиск лопатки на кільце-статор у процесі роботи насоса;

$R_{пл}$, $R_{ст}$ – радіуси лопатки і кільця-статора.

Підставивши дані у формулу 5.9, отримаємо – $A_c = 32{,}17$ *мм*

Контурний тиск:

$$P_c = 0{,}57984 \cdot \sqrt[3]{Po\,\frac{\dfrac{R_{ст} - R_{пл}}{R_{пл}R_{ст}}}{\left(\dfrac{1-\mu_1^2}{E_1} + \dfrac{1-\mu_2^2}{E_2}\right)^2}} = 0{,}11 МПа \qquad (5.10)$$

Кут контакту:

$$\varphi_o = 1{,}13\ Q^{1/3} - 0{,}13\ Q = 1{,}13\ 0{,}059 - 0{,}13\ 0{,}059^{1/3} = 0{,}43\ рад;$$

$$\varphi_o = 24{,}2^{\,o}$$

Максимальний контактний тиск:

$$\sigma_o = \frac{\Delta}{(K_1 - K_2)}\left(\frac{1}{\cos\varphi_0} - 1\right) = 0{,}01/3{,}1 \cdot 10^{-5} \cdot (1/cos 24{,}2 - 1) = 2{,}6 МПа$$

Переміщення:

$$\iota_o = \sigma_o\,(K_1 + K_2) = 2{,}6 \cdot 3{,}1 \cdot 10^{-5} = 0{,}00008\ мм = 0{,}08\ мкм.$$

6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд, що проектується

Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд повинні відповідати функціональному призначенню підприємства і розроблятися з урахуванням кліматичних умов, будівельних вимог технологічного процесу, охорони навколишнього середовища, а також з урахуванням вимог, пов'язаних з опаленням, енергопостачанням, вентиляцією тощо. Крім того, при розробці об'ємно-планувальних рішень слід враховувати, режим роботи підприємства і результати технологічного розрахунку.

При визначенні розмірів виробничого приміщення слід враховувати площі виробничих зон і відділень. По сумарній площі виробничих зон і відділень підприємства, що проектується, і нормативним розмірам будівель машинобудівної промисловості (144×144, 144×72, 72×72, 120×60, 60×60, 108×54, 54×54, 96×48 48×48 тощо) визначають розміри виробничого приміщення. При виборі розмірів виробничого приміщення необхідно ув'язувати їх з розмірами сітки колон, яка вибирається з урахуванням типу робіт і кількість поверхів будівель. Для одноповерхових будівель рекомендується наступна сітка колон: 6х6, 6х12, 12х12, 12х18, 12х24, 12х36, а для багатоповерхових - 6х6 і 6х9 метрів [5].

Висота основних виробничих приміщень при наявності рухомого підйомно-транспортного обладнання приймається не менш 4,5м.

У виробничих приміщеннях взагалі приймають розміри дверей: висота - 2,4м, ширина однодольних - 1,0м, дводольних - 1,5 і 2,0м. Дводольні двері передбачають в приміщеннях, в яких проводиться транспортування великогабаритних вузлів і агрегатів або де встановлюється великогабаритне обладнання. Розміри воріт визначають із наступних умов: висота повинна бути більше на 0,2м габаритної висоти найбільшого одиниці рухомого складу, а ширина - на 0,7...1,2м габаритної ширини одиниці рухомого складу. Частіше приймають наступні розміри воріт: 2.6×3; 3×3; 3,6×3,6; 4×3 тощо. Конструкція

воріт в різна: розпашні, підйомні, розсувні, складські. Зовнішні ворота повинні бути оснащені тепловими повітряними завісами.

При розміщенні обкатувальних стендів необхідно дотримувати наступні норми відстаней: від торцевої сторони стенду до будівельних конструкцій - 1000 мм; від подовжньої сторони до стіни - 1500...2000 мм; від торцевої сторони до вхідного отвору - 1500...2000 мм; від стенду до реостата - 800 мм, а від реостата до будівельних конструкцій - 400 мм

Робоче місце слюсаря по ремонту і випробуванню дизелів в невеликих ремонтних майстерних повинне бути забезпечено необхідним мінімумом технологічного устаткування і оснащення і вписуватися в загальний технологічний процес ремонту машин.

Освітлення виробничих приміщень в денний час в основному природне через вікна (бокове освітлення) і світловими ліхтарями (верхнє освітлення). Розміри вікон виробничих приміщень повинні бути кратними: висота - 600мм і ширина - 1000 мм. Відповідно цьому розміри вікон приймають по висоті 1,2; 2,4; 3,6м, а по ширині - 1,5; 2,0; 3,0; 4,0м, що забезпечує рівні відстані між ними. Інколи застосовують стрічкове освітлення.

При розробці об'ємно-планувальних рішень необхідно передбачити заходи по вентиляції, протипожежній безпеці виробничих приміщень і охорони навколишнього середовища.

6.2 Розрахунок трудомісткості та об’єму робіт на дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів

Загальну трудомісткість визначаємо з добутку річної програми випуску двигунів та трудомісткості ремонту деталей системи мащення одного двигуна згідно [5]:

$$T_{заг} = T_н \cdot N,$$

де $T_н$ - трудомісткість ремонту деталей системи мащення одного двигуна, люд.-год.;

N - річна програма ремонту систем мащення двигунів, N = 2000 шт.

$$T_{заг} = 2,5 \cdot 2000 = 5000 \text{ люд.-год.}$$

6.3 Розрахунок фондів часу

Режим роботи підприємства характеризується кількістю робочих днів у році, кількістю змін та їх тривалістю. Тривалість робочої зміни та число робочих годин за тиждень визначається трудовим законодавством і складає 40 годин на тиждень.

При п'ятиденному робочому тижню з двома вихідними днями тривалість робочої зміни складає 8,2 годин, а в передсвяткові дні – 7,2 годин.

Визначаємо номінальний річний фонд часу робітників, дільниць, обладнання

$$Ф_н = Д_р \cdot t_з – Д_с \cdot (t_з – t_с),$$

де $Д_р$ – кількість робочих днів в року, $Д_р$ = 252 дня;

$t_з$ – тривалість робочої зміни, $t_з$ = 8,2 год.;

$Д_с$ – кількість передсвяткових днів в року, $Д_с$ = 5 днів;

$t_с$ – тривалість робочої зміни в передсвяткові дні, $t_с$ = 7,2 год.

$$Ф_н = 252 \cdot 8,2 – 5 \cdot (8,2 – 7,2) = 2061,4 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи менший номінального фонду на час, пов'язаний з відпустками, виконанням державних та суспільних обов'язків.

Дійсний річний фонд часу визначається за формулою

$$Ф_д = [Ф_н – (d_в + d_у + d_д + d'_д + d_н) \cdot t_з],$$

де $d_в$ – кількість відпускних днів в запланованому періоді, $d_в$ = 18 та 24дні;

$d_у$ – кількість відпускних днів робочим – учням вечірніх та заочних учбових закладів (від 10 до 40 днів на рік), $d_у$ = 25 днів;

$d_д$ – кількість днів декретної відпустки, складає 1.3-1.6% від кількості робочих днів в році, $d_д$ = 252 · 1,6 % = 4 дні;

$d'_д$ – кількість днів невиходу на роботу в зв'язку з виконанням державних та суспільних обов'язків, складає 0.5 % від кількості робочих днів у році, $d'_д$ = 252 · 0,5 % = 1 день;

$d_н$ – кількість інших невиходів на роботу складає 0.5% від кількості робочих днів у році, $d_н$ = 252 · 0,5 % = 1 день.

Знаходимо дійсний річний фонд часу в залежності від тривалості відпустки

$$Ф_{д24} = [2061,4 – (24 + 25 + 0,016 \cdot 252 + 0,005 \cdot 252 + 0,005 \cdot 252) \cdot 8,2] = 1605,9 \text{ год.}$$

де $Ф_{д24}$ - відповідно фонд часу при 24 денній відпустці.

Річний фонд часу робочого місця визначаємо за формулою

$$Ф_{р.м.} = Ф_н \cdot n_р \cdot c,$$

де $n_р$ – кількість робочих одночасно працюючих на даному робочому місці, $n_р$=1;

c – кількість змін роботи, с=1.

Річний фонд часу для обладнання, яке працює в одну зміну

$$Ф_{р.м.} = 2061,4 \cdot 1 \cdot 1 = 2061,4 \text{ год.}$$

Річний фонд часу обладнання ділиться на номінальний та дійсний. Їх визначають за формулами, відповідно

$$Ф_{о.н.} = Ф_н \cdot c;$$

$$Ф_{о.д.} = Ф_н \cdot c \cdot \eta,$$

де c – кількість змін; η – коефіцієнт, що характеризує використання обладнання за часом, однозмінній роботі η= 0,98- 0,97, при двозмінній роботі η= 0,97- 0,95.

Визначаємо дійсний та номінальний фонд часу обладнання:

$$Ф_{о.д.1} = 2061,4 \cdot 1 \cdot 0,98 = 2020,2 \text{ год.}$$

$$Ф_{о.н1} = 2061,4 \cdot 1 = 2061,4 \text{ год.}$$

6.4 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі проектуємої дільниці

Заявочна кількість основних робітників визначається окремо для кожного виду робіт по трудомісткості за формулами

$$P_з = \frac{T}{Ф_н \cdot к};$$

$$P_с = \frac{T}{Ф_д \cdot к},$$

де T – трудомісткість робіт, люд.-год.;

$Ф_н$, $Ф_д$ – відповідно номінальний та дійсний фонди часу робітників, год;

$к$ – коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $к$ = 1,05…1,15, приймаємо $к$ = 1,05.

Визначаємо заявочну кількість робітників для кожного виду робіт:

$$P_з = \frac{5000}{2061,4 \cdot 1,05} = 2,31 \text{ роб., приймаємо 4 чол.}$$

$$P_д = \frac{5000}{1605,9 \cdot 1.05} = 2,97 \text{ роб., приймаємо 4 чол.}$$

Вибираємо та розраховуємо необхідне технологічне обладнання для

дільниці.

Прилади, устаткування й інструмент, за допомогою яких у процесі досліджень здійснювалися виміри, представлені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1.Прилади, устаткування й інструмент досліджень процесу ремонту системи мащення двигунів Д-240

Фактор, відгук	Найменування приладів, устаткування, інструменту	Клас, точності
1	2	3
Час	Секундомір СОС пр. 26-2 (0...60 з, 0...60 хв)	±0,3 сек
Температура	Термометр ртутний ГОСТ 215-57 (0...100^{0}С)	±0,1^{0}С
Візуальний аналіз	Мікроскоп МБС-10; Мікроскоп МБС-1 Калібр 103,07±0,01мм	±0,001мм
Маса	Терези аналітичні (А-31 (0...200 г) Терези важільні РН-10Ц13В (0...10 кг) Терези ВЛТ-20-1	0,1 мг 5 мг 0,1 мг
Мікрошорсткість	Профілометр-профілограф мод. 201	10%

Мікрометраж деталей системи мащення виконувався приладами й інструментом згідно рекомендацій ГОСТ 18509-88 (табл. 6.2).

Необхідна кількість робочих місць розраховується за формулою:

$$n_{об} = \frac{N_{д}(t_1 + t_2) \cdot a}{\Phi_{о.д.} \cdot \eta} + 2,$$

де $N_д$ - кількість систем мащення двигунів, що ремонтуються на рік;

t_1 - тривалість ремонту деталей системи мащення одного двигуна, год.;

t_2 - час установки і зняття насосу, (0,2...0,25 год.);

a - коефіцієнт повторюваності ремонту деталей системи мащення, (1,05...1,10)

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

$\eta_з$ – коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_з$ = 0.85…09.

Таблиця 6.2. Прилади й інструмент для мікрометражу системи мащення двигуна

Місце виміру	Найменування приладу, інструмента	Припустима погрішність, мм	
		звітного пристрою	за ДСТУ 18509-88
1	2	3	4
Внутрішній діаметр корпусу насоса	Нутромір індикаторний НІ100...160 мм, №2530, індикатор 1МИГ №71868	0,002	±0,002
Зовнішній діаметр корпусу насоса	Мікрометр МК100-125 №38822 ГОСТ 6507-60	0,005	±0,005
Ширина оливних канавок	Кінцеві міри довгі набір 1, №100488, ГОСТ9078-73 Мікроскоп МБС-10	0,005 0,001	±0,002
Висота канавок	Скоба індикаторна 0...25мм	0,002	±0,01

Необхідна кількість робочих місць для ремонту системи мащення двигунів

$$\eta_л = \frac{2000 \cdot (2{,}5 + 0{,}25) \cdot 1{,}05}{2020{,}2 \cdot 0{,}9} + 2 = 5{,}18$$, приймаємо 5 робочих місць.

Складаємо відомість обладнання дільниці ремонту системи мащення двигунів, табл. 6.6.

Таблиця 6.6. Відомість обладнання дільниці ремонту системи мащення двигунів Д-240

Найменування обладнання	Позначення на плані	Кількість	Тип або марка обладнання	Габаритні розміри, мм	Площа під обладнанням, м^2	Електр. Потуж. Облад. кВт
1	2	3	4	5	6	7
Струмина камерна мийна установка	1	1	ОМ-4610 ГОСТ 12.4010	2300×1800	4,14	8,5
Шафа для інструментів і приладів	2	1	-	1000×520×1825	0,52	-
Підставка для агрегатів	3	2	ОРГ1468	2000×1200	4,8	-
Візок для транспортування агрегатів	4	1		1500×800×1000	1,2	-
Підйомник-маніпулятор	5	1	СЗА-6.01.00.00	-	-	3,2
Таль електрична	6	1	ТЭ-100-51120-01 ГОСТ 22584-77	-	-	1,5
Стелаж полочний для деталей що потребують ремонту	7	1	-	1500×560×1720	0,84	-
Стіл монтажний металевий	8	1	ОРГ-1468-01-08ОА	1200×800×600	0,96	
Верстак слюсарний	9	2	ОПР 2288	1400×800	2,24	

Закінчення таблиці 6.6.

1	2	3	4	5	6	7
Стелаж для піддонів	10	1	ОРГ1468007-045	3000×900	2,7	-
Верстат токарний	11	1	16К20	2450×1780	4,36	5,4
Установка для захисту вініпластовими матеріалами	12	1	-	2050×1250×1850	2,56	1,5
Установка для анодної обробки деталей	13	1	-	2000×1200	2,4	-
Гальванічна ванна	14	1	2ВГ-1П	2300×2040×1700	4,69	-
Установка наплавлювальна	15	1	УПУ-8М	2540×1400	3,56	4,5
Верстат круглошліфувальний	16	1	3А-184	2500×2200	5,5	4,6
Сушильна шафа	17	1	А-114	1200×1100	1,32	11,6
Рукомийник з керосином	18	1	-	1000×400	0,4	-
Рукомийник	19	1	-	1000×400	0,4	-
Комплект інструментів слюсаря-монтажника	20	3	І-131	360×160×160	0,06	-
Стіл контролю	21	1	ОРГ1468-01	1600×700	1,12	-
Всього					**43,77**	**40,8**

Площу дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів розраховуємо за сумарною площею під обладнанням:

$$F = \sum_{i=1}^{n} f_o \cdot k_з,$$

f_o – площа під обладнанням одного типу, f_o = 43,77 м^2;

$k_з$ – коефіцієнт робочої зони, $k_з$ знаходиться в межах від 2,5 до 4,5, приймаємо $k_з$ = 2,5.

$$F = 43{,}77 \cdot 2{,}5 = 109{,}4 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площу дільниці 120 м^2.

6.5 Розробка планування дільниці

При розробці дільниці для ремонту системи мащення двигунів аналізуємо технологічні маршрути ремонту деталей системи мащення двигунів та обираємо для міжопераційного переміщення.

Для забезпечення принципу прямопоточності визначаємо послідовність встановлення обладнання, визначаємо технологічні маршрути деталей, які порушують цей принцип і розробляємо планування яке максимально забезпечує принцип прямопоточності.

Одночасно визначаємо дійсне місце розташування кожного стенду і кожного робочого місця з урахуванням раціональної організації робочого місця та специфіки обраного транспортуючого пристрою. Розташування обладнання координуємо відносно колон та стін будівель корпусу згідно з встановленими нормативами.

6.6 Підйомно-транспортні засоби

Враховуючи характер продукції ремонту деталей системи мащення двигунів та складальні одиниці і деталі, що використовуються при цьому, а також прийнятий характер руху на дільниці передбачаються наступні підйомно-транспортні засоби:

Підйомник-маніпулятор СЗА-6.01.00.00:

Вантажопідйомність – Q = 1 т;

Висота Н = 6 м

Кількість – 1 шт.;

Таль електрична ТЭ-100-51120-01 ГОСТ 22584-77:

Вантажопідйомність – Q = 0,5 т;

Висота Н = 4,5 м;

Кількість – 1 шт.

6.7 Енергетичні розрахунки по дільниці ремонту деталей системи мащення дизелів

Розрахунок річної потреби у електроенергії проводиться методом визначення навантаження по коефіцієнту попиту. Для кожної групи електроприймачів визначаємо активну потужність

$$P_a = \kappa_n \cdot \sum P_{вст},$$

де κ_n – коефіцієнт попиту [5];

$P_{вст}$ – сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт (табл.6.3).

$$P_a = 8{,}5 \cdot 0{,}5 + 3{,}2 \cdot 0{,}1 + 1{,}5 \cdot 0{,}1 + 5{,}4 \cdot 0{,}5 + 1{,}5 \cdot 0{,}25 + 4{,}5 \cdot 0{,}2 + 4{,}6 \cdot 0{,}1 + \\ + 11{,}6 \cdot 0{,}25 = 12{,}06 кВт.$$

Річна потреба в силовій електроенергії визначаємо за формулою:

$$W = \sum P_a \cdot \Phi_{од} \cdot \eta_з,$$

де $\Phi_{од}$ – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

$\eta_з$ – коефіцієнт завантаження обладнання по часу, $\eta_з$=0,5…0,7.

$$W = 12{,}06 \times 2020{,}2 \times 0{,}75 = 18272{,}71 \text{ кВт·год.}$$

Розрахунок освітлювальної електроенергії

Середньорічна витрата електроенергії визначаємо за формулою [5]

$$W_{oc} = \frac{T_{oc} \cdot F_{діл} \cdot S_o}{100} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot 18}{1000} = 5400 \text{ кВт·год.},$$

де T_{oc} = 2500 год. – річна кількість годин використання штучного освітлення;

$F_{діл}$ = 120 м^2 – площа дільниці;

S_o = 18 Вт/м^2 – питома потужність освітлювального навантаження.

Розрахунок пару і палива на опалення і вентиляцію визначаємо з розрахунку відшкодування теплових втрат будинку. Ці втрати приймаються 15…20 ккал/г на 1 м^3 будинку. Коли будинок має штучну вентиляцію, то ці втрати приймаються сумарно на опалення і вентиляцію у розмірі 25…35 ккал/г на 1 м$^{6.}$

Річна потреба пару визначається за формулою:

$$Q_n = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000},$$

де $q_т$ – витрати тепла на 1 м^3 будинку, ккал/год, $q_т$=18 ккал/год.·м^3;

H = 4320 год. – кількість годин у опалювальному періоді.

V – об’єм приміщення підприємства, м^3;

$$V = F_д \cdot h = 120 \cdot 4{,}8 = 576 \text{ м}^3,$$

де $F_д$ – площа дільниці, м^2;

h – висота приміщення дільниці, м;

i – теплота випаровування, ккал/кг, i=540 ккал/год.

$$Q_n = \frac{18 \cdot 4320 \cdot 576}{540 \cdot 1000} \approx 83 \text{ т.}$$

Річна потреба палива складає:

$$Q_{пал} = \frac{q_n \cdot H \cdot V}{к \cdot 1000 \cdot \eta_к},$$

де к – теплотворна здатність палива, ккал/кг, к=7000 ккал/кг;

$\eta_к$ – к.к.д. котельної установки, $\eta_к$=0,75.

$$Q_{пал} = \frac{18 \cdot 4320 \cdot 576}{7000 \cdot 1000 \cdot 0{,}75} = 8{,}53 \text{ т.}$$

палива:

$$Q_n = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 135}{7000 \cdot 1000 \cdot 0.75} = 1{,}66 \text{ кг}\cdot\text{м}^{6.}$$

6.8 Розрахунок освітлення

При проектуванні і розрахунку освітлення виробничих приміщень необхідно враховувати наступні основні вимоги:

- освітлення повинно бути достатнім, щоб робочий міг легко і швидко оперувати з об’єктами робіт;

- освітлення не повинно викликати різких тіней і засліплюючих бліків;

- обладнання освітлення повинно виконуватися з урахуванням характеру виробництва.

Розрахунок природного освітлення

Площа скління, що забезпечує нормальне природне освітлення визначається за формулою:

$$F_{пр} = \frac{F_{дільн} \cdot \alpha}{\tau},$$

де $F_д$ – площа дільниці, м^2;

α - коефіцієнт природного освітлення, α=0,25…0,35;

τ - коефіцієнт, що враховує витрати світла від забруднення скла, τ=0,6…0,75.

$$F_{пр} = \frac{120 \cdot 0{,}35}{0{,}7} = 60 \text{ м}^2.$$

Штучне освітлення – освітлення приміщень електричними лампами різних конструкцій, що забезпечують достатнє освітлення робочих місць.

Кількість ламп, що необхідні для освітлення дільниці по капітальному ремонту двигунів визначається за формулою

$$n = \frac{E_{сер} \cdot F_{д} \cdot к}{F_{о} \cdot \eta},$$

де $E_{сер}$ – середнє освітлення, $E_{сер}$=50…75 лк;

$F_{д}$ – площа полу, м^2;

$к$ – коефіцієнт запасу освітлення, к = 1,6;

$F_{о}$ –світловий потік кожної лампи. $F_о$=2720 люмен при потужності лампи 80Вт;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, η=0,4.

$$n = \frac{75 \cdot 120 \cdot 1{,}6}{2720 \cdot 0{,}4} \approx 14 \text{ ламп.}$$

Приймаємо 14 ламп. Для запобігання стробоскопічного ефекту люмінесцентні лампи об’єднують по дві в кожному світильнику. Таких світильників на дільниці буде 7.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

7.1 Розрахунок фонду заробітної плати робітників дільниці відновлення системи мащення

Планований фонд заробітної плати на рік, що розподіляється між працівниками дільниці визначається по формулі [12]:

$$Ф_{зу} = \sum_{i=1}^{n} P_{сд} \cdot N + \sum_{i=1}^{n} П + (1 + К_{пр}) \cdot \sum_{i=1}^{n} R_e \cdot З_{чпс} \cdot Ф_{др}$$

де $P_{сді}$ - відрядна розцінка на відновлення деталей *і*-того найменування:

$$P_{сді} = \frac{\sum_{j=1}^{m} З_{годj} \cdot t_{nj} \cdot K_{nj} \cdot K_{yj}}{60}$$

де $З_{годj}$ - годинна тарифна ставка відрядників відповідного розряду робіт на j - тій операції;

t_{nj} - час виконання j - тої операції, хв.;

K_{nj} - коефіцієнт, що враховує доплати за інтенсивність праці, у нашому випадку K_n = 1.0

K_{yj} - коефіцієнт враховуючий доплати за умови праці. На зварювальних, наплавочних, токарних і шліфувальних операціях K_y = 1.13, мийних K_y = 1.1.

Розрахунок відрядних розцінок за роботи вироблені на дільниці приведені в табл. 7.1. Норма часу по видах робіт приведені в технологічній частині роботи табл. 7.2.

Таблиця 7.1. Розрахунок відрядних розцінок за роботи виконані на ділянці.

Види робіт.	Норма часу, хв.	Розряд робітника	Годинна тарифна ставка $З_{год\ j}$ грн/год.	Коефі-цієнт умов праці $К_{у\ j}$.	Плата по виду робіт грн.
1. Мийна	30	III	4,10	1,1	2,255
2. Дефектація	5	IV	4,92	1,0	0,410
3. Токарна	15	IV	4,92	1,13	1,390
4. Підготовча	5	III	4,10	1,0	0,342
7. Монтажна	5	IV	4,92	1,0	0,410
6. Знежирення	15	IV	4,92	1,0	1,230
7. Декапірування	10	IV	4,92	1,0	0,820
8. Нарощувальна	15	IV	4,92	1,13	1,390
9. Нейтралізація	5	IV	4,92	1,0	0,410
10.Монтажна	5	IV	4,92	1,0	0,410
11.Сушильна	20	IV	4,92	1,0	1,640
12. Шліфувальна	15	IV	4,92	1,13	1,390
13. Контрольна	5	IV	4,92	1,0	0,410
Всього	150хв.	-	-	-	**12,507**

Таким способом $P_{сд}$=12,507грн.

$N_р$ - програма ремонту систем мащення систем мащення, $N_р$ = 2000 шт.

Тому:

$$\sum P_{сд} N_p = 12{,}507 \cdot 2000 = 25014 \text{ грн.};$$

$П$ - премія відрядникам за своєчасне виконання плану і за якість виконаних робіт:

$$П = 0{,}4 \cdot P_{сд} = 0{,}4 \cdot 25014 = 10005{,}6 \text{ грн.}$$

Тоді сумарна заробітної плати основних робітників складе:

$$P_{сд} = 25014 + 10005{,}6 = 35019{,}6\,\text{ГРН.};$$

$K_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує премії робітникам почасовикам, $K_{пр}$ = 0.15 [11];

$R_е$ - число робітників - погодинників II-го розряду.

Беремо число допоміжних робітників - 1 чол., другого розряду.

$З_{год}$ - годинна тарифна ставка робітників II-го розряду.

Для робітників II-го розряду $З_{год}$=3,61 грн.

$Ф_{др}$ - дійсний річний фонд часу погодинників, $Ф_{др}$ =1605,9 годин.

Тоді:

$$(1 + K_{пр}) \cdot \sum_{i=1}^{u} R_е \cdot З_{год} \cdot Ф_{др} = (1 + 0{,}15) \cdot (1 \cdot 3.61 \cdot 1605{,}9) = 6666{,}89 \text{ грн.}$$

Таким чином маємо:

$$Ф_{зу} = 35019{,}6 + 6666{,}89 = 41686{,}49\,\text{грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата складе:

$$З_{см} = \frac{41686{,}49}{(5+1) \cdot 12} = 578{,}98 \text{ грн..}$$

7.2 Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці

Капітальні вкладення при проектуванні дільниці розраховуються по наступним основних елементах

Вартість одиниці устаткування, яка використовується на дільниці і кількість кожного виду обладнання.

За відомостями отриманими з підприємства балансова вартість устаткування дільниці ремонту системи мащення складає: $C_{об}$ =196301 грн.

Капітальні вкладення в будівлю, на площі якої розміщується дільниця визначають по формулі:

$$C_{уч} = F_{уч} \cdot h \cdot Ц_{зд}$$

де $F_{уч}$ - площа, яку займає ділянка по ремонту систем мащення $F_{уч}$ = 120 м^2;

h - висота будинку дільниці h = 4,8 м

$Ц_{зд}$ - питома вартість 1 куб. м будинку, $Ц_{зд}$ = 495 грн.;

$$C_{уч} = 120 \cdot 4.8 \cdot 495 = 285120 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати в оснащення: пристосування ріжучого і вимірюючого інструменту, визначається в розмірі 7,5% і вартості верстатного устаткування.

$$C_{осн} = 0{,}075 \cdot C_{об} = 0{,}075 \cdot 196301 = 14722{,}6 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на транспортні засоби визначаємо - у розмірі 3...4% вартості верстатного устаткування, тоді:

$$C_{тр} = 0{,}035 \cdot C_{об} = 0{,}035 \cdot 196301 = 6870.5 \text{ грн.}$$

Тоді капітальні витрати на організацію дільниці по ремонту масляних систем мащення приведені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2. Капітальні витрати на організацію дільниці по ремонту системи мащення.

Капітальні витрати.	Позначення затрат.	Капітальні затрати, грн.	Амортизаційні відрах, грн.
1. Балансова вартість основного устаткування.	$\mathbf{C_{об}}$	196301	29742,6
2. Капітальні вкладення в будівлю дільниці.	$\mathbf{C_{зд}}$	285120	14256
3. Капітальні вкладення в оснащення дільниці.	$\mathbf{C_{осн}}$	14722,6	2208,3
4. Капітальні вкладення в транспортні засоби	$\mathbf{C_{тр}}$	6870,5	1717,6
Всього		503014,1	47924,5

На одну систему мащення 47924,5/2000 = 23,96 грн.

7.3 Визначення витрат на матеріали й енергоресурси

При відновленні деталей використовуються основні і допоміжні матеріали. Потреба конкретних видів матеріалів визначається з урахуванням витрат на відновлення однієї деталі.

Витрати на матеріали визначаються з урахуванням їх витрат на виробничу програму відновлення деталей, оптових цін і транспортно-заготівельних цін на їхню доставку. Розрахунки зводимо в таблицю 7.3.

Визначивши вартість основних і допоміжних матеріалів на одиницю продукції визначимо цю вартість з обліком транспортних витрат:

$$C_{вм1} = 1{,}3 \cdot 5{,}03 = 6{,}54 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.3 Розрахунок витрат на основні і допоміжні матеріали по ділянці.

Найменування матеріалу.	Норма витрат на один систему мащення.	Оптова ціна в грн/кг. або грн/м^3.	Ціна на одиницю продукції, грн.
1	2	3	4
1. Паливо дизельне для технологічних цілей.	0,05 л	6,25	0,3125
2. Керосин для технологічних цілей.	0,05 л	7,25	0,3625
3. Масло індустріальне М10Г$_2$ ТУУ 438.101.650.	0,20 л	8,5	1,7
4. Змазувально-охолоджуюча рідина “Сульфофрезол”.	0,5 кг	3,5	1,75
7. Обтиранні матеріали.	0,05 кг	0,5	0,025
6. Вода технічна.	0,181 м^3	4,87	0,88
Всього			5,03

На всю програму ремонту:

$$C_{вм} = 6{,}54 \cdot 2000 = 13078 \text{ грн.}$$

Витрати на енергоресурси визначаються на підставі витрат по наступним видах:

- силова електроенергія;
- технологічна електроенергія;
- пара для технологічних потреб.

Розрахунок витрат на електроенергію і стиснуте повітря по ділянці ремонту приведений в організаційній частині проекту:

- витрата електроенергії складає We = 18272,71 кВт год.;
- витрата пару на технологічні потреби Qп = 36600 кг.

Розрахунки вартості основних енергоресурсів представлені в табл. 6.4

Таблиця 7.4 Розрахунки вартості основних енергоресурсів.

Вид енергоресурсів.	Норма витрати на одиницю продукції	Ціна одиниці, грн.	Ціна на одиницю продукції, грн.
1. Електроенергія силова і технологічна.	9,14 кВт·год	0,44	4,02
2. Пар технологічний.	1,46 кг	0,65	0,95
Всього			4,97

У такий спосіб вартість енергоресурсів на ремонт одної системи мащення складає:

$$C_{ен1} = 4.97 \text{ грн.}$$

А на всю програму:

$$C_{ен} = 4{,}97 \cdot 2000 = 9940 \text{ грн.}$$

7.4 Визначення цехової собівартості ремонту системи мащення

Визначення цехової собівартості ремонту системи мащення виконуємо за виразом:

$$C_{цр} = C_{м} + C_{ен} + З_{од} + O_{від} + P_{об} + Ц_{в}$$

де $C_{вм}$ - вартість основних і допоміжних матеріалів, що витрачаються на ремонт оливного насоса: $C_{вм}$ = 13078 грн.;

$C_{ен}$ - вартість енергоресурсів: $C_{ен}$ = 9940 грн.;

$З_{од}$ - заробітна плата основних і допоміжних робітників визначається по формулі:

$$З_{од} = Р_{сд} \cdot \left(1 + \frac{К_{відпр}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{К_{невідпр}}{100}\right);$$

де $К_{відпр}$ - відсоток доплат за відпрацьований час. За матеріалами переддипломної практики $К_{відпр}$ = 15%;

$К_{невідпр}$ - відсоток доплат за невідпрацьований час. За матеріалами переддипломної практики $К_{невідпр}$ = 18%

Розрахунок $Р_{сд}$ приведений у [12] і складає: $Р_{сд}$ = 12,51грн грн.

$$З_{од} = 12{,}51 \cdot (1 + 0{,}15) \cdot (1 + 0{,}18) = 16{,}98 \text{ грн.}$$

Відрахування в соціальні фонди:

$$О_{від} = 0{,}37 \cdot З_{од} = 0{,}37 \cdot 16{,}98 = 6{,}28 \text{ грн.}$$

$Р_{об}$ - витрати на утримання устаткування визначаємо по формулі:

$$Р_{об} = \frac{З_{о} \cdot П_{об}}{100}$$

де $П_{об}$ - відсоток витрат на утримання і експлуатацію устаткування на ділянці ремонту $П_{об}$ = 250%, а тому:

$$Р_{об} = \frac{16{,}98 \cdot 250}{100} = 42{,}45 \text{ грн.}$$

$Ц_{в}$ - загально цехові витрати визначаються по формулі:

$$Ц_{в} = \frac{З_{о} \cdot П_{ц}}{100}$$

де $П_ц$ - відсоток загально цехових витрат від $З_{од}$. За матеріалами переддипломної практики $П_ц$ = 300 %;

$$Ц_в = \frac{16{,}98 \cdot 300}{100} = 50{,}94 \text{ грн.}$$

Таким чином цехова собівартість ремонту на ВАТ «Кременчуцький завод дорожніх машин» м. Кременчук складе:

$$C_{цр} = 5{,}03 + 4{,}97 + 16{,}98 + 6{,}28 + 42{,}45 + 50{,}94 = 126{,}65 \text{ грн..}$$

Тоді цехова собівартість складе:

$$C_{р1} = C_{пр} \cdot \mathrm{N} = 126{,}65 \cdot 2000 = 253300 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначається по наступній залежності:

$$E_г = (З_б - З_п) \cdot N$$

де $З_б$ і $З_п$ - відповідно приведені витрати на ремонт по базовій і пропонованій технології;

N - програма ремонту систем мащення систем мащення, N = 2000 систем мащення в рік.

Приведені витрати у свою чергу можуть бути визначені по формулі:

$$З = C + E_н \cdot K_п;$$

де C - собівартість ремонту оливного насоса. За матеріалами переддипломної практики собівартість ремонту системи мащення за базовою технологією

складає $C_б$ = 134,52 грн., а по пропонованій у проекті технології

$C_п$ =126,65грн.;

$E_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень $E_н$ = 0.15;

$K_п$ - питомі капітальні вкладення, що можуть бути визначені по формулі:

$$K_{пі} = \frac{K_i}{N};$$

де K_i - капітальні витрати по і - тій технології.

За базовою технологією капітальні витрати складають $K_б$ = 500320 грн., а по пропонованій $K_п$ = 503014,1 грн.

Тоді питомі капітальні вкладення складуть:

$$K_{пб} = \frac{500320}{2000} = 250{,}16;$$

$$K_{пп} = \frac{503014{,}1}{2000} = 251{,}51$$

Тоді приведені витрати по варіантах складуть:

$$З_б = C_б + E_н \cdot K_{пб} = 134{,}52 + 250.16 \cdot 0{,}15 = 172{,}04 \text{ грн.};$$

$$З_п = C_п + E_н \cdot K_{пп} = 126{,}65 + 251{,}51 \cdot 0{,}15 = 164{,}38 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект складе:

$$E_г = (З_б - З_п) \cdot N = (172{,}04 - 164{,}38) \cdot 2000 = 15320 \text{ грн.}$$

У таблиці 7.5 представлені техніко-економічні показники роботи дільниці ремонту системи мащення дизеля Д-240.

Таблиця 7.5 Техніко-економічні показники роботи дільниці ремонту системи мащення дизеля Д-240.

Показники.	Значення показників.
1. Кількість ремонтів масляних систем в рік	2000 шт.
2. Річний об’єм робіт.	5000 чол. год.
3. Чисельність робітників, в тому числі: - основні робітники виробництва; - допоміжні робітники.	6 чол. 5 чол. 1 чол.
4. Фонд заробітної плати працівників дільниці.	41686,49
7. Середньо місячна заробітна плата одної робітника.	578,98
6. Собівартість ремонту системи мащення.	126,65
7. Затрати на основні та допоміжні матеріали.	13078
8. Витрати на енергію.	9940
9. Капітальні вкладення.	503014,1

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Техніка безпеки

Можна виділити дві групи факторів, що мають вплив на стан безпеки праці на дільниці:

- виробничо-технічні або об’єктивні (технічні, гігієнічні);
- "людські" (суб’єктивні) або психофізіологічні.

Технічні фактори причин травматизму:

- невідповідність нормам безпеки обладнання, випробувальних стендів, інструменту (наявність потенційно небезпечних зон, небезпека ураження електричним струмом);
- невідповідність конструкції обладнання, інструменту, стендів ергономічним вимогам (нераціональна компоновка, незручність обслуговування і т. п.);
- неправильний вибір обладнання, оснащення, методів і режимів обробки, складання, транспортування;
- недотримання строків планово-попереджувального ремонту (можливий вихід з ладу обладнання, стендів);
- несправність обладнання, інструменту, стендів і т. п. (відривання механічних частин стенду);

Санітарно-гігієнічні фактори:

- незадовільне освітлення (погіршення зорових якостей людини);
- високий рівень шуму (погіршення слухових якостей людини);
- високий рівень запиленості повітря (погіршення якостей дихальної системи);

Психофізіологічні фактори:

- виконання помилкових дій працівниками лабораторії;
- знижена уважність;
- недостатня професійна підготовка;
- порушення правил безпечного виконання робіт, трудової і виробничої дисципліни;

- невідповідність психофізичних даних працюючого виконуваній ним роботі або його нездоровий стан.

Застосовувані в електроустановках захисні заходи умовно можна поділити на дві групи:

- ті, що забезпечують безпеку при нормальному режимі роботи електроустановок;

- ті, що забезпечують безпеку при аварійному режимі роботи.

Техніка безпеки необхідна для усунення виробничої небезпеки, під якою розуміється можливість впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Небезпечний виробничий період факторів може привести до травми працюючого, а шкідливий виробничий фактор до професійного захворювання.

Для створень безпечних умов праці устаткування на дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів розставлено по технічному принципі, з безпечними конструкціями і відстанями між устаткуванням і елементами конструкції будинку. Робочі місця розташовані на безпечній відстані від основного устаткування дільниці. На дільниці застосовуються наступні захисні пристрої:

- огороджувальні;
- автоматичного контролю і сигналізації;
- запобіжні;
- дистанційного керування;
- гальмові;
- знаки безпеки;

Усі металеві частини виробничого устаткування (станини, корпуси, електродвигуни, каркаси шаф), якщо вони можуть виявитися під напругою вище 42В, повинні бути захищені і заземлені. Для цього оснащуємо пристроями чи заземлення з'єднання з нульовим проводом. Зазначені пристрої повинні мати гвинти заземлення, чи затиски, що приєднуються. На їхню поверхню наноситься антикорозійне струмопровідне покриття для з'єднання з заземлюючими проводами. Між голівками гвинтів, використовуваних для заземлення і частинами, що заземлюють, не допускається електроізолюючий

шар фарби емалі.

При роботі на пресах звичайно травмують руки, що можуть потрапити між пуансоном і матрицею під час установки і зняття оброблюваних деталей. Часті також випадки травмування рук при спробі поправити деталь покладену в матрицю, у момент опускання пуансона. Для усунення травматизму використовуємо блокування, що забезпечує безпеку працюючого за допомогою дворучного керування.

8.2 Розрахунок електробезпеки дільниці ремонту системи мащення двигунів Д-240

Електрична ізоляція - це шар діелектрика або конструкція, виконана з діелектрика, котрим вкривається поверхня струмоведучих частин, або котрим струмоведучі частини відділяються одна від одної. Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, діелектричними втратами та електричним опором. Ізоляція запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору.

З метою забезпечення надійної роботи ізоляції здійснюються профілактичні заходи. Перш за все слід виключити механічні пошкодження, зволоження, хімічний вплив, запилення. Але навіть за нормальних умов ізоляція постійно втрачає свої початкові властивості, старіє. З плином часу виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватись, а струм втрат – зростати. В місці дефекту з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, котре може призвести до пожежі або до ураження струмом. З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції. Періодичний контроль ізоляції передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені правилами терміни (1 раз на 3 роки), а також при виявленні дефектів. Вимірювання опору ізоляції здійснюється на вимкненій електроустановці за допомогою мегомметра. Встановлено норми опору ізоляції різних електроустановок. Дієвим захисним засобом є використання подвійної ізоляції. В цьому випадку, крім робочої

основної ізоляції, застосовується додаткова ізоляція. Вона призначена для захисту від ураження струмом у випадку пошкодження робочої ізоляції. Захисна подвійна ізоляція може забезпечити безпеку при експлуатації будь-якої електроустановки. Область застосування подвійної ізоляції – електроустановки невеликої потужності.

При пошкодженні робочої ізоляції перехід напруги на корпус та потрапляння людей під напругу дотику неможливі. Однак подвійна ізоляція не виключає небезпеки ураження при дотику до струмоведучих частин внаслідок часткового пошкодження корпуса або при ремонтах.

Для запобігання ураженню електричним струмом необхідно використовувати блокування. Блокуванням називається автоматичний пристрій, за допомогою котрого запобігають неправильним, небезпечним для людини діям. Робочими елементами блокування можуть бути механічні пристрої, блок-контакти, котрі діють на розрив електричної ланки, а також електромагнітне блокування.

При роботі з переносними електроінструментами, а також з ручною переносною лампою при пошкодженні ізоляції та при появі напруги на корпусі підвищується небезпека ураження струмом. В таких випадках необхідно застосовувати малі напруги не вище 42 В. При напрузі до 42 В струм, котрий проходить через тіло людини, безпечний. Малі напруги застосовуються для живлення місцевого освітлення на верстатах, стендах, переносних лампах, електроінструментах.

Усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус досягається за допомогою захисного заземлення.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або з її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, котрі можуть опинитись під напругою.

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг дотику та кроку, зумовлених замиканням на корпус. Це досягається зниженням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням

потенціалів за рахунок підіймання потенціалу основи, на котрій стоїть людина, до потенціалу, близького за значенням до потенціалу заземленого обладнання.

Захисне заземлення повинно відповідати вимогам електробезпеки ГОСТ 12.1030-81 ССБТ і ГОСТ 12.1.009-76. Захисному заземленню підлягають металеві неструмопровідні частини обладнання, які внаслідок несправності ізоляції можуть бути під напругою.

Захисне заземлення електроустановок необхідно застосовувати:

- при номінальній напрузі 380 В і вище змінного струму, а також 440В і вище постійного струму;

- при номінальній напрузі вище 42 В змінного струму і вище 110 В постійного струму тільки в приміщеннях з підвищенною небезпекою, особливо небезпечних і зовнішніх установках;

- при встановленні електрообладнання у вибухонебезпечних зонах.

Захисне заземлення застосовується:

- в електроустановках до 1кВ змінного струму з ізольованою нейтраллю або з ізольованим виводом джерела однофазного струму, а також в електроустановках постійного струму з ізольованою середньою точкою;

- в електроустановках вище 1 кВ.

Захисному заземленню підлягають металеві не струмоведучі частини обладнання, котрі через несправність ізоляції можуть опинитись під напругою і до котрих можливий дотик людей. Заземлення обов’язкове для обладнання і стендів, що працюють при номінальній напрузі понад 42 В змінного і понад 110 В постійного струму.

Заземленню не підлягають корпуси електрообладнання, апаратів та електромонтажних конструкцій, встановлені на заземлених металевих конструкціях, розподільних пристроях, в щитах, шафах, на станинах верстатів, машин і механізмів, за умови надійного електричного контакту з заземленою основою, арматура ізоляторів всіх типів.

В мережах із заземленою нейтраллю напругою до 1000 В заземлення не є ефективним, тому що, навіть при глухому замиканні на землю, струм залежить від опору заземлення, і із зменшенням останнього струм зростає.

Захисне заземлення є ефективним засобом захисту для електроустановок, які живляться від електричних мереж напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю, і в мережах напругою вище 1000 В як з ізольованою, так і заземленою нейтраллю.

Наприклад, двигун живиться трифазним струмом, кожна фаза має свою ізоляцію. Може бути пробій однієї з фаз на корпус, коли порушується ізоляція і відповідно зростає небезпека ураження людини струмом. При замиканні фази на корпус у випадку використання захисного заземлення струм піде по двох паралельних гілках (корпус – земля і людина – земля) і розподілиться між ними обернено пропорційно їх опорам. Оскільки опір кола людина – земля набагато більший від опору кола корпус – земля, величина струму, який проходить через тіло людини, значно знизиться. Невеликий опір кола корпус електроустановки – земля досягається шляхом використання системи захисного пристрою – сукупності заземлювачів і заземлюючих провідників.

Мета розрахунку захисного заземлення - визначення основних параметрів заземлюючого пристрою.

Розрахунок проводиться для випадку розміщення заземлюючого пристрою в однорідній землі за допустимим опором розтікання струму заземлювача методом коефіцієнта використання заземлювачів.

Розрахунок заземлюючого пристрою дільниці, який виконаний за допомогою ЕОМ, приведений у додатках до розрахунково-пояснювальної записки магістерської роботи.

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих не струмоведучих частин, котрі можуть опинитися під напругою. Це основний засіб захисту від ураження людей струмом у випадку дотику до корпуса електрообладнання та до металевих конструкцій, котрі опинились під напругою внаслідок пошкодження ізоляції або однофазового короткого замикання в електроустановках напругою до 1000 В в мережі з заземленою нейтраллю. Призначення занулення таке ж, як і заземлення: усунути небезпеку ураження людей струмом при пробиванні фази на корпус.

Це досягається автоматичним вимкненням пошкодженої установки від електричної мережі. Принцип дії занулення – перетворення пробивання на

корпус в однофазове коротке замикання з метою викликати струм великої сили, здатний забезпечити спрацювання захисту і завдяки цьому автоматично відключити пошкоджену установку від електричної мережі. При пробиванні фази на корпус струм йде через трансформатор, фазовий провід, запобіжник, корпус електроустановки, нульовий провід. З огляду на те, що опір при короткому замиканні малий, струм досягає значних величин і захисний пристрій спрацьовує. Для того, щоб відбулося швидке та надійне вимкнення, необхідно, щоб струм короткого замикання перевищував струм установки вимкненого апарата.

Однак занулення, як захисний засіб, не забезпечує в повній мірі безпеки. Під час короткого замикання в нульовому проводі виникає небезпека ураження, котра буде існувати доти, доки не відбудеться вимкнення пошкодженого обладнання завдяки згорянню запобіжника або вимкнення апарата. Занулення використовується в трифазових електричних мережах напругою до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю.

Захисне вимкнення – це швидкодіючий захист, котрий забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні небезпеки ураження струмом. Небезпека ураження може виникнути і при замиканні фази на корпус електрообладнання при зниженні опору ізоляції фази відносно землі нижче певної межі внаслідок пошкодження ізоляції, замикання фаз на землю, при появі в мережі більш високої напруги, внаслідок замикання в трансформаторі між обмотками вищої і нижчої напруги, при випадковому дотику людини до струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою. В цих випадках відбувається зміна електричних параметрів електроустановки та мережі. Зміна цих параметрів до певної межі, при котрій виникає небезпека ураження людини електричним струмом, може стати сигналом, котрий викликає спрацювання пристрою захисного вимкнення (ПЗВ), тобто автоматичне вимкнення пошкодженої установки.

Захисне вимкнення рекомендується застосовувати в якості основного або допоміжного захисного засобу, якщо безпека не може бути забезпечена шляхом влаштування заземлення або з економічних міркувань.

Захисне вимкнення використовується в електроустановках напругою до 1000 В у наступних випадках:

– в пересувних електроустановках з ізольованою нейтраллю, коли спорудження заземлювального пристрою утруднене;

– в стаціонарних установках при використанні електрифікованого інструменту;

– в умовах підвищеної небезпеки ураження електричним струмом та вибухонебезпеки.

Автоматичний вимикач – пристрій, який служить для вмикання і вимикання кіл, які знаходяться під навантаженням, і при коротких замиканнях. Він повинен вимкнути коло автоматично при надходженні сигналу від приладу захисного вимкнення.

Існує декілька типів пристроїв захисного вимкнення залежно від параметрів, на які воно реагує: на напругу корпусу відносно землі, струм замикання на землю, напругу фази відносно землі, напругу нульової послідовності, струм нульової послідовності, оперативний струм та ін.

Пристрій захисного вимкнення, який реагує на напругу корпусу відносно землі, має призначення усунути небезпеку ураження струмом при виникненні на заземленому або зануленому корпусі підвищеної напруги. Ці пристрої є додатковою мірою захисту до заземлення або занулення. В цій схемі давачем служить реле максимальної напруги, яке включене між корпусом, що захищається, і допоміжним заземлювачем $R_д$ безпосередньо або через трансформатор напруги.

При замиканні фазного проводу на заземлений або занулений корпус спочатку проявиться захисна властивість заземлення (або занулення), в результаті чого напруга корпусу буде обмежена деякою межею $U_к$. Потім, якщо $U_к$ виявиться вище наперед встановленого допустимого значення $U_{к.доп}$, спрацьовує захисний вимикаючий пристрій. Тобто реле максимальної напруги, замкнувши контакти, подасть напругу на вимикаючу котушку (КВ), яка викличе вимкнення вимикача, тобто відключення електроустановки від мережі. Використання цього типу пристрою захисного вимкнення обмежується електроустановками до 1000 В з індивідуальними заземленнями.

Пристрій захисного вимкнення, який реагує на оперативний постійний струм, призначається для безперервного автоматичного контролю ізоляції мережі, а також для захисту людини, яка торкнулася струмоведучої частини, від ураження струмом. При зниженні опору ізоляції проводів нижче деякої наперед встановленої межі в результаті її пошкодження або дотику людини до проводу постійний струм зростає і викликає вимкнення відповідної ділянки мережі.

8.3 Організація та основні завдання формувань цивільної оборони на об'єкті

Об'єкти господарської діяльності (народного господарства) – це виробничі підприємства (державні і приватні), організації, установи, навчальні заклади та ін., де найбільш повно вирішується весь обсяг завдань ЦО з питань проведення заходів щодо зменшення ризику виникнення НС і захисту працівників та інших невідкладних робіт в разі їх виникнення.

Цивільна оборона на об'єктах організовується з метою попередньої підготовки до захисту працівників і членів їх сімей в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу, здійснення заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта та своєчасне створення умов для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Метою цивільної оборони є:

- створення надійних гарантій безпечної життєдіяльності населення, техногенної та технологічної безпеки, забезпечення безаварійної роботи на об'єктах підвищеної небезпеки, досягнення високих норм стандартів захисту населення і територій від НС природного, техногенного та воєнного характеру;

- підтримка та сприяння реалізації спільних міжнародних проектів з питань цивільного захисту населення і територій, постійний розвиток і вдосконалення відповідної нормативно-правової бази

Спеціалізовані формування цивільної оборони – це складова частина сил цивільної оборони, що призначена для виконання специфічних робіт, пов'язаних з радіаційною та хімічною небезпекою, значними руйнуваннями

внаслідок землетрусу, аварійними ситуаціями на нафтогазодобувних промислах, проведення попереджувальних та профілактичних заходів, у тому числі і поза межами України.

Спеціалізовані формування утворюються в залежності від рівня підпорядкування: центрального підпорядкування – центральним органом виконавчої влади з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (далі орган з питань НС та ЦНЗ); територіального – місцевою державною адміністрацією, об’єктового – адміністрацією підприємства, установи, організації.

Спеціалізовані формування виконують:

- рятувальні, аварійні та евакуаційні роботи в осередку ураження і надання медичної допомоги потерпілим безпосередньо на робочому місці або під час евакуації;

- роботи щодо запобігання надзвичайним ситуаціям;

- виробництво, ремонт і технічне обслуговування дихальних апаратів, контрольних приладів, засобів аварійного зв’язку, іншого обладнання для боротьби з наслідками надзвичайних ситуацій.

За окремими договорами спеціалізовані формування:

- виконують роботи неаварійного характеру, спрямовані на посилення протиаварійного захисту потенційно небезпечних об’єктів;

- здійснюють підготовку персоналу потенційно небезпечних об’єктів до дій у надзвичайних ситуаціях;

- виконують завдання гуманітарної та інших видів допомоги, визначених Женевськими конвенціями про захист жертв війни та цивільного населення.

Для реалізації покладених завдань спеціалізовані формування мають у своєму складі оперативні та допоміжні підрозділи, науково-дослідні організації, підприємства.

Структуру оперативних підрозділів, їхній штат і чисельність затверджує, виходячи з рівня управління, відповідний орган державної виконавчої влади, адміністрація підприємства, установи, організації.

Комплектування спеціалізованих формувань ЦО здійснюється за контрактом з числа фахівців, які мають досвід роботи з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Організаційно це можуть бути загони, команди, колони, бригади, дружини, групи, відділення чи пости. Вони можуть виконувати наступні завдання:

– ведення розвідки;

– забезпечення зв’язком;

– ведення медичної розвідки, надання медичної допомоги;

– проведення протиепідемічних та санітарно-гігієнічних заходів;

– локалізація та гасіння пожеж;

– ведення інженерної розвідки, РІНР, відновлення та ремонт доріг та дорожніх споруд;

– ведення аварійно-технічних робіт на мережах та спорудах комунально-енергетичного господарства;

– проведення санітарної і спеціальної обробки людей, техніки, майна а також території;

– перевезення людей та матеріальних цінностей;

– підтримка суспільного порядку, несення комендантської служби;

– забезпечення гарячим харчуванням, водою, продовольством, одягом, взуттям тощо.

Порядок використання особового складу невоєнізованих формувань, його матеріального, технічного і фінансового забезпечення, а також матеріального стимулювання в мирний час визначають Уряд АР Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації.

На цивільну оборону об’єкта покладені такі основні обов’язки:

- оповіщення працівників та членів їх сімей при загрозі виникнення стихійного лиха, катастроф чи воєнних дій;

- забезпечення захисними спорудами працюючої зміни, підтримка в стані постійної готовності захисних споруд ЦО;

- проведення заходів, щодо забезпечення стійкості роботи об’єкта в мирний та воєнний час;

- створення, підготовка і підтримка в постійній готовності сил ЦО об’єкта.

Начальником ЦО об’єкта є його керівник (рис.7.1). Він несе повну відповідальність за забезпечення захисту виробничого персоналу, а на небезпечних об’єктах і населення, яке проживає в небезпечній зоні об’єкта; постійну готовність органів управління, сил і засобів проведення рятувальних та інших невідкладних робіт. Начальник ЦО об’єкта підпорядковується відповідним посадовим особам відомства, у підпорядкуванні якого знаходиться об’єкт, а в оперативному відношенні начальнику ЦО державного органу.

Обов’язками начальника цивільної оборони об’єкта є:

- організація ЦО та повсякденне керівництво нею;

- організація роботи комісій, що забезпечують цивільний захист особового складу об’єкта;

- організація забезпечення евакуації і розосередження робітників і службовців та членів їх сімей у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу;

- забезпечення сховищами працюючої зміни, підтримка в стані постійної готовності захисних споруд ЦО;

- проведення заходів, що забезпечують стійкість роботи об’єкта в мирний та воєнний час;

- створення, підготовка і підтримка в постійній готовності сил ЦО об’єкта;

- організація стійкого управління, зв’язку та оповіщення, керівництво розробкою плану ЦО об’єкта;

- організація навчання особового складу об’єкта та населення, яке проживає в межах зони небезпечного об’єкта;

- керівництво аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами на об’єкті;

На великих об’єктах призначаються:

- заступник начальника ЦО об’єкта по евакуації і розосередженню робітників та службовців;

- заступник по інженерно-технічній частині.

На всіх об’єктах створюється штаб ЦО, який комплектується з штатних працівників та посадових осіб об’єкта.

Завдання штабів цивільної оборони:

- розробка і своєчасне коригування плану дій органів управління, сил щодо попередження і ліквідації НС;

- підтримання в постійній готовності формувань ЦО до виконання завдань в осередках масового ураження людей, зонах стихійного лиха, аварій і катастроф;

- організація розвідки;

- забезпечення надійного зв’язку з галузевими та територіальними органами управління в системі ЦО;

- розгортання пунктів управління, їх переміщення і охорона;

- забезпечення діяльності сил ЦО, які знаходяться у зонах виникнення надзвичайних ситуаціях.

Для підготовки та проведення аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт на об’єктах, що мають відповідну базу, створюються базові служби цивільної оборони: оповіщення та зв’язку, матеріально-технічного забезпечення, охорони громадського порядку, сховищ та укриттів, аварійно-технічна, транспортна, медична, протирадіаційного та протихімічного захисту. В залежності від специфіки об’єкта і наявності бази можуть створюватись і інші служби ЦО (захисту продовольства, води і т. Ін.).

Начальниками служб призначаються керівники підрозділів, відділів, лабораторій, на базі яких розгортається служба.

Для досягнення злагодженості в роботі керівного та командно-начальницького складу, формувань, робітників та службовців об’єкта в цілому при виконанні заходів щодо запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, відновлення життєдіяльності об’єкта та ведення заходів з ЦО, проводяться об’єктові тренування.

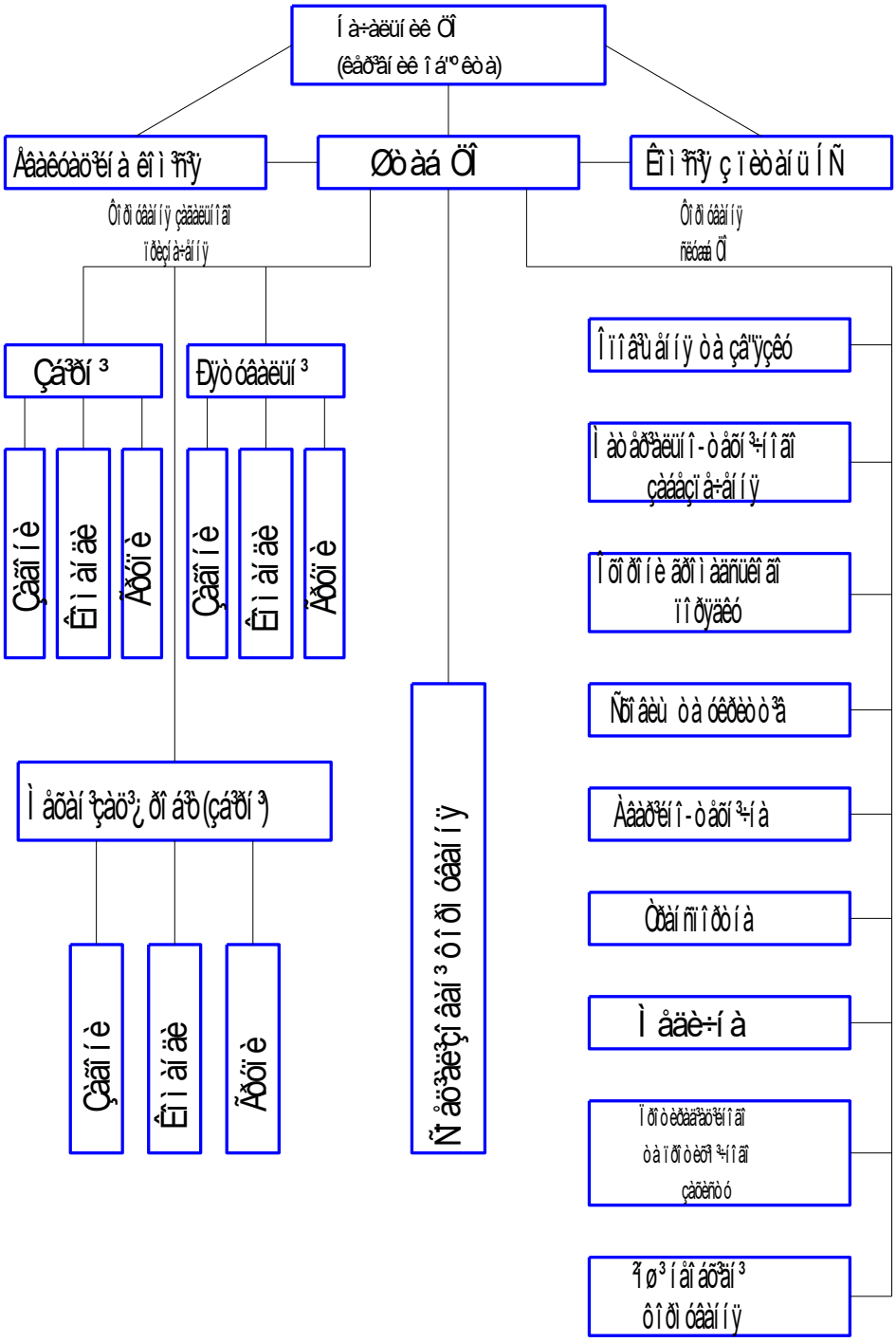

Рисунок 8.1 – Організаційна структура цивільної оборони на об’єкті

Організація структури цивільної оборони має велике значення. Організовується структура цивільної оборони для запобігання випадків виникнення надзвичайних ситуацій, запобігання матеріальних збитків, для уникнення ураження людей, а якщо ураження було – запобігання його розповсюдження на найближчі райони.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Нормування забруднень.

Згідно з законом незліквідованості відходів, або законом побічних впливів виробництва, для будь-якого господарського циклу характерним є утворення відходів. Основним напрямом охорони довкілля є нормування кількості викидів, стоків та відходів і контроль за ними. В основі нормування лежить встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин (полютантів) в атмосферному повітрі, воді й ґрунті та харчових продуктах. ГДК полютанта – це такий його максимальний вміст у природному середовищі (воді, повітрі, ґрунті) або продукті, який не знижує працездатності та самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю в разі постійного контакту, а також не викликає небажаних (негативних) наслідків у нащадків.

Для визначення ГДК використовують високочутливі тести, пов'язані зі зміною світлової чутливості ока, потенціалів мозку. Вони дають змогу виявити мінімальні впливи токсичних речовин на організм людини навіть у разі короткочасної їх дії. Для виявлення тривалого впливу токсичних речовин проводять лабораторні дослідження на тваринах у спеціально обладнаних камерах із застосуванням різних тестів.

ГДК виражають у міліграмах на метр кубічний (мг/м^3) – у повітрі, на дециметр кубічний (мг/дм^3) – у воді та в міліграмах на кілограм (мг/кг) – у ґрунті та продуктах харчування.

Для кожного типу середовища встановлюються різні види ГДК:

для повітряного середовища: ГДКр.з (ГДК робочої зони, за яку вважають простір заввишки до 2 м над підлогою, де знаходяться робітники (рівень вдихання)), ГДКм.р (ГДК максимальна разова: при вдиханні впродовж 20 хв не повинна спричинювати негативних наслідків в організмі людини), ГДКс.д (ГДК середньодобова – вміст забрудника, який не повинен негативно впливати в разі необмежено тривалого (впродовж років) вдихання);

для водного середовища: ГДКв (для водойм господарсько-питного і побутового призначення), ГДКв.р. (для водойм рибогосподарського водокористування);

для ґрунту: ГДКгр (для орного шару ґрунту) – не повинна негативно впливати не тільки на здоров'я людини, а й на самоочисну здатність ґрунту.

для продуктів харчування: ГДКпр.

У разі наявності в повітрі кількох домішок їхню сумарну дію визначають за формулою:

$$C, /ГДКI + C2/ГДК2 + ... + Cn /ГДК < 1,$$

де С1, С2 , ..., Сп -- концентрації забрудників, мг/м3; ГДКI, ГДК2, ..., ГДКn – ГДК забрудників, мг/м^3.

9.2 Методи боротьби зі забрудненнями атмосфери

Види забруднювачів і джерела забруднення атмосфери.

Заходи для запобігання забруднення повітря шкідливими викидами. Класифікація і характеристика методів очищення викидів в атмосферу.

Види забруднювачів і джерела забруднення атмосфери. В атмосфері завжди присутні домішки, які потрапляють туди з природних чи антропогенних джерел. До природних атмосферних забрудників належить пил рослинного, тваринного, вулканічного та космічного походження, мікроорганізми, туман, дим лісових та степових пожеж тощо. Рівень забруднення атмосфери є фоновим і мало змінюється упродовж часу. Антропогені забруднювачі характеризуються більшою кількістю видів та масштабами: аерозолі сполук важких металів; синтетичні сполуки, які не існують в природі; радіоактивні; канцерогенні; бактеріологічні та інші речовини. На сьогодні налічується понад 500 видів забруднювачів атмосфери і їх кількість збільшується.

Основними джерелами забруднення атмосфери в Україні є важка промисловість (30%), автотранспорт (40%), теплоенергетика (30%).

Заходи для запобігання забруднення повітря шкідливими викидами. Для запобігання забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами застосовують такі заходи:

створення санітарно-захисних зон (СЗЗ) між промисловими підприємствами та житловою забудовою. Розміри СЗЗ встановлюють в межах від 50 до 3000 м – залежно від потужності підприємства, особливостей технологічного процесу виробництва, характеру і кількості шкідливих речовин. Підприємства з технологічними процесами, що не викидають в атмосферу забруднювальних речовин, розміщуються в межах житлових районів. Поблизу підприємств із великою кількістю викидів шкідливих речовин СЗЗ формується у вигляді аеродинамічної системи, що складається із захисних смуг з зеленими насадженнями і відкритих просторів між ними.

архітектурно-планувальні заходи, пов'язані з вибором місця для будівництва промислового підприємства, взаємним розташуванням підприємства і житлових кварталів, взаємним розташуванням цехів підприємства, розташуванням зелених зон. Промисловий об'єкт повинен бути розташований на рівному, підвищеному, добре провітрюваному місці, бажано поза населеними пунктами і з підвітряної сторони від житлових масивів (враховуючи середню розу вітрів теплого періоду року, щоб викиди рухалися убік від житлових кварталів). Цехи, що викидають у повітря найбільшу кількість забруднювальних речовин, варто розташовувати скраю виробничої території з протилежного до житлового масиву боку. Розташування цехів повинно бути таким, щоб при напрямку вітру в бік житлових кварталів їхні викиди не поєднувалися.

використання зелених насаджень. Зелені насадження є ефективними біофільтрами. При проходженні запиленого повітря крізь крони дерев і чагарників, а також крізь трав'янисту рослинність, воно очищається від пилу завдяки осадженню аерозольних частинок на поверхні листя і стебел рослин. Зелені насадження можуть поглинати і газоподібні домішки. Наприклад, 10 кг листя дерева (у перерахуванні на суху масу) за період із травня до вересня поглинають таку кількість сірчистого газу: тополя — 180 м3, липа — 100 м3, береза — 90 м3, клен — 20—30 м3. Якщо концентрація забруднювальної речовини перевищує ГДК, вона стає шкідливою для життєдіяльності рослин і може привести до їх загибелі. Найбільш стійкими до забрудників є акація, дуб, верба, клен.

інженерно-організаційні заходи. До них належать, зокрема, зниження інтенсивності та організація руху автотранспорту. Для цього ведеться будівництво об'їздних та окружних доріг навколо міст і населених пунктів, використовуються «розв'язки» перетинань доріг на різних рівнях, організація на основних міських магістралях руху «зелених хвиль». До інженерно-організаційних заходів належить також збільшення висоти димарів (якщо димар висотою 100 м розсіює шкідливі речовини в радіусі до 20 км, то висотою 250 м збільшує радіус розсіювання до 75 км).

застосування маловідходних технологій: перехід підприємств теплоенергетики з твердого палива на природний газ, що дозволяє суттєво знизити рівень забруднення атмосферного повітря пилом і сірчистими сполуками; оптимізація процесу спалювання палива з метою зниження викидів оксидів азоту в атмосферу - двохступеневе спалювання палива (спочатку з недостачею кисню, а потім з його надлишком); рециркуляція продуктів згорання; зниження енергоємності виробництва і використання як вторинних енергоресурсів гарячої води і гарячих газів).

застосування технологій очищення газодимових викидів. Згідно з Законом України «Про охорону атмосферного повітря» кожне підприємство, заклад або організація, діяльність, яких пов’язана із викидами в атмосферу забруднювальних речовин, повинні бути оснащені відповідними спорудами, обладнанням та устаткуванням для очищення від цих викидів і засобами контролю за кількістю та складом викинутих в атмосферу забруднювачів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Розроблено технологічний процес ремонту системи мащення.

Вдосконало конструкцію оливного картера.

Розроблено спеціальний розділ.

Проведено дослідження пари тертя “лопать – кільце-статор”.

Розроблено проект дільниці для ТО та ремонту системи мащення двигуна Д-240.

Проведено економічні розрахунки магістерської роботи.

Розглянуто питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також екології.

Розроблено графічну частину 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 спеціальністі 274 Автомобільний транспорт – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.

2. Балабанов В. И. Безразборное восстановление трущихся соединений. М., МГАУ, 1999. – 72 с.

3. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учеб. Для ВУЗов / Под ред. Д.Г. Громаковского – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2000. – 268 с.

4. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызносность. – М.: Машиностроение, 2001. – 616 с.

5. Горячева И.Г., Добычин М.Н. Механизм формирования шероховатости в процессе приработки // Трение и износ. – 1982. – т.3. – №4. – С. 632-642.

6. Грошев Л.М., Дмитриченко Н.Ф., Рыбак Т.И. Надежность сельскохозяйственной техники. – К.: Урожай, 1990. – 192 с.

7. Гурвич И.Б., Сыркин П.Э., Чумак В.И. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1994. – 144 с.

8. Дизели СМД: Справочник / А.М. Диденко, А.П. Сороков, В.И. Водолажкий. –М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

9. Дизели Д-240. Технические требования на капитальный ремонт. – М.: ГОСНИТИ. – 1986. – 230 с.

10. Клименко Л.П. Повышение долговечности цилиндров ДВС на основе принципов переменной износостойкости / Под. ред. В.В. Запорожца. – Николаев.: Изд-во НФ НаУКМА, 2001. – 294с..

11. Кравец И.А., Репаративная регенерация трибосистем. – Т.: Изд-во Бережанского агротнхн. ин-та, 2003. – 284 с.

12. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту/ Н.П. Сисоліна , Л.В. Вдовиченко, Л.П. Василенко.-Кіровоград; КНТУ, 2004.-34с.

13. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов, А.Е. Королев., В.С. Малаев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 125 с.

14. Половинкин В.Н., Лянной В.Б., Аратский П.Б. Применение геомодификаторов трения для восстановления изношенных поверхностей узлов трения при эксплуатации // Трение, износ, смазка. (Электр, ресурс), – www.tribo.ru. – 2000. – Т.2, №2.

15.Семенов В.С. Режим смазки пары трения поршневое кольцо – цилиндровая втулка ДВС //Двигателестроение. – 1991. – №10-11. – С. 19-23.