

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 ділянки ремонтного цеху для ремонту масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240 з дослідженням люнетів для відрізання профільних заготовок*

Виконав: студент VI курсу, групи МАм-61

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Канюка І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

«07» жовтня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Канюці Івану Михайловичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для ремонту масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240 з дослідженням люнетів для відрізання профільних заготовок

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Гевко Іван Богданович д.т.н., професор

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

Затверджені наказом по університету від «07» жовтня 2019 року № 4/7 – 886

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

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

Насос масляний 240-1403010 двигуна Д-240 – А1; Колесо зубчасте – А2; Корпус масляного насосу 240-1403010 двигуна Д-240. – А1; Схема установка для хромування в ультразвуковому полі – А1; Технологічний процес ремонту деталей масляного насосу – А1; Установка для випробування маслянихнасосів – А1; Установка для контролю масляних насосів 240-1403010 двигуна Д-240 А1; Результати експериментальних досліджень – 2А1; Дільниця для ремонту масляного насосу 240-1403010 двигуна Д-240 – А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 07.10.2019 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>14.10.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>21.10.19 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>23.10.19 р.</i>	
4	<i>Спеціальний розділ</i>	<i>30.10.19 р.</i>	
5	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>06.11.19 р.</i>	
6	<i>Проектний розділ</i>	<i>13.11.19 р.</i>	
7	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>27.11.19 р.</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>04.12.19 р.</i>	
9	<i>Екологія.</i>	<i>11.12.19 р.</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>18.12.19 р.</i>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Канюка І.М.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Гевко І.Б.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для ремонту масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240 з дослідженням люнетів для відрізання профільних заготовок».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи д.т.н., професор Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з дев'яти розділів і 85 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 4 сторінки додатків.

Ключові слова: моторне масло, дизель, тиск, шестеренчастий насос, масло забірник.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Технічні умови на дефектацію і ремонт деталей масляного насоса.....	8
1.2 Критерії вибору способів усунення дефектів корпусу і шестерні масляного насоса.....	11
1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	13
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	15
2.1 Будова масляного насоса двигуна Д-240.....	15
2.2 Вибір способу усунення дефектів корпусу масляного насоса.....	17
2.3 Особливості електролітичного осадження хрому.....	19
2.4 Хромування в холодному тетрахроматному електроліті.....	21
2.5 Хромування в ультразвуковому полі.....	22
2.6 Розробка технологічного процесу відновлення корпусу масляного насоса.....	24
2.7 Вимоги до деталей після нанесення гальванопокриття.....	27
2.8 Механічна обробка після хромування корпусу.....	28
2.9 Вибір способів зміцнення шестерні масляного насоса.....	29
2.10 Матеріал шестерні, її термообробка.....	30
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	32
3.1 Розробка конструкції установки для дослідження системи мащення двигунів.....	32
3.2 Розрахунок на міцність основних деталей і складальних одиниць установки.....	35
<b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	42
4.1 Сучасні САПР та тенденції їх розвитку.....	42
4.2 Система автоматизованого проектування КОМПАС-3D.....	43
<b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	51
5.1 Обгунтування конструкції розробленого люнету для відрізання профільних заготовок на дільниці ремонтного цеху масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240.....	51

5.2 Обґрунтування процесу відрізання профільних заготовок з допомогою лунетів дільниці ремонтного цеху масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240.....	53
<b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>58</b>
6.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних.....	58
6.2 Розрахунок кількості робітників.....	59
6.3 Вибір технологічного устаткування і оснастки.....	61
6.4 Розрахунок площі і обґрунтування планувальних рішень.....	62
<b>7 ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>63</b>
7.1 Визначення комплексних затрат.....	63
7.2 Складання калькуляції собівартості хромування одиниці продукції.....	67
7.3 Розрахунок економічного ефекту від упровадження електролітичного хромування корпусів масляних насосів.....	67
<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>70</b>
8.1 Виробнича санітарія і техніка безпеки на гальванічних дільницях.....	70
8.2 Заходу безпеки перед початком роботи.....	72
8.3 Визначення стійкості моторного відділення під час вибуху газоповітряної суміші.....	74
<b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>76</b>
9.1 Кліматичний аспект забруднення атмосфери.....	76
9.2 Руйнування озонового шару в атмосфері.....	78
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>83</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>84</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Високоєфективне використання в сільському господарстві тракторів, автомобілів, комбайнів, тваринницьких та інших машин, механізмів і знарядь можливе тільки при високій якості їх виготовлення, експлуатації і ремонту.

Систематичне проведення технічного обслуговування машин, механізмів, знарядь та обладнання, своєчасний і високоякісний ремонт техніки забезпечують постійну готовність її до роботи, високу техніко-економічну ефективність виконуваних виробничих операцій. Отже, високопродуктивне й ефективне використання в сільському господарстві нових і відремонтованих тракторів, автомобілів, комбайнів та інших технічних засобів залежить насамперед від їхньої конструкційно-технологічної (заводської) і експлуатаційної (господарської) надійності і довговічності.

В процесі експлуатації машин і механізмів їх вузли і деталі найчастіше працюють в жорстких умовах контактування з різними агресивними середовищем і абразивом, що викликає інтенсивну корозію і знос поверхні. У переважній більшості випадків (80...90 %) вузли тертя машин, тобто вузли з рухомими елементами, виходять з ладу через знос і лише 20...10 % через руйнування. В зв'язку з цим виникає необхідність в прийнятті заходів, які б забезпечили радикальне підвищення зносостійкості. У машинобудуванні відбувається безперервний процес удосконалення машин, в тому числі, вузлів тертя. Цей процес проходить дві основні стадії [1]:

- 1) пошук і реалізація конструктивних або технологічних методів підвищення зносостійкості;
- 2) розрахункова й експериментальна оцінка ефективності методів удосконалення вузла, підвищення його зносостійкості і міцності.

Ці стадії й були покладені в основу розробки методів підвищення довговічності деталей і вузлів системи мащення двигуна Д-240.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Технічні умови на дефектацію та ремонт деталей масляного насоса

Дефектація корпусу масляного насоса. Дефектацію починають із зовнішнього огляду. Перевіряють відсутність тріщин, зламів та пробоїн, і також стан різьби в отворах. При наявності хоча б одного з названих дефектів в залежності від його характеру корпус позначають фарбою. коли виявлені забоїни, викрашування та зірвані нитки різьби, то деталь ремонтують. За допомогою нутроміра чи пробки відповідного розміру контролюють знос бічних поверхонь гнізд під нагнітаючі шестірні, заміряючи діаметр гнізд, зношені бічні поверхні яких також позначають фарбою.

Знос торцевих поверхонь гнізд під шестірні визначають за допомогою глибиноміра (у двох-трьох точках гнізда).

Щільність посадки осей ведених шестірень та втулок перевіряють методом обстукування, і посадку установочних штифтів — вручну, затискаючи їх в слюсарних чи ручних тисках з губками з м'якого металу.

Обстукуванням визначають натяг в сполученні валика із шестірнею. При його відсутності визначають знос поверхонь спряжених шестірні та валика.

У випадку нормальної посадки валика в шестерні перевіряють знос їхніх робочих поверхонь. На валу заміряють знос: шийок під втулки корпусу чи кришки під втулки корпусів секцій та під ведучу шестірню радіаторної секції; поверхні під шестірню привода; стінок шпонкових пазів (кінцевими мірами чи спеціальними калібрами).

Далі мікрометром чи скобою визначають знос торцевих поверхонь шестерні та зубів по висоті, заміряючи відповідно її висоту та зовнішній діаметр (штангензубоміром чи нормалеміром).

Зовнішній діаметр шестерень масляних насосів з непарним числом зубів перевіряють за допомогою спеціальних калібрів.

При зносі торцевих поверхонь шестерні та її зубів по висоті, яке перевищує припустимі значення, шестерні ремонтують. В інших випадках їх



бракують та направляють в утиль. коли зношена хоча б одна робоча поверхня вала, то його також бракують чи відновлюють.

Таблиця 1.1. Дефекти корпусу масляного насоса

№ дефекту	Назва дефекту	Метод чи прилад контролю
1	2	3
1	Знос поверхонь, спряжуваних з шестернями	Глибиномір
2	Знос отворів	Мікрокатор
3	Тріщини	Лупа
4	Жолоблення	Щупи

Дефектація кришки масляного насоса. Насамперед перевіряють відсутність тріщин, обломів, стан різьби в отворах, щільність посадки втулок, осей ведених шестірень, і потім визначають знос робочих поверхонь та короблення привалочної поверхні.

Втулки і осі ведених шестірень з ослабленою посадкою видаляють із кришок. На кришках заміряють знос внутрішніх поверхонь втулок валиків, робочих поверхонь осей ведених шестірень, отворів під установочні штифти, і також в місцях сполучення торцевої поверхні кришки з нагнітаючими шестірнями.

Короблення привалочної поверхні кришки перевіряють на перевірочній плиті за допомогою щупа. Короблення та місцевий знос повинні бути не більше 0,05 мм.

Дефектація ведучої шестерні в зборі з валом. Спочатку зовнішнім оглядом оцінюють технічний стан деталей (відсутність ушкодження різьби валика під гайку кріплення шестерні привода насоса). Різьби з забоїнами, викрашуваннями та зірваними нитками відновлюють. Далі перевіряють робочі поверхні зубів шестерні та її торцевих поверхонь. коли виявляють тріщини, відколи, викрашування на зубах, то шестерню бракують. При наявності

кільцевих рисок на торцевих поверхнях її позначають для ремонту.

Аналіз дефектів шестерні та вимоги до відремонтованої деталі наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Дефекти шестерні, вимоги до відремонтованої деталі

Код деталі	№ дефекту	Назва дефекту	Метод чи прилад контролю	Граничний знос, мм
1	2	3	4	5
2	1	Знос Ø10,688...10,800	Пробка	0,012
2	2	Знос по ширині 30,015...30,050	Мікрометр	0,035
2	3	Знос Ø30,800...30,875	Мікрометр	0,075
2	4	Знос бічної поверхні зуба	Штангенциркуль ШЦ-П	0,15

Дефектація веденої шестерні в зборі з втулкою (втулками). Дефектація веденої шестерні відрізняється від дефектації ведучої тим, яке при зносі отвору під втулку, який перевищує припустиме значення, шестерню ремонтують.

Дефектація пружин, мастилоприймачів та трубок, які відводять мастило. Заміряють довжину пружин в вільному стані, погнутість, бічний знос витків, відхилення від перпендикулярності опорних витків.

Пружини повинні вільно проходити під дією власної маси крізь свої гільзи. Їхню пружність із зусиллям до 100 Н контролюють на приладі МИП-10-1, і більше 100 Н – на МИП-100-2 чи пристосуванні КИ-040А ГОСНИТИ.

Бічний знос витків пружини - не більше 0,3 мм.

При дефектації мастилоприймачів не допускаються ушкодження (прориви) сітки, і також тріщини на усмоктувальній трубці і в місці з'єднання її з фланцем кріплення до насоса. Трубки мастилоприймачів перевіряють на

герметичність протягом 0,5...1,0 хв. повітрям (у воді) чи рідиною під тиском 0,3...0,4 МПа. Просочування повітря чи підтікання рідини не допускається.

Трубки насоса чи їх нагнітаючих секцій перевіряють протягом 1 хв. рідиною під тиском 1,0 МПа, і трубки радіаторних секцій —повітрям чи рідиною протягом 0,5...1,0 хв. під тиском 0,5 МПа. Поява пухирців чи повітря рідини не допускається. Температура рідини 15...25 °С.

У трубок, кріплення яких передбачено за допомогою натискних втулок, визначають технічний стан розвальцьованої частини, товщина якого повинна бути не менш 1 мм. Тріщини та забоїни не допускаються. Глибина вм'ятин не більше 2 мм.

При дефектації мастилоприймачів та відвідних трубок контролюють за допомогою спеціальних шаблонів, які імітують настановні бази на насосі та блоці дизеля, правильність просторового розташування елементів кріплення (фланців, кронштейнів, розвальцьованих кінців) та при необхідності рихтують трубки.

## **1.2 Критерії вибору способів усунення дефектів корпусу та шестерні масляного насоса**

При виборі способів підвищення зносостійкості корпусу слід враховувати:

- матеріал корпусу, її хімічний склад та властивості;
- умови роботи корпусу (характер навантаження та посадки, габаритність та геометрична форма);
- допустимі величини деформації корпусу, зниження поверхневої твердості та витривалості на втому;
- термообробку та поверхневу твердість корпусу, можливість його відновлення;
- продуктивність зміцнення, працемісткість та економічність процесу підвищення зносостійкості (включаючи усі операції технологічного процесу).

Основна вимога, яку необхідно виконати при підвищенні зносостійкості корпусу, є забезпечення:

- розмірів та шорсткості відновлюваних поверхонь;
- твердості відновлюваних поверхонь;
- суцільності покриття;
- міцності зчеплення нанесених шарів з основним металом.

Розміри деталей та припустиме зношування деталей масляного насоса відображені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. Розміри деталей та припустиме зношування

Параметри	Розміри, мм
1	2
Діаметр шестірень	0,850...30,875
Припустимий діаметр шестірень	30,8
Радіальний зазор між зубами шестірні та стінкою корпусу	0,063... 0,100
Припустимий радіальний зазор	0,14
Висота шестірень	30,015... 30,050
Припустима висота шестірень	30,0
Торцевий зазор між шестірнями і корпусом	0,050... 0,124
Припустимий зазор в нагнітаючій секції	0,16
Коловий зазор в зачепленні зубів шестірень	0,085... 0,265
Діаметр опорних шийок ведучого вала	10,988...10,000
Припустимий діаметр ведучого вала	10,98
Діаметр втулок в корпусі насоса під опорні шийки вала	12,03...12,06
Припустимий діаметр втулок	12,07
Діаметри вала ведучої шестерні та осі веденої шестірні	10,688...10,700
Припустимий діаметр осі	10,68
Діаметр втулки веденої шестірні	12,03...12,06
Припустимий діаметр втулки веденої шестірні	12,08

У табл. 1.4 наведені прийнятні до використання способи усунення дефекту №1 корпусу масляного насоса (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.4. Способи усунення дефекту №1 корпусу масляного насоса

№ дефекту	№ способу усунення дефекту	Спосіб усунення дефекту	Мін h нарощеного шару, мм	Макс h нарощеного шару, мм	Макс твердість, HRC
1	2	3	4	5	6
1	2	Наплавлення в CO <sub>2</sub>	0,8	1,2	54
1	3	Вібродугове наплавлення	0,3	2	56
1	4	Хромування електролітичне	0,01	0,4	65

### 1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Провівши характеристику масляного насоса, призначення та умови роботи деталей які підлягають ремонту, було зроблено наступні висновки:

– при виборі способу ремонту потрібно в першу чергу звертати увагу на якість та фізичні властивості відновленої поверхні, і потім на економічні показники;

– при виконанні складальних робіт ТП, пов'язаних зі значними труднощами, виникає можливість появи дефектів. Цілком зрозумілим є необхідність створити технічні умов при виконанні операцій ТП відновлення та ремонту.

Таким чином було поставлено наступні завдання, які потрібно вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

1. Обрати метод відновлення, розробити технологічні процеси розбирання, складання масляного насоса; розробити технологічні процеси дефектування та ремонту масляного насоса; розробити технічну документацію на ремонт масляного насоса; визначити норми часу всіх операцій.

2. Розробити конструкції установки для дослідження системи мащення

двигунів. Розроблена конструкція спеціального пристрою повинна забезпечувати такі вимоги: дозволяти монтаж та демонтаж деталей; створювати необхідні зусилля затиску.

3. Розробити спеціальну частину магістерської роботи.
4. Провести дослідження лонетів для відрізання профільних заготовок.
5. Розробити проект ділянки для ремонту і ТО масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240.
6. Обґрунтувати прийняті рішення економічними показниками.
7. Описати заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях з економії матеріальних та енергетичних ресурсів.
8. Розробити графічну частину.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Будова масляного насосу двигуна Д-240

Масляний насос, застосовується в змащувальній системі двигуна Д-240, шестерінчастого типу (рис. 2.1). в дію він приводиться від колінчастого вала крізь пару зубчатих коліс.

Насос працює таким чином. В картері 4 (рис. 2.1, а) розташовані ведуче 8 та ведене 9 зубчасті колеса. При їх обертанні в порожнині 14 створюється розрідження за рахунок виходу із зачеплення зубів та звільнення простору, займаного ними в западинах. Масло засмоктується крізь фільтр мастилоприймача 3, заповнює западини між зубами та в замкнених просторах, утворених зубами та стінками картеру, переноситься в нагнітальну порожнину 15 (на рис. 2.1, і переміщення масла показано стрілками). Тут воно видавлюється із западин зубами, які входять в зачеплення, та під тиском наступних порцій нагнітається в змащувальну систему.

Для необхідної надійності змащувальної системи подача насосу перевищує нормальну потребу дизеля.

Масляний насос дизеля Д-240 закріплений на кришці першого корінного підшипника. Штифти 2 (рис. 2.1) забезпечують точну установку картеру для правильного зачеплення колеса 11 з зубчастим колесом колінчастого вала. До картеру 4 насоса приєднані нагнітальна трубка 1 та мастилоприймач 3 з сітчастим фільтром. Ведуче зубчасте колесо 8 шпонкою 13 закріплене на валу 7, який обертається в бронзових втулках, запресованих в картері 4 та кришці 10. Співвісність втулок забезпечується настановними штифтами 5, отвори для яких обробляються спільно. в зв'язку з цим кришку та картер насоса не можна розукомплектувати. Ведене зубчасте колесо 9 обертається на осі 6, запресованої в картері.

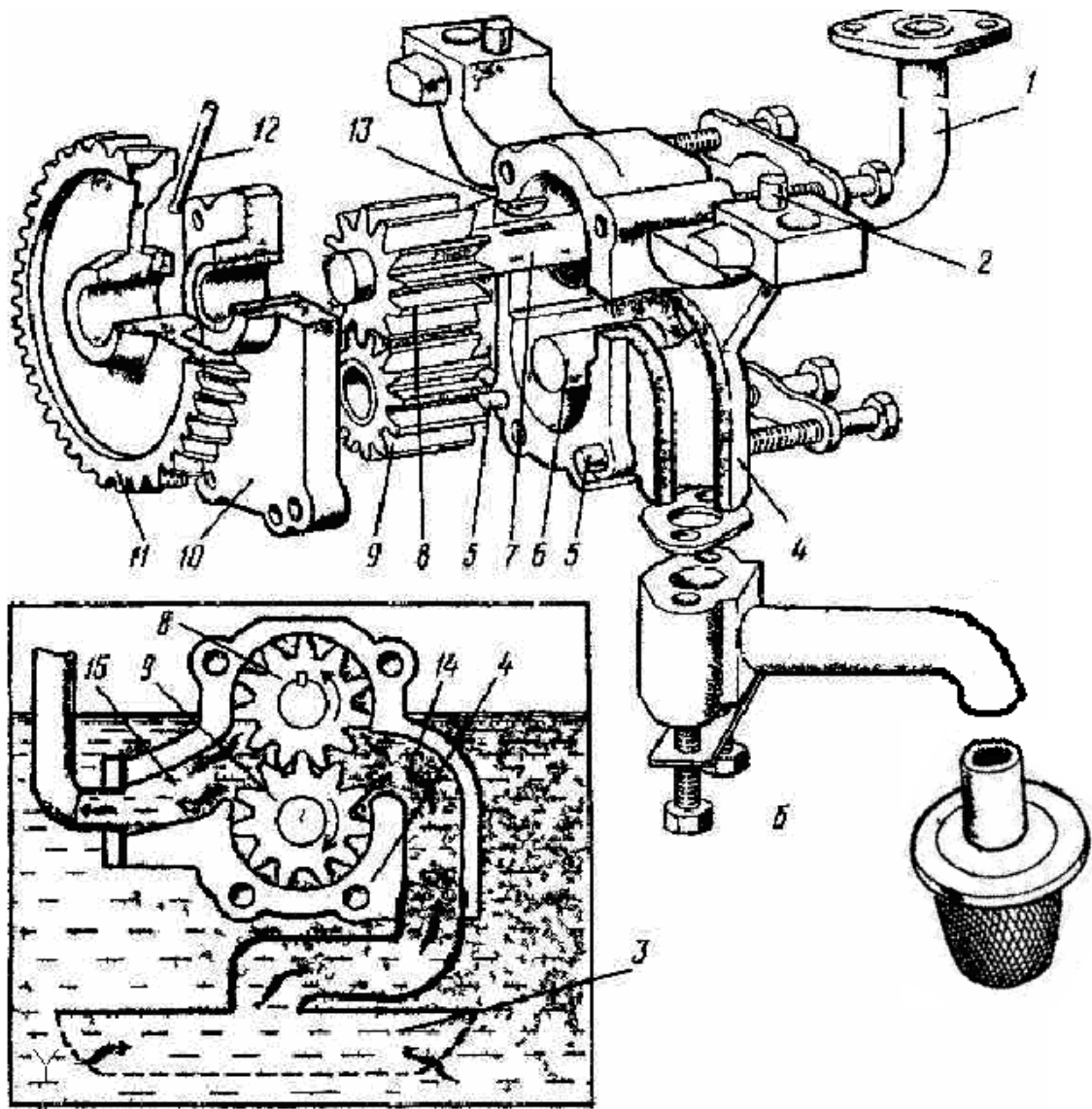


Рис.2.1. Схема роботи (а) та масляний насос дизеля Д-240 (б):

1 – нагнітальна трубка; 2 та 5 – штифти; 3 – мастилоприймач; 4 – картер; 6 – вісь; 7 – вал; 8 та 9 – ведуче та ведене зубчасті колеса; 10 – кришка; 11 – зубчасте колесо приводу; 12 – штир; 13 – шпонка; 14 – всмоктуюча порожнина; 15 – нагнітальна порожнина

Картер насосу та кришку стягують болтами. Герметичність з'єднання забезпечується ретельною обробкою поверхонь. Висока точність виготовлення деталей дозволяє витримувати мінімальний зазор по торцях зубчастих коліс, яке запобігає витoku масла з нагнітальної порожнини в всмоктуючу.

На рис. 2.2 наведено складальне креслення насоса масляного двигуна Д-240.



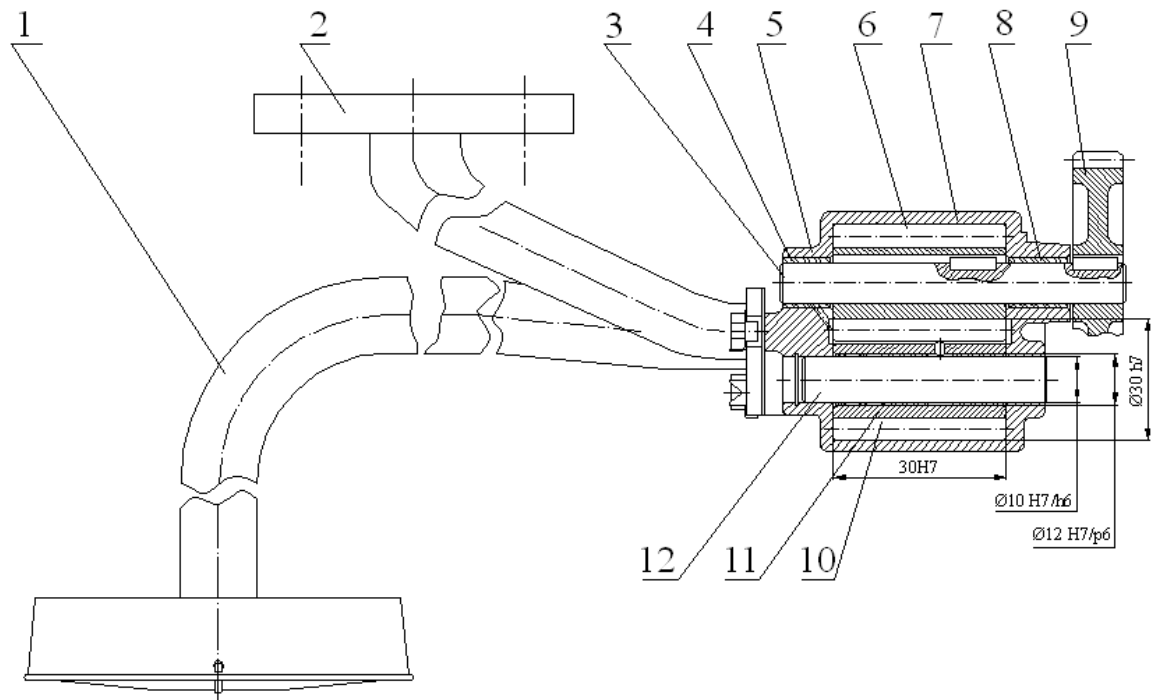


Рис.2.2. Складальне креслення масляного насосу двигуна Д-240:

1 – мастилоприймач; 2 – патрубок вивідний; 3 – вал; 4 – втулка вала; 5 – кришка; 6 – шестерня ведуча; 7 – картер; 8 – втулка; 9 – колесо зубчасте; 10 – колесо зубчасте ведена; 11 – втулка; 12 – вісь.

## 2.2 Вибір способу усунення дефектів картера масляного насосу

Для вибору оптимального способу усунення дефекту №1 картера масляного насосу доцільно використати систему управління базами даних.

Для запитів доступні три режими: Конструктор, SQL, Таблиця. Режими Конструктора та SQL взаємозв'язані, будь-які зміни в одному з них приводять до змін в іншому. При переході в режим Таблиці можна переглянути результати запиту.

Запити можна складати програмним шляхом. При цьому можливі два варіанти:

- запуск безпосередньо команд SQL; для цього необхідно створити змінну рядкового типу та запустити її за допомогою макрокоманди RunSQL.

- використання об'єктів доступу до даних.

У середовищі Microsoft Access створено БД, в яку увійшли наступні таблиці:

- 2.1. Основні деталі масляного насосу;
- 2.2. Дефекти картера масляного насосу, вимоги до відремонтованої деталі;
- 2.5. Способи усунення дефекту №1 картера масляного насосу.

Згідно запиту на вибірку з табл. 2.4 оптимального способу усунення дефекту №1 картера масляного насосу вибираємо хромування електролітичне (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Вибір способу усунення дефекту №1

Назва деталі	Назва дефекту	Спосіб усунення дефекту
Картер	Знос поверхонь, спряжуваних з шестернями	Хромування електролітичне

Таким чином, застосуємо для відновлення внутрішніх поверхонь картера насоса електролітичне хромування (рис. 2.5). Наростимо шари хрому, після цього їх пошліфуємо до виведення слідів зносу і одержання правильної геометричної форми. Шорсткість поверхонь - не більше  $Ra 2,5$ .

Після відновлення картера масляний насос обкочується при нормальній частоті обертання ведучого вала з стабільними режимами: обкатування без тиску у масляній магістралі стенду чотири хв.; обкатування за нормальними тисками в магістралі три хвилини. Після обкатування насосу регулювати запобіжний клапан. Пізніше визначити подавання масляного насосу згідно до режимів, визначених у технічних умовах.

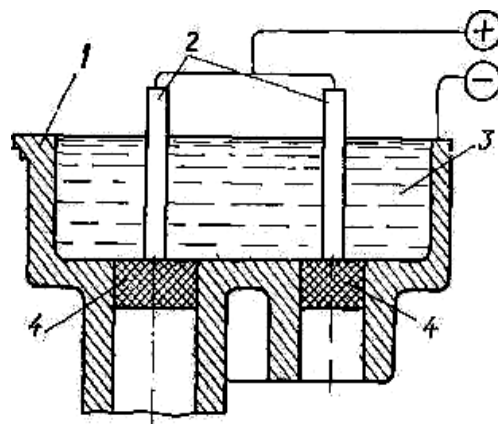


Рис. 2.5. Ескіз електролітичне нарощування внутрішньої поверхні картера насоса:

1 – картер); 2 – аноди; 3 – електроліт; 4 – гумові пробки.

## 2.3 Особливості електролітичного осадження хрому

Шару металу хромом характеризуються високою хімічною стійкістю, термостійкістю, схильністю до пасивування на повітрі, стійкістю в умовах тропічного клімату, здатністю до розтріскування в виді сітки та нерівномірністю розподілу по поверхні. Основні види хромових покриттів (у залежності від режиму електроосадження): молочне, блискуче, матове та чорне.

Блискуче шару металу має твердість HV (700...800). Пори в такого шару металу відсутні. Пористе шару металу має таку ж твердість, як та блискуче, та має здатність затримувати мащення в шарі шару металу. Електротвердість молочного шару металу 400...500. Таке шару металу полірується легше, ніж осади блискучого хрому. Чорне хромове шару металу характеризується високою світлопоглинальною здатністю. Зносостійкість його така ж, як та блискучого, і корозійна стійкість в 2 рази вище. Таке шару металу містить 56% Cr, 0,4% Ni, 0,1% C, 1,25% H і більше 26% кисню. Коефіцієнт відображення чорних хромових покриттів 3,0...3,5.

Для одержання твердого шару металу (матового чи блискучого) хром наносять пошарно та на шар, яке розтріскується, при цьому накладається новий шар, який закриває тріщини в попередньому шарі. Напруження стиску в покритті виникає при товщині, більшій 50 мкм. При змінних навантаженнях такі шару металу зменшують (іноді до 70%) міцність сталевих (особливо вуглецевих) деталей. Причинами цього можуть служити крихкість основного металу в результаті дифузії атомарного водню, власне напруження покриттів та ін. На відміну від інших металопокриттів для хромових існує визначена залежність між зниженням границі витривалості та товщиною шару металу. Зі збільшенням товщини шару металу границя витривалості знижується, наприклад при 30...150 мкм — від 28 до 15%. Зі збільшенням катодної щільності струму від 25 до 100 А/дм<sup>2</sup> границя витривалості різко знижується.

Для осадження блискучого хрому на сталі з підшаром міді чи нікелю рекомендується використовувати електроліт, який містить (г/л): ангідрид хромовий 200...400, добавку Лімеда X80 10...20; температура електроліту

18...50 °С,  $i_k = 2...70$  А/дм<sup>2</sup>, швидкість осадження 0,1...0,7 мкм/хв; аноди - зі сплаву свинець-олово 93 г/см<sup>3</sup>.

Для одержання покриттів блискучого та безпористого хрому застосовують електроліт (г/л): температура 60...65 °С,  $i_k = 20...25$  А/дм<sup>2</sup>, швидкість осадження 0,1 мкм/хв, аноди зі сплаву Pb-Sn 90 г/см<sup>3</sup> чи свинцю марки СО. Такий електроліт називається саморегулюючим. Концентрація іонів (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> регулюється автоматично за допомогою обмежень розчинності сульфату стронцію, який вводиться в електроліт в вигляді твердої фази.

Для одержання захисно-декоративних та зносостійких покриттів застосовують електроліт складу (г/л): ангідрид хромовий 270...350, добавка ДХТИ - хром 11 (або ДХТИ-11) 8...10. Температура електроліту 40...60 °С,  $i_k = 5...80$  А/дм<sup>2</sup>, швидкість осадження хрому 0,1...0,8 мкм/хв, аноди – зі сплаву Pb-Sn (93 г/см<sup>3</sup>) чи свинцю марки СО. При цьому виходять якісні хромові шару металу на сталі, міді, нікелі, алюмінії і інших металах з підшаром міді чи нікелю.

Для одержання покриттів твердим хромом (при обробці деталей насипом) застосовують електроліт, який містить (г/л): ангідрид хромовий 140...170, стронцій сірчаноокислий 6...8. Температура електроліту 50...70 °С,  $i_k = 30...60$  А/дм<sup>2</sup>, швидкість осадження 0,7...1,0 мкм/хв. Обробку ведуть при перемішуванні електроліту стисненим повітрям. Аноди – зі сплаву Pb-Sn (90 г/см<sup>3</sup>) чи свинцю марки З.

Для осадження мікротріщинуватого хрому по звичайному хрому використовують електроліт (г/л): хромової кислота 250...270, кремнієфтористоводнева кислота 0,5...0,7, сірчана кислота 1,5...2,0, селеніт натрію 0,015, тривалентний хром 0,5...1,0. Температура електроліту 50...55 °С,  $i_k = 25...50$  А/дм<sup>2</sup>, швидкість осадження 0,1...0,25 мкм/хв. Аноди – зі сплаву Pb-Sn (93 г/см<sup>3</sup>). На 1 см<sup>2</sup> поверхні шару металу утвориться не менш 500...700 пересічних тріщин.

Шару металу чорним хромом на сталь, титан, мідні сплави (з підшаром міді чи нікелю) осаджують з електроліту (г/л): CrO<sub>3</sub> (250...300), Fe<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>6</sub> \* 5H<sub>2</sub>O (50...60) та Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> (0,2...0,3). Температура електроліту (15...20) °С,

витримка (15...30) хв.,  $i_k = (5...15) \text{ А/дм}^2$ . На початку електролізу підвищення сили струму (35...40)  $\text{А/дм}^2$  (протягом (1...2) хв.).

Вихід хрому по струму для вищезазначених електролітів - 10...25 %, яке не є економічно доцільним.

## 2.4 Хромування в холодному тетрахроматному електроліті

При цьому способі хромування можна одержати вихід по струму до 28...30.%, яке підвищує швидкість нарощування шару металу в 2...2,5 рази [8, с. 250]. Іншими перевагами тетрахроматного електроліту є протікання процесу при кімнатній температурі, отримання покриттів з малою пористістю, високою антикорозійністю, можливість вести процес при широкому діапазоні густини струму (20...100  $\text{А/дм}^2$ ) та високій розсіюючій здатності. Основним компонентом електроліту є тетрахромова кислота, яка утворюється при збільшеному вмісті в електроліті хромового ангідриду. В результаті розчинення хромового ангідриду в воді утворюється суміш поліхромових кислот: біхромової при середній концентрації  $\text{CrO}_3$  та тетрахромової при збільшеній концентрації. Крім великої концентрації  $\text{CrO}_3$ , тетрахроматний електроліт характеризується ще та введенням в нього їдкого натра, необхідного для утворення тетрахромата натрію. Зміст їдкого натра в деякій оптимальній кількості сприяє отриманню якісних осадів з максимальним виходом по струму. Рекомендується наступний склад та режим тетрахроматного електроліту, г/л:  $\text{CrO}_3$  – 350...400;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 2,0...2,5;  $\text{NaOH}$  – 40...60; цукор чи глюкоза – 1...2; густина струму  $D_k$ ,  $\text{а/дм}^2$  – 10...80; температура електроліту – 18...22 °С.

Цукор чи глюкоза вводяться в електроліт для утворення тривалентного хрому, яке робить вплив на зовнішній вигляд та якість осаду.

Відомо, яке електролітичний хром має дві модифікації атомно-кристалічних ґрат: кубічну просторово-центровану та гексагональну, яке є нестійкою. Хром, одержуваний з тетрахроматного електроліту, в основному має гексагональну ґратку.

Гексагональний хром має сітки тріщин, твердість його нижча твердості

кубічного хрому, водень знаходиться в ґратках, тоді як в кубічного хрому водень зосереджений переважно по межах зерен та в мікротріщинах. Звідси та менша мікротвердість осадів з тетрахроматного електроліту, яке не перевищує 350...400 кГ/мм<sup>2</sup> та менша пористість та напруженість.

Унаслідок незначної агресивності тетрахроматного електроліту хромування можна вести в звичайних залізних ваннах без якої-небудь футеровки. Оскільки в процесі хромування електроліт нагрівається, ванни необхідно охолоджувати водою для підтримки температури на рівні 20...22 °С. Для поліпшення розсіювання силових ліній та кращого розподілу облягаючого металу застосовуються перфоровані аноди. Аноди виготовляються з чистого свинцю чи сплаву свинцю з 5% сурми. Операції технологічного процесу хромування в разі застосування тетрахроматного електроліту не відрізняються від процесу хромування в звичному електроліті.

Хромування в тетрахроматному електроліті може застосовуватися для відновлення деталей з відносно невисокою поверхневою твердістю до НВ 350...400. Крім цього хром, одержаний з тетрахроматного електроліту, добре приробляється.

Таким чином, внутрішню поверхню картера масляного насосу рекомендується відновлювати методом хромування у холодному тетрахроматному електроліті.

## **2.5 Хромування в ультразвуковому полі**

Ультразвук робить значний вплив на структуру та властивості хрому, зокрема викликає підвищення твердості осаду [8], яке усуває недолік хромування в холодному тетрахроматному електроліті (рис. 2.6).

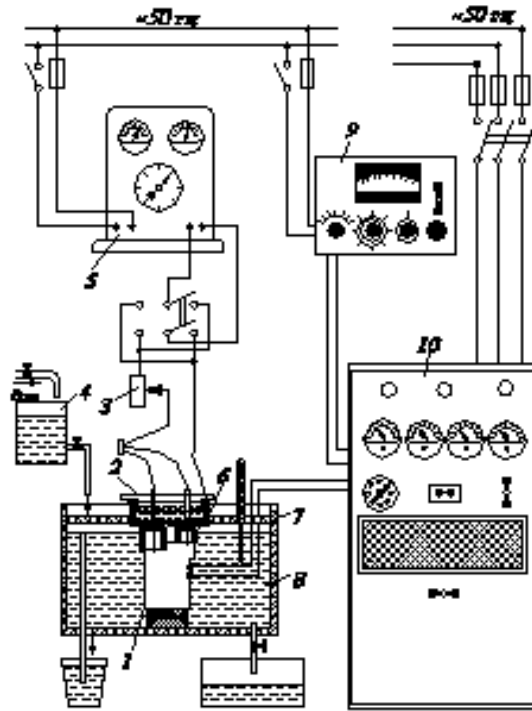


Рис. 2.6. Схема установки для хромування в ультразвуковому полі:

1 – магніострикційний вібратор; 2 – оправка для установки анодів та катодів; 3 – реостат; 4 – зрівняльний бачок охолодження; 5 – випрямляч; 6 – електролізер; 7 – кришка; 8 – ванна для води; 9 – частотомір; 10 – ультразвуковий генератор.

Ультразвукові коливання в електроліті частотою 20...30 кГц збуджуються за допомогою магніострикційних перетворювачів та можуть прямувати паралельно чи перпендикулярно до катодної поверхні. Хромування в ультразвуковому полі дозволяє застосовувати високу густину струму (до 180 А/дм<sup>2</sup> та вище). Застосування хромування в ультразвуковому полі доцільне для деталей, виготовлених з алюмінієвих сплавів (картер масляного насосу). Трудність осадження хрому на деталі викликається наявністю окисної плівки на їх поверхні. Під дією ультразвукових коливань окисна плівка руйнується, яке забезпечує високу міцність зчеплення хрому з алюмінієвим сплавом.

Таким чином, для відновлення внутрішньої поверхні картера масляного насосу рекомендується хромування в ультразвуковому полі.

## 2.6 Розробка технологічного процесу відновлення картера масляного насосу

Процес нанесення покриттів на деталі містить в собі три групи операцій:

- підготовку картера масляного насосу до нанесення шару металу;
- нанесення шару металу;
- обробка картера масляного насосу після нанесення шару металу.

Підготовка картера масляного насосу до нанесення шару металу містить у собі наступні операції:

- механічну обробку поверхонь, які підлягають напиленню;
- очищення картера масляного насосу від окислів і знежирення;
- закріплення картера масляного насосу на підвісне пристосування;
- ізоляція поверхонь, які не обробляються покриттям;
- знежирення картера масляного насосу із наступним промиванням у воді;
- анодну обробку.

Деталі при електрохімічному знежиренні завішують на катодну штангу. При електролізі на поверхні деталі виділяється водень, який хімічно зриває жирову плівку і в такий спосіб прискорює процес омилення і емульгування жирів. Щоб уникнути наводорожування змінюють полярність на зворотну і на протязі (0,2...0,3) хв обробляють деталі на аноді.

Після знежирення деталі промивають в гарячій, і потім в холодній воді. Суцільна, без розривів, плівка води на знежиреній поверхні свідчить про достатню якість вилучення жирів.

Декапірування (анодну обробку) роблять для вилучення найтонших оксидних плівок з поверхні деталі та забезпечення найміцнішого зчеплення гальванічного шару металу з підложкою. Ця операція безпосередньо передусе нанесенню шару металу.

При хромуванні анодну обробку роблять в основному електроліті. Деталі завішують в ванну для хромування та для прогріву витримують (1...2) хв. без струму, і потім піддають обробці на аноді на протязі (30...45) хв. при анодній щільності струму (25...35) А/дм<sup>2</sup>. Після цього, не виймаючи деталі з



електроліту, переключають їх на катод та наносять шару металу.

У ряді випадків перед декапіруванням деталі піддають анодному травленню (деталі, які не піддаються механічній обробці). Травлення в цьому випадку відбувається в спеціальній ванні з хлористим електролітом.

Обробка деталей після нанесення шару металу включає наступні операції:

- нейтралізацію деталей від залишків електроліту;
- промивання деталей в холодній та гарячій воді;
- демонтаж деталей з підвісного пристосування та вилучення ізоляції;
- механічну обробку деталі до необхідного розміру;
- термічну обробку (при необхідності).

Цей порядок виконання заключних операцій зберігається при нанесенні покриття з будь-яких електролітів, однак конкретні процеси мають деякі особливості.

Перед розробкою технологічного процесу електролітичного хромування картера вибираються бази, проводяться основні операції з підготовки деталі до відновлення. Розробляємо схему технологічного процесу (табл. 2.3). Приймаємо товщину нанесеного шару хрому – 0,20 мм на сторону.

Таблиця 2.3. Схема технологічного процесу

Назва операції	Зміст операції	Обладнання, інструменти
005 Мийна.	Мийка і очищення картеру від мастила та бруду.	Мийна машина.
010 Дефектовочна.	Виявлення зношених поверхонь.	Верстак. Штангенциркуль ШЦ II.
015 Шліфувальна.	Механічна обробка зношеної поверхні (придання відновлюємій поверхні правильної геометричної форми).	Верстат шліфувальний. Штангенциркуль ШЦ II.
020 Підготовча.	Промивання деталей в розчинниках.	Мийна машина.

025 Запобіжна.	Захист поверхонь від дії електроліту.	Установка для захисту вінілпластовими матеріалами.
030 Монтажна.	Монтаж деталей на підвісне пристосування.	Підвісне пристосування.
035 Підготовча.	Остаточне електрохімічне знежирення підлягаючих нарощуванню поверхонь деталей.	Установка для знежирення.
040 Промивна.	Промивка деталей в гарчій, і потім в холодній воді.	Мийна машина.
045 Декапірувальна	Анодна обробку для вилучення найтонших оксидних плівок з поверхні деталі.	Гальванічна ванна.
050 Наплавлювальна	Нарощування поверхні.	Гальванічна ванна. Штангенциркуль ШЦ II.
055 Мийна.	Промивання деталей в ванні з дистильованою водою (для уловлювання електроліту). Промивання деталей в проточній воді.	Мийна машина.
060 Нейтралізаційна.	Занурення деталей в розчин кальцинованої соди.	Ванна.
065 Мийна.	Промивання деталей в теплій воді.	Мийна машина.
070 Монтажна.	Демонтаж деталей з підвісного пристосування та вилучення ізоляції.	Підвісне пристосування.
075 Сушильна.	Сушіння деталей в сушильній шафі.	Сушильна шафа.

080 Шліфувальна.	Шліфування відновленої поверхні.	Верстат круглошліфувальний. Штангенциркуль ШЦ II.
085 Контрольна.	Контроль відновлених поверхонь.	Верстак. Штангенциркуль ШЦ II.

## 2.7 Вимоги до деталей після нанесення гальванополіметалу

Вимоги до електролітичних покриттів обмовляються в технічній документації в залежності від умов експлуатації виробу. При нанесенні покриттів потрібно пам'ятати, яке шорсткість поверхні деталей після нанесення хромових покриттів залишається без зміни.

При пред'явленні до покриттів вимог по блиску в позначенні покриттів вказується ступінь блиску: матове, блискуче, дзеркальне.

Відсутність шару металу припустима:

- в зварених чи паяних швах та біля них;
- в порах, свищах, раковинах та місцях оксидних включень та інших місць з дефектами поверхні, припустимими стандартами чи технічними умовами на лиття чи матеріал, на зварені та паяні з'єднання, на прокат.

При нанесенні шару металу на деталь, частина поверхні якої ізольована, чи декількох покриттів на одну деталь допускаються:

- місцевий зсув границі шару металу шириною меншою 2 мм в обидва боки від границі ділянки, яке покривається;
- місцевий зсув границі шару металу шириною менше 2 мм при осадженні одного шару металу на поверхню іншого, коли при цьому не порушуються умови сполучення деталей в вузлі;
- окремі крапкові включення одного шару металу на поверхні іншого;
- потемніння та незначна шорсткість в зоні переходу шару металу;
- кольори мінливості на ізольованих поверхнях.

На поверхні шару металу не допускаються пригари, здуття, сліди невідмитих солей, міхури, відшаровування, відколи, розтріскування, видимі сліди від захоплення руками.

## **2.8 Механічна обробка після хромування картера**

Картер масляного насосу після хромування підлягає абразивній обробці. Стійкість кругів та якість поверхні при чистовому шліфуванні хромованих деталей можна підвищити, знижуючи питомі навантаження та температуру в зоні шліфування. Ці вимоги виконуються при шліфуванні переривчастими кругами, які мають на робочій поверхні ряд виступів та западин, яке чергуються. Переривчасті абразивні круги можна виготовити зі стандартних кругів. Для цього на робочій поверхні круга прорізають пази, використовуючи як інструмент круги з зеленого карбїду кремнію, який має високу твердість. Довжина нарізаних пазів повинна бути приблизно в 3 рази менше довжини виступів.

Самозагострювання переривчастих кругів зв'язано з динамічними силами, які виникають при врізанні зерен в метал. Це викликає розщеплення зерен та руйнування зв'язування. Пошарове припуску зернами передньої (фронтальної) поверхні зменшує питомі навантаження на кожне зерно та знижує температуру в зоні шліфування, яке приводить до зменшення адгезійних та дифузійних процесів між металочару металум та кругом і, як наслідок, до засолювання круга.

Розмірний радіальний знос переривчастих кругів на 15...20 % вище, ніж знос стандартних кругів. Однак період їхньої стійкості при безприпаленому шліфуванні зростає майже в 3 рази. За таких умов число правок зменшується в 2...3 рази та тому загальна стійкість кругів збільшується.

Для ремонтних підприємств рекомендуються переривчасті абразивні круги наступних геометричних параметрів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4. Параметри переривчастих кругів, мм

Діаметр круга	Глибина паза	Радіус заокруглення паза	Число пазів
1	2	3	4
50	5	1,5	6

При шліфуванні внутрішньої поверхні картера масляного насосу, відновленої хромованням, рекомендуємо абразивні круги та режими різання з наступними параметрами:

- припуск на шліфування - (15...30) % товщини хромового шару металу;

- шліфувальні круги: матеріал – нормальний чи білий електрокорунд на керамічному зв'язуванні, зернистість 20...40, твердість СМ1...С1;

- режими шліфування: колова швидкість круга 25...35 м/с, швидкість деталі 0,2...0,3 м/с, подовжня подача 3...8 мм/об, глибина 0,005...0,001 мм, витрата МОР не менше 0,3 л/с.

## 2.9 Вибір способів зміцнення шестерні масляного насосу

Для вибору оптимальних способів усунення дефектів шестерні масляного насосу використана СУБД Access.

Таблиця 2.5. Способи зміцнення зубчастих коліс зі сталі 40Х

№ дефекту	Твердість серцевини, HRC	Твердість поверхні, HRC	Метод зміцнення
2	25...28	48...52	Контурне гартування СВЧ
2	27...32	52...55	Цементация
2	34...36	54...56	Азотування
2	35...40	55...58	Нітроцементация

Визначення оптимального способу зміцнення шестерні масляного насосу. Згідно запиту на вибірку з табл. 2.5 оптимального способу усунення дефекту №2 шестерні масляного насосу вибираємо нітроцементацию (табл. 2.6).

Таблиця 2.6. Вибір способу усунення дефекту №2

Назва деталі	Назва дефекту	Метод зміцнення
Шестерня	Знос по ширині 30,015...30,050	Нітроцементация

## 2.10 Матеріал шестерні, її термообробка

Матеріал шестерні [10] – загартована сталі 40Х, HRC55...58 - (вивчається можлива заміна на 60ХГ, 18ХГТ, ШХ15). Вибір марки сталі для деталей заснований на наступних міркуваннях:

- для деталей простої форми, від яких потрібна висока стійкість проти стирання та не пред'являються підвищені вимоги до міцності, слід застосовувати вуглецеві сталі;

- для деталей, які випробовують великі напруження та удари, і також мають складну конфігурацію, застосовують леговані сталі.

Конструкційні леговані сталі мають переваги перед вуглецевими, особливо після термічної обробки. Це пояснюється тим, яке легуючі елементи сильно впливають на дифузійні процеси, які протікають при термічній обробці.

Для отримання необхідної твердості леговані сталі піддають відпустці при вищій температурі, ніж вуглецеві. Це дозволяє повніше зняти гартівні напруження, і отже, одержати в сталі краще поєднання міцності та в'язкості. Підвищення механічних властивостей досягається також в результаті того, яке багато легуючих елементів сприяють подрібненню зерна та зміцнюють ферит.

Леговані сталі володіють малою критичною швидкістю гартування, а, отже, високою прожарюваністю та меншою деформацією при гартуванні. в малих перетинах механічні властивості легованих сталей не відрізняються від механічних властивостей вуглецевих сталей, та зате в великих перетинах механічні властивості легованих сталей вище, ніж вуглецевих.

Покращувані сталі містять (0,3...0,5) % С та різну кількість легуючих елементів. Після відпалу структура їх складається з фериту та перліту (перліту тим більше, чим більше С та легуючих елементів). Термообробка даних сталей складається з гартування та високотемпературного відпуску.

Сталі для деталей вибирають по прожарюваності, оскільки механічні властивості різних марок сталей після поліпшення в разі наскрізної прожарюваності різні. Чим більше в сталі легуючих елементів, тим більше прожарюваність, отже, чим більше перетин деталі, тим більше леговану сталь потрібно вибирати.

Легування хромом та марганцем (сталі 60ХГ, 18ХГТ) збільшує прожарюваність сталі, але при цьому знижується ударна в'язкість та підвищується схильність до зростання зерен аустеніту при нагріві.

Високим комплексом механічних властивостей володіють хромокремніємарганцовисті сталі (хромансили). Проте хромансили мають невелику прожарюваність та схильні до знеуглецювання при нагріві.

Інтенсивність зниження властивостей при збільшенні діаметру термічно оброблюваної заготовки тим менше, чим більше легована сталь.

Вироби із сталі ШХ15 піддають гартуванню для отримання структури мартенсит з надмірними карбідами та твердості HRC (61...63). Після гартування проводять низькотемпературний відпуск при (150...180) °С.

Типові режими гартування сталей наведені в табл. 2.7 [12].

Таблиця 2.7. Типові режими гартування сталей

Марка сталі	Температура гартування, °С	Охолоджуюче середовище	Температура відпуску, °С	Охолоджуюче середовище	HRC
40Х	850	Масло	200	Вода	55...58
60ХГ	840...850	Масло	180	Вода	60...64
18ХГТ	870	Масло	180...200	Вода	62...66
ШХ15	840	Масло	150...180	Вода	61...63

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Розробка конструкції установки для дослідження системи мащення двигунів

Для дослідження системи мащення двигунів розробляємо схему установки (рис. 3.1).

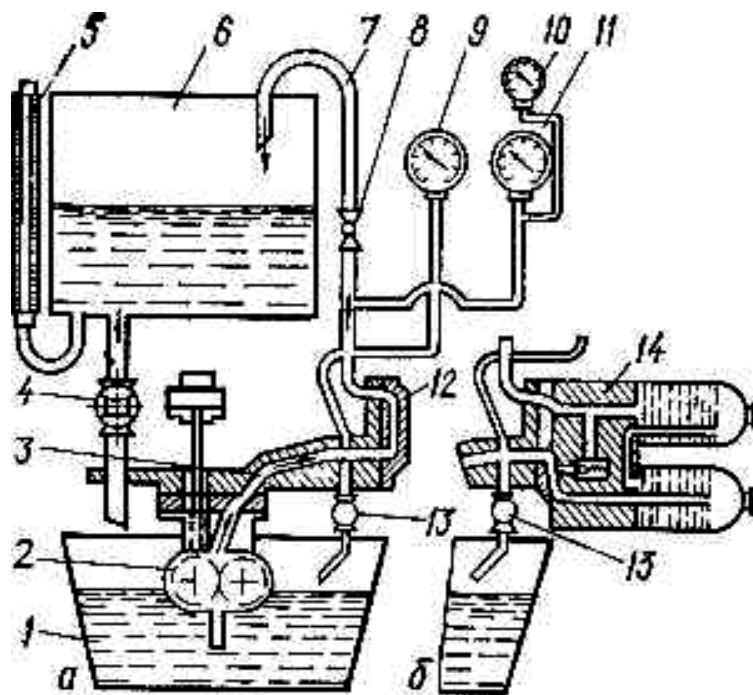
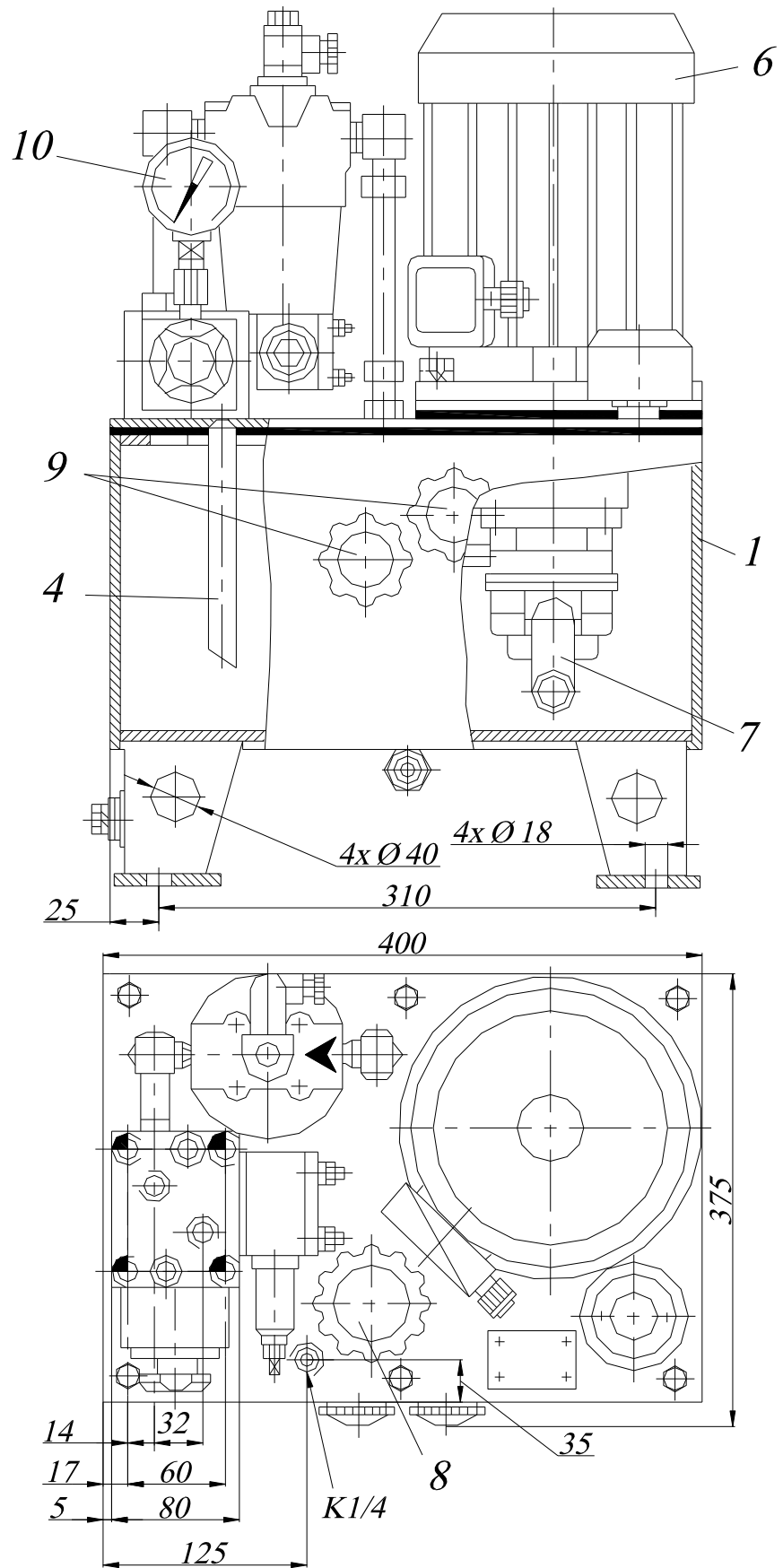


Рис. 3.1. Схема установки для випробовування та контролю масляного насосу (а) і фільтра (б):

1 – нижній бак; 2 – шестерінчастий масляний випробовуваний насос; 3 – канал настановного кронштейна; 4 – кран; 5 – мірна труба; 6 – верхній бак; 7 – труба; 8 – вентиль для регулювання; 9 – манометр для вимірювання тиску; 10 – випробовуваний манометр; 11 – манометр для вимірювання тиску; 12 – заглушка; 13 – дросельний клапан для регулювання тиску; 14 – випробовуваний фільтр.

Конструкція установки для випробовування та контролю масляних насосів та фільтрів наведена на рис. 3.2.





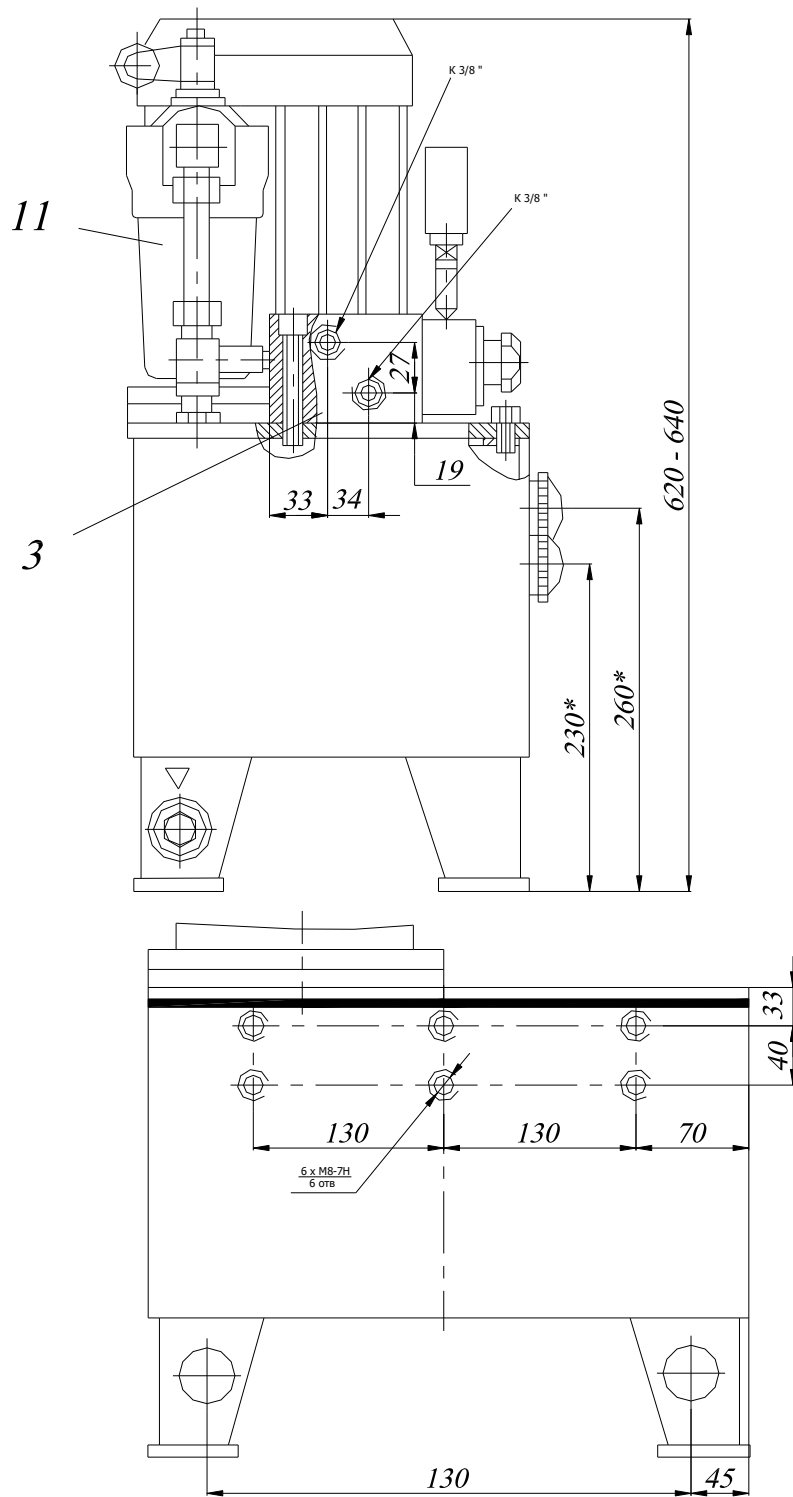


Рис. 3.2. Установка для випробовування масляних насосів та фільтрів:  
 1 – гідробак; 3 – розподільник; 4 – трубка забірна; 6 – двигун; 7– насос; 8 –  
 вентиль для регулювання тиску в магістралі; 9 – вентиль; 10 – манометр для  
 вимірювання тиску перед фільтром; 11 –клапан для регулювання тиску.

### 3.2 Розрахунок на міцність основних деталей та складальних одиниць установки

Стенд в процесі його використання, крім експлуатаційних характеристик, повинен забезпечувати надійність та безпеку умов праці. Враховуючи це проведемо розрахунок валу по еквівалентному моменту.

Розрахунок проведемо в такому порядку [8]:

1. Для запобігання отримання великих габаритів колеса та передачі в цілому, приймаємо число заходів черв'яка  $Z=1$ ;

2. Число зубів колеса

$$Z_2 = t_a \cdot Z_1; \quad (3.1)$$

де  $t_a$  - передаточне число черв'ячної передачі,  $t_a = 25$ ;

Тоді  $Z_2 = 2 \cdot 1 = 25$ ;

3. Допустиме напруження для черв'яка із твердістю HRC = 45

$$[\sigma] = 243 \text{ Н / мм}; \quad [\sigma_H]_H = 72 \text{ Н/ мм}^2;$$

4. Розрахунковий момент на черв'яку становить:

$$M_{гр} = R_H \cdot Z_p \cdot F_p \cdot L; \quad (3.2)$$

де  $R_H$  - коефіцієнт нерівномірності прикладеного навантаження,  $K_\alpha = 1$ ;

$Z_p$  - кількість робітників,  $Z_p = 1$ ;

$F_p$  - зусилля робітника,  $F_p = 0,1 \dots 0,25$  кН., приймаємо  $F_p = 0,1$  кН;

$L$  - довжина ручки,  $L = 0,25 \dots 0,4$  м, приймаємо  $L = 0,25$  м. Тоді маємо:

$$M_{гр} = 1 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 250 = 25 \text{ кН} \cdot \text{мм}.$$

5. Обчислимо момент на колесі

$$M_k = M_{гр} \cdot i \cdot \eta; \quad (3.3)$$

де  $\eta$  - ККД черв'ячної передачі, приймаємо  $\eta = 0,7$ ;

$$M_k = 25 \cdot 25 \cdot 0,7 = 438 \text{кН} \cdot \text{мм}.$$

6. Обчислимо момент на черв'яку:

$$\dot{I}_x = \frac{\dot{I}_{\hat{E}}}{3 \cdot \eta}; \quad (3.4)$$

$$\dot{I}_x = \frac{438}{25 \cdot 0,7} = 25 \hat{e} H \cdot \dot{i} \dot{i};$$

Розглянемо вал круглого перерізу, на правому кінці якого розміщено черв'ячне колесо, на який діють сили:

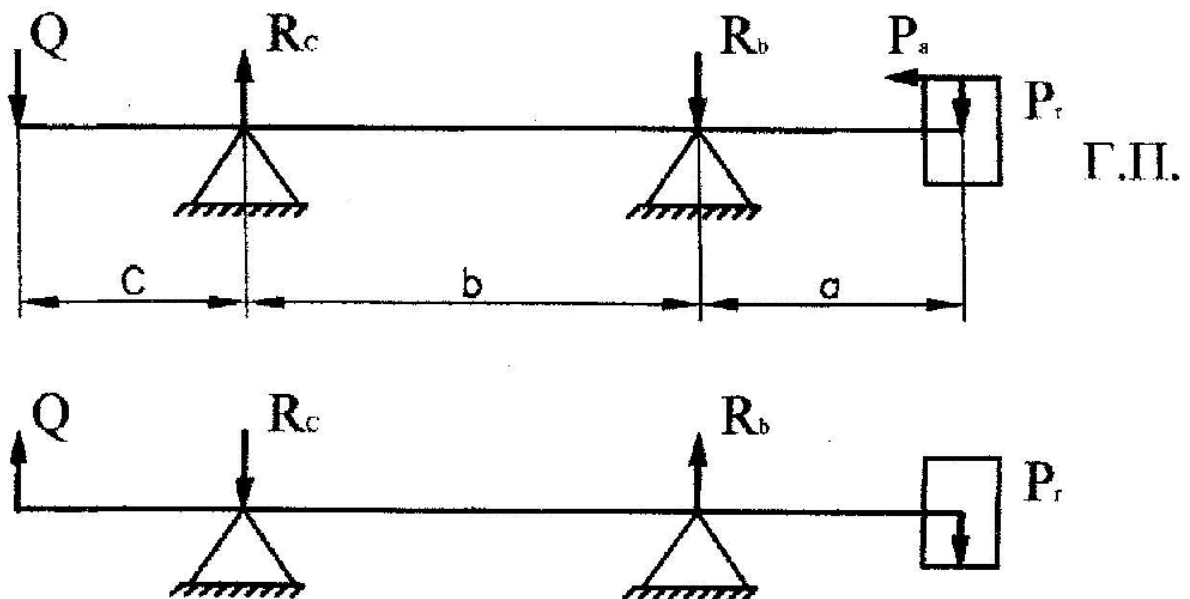


Рис.3.1.

$P_a$  - осьова сила колеса;  $P_r$  - колова сила колеса;  $P_c$  - радіальна сила колеса;  $R_{c1}$ ,  $R_{b1}$  - реакції опор;  $Q$  - навантаження.

$$Q = 7500 \text{ Н}, i = 0,11 \text{ м}, v = 0,3 \text{ м}, c = 0,09 \text{ м}.$$

$$P_r = \frac{2M_K}{d_K} \quad (3.5)$$

де  $d_K$  - діаметр ділительного колеса,  $d_K = 200$  мм.

$$P_r = \frac{2 \cdot 438 \cdot 10^3}{200} = 4380 \text{ Н};$$

Осьова сила колеса розраховується за формулою:

$$P_a = \frac{2M_r}{d_r}; \quad (3.6)$$

де  $d_r$  - діаметр ділительного кола черв'яка,  $d_r = 48$  мм.

$$P_a = \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^3}{48} = 1041 \text{ Н};$$

Радіальна сила колеса знаходиться по формулі:

$$P_r = P_r \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3.7)$$

де  $\alpha$  - кут зазначення в осьовому зачепленні черв'яка,  $\alpha = 20^\circ$ ;

$$P_r = 4380 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 15944;$$

Проводимо розрахунок сил, яке діють на вал в горизонтальній площині (Г.П.)

$$\sum M^{\tilde{A}} = P_a \cdot \frac{d_k}{2} - R_T - R_C \cdot b + Q \cdot (b + c) = 0; \quad (3.8)$$

$$R_c = \frac{P_a \cdot \frac{d_k}{2} - P_r \cdot a + Q \cdot (b + c)}{b};$$

$$R_c = \frac{1041 \cdot \frac{0,2}{2} - 1594 \cdot 0,11 + 7500 \cdot (0,3 + 0,9)}{0,3} = 94594H;$$

$$\sum M^{\tilde{A}} = Q_C - R_b \cdot b + P_a \cdot \frac{d_K}{2} - P_r \cdot (b + a) = 0; \quad (3.9)$$

$$R_a = \frac{Q_C + P_a \cdot \frac{d_K}{2} - P_r \cdot (b + a)}{b}; \quad (3.10)$$

$$R_a = \frac{7500 \cdot 0,09 + 1041_a \cdot \frac{0,2}{2} - 1594_r \cdot (0,3 + 0,11)}{0,3} = 365H;$$

Перевірка:

$$\sum Y = -Q - R_C - R_{13} - P_r = 0;$$

$$-750 + 9459 - 365 - 1594 = 0.$$

Продовжимо розрахунок сил в вертикальній площині (В.П.)

$$\sum M_B^B = -P \cdot a + R_C \cdot b - Q \cdot (b + c); \quad (3.11)$$

$$R_C = \frac{P_r \cdot a + Q \cdot (b + c)}{b};$$

$$R_C = \frac{4380 \cdot 0,11 + 7500 \cdot (0,3 + 0,9)}{0,3} = 11502H;$$

$$\sum M_C^B = -Q_C \cdot R_B \cdot b - P_r \cdot (b + a) = 0;$$

$$R_b = \frac{Q_C + P_r \cdot (b + a)}{b};$$

$$R_b = \frac{7500 \cdot 0,09 + 4380 \cdot (0,3 + 0,11)}{0,3} = 8382H;$$

Перевірка:

$$\sum Y = -Q - R_C - R_b - P_r = 0;$$

$$7500 - 11502 + 8382 - 4280 = 0;$$

Проводимо розрахунок моментів в горизонтальній площині:

$$M_A^I = P_a \cdot \frac{d_k}{2} = 1041 \cdot \frac{0,2}{2} = 104,1H \cdot m; \quad (3.12.)$$

$$M_B^I = P_a \cdot \frac{d_k}{2} - P_r \cdot a = 1041 \cdot \frac{0,2}{2} - 1594 \cdot 0,11 = -87,2H \cdot m; \quad (3.13.)$$

$$M_C^I = Q \cdot c = 7500 \cdot 0,09 = 675H \cdot m;$$

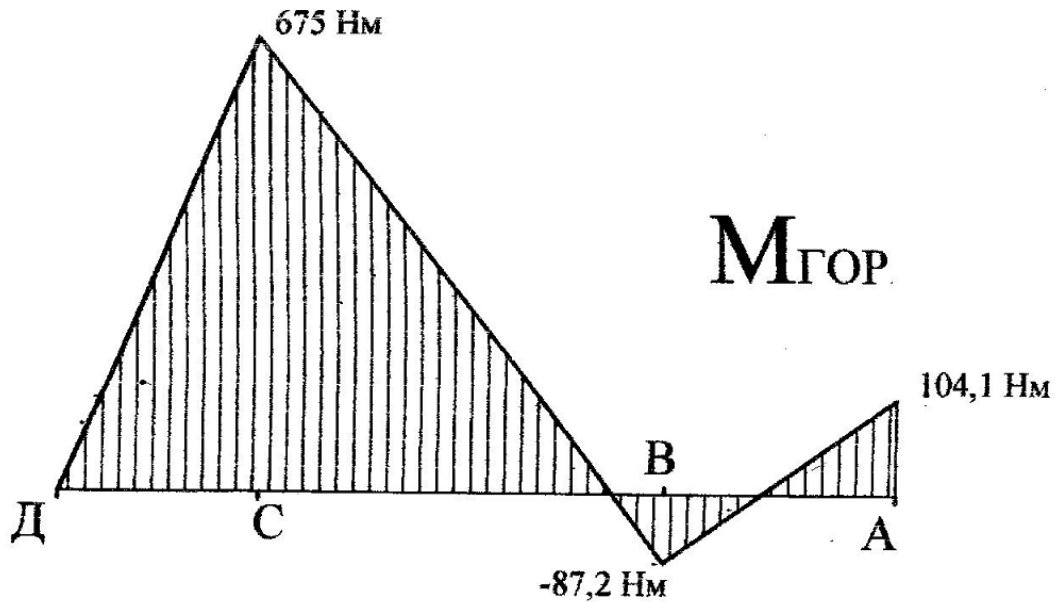


Рис.3.2.

Проведемо розрахунок в вертикальній площині:

$$M_A^B = 0;$$

$$M_B^B = -P_r \cdot a = -4380 \cdot 0,11 = -525,6 H \cdot m;$$

$$M_C^B = Q \cdot c = 7500 \cdot 0,09 = 675 H \cdot m;$$

$$M_D^B = 0;$$

$$M_a = 104,1 H \cdot m;$$

$$M_B = \sqrt{(M_B^2)^2 + (M_B^B)^2} = \sqrt{(-87,2)^2 + (-525,6)^2} = 533 H \cdot m;$$

$$M_C = \sqrt{(M_C^2)^2 + (M_C^B)^2} = \sqrt{(675)^2 + (675)^2} = 955 H \cdot m;$$

$$M_D = 0;$$

Визначимо значення еквівалентного моменту в точці C:



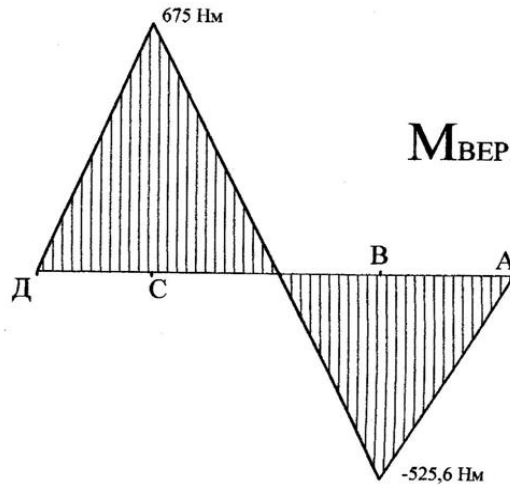


Рис. 3.3

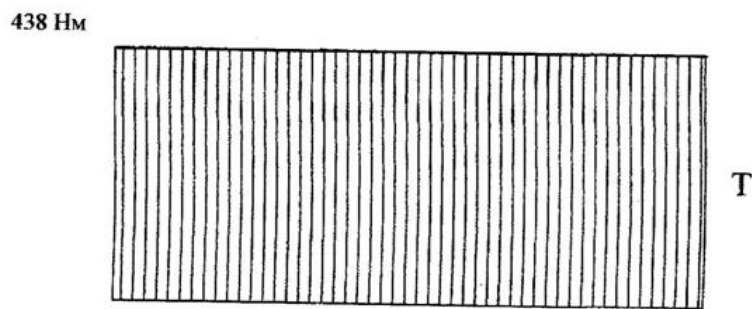


Рис. 3.4.

$$M_{екв} = \sqrt{M_C^2 + (0,6 + T)^2} = \sqrt{955^2 + (0,6 + 438)^2} = 990 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Діаметр вала буде становити

$$d = 10^3 \cdot \frac{\sqrt{10 \cdot M_{екв}}}{\Theta_{ГР}};$$

$$\Theta_{ГР} = 37,1 \text{ МПа};$$

$$d = 10^3 \cdot \frac{\sqrt{10 \cdot 990}}{37,1} = 64,4 \text{ мм};$$

Тоді:

Приймаємо діаметр вала рівним  $d = 65$  мм. згідно розрахунків, і з конструктивних міркувань приймаємо  $d = 70$  мм. Виберемо підшипники закриті 80213 ГОСТ 8338 - 85.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Сучасні САПР та тенденції їх розвитку

Огляд сучасних САПР. До початку 90-х рр. ХХ ст. у промисловості в основному застосовувалися САПР вітчизняної розробки. Багато підприємств створювали, експлуатували і тиражували власні системи. Разом з ефективно працюючими САПР існувало багато розробок, що не відповідали вимогам, які пред'являлися до подібних систем. Вони мали обмежені області застосування, невелику надійність і т.д. Необхідність роботи з такими системами часто викликала у проектувальників негативне відношення до самої ідеї автоматизації проектування.

В кінці ХХ ст. політика підприємств в області САПР серйозно змінилася. Підприємства перестали розробляти власні системи і почали купувати ліцензійні САПР необхідної конфігурації і функціонального призначення. Кількість вітчизняних розробників САПР різко скоротилося. На ринок стали поступати зарубіжні системи. При цьому, адаптація САПР зарубіжної розробки до вітчизняних умов застосування і їх “русифікація” проходять порівняно просто, але цей процес має деякі труднощі, перш за все позначаються відмінності в нормативних базах (вітчизняні стандарти не співпадають із зарубіжними). Не відповідають марки використовуваних матеріалів, різняться методики визначення їх характеристик, загальна методологія проектування, підходи до визначення режимів обробки, оцінки можливих сил різання і т.д. Все це накладає серйозні обмеження на конкурентоспроможність САПР зарубіжної розробки на вітчизняному ринку. Враховуючи вище вказані обмеження останнім часом на ринку виробників САПР домінуюче положення почали займати розробки російської компанії АСКОН.

Рішення компанії АСКОН - це значне скорочення термінів і витрат на конструкторсько-технологічну підготовку виробництва за рахунок створення єдиного інформаційного простору підприємства.

Пропоновані рішення мають модульну структуру, що дозволяє

оснащувати кожне робоче місце найбільш оптимальним складом програмних засобів воно збалансоване за вартістю і функціональністю.

Серед розробок компанії АСКОН найбільшого розповсюдження здобули:

- система управління інженерними даними і життєвим циклом виробу корпоративного рівня ЛОЦМАН:PLM;

- система управління проектом і електронними документами КОМПАС-Менеджер, інтегрована з САПР КОМПАС і SolidWorks;

- системи для автоматизації конструкторської підготовки виробництва КОМПАС-3D і КОМПАС-График з безліччю додаткових спеціалізованих САПР і стандартних бібліотек;

- система автоматизації технологічної підготовки виробництва КОМПАС-Автопроект, що включає додаткові модулі технологічних розрахунків, формування звітів і т.д.;

- система підготовки управляючих програм для 2-5 координатних верстатів з ЧПУ ГеММа-3D;

- інтегровані рішення у області дизайну, проектування, аналізу і підготовки виробництва на базі системи Unigraphics/NX2 для підприємств з складною наукоємною продукцією;

- система SolidWorks і широкий набір повністю інтегрованих в SolidWorks додатків - COSMOS/Works, SURFCAM та ін.;

- серія програм Raster Arts для ефективного використання паперових креслень, планів, схем в електронному інженерному документообігу, при розробці нових проектів в САПР і швидкого перекладу паперових архівів в електронний вигляд;

- спеціалізоване програмне забезпечення - MSC.Nastran, ANSYS та ін.

## **4.2 Система автоматизованого проектування КОМПАС-3D**

Система КОМПАС-3D призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи (рис. 4.1).

Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одноразово спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують рішення допоміжних задач проектування і обслуговування виробництва.

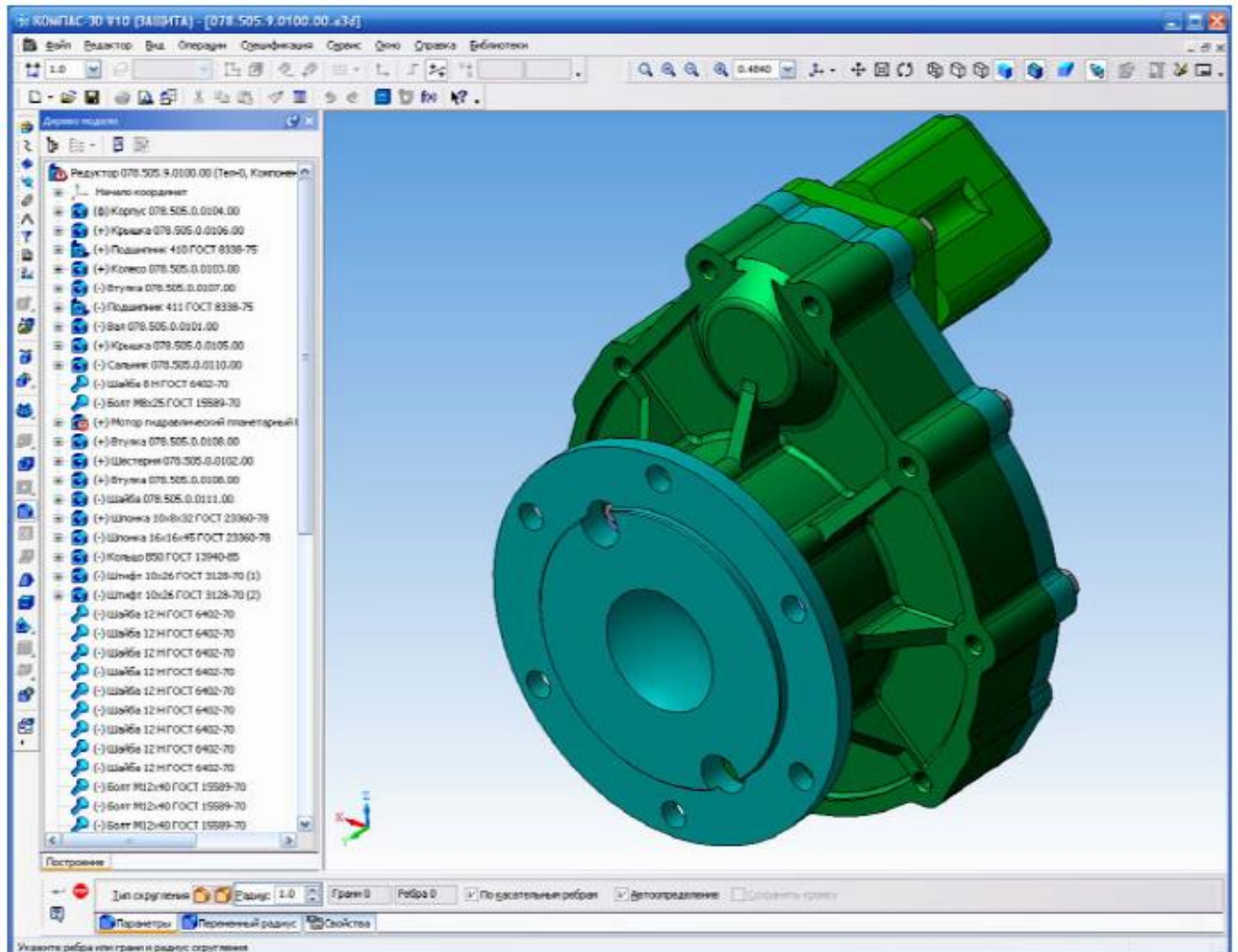


Рис. 4.1. Интерфейс програми КОМПАС-3D

Ключовою особливістю КОМПАС-3D є використання власного математичного ядра і параметричних технологій АСКОН.

Основне завдання, що вирішується системою це - моделювання виробів з метою істотного скорочення періоду проектування і швидкого їх запуску у виро-

бництво це досягається завдяки таким можливостям:

- 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 в пакети розробки управляючих програм для устаткування з 411 У;
- створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації і Т.Д.).

Засоби імпорт<sup>7</sup> експорту моделей (КОМПАС-3D підтримує формати IGES, SAT, XT, STEP, VRML) забезпечують функціонування комплексів, що містять різні CAD/CAM/CAE системи.

Моделювання виробів в КОМПАС-3D можна вести різними способами: знизу вверху (використовуючи готові компоненти), зверху вниз (проектуючи компоненти в контексті конструкції), спираючись на компоновальний ескіз (наприклад, кінематичну схему) або змішаним способом. Така ідеологія забезпечує отримання асоціативних моделей, що легко модифікуються.

Система володіє потужними функціональними можливостями для роботи над проектами, що включають декілька тисяч підборок, деталей і стандартних виробів. Вона підтримує всі можливості тривимірного твердотілого моделювання, що стали стандартом для САПР середнього рівня:

- булеві операції над типовими формоутворювальними елементами;
- створення поверхонь;
- асоціативне завдання параметрів елементів;
- побудова допоміжних прямих і площин, ескізів, просторових кривих (ламаних, сплайнів, різних спіралей);
- створення конструктивних елементів - фасок, скруглень, отворів, ребер жорсткості, тонкостінних оболонок;
- спеціальні можливості, що полегшують побудову форм для ливарень, - ливарні ухили, лінії роз'єднань, порожнини за формою деталі (зокрема із завданням усадки);
- створення будь-яких масивів формоутворювальних елементів і компонентів складок;
- вставка в модель стандартних виробів з бібліотеки, формування призначених для користувача бібліотек моделей;

- моделювання компонентів в контексті збірки, взаємне визначення деталей у складі збірки;
- накладення з'єднань на компоненти збірки (при цьому можливість автоматичного накладення з'єднань істотно підвищує швидкість створення збірки);
- виявлення взаємопроникнення деталей;
- можливість гнучкого редагування деталей і складок;
- перевизначення параметрів будь-якого елемента на будь-якому етапі проектування, що викликає перебудову всієї моделі.

Новизна останніх версій версій КОМПАС-3D Vx це – функціональне покращення моделювання деталей з листового матеріалу, набір команд для створення листового тіла, згинів, отворів і вирізів в листовому тілі, замикання кутів, а також виконання розгортки одержаного листового тіла (зокрема формування асоціативного креслення розгортки).

Нові можливості КОМПАС-3D Vx не обмежуються тільки функціями гнучкості вони мають можливості щодо закладки документів, колірні схеми, збереження профілів користувачів, удосконалення в роботі з параметричними змінними, масивами елементів, растровими об'єктами - ці і десятки інших функцій роблять роботу проектувальника ще зручнішою і ефективнішою, чим раніше.

Випуск конструкторської документації в КОМПАС-График. Креслярський редактор КОМПАС-График надає найширші можливості автоматизації проектно-конструкторських робіт у різних галузях промисловості. Він успішно використовується в машинобудівному проектуванні, при проектно-будівельних роботах, складанні різних планів і схем (рис. 4.2).

КОМПАС-График може використовуватися як повністю інтегрований в КОМПАС-3D модуль роботи з кресленнями і ескізами, так і як самостійний продукт, що повністю вирішує завдання 2D проектування і випуску документації.

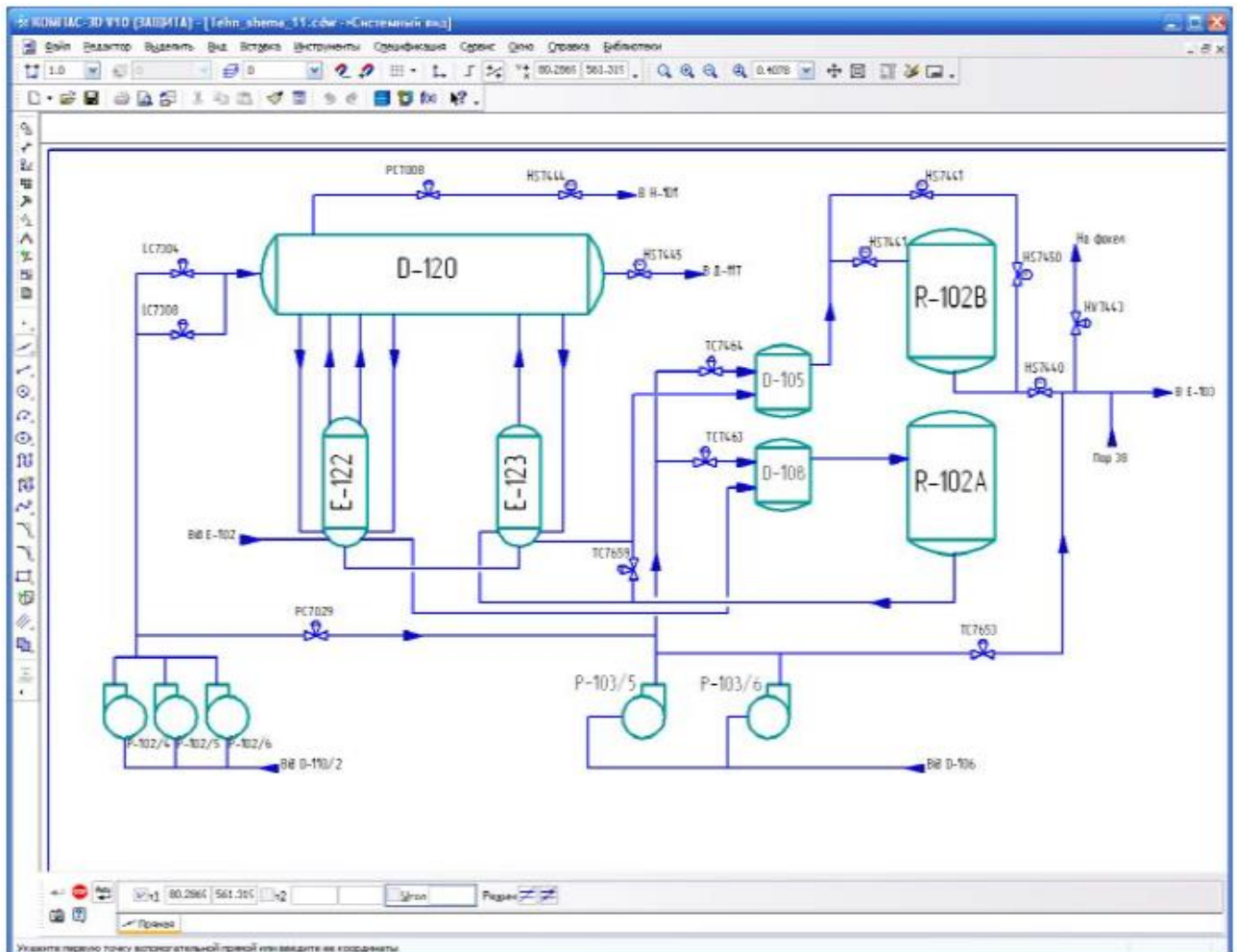


Рис. 4.2. Інтерфейс модуля КОМПАС-График

Система орієнтована на повну підтримку стандартів ЕСКД. При цьому вона володіє можливістю гнучкого налаштування на стандарти підприємства.

Засоби імпорту/експорту графічних документів (КОМПАС-График підтримує формати DXF, DWG, IGES) дозволяють організувати обмін даними з суміжниками і замовниками, що використовують будь-які креслярські-графічні системи.

Весь функціонал КОМПАС-График підпорядкований цілям швидкісного створення високоякісних креслень, схем, розрахунково-пояснювальних записок, технічних умов, інструкцій і інших документів.

КОМПАС-График має такі переваги:

- продуманий і зручний призначений для користувача інтерфейс, що робить роботу конструктора швидкою і такою, що приносить задоволення:
- багатодокументний режим роботи з кресленнями:

- різноманітні способи і режими побудови графічних примітивів (зокрема ортогональне креслення, прив'язка до сітки і т.д.);
- потужні засоби створення параметричних моделей для часто вживаних типових деталей або складальних одиниць:
  - створення бібліотек типових фрагментів без будь-якого програмування;
  - використання будь-яких стилів ліній, штрихувань, текстів;
  - численні способи проставляння розмірів і технологічних позначень;
  - автопідбір допусків і відхилень;
  - швидкий доступ до типових текстів і позначень;
  - вбудований текстовий редактор;
  - вбудований табличний редактор.

КОМПАС-График автоматично генерує асоціативні види тривимірних моделей (зокрема розрізи, перетини, місцеві види, види по стрілці). Всі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі приводять до зміни зображення на кресленні.

Стандартні види автоматично будуються в проекційному зв'язку.

Дані в основному написі креслення (позначення, найменування, маса) синхронізуються з даними з тривимірної моделі.

Формування специфікацій. Система проектування специфікацій дозволяє випускати різноманітні специфікації, відомості і інші табличні документи.

Специфікація може бути асоціативно пов'язана з складальним кресленням (одним або декількома його листами) і тривимірною моделлю збірки.

Можлива автоматична передача даних з креслення або моделі в специфікацію або із специфікації в підключені до неї документи. Із специфікації в креслення передаються номери позицій компонентів збірки (стандартних виробів, деталей і т.д.). З складального креслення в специфікацію передаються номери зон, в яких розташовано зображення відповідних компонентів збірки. З моделей деталей і складальних одиниць у специфікацію передаються найменування, позначення, маса і інші дані.

Якщо в складальне креслення вставлені зображення стандартних



елементів з прикладних бібліотек то інформація про них передається в специфікацію.

Система проектування специфікацій підтримує заповнення розділів і підрозділів і стандартне сортування рядків усередині них.

Правила сортування рядків за умовчанням відповідають стандарту і при необхідності вони можуть бути змінені користувачем.

Різноманітність параметрів і настройок, особливо застосування призначених для користувача бланків, дозволяє створювати не тільки специфікації ГОСТ. Механізми модуля розробки специфікацій відмінно підходять для роботи з різними відомостями, переліками, каталогами і списками: їх рядки можна нумерувати, сортувати, пов'язувати з документами і графічними об'єктами і т.д. Комбінуючи різні настройки специфікації, можна створювати відомості специфікацій, відомості посилаєльних документів, відомості закупівлі виробів, таблиці з'єднань, листи реєстрації змін і інші документи.

Спільна робота КОМПАС з іншими системами CAD/CAM/CAE. АСКОН приділяє велику увагу забезпеченню зручного і швидкого обміну інформацією з іншим ПЗ САПР. КОМПАС VX Plus містить різні конвертори для обміну даними з іншими системами проектування, інженерних розрахунків, підготовки управляючих програм і т.д. Функції імпорту даних з більшості форматів, а також деякі функції експорту надаються користувачам КОМПАС VX Plus безкоштовно. До них відносяться:

- читання графічних файлів форматів DXF, DWG і IGES;
- читання файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP;
- запис файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP, VRML і STL;
- запис даних специфікації у формати DBF і Microsoft Excel;
- запис документів КОМПАС в різні растрові формати (TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, TGA);
- читання і запис текстових файлів форматів ASCII (DOS), ANSI (Windows); читання текстових файлів формату RTF.

Деякі конвертори для експорту і імпорту даних є окремими компонентами системи. Використовуючи їх, можна виконати:

- запис графічних файлів форматів DXF, DWG і IGES;
- читання файлів формату PDIF (P-CAD);
- читання файлів \*.model системи CATIA 4 в КОМПАС-Графік.

Інтеграція з САПР SolidWorks, Unigraphics, SolidEdge забезпечується за рахунок підтримки в КОМПАС VX Plus читання і записи даних Parasolid.

АСКОН випустив утиліти призначені для замовників приладобудівного профілю. Конвертер 3D моделей друкованих плат дозволяє читати в КОМПАС стандартизований формат обміну даними IDF. 3D-Конвертер працює з IDF-файлами, які експортуються з систем P-CAD версій 2000..2002 і ORCAD версій 9.x.

Конвертер текстових конструкторських документів призначений для отримання у форматах КОМПАС Переліку елементів і Специфікації на виробу, розроблені в системах P-CAD і ORCAD.

Одержані документи можуть бути при необхідності допрацьовані стандартними засобами КОМПАС. Конвертор працює з BOM-файлами систем P-CAD версій 2000...2002 і ORCAD версій 9.x.

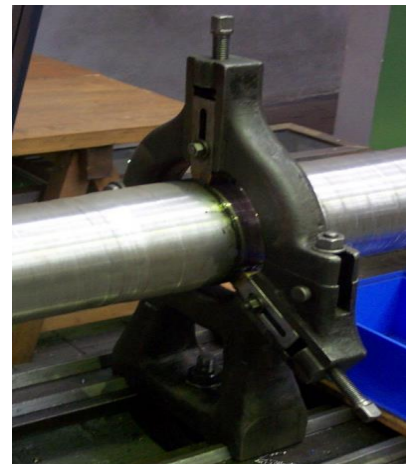
## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1. Обгунтування конструкції розробленого люнету для відрізання профільних заготовок на дільниці ремонтного цеху масляного насосу 240-1403010 двигуна Д-240

Люнети - це технологічне оснащення (приспособлення), які використовують в якості опор обертання під час обробки для довгомірних нежорстких заготовок, як правило при токарній обробці (часом використовуються в якості задньої опори в розточувальних верстатах для підтримування вільного кінця заготовки). Люнети закріплюються на столах верстатів і бувають з опорами кочення (роликові люнети) або ковзання (кулачкові люнети). На рисунку 5.1 представлені конструкції різноманітних люнетів.



а)



б)



в)



г)

Рис. 5.1 – Люнети: а), б) приклади використання; в), г) загальні вигляди

На рис. 5.1 представлено лунет для відрізання профільних заготовок [5]. Він складається з плити 5, на якій в підшипниковій опорі встановлено профільну втулка 3. На плиті 5 встановлено упор з коловим провертанням 4. Пруток 2 затискається в патроні шпинделя верстата 1 та встановлюється у профільній втулці лунета 3, який має можливість кругового провертання. Також на верстаті встановлено два різцетримачі 6, в одному з яких закріплено фасонний різець 7, а в іншому відрізний різець 8. Для отримання заготовки необхідного розміру прутки 2 просовується через шпиндель верстата 1 і профільній втулці лунета 3 до упора коловим провертанням 4. Далі прутки 2 затискаються в патроні шпинделя верстата 1, після чого включають головний рух верстата і рух подачі, що забезпечує підведення відрізного різця 8 до прутка і його надрізання на невелику глибину (2...5 мм). Після проведення початкової операції різання включають рух подачі різцетримача з фасонним різцем 7, що забезпечує знімання фаски на заготовці та її відрізання.

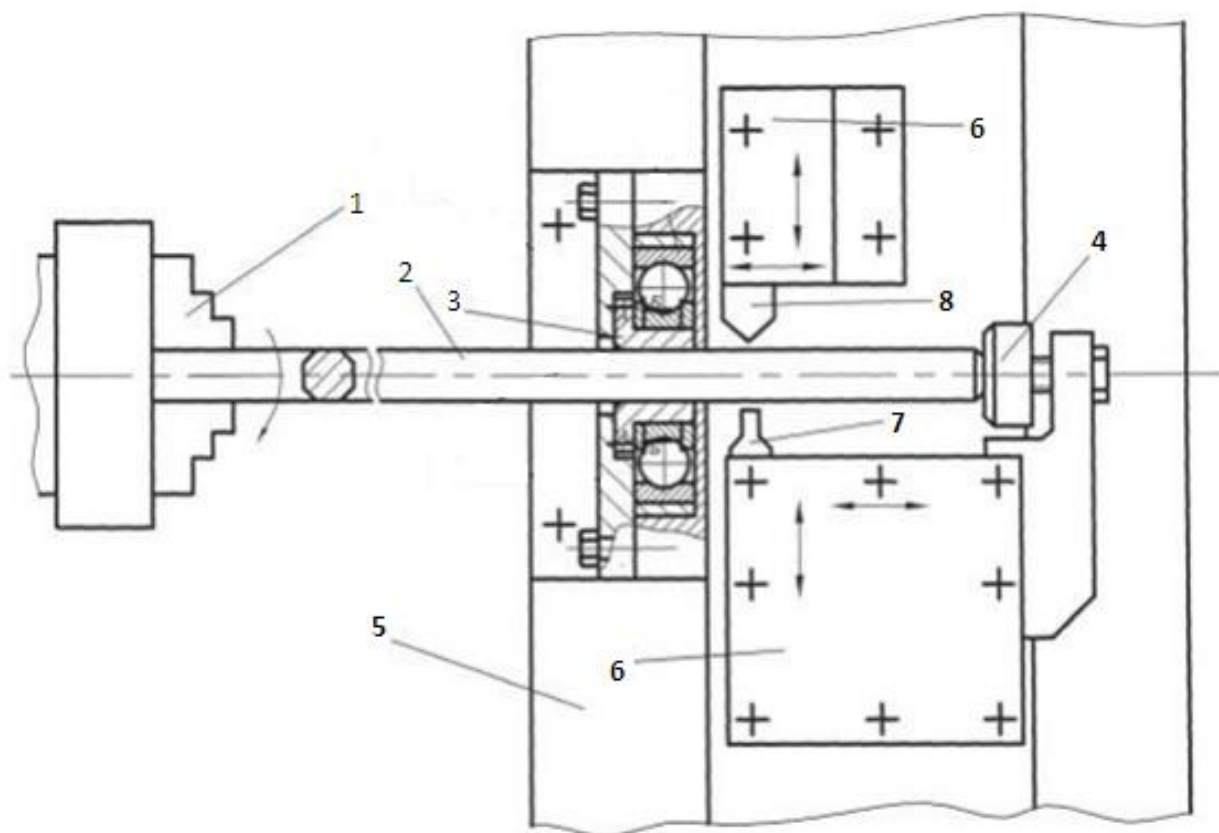


Рис. 5.1 – Лунет для відрізання профільних заготовок

У даній конструкції люнета пруток 2 проковзує і встановлюється у профільній втулці люнета 3. Якщо пруток 2 виконано круглої форми, то внутрішня поверхня профільної втулки 3 відповідає цій формі і пруток 2 проковзує по ній, як по підшипнику ковзання. Якщо пруток 2 виконано фасонної форми, то профільну втулку 3 оснащують циліндричні тілами кочення (типу роликів), які відповідають формі прутка, що забезпечує суттєве зменшення тертя під час переміщення прутка у профільній втулці люнета.

## 5.2 Обгунтування процесу відрізання профільних заготовок з допомогою люнетів дільниці ремонтного цеху масляного насосу 240-1403010 двигуна Д-240

Метою обгунтування процесу відрізання профільних заготовок з допомогою люнетів є визначення тиску прутка на циліндричні ролики профільної втулки 3 люнета при її відрізання заготовки.

Осьова складова  $P_x$  сили різання визначає силу, що діє на циліндричні ролики профільної втулки 3 люнета, і вона визначається формулою [1]:

$$P_x = 10C_p t^x s^y v^n K_p, \quad (5.1)$$

де  $C_p$  – коефіцієнт;

$t, s, v$  глибина, подача і швидкість різання;

$x, y, n$  – показники степеня до певних умов обробки;

$K_p$  – поправочний коефіцієнт.

Результуючу силу  $P_p$  (рис. 5.2), що протидіє силі  $P_x$ , можна представити через нормальні сили  $N_1$  і  $N_2$ , котрі появляються з сторони профільної втулки 3 люнета та прутка [5]:

$$P_p L = N_1 \sin(\alpha/2) + N_2 \sin(\alpha/2) = \sin(\alpha/2)(N_1 + N_2), \quad (5.2)$$

де  $L$  – відстань від точки різання до осі ролика профільної втулки 3 люнета;

$\alpha$  - кут прогину поверхні прутка.

Виходячи з потреби неруйнування ролика, умова рівноваги сил буде такою [5]:

$$\begin{aligned}
 P_x L &\geq P_p \cos(\alpha/2) + P_{T1} \cos(\alpha/2) + P_{T2} + P_{T3} / [\operatorname{tg}(\alpha/2)]; \\
 P_x L &\geq P_p \cos(\alpha/2) + P_{T1} \cos(\alpha/2) + P_{T2} + \frac{P_{T3} \cos(\alpha/2)}{\sin(\alpha/2)}; \\
 P_x L &\geq P_{T2} + \cos(\alpha/2) \left( P_p + P_{T1} + \frac{P_{T3}}{\sin(\alpha/2)} \right).
 \end{aligned}
 \tag{5.3}$$

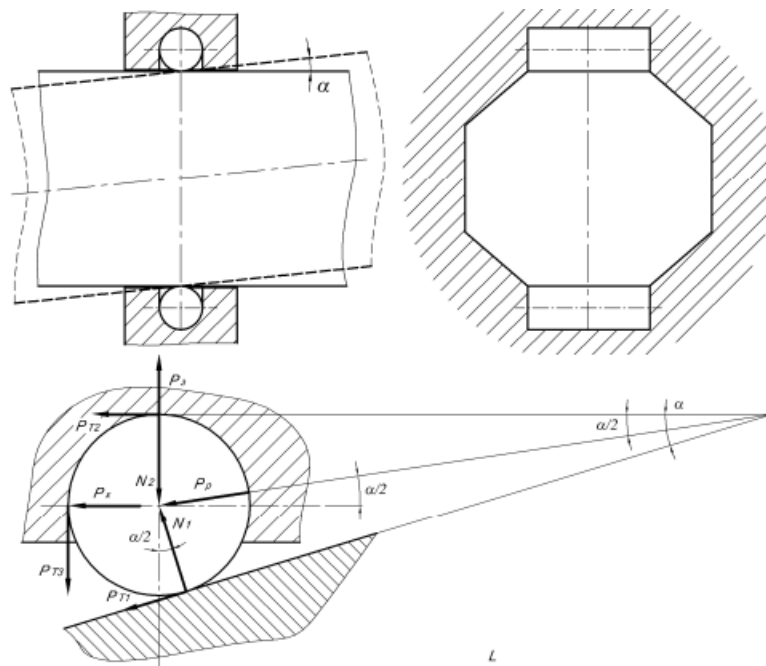


Рис. 5.2 - Розрахункова схема сил контакту ролика профільної втулки з люнета з прутком

Сили тертя доцільно виразити через нормальні сил  $N_1$  або  $N_2$  [6]:

$$\begin{aligned}
 P_{T1} &= N_1 f; \\
 P_{T2} &= N_2 f; \\
 P_{T3} &= N_1 f / \cos(\alpha/2),
 \end{aligned}
 \tag{5.3}$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя.

З урахуванням (5.2) і (5.4) умову неруйнування профільної втулки з можна представити так [5]:

$$\begin{aligned}
P_x L \geq N_2 f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2) (N_1 + N_2) + N_1 f \cos(\alpha/2) + \frac{N_1 f \cdot \cos(\alpha/2)}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)}; \\
P_x L \geq N_2 (f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)) + \\
+ N_1 \cos(\alpha/2) \left[ \sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right].
\end{aligned} \tag{5.4}$$

Нормальна сила  $N_2$  з сторони профільної втулки 3 є рівною, але протилежною силі прутка на ролик  $P_3$  [5]:

$$N_2 = P_3. \tag{5.5}$$

Тоді сила тиску прутка на ролик з врахуванням (6) визначатиметься по формулі [5]:

$$\begin{aligned}
N_2 (f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)) \leq P_x L - N_1 \cos(\alpha/2) \left[ \sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right] \\
N_2 \leq \frac{P_x L - N_1 \cos(\alpha/2) \left[ \sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right]}{f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)},
\end{aligned} \tag{5.6}$$

Тоді сила тиску прутка на ролики профільної втулки 3 буде рівна [5]:

$$P_3 = \frac{P_x L - N_1 \cos(\alpha/2) \left[ \sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right]}{f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)}. \tag{5.7}$$

З врахуванням (1) залежність (10) зміниться [5]:

$$P_3 = \frac{10C_p f^x s^y v^n K_p - N_1 \cos(\alpha/2) \left[ \sin(\alpha/2) + f + \frac{f}{\cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)} \right]}{f + \cos(\alpha/2) \cdot \sin(\alpha/2)}. \tag{5.8}$$

Напруження на зминання при лінійному контакті конічного ролика профільної втулки 3 із прутком визначатиметься по формулі [2]:

$$\sigma = 0,107k_{\tau} \sqrt[3]{\frac{k_n P_x}{bd}} \leq [\sigma], \quad (5.9)$$

де  $k_{\tau}$  – коефіцієнт, що враховує дотичне навантаження в місці контакту двох поверхонь;

$k_n$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність по лінії дотику ролика профільної втулки 3 з прутком;

$b$  – ширина контакту ролика і прутка;

$d$  – діаметр ролика профільної втулки 3;

$[\sigma]$  – гранично допустиме напруження при зминанні.

З метою визначення залежності сили тиску прутка на ролик профільної втулки 3  $P_3$  від кута  $\alpha$  зміщення прутка на основі аналітичної залежності (5.9) побудовано графічні залежності (рис. 5.3), з врахуванням зміни кута зміщення прутка в межах  $\alpha$  від  $1^\circ$  до  $5^\circ$  та лінійної довжини заготовки в межах  $L$  від 0,8 до 1,0 м.

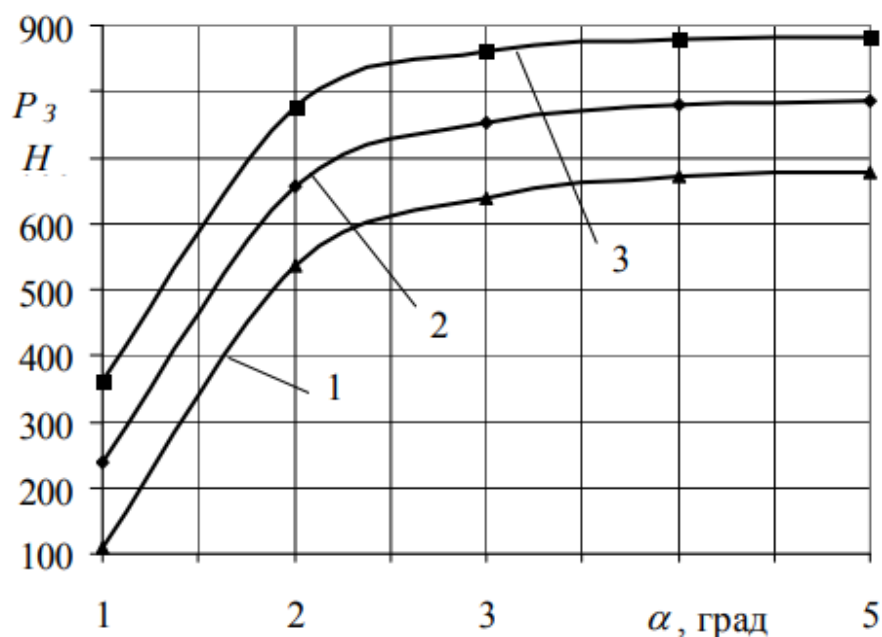


Рис. 5.3 – Графічні залежності сили тиску прутка на ролик профільної втулки люнета від кута зміщення прутка  $\alpha$  при: 1 –  $L = 0,8$  м; 2 –  $L = 0,9$  м; 3 –  $L = 1,0$  м



Аналізуючи отримані графічні залежності (рис. 5.3), які побудовані в результаті підстановки даних в аналітичну залежність (5.9) встановлено, що в при зміщенні прутка  $\alpha$  в межах від  $1^\circ$  до  $2^\circ$  спостерігається значне збільшення значення сили тиску  $P_3$  на ролик профільної втулки люнета. Після досягнення кута  $\alpha = 2^\circ$  наростання сили тиску  $P_3$  на ролик профільної втулки люнета значно сповільнюється. Зокрема при зміщенні прутка  $\alpha$  в межах від  $1^\circ$  до  $2^\circ$  сила тиску на ролик зростає від 2,1 до 5,4 рази і залежить від довжини заготовки (для більшої довжини  $L = 1,0$  м зростання є меншим у 2,6 риза ніж для  $L = 0,8$  м). При зміщенні прутка  $\alpha$  в межах від  $2^\circ$  до  $5^\circ$  сила тиску на ролик зростає від 1,1 до 1,3 рази і це зростання є меншим для більшої довжини заготовки  $L = 1,0$  м. Виходячи з вищенаведеного можна зробити висновок, що в операції відрізання заготовок з допомогою люнета найбільш небезпечним є початковий момент відрізання, який призводить до незначного зміщення прутка, тому що він призводить до різкого збільшення сили тиску на ролики профільної втулки люнета, що може викликати його руйнування.

## 6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних

Розподіл обсягу робіт поточного ремонту поданий в таблиці 6.1

Таблиця 6.1 Розподіл обсягу робіт поточного ремонту

№	Найменування робіт	%	Трудомісткість
	Постові роботи		
1	Моторні	15	13577
1	Агрегатні	15	13577
2	Слюсарно-механічні	10	9038
3	Електротехнічні	5	4519
4	Акумуляторні	5	4519
5	Ремонт системи живлення	10	9038
6	Шиноремонтні	2	1808
7	Вулканізаційні	5	4519
8	Кувальсько-ресорні	5	4519
9	Мідницькі	2	1808
10	Зварювальні	15	13577
11	Бляхарські	2	1808
12	Арматурні	5	4519
13	Оббивні	4	3616
Всього		100	90380

Визначаємо річну трудомісткість робіт в моторній дільниці

$$T_{\text{пр агр}} = T_{\text{пр}}^{(p)} \cdot C_{\text{пр агр}}, \text{ ЛЮД/ГОД}, \quad (6.1)$$

де  $C_{\text{пр агр.}}$  – доля трудомісткості робіт ПР, яка припадає на моторне відділення.

$$C_{\text{пр агр.}} = 10\%;$$

$$T_{\text{пр.агр}}^P = 0,15 \cdot 13577 = 2037 (\text{люд.год.}),$$

## 6.2 Розрахунок кількості робітників

До виробничих робітників відносяться робітники різних зон і відділень, які безпосередньо виконують роботи по ТО і ПР рухомого складу. При такому розрахунку розрізняють технологічне і штатне число робітників.

При розрахунку кількості робітників відділення визначають технологічно необхідну штатну кількість робітників.

Технологічну потрібну кількість робітників визначають за формулою:

$$P_{\text{т}} = \frac{T_{\text{пр агр.}}}{\Phi_{\text{рм}}}, \text{ виконавців,} \quad (6.2)$$

де  $\Phi_{\text{рм}}$  – річний виробничий фон часу робочого місця при однозмінній роботі.

Річний виробничий фон часу визначаємо за формулою:

$$\Phi_{\text{рм}} = T_{\text{зм}} \cdot (D_{\text{кд}} - D_{\text{в}} - D_{\text{св}}), \text{ год,} \quad (6.3)$$

де  $D_{\text{в}}$  – кількість вихідних днів в році

$D_{\text{св}}$  – кількість святкових і релігійних днів

$D_{\text{пс}}$  – передсвяткові дні скороченні на 1 годину

$D_{\text{кд}}$  – кількість календарних днів в році

$T_{\text{зм}}$  – час робочої зміни

$D_{\text{в}}=96$  (днів);  $D_{\text{св}}=8$  (днів);  $D_{\text{пс}}=8$  (днів);  $D_{\text{кд}}=365$  (днів);  $T_{\text{зм}}=8$  (год);

$$\Phi_{\text{рм}} = 8 \cdot (365 - 96 - 8) - 8 = 2080 (\text{год});$$

$$P_T = \frac{2037}{2080} = 0,9(\text{робітники}),$$

Приймаємо 1 робітників.

Визначаємо штатну кількість робітників:

$$P_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{пр агр}}}{\Phi_{\text{шт}}}, \quad (6.4)$$

де  $\Phi_{\text{шт}}$  – річний фонд часу штатного робітника

$$\Phi_{\text{шт}} = \Phi_{\text{рм}} - t_{\text{відп}} - t_{\text{пп}} \quad (6.5)$$

де  $t_{\text{відп}}$  – час основного відпуску працівника

$t_{\text{пп}}$  - час по поважних причинах

$$t_{\text{відп}} = D_{\text{відп}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (6.6)$$

де  $D_{\text{відп}}$  – кількість днів відпустки робітника

$$D_{\text{відп}} = 24 \text{ (днів);}$$

$$t_{\text{відп}} = 24 \cdot 8 = 192 \text{ (год);}$$

$$t_{\text{пп}} = 0,04 \cdot (\Phi_{\text{рм}} - t_{\text{відп}}); \quad (6.7)$$

$$t_{\text{пп}} = 0,04 \cdot (2080 - 192) = 76 \text{ (год);}$$

$$\Phi_{\text{шт}} = 2080 - 192 - 76 = 2480 \text{ (год);}$$

$$P_{\text{шт}} = \frac{2037}{1812} = 1,1(\text{робітники}),$$

Приймаємо 1 робітника.

### 6.3 Вибір технологічного устаткування і оснастки

Перелік технічного устаткування приводиться в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 Перелік устаткування моторної дільниці

№	Назва	Габаритні розміри, мм	Кількість	Площа м <sup>2</sup>
1	2	4	5	6
1.	Верстак слюсарний	1400x800	1	1,12
2.	Лещата слюсарні	800x400	1	0,32
6.	Настільно-свердлильний верстат	600x800	1	0,48
4.	Прес ручний рейочний	600x800	1	0,48
5.	Прес гідравлічний	1200x820	1	0,98
6.	Стенд для розбирання двигунів	1090x870	1	0,95
7.	Кран-балка		1	
8.	Стенд для ремонту двигунів	1300x840	1	1,1
9.	Стенд для промивки блоків циліндрів	650x550	1	0,36
10.	Верстат для шліфування фасок клапанів	850x720	1	0,62
11.	Стелаж для деталей	1400x450	2	1,26
12.	Пожежний щит	-	1	-
16.	Скрина для ганчір'я	1000x500	1	0,5
14.	Верстат заточний	940x550	1	0,52
Всього		25	8,69	

#### 6.4 Розрахунок площі і обґрунтування планувальних рішень

Площу агрегатного відділення визначаємо за формулою:

$$F = k_{\text{густ}} \cdot \Sigma F_{\text{обл}}, \text{ м}^2, \quad (6.8)$$

де  $k_{\text{густ}}$  – коефіцієнт густини розміщення обладнання

$$k_{\text{густ}} = 4$$

$\Sigma F_{\text{обл}}$  – сумарна площа обладнання в агрегатному відділенні

$$\Sigma F_{\text{обл}} = 8,69 \text{ ( м}^2\text{)};$$

$$F = 4 \cdot 8,69 = 34,76 \text{ ( м}^2\text{)}.$$

Приймаємо площу агрегатної ділянки  $F = 44 \text{ ( м}^2\text{)}$ .

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

### 7.1 Визначення комплексних затрат

Амортизація устаткування та транспортних засобів.

Експлуатація устаткування, у т.ч.:

- а) основна заробітна плата допоміжних робітників;
- б) додаткова заробітна плата допоміжних робітників;
- в) відрахування на соціальне страхування та пенсійний фонд (36.5 % від суми основної та додаткової зарплати);
- г) витрати на допоміжні матеріали (57...62 грн. На установку для електролітичного хромування – за даними ПНФТЦ);
- д) фонд зайнятості 2 % від суми основної та заробітної плати.

Затрати на малий та середній ремонт устаткування – (6...10) % від його вартості; пристроїв та цінного інвентарю – 5 %; транспортних засобів – (17...20) % від його вартості.

Матеріали для експлуатації вантажно-транспортного устаткування – 2 % від його вартості [18].

Затрати на відшкодування зносу малоцінних та швидкозношуваних інструментів та інвентарю – 68 грн. на установку для електролітичного хромування (за даними ПНФТЦ).

Інші витрати складають 3.5 % від усіх попередніх [18].

Сума заробітної плати ІТП та службовців, відрахування на соцстрах, пенсійний фонд, фонд зайнятості

Затрати на амортизацію будівель, споруд та цінного інвентарю.

Затрати на утримання будівель, споруд та інвентарю:

- а) затрати на електроенергію для освітлення:

$$C_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} * C_{\text{кВт/год}} , \quad (7.1)$$

де  $W_{\text{осв}}$  – кількість енергії, витраченої на освітлення, кВт/год.;

$$W_{\text{осв}} = P_{\text{н}} * S_3 * T_{\text{осв}} * K_{\text{в}} / 1000 , \quad (7.2)$$

де  $P_{\text{н}}$  – питомі витрати електроенергії на освітлення 1 м<sup>2</sup> площі приміщення,

$$P_{\text{н}} = (17...20) \text{ кВт/м}^2 \text{ [18];}$$

$A_{\text{п}}$  – загальна площа приміщення;

$T_{\text{осв}}$  – середньорічна тривалість освітлюваного періоду,

$$T_{\text{осв}} = 1250 \text{ год.};$$

$K_{\text{в}}$  – коефіцієнт, який враховує втрати електроенергії у мережі,

$$K_{\text{в}} = 1.07.$$

$$W_{\text{осв}} = 15 * 312 * 1250 * 1.05 / 1000 = 6142,5 \text{ кВт/год};$$

$$C_{\text{осв}} = 6142.25 * 0.17 = 1044,23 \text{ (грн.)}.$$

б) затрати на пару для опалення приміщення [18]:

$$C_{\text{п}} = (q_{\text{м}} * T_{\text{оп}} * V / i * 1000) * C_{\text{п.м.}} , \quad (7.3)$$

де  $q_{\text{м}}$  – витрата теплоти на 1 м<sup>2</sup> приміщення,

$$q_{\text{м}} = (27...35) \text{ ккал/год*м}^3 ;$$

$T_{\text{оп}}$  – середньорічна тривалість періоду опалення,

$$T_{\text{оп}} = 4320 \text{ год.} - \text{для середньої смуги};$$



$V$  – об’єм будівлі;

$i$  – теплота випаровування,  $i = 540$  ккал/кг;

$C_{п.м.}$  – вартість 1т пари,

$$C_{п.м.} = 16.56 \text{ грн./т.}$$

$$C_{п.} = (30 \cdot 4320 \cdot (312 \cdot 8) / 540 \cdot 1000) \cdot 16.56 = 9920,10 \text{ (грн.)}$$

в) затрати на воду для побутових потреб [18, с. 31]:

- для господарчих та санітарних потреб – 25 л. на одного працюючого;

- для душових – 40 л. на одного робітника.

$$C_{в.п} = (25 \cdot 5 + 40 \cdot 4) \cdot 224 \cdot 0.00081 = 51,71 \text{ грн.} \quad (7.4)$$

г) затрати на матеріали та інші витрати – 3% від вартості будівель та споруд;

д) заробітна плата МОП та відрахування.

Затрати на поточний ремонт будівель та споруд – 2% від їх вартості [18].

Витрати на випробовування, винахідництво та раціоналізацію – (31...33) грн. на одного працівника.

Витрати на охорону праці (21...42) грн. на одного працівника.

Затрати на відшкодування зносу малоцінного та швидкозношуваного інвентарю – 38 грн. на одну установку хромування (за даними ПНФТЦ).

Інші витрати – 2,5 % від суми статей 7...13 [18].

Дані розрахунків по усім статтям зведені у табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Визначення комплексних витрат

№ п.п.	Статті витрат	Сума, грн..
1	2	3
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування		
1.	Амортизація устаткування та транспортних засобів	4014,93

1	2	3
2.	Експлуатація устаткування, у тому числі: а) основна заробітна плата допоміжних робітників $Z_{o.d}$ б) додаткова зарплата допоміжних робітників $Z_{дод.д}$ в) відрахування на соцстрах та у пенсійний фонд $0,365(Z_{o.d} + Z_{дод.д})$ г) витрати на допоміжні матеріали д) відрахування у фонд зайнятості $0,02(Z_{o.d} + Z_{дод.д})$ є) витрати на енергію для технічних потреб $C_{ен}$	35131,43 624,10 104,66 266,00 62,00 14,58 34060,09
3.	Поточний ремонт, у тому числі: а) устаткування $0,1K_T$ б) пристроїв та цінного інвентарю $0,05(K_{осн} + K_{инв})$ в) транспортних засобів $0,2 K_{в.т.}$	8671,78 7717,50 256,03 698,25
4.	Матеріали для експлуатації вантажно-транспортного устаткування	69,83
	Відшкодування зносу малоцінного та швидкозношуваного інструменту та пристроїв	68,00
5.	Інші витрати Разом (Еуст)	1678,46 49634,46
Загальновиробничі витрати		
6.	Утримання цехового персоналу, у тому числі: а) основна зарплата ІТП та службовців б) відрахування на соцстрах, пенсійний та фонд зайнятості	3365,96 2659,20 548,36
7.	Амортизація, у тому числі: а) будівель та споруд (табл. 9.1) б) інвентарю	3860,38 3744,00 116,38

1	2	3
8.	Затрати на утримання будівель, споруд та інвентарю, у тому числі: а) електроенергія для освітлення Сосв б) пару для опалення Сп в) вода для побутових потреб Св.п г) матеріали 0,03Кбуд д) заробітна плата МОП є) відрахування на соцстрах, у пенсійний та фонд зайнятості	13445,16 1044,23 9920,10 51,71 2246,40 158,40 24,32
9.	Поточний ремонт будівель і споруд 0,02 Кбуд	1497,60
10.	Випробовування, винахідництво та раціоналізація	165,00
11.	Охорона праці	200,00
12.	Відшкодування зносу малоцінного та швидкозношуваного інвентарю	38,00
13.	Інші витрати Разом (Ец)	564,30 23136,40

Відсоток витрат на утримання та експлуатацію устаткування (з формули 7.4):

$$P_{уст} = (E_{уст} / Z_{зр}) * 100\% = (49634,46/8085,95)*100\% = 613,84 \% . \quad (7.5)$$

Відсоток загально виробничих витрат:

$$P_{ц} = (E_{ц} / Z_{зр}) * 100\% = (23136,40/8085,95)*100\% = 286,13 \% . \quad (7.6)$$

## **7.2 Складання калькуляції собівартості хромовання одиниці продукції**

Таблиця 7.2. Калькуляція собівартості хромування одиниці продукції

№ п.п.	Статті калькуляції	Сума затрат, грн.	
		на одиницю продукції	на річну програму
1	2	3	4
1.	Пряма заробітна плата основних робітників (табл. 9.2 - $Z_{o,p}$ )	0,108	3887,65
2.	Додаткова заробітна плата основних робітників $Z_{p,d}$	0,018	651,94
3.	Відрахування на соцстрах, у пенсійний та фонд зайнятості	0,024	853,26
4.	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування $E_{уст}$	1,38	49634,46
5.	Загальновиробничі витрати $E_{ц}$	0,64	23136,40
Разом: виробнича собівартість		2,17	78163,71

### 7.3 Розрахунок економічного ефекту від упровадження електролітичного хромування корпусів масляних насосів

Вихідні дані:

- річна програма випуску – 36000 шт.;
- вірогідне підвищення довговічності – у 2 рази;
- середня собівартість виробу, грн.:
- до хромування –  $C_1 = 6,76$ ;
- після хромування –  $C_2 = 6,76 + 2,17 = 8,93$ ;
- капітальні вкладення на одиницю продукції, грн.:
- до хромування –  $K_1 = 13,34$ ;
- після хромування –  $K_2 = 13,34 + 2,97 = 16,31$ .

Середня собівартість і капітальні вкладення на одиницю продукції до хромування – дані підприємства.

Річний економічний ефект від підвищення довговічності виробів [18]:

$$E = (Z_1 * (P_1 + E_n) / (P_2 + E_n) - Z_2) * N_3, \quad (7.7)$$

де  $Z_1$  і  $Z_2$  – приведені затрати на виготовлення деталей по двом варіантам:  
до хромування

$$Z_1 = C_1 + E_n K_1, \quad (7.8)$$

де  $C_1, C_2$  – середня собівартість виробу;

$E_n$  – норма ефективності додаткових капіталовкладень,  $E_n = 0.15$  [18];

$K_1, K_2$  – капіталовкладення на одиницю продукції;

$$Z_1 = 6,76 + 0.15 * 13,34 = 8,76 \text{ (грн.)};$$

після хромування

$$Z_2 = C_2 + E_n K_2 = 8,93 + 0.15 * 16,31 = 11,38 \text{ (грн.)};$$

$P_1, P_2$  – коефіцієнти реновації;  $P_1 = 1, P_2 = 0.625$ ;

$$E = (8,76 * (1 + 0.15) / (0.625 + 0.15) - 11,38) * 36000 = 58273 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень, років:

$$T = K / E = 106766,75 / 58273,52 = 1,83. \quad (7.9)$$

Економічна ефективність становить 58273 грн. Термін окупності становить 1,83 року.

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Виробнича санітарія і техніка безпеки на гальванічних дільницях

Вимоги до гальванічних дільниць [14]:

- приміщення повинні бути відокремлені від решти цехів суцільними стінами або перегородками, доведеними до перекриття будівлі;
- висота приміщення — не менше 5 м;
- підлога повинна бути покрита метлаською плиткою по асфальту або кислототривкому цементу з ухилом 1:150 у бік каналізаційного трапа;
- стіни повинні бути заввишки 1,5...2 м і облицьовані керамічною плиткою або пофарбовані масляною фарбою;
- наявність природного і штучного освітлення;
- температура повітря в зимовий час 17...22 °С, вологість — не більше 75%.

Для видалення пари, газів, пилу і створення нормальних умов праці необхідно обладнати ділянки приточновитяжною вентиляцією. Для витяжки використовують загальну і місцеву (бортові відсмоктувачі) вентиляційні системи. Бортові відсмоктувачі сполучають з вентилятором за допомогою залізних повітроводів, які покривають всередині і зовні бакелітовим або іншим кислототривким лаком по попередній ґрунтовці. Канали повинні бути герметичними.

Розрідження, створюване витяжною вентиляцією, компенсується в літній час природною притокою повітря через квартирки і відкриті вікна, а в зимове — вентиляцією приточування, що нагнітає калорифером підігріте повітря (16... 18 °С). Кількість повітря, що нагнітається, повинна складати 85...90 % від того, що відсмоктується.

Стічні води відводять з ванн промивки і сорочок гальванічних ванн газовими трубами або гумовими шлангами, по яких вода поступає в найближчий зливний канал. Зливні канали (трапи) роблять в підлозі під ваннами або поряд з ними.

При промивці деталей вода забруднюється солями, кислотами і лугами. Тому перед спуском в каналізацію їх необхідно знешкоджувати.

До роботи в гальванічних цехах і відділеннях допускаються робітники у віці не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та інструктаж з техніки безпеки.

Робітники гальванічних цехів забезпечуються спецодягом: гумовими чобітьми, рукавичками, прогумованими фартухами, халатами і окулярами. В обідню перерву і після закінчення робочого дня спецодяг потрібно зберігати в шафі. Забороняється відносити її додому.

Крім того, не можна зберігати харчові продукти, приймати їжу та палити в робочому приміщенні, засмоктувати розчини ротом через шланги або скляні трубки, ремонтувати устаткування при включеній силовій мережі, допускати сторонніх осіб на робочі місця.

Приточновитяжна вентиляція повинна бути справною, її дозволяється включати не пізніше ніж за 15 хв. до початку роботи, а вимикати не раніше ніж через 15 хв. після закінчення зміни. Ванни, які виділяють шкідливі речовини, після закінчення роботи слід закривати кришками.

Готувати, коректувати і фільтрувати електроліти потрібно при включеній вентиляції. При розбавленні кислот треба обов'язково лити кислоту у воду, а не навпаки. Солі і кислоти в електроліт необхідно додавати дрібними порціями. У всіх цих випадках слід користуватися захисними окулярами, щоб в очі не потрапили бризки, а при засипці сухих хімікатів у ванни — протипильними респіраторами.

Випадково пролиту на підлогу або обладнання кислоту необхідно негайно змити водою, а потім залишки її нейтралізувати сухою кальцинованою содою до припинення реакції. Пролитий луг треба змити водою.

При попаданні кислоти, лугу або електроліту на відкриті ділянки тіла або в очі уражені місця необхідно негайно обмити струменем води. Потім уражені кислотою або кислим електролітом місця слід промити 2...3%-ним розчином питної соди, а уражені лугом — 1 %ним розчином оцтової кислоти і знову промити водою.

У разі отримання травм, опіків, отруєнь потерпілому необхідно надати першу допомогу і направити його в медичний пункт.

Бутлі і скляні балони з кислотами і лугами слід зберігати в корзинах. Бутлі треба перевозити на спеціальних візках або переносити на носилках. Вони повинні бути герметично закупорені. Забороняється зберігати кислоти і луги у відкритих місткостях. При розкритті барабанів з хромовим ангідридом та їдкими лугами окрім спецодягу необхідно надягати захисні окуляри.

Штанги, підвіски та аноди слід чистити тільки мокрим способом, змочуючи металеві щітки або шліфувальне полотно водою, оскільки пил кольорових металів отруйний і вдихання його може викликати отруєння.

Не можна закріплювати деталі в пристосуваннях над поверхнею ванни. Деталі, що впали у ванну, треба діставати пристосуваннями (магнітами, совками тощо). Громіздкі і важкі деталі та підвіски треба переміщати електротельфером.

Електротехнічне устаткування заземляють. Необхідно попереджати випадки короткого замикання у ваннах, що може привести до опіків працюючих і викликати вибух газів, які виділяються при електролізі.

Щоб уникнути вибуху або пожежі необхідно ретельно стежити за тим, щоб у піні розчинів для електролітичного знежирення не накопичувалося значних кількостей гримучого газу, а також за тим, щоб іскри, які утворюються при шліфуванні, не попадали на полотняні полірувальні круги.

## **8.2 Заходу безпеки перед початком роботи**

Підготувати необхідні для роботи засоби індивідуального захисту. Надягти й заправити спецодяг, застібнути манжети рукавів. Одержати завдання на роботу у свого безпосереднього керівника. Не виконувати роботу без одержання завдання й на прохання водіїв або інших осіб. Оглянути й підготувати своє робоче місце, забрати всі зайві предмети, не захарашуючи проходів.

Перевірити стан підлоги на робочому місці. Якщо підлога слизька або



вологий, зажадати, що б його витерли або посипали ошурками, або зробити це самому.

Перевірити наявність і справність інструмента, пристосувань і встаткування. Не працювати несправним інструментом і пристосуваннями або на несправному встаткуванні й не тільки робити самому усунення несправностей.

Перевірити наявність пожежного реманенту на ділянці й у випадку відсутності такого сповістити про це своєму керівникові.

Включити приточно-витяжну вентиляцію і якщо буде потреба місцеву вентиляцію

Для виключення поразки електричним струмом електроінструменти заземлюють.

Заходу безпеки під час роботи.

Пристаюючи до роботи з технічного обслуговування й ремонту автомобіля, вжити заходів, що виключають проливання палива з паливного бака, паливопроводів і приладів системи живлення. Переконатися в тому, що закриті видаткові й магістральні вентиля й немає чи в газопроводах газу під тиском

При ремонті вжити заходів по запобіганню іскроутворення шляхом зняття клем з акумулятора або його відключення спеціальним пристроєм.

Знешкодити перед розбиранням карбюратори й бензонасоси, що працюють на етилірованному бензині, а також їх деталі гасом.

Робити мийку деталей тільки в місцях, відведених для цієї мети. Мийні ванни з гасом по закінченню закривати кришками

Робити розбирання й ремонт у спеціальних верстатах або стендах. Користуватися тільки спеціальними пристосуваннями.

Продувку клапанів, трубок і жиклерів паливної апаратури робити повітрям зі шланга або насосом. Продувати їхнім ротом забороняється. При продувці деталей струменем повітря не направляти її на рядом працюючих людей або на себе.

Під час перевірки роботи форсунок на стенді не підставляти руку до

розпилювача.

Перевірку надійності пуску двигуна й регулювання мінімальних обертів холостого ходу робити на спеціальних постах, обладнаних місцевим відсмоктуванням газів якщо пости, розташовані в приміщенні ТЕ.

Перед запуском двигуна перевірити, чи загальмований автомобіль стоянковим гальмом і чи є спеціальні упори (черевики) під колесами, чи встановлений важіль на перемиканнях передач (контролера) у нейтральне положення.

Для безпеки переходу через відсмоктувальні канали, а також для роботи попереду й з позаду автомобіля користуватись перехідними містками, а для спуску в оглядову каналу – спеціально встановленими для цієї мети сходами.

При попаданні етилірованого бензину на шкіру негайно обмити облита ділянка шкіри гасом, а потім вимити теплою водою з милом. Якщо етилірований бензин (краплі або пари) потрапили в очі, промити їхньою теплою водою й негайно звернутися в травмпункт або до лікаря.

Якщо спецодяг облитий бензином, звернемося до свого безпосереднього керівника для її заміни.

### **8.3 Визначення стійкості моторного відділення під час вибуху газоповітряної суміші**

Оцінка стійкості роботи моторного відділення при виробничій аварії може бути виконана за допомогою моделювання уразливості (характер руйнувань, пожеж, уражень робітників і службовців) об'єкту при дії вражаючих чинників вибуху газоповітряної суміші на основі використання результатів випробувань і розрахункових даних.

Вибухова хвиля – основний вражаючий чинників вибуху газоповітряної суміші. Ударна хвиля травмує людей, руйнує або ушкоджує будівлі, споруди, обладнання, техніку і майно. При дії ударної хвилі будівлі, споруди, обладнання і комунально-енергетичні мережі (КЕМ) об'єкту можуть бути зруйновані в різній мірі.

Руйнування прийнято ділити на повні, сильні, середні і слабкі. При повному руйнуванні об'єкт не підлягає відновленню. При сильних руйнуваннях відновлення будівель і споруд можливе, але недоцільно.

Обладнання і механізми переважно зруйновані. На КЕМ і трубопроводах розриви і деформації на окремих ділянках підземних мереж, деформація опор повітряних ліній електропередач. При середніх руйнуваннях для відновлення об'єкту (елементу) потрібний капітальний ремонт, виконання якого можливо власними силами об'єкту. При слабких руйнуваннях для відновлення об'єкту (елементу) потрібний поточний ремонт.

Руйнування і пошкодження будівель, споруд, механічних установок, ємкостей і трубопроводів на підприємствах з вибухо-, пожежонебезпечність технологією може привести до виділення газоподібних або зріджених вуглеводневих продуктів. При перемішуванні вуглеводневих продуктів з повітрям утворюються вибухо-, пожежонебезпечність суміші.

При вибуху газоповітряної суміші утворюється осередок вибуху з ударною хвилею, що спричиняє руйнування будівель, споруд і обладнання аналогічно тому, як це відбувається в наслідок дії ударної хвилі ядерного вибуху. У осередку вибуху газоповітряної суміші прийнято виділяти три кругові зони: I – зона детонаційної хвилі; II – зона дії продуктів вибуху; III – зона повітряної ударної хвилі.

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Кліматичний аспект забруднення атмосфери

Кліматичним аспектом забруднення атмосфери є: парниковий ефект, глобальне потепління, кислотні дощі, смоги. Проблема техногенного перегрівання атмосфери - парниковий ефект.

Парниковий ефект - це підвищення середньої температури біля поверхні Землі. внаслідок наявності парникових газів. На теперішній час спостерігається зміна клімату яка виражається у поступовому підвищенні середньорічної температури, починаючи з другої половини минулого століття. Більшість учених пов'язує це з накопиченням в атмосфері так званих парникових газів - вуглекислий газ (діоксид карбону  $\text{CO}_2$ ), метану  $\text{CH}_4$ , оксид азоту (оксид нітрогену  $\text{N}_2\text{O}$ ).

Парниковий ефект, глобальне потепління. Клімат Землі, що залежить в основному від стану її атмосфери, протягом геологічної історії періодично змінювався: чергувалися епохи істотного похолодання, коли території суші вкривалися льодовиками та епохи потепління. Ми живемо саме в епоху потепління, коли розтанули великі льодовикові щити в Євразії та Північній Америці. Та останнім часом учені-метеорологи б'ють на сполох: сьогодні атмосфера Землі розігрівається набагато швидше, ніж будь-коли в минулому і це зумовлено діяльністю людини:

По-перше, людина підігріває атмосферу, спалюючи велику кількість вугілля, - афти, газу а також уводячи в дію атомні електростанції; подруге, і це головне, в результаті спалювання органічного палива, а також унаслідок знищення лісів у атмосфері нагромаджується вуглекислий газ. За останні 120 років уміст  $\text{CO}_2$  в повітрі збільшився на 17%. У земній атмосфері вуглекислий газ діє, як скло в теплиці: він вільно пропускає сонячні промені до поверхні Землі. Це спричинює розігрівання атмосфери, відоме як парниковий ефект розрахунками вчених, найближчими десятиліттями через парниковий щорічна температура на Землі може підвищитися на 1,5- 2 °С. Якщо лишить обсягу

забруднень атмосфери й глобальна температура зростає як це відбувається протягом останніх 20 років, то дуже швидко клімат є теплішим, ніж будь-коли впродовж 100 тис. років. Це прискорить гологічну кризу. У чому ж полягає небезпека парникового ефекту?

Розрахунки й моделювання на ЕОМ свідчать: підвищення середньорічної температури спричинить зміни таких найважливіших кліматичних параметрів, як кількість опадів, хмарний покрив, океанічні течії, розміри полярних крижаних шапок.

Внутрішні райони континентів стануть сухішими, а узбережжя - вологішими, зима буде коротшою й теплішою, а літо - тривалішим і спекотнішим. Основні кліматичні зони в північній півкулі змістяться на північ приблизно на 400 км. Це зумовить потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти й полярних крижаних шапок. У середніх широтах, тобто в головних "хлібних" районах (Україна, Росія, Кубань, "зернові штати" США), клімат стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться. Глобальне потепління призведе до танення льодовиків Гренландії, Антарктиди й гір, рівень Світового океану підвищиться на 6 -10 м, при цьому буде затоплено близько 20 % площі суходолу, де сьогодні живуть сотні мільйонів людей, розташовані міста, ферми, сади й поля. Учені не дійшли єдиної думки про те, за якого підвищення середньорічної температури можуть відбутися ці негативні для людства явища: одні метеорологи вважають критичним значення 2,5 °С , інші - 5 °С.

Останнім часом тривога вчених із приводу парникового ефекту ще посилилася. Виявилось, що, крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричинюють також деякі інші гази, що входять до групи малих домішок - метан, оксиди азоту, фреони, - вміст яких в атмосфері через антропогенний фактор стрімко зростає.

Науковці вже відзначили зміни в картині випадіння опадів. Встановлено, що в межах помірного кліматичного поясу за останні 30-40 років випадає опадів на 10 % більше, ніж у минулому. Водночас кількість опадів над екватором скоротилася на ті ж 10 %. Подальша зміна в системі випадіння

опадів справить величезний вплив на сільське господарство, зміщуючи зони обробітку культур у північні райони Північної Америки та Євразії. Найсприятливіші умови для вирощування культур складуться в сільськогосподарських регіонах Росії, а рясні опади будуть випадати в Північній Африці, де посуха триває з 1970 р. Існуюча невизначеність у питанні глобального потепління породжує скепсис з приводу небезпеки, що загрожує. Проблема в тому, що коли гіпотеза про антропогенні фактори глобального потепління підтвердиться, уже пізно буде що-небудь розпочинати.

## **9.2 Руйнування озонового шару в атмосфері**

Озоновий шар - це повітряний шар у верхніх шарах атмосфери (стратосфері), що складається з особливої форми кисню - озону. Молекула озону складається з трьох атомів кисню (O<sub>3</sub>). Озоновий шар починається на висотах близько 8 км над полюса ми (чи 17 км над екватором) і сягає висоти приблизно 50 км. Однак щільність озону дуже низька, і якщо стиснути його до щільності, яку має повітря біля поверхні Землі, то товщина озонового шару не перевищить 3,5 мм. Озон утворюється, коли сонячне ультрафіолетове випромінювання бомбардує молекули кисню.

Оскільки озоновий шар поглинає ультрафіолетове випромінювання, то його руйнування призведе до більш високих рівнів ультрафіолетового випромінювання на поверхні Землі. Це, у свою чергу, викличе збільшення випадків захворювання на гак шкіри. Іншим наслідком підвищеного рівня ультрафіолетового випромінювання стане розігрівання поверхні землі, а отже, зміна температурного режиму, режиму вітрів і дощів і підвищення рівня моря.

У 1985 р. Британські науковці повідомили результати спостереження за атмосферою, згідно з якими за попередні вісім років весняний вміст озону над Північним і Південним полюсами зменшився на 40 % - це явище отримало назву "озонових дір".

Існують різні причини цього явища:

- 1) руйнування озонового шару оксидами нітрогену, що надходять із

двигунів надзвукових транспортних літаків і ракет;

2) особливості циркуляції атмосфери - повітряні потоки з нижніх шарів атмосфери під час руху вгору розштовхують озон;

3) руйнування озону в атмосфері сполуками хлорфторвуглеводнями.

Проте переважна більшість науковців вважають, що сполуки хлору - хлорфторвуглеводні (ХФВ), які широко використовувалися в промисловості та у побуті, руйнують озоновий шар Землі. ХФВ вже більше 60 років використовуються як холодоагенти в холодильниках і кондиціонерах, як пропеленти для аерозольних сумішей, піноутворюючі агенти у вогнегасниках, очищувачі для електронних приладів, при виробництві пінопласту.

ХФВ дуже стійкі й неактивні, проте, коли вони піднімаються до висоти приблизно 25 км, де концентрація озону максимальна, вони руйнуються під інтенсивним впливом ультрафіолетового проміння. Зруйновані компоненти ХФВ володіють високою реакційною здатністю, зокрема, хлор. При руйнуванні озону хлор діє подібно до каталізатора, в ході хімічного процесу його кількість не зменшується. Унаслідок цього один атом хлору може зруйнувати до 100 000 молекул озону, перш ніж він буде дезактивований або повернеться в нижні шари атмосфери. Вважається, що час життя в атмосфері для двох розповсюджених ХФВ - фреон-11 і фреон-12 становить 75 і 100 років відповідно.

Потужним джерелом руйнування озону є ядерні вибухи. Теплова енергія, що виділяється при цьому, нагріває атмосферу і прискорює такі перетворювання хімічних речовин, які при нормальних умовах або не відбуваються, або здійснюються дуже повільно. Такими речовинами, зокрема, є окисли азоту.

Процеси руйнування озону підсилюються парниковим ефектом. Природним джерелом надходження хлору в атмосферу є вулканічні викиди. У 1987 р. уряди 56 країн підписали Монреальський протокол, за яким вони зобов'язалися в найближче десятиріччя вдвічі скоротити виробництво фторхлорвуглеців та інших речовин, що руйнують озоновий шар. До 1996 року промислово розвинені країни повністю припинили виробництво фреонів, а

також руйнуючих озон галонів і тетрахлориду вуглецю. Але країни, що розвиваються, зроблять це лише до 2010 року. Наступним етапом повинна стати заборона метил бромідів та гідрофреонів. Рівень виробництва перших з 1996 р. був заморожений у промислово розвинених країнах, гідрофреони повністю знімаються з виробництва до 2030 року. Країни, що розвиваються, досі ще не взяли зобов'язання щодо контролю над цими хімічними речовинами.

З моменту підписання Монреальського протоколу завдяки узгодженим зусиллям міжнародного співтовариства за ці роки виробництво та споживання речовин, що є найбільш небезпечними для озонового шару, скоротилося більш ніж удвічі. Було зупинено збільшення вмісту в атмосфері речовин, що руйнують озон.

Вчені вважають, що вже в найближчі роки почнеться відновлення озонового шару. Світові виробники холодильної техніки відмовилися від фреонів і перейшли на використання озонобезпечних речовин - холодоагентів: пропан-бутанову суміш, спінювач із циклопентаном. Створені оригінальні проекти штучного отримання озону в стратосфері.

Кислотні опади - це одна з важливих екологічних проблем, з якою пов'язують окислення природного середовища. Терміном "кислотні опади" називають усі види метеорологічних опадів - дощ, сніг, град, туман, дощ зі снігом, рН яких менший, ніж середнє значення рН дощової води (середній рН для дощової води дорівнює 5,6). Кислотний дощ утворюється в результаті реакції між водою і такими забруднюючими речовинами, як оксид сульфуру ( $\text{SO}_2$ ) і різними оксидами нітрогену ( $\text{NO}_x$ ). Ці речовини викидаються в атмосферу автомобільним транспортом, у результаті діяльності металургійних підприємств та електростанцій, а також при спалюванні вугілля і деревини. Вступаючи в реакцію з водою атмосфери, вони перетворюються в розчини кислот-сірчаної, сірчистої, нітрогенистої і нітрогенної. Потім, разом зі снігом чи дощем, вони випадають на землю, що й знижує рН дощової води.

Уперше термін кислотний дощ був введений у 1872 р. англійським дослідником Ангусом Смітом. Його увагу привернув вікторіанський смог у Манчестері. І хоча вчені того часу відкинули теорію про існування кислотних



дощів, проте сьогодні вже ніхто не сумнівається, що кислотні дощі є однією з причин загибелі життя у водоймах, лісів, урожаїв і рослинності. Крім того, кислотні дощі руйнують будинки і пам'ятки культури, трубопроводи, приводять у непридатний стан автомобілі, знижують родючість ґрунтів і можуть призводити до проникання токсичних металів у водоносні шари ґрунту.

Яскравим прикладом негативного впливу кислотних опадів на природні екосистеми є закислення озер. З нагромадженням органічних речовин на дні водойм із них починають вилугуватися токсичні метали. Підвищена кислотність води сприяє високій розчинності таких небезпечних металів, як алюміній, кадмій, ртуть і свинець, з донних відкладень і ґрунтів.

Кислотний дощ завдає шкоди не тільки водній флорі й фауні. Він також знищує рослинність на суходолі. Вчені вважають, що, хоча до сьогодні механізм до кінця ще не вивчений, складна суміш забруднюючих речовин, що включає кислотні опади, озон і важкі метали у сукупності призводить до деградації лісів. Вплив кислотних дощів знижує стійкість лісів до засухи, хвороб, природних забруднень, що зумовлює ще більш виражену їхню деградацію як природних екосистем. Єдиний спосіб змінити ситуацію на краще, на думку багатьох фахівців, - зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу.

Наслідки випадання кислотних дощів спостерігаються в США, Німеччині, Чехії, Словаччині, Нідерландах, Швейцарії, Австралії, Україні і ще в багатьох країнах земної кулі.

Смоги. Окремо взяті речовини, що забруднюють повітря, менш небезпечні, ніж їхні суміші. Хімічні реакції, що відбуваються безпосередньо в повітрі приводять до виникнення димних туманів - **смогів**. Смоги виникають за певних умов: по-перше, при великій кількості пилу й газів, що викидаються в повітря міста; по-друге, при тривалому існуванні антициклональних умов погоди, при яких забруднювачі накопичуються в приземному шарі атмосфери.

Смоги бувають кількох типів. Найбільш вивчений і відомий вологий смог. Він звичайний для країн з морським кліматом, де часто бувають тумани і висока відносна вологість повітря. Це сприяє змішуванню забруднюючих

речовин, їх взаємодії в хімічних реакціях. При антициклонах над містами й промисловими центрами отруйні гази і пи́л можуть накопичитись у 100 -200-метровому шарі повітря. Тоді й виникає отруйний густий брудно жовтий туман - вологий смог. Від вологого смогу відрізняються за походженням і властивостями фотохімічний смог, або, як його називають, смог Лос-Анджелеського типу. Повітря в Лос-Анджелесі (США) сухе, і тому смог тут утворює не туман, а синювату димку. Для його виникнення необхідне сонячне світло, яке викликає складне фотохімічне перетворення суміші вуглеців і оксидів азоту, які надходили в повітря від автомобільних викидів, у речовини, більш токсичні від вихідних атмосферних забруднень. Однією з таких речовин є озон. Він виділяється в результаті розпаду двоокису азоту під дією олефінів з неповністю згорілого автомобільного палива. У високих концентраціях озон небезпечний для здоров'я людини. Фотохімічний туман різко знижує видимість, супроводжується неприємним запахом, у людей виникає запалення очей, слизових оболонок носа і горла, загострюються легеневі захворювання. Фотохімічний туман пошкоджує рослини, викликає корозію металів, розтріскування синтетичних виробів та ін.

Третій вид смогу - льодяний смог, або смог алясківського типу. Він виникає в Арктиці і Субарктиці при низьких температурах антициклонів. У цьому випадку викиди навіть невеликої кількості забруднюючих речовин з топок приводять до виникнення густого туману, що складається з найдрібніших кристаликів льоду і сірчаної кислоти.

Тривалість смогів - від одного до кількох днів, але інтенсивність забруднення одному з найбільш значних смогів 5-7 грудня 1952 р. в Лондоні, коли концентрація сірчистого газу різко зросла, досягнувши 2-4 мг/м<sup>3</sup>, кількість померлих збільшилась на 4 тис. чоловік у порівнянні з середньою кількістю смертельних випадків.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

У процесі виконання магістерської роботи ми вирішили конкретні конструкторські, технологічні й організаційно-економічні завдання відповідно до завдання на магістерської роботи.

Розглянуті умови змащування і ТО масляного насосу двигуна Д-240. Приведені умови для дефектації та відновлення корпусу масляного насосу двигуна Д-240, умови вибірки способу відновлення дефектів його корпусу та зубчастих коліс. При відновленні внутрішньої поверхні корпусу масляного насосу рекомендую хромування в холодному тетрахроматному електроліті у ультразвуковому полі спроектовано ТП. Наведені характеристика матеріалів пари тертя “шестерня – корпус масляного насосу”, умови їх змащування. Проведена оцінка зносостійкості вузла тертя з розрахунком параметрів моделей зношування. Встановлено, що оптимальною маркою сталі для виготовлення шестерні масляного насосу є сталь 18ХГТ.

Розглянуті радикальні методи підвищення зносостійкості деталей масляного насосу.

Спроектовано дільниці ремонтного цеху для ремонту масляного насосу 240-1403010 двигуна Д-240. проведено дослідження люнетів для відрізання профільних заготовок. Розроблено комплект графічної частини.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. – М., 1971. – 124 с.
2. Технология машиностроения / Егоров М. Е. и др. – М., 1976. – 379 с.
3. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя: 4-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – Том 2. М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Колев К. С. Технология машиностроения. – М., 1977. – 412 с.
5. Обґрунтування параметрів лонетів для відрізання профільних заготовок / [М. Марчук, Н. Марчук, І. Гевко та ін.] // Вісник НУВГП. – 2016. – № 2 (74). – С. 268–275.
6. Павлище В. Т. Основы конструирования та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлище. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
7. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.
8. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків та випробовувань на зношування та надійність. – Хмельницький: ТУ Поділля. – 2002. – 150 с.
9. Вузли тертя та мащення машин. Конспект лекцій з курсу для студентів спеціальності «Технологія і устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / О.В. Диха. - Хмельницький: ТУП, 2003.- 75 с.
10. Устройство и обслуживание тракторов. Настольная книга тракториста-машиниста. (Составитель Е.М. Костенко). - К.: Основа, 2002. - 336 с.
11. Кисликов В. Ф., Луцик В. В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 1999. - 400 с.
12. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика /В. О. Федорець, М. Н.

Педченко, В. Б. Струтинський та ін. За ред. В. О. Федорця. — К.: - Вища шк. 1995 — 463 с.

13. Атлас конструкций гидромашин и гидропередат / Б.М.Бим-Бад, М.Г.Кабаков, В.Н.Прокофьев и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 136 с.

14. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей. - М.: Издательский центр «Академия»: Мастерство, 2002. - 496 с.

15. Балабанов И.Т. Финансовый анализ и планирование хозяйствующего субъекта. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.

16. Попова Р.Г., Самонова И.Н., Доброседова И.И. Финансы предприятий. — СПб: Питер, 2002. – 224 с.