

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 деталей ЦПГ  
компресора високого тиску з дослідженням протяжки для виготовлення  
отворів в деталях компресора*

Виконав: студент VI курсу групи МАм-61

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Богач І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

«16» вересня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Богачу Івану Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску з дослідженням протяжки для виготовлення отворів в деталях компресора

Керівник роботи Гевко Іван Богданович д.т.н., професор

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Компресор – А1; Таблиця несправностей в роботі компресорної установки СО-7Б та способи їх усунення – А1; Поршень – А1; Установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів – 2А1; Пристосування для обробки внутрішнього діаметра кілець – А2; Пристосування для обробки зовнішнього діаметра кілець – А2; Схема розбирання компресора – А1; – А1; Результати експериментальних досліджень – 2А1; Технологічне планування ділянки ремонту компресорів – 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 Клепчика В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>доцент Лясота О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання 16.09.2019 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Богач 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 деталей ЦПГ компресора високого тиску з дослідженням протяжки для виготовлення отворів в деталях компресора».

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 93 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 3 сторіноки додатків.

Ключові слова: поршень, шатун, циліндр, кривошипно-шатунний механізм, вкладеш.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	8
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	9
1.1 Характеристика компресорної установки СО-243.....	9
1.2 Характеристика умов роботи і основних процесів зношування деталей ЦПГ компресорних установок.....	12
1.3 Обґрунтування вибору та характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі.....	14
1.4 Аналіз причин зношування й опис головного виду зношування сполучених поверхонь.....	15
1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	17
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	18
2.1 Експлуатація і несправності компресорної установки СО-243.....	18
2.2 Особливості розбирання, збирання та випробування компресору установки СО-243.....	20
2.3 Обґрунтування та розробка технологічного процесу дефектування деталей ЦПГ компресора установки СО-243.....	22
2.4 Технологічний процес виготовлення поршневих кілець.....	24
2.5 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірювального, контрольного інструменту і ремонтних матеріалів.....	26
2.6 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій.....	27
2.7 Нормування часу виконання технологічних операцій відновлення.....	30
2.8 Технологічний процес ремонту компресорів. Визначення трудомісткості робіт дільниці ремонту компресорів.....	31
2.9 Розрахунок та підбір основного обладнання дільниці ремонту компресорів.....	34
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	37
3.1 Розрахунок поршневих кілець.....	37
3.2 Розрахунок тисків.....	38

3.3 Розрахунок теплового розширення кільця по довжині.....	39
3.4 Розрахунок теплового розширення кільця по висоті.....	39
3.5 Розрахунок середнього тиску.....	39
<b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>42</b>
.1 Загальні поняття про інформаційне забезпечення.....	42
4.2 Банки даних.....	44
<b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>53</b>
5.1. Аналіз процесу механічної обробки отворів протягуванням та їх конструкцій.....	53
5.2. Обгунтування конструкції гнучкої протяжки для виготовлення отворів на дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску.....	55
5.3. Дослідження протяжки для обробки отворів на дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску.....	56
<b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>61</b>
6.2 Розрахунок кількості основних робітників, складання штатного розкладу робочих дільниці по ремонту компресорів.....	61
6.3 Розрахунок кількості робочих місць на дільниці ремонту компресорів... ..	64
6.5 Розрахунок виробничих площ дільниці ремонту компресорів.....	64
6.6 Розрахунок силової електроенергії.....	65
6.7 Розрахунок електроенергії для штучного освітлення.....	66
6.8 Розрахунок пару і палива.....	66
6.9 Розрахунок освітлення.....	67
6.10 Розрахунок природного освітлення.....	67
6.11 Розрахунок штучного освітлення.....	68
<b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>69</b>
7.1.Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	69
7.2 Розрахунок капітальних вкладень.....	71
7.3 Розрахунок витрат на енергоносії.....	72
7.4 Визначення собівартості ремонту компресора.....	72

<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b> .....	75
8.1 Виробнича санітарія.....	75
8.2 Пожежна безпека.....	77
8.3 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини.....	78
<b>9 ЕКОЛОГІЯ</b> .....	85
9.1 Заходи щодо зменшення ступеня забруднення води.....	85
9.2 Нормативні вимоги до якості води.....	87
9.3 Правова охорона вод.....	88
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ</b> .....	90
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b> .....	91
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Науково-технічна революція в різних областях техніки привела до використання в промисловості нових, більш жорстких умов роботи механізмів, таких як високі й низькі температури, глибокий вакуум, іонізоване випромінювання, високі контактні напруги. З іншого боку, сучасна техніка й здійснення на практиці рішень про підвищення якості продукції вимагають використання речовин з високими фізико-механічними і триботехнічними властивостями.

Всезростаюча увага приділяється в цей час підвищенню ефективності роботи устаткування, його довговічності й надійності. Надійна робота устаткування забезпечується повсюдним впровадженням системи технічного обслуговування й ремонту устаткування. Одним з важливих завдань виробництва є простота обслуговування устаткування.

Компресори поряд з насосами є найпоширенішими машинами в хімічній, нафтохімічній, газовій, харчовій і багатьох інших галузях промисловості. Простота конструкції й помітні успіхи в розробці нових матеріалів й їхніх композицій дозволяють вважати, що компресори з неметалічними ущільненнями будуть найпоширенішими й найбільш перспективними в компресоробудуванні.

До переваг машин з обмеженим мащенням з поршневыми ущільненнями слід віднести простоту конструкції і відносно низькі втрати продуктивності за рахунок перетоку.

Варто відмітити, що при застосуванні машин з обмеженим мащенням може бути вирішено одночасно ряд технічних завдань: одержання технологічного ефекту, економія мастила, запобігання забруднень навколишнього середовища й зниження шуму, збільшення міжремонтного терміну служби компресора й скорочення трудовитрат на його ремонт (за рахунок запобігання зношування циліндра), підвищення надійності й безпеки роботи систем.



# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика компресорної установки СО-243

Компресорні установки (рис. 1.1) призначені для заправки автомобілів зрідженим газом, коли тиск газу не перевищує 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>), і витрата - (34 ± 2) м<sup>3</sup>/годину.

Компресорна установка СО-243 складається з наступних вузлів: компресора, ресивера, маслотовологовідокремлювача, регулятора тиску, запобіжного клапана, електродвигуна, трубопроводу, пускача і огороження.

Компресор з'єднується з електродвигуном крізь клинопасову передачу. Охолодження компресора - повітряне примусове від шків-маховика з лопатками.

Компресор - поршневий двоциліндровий одноступінчастий простої дії з повітряним охолодженням

Корпус - чавунний литий закритого типу.

У торцевих стінках корпуса є розточення для установки корінних підшипників колінчатого вала. Для доступу до кривошипного механізму корпуса в нижній частині є люк.

Блок циліндрів - литий чавунний, з встановленими кільцевими ребрами для охолодження.

Головка блоку - алюмінієва лита.

Внутрішня повітряна порожнина головки розділена перепонкою на дві частини - усмоктувальну і нагнітальну. Зовнішня поверхня обладнана ребрами для охолодження.

Кожен циліндр споряджений усмоктувальним та нагнітальними клапанами, які виготовлені із пружної стрічки.

Шатуни - сталеві штамповані. Нижня головка - розрізна з бабітовою заливкою, затягується шатунними болтами і має набір прокладок для регулювання. в верхній головці шатуна запресована втулка із бронзової стрічки.

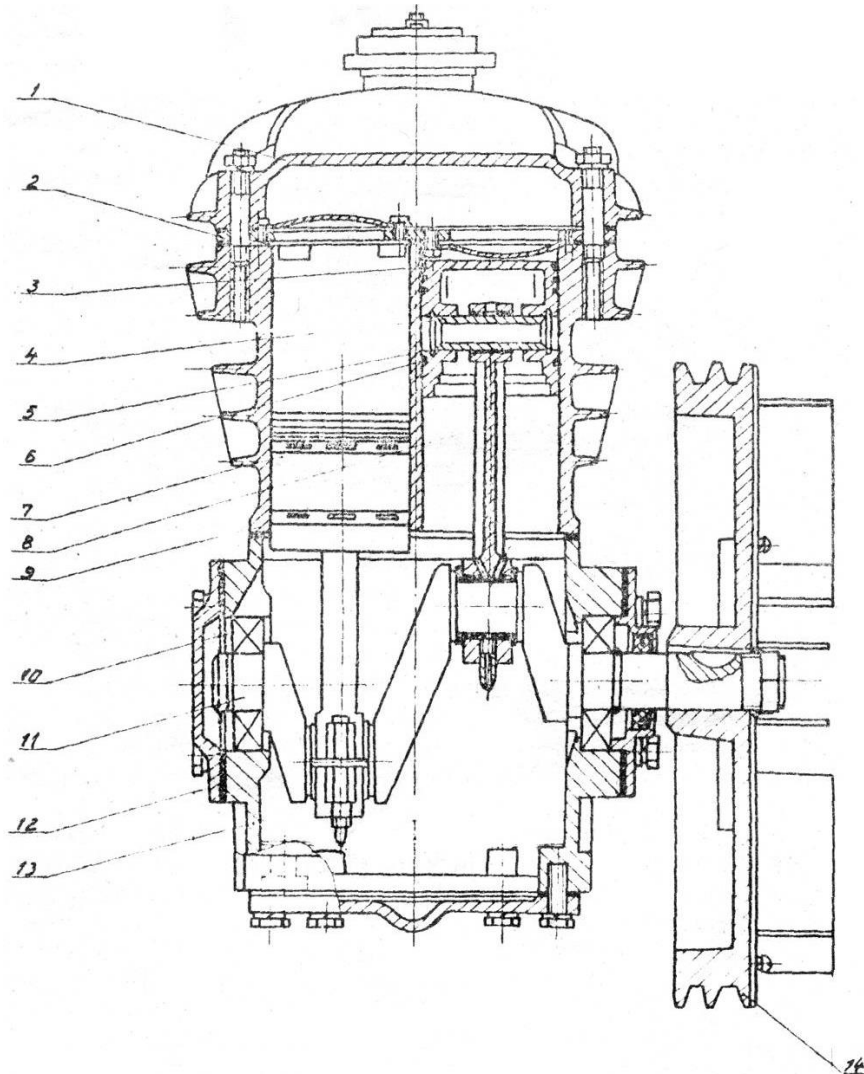


Рис. 1.1. Компресор установки

1 – головка блоку циліндрів; 2 – клапанна плита; 3 – компресійне кільце; 4 – поршневий палець; 5 – стопорне кільце; 6 – маслоз’ємне кільце; 7 – поршень; 8 – шатун; 9 – блок циліндрів; 10 – підшипник; 11 – колінчатий вал; 12 – кришка; 13 – корпус; 14 – шків-маховик.

Поршні - литі з алюмінієвого сплаву.

Поршневі пальці - плаваючого типу. Від осьового переміщення палець утримується за допомогою двох стопорних кілець.

Колінчатий вал виконаний зі сталевого кування. Колінчатий вал опирається на два радіальні однорядні шарикопідшипники 307 ГОСТ 8338-75.

Ресивер - призначений для вирівнювання пульсації газу, яке виходить в результаті зворотно-поступального руху поршня компресора; усунення коливань тиску в трубопроводі при нерівномірному споживанні газу. Ресивер

складається з двох еліптичних днищ.

Масловолого відокремлювач виготовлений в вигляді звареного балона зі склянкою, наповненою обмідненими трубками, та служить для очищення газу перед подачею в мережу. Конденсат, яке відокремився, стікає в ресивер та крізь спускний отвір періодично зливається.

Регулятор тиску (Рис. 1.2) служить для встановлення необхідного робочого тиску і регулюється в межах 0,3-1,6МПа (3-16 кгс/см<sup>2</sup>).

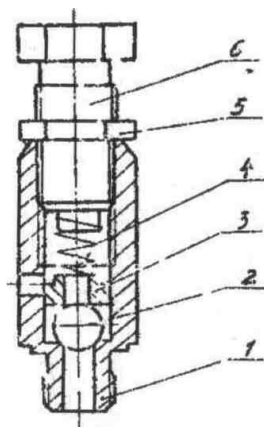


Рис. 1.2. Регулятор тиску.

1 – корпус; 2 – кулька; 3 – напрямна; 4 – пружина; 5 – гайка; 6 – гвинт регулювальний.

Запобіжний клапан служить для запобігання тиску вище припустимого відрегульованого на 1,7МПа (17 кгс/см<sup>2</sup>).

Компресорна установка призначена для роботи в наступних умовах:

- температура навколишнього середовища від мінус 10 до плюс 40<sup>0</sup> С та відносна вологість до 80% при температурі 20<sup>0</sup> С;
- висота над рівнем моря не більше 1000 м

Живлення компресорних установок здійснюється від мережі змінного струму частотою  $50 \pm 1,25$  Гц та напругою  $360^{+38}_{-19}$  В.

Режим роботи установок - тривалий.

Таблиця 1.1 – Основні технічні дані і характеристики компресорної установки

Найменування показників	Значення (номінальні)
1	2
Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	38 ± 2
Максимальний тиск газу, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	1.6(16)
Об'єм ресивера, л, не менше	50
Габарити, мм, не більше:	
довжина	1150
ширина	550
висота	1000
Маса кг, не більше	42

## 1.2 Характеристика умов роботи та основних процесів зношування деталей ЦПГ компресорних установок

Головним чинником, яке визначає продуктивність компресорів та їх здатність створювати необхідний тиск на виході є стан ЦПГ, яке складається з гільзи циліндру, поршня, поршневих кілець, поршневого пальця. В процесі роботи компресорних установок саме ЦПГ зношується найактивніше.

Це пояснюється тим, яке деталі компресорів піддаються активному хімічному, термічному та механічному впливу та навантажені значними динамічними зусиллями. В умовах експлуатації стабільність робочих характеристик компресорів може порушуватися крізь велику кількість причин, яке викликають несправності його деталей та механізмів. Несправності та знос можуть виникнути в результаті механічного зношування (змінюється форма та об'єм пар тертя, без суттєвих фізичних та хімічних змін), молекулярно-механічного (одночасний вплив молекулярних чи атомарних сил на поверхню деталі), абразивного (в результаті ріжучої та шкрябаючої дії твердих тіл чи частинок), втомлюваного (повторне деформування мікрооб'ємів матеріалу) та багато інших факторів, таких як порушення регулювань механізмів та систем деталей спряжень.

Строк служби деталі в першу чергу залежить від якості матеріалу з якого вона виготовлена, її термічної та механічної обробки, точності складання агрегатів машини, умов експлуатації та режимів роботи.

Найголовнішим критерієм довговічності деталей є втомлена міцність. При цьому перевірочні розрахунки на опір втомі, як правило не роблять, але вони є головним критерієм, який дозволяє судити про працездатність деталі. в сполученнях ЦПП діють такі сили, як колова, радіальна та осьова, і також моменти – згинальний та крутний.

При експлуатації деталі компресора підлягають впливу різноманітних механічних навантажень, ударам, вібраціям, акустичним шумам та ін. Джерелом цих навантажень можуть бути як робочі процеси, які відбуваються, при стисканні газів так та взаємодія деталей з продуктами зношування та робочим середовищем.

В умовах тривалих вібрацій проявляються ефекти втомленості матеріалів. Удари зумовлюють в елементах вузлів коливання в широкому спектрі частот, яке може викликати на власних резонансних частотах більші амплітудні переміщення елементів та відкази деталей. Акустичні шуми за характером впливу подібні вібраціям та ударам, тільки в вищому діапазоні частот, які діють.

Всі ці впливи перебувають в складній взаємозалежності та виявляються в вигляді механічної, теплової та хімічної енергій.

Слід зазначити причини зношування головних сполучень з яких складається компресор.

Підшипники – зношуються внаслідок попадання в зону роботи абразиву, продуктів зносу, тому яке агрегат експлуатується в важких умовах, сприймає велику кількість різних знакозмінних навантажень. Великий вплив на знос має втома матеріалу. Опір коченню пояснюється деформаційними втратами в обоймі підшипника. Крім того, на них діють небажані радіальні та осьові навантаження. Аналіз роботи підшипників показав, яке зношування поверхонь блоку та підп'ятника підшипника обумовлено втомлюваними процесами в їх поверхневих шарах, яке відбувається в результаті силових взаємодій в процесі

роботи.

- Різьбові з'єднання – зношуються під дією вібрації. Найбільш небезпечна деформація для болтів шпильок, це зминання та зріз, в даному випадку від крутного моменту,  $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$ . Різьба, в більшості випадків зношується під дією вібраційних навантажень при роботі компресора внаслідок пластичної деформації та втоми матеріалу, яке призводить до зносу та навіть зриву витків різьблення.

### **1.3 Обґрунтування вибору та характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі**

Дослідження показують, яке найбільш зношуваними деталями компресорів є циліндри поршні та поршневі кільця. Причому циліндри можна розточити до наступного ремонтного розміру. Дещо складніше з поршнями. Крім зносу їх зовнішнього, наявний такий дефект, як зношування канавки під компресійні та маслоз'ємні кільця. Але та в такому випадку є вихід запропонований в даному дипломному проекті.

Поршневі кільця при розбиранні компресора замінюють та коли не врахувати знос канавки поршня заміна кілець суттєво не позначиться на якості роботи компресора, адже стискуваний газ буде потрапляти в корпус крізь зазор між кільцем та поршнем. Отже виготовлення поршневих кілець з урахуванням зносу внутрішнього діаметру гільзи циліндру та канавок поршня дозволяє суттєво підвищити якість роботи компресора після ремонту.

Відомо, яке матеріалом для виготовлення поршневих кілець служить сірий чавун СЧ-18, СЧ-21, яке є також та матеріалом для виготовлення гільз циліндрів. В даній роботі запропоновано з метою зменшення забруднення газу мастилом та підвищення довговічності ЦПГ запропоновано переведення компресора СО-243 на режим обмеженого мащення.

В умовах обмеженого мащення пара тертя чавунне кільце – робоча поверхня циліндра має погану зносостійкість. Для підвищення зносостійкості пари тертя поршневе кільце-циліндр запропоновано замінити матеріал поршневого кільця

чавун на матеріал Ф4К20, фізико-механічні характеристики якого представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Фізико-механічні характеристики фторопласту Ф4К20.

Характеристика	Значення
1	2
Густина г/см <sup>3</sup>	2,160
Руйнівне навантаження, МПа	130-150
Відносне видовження, %	120
Твердість по Бринеллю, МПа	4,0
Деформація під навантаженням крізь 24год. при 22°C, %	2,9-3,0
Критичне навантаження, МПа·см при швидкості ковзання 0,05 м/с	50
тоже 0,50 м/с	700
>> 5,00 м/с	1100
Відносна зносостійкість	625
Інтенсивність зносу, Г/ч·10 <sup>4</sup>	1,0
Вміст наповнювачів, % (мас)	
литтєвий кокс	20
Модуль пружності при стискуванні, ГПа	0,8

#### 1.4 Аналіз причин зношування і опис головного виду зношування сполучених поверхонь

Зношування характеризується поступовою зміною геометричних розмірів тіла при терті, яке виявляється в від'єднанні з поверхні тертя матеріалу, чи його пластична деформація. При деформації поверхонь під дією зовнішніх сил, і тобто при отриманні додаткової енергії, можливий рух дислокацій, коли викривлення ґратки від дислокації передаються в інші області кристала метала. При цьому атоми переміщуються незначно із незрівноваженого положення в зрівноважене, виводячи із стійкості сусідні атоми до певного моменту, наприклад виходу дислокації на поверхню кристалу, перетину з іншою дислокацією чи взаємодії з іншими

дефектами кристалічної ґратки та здатні перерости в мікро- та макроскопічні дефекти поверхонь.

Основні причини зношування кульових пальців це абразивне та механічне зношування сферичної поверхні. Абразивне зношування полягає в потраплянні в зону тертя продуктів зношування та абразивних часток ззовні.

При цьому, коли твердість абразивних часток більша за твердість матеріалу, з якого виготовлено циліндр відбувається мікрорізання чи пластичне деформування його поверхні в залежності від геометричних розмірів та форми абразивних часток. Мікрорізання відбувається в тому випадку, коли затиснені між двома рухомими поверхнями абразивні частки мають гострі грані. Пластичне деформування є наслідком ковзання затисненої абразивної частки округлої форми між рухомими поверхнями та при цьому утворюється лунка.

Механічне зношування виявляється в результаті механічної дії. Руйнування поверхневого шару матеріалу пальця відбувається в результаті силового впливу. Сполучені поверхні пальця та втулки взаємодіють при зовнішньому терті в дуже тонких поверхневих локалізованих шарах контактуючої пари. Фізико-механічні та хімічні властивості цих шарів відрізняються від аналогічних властивостей основного матеріалу тіл. При переміщенні однієї поверхні відносно іншої з'являються плями дотику, які переміщуються, зникають, знову з'являються. Взаємодію виступів, яке утворюють плями дотику поверхонь сполучення, називають фрикційними зв'язками. Виникнення та порушення цих зв'язків з двоїстою молекулярно-механічною природою та визначає процес зношування. Складність визначення та опису процесу зношування полягає в тому, яке утворення і руйнування фрикційних зв'язків супроводжуються так званими похідними процесами, виникненням локальних температур, адсорбційним насиченням елементами з навколишнього середовища та від контртіла, хімічною взаємодією (окисленням) тощо.



## 1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Розглянувши технологію ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску газозаправних станцій яке підлягає ремонту.

Цілком зрозумілим є необхідність забезпечення технічних умов при виконанні операцій технологічного процесу відновлення та контролю параметрів деталей ЦПГ.

Поставлено наступні завдання, які потрібно вирішити в процесі виконання магістерської роботи.

1. Вибрати метод та послідовність ТП ремонту; розробити технічну документацію на технологічний процес відновлення.

2. Розробити установку для подрібнення і змішування полімерних матеріалів;

3. Розробити спеціальну частину.

4. Провести дослідження протяжки для виготовлення отворів в деталях компресора.

5. Розробити проект ділянки ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску.

6. Провести розрахунок вартості відновлення за техніко-економічними показниками.

7. Розглянути питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

8. Розробити графічну частину.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Експлуатація та несправності компресорної установки СО-243

До початку роботи компресора перевірити надійність з'єднання повітряного шлангу, роботу запобіжного клапану та рівень масла в корпусі. Масло наливають крізь лійку, яку встановити в спеціальний отвір, яке закривається мірною лінійкою. Рівень масла має бути між верхньою та нижньою рисками мірною лінійкою. Використовують компресорне масло, яке міняють крізь 75–100 год роботи. Двигун компресора заземлити відповідно до правил електротехніки. Перевірити роботу компресора без навантаження. Для цього перекрити вихідні крани та включити двигун. Протягом часу перевірки слідкувати за роботоздатністю і показами манометра, правильною роботою регулятора тиску і запобіжного клапану. Працювати можна тільки тоді, коли компресор справний. Під час експлуатації компресора потрібно стежити за рівнем масла в корпусі та у разі необхідності доливати його, не допускати перегрівання компресора вище 80...86 °С, періодично зливати конденсат крізь спускний кран на ресивері. ТО компресорів виконувати за графіком роботи. Перелік робіт, які повинні бути проведені під час ТО, вказані в спеціальній інструкції. Головні несправності при роботі компресорної установки СО-7Б, та причини, способи усунення подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні несправності в роботі компресорної установки СО-7Б та способи їх усунення

Несправність	Причина несправності	Спосіб усунення
1	2	3
Різкий гуркіт, яке виник в верхній частині циліндра, та компресор зменшив подачу повітря	Зламалась пластина клапана та потрапила в циліндр	Терміново зупинити компресор; розібрати клапанну плиту та замінити пошкоджену пластину

1	2	3
Рухомі деталі компресора деренчать; продуктивність установки зменшилась	Пошкодження поршневих кілець	Замінити пошкоджені кільця
Глухий гуркіт всередині циліндра	Збільшилась відстань між поршнем та циліндром (поршень витерся)	Замінити поршень
Різкий гуркіт в компресорі	Виплавився бабіт в нижній головці шатуна. Послабшала гайка шатунного болта чи зламався болт	Заповнити утворений проміжок прокладкою чи це місце залити новим бабітом та розточити до потрібного розміру Замінити болт
Стукіт в клапанну плиту	Поршень вдаряє в клапанну плиту	Збільшити товщину прокладки між блоком циліндрів та клапанної плити
Стукотить маховик	Послабшала гайка, яке закріплює маховик	Підтягнути гайку
Масло витікає з корпусу по колінчастому валу	Пошкоджена ущільнювальна манжета чи послабшала підтискна пружина	Замінити манжету чи пружину
Подача стисненого повітря недостатня	Повітря виходить в місцях з'єднань шлангів	Знайти ці місця та підтягнути хомути
	Буксують паси клинопасової передачі	Відрегулювати натяг пасів
	Повітря виходить з-під головки компресора	Підтягнути гайки, яке закріплюють головку; в разі потреби замінити відповідну прокладку

1	2	3
	Засмітився всмоктувальний фільтр	Розібрати фільтр та промити сітку
	Пошкоджена пластина клапана	Замінити пластину
	Пошкоджені поршневі кільця	Замінити кільця
	Зносилися поршні чи циліндр	Замінити поршні та розточити циліндр
На розпилення надходить забруднене повітря	Ресивер заповнився конденсатом	Злити конденсат та продути ресивер
	Засмітився масловологовіддільник	Розібрати та промити масловологовіддільник
	Пошкоджені поршневі кільця	Замінити кільця
	Зносився циліндр	Розточити циліндр та поставити нові поршні

## 2.2 Особливості розбирання, збирання та випробування компресору установки СО-243

Перед розбиранням всі з'єднані деталі, взаємне розташування яких може бути порушене в процесі ремонту, треба маркувати (наносять риси, букви, цифри)

На всі демонтовані ділянки трубопроводів, яке відкриваються в процесі розбирання (патрубки, фланці, клапани), установлюють заглушки чи обв'язують їх плівкою для запобігання від забруднення і попадання сторонніх предметів.

Періодично контролюють горизонтальність положення кришки: заміряють відстань від місць роз'єднання корпусу і кришки.

При розбиранні контролюють осьовий розбіг та биття ротора, зазори в ущільненнях та проточній частині, натяг між вкладишами і кришками підшипників, зазори в підшипниках та контакти поверхні вкладишів із кришкою.

При розбиранні поршневих насосів та компресорів знімають кришки корпусу і циліндрів, перевірити зазори між башмаками повзуна і напрямними в верхній та нижньої «мертвих» крапках. Далі знімають кріпильні деталі фланця, кріплення штока з повзуном та відводять поршень зі штоком в крайнє заднє положення, і повзун в переднє. Потім розбирають кріплення пальця повзуна і виймають палець. Вдруге заміряють зазори між башмаками повзуна і напрямними паралелями в верхній та нижній «мертвих» точках.

Знявши шатунні болти і верхню головку шатуна, виймають шатун. Розбираючи корінні підшипники, необхідно заміряти сумарну товщину прокладок в горизонтальному роз'ємі. Перевіривши зазори між тілом поршня і дзеркалом циліндра, виймають поршень. Потім знімають поршневі кільця й, знявши стопорні кільця, виймають поршковий палець.

Подальше розбирання роблять в випадку необхідності і при капітальному ремонті.

Після розбирання деталі очищають від забруднень й, коли необхідно, промивають. Деталі розкладають на спеціальних піддонах та закривають чистим брезентом. При відсутності робіт нижню частину корпусу відцентрових машин обов'язково закривають брезентом чи плівкою.

Ремонту і відновленню деталей передуює контроль їхнього стану. Зборку машин після ремонту роблять в послідовності, зворотній процесу розбирання. Попередньо виконують зборку вузлів.

У поршневих насосів та компресорів установлюють нижні вкладиші корінних підшипників, перевіряючи при цьому осьовий та масляний зазори. Контролюють горизонтальність вала і биття корінних шийок.

Поршні збирають з пальцями, вводять в циліндри і перевірити зазори між тілом поршня і дзеркалом циліндра.

При зборці відцентрових компресорів рознімання корпусу звичайно

ущільнюють мастикою.

Кришку опускають по змащених напрямних шпильках. Так само, як та при розбиранні, періодично контролюють горизонтальність кришки. Коли відстань між фланцями корпуса складе 4-5 мм, установлюють контрольні штифти. Після установки кришки штифти забивають мідним молотком та повертають ротор, контролюючи на слух, чи не зачіпає він за кришку. Потім роблять легке затягування болтів та знову прокручують ротор. Остаточне затягування болтів проводять після засихання мастики.

Перед пуском ретельно очищають площадку навколо машини. Перевірити та готувлять до пуску мастильні системи і систему охолодження.

Спочатку машину пускають без навантаження та якийсь час обкатують в режимі холостого ходу. Під час обкатування ведуть безперервне спостереження за тиском та подачею масла на всі тертьові поверхні, стежать, чи немає стукотів та сторонніх шумів в машині, контролюють температуру підшипників. Після обкатування компресорну установку зупиняють, проводять неповне розбирання і контролюють стан основних вузлів та деталей. Після усунення виявлених в ході обкатування дефектів машину і компресори виводять на робочий режим. Тривалість пробного пробігу машини під навантаженням звичайно становить кілька годин. Після певного строку нормальної роботи в технологічній схемі підписується акт приймання машини з ремонту.

### **2.3 Обґрунтування та розробка технологічного процесу дефектування деталей ЦПГ компресора установки СО-243**

Дефектом називають кожну окрему невідповідність деталі вимогам, встановленим нормативною документацією. Оцінка технічного стану деталі та визначення її придатності до експлуатації є завданням технологічного процесу дефектації. В технічних умовах на дефектацію зазначаються два види оцінювальних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталі: критерій допустимого подальшого використання деталей, який забезпечує ресурс до

наступного ремонту, та критерій граничного стану, за якого деталь не може встановлюватись на машину, таку деталь ремонтують коли це технологічно можливо, чи бракують коли вона не піддається відновленню.

Стан деталей під час дефектації оцінюється наступними способами: оглядом – для визначення загального стану деталі; лінійним інструментом для визначення розмірних дефектів; спеціальними приборами та пристосуваннями для оцінки фізико-механічних властивостей деталі; гідравлічні та пневматичні випробування – для виявлення тріщин, нещільностей; дефектоскопія – для виявлення прихованих дефектів та мікротріщин.

Процес дефектації деталі виконують після її попередньої очистки, знежирювання та миття. При дефектації деталі необхідно суворо дотримуватись технічних вимог на їх контроль та сортування. Дефектація деталей виконується робітниками певного розряду та кваліфікації на спеціально обладнаних місцях.

Перелічені раніше умови експлуатації призводять до виникнення на поршні наступних дефектів:

- тріщини, сколи, забої які недопустимі в подальшій експлуатації поршня;
- знос зовнішнього діаметра поршня;
- збільшення висоти канавки під поршневе кільце;
- знос отвору під поршневий палець;

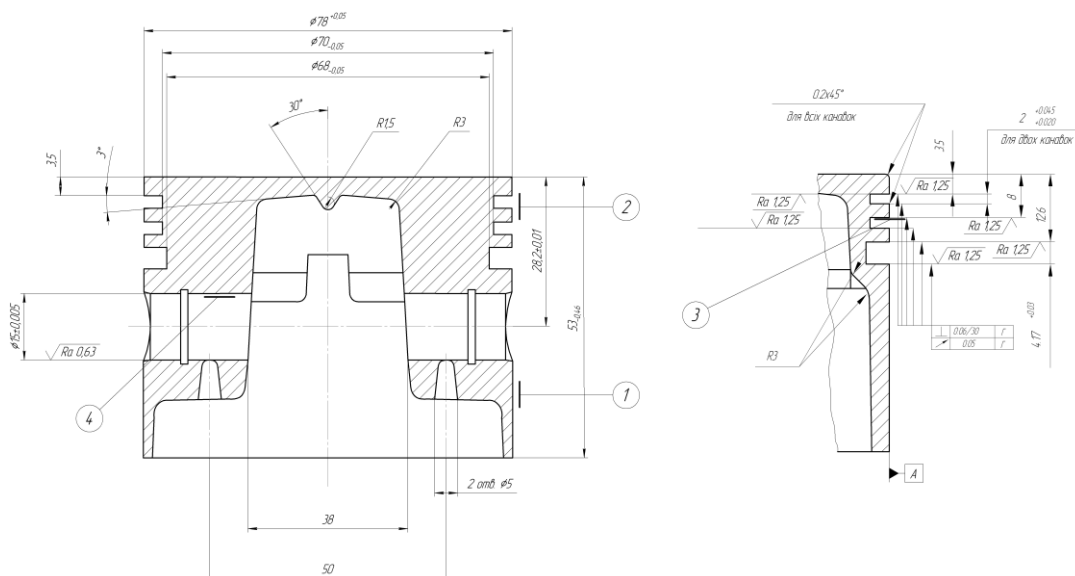


Рис. 2.1. Дефекти поршня.

Величини граничних параметрів дефектів, засоби контролю та висновок до подальшого використання деталі при наявності дефекту наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технологічна карта дефектації поршня.

поз. рис.2.1	Контролюєми й дефект	Розміри, мм		Засоби контролю		Висновок
		По кресленн ю	Граничн ий	Найменуван ня	Позначе ння	
1	2	3	4	5	6	7
1	Тріщини, сколи, забоїни	Не допускається		Лупа		Бракувати
2	Знос зовнішнього діаметра	$\varnothing 78+0,05$	$\varnothing 77,7$	Мікрометр	ГОСТ 6933-72	Бракувати
3	Збільшення висоти канавки під поршневе кільце	$2^{+0,045}_{+0,020}$	2,15	Штангенцир куль	ШЦ 0- 50 27824- 82	Подальша експлуатація з кільцем більшої товщини
4	Знос отвору під поршневий палець	$15\pm 0,005$	14,8	Калібр- пробка	70-8141- 1010	Бракувати

Аналізуючи дані таблиці 2.1 можна зробити висновок про доцільність подальшої експлуатації поршнів при наявності такого дефекту, як збільшення висоти канавки під поршневе кільце, але при цьому необхідно виготовити кільце більшої товщини для компенсації зазору між поршнем та кільцем.

#### 2.4 Технологічний процес виготовлення поршневих кілець

Запропонована в дипломному проєкті заміна чавунних поршневих кілець



компресора на фторопластові вимагає розробки технологічного процесу їх виготовлення. З цією метою запропоновано узгоджений перелік операцій за наступним маршрутом виготовлення.

Спочатку необхідно приготувати суміш матеріалів з яких будуть виготовлятися кільця. Для цього в спеціальну установку для розмелу та змішування завантажують фторопласт та літєвий кокс. Отриману суміш піддають сушінню для видалення вологи. Після цього суміш пресують за допомогою пресу та розплавляють в спеціальній циліндричній формі в печі. Отриману відливку розрізають на кільця певної товщини, поміщають в спеціальне пристосування та обробляють внутрішній діаметр кілець. За допомогою іншого спеціального пристосування обробляють зовнішній діаметр поршневих кілець, після чого розрізають на них замки.

Технологічний процес виготовлення поршневих кілець представлено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Технологічний процес виготовлення поршневих кілець компресорів СО-243.

№ операції	Найменування операції	Зміст операції
1	3	4
005	Подрібнення	Подрібнити та змішати полімерну суміш
010	Термічна	Сушити суміш до повного видалення вологи
015	Пресова	Спресувати суміш
020	Термічна	Розплавити суміш в циліндричній формі
025	Фрезерувальна	Розрізати заготовку на кільця товщиною 2,5 мм
030	Токарна	Виконати отвір в кільцях діаметром 71,5 мм
035	Токарна	Розточити внутрішній діаметр кільця до розміру $71 \pm 0,05$
040	Шліфувальна	Шліфувати зовнішній діаметр кілець до розмірів, розмірних груп

1	3	4
045	Фрезерувальна	Розрізати замок поршневого кільця
050	Контрольна	Контролювати розміри кілець в двох взаємно-перпендикулярних перерізах

## 2.5 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірювального, контрольного інструменту та ремонтних матеріалів

Вибір обладнання та інструменту, яке ґрунтується на принципах універсальності та економічності є важливим в процесі проектування виробництва. Перспективним в умовах ремонтних підприємств є універсальне обладнання, яке дозволяє виконувати велику кількість операцій, але запропонований технологічний процес виготовлення поршневих кілець передбачає застосування та спеціальних пристосувань.

Виходячи з умов технологічного процесу та економічності вибираємо обладнання, пристосування, ріжучий, вимірювальний та контрольний інструменти за допомогою яких можливе виконання всіх необхідних операцій.

Отримані данні по обладнанню, пристосуванням, інструментам та матеріалам представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Перелік технологічного обладнання, інструментів та матеріалів для виготовлення поршневих кілець компресорів СО-243.

№ операції	Найменування операції	Назва обладнання, тип та технічна характеристика	Назва, марка, ГОСТ різального інструменту, матеріалу	Назва та ГОСТ контрольно-вимірювальних інструментів
1	2	3	4	5
005	Подрібнення	Млин МІР-1 570x280x480ММ	-	-
010	Термічна	Піч а-114	-	-

1	2	3	4	5
015	Пресова	Прес ДБ-2434А 1305x1000x1265	-	-
020	Термічна	Піч а-114	-	-
025	Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат	Фреза	-
030	Токарна	Токарний верстат 16К20 (3500×2200)	Свердло Ø 71,5мм	Штангенциркуль ШЦ 1-01-125 ГОСТ 166-75
035	Токарна	Токарний верстат 16К20 (3500×2200)	Різець прохідний	Штангенциркуль ШЦ 1-01-125 ГОСТ 166-75
040	Шліфувальна	Безцентровий шліфувальний верстат 3А-184 (3500×2200)	Шліфувальне коло ПП200×250×30 5 24А6 ПС 17к5 30 м/с 1кЛА ГОСТ 2424-83	Мікрометр 50- 100 ГОСТ 6933- 72
045	Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат	Фреза t=2мм	
045	Контрольна			Оправка цехова, Мікрометр 50- 100 ГОСТ 6933- 72

## 2.6 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій

Операція 005 Подрібнення.

В установку МПР-1 завантажують порцію суміші фторопласту та літєвого коксу, яка подрібнюється та змішується. Маса суміші  $m=0,5$  кг (для

виготовлення 10 кілець);  $t=20$ хв.

Операція 010. Термічна.

Подрібнену суміш завантажують в піч та просушують.  $T=120^{\circ}\text{C}$ ,  $t=30$ хв.

Операція 015. Пресова.

Просушену суміш засипають в циліндричні форми та спресовують.  $P=1$  кН.

Операція 020. Термічна

Спресовану суміш в формах поміщають в піч, де вона розплавляється, утворюючи монолітні циліндричні заготовки.  $T=310^{\circ}\text{C}$ ,  $t=45$ хв.

Операція 025. Фрезерувальна.

Отримані заготовки розрізають на фрезерувальному верстаті на кільця.  
 $S=0.05$  мм/об,  $t=80$ мм,  $n=1000$  об/хв

Операція 030. Токарна.

Порізані кільця встановлюють в пристосування для обробки внутрішнього діаметру та на токарному верстаті виконують внутрішній діаметр.  $S=0.1$  мм/об,  $t=40$ мм,  $n=560$  об/хв

Операція 035. Токарна.

Визначаємо припуск

$$h = \frac{D - d}{2};$$

де  $D$  – початковий діаметр оброблювальної поверхні;

$d$  – кінцевий діаметр оброблювальної поверхні

$$h = \frac{71,5 - 71,005}{2} = 0,2475 \text{ мм.}$$

Глибину обробки при точінні приймаємо в межах від 0,02 до 0,04 мм.

Величину поперечної подачі різця визначаємо за формулою 84 [ 8 ]

$t = S = 0,03$  мм.

Число проходів визначаємо за формулою 19 [ 16 ]

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,2475}{0,03} = 8.$$

Колова швидкість різання

$$V = 60 \text{ м/хв.}$$

Число обертів деталі визначаємо за формулою 22 [ 16 ]

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 60}{71,5} = 266 \text{ об/хв,}$$

приймаємо  $n=280$  об/хв.

Виконуємо перерахунок швидкості різання в відповідності з прийнятою частотою обертання деталі за формулою

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{280 \cdot 71,5}{318} = 62,9 \text{ м/хв.}$$

Операція 040 Шліфувальна.

Зовнішній діаметр поршневого кільця шліфують до розмірів, яке відповідають необхідним розмірним групам.

Операція 045 Фрезерувальна.

Поршневе кільце розрізають фрезою, утворюючи замок. Товщина фрези  $t=2$ мм.

Операція 050 Контрольна.

За допомогою мікрометра контролюють розміри виготовленого поршневого кільця.

## 2.7 Нормування часу виконання технологічних операцій відновлення

Операція 040 Шліфувальна.

Основний час

$$T_o = 1,25 \text{ хв,}$$

Допоміжний час на шліфування приймаємо за таблицею 90 [16]

$$T_d = 0,2 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час

$$T_{доd} = \frac{T_{он} \cdot \kappa}{100} = \frac{1,45 \cdot 4}{100} = 0,058 \text{ хв,}$$

$$\text{де } T_{оп} = T_o + T_d = 1,25 + 0,2 = 1,45 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо з таблиці

$$T_{пз} = 2 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму часу

$$T_n = T_o + T_d + T_{доd} + \frac{T_{пз}}{n_{ум}} = 1,25 + 0,2 + 0,058 + \frac{2}{10} = 1,71 \text{ хв..}$$

Інші операції розраховуємо аналогічно, приймаємо норми часу згідно з нормативами [ 16 ] та заносимо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Норми часу на виконання технологічних операцій.

№ операції	Найменування операції	Норма часу, Т <sub>н</sub>
1	2	3
005	Подрібнення	1,12
010	Термічна	2,24
015	Пресова	0,75
020	Термічна	1,92
025	Фрезерувальна	1,81
030	Токарна	0,59
035	Токарна	0,97
040	Шліфувальна	1,71
045	Фрезерувальна	0,76
050	Контрольна	0,43
Всього:		12,30

## **2.8 Технологічний процес ремонту компресорів. Визначення трудомісткості робіт дільниці ремонту компресорів**

Заплановано відремонтувати 5000 компресорів за рік. Маркетологічні дослідження, проведені під час переддипломної практики, підтверджують доцільність такої програми ремонту завдяки замовленням підприємств Кіровоградської області та сусідніх областей, і також приватних підприємців та фізичних осіб. Крім того на дільниці можна ремонтувати як компресори для газозаправних станцій так та повітряні компресори автомобілів та тракторів.

Технологічний процес ремонту компресорів СО-243 представлений в таблиці 2.6.

Таким чином, з таблиці 4.1 видно, яке трудомісткість ремонту одного компресора складає 137,3 люд.-хв чи 2,29 люд.-год. Трудомісткість же робіт

виконаних на дільниці ремонту компресорів складає:

$$T = \tau \cdot N = 2,29 \cdot 5000 = 11450 \text{ люд.-год,}$$

де  $\tau$  – трудомісткість ремонту одного компресора;

$N$  – програма ремонту компресорів.

Таблиця 2.6 – Технологічний процес ремонту компресора.

№ операції	Назва операції	Зміст операції	Технологічне обладнання, пристосування, інструмент	Норми часу, хв..
1	2	3	4	5
005	Мийна	1. Встановити компресор в мийну машину 2. Провести миття. 3. Провести сушку компресор. 4. вийняти компресор з мийної машини.	Мийна машина ОМ3999	2,56
010	Демонтажна	1. Зняти приводний шків	Зйомник спеціальний, ключ гайковий 24×27 ГОСТ 2839-80	2,4
		2. Зняти головку циліндрів	Ключ гайковий 19×22 ГОСТ 2839-80; викрутка 250×1,8 ГОСТ17199-81; молоток слюсарний ГОСТ 2310-77	5,6
		3. Зняти клапанний механізм	Викрутка 250×1,8 ГОСТ 17199-81	2,7
015	Демонтажна	1. Зняти кришку корпусу компресора	Ключ гайковий 17×19 ГОСТ 2839-80	3,8
		2. Зняти нижні кришки шатунів та витягнути поршні, зняти кільця	Змінна головка S=14, 13 мм ГОСТ 25604-81; викрутка 300×1,8 ГОСТ 17199-81	7,2



		3. Зняти кришки підшипників та колінчастий вал	молоток слюсарний ГОСТ 2310-77; ключ спеціальний	7,4
		4. Зняти блок циліндрів		4,3
020	Технологічна	1. Виготовити поршневі кільця необхідного типорозміру (4 шт. х 12,3хв)	Див. технологічний процес виготовлення поршневих кілець п.2.6-2.9	49,2
025	Складальна	1. Встановити кільця на поршні	Пристосування спеціальне Молоток слюсарний ГОСТ 2310-77; ключ торцевий S=14; Змінна головка S=13, 14мм ГОСТ 25604-81, оправка	2,4
		2. Зібрати блок циліндрів		4,7
		3. Встановити колінчастий вал		11,8
		4. Встановити поршні з шатунами		10,9
030	Складальна	1. Встановити клапанний механізм та головку циліндрів	Змінна головка S=12, 14, 24 мм ГОСТ 25604-81 Молоток слюсарний ГОСТ 2310-77;	3,2
		2. Встановити маховик		3,3
035	Контрольна	1. Встановити компресор на стенд. 2. Випробувати компресор. 3. Зняти компресор з стенду.	Стенд для випробування компресорів	15,4
Разом				137,3

## 2.9 Розрахунок та підбір основного обладнання дільниці ремонту компресорів

Основне обладнання дільниці по ремонту компресорів підібрано по типовим проектам, виходячи з програми ремонту, кількості робітників, встановленої кількості робочих місць, постів складання, виробничої необхідності.

Відомість необхідного технологічного обладнання приведена в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Технологічного обладнання дільниці ремонту компресорів.

Найменування обладнання	Марка	К-сть	Габарити	Площа, м <sup>2</sup>	Потуж., кВт
1	2	3	4	5	6
Машина мийна	ОМ3999	1	10×2,0	20	5,5
Підставка для агрегатів	ОРГ1468	1	2,0×1,2	4,8	-
Ящик для інструментів	-	1	0,4×0,6	0,24	-
Стіл контролю	ОРГ1468-01	1	1,6×0,7	1,12	-
Підставка	ОРГ1468-02	2	1,5×0,1	1,6	-
Стенд для розбирання ЦПГ	ОПР-1678	1	0,8×0,5	0,4	
Пристосування для випресування-запресування поршневих пальців	ПЗВПП-1	1	0,65×0,3	0,195	-
Верстак слюсарний	ОПР2280	2	1,8×0,7	1,26	-
Підставка під маховик	ОРГ1468006-025	1	3,5×1,8	5,25	-
Стелаж	ОРГ1468007-035	1	1,3×0,5	0,65	-
Стелаж для піддонів	ОРГ1468007-045	1	3,0×0,9	2,7	-

Закінчення таблиці 2.7.

1	2	3	4	5	6
Стелаж для головок блоків	ОРГ1468009-055	1	2,5×0,8	2,0	-
Стелаж для клапанних механізмів	ОРГ1468010-055	1	2,0×0,5	1,0	-
Стіл металевий	ОРГ1408-05	1	1,5×0,9	1,35	-
Тумбочка інструментальна	В/в	2	0,4×0,8	0,32	-
Кран-балка	2189	2	-	-	5,5
Токарний вестат	16К20	1	2450х1780	4,36	5,4
Шліфувальний верстат	3А-184	1	2500х2200	5,5	4,6
Фрезерувальний верстат		1	1560х1420	2,21	4,9
Піч	А-114	1	1200х1100	1,32	11,6
Прес пневматичний	ДБ-2434А	1	1300х1000	1,3	2,5
Разом				62,575	40,0

До основного механічного обладнання дільниці ремонту компресорів слід віднести:

- мийну машину для мийки корпусних деталей;
- верстати для механічної обробки: шліфувальний, токарний, фрезерувальний.

Число одиниць основного обладнання визначають як правило по трудомісткості виконання операцій на даному обладнанні за формулою

$$n = \frac{T \cdot N}{\Phi_{\text{д}}},$$

де  $T$  – трудомісткість виконання операцій на даному обладнанні;

$N$  – програма ремонту;

$\Phi_{\text{д}}$  – дійсний річний фонд часу обладнання. При кількості змін  $c = 1$   $\Phi_{\text{д}}=2022$

год;  $c = 2$   $\Phi_d = 3962$  год.

Кількість мийних машин визначають виходячи з маси деталей та продуктивності машини за формулою

$$n_m = \frac{Q \cdot t}{\Phi_d \cdot q \cdot \eta_0 \cdot \eta_1},$$

де  $Q$  – загальна маса корпусних деталей, яке підлягають миттю за 1 рік

$$Q = m \cdot N = 30 \cdot 5000 = 150 \text{ т},$$

де  $m$  – маса деталей, яке підлягають мийці;

$t = 0,5$  год. – час мийки деталей;

$q = 250$  кг/год – продуктивність мийної машини;

$\Phi_d = 2022$  год. – дійсний річний фонд часу обладнання при двозмінній роботі;

$\eta_0 = 0,7$  – коефіцієнт, яке враховує завантаження мийної машини по масі;

$\eta_1 = 0,85$  – коефіцієнт використання мийної машини по часі;

Тоді

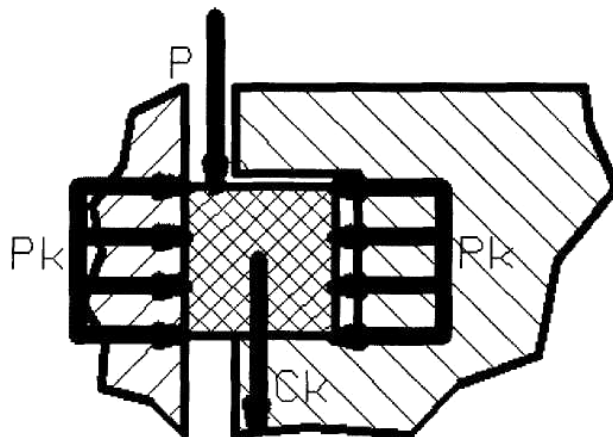
$$n_m = \frac{150000 \cdot 0,5}{2022 \cdot 250 \cdot 0,7 \cdot 0,85} = 0,24 \text{ - приймаємо одну мийну машину.}$$

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Розрахунок поршневих кілець

Призначення поршневих кілець - запобігання прориву газу з порожнини стискування. Ущільнюючий ефект кілець побудовано на щільному притисканні до дзеркала циліндра і до стінок канавок поршня та на лабіринтній дії набору кілець. Поршневі кільця це найбільша відповідальна деталь поршня. Дефекти в роботі поршневих кілець відбиваються на ресурсі та надійності компресора.

Поршневе кільце виконано з замком та в вільному стані має розмір більший від діаметра циліндра. Коли кільце знаходиться в циліндрі, воно тисне на стінки циліндра у силу пружності матеріалу. В канавку поршня кільце насаджено з зазором. Під час роботи компресора під дією різних тисків попереду та позаду нього зазор зменшується та кільце притискається до бокової поверхні канавки з сторони меншого тиску. Тиск діє внутрішню поверхню кільця, приблизно дорівнює тиску перед кільцем. Перевищує середній тиск, діючий на зовнішню поверхню кільця, після того отримується додаткове зусилля, притискаюче кільце до дзеркала циліндра (рис. 3.2).



Рису. 3.1. Розрахункова схема:

$P$  – тиск газу на кільце;  $P_K$  – тиск кільця на дзеркало циліндра;  $C_K$  – швидкість кільця

### 3.2 Розрахунок тисків

Згідно рисунку 3.2 маємо два тиски  $P$  та  $P_k$ . Тиск  $P$  – це тиск газу на кільце, тому приймаємо  $P = 1,6$  МПа максимальний тиск газу в циліндрі. Тому ми розраховуємо тиск  $P_k$ . Згідно теорії поршневих кілець, тиск кільця  $P_k$  (кН/м<sup>2</sup>) на стінку циліндра розраховується за формулою:

$$P_k = \frac{A \cdot E}{113 \cdot R_n} \left( \frac{S}{R_m} \right)^3;$$

де:  $A$  – величина замка по середньому діаметру вільного кільця (без урахування теплового зазору);

$E$  – модуль пружності для кільця,  $E = 0,8 \cdot 10^3$

$R_n$  – зовнішній радіус поршня,  $R_n = \frac{D}{2} = 0,7$  м,  $R_n = 0,35$  м.

$R_m$  – середній радіус кільця в циліндрі,  $R_m = \frac{D - S}{2} = 0,348$  м,  $R_m = 0,348$  м.

$S$  – радіальна товщина кільця,  $S = 4 \cdot 10^{-3}$  м;

Підставивши всі ці дані в формулу ми отримуємо такі значення:

$$P_k = \frac{0,032 \cdot 800}{113 \cdot 0,35} \cdot \left( \frac{0,004}{0,348} \right)^3 = 0,000001 \text{ МПа} = 0,001 \text{ кН/м}^2.$$

Плоский експандер виконується за типом звичайного механічного кільця та його пружини, яке дорівнює

$$P_e = 0,141 E \frac{\frac{S}{D_e}}{\left( \frac{D_e}{b_e} - 1 \right)^3},$$

де  $E$  – модуль пружності матеріала, МПа;  $E = 14 \cdot 10^5$ ;

$S$  – розмір зазора в стику в вільному стані, мм;  $S=10$  мм;

$D_e$  – діаметр експандера в вільному стані, мм;  $D_e=73$  мм;

$b_e$  – радіальна товщина експандера, мм,  $b_e=1,05$  мм.

Підставивши всі ці дані в формулу, ми отримаємо такі значення:

$$P_e = 0.141 \cdot 14 \cdot 10^5 \cdot \frac{\frac{10}{73}}{\left(\frac{73}{1.05} - 1\right)^3} = 0.0838 \text{ МПа} = 83.8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Тиск кільця  $P_K$  на дзеркало циліндра має бути в межах:

Для ущільнюючих кілець 30...100 кН/м<sup>2</sup>;

Для масло зйомних кілець 30...50 кН/м<sup>2</sup>.

### 3.3 Розрахунок теплового розширення кільця по довжині

$$f_o = \alpha \pi D \Delta T n.k + C = 1.5 \cdot 10^{-5} \cdot 3.14 \cdot 70 \cdot 75.5 + 0.1 = 2.59 \text{ мм.},$$

$$f_o = 2.59 \text{ мм.}$$

де  $C$  – значення мінімального зазору, яке забезпечує вільне переміщення кільця в стикові ( $C=0,05-0,10$  мм);

$\Delta T n.k$  – середня температура поршневого кільця;

$$\Delta T n.k = \frac{T_{в.с.} + T_{\kappa}}{2} = \frac{25 + 141}{2} - 20 = 75,5^\circ \text{C};$$

де  $T_o$  – температура в приміщенні при складанні ( $T_o=20^\circ\text{C}$ );

$T_{в.с.}$  – температура при всмоктуванні ( $T_{в.с.}=25^{\circ}\text{C}$ );

$T_{к}$  – температура нагнітання ( $T_{к}=141^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.4 Розрахунок теплового розширення кільця по висоті

Розрахунок по висоті  $\Delta h$  може бути виконано відповідно за формулою:

$$\Delta h = \alpha h \Delta T n.к. + C = 15 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 75.5 + 0.03 = 0.075 \text{ мм};$$

$$\Delta h = 0.075 \text{ мм.}$$

де:  $C$  – значення мінімального зазору, який забезпечує вільне переміщення кільця в канавці ( $C=0,02-0,04$  мм).

### 3.5 Розрахунок середнього тиску

Середній тиск газу в зазорі знаходиться частинним від ділення інтегралу по кривій зміни тиску на довжину інтегрування відрізка:

$$P_{cp} = \left[ \int_0^h \sqrt{p_i^2 - (p_i^2 - p_{i+1}^2) \frac{x}{h}} dx \right] / h = \frac{2}{3} (p_i^3 - p_{i+1}^3) / (p_i - p_{i+1}),$$

де  $P_i$  та  $P_{i+1}$  – тиск газу перед кільцем та за кільцем відповідно,  $P_i=0,6$  МПа;

$P_{i+1}=0,4$  МПа.

$$\Delta P = \frac{(P_H - P_{bc})}{z} = \frac{(0.6 - 0.1)}{2} = 0.5 / 2 = 0.25,$$

$$P_{i+1} = P_i - 0.25 = 0.6 - 0.25 = 0.35 = 0.4 \text{ МПа},$$



$$P_{cp} = \frac{\frac{2}{3}(0.6^3 - 0.4^3)}{0.6^2 - 0.4^2} = \frac{\frac{2}{3}(0.216 - 0.064)}{0.36 - 0.16} = \frac{\frac{2}{3}(0.216 - 0.064)}{0.36 - 0.16} = \frac{0.0912}{0.2} = 0.50 \text{ МПа}$$

В той час коли тиск газу в міжкільцевому просторі діє на всю номінальну поверхню ущільнюючого елемента, тиск газу в зазорі між кільцем та циліндром діє тільки на поверхню яка не знаходиться в контакті.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Загальні поняття про інформаційне забезпечення

Одним з умов успішного функціонування САПР є наявність необхідної інформації. Під інформаційним забезпеченням САПР розуміється документи, що містять описи стандартних проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів комплектуючих виробів, матеріалів і інші дані, а також файли і блоки даних на машинних носіях із записом вказаних документів.

Основним завданням інформаційного забезпечення процесів проектування є своєчасна видача на запит повної і достовірної інформації, що приводить до виконання певної частини процесу проектування.

Виходячи з цього до інформаційного забезпечення САПР пред'являються наступні вимоги:

- забезпечення інформацією як автоматизованих так і ручних процесів проектування;
- зберігання і пошук інформації яка представляє результат ручних і автоматизованих процесів проектування.
- забезпечення достатнього об'єму сховищ інформації, при цьому структура системи повинна допускати можливість нарощування місткості пам'яті разом із зростанням об'єму інформації, яка підлягає зберіганню одночасно повинні забезпечуватися компактність інформації, що зберігається і мінімальне зношення носіїв інформації;
- швидкодія системи інформаційного забезпечення завдяки якій час отримання інформації проектувальниками значно менший часу необхідного для отримання цієї ж інформації традиційними засобами;
- можливість швидкого внесення змін і коректування інформації, доведення цих змін до споживача і отримання твердої копії документа.

При створенні інформаційного забезпечення основна проблема полягає у перетворенні інформації необхідної для виконання проектно-конструкторських робіт над даним класом об'єктів в прийнятну і раціональну для машинної

обробки форму.

Оснoву інформаційного забезпечення САПР складає сукупність різноманітних даних, які використовуються у процесі проектування.

При проектуванні складного об'єкту у якому бере участь більш ніж один проектувальник дані, які необхідні кожному з них повинні бути легко доступні одночасно всім.

Дані - це відомості про деякі факти, що дозволяють робити певні висновки. Взаємозв'язані дані часто називають системою даних, а дані, що зберігаються - інформаційним фондом. Основне призначення інформаційного забезпечення - надавати користувачам САПР достовірну інформацію у необхідному їм вигляді.

На початку розвитку обчислювальної техніки дані зберігалися на перфострічках або перфокартах, які могли прочитуватися електронним устаткуванням. Для обробки даних існували спеціальні прикладні програми, що були незалежними програмними одиницями.

З часом устаткування і використовувані для експлуатації систем електронної обробки даних та процедури істотно ускладнилися. Як інформаційні носії у даний час переважно використовуються магнітні і оптичні носії, що відрізняються більшою на декілька порядків щільністю запису. Стало можливим використовувати як незалежні інформаційні системи так підсистеми складніших систем.

Головна мета інформаційного забезпечення - надання по запиті зацікавленого користувача достовірної інформації у відповідний час.

Щоб зрозуміти процес електронної обробки даних необхідно знати ряд термінів, які застосовуються при їх описі і представленні.

Предметна область може відноситися до будь-якого типу організації (банк, університет, лікарня, завод) або автоматизованої системи. Для предметної області САПР потребуватиметься інформація характерна для даної області проектування.

Об'єктом може бути будь-який предмет, подія, поняття тощо, про який наводяться дані.

Кожен об'єкт характеризується певною кількістю основних атрибутів. Наприклад, конструкційний матеріал характеризується щільністю, міцністними параметрами, тепло- і електропровідністю і ін. Атрибут називають також елементом даних, полем даних або просто полем. Відомості, що містяться в кожному атрибуті, називають значеннями даних.

Значення даних представляють дійсні дані, що містяться в кожному елементі даних ними можуть бути конкретні величини згаданих вище характеристик конструкційного матеріалу.

Серед атрибутів є такі за значеннями яких можлива ідентифікація об'єкту. Атрибути за значеннями яких визначають значення інших атрибутів, називають ідентифікаторами об'єкту, або ключовими елементами даних. Причому, один і той же об'єкт можуть ідентифікувати декілька елементів даних. Їх тоді вважають кандидатами в ідентифікатори. Проблему вибору ідентифікатора з декількох кандидатів вирішує користувач САПР. Наприклад, знаючи яку-небудь з характеристик конструкційного матеріалу можна визначити вид цього матеріалу і його властивості.

Сукупність значень зв'язаних елементів даних утворює запис даних. У приведені вище прикладі з конструкційним матеріалом такими елементами даних є позначення і чисельні значення його властивостей. Впорядковану сукупність записів даних називають файлом даних, або набором даних.

## **4.2 Банки даних**

Найбільш високою формою організації інформаційного забезпечення для великих систем є банки даних, що являють собою сукупністю засобів для централізованого накопичення і колективного використання даних у САПР. Банк даних є проблемно-орієнтованою інформаційно-довідковою системою, яка забезпечує введення необхідної інформації, автономно від завдань ведення і збереження інформаційних масивів та видачу необхідної інформації за запитом користувача або програми. Банк даних може бути визначений як система програмних, мовних, організаційних і технічних засобів призначених для

зберігання і багатоцільового використання інформації.

Банки даних повинні забезпечувати:

- скорочення часу пошуку даних;
- багатократність використання даних;
- простоту і зручність звернення до даних користувачів;
- достовірність зберігання даних.

Основними частинами банку даних є база даних (БД), що являє собою систематизовані взаємозв'язані сукупності даних і систему управління базами даних (СУБД), що забезпечує необхідні маніпуляції з інформаційними масивами. Дані, які можуть використовуватися при функціонуванні САПР або є результатом її роботи утворюють БД системи.

База даних – це самі дані, що знаходяться у запам'ятовуючих пристроях ЕОМ і структуровані відповідно до прийнятих у даному банку даних правил.

Система управління базами даних - сукупність програмних засобів, що забезпечують функціонування банку даних. За допомогою СУБД проводиться запис даних в БД, їх вибірка по запитах користувачів і прикладних програм, забезпечується захист даних від спотворень і несанкціонованого доступу і т.п. Файли даних найчастіше спеціально створюються для використання конкретними програмами (підпрограмами), які реалізують введення даних з файлу у певній послідовності.

До недоліків розміщення даних певних предметних САПР у файлах даних можна віднести наступні.

Надмірність даних. Деякі елементи даних, що необхідні для САПР використовуються в багатьох прикладних програмах. Оскільки дані потрібні декільком прикладним програмам вони часто записуються в декілька файлів, при цьому одні і ті ж дані зберігаються в різних місцях. Таке положення називають надмірністю даних.

Воно робить проблематичним забезпечення несуперечності даних і обумовлює недолік - складність в управлінні.

Проблеми несуперечності даних. Однією з причин порушення несуперечності даних є їх надмірність, що пов'язана зі зберіганням однієї і тієї

ж інформації в декількох місцях. При необхідності оновлення інформації її потрібно змінити у всіх файлах. У результаті про один і той же об'єкт наочної області в різних місцях зберігається різна інформація.

Обмеження по доступності даних. У сучасних умовах особа з відповідними правами доступу повинна мати можливість одержати дані за прийнятний відрізок часу. Якщо ж дані містяться в різних файлах доступність даних, що утворені з цих файлів обмежена.

Для вирішення вищезгаданих проблем були розроблені системи з базами даних, що є сукупністю спеціально організованих даних розрахованих на застосування у великій кількості прикладних програм конкретної наочної області робота з якими забезпечується спеціальним пакетом прикладних програм - системою управління базами даних з метою створення масивів даних, їх оновлення і отримання довідок.

Основна відмінність БД від файлу даних полягає в тому, що файл даних може мати декілька призначень, але відповідає одному уявленню про збережені дані, БД також має декілька призначень, але відповідає різним уявленням про збережені дані. Програмний модуль, що входить в склад САПР при своїй роботі звертається за необхідною інформацією не до якогось масиву інформації, як це мало місце в автономних програмах, а до СУБД.

Остання організує пошук необхідної інформації в складній інформаційній структурі - БД, а впорядкування і представлення цієї інформації в необхідному об'ємі представляється відповідному модулю.

Відмінність у методах використання файлів даних і БД проілюстрована на рис. 4.1 і 4.2.

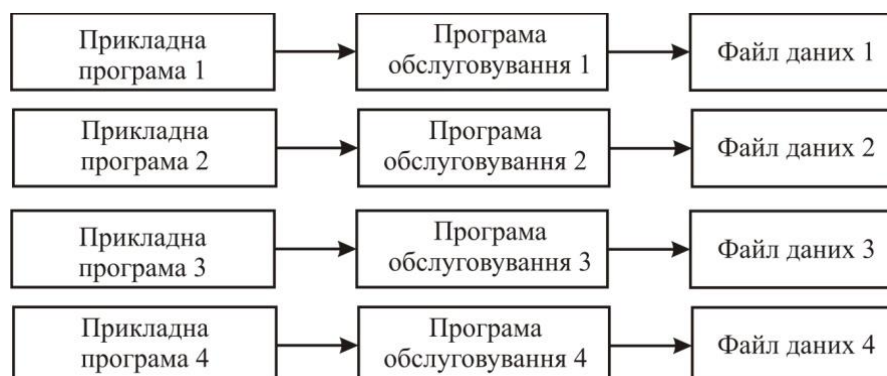


Рис. 4.1. Відповідність між прикладними програмами і файлами даних

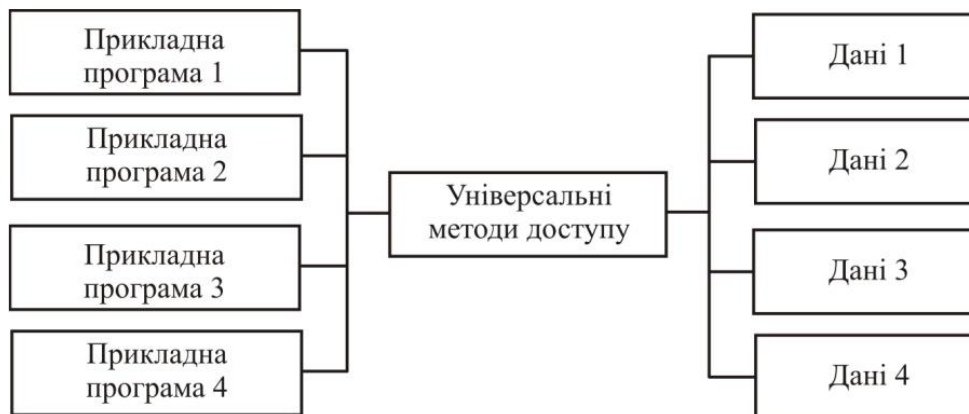


Рис. 4.2. Використання універсальних методів доступу

Основні вимоги до БД наступні:

- цілісність даних - їх несуперечність і достовірність;
- універсальність, тобто наявність у БД всіх необхідних даних і можливості доступу до них в процесі вирішення проектної задачі;
- відкритість БД для внесення до неї нової інформації;
- наявність мов високого рівня взаємодії користувачів з БД;
- секретність, тобто неможливість несанкціонованого доступу до інформації і її змін;
- оптимізація організації БД - мінімізація надмірності даних.

Одним з принципів побудови САПР є інформаційна узгодженість частин її програмного забезпечення, тобто придатність результатів виконання однієї проектної процедури для використання іншою проектною процедурою без їх трудомісткого ручного перетворення користувачем. Звідси витікають наступні умови інформаційної узгодженості:

- використання програмами однієї і тієї ж підсистеми САПР єдиної БД;
- використання єдиної внутрішньої мови для представлення даних.

Комплексна автоматизація процесу проектування об'єкту передбачає інформаційну узгодженість не тільки окремих програм підсистем САПР, але і самих підсистем між собою. Способом досягнення цієї узгодженості є єдність інформаційного забезпечення.

Основні способи інформаційного узгодження підсистем САПР досягаються або створенням єдиної БД, або сполученням декількох БД за

допомогою спеціальних програм, які перекодовують інформацію приводячи її до необхідного вигляду.

Складність розробки БД визначається тим, що формування структури БД можливе тільки після розробки алгоритмів, що реалізуються при проектуванні. При цьому необхідно, щоб ступінь розробки алгоритмів був доведений до машинної реалізації, оскільки структура БД повинна зважати на специфіку автоматизованого перетворення інформації при вирішенні проектних задач, з метою ефективного використання обчислювальної техніки. Проте для розробки програм необхідні відомості про структуру БД. Отже, інформаційне забезпечення САПР і спеціальне програмне забезпечення повинні створюватися паралельно. Інформація, яка використовується при проектуванні може бути розділена на статичну і динамічну (рис 4.3). Статична інформація характеризується порівняно рідкісними змінами і використовується тільки в режимі читання. До цієї інформації слід віднести дані технічного завдання на проектування і довідкові дані, які характеризуються великим об'ємом. Формування, завантаження і коректування довідкових даних здійснюються виключно адміністратором бази даних, тобто програмістом системного профілю, що формує БД.

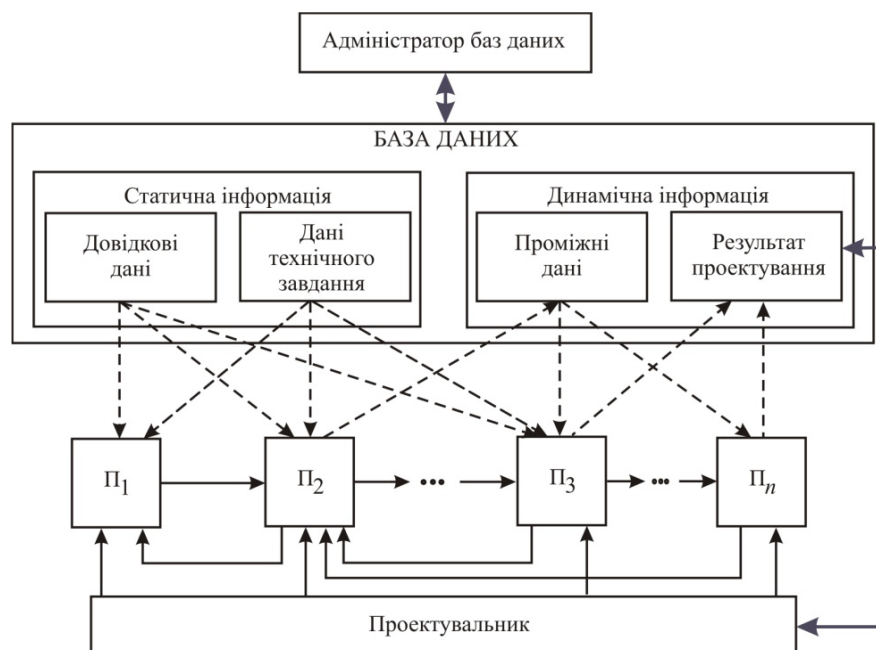


Рис. 4.3. Інформаційна схема проектування:

Пп – елементарний процес проектування;  $\leftarrow \text{-----}$  - інформаційні зв'язки;

$\longrightarrow$  - керуючі зв'язки;  $\longleftrightarrow$  - аналіз результатів



Об'єм даних технічного завдання на проєктований об'єкт значно менший об'єму довідкових даних. Коло осіб, які мають право вносити зміни в дані технічного завдання більш обмежено ніж коло осіб, які мають право проводити коректування довідкових даних.

Динамічна інформація складається з даних, які накопичені для виконання певних процесів проєктування (проміжні дані) і даних, що є результатом проєктування при виконанні цих процесів. Проміжні дані змінюються при функціонуванні САПР. Вносити корективи до проєктних результатів має право тільки головний конструктор проєкту при відповідному обґрунтуванні.

Широко використовується у САПР фактографічна інформація, яка складає основу БД. Ця інформація є числовими і літерними довідковими даними про матеріали, ціни, комплектуючі вироби спроектовані у САПР, їх зарубіжні і вітчизняні аналоги і т.п. Сюди ж відносяться дані, необхідні для виконання розрахунків: коефіцієнти, таблиці, апроксимовані графічні залежності і т.д.

При формуванні БД в першу чергу належить дослідити інформацію, яка використовуватиметься для вирішення проєктно-конструкторських завдань. До цього слід підходити з двох позицій:

з погляду корисності інформації, з позиції ефективності обробки інформації і пропускнуої спроможності обчислювальної техніки та людини.

СУБД виступає як сукупність програмних засобів, призначених для створення, ведення і сумісного використання БД багатьма користувачами, вона повинна забезпечувати:

- ефективне виконання різних функцій наочної області;
- простоту фізичної реалізації БД;
- можливість централізованого і децентралізованого управління БД;
- мінімізацію надмірності збережуваних даних;
- надання користувачеві за його запитом несуперечливої інформації;
- простоту розробки, ведення і вдосконалення прикладних програм.

СУБД реалізує два інтерфейси:

- між логічними структурами даних у програмах і БД;
- між логічною і фізичною структурами БД.

Структурна схема СУБД приведена на рис. 4.4. Маніпулятор є ядром СУБД. У його функції входить управління компонентами системи, організація їх взаємодії, здійснення зв'язку з операційною системою ЕОМ і адміністратором банку даних, виконання основних операцій над БД, контроль і захист цілісності та секретності даних, редагування виводу, кодування (декодування) і стиснення (розширення) даних, збір статистики і ведення протоколу.



Рис. 4.4. Структурна схема СУБД

Адміністратор банку даних здійснює зовнішню координацію всієї роботи банку і виконує дії, які не піддаються формалізації. Перш за все він відповідає за розробку концептуальної моделі наочної області. Концептуальна модель повинна бути трансформована в модель даних, що підтримується конкретною СУБД. Отже, адміністраторові необхідно спроектувати логічну модель. Виходячи з логічної моделі він повинен спроектувати фізичну (внутрішню) модель, яка забезпечуватиме необхідні операційні характеристики. Таким чином, у його фікції входить створення БД, узгодження їх вимозі користувачів, управління завантаженням баз, розподіл паролів та інше.

Запит який надійшов у банк даних проходить етап попередньої обробки, на якому здійснюється синтаксичний і логічний контроль, що включає перевірку пароля абонентів, неприпустимих поєднань ознак і т.д. При виявленні помилок запит до подальшої обробки не приймається, а на друк видається інформація про помилки.

Наступний етап - інтерпретація запиту - полягає в розпізнаванні виду

запиту: на видачу показника і документів, на формування робочих масивів, на зміну або поповнення БД. На цьому етапі запит з мови запитів перекладається на мову маніпулювання даними.

Відповідно до пошукового розпорядження відбуваються звернення до робочої області пам'яті і вибірка шуканих даних або коректування даних в базі. Знайдені в БД дані ретельно контролюються і аналізуються, потім редагуються, а на друк видається інформація про помилки.

Розробка банків даних і їх основних інваріантних компонентів, тобто СУБД, є складним завданням, що вимагає значних витрат часу і високої кваліфікації розробників у області системного програмування. У зв'язку з цим при побудові інформаційного забезпечення САПР конкретних технічних об'єктів на основі банків даних необхідно зробити аналіз існуючих банків даних і застосовувати у САПР розроблені раніше. Слід мати на увазі, що інформаційне забезпечення САПР може бути організоване і на основі більш простої, але спеціально розробленої інформаційної структури. Подібні орієнтовані інформаційні структури при відносній простоті і невисоких вимогах до конфігурації технічних засобів можуть реалізувати набір необхідних функцій по обробці даних для чого повинне бути розроблене необхідне програмне забезпечення.

Така альтернатива до використання банків даних пояснюється тим, що універсальні інформаційні системи у вигляді банків даних розраховані на рішення задач з великою номенклатурою різних параметрів і характеристик об'єктів тому застосування їх при створенні САПР з відносно невеликою номенклатурою даних виявляється недоцільним або неможливим.

Однією з найважливіших характеристик СУБД є модель даних, яка нею підтримується. Існують три моделі даних: ієрархічна, мережева і реляційна. Вибір тієї або іншої моделі даних для побудови інформаційного забезпечення САПР залежить від вимог, які пред'являються до інформаційної бази створюваною САПР.

Велике значення при виборі СУБД мають засоби взаємодії користувачів з БД. Непрограмісти якими є більшість користувачів САПР взаємодіють з БД за

допомогою мов маніпулювання даними з використанням засобів телеобробки. При цьому, СУБД САПР повинна включати мову маніпулювання даними, що доступні непрограмістові і засоби доступу до даних через термінал.

При виборі для САПР відповідної СУБД слід враховувати наступні вимоги: можливість забезпечення мультипрограмного режиму; незалежність даних від конкретних пакетів програм; наявність засобів, що дозволяють скоротити дублювання даних в інформаційній базі; можливість відновлення БД; сумісність СУБД з операційною системою ЕОМ і т.д.

Бази даних організуються на основі принципів системного підходу, що передбачає: не надмірність даних; незалежність даних від програм рішення задач; вибір структур даних, орієнтованих на всі вирішувані системою завдання; можливість доповнення, розвитку і оновлення даних; типізація алгоритмів обробки даних.

Організація, структура і склад БД залежать від інформаційних моделей проєктованих об'єктів від методів отримання проєктних рішень і від використовуваних у САПР технічних та програмних засобів. З іншого боку, всі перераховані чинники залежать від структури БД. Основною особливістю БД в порівнянні з масивами записів є наявність зв'язків між структурними одиницями даних. Бази даних іноді визначають як не надлишкову сукупність елементів даних. Деякі записи повторюються для того щоб забезпечити можливість відновлення даних при їх випадковій втраті. У цьому випадку має місце мінімальна надмірність БД. Бази даних є об'єктом, що постійно розвивається (до них додаються нові записи, а у існуючі включаються нові елементи даних). З метою підвищення ефективності функціонування БД змінюється їх структура. Використовувані на практиці способи побудови БД реалізуються у вигляді ієрархічних (деревовидних), мережевих або реляційних моделей (моделей відносин) даних.

## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1. Аналіз процесу механічної обробки отворів протягуванням та їх конструкцій

Протягування - це високопродуктивний процес оброблення круглих і фасонних отворів, плоских та фасонних зовнішніх поверхонь деталей машин за використання операції протягування (методу стругання). Він здійснюється на горизонтальних і вертикальних протяжних верстатах при використанні спеціального багатолезового інструменту – протяжок, леза різальної площі яких розміщені одне за одним у напрямку головного руху різання з наростаючою висотою у напрямку, перпендикулярному до напрямку цього руху. Кожен наступний зуб протяжки є вищим за попередній на величину, яку називають підйомом на зуб (визначає величину подачі на зуб). Останні кілька зубів у протяжці є калібруючими, які працюють без навантаження при дуже зменшеній подачі на зуб, і їх використання забезпечує точність і чистота оброблюваної поверхні. Головним рухом при протяганні виступає поступальний рух протяжки вздовж її осі (допоміжні рухи відсутні) (рис. 5.1).

Довжина протяжки залежить від прийнятої подачі на зуб і величини припуску на обробку, а також обмежується довжиною ходу протяжного верстата і можливостями термічного оброблення протягування.

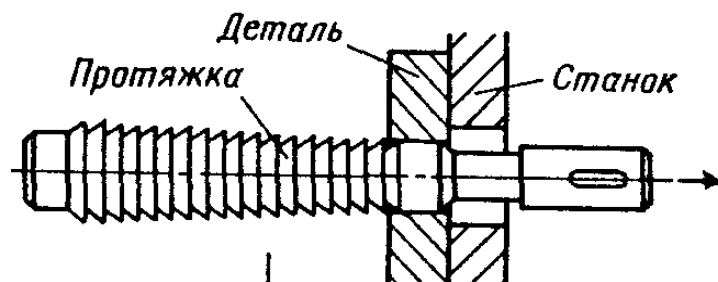


Рис. 5.1 - Схема роботи протяжки

Для виготовлення протяжок використовують леговані інструментальні сталі (ХВГ, ХВ5) та швидкоріжучі (Р9 і Р18). По профілю оброблюваних поверхонь протяжки поділяються на круглі, шліцеві, багатогранні, зубцюваті, квадратні, профільні тощо. За конструктивним виконанням можуть бути суцільними. За напрямком різальних кромek поділяються на гвинтові та

кільцеві. За схемою різання протяжки є із профільною, генераторною та груповою схемами різання. За кількістю у комплекті протяжки бувають однопрохідними та багато прохідними (комплектні).

Робоча частина протяжки включає чорнову частину); чистову частину (призначена для чистової обробки); калібрувальну частину .

Схеми різання у процесі протягування протягуванні характеризують послідовність зняття шарів матеріалу із оброблюваної поверхні і бувають наступними: профільна схема (профіль зубців протяжки відповідає профілю кінцевої поверхні); генераторна схема (профіль зубців протяжки поступово наближається до профілю остаточного обробленої поверхні і за даною схемою виконують комплекти з чорнових та чистових протяжок); групова схема (припуск знімається групою зубців та поділяється по ширині, і використовується тільки для чорнових протяжок).

На рис. 5.2 представлено конструкції різноманітних протяжок для обробки отворів.

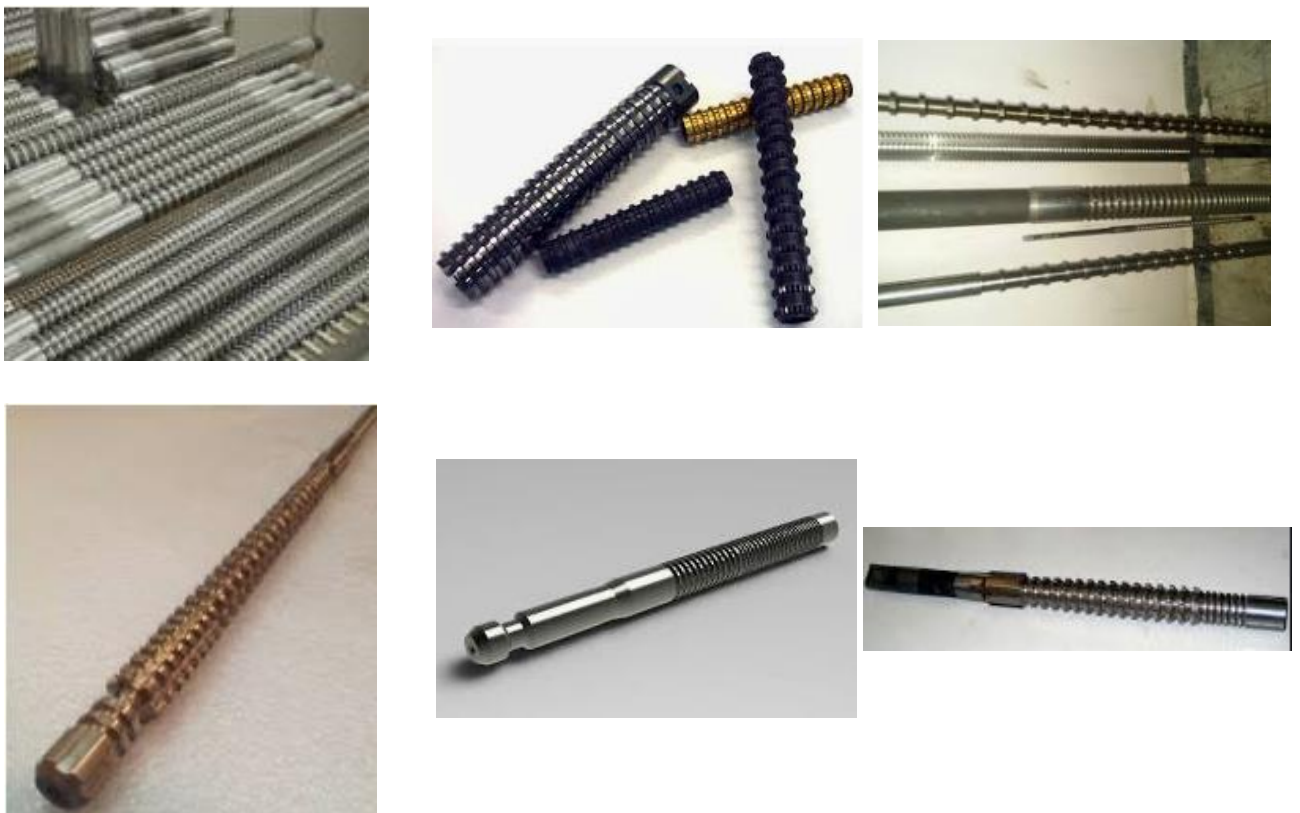


Рис. 5.2 – Конструкції різноманітних протяжок для обробки отворів

## 5.2. Обгунтування конструкції гнучкої протяжки для виготовлення отворів на дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску

Гнучка протяжка (рис. 5.3) [1] складається із з'єднаних між собою хвостовика 1, секцій елементів ріжучої частини 4 та секцій елементів калібруючої частини 5. Ці секції 4 і 5 містять сферичні з'єднувальні елементи типу «втулка-сфера» із можливістю відносного переміщення. Хвостовик 1 та секції 4 і 5 ріжучої і калібруючої частин виконано з двох симетричних частин, які жорстко з'єднуються гвинтами 3. Торці сферичних поверхонь секції 4 і 5 ріжучої та калібруючої частин входять в зачеплення з сусідніми сферичними отворами сусідніх секції 4 та 5 ріжучої та калібруючої частин. Сферичну поверхню крайньої секції ріжучої 4 (забірної) частини встановлено у сферичній втулці хвостовика 1 з можливістю радіального зміщення. У місці входження сферичних поверхонь секції 4 і 5 ріжучої та калібруючої частин у сферичні отвори секції 4 і 5 ріжучої та калібруючої частин і хвостовика 1 закріплено ущільнення 2, які захищають від непопадання стружки і сторонніх частин у сферичні отвори секції 4 і 5 ріжучої та калібруючої частин і хвостовика 1.

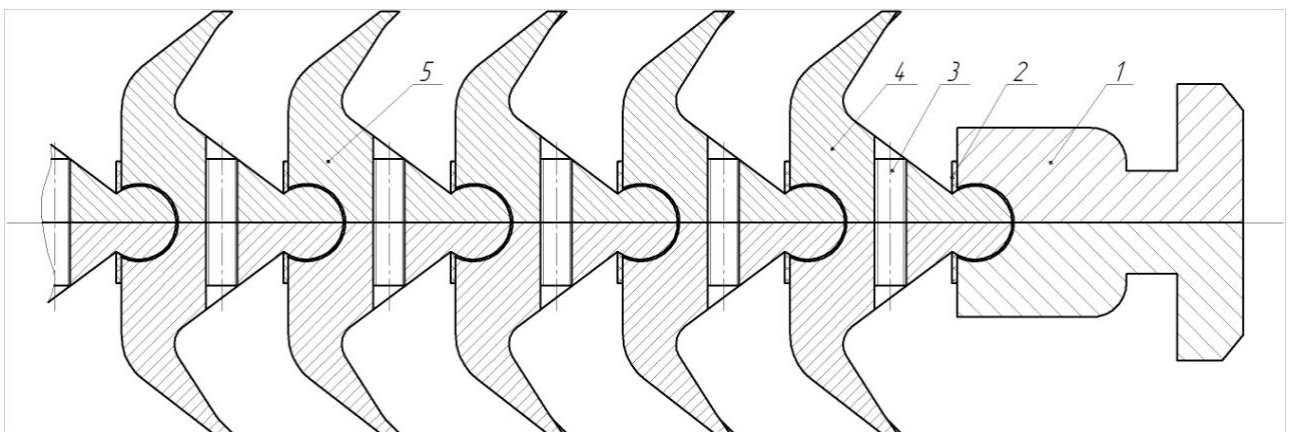


Рис. 5.3 – Конструкція гнучкої протяжки для оброблення отворів

Для отримання отвору необхідного діаметра гнучкою протяжкою через криволінійний отвір оброблюваної деталі просовується трос, до якого кріпиться хвостовик протяжки. Потім через трос до протяжки прикладається осьова сила, яка перетворюється в силу різання і на першому етапі різання забезпечує зняття

необхідного шару матеріалу в отворі секціями 4 ріжучої частини гнучкої протяжки. На наступному етапі оброблення отвору проходить його калібрування калібруючою 5 частиною гнучкої протяжки. Можливість радіального зміщення секцій 4 і 5 ріжучої та калібруючої частин у сферичних отворах дозволяє отримувати криволінійні отвори в оброблюваних деталях.

### 5.3. Дослідження протяжки для обробки отворів на дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску

На рисунках представлено основні частини круглої протяжки (рис. 5.4) і її поздовжнє січення (рис. 5.5).

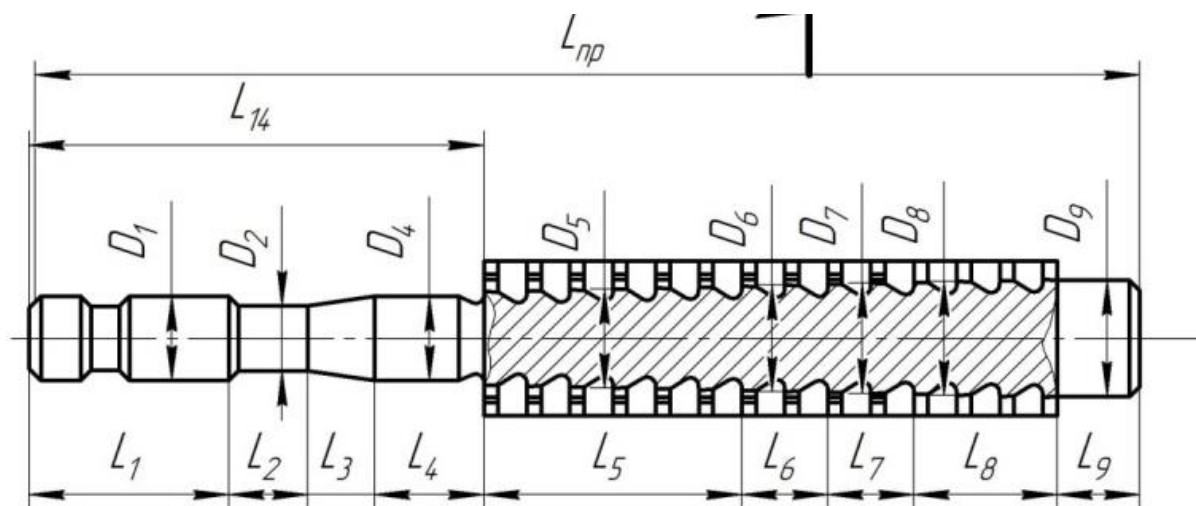


Рис. 5.4 - Основні частини круглої протяжки

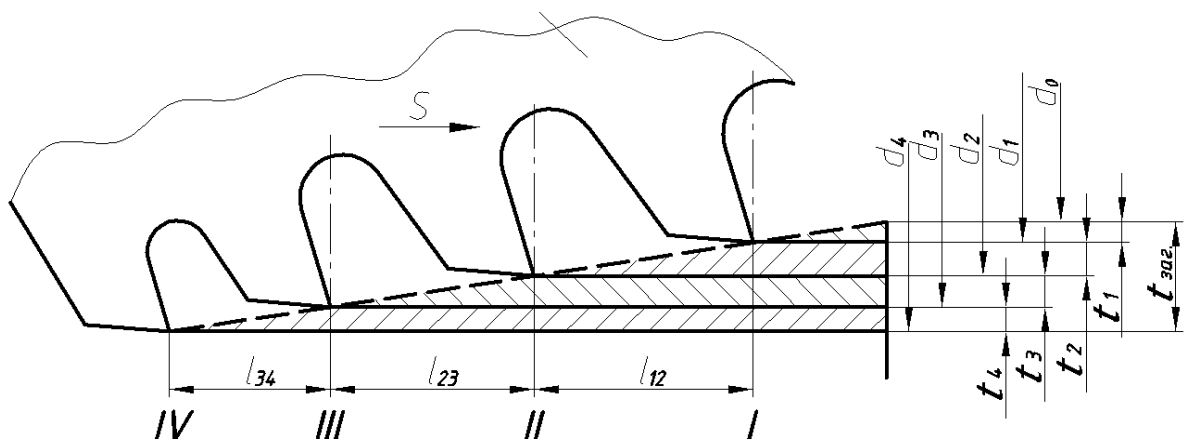


Рис. 5.5 - Поздовжнє січення протяжки

Наведемо методику розрахунку протяжки для обробки отворів на



дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску.

Довжина отвору одночасно оброблюваних деталей  $l$ , мм [2]:

$$l = l_0 \cdot n_0 = 9 \cdot 5 = 45 \text{ мм.} \quad (5.1)$$

Рекомендована величина розбивки отвору на діаметр  $R_U$ , мм [2]:

$$R_U = (0,20 \dots 0,30) \cdot (BB - BH) = (0,20 \dots 0,30) \cdot (0,025 - 0,000) = 0,005 \dots 0,0075. \quad (5.2)$$

Виходячи з наведених даних приймаємо розбивку отвору із величиною  $R_U = 0,005$ .

Номінальний (максимальний) діаметр калібруючих зубів круглої протяжки  $D_8$  («-» при розбивці, «+» при усадці) [2]:

$$D_8 = d_0 + BB \pm R_U; \quad (5.3)$$

$$D_8 = 18 + 0,025 - 0,005 = 18,02.$$

Рекомендовані розрахункові припуски (мінімальний  $A_{\min}$  та максимальний  $A_{\max}$ ) на діаметр під протягування становлять [2]:

$$A_{\min} = 0,005 \cdot d_0 + 0,1\sqrt{l}; \quad (5.4)$$

$$A_{\max} = 0,005 \cdot d_0 + 0,2\sqrt{l}; \quad (5.5)$$

$$A_{\min} = 0,005 \cdot 18 + 0,1\sqrt{45} = 1,571;$$

$$A_{\max} = 0,005 \cdot 18 + 0,2\sqrt{45} = 2,242.$$

Припуск на діаметр під протягування  $A$  із рекомендованого інтервалу розрахункового припуску  $A = 1,571 \dots 2,242$  приймаємо в рівні  $A = 1,906$ .

Діаметр елемента для протягування на заготовці  $d_3$ , мм [2]:

$$d_3 = D_8 + A; \quad (5.6)$$

$$d_3 = 18,02 + 1,906 = 19,926.$$

Номінальний діаметр задньої напрямної частини  $D_9$ , мм [2]:

$$D_9 = D_8 = 18,02.$$

Довжина задньої напрямної частини  $L_9$  [2]:

$$L_9 = (0,6 \dots 1,0) \cdot l; \quad (5.7)$$

$$L_9 = (0,6 \dots 1,0) \cdot 45 = 27 \dots 45.$$

Приймаємо  $L_9 = 45$ .

Мінімально можлива довжина ріжучої частини круглої протяжки  $L_{p1}$  та відповідна їй кількість зубів у групі  $n_{гp}$  визначаються за ф-лах 5.1 - 5.7 починаючи із кількості зубів у групі  $n_{гp} = 2$ .

Крок зубів  $t_{p1}$  у чорновий та перехідний частинах в міліметрах та відповідні йому інші основні параметри профілю зубів становлять [2]:

$$t_{p1} = (1,45 \dots 1,90) \cdot \sqrt{l}; \quad (5.8)$$

З довідникової літератури [3] приймаємо профіль:  $h_{к1} = h_k = 4$  мм;  $r_1 = r = 2$  мм;  $C_0 = C = 5,5$  мм;  $R_l = R = 6$  мм;  $F_{к1} = F_k = 12,6$  мм<sup>2</sup>.

Найбільша кількість одночасно ріжучих зубів в штуках для групової схеми різання  $z_{max1}$  визначається по формулі [2]:

$$z_{max1} = \text{цїла частина числа} \left\{ \frac{l}{t_{p1}} + 1 \right\} \quad (5.9)$$

Якщо  $z_{max1} < 3$ , то потрібно зменшувати крок  $t_{p1}$ ; якщо  $t_{p1} > l_{\partial}$ , то деталі між собою потрібно жорстко кріпити. Загалом при обробці переривчастих отворів потрібно вибрати крок ріжучих зубів з розрахунку, щоб на кожному паску працювало не менш одного зуба.

Коефіцієнт заповнення стружкової канавки для групової схеми різання  $K_1$  [4]:  $K_1 = K = 3$ .

Подача на групу зубів, що допускається по розміщенню стружки в стружковій канавці для групової схеми різання  $S_{zk1}$ , мм/гр.зуб. [2]:

$$S_{zk1} = F_{k1} / (K_1 \cdot l) \quad (5.10)$$

Найбільша сила різання при умові міцності протягування в перетині по дну стружкової канавки першого ріжучого зуба  $P_{11}$  [2]:

$$P_{11} = \pi \cdot (D_4 - 2 \cdot h_{x1})^2 \cdot \sigma_1 / 4; \quad (5.11)$$

Максимально допустима сила різання для протягування  $P_P$ , визначатиметься з залежності [2]:

$$P_P = \min \{ 0,9 \cdot P_C; P_x; P_{ul}; P_{11} \} \quad (5.12)$$

Мінімально можлива довжина ріжучої частини протягування  $L_{p1}$  і відповідна їй кількість зубів у групі  $n_{zp}$  визначаються за алгоритмом наведеним у вигляді блок-схеми на рис. 5.6.

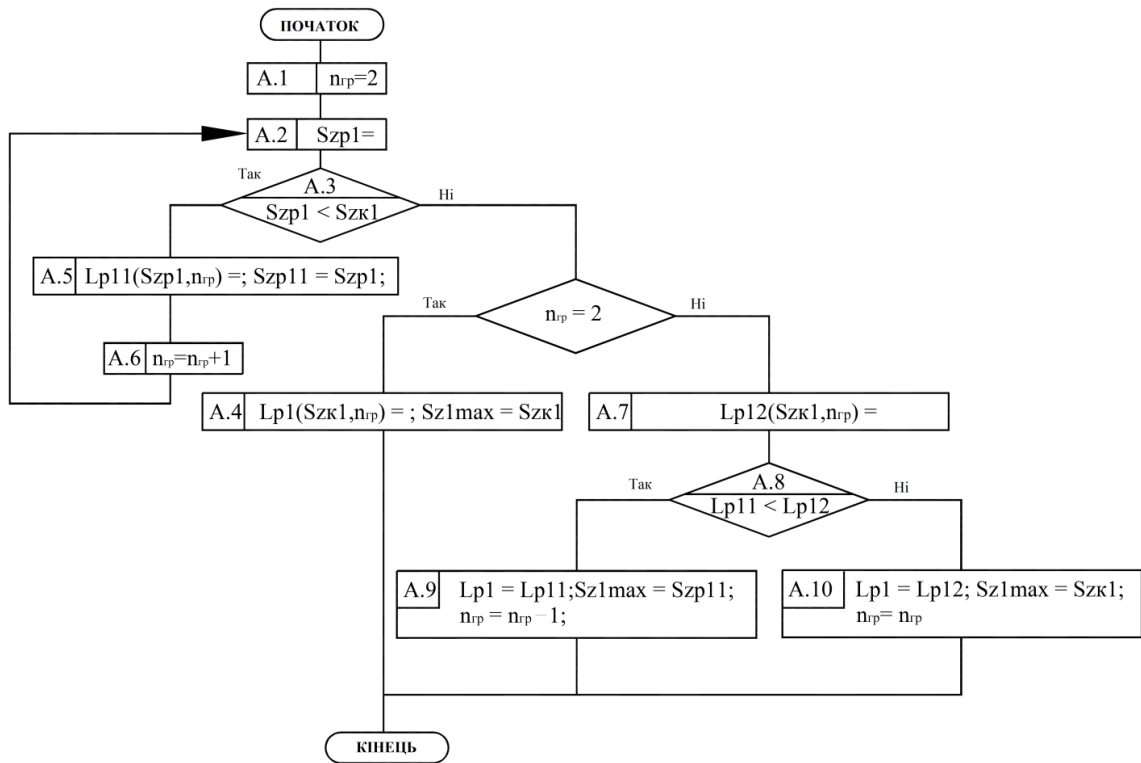


Рис. 5.6 - Блок-схема алгоритму визначення потрібної мінімально можливої довжини ріжучої частини протягування з груповою схемою різання  $L_{p1}$  і відповідного їй кількості зубів у групі  $n_{гр}$ .

## 6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.2 Розрахунок кількості основних робітників, складання штатного розкладу робочих дільниці по ремонту компресорів

Розрахунок робочих на дільниці здійснюємо за формулами

$$P_{\text{я}} = \frac{T}{\Phi_{\text{н}} \cdot K} \text{ - для явочних робочих;}$$

$$P_{\text{с}} = \frac{T}{\Phi_{\text{д}} \cdot K} \text{ - для списочних робочих}$$

де  $T$  – трудомісткість робіт, люд·г;

$\Phi_{\text{н}}$  – номінальний фонд часу робочого;

$\Phi_{\text{д}}$  – дійсний фонд часу робочого;

$K$  – коефіцієнт перевиконання норм виробітку ( $K=1 \dots 5$ ).

Номінальний річний фонд часу ремонтного підприємства розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{р}} \cdot t - D_{\text{п}} (t_{\text{з}} - t_{\text{п}}),$$

де  $D_{\text{р}}$  – кількість робочих днів в році;  $D_{\text{р}} = 255$  днів;

$t_{\text{з}}$  - тривалість зміни;  $t_{\text{з}} = 8,2$  годин;

$D_{\text{п}}$  - кількість передсвяткових днів в році;  $D_{\text{п}} = 6$  днів;

$t_{\text{п}}$  – тривалість зміни в передсвяткові дні;  $t_{\text{п}} = 7,2$  годин.

$$\Phi_{\text{н}} = 255 \cdot 8,2 - 6 \cdot 1 = 2085 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу робочих менше номінального річного фонду на час витрат, які зв'язані з відпустками, виконанням державних і суспільних обов'язків

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - (d_{\text{в}} + d_{\text{у}} + d_{\text{д}} + d_{\text{н}} + d_{\text{інші}}) t_{\text{з}},$$

де  $d_v$  – кількість відпускних днів в плануємому році;  $d_v = 24$  дня

$d_y$  - кількість відпускних днів робочим – учням (0 – 40 в році).

Приймаємо  $d_y = 15$  днів

$d_d$  – кількість декретної відпустки (приймаємо 1,6% від числа робочих днів в році).

$d_n$  – кількість робочих днів невиходу на роботу у зв'язку з виконанням державних доручень (0,15 – 0,30% від числа робочих днів в році).

Приймаємо  $d_n = 1$  дню

$d_{\text{інш}}$  – кількість інших невиходів на роботу (0,5% від числа робочих днів в році).

Приймаємо  $d_{\text{інш}} = 1,28$  день

$$\Phi_d = 2085 - (18 + 5 + 46 + 1 + 1,28) = 1764 \text{ год.}$$

Робота на дільниці проводиться в дві зміни, отже річний фонд часу робочого місця буде дорівнювати

$$\Phi_{p.m} = \Phi_n \cdot n_p \cdot c,$$

де  $n_p$  – число робочих, які одночасно роблять на одному робочому місці;

$c$  – змінність роботи.

$$\Phi_{p.m1,1} = 2085 \cdot 1 \cdot 1 = 2085 \text{ год.}$$

$$\Phi_{p.m1,2} = 2085 \cdot 1 \cdot 2 = 4170 \text{ год.}$$

$$\Phi_{p.m2,2} = 2085 \cdot 2 \cdot 2 = 8340 \text{ год.}$$

Річний фонд часу роботи обладнання

а) номінальний

$$\Phi_{\text{он1}} = \Phi_n \cdot c = 2085 \cdot 1 = 2085 \text{ год.}$$

$$\Phi_{\text{он2}} = \Phi_n \cdot c = 2085 \cdot 2 = 4170 \text{ год.}$$

б) дійсний

$$\Phi_{од1} = \Phi_{н} \cdot c \cdot \eta = 2085 \cdot 1 \cdot 0,97 = 2022 \text{ год.}$$

$$\Phi_{од2} = \Phi_{н} \cdot c \cdot \eta = 2085 \cdot 2 \cdot 0,95 = 3962 \text{ год.}$$

де  $\eta$  – коефіцієнт який характеризує використання обладнання на протязі часу.  $\eta = 0,95 - 0,97$

$$P_{я} = \frac{11450}{2085 \cdot 1} = 5,49, \text{ приймаємо 6 чоловік;}$$

$$P_{с} = \frac{11450}{1764 \cdot 1} = 6,49, \text{ приймаємо 7 чоловік.}$$

Далі визначаємо кількість допоміжних робітників, інженерно-технічних робітників (ІТР), молодший обслуговуючий персонал (МОП), та службово-конторський персонал (СКП) у відсотковому відношенні від основних робітників

$$P_{г} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ роб., приймаємо 1 робітника;}$$

$$P_{имр} = 0,1 \cdot (7 + 3) = 1 \text{ роб., приймаємо 1 робітника;}$$

$$P_{мон} = 0,02 \cdot (7 + 3) = 0,2 \text{ роб., приймаємо 1 робітника;}$$

$$P_{скп} = 0,02 \cdot (7 + 3) = 0,2 \text{ роб., приймаємо 1 робітника.}$$

Складаємо штатну відомість дільниці по ремонту компресорів (таблиця 6.1)

Таблиці 6.1 – Штатна відомість дільниці ремонту компресорів.

Найменування професії	Кількість	Кількість робітників по розрядам				
		II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7
Слюсар	2	-	2	-	-	-
Слюсар-складальник	3	-	-	1	2	-
Верстатник	1	-	-	-	-	1
Терміст	1	-	-	-	1	-
Всього основних робітників	7	-	2	1	3	1

1	2	3	4	5	6	7
Допоміжні робітники	1	1	-	-	-	-
ІТР	1	1	-	-	-	-
СКП	1	1	-	-	-	-
МОП	1	1	-	-	-	-
Разом	11	4	2	1	3	1

### 6.3 Розрахунок кількості робочих місць на дільниці ремонту компресорів

Кількість робочих місць на дільниці ремонту компресорів визначаємо по трудомісткості робіт, що виконуються на дільниці, враховуючи, що на кожному робочому місці працює один робітник

$$n_{pm} = \frac{T}{\Phi_{од} \cdot \kappa_3} = \frac{11450}{2022 \cdot 0,85} = 6,6, \text{ приймаємо } 7 \text{ роб. місць,}$$

де  $T$  – трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці;

$\Phi_{од}$  – дійсний річний фонд обладнання;

$\kappa_3$  – коефіцієнт завантаження робочого місця по часу.

### 6.5 Розрахунок виробничих площ дільниці ремонту компресорів

До виробничої площі дільниці відносяться площі, що займає основне технологічне обладнання, допоміжне обладнання, деталі та складальні одиниці а також проходи, робоча зона робочих місць та підіймально-транспортні засоби.

Розрахунок виробничої площі дільниці ремонту компресорів визначаємо за формулою:

$$F = f_0 \cdot \kappa_3,$$

де  $f_0 = 62,6 \text{ м}^2$  – сумарна площа, що займає обладнання;



$k_3 = 4,0$  – коефіцієнт робочої зони для дільниці ремонту.

Тоді

$$F = 62,6 \cdot 4 = 250,4 \text{ м}^2.$$

Обладнання на дільниці ремонту компресорів розташовуємо у відповідності з переміщенням базисних деталей компресора. Проектуємо технологічне планування дільниці ремонту виходячи з розрахованої площі, враховуючи вимоги техніки безпеки та промсанітарії.

## 6.6 Розрахунок силової електроенергії

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

$$P_a = k_{\text{п}} \cdot \sum P_{\text{вст}},$$

де  $k_{\text{п}}$  – коефіцієнт попиту;

$P_{\text{вст}}$  – сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт (табл.6.2).

$$P_a = 5,5 \cdot 0,25 + 11,6 \cdot 0,05 + (5,6 + 4,6 + 4,9) \cdot 0,5 + 2,5 \cdot 0,25 = 15,3 \text{ кВт}.$$

Річну потребу в силівій електроенергії визначаємо за формулою:

$$W = \sum P_a \cdot \Phi_{\text{од}} \cdot \eta_3,$$

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

$\eta_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання по часу,  $\eta_3 = 0,5 \dots 0,7$ .

$$W = 15,3 \cdot 2022 \cdot 0,75 = 23202 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

## 6.7 Розрахунок електроенергії для штучного освітлення

Середньорічна витрата електроенергії визначаємо за формулою:

$$W_{oc} = \frac{T_{oc} \cdot F_{дл} \cdot S_o}{1000} = \frac{2500 \cdot 250 \cdot 18}{1000} = 11250 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

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

$F_{дл} = 250 \text{ м}^2$  – площа ділянки;

$S_o = 18 \text{ Вт/м}^2$  – питома потужність освітлювального навантаження.

## 6.8 Розрахунок пару і палива

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

Річна потреба пару визначається за формулою

$$Q_{п} = \frac{q_{т} \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000},$$

де  $q_{т}$  – витрати тепла на 1 м<sup>3</sup> будинку, ккал/год,  $q_{т}=18$  ккал/год.·м<sup>3</sup>;

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

$V$  – об'єм приміщення підприємства, м<sup>3</sup>;

$$V = F_{д} \cdot h = 260 \cdot 4,8 = 1248 \text{ м}^3,$$

де  $F_{д}$  – площа ділянки, м<sup>2</sup>;

$h$  – висота приміщення ділянки, м;

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

$$Q_n = \frac{18 \cdot 1248 \cdot 4320}{540 \cdot 1000} = 179,7 \text{ т.}$$

Річна потреба палива складає

$$Q_{\text{пал}} = \frac{q_{\text{п}} \cdot H \cdot V}{k \cdot 1000 \cdot \eta_{\text{к}}},$$

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

$\eta_{\text{к}}$  – к.к.д. котельної установки,  $\eta_{\text{к}}=0,75$ .

$$Q_{\text{пал}} = \frac{18 \cdot 4320 \cdot 1248}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 18,48 \text{ т.}$$

## 6.9 Розрахунок освітлення

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

- освітлення повинно бути достатнім, щоб робочий міг легко і швидко оперувати з об'єктами робіт;
- освітлення не повинно викликати різких тіней і засліплюючих бликів;
- обладнання освітлення повинно виконуватися з урахуванням характеру виробництва.

## 6.10 Розрахунок природного освітлення

Площа скління, що забезпечує нормальне природне освітлення визначається за формулою

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

де  $F_{\text{д}}$  – площа дільниці,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha$  - коефіцієнт природного освітлення,  $\alpha=0,25\dots0,35$ ;

$\tau$  - коефіцієнт, що враховує витрати світла від забруднення скла,  $\tau=0,6\dots0,75$

$$F_{np} = \frac{260 \cdot 0,35}{0,7} = 130 \text{ м}^2.$$

### 6.11 Розрахунок штучного освітлення

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

Кількість ламп, що необхідні для освітлення ділянки по ремонту компресорів визначається за формулою

$$n = \frac{E_{сер} \cdot F_d \cdot k}{F_o \cdot \eta},$$

де  $E_{сер}$  – середнє освітлення,  $E_{сер}=50\dots75$  лк;

$F_d$  – площа полу,  $\text{м}^2$ ;

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

$F_o$  – світловий потік кожної лампи.  $F_o=2720$  люмен при потужності лампи 80Вт;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку,  $\eta=0,4$ .

$$n = \frac{75 \cdot 260 \cdot 1,6}{2720 \cdot 0,4} = 28 \text{ ламп.}$$

Приймаємо 28 ламп. Для запобігання стробоскопічного ефекту люмінесцентні лампи об'єднують по дві кожному світильнику. Таких світильників на ділянці буде 14.

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

### 7.1 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Річний фонд заробітної плати працівників дільниці ремонту компресорів розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{зд} = \sum_{i=1}^k P_{вi} \cdot H_{рем} + \sum_{i=1}^k \Pi_i + (1 + K_{пр}) \cdot \sum_{i=1}^k R_c \cdot Z_{гтс} \cdot \Phi_{др}, \quad (7.1)$$

де  $k$  – кількість найменувань вузла;

$H_{рем}$  – програма ремонту (складання - розбирання);

$\Pi_i$  – премії відрядникам за виконання плану  $i$  за якість роботи;

$P_{ви}$  – відрядна розцінка за операцію;  $P_{ви} = Z_{чс} \cdot t_n \cdot K_i \cdot K_y$ ,

де  $Z_{чс}$  – часова тарифна ставка відповідного розряду робітників;

$t_n$  – норма часу на операцію;

$K_i$  – коефіцієнт, який враховує доплати за інтенсивність;

$K_y$  – коефіцієнт, який враховує доплати за умови праці;

$K_{пр}$  – коефіцієнт, який враховує премії робітникам;

$R_c$  – число робітників;

$Z_{гтс}$  – годинна тарифна ставка робітників.

$\Phi_{др}$  – дійсний фонд часу робітника.

Визначаємо розмір премії

$$\Pi = 0,3 \cdot P_{ви} \cdot N = 0,3 \cdot 6,51 \cdot 5000 = 16275 \text{ грн.}$$

Фонд заробітної плати допоміжних робітників

$$\Phi_{зд} = 1,80 \cdot 1764 \cdot (1 + 0,2) \cdot 3 = 11430 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.1 – Перелік операцій, норм часу на їх виконання і розцінки.

Найменування переходів	Норми часу, хв..	Розряд	Годинна тарифна ставка (грн)	Розцінка за операцію (грн)
1	2	3	4	5
1. Зняти приводний шків	2,4	III	2.5	0,10
2. Зняти головку циліндрів	5,6	III	2.5	0,24
3. Зняти клапанний механізм	2,7	III	2.5	0,11
4. Зняти кришку картера компресора	3,8	III	2.5	0,16
5. Зняти нижні кришки шатунів і витягнути поршні, з яких зняти кільця	7,2	IV	2.7	0,32
6. Зняти кришки підшипників і колінчастий вал	7,4	IV	2.7	0,33
7. Зняти блок циліндрів	4,3	III	2.5	0,18
8. Виготовити поршневі кільця необхідного типорозміру (4 шт. х 12,3хв)	49,2	V	3.2	2,63
9. Встановити кільця на поршні	2,4	IV	2.7	0,11
10. Зібрати блок циліндрів	4,7	IV	2.7	0,21
11. Встановити колінчастий вал	11,8	IV	2.7	0,53
12. Встановити поршні з шатунами	10,9	IV	2.7	0,49
13. Встановити клапанний механізм і головку циліндрів	3,2	IV	2.7	0,14
14. Встановити маховик	3,3	III	2.5	0,14
15. Випробувати компресор	15,4	V	3.2	0,82
				6,51

Таким чином фонд заробітної плати складе

$$\Phi_{zn} = 6,51 \cdot 5000 + 16275 + 11430 = 60255 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата робітників дільниці

$$Z_{\text{міс}} = \frac{\Phi_{zn}}{12 \cdot P_{cn}} = \frac{60255}{12 \cdot 11} = 456,4 \text{ грн.}$$

## 7.2 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення дільниці ремонту компресорів розраховуємо за формулою:

$$K_{вк} = K_{б\text{уд}} + K_{обл} + K_{ін}. \quad (7.2)$$

Визначаємо капітальні вкладення в будівлі і споруди

$$K_{б\text{уд}} = S_{б\text{уд}} \cdot Ц = 260 \cdot 270 = 70200 \text{ грн.,}$$

де  $S_{б\text{уд}}$  – площа дільниці;

$Ц$  – ціна 1 м<sup>2</sup>.

Капітальні вкладення в обладнання

$$K_{обл} = S_{б\text{уд}} \cdot Ц_{\text{нит}} = 260 \cdot 250 = 65000 \text{ грн.,}$$

де  $Ц_{\text{нит}}$  – питомі вкладення в обладнання на 1 м<sup>2</sup>.

Капітальні витрати на інструмент та оснащення складають

$$K_{ін} = 0,08 \cdot K_{обл} = 0,08 \cdot 65000 = 5200 \text{ грн.,}$$

$$K_{вк} = 70200 + 65000 + 5200 = 140400 \text{ грн.}$$

### 7.3 Розрахунок витрат на енергоносії

На електроенергію освітлювальну

$$B_{осв} = W_{ел} \cdot C_{ел} = 11250 \cdot 0,33 = 3712,50 \text{ грн.}$$

На електроенергію силову

$$B_{ел} = W_{ел} \cdot C_{ел} = 23202 \cdot 0,33 = 7656,66 \text{ грн.}$$

Витрати на воду

$$B_{вод} = Q_{вод} \cdot C_{вод} = 4320 \cdot 1,79 = 7732,80 \text{ грн.}$$

Витрати на пар і паливо

$$B_{n,n} = Q_n \cdot C_n + Q_m \cdot C_m = 179,7 \cdot 4,6 + 18,48 \cdot 230 = 5077,02 \text{ грн.}$$

### 7.4 Визначення собівартості ремонту компресора

Визначаємо собівартість ремонту компресора (без комплектуючих) за формулою:

$$C_{скл} = Z_{од} + B_{ст} + K_{цех} + P_{уст}, \quad (7.3)$$

$Z_{од}$  – заробітна плата, основна і додаткова;

$$Z_{од} = P_{од} \cdot \left(1 + \frac{V}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{S}{100}\right) = 6,51 \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,2) = 8,59 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування



$$B_{cm} = \frac{H_{om} \cdot Z_{od}}{100} = \frac{37 \cdot 8,59}{100} = 3,18 \text{ грн.}$$

Цехові витрати:

$$K_{цех} = \frac{Z_{od} \cdot \%Ц}{100} = \frac{8,59 \cdot 250}{100} = 21,48 \text{ грн.},$$

де %Ц – відсоток цехових витрат (250%).

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

$$P_{уст} = \frac{S_y \cdot t_n}{60} = \frac{9,25 \cdot 164}{60} = 25,28 \text{ грн.},$$

де  $S_y = 6,15$  – вартість 1 години експлуатації устаткування (по заводу);

Тоді собівартість ремонту компресора

$$C_{скт} = 8,59 + 3,18 + 21,48 + 25,28 = 58,53 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг робіт виконаний на дільниці ремонту компресорів (по собівартості)

$$C_n = 58,53 \cdot 5000 = 292650 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці

$$П_m = \frac{Q}{R} = \frac{292650}{11} = 26604 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники роботи дільниці по ремонту компресорів заносимо в таблицю 7.1.

Таблиця 7.2 –Техніко-економічні показники роботи дільниці

Показник	Одиниця	Значення
1	2	3
Обсяг виробництва	грн.	292650
Фонд заробітної плати	грн.	60255
Чисельність робітників	чол.	11
Продуктивність праці одного робітника	грн/чол.	26604
Собівартість ремонту компресора	грн.	58,53
Витрати на енергію	грн.	11369,16
Витрати на пар та паливо	грн.	5077,20
Середньомісячна заробітна плата	грн.	4564

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Виробнича санітарія

На ділянці ремонту компресорів застосовуються вимоги до санітарії, ціль яких захист організму від перевтоми, несприятливого впливу навколишнього середовища.

Важливим фактором у забезпеченні високої продуктивності праці і профілактики захворювань є сприятливі метеорологічні умови. Метеорологічні умови у виробничих приміщеннях визначаються температурою повітря, відносною вологістю, швидкістю руху повітря, барометричним тиском.

Температура повітря впливає на самопочуття людини і продуктивність праці. Висока температура повітря у виробничому приміщенні викликає швидку стомлюваність працюючого, перегрів організму і велике потовиділення. Низька температура може викликати місцеве чи загальне охолодження організму і стати причиною простудних захворювань. Комфортний діапазон температур лежить у межах 16-22 °С.

Підвищена вологість повітря створює порушення терморегуляції і перегрівання організму, зменшується віддача тепла організмом, що нерідко погіршує стан і працездатність людини. Низька відносна вологість повітря сприяє випару поту, у результаті чого відбувається швидка віддача тепла організмом.

Зниження відносної вологості повітря до 20% викликає неприємні відчуття сухості слизуватих оболонок і верхніх дихальних шляхів. Джерелами вологи є виробничі установки, у яких відбувається випар води. Оптимальною є відносна вологість 60-40%.

Швидкість повітря на робочих місцях у виробничих приміщеннях має велике значення для створення сприятливих умов праці. Швидкість руху повітря в залежності від температури може впливати на організм людини. При високій температурі повітря його рух сприяє збереженню гарного самопочуття. Оптимальне значення швидкості повітря 0,1 – 0,2 м/с.

До заходів щодо оптимізації параметрів мікроклімату відносяться:

- автоматизація технологічних процесів;
- вентиляція й опалення;
- індивідуальні засоби захисту;
- створення технологічних процесів і устаткування, що виключає утворення шкідливих речовин чи попадання їх у робочу зону.

Робочі зони повинні освітлюватися в такій мірі, щоб робітник мав можливість добре бачити процес роботи, і не напружуючи зір і не нахилиючи для цього до інструмента й оброблюваного виробу, освітлення не повинне створювати різких тіней. Проходи і проїзди освітлюються так, щоб забезпечувалася гарна видимість елементів будинку й устаткування, складених на підлозі деталей, внутрішньозаводського транспорту.

З метою підтримання вимог по освітленості робочих місць у цеху є система освітлення, крім того на верстатах є індивідуальне технологічне освітлення.

Використання даної комбінації освітлення дозволяє створити працівнику сприятливі умови, що виключають утворення тіней і зон з поганою видимістю.

Вібрації, що супроводжують роботу технологічного устаткування, механізованого інструмента і засобів транспорту, створюють несприятливі умови праці. Вібрація може бути причиною порушення в працюючого нормальної діяльності центральної нервової і серцево-судинної системи, дихальних органів, підвищення кров'яного тиску, захворювання судин, зору і слуху.

Заходи щодо усунення вібрації є:

- впровадження засобів автоматизації і прогресивної технології, що виключають контакт працюючих з вібрацією;
- контроль за монтажем, устаткування обслуговування і ремонту;
- виконання правил технічної експлуатації машин і агрегатів.

До засобів захисту від вібрацій відносяться пристрої:

- огорожувальні;
- віброізолюючі;

- віброгасники;
- вібропоглиначі;

Віброізолюючі пристрої виконуються шляхом введення в коливальну систему проміжного пружного зв'язку. При стаціонарній установці устаткування це можна виконати відповідним пристроєм або використанням у фундаменті віброізолюючі опори.

Вібропоглинання – це усунення резонансних режимів, що сприяють зменшенню рівня вібрацій за допомогою перетворення енергії механічних коливань, що виникають в устаткуванні, в інші види енергії.

Вібропоглинаючі пристрої виконуються шляхом використання конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям; нанесення на поверхню виробу шар пружнов'язких матеріалів, що володіють великим внутрішнім тертям; використання поверхневого тертя при введенні в конструкцію додаткового поглинаючого елемента або покриття, що збільшує активні втрати в системі.

На дільниці ремонту компресорів використовуються віброізолюючі пристрої.

Для боротьби із шумом використовуються як загальні так і індивідуальні засоби захисту.

Для ослаблення шуму, що проникає з приміщень з великим шумоутворенням чи ззовні, необхідно використовувати звукоізоляцію. Для боротьби із шумом на шляху його поширення встановлюються звукоізолюючі конструкції.

До засобів індивідуального захисту органів слуху працюючого відносяться: протишумні навушники, заглушки, вкладиші. Вони ефективно захищають організм від дії шуму.

## **8.2 Пожежна безпека**

Пожежа на підприємстві наносить великий матеріальний збиток і вогонь часто супроводжується нещасними випадками з людьми.

Для захисту від вогню дільниця ремонту компресорів обладнана негорючими перегородками і перекриттям з межею вогнестійкості менш 1 години; ворота і двері в цих перегородках з межею вогнестійкості не менше 0,6 години.

Вимикачі, рубильники, запобіжники і т.п. закриті щільними кожухами з вогнестійких матеріалів.

Керування загальним освітленням і вентиляцією централізоване. Використані обтиральні матеріали повинні негайно убиратися в металеві шухляди з щільними кришками, а по закінченні робочого дня повинні видалятися в безпечне місце в пожежному відділенні.

Мастильні, лакофарбові, горючі та легкозаймісті матеріали зберігаються окремо друг від друга й інших матеріалів у спеціальних обладнаних місцях.

На випадок виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей. Число евакуаційних виходів повинне бути не менш двох.

На дільниці для ліквідації невеликих загорянь застосовують первинні засоби пожежегасіння – вогнегасники, шухляди з піском, резервуари з водою. Для захисту від прямих улучень блискавки встановлено блискавковідводи.

Для повідомлення про пожежу на дільниці встановлена автоматична сигналізація.

### **8.3 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини**

Розвиток хімічної промисловості сприяє зростанню небезпеки для життєдіяльності людини. Це пов'язано з тим, що на різних хімічно-небезпечних об'єктах та в побуті дуже часто виникають аварії, пов'язані з викидом або впливом сильнодіючих отруйних речовин в уражаючих концентраціях, небезпечних для життя і здоров'я людей.

В Україні спостерігається тенденція до росту кількості об'єктів, які виробляють, зберігають і використовують в промисловому виробництві

сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Зараз таких об'єктів нараховується понад 2,5 тисячі.

Небезпека ураження робітників і службовців цими небезпечними отруйними речовинами вимагає швидкого їх виявлення і оцінки хімічної обстановки і обліку її виліву.

При оцінці хімічної обстановки необхідно визначити:

межі зони хімічного зараження, площі зони

тривалість уражаючої дії отруйних речовин;

часу підходу хмари зараженого повітря до границі об'єкту;

терміну перебування людей в засобах індивідуального захисту;

можливих втрат людей в осередку ураження.

Розробляємо оцінку хімічної обстановки, що утворилась на хімічно-небезпечному об'єкті з викидом СДОР – аміаку.

Вихідні дані:

Найменування СДОР – аміак

Кількість Q, т – 10

Відстань ємкості зі СДОР від об'єкту, R, м – 200

Швидкість вітру V, м/с – 3

Азимут вітру - 60°

Ступінь вертикальної стійкості атмосфери – ізотермія

Кількість робочої зміни, чол – 320

Забезпечення промисловими протигазами з фільтруючими коробками типу “М”, % - 80

1. Визначаємо час підходу зараженого повітря (хмари) до розташування об'єкту

$$Z = \frac{R}{W} = \frac{200}{4,5} = 44\text{с} = 0,74 \text{ хв},$$

де R – відстань від ємкості до об'єкту;

W – середня швидкість розповсюдження зараженого повітря, знаходимо з табл. 8.1

Таблиця 8.1 Середня швидкість переносу хмари зараженого повітря, W

Швидкість вітру V, м/хв	Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,3	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

2. Визначаємо межі зони зараження (глибину (Г) і ширину (Ш) і площу

Глибина зони зараження при аваріях на необвалованих сховищах (ємкостях) для відкритої місцевості визначаємо по формулі

$$\Gamma = 34,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{D^2 \cdot V^2}} = 34,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{10000}{15^2 \cdot 3^2}} = 1210 \text{ м,}$$

де Q – кількість СДОР, кг;

V – швидкість вітру;

D – уражаюча токсодоза, що дорівнює добутку уражаючої концентрації та експозиції.

Таблиця 8.2 Величина токсодози D, мг·хв/л

СДОР	Токсодоза, D	
	Уражаюча	Смертельна
Аміак	15	120

В умовах ізотермії глибина зони зараження зменшується в 1,3 рази, тому:

$$\Gamma = \frac{1210}{1,3} = 930,8 \text{ м.}$$



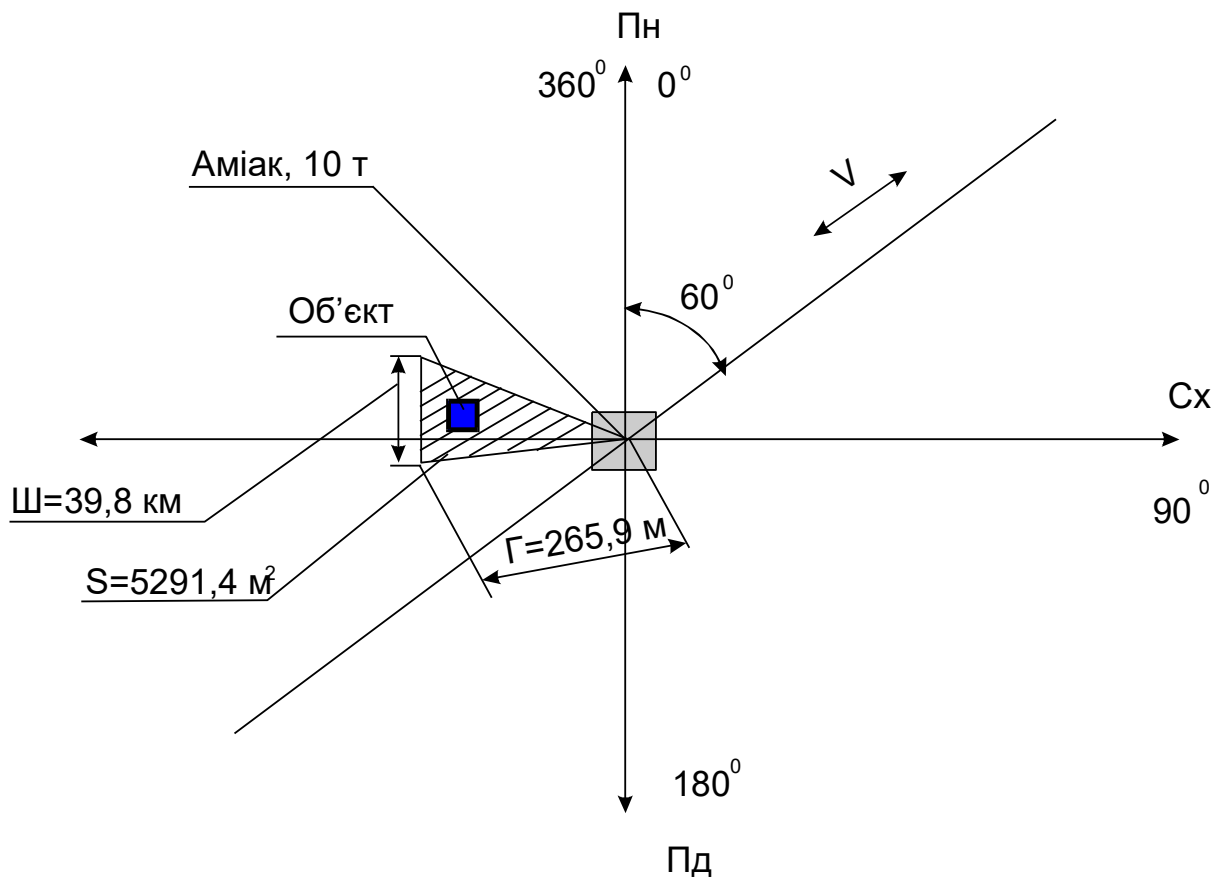


Рис.7.1 Графічне зображення ураженої зони

В умовах міської забудови глибина зони також зменшується в 3,5 рази, звідси дійсна величина глибини

$$\Gamma = \frac{930,8}{3,5} = 265,9 \text{ м.}$$

Ширина зони зараження визначаємо по формулі

$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma = 0,15 \cdot 265,4 = 39,8 \text{ м.}$$

Площа зони зараження:

$$S = \frac{1}{2} \Gamma \cdot \text{Ш} = \frac{1}{2} \cdot 265,9 \cdot 39,8 = 5391,4 \text{ м}^2.$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту визначається за формулою:

$$D = \frac{200 \cdot Q}{V \cdot R^{3/2}} = \frac{200 \cdot 10000}{3 \cdot 200^{3/2}} = 235,7 \text{ мг·хв/л.}$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту в 2 рази перевищує смертельну (табл. 8.2), тому робітників об'єкту необхідно забезпечити протигазами типу "М".

Визначаємо час ураження дії СДОР

$$t_{ур} = t_{вип} \cdot k_{ф} = 20 \cdot 0,55 = 11 \text{ год,}$$

де  $t_{вип}$  – час випробування СДОР, год (табл. 8.3);

$k_{ф}$  – поправочний коефіцієнт для швидкості вітру (табл. 8.4)

Таблиця 8.3 Час випробування СДОР

СДОР	Вид сховища	
	Необваловане	обваловане
Аміак	1,2	20

Таблиця 8.4 Поправочний коефіцієнт для швидкості вітру  $V > 1$  м/хв

Швидкість вітру V, м/хв	1	2	3	4	5	6
Поправочний коефіцієнт $k_{ф}$	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,22

Використовуючи дані про час уражаючої дії СДОР в районі об'єкту, та часу захисної дії промислових протигазів типу "М" (час захисної дії 0 120 хв) робимо висновки, що протигаз типу "М" не забезпечує захист робітників об'єкту на час уражаючої дії аміаку, тому людей необхідно евакуювати з зараженої зони на пізніше як за 120 хв (на протязі захисної дії протигазу).

Допустима кількість СДОР в ємності

$$Q = \frac{D_{ур} \cdot V \cdot R^{3/2}}{200} = \frac{15 \cdot 3 \cdot 200^{3/2}}{200} = 636 \text{ кг.}$$

Визначивши допустиму кількість аміаку в ємності, робимо висновок, що

кількість аміаку, що зберігається в ємкості на об'єкті перевищує допустиму і тому складає велику небезпеку для життя людей.

Визначимо втрати працюючих людей по табл. 8.5.

Таблиця 8.5 Можливості витрати робітників від СДОР в осередку ураження

Умови знаходження людей	Без проти газів	Забезпечення людей проти газами								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Відкрита місцевість	90...100	75	55	58	50	40	35	25	18	10
В простих укриттях і будинках	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

За допомогою пропорцій знаходимо:

$$\begin{aligned}
 320 \text{ чол.} &= 80\% \\
 x \text{ чол.} &= 14\% \\
 x &= \frac{320 \cdot 14}{80} = 56 \text{ чол.}
 \end{aligned}$$

З них:

з легким ступенем ураження 25% - 14 чол.

з середнім і важким ступенем ураження 40% - 22 чол.

зі смертельним ураженням 35% - 20 чол.

Висновок: люди, що втратили працездатність складають – 42 чол. (22 – з середнім і важким ступенями і 20 зі смертельним виходом).

Результати оцінки хімічної обстановки зводимо в табл. 6.

Таблиця 6 Результати оцінки хімічної обстановки

Джерело зараження	Тип СДОР	Кількість СДОР	Глибина зони зараження	Ширина зони зараження	Площа зони зараження	Втрати (чол)
Хімічно-небезпечний об'єкт	Аміак	10 т	265,9 м	39,8 м	5291,4 м <sup>2</sup>	42

Висновки: по оцінці хімічної обстановки зробивши розрахунки можна визначити, що для того, щоб підвищити стійкість об'єкту в умовах хімічного зараження необхідно, в першу чергу, зробити обваловку ємкості з аміаком. Глибина зони зараження зменшиться при цьому в 1,5 рази. Зберігати в ємкості тільки допустиму кількість СДОР. Забезпечити протигазами всіх працюючих (100%) для зменшення людських втрат. Розташувати ємкість з аміаком як надалі від об'єкту. Евакуювати людей в напрямку протилежному напрямку розповсюдження зараженої хмари (тобто в північно-східному).

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Заходи щодо зменшення ступеня забруднення води

Основними заходами щодо зменшення ступеня забруднення води є:

очищення стічних вод

використання стічних вод для зрошення

впровадження замкнених технологій водо забезпечення

скорочення обсягів скидання забруднювачів у водойми

вдосконалення технологічних процесів

нормування якості води, тобто розробка критеріїв її придатності для різних видів водокористування.

Очищення стічних вод. Усі природні водойми здатні самоочищатися. Самоочищення води - це нейтралізація стічних вод, випадіння в осад твердих забруднювачів, хімічні, біологічні та інші природні процеси, що сприяють видаленню з водойми забруднювачів і поверненню води до її первісного стану.

Однак здатність водойми до самоочищення має свої межі. Сьогодні у водойми надходить така величезна кількість стічних вод, настільки забруднених різними токсичними для їхніх мешканців речовинами, що багато водойм почали деградувати. Тому людство, якщо воно хоче мати майбутнє, мусить негайно вжити спеціальних заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до такого стану, за якого вони стали б придатними для вико ристання.

Чинними законами України передбачається, що для різних господарських потреб має використовуватися вода певної якості. Недопустимо, наприклад, використовувати питну воду для охолодження блоків ТЕС, забороняється скидати у водойми стічні води, які містять цінні відходи, що можуть бути вилучені із застосуванням раціональної технології. Основний напрям захисту водного середовища - перехід підприємств до роботи за схемою замкненого циклу водопостачання, коли вони після очищення власних стічних вод по вторно використовують їх у технологічному циклі, і забрудне ні стічні води

взагалі не потрапляють у водойми.

У сільському господарстві слід запровадити сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна суцільного поверхневого поливу на зрошуваних землях дощуванням або краплинним поливом дає змогу зробити ті самі врожаї з меншими в (5-7 разів) витратами води. Скоротити кількість пестицидів, фосфатів, нітратів, що потрапляють у водойми, можна частковою заміною хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби зі шкідниками і хворобами рослин, чітким дотриманням сівозмін, уведенням більш продуктивних і стійких до хвороб та шкідників рослин.

Очищення стічних вод - це руйнування або видалення з них забруднювачів знищення в них хвороботворних мікробів. Сьогодні застосовуються два методи очищення стічних вод: у штучних умовах (у спеціально створених спорудах) і в природних (на полях зрошення, в біологічних ставках тощо). Забрудненні стічні води послідовно піддають механічному, хімічному і біологічному очищенню.

Механічне очищення полягає у видаленні зі стічних вод нерозчинних речовин (піску, глини, мулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо. Сучасні передові методи із застосуванням найкращих закордонних установок дають змогу видаляти зі стічних вод до 95 % твердих нерозчинних забруднювачів.

Хімічне очищення стічних вод здійснюється після їх механічного очищення. В забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти. Ці речовини вступаючи в реакцію із забруднювачами утворюють нешкідливі речовини, які випадають в осад і видаляються.

Біологічне очищення стічних вод, як правило, завершальний етап. Органічна речовина, що міститься у стічній воді, окислюється аеробними бактеріями до вуглекислого газу і води, а також споживається гетеротрофними - консументами. Чим більше в очищувальній воді є гідробіонтів гетеротрофів і чим вища їхня біологічна активність, тим інтенсивніше відбувається процес очищення. Крім того, організми-фільтратори, поглинаючи й згодом осаджуючи різні суспензії, сприяють їх похованню на дні та освітлюють води. Біологічне

очищення здійснюють у спеціальних гідротехнічних спорудах і установках - на так званих полях зрошення, виведеними бактеріями та водоростями. Комплекс організмів які беруть участь у процесах біологічного очищення, називають активним мулом. Деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами. їх доводиться закачувати в підземні сховища, наприклад, відпрацьовані нафтові родовища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, оскільки ніхто не може дати 100 відсоткової гарантії, що отруйні води не потраплять колись у підземні водоносні горизонти.

Водні об'єкти України які мають особливу наукову цінність оголошенні заповідниками. До таких належать окремі ділянки акваторій Чорного та Азовського морів у межах заповідників "Дунайські плавні" та Чорноморського біосферного, та гідрологічного заказника "Молочний лиман". Україна як учасниця ООН бере участь у вирішенні проблем водних ресурсів світу.

## **9.2 Нормативні вимоги до якості води**

Вода характеризується складом та властивостями, котрі визначають її придатність для конкретних видів водокористування. Оцінка якості води визначається за ознаками, котрі вибираються та нормуються в залежності від виду водокористування.

За видами водокористування та нормами якості всі водоймища поділяють на такі категорії:

1. Для пиття та культурно-побутового призначення;
2. Рибогосподарського призначення.

Склад та властивості води першої категорії відповідають нормам в створах розміщених 1 км вище за течією від водовипуску та в радіусі 1 км до найближчого пункту водокористування. Вода другої категорії не вище нормативів в місцях випуску стічних вод при наявності течії (при відсутності не далі 500 м).

Шкідливі та отруйні речовини нормують за лімітуючим показником

шкідливості (ЛІШ), який для води першої категорії буває трьох видів:

санітарно-токсикологічний;

загальносанітарний;

органолептичний.

Для водоймищ другої категорії додають ще токсикологічний та рибогосподарський ЛІШ.

Вода вважається чистою, коли вміст шкідливих речовин в ній не перевищує ГДК, а склад та властивості її не виходять за рамки нормативів. В основу нормування всіх забруднювачів покладено визначення ГДК.

Для води культурно-побутового та господарсько-питного призначення в основу нормування покладені переважно санітарно-токсикологічні, загальносанітарні та органолептичні обмеження, а для води рибогосподарського призначення - рибогосподарські, токсикологічні і почасти органолептичні ліміти. Всього для води господарсько-питного призначення - для 147 речовин.

У 1997 р. Міністерство охорони здоров'я України з метою забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення затвердило Державні санітарні правила і норми (СанПіН) "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централ ізо щодо вмісту забруднювальних речовин, які за своїми показниками наближаються до нормативів Всесвітньої організації охорони здоров'я.

### **9.3 Правова охорона вод**

**Водний кодекс України (1995)** Правова основа водних ресурсів України закладена в законі "Про охорону на вколишнього природного середовища" 1991 р., де зокрема передбачається державний контроль за використанням і охороною водних ресурсів, ведення водного кадастру.

Важливим правовим документом є Водний кодекс України 1995 р. Він забезпечує правову охорону вод від забруднення, засмічення і виснаження і регулює порядок їхнього використання. Водний кодекс встановлює пріоритет



питного і побутового водокористування. З метою охорони вод, які використовуються для питних і побутових, курортних, лікувальних і оздоровчих потреб, встановлюються округи і зони санітарної охорони із суворим режимом використання, а також водоохоронні зони лісів.

У Водному кодексі закріплені обов'язки водокористувачів щодо раціонального використання водних об'єктів, економного використання води, відновлення і поліпшення її якості. Власники засобів водного транспорту, лісосплавні організації повинні не допускати забруднення і засмічення вод внаслідок втрати масел, хімічних речовин і нафтопродуктів, деревини.

Сільськогосподарські підприємства повинні попереджувати забруднення вод мінеральними добривами і отрутохімікатами. У Водному кодексі встановлено кримінальну або адміністративну відповідальність за порушення водного законодавства (самовільне захоплення водних об'єктів, забруднення і засмічення вод, безгосподарне використання вод, введення в експлуатацію підприємств та інших об'єктів без споруд, які попереджують забруднення і засмічення вод та ін.), а також передбачено відшкодування збитків, які заподіяні порушенням водного законодавства.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

В представленій магістерській роботі запропоновано технологічний процес виготовлення поршневих кілець для компресорів з полімерних матеріалів. Розраховано споживання енергоносіїв.

Розроблено ТП ремонту вузла. Вдосконалено установку для подрібнення і змішування полімерних матеріалів. Проведено аналіз процесу механічної обробки отворів протягуванням та їх конструкцій. Обгунтовано конструкції гнучкої протяжки для виготовлення отворів на дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску. Досліджено протяжки для обробки отворів на дільниці ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску.

Спроектовано дільницю ремонтного цеху для ремонту деталей ЦПГ компресора високого тиску.

Розроблений економічний розрахунок показав доцільність використання технологічного процесу виготовлення поршневих кілець, при виконанні річної програми ремонту компресорів в кількості 5 тис.шт. При цьому вартість ремонту одного компресора складе 58,53 грн, а ресурс ЦПГ з полімерними поршневими кільцями буде в 1,5...2,5 рази вищий у порівнянні з використанням стандартних чавунних кілець.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Пат. № 103303 Україна, МПК В23D 43/00. Гнучка протяжка / заявники і власники патенту Гевко Іван Богданович, Вар'ян Андрій Романович, Третьяков Олександр Леонідович, Шуст Ігор Михайлович. – u2015 05779, заявл. 12.06.15; опубл. 10.12.15, Бюл. № 23.
2. Гевко І.Б. Технологічні передумови і розрахунки протяжки для виготовлення гальмівних елементів приводів машин. / Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки // І.Б. Гевко, М.Г. Левкович, П.В. Босюк – 2015. – № 2 (73). - Ст. 27-32.
3. Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ : учеб. пособие для вузов / О. В. Таратынов [и др.] ; под ред. О. В. Таратынова, Ю. П. Тарамыкина. – М. : Высш. шк., 1991. – 423 с.
4. 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.
5. 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.
6. Войтов В.А., Подригало М.А. “Конструктивна зносостійкість вузлів тертя машин. - Харків: Центр Леся Курбаса, 1996.-138с.
7. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: Навч. Посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 287 с.
8. Губський А.Г. Цивільна оборона. К.: Міносвіта, 1995. – 216 с.
9. Чернець М., Пашечко М., Невчас А. Дослідження та розрахунки трибосистем ковзання, методи підвищення довговічності і зносостійкості. Т1. Методи прогнозування та підвищення зносостійкості триботехнічних систем ковзання. – Дрогобич: Коло, 2001. - 492 с.
10. Н.А. Ястребкова, А.И. Кондаков Техническое обслуживание и ремонт компрессоров. М.: Машиностроение. 1991. –240с.

11. Методичні вказівки з курсу “Безпека життєдіяльності” для практичних занять. – Кіровоград: КІСМ, 1996. – 43 с.
12. Миценко І.М. Забезпечення життєдіяльності в навколишньому середовищі. – Кіровоград, 1998.
13. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 382 с.
14. Охорона праці. Методичні вказівки до виконання розрахунків з використанням персональних ЕОМ IBM сумісного типу. Частина 1. Захисне заземлення. – Кіровоград: КІСМ – 1997.
15. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.