

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

---

Інженерії машин, споруд та технологій

---

(назва факультету)

Автомобілів

---

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

---

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗИЛ-431410 з дослідженням конструктивних параметрів затискних пристроїв з гвинтовими елементами*

---

Виконав: студент VI курсу, групи МАм-61  
спеціальності  
274 «Автомобільний транспорт»

---

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Процанін В.Я

---

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

---

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

---

(прізвище та ініціали)

Рецензент

---

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

«07» жовтня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Процаніну Віталію Ярославовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗІЛ-431410 з дослідженням конструктивних параметрів затискних пристроїв з гвинтовими елементами

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Гевко Іван Богданович д.т.н., професор

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

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

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

Аналіз способів відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗІЛ-431410 – А1;

Схема технологічного ремонту розподільного валу – А1; Знімач та деталювання – А1;

Установка високошвидкісної наплавки – А1; Установка для наплавлення – А1;

Приспособування для фрезерування шпонкових пазів – А1; Пристрій для кріплення розподільного

вала – А1; Пристрій для контролю прогину валів – А1; Результати експериментальних

досліджень – А1; Дільниця ремонту розподільчих валів – А1;

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 07.10.2019 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>07.10.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>14.10.19 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)

*Процанін В.Я.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

*Гевко І.В.*

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗИЛ-431410 з дослідженням конструктивних параметрів затискних пристроїв з гвинтовими елементами».

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 99 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 9 сторінок додатків.

Ключові слова: клапан, фази газорозподілу, ланцюг, періодичність технічного обслуговування, технічна операція.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Газорозподільний механізм, призначення, будова і принцип дії.....	8
1.2 Характеристика деталі.....	12
1.3 Дефектація розподільного валу.....	13
1.4 Висновки та постановка завдання магістерську роботу.....	14
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	16
2.1 Сучасні методи досягнення в технології відновлювання деталей.....	16
2.2 Технологічний маршрут.....	23
2.3 Технологічні бази.....	24
2.4 Технологічне обладнання.....	24
2.5 Нормування технологічного процесу.....	24
2.6 Розрахунок режимів різання, що забезпечують потрібну точність обробки.....	25
2.7 Оптимізація режимів різання.....	31
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	33
3.1 Конструювання пристрою для контролю прогину валів.....	33
3.2 Огляд і аналіз існуючих конструкцій.....	33
3.3 Будова і робота проектного пристрою.....	33
3.4 Розрахунок притискної пружини.....	35
<b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	38
4.1 Математичне моделювання в САПР.....	38
4.2 Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій.....	39
4.3 Основи автоматизованого проектування складних об'єктів і систем.....	41
<b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	45
5.1 Аналіз затискних пристроїв для затиску заготовок.....	45
5.2 Обгунтування конструкції затискного пристрою для затиску заготовок на дільниці ремонтного цеху для відновлення розподільчого валу 130- 1006018-А двигуна ЗІЛ-431410.....	46
5.3 Дослідження затискних пристроїв цангового типу для затиску заготовок	47

<b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>52</b>
6.1 Призначення та виробнича програма дільниці.....	52
6.2 Режим роботи дільниці.....	52
6.3 Річні фонди часу.....	53
6.4 Виробнича програма.....	53
6.5 Трудомісткість робіт.....	55
6.6 Розрахунок кількості допоміжних робітників і працівників інших категорій.....	57
6.7 Розподіл робітників за професіями та розрядами робіт.....	58
6.8 Кількість обладнання і робочих місць.....	59
6.9 Площа дільниці.....	62
6.11 Обґрунтування плану розташування обладнання.....	62
6.12 Схема вантажопотоків та підйомно-транспортних засобів.....	63
<b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>64</b>
7.1 Розрахунок собівартості відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗІЛ-431410.....	64
7.2 Економічний розрахунок затрат.....	70
<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>78</b>
8.1 Вимоги безпеки до території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд.....	78
8.2 Освітлення.....	81
8.3 Принципи захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.....	82
<b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>88</b>
9.1 Правова охорона навколишнього природного середовища в населених пунктах.....	88
9.2 Охорона водного середовища.....	92
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>97</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>98</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

На даний час в Україні існує велика кількість різних підприємств, які задіяні у різних сферах обслуговування: перевезення вантажів та пасажирів.

Тема магістерської роботи – проект дільниці ремонтного цеху для відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗИЛ-431410 з дослідженням конструктивних параметрів затискних пристроїв з гвинтовими елементами. Вибір цієї теми зумовлений попитом на потребу створення дільниці на базі підприємства. Потреба такої дільниці спричинена тим, що в сучасному автотранспорті спостерігається більш швидка зношуваність деталей та оскільки кожного року виробляються нові автомобілі спостерігається нестача деталей для заміни в попередньо створених моделях.

А конкретніше в цій магістерській роботі йдеться про відновлення таких деталей як: розподільчі вали. Ці деталі найінтенсивніше зношуються в двигунах і є дорогими у придбанні. Тому доцільне і раціональне використання коштів відбудеться при централізованому відновленні саме цих деталей.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Газорозподільний механізм, призначення, будова та принцип дії

Газорозподільний механізм (рис.1.1) служить для своєчасного впуску в циліндри карбюраторного двигуна пальної суміші чи повітря (у дизельному двигуні) та випуску відпрацьованих газів із циліндрів відповідно до протікання робочого циклу двигуна.

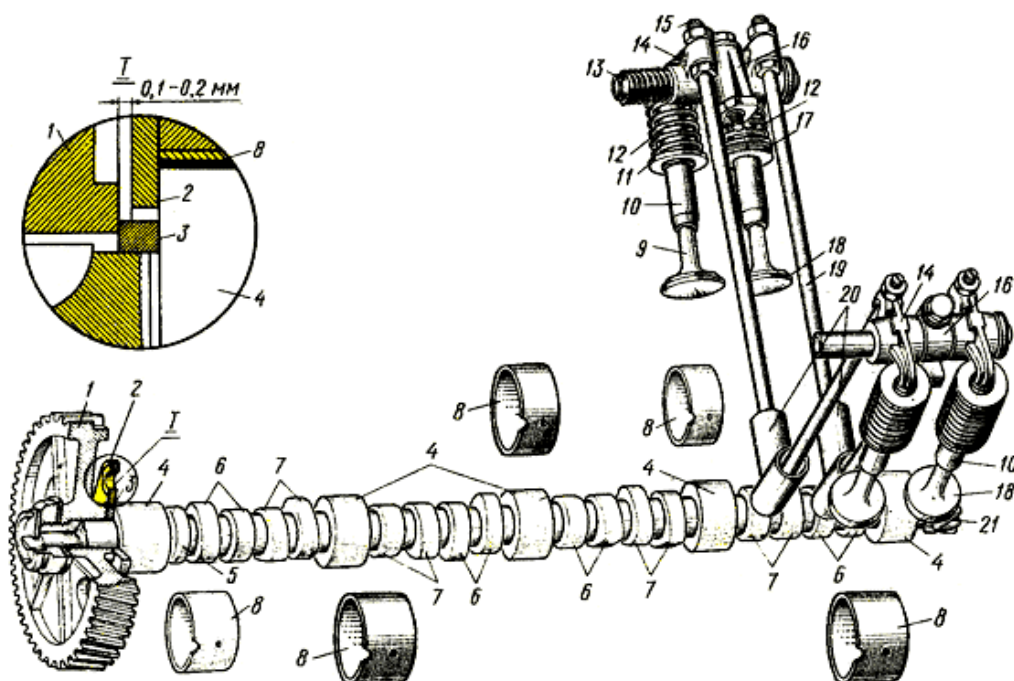


Рис. 1.1. Механізм газорозподілу:

1 – шестерня розподільного валу; 2 – завзятий фланець; 3 – кільце розпору; 4 – опорні шийки; 5 – ексцентрик приводу паливного насос; 6 – кулачки випускних клапанів; 7 – кулачки впускних клапанів; 8 – втулки; 9 – впускний клапан; 10 – напрямна втулка; 11 – наполеглива шайба; 12 – пружина; 13 – вісь коромисел; 14 – коромисло; 15 – регулювальний гвинт; 16 – стійка осі коромисел; 17 – механізм повороту випускного клапана; 18 – випускний клапан; 19 – штанга; 20 – штовхачі, 21 – шестерня приводу масляного насоса та переривника-розподільника.

Типи і пристрій газорозподільних механізмів. На автомобільних двигунах вітчизняного виробництва застосовується клапанний газорозподільний



механізм із нижнім чи верхнім розташуванням клапанів та установкою розподільного вала в блоці чи в голівці блоку циліндрів. На більшості двигунів в циліндрі встановлюють по двох клапана: впускний, відкриваючий доступ горючої суміші чи повітря в циліндр, та випускний, відкриваючий вихід газів, яке відроби́ли, із циліндра.

На деяких двигунах автомобілів встановлюють два впускних та один випускний клапани, і іноді два впускних та два випускних клапани на кожний циліндр. Керування клапанами здійснюється кулачками розподільного вала, яке приводиться в обертання від колінчатого вала за допомогою шестірень чи зірочок ланцюговим чи ремінним приводом.

Складається: Розподільного вала, шестерні привода розподільного вала, штовхачів, штанг, коромисел, вісі коромисел впускних та випускних клапанів (по 1 на кожній циліндр), пружини клапана, тарілок пружин клапана, сухариків, направляючої клапана та сідла клапана

Розподільний вал відливають з чавуну чи виготовляють із сталі. Він має опорні шийки, кулачки, із шестірнею привода масляного насоса та розподільника системи запалювання, ексцентрик привода паливного насоса. в двигуні ЗІЛ-431410 цей ексцентрик та противага встановлені на шпонці на передньому кінці розподільного вала.

Шийки вала, кулачки і ексцентрики піддають поверхневому загартуванню, і потім шліфують. Для зручності встановлювання шийки вала мають різний діаметр, який зменшується від переднього до заднього кінця вала. Для кожного циліндра на валу є впускний та випускний кулачки. Однойменні кулачки різних циліндрів в рядних чотирициліндрових двигунах розміщені під кутом  $90^\circ$ , в V-подібних восьмициліндрових – під кутом  $45^\circ$ .

Розподільний вал обертається в втулках, внутрішня поверхня яких залита бабітом. в V-подібних двигунах вал розміщений між правим та лівим рядами циліндрів.

За час робочого циклу чотиритактного двигуна, тобто за два оберти колінчастого вала, розподільний вал має відкрити один раз усі клапани двигуна, зробивши для цього один оберт. Щоб це забезпечити, кількість зубів шестірни

чи зірочки розподільного вала має бути вдвічі більшою від кількості зубів шестірні колінчастого вала.

У двигунах ЗІЛ-431410, ЗІЛ-130 та ГАЗ-24 вал приводиться в обертальний рух двома шестернями з косими зубами, одну з яких кріплять на колінчастому, і другу на розподільному валу. Шестерні колінчастого вала сталеві, і шестерні розподільних валів двигунів ЗІЛ-431410 та ГАЗ-24 – текстолітові з чавунною маточиною. в двигуна ЗІЛ-130 шестірня розподільного вала виготовлена з чавуну. Шестерні треба встановлювати так, щоб позначки, які є на їх зубах, збігалися. Щоб запобігти осьовому переміщенню розподільного вала, до передньої стінки блока циліндрів двома болтами прикручено сталевий опорний фланець.

У двигуні КамАЗ-740 обертання розподільного вала здійснюється від шестірні колінчастого вала крізь проміжні шестерні, які розміщені па задньою в торці блока двигуна та установлені за позначками. Осьовому переміщенню запобігає підшипник задньої опори, який кріплять до блока трьома болтами.

Штовхачі сталеві чи чавунні, поверхні їх термічно обробляють та шліфують. в двигунах ЗІЛ-431410, ЗІЛ-130, КамАЗ-740; ГАЗ-24 штовхачі виготовлені в вигляді циліндричного стаканчика, в який зверху вставляють штату.

Штанги виготовляють із сталевих чи дюралюмінієвих трубок, в які запресовують з обох боків сталеві наконечники сферичної форми, які внизу впираються в штовхач, і вгорі – в виїмку плеча коромисла. Із збільшенням частоти обертання колінчастого вала понад 5000 об/хв штанги починають вібрувати, яке погіршує роботу -двигуна. в зв'язку з цим на двигунах АЗЛК-412, частота обертання колінчастих валів яких понад 5000 об/хв, розподільний вал розміщений вгорі, і кулачки його діють безпосередньо на коромисла.

В отвори коромисел запресовані бронзові втулки. Коромисла встановлюють на порожнистій осі, яка закріплена в стояках на головці блока циліндрів,

Циліндричні пружини, встановлені на осі між коромислами, обмежують їх поздовжнє зміщення. В одне плече коромисла вкручують гвинт з

контргайкою.

Клапан, який складається з головки та стержня, закриває впускний чи випускний канал головки циліндрів. Щоб циліндри краще наповнювалися пальною сумішшю, головки впускних клапанів виготовляють більшого діаметра, ніж головки випускних. в зв'язку з цим в двигуні ГАЗ-24 впускні клапани мають тюльпаноподібну головку. Фаска головки клапана, скошена під кутом 45 чи 30°, щільно прилягає до фаски сідла.

Сідла клапанів виготовляють в вигляді кілець із жароміцної сталі та запресовують в головку блока циліндрів.

Впускний клапан виготовляють з хромистої, і випускний з жароміцної (сильхромової) сталі. Щоб збільшити строки служби впускних клапанів деяких двигунів, в тому числі ЗИЛ-130, роблять жароміцну наплавку посадочної фаски. Для кращого відведення тепла стержні випускних клапанів двигунів ЗІЛ-431410 та ЗИЛ-130 виготовляють порожнистими та наповнюють натрієм. Клапани менше спрацьовуються, коли вони під час роботи повертаються навколо своєї осі. в двигунах ЗІЛ-431410 та ГАЗ-24 клапани обертаються завдяки встановленню між упорною шайбою та сухарями загартованої конічної втулки, зовнішній конус якої не повністю збігається з внутрішнім конусом упорної шайби, і випускні клапани двигуна ЗИЛ-130 мають навіть механізм примусового обертання, який міститься між нижньою упорною шайбою пружини клапана та поверхнею головки циліндрів.

Напрямні втулки стержнів клапанів виготовляють з чавуну чи металокераміки та запресовують в головку циліндрів. Стопорне кільце чи буртик на верхньому кінці втулок запобігають їх зміщенню в осьовому напрямі..

Пружину виготовляють із спеціального сталюго прутку ясного дроту. Вона призначена для щільної посадки клапана в сідло. Пружина удирається одним кінцем в шайбу на головці циліндра, і другим в упорну шайбу, яку утримують два конічні сухарі, яке входять в кільцеву виточку стержня клапана. На стержнях впускних клапанів встановлюють гумові ковпачки, які зменшують попадання масла в циліндри.

Для забезпечення щільної посадки клапана в сідло під час роботи, коли стержень подовжується, між клапаном та штовхачем чи коромислом повинен бути тепловий зазор який контролюють на холодному двигуні.

## 1.2 Характеристика деталі

Розподільчий вал є складовою частиною газорозподільного механізму, він передає рух від колінчастого валу крізь штанги коромислам, які в свою чергу відкривають та закривають клапани. Вал має нижнє розташування та містить п'ять опор та шістнадцять кулачків ( по два кулачки на циліндр ), а також зубчате колесо приводу розподільювача запалювання, масляного насосу та ексцентрик приводу паливного насосу.

В процесі роботи деталь працює в складних умовах тому її виготовляють із вуглецевої конструкційної сталі 45 (ГОСТ 1050-60).

Для розробки технології ремонту необхідно навести основні властивості матеріалу деталі та усі можливі дефекти. Нижче, приведенні таблиці з основними характеристиками матеріалу та описом дефектів.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі 45 в %.

C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%
0,45	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10

Таблиця 1.2. Механічні властивості сталі 45.

Межа міцності при розтягу	Межа текучості	Відносне видовження	Ударна в'язкість	Твердість
$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_S$ , %	$a_n$ , кгс*м/см <sup>2</sup>	HRC, МПа
750	450	6	5	52-62

Таблиця 1.3. Технологічні властивості сталі 45.

Термообробка	Зварні властивості	Механічна оброблюваність, K <sub>П</sub> для різців із	
1	2	3	
Гартування з нагрівом напругою високої частоти на глибину гартованої поверхні 1,8- 2,2 мм,	Добрі	P18	T5K10
відпуск		0,75	0,85

### 1.3 Дефектація розподільного валу

Таблиця 1.4. Технічні умови на контроль, сортування та відновлення.

Найменування дефектів	Спосіб встановлення дефекту та вимірювальні інструменти	Розміри, мм			Висновок
		Номіналь ний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	2	3	4	5	6
1. Відколи по торцях вершин кулачків	Зовнішній огляд	–	Не більше 2 по ширині кулачка	Більше 2 але не більше 3	Ремонтувати. Притупити гострі кромки. При відколах більше 3 мм по ширині кулачка на плавка з подальшим шліфуванням по копіру

1	2	3	4	5	6
2. Згин валу	Призми та індикатор	Биття проміжних опорних шийок не більше 0,025 при опорі на крайні шийки	Биття проміжних опорних шийок не більше 0,05	Биття проміжних опорних шийок більше 0,05	Ремонтувати. Правка
3. Зношення передньої та проміжної шийок	Мікрометр 50-70мм	51-0,02	-	Менше 50,98	Шліфування до ремонтного розміру. Хромування. Насталювання
4. Зношення задньої опорної шийки	Мікрометр 25-50мм	45-0,017	-	Менше 44,983	Теж саме
5. Зношення шийки під розподільчу шестерню	Скоба 30,00 мм чи мікрометр 25-50 мм	+0,036 30 +0,015	30,00	Менше 30,00	Ремонтувати. Наплавка. Хромування чи металізація
6. Зношення впускних та випускних кулачків по висоті	Мікрометр 25-50мм	а-в =6,85-0,10	а-в = 5,8	а-в менше 5,8	Ремонтувати. Наплавка та шліфування кулачків по копіру.

#### 1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Відновлення зношених розподільних валів може бути значним додатковим ресурсом в зниженні собівартості продукції та при цьому виникає

можливість створення додаткових робочих місць.

Поставлено завдання, яке потрібно вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

1. Провести аналіз величини та характеру зношування деталей типу розподільний вал.
2. Охарактеризувати основні методи відновлення та зміцнення валів.
3. Розробити технологічний процес відновлення розподільних валів способом електродугового наплавлення порошкового дроту під шаром флюсу.
4. Запропонувати пристосування для розбирання валів та фрезерування шпонкових пазів.
5. Спроекувати ділянку для відновлення розподільного валу 130-1006018-А двигуна ЗИЛ-431410.
6. Дослідити конструктивні параметри затискних пристроїв з гвинтовими елементами.
5. Дати техніко-економічну оцінку запропонованого процесу.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Сучасні методи досягнення в технології відновлювання деталей

Використання додаткової ремонтної деталі можуть мати форму гільзи, кільця, шайби, пластини, різьбової втулки або спіралі (рис. 2.1).

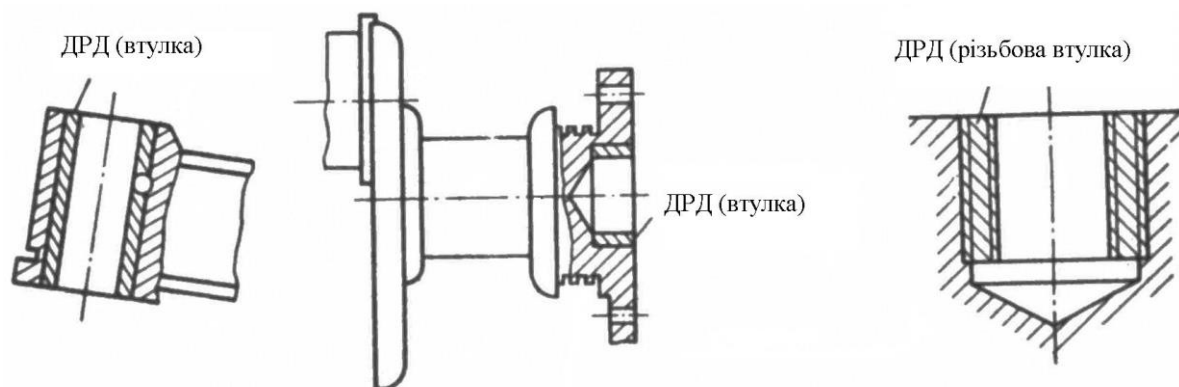


Рис. 2.1. Додаткові ремонтні деталі.

Пластичну деформацію деталей із відповідною метою відновлення зношених поверхонь проводять за допомогою наступних видів обробки: осадки, роздачі, обтискання, витяжки і накатки (рис. 2.2).

Одним із способів відновлення зношених поверхонь деталей пластичною деформацією є електромеханічне висаджування (рис. 2.3). При цьому способі обробки збільшення діаметру деталі відбувається за рахунок витискування металу. Процес пластичної деформації значно прискорюється за рахунок тепла, що виділяється при проходженні електричного струму і від тертя інструменту об деталь. Це тепло забезпечує місцевий нагрів деталі до температури  $850\div 900^{\circ}\text{C}$ . Джерелом струму при цьому виді обробки може служити трансформатор для електроконтактного зварювання.



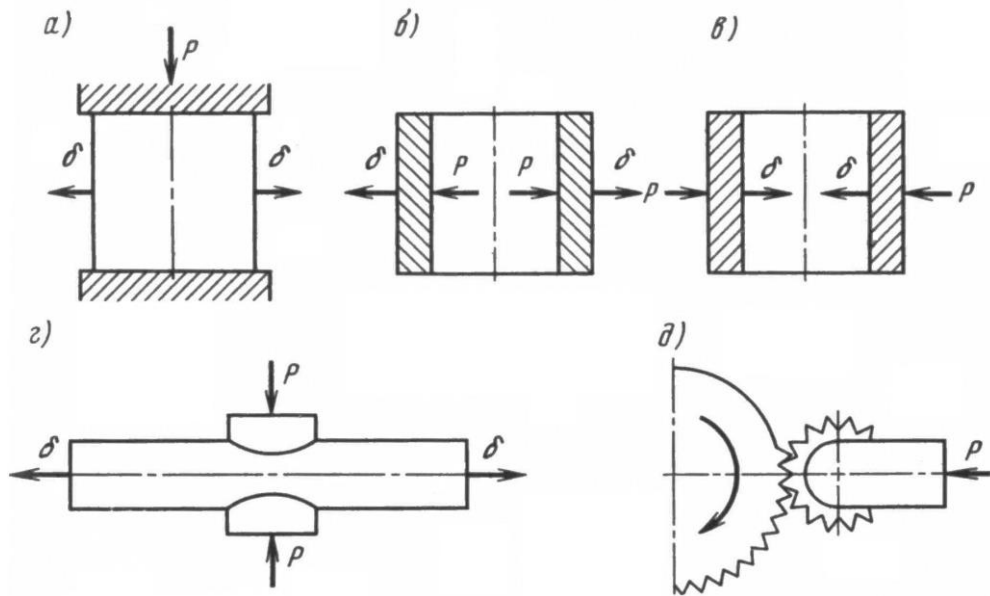


Рис. 2.2. Принципові схеми видів пластичної деформації:

а – осадка; б – роздача; в – обтискання; г – витяжка; д – накатка;  $P$  – зусилля;  $\delta$  – деформація

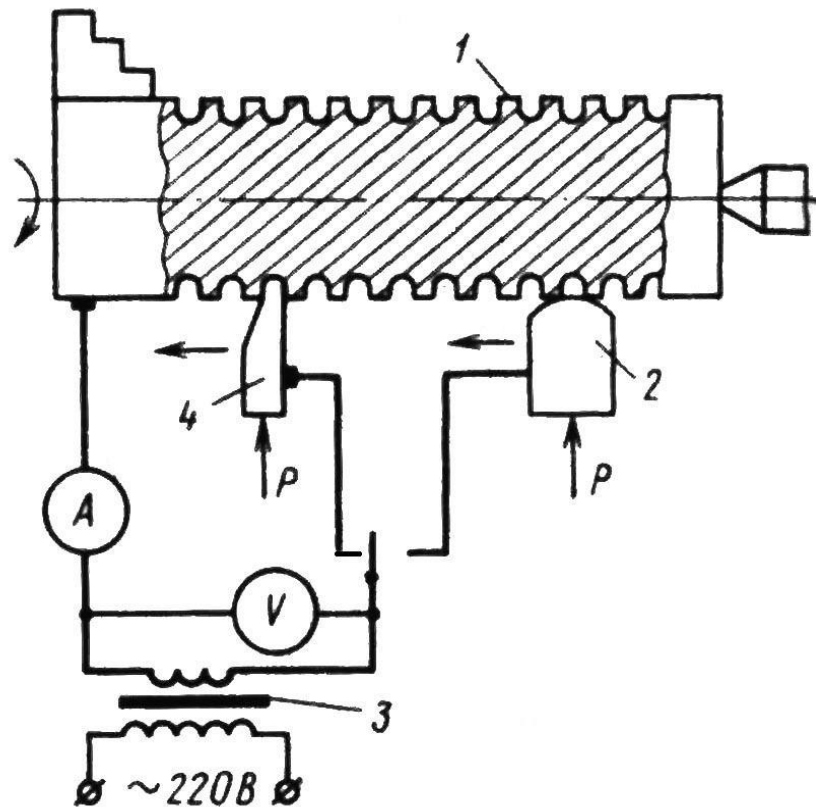


Рис. 2.3. Схема електромеханічного висаджування:

1 – деталь; 2 – вигладжувальна пластина; 3 – понижуючий трансформатор; 4 – висаджувальна пластина

Цим способом можна відновлювати сталеві деталі будь-якої твердості.

Максимальне збільшення діаметру відновлюваної поверхні при висаджуванні складає  $0,4 \div 0,5$  мм. Після висаджування рекомендується проводити електромеханічну обробку поверхні деталі вигладжуванням пластинкою з радіусом закруглення  $80 \div 100$  мм. При вигладжуванні отримують необхідну точність обробки і шорсткість поверхні не нижче  $Ra\ 0,63 \div Ra\ 0,16$ .

До недоліків цього способу слід віднести обмеженість номенклатури відновлюваних деталей і неможливість повторного відновлення деталей, а також деяке зниження механічної міцності деталей.

В авторемонтному виробництві ручне електродугове зварювання зазвичай застосовують при усуненні в деталях тріщин і зламів невеликих розмірів, коли застосування механізованих способів зварювання нераціонально, а також при зварюванні деталей складної форми.

Ручне наплавлення застосовують при відновленні зношених поверхонь деталей невеликих розмірів, а також при відновленні гладких і різьбових отворів діаметром менше 25 мм.

Газове зварювання в авторемонтному виробництві застосовується при ремонті кабін, кузовів, а також при відновленні деталей, виготовлених з чавуну і алюмінієвих сплавів.

Газове зварювання базується на використанні тепла, що виділяється при згорянні в середовищі кисню горючих газів. Найбільше застосування знайшло ацетилено-кисневе зварювання, яке забезпечує отримання концентрованого полум'я температурою  $3100 \div 3300^{\circ}\text{C}$ .

Для змішування горючого газу з киснем в потрібній пропорції і утворення полум'я застосовують зварювальні пальники. При ремонті автомобілів найчастіше застосовують інжекторні пальники типу ГС-53 і ГСМ-53. Кожен пальник має декілька змінних наконечників, які мають різну витрату горючого газу.

Режим газового зварювання визначається двома параметрами: видом зварювального полум'я і потужністю зварювального пальника.

При цьому способі наплавлення механізовано два основні рухи електроду – подача його в міру оплавлення до деталі і переміщення вздовж зварювального

шва.

Деталь при автоматичному електродуговому наплавленні під шаром флюсу установлюють в патроні або центрах спеціально переобладнаного токарного верстата, а наплавлювальний апарат типу А-580М або ПАУ-1 на його супорті (рис. 2.4).

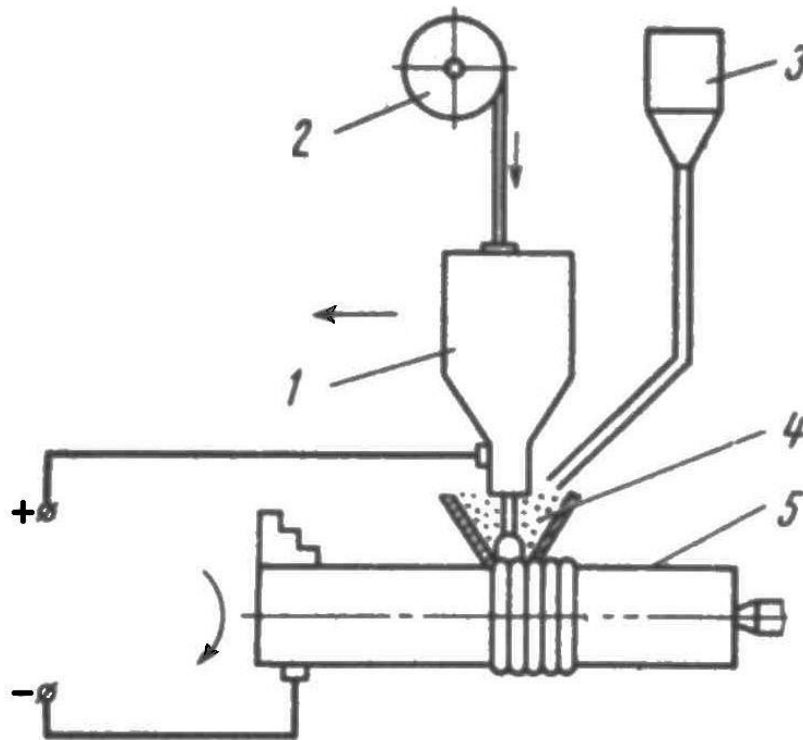


Рис. 2.4. Принципова схема автоматичного електродугового наплавлення під шаром флюсу.

При способі зварювання і наплавлення захист зони горіння електричної дуги і розплавленого металу від кисню на азоту повітря здійснюється струменем вуглекислого газу (рис. 2.5).

Автоматичне наплавлення в середовищі вуглекислого газу застосовують при відновленні зношених поверхонь деталей.

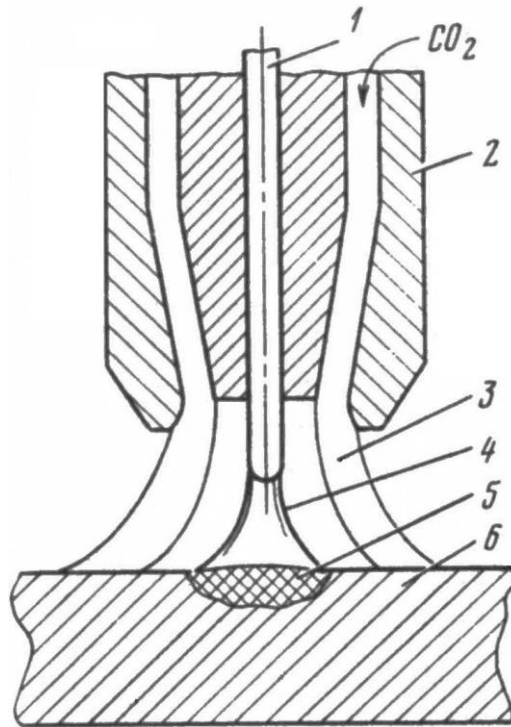


Рис. 2.5. Схема горіння дуги в середовищі вуглекислого газу:

1 – електрод; 2 – муштук електродотримача; 3 – струмінь захисного газу; 4 – електрична дуга; 5 – наплавлений метал; 6 – деталь

Основною перевагою автоматичного вібродугового наплавлення є невеликий нагрів деталей (біля  $100^{\circ}\text{C}$ ), мала зона термічного впливу і можливість отримання наплавленого металу з необхідною твердістю і зносостійкістю без додаткової термічної обробки.

Кожен цикл вібрації дроту включає чотири послідовно протікаючих процеси (рис. 2.6): коротке замикання, відрив електроду від деталі, електричний розряд і холостий хід.

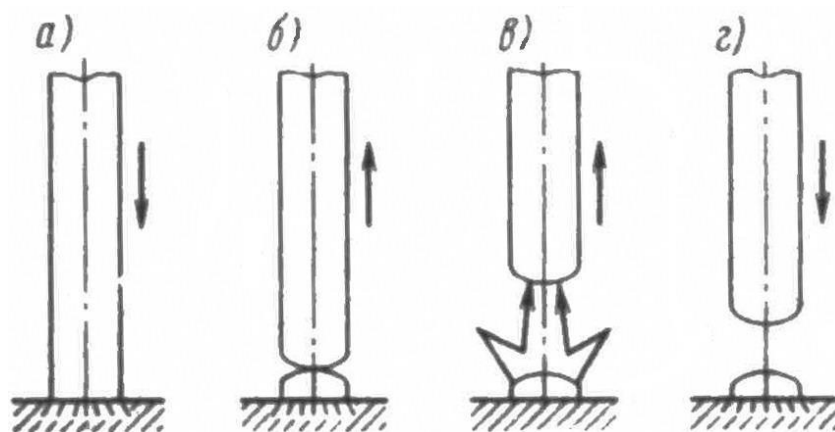


Рис. 2.6. Схема процесу вібродугового наплавлення.

Плазмове наплавлення є новим, але вельми перспективним способом нанесення металевих покриттів на зношені поверхні деталей при їх відновленні.

Як джерело теплової енергії при плазмовому напавленні використовується струмінь плазми. Плазма являє собою частково або повністю іонізований газ, що нагрітий до дуже високої температури і володіє властивістю електропровідності. При плазмовому напавленні застосовують низькотемпературну плазму, температура якої складає  $10 \div 30$  тис.  $^{\circ}\text{C}$ . Плазмовий струмінь отримують в спеціального пристроях, які називають плазмотронами або плазмовими пальниками. Плазмотрон (рис. 2.7) складається з двох основних частин: катодної та анодної. Катод плазмотрона являє собою стержень діаметром  $6 \div 8$  мм, виготовлений з лантанованого вольфраму, який через водяну сорочку охолоджується проточною водою. Анодна частина (сопло), виготовлена з міді, також охолоджується водою.

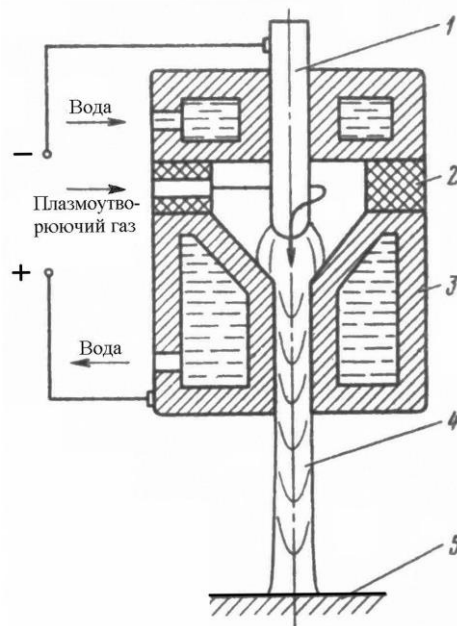


Рис. 2.7. Схема плазмотрона:

1 – вольфрамовий катод; 2 – ізоляційна прокладка; 3 – сопло (анод); 4 – плазмовий струмінь; 5 – деталь

Для того, щоб отримати плазмовий струмінь між анодом і катодом, утворюють електричну дугу і в зону її горіння вводять плазмоутворювальний газ, який, проходячи через дуговий проміжок, нагрівається до високої температури і іонізується, тобто розпадається на позитивно і негативно

заряджені іони.

Існують три різновиди електричного контактного зварювання: стикове, точкове і шовне (роликове).

Стикове зварювання деталей відбувається шляхом місцевого нагріву кромки, що сполучаються, за рахунок струму, що проходить через місце контакту і одночасної пластичної деформації розігрітих кромки деталей (рис. 2.9).

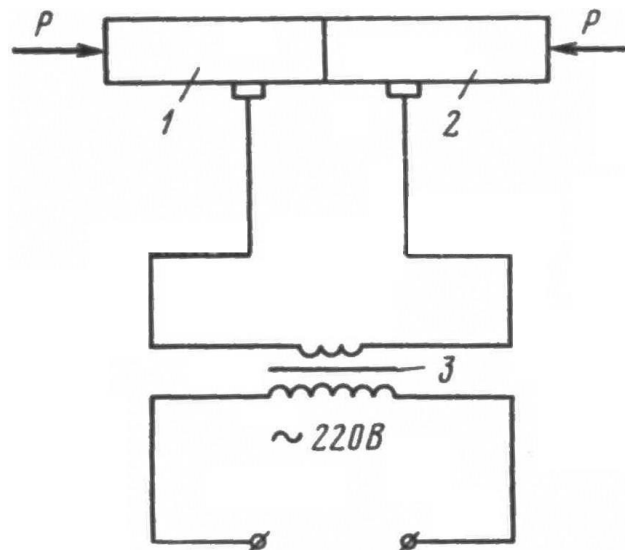


Рис. 2.9. Принципова схема стикового зварювання:

1 і 2 – деталі, які зварюються; 3 – понижувальний трансформатор; P – зусилля.

В авторемонтному виробництві цей метод застосовують при відновленні карданних валів, півосей і інших деталей способом заміни частини деталі.

Перевагою цього способу зварювання є те, що він дозволяє сполучати деталі, виготовлені з різних металів і сплавів.

Газополуменеве напилення відбувається за допомогою спеціального обладнання, у якому плавлення напилюючого матеріалу відбувається ацетиленокисневим полум'ям, а його розпилювання струменем стислого повітря (рис. 2.9).

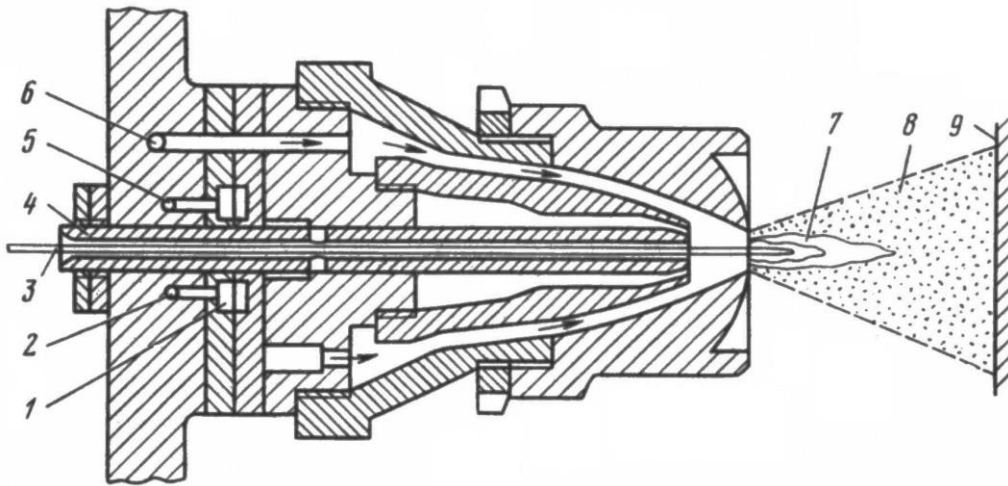


Рис. 2.9. Розпилювальна головка газоплазмового апарату:

1 – камера змішувача; 2 – канал підведення кисню; 3 – дріт; 4 – направляюча втулка; 5 – канал підведення ацетилену; 6 – повітряний канал; 7 – ацетиленокисневе полум'я; 8 – газометалевий струмінь; 9 – поверхня, що металізується

## 2.2 Технологічний маршрут

Аналіз наведених дефектів (таблиця 1.4) дозволяє розробити маршрут відновлення. Маршрут реалізується наступними технологічними операціями:

Операція 005. Пресова

Правити вал

Операція 010. Фрезерна

Фрезерувати зубчасту поверхню

Операція 015. Шліфувальна

Шліфувати зовнішні циліндричні поверхні

Операція 020. Шліфувальна

Шліфувати кулачки

Операція 025. Полірувальна

Полірувати кулачки та циліндричні поверхні.

## 2.3 Технологічні бази

Для реалізації операції 005-010 в якості технологічної бази вибрана зовнішня циліндрична поверхня шийок

Для реалізації операції 015,020,025 в якості технологічної бази вибрана зовнішня циліндрична поверхня шийок та торцеві поверхні кулачків.

#### **2.4 Технологічне обладнання**

Для виконання технологічних операцій вибираємо технологічне обладнання:

005 Пресова - прес-гідравлічний мод. 2135-1М АСО;

010 Фрезерна - горизонтально-фрезерний верстат мод. 6Н80;

015 Шліфувальної - круглошліфувальний верстат мод. 3Б12;

020 Шліфувальної - верстат для перешліфування кулачків мод. 3А433;

025 Полірувальної - півавтомат для суперфінішу мод. 3875К.

#### **2.5 Нормування технологічного процесу**

Для нормування технологічного процесу необхідно для серійного виробництва визначити штучно-калькуляційний час,  $t_{\text{шт. к.}}$ .

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою:

$$t_{\text{шт. к.}} = t_{\text{шт.}} + t_{\text{п. з.}}/N$$

Підготовчо-заклучний час на операцію згідно [6] становить 18 хв.;

$$t_{\text{п. з.}} = 18 \text{ хв.}$$

Штучний час  $t_{\text{шт.}}$  визначаємо за формулою:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оо}} + t_{\text{доп}} + t_{\text{дод}}$$



$$t_{\text{доп}} \approx 0,5 t_o; t_{\text{дод}} = 0,1(t_o + t_{\text{дод}}) [6]$$

$$t_{\text{тш.}} = t_o + 0,5t_o + 0,1 * 0,5 * t_o + 0,1 t_o = 1,65 t_o$$

Основний час на операцію  $t_o = 0,35$  хв.

Тоді

$$t_{\text{тш. к}} = 1,65 + 0,35 + 18/20 = 1,48 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків заносимо в технологічні документи.

## **2.6 Розрахунок режимів різання, яке забезпечують потрібну точність обробки**

Розрахунок режимів різання повинен враховувати екологічність, точність обробки, якість поверхні та повинен бути зв'язаний з величиною допуску на обробку та аналізом похибок обробки, як незалежних, так та не залежних від режимів різання. Важливе значення має також підбір параметрів точності, по якому відбувається розрахунок режимів різання. До нього повинні пред'являтися наступні вимоги:

- наявність функціональної залежності від режимів різання, даних по похибці виміру та вплив окремих складових на сумарну похибку обробки;
- відображення вибраним параметрам точності умов роботи та призначення деталі;
- можливість швидкої та обґрунтованої оцінки точності обробки, яке дозволяє оцінити відповідність фактичних та оптимальних режимів різання та перевірити правильність розрахунку сумарної похибки обробки та її окремих складових, і також їх «питому вагу» в сумарній похибці обробки.

Наприклад, для зубчатих коліс, необхідно, щоби вибраний параметр точності входив в контрольний комплекс, встановлюваний при проектуванні передачі та входив в технічні умови на зубчате колесо, яке приводяться в робочих кресленнях, чи був функціонально зв'язаний з одним чи декількома

показниками точності, яке входять в контрольний комплекс. Цим потребам відповідають такі показники точності, як похибка основного кроку  $\Delta t_0$ , похибка профілю  $\Delta f$ , коливання вимірювальної міжцентрової віддалі на одному зубі  $\Delta u_a$  та за оберт  $\Delta \theta_a$ , зміщення вихідного контуру  $\Delta h$ .

Найбільш повно перерахованим потребам відповідають  $\Delta t_0$  та  $\Delta f$ , які в значній мірі взаємозамінні, так як по похибці основного кроку можна судити про похибку профілю.

Оптимальність режимів різання визначається по складному критерію, яке складається із декількох частин, якими можуть бути: собівартість обробки – А, продуктивність обробки – П, та точність обробки  $\Delta p$  ( $\Delta p$  - похибка, яке залежить від режимів різання), чистота оброблюваної поверхні та кількості поверхневого шару. Ці критерії визначають економічність виготовлення та експлуатаційні характеристики машин та приладів.

Режими різання, яке відповідають одночасно всім чи хоча би двом критеріям оптимальності (наприклад мінімальна собівартість та задана точність обробки) в більшості не співпадають між собою. Тому є можливість вибору режимів різання, при яких лише один критерій оптимальності має екстремальне значення (мінімум чи максимум).

Для конкретних умов обробки швидкість різання та подача можуть забезпечити повний мінімум собівартості обробки. коли вибір подачі чи швидкості різання визначається якими-небудь іншими факторами можна отримати лише приблизний мінімум собівартості обробки – чи по швидкості різання, чи по подачі. Швидкість різання, яке відповідає мінімальній собівартості завжди менше швидкості різання при якій продуктивність обробки максимальна.

Найчастіше продуктивність обробки визначається річною програмою випуску виробів, і точність та якість обробки технічними умовами, тому яке найбільш цілеспрямованим є вибір режимів, при яких собівартість мінімальна, і продуктивність, точність та жорсткість поверхні відповідають заданим. Під дією випадкових та закономірно змінюючих факторів при постійних режимах різання проходить зсув екстремальних точок чи екстремальних вершин

критеріїв оптимальності з плином часу. Тому режими різання неперервні в процесі обробки.

Якщо функції собівартості  $A$ , продуктивності  $\Pi$ , похибки залежної від режимів різання  $\Delta p$ , маючи екстремум тільки для одного із елементів режиму різання, і для іншого елемента він відсутній, чи ж слабо виражений, можна забезпечити лише приблизну мінімальну собівартість, максимальну продуктивність та точність обробки. Швидкість різання чи подача, яке відповідають цьому екстремуму визначаються із рівнянь.

$$\frac{dA}{dV} = 0; \quad \frac{d\Pi}{dV} = 0; \quad \frac{d\Delta p}{dV} = 0;$$

$$\frac{dA}{dS} = 0; \quad \frac{d\Pi}{dS} = 0; \quad \frac{d\Delta p}{dS} = 0;$$

в залежності від того, який елемент режиму різання найбільш впливає на  $A$ ,  $\Pi$ ,  $\Delta p$ .

Якщо ж вплив подачі та швидкості різання на  $A$ ,  $\Pi$  та  $\Delta p$  великий, то можна вибрати такі складові  $V$  і  $S$ , при яких забезпечується не приблизний, і повний екстремум цих критеріїв рішенням однієї із систем рівнянь:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dA}{dV} = 0 \\ \frac{dA}{dS} = 0 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \frac{d\Pi}{dS} = 0 \\ \frac{dA}{dS} = 0 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \frac{d\Delta p}{dV} = 0 \\ \frac{dA}{dS} = 0 \end{array} \right\}$$

При обробці на метало різучих верстатах можливі наступні варіанти для вибору режимів різання:

1. Операції, для яких режими різання установлюють не виходячи лише з економічності та продуктивності, коли режими різання лише зовсім незначно впливають на точність обробки та необхідні лише для обґрунтованого призначення припуску на наступну обробку.

2. Операції, для яких режими різання вибирають із технологічних міркувань (точність та жорсткість поверхні). Стійкість інструменту та

потужність верстата не лімітують режими різання (доводка, притирка, хонінгування, тонке точіння, суперфінішування та розточування алмазними різцями). Це, як правило, кінцева обробка деталі високої точності. В цьому випадку економічність обробки також важлива, хоча технологічні можливості методу обробки, верстата та інструмента переважають над рештою.

3. Операції, для яких режими різання визначаються, як технологічними так та економічними міркуваннями. Розглянемо останній випадок. коли позначимо крізь  $Q$  – кількість деталей, яке обробляються за період стійкості інструменту  $T$ , тобто до втрати інструментом ріжучих властивостей,  $Q_p$  - кількість деталей між двома різними підналадками верстата, які проводять для компенсації розмірного зношення інструменту без заміни його;  $n$  - кількість підналадок за період стійкості інструменту  $T$ , то можливі два варіанти обробки: перший варіант ' $Q = Q_p$ '; другий –  $Q = n \cdot Q_p$ .

Обробку по першому варіанту ' $Q = Q_p$ ' виконують:

- а) при обробці мірним нерегулюючим інструментом та при фасонній обробці (фасонне точіння, шліфування, фрезерування);
- б) при недоцільності розмірної підналадки внаслідок її складності та високої вартості;
- в) при неперервній компенсації положення інструменту крізь розмірний знос при використанні систем автоматичного регулювання.

Розглянемо вибір режимів різання на основі двох незалежних рівнянь:

$$T(V) = T_{ек.}; \quad Y_{ст} = \Delta d(S) = \Delta_{зад.}$$

де  $\Delta d(S)$  - залежить тільки від статичних деформацій системи ВПД, і швидкість різання на  $\Delta d(S)$  впливу не дає. Розглядаючи вибір режимів різання вже з врахуванням динамічних деформацій системи ВПД, пропорційне копіювання похибки заготовки на оброблювану деталь не має місця. Тут же в неявному виді враховано, крізь коефіцієнт динамічності вплив швидкості різання на точність та якість обробки. Режими різання визначаються на основі

рішення двох незалежних рівнянь для різних методів обробки:

$$\left. \begin{aligned} T(V) &= T_{екс.} \\ \mu V_{ст} &= \Delta\delta(S) = \Delta\delta_{зад.} \end{aligned} \right\}$$

Розрахунок режимів різання з врахуванням економічності та точності обробки виходить з припущень, яке швидкість різання найбільше впливає на собівартість обробки, і графік залежності  $A(S)$  екстремуму не має чи цей вплив слабо виражений.

Режими різання визначають рішенням системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dA}{dV} &= 0 \\ \Delta\delta &= \Delta\delta_{зад.} \end{aligned} \right\}$$

де  $\Delta\delta$  – похибка обробки, яке залежить від статичних та динамічних деформацій системи ВПД;

$\Delta\delta_{зад.}$  – задана точність обробки.

Задана точність обробки визначається при умові роботи без браку:

$$\delta \leq \Delta_{\Sigma} = \frac{\Delta\delta}{K},$$

де  $\delta$  – табличне значення допуску на обробку;

$\Delta_{\Sigma}$  – сумарна похибка обробки;

$K$  – коефіцієнт, яке характеризує питому вагу похибки внаслідок силових деформацій системи ВПД та сумарної похибки обробки з врахуванням похибки виміру, яке характеризує баланс точності обробки ( $\Delta\delta_{зад.} = K\delta$ ).

Тоді система рівнянь прийме вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dA(V, S)}{dV} &= 0 \\ \Delta\delta(V, S) &= K\delta \end{aligned} \right\}$$

Потрібно відмітити, яке для деяких випадків обробки крізь кінематичні особливості верстатів (зубофрезерних, зубодовбальних, зубострогальних) чи крізь технологічні особливості швидкості різання, при яких може бути здійснена економічна обробка, не може бути досягнута.

Тоді розрахунок режимів різання проводять так, щоб подача визначалася з врахуванням заданої точності обробки, і ш швидкість різання - по можливостям верстата, інструмента чи методу обробки.

Можливий вибір режимів різання та рішенням такої системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dA(V, S)}{dS} &= 0 \\ \Delta\delta(V, S) &= \delta K \end{aligned} \right\}$$

коли подача найбільше впливає на собівартість, і швидкість різання на точність обробки. Вибір режимів різання розглядається рішенням системи рівнянь:

$$\frac{dA(V, S)}{dV} = 0; \quad \Delta p(V, S) = K\delta,$$

де  $\Delta\delta(V, S)$  – похибка обробки, яке залежить від режимів різання.

Розглянемо похибки обробки, яке залежать від режимів різання. Екстремальні та аналітичні дослідження статистичних та динамічних деформацій та похибок обробки при неперервному та перервному різанні показало, яке всі елементи режиму різання – подача, швидкість та глибина різання - впливають значною мірою на точність обробки. Це проявляється не тільки в кількісній зміні сил різання, але та в зміні їх динамічної дії, і також динамічних властивостей технологічної системи, тобто на зміну якісної картини процесів, яке протікають в технологічній системі при різанні.

На режими різання впливають силові та температурні деформації технологічної системи та розмірний знос інструменту, причому тут маємо на увазі температурні деформації, яке виникають внаслідок тепла, яке виділяється в зоні різання та на інших ділянках системи ВПД, на так чи інакше залежних від режимів різання. Похибку обробки, яке залежить від режимів різання з врахуванням сказаного можна подати в вигляді:

$$\Delta p + \Delta d + \Delta T + \Delta u,$$

де  $\Delta d$  – похибка, яке виникає внаслідок силових деформацій технологічної системи;

$\Delta T$  – похибка, яке виникає внаслідок теплових деформацій системи ВПД;

$\Delta u$  – похибка крізь розмірний знос інструменту.

## 2.7 Оптимізація режимів різання

Теоретичний вибір оптимальних режимів різання та підтримання їх на протязі певного часу зустрічаються з рядом труднощів, які можна класифікувати наступним чином:

1. Неточність вихідних, базових для розрахунку режимів різання, залежностей, які в багатьох випадках зв'язані з недостатнім рівнем знань про процеси різання.

2. Похибки визначення параметрів та коефіцієнтів, яке входять в вихідні залежності при екстремальному їх визначенні. Тому вони фактично є невизначними крізь похибки проведення експериментів та залежать від ряду, які не беруться до уваги, факторів, яке викликають невідому по величині помилку при теоретичному визначенні режимів різання.

3. Відхилення фактичного стану системи ВПД та її елементів від розрахункових умов внаслідок зміни її параметрів в процесі експлуатації за рахунок зносу, експлуатаційного нагріву, умов та якості мащення, якості проведення ремонтно-профілактичних заходів, якості та способу підведення

змащувально-охолоджуючої рідини, змінності жорсткості по довжині обробки та по куту повороту.

4. Непередбачена, випадкова зміна якості металу, яке оброблюється, інструментів, верстатів та МОР похибки суб'єктивного характеру, яке залежать від уваги та досвіду робітників, наладчиків, заточників, технологів, які тяжко чи неможливо врахувати при виконанні розрахунків.



## **3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Конструювання пристрою для контролю прогину валів**

Однією із обов'язкових операцій є перевірка об'єктів на прогин. Точне визначення величини прогину в значній мірі формуватиме напрацювання на відмову об'єктів після відновлення. Зважаючи на це в даному проекті розроблено універсальний пристрій для контролю прогину.

При проектуванні до конструкції пристрою було поставлено цілий ряд вимог, яким він повинен був відповідати:

- давати можливість визначати прогин для будь-яких типів об'єктів ;
- забезпечувати швидке переналагодження;
- забезпечувати швидкодію закріплення, розкріплення;
- конструктивно мати незначну кількість елементів;
- бути простим в виготовленні та дешевим в експлуатації.

### **3.2 Огляд та аналіз існуючих конструкцій**

Здебільшого в умовах авторемонтного підприємства контроль прогину здійснюють на слюсарному верстаку при встановленні об'єктів в призмах, і індикатора на штативі. Жорсткість конструкції незначна, і отже точність вимірів незадовільна. в зв'язку із цим вважаємо, яке прототипу конструкції не існує.

### **3.3 Будова та робота проектного пристрою**

Загальний вигляд пристрою рис. 3.1. Пристрій складається із станини 1, в якій є різьбові отвори для кріплення до неї пластини 7 за допомогою гвинтів 29 та нерухомої опори 11 за допомогою гвинтів 24. в нерухомій опорі 11 розташований ексцентриковий затиск, який складається із ексцентрика 14,закріпленого за допомогою гвинта 21 до осі ексцентрика 17; притискного

валу 13, який містить різьбовий отвір до якого кріпиться знімний конус 10 та із зворотної пружини 12. Вісь ексцентрика 17 центрується та вільно повертається в втулках 16. Одна сторона осі виконана в вигляді квадрата на який кріпиться втулка із різьбовим отвором для закріплення рукоятки 28. На пластині 7 розташовані рухома опора 2 та тримач 8 з опорою індикатора 9, які вільно переміщуються вздовж пластини в осьовому напрямі.

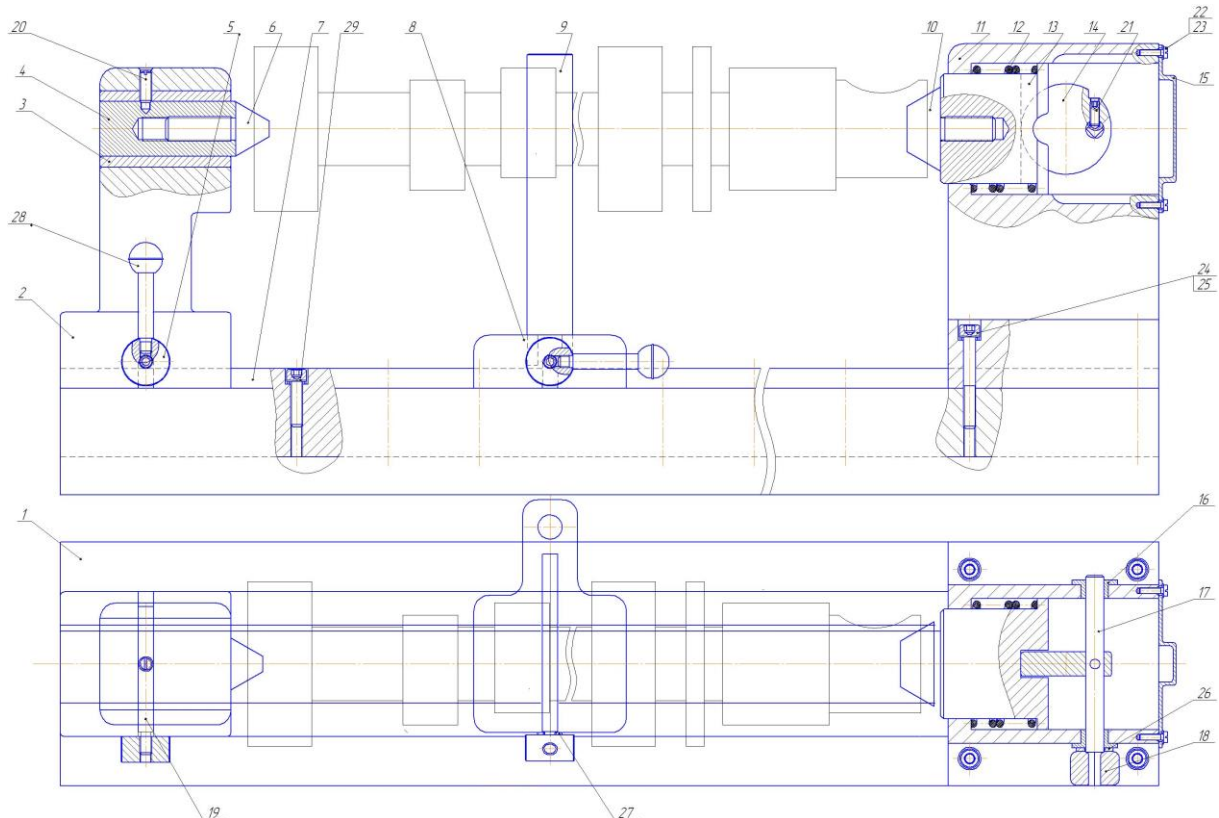


Рис. 3.1. Пристрій для контролю прогину розподільного валу.

Рухома опора 2 складається із корпусу в який встановлено втулку 3 та вал 4, котрі закріплені за допомогою гвинта 20. До валу 4, в якому є різьбовий отвір кріпиться знімний конус 6. Рухома опора 2 та тримач 8 з опорою індикатора 9 від осьового переміщення фіксуються за допомогою блокуючої шпонки 19 при затягуванні гайки 5 в якій є різьбовий отвір для закріплення рукоятки 28.

Пристрій працює наступним чином:

підбираємо необхідні конуси 6 та 10 в відповідності до валу який будемо перевіряти. При попередньо налаштованому пристрої рукою відводиться за годинниковою стрілкою важіль 28, розклинюючи ексцентрик 14 та притискний

вал 13,а зворотна пружина 12 відтискає цей вал із конусом 10 дозволяючи встановити деталь. Після встановлення деталі важіль 28 відводиться в зворотне положення долаючи опір пружини 12,а конус 10 з'єднується із фаскою деталі, унеможлиблюючи будь-яке її переміщення крім обертового. Після встановлення деталі виставляємо тримач 8 з опорою індикатора 9 навпроти середньої корінної чи опорної шийки вала. Фіксуємо положення тримача 8 з допомогою гайки 5. Опісля виконуємо замір прогину вала. Зняття валу відбувається в зворотному порядку, при цьому тримач 8 з опорою індикатора 9 залишається в встановленому та закріпленому положенні.

### 3.4 Розрахунок притискної пружини

Розрахунок сил, яке діють на рухомий конус.

$$F_a = G \cdot \tan 30^\circ \text{ (Н)},$$

де  $G$  – вага розподільного валу;  $G = 400\text{Н}$  [1]

$$F_a = 400 \cdot \tan 30^\circ = 115,5 \text{ (Н)}.$$

Основними параметрами циліндричної притискної пружини є :

$d_d$  – діаметр дроту пружини;

$i_p$  – число робочих витків,

$i_n$  – повне число витків,

$L$  – довжина пружини в неробочому стані,

$\lambda_p$  – величина стиску пружини при складанні;

$\tau_{max}$  – максимальне напруження в витках пружини;

$K_n$  – коефіцієнт жорсткості пружини.

Діаметр дроту пружини визначається за формулою:

$$d_{\delta} = \sqrt[3]{\frac{1,6F_n \cdot D_n \cdot K \cdot \lambda_{\max}}{\pi \cdot \Delta l \cdot [\tau]}}$$

де  $D_n$  – середній діаметр навивки пружини, вибирається конструктивно за прототипом  $D_n = D - d = 83 - 5 = 78$  мм;

$K$  – коефіцієнт, яке враховує напруження зсуву в пружині та вибирається залежно від відношення  $D_n/d_{\delta}$

$\lambda_{\max}$  – величина максимального стиску пружини, яке відповідає робочому ходу  $\lambda_{\max} = 27$  мм;

$\Delta l$  - величина стиску пружини при робочому ході притискного валу:  $\Delta l = 1,5$ .

Рекомендується брати  $\lambda_{\max} / \Delta l = 7,58$ ;

$[\tau]$  – допустиме напруження кручення. Пружини виготовляються з сталей 65Г; 85Г, для яких  $[\tau] = 700 \dots 750$  МПа.

$$d_{\delta} = \sqrt[3]{\frac{1,6 \cdot 115,5 \cdot 78 \cdot 7}{3,14 \cdot 720}} = 3,55 \text{ мм},$$

Приймаємо  $d_{\delta} = 5$  мм

Число робочих витків пружини

$$i_p = \frac{G \cdot d_{\delta}^4 \cdot \Delta l}{1,6 D_n^3 \cdot F_n}$$

$$i_p = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 5^4 \cdot 7,58}{1,6 \cdot 78^3 \cdot 115,5} = 4,32$$

Повне число витків  $i_n = i_p + (1,5 \dots 2,0) = 4,32 + 2 = 6,32$

приймаємо  $i_n = 7$ .

Робоча деформація пружини (величина стиску пружини від вільного стану до її установчої довжини)

$$\lambda_p = \frac{8D_n^3 \cdot i_p \cdot F_n}{G \cdot d_o^4}, \text{мм},$$

$$\lambda_p = \frac{8 \cdot 78^3 \cdot 4,32 \cdot 115,5}{8 \cdot 10^4 \cdot 5^4} = 37,89, \text{мм}.$$

Максимальне напруження виникає в витках пружини при виключеному зчепленні. Воно складається з напруження кручення та зсуву:

$$\tau_{\max} = \frac{8F_{\max} \cdot D_n}{\pi \cdot d_o^3} + \frac{4F_{\max}}{\pi \cdot d_o^2},$$

де  $F_{\max}$  – максимальне натискне зусилля, яке діє на пружину при вимкненні зчеплення

$$F_{\max} = F_n \cdot \frac{\lambda_p + \Delta l}{\lambda_p} = F_n \cdot \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_p}.$$

$$F_{\max} = 115,5 \cdot \frac{27}{37,89} = 82,37 \text{ Н}.$$

$$\tau_{\max} = 135,2 \text{ МПа}.$$

Конструктивні та фізико-механічні властивості пружини забезпечують працездатність пристрою.

## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Математичне моделювання в САПР

Побудова і аналіз моделей. Поняття моделі і моделювання. Види моделей. Класифікація методів моделювання. Рівні моделювання в САПР. Структурна схема процесу моделювання. Характеристика основних етапів моделювання. Поняття про математичне моделювання. Види мат. моделей. Вимоги до математичних моделей.

Основи теорії подібності. Поняття подібності. Елементи теорії розмірностей. Перехід від однієї системи одиниць до іншої. Критерії подібності. Методи побудови критеріїв подібності. Приклади отримання критеріїв подібності для конкретних фізичних систем. Достатні умови подібності. Необхідні умови подібності. Отримання функціональних залежностей на основі аналізу розмірностей. П-теорема. Узагальнені положення теорії подібності.

Типи рівнянь для моделювання процесів на компонентному рівні. Основні рівняння для моделей на компонентному рівні. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними. Методи розв'язування. Початкові та граничні умови. Крайові задачі. Класифікація та постановки крайових задач. Поняття про коректність постановок крайових задач. Класичні та узагальнені розв'язки крайових задач. Метод розділення змінних. Задачі дифузії. Граничні умови для задач дифузійного типу.

Різницевий метод розв'язку краєвих задач. Основні поняття теорії різницевих схем. Поняття про порядок точності, збіжність та швидкість збіжності різницевих схем. Поняття про апроксимацію диференціальної крайової задачі різницевою схемою. Поняття про стійкість різницевих схем. Збіжність як результат апроксимації та стійкості. Застосування різницевих схем для розв'язування нестационарних задач.

Основи методу скінченних елементів. Метод зважених нев'язок. Метод Гальоркіна. Поняття про слабку варіаційну постановку. Інтерполяційні

поліноми для скінченних елементів. Побудова базисних функцій. Схема розв'язку краєвих задач методом скінченних елементів. Дискретизація області у МСЕ. Типи скінченних елементів. Алгоритми триангуляції.

## **4.2 Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій**

Моделі сигналів. Визначення поняття “інформаційна технологія”. Компоненти інформаційної технології. Основні технологічні операції обробки інформації. Поняття сигналу і його моделі. Ортогональні представлення сигналів. Частотна форма відображення сигналу. Спектри періодичних сигналів. Спектри імпульсних сигналів. Розподіл енергії в спектрі сигналу. Випадковий процес як модель сигналу. Ймовірнісні характеристики випадкових процесів. Стаціонарні і ергодичні випадкові процеси. Спектральне представлення випадкових сигналів. Канонічний розклад. Властивості кореляційної функції сигналу. Спектральна густина випадкового сигналу. Розподіл енергії в спектрі сигналу.

Дискретизація сигналів. Способи представлення сигналів. Переваги цифрової форми представлення сигналів. Постановка задачі дискретизації сигналів. Дискретизація в часі за допомогою вибірок. Теорема відліків. Кореляційний критерій вибору періоду дискретизації. Критерій допустимого відхилення. Адаптивна дискретизація. Квантування сигналів.

Кількісна оцінка інформації. Модель джерела інформації. Ентропія джерела інформації. Властивості ентропії дискретних повідомлень. Ентропія об'єднання статистично незалежних систем. Ентропія об'єднання статистично залежних систем. Ентропія неперервних повідомлень. Кількість інформації як міра знятої невизначеності. Надлишковість повідомлень. Узагальнені характеристики сигналів і інформаційних каналів. Теорема Шенона для дискретного каналу без завад. Інформаційний канал із завадами. Теорема Шенона для каналу із завадами.

Кодування сигналів. Прості рівномірні цифрові коди. Рефлексивні коди. Коди Грея. Основні принципи завадостійкого кодування. Зв'язок коректуючої

здатності коду з кодовою відстанню. Побудова кодів із заданою коректуючою здатністю.

Систематичні коди. Побудова систематичного коду. Декодування систематичних кодів. Приклади систематичних кодів. Коди Хемінга. Загальна характеристика циклічних кодів. Двійкові багаточлени і дії над ними. Побудова циклічних кодів. Утворюючий багаточлен. Декодування циклічних кодів. Матричне представлення циклічних кодів. Огляд циклічних кодів з різною виправляючою здатністю. BCH-коди.

Алгоритми стиснення інформації. Загальна характеристика методів кодування для стиснення інформації. Статистичне кодування Хафмана і Шенона-Фано. Арифметичне кодування. Метод “стосу книг”. Алгоритм Лемпела-Зіва. Алгоритм Лемпела-Зіва-Велча. Архіватори. Стиснення графічних файлів.

Проблеми захисту інформації. Можливі канали витоку інформації. Функції систем захисту інформації. Основні принципи проектування систем захисту інформації. Захист інформації в САПР. Криптографічні методи захисту інформації. Види систем криптографічного захисту. Оцінка параметрів криптографічних систем. Системи шифрування даних. Стандарт шифрування даних DES і його модифікації. Система В-Crypt. Алгоритм швидкого шифрування FEAL-1. Стандарт шифрування по ГОСТ 28147-89. Криптографічні системи з відритим ключем. RSA-система шифрування. Порівняння криптографічних систем. Техніка управління ключами шифрування.

Захист від несанкціонованого доступу. Ідентифікація об’єктів і механізми підтвердження справжності. Паролі. Ідентифікаційні картки. Надання повноважень і механізми контролю доступу до інформації. Принцип мінімальних привілей. Розділення користувачів. Матриці доступу. Реалізація матриці доступу в операційних системах. Анулювання прав доступу.



### **4.3 Основи автоматизованого проектування складних об'єктів і систем**

Методологічні аспекти автоматизованого проектування складних об'єктів і систем. Поняття складного об'єкта чи системи (СОС). Формальне визначення складної системи. Концепція багаторівневих систем в теорії проектування. Ієрархічні багаторівневі системи як об'єкт проектування. Основні види ієрархій. Ієрархічний порядок та принцип в технічних СОС (радіоелектронні засоби, технологічні процеси та інше). Декомпозиція систем. Життєвий цикл СОС. Об'єкти проектування та об'єкти автоматизації. Місце САПР в сучасному виробництві. Вимоги до сучасних CAD/CAM/CAE. Основні поняття та визначення, пов'язані з процесом проектування: завдання на проектування, об'єкт проектування, процес проектування, проектні рішення, результат проектування, проектний документ, проект, проектна процедура та операції. Методологія проектування СОС. Поняття стратегії та технології автоматизованого проектування СОС. Стадії та етапи стандартної технології проектування. Задачі функціонального, конструкторського та технологічного проектування. Системний підхід до автоматизованого проектування. Конструкторська ієрархія СОС. Блочно-ієрархічний підхід до процесу проектування. Горизонтальні та вертикальні рівні проектування. Нисхідне та висхідне проектування. Типові маршрути і процедури проектування. Ітераційний процес проектування. Процедури синтезу, аналізу та верифікації в автоматизованому проектуванні. Принципи побудови маршрутів проектування (МП). Загальний алгоритм процесу автоматизованого проектування. Функціональна схема процесу проектування. Формалізація задач синтезу і аналізу. Способи організації та моделі ПП СОС. Поняття середовища проектування. Стратегії автоматизованого проектування СОС. Адаптація САПР до об'єкта проектування. Концепції адаптації САПР.

Структура та особливості використання САПР. Новітні технології в складі сучасних КСП. Склад та структура КСП. Проектуючі та обслуговуючі підсистеми САПР. Типова функціональна структура САПР. Класифікація

САПР. САПР в системі сучасного виробництва. Інтеграція САПР з іншими автоматизованими системами підприємства. Підсистеми виробничого планування та управління. Комп'ютерна підтримка прийняття рішень. Недоліки стандартної технології автоматизованого проектування. Технології наскрізного і паралельного проектування: основні принципи. Агентна технологія проектування СОС. Системне проектування нових технічних СОС: основні положення системного проектування нових СОС. Схема системного проектування нових СОС. Системне середовище САПР – CAD Framework. Архітектура системного середовища. Представлення проекту, управління проектними даними та методологією проектування в CAD Framework. Безпаперові технології в проектуванні СОС. Підсистеми ведення проектів в сучасних КСП. Поняття інженерного документообігу. Системи підтримки електронного документообігу на підприємстві.

Автоматизація процесів прийняття проектних рішень на основі математичних моделей і методів в проектуванні СОС. Класифікація математичних моделей. Функціональні та структурні моделі. Ієрархія математичних моделей. ММ на мікро-, макро-, та метарівнях. Форми представлення математичних моделей. Вимоги до математичних моделей. Математичне моделювання на мікрорівні. Основні рівняння математичної фізики. Рівняння теплопровідності. Рівняння дифузії. Методи аналізу ММ на мікрорівні. Основні положення та порівняння методів скінченних різниць та скінченних елементів. Математичні моделі СОС на макрорівні. Компонентні і топологічні рівняння. Форми представлення моделей. Приклади ММ елементів електронних схем. Приклади ММ неелектронної природи. Отримання математичних моделей СОС на макрорівні. Математичні моделі СОС на метарівні. Математичні моделі для задач конструювання. Теорія множин та графів. Нечіткі множини. Методи представлення графів. Ейлерові та Гамільтонові ланки та цикли. Характеристичні числа графів. Матричне представлення графів: суміжності, зв'язності, геометрії. Дерева, планарні і плоскі графи. Операції над графами. Математичне забезпечення підсистем машинної графіки і геометричного моделювання. Компоненти математичного

забезпечення. Геометричні моделі. Методи й алгоритми машинної графіки. ПМК геометричного моделювання і машинної графіки. Оптимізаційні моделі в процесі проектування СОС. Формалізація оптимізаційних моделей. Етапи побудови оптимізаційних моделей конструктивних та технологічних рішень РЕЗ. Формалізація та рішення задачі призначення оптимальних допусків на параметри об'єктів проектування. Побудова областей пошуку оптимальних рішень.

Задачі синтезу та прийняття рішень в процесах конструкторського і технологічного проектування СОС. Особливості та етапи вирішення задач структурного синтезу. Структурний синтез та параметрична оптимізація. Моделі математичного програмування в структурному синтезі (лінійне програмування, метод відсікаючих площин, метод гілок та границь). Задачі синтезу конструкцій РЕЗ. Постановка та формалізація задач конструкторського проектування: задачі компоновки, розміщення та трасування. Математичні моделі задач компоновки. Критерії оптимальності в задачах компоновки. Послідовний та ітеративний алгоритми компоновки. Постановка задачі розміщення конструктивних модулів різних рівнів ієрархії. Класифікація алгоритмів розміщення. Критерії оптимальності в задачах розміщення. Градієнтні, послідовні та ітераційні методи розміщення. Трасування електричних з'єднань. Постановка задачі трасування з'єднань. Класифікація методів трасування. Хвильовий алгоритм трасування та його модифікації. Забезпечення теплоелектричної сумісності в конструкціях РЕЗ. Формалізація теплової моделі конструкції РЕЗ. Стаціонарні та нестаціонарні температурні поля. Методи аналізу стаціонарних і нестаціонарних полів. Формалізація задач забезпечення теплоелектричної сумісності параметрів РЕЗ. Багаторівнева схема забезпечення теплоелектричної сумісності елементів. Типові технологічні процеси виготовлення мікроелектронних пристроїв. Розробка принципової схеми ТП. Розробка операційної технології. Розробка маршрутної технології. Синтез ТП на основі прототипів. Синтез ТП без прототипів. Структура автоматизованого проектування ТП (САПР ТП, АС ТПВ). Приклади типових технологічних процесів виготовлення напівпровідникових ІС. Забезпечення

технологічної відтворюваності параметрів СОС. Структурна схема наскрізного технологічного моделювання. Ієрархічна фізико-технологічна модель мікроелектронних пристроїв. Автоматизована система узгодження точності функціональних параметрів з точністю параметрів ТП. Багаторівнева схема технологічної відтворюваності параметрів об'єкту проектування.

## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Аналіз затискних пристроїв для затиску заготовок

Затискні цанги – це пристосування виконані у вигляді пружної розрізаної втулки, що застосовуються для затиску циліндричних чи інших предметів. Цанги широко використовуються в токарній обробці у якості затискних пристроїв різноманітних заготовок і деталей. Часто в токарно-гвинторізних верстатах-автоматах цанги виступають у ролі токарних патронів для закріплення деталей. Існує значна різноманітність цанг для токарно-гвинторізних верстатів. Окремі конструкції затискних цанг представлено на рис. 5.1.



Рис. 5.1 – Затискні цанги: а), б) високоточні цанги; в), г) цангові патрони

## **5.2 Обгунтування конструкції затискного пристрою для затиску заготовок на дільниці ремонтного цеху для відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗІЛ-431410**

В автотранспортних підприємствах на дільницях ремонтних цехів для відновлення розподільчих валів широко використовуються різні типи патронів: кулачкові, гідравлічні, цангові тощо. На даний час для зменшення деформацій затиску розподільчих валів при відновленні можуть застосовуватись цангові патрони, оснащені гвинтовими затискними елементами. Розглянемо більш детально їх окремі конструкції.

На рис. 5.2 представлено гвинтовий патрон цангового типу. Він складається з циліндричного корпуса 1, в якому з можливістю осьового переміщення встановлено поводок 2. З правого боку різьбовий кінець поводка 2 жорстко під'єднано до пневматичного приводу, який забезпечує його осьове переміщення. З торця 7 циліндричного корпуса 1 по колу паралельно до патрона закріплено шпильки 8. На шпильках 8 з можливістю осьового переміщення розташовано спіралі 9. Спіралі 9 через упорні шайби 11 загвинчені гайками 10. Торці виступів упорних шайб 10 є у взаємодії з торцевою поверхнею 12 затискної втулки 3. По внутрішній поверхні спіралі 9 контактують із зовнішньою поверхнею заготовки 4. У правому кінці затискної втулки 3 виконано наскрізний отвір, в який запресований палець 5. Палець 5 також проходить через паз 6, виконаний у циліндричному корпусі 1, та отвір, виконаний у лівому кінці поводка 2.

Для затиску розподільчих валів при відновленні гвинтовий патрон цангового типу з пневматичним приводом встановлюється у шпindelь верстату. Для виконання функції затиску поводок 2 різьбовим кінцем закріплюється до пневматичного приводу. Далі вставляють заготовку 4 у середину між спіралями 9. Потім за допомогою пневматичного приводу поводок 2 переміщують вправо, що призводить до осьового стиснення спіралей 9. При осьовому стисненні спіралей 9 проходить їх розтиснення по зовнішньому діаметру, що забезпечує затиск заготовки 4. Далі проводять

необхідні операції з відновлення розподільчого валу.

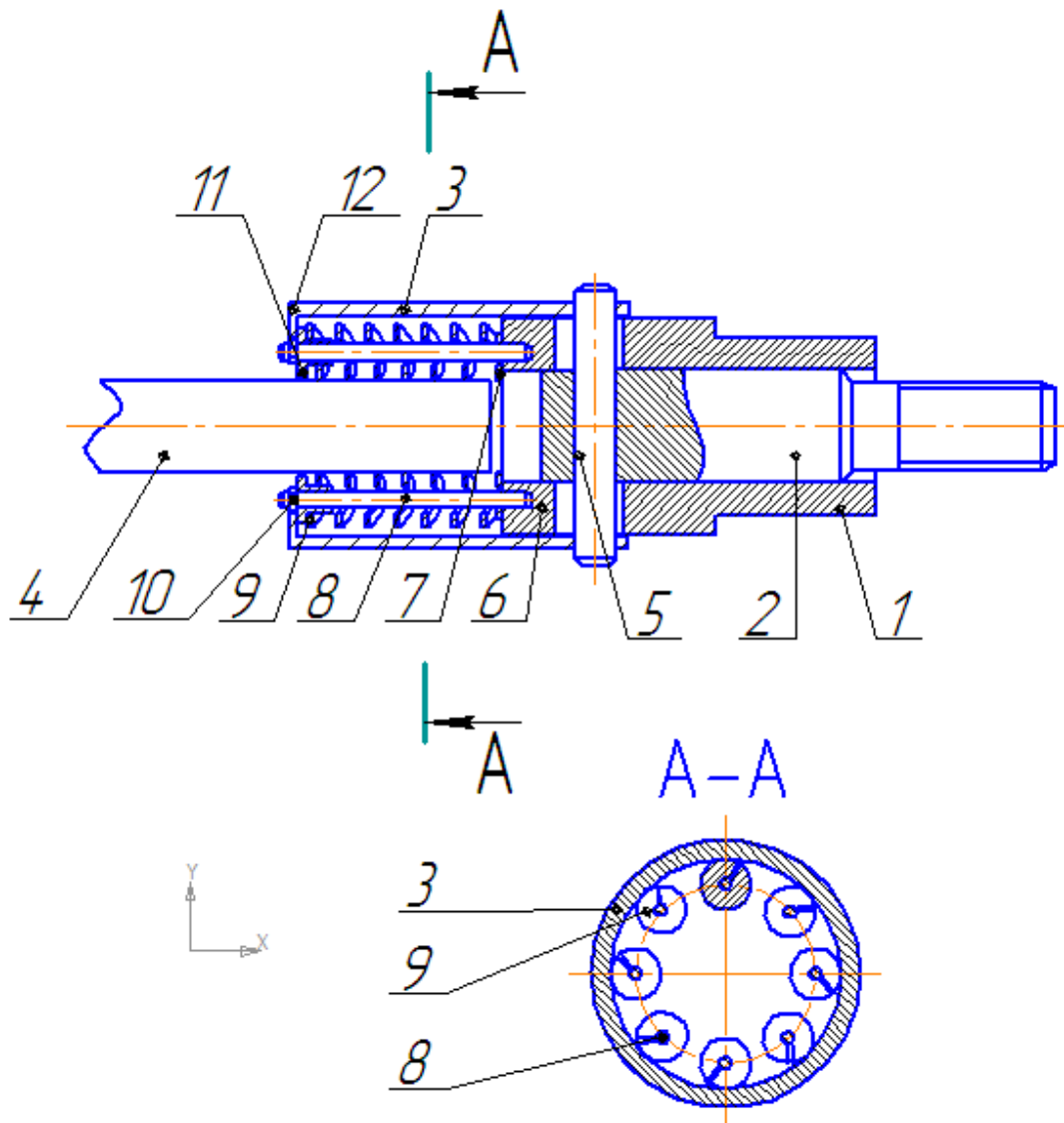


Рис. 5.2 – Гвинтовий патрон цангового типу:

1 – циліндричний корпус; 2 – поводок; 3 – затискна втулка; 4 – заготовка;  
5 – палець; 6 – паз; 7 – торець циліндричного корпусу; 8 – шпилька; 9 – спіралі;  
10 – гайки; 11- упорні шайби; 12 – торцева поверхня затискної втулки

### 5.3. Дослідження затискних пристроїв цангового типу для затиску заготовок

Визначення величини компенсації зазору між зовнішньою поверхнею спіралей та зовнішньою поверхнею затискуваної заготовки відбувається за формулою [1]:

$$\Delta_h = \sqrt{2(1 - \cos \varepsilon)} \left[ \overline{|\rho_h|} \cos(\varepsilon/2 + \alpha) + (r_0 + B) \sin(\alpha - \varepsilon/2) \right], \quad (5.1)$$

де  $\Delta_h$  – величина максимального зазору між спіраллю у здеформованому стані та зовнішньою поверхнею затискуваної заготовки;

$\varepsilon$  – кут повороту поперечного перерізу витка затискної спіралі в поздовжній площині.

Залежність між приростом кута закручування спіралі  $d\varphi$  та зміною її радіусу  $dR_0$  є наступною [1]:

$$d\varphi = -\pi\varphi_l \left( \frac{4\varphi_l^2 D_0}{Z_l} + \frac{\pi(D - \psi^2 d)}{T \cdot (\psi^2 - 1)} \right) dR_0 / \left( \frac{4\pi\varphi_l D_0^2}{Z_l} + T \right), \quad (5.2)$$

де  $D_0$  – діаметр нейтрального перерізу спіралі;

$Z_l$  – біжуча довжина гвинтової лінії;

$\varphi_l$  – кутовий параметр спіралі для довжини  $L_{cn}$ ;

$D$  – зовнішній діаметр спіралі;

$d$  – внутрішній діаметр спіралі;

$\psi$  – коефіцієнт нерівномірності витягування;

$T$  – крок затискної спіралі.

Розглянемо напружено-деформований стан затискної спіралі при прикладанні крутного моменту до її торців. Під час атискання заготовки по її зовнішньому діаметру проходить збільшення зовнішнього радіусу затискної спіралі на задану величину зазору. Відповідно залежності між приростами кута закручування  $\Delta\varphi$  та довжини затискної спіралі  $\Delta L_{cn}$  будуть наступними [1]:

$$\overline{\Delta L_{cn}} = \Delta\alpha \cos \alpha; \quad (5.3)$$



$$\Delta\varphi = -\frac{\Delta\alpha \sin\alpha}{\bar{R}_0} - \frac{\Delta\bar{R}_0 \cos\alpha}{\bar{R}_0^2}, \quad (5.4)$$

Визначено зміну параметрів затискної спіралі під час навантаження [1]:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha &= \bar{R}_0(\Delta\Omega_1 - \Delta\Omega_3 \operatorname{tg}\alpha); \\ \Delta\bar{R}_0 &= -\bar{R}_0^2 \Delta\Omega_3 (1 - \operatorname{tg}^2\alpha) - 2\bar{R}_0^2 \Delta\Omega_1 \operatorname{tg}\alpha; \\ \Delta\bar{L}_{cn0} &= \bar{R}_0 \cos\alpha (\Delta\Omega_1 - \Delta\Omega_3 \operatorname{tg}\alpha); \\ \Delta\varphi &= \Delta\Omega_1 \sin\alpha + \frac{\Delta\Omega_3}{2 \cos\alpha}. \end{aligned} \right\}. \quad (5.5)$$

В процесі затискання заготовки по зовнішньому діаметру забезпечено збільшення зовнішнього радіуса затискної спіралі на задану величину зазору. Це є еквівалентним збільшенню радіуса серединної поверхні  $R_0$  на аналогічну величину. Відповідно рівняння (5.5) пов'язує зміну радіуса нейтрального перерізу затискної спіралі зі зміною її кривизни та кручення, які лінійно залежать від крутного моменту  $M$  [1]:

$$M = -\Delta R_0 / R_0^2 \left( \frac{\cos\alpha}{EJ_x} (1 - \operatorname{tg}^2\alpha) + \frac{2 \sin\alpha}{GJ_p} \operatorname{tg}\alpha \right). \quad (5.6)$$

де  $M$  – крутний момент, який прикладається до витка спіралі у площині, що перпендикулярна осьовій лінії витка;

$J_p = B^3 H \zeta$  – момент інерції перерізу крученню;

$J_x = \frac{B^3 H}{12}$  – момент інерції перерізу згину;

$E$  і  $G$  - відповідно модулі пружності матеріалу затискної спіралі розтягу та зсуву.

Виходячи з попередніх розрахунків отримано загальну умову закріплення заготовки  $\Delta_n^L \leq \Delta_r^L$  яка впливає в наступне [1]:

$$M \geq \frac{\Delta_n^L \cos \alpha_c^L}{\left(2 \sin^2 \alpha^L / GI_k^L + \cos 2\alpha^L / EI^L\right) \left(r_0^L + r_1^L\right)^2}, \quad (5.7)$$

де  $\Delta_n^L$  – величина початкового зазору між затискними спіралями та заготовкою.

Загальна умова взаємодії затискної спіралі з опорними елементами по всій довжині спіралі є наступною [1]:

$$M_p = k_z \sum_{n=1}^m \left[ \frac{l_n^h H f^h E J_n \delta_n^h}{2 \cos \beta_h \left(|\vec{r}_0| + |\vec{r}_1|_n\right)^3} \right], \quad (5.8)$$

де  $M_p$  – моменти від сили механічної обробки опорної одиниці;

$k_z$  – коефіцієнти запасу;

$\delta_n^h$  – величина натягування зовнішньої периферійної частини затискної спіралі на  $n$ -ій ділянці;

$J_n$  – момент інерції перерізу гвинтової стрічки відносно осі гвинтового елемента;

$|\vec{r}_1|_n$  – радіус-вектор функції висоти профілю на  $n$ -ій ділянці;

$f^h$  – коефіцієнти тертя поверхневої частини гвинтової площини ділянки за зовнішнішньою частиною.

Сили затиску заготовки визначатиметься по формулі:

$$P = \frac{H \cdot B^2 \cdot n \cdot [\sigma]_{3z}}{3 \cdot f^h \cdot D_0}. \quad (5.9)$$

де  $[\sigma]_{3z}$  – допустимі напруження витка спіралі на згин;

$n$  – кількість витків у секції спіралі.

Враховуючи, що осьова складова сили затиску при незначних величинах кута  $\alpha$  є незначною і її не враховують, залежність сили затиску стає

прямопропорційною зміні геометричних параметрів затискної спіралі.

З метою визначення залежності сили затиску спіралей на її радіальне переміщення побудовано графічні залежності (рис. 5.3).

Аналізуючи отримані графічні залежності (рис. 5.3) встановлено, що при зростанні сили тиску  $P$  на спіралі і зміщення їх в осьовому напрямку проходить спадаюче зростання її радіального переміщення  $\Delta$ , яке забезпечує затиск заготовки.

Для ефективного затиску заготовок слід проводити або напилення фрикційним матеріалом, або виконувати насічки на зовнішніх поверхнях затискних спіралей. Також можна виконувати виточки необхідного радіусу на зовнішніх поверхнях затискних спіралей під конкретні розміри деталей, з метою збільшення площі контакту поверхні деталі (заготовки) із затискними спіралями.

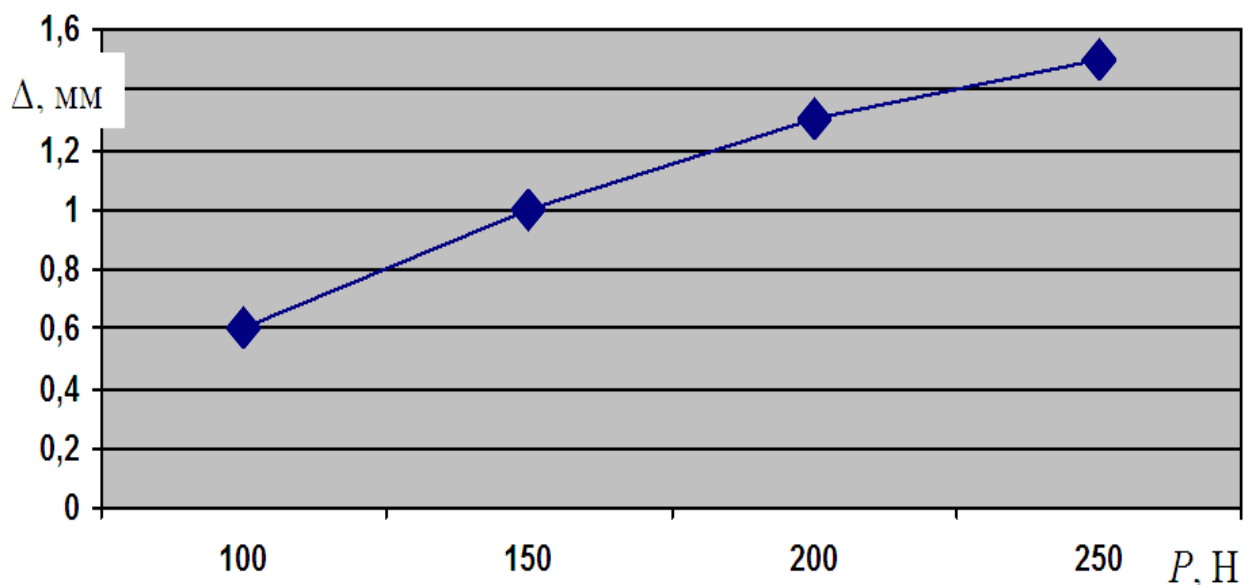


Рис. 5.3 – Графічні залежності сили тиску прутка на ролик профільної втулки люнета від кута зміщення прутка  $\alpha$  при: 1 –  $L = 0,8$  м; 2 –  $L = 0,9$  м; 3 –  $L = 1,0$  м.

## 6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1 Призначення та виробнича програма дільниці

Дільниця призначена для ремонту колінчастих та розподільчих валів за допомогою відновлення механічною обробкою. Поверхні деталей, що очікують ремонту на дільниці якісно підготовлюються і відновлюються за допомогою слюсарних та верстатних робіт. На дільниці ремонтують об'єкти як реалізуючи метод відновлення посадок так і метод відновлення розмірів. Об'єкти ремонту також подаються із зварювально-наплавної дільниці. Після відновлення деталі транспортуються на дільницю складання двигунів або на склад.

В основу для проектування дільниці лягло питання доцільності використання коштів при ремонті автомобіля. Оскільки досвід передових авторемонтних підприємств показує, що необхідність в запасних частинах при капітальному ремонті автомобілів на 40-45% можна задовольнити шляхом якісного відновлення деталей. Собівартість їх реставрації складає 30-40% вартості нових деталей. При цьому чим складніша і дорога деталь тим нижче відносна вартість її ремонту.

Аналіз матеріалів переддипломної практики та стан справ в автотранспортних організаціях дав можливість сформулювати приблизно оптимальний склад ремонтного фонду. Результати аналізу подано в таблиці 6.1

Таблиця 6.1 - Виробнича програма дільниці

Марка автомобіля	Одиниця виміру	Кількість деталей для ремонту
ЗІЛ-431410	шт.	1000

### 6.2 Режим роботи дільниці

Режим роботи включає в себе кількість днів роботи в тижні, кількість змін в добу, тривалість зміни, кількість вихідних, святкових та робочих днів. Виходячи із рекомендацій [10] в проекті прийнято наступні значення

параметрів:

- 40-годинний робочий тиждень;
- кількість робочих днів у році-253;
- кількість змін на добу - 1;
- тривалість зміни - 8 год.

Річний фонд часу роботи обладнання розраховується за формулою:

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_{н.о.} * (1 - \eta) = 2020 * (1 - 0,02) = 1980 \text{ год.}$$

де  $\eta=2\%$ , процент витрат пов'язаних з необхідністю обслуговувати і ремонтувати

Розрахунок річного фонду часу роботи обладнання наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Річні фонди часу роботи обладнання

Назва обладнання	Номинальний річний фонд часу, Фн.о.	Дійсний річний фонд часу, Фд.о.	Втрати від номінального фонду часу, $\eta$ , %
Металоріжучі верстати, гідравлічний прес	2020	1980	2

### 6.3 Річні фонди часу

Річний фонд часу робітників розраховується за формулою:

$$\Phi_{д.р.} = \Phi_{н.р.} * (1 - \eta) = 2020 * (1 - 0,1) = 1820 \text{ год.}$$

де  $\eta=10\%$ - втрати робочого часу пов'язані із обов'язковою відпусткою

Річний фонди часу робітників наведено в таблиці 6.3

Таблиця 6.3 – Річні фонди часу робітників

Професія	Кількість днів відпустки	Номинальний річний фонд часу, Фн.р.	Дійсний річний фонд часу, Фд.р.	Втрати від номінального фонду часу $\eta$ , %
Верстатник	24	2020	1820	10

#### 6.4 Виробнича програма

У зв'язку із значною кількістю типів об'єктів доцільно привести їхню кількість до однієї із базових моделей з метою зменшення затрат часу на розрахунки. За базову модель вибираємо автомобіль ЗІЛ – 431410 (таблиця 6.1), для якого  $n=6$ .

Приведену виробничу програму  $N_{пр.}$  визначаємо за формулою:

$$N_{пр.} = N + N1 * K_{м1} + N2 * K_{м2} + N3 * K_{м3} + \\ + N4 * K_{м4} + N5 * K_{м5} + N5 * K_{м5} + N6 * K_{м6} \quad , \quad (шт.)$$

де –  $N_{пр.}$  – річна виробнича програма капітального ремонту автомобіля основної моделі;

$N1, N2 \dots, N6$  – кількість моделей автомобілів (таблиця 6.1);

$K_{м1}, K_{м2} \dots, K_{м6}$  – коефіцієнти приведення [10] по трудомісткості виробничої програми капітального ремонту автомобілів різних моделей до виробничої програми капітального ремонту автомобілів основної моделі.

Згідно [10] значення коефіцієнтів  $K_{м}$ : ЗІЛ -1481568-0,87;.

$$N_{пр.} = 1000 + 0,87 * 500 + 0,97 * 500 + 0,97 * 200 + \\ + 0,87 * 500 + 1,92 * 400 + 1,74 * 400 = 3564 шт$$

## 6.5 Трудомісткість робіт

Трудомісткістю продукції називається час, який потрібно витратити виробничим робочим безпосередньо на вироблення даної продукції. Трудомісткість виражають в людино-годинах.

Норму трудомісткості  $t'_{к.в.}$  і  $t'_{р.в.}$  для заданих умов визначають за формулою:

$$t'_{к.в.} = t_{к.в.} * K_1 * K_2, \text{ люд. год.}$$

$$t'_{р.в.} = t_{р.в.} * K_1 * K_2, \text{ люд. год.}$$

де  $t_{к.в.}$ ,  $t_{р.в.}$  – відповідно норма трудомісткості капітального ремонту колінчастого та розподільчого валів за еталонних умов, люд.-год.;

$K_1$  – коефіцієнт корекції трудомісткості, що враховує величину річної виробничої програми (не приведеною, а по автомобілях кожної моделі).;  $K_1 = 0,96$  [10].

$K_2$  – коефіцієнт корекції трудомісткості, який враховує велику кількість моделей ремонтів агрегатів автомобілів. Для силових агрегатів вантажних автомобілів (з карбюраторними і дизельними двигунами), і агрегатів легкових автомобілів коефіцієнт  $K_2 = 1,05$  [10].

$$t'_{к.в.} = 1,89 * 0,96 * 1,05 = 1,91 \text{ ( люд. год. )}$$

$$t'_{р.в.} = 0,64 * 0,96 * 1,05 = 0,65 \text{ ( люд. год. )}$$

Загальна трудомісткість  $t_1$  всіх автомобілів визначається за формулою:

$$t_1 = t'_{к.в.} + t'_{р.в.}, \text{ ( люд. год. )}$$

$$t_1 = 1,91 + 0,65 = 2,56 \text{ ( люд. год. )}$$

Під річним об'ємом робіт розуміють час, який потрібно витратити виробничим робітникам для виконання річної виробничої програми. Річний об'єм робіт представляє собою річну трудомісткість ремонту виробів і виражається в людино-годинах (люд.-год.).

Річний об'єм робіт підраховується за формулою:

$$T_p = t_l * N_{pr}, ( \text{люд. год.} )$$

де,  $t_l$  трудомісткість одиниці продукції, люд. год.;

$N_{pr}$  – річна виробнича програма дільниці, шт.(див п.6.5)

$$T_p = 2,56 * 3564 = 9123,84, ( \text{люд. год.} )$$

Розподіл сумарної трудомісткості

$$T_{kv+pv} = T_{kv} + T_{pv}, ( \text{люд. год.} )$$

$$T_{kv+pv} = 6807,2 + 2316,6 = 9123,8 ( \text{люд. год.} )$$

Трудомісткість окремих видів робіт на дільниці та кількість основних робітників наведені в таблиці 6.4

Таблиця 6.4-Трудомісткість робіт на дільниці та кількість основних робітників

Види робіт	Трудомісткість одинична, люд- год.	Трудомісткість за програмою, люд-год.	Фдо, год.	Кількість робітників	
				Розрах	Прийн.
1	2	3	4	5	6
1. Для колінчастого валу:					
Слюсарні	0,54	1924,56		1,058	1
Токарні	0,25	891		0,490	1
Шліфувальні	0,76	2708,64		1,49	2
Полірувальні	0,24	855,36	1820	0,47	1
Свердлильні	0,12	427,68		0,24	1



1	2	3	4	5	6
Разом	0,91	6807,2	–	3,748	6
2.Для розподільчого валу:					
Токарні	0,05	178,2		0,10	
Шліфувальні	0,45	1603,8		0,89	1
Полірувальні	0,1	356,4		0,20	
Фрезерувальні	0,05	178,2		0,10	1
Разом	0,65	2316,6	–	1,29	2
Всього	2,56	9123,8	–	5,038	8

### 6.6 Розрахунок кількості допоміжних робітників і працівників інших категорій

Число допоміжних робочих  $m_{дон}$  визначають у відсотках від суми виробничих робітників:

$$m_{дон} = П1 * m_{сн}, \text{ (один. )}$$

де  $П1$  – відсоток допоміжних робітників.

В нашому випадку ( $П1 = 0,25$ ) [1]

$$m_{дон} = 0,25 * 8 = 2 \text{ (один. )}$$

Число інженерно-технічних працівників  $m_{имп}$  визначають у відсотках від суми виробничих і допоміжних працівників:

$$m_{имп} = П2 * (m_{в} + m_{дон}), \text{ (один. )}$$

де,  $П2$  – відсоток допоміжних робітників ( $П2 = 0,1$ ). [10]

$$m_{имп} = 0,1 * (8 + 2) = 1 \text{ (один. )}$$

Число службовців  $m_{Служ}$  і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)  $m_{моп}$  також визначають у відсотках від суми виробничих і допоміжних робітників ділянки за наступними формулами:

$$m_{Служ} = ПЗ * (m_{в} + m_{доп}), ( \text{один.} )$$

$$m_{моп} = П4 * (m_{в} + m_{доп}), ( \text{один.} )$$

де,  $ПЗ$  – відсоток службовців ( $ПЗ = 0,04$ ). [1];

$П4$  – відсоток молодшого обслуговуючого персоналу ( $П4 = 0,02$ ) [1].

$$m_{Служ} = 0,04 * (8 + 2) = 1 ( \text{один.} )$$

$$m_{моп} = 0,02 * (8 + 2) = 0,2 ( \text{один.} )$$

Молодший обслуговуючий персонал не використовуємо оскільки в кількісному виразі складає 0,2 одиниці.

### 6.7 Розподіл робітників за професіями та розрядами робіт

Списковий склад виробничих і допоміжних робітників розподілено за розрядами (таблиця 6.5). Розряди призначені за тарифно-кваліфікаційним довідником на основі технологічного процесу ремонту вузлів та деталей автомобіля ЗІЛ-431410.

Таблиця 6.5 – Розподіл робітників за професіями та розрядами робіт

Назва дільниці	Кількість працівників							
	Всього	За розрядами						Середній розряд
Професія		1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ремонту колінчастих та розподільчих валів								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виробничі								
слюсар	1	-	-	1	-	-	-	3
токар	1	-	-	1	-	-	-	3
шліфувальник	3	-	-	-	3	-	-	4
полірувальник	1	-	-	-	1	-	-	3
фрезерувальник	1	-	-	-	1	-	-	3
свердлильник	1	-	-	1	-	-	-	3
Всього	8	-	-	2	5	-	-	3.72
Назва дільниці	Кількість працівників							Середній розряд
Професія	Всього	За розрядами						
		1	2	3	4	5	6	
Допоміжні								
чергові електрики	2	-	-	1	1	-	-	3.5
наладчики	2	-	-	1	-	1	-	3.5
Всього	4	-	-	2	1	1	-	3.75
Загалом по дільниці	12	-	-	4	6	2	-	2.84

В таблиці 6.6 наведений склад працівників дільниці

Таблиця 6.6 – Склад робітників дільниці

Найменування груп робітників	Число робітників	Обґрунтування розрахунку
Виробничі робітники	8	Див.табл.6.5
Допоміжні робітники	2	25% від виробничих робітників
Всього	10	-

Найменування груп робітників	Число робітників	Обґрунтування розрахунку
Інженерно – технічні робітники	1	10% від виробничих робітників
Службовці	1	5% від виробничих робітників
Всього робітників на дільниці	12	–

### 6.8 Кількість обладнання і робочих місць

За трудомісткістю технологічних операцій розраховуємо кількість технологічного обладнання для механічної обробки:

$$X_0 = \frac{\sum T_{ri}}{F_{d.o.}}, \text{ ( шт. )}$$

де,  $T_{ri}$  - трудомісткість окремого виду робіт,

$F_{d.o.}$  - річний фонд часу роботи обладнання .

Загальна кількість обладнання наведена в таблиці 6.7

Таблиця 6.7 – Виробниче обладнання дільниці

Найменування обладнання	Тип, модель	К-сть шт.	Встановлена потужність, кВт		Габарити в плані, мм	Займана площа, м <sup>2</sup>		Вартість, грн.	
			Од.	Заг.		Од.	Заг.	Од.	Заг.
1.Прес гідравлічний	2135-1М АСО	1	–	1,7	1465×760	–	1,11	–	10000
2.Токарно-гвинторізний верстат	16К20П	1	–	10	2160×975	–	2,1	–	18000

3.Шліфувальний верстат	3А423	2	10,8	21,6	4600×2100	9,66	19,32	23780	47560
4.Півавтомат для суперфінішу	3875К	1	–	3,0	2400×1600	–	3,84	–	15000
5.Кругло-шліфувальний верстат	3Б12	1	–	3,0	2650×1750	–	4,64	–	20000
6.Радіально-свердл. верстат	2Л52	1	–	1,5	1765×660	–	1,16	–	17000
7. Верстат для перешліфування кулачків	3А433	1	–	7,0	3200×2000	–	6,4	–	18000
8.Горизонтально-фрез.верстат	6Н80	1	–	3,0	1340×1789	–	2,39	–	14000
9.Слюсарний верстак	–	1	–	–	1240×800	–	1,0	–	4000
10.Стелаж для деталей	–	4	–	–	1400×500	0,7	2,8	1000	4000
16.Пересувний стелаж для колінчастих валів	–	2	–	–	∅900	–	0,64	1200	2400
12.Пересувний стелаж для розподільчих валів	–	1	–	–	900×900	–	–	–	1000
Разом	–	17	–	50,8	–	–	46,04	–	170960

### 6.9 Площа ділянки

Виробнича площа ділянки розраховується за формулою:

$$F_{\partial} = F_{об} * K_n, ( м^2 )$$

де  $F_{об}$  – площа підлоги, яку займає обладнання та інвентар,  $м^2$ ;  $F_{об} = 46,85 м^2$  (табл. 6.7 )

$K_n$  – коефіцієнт переходу від площі, яку займає обладнання та інвентар до площі ділянки.[10]

Через специфіку будівельних конструкцій приймаємо площу ділянки  $216м^2$ , а займаємо  $207 м^2$ .

$$F_{\partial} = 46,85 * 4,5 = 210,825 ( м^2 )$$

### **6.10 Обґрунтування плану розташування обладнання**

Ділянка розташована в головному виробничому корпусі із сіткою колон  $12 \times 6$  м; висота ділянки –  $7,2$  м. У виробничому корпусі є магістральні проїзди, необхідні проходи, витримані санітарні і протипожежні вимоги, що відповідають даним видам робіт цього виробництва.

Для виконання ремонту деталей на ділянці розраховано та підібрано відповідне та необхідне обладнання. Розташування обладнання виконано у вигляді предметної лінії. Обладнання для ремонту має дві окремі лінії для колінчастого та розподільчого валів. Для зменшення кількості основного обладнання спільними на лінії ремонту є: прес, токарно-гвинторізний верстат та півавтомат для суперфінішу. Міжопераційним транспортом є підвісна кран-балка і консольний поворотний кран (уколина).

План розташування обладнання приведений у графічній частині. На плані умовно показано основне технологічне та допоміжне обладнання. Вказані місця робітників та різноманітні споживачі. Витримано необхідні розриви між обладнанням, виконані проходи. Основне технологічне обладнання

“прив'язано” до стін. Вказані сусідні дільниці, проведено нумерування кроків колон і прольотів.

### **6.11 Схема вантажопотоків та підйомно-транспортних засобів**

Про раціональність розташування обладнання з метою мінімізації шляхів переміщення об'єктів свідчить схема вантажопотоків наведена у графічній частині. Як видно із схеми перетини та протитечії відсутні, що свідчить про правильність розташування обладнання.

З метою звести до мінімуму ручну працю при переміщенні, встановленні і знятті об'єктів з технологічного обладнання дільницю оснащено кран - балкою та консольно - поворотним краном. Про їх достатність свідчить схема підйомно-транспортних засобів, зони дії яких закривають виробничу площу.

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

### 7.1 Розрахунок собівартості відновлення розподільчого валу 130-1006018-А двигуна ЗІЛ-431410

Оплата праці

Визначаємо витрати за кожною статтею. Основну заробітну плату працівників розраховуємо за формулою:

$$Z_o = \frac{\sum_i^m t_{um} \cdot Z_{zod}}{60} \cdot K_y, \quad (7.1)$$

де  $t_{um}$  – норма часу відповідно по операціях відновлення;

$m$  – кількість відповідних операцій;

$Z_{zod}$  – тарифна ставка робітника, який виконує відповідну операцію,

$K_y$  – коефіцієнт який враховує умови праці на операцію,  $K_y=1,05$ ;

$$\text{Мийник } Z_{o1} = \frac{9,63 \cdot 3,10}{60} \cdot 1,05 = 0,52 \text{ грн.};$$

$$\text{Шліфувальник } Z_{o1} = \frac{6,01 \cdot 3,2}{60} \cdot 1,05 = 0,34 \text{ грн.};$$

$$\text{Термічник } Z_{o1} = \frac{10,83 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 0,65 \text{ грн.};$$

$$\text{Термічник } Z_{o1} = \frac{16,84 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 1,02 \text{ грн.};$$

$$\text{Шліфувальник } Z_{o1} = \frac{14,44 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 0,87 \text{ грн.};$$



$$\text{Балансувальник } Z_{o1} = \frac{13,23 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 0,8 \text{ грн.};$$

$$\text{Полірувальник } Z_{o1} = \frac{16,84 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 1,02 \text{ грн.};$$

$$\text{Контролер } Z_{o1} = \frac{8,42 \cdot 3,2}{60} \cdot 1,05 = 0,47 \text{ грн..}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітню плату знаходимо за формулою:

$$Z_{\delta} = Z_o \cdot K_{\delta}. \quad (7.2)$$

де  $K_{\delta}$  – коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату.

$$\text{Мийник } Z_{\delta} = 0,52 \cdot 0,2 = 0,05 \text{ грн.}$$

$$\text{Шліфувальник } Z_{\delta} = 0,34 \cdot 0,2 = 0,068 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічник } Z_{\delta} = 0,65 \cdot 0,2 = 0,13 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічник } Z_{\delta} = 1,02 \cdot 0,2 = 0,204 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальник } Z_{\delta} = 0,87 \cdot 0,2 = 0,174 \text{ грн..}$$

$$\text{Балансувальник } Z_{\delta} = 0,8 \cdot 0,2 = 0,16 \text{ грн..}$$

$$\text{Полірувальник } Z_{\delta} = 1,02 \cdot 0,2 = 0,204 \text{ грн..}$$

$$\text{Контролер } Z_{\delta} = 0,47 \cdot 0,2 = 0,094 \text{ грн..}$$

Розрахунок відрахування до фондів соціального страхування  
Знаходимо відрахування до фондів соціального страхування за  
формулою:

$$B_{соц} = (3_o + 3_о) \cdot K_c, \quad (7.3)$$

де  $K_c$  - коефіцієнт який враховує відрахування до фондів соціального  
страхування,  $K_c=0,37$ .

$$\text{Мийник } B_{соц} = (0,52 + 0,05) \cdot 0,37 = 0,21 \text{ грн.}$$

$$\text{Шліфувальник } B_{соц} = (0,34 + 0,068) \cdot 0,37 = 0,15 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічник } B_{соц} = (0,65 + 0,13) \cdot 0,37 = 0,7 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічник } B_{соц} = (1,02 + 0,204) \cdot 0,37 = 1,1 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальник } B_{соц} = (0,87 + 0,174) \cdot 0,37 = 0,39 \text{ грн..}$$

$$\text{Балансувальник } B_{соц} = (0,8 + 0,16) \cdot 0,37 = 0,36 \text{ грн..}$$

$$\text{Полірувальник } B_{соц} = (1,02 + 0,204) \cdot 0,37 = 0,45 \text{ грн..}$$

$$\text{Контролер } B_{соц} = (0,47 + 0,094) \cdot 0,37 = 0,21 \text{ грн..}$$

Розрахунок загальну зарплату за формулою:

$$3_n = 3_o + 3_о. \quad (7.4)$$

Мийник  $Z_n = 0,52 + 0,05 = 0,57$  грн..

Шліфувальник  $Z_n = 0,34 + 0,068 = 0,41$  грн..

Термічник  $Z_n = 0,65 + 0,13 = 0,78$  грн..

Термічник  $Z_n = 1,02 + 0,204 = 1,22$  грн..

Шліфувальник  $Z_n = 0,87 + 0,174 = 1,04$  грн..

Балансувальник  $Z_n = 0,8 + 0,16 = 0,96$  грн..

Полірувальник  $Z_n = 1,02 + 0,204 = 1,22$  грн..

Контролер  $Z_n = 0,47 + 0,094 = 0,56$  грн..

Амортизаційні відрахування на обладнання визначаємо за формулою:

$$C_{ам} = \frac{\Phi_{бал} \cdot H_{ам} \cdot t_{шт}}{100 \cdot F_{дрм} \cdot 60}, \quad (7.5)$$

де  $\Phi_{бал}$  – балансова вартість обладнання;

$H_{ам}$  – щорічна норма амортизаційних відрахувань,  $H_{ам}=15\%$ ;

$F_{дрм}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,  $F_{дрм}=1976$  годин.

$$\text{Мийна } C_{ам_1} = \frac{3500 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{9,63}{60} = 0,04 \text{ грн.}$$

$$\text{Шліфувальна } C_{ам_1} = \frac{10000 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{10,83}{60} = 0,14 \text{ грн.}$$

$$\text{Металізація } C_{ам_1} = \frac{13700 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{16,84}{60} = 0,29 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічна } C_{ам_1} = \frac{11300 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{14,44}{60} = 0,24 \text{ грн..}$$

$$\text{Балансувальна } C_{ам_1} = \frac{9500 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{13,23}{60} = 0,16 \text{ грн..}$$

$$\text{Полірувальна } C_{ам_1} = \frac{10000 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{16,84}{60} = 0,21 \text{ грн..}$$

Витрати на ремонт і міжремонтне обслуговування визначаємо за формулою:

$$C_{рем} = \frac{\Phi_{бал}}{F_{дрм}} \cdot H_p \cdot \frac{t_{ум}}{60}, \quad (7.6)$$

де  $H_p$  – середній відсоток на ремонт та обслуговування,  $H_p=20\%$ .

$$\text{Мийна } C_{рем1} = \frac{3500}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{9,63}{60} = 0,004 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальна } C_{рем1} = \frac{10000}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{10,83}{60} = 0,18 \text{ грн..}$$

$$\text{Металізація } C_{рем1} = \frac{13700}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{16,84}{60} = 0,39 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічна } C_{рем1} = \frac{11300}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{14,44}{60} = 0,28 \text{ грн..}$$

$$\text{Балансувальна } C_{рем1} = \frac{9500}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{13,23}{60} = 0,21 \text{ грн..}$$

$$\text{Палірувальна } C_{\text{рем1}} = \frac{10000}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{16,84}{60} = 0,28 \text{ грн..}$$

Постійні витрати.

Витрати на налагодження знаходимо за формулою:

$$B_{\text{нал}} = A \cdot \frac{t_{\text{нз}}}{60} \cdot 3_{\text{год}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (7.7)$$

де  $A$  – кількість переналагоджень за рік. Приймаємо  $A=12$  раз;

$t_{\text{нз}}$  – підготовчо-заклучний час відповідно технологічному процесу;

$$K_{\text{д}}=1,2; K_{\text{с}}=1,37.$$

$$\text{Мийна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,29}{60} \cdot 3,10 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,3 \text{ грн.}$$

$$\text{Шліфувальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,32}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,36 \text{ грн..}$$

$$\text{Металізаційна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,5}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,57 \text{ грн..}$$

$$\text{Термічна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,43}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,49 \text{ грн..}$$

$$\text{Балансувальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,4}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,45 \text{ грн..}$$

$$\text{Полірувальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,51}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,58 \text{ грн..}$$

Таблиця 7.1 – Технологічна собівартість відновлення розподільного вала

№ п/п	Витрати	Величина витрат
1	$Z_n$	6,76
2	$B_{соц}$	3,57
3	$C_{ам}$	1,08
4	$C_{рем}$	1,34
Разом		12,75
5	Постійні	4,98

$$C_{mexl} = 12,75 \cdot 40000 + 4,98 = 510004,98 \text{ грн.}$$

## 7.2 Економічний розрахунок затрат

Капітальні вкладення розраховуємо виходячи з оптових цін обладнання та їх потрібної кількості за формулою:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^m (C_{онт} \cdot q_{gh}) \cdot (1 + K_{тр} + K_{мон} + K_{ф}), \quad (7.8)$$

де  $C_{онт}$  – оптова ціна обладнання;

$q_{тр}$  – прийнята кількість одиниць обладнання;

$K_{тр}$  – коефіцієнт який враховує витрати на транспортування,  $K_{тр}=0,15$ ;

$K_{мон}$  – коефіцієнт витрат на монтаж,  $K_{мон}=0,06$ ;

$K_{ф}$  – коефіцієнт який враховує витрати на фундамент,  $K_{ф}=0,06$ ;

$$K_{об} = (3500 \cdot 1 + 10000 \cdot 1 + 13700 \cdot 1 + 11300 \cdot 1 + 9500 \cdot 1 + 10000 \cdot 1) \times \\ \times (1 + 0,15 + 0,06 + 0,06) = 73660 \text{ грн}$$

Витрати на інструмент і пристосування розраховуємо у відсотках капітальних вкладень в обладнання за формулою:

$$K_{i.n} = K_{об} \cdot \frac{H}{100}, \quad (7.9)$$

де  $H$  - відсоток витрат на інструмент та пристосування,  $H=8\%$ .

$$K_{i.n} = 73660 \cdot \frac{8}{100} = 5892,8 \text{ грн..}$$

Витрати на виробничий інвентар приймаємо в розмірі 2% від  $K_{об}$

$$K_{в.і} = 73660 \cdot \frac{2}{100} = 1473,2 \text{ грн..}$$

Витрати на господарчий інвентар розраховуємо виходячи із нормативу витрат на одного робітника:

$$K_{зосн} = R_{сн} \cdot H_г, \text{ грн.,} \quad (7.11)$$

де  $R_{сн}$  – кількість робітників спискових;

$H_г$  – норматив витрат (50 грн. на рік)

$$K_{зосн} = 8 + 50 = 400 \text{ грн..}$$

Капітальні вкладення на передаточні пристрої складають 6% від  $K_{об}$ :

$$K_{n.n} = 73660 \cdot \frac{6}{100} = 4419,6 \text{ грн..}$$

Витрати на транспортні засоби складають 3% від  $K_{об}$

$$K_{mp} = 73660 \cdot \frac{3}{100} = 2209,8 \text{ грн..}$$

Витрати на вимірювальні пристрої та прилади складають 2% від  $K_{об}$

$$K_{\epsilon.n} = 73660 \cdot \frac{2}{100} = 1473,2 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в будівлі розраховуємо за формулою:

$$K_{\text{б\у\д}} = S_{\delta} \cdot h \cdot \Pi_{\text{б\у\д}}, \quad (7.12)$$

де  $S_{\delta}$  – площа ділянки,  $S_{\delta}=105 \text{ м}^2$ ;

$h$  – висота будівлі,  $h=6,3 \text{ м}$ ;

$\Pi_{\text{б\у\д}}$  – вартість  $1 \text{ м}^3$  приміщення виробничої будівлі ( $65 \text{ грн/м}^3$ ).

$$K_{\text{б\у\д}} = 105 \cdot 6,3 \cdot 65 = 42997,5 \text{ грн.}$$

Річну суму амортизаційних відрахувань визначаємо за формулою:

$$A_p = \frac{H_a \cdot \sum_{i=1}^m K_{об}}{100}, \quad (7.13)$$

де  $H_a$  – річна норма амортизаційних відрахувань по  $i$ -й групі основних фондів;

$m$  – кількість груп основних фондів;

$K_{об}$  – балансова вартість  $i$ -ої групи основних фондів.

$$A_p = \frac{25 \cdot 73660}{100} = 18415 \text{ грн.}$$

Тоді загальна сума вкладень в основні засоби і обігові кошти складає:

$$K_{\text{вкл}} = K_{об} + K_{i.n} + K_{\epsilon.i} + K_{\text{оф}} + K_{\text{зосн}} + K_{n.n} + K_{\text{тр}} + K_{\epsilon.n} + K_{\text{б\у\д}},$$



(7.14)

$$K_{\text{ект}} = 73660 + 5892,8 + 1473,2 + 400 + 4419,6 + 2209,8 + 1473,2 + 42997,5 = 132526,1 \text{ грн.}$$

Вкладення в обігові кошти приймаємо в розмірі 25% від вкладень в основні засоби:

$$K_{\text{об}} = 132526 \cdot 0,25 = 33132 \text{ грн.}$$

Розрахунок заробітної плати.

Плановий фонд заробітної плати основних робітників за рік: заробітню плату з відрахуваннями до фонду соціального страхування беремо з таблиці 7.1

$$\Phi_{\text{он}} = \sum_{i=1}^m Z_n \cdot H_z \cdot (1 + K_{\text{нр}}), \quad (7.15)$$

де  $Z_n$  – заробітня плата з відрахуваннями до фонду соціального страхування за відновлення валу

$H_z$  – програма відновлення валів;

$K_{\text{нр}}$  – коефіцієнт який враховує премії,  $K_{\text{нр}}=0,37$ .

Розраховуємо відрядну розцінку:

$$\Phi_{\text{он}} = (0,57 + 0,41 + 0,78 + 1,22 + 1,04 + 0,96 + 1,22 + 0,56) \cdot 4000(1 + 0,42) = 68840 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на енергоносії.

Так як необхідні енергетичні розрахунки ми вже виконали в організаційному розділі, то переносимо розраховані дані до даного розділу.

Потрібна кількість пари та палива на дільницю відновлення:

$$Q_2 = 158,76 \text{ м}^3,$$

$$Q_n = 16,33 \text{ т.}$$

Згідно з існуючою ціною на підприємстві, на 1 м<sup>3</sup> пари – 5,22 грн. та 1 тону палива – 1900 грн., розраховуємо вартість потрібної кількості пари та палива на дільницю по відновленню:

$$B_2 = 158,76 \cdot 5,22 = 828,73 \text{ грн.};$$

$$B_n = 16,33 \cdot 1900 = 31027 \text{ грн.}$$

Кількість потрібного стиснутого повітря на дільницю:

$$Q_{cm} = 106704 \text{ м}^3.$$

Згідно з існуючою ціною на підприємстві відповідно стиснутого повітря – 9,60 грн., за 1000 м<sup>3</sup> розраховуємо вартість потрібного стиснутого повітря на дільницю відновлення валів:

$$B_{cm} = \frac{106704}{1000} \cdot 9,60 = 1024,36 \text{ грн.}$$

Річну потребу у воді для побутових потреб :

$$Q_{mn} = 50600 \text{ м}^3.$$

Так як на підприємстві вартість 1 м<sup>3</sup> води становить 1,50 грн., знаходимо вартість потрібної води для побутових потреб по дільниці відновлення:

$$B_{vnn} = 50600 \cdot 1,5 = 75900 \text{ грн.}$$

Річні витрати силової енергії та енергії на освітлення:

$$W_{\text{річ}} = 64726,35 \text{ кВт.}$$

Згідно з існуючою ціною за 1 кВт електроенергії – 0,32 грн., розраховуємо вартість потрібної силової електроенергії на дільницю відновлення валів:

$$B_w = 64726,32 \cdot 0,32 = 32363,43 \text{ грн.}$$

Витрати на утримування та експлуатацію обладнання розраховуємо виходячи з наступної залежності:

$$B_{\text{обс}} = B_e + A_{\text{об}},$$

де  $B_e$  – витрати на технологічну енергію,  $B_e = 2,3$  грн:

$A_{\text{об}}$  – амортизаційні відрахування на вал.

Знаходимо амортизаційні відрахування на вал:

$$A_{\text{об}} = \frac{\sum_{i=1}^m A \cdot \sum_{i=1}^n t_{\text{ум}}}{T_{\text{д}} \cdot 60}, \quad (7.16)$$

де  $\sum_{i=1}^m A$  – загальна сума амортизаційних відрахувань

$\sum_{i=1}^n t_{\text{ум}}$  – норма часу на відновлення валу

$T_{\text{д}}$  – загальна трудомісткість виконання операцій на дільниці.

$$A_{\text{об}} = \frac{18415 \cdot 96,24}{60 \cdot 14227} = 2,076 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{обс}} = 2,3 + 2,076 = 4,38 \text{ грн.}$$

Розрахунок відновлення розподільних валів на ділянці

$$C_{дільн} = M_{од} + Z_n + B_{соц} + B_{обсл}, \quad (7.17)$$

$M_{од}$  - вартість основних та допоміжних матеріалів на відновлення одного розподільного валу, (взято на підприємстві);  $M_{од} = 5$  грн

$$C_{цех} = 5 + 6,76 + 3,57 + 4,38 = 22,71 \text{ грн.}$$

До заводської собівартості входять:

$$C_{зав} = C_{цех} \left( 1 + \frac{\Pi_{зв}}{100} \right), \quad (7.18)$$

де  $\Pi_{зв}$  – відсоток загальнозаводських витрат,  $\Pi_{зв}=20\%$ .

$$C_{зав} = 22,71 \cdot \left( 1 + \frac{20}{100} \right) = 27,25 \text{ грн.}$$

Знаходимо повну собівартість за формулою:

$$C_{нов} = C_{зав} \cdot K_{ноз} = C_{зав} \left( 1 + \frac{\Pi_{нзв}}{100} \right), \quad (7.19)$$

де  $K_{ноз}$  – коефіцієнт позавиробничих витрат (на зберігання, реалізацію),  $K_{ноз}=1,5\%$ .

$\Pi_{нзв}$  – відсоток позавиробничих витрат.

$$C_{нов} = 27,25 \cdot \left( 1 + \frac{1,5}{100} \right) = 27,66 \text{ грн.}$$

Знаходимо проектну ціну вала за формулою:

$$C_{np} = C_{нов} + П + ПДВ, \quad (7.20)$$

де ПДВ – 20% від  $C_{нов}$ ,  $ПДВ = 27,66 \cdot 0,2 = 5,53$  грн.

$П$  – прибуток, розраховується за формулою:

$$П = \frac{R}{100} \cdot C_{нов}, \quad (7.21)$$

де  $R$  – рівень рентабельності,  $R=25\%$ .

$$П = \frac{25}{100} \cdot 27,66 = 6,92 \text{ грн.},$$

$$C_{np} = 27,66 + 6,92 + 5,53 = 40,11 \text{ грн.}$$

Річний прибуток підприємства при відновленні розподільних валів розраховуємо за формулою:

$$\Delta П = (C_{np} - C_{нов}) \cdot N, \quad (7.22)$$

$N$  – програма відновлення валів,  $N=40000$ .

$$\Delta \dot{П} = (40,11 - 27,66) \cdot 40000 = 50000 \text{ грн.}$$

Економія споживача при відновленні розподільного вала:

$$E_c = C_n - C_{np} = 105,00 - 40,11 = 65,56 \text{ грн.}$$

$C_n$  – ціна нового вала

Отже впровадження на підприємстві запропонованого технологічного процесу відновлення валів сільськогосподарської техніки дозволяє отримати річний прибуток в розмірі 50 тис. грн., а споживач при відновленні вала економить 65,56 грн.

## **8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **8.1 Вимоги безпеки до території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд**

Територія, виробничі і допоміжні приміщення, площадки і приміщення для зберігання автомобілів, споруди відповідають відомчим будівельним нормам проектування підприємств по обслуговуванню автомобілів, нормам технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту, чинним будівельним, санітарним та протипожежним нормам і правилам.

Розташування виробничих та допоміжних будівель, споруд відповідають технологічному процесу обслуговування та ремонту транспортних засобів.

Виробничі і допоміжні приміщення та споруди необхідно використовувати тільки за їх призначенням, яке передбачене проектом. Використання їх не за прямим призначенням дозволяється у виняткових випадках за погодженням з територіальними органами державного нагляду.

На всі будівлі і споруди є документація (паспорти, акти, технічні журнали, проекти тощо).

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

У виробничих приміщеннях і на території зберігання деталей, вузлів, агрегатів і різного металу організовано в окремих місцях на стелажах.

Виробничі відходи, сміття, непридатні деталі, вузли і агрегати своєчасно прибираються і накопичуються на спеціально відведених площадках.

Небезпечні зони і ділянки на території і у виробничих приміщеннях, перебування та виконання робіт на яких пов'язано з небезпекою для працюючих, позначаються сигнальними кольорами і знаками безпеки, дорожніми знаками .

Підлога в приміщеннях будь-якого призначення є рівна з твердим покриттям, непроникна для ґрунтових вод, без виступів і вибоїн. Матеріали, що застосовуються для покриття підлоги, мають гладку та неслизьку поверхню, зручну для очищення, задовольняють експлуатаційним вимогам даного приміщення.

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

На території і у виробничих приміщеннях підприємств забороняється:

палити поза межами спеціально відведених для цього місць;

користуватися відкритим полум'ям в непередбачених для цього місцях без прийняття відповідних протипожежних заходів;

завалювати запасні ворота як зсередини, так і ззовні, підхід та під'їзд до них завжди повинен бути вільним;

безладно розміщувати і зберігати (привалювати, упирати) матеріали, агрегати, запчастини тощо до елементів будинків, споруд, устаткування і огороження.

Територія підприємства є огороженою і упорядкованою, освітлюється в нічний час, постійно утримується в чистоті і порядку.

В огороженні території підприємства, передбачено двоє воріт для в'їзду (виїзду).

Територія підприємства обладнана водовідводами і водостоками. Люки водостоків та інших підземних споруд знаходяться в закритому положенні.

При виконанні ремонтних, земляних та інших робіт на території підприємства відкриті траншеї і ями огорожуються. В місцях переходу через траншеї встановлюються перехідні містки шириною не менше 1,0 м з перилами висотою 0,9 м.

На території підприємства є проїзди для руху автомобілів і пішохідні доріжки, що мають тверде покриття. Влітку вони очищаються від бруду, а взимку від снігу і льоду.

Ширина проїздів на території підприємства є не менше 6 м.

Ширина пішохідної доріжки не менша 1 м.

Для проходження працюючих на територію підприємства влаштована прохідна. Проходження працюючих через ворота забороняється.

В місцях перехрещення під'їзних шляхів канавами, траншеями, залізничними коліями тощо встановлюються настили або мости для переїздів.

Для стоянки власного транспорту передбачено місце на окремих площадках поза межами території підприємства. Рух особистого транспорту по території підприємства забороняється.

Приміщення для зберігання автомобілів не з'єднуються безпосередньо з іншими виробничими і допоміжними приміщеннями, де постійно знаходяться люди.

Приміщення для зберігання автомобілів мають безпосередній виїзд через ворота, які відкриваються назовні.

Підлога в приміщеннях для зберігання автомобілів має ухил не менше 1% в бік трапів і лотків.

Приміщення і відкриті площадки для зберігання транспортних засобів вздовж стін і огороження території, де установлюються автомобілі, мають колесо відбійні пристрої.

Площадки для зберігання транспортних засобів мають тверде, рівне покриття і ухили в поздовжньому напрямку осі автомобіля не більше 1% і поперечному не більше 4% .

Площадки і підлога в приміщеннях для зберігання автомобілів мають розмітку, яка виконана незмивною фарбою і визначає місця установлення автомобілів і проїздів

Для полегшення запуску двигуна в холодний період року (при температурі повітря нижче – 15 °С) площадки для відкритого зберігання автомобілів є обладнані засобами для їх підігрівання.

Обладнання, яке полегшує запуск двигуна в холодний період року, забезпечує безпеку обслуговуючого персоналу і водіїв.

Приміщення для профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів забезпечують безпечне виконання усіх технологічних операцій.



Повітря робочої зони, шум, вібрація, освітлення тощо на робочих місцях виробничих приміщень відповідають вимогам діючих нормативних актів.

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

Ворота основного в'їзду на територію підприємства розташовані на відстані не менше найбільшої довжини автомобілів, що експлуатуються на підприємстві, включаючи автопоїзди, від основного проїзду вулиці, дороги.

Ширину в'їзних воріт на територію підприємства прийнята по найбільшій ширині автомобілів, що використовуються, плюс 1,5 м.

Стулчасті ворота виробничих приміщень відкриваються назовні, а для в'їзду на територію підприємства і виїзду з неї усередину.

Ворота обладнані пристроями, що виключають їх самовільне закриття або відкриття. Виїзд (в'їзд) автомобілів із цокольних або підвальних поверхів будівлі через перший поверх не допускається (дозволяється тільки через зовнішні ворота).

## **8.2 Освітлення**

Природне освітлення у виробничих, допоміжних і побутових приміщеннях відповідає вимогам ДБН 2285 2006.

Приміщення для зберігання транспортних засобів, складські приміщення, а також інші приміщення без постійного перебування працюючих є без природного освітлення.

Вікна, розташовані з сонячної сторони, оснащені пристосуваннями, які забезпечують захист від прямих сонячних променів.

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

Світлові прорізи верхніх ліхтарів засклені армованим склом.

Приміщення і робочі місця забезпечуються штучним освітленням, достатнім для безпеки виконання робіт, перебування і переміщення людей. Штучне освітлення у виробничих приміщеннях і на робочих місцях залежить від характеру робіт, що виконуються, і забезпечує освітленість згідно з нормами.

Освітленість території підприємства, під'їздів, проїздів транспортних засобів, пішохідних доріжок і небезпечних зон є не менше 2 лк.

Робоче освітлення в приміщеннях мийки, профілактичного обслуговування та ремонту, діагностування транспортних засобів, виконання шино монтажних робіт є загальним локалізованим, а в приміщеннях для зберігання транспортних засобів загальним рівномірним.

При виконанні в приміщеннях робіт I-V розрядів освітленість проходів, проїздів та інших місць, де роботи не виконуються, становить не менше 75 лк при газорозрядних лампах і не менше 30 лк при лампах розжарювання. Освітленість робочих місць, яка створюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого, становить не менше 300 лк при газорозрядних лампах і 100 лк при лампах розжарювання. Поряд з робочим освітленням, улаштування якого є обов'язковим у всіх приміщеннях і на освітлювальних територіях для забезпечення нормальної роботи, проходу людей і руху транспорту, передбачено аварійне освітлення не менше 2 лк.

### **8.3 Принципи захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій**

Забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникненні надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань держави.

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення і територій зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами. Ризик надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру невпинно зростає.

Забезпечення безпеки та захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій розглядається як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, виконавчих органів рад.

Захист населення і територій є системою загальнодержавних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами рад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту, підпорядкованими їм силами та засобами підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, добровільними формуваннями, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Загрози життєво важливим інтересам громадян, держави, суспільства поділяються на зовнішні та внутрішні і виникають як під час надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, так і воєнних конфліктів.

Зовнішні загрози безпосередньо пов'язані з безпекою життєдіяльності населення і держави у разі розв'язання сучасної війни або локальних збройних конфліктів, виникнення глобальних техногенно-екологічних катастроф за межами України (на землі, в навколоремному просторі), які можуть спричинити негативний вплив на населення та територію держави.

Внутрішні загрози пов'язані з надзвичайними ситуаціями техногенного і природного характеру або можуть бути спровоковані терористичними діями.

Організаційні та правові основи захисту громадян, об'єктів виробничого і соціального призначення, докільля від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру викладені у Законі України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру».

Там же визначені основні принципи захисту населення:

– пріоритетність завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я людей і докільля;

- безумовного надання переваги раціональній та превентивній безпеці;
- вільного доступу до інформації щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру;
- особливої відповідальності і піклування громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки та дій у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру;
- відповідальності у межах своїх повноважень посадових осіб за дотримання вимог Закону України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру»;
- обов'язковості завчасної реалізації заходів, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру та мінімізацію їх негативних психо-соціальних наслідків;
- урахування економічних, природних та інших особливостей територій і ступеня небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру;
- максимально можливого, ефективного і комплексного використання наявних сил і засобів, які призначені для запобігання надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і реагування на них.

Головною метою захисту населення і територій під час надзвичайних ситуацій є забезпечення реалізації державної політики у сфері запобігання і ліквідації їх наслідків, зменшення руйнівних наслідків терористичних актів та воєнних дій.

Основними завданнями у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є:

- здійснення комплексу заходів щодо запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру;
- забезпечення готовності та контролю за станом готовності до дій і взаємодії органів управління у цій сфері, сил та засобів, призначених для запобігання надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і реагування на них.

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі

виникнення надзвичайних ситуацій проводиться спеціальний комплекс заходів, до якого відносяться:

Інформування та оповіщення, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної, територіальних та об'єктових систем оповіщення населення;

Спостереження за довкіллям, забрудненням харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами, забезпечується створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної! територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю.

Укриття в захисних спорудах, якому підлягає, у разі необхідності, усе населення відповідно до приналежності (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечних зонах тощо), досягається створенням фонду захисних споруд.

Евакуаційні заходи, які проводяться в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час є основним способом захисту населення і досягаються їх завчасним плануванням.

Інженерний захист проводиться з метою виконання вимог ІТЗ під час проектування і експлуатації споруд та інших об'єктів господарювання, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення та довкілля.

Медичний захист проводиться для запобігання або зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідемічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження залежно від характеру і ступеня зараження, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних проти-епідемічних та медичних заходів.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забез-

печення засобами індивідуального та колективного захисту, організацію та проведення спеціальної обробки.

Державна стандартизація з питань безпеки у надзвичайних ситуаціях спрямована на забезпечення безпеки та якості продукції та матеріалів відповідно до розвитку науки, техніки та технологій.

Державна експертиза у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій здійснюється стосовно технологічної безпеки об'єктів виробничого та соціального призначення, що можуть спричинити надзвичайні ситуації і вплинути на стан захисту населення і територій.

Державний нагляд і контроль у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій організовується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до компетенції якого віднесено питання захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, іншими уповноваженими на це органами виконавчої влади;

Декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки здійснюється з метою запобігання надзвичайних ситуацій, а також забезпечення готовності до локалізації надзвичайних ситуацій та їх наслідків.

Одним з основних способів захисту на випадок надзвичайних ситуацій є укриття населення в захисних спорудах.

Захисні споруди (ЗС) призначені для захисту людей від наслідків аварій (катастроф), стихійних лих, а також від уражаючих факторів зброї масового знищення та звичайних засобів нападу, дії вторинних уражаючих факторів.

Захисні споруди поділяються за:

місткістю:

- малої місткості (150–600 осіб);
- середньої місткості (600–2000 осіб);
- великої місткості (більше 2000 осіб). призначенням:

– для захисту населення;

– для розміщення органів управління і медичних установ; місцем розташуванням:

- вбудовані;

- окремо розташовані;
- метрополітени;
- у гірських виробках. термінами будівництва:
- збудовані завчасно;
- швидкоспоруджувані. захисними властивостями:
- сховища;
- протирадіаційні укриття (ПРУ);
- найпростіші укриття – щілини (відкриті та перекриті).

Сховища забезпечують найбільш надійний захист людей від уражаючих факторів (високих температур, шкідливих газів у зонах пожеж, вибухонебезпечних, радіоактивних і сильнодіючих отруйних речовин, обвалів та уламків зруйнованих будівель і споруд та інше), а також зброї масового знищення і звичайних засобів нападу.

Протирадіаційні укриття, в основному, забезпечують захист людей від радіоактивного зараження, світлового опромінення, а також зменшують дію ударної хвилі і проникної радіації. Крім того, вони захищають від крапельно-рідинних отруйних речовин і частково від хімічних та біологічних аерозолів.

Найпростіші укриття зменшують радіуси ураження людей ударною хвилею, послаблюють дію радіоактивних випромінювань та ураження світловим випроміненням.

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Правова охорона навколишнього природного середовища в населених пунктах

Найбільш ефективною формою прогнозування охорони навколишнього природного середовища є довгострокові комплексні екологічні програми, які є основою інших видів планування охорони навколишнього природного середовища.

Екологічна програма – це комплекс взаємоузгоджених територіальних заходів, спрямованих на поліпшення співіснування природних екологічних систем і суспільства. Планування охорони навколишнього природного середовища в населених пунктах, як правило, відображається в місцевих екологічних програмах, в яких вказується мета програми, термін її реалізації, основні напрямки дії, комплекси заходів, що мають здійснюватися на кожному з етапів, механізм реалізації та фінансування програми, контроль за її виконанням.

Планування та забудова населених пунктів здійснюється на підставі кількох видів планової документації; генерального плану розвитку населеного пункту; проекту планування та забудови міста; плану земельно-господарського устрою. В Україні генеральні плани розроблені для всіх міст обласного підпорядкування, районних центрів. При розробці генеральних планів враховується зональність, екологічна безпека, раціональна організація території.

До генеральних планів включають екологічні вимоги до планування території населеного пункту, спрямовані на виключення несприятливого впливу негативних факторів на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Суб'єкти містобудівної діяльності повинні дотримуватися встановлених екологічним законодавством і нормативно-технічними документами вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, збереження і раціонального використання природних ресурсів, санітарно-гігієнічного захисту здоров'я людини.



На підставі генеральних планів розробляються проекти планування і забудови міста та його окремих частин. Планування, розміщення, забудова і розвиток населених пунктів здійснюється за рішенням місцевих рад, з урахуванням екологічної ємності територій, з додержанням вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки.

Надання земельних ділянок для будівництва об'єктів житлового і промислового будівництва та їх подальшої експлуатації проводиться лише за наявності позитивного висновку державних органів охорони навколишнього природного середовища України та санітарно-епідеміологічного нагляду.

Надання земельних ділянок здійснюється на підставі плану земельно-господарського устрою населеного пункту, який складається на основі генерального плану. План земельно-господарського устрою повинен містити повну інформацію про поділ земель населеного пункту за цільовим призначенням, форми власності, економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель, про напрямки природоохоронної діяльності, організаційні, правові, фінансові та інші заходи щодо вдосконалення структури територій, освоєння земель, покращення їх якості, про особливості використання земель у санітарно-захисних зонах, про шкідливі та небезпечні промислові та комунальні підприємства, зони та округи санітарної охорони, джерела водопостачання, У водоохоронних зонах водних об'єктів та захисних зонах об'єктів природно-заповідного фонду.

План земельно-господарського устрою є обов'язковим для виконання органами державного управління та виконавчої влади, підприємствами, закладами, організаціями та громадянами.

Проекти генеральних планів населених пунктів, схеми районного планування, схеми влаштування промислових забудов, інша передпланова та проектна документація підлягають обов'язковій державній екологічній експертизі.

Особливим напрямком правової охорони навколишнього природного середовища в населених пунктах є забезпечення в них санітарного режиму.

Санітарна охорона навколишнього середовища - це діяльність органів санітарно-епідеміологічного нагляду за охороною життя і здоров'я громадян від несприятливого впливу навколишнього середовища.

Метою цієї охорони є забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, що включає створення оптимальних умов життєдіяльності, які забезпечують низький рівень захворювань, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення, а також усунення умов для виникнення та розповсюдження інфекційних захворювань.

Загальною правовою основою політики України з охорони здоров'я є положення Конституції України, яка закріплює право кожного громадянина на охорону здоров'я та обов'язки держави по забезпеченню санітарно-епідемічного благополуччя населення. Більш конкретні правові заходи по забезпеченню санітарно-епідемічного благополуччя населення закріплені у Законі України від 24 лютого 1994 року «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Щодо населених пунктів зазначений закон виходить із необхідності здійснення в них найбільш сприятливих умов для життя та здоров'я населення. Зокрема, органи державної виконавчої влади, міського та регіонального самоврядування зобов'язані забезпечити мешканців міст та інших населених пунктів питною водою, кількість та якість якої повинна відповідати вимогам санітарних норм та державним стандартам (ст. 18 Закону).

З метою запобігання погіршенню якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання та забезпечення охорони водопровідних споруд встановлюються зони санітарної охорони. Зони санітарної охорони мають три пояси, які відрізняються правовим режимом. Перший пояс (суворого режиму) включає територію розміщення водозабору та територію водопровідних споруд. На території цього поясу забороняються всі види будівництва, проживання людей, скидання стічних вод, купання, водопій та випас худоби, вилов риби, застосування пестицидів, органічних та мінеральних добрив. Господарсько-побутові та промислові стічні води, які скидаються у відкриті водні об'єкти на території другого та третього поясів зони санітарної

охорони, повинні відповідати Правилам охорони поверхневих вод, додатковим вимогам державного санітарного нагляду та органів охорони навколишнього природного середовища України.

Чинним законодавством України регулюються питання боротьби з шумом у населених пунктах. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» (ст. 23) зобов'язує підприємства, установи, організації здійснювати:

- створення і впровадження малошумних машин і механізмів на основі технічного нормування; поліпшення конструкцій транспортних засобів та умов їх експлуатації, а також утримування в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличних покриттів;

- розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму при плануванні і забудові населених пунктів відповідно до встановлених санітарно-технічних вимог та карт шуму;

- виробництво будівельних матеріалів, конструкцій і технічних засобів та споруд з необхідними акустичними властивостями;

- організаційні заходи для відвернення і зниження виробничих, комунальних, побутових і транспортних шумів, включаючи введення раціональних схем і режимів руху залізничного, повітряного, водного та автомобільного транспорту у межах населених пунктів.

У свою чергу громадяни зобов'язані додержувати вимог, встановлених з метою боротьби з побутовим шумом у квартирах, а також у дворах жилих будинків, на вулицях, у місцях відпочинку та інших громадських місцях. За невиконання вимог щодо охорони від шуму та інших фізичних дій органи санітарного нагляду мають право зупинити або заборонити діяльність підприємств, організацій або їх окремих структурних підрозділів.

З метою охорони атмосферного повітря в районах житлової забудови, масового відпочинку і оздоровлення населення при визначенні місць розміщення нових, реконструкції діючих підприємств, споруд та інших об'єктів, що впливають на стан атмосферного повітря, запроваджуються санітарні захисні зони. Якщо в результаті порушення встановлених розмірів і режиму санітарно-захисних зон виникає необхідність у відселенні людей,

виводу з цих зон об'єктів соціального значення або здійснення інших заходів, підприємства, установи, організації, місцеві органи державної виконавчої влади, органи місцевого самоврядування повинні вирішити питання про фінансування необхідних робіт і заходів, строки їх реалізації.

Спеціально уповноваженим центральним органом державної виконавчої влади, що здійснює контроль і нагляд за додержанням санітарного законодавства в населених пунктах, є Міністерство охорони здоров'я України, у складі якого діють органи і установи, що складають Державну санітарно-епідеміологічну службу України. Свої завдання санепідемслужба виконує шляхом санітарного нормування, видачі дозволу, здійснення нагляднах і контрольних функцій.

Санітарне нормування навколишнього середовища полягає в запровадженні мінімуму допустимих концентрацій забруднюючих речовин, радіоактивних випромінювань, шуму, вібрації, шкідливого впливу магнітних полів та інших фізичних, хімічних, біологічних впливів.

Свої функції санепідемслужба виконує в різних формах: дає дозвіл на роботу з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючого випромінювання, на виробництво, охорону, транспортування, використання, заховання, знищення, утилізацію отруйних речовин; веде реєстр небезпечних факторів фізичної, хімічної і біологічної природи; видає висновки про результати санітарно-гігієнічної експертизи на розміщення підприємств і споруд, їх техніко-економічне обґрунтування на введення об'єктів в експлуатацію.

## **9.2 Охорона водного середовища**

Основні джерела прісної води на території України - стоки річок Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Дунаю з притоками, а також малих річок північного узбережжя Чорного та Азовського морів. Порушення норм якості води досягло рівнів, які ведуть до деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм. Значна частина населення України використовує для своїх життєвих потреб недоброякісну воду, що загрожує

здоров'ю нації.

Сумарна величина стоків річок України без Дунаю в середній заводністю рік становить 87,1 млрд. куб. метрів, знижуючись умаловодний рік до 55,9 млрд. куб. метрів. Безпосередньо на території держави формується відповідно 52,4 і 29,7 млрд. куб. метрів води, решта надходить з суміжних територій. Водні ресурси Дунаю становлять у середньому 123 млрд. куб. метрів води на рік.

Прогнозні ресурси підземних вод питної якості розподілені на території України вкрай нерівномірно і становлять 22,5 млрд. куб. метрів на рік (61,7 млн. куб. метрів на добу), з яких 8,9 млрд. куб. метрів (24,4 млн. куб. метрів на добу) гідравлічно незв'язані з поверхневим стоком і становлять додаткову складову до поверхневого стоку. Водозабір підземних вод у складі прогнозних ресурсів становить 21 відсоток, що свідчить про можливість ширшого використання їх у багатьох областях. З метою забезпечення населення та народного господарства необхідною кількістю води в Україні збудовано 1087 водосховищ загальним об'ємом понад 55 млрд. куб. метрів, 7 великих каналів довжиною близько 2000 кілометрів з подачею на них понад 1000 куб. метрів води за секунду, 10 великих водоводів великого діаметру, по яких вода надходить у маловодні регіони України.

Витрати свіжої води в Україні на одиницю виробленої продукції значно перевищують такі показники у розвинутих країнах Європи: Франції - в 2,5 рази, ФРН - в 4,3, Великобританії та Швеції - в 4,2 рази.

Забезпечення водою населення України в повному обсязі ускладнюється через незадовільну якість води водних об'єктів. Якість води більшості з них за станом хімічного і бактеріального забруднення класифікується як забруднена і брудна (IV - V клас якості). Найгостріший екологічний стан спостерігається в басейнах річок Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, окремих притоках Дністра, Західного Бугу, де якість води класифікується як дуже брудна (VI клас). Для екосистем більшості водних об'єктів України властиві елементи екологічного та метаболічного регресу.

До основних забруднюючих речовин належать нафтопродукти, еноли, азот амонійний та нітритний, важкі метали тощо.

Для переважної більшості підприємств промисловості та комунального господарства скид забруднюючих речовин істотно перевищує встановлений рівень гранично допустимого скиду (далі - ГДС). Це призводить до забруднення водних об'єктів, порушення норм якості води.

Основними причинами забруднення поверхневих вод України є: скид неочищених та не досить очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води з забудованих територій та сільгоспугідь; ерозія ґрунтів на водозабірній площі.

Якісний стан підземних вод внаслідок господарської діяльності також постійно погіршується. Це пов'язано з існуванням на території України близько 3 тис. фільтруючих накопичувачів стічних вод, а також з широким використанням мінеральних добрив та пестицидів. Найбільш незадовільний якісний стан підземних вод у Донбасі та Кривбасі. Значну небезпеку в експлуатаційних свердловинах Західної України становить наявність фенолів (до 5 - 10 гранично допустимих концентрацій - далі ГДК), а також підвищення мінералізації та зростання вмісту важких металів у підземних водах Криму.

Проблема екологічного стану водних об'єктів є актуальною для всіх водних басейнів України. Що ж до Дніпра, водні ресурси якого становлять близько 80 відсотків водних ресурсів України і забезпечують водою 32 млн. населення та 2/3 господарського потенціалу країни, то це одне з найважливіших завдань економічного і соціального розвитку та природоохоронної політики держави.

Це зумовлено складною екологічною ситуацією на території басейну, оскільки 60 відсотків її розорано, на 35 відсотках земля сильно еродована, на 80 відсотках - трансформовано первинний природний ландшафт. Водосховища на Дніпрі стали акумуляторами забруднюючих речовин. Значної шкоди завдано північній частині басейну внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС; в критичному стані перебувають малі річки басейну, значна частина яких втратила природну здатність до самоочищення. У катастрофічному стані

знаходяться річки Нижнього Дніпра, де щорічно має місце ускладнення санітарно-епідеміологічної ситуації, знижується вилов риби, бідніє біологічне різноманіття.

Значної шкоди екосистемі Дніпра поряд із щорічним забрудненням басейну органічними речовинами (40 тис.тонн), нафтопродуктами (745 тонн), хлоридами, сульфатами (по 400 тис.тонн), солями важких металів (65 - 70 тонн) завдає забруднення біогенними речовинами внаслідок використання відсталих технологій сільськогосподарського виробництва, низької ефективності комунальних очисних споруд.

Екологічне оздоровлення басейну Дніпра є одним з найважливіших пріоритетів державної політики у галузі охорони та відтворення водних ресурсів. 27 лютого 1997 року Верховною Радою України затверджена Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води. Основною метою Національної програми є відновлення і забезпечення сталого функціонування Дніпровської екосистеми, якісного водопостачання, екологічно безпечних умов життєдіяльності населення і господарської діяльності та захисту водних ресурсів від забруднення та виснаження. Не в кращому, а подекуди і в гіршому стані перебувають басейни інших річок України (Сіверського Дінця, Дністра, Західного Бугу, Південного Бугу, басейни річок Приазовської та Причорноморської низовин). Тому мета та стратегічні напрями, визначені Національною програмою для Дніпра, є аналогічними і для інших водних басейнів України.

Системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та організації управління охороною і використанням водних ресурсів дав змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання, а саме: надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти внаслідок екстенсивного способу ведення водного господарства призвело до кризового зменшення самовідтворюючих можливостей річок та виснаження водноресурсного потенціалу; стала тенденція до значного забруднення водних об'єктів внаслідок неупорядкованого відведення стічних вод від населених

пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь; широкомасштабне радіаційне забруднення басейнів багатьох річок внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС; погіршення якості питної води внаслідок незадовільного екологічного стану джерел питного водопостачання; недосконалість економічного механізму водокористування і реалізації водоохоронних заходів; недостатня ефективність існуючої системи управління охороною та використанням водних ресурсів внаслідок недосконалості нормативно-правової бази і організаційної структури управління; відсутність автоматизованої постійно діючої системи моніторингу екологічного стану водних басейнів акваторії Чорного та Азовського морів, якості питної води і стічних вод у системах водопостачання і водовідведення населених пунктів і господарських об'єктів.



## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

В представленій магістерській роботі розроблено технологію підвищення зносостійкості розподільних валів 130-1006018-А автомобіля ЗІЛ-431410 електродуговим наплавленням порошкового дроту під шаром флюсу, який дозволяє використовувати зношені вали 130-1006018-А для подальшої експлуатації.

Наведено розрахунки і проект ділянки цеху для відновлення газорозподільного валу 130-1006018-А двигуна ЗІЛ-431410. А також аналіз дослідження конструктивних параметрів затискних пристроїв з гвинтовими елементами

Економічний розрахунок показав доцільність використання запропонованого технологічного процесу при ремонті газорозподільних валів 130-1006018-А.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гевко І.Б., Васильків В.В., Геник І.С., Кочубинська О.П. До питання розрахунку конструктивних параметрів затискних пристроїв з гвинтовими елементами. // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 17. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТДУ.- 2005. – С. 49-57.

2. Гевко І.Б., Кочубинська О.П. Обґрунтування параметрів гвинтових затискних патронів. Збірник наукових праць Житомирського державного технологічного університету "Процеси механічної обробки в машинобудуванні". Випуск № 4, 2006, с. 116-123.

3. Гевко І.Б. Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів: Підручник. – / [І. Б. Гевко, Б. М. Гевко]. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. - 199 с.

4. 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.

5. Анурьев В. И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3 - х т. Т. 1. - 5 - е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 728 с., ил.

6. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий.- М.: Колос, 1981.-295 с., ил.- (Учебники и учеб. Пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

7. Методичні вказівки обґрунтування економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090.258 “Автомобілі і автомобільне господарство” / Укл.: Й.А. Корнелюк, В.Г. Саяпіна, П.І. Малех, І.П.Кость.- Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2001.- 24 с.

8. Дехтеринский Л.В., Абелевич Л.А. Проектирование авторемонтных предприятий. М.: Транспорт, 1981.

9. Маслов Ф.В. Люксюмов . Охрана труда на авторемонтных предприятиях. К.: Техника, 1982.

