

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра агроінжинірингу**

**До захисту**  
**Допускається**  
**Завідувач кафедри**

**Шуляк М.Л.**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Розробка ділянки по технічному обслуговуванню та ремонту тракторів класу 1,4 в умовах НПЦ Сумського НАУ».

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Келямов Сулейман Ленарович**  
(Прізвище, ініціали)

Група:

**ЗМЕХ 2001**

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Коноплянченко Є. В.**  
(Прізвище, ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

\_\_\_\_\_ Шуляк М.Л.

“\_\_” \_\_\_\_\_ 202\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Келямов Сулейман Ленарович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка ділянки по технічному обслуговуванню та ремонту тракторів класу 1,4 в умовах НПЦ Сумського НАУ»

керівник роботи: Коноплянченко Є.В. к.т.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 2024 року №

2. Строк подання здобувачем роботи: “20” травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: Економічна звітність показників підрозділу за останній рік, аналіз літературних джерел, аналіз деталей, які плануються відновлюватись на ділянці.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Провести аналіз перспективних технологічних операцій спрямованих на можливість отримання якісних робочих поверхонь в умовах неспеціалізованих сільськогосподарських виробництв. Сконструювати та розрахувати на міцність елементи технологічного оснащення та провести економічний розрахунок доцільності вкладених коштів.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Креслення на 5и аркушах формату А1, ілюстраційний матеріал на слайдах:

Креслення ділянки А1, Типові поверхні, які підлягають відновленню при ремонті А1, Блок схема алгоритму відновлення ГБЦ А1, Складальне креслення пристосування для базування та закріплення ГБЦ А1. Деталювання пристосування А1, Економічні розрахунки А1.

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<b>Охорона праці</b>			
<b>Економічні розрахунки</b>			
<b>Нормоконтроль</b>			

7. Дата видачі завдання: “4” вересня 2024 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	13.09.2024р,	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та	20.09.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	25.09.2024 р.	
4.	Написання вступу	7.10.2024р.	
5.	Підготовка розділу «Розділ 1. Розрахунки дільниці по ремонту блоку циліндрів»	28.10.2024р.	
6.	Підготовка розділу «Розділ 2 Розробка технології по ремонту гільз блоку циліндрів»	7.11.2024р.	
7.	Підготовка розділу «Розділ 3 Конструкторська розробка»	19.02.2025 р.	
8.	Підготовка розділу «Розділ 4 Охорона праці»	24.03.2025 р.	
9.	Підготовка розділу «Розділ 5 Економіка»	6.05.2025 р.	
10.	Написання висновків та пропозицій	12.05.2025р.	
11.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	15.05.2025 р.	
12.	Подання роботи на рецензування	23.05.2025 р.	
13.	Подання до попереднього захисту	25.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ (підпис)

Келямов С. Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Коноплянченко Є.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Келямов Сулейман Ленарович** «Розробка ділянки по технічному обслуговуванню та ремонту тракторів класу 1,4 в умовах НПЦ Сумського НАУ».

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавра за освітньою програмою «Агроінженерія» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

У кваліфікаційній роботі розглянуто можливість організації ділянки для відновлення робочих поверхонь гільз блоку циліндрів двигунів серії Д-240 в умовах НПЦ СНАУ. Проведено комплексний аналіз логістичного розташування ділянки, електричних мереж, водопостачання та каналізації, а також приміщення для переобладнання та встановлення технологічного обладнання.

Розроблено технологію відновлення робочих поверхонь гільз блоку циліндрів під ремонтний розмір, технологічне обладнання та оснащення. Запропоновано перспективну технологію відновлення робочих поверхонь шляхом розточування останніх лезовим інструментом Ельбор–Р, що дає можливість отримання більш якісної відновленої поверхні та культури виробництва. Розглянуто питання пов'язані з охороною праці. Представлено розрахунок економічного обґрунтування та доцільності організації ділянки, який спирається на розрахункові витрати, доходи та показники рентабельності комплексу на базі НПЦ СНАУ. Практичні рекомендації можуть бути використані для зниження експлуатаційних витрат та збільшення продуктивності підприємства.

**Ключові слова:** РОБОЧА ПОВЕРХНЯ, РОЗТОЧУВАННЯ, ГІЛЬЗА БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ, БАЗУВАННЯ ДЕТАЛІ, РІЗЕЦЬ, НАДТВЕРДИЙ МАТЕРІАЛ, ТЕХНОЛОГІЯ, ВІДНОВЛЕННЯ.

## ABSTRACT

**Kelyamov Suleiman Lenarovich** "Development of a site for technical maintenance and repair of class 1.4 tractors in the conditions of the Scientific and Technological Research Center of Sumy NAU".

Qualification work for a bachelor's degree in the educational program "Agroengineering" in specialty 208 "Agroengineering" Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The qualification work considers the possibility of organizing a site for the restoration of working surfaces of cylinder block liners of D-240 series engines in the conditions of the Scientific and Technological Research Center of SNAU. A comprehensive analysis of the logistical location of the site, electrical networks, water supply and sewage, as well as premises for re-equipment and installation of technological equipment has been carried out.

A technology for the restoration of working surfaces of cylinder block liners to the repair size, technological equipment and equipment has been developed. A promising technology for restoring working surfaces by boring them with the Elbor-R blade tool is proposed, which makes it possible to obtain a higher-quality restored surface and production culture. Issues related to labor protection are considered. A calculation of the economic justification and feasibility of organizing the site is presented, which is based on estimated costs, revenues and profitability indicators of the complex based on the SNAU Research and Development Center. Practical recommendations can be used to reduce operating costs and increase the productivity of the enterprise.

Keywords: **WORKING SURFACE, BORING, CYLINDER BLOCK LINER, BASED PART, CUTTER, SUPERHARD MATERIAL, TECHNOLOGY, RESTORATION.**

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
<b>РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНКИ ДІЛЬНИЦІ ПО РЕМОНТУ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Службове призначення машин .....	8
1.2 Призначення вузла .....	8
1.3 Службове призначення деталі .....	9
1.4 Поверхні, що підлягають обробітку та визначення обладнання .....	13
<b>ГЛАВА 2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПО РЕМОНТУ ГІЛЬЗ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ</b>	<b>16</b>
2.1 Розрахунок режимів різання .....	16
2.2 Режим роботи і фонди робочого часу.....	17
2.3 Трудомісткість ремонту об'єкту.....	19
2.4 Визначення річного обсягу ремонтів.....	20
2.5 Роботи за операціями та їх трудомісткість.....	22
2.2 Розрахунок різьби на міцність.....	21
2.6 Кількість працюючих на підприємстві.....	22
2.7 Вибір та розрахунок обладнання.....	24
2.8 Визначення площі виробничих приміщень.....	26
2.9 Компонування ремонтної дільниці.....	28
<b>РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....</b>	<b>29</b>
3.1 Розрахунок різця для розточування .....	25
3.2 Розрахунок головки для розточування .....	32
3.3 Проектування пристосування для верстату .....	33
3.4 Розрахунок і вибір обладнання .....	29
3.5 Визначення площі виробничих приміщень .....	31
3.6 Компонування ремонтної дільниці .....	32
<b>ГЛАВА 3. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>38</b>
<b>ГЛАВА 5. ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ .....</b>	<b>43</b>
<b>ВИСНОВОК .....</b>	<b>49</b>

<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>50</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>54</b>

## ВСТУП

Трактори і автомобілі широко і всебічно застосовуються майже у всіх галузях народного господарства України. Автомобільна і тракторна техніка являється базою успішного розвитку різних напрямків промисловості, будівництва та переробних галузей. Відповідно силовим агрегатом будь-якого трактора та автомобіля є двигун. Причому цей двигун є двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ).

В бакалаврській роботі розглянуто гільзу 240-1002021, яка є деталлю дизельного двигуна марки Д-240, Д-240Т, Д-242, який встановлюється на трактори марок МТЗ-80/82, вантажні автомобілі типу ЗІЛ-4507 «Бичок», електрогенератори та іншу вітчизняну техніку. Відповідно, що однією і головних деталей двигуна є гільза – деталь ЦПГ (циліндро-поршневої групи). В ЦПГ здійснюється перетворення теплової енергії палива в енергію механіки, таки чином здійснюється технологічний процес роботи ДВЗ.

Гільза – найвідповідальніший елемент блоку циліндрів і, відповідно, двигуна. Вона, завдяки своїй внутрішній поверхні і поршню та головці блоку циліндрів, утворює, відповідно, камеру згорання. Точне виготовлення гільзи, поршня забезпечують довговічність ДВЗ, його надійність та економічність.

Зважаючи на те, що гільзи широко використовуються в умовах Сумського району Сумської області, то і потреба в їх ремонті становить близько 4000 штук на календарний рік.

## **РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНКИ ДІЛЬНИЦІ ПО РЕМОНТУ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ**

### **1.1 Службове призначення машин**

Колісний трактор типу МТЗ-80 являється базовою моделлю сімейства «Білорусь» тягових класів 14 і 20 КН. Він призначається для ряду сільськогосподарських операцій по обробітку ґрунту. Може агрегатуватися з начіпними та напівнавісними машинами і знаряддями, може використовуватися в будівництві, меліорації, на дорожніх роботах, в комунальному та інших господарствах держави.

Даний трактор має дизельний двигун водяного охолодження марки Д-240, його потужність складає 80 к. с. при 2100 об./хв. Даний двигун запускається електричним стартером з кабіни механізатора. Його питомі витрати палива по технічній документації не перевищують 210 гр./к. с. год.

Трактор МТЗ-80 є трактором з напіврамним остовом. Остов має корпус зчпної муфти, коробки переключення передач, картеру заднього мосту і власне напіврами. На ньому використано роздільно-агрегатну гідросистему з гідропідсилювачем зчпної ваги (ГЗВ). При проведенні транспортних робіт встановлюють буксирний пристрій який має амортизатор і гідрофіцірований гак. Крім цього трактор можуть обладнати різним додатковим устаткуванням (виносними гідроциліндрами із запобіжними клапанами, штуцером, системою для приводу гальм тракторних причепів).

Кабіна у тракторі герметизована, має жорсткий каркас, обладнана опалювальною та вентиляційною системами, шумопоглинаюча з одномісним торсіонним сидінням та гідравлічним амортизатором. Має панорамні вікна для покращеного огляду місця роботи.

### **1.2 Призначення вузла**

Основний вузол трактора являє собою двигун внутрішнього згорання з різними системами для підтримки його роботи.

Двигун – це машина, яка теплову енергію палива, яке спалюється в циліндрах, перетворює у механічну енергію, яка необхідна для приведення в дію механізмів і вузлів трактора для виконання ним корисної роботи.

Відповідно, що найголовнішими деталями ДВЗ (двигуна внутрішнього згоряння) являються деталі ЦПГ (циліндро-поршневої групи), гільзи циліндрів, поршні, поршневі кільця та пальці.

Технологічний процес роботи палива здійснюється в циліндрах, а вироблена механічна енергія «використовується» поршнем, поршневими кільцями, пальцем, а потім шатуном передається на колінчатий вал. Тут здійснюється перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертання колінвалу. ЦПГ та її складові працюють під впливом високої температури і сил інерції, які утворюються при згорянні палива.

На поверхнях деталей ЦПГ, які працюють, в процесі роботи здійснюється постійний тепловий обмін. Під час роботи на так званих нестійких режимах, що характерні для експлуатації сучасних двигунів, температурні ділянки поверхонь деталей характеризуються високими напруженнями та нерівномірністю. Середня робоча температура стінок гільз карбюраторних двигунів має близько  $1500^{\circ}\text{C}$ . На  $50-100^{\circ}\text{C}$  вищою є температура деталей дизельних двигунів.

Перепади температур на  $50-60^{\circ}\text{C}$  викликають корозію поверхонь тертя та інтенсивне їх зношення. Умови мащення поверхонь тертя в таких випадках сильно ускладнені. Здійснюється підведення оливи під тиском до найбільш складних поверхонь тертя таких як кільце-поршень, кільце-гільза, поршень-гільза. Згідно умов конструкції в більшості двигунів це застосовується, як і в нашому варіанті. Відповідно формування потрібної товщини оливного шару на поверхнях, які сполучаються, правильний вибір геометричних параметрів гільз, головок, юбки поршнів, конструкції поршневих кілець, твердості деталей є основною умовою конструювання та проектування деталей ЦПГ.

### **1.3 Службове призначення деталі**

Гільза циліндра являється однією із основних деталей двигуна трактора МТЗ-80. Її вага становить 4,5 кг., вона відлита відцентровим литтям з чавуну

марки СЧ-36 і має твердість НВ 210...240. Габаритні розміри (граничні) гільзи блоку складають 133×247 мм.

Гільзи блоку циліндрів є дуже відповідальними елементами двигуна. Їх внутрішні поверхні разом із днищами поршнів утворюють камери згоряння. Гільзи є напрямними руху поршнів.

На сьогоднішній день є ряд особливостей конструкцій гільз, які залежить від призначення та виду двигунів. Тракторні дизелі використовують «мокрі гільзи», це значить, що їх охолодження в роботі проходять по сорочці блоку циліндрів. Конструктивно гільзи мають верхній опорний фланець. Його площа становить 8-15 % від загальної площі поршня. Щоб правильно встановити її в блоці й зберегти форму, гільзу центрують. Центрування проходить по напрямних пасках. Діаметр верхнього паска трохи більше нижнього. В ньому для забезпечення подовження гільзи під час роботи є зазор 0,05 - 0,013 мм.

Сорочку охолодження та її порожнини ущільнюють. Для цього використовують спеціальні гумові кільця по нижньому напрямному паску.

Мікрорельєф робочої поверхні та точність виготовлення гільз являються базовими критеріями. Ці показники підвищують такі триботехнічні дані пар тертя як «поршневе кільце – гільза». Також створюють умови для згорання палива. Точність розмірів деяких елементів гільзи становить 5...10 мкм, що є важливою у деталлю точного машинобудування.

Так як гільзи встановлюється в блок циліндрів, то будемо аналізувати базування їх в циліндрах і визначимо функціональне значення поверхонь.

Гільза центрується по двох поясах у циліндрі: верхній -  $\varnothing 126 \begin{matrix} -0,043 \\ -0,083 \end{matrix}$  мм і нижній -  $\varnothing 125 \begin{matrix} -0,043 \\ -0,083 \end{matrix}$  мм. Обидва пояски є основними конструкторськими базами що реалізують подвійну напрямну базу. Вони позбавляють гільзи 4-х ступенів вільності. В якості опорної базової поверхні слугує нижній торець циліндричного потовщення. Він знаходиться у верхній частині гільзи і залишає їй 5-й ступень вільності.

На рис. 1.1 представлена схема базування гільзи у ДВЗ.

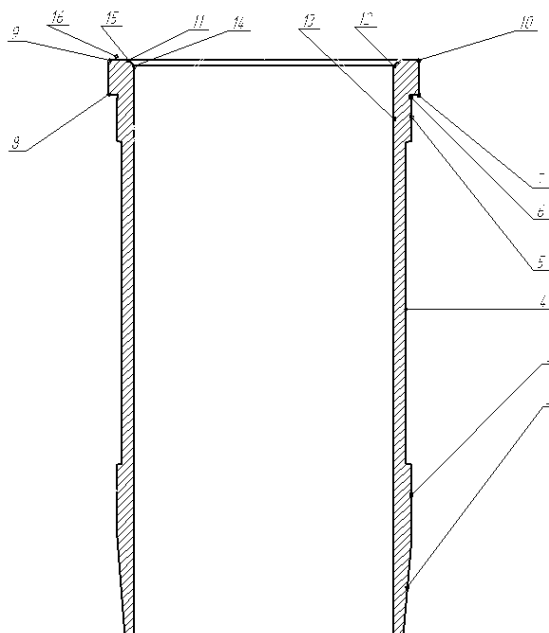


Рис. 1.1 - Схема базування, елементарні поверхні гільзи двигуна Д-240  
 Подаємо таблицю відповідності і матрицю зв'язків.

Таблиця 1.1

Таблиця відповідностей

Зв'язок	Ступінь вільності	Вид бази
1,2,3,4	I, II, IV, V	ПНБ
5	III	УБ

Таблиця 1.2

Матриця зв'язків

	$X$	$Y$	$Z$	Вид
1	1	1	0	ПНБ
$\alpha$	1	1	0	
1	0	0	1	УБ
$\alpha$	0	0	0	

В табл. 1.3 зводимо функціональне призначення поверхонь гільзи

Таблиця 1.3.

№ п/п	Найменування поверхні	Реалізована функція
1	Нижній торець	Обмежує осьовий розмір
2	Конусність	Полегшує посадку гільзи в блок циліндрів
3	Нижній напрямний поясок	Центрує гільзу в циліндрі
4	Сорочка	Обмежує діаметральний розмір
5	Верхній напрямний пасок	Центрує гільзу в циліндрі
6	Канавка	Для виходу різця
7	Торець опорного фланця	Обмежує переміщення гільзи в осьовому напрямку
8, 10	Фаски опорного фланця	Полегшують посадку фланця в кільцеву канавку блоку циліндрів
9	Зовнішня поверхня фланця	Обмежує діаметральний розмір
11	Верхній торець	Обмежує осьовий розмір
12	Фаска $0,5^{+0,4}$	Полегшує посадку поршня в гільзу
14	Фаска $1,5^{-0,5}$	
13	Внутрішня циліндрична	Є напрямною для поршня
15, 16	Кільцеве виточення на верхньому торці	Місце встановлення прокладки між блоком і головкою циліндру

## Групи розмірів нових та ремонтних циліндрів і поршнів

Ремонтне збільшення	Позначення групи	Діаметр поршня, мм	Діаметр циліндра, мм
-	<i>A</i>	110,000 – 110,003	110,036 – 110,024
	<i>B</i>	110,012 – 110,024	110,048 – 110,036
	<i>B</i>	110,024 – 110,036	110,060 – 110,048
	<i>Г</i>	110,036 – 110,048	110,072 – 110,060
	<i>Д</i>	110,048 – 110,060	110,084 – 110,072
0,5	<i>A</i>	110,550 – 110,553	110,559 – 110,570
	<i>B</i>	110,552 – 110,555	110,570 – 110,580
	<i>B</i>	110,554 – 110,557	110,580 – 110,590
	<i>Г</i>	110,556 – 110,558	110,600 – 110,610
	<i>Д</i>	110,558 – 110,559	110,610 – 110,620
1,0	<i>A</i>	111,000 – 111,003	111,036 – 111,024
	<i>B</i>	111,012 – 111,024	111,048 – 111,036
	<i>B</i>	111,024 – 111,036	111,060 – 111,048
	<i>Г</i>	111,036 – 111,048	111,072 – 111,060
	<i>Д</i>	111,048 – 111,060	111,084 – 111,072

**1.4 Поверхні, що підлягають обробітці та визначення обладнання**

Під час експлуатації двигуна поверхні циліндрів поверхні циліндрів інтенсивно зношуються. Щоб продовжити термін їх служби передбачено ремонтні розміри. Ці розміри поступово збільшують діаметр циліндрів. Так як товщина стінок циліндрів дозволяє це зробити, то і маємо збільшені ремонтні розміри поршнів. Розточують циліндри і тоді, коли зазор між поршнем та гільзою більше 0,3 мм. Це буває при збільшенні діаметра циліндра до 110,15 мм.

Розточка циліндрів під ремонт проводиться, відповідно, під спеціальні ремонтні поршні. Їх кільця які мають збільшений розмір проти номінального на 0,5 і 1,0 мм, тобто 110,5 і 111,0 мм на відстані 53 мм від верхнього торця. Відповідно, що при ремонтному розточуванні і хонінгуванні циліндрів підганяють розмір їхнього діаметра по діаметру юбки поршня так, щоб зазор між ними був 0,024...0,048мм. Поршні одного двигуна мать бути одного ремонтного збільшення.

Параметри які підлягають контролю під час ремонту блоку циліндрів ДВЗ

Параметри, що підлягають контролю	Розміри робочого креслення (мм)	Гранично допустимі розміри (мм)	Розміри ремонтні (мм)	
Діаметр циліндрів (мм)	110,0* <sup>+0,06</sup> <sub>+0,012</sub>	110,15	110,5	111,0
Діаметр поршнів (мм)	110,0* <sup>-0,06</sup> <sub>-0,012</sub>	109,976	110,476	111,976
Зазор між поршнем та циліндром визначають методом підбору (мм)	0,024 0,046	0,3	-	-

\*- допуск 0,06 (мм) розбитий на 5 груп, через 0,012 (мм)

Обробіток дзеркал циліндрів після ремонту має задовольняти наступним вимогам: не більше 0,005 мм. не циліндричність; не більше 0,005 мм неперпендикулярність дзеркал циліндрів з осями корінних підшипників; не більше 0,8 мкм. шорсткість поверхонь дзеркал циліндрів.

Підбір поршнів до циліндрів здійснюється при температурі  $(20 \pm 3)^\circ \text{C}$ . Відповідно що поршні по зовнішньому, а циліндри по внутрішньому діаметрах сортирують на п'ять розмірних груп (див. табл. 1.4).

В розточені або нові циліндри блоку необхідно встановлювати поршні однакові з циліндрами розмірних груп. Так як для ремонту існує певна кількість поршнів, то бажано визначити відхилення діаметру кожного циліндра окремо. Необхідно виходити з фактичного розміру діаметра юбки поршня. Він призначений для роботи в цьому циліндрі з підтримкою зазорів 0,024...0,048 мм, і під ці розміри необхідно розраховувати діаметри циліндрів.

Допускається підбір з сусідніх груп. Підбір поршнів до вже працюючих циліндрів проводиться по щупові завтовшки 0,05 мм і завширшки 10 мм. Щуп закладають між циліндром та поршнем по всій висоті поршня. Розміщують в площині перпендикулярно та відносно осі поршневого пальця по найбільшому

діаметру. Зусилля на динамометрі, що з'єднаний зі стрічкою-щупом, повинно бути в інтервалі 3,5...4,5 кгс.

## РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПО РЕМОНТУ ГІЛЬЗ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ

Щоб отримати необхідні точні параметри стосовно циліндричних поверхонь гільз блоку циліндрів, застосовуються різні технології. Серед яких найбільш розповсюджені і вгаджені наступні:

1. чорнове розточування;
2. чистове розточування;
3. чистове шліфування;
4. хонінгування

Для масового виробництва застосовуються 4 типи відповідного обладнання. В ремонті така технологія недопустима, тому що потребує значних фінансових затрат і часу. В останні роки все більше розповсюдження набувають відповідні новітні технології. Завдяки ним можна отримати необхідні точні параметри. Мова йдеться про застосування надтвердих матеріалів типу НТМ, зокрема Ельбору [20].

Розточуючи циліндричні поверхні, достатньо провести чистове і тонке розточування. Мета – отримання необхідних технологічних параметрів.


Чистове розточування циліндричних поверхонь циліндрів двигуна Д-240 виконують алмазно-розточувальним верстатом 278Н, а для кінцевої операції – тонкого розточування використовують прецензійний верстат моделі 278П.

### **2.1 Розрахунок режимів різання**

Щоб розточити гільзи блоку циліндрів до діаметра  $\varnothing 110,5$  мм до необхідної точності (чавун марки СЧ-36 твердістю НВ 210...240) використаємо новий, надтвердий матеріал НТМ – Ельбор - Р. Відповідно [20] табличним способом призначимо матеріал різця – Композит 01. Забезпечимо точіння в дві операції: тонка і чистова.

В обох випадках розточувальну головку налаштуємо на одержання необхідного розміру.

## Параметри ріжучої частини різця із НТМ (геометричні)

Тип різця	Матеріал, що підлягає обробці	$\gamma$	$\alpha$	$\alpha_1$	$\Phi$	$\phi_1$	$b_\gamma$	
	Чавун сірий СЧ 36 НВ 190...240	-10	12	2	30 - 75	15	0,6 - 1,2	

**Розточувально-чистова операція**, верстат – алмазно-розточувальний 278Н. На операцію розраховуємо режими різання. Необхідно проточити внутрішню поверхню гільзи. Її діаметр повинен становити  $110,4^{+0,02}$  мм з шорсткістю  $Ra = 1,25$  мкм.

Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (1.1)$$

де  $D = 110,4$  мм – внутрішній діаметр поверхні гільзи після її обробки;  $d = 110,1$  мм – внутрішній діаметр поверхні до обробки.

$$t = \frac{110,4 - 110,1}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

При чистовому розточуванні стійкість різця  $T = 120$  хв. призначаємо глибину різання  $t_{\text{чорн.}} = 0,05$  мм.

## 2.2 Режим роботи і фонди робочого часу

До режиму роботи майстерні включається: робочі дні на протязі року, робочі зміни на протязі доби та їх тривалість.

Робочі дні знаходяться як різниця між числом календарних днів року на протязі року та числом вихідних і святкових днів в році. Якщо п'ятиденний робочий тиждень – маємо число робочих днів – 254, а коли шестиденний – 306, однак кожного року все змінюється.

Кількість робочих змін залежить від програми, найменування виробничої продукції, ступеню завантаження робочих місць та інших чинників. Рекомендують роботу цехів підприємства організувати в одну чи дві зміни. Майстерні планують працювати в одну зміну.

Відповідно річні фонди робочого часу працівників та обладнання вираховують, виходячи з тривалості зміни.

Річний фонд робочого часу визначається із виразу:

$$\Phi_H = (K_p \cdot T_{zm} - K_n \cdot T_c) \cdot n \quad (1.2)$$

де  $K_p$  – число днів роботи за рік,  $K_p = 254$ ;  $K_n$  – число передвихідних, тобто днів у яких є скорочення робочого часу,  $K_n = 8$ ;  $T_{zm}$  – тривалість зміни,  $T_{zm} = 8$  год.

$$\Phi_H = (254 \cdot 8 - 8 \cdot 1) \cdot 1 = 2024 \text{ год.}$$

Тобто, фонд часу має 2024 год за нормальних умов і 1830 год за шкідливих умов.

Фонд річний і дійсний:

$$\Phi_o = (\Phi_H - D_o \cdot T_{zm}) \cdot K_b \quad (2.3)$$

Визначимо річний фонд слюсарів:

$$\Phi_d = (2024 - 24 \cdot 8) \cdot 0.99 = 1814 \text{ (год.)}$$

У таблиці 2.2 приведені номінальні фонди робочого часу робітників ремонтної дільниці.

Таблиця 2.2

Фонди часу робітників майстерні, (год.)

№ п/п	Професії та вид робіт	$\Phi_H$	$\Phi_o$
1	Слюсарі (мийка, дефектування)	2024	1814
2	Верстатники	2024	1800

Фонд роботи устаткування обчислюють за формулою:

$$\Phi_{Д.об.} = \Phi_{Н} \cdot n \cdot K_{BK} \quad (2.4)$$

де  $\Phi_{Н}$  – фонд роботи устаткування номінальний, год.

Коефіцієнт використання обладнання ремонтної ділянки враховує ряд факторів, а коефіцієнти його використання приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Річні фонди роботи обладнання при роботі в одну зміну, год.

№ п/п	Найменування устаткування	$P_{\sigma}$	$\Phi_{Д.об.}$ , год.
1	Верстати	0,98	1980
2	Підйомно-транспортні засоби	0,98	1980
4	Термічні установки	0,97	1960
6	Стенди, мийні установки та ін.	0,97	1960
7	Вентилятори та санітарно технічні установки	0,98	1980

### 2.3 Трудомісткість ремонту об'єкту

Число ремонтів в зоні обслуговування ділянки визначається за методикою, описаною в літературі [3, 4, 5, 6, 7]. Вона передбачає використання методів прогнозу, що засновані на застосуванні різних теорій. Ремонти визначають так:

1. Для двигунів даної марки та відповідним нормативним міжремонтним наробітком.
2. За коефіцієнтами циклу.
3. За коефіцієнтом охоплення машинного ремонту.

Ремонти визначають для групи машин, враховуючи технічний стан кожної.

Щоб визначити ремонти двигунів Д-240 приймаємо 4-й спосіб. При цьому річні напрацювання, нормативи, періодичність ремонтів, коефіцієнти охоплення ремонтом зводимо до табл. 2.4.

Кількість ремонтів беремо цілими числами.

Визначаючи технічний стан тракторів знаходимо:

$$K_{\kappa} = (B_{\zeta} \cdot n) / \Pi_{\kappa} \quad (2.5)$$

де  $B_{\zeta}$  - планова робота двигуна даної марки, 2000 тис. год.;

$n$  - число техніки даної марки по Сумському районі 1000 шт. Беремо до уваги те, що дизель 4-х циліндровий;

$$n = 1000 \cdot 4 = 4000 \text{ шт.}$$

$$K_{\kappa} = (2000 \cdot 4000) / 6000 = 1333$$

### Наробіток і проведення ремонтів

Наробіток в господарстві та рекомендацій, приведених в літературі [1]. Значення періодичності ремонтів Д-240 згідно рекомендацій [1, 3, 4, 5]. Дані в таблиці 2.4 і використовуємо для розрахунків. Підставимо до наведених формул значення параметрів з таблиці 2.3 та отримаємо результати, що занесемо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Річна програма ділянки ремонту двигунів Д-240 (242)

Марка двигуна	Кількість автотракторної техніки (шт.)	Річний наробіток, (год.)	Кількість ремонтів, (шт.)
Д 240 (242)	1000	2000	1333

### 2.4 Визначення річного обсягу ремонтів

Річну трудомісткість ремонтної ділянки приймають, визначивши необхідний обсяг праці (люд.-год.).

Перемноженням кількості ремонтів (табл. 2.4) на нормативи трудомісткості, визначаємо роботи для Д-240 в таблиці 2.5. Річний обсяг маємо згідно виразу:

$$T_p = N_p \cdot t_p \quad (2.6)$$

$$T_p = 1333 \cdot 15 = 19995 \text{ (люд. год)}$$

Результати розрахунку трудомісткостей ремонту зводимо до табл. 2.5

Таблиця 2.5

### Нормативи ремонту ДВЗ для ЦРМ

Марка двигуна	Кількість двигунів	Річний наробіток, тис. год	Нормативні трудомісткості ремонтів, люд. год
Д240	1000	2	15

Таблиця 2.6

### Трудомісткість ремонту дільниці річна

Марка двигуна	Марка машини	Кількість машин	Річна трудомісткості ремонтів, люд. год.
Д-240	МТЗ - 82	1000	19995

Обсяг робіт складає:

$$T_r = 19995 \text{ (люд. год)}$$

(1.7) Таблиця 2.7

### Додаткові роботи на дільниці

№ п/п	Вид додаткової роботи	Рекомендовано, %	Прийнято %	Трудомісткість роботи, люд. год.
1	Ремонт власного устаткування	8-10	10	1999
2	Відновлення деталей технологічного обладнання	5-7	5	1000
3	Ремонт оснастки і інструменту	3-5	5	1000
4	Інші (невраховані) роботи	10	10	1999
Разом		26-32	30	5998

Обсяги робіт на дільниці складають:

$$T_m = T_G + T_o \quad (2.8)$$

де  $T_o$  - допоміжні роботи на дільниці, люд. год. (табл. 2.7)

$$T_m = 19995 + 5998 = 25993 \text{ (люд. год)}$$

Щоб охарактеризувати потужності підприємства для порівняння, доцільно перевести цей обсяг в умовні ремонти згідно формули:

$$T_{y.p.} = T_m / 300 = 25993 / 300 = 86,6 \text{ (у. р.)} \quad (1.9)$$

Визнаємо потужність дільниці у 87 ремонтів.

## 2.5 Роботи за операціями та їх трудомісткість

Трудомісткість за місцем виконання є важливою задачею проектування відповідних рішень.

В технологічних картах зазначено назву робіт, розряд та час виконання. Розподіл ремонту машин та додаткових робіт має значні труднощі. Їх розподіл рекомендується виконувати виходячи із відповідних робіт на підприємстві зведено до табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Номінальний річний обсяг робіт

№ п/п	Найменування робіт	Проектне співвідношення	Річний обсяг, (люд. год)
1	Розбиральні	0,063	1637,55
2	Мийні	0,040	1039,72
3	Дефектові	0,038	987
4	Слюсарно-підгоночні	0,113	2937,2
5	Складальні	0,247	6420,27
6	Слюсарні	0,071	1845,5
7	Верстатні	0,307	7979,85
8	Електрозварювальні	0,040	1039,72
9	Випробувальні	0,081	2105,43
	Разом	1	25993

## 2.6 Кількість працюючих на підприємстві

Основне виробництво випускає продукцію, а допоміжне, відповідно, забезпечує чітку роботу основного.

Виробництво будується по цеховій і нецеховій структурі. Цехова структура працює при 100 робітниках. При нецеховій структурі всі дільниці очолюються відповідними майстрами.

Допоміжне виробництво ремонтує і виготовляє та експлуатує загальні і вимірювальні інструменти, пристосування і т. д., обслуговує, ремонтує і модернізує власне технологічне устаткування, доглядає за установками та мережами. Водогін, каналізація, опалення, вентиляція, будівлі і споруди те в її підпорядкуванні. Під час проектування та реконструкції підприємства кількість робітників визначають за формулами:

$$M_{яв} = T_{Г} / \Phi_{и} \quad (2.10)$$

$$M_{сн} = T_{Г} / \Phi_{д} \quad (2.11)$$

Списочних робітників  $M_{сн.д}$  визначають діленням результатів річної трудомісткості додаткових робіт всіх видів (операцій) на відповідні фонди часу, які виконують ці роботи згідно даних таблиці 2.8. Якщо середнє співвідношення робіт прийняти наступним: (розбиральні – 25%, складальні – 20%, слюсарно-підгоночні – 10%, верстатні – 25%, зварювальні – 15%), тоді:

$$M_{сн.д} = 3360 (0,25/1814 + 0,20/1800 + 0,10/1800 + 0,25/1800 + 0,15/1780) = 1.7 \quad (1.12)$$

Приймаємо  $M_{сн.д} = 2$  робітників. Результати зводимо до табл. 2.14

## Розрахунок робітників виробництва

№ п/п	Найменування робіт	Річний обсяг робіт, люд. год	Кількість робітників, люд			
			В наявності		За списком	
			$M_{\text{на розр}}$	$M_{\text{на пр}}$	$M_{\text{сп розр}}$	$M_{\text{сп пр}}$
1	Розбірні	1637,55	0,8	13	0,90	15
2	Мийні	1039,72	0,51		0,57	
3	Дефектувальні	987	0,48		0,54	
4	Слюсарно-пригоночні	2937,2	1,45		1,61	
5	Складальні	6420,27	3,17		3,53	
6	Слюсарні	1845,5	0,91		1,01	
7	Верстатні	7979,85	3,94		4,39	
8	Електрозварювальні	1039,72	0,51		0,57	
9	Випробувальні	2105,43	1,04		1,16	
Загалом		25993	12,81		14,28	

**2.7 Вибір та розрахунок обладнання**

Частину устаткування дільниці ремонту в стаціонарній формі організації праці обчислюють за формулою:

$$N_{P-C} = \frac{T_{P-C}}{\Phi_{\text{д.обл.}}} \quad (2.13)$$

де  $T_{P-C}$  - річний обсяг відповідних робіт, люд. год.(табл. 2.9);

$\Phi_{\text{д.обл.}}$  - фонд часу устаткування (річний), год. (табл. 2.3)

Одержані результати закругляють до цілих чисел і вони є прийнятними.

$$N_{P-C} = 25993 / 1980 = 13,12 = 14$$

Число місць роботи для дільниці обчислюють згідно формули:

$$M_{P-C} = \frac{T_{P-C}}{\Phi_{Д.М.} \cdot m \cdot K_3} \quad (2.14)$$

де  $\Phi_{Д.М.}$  - фонд часу місяця (дійсний), год.;

$m$  - кількість працівників на робочому місці (середня), чол.;

$K_3$  - коефіцієнт завантаження місяця роботи, (0,75...0,85).

$$M_{P-C} = 25993 / (1980 \cdot 13 \cdot 0,85) = 1,18$$

Визначають число металорізних верстатів та підбирають їх за видами і розмірами, при цьому багато в чому це залежать від виду виробництва.

Число підібраних верстатів визначають декількома способами:

- за трудомісткістю робіт на верстатах;
- за техніко-економічними показниками;
- за вимогами технологічного процесу.

При великих розрахунках кількість устаткування для різання металів визначають за трудомісткістю робіт, або за техніко-економічним показниками. Визначення числа верстатів по трудомісткості відповідних робіт ведеться тоді, коли відома трудомісткість у годинах, або за видами цих робіт (токарні, фрезерні та ін.), тобто:

$$N_{CT} = \frac{T_{CT}}{\Phi_{Д.ПРО} \cdot K_3} \quad (2.15)$$

де  $T_{CT}$  - трудомісткість верстатних робіт (річна) основного та допоміжного виробництв, люд. год. (табл. 2.9)

$\Phi_{Д.ПРО}$  - річний фонд (дійсний) часу верстатів  $\Phi_{Д.ПРО} = 1980$  год. (табл. 2.3);

$K_3$  - коефіцієнт завантаження верстатів,  $K_3 = 0,86$ .

## 2.8 Визначення площі виробничих приміщень

Таблиця 2.10

№ позиції	Назва ділянки і обладнання	Марка, тип, модель	Кількість	Габарити, мм	Потужність кВт	Площа, м <sup>2</sup>
1	Стіл для прийому деталей	1468-05230	1	1400x560	-	0,78
2	Стіл дефектувальника	ОРГ-1468-01-090	1	2400x800	-	1,92
3	Мийна машина	ОМ-4610	1	2300x1800	7,00	4,14
4	Стенд універсальний для гідравлічного випробування гільз	КИ-10140	1	1080x900	2,00	0.972
5	Шафа для інструменту і матеріалів	1468-07040	1	860x360	-	0,31
6	Верстат алмазно-розточний чорновий	278Н	2	1405x1900	3,2	5,2
7	Верстат алмазно-розточний тонкий	278П	2	1405x1900	3,2	5,6
8	Стелаж для складування відновлених деталей	2242	1	3060x600		1.836

За допоміжну мають площу, що зайнята адміністративно-побутовими та іншими приміщеннями.

Площі ремонтних ділянок, де устаткування обчислюють за формулою:

$$F_{д} = F_{об} \cdot K_{пл} \quad (2.16)$$

де  $F_{об}$  - площа під устаткуванням (табл. 2.15 ) [3], м<sup>2</sup>;

$K_{пл}$  - коефіцієнт для проходів і проїздів [3].

## Результати визначення площ ремонтного підприємства

Назва ділянки	Площа під обладнання , (кв. м.)	Рекомендована $K_{пл}$	Розрахункова площа, (кв. м.)	Прийнята площа, (кв. м.)
Ремонтна	20,7	4,0-4,5	93	108

**2.9 Компонування ремонтної ділянки**

Компонуванням називають розташування на ділянці обладнання і устаткування, що використовується на виробництві.

Компонування проводять, в такій послідовності:

1. На аркуші паперу креслять схему потоку (прямоточну, Г - твірний, П - твірний, тупиковий, комбінований). Обираємо тупиковий.

2. Згідно проведених розрахунків площі виробничої ділянки визначаємо площу і збільшуємо її на 10...12% враховуючи проходи і проїзди.

3. На загальній площі визначаємо габаритні розміри ремонтного корпусу, узгоджуючи їх з вимогами БНіП за сіткою колон та довжиною ліній розбирання чи відновлення базового елемента і складання об'єкту ремонту.

4. Залежно від схеми техпоточку виробничі, складські, побутові та адміністративні приміщення визначають зразу.

5. Визначені приміщення наносять з урахуванням тупикової схеми техпоточку.

6. Здійснюють внутрішній розподіл, керуючись технологічними зв'язками, санітарними, будівельними та протипожежними нормами.

Забезпечення належної якості проектування виробництва по ремонту ділянки і рекомендації, які необхідно витримувати при компонуванні виробничого корпусу:

1. Маючи на меті зниження витрат на виробничі ділянки необхідно розміщувати в одному будинку.

2. Треба одержати ділянку з габаритами близькими до співвідношення від 3:4 до 1:4, так як це скорочує довжину стін і зменшує витрати тепла.

3. Елементи плану повинні відповідати нормам будівельного проектування, правилам протипожежної безпеки і охорони праці.

4. Розташування ділянок має забезпечувати послідовність виконання техпроцесу.

5. Кількість маршрутів переміщення деталей повинно бути мінімальним, а довжина, відповідно – найменшою.

6. Капітальними перегородками відокремлювати приміщення, що є пожежонебезпечними (кузнечні, зварювальні, випробувальні, тощо).

Компонуючи виробничий корпус дуже важливо забезпечити збіг розрахункових площ ділянок з отриманими в результаті графічного їх розташування, стосовно до прийнятої технологічної схеми. В зв'язку з цим допускають нерівність розрахункових і фактичних площ, які отримані в результаті виконання компоновки ремонтного корпусу в межах 15%  $F_p$ .

Габарити виробничого корпусу обчислюються згідно формули:

$$L_K = F_{PM} / B_K \quad (2.17)$$

де  $F_{PM}$  - площа корпусу майстерні (виробнича) (табл. 1.15)

$B_K$  - ширина цеху майстерні, м.

$$L_K = 108/6 = 18$$

Приймаємо довжину виробничого цеху 18 м.

Враховуючи будівельні вимоги, практику ремонтних підприємств визначаємо ширину корпусу в 6 м із рекомендованих 6, 12, 18, 24 м. Тоді співвідношення ширини та довжини корпусу складає 6:18, тобто 1:3, що відповідає приведеним рекомендаціям.

Площі виробничої ділянки, які отримані в результаті розрахунків і графічного їх розташування на плані цеху і остаточно прийняті, занесемо до таблиці 1.16 і відобразимо на плані підприємства.

## РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Розрахунок різця для розточування

Розрахуємо чистовий розточувальний різець на міцність:

Вихідні дані

Швидкість різання:  $U = 373$  м/хв.

Подача різця:  $S = 0,03$  мм/об.,

Глибина різання:  $t = 0,05$  мм,

Елементи різця геометричні:

- головний кут в плані:  $\varphi = 60^\circ$ ;
- передній кут:  $\gamma = 10^\circ$ ;
- кут нахилу головного леза:  $\lambda = 5^\circ$ .

Для розточування циліндричної поверхні  $\varnothing 110,5$  мм застосуємо розточувальний державочний різець з круглим перетином  $\varnothing 8$  мм зі вставкою з НТМ, Композит - 01 ТУ10-452-214-83 (рис. 2.1). Матеріали державки різця – Сталь-45,  $\delta_B = 780$  МПа;  $\delta_M = 540$  МПа.

3.1.3 Матеріал блоку циліндрів – СЧ 36 має твердість НВ 210...240

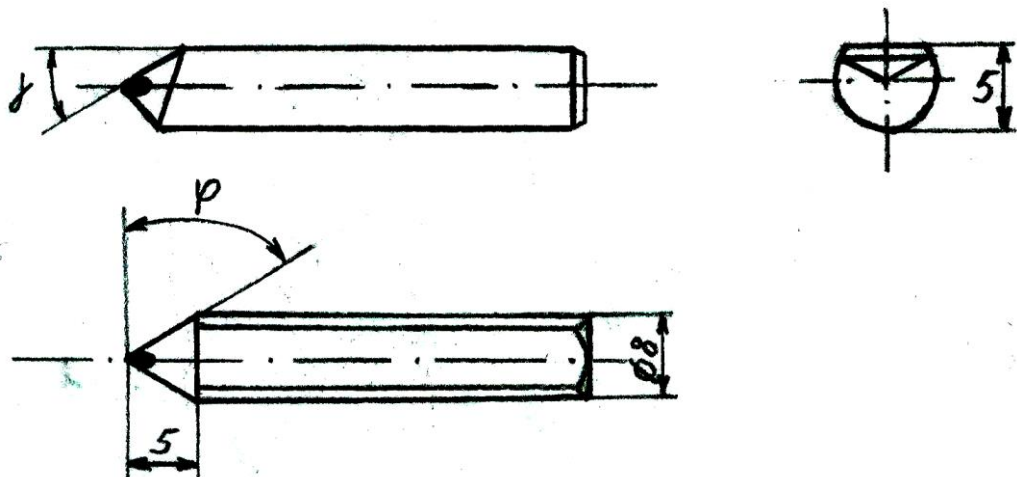


Рис. 3.1

Під час розточування на різець діють такі сили: дотична до різання  $F_z$ ; радіальна  $F_y$  та осьова (рис. 3.1).

Головною є сила різання  $F_z$ . Вона враховується особливо при розрахунках різця на міцність або його згинання.

Наближене співвідношення вказаних сил  $F_z:F_y:F_x=$   
 $=1:(0,5...0,3):(0,4...0,25)$ . Тому  $F_z$  і називають головною.

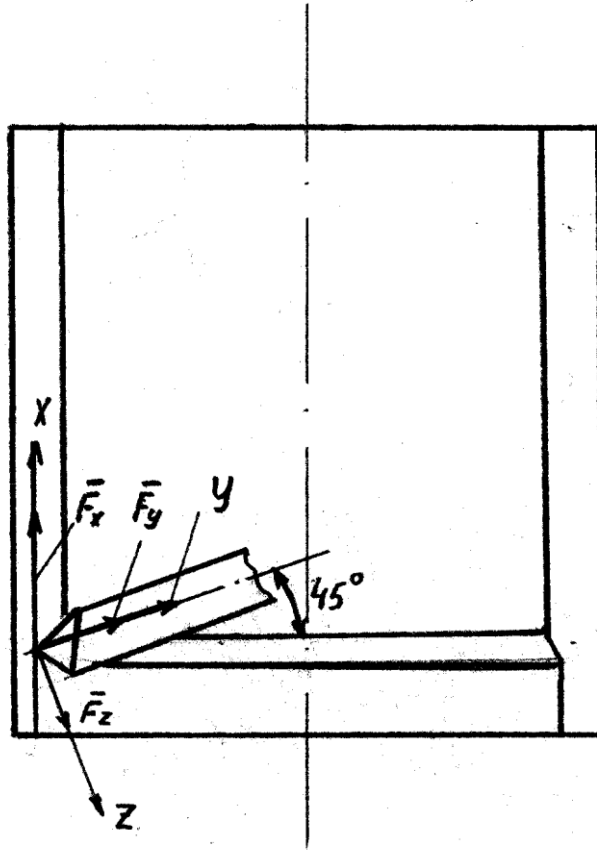


Рис. 3.2

Визначимо найголовнішу складову сил для різання  $F_z$  по формулі:

$$F_z = 10 \cdot C_{Fz} \cdot t_{Fz}^x \cdot S_{Fz}^y \cdot Y_{Fz}^n \cdot K_{Fz};$$

де коефіцієнти  $C_{Fz}$ ;  $x_{Fz}$ ;  $y_{Fz}$ ;  $n_{Fz}$  вибираємо такі, що відповідають розточуванню чавуну: НВ 210...240  $C_{Fz} = 92$ ;  $x_{Fz} = 1$ ;  $y_{Fz} = 0,75$ ;  $n_{Fz} = 0$ .

Коефіцієнти коригування  $K_{Fz} = KM_{Fz} \cdot K\phi_{Fz} \cdot K\lambda_{Fz}$  при  $\phi = 60^\circ$   $K\phi_{Fz} = 0,94$ ; при  $\lambda = 5^\circ$   $K\lambda_{Fz} = 1$ ;  $KM_{Fz} = (\delta_b/7B)^{n_f}$   $n_f = 0$  для СЧ 36 із НВ 210...240, тоді  $K_{Fz} = KM_{Fz} \cdot K\phi_{Fz} \cdot K\lambda_{Fz} = 1 \cdot 0,94 \cdot 1 = 0,94$ .

Тоді головною складовою сили різання:

$$F_z = 10 \cdot C_{Fz} \cdot t_{Fz}^x \cdot S_{Fz}^y \cdot Y_{Fz}^n \cdot K_{Fz} = 10 \cdot 92 \cdot 3^1 \cdot 0,18^{0,75} \cdot 8,33^0 \cdot 0,94 = 717 \text{ Н.}$$

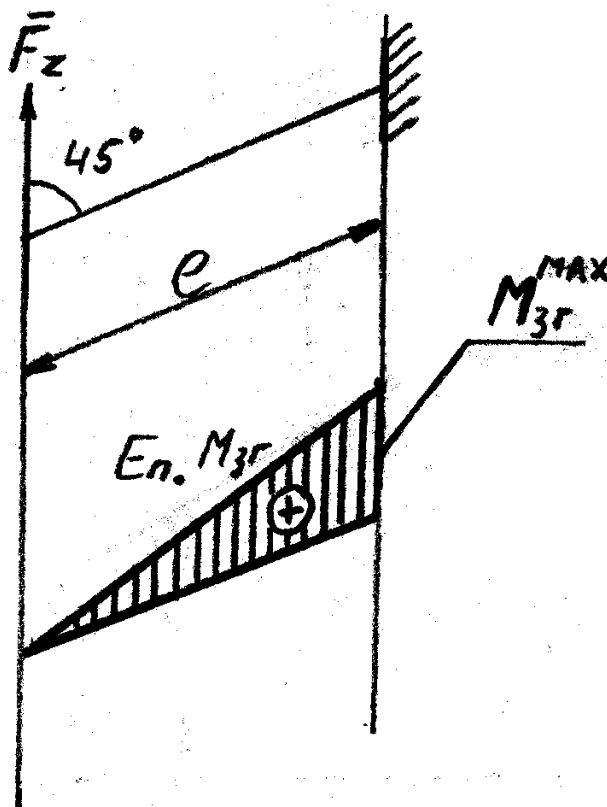


Рис. 3.3

Визначимо момент згинання при перетині різця із кріпленням:

$$M_{3r}^{\max} = F_z \cdot l$$

де  $l$  – відстань до точки защемлення різця.

Згідно схеми закріплення

$$l = 3,5 / \sin 45^\circ \approx 5 \text{ мм}$$

Значить

$$M_{3r}^{\max} = F_z \cdot l = 717 \cdot 5 = 3585 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Знаходимо момент опору осьовий  $W_x$ .

При визначенні цього моменту опору  $W_x$  вважатимемо, що форма різця є абсолютно круглою (рис. 3.4), значить зріз відсутній. Це на міцність не вплинуло.

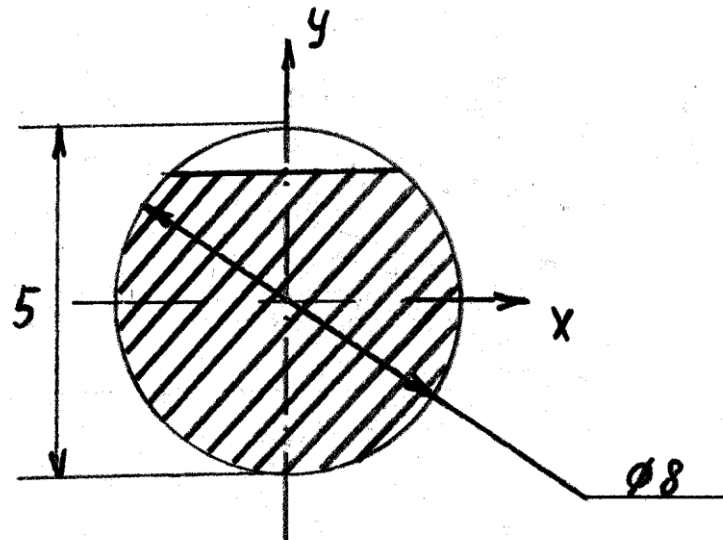


Рис. 3.4

$$W_x \approx 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 8^3 = 51,2 \text{ мм}^3$$

Допустима напругу для згину  $[\delta_{зг}]$ .

$$[\delta_{зг}] = \delta_{зг} / [S]$$

де  $S$  – відповідний коефіцієнт міцності; прийємо  $[S]=2$ , тоді  $[\delta_{зг}] = 540/2 = 270$  МПа.

Тоді умови для міцності різця.

$$\delta_{зг}^{\max} = M_{зг}^{\max} / W_x = [\delta_{зг}]$$

$$\delta_{зг}^{\max} = 3585/51,2 = 70 \text{ МПа}$$

*Висновок:* міцність різця витримуються, значить  $\delta_{зг}^{\max} = 70 \text{ МПа} < [\delta_{зг}] = 270$  МПа.

### 3.2 Розрахунок головки для розточування

Визначення різьби для оправки кріплення та різця на міцність.

Щоб закріпити різець в оправці використовуємо болти  $M8 \times 1$  зі сталі 40Х, ГОСТ 4543-71.

Матеріал для оправки - Сталь 45, ГОСТ 1050-71.

Різьба глибиною  $H = 0.5$  мм.

Сила затягування різьби  $F_a = 1500$  Н.

Під час закріплення різця за допомогою болтів, різьба в оправці може зрізатися, або зім'ятися, тому перевіряємо умови міцності різьби на зріз та зминання.

*Перевірка міцності різьби на зминання.*

$$\delta_{зм} = Fa/A_{зм} \leq [\delta_{зм}]$$

$$A_{зм} = \pi \cdot 7,188 \cdot 0,675 \cdot 8 = 122 \text{ мм}^2.$$

$$[\delta_{зм}] = 0,8 \cdot \delta_{ГМ} - \text{достатня напруга зминання.}$$

Матеріал Сталь-45 має напругу границь міцності  $\delta_{зм} = 390$  МПа на заготовці  $\varnothing 90 \dots 120$  мм, значить  $[\delta_{зм}] = 0,8 \cdot 390 = 312$  МПа.

Перевірка на міцність різьби на зрізання.

$$\tau_{зр} = F_n/A_{зр} \leq [\tau_{зр}]$$

$$[\tau_{зр}] = (0,2 \dots 0,3) \cdot \delta_{ГМ} - \text{це допустима напруга;}$$

$$[\tau_{зр}] = 78 \dots 117 \text{ МПа}$$

Беремо  $[\tau_{зр}] = 80$  МПа;

Значить,

$$A_{зр} = \pi \cdot 8 \cdot 0,88 \cdot 0,675 = 11,05 \text{ мм}^2.$$

Звідси:

$$\tau_{зр} = F_n/A_{зр} = 1500/11,05 = 8,48 \text{ МПа.}$$

Тоді: міцність різьби на зрізання витримуються, тоді

$$\tau_{зр} = 8,48 \text{ МПа} < [\tau_{зр}] = 80 \text{ МПа.}$$

### 3.3 Проектування пристосування для верстату

В бакалаврській роботі розраховано пристосування по фіксації та кріпленню гільз двигуна Д-240 для розточування циліндричної поверхні внутрішньої, щоб мати слідуочий розмір для ремонту.

В з'єднанні «отвір пристосування – гільза» використаємо посадку ходу Н7/ф7.

- 1) діаметр отвору внутрішній –  $D = 125$  мм.

2) відхилення отвору граничні –  $ES = +0.040$  мм,  $EI = 0$ .

3) довжина частки втулки тонкостінної:

$$L = (1.0 \div 1.2) l_{\text{дин}} = 15 \text{ (мм)}.$$

4) товщина частини втулки з тонкими стінками:

$$\text{При } L > D/2,$$

$$h = 0.025 \cdot D = 0.025 \cdot 125 = 3,125 \text{ (мм)}.$$

5) радіальний зазор максимальний:

$$S_{\text{MAX}} = T_D + T_d = 0.040 + 0.040 = 0.08 \text{ (мм)},$$

де  $T_d = 40$  мкм – діаметр гільзи зовнішній (допуск);

$T_D = 40$  мкм – допуск діаметр пристосування для верстату (внутрішній).

6) допустима тонкостінної частки втулки деформація:

при  $L > 0.3D$ ,

$$\Delta D_{\text{дод}} = 0.003 \cdot D = 0.003 \cdot 125 = 0.375 \text{ (мм)}.$$

7) відповідний натяг для закріплення деталі:

$$\delta = \Delta D_{\text{дод}} - S_{\text{max}} = 0.375 - 0.08 = 0.295 \text{ (мм)}.$$

8) тиск гідростатичний у порожнині втулки тонкостінної необхідний щоб затиснути оброблювану деталь: при  $L > 0,3D$

$$p = 2 \cdot \Delta D \cdot E \cdot h / D^2 = 2 \cdot 0.375 \cdot 2.06 \cdot 10^{11} \cdot 3,125 / 125^2 = 30.5 \text{ (МПа)},$$

де  $E = 2.06 \times 10^{11}$  Па – пружності модуль.

9) допустимий крутний момент під час різання:

$$M_{\text{MAX}} = 5 \times 10^2 \times \frac{2h}{D} \times \sqrt{\frac{2h}{D}} \times \delta \times D^2 = 2 \text{ (кН·см)}.$$

Для того щоб гільза при обробітку не крутнулася навколо осі у пристосуванні для верстату, максимальний крутний момент  $M_{\text{MAX}}$  від сил тертя на втулці і деталі має бути більшим від  $M_{\text{різ}}$ .

$M_{\text{різ}} = 1.172 \text{ (кН·см)} < M_{\text{MAX}}$  – тобто умова незрушення заготовки у втулці виконана.

10) поздовжня необхідна сила защемлення деталі, що обробляється, втулці з тонкими стінками:

$$Q = 10^4 \times \frac{2h}{D} \times \sqrt{\frac{2h}{D}} \times \delta \times D = 852.9 \text{ (Н)}.$$

11) довжини контакту коефіцієнт:

$$a = l / L = 0.65, \text{ тоді } l = 36 \text{ мм}.$$

12) робоча висота порожнини втулки з тонкими стінками під гідро-пластмасу:

$$H = t - h = 2 \times \sqrt[3]{D} = 8.8 \text{ (мм)}.$$

13) посадковий пасок втулки (довжина):

$$\Gamma = 2.5 \times \sqrt[3]{D} = 15 \text{ (мм)}.$$

14) величина отвору втулки із зовнішньою всталеною поверхнею щодо деталей з поверхнею бази, яка виготовлена згідно 7-го квалітету точності:

$$D = D - 2H - 2h - 2 = 61 \text{ (мм)}.$$

15) плунжеру діаметр, щоб передати зовнішню сили тиску на гідро-пластмасу, яка в порожнині знаходиться втулки з тонкими стінками:

$$d_0 = 1.8 \times \sqrt[3]{D} = 12 \text{ (мм)}.$$

прийmemo  $d_0 = 15$  мм.

плунжера матеріал - сталь 38ХА згідно ГОСТ 4543-81.

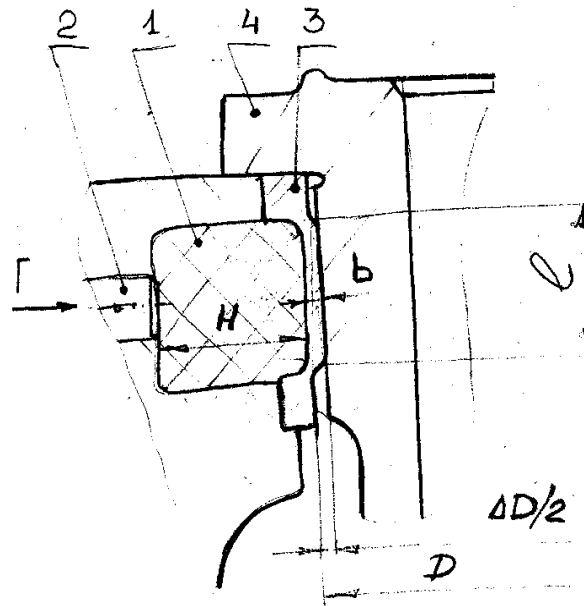


Рис. 3.5. Гідропластичний затискач: 1 – гідро-пласт; 2 - плунжер; 3 – втулка металева; 4 – гільза.

Визначення сумарної фактичної похибки пристрою:

$$\varepsilon_{\text{прис.}} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_{\text{Э}} + \Delta_{\text{ин}} + \Delta_t + \Delta_{\text{ус}},$$

де  $\varepsilon$  – похибку оброблюваного положення заготовки в пристрої визначимо згідно формули:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

де  $\varepsilon_{\text{б}}$  - базування похибка, у нас вона = 0;

$\varepsilon_{\text{з}}$  - закріплення похибка, тут  $\varepsilon_{\text{з}} = 0$ ;

$\varepsilon_{\text{пр}}$  - виготовлення елемента пристосування (похибка), які приймають участь у розмірному ланцюзі та його формуванні.

Відповідно до загальних методик:

$$\Delta_1=0, \Delta_2=0, \Delta_3 = 0.001 \text{ мм}, \Delta_4=0.$$

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2} = \sqrt{0 + 0 + 0.001^2 + 0} = 0.001 \text{ (мм)}.$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} = \sqrt{0 + 0 + 0.001^2} = 0.001 \text{ (мм)}.$$

$\Delta_{\Pi}$  - передавального пристрою похибка, тобто  $p = 0$ ;

$\Delta_{\text{Э}}$  - виготовлення деталі-еталону похибка, тобто  $\Delta_{\text{Э}} = 0$ ;

$\Delta_{\text{ИН}}$  - відхилення від обраного засобу вимірювання,  $\Delta_{\text{ИН}} = 0.004$  (мм);

$\Delta_{\text{вз}}$  - похибка, яка мала місце при вимірювальних зусиллях за контактної деформації:

$$\Delta_{yc} = 0.43 \times 0.81 \times \sqrt[3]{\frac{P_{yc}^2}{r}} = 0.43 \times 0.81 \times \sqrt[3]{\frac{1.5^2}{5}} = 0.0003 \text{ (мм)},$$

де  $P_{yc}$  - зусилля вимірювання, Н;

$r = 5$  мм, вимірювального наконечника радіус;

$\Delta_t$  - похибка, що мала місце при зміні температури середовища:

$$\Delta_t = l \times \alpha \times (t_1 - t_2) = 247 \times 12.2 \times 10^{-6} \times 5 = 0.001 \text{ (мм)},$$

де  $l = 247$  мм гільзи довжина;

$\alpha$  - лінійного розширення коефіцієнт, для сталі 38ХА він дорівнює

$$\alpha = 12.2 \times 10^{-6} \text{ К}^{-1};$$

$(t_1 - t_2) = 5^\circ \text{ С}$  - перепад температури можливий.

Підставивимо відповідні значення похибок, отримаємо:

$$\varepsilon_{\text{прис}} = 0.001 + 0 + 0 + 0.004 + 0.0003 + 0.001 = 0.002 \text{ (мм)}.$$

Порівнюємо сумарні похибки пристосування  $\varepsilon_{\text{прис}}$  і припустимою:

$$\varepsilon_{\text{прис}} = 0.002 < [\Delta_{\text{доп}}] = 0.005 \text{ (мм)}.$$

Тобто, умова точності, яка необхідна, виконується.

### РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до планів розвитку машинобудівних комплексів країни на виробництві поступово проводиться політика щодо зменшення ручної праці, забезпечення відповідних санітарно-гігієнічних умов, впровадження нових технологій та техніки. Всі ці заходи ведуть до скорочення виробничого травматизму та професійних захворювань. Дуже важливо дотримуватися правил техніки безпеки під час механічного обробітку заготовок на алмазно-розточувальних верстатах.

В основному це стосується ділянки розточування поверхонь гільз блоків циліндрів.

Так як виробництво і відновлення блоків гільз є дрібносерійним, то відповідно на ділянці буде розташовано алмазно-розточувальний верстат серії 278, машина для миття, стіл для контролера, слюсарний стіл та стелаж. Устаткування ділянки відповідає заявленому типу виробництва. Транспортування деталей на ділянці між устаткуванням виконується візком.

Відповідна ділянка на підприємстві розміщена в приміщенні шириною 5 м., довжиною 6 м., а висота стелі становить 7,2 м.

#### **Техніка безпеки на верстаті серії 278**

Працюючим на цьому верстаті – розточувальникам, а також і майстрам заборонено самостійно ремонтувати електричну апаратуру; у відповідних випадках потрібно викликати чергового майстра.

На верстаті джерелом трагічних випадків можуть слугувати деталі та вузли, які мають велику швидкість обертання – шпindel, план-шайба, переміщення шпинделя вздовж горизонтальної осі під час холостого руху. Також небезпеку становить металева стружка, яка може вилітати із місця розточування.

Безпечна фіксація заготівки, огороження кінця шпинделя станка, противаги бабки та планшайби являється гарантійною умовою роботи в безпеці на розточувальних верстатах. Ділянки підлоги, що знижені, пороги, ями теж

мають бути огороженими. Проходи біля верстатів мають бути поза його робочим простором.

Техніки безпеки під час роботи:

- 1) оберегати зір. Використовувати окуляри відповідно зі звичайним склом або коригуючим;
- 2) використовувати спеціальні пристосування для відведення металевої стружки, захищаючи себе від опіків та порізів;
- 3) повністю очищати верстат від металевої стружки, своє робоче місце, проходи та проїзди. При цьому використовувати тачки, щітки, рукавиці і т.д.;
- 4) за необхідності зупиняти верстат, вимикати двигун та обов'язково:
  - чистити, мастити, прибирати і налагоджувати верстат;
  - видаляти стружку з поверхні, що оброблялась, та оглядати зону обробки і різання;
    - вимірювати деталь, що обробляється ;
    - з'ясовувати стан ріжучого інструменту та замінювати його ;
    - відійти від верстата на деякий час ;
    - передати щось через верстат.
- 5) зупиняти верстат та відводити різець від деталі під час перерви або короткочасної зупинки в роботі;
- 6) огорожувати небезпечні місця біля верстата. Якщо огорожа знята, то працювати на верстаті заборонено;
- 7) заправляти відповідно одяг, щоб він був застебнутий на всі гудзики, не було обвислих кінців; волосся необхідно прибрати під головний убір;
- 8) не використовувати небезпечних прийомів під час роботи;
- 9) мати справними зупинно-пускові прилади і за необхідності швидко вимикати верстат;
- 10) належно закріплювати приладдя, деталі та інструмент;
- 11) робити справним інструментом;
- 12) належно складати деталі на робочому місці;

13) робоче місце тримати у чистоті, одяг та взуття справним та сухим. Не засмічувати проходи біля верстатів. Вимагати від колег та інших працівників тримати верстат, як і робоче місце, в належному порядку;

14) пересвідчуватись у справності вантажопідйомних пристроїв та не перевантажувати відповідно їх;

15) дотримуватись правил безпечного поводження з електричним інструментом. Використовувати лампи з напругою до 36 В. Мати надійну ізоляцію та огороження частин електричних приладів та пристроїв. Періодично перевіряти справність заземлення;

16) шкірні захворювання необхідно попереджувати - після роботи обов'язково мити руки миючими засобами.

17) знати і використовувати правила надання першої медичної допомоги потерпілому.

### **Небезпечні та шкідливі фактори на підприємстві**

Для обробітку заготовок застосовується відповідне технологічне обладнання:

- розточувальна операція – виконується по ГОСТу на алмазно-розточному верстаті 278. При цьому використовуються твердосплавні та алмазні різці згідно відповідних ГОСТів.

При розточувальній операції, використовується олива для гідростанції (І5А – олива індустріальна).

Живлення устаткування проводиться електроенергією, при цьому використовується 3-фазна із чотирьох проводів мережа напругою 380/220 В. На підприємстві використовується змішане освітлення: штучне – загальне з використанням ламп денного світла та місцеве (природне) – з використанням прорізів вікон та ліхтарів. Електромережа на ділянці для приладів освітлення має 220 В при частоті в 50 Гц.

Під час обробітку деталей і заготовок із чавуну створюється стружка. Її необхідно час від часу прибирати вручну з верстата в якусь тару, а потім скидати в бункер стружковозу. З цього бункера стружку транспортують в склад

відходів. Доставляння заготовок на ділянку здійснюють із складу заготовок електричними карами. Для покращання повітряного обміну ділянка має приточно-витяжну вентиляцію.

Однією із гострих проблем охорони довкілля є необхідність його захисту від шкідливих та небезпечних викидів підприємств машинобудування. Ці викиди шкідливо впливають як на зовнішнє середовище, так і на здоров'я людей. Тобто, виникає необхідність у вивченні джерел забруднення і розробці планів щодо їх знешкодження.

Відповідно на ділянці механічного обробітку гільз одними із основних шкідливих факторів є мастильно-охолоджувальні оливи і пил. Щоб вони не забруднювали довкілля зараз і в майбутньому були розроблені наступні заходи:

- витяжна вентиляція була обладнана фільтрами, щоб запобігти викидам пилу в атмосферу;
- відпрацьовані технічні рідини збиралися у відповідні ємності, після чого вони очищалися, розбавлялися і доведені до відповідного рівня концентрації знову запускалися в роботу.

#### **Розрахунки приточного вентиляювання по надлишку вологи**

Виділення вологи на ділянці мають місце за рахунок таких складових:

- виділення вологи від людей (залежно від виконуваних ними робіт);
- випаровування охолоджувально-мастильних рідин під час роботи устаткування для розточування.

Волога, яка виділяється працівниками під час роботи на підприємстві, визначиться відповідно до того, як працює людина під час зміни: в легкому режимі виділення вологи становитимуть 75 г/год, а в середньому режимі – близько  $q = 140$  г/год.

$$Q_n = q \cdot p = 1 \cdot 140 = 140 \text{ г/год.}$$

Волога, що випаровується із різноманітних охолоджувально-мастильних рідин в процесі роботи машин, згідно довідкових даних та залежно від виду устаткування для обробітку металів, матиме наступні показники:

- фрезерні верстати горизонтальні – близько 35 г/год;

- верстати розточувальні – близько 15 г/год;
- устаткування для миття – майже – 185 г/год.

Дивлячись на те, що ділянка оснащена алмазно-розточувальним станком - 1 шт., установкою для миття деталей - 1 шт.; визначаємо загальне випаровування вологи при роботі приладів і верстатів:

$$Q_{\text{об}} = 1 \cdot 15 + 1 \cdot 185 = 200 \text{ г.}$$

Тоді, щодо загального виділення вологи:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{об}} = 140 + 200 = 340 \text{ г.}$$

Повітряний обмін, який необхідний для видалення надлишкової вологи в повітряному середовищі ділянки визначимо згідно формули:

$$L = \frac{Q_{\text{заг}}}{(d_y - d_{\text{пр}}) \gamma}$$

де  $d_y = 11,8$  г/кг – вміст вологи у повітрі приміщення (при температурі 24° С та відносної його вологості 60 %);

$d_{\text{пр}} = 9,2$  г/кг - вміст вологи в приточній вентиляції (при температурі 20° С та відносної його вологості у 60%);

$$L = \frac{340}{(11,8 - 9,2) \cdot 1,2} = 108,9 \text{ м}^3/\text{г.}$$

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ

Спочатку визначимо загальну кількість умовних ремонтів, (люд. год):

$$N = T / 300 k_1,$$

де T- загальна трудомісткість робіт цеху,(люд. год);

$k_1=1$  – коефіцієнт для коригування.

$$N = 25993 / 300 \cdot 1 = 86,6 \text{ у.р.},$$

Заокруглюємо  $N = 86,6$  до цілого числа і приймаємо 87 ум. ремонтів.

Знаходимо вартість основних фондів

$$C_o = C_{\text{буд}} + C_{\text{обл}} + C_{\text{пі}}$$

де  $C_{\text{буд}}$  - вартість будівлі цеху,

$C_{\text{обл}}$  – вартість придбаного обладнання,

$C_{\text{пі}}$  - вартість приладдя та інструментарію.

Вартість будівництва цеху:

$$C_{\text{буд}} = C_{\text{пит}} \cdot F_{\text{в.п}} = 2000 \cdot 108 = 216000 \text{ грн.}$$

де  $F_{\text{в.п}}$  - виробнича площа цеху;

$C_{\text{пит}}$  - питома вартість будівельних і монтажних робіт на  $\text{м}^2$  площі (2000 – 2500 грн.).

Вартість обладнання, що встановлено:

$$C_{\text{обл}} = 191160 \text{ грн.}$$

Вартість приладдя та інструментарію:

$$C_{\text{пі}} = C_{\text{п.і. пит}} \cdot F_{\text{в.п}} = 300 \cdot 108 = 32460 \text{ грн.}$$

де -  $C_{\text{п.і. пит}}$  - питома вартість оснастки  $\text{м}^2$  площі цеху приладам та інструментарієм (150 - 300).

Відповідно, вартість основних фондів:

$$C_o = 216 + 191,16 + 32,46 = 439040 \text{ грн.}$$

Вартість продукції цеху, (грн.):

$$Q = N C_N = 87 \cdot 9000 = 783000,$$

де  $C_N$  – ціна одного ремонту, (грн.) (7000...9000)

Загальна вартість ремонту згідно базового варіанту визначиться по звітах господарства за 3 останні роки.

Виробничі витрати за рік, (грн.) :

$$V_{\text{пр}} = (V_a + V_{\text{ТО}} + V_{\text{зп}} + V_e + V_{\text{вода}} + V_{\text{п}} + V_{\text{рм}} + V_{\text{кооп}} + V_{\text{н}}) K_i,$$

де  $V_a$  – амортизаційні відрахування;

$V_{\text{ТО}}$  – на ТО і ремонт відрахування;

$V_{\text{зп}}$  – витрати на заробітну платню;

$V_e$  – витрати на електроенергію;

$V_{\text{вода}}$  – витрати на воду;

$V_{\text{п}}$  – витрати на пальне;

$V_{\text{зч}}$  – на запасні частини відрахування;

$V_{\text{рем.мат}}$  – на ремонтні матеріали відрахування;

$V_{\text{коопер}}$  – на кооперацію з підприємцями відрахування;

$V_{\text{н.нр}}$  – накладні нарахування

$K_i$  – інших витрат коефіцієнт.

Амортизаційні відрахування:

$$V_a = V_m \cdot a_m + V_b \cdot a_b,$$

де  $a_m, a_b$  – нормативи відрахувань на амортизацію ( $a_m = 0,142$ ) і споруди ( $a_b = 0,027$ )

$$V_a = V_m \cdot a_m + V_b \cdot a_b = 191160 \cdot 0,142 + 216000 \cdot 0,027 = 32976 \text{ грн.},$$

Ремонтні відрахування:

$$V_{\text{ТО}} = V_m \cdot p_m + V_b \cdot p_b,$$

де  $p_m, p_b$  – нормативи відрахувань на ремонт ( $p_m = 0,1$ ) і будівлі

( $p_b = 0,02$ )

$$V_a = V_m \cdot p_m + V_b \cdot p_b = 191160 \cdot 0,1 + 216000 \cdot 0,02 = 23480 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату:

$$V_{\text{зп}} = P \cdot T_k \cdot D \cdot C_0 \cdot k_3,$$

де  $P$  – штатні робітники, (люд.)  $P = 15$  ;

$T_k$  – часи роботи днем (год.),  $T_k = 8$ ;

$D$  – дні роботи на ділянці протягом року,  $D = 254$ ;

$C_0$  – погодинна оплата, (грн.)  $C_0 = 4 \dots 5$

$k_3$  – коефіцієнт нарахування на зарплату,  $k_3 = 1,05$ .

$$V_{\text{шт}} = P \cdot T_k \cdot D \cdot C_0 \cdot k_3 = 15 \cdot 8 \cdot 254 \cdot 5 \cdot 1,05 = 160020 \text{ грн.}$$

Оплата електроенергії:

$$V_e = G_e C_e,$$

де  $G$  – потреби цеху в електроенергії (КВт / год),  $G_e = 40640$

$C_e$  – вартість КВт/год. (грн.),  $C_e = 10-12$

$$V_e = G_e C_e = 40640 \cdot 0,3 = 12192 \text{ грн.}$$

Платня за воду:

$$V_{\text{вода}} = G_v C_v,$$

де  $G_v$  - річна потреба у воді (т),  $G_v = 256$  т;

$C_v$ , - ціна тони води (грн. /т),  $C_v = 40$  грн./т;

$$V_{\text{вода}} = G_v C_v = 256 \cdot 2,5 = 640 \text{ грн.}$$

Оплата за паливо:

$$V_{\text{п}} = G_{\text{п}} C_{\text{п}},$$

де  $G_{\text{п}}$  - потреба виробництва у паливі ( $\text{м}^3$ ),  $G_{\text{п}} = 6400$

$C_{\text{п}}$ , - вартість 1 тис  $\text{м}^3$  газу (грн. /тис  $\text{м}^3$ ),  $C_{\text{п}} = 700 \dots 900$

$$V_{\text{п}} = G_{\text{п}} C_{\text{п}} = 6,4 \cdot 800 = 5120 \text{ грн.}$$

Затрати на запчастини визначають як суму їх вартості на консервацію.

Для проектів приймають в межах  $0,35 \dots 0,4$  від зарплати:

$$V_{\text{зч}} = 0,35 \cdot V_{\text{шт}} = 0,35 \cdot 160020 = 56007 \text{ грн.}$$

Що стосується витрат на ремматеріали, то для ділянки вони наближено складають  $0,05 \dots 0,07$  витрат.

$$V_{\text{рем.мат.}} = 0,05 \cdot V_{\text{зч}} = 0,05 \cdot 56007 = 2800 \text{ грн.}$$

Витрати на кооперацію з підприємствами, то вони залежать від різноманітності обсягів та договорів на ті ж запасні частини.

$$B_{\text{коопер}} = 1,2 \cdot B_{\text{за}} = 1,2 \cdot 56007 = 67208 \text{ (грн. у.р.)}$$

Що стосується витрат на накладні відрахування, то вони складаються відповідно із загальних виробничих відрахувань, невиробничих витрат та господарських та можуть братися в межах 0,15...0,20 від платні.

$$B_{\text{н.пр.}} = 0,15 \cdot B_{\text{зп}} = 0,15 \cdot 160020 = 24003 \text{ грн.}$$

Виробничі витрати річні, (грн.):

$$B_{\text{пр}} = 32976 + 23480 + 160020 + 12192 + 640 + 5120 + 56007 + 2800 + \\ + 67208 + 24003 = 430526$$

Приведені річні витрати, (грн.):

$$P = B_{\text{пр}} + 0,01 \cdot V \cdot C_0,$$

де  $V$  – річний банківський відсоток  $V = 15\%$ .

$$P = 430526 + 0,01 \cdot 15 \cdot 439040 = 496382$$

Щодо собівартості одного умовного ремонту, (грн):

$$S = P / N = 496382 / 87 = 5705$$

Продуктивність праці, (грн./люд.):

$$\Pi = Q/n = 783000 \cdot 15 = 52200$$

Фондовіддача дільниці, (грн. / грн.):

$$\Phi_n = Q / C_0 = 783000 / 439040 = 1,78$$

Фондоозброєність дільниці, (грн./люд.):

$$\Phi = C_0 / n = 439040 / 15 = 29269$$

Прибуток валовий, (грн.):

$$Д = Q - P = 783000 - 496382 = 286618$$

Виробнича рентабельність. %

$$R = Д / P = (286618 / 496382) \cdot 100 = 57,7$$

Відповідно річний економічний ефект від відповідного впровадження запроєктованої технології ремонту, (грн):

$$E = Д_n - Д_i = 286618 - 213649 = 72969$$

де  $Д_n$  – валовий прибуток технології, що проектуємо, (грн.);

$Д_i$  - валовий прибуток технології, що існувала раніш, (грн.).

Звідси окупність вкладень на майстерню в роках:

$$T_0 = B_k / E = 439040 / 72969 = 6,01$$

Відповідно, щодо результатів техніко-економічних показників дільниці, яку спроектовано для ремонту гільз блоків циліндрів, то вони наведені у таблиці 5.1.

### **5.1 Оцінки ризику**

Так як проєктоване планується до відкриття у 2026 році, то відповідно і є можливість того, що майбутні власники нададуть відповідно перевагу підприємствам, які вже існують і займаються ремонтом деталей двигунів.

Відповідно, що на даному етапі виникнуть деякі ризики:

1. зростання цін на запчастини і матеріали;
2. зростання цін на енергоносії;
3. тривалість військових дій;
4. зменшення вартості послуг конкурентів;
5. інфляція грошей.

## Техніко-економічні показники дільниці

№	Назва показнику	Базовий	Проектний	Різниця, %
1	Кількість основних умовних ремонтів	81	87	9,3
2	Вартість основних виробничих фондів (тис. грн.)	471,25	439,04	- 6,8
3	Середня кількість працюючих, люд.	18	15	- 17
4	Валова продукція, (грн.):	729000	783000	7
5	Собівартість одного умовного ремонту, (грн.)	6362	5705	- 11
6	Продуктивність праці, (тис. грн./люд.)	40,5	52,2	22,4
7	Фондовіддача дільниці, (грн./грн.)	1,5	1,78	16
8	Фондоозброєність дільниці, (грн./люд.)	26180	29269	10,6
9	Валовий прибуток, (грн.)	213649	286618	26
10	Рентабельність виробництва, %	41	57,7	29
11	Річний економічний ефект, (грн.):	72969		
12	Термін окупності капіталовкладень, років	6,01		

## ВИСНОВКИ

Виконуючи дипломний проект я виходив з конкретних умов виробництва, а також досвіду роботи. Технічні вимоги до деталі, а також вимоги до взаємного розташування її поверхонь відповідають вимогам точного машинобудування. Це пояснюється тим, що гільза блоку циліндру є головною деталлю, і точність її виготовлення характеризує низку параметрів зокрема такого, як надлишковий тиск у камері згоряння, пов'язаний з потужністю, економічністю двигуна, екологічною чистотою. Саме точність виготовлення впливає на термін дії деталі, та двигуна в цілому.

При розробці технологічного процесу замість хонінгування на фінішній технологічній операції був використаний лезовий інструмент з надтвердого матеріалу, зокрема кубічний нітрид бору Ельбор-Р, який забезпечив необхідну точність поверхонь водночас зменшив собівартість обробки порівняно зі шліфуванням, та кількість шкідливих викидів пилю у повітря.

Висвітлюючи окремі питання кваліфікаційної роботи я закріпив знання отримані під час практичних та лекційних занять, навчився використовувати технічну і довідкову літературу, а також вирішувати конкретні завдання по ремонту автотракторних двигунів, написав розділи з охорони праці та виконав економічні розрахунки.

Розроблена кваліфікаційна робота має практичне значення і її результати можливо впроваджувати у реальне господарство.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.**

1. Двигун ЗМЗ 406. Посібник з ремонту. - К.; "Поліграфкнига", 1999.
2. Несредов "Збірник завдань та прикладів з різання металів і ріжучого інструменту", К., Вища школа, 1990.
3. Боровський Г.В. Сучасні технологічні процеси обробки деталей різальним інструментом із надтвердих матеріалів. - К., Техніка, 1981.
4. Комків В.М. Методика визначення техніко-економічної ефективності конструкторської розробки. – Суми: СДАУ, 1999,-6с.
5. Комків В.М. Економічне обґрунтування проекту ремонтного підприємства. - Суми: СДАУ, 1999-7с.
6. Добридень І.С. Курсове проектування з предмету "Технологія машинобудування": Навч. Посібник для технікумів за спеціальністю «Обробка металів різанням
7. Б.М. Торговців, В.Є. Табачник, Є.М. Єфанов Проектування промислової вентиляції. Довідник Київ, Будівельник, 1983р.-256с
8. Івченко Т.Г., Дубодєлова О.С. Оптимізація параметрів процесу комбінованої лезової та оздоблювально-зміцнювальної обробки // Машинобудування та техносфера на рубежі ХХІ століття. Зб. праць ХІІ між. конф. у м. Севастополі 12-17 вересня 2005р. У 5-ти томах. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. Т.2. – С.34 – 36.
9. Губін Т.І., Івченко Т.Г. Дослідження можливостей та оптимізація параметрів комбінованої обробки тонким гострінням та алмазним вигладжуванням. ІНЖЕНЕР: студентський науково-технічний журнал// Донецьк: ДонНТУ, 2008. - № 9. - с. 22.
10. Губін Т.І., Івченко Т.Г. Технологічне забезпечення якості поверхонь деталей машин за рахунок визначення оптимальних режимів різання//Машинознавство. Матеріали 10-ої науково-методичної конференції 20-21 березня 2008 року. - Донецьк: ДонНТУ, 2008. - с. 17 - 19.
11. Руденко П.А., Молодик Н.В. Підвищення якості відновлення деталей

деталей машин. –К.: Урожай, –1978.

12. Канарчук В. Е., Лудченко О. А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговуван-ня і ремонту автомобілів. Кн. 3.: Ремонт автотранспортних засобів. – К.: Вища шк., 1994. – 599 с.

13. Молодик Н.В., Зенкин А.С. Відновлення деталей машин. - М.: Машинобудування, 1989. - 480 с.

14. Лезовий інструмент із надтвердих матеріалів. Довідник/ Н.П. Винников, А.И. Грабенко, Э.И. Гриценко й ін.: Під общ. ред. акад. АН УРСР Н.В. Новикова. - К., Техніка, 1988. - 118 с.

15. Жедь В.П. Стан і перспективи розвитку лезвийного інструмента з полікристалічних надтвердих матеріалів на основі нітриду бора. - У кн.: Надтверді матеріали: синтез, властивості, застосування. Докл. междунар. семінару. Київ.: Наукова думка, 1983. - с. 128-133.

16. Високопродуктивні інструменти з гексанита-р./ Карюк Г. Г., Бочко А. В., Мойсеенко О. И., Сидоренко В. К. – Київ: Наук. думка, 1985. – 136 с.

17. Коломиец В.В., Ридный Р.В., Лук'янов И.М., Клименко С.А. Підвищення оброблюваності наплавлених матеріалів інструментами із ПСТМ на основі нітриду бора// Інструментальний світ. -2001, № 10-11. - с. 52-54.

18. Шутьженко А.А., Клименко С.А. Полікристалічні надтверді матеріали в різальному інструменті. Ч.2. Застосування ПСТМ у різальних інструмент. Режими обробки// Інструментальний світ. -1999, № 6. - с. 10-12.

19. Різальні інструменти, оснащені надтвердими й керамічними матеріалами, і їхнє застосування: Довідник/ В.П. Жедь, Г.В. Боровский, Advanced ceramic materials for metal cmtun. / Т.В. Troczynski, D . Ghoch,S.Dos. Custa, J .K. Jarobs // Proc. Int. Sump. Adv. Struct. Mater., Montreal. Aug. 28-31, 1988 -New York etc., 1999 - P. 157-168.

20. Coromant Turning Tools 93/94: Catalogue.- Sandvikcn: A B SandvikCoromant, 1997.- 576 p.301

21. Coromant Rotating Tools 94/95: Catalogue. - Sandviken: A B  
SandvikCoromant, 1999.-584 p.