

**Міністерство освіти і науки України**

**Луцький національний технічний університет**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Факультет транспорту та механічної інженерії**

(повне найменування факультету)

**Кафедра прикладної механіки та мехатроніки**

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РОЗРОБКОЮ  
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ  
КОРПУСУ ЛЕЩАТ 7815-0257/02**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ІМ-41  
Шудрук Павло Вікторович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник:  
к.т.н., доцент  
Самчук Людмила Михайлівна

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.  
Гарант освітньої програми:  
к.т.н., доцент  
Божко Тетяна Євгенівна

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Луцьк – 2025 року

**Факультет транспорту та механічної інженерії**

**Кафедра прикладної механіки та мехатроніки**

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: «Прикладна механіка»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

*ЗАВДАННЯ*

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**Шудруку Павлу Вікторовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки корпусу лещат 7815-0257/02

Керівник роботи: Самчук Людмила Михайлівна

затверджені наказом вищого навчального закладу від «31» грудня 2024 р. № 910/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «1» червня 2025р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі корпус лещат 7815-0257/02, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

Вступ. 1 Загальна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4 Проектування механічної дільниці. 5 Охорона праці. Висновки та пропозиції. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу: Креслення деталі – 1 лист (ф.А1), креслення 3D моделі – 1 лист (ф.А3), креслення заготовки – 1 лист (ф.А2), КН – 1 лист та спеціального ріжучого інструмента – 1 лист (ф.А1), креслення плану дільниці – 1 лист (ф.А1), складальне креслення верстатного пристрою - 1 лист (ф.А1), креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1).

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «4» лютого 2025р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування теми</i>	5.03.2025р.	
2	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	10.03.2025р.	
3	<i>Загальна частина.</i>	11.03.2025 р.	
4	<i>Технологічна частина</i>	18.04.2025 р.	
5	<i>Конструкторська частина</i>	25.05.2025 р.	
6	<i>Проектування механічної ділянки</i>	25.05.2025 р.	
7	<i>Охорона праці</i>	27.05.2025 р.	
8	<i>Висновки та пропозиції</i>	1.06.2025р.	
9	<i>Формування списку використаних джерел</i>	1.06.2025р.	
10	<i>Формування додатків</i>	2.06.2025р.	
11	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	2.06.2025р.	
12	<i>Нормоконтроль</i>	2.06.2025р.	
13	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	2.06.2025р.	
14	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	20.06.25р.	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ (Шудрук П.В.)  
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (Самчук Л.М.)  
 (підпис) (прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Шудрук П.В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки корпусу лещат 7815-0257/02 Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 5 розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел, додатків.

Розглянуто процес проектування виробничої дільниці для механічної обробки корпусу лещат типу 7815-0257/02. У процесі виконання роботи проведено аналіз функціонального призначення корпусу лещат, вивчено особливості його конструкції та умов експлуатації. Визначено раціональний тип заготовки та запропоновано оптимальну послідовність обробних операцій з урахуванням вимог до точності, жорсткості та якості поверхонь. Розробка маршруту обробки включає вибір верстатного парку, оснащення, пристроїв та ріжучого інструменту. Окрему увагу приділено питанням точності взаємного розташування баз, розрахунку припусків і забезпеченню стабільної якості в умовах серійного виробництва.

Ключові слова: корпус лещат, механічна обробка, технологічний процес, проектування дільниці, заготовка, маршрут обробки, верстатне оснащення, базування, точність, припуски, контроль якості, охорона праці, виробнича програма.

## ABSTRACT

Shudruk P.V. Design of the site with the development of a technological process for mechanical processing of the vise body 7815-0257/02 Manuscript.

Qualification work of the bachelor's OP " Applied Mechanics" specialty 131 Applied mechanics. Lutsk national technical university. Lutsk , 2025 .

Qualification work consists of an introduction, 5 sections, conclusions and proposals, list of used sources, applications .

The process of designing a production area for mechanical processing of the vise body type 7815-0257/02 is considered. In the process of performing the work, an analysis of the functional purpose of the vise body was carried out, the features of its design and operating conditions were studied. A rational type of workpiece was determined and an optimal sequence of machining operations was proposed, taking into account the requirements for accuracy, rigidity and surface quality. The development of the machining route includes the selection of machine tools, equipment, devices and cutting tools. Special attention is paid to the issues of the accuracy of the mutual location of the bases, the calculation of allowances and ensuring stable quality in serial production.

Keywords: vice body, machining, technological process, site design, workpiece, processing route, machine tool equipment, basing, accuracy, allowances, quality control, occupational safety, production program.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Розділ 1. Загальна частина .....	8
1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь.....	8
1.2 Вибір методу одержання заготовки.....	9
1.3 Вибір методу обробки поверхонь.....	12
1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва.....	13
2 Розділ 2. Технологічна частина.....	17
2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
2.2 Вибір технологічних баз.....	19
2.3 Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків.....	26
2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу.....	31
2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання.....	35
2.6 Нормування технологічного процесу.....	38
3 Розділ 3. Конструкторська частина.....	41
3.1 Проектування технологічного оснащення.....	41
3.1.2 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми.....	43
3.1.3 Силовий розрахунок параметрів приводу.....	44
3.1.4 Розрахунок на точність.....	44
3.1.5 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	45
3.2 Проектування контрольного пристрою.....	45
3.2.1 Розрахунок на точність.....	45
3.2.2 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	46
3.3 Розрахунок спеціального різучого інструменту.....	46
4 Розділ 4. Проектування механічної дільниці.....	49
4.1 Уточнення типу виробництва.....	49
4.2 Визначення кількості працівників на дільниці.....	50
4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці .....	51

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Розробка технологічного планування ділянки.....	52
4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки.....	53
5 Розділ 5. Охорона праці.....	55
Висновки та пропозиції.....	59
Список використаних джерел.....	61
Додатки.....	63

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Проектування механічного цеху є відповідальним етапом у створенні ефективного виробничого процесу. Від правильного планування та організації роботи цеху залежить якість виготовленої продукції, її відповідність технічним вимогам і стандартам. З урахуванням сучасних тенденцій у машинобудуванні та металообробці, механічний цех має бути оснащений сучасним обладнанням, яке забезпечує високу точність і продуктивність.

Однією з головних умов успішної роботи механічного цеху є дотримання всіх вимог щодо якості та точності обробки деталей. Для цього необхідно не лише використовувати високоточні верстати та інструменти, а й впроваджувати системи контролю якості на всіх етапах виробництва. Автоматизація процесів, застосування цифрових технологій та програмного забезпечення для контролю параметрів обробки сприяють досягненню стабільно високої якості продукції.

Окрім технічного оснащення, важливу роль відіграє грамотна організація робочих процесів та підготовка кваліфікованого персоналу. Від рівня професійної підготовки працівників, дотримання технологічної дисципліни та оптимального розподілу виробничих потоків залежить ефективність роботи механічного цеху. Таким чином, при проектуванні цеху необхідно враховувати не лише технічні, а й організаційні аспекти, щоб забезпечити випуск якісної та конкурентоспроможної продукції. В сучасних ринкових умовах успішна діяльність підприємства значною мірою залежить від його здатності виробляти конкурентоспроможну продукцію. Високий рівень конкуренції, зміни у споживчих вподобаннях та розвиток технологій змушують підприємства постійно вдосконалювати свою продукцію, підвищувати її якість та знижувати витрати виробництва. Тільки ті компанії, які орієнтуються на потреби ринку та створюють товари, що мають попит, можуть розраховувати на стабільний розвиток та фінансовий успіх.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	022Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

РОЗДІЛ 1  
ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика об'єкта виробництва, службове призначення, технічні умови.

Деталь корпус належить до корпусних елементів і слугує основою для лещат. Базові поверхні таких деталей поділяються на основні та допоміжні, залежно від їхнього функціонального призначення.

Для цього типу корпусних деталей характерна наявність базових площин, основних та кріпильних отворів. Основні бази, які забезпечують з'єднання з рамами, станинами або іншими корпусними елементами, зазвичай виконані у вигляді плоских поверхонь або одного-двох базових отворів. «До допоміжних баз належать головні отвори, призначені для встановлення шпинделів і валів, а також плоскі поверхні, що визначають положення приєднаних вузлів і компонентів, таких як кришки, фланці та інші елементи. Виготовлення деталі рекомендується здійснювати методом лиття з чавуну марки СЧ21. Хімічні і механічні властивості в таблицях» [1].

Таблиця 1.1. – Хімічний склад СЧ21, ISO 9147

Fe, %	C, %	Mn, %	Cr, %	Si, %	S%	P%
					Не більше	
~93	2,5-2,9	0,7-0,1	0,05	0,8-1,4	0,12	0,2

Таблиця 1.2. – Механічні властивості матеріалу СЧ21 ISO 9147

$\sigma_{\theta}$ , МПа	$\sigma_p$ , Мпа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	$KCU$ , Дж/см <sup>2</sup>	$HB \times 10^{-1}$ , Мпа
400	210	–	–	–	170...241

1.2. Вибір методу одержання заготовки

Вибір методу отримання заготовки залежить від кількох ключових факторів: матеріалу деталі, її функціонального призначення, механічних вимог

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







### 1.3. Вибір методу обробки поверхонь

В корпусі є поверхні, до яких не висуваються високі вимоги, тому для них достатня лише чорнова стадія обробки.

«Загальне уточнення:

$$\varepsilon = \frac{T_{з.}}{T_{д.}}$$

де  $T_{з.}$  і  $T_{д.}$  - допуски параметрів, що розглядаються відповідно для заготовки і деталі.

Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів використовуємо формулу»[1]:

$$n = \frac{\lg \varepsilon}{0,46}$$

Наприклад, для даної деталі, яка має циліндричну внутрішню поверхню Ø70мм з допуском Н8.

Заготовка виготовляється методом литтям в кокіль і досягає точності Н14.

Загальне уточнення:

$$\varepsilon = \frac{T_{з.}}{T_{д.}} = \frac{460}{46} = 10;$$

$$n = \frac{\lg 10}{0,46} = 2,2.$$

«Після чорнкової обробки точність підвищується з Н14 до Н11 (на три квалітети), а після чистової – з Н11 до Н9 (на два квалітети), що повністю відповідає рекомендаціям щодо вибору методу обробки з урахуванням економічної точності.

Таким чином, проведені розрахунки свідчать про доцільність використання базового технологічного маршруту, оскільки він є найбільш раціональним і економічно ефективним для даного виробництва»[1].

### 1.4. Визначення типу і організаційної форми виробництва

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	022Б-25.00.00.00.000 ПЗ				







$$T_{\text{ук.-ср.}} = \frac{\sum T_{\text{шт.кі.}}}{n},$$

$$\eta_{\text{з.ф.ср.}} = \frac{\sum_{s=1}^n \eta_{\text{з.ф.і.}}}{n}.$$

$$\eta_{\text{з.ф.}} = \frac{0,1 + 0,05 + 0,04 + 0,04 + 0,07 + 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,03 + 0,06 + 0,06}{12} = 0,61$$

$$T_{\text{ук.-ср.}} = 1,8 \text{ хв.}$$

$$Q_c = \frac{952}{1,8} \cdot 0,61 = 322 \text{ шт.}$$

$$N_c < Q_c \cdot 0,6;$$

$$19,7 < 322 \cdot 0,6 = 193;$$

Отже форма організації виробництва групова.

Оскільки форма організації – групова, то розраховуємо кількість деталей в партії.

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5000 \cdot 24}{254} = 472 \text{ шт.}$$

$$a = 3, 6, 12, 24 \text{ дня.}$$

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 2.1. Обробка конструкції деталі, вузла на технологічність

Для оцінки технологічності виконаємо кількісний аналіз за такими показниками: коефіцієнти уніфікації та стандартизації, точність обробки поверхонь, якість обробки (шорсткість поверхонь) і коефіцієнт використання матеріалу.

«Оскільки корпус лещат містить як плоскі, так і циліндричні поверхні, необхідно окремо визначити коефіцієнт уніфікації для циліндричних елементів та для плоских елементів.

Коефіцієнт уніфікації циліндричних елементів:

$$K_{ун.цил.ел.} = \frac{Q_{ун.цил.ел.}}{Q_{заг.ел.}} > 0,6,$$

$$K_{ун.цил.ел.} = \frac{12}{18} = 0,67 \geq 0,6 - \text{деталь технологічна} \text{ [3]}.$$

Коефіцієнт уніфікації плоских елементів:

$$K_{ун.пл.ел.} = \frac{Q_{ун.пл.ел.}}{Q_{заг.ел.}} > 0,6,$$

$$K_{ун.пл.ел.} = \frac{4}{6} = 0,67 \geq 0,6 - \text{деталь технологічна}.$$

Коефіцієнт точності обробки поверхонь:

$$K_{тч.} = \left(1 - \frac{1}{A_{ср.}}\right) > 0,8,$$

$$A_{ср.} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

Таблиця 2.2. – Дані для визначення середньої точності обробки

$A_i$	$n_i$	$A_i \times n_i$
H12	22	264
H10	2	20
H9	3	27

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	022Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

H8	4	32
H7	1	7
	$\Sigma = 32$	$\Sigma = 350$

$$A_{\text{сер.}} = \frac{350}{32} = 10,93.$$

$$K_{\text{мч.}} = 1 - \frac{1}{10,93} = 0,91 > 0,8 - \text{деталь технологічна.}$$

Коефіцієнт якості обробки (шорсткості поверхонь):

$$K_{\text{ш.}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{сер.}}} < 0,32,$$

$$\text{Ш}_{\text{сер.}} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

Таблиця 2.3. – Дані для визначення середньої шорсткості поверхонь

$\text{Ш}_i$	$n_i$	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
10	12	120
2,5	2	5
1,25	7	8,75
0,63	1	0,63
	$\Sigma = 22$	$\Sigma = 134,38$

$$\text{Ш}_{\text{сер.}} = \frac{134,38}{22} = 6,1.$$

$$K_{\text{ш.}} = \frac{1}{6,1} = 0,16 < 0,32 - \text{отже, деталь технологічна.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д.}}}{m_{\text{заг.}}},$$

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{14}{15,1} = 0,9.$$

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Деталь є технологічною, оскільки вона задовольняє всі умови пред'явлені до неї.

## 2.2. Вибір і розрахункове обґрунтування технологічних баз

В загальному випадку очікувана похибка обробки:

$$W_{\Sigma} = W_{н.р.} + W_{т.с.} + W_{уст.}, \text{ де}$$

$W_{н.р.}$  – похибка настроюваного розміру;

$W_{т.с.}$  - похибка технологічної системи;

$W_{уст.}$  - похибка установки.

Розрахунки заносимо в таблицю 2.5

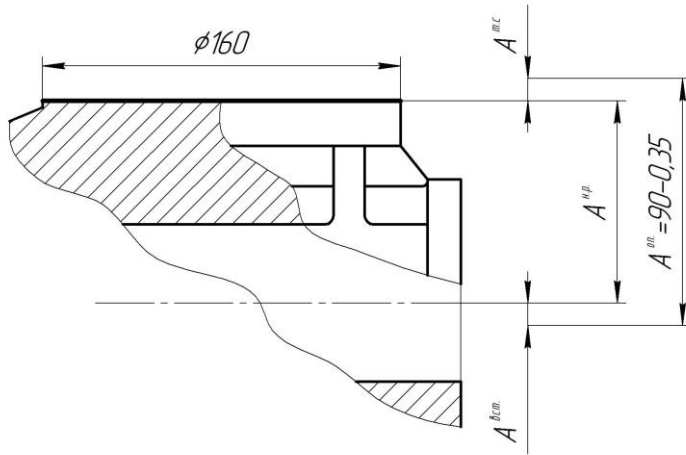
Таблиця 2.5.– Розрахунок похибки обробки

Операція	Розрахунок похибки обробки
1	2

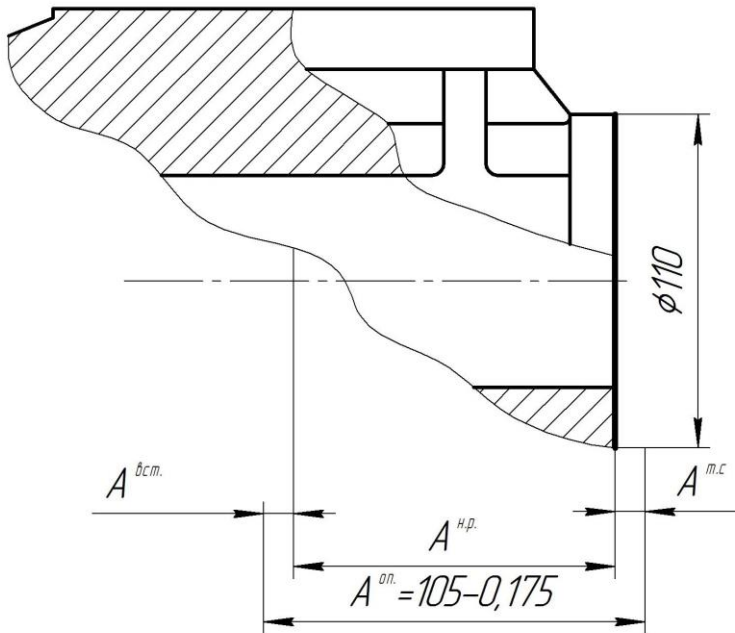
					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

005 Вертикально-фрезерна

Установка А



Установка Б



$$W_{\Sigma} = W_{н.р.} + W_{м.с.} + W_{в.с.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{м.с.} = 0,15 \text{ мм};$$

$$W_{в.с.} = 0,09 \text{ мм};$$

$$W_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$W_{\Sigma} = 0,15 + 0,09 = 0,24 \text{ мм};$$

$$A_{оп.} = 90-0,35 \text{ мм};$$

$$TA_{оп.} = 0,35(H12) \text{ мм};$$

$$W_{\Sigma} = W_{н.р.} + W_{м.с.} + W_{в.с.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{м.с.} = 0,21 \text{ мм};$$

$$W_{в.с.} = 0,09 \text{ мм};$$

$$W_{\Sigma} = 0,9 + 0,21 = 0,30 \text{ мм};$$

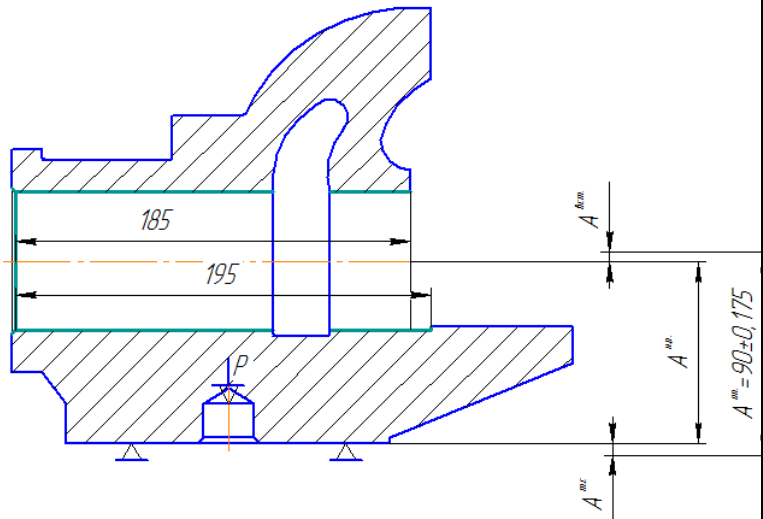
$$A_{оп.} = 105 \pm 0,175 \text{ мм};$$

$$TA_{оп.} = 0,35 \text{ мм}.$$





025 Горизонтально-розточувальна



$$WA_{on.} = W_{н.р.} + W_{m.c.} + W_{yct.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{m.c.} = 0,3 \text{ мм};$$

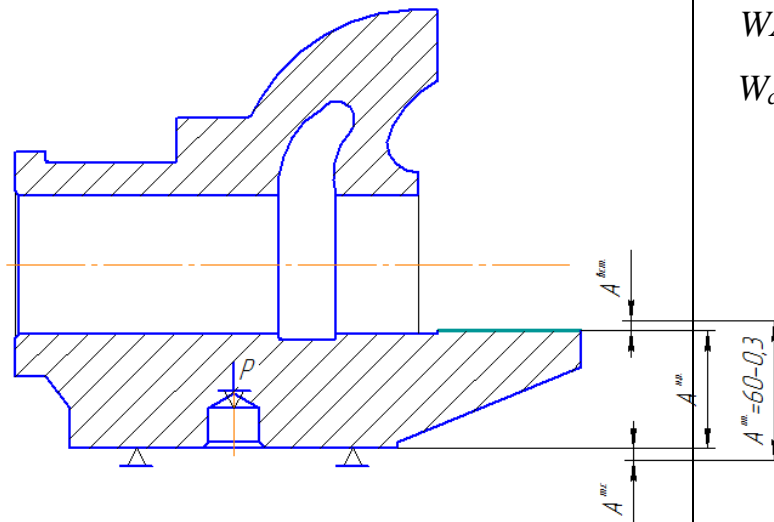
$$W_{yct.} = 0,05 \text{ мм};$$

$$WA_{on.} = 0,3 + 0,05 = 0,35 \text{ мм};$$

$$A_{on.} = 90 \pm 0,175 \text{ мм};$$

$$TA_{on.} = 0,35 \text{ мм}.$$

030 Вертикально-фрезерна



$$WA_{on.} = W_{н.р.} + W_{m.c.} + W_{yct.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{m.c.} = 0,16 \text{ мм};$$

$$W_{yct.} = 0,05 \text{ мм};$$

$$WA_{on.} = 0,16 + 0,05 = 0,21 \text{ мм};$$

$$A_{on.} = 60H12_{(-0,3)} \text{ мм};$$

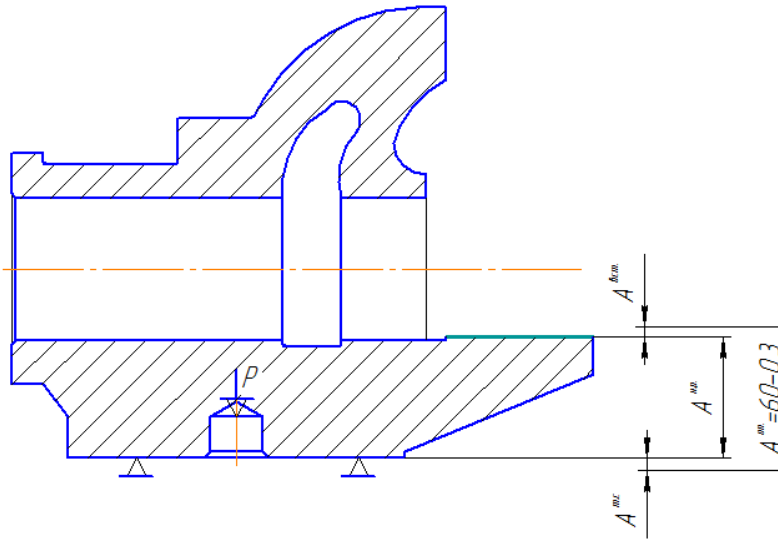
$$TA_{on.} = 0,3 \text{ мм}.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

022Б-25.00.00.00.000 ПЗ

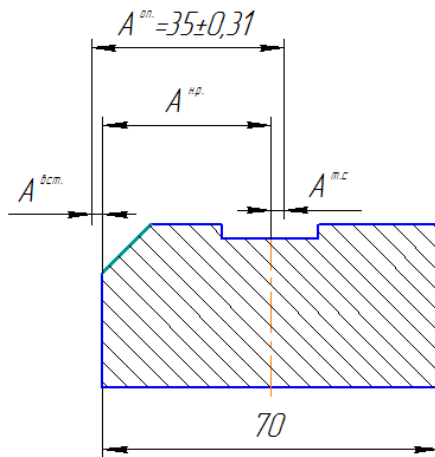
Арк.

035 Вертикально-фрезерна

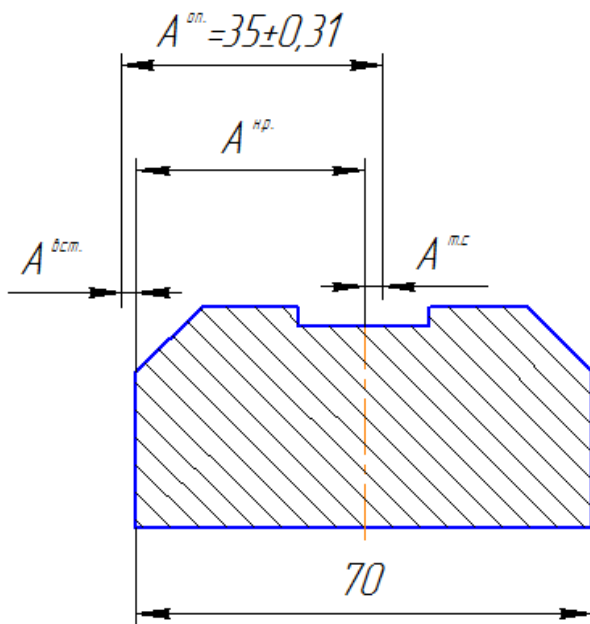


$W_{Aoп.} = W_{H.p.} + W_{T.c.} + W_{уст.};$   
 $W_c = W_{H.p.} + W_{T.c.} = 0,16 \text{ мм};$   
 $W_{уст.} = 0,05 \text{ мм};$   
 $W_{Aoп.} = 0,16 + 0,05 = 0,21 \text{ мм};$   
 $A_{oп.} = 57H12(-0,3) \text{ мм};$   
 $T_{Aoп.} = 0,3(H12) \text{ мм}.$

040 Вертикально-фрезерна



$W_{Aoп.} = W_{H.p.} + W_{T.c.} + W_{уст.};$   
 $W_c = W_{H.p.} + W_{T.c.} = 0,4 \text{ мм};$   
 $W_{уст.} = 0,03 \text{ мм};$   
 $W_{Aoп.} = 0,4 + 0,03 = 0,43 \text{ мм};$   
 $A_{oп.} = 35 \pm 0,31 \text{ мм};$   
 $T_{Aoп.} = 0,62 \text{ мм}.$



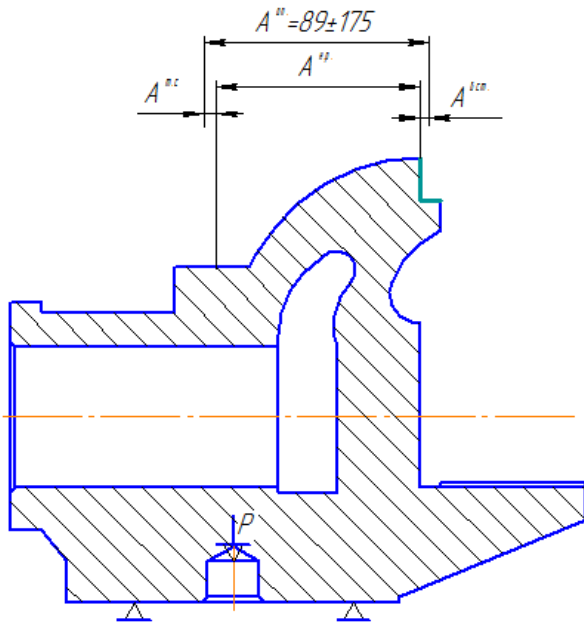
$W_{Aoп.} = W_{H.p.} + W_{T.c.} + W_{уст.};$   
 $W_c = W_{H.p.} + W_{T.c.} = 0,4 \text{ мм};$   
 $W_{уст.} = 0,03 \text{ мм};$   
 $W_{Aoп.} = 0,4 + 0,03 = 0,43 \text{ мм};$   
 $A_{oп.} = 35 \pm 0,31 \text{ мм};$   
 $T_{Aoп.} = 0,62 \text{ мм}.$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

022Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

045 Фрезерна



$$WA_{on.} = W_{н.р.} + W_{м.с.} + W_{уст.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{м.с.} = 0,30 \text{ мм};$$

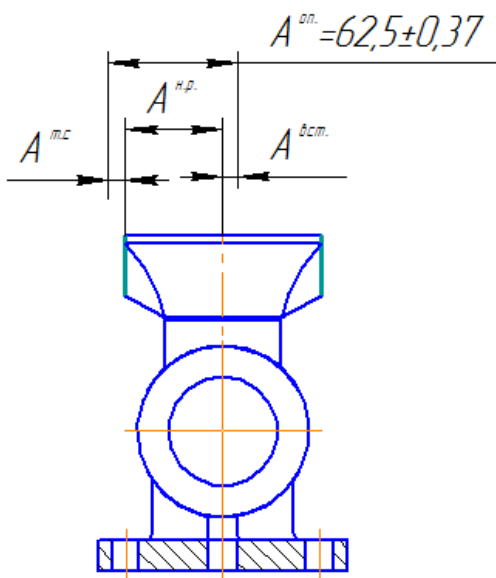
$$W_{уст.} = 0,03 \text{ мм};$$

$$WA_{on.} = 0,30 + 0,03 = 0,33 \text{ мм};$$

$$A_{on.} = 89 \pm 0,175 \text{ мм};$$

$$TA_{on.} = 0,35 \text{ мм}.$$

050 Фрезерна



$$WA_{on.} = W_{н.р.} + W_{м.с.} + W_{уст.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{м.с.} = 0,5 \text{ мм};$$

$$W_{уст.} = 0,06 \text{ мм};$$

$$WA_{on.} = 0,50 + 0,06 = 0,56 \text{ мм};$$

$$A_{on.} = 62,5 \pm 0,37 \text{ мм};$$

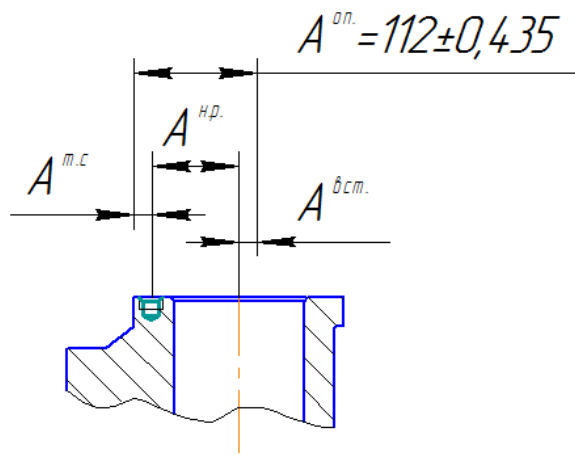
$$TA_{on.} = 0,74 \text{ мм}.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

022Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

055 Вертикально-свердлильна



$$WA_{он.} = W_{н.р.} + W_{м.с.} + W_{учм.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{м.с.} = 0,40 \text{ мм};$$

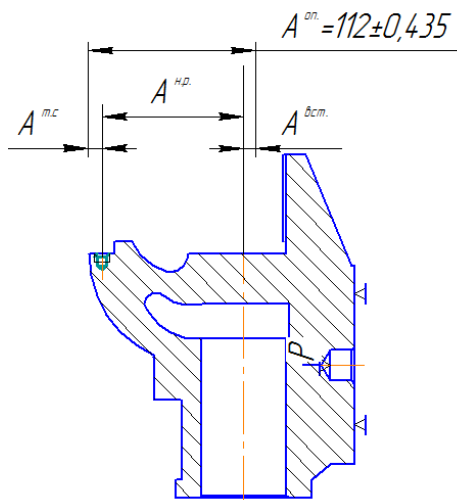
$$W_{учм.} = 0,06 \text{ мм};$$

$$WA_{он.} = 0,40 + 0,06 = 0,46 \text{ мм};$$

$$A_{он.} = 47,5 \pm 0,31 \text{ мм};$$

$$TA_{он.} = 0,62 \text{ мм}.$$

060 Радіально-свердлильна



$$WA_{он.} = W_{н.р.} + W_{м.с.} + W_{учм.};$$

$$W_c = W_{н.р.} + W_{м.с.} = 0,6 \text{ мм};$$

$$W_{учм.} = 0,09 \text{ мм};$$

$$WA_{он.} = 0,09 + 0,6 = 0,67 \text{ мм};$$

$$A_{он.} = 112 \pm 0,435 \text{ мм};$$

$$TA_{он.} = 0,87 \text{ мм}.$$

2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

Розрахунок припуску розрахунково-аналітичним методом зручно звести в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 – Розрахунки припусків, допусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку внутрішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 70H8$

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Розрахунковий припуск мкм	Розрахунковий розмір $d_{Pi}$ , мм	Допуск мкм	Максимально допустимий розмір, мм		Максимально допустиме значення припусків	
	$R_{z_{i-1}}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$W_{y_i}$				$d_{min}$	$d_{max}$	пр. $Z_{min}$	пр. $Z_{max}$

Заготовка	200	300	161	-	-	68,15	620	68,15	67,53	-	-
Розточування чорнове	50	50	8	260	2·808	69,77	300	69,77	69,47	1620	1940
Точіння чистове	20	20	0,32	0	2·115	70,00	46	70,00	70,046	276	530
										1896	2470

Заготовка є виливком 1-го класу точності з масою 15,1 кг. Технологічний процес обробки поверхні Ø70Н8 включає два етапи: чорнове та чистове розточування, які виконуються за один установ деталі. Фіксація деталі здійснюється у спеціальному пристрої.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначається за формулою:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор.}^2 + \rho_{зм.}^2}$$

$$\rho_{кор.} = \Delta_k \cdot l = 0,7 \cdot 39 \text{ мкм.}$$

$\Delta_k = 0,7 \div 1$  (табл. 4.8.). Приймаємо  $\Delta_k = 0,7$  [4] табл.32, стр.72.

$l = 195$  мм – довжина оброблюваної поверхні.

$$\rho_{зм.} = 156 \text{ мм.}$$

Таким чином, сумарне значення просторового відхилення заготовки:

$$\rho_z = \sqrt{39^2 + 156^2} = 161 \text{ мкм;}$$

Остаточне просторове відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 161 = 8 \text{ мкм;}$$

Остаточне просторове відхилення після чистового розточування:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 8 = 0,32 \text{ мкм;}$$

Похибка установки заготовки в центрах при чорновому точінні:

$$W = \delta_L + \Delta y,$$

де  $\delta_L = 180i \hat{e}i$  – допуск на довжину заготовки;

$\Delta y$  – похибка глибини центрального гнізда, мкм,;

$$\Delta y = \frac{0,5\delta_d}{tg\alpha},$$

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



$$d_{\max 2} = 69,77 - 0,300 = 69,47 \text{ мм};$$

- для заготовки:

$$d_{\max 3} = 68,15 - 0,620 = 67,53 \text{ мм};$$

Мінімальні граничні значення припусків  $Z_{\min}^{np}$  рівні різниці найменших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення  $Z_{\max}^{np}$  - відповідно різниці найбільших граничних розмірів.

Тоді для чистового розточування:

$$2 \cdot Z_{\max 1}^{np} = 70,046 - 69,77 = 0,276 \text{ мм} = 276 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{\min 1}^{np} = 70,00 - 69,47 = 0,530 \text{ мм} = 530 \text{ мкм};$$

- для чорнового розточування:

$$2 \cdot Z_{\max 1}^{np} = 69,47 - 67,53 = 1,94 \text{ мм} = 1940 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{\min 1}^{np} = 69,77 - 68,15 = 1,62 \text{ мм} = 1620 \text{ мкм};$$

Загальні припуски  $Z_{0_{\min}}$  і  $Z_{0_{\max}}$  визначаємо, додаючи проміжні допуски, і записуємо їх значення внизу відповідних стовпців:

$$2 \cdot Z_{0_{\min}} = 1620 + 276 = 1850 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{0_{\max}} = 1940 + 530 = 2470 \text{ мкм};$$

Значення записуємо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7. – Загальні припуски і допуски на оброблені поверхні корпусу

Поверхня деталі	Клас точності розмірів	Степінь точності поверхні	Ряд припуску	Допуск розміру, мм	Спосіб кінцевої обробки	Значення припуску м
1	2	3	4	5	6	7
1,2	5Т-11	12-14	1-3	2,2	чистова	2,5
3	5Т-11	12-14	1-3	2,8	чистова	2,5
4	5Т-11	12-14	1-3	2,2	чистова	2,5
5	5Т-11	12-14	1-3	2,4	чистова	2,5
6	5Т-11	12-14	1-3	2,1	чистова	3
7	5Т-11	8-14	1-3	1,7	чистова	2,5
8	5Т-11	10-14	1-3	1,7	чистова	2,5
9	5Т-11	7-14	1-3	0,56	чистова	3,0
10	5Т-11	12-14	1-3	2,2	чистова	2,5
11	5Т-11	8-14	1-3	0,9	чистова	2,5
12	5Т-11	12-14	1-3	2,2	чистова	2,5
13	5Т-11	12-14	1-3	2,2	чистова	9,0

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	022Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

14	5Т-11	12-14	1-3	2,4	чистова	2,5
15	5Т-11	8-14	1-3	2,2	чистова	5,0
16	5Т-11	8-14	1-3	2,2	чистова	4,0

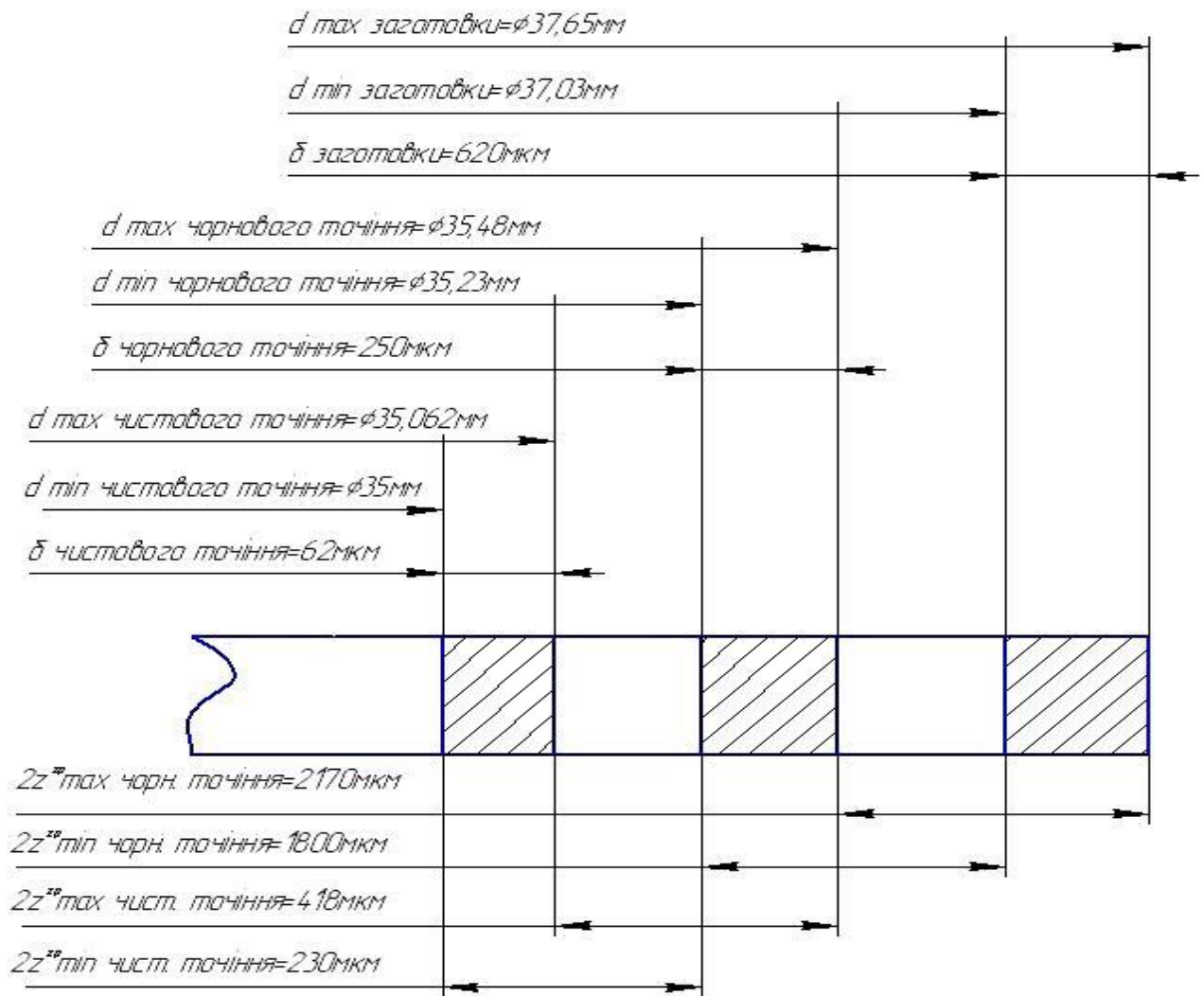


Рисунок 2.1 Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку внутрішньої циліндричної поверхні Ø70H8 корпусу лещат

### 2.3. Розмірний аналіз технологічного процесу

За допомогою розмірного аналізу визначаємо розміри заготовки і розміри припусків для технологічних операцій та зробимо висновок відносно якості запропонованого ТП.

Розмірний аналіз в осьовому напрямку:

$$A_{01} = 271H14\left(\begin{matrix} +1,3 \\ 0 \end{matrix}\right);$$

$$A_{02} = 201H14\left(\begin{matrix} +1,15 \\ 0 \end{matrix}\right);$$

$$A_{1.1} = 269 H12 \left( \begin{smallmatrix} +0,52 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$A_{1.2} = 269 H10 \left( \begin{smallmatrix} +0,21 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$A_{2.1} = 266 H12 \left( \begin{smallmatrix} +0,52 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$A_{2.2} = 265 H10 \left( \begin{smallmatrix} +0,21 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$A_{3.1} = 198 H12 \left( \begin{smallmatrix} +0,45 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$A_{3.2} = 196 H10 \left( \begin{smallmatrix} +0,185 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$A_{3.3} = 195 H10 \left( \begin{smallmatrix} +0,115 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$K_1 = 195 H12 \left( \begin{smallmatrix} +0,25 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

$$K_3 = 8 H6 \left( \begin{smallmatrix} +0,009 \\ 0 \end{smallmatrix} \right);$$

Наведемо всі необхідні розмірні ланцюги зі схеми рис.2.1.

$$Z_{1.1} = A_{01} - A_{1.1} = 271 - 269 = 2 \text{ мм};$$

$$Z_{1.1}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{1.1}^{\min} = 271 - 268,48 = 2,52 \text{ мм};$$

$$Z_{1.1}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{1.1}^{\max} = 269,97 - 269 = 0,7 \text{ мм};$$

$$Z_{1.1} = 2_{-0,52}^{+1,2} \text{ мм};$$

$$Z_{1.2} = A_{01} - A_{1.2} = 271 - 268 = 3 \text{ мм};$$

$$Z_{1.2}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{1.2}^{\min} = 271 - 269,79 = 3,21 \text{ мм};$$

$$Z_{1.2}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{1.2}^{\max} = 269,97 - 268 = 1,97 \text{ мм};$$

$$Z_{1.2} = 3_{-0,21}^{+0,52} \text{ мм};$$

$$Z_{2.1} = A_{02} - A_{2.1} = 271 - 266 = 5 \text{ мм};$$

$$Z_{2.1}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{2.1}^{\min} = 271 - 267,79 = 3,21 \text{ мм};$$

$$Z_{2.1}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{2.1}^{\max} = 269,97 - 266 = 3,97 \text{ мм};$$

$$Z_{2.1} = 5_{-0,52}^{+1,3} \text{ мм};$$

$$Z_{2.2} = A_{02} - A_{2.2} = 271 - 265 = 6 \text{ мм};$$

$$Z_{2.2}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{2.2}^{\min} = 271 - 264,79 = 6,21 \text{ мм};$$

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{2.2}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{2.2}^{\max} = 269,97 - 265 = 4,97 \text{ мм};$$

$$Z_{2.2} = 6_{-0,21}^{+1,3} \text{ мм};$$

$$Z_{3.1} = A_{02} - A_{3.1} = 201 - 195 = 3 \text{ мм};$$

$$Z_{3.1}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{3.1}^{\min} = 201 - 197,55 = 3,45 \text{ мм};$$

$$Z_{3.1}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{3.1}^{\max} = 199,85 - 198 = 1,85 \text{ мм};$$

$$Z_{3.1} = 3_{-0,45}^{+1,15} \text{ мм};$$

$$Z_{3.2} = A_{02} - A_{3.2} = 201 - 195 = 5 \text{ мм};$$

$$Z_{3.2}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{3.2}^{\min} = 201 - 195,815 = 5,185 \text{ мм};$$

$$Z_{3.2}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{3.2}^{\max} = 199,85 - 196 = 3,85 \text{ мм};$$

$$Z_{3.2} = 5_{-0,185}^{+1,15} \text{ мм};$$

$$Z_{3.3} = A_{02} - A_{3.3} = 201 - 195 = 6 \text{ мм};$$

$$Z_{3.3}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{3.3}^{\min} = 201 - 194,885 = 6,115 \text{ мм};$$

$$Z_{3.3}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{3.3}^{\max} = 199,85 - 195 = 4,85 \text{ мм};$$

$$Z_{3.3} = 6_{-0,115}^{+1,15} \text{ мм};$$

Якісний аналіз розмірної схеми граф-дерев і розмірних ланцюгів у радіальному та осьовому напрямках підтверджує прийнятність обраного варіанту. Всі конструктивні розміри формуються безпосередньо в процесі виконання технологічних операцій, що означає: точність виготовлення залежить виключно від точності самої технологічної системи.

										022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

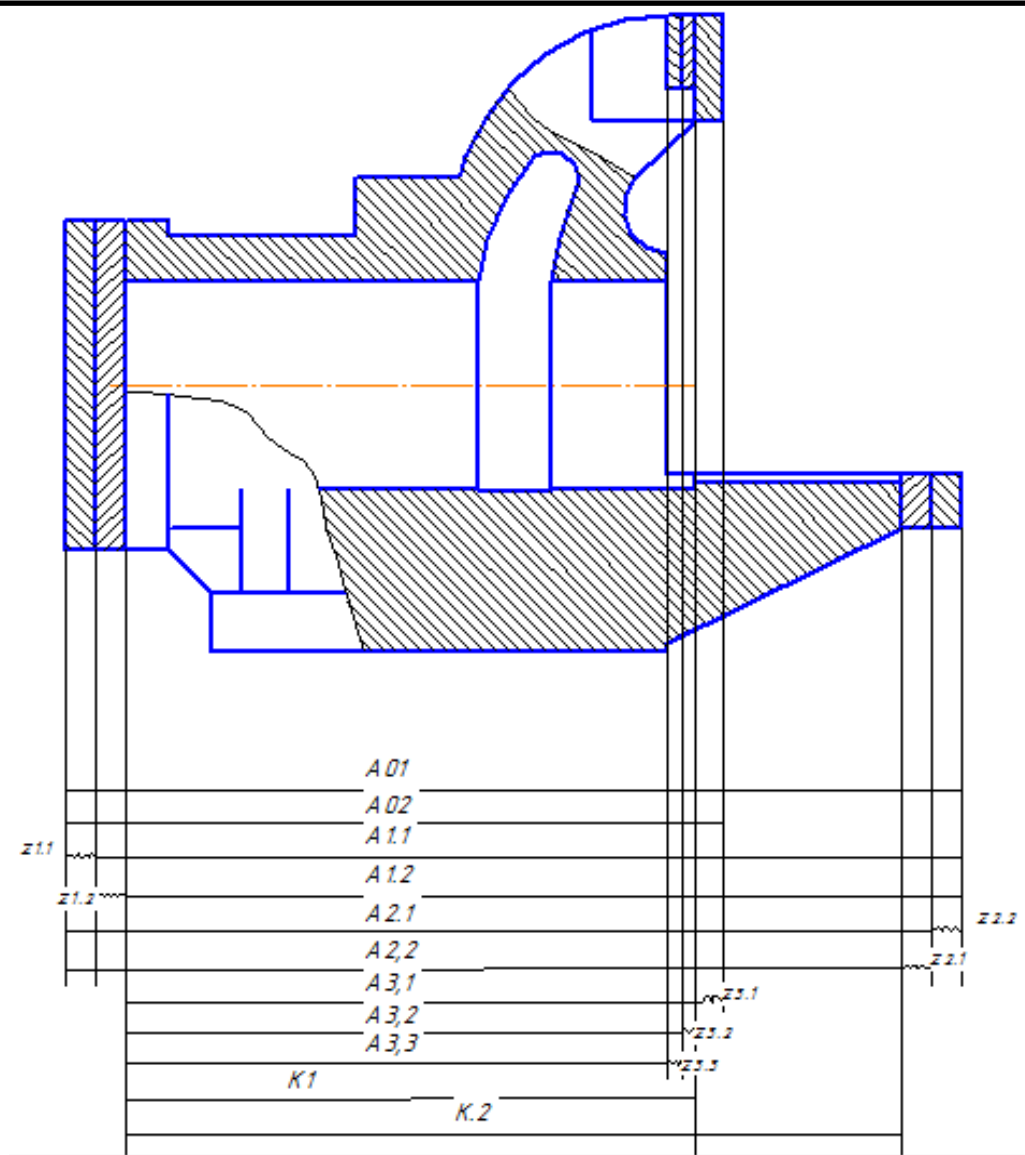


Рисунок 2.1 Розмірна схема лінійних розмірів у осьовому напрямку

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

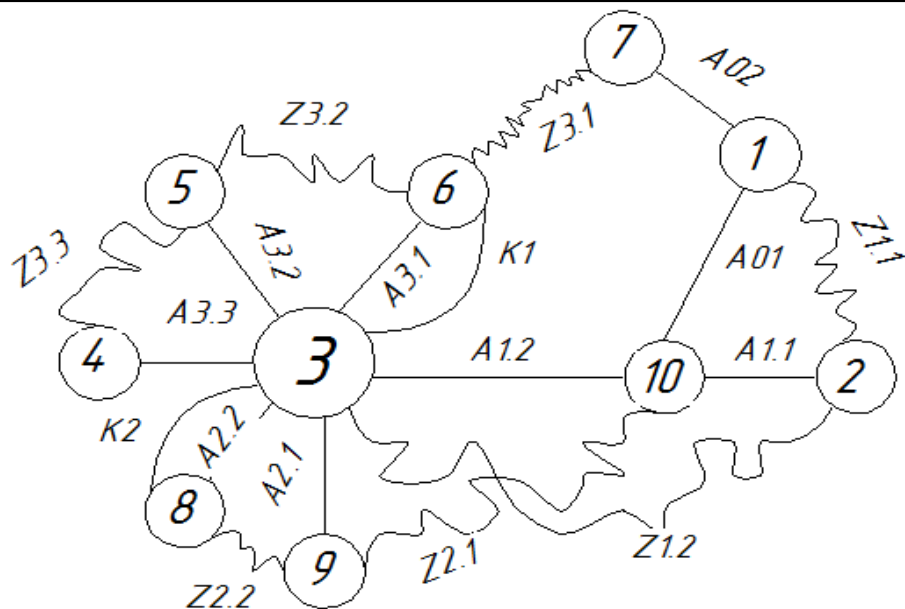


Рисунок 2.2 Граф-дерево комплексної схеми обробки в осьовому напрямку

#### 2.4. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

При визначенні елементів режимів різання враховується характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан обладнання.

Операція 005 Вертикально-фрезерна.

Глибина різання при фрезеруванні:

$$t = 3 \text{ мм};$$

Діаметр торцевої фрези визначаємо за формулою:

$$D = (1,25 \dots 1,5) B = 1,25 \cdot 160 = 200 \text{ мм};$$

Приймаємо:  $s = 0,29 \text{ мм/зуб};$

Швидкість різання при фрезеруванні, м/хв:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v;$$

$T = 240 \text{ хв.}$  – період стійкості (табл. 40).

Значення коефіцієнтів  $C_v$  і показників степенів для фрезерування:

$$C_v = 695; q = 0,22; y = 0,32; m = 0,33; x = 0,17; u = 0,22; z = 12; s = 0,29; p = 0,1.$$

Матеріал ріжучої частини інструмента ВК8.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 2.8 – Режими різання

№ операції	Назва операції	№ переходу	t, мм	S, мм/об або S <sub>z</sub> , мм/зуб	n, хв <sup>-1</sup>	V, м/хв	n <sub>д.</sub> , хв <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> , м/хв	N <sub>різ.</sub> , кВт	T <sub>осн.</sub> , хв	Вибраний верстат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	Верти- кально- фрезерна	А									
		1	3,0	0,29	315	198,8	315	197,8	3,2	0,2	6Р82Ш
		2	0,5	0,5	500	314	500	314	2,8	0,09	
		Б									
1	3,0	0,29	315	197,8	315	197,8	3,0	0,18			
		2	0,5	0,5	500	314	500	314	0,08	0,08	
010	Радіально- свердлильна	1	8,0	0,2	355	17,8	355	17,8	1,8	0,4	2М55
		2	0,5	0,9	500	26,7	500	26,7	0,8	0,06	
		3	12,0	0,4	355	37,7	355	37,7	2,0	0,12	
		4	0,4	0,9	500	38,9	500	38,9	0,9	0,06	
		5	0,1	2,7	355	27,9	355	27,9	0,8	0,03	
		6	0,8	0,4	355	27,9	355	27,9	0,6	0,03	
015	Верти- кально- фрезерна	1	3,0	0,24	315	62	315	62	2,4	0,17	6Р82Ш
		2	0,5	0,5	500	98,9	500	98,9	2,1	0,06	
020	Верти- кально- фрезерна	1	3,0	0,24	315	123,6	315	123,6	2,6	0,16	6Р82Ш
		2	0,5	0,5	500	196,25	500	196,25	2,2	0,04	
025	Координат- но-розточу- вальна	1	2,0	0,4	1000	213,5	1000	213,5	2,4	0,5	2Н125
		2	0,5	0,2	1600	352	1600	352	2,1	0,6	
		3	0,5	0,4	400	88,5	400	88,5	0,9	0,02	
030	Верти- кально- фрезерна	1	3,0	0,24	315	123,6	315	123,6	2,6	0,16	6Р82Ш
		2	0,5	0,5	500	196,25	500	196,25	2,2	0,04	
035	Фрезерна	1	3,0	0,24	315	19,7	315	19,7	2,1	0,08	6Р82Ш
040	Фрезерна	1	5,0	0,24	315	19,7	315	19,7	2,4	0,13	6Р82Ш
		2	5,0	0,24	315	19,7	315	19,7	2,4	0,13	
045	Фрезерна	1	3,5	0,29	315	62,3	315	62,3	3,1	0,06	6Р82Ш
		2	4,4	0,29	315	62,3	315	62,3	3,6	0,06	
		3	0,1	0,5	500	98,9	500	98,9	2,2	0,04	
050	Фрезерна	1	2,5	0,4	500	251,2	500	251,2	2,8	0,08	6Р81

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

055	Вертикально-свердлильна	1	4,0	0,4	355	8,9	355	8,9	1,9	0,14	2Н135
		2	0,2	0,9	500	13,8	500	13,8	0,8	0,06	
		3	0,6	0,9	355	8,9	355	8,9	1,8	0,03	
		4	1,5	0,2	355	11,1	355	11,1	0,6	0,8	
060	Свердлильна	1	3,0	0,20	500	9,4	500	9,4	0,8	0,4	2М55
		2	0,3	0,9	500	10,4	500	10,4	0,6	0,1	
		3	0,6	0,6	500	11,1	500	11,1	0,6	0,08	
		4	1,25	1,12	355	8,9	355	8,9	0,8	0,24	

Виходячи з розрахунків потужностей різання вибираємо на кожну операцію верстат:

- 005 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 010 Радіально-свердлильний верстат 2М55;
- 015 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 020 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 025 Горизонтально-розточувальний верстат 2М615 ;
- 030 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 035 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 040 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 045 Широкоуніверсальний верстат 6Р82Ш;
- 050 Універсальний консольно-фрезерний верстат 6Р81;
- 055 Вертикально свердлильний верстат 2М135;
- 060 Радіально-свердлильний верстат 2М55.

## 2.6. Нормування технологічного процесу

Для середньосерійного виробництва розраховуємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{н.з.}}{n} + T_{шт.},$$

$$T_{шт.} = T_{o.} + T_{д.} + T_{об.} + T_{відн.} - \text{штучний час}$$

Визначимо операційний час для вертикально-фрезерної операції 005.

Фрезерування поверхні 1 начорно:

Визначасмо основний час:

$$T_{o.} = \frac{L}{n \cdot s},$$

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	022Б-25.00.00.00.000 ПЗ						

$$L = 160 + 15 + 15 = 190 \text{ мм};$$

$$n = 315 \text{ об/хв.};$$

$$s = 0,29 \text{ мм/зуб};$$

$$T_o = \frac{190}{315 \cdot 0,29 \cdot 12} = 0,2 \text{ хв.}$$

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_D = T_{\text{уст.}} + T_{\text{з.в.}} + T_{\text{упр.}} + T_{\text{вим.}}$$

«де  $T_{\text{уст.}} = 0,264$  – час на установку і зняття деталі, хв.;

$T_{\text{з.в.}} = 0,246$  – час на закріплення і відкріплення деталі;

$T_{\text{упр.}} = 0,01 + 0,01 + 0,13 = 0,15$  – час на управління верстатом, хв.;

$T_{\text{вим.}} = 0,24$  – час на вимірювання деталі, хв»[4].

$$T_D = 0,264 + 0,246 + 0,15 + 0,24 = 0,9 \text{ хв.}$$

Оперативний час  $T_{\text{оп.}}$  визначається за формулою:

$$T_{\text{оп.}} = T_D + T_o = 0,9 + 0,55 = 1,45 \text{ хв.}$$

Загальний час на обслуговування робочого місця і відпочинок у середньосерійному виробництві:

$$T_{\text{об.від.}} = \frac{T_{\text{оп.}} \cdot P_{\text{об.від.}}}{100}$$

$$P_{\text{об.від.}} = 6.$$

$$T_{\text{об.від.}} = \frac{1,45 \cdot 6}{100} = 0,09 \text{ хв.}$$

Штучний час дорівнює:

$$T_{\text{шт.}} = 0,55 + 0,9 + 0,09 = 1,54 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час:

$$T_{\text{п.з.}} = 23 \text{ хв.}$$

$n = 118$  - кількість деталей у партії.

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{23}{118} + 1,54 = 1,73 \text{ хв.}$$

Для інших операцій розрахунки заносимо в таблицю 2.8.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8.– Нормування технологічного процесу

№ операції	T <sub>о</sub> , хв	T <sub>д</sub> , хв			T <sub>оп</sub> , хв	T <sub>об.від.</sub> , хв	T <sub>штг</sub> , хв	T <sub>п.з.</sub> хв	T <sub>штг-к</sub> , хв
		T <sub>уст.</sub>	T <sub>вим.</sub>	T <sub>упр.</sub>					
05	0,55	0,51	0,24	0,15	1,45	0,09	1,54	23	1,73
010	0,7	0,46	0,16	0,12	1,44	0,07	1,51	22	1,70
015	0,23	0,48	0,12	0,15	0,98	0,06	1,04	23	1,235
020	0,20	0,46	0,14	0,18	0,98	0,06	1,04	23	1,235
025	1,12	0,54	0,21	0,15	2,02	0,12	2,14	26	2,36
030	0,2	0,46	0,16	0,15	0,97	0,06	1,03	23	1,225
035	0,08	0,51	0,14	0,15	0,88	0,05	0,93	23	1,125
040	0,26	0,46	0,12	0,15	0,99	0,06	1,05	23	1,245
045	0,16	0,46	0,16	0,15	0,93	0,06	0,99	23	1,185
050	0,08	0,44	0,14	0,15	0,81	0,05	0,86	23	1,06
055	1,03	0,44	0,22	0,14	1,83	0,11	1,94	18	2,1
060	0,82	0,54	0,24	0,12	1,72	0,10	1,82	22	2,0

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1. Розробка технологічного оснащення

##### 3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії структурної схеми

Для затискного пристрою оснастки обрано гвинтовий механізм із ручним приводом, оскільки він є надійним у роботі, простим за конструкцією та зручним в обслуговуванні. Такий механізм запобігає деформації заготовки та пошкодженню її поверхні, не зміщує деталь під час закріплення. Крім того, він забезпечує мінімальні витрати часу та зусиль оператора на закріплення й відкріплення заготовок. Для спрощення ремонту доцільно використовувати змінні деталі, що найбільше зношуються. У багатомісних пристроях затиск здійснюється рівномірно. Пристрій застосовується на горизонтально-розточувальному верстаті моделі 2М615 під час обробки отвору  $\varnothing 70H8$  мм. Під час його проектування необхідно забезпечити жорсткість конструкції, рівномірність припуску та достатню силу затиску, особливо з огляду на значні габарити деталі.

«Відповідно до рекомендацій, затискний пристрій має бути оснащений механізованим приводом, таким як пневматичний або гідравлічний. У багатосерійному та масовому виробництві найбільш поширені пневматичні пристрої, оскільки вони мають просту конструкцію, високу швидкодію, зручне управління, надійність та порівняно невелику вартість. Основні переваги пневматичних пристроїв включають скорочення часу на затиск деталі, постійну силу затиску з можливістю її регулювання та зручність експлуатації»[5].

Отже, для затиску нашої деталі вибираємо механізований затискний пристрій з двома пневматичними приводами поршневого типу – пристрій дешевий у виготовленні, зручний і достатньо надійний в експлуатації. Зажим і віджим виконується за рахунок повороту рукоятки пневматичного крана.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3.1.2. Силовий розрахунок параметрів приводу

Після вибору способу установки заготовки та розміщення опорних елементів у пристрої визначаються величина, точка прикладання та напрямок сил затиску деталі. Далі обирається тип силового приводу для переміщення затискних елементів.

На основі отриманих даних розробляється схема взаємодії сил різання та сил затиску на деталь, закріплену в пристрої. Після цього, розв'язуючи задачу статички щодо рівноваги робочого тіла під дією прикладених сил і моментів, обчислюється необхідна сила затиску  $W$ .

При розрахунках враховуються пружні характеристики затискних пристроїв. У даному випадку використовується затискний пристрій, що належить до другої групи.

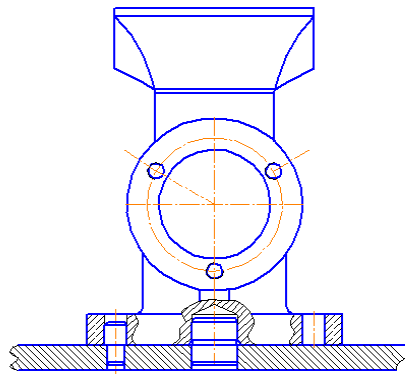


Рисунок 3.2 Взаємодія сил різання і сил затиску на деталь

Сила затиску розглядається з умови рівноваги заготовки з врахуванням коефіцієнта запасу  $k$ . Таким чином сила затиску буде обчислюватися за формулою:

$$W = \frac{k \cdot P_s}{f}, [10]$$

Тоді  $k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 5,2$ .

$$P_s = (0,3 \dots 0,4) \quad P_z = 0,3 \cdot 417 = 125,2 \text{ Н}$$

Сила затиску буде рівна:

$$W = \frac{5,2 \cdot 125,2}{0,16} = 4069 \text{ Н}$$

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як на пристрої вмонтовано два пневматичних поршневі приводи двосторонньої дії, то

$$W_1 = W_2 = \frac{W}{2} = \frac{4069}{2} = 2034,5 \text{ Н}$$

Звідси отримаємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2034,5}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0,9}} = 100 \text{ мм}$$

«Отже, для забезпечення необхідної точності затиску вибираємо пневмоциліндр двосторонньої дії:

- діаметр поршня  $D = 100 \text{ мм}$ ;
- внутрішній діаметр  $d_1 = 8 \text{ мм}$ ;
- діаметр штоку  $d = 20 \text{ мм}$ ;
- діаметр різьби на штоці  $d'_1 = M12 \text{ мм}$ .

Остаточно розрахуємо сили на штоці поршневого пневмоприводу двосторонньої дії»[5]:

- штовхаюча сила:

$$P_{ш} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta = \frac{3,14}{4} \cdot 0,1^2 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0,9 = 2817 > 2034,5 \text{ Н.}$$

що і потрібно було досягнути.

### 3.1.3 Розрахунок на точність

Розрахунок похибки  $\varepsilon_{np}$  зводиться до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_n^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2};$$

$\delta = 0,74$  – допуск при обробці розміра заготовки (по 14 квалітету);

Приймаємо  $k_T = 1,1$ .

Приймаємо  $k_{T1} = 0,8$ .

Приймаємо  $k_{T2} = 0,6$ .

$\omega = 400 \text{ мкм} = 0,4 \text{ мм}$  – економічна точність обробки, приймається за таблицями (П5-П20[1]).

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\varepsilon_{\delta} = 0,01 \text{ мм}$  - похибка базування.

$\varepsilon_z = 0,3 \text{ мм}$  – похибка закріплення. Заготовка встановлюється на установочні елементи. Затиск поверхонь здійснюється за допомогою пневматичного привода.

$\varepsilon_y = 0,01 \text{ мм}$  – похибка установки пристрою на верстаті.

Похибка від перекосу інструменту:

$\varepsilon_n = 0,012 \text{ мм}$ ;

Похибка, яка характеризує знос робочої поверхні опор при виконанні даної програми випуску:

$$\varepsilon_u = \beta_2 \cdot N = 0,002 \cdot 5000 = 10 \text{ мм};$$

Всі знайдені значення підставляємо у формулу:

$$\varepsilon_{np} \leq 0,74 - 1,0 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,01)^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,012^2 + (0,6 \cdot 0,4)^2} = 0,40 \text{ мм};$$

що відповідає заданим умовам.

### 3.1.4 Загальний опис конструкції, принцип дії

Пристосування встановлюється на столі горизонтально-розточувального верстата, базуючись на площині  $\varnothing 160 \text{ мм}$  і двох циліндричних гладких пальцях. Закріплення заготовки здійснюється за допомогою пневмоциліндрів, які передають зусилля через притискні елементи. У початковому положенні рукоятка крана 1 повернута вправо, і система затискного пристрою знаходиться у верхньому положенні. При повороті рукоятки вліво затискний механізм опускається, забезпечуючи фіксацію заготовки. Після завершення обробки та відведення різця з бортштангою рукоятка повертається у вихідне положення (вправо), що спричиняє розтискання деталі та підйом системи затискного пристосування. Оброблена заготовка виймається з пристрою.

## 3.2. Проектування контрольного пристрою

### 3.2.1. Розрахунок на точність

Оскільки плита має дуже малу шорсткість поверхні, то похибкою

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщення по цій плиті можна знехтувати.

Тоді похибка вимірювання буде рівна:

$$E_g = \sqrt{E_z + E_{ш}} = \sqrt{0,001^2 + 0,003^2} = 0,0031 \text{ мм.}$$

$E_z = 0,001 \text{ мм}$  – похибка вимірювальної головки;

$E_{ш} = 0,003 \text{ мм}$  – похибка штативу.

Похибка вимірювання не впливає на кінцевий результат процесу вимірювання.

### 3.2.2. Загальний опис конструкції, принцип дії

Пристрій призначений для контролю відхилення паралельності поверхні Б щодо поверхні А. Максимально допустиме відхилення становить 2 мм. Конструкція пристрою включає: магнітну стійку (1), штангу (2), плиту (3), оправку (4), палець (5) та індикаторну головку (6). Під час перевірки допуску на паралельність поверхні відносно осі індикатор переміщується вздовж деталі за допомогою спеціальної ручки. Відстань між індикаторною головкою та контрольованою поверхнею налаштовується гвинтом. Індикатор має ціну поділки 0,001 мм, а допустиме значення контрольованого параметра не повинно перевищувати 0,02 мм.

### 3.3. Розрахунок спеціального ріжучого інструменту

З метою скорочення часу, який затрачається на виготовлення деталі, доцільно використовувати спеціальні ріжучі інструменти. В якості спеціального інструменту використаємо свердло-зенківку.

Проведемо розрахунок свердла-зенківки.

«Основними конструктивними параметрами зенкера є: кількість канавок або зубів  $z$ ; довжина робочої частини  $l_p$ ; геометрія (передній  $\gamma$  та задній  $\alpha$  кути; кут у плані  $\varphi$ ; кут нахилу канавок  $\omega$ ; профіль канавки); довжина хвостовика та номер конуса Морзе.» [6].

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Визначаємо діаметр свердла. Знаходимо необхідний діаметр свердла для розсвердлювання отвору  $\phi 17\text{мм}$ . Діаметр свердла повинен бути 16 мм.

2. Визначаємо режими різання за нормативами:

а) подача на оберт:  $s = 0,10 \div 0,15\text{мм/об}$ . Приймаємо  $s = 0,15\text{мм/об}$ .

б) швидкість головного руху дорівнює  $V = 15\text{м/хв}$ .

3. Осьова складова сили різання:

$$P_o = 9,81 \cdot C_p \cdot D^x \cdot s^y \cdot K_{MP};$$

За нормативами  $C_p = 68$ ;

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,682;$$

$$P_o = 9,81 \cdot 68 \cdot 5 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,682 = 603\text{Н};$$

1. Крутний момент:

$$M_{кр} = 9,81 \cdot C_M \cdot D^z \cdot s^y \cdot K_M;$$

За нормативами  $C_M = 0,0345$ ;  $z = 2$ ;  $y = 0,8$ .

$$M_{кр} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,682 = 1,3\text{Нм} \approx 1300\text{кгс} \cdot \text{мм}.$$

5. Визначаємо геометричні і конструктивні параметри робочої частини свердла. За нормативами форма заточки – подвійна. Кут нахилу гвинтової канавки  $\varpi = 30^\circ$ . Кут між ріжучими кромками дорівнює  $2\varphi = 118^\circ$ . Задній кут рівний  $\alpha = 16^\circ$ . Кут нахилу поперечної кромки  $\psi = 50^\circ$ .

6. Зворотня конусність свердла на 100мм довжини робочої частини складає 0,03-0,08мм. Приймаємо зворотню конусність 0,03мм.

7. Ширину стрічки  $f_o$  і висоту затилування по спинці  $K$  нормативами. В залежності від діаметра свердла:  $f_o = 0,7\text{мм}$ ;  $K = 0,2\text{мм}$ .

8. Ширина пера:

$$B = 0,58 \cdot D = 0,58 \cdot 5 = 2,9\text{мм}.$$

9. Визначаємо номер конуса Морзе хвостовика. Середній діаметр конуса хвостовика визначимо з формули:

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Довжину інструмента приймаємо  $L = 100 \text{ мм}$ , а довжину робочої частини свердла –  $l = 20 \text{ мм}$ .

11. Діаметр зенківки приймаємо рівним  $D = 18_{-0,05} \text{ мм}$ .

12. «Пристрій призначений для контролю відхилення паралельності поверхні Б щодо поверхні А. Максимально допустиме відхилення становить 2 мм. Конструкція пристрою включає: магнітну стійку (1), штангу (2), плиту (3), оправку (4), палець (5) та індикаторну головку (6). Під час перевірки допуску на паралельність поверхні відносно осі індикатор переміщується вздовж деталі за допомогою спеціальної ручки. Відстань між індикаторною головкою та контрольованою поверхнею налаштовується гвинтом. Індикатор має ціну поділки 0,001 мм, а допустиме значення контрольованого параметра не повинно перевищувати 0,02 мм»[5].

## РОЗДІЛ 4

### ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

#### 4.1. Уточнення типу виробництва

На основі фактичної трудомісткості уточнюється тип виробництва. Далі розраховується необхідна кількість обладнання для виконання кожної технологічної операції.

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_o \cdot \eta_{з.н.}},$$

Заокруглюємо  $m_p$  в більшу сторону до цілого числа і отримуємо кількість робочих місць “Р”. Розрахунок проведемо для операції 005, для інших операцій розрахунки зведемо в таблицю 4.1.

$$m_p = \frac{5000 \cdot 4,08}{60 \cdot 4059 \cdot 0,75} = 0,0111; \quad P=1;$$

Розраховуємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m}{P}.$$

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,0111}{1} = 0,0111;$$

Розраховуємо кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$$

В подальших розрахунках отримане значення “O” не округлюється до цілого числа.

$$O = \frac{0,75}{0,0111} = 6,7;$$

Всі розрахунки для інших операцій зводимо в таблицю 4.1, сумуючи в кінці “O” і “P”.

Таблиця 4.1. – Розрахунок операцій

Операція	$T_{ш-к}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1	2	3	4	5	6
005	4,08	0,111	1	0,111	6,7
010	1,70	0,0465	1	0,0465	16
015	1,24	0,0339	1	0,0339	22
020	1,24	0,00339	1	0,0339	22
025	2,36	0,0646	1	0,0646	12
030	1,23	0,0336	1	0,0336	22,3
035	1,23	0,0336	1	0,0336	22,3
040	1,25	0,0342	1	0,0342	21,9
045	1,19	0,0325	1	0,0325	23
050	1,06	0,0290	1	0,0290	25,8
055	2,1	0,0574	1	0,0574	13
060	2,0	0,0547	1	0,0547	13,7

$$\sum O = 6,7 + 16 + 22 + 22 + 12 + 22,3 + 22,3 + 21,9 + 23 + 25,8 + 13 + 13,7 = 218,7;$$

$$\sum P = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 12.$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операції:

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{218,7}{12} = 18,2.$$

Оскільки  $10 \leq K_{з.о.} = 18,2 \leq 20$ , то приймаємо середньосерійний тип виробництва.

#### 4.2. Визначення кількості працівників на дільниці

За робочими місцями кількість основних робітників визначається за формулою:

$$P_{г} = M_{р.в.} \cdot m \cdot K_n,$$

$$M_{р.в.} = \frac{m_n}{K_m}.$$

$K_m = 1,3 \div 1,5$ . Приймаємо  $K_m = 1,5$ .

$$M_{р.в.} = \frac{12}{1,5} = 8.$$

$$K_n = \frac{\Phi_{н.р.}}{\Phi_{д.р.}},$$

$$K_n = \frac{2070}{1820} = 1,14.$$

Тоді

$$P_{г} = 8 \cdot 2 \cdot 1,14 = 18.$$

Кількість основних робітників не верстатників важко нормуються і, як правило, не визначаються. Тому кількість робітників не верстатників визначають у відсотках від числа верстатників:

- для одиничного і серійного виробництва –  $3 \div 4\%$ .

$$P_{нев} = P_{г} \cdot (3 \div 4\%) = 18 \cdot 4\% = 0,72 \approx 1.$$

«Кількість допоміжного персоналу на дільниці визначається відповідно до штатного розпису аналогічних виробничих підрозділів. У випадку дільниць із незначною кількістю обладнання (від 15 до 25 одиниць), обслуговування, як правило, здійснюється силами загальноцехового штату допоміжних робітників. Кількість допоміжних робітників становить 18-25% від основних робітників»[6].

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_d = (18...25\%) \cdot P_o,$$

$$P_d = (18...25\%) \cdot 18 = 2,52...3,5 \text{ чол.}$$

Приймаємо  $P_d = 3$  чол.

#### 4.3. Розрахунок виробничої площі дільниці

Під час розрахунку виробничої площі дільниці використовують нормативи питомої площі, що припадає на одну одиницю обладнання, одне робоче місце або одного працівника. Виробнича площа дільниці, необхідна для виготовлення деталі, визначається за відповідною формулою:

$$F_{\text{вир.}} = \sum m_n \cdot F_{\text{вер.д.}}$$

Розрахунок виробничої площі дільниці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2. – Розрахунок виробничої площі дільниці

Назва операції	Обладнання	Площа на плані, м <sup>2</sup>	Кількість обладнання на дільниці	Питома виробнича площа, м <sup>2</sup>	Загальна питома площа, м <sup>2</sup>
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Радіально-свердлильна	2M55	2,7x4	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Горизонтально-розточувальна	2M615	2,5x3,3	1	20	20
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P82Ш	2x2,3	1	15	15
Вертикально-фрезерна	6P81	2,8x3	1	20	20
Вертикально-свердлильна	2M135	0,82x1,0	1	10	10
Радіально-свердлильна	2M55	2,7x4	1	20	20

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Загальна кількість обладнання – 12.

Загальна питома площа:

$$F_{\text{вир.}} = 15 + 15 + 15 + 15 + 20 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 20 + 10 + 20 = 190 \text{ м}^2.$$

#### 4.4. Розробка технологічного планування дільниці

Технологічне планування є одним із основних документів під час проєктування виробничої дільниці. У ньому має бути передбачене розміщення всього необхідного обладнання — основного, допоміжного, а також підйомно-транспортних засобів, стелажів, робочих місць слюсарів і працівників відділу технічного контролю (ВТК). Планування повинно забезпечувати максимальну безперервність виробничого процесу та ефективне використання наявних виробничих площ. Окрім цього, необхідно врахувати мінімально допустимі розміри проїздів, які не створюватимуть перешкод для роботи персоналу та транспортування вантажів. Під час технологічного планування враховуються:

- відстані між верстатами та конструктивними елементами будівлі, такими як стіни та колони;
- інтервали між верстатами як у повздовжньому, так і в поперечному напрямках;
- вимоги до ширини проходів і проїздів;
- умови розміщення при багатостатному обслуговуванні.

«Планування дільниці розпочинається з нанесення на креслення контурів будівлі, включаючи стіни та колони. Далі розташовуються шаблони (темплети) обладнання. Після цього позначаються робочі місця, підйомно-транспортні засоби, основні магістралі та внутрішні проїзди. Обов'язковим є нанесення розмірів у поперечному й повздовжньому напрямках.

Робочі місця на кресленні позначаються у вигляді круга, де затемнена частина символізує спину працівника, а світла — його обличчя, що вказує напрямок дії відносно обладнання»[7].

План дільниці виконується у масштабі 1:200.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При визначенні габаритів обладнання для розміщення враховуються крайні точки його виступаючих елементів. Щоб спростити процес планування, контури обладнання зображають у вигляді прямокутників. Для типових верстатів застосовуються стандартні темплети. Кожне робоче місце розраховане на одного працівника. Під час розміщення обладнання необхідно дотримуватися нормативних вимог щодо площі та відстаней, а саме:

- між верстатами та елементами будівлі (стінами, колонами) — від 0,6 до 1,3 м;
- ширини проходів та проїздів — від 2 до 4 м;
- логічного та раціонального розташування устаткування з урахуванням технологічного процесу.

Основні техніко-економічні показники зведемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3. – Основні техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників і одиниці вимірювань	По дільниці
1	2
Загальні положення (основні дані)	
1. Найменування виробу	Корпус
2. Річна програма випуску, т.	5000
3. Працеемність виготовлення, год.	737,33
4. Кількість основного обладнання, шт.:	
• дрібного	6
• середнього	6
• всього	12
5. Тип виробництва	середньосерійний
6. Кількість робітників, чол.:	
• основних	18
• допоміжних	3
• всього	21

7. Виробничі площі, м <sup>2</sup> :	
• основного виробництва	190
• допоміжного виробництва	11,4
Питомі показники (відносні)	
1. Середній коефіцієнт завантаження обладнання	0,028

Продовження таблиці 4.3

1	2
2. Питома площа на один основний верстат, м <sup>2</sup> :	
• загальна	14,25
• виробнича	15,675
3. Річний випуск на один основний верстат, верстат-год.	92,16
4. Річний випуск на одного основного робітника, верстато-год.	46,08
5. Питома площа на одного основного робітника, м <sup>2</sup> .	7,125

Площа допоміжного виробництва становить 10-15% від основного виробництва:

$$F_{дон} = (10-15)\% \cdot F_{осн.}$$

$$F_{дон} = (10-15)\% \cdot 190 = (19,0-17,1)м^2.$$

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1. Аналіз стану охорони праці

На підприємствах джерелом займання може стати будь-яке електричне обладнання, підключене до мережі. Основними факторами, що спричиняють виникнення пожеж, є:

- необережне поводження з електроприладами (наприклад, паління або залишення без нагляду нагрівальних пристроїв);
- короткі замикання в електричних ланцюгах;
- перевантаження електромережі понад допустимі норми;

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- іскріння, викликане пошкодженням ізоляції;
- погані або ненадійні електричні з'єднання (наприклад, скрутки проводів).

Щоб ефективно ліквідувати пожежу, застосовують основні способи припинення горіння, зокрема:

- обмеження доступу повітря до осередку загоряння;
- зниження температури полум'я до межі, за якої горіння припиняється;
- гальмування хімічних реакцій, що підтримують полум'я;
- механічне збивання полум'я;
- створення перешкод для поширення вогню в замкнених або вузьких просторах.

Однією з найпоширеніших причин пожеж на виробництві є коротке замикання, до якого можуть призводити:

- порушення правил експлуатації обладнання;
- технічні несправності або неправомірне використання електроприладів, зокрема освітлювальних засобів.

«Для захисту людей під час пожежі важливо, щоб виробничі приміщення були обладнані аварійними евакуаційними виходами. У разі загоряння не рекомендується використовувати воду, оскільки вона проводить струм і може становити додаткову небезпеку. Замість цього слід застосовувати спеціальні вогнегасники, відповідні до типу пожежі та особливостей обладнання.

Оперативне виявлення загоряння, своєчасне повідомлення про нього та швидке залучення пожежних підрозділів є критично важливими для ефективної боротьби з вогнем. Це дозволяє швидко локалізувати пожежу, провести евакуацію персоналу та здійснити необхідні дії для ліквідації загрози»[8].

Тому підприємства мають бути оснащені сучасними засобами зв'язку, системами пожежної сигналізації та оповіщення.

Найефективнішим і найшвидшим засобом виявлення пожежі є автоматична система пожежної сигналізації, яка повинна працювати безперервно. Основні її компоненти включають:

- сповіщувачі (давачі), які встановлюються у приміщеннях або на території підприємства для фіксації ознак загоряння;

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- приймальні пристрої\*\* (контрольні панелі), що отримують сигнали від сповіщувачів;
- джерела живлення, що забезпечують безперебійну роботу системи.

### 5.3. Виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів

У процесі експлуатації обладнання можуть виникати різноманітні шкідливі й небезпечні виробничі чинники, які мають потенційно негативний вплив на здоров'я та безпеку працівників. Особливу небезпеку становлять аварійні ситуації, адже в таких випадках до вже наявних ризиків додаються нові загрозові фактори, що можуть спричинити серйозні наслідки для життя та здоров'я людей.

Серед основних причин виникнення аварійних ситуацій варто виокремити:

- недотримання вимог техніки безпеки;
- виконання ремонтних робіт з порушеннями або неналежним чином;
- неправильні або необережні дії персоналу під час обслуговування обладнання.

Для зниження або повного усунення впливу шкідливих виробничих факторів, а також задля попередження аварій, які можуть становити загрозу не лише для працівників, а й для навколишнього середовища, необхідно впроваджувати комплекс заходів безпеки. Ці заходи мають передбачатися на всіх етапах життєвого циклу обладнання — від етапу проєктування і введення в експлуатацію до модернізації та технічного обслуговування.

### 5.4. Заходи щодо поліпшення охорони праці та пожежної безпеки

Захисне заземлення термоустановки відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки працівників у випадку появи напруги на металевих частинах обладнання. Його наявність запобігає ураженню електричним струмом у разі дотику до корпусу. Якщо корпус не заземлено, і станеться коротке замикання фази на корпус, дотик до такого обладнання може бути так само небезпечним, як і прямий контакт із струмопровідною частиною. За умови наявності заземлення

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загальний опір установки в основному визначається опором заземлювального пристрою. Якщо на корпусі виникає напруга, то людина, торкаючись його, стає частиною електричного кола. Однак завдяки низькому опору заземлення більша частина струму прямує саме через заземлювач, а через людину проходить лише незначний і безпечний струм. Саме на цьому принципі ґрунтується робота захисного заземлення термоустановки.

«Відповідно до "Правил улаштування електроустановок", опір штучного заземлювача не повинен перевищувати встановлених нормативів. Під час експлуатації можуть виникати порушення цілісності заземлювальних провідників, що, в свою чергу, призводить до підвищення опору заземлення понад допустимі межі. Тому необхідно регулярно здійснювати візуальний огляд заземлювальних елементів і періодично вимірювати опір заземлення»[10].

Зокрема, такі вимірювання слід проводити в періоди, коли провідність ґрунту є найнижчою:

- улітку — за умов найбільшого висихання ґрунту;
- узимку — при максимальному промерзанні.

Також вимірювання опору заземлення є обов'язковим після монтажу або ремонту печей і має проводитись не рідше одного разу на рік. Додаткові заходи електробезпеки для використаного обладнання передбачають:

- закриття струмоведучих частин захисними кожухами;
- підведення живильних провідників і кабелів безпосередньо до ввідного вимикача;
- монтаж окремих живильних кіл для елементів керування з підключенням до відповідних вимикачів і запобіжників без використання спільних затискачів щита;
- прокладання проводів у жмутах горизонтально, без їх перехрещення.

Комплекс вжитих заходів електробезпеки забезпечує надійну та безпечну експлуатацію обладнання, зменшуючи ризик виникнення нещасних випадків на виробництві. Під час експлуатації обладнання необхідно керуватися чинним законодавством, стандартами та нормативними актами, затвердженими

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органами державного нагляду за охороною праці та Міністерством праці і соціальної політики. Для підтримання сприятливого повітряного середовища у виробничому приміщенні передбачено використання припливно-витяжної та місцевої вентиляції.» Мікроклімат виробничого середовища — це сукупність параметрів, які впливають на тепловий обмін працівників з навколишнім середовищем. Основними характеристиками мікроклімату є температура повітря, його відносна вологість і швидкість руху»[10].

Принципи нормування мікрокліматичних параметрів базуються на диференційованій оцінці оптимальних і допустимих метеоумов залежно від категорії робіт, пори року та типу робочих місць. Оптимальні мікрокліматичні умови — це поєднання таких параметрів, за яких організм людини може тривалий час працювати без надмірного напруження терморегуляції. Вони сприяють відчуттю теплового комфорту, збереженню здоров'я працівників і підтриманню високої працездатності.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено технологічний процес механічної обробки деталі типу корпус, що використовується у складальних одиницях машинобудівного виробництва. Детально розглянуто службове призначення деталі, її конструктивні особливості, а також вимоги до точності, чистоти поверхонь і взаємозамінності. З урахуванням технічних умов було запропоновано ефективне техніко-технологічне рішення щодо виготовлення заготовки та обробки корпусу.

Одним із ключових аспектів роботи став аналіз методів отримання заготовки. Було обґрунтовано вибір лиття в кокіль як найбільш раціонального способу з точки зору економічної доцільності, технологічності та забезпечення стабільних механічних властивостей. У порівнянні з литтям у піщано-глинистих формах, лиття в кокіль забезпечує вищу якість поверхні, зменшує припуски на обробку та дозволяє знизити собівартість одиниці продукції. Такий підхід

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідає сучасним тенденціям у виробництві литих деталей середнього розміру.

У процесі оптимізації технологічного маршруту обробки було проаналізовано декілька варіантів послідовності операцій. Обрано найбільш ефективний варіант, який забезпечує оптимальне поєднання витрат часу, трудомісткості, забезпечення точності та продуктивності. Основна увага була приділена раціональному використанню прогресивних методів обробки поверхонь: фрезерування, розточування, свердління із застосуванням комбінованого інструменту. Наприклад, впровадження свердла-зенківки дозволило поєднати дві операції в одну, скоротити штучний час та зменшити кількість установів деталі на верстаті.

Окремо було розглянуто питання базування заготовки на різних етапах технологічного процесу. Аналіз варіантів базування дозволив забезпечити точне розташування оброблюваних поверхонь відносно системи координат верстата, що є критично важливим для досягнення необхідних параметрів точності та шорсткості поверхонь. Обране базування дозволило не лише забезпечити технічні вимоги, а й раціоналізувати конструкцію пристосування.

У розділі, присвяченому розрахункам режимів різання, було визначено оптимальні параметри для кожної операції — швидкість різання, подачу, глибину обробки. Це дало змогу визначити технологічний час виконання операцій та побудувати обґрунтовану трудомісткість виготовлення деталі. Зокрема, було визначено час обробки ключових поверхонь, що дає змогу в подальшому планувати виробничу програму та проводити економічну оцінку собівартості виготовлення.

Одним із практичних результатів роботи стало розроблення спеціального пристосування для надійного затиску заготовки при обробці на горизонтально-розточувальному верстаті. Це пристосування не лише підвищує точність і стабільність обробки, а й забезпечує безпеку оператора, скорочує час переналагодження та дозволяє виконувати обробку без зайвих технологічних базувань.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічні основи машинобудування: метод. рекомендації до виконання розрах.-граф. роботи для студентів спец. 131 "Прикладна механіка", 133 "Галузеве машинобудування" всіх форм навчання./ уклад. С. П. Сапон. – Чернігів : НУЧП, 2020. – 39 с.
2. Технологія машинобудування. Практичні та лабораторні роботи: Навчальнометодичний посібник / Н.О. Балицька, Л.Є. Глембоцька, О.А. Громовий, В.М. Колеснік, Г.П. Кремнєв, О.Л. Мельник, П.П. Мельничук, В.М. Ночвай, О.М. Пилипенко, Л.Г. Полонський, В.А. Яновський. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2023. – 171 с.
3. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
4. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. 148 с.
5. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування : лаб. практикум / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХП", 2024. – 211 с.
6. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.
7. Кушніров П. В. Технологічна оснастка: навчальний посібник / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 140 с.
8. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Окіпний І.Б., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2022. – 42 с.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2021. – 36 с.

10. Курепін В. М. К93 Основи охорони праці: навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти аграрної галузі. Миколаїв : МНАУ, 2022. 347 с.

11. Єгіазарян А. С. Умови праці та фактори їх формування. Перспективна техніка і технології – 2021 : матеріали XVII міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 21-23 вересня 2021 р., м. Миколаїв. Т. 1 / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2021. С. 40-43.

12. Основи охорони праці: змістовий модуль 1. «Правові та організаційні основи охорони праці». Тема 2. «Правові та організаційні основи охорони праці». конспект лекції / уклад. В. М. Курепін. – Миколаїв : МНАУ, 2021. – 25 с.

					022Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		