







## АНОТАЦІЯ

Беднарук Н.П. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі «Обойма піджимна» НШ 120А1-02. Рукопис.

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

Дипломний проект присвячений проектуванню механічної дільниці з технологічним процесом виготовлення Обойми піджимної.

У роботі проведено аналіз конструкції деталі, обґрунтовано вибір заготовки та визначено основні вимоги до точності та якості обробки.

Розроблено послідовність операцій механічної обробки, підібрано відповідне технологічне обладнання, інструмент та пристосування.

Враховано економічну ефективність запропонованого технологічного процесу, а також питання забезпечення безпеки праці та екологічної безпеки на виробництві.

Запропоноване технічне рішення дозволяє підвищити продуктивність праці, забезпечити стабільну якість виготовлення деталі та зменшити витрати на виробництво.

Ключові слова: обойма піджимна, механічна обробка, дільниця, заготовка, деталь, проектування, технологічний процес.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		4

## ABSTRACT

Bednaruk N.P. Design of a section with the development of a technological process for mechanical processing of the part "Clamping clamp" NSh 120A1-02. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The diploma project is devoted to the design of a mechanical section with a technological process for manufacturing a Clamping sleeve.

The work analyzes the design of the part, justifies the choice of the workpiece and determines the main requirements for accuracy and quality of processing.

The sequence of machining operations is developed, appropriate technological equipment, tools and devices are selected.

The economic efficiency of the proposed technological process is taken into account, as well as the issue of ensuring occupational safety and environmental safety in production.

The proposed technical solution allows you to increase labor productivity, ensure stable quality of manufacturing parts and reduce production costs.

Keywords: clamping clamp, machining, section, workpiece, part, design, technological process.

					001B-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Сучасне машинобудування неможливе без застосування високоточного та ефективного технологічного процесу виготовлення складних деталей. Однією з таких деталей є обойма піджимна НШ 120А1-02, що використовується у вузлах гідравлічних насосів для забезпечення надійної роботи та герметичності механізмів. Від якості її виготовлення залежить загальна ефективність та довговічність агрегатів, у яких вона застосовується.

Проектування ділянки механічної обробки передбачає ретельний аналіз конструктивних особливостей деталі, вибір заготовки, розробку маршруту та режимів обробки, підбір устаткування, інструменту і пристосувань. Це дозволяє забезпечити необхідну точність, відповідність геометричних параметрів та економічну доцільність виробництва.

Мета даної роботи полягає у розробці оптимального технологічного процесу механічної обробки деталі «Обойма піджимна» та проектуванні ділянки, що забезпечить підвищену продуктивність, стабільну якість продукції та зниження виробничих витрат. Для досягнення цієї мети проведено аналіз вихідних даних, визначено ключові технологічні параметри, розроблено маршрут обробки та обґрунтовано вибір технологічного обладнання і оснащення.

Дана тема є актуальною, оскільки підвищення ефективності механічної обробки деталей дозволяє знизити витрати на виробництво, скоротити час виготовлення та підвищити конкурентоспроможність підприємства на ринку.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		7



#### Аналіз поверхонь:

- торцева – основна поверхня;
- зовнішня циліндрична – основна поверхня;
- фаска – вільна поверхня;
- внутрішня циліндрична – допоміжна поверхня;
- отвір – вільна поверхня;
- внутрішня циліндрична – допоміжна поверхня;
- внутрішня циліндрична – допоміжна поверхня;
- отвір – вільна поверхня;
- отвір – вільна поверхня;
- площина – допоміжна поверхня;
- внутрішня циліндрична – допоміжна поверхня;
- внутрішня циліндрична – допоміжна поверхня;
- внутрішня циліндрична – допоміжна поверхня.

#### Основні розміри

- висота деталі: 145 мм;
- діаметр деталі: 154 мм

#### Матеріал

Деталь виготовляється методом лиття з алюмінієвого ливарного сплаву марки АК5М7.

Хімічні та механічні властивості наведено у таблицях 1.1 та 1.2 [1].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад АК5М7 ДСТУ 3015-95

Елемент	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al
Вміст, %	4,0-6,0	≤0,6	0,5-1,3	≤0,3	≤0,3	≤0,2	≤0,15	решта

					001В-25.00.00.00.000ПЗ			Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				9













$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,602}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,087; P=1;$$

030

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,555}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,081; P=1;$$

035

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,263}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,038 P=1;$$

040

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,797}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,116; P=1;$$

045

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,983}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,143; P=1;$$

050

$$m_p = \frac{30000 \cdot 1,117}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,162; P=1;$$

055

$$m_p = \frac{30000 \cdot 1,117}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,162; P=1;$$

060

$$m_p = \frac{30000 \cdot 1,06}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,154; P=1;$$

065

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,927}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,135; P=1;$$

070

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,927}{60 \cdot 4055 \cdot 0,85} = 0,135; P=1.$$

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		16

4. Визначаємо дійсний коефіцієнт завантаження технологічного обладнання:

005

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,065}{1} = 0,065;$$

010

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,087}{1} = 0,087;$$

015

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,101}{1} = 0,101;$$

020

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,091}{1} = 0,091;$$

025

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,087}{2} = 0,087;$$

030

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,081}{1} = 0,081;$$

035

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,038}{1} = 0,038;$$

040

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,116}{1} = 0,116;$$

045

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,143}{1} = 0,143;$$

050

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		17

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,162}{1} = 0,162;$$

055

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,162}{1} = 0,162;$$

060

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,154}{1} = 0,154;$$

065

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,135}{1} = 0,135;$$

070

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,135}{1} = 0,135.$$

Визначаємо кількість необхідних операцій:

005

$$O = \frac{0,85}{0,065} = 13,077;$$

010

$$O = \frac{0,85}{0,087} = 9,77;$$

015

$$O = \frac{0,85}{0,101} = 8,416;$$

020

$$O = \frac{0,85}{0,091} = 9,341;$$

025

$$O = \frac{0,85}{0,087} = 9,77;$$

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		18

030

$$O = \frac{0,85}{0,081} = 10,494;$$

035

$$O = \frac{0,85}{0,038} = 22,368;$$

040

$$O = \frac{0,85}{0,116} = 7,328;$$

045

$$O = \frac{0,85}{0,143} = 5,944;$$

050

$$O = \frac{0,85}{0,162} = 5,247;$$

055

$$O = \frac{0,85}{0,162} = 5,247;$$

060

$$O = \frac{0,85}{0,154} = 5,52;$$

065

$$O = \frac{0,85}{0,135} = 6,296;$$

070

$$O = \frac{0,85}{0,135} = 6,296.$$

В таблиці 1.4 представленні всі розрахунки технологічних операцій.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		19



Для визначення добової продуктивності поточної лінії визначаємо фактичне середнє завантаження:

$$\eta_{з.ф.ср.} = \frac{0,065 + 0,087 + 0,101 + 0,091 + 0,087 + 0,081 + 0,038 + 0,116 + 0,143 + 0,162}{14} + \frac{0,162 + 0,154 + 0,135 + 0,135}{14} = 0,111;$$

$$T_{шк.-ср.} = \frac{0,438 + 0,602 + 0,693 + 0,63 + 0,602 + 0,555 + 0,263 + 0,797 + 0,983 + 1,117}{14} + \frac{1,117 + 1,06 + 0,927 + 0,927}{14} = 0,839;$$

$$Q_d = \frac{952}{0,839} \cdot 0,111 = 115 \text{шт.}$$

Добовий випуск виробів відносно добової продуктивності більший на поточній лінії.

$$118 > 115 \cdot 0,6 = 69.$$

Застосовується форма організації виробництва потокова.

При поточній формі організації виробництва розраховується такт випуску виробів при  $F_d = 4055 \text{год}$ :

$$t_g = \frac{60 \cdot 4055}{30000} = 8,11 \text{хв.}$$

В нашому технологічному процесі застосовується багатосерійний тип виробництва зі потоковою формою.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		21







Прийняті схеми базування наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічні бази

№ операції	Направляюча	Установча	Опорна
010, 020, 025, 045	Вісь II	Торець	Вісь I
015	Вісь I	Торець	Подвійна опорна Зовнішня циліндрична
050, 055, 060, 065, 070	Вісь I	Внутрішні циліндричні	Торець

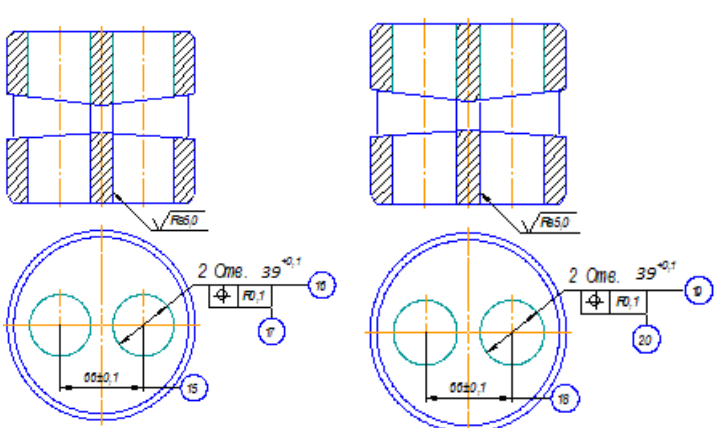
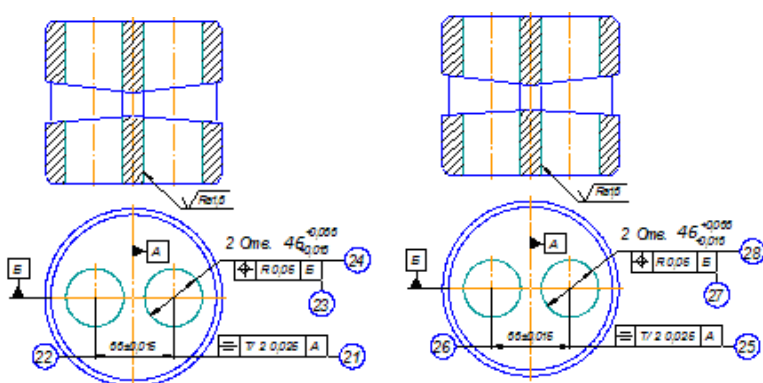
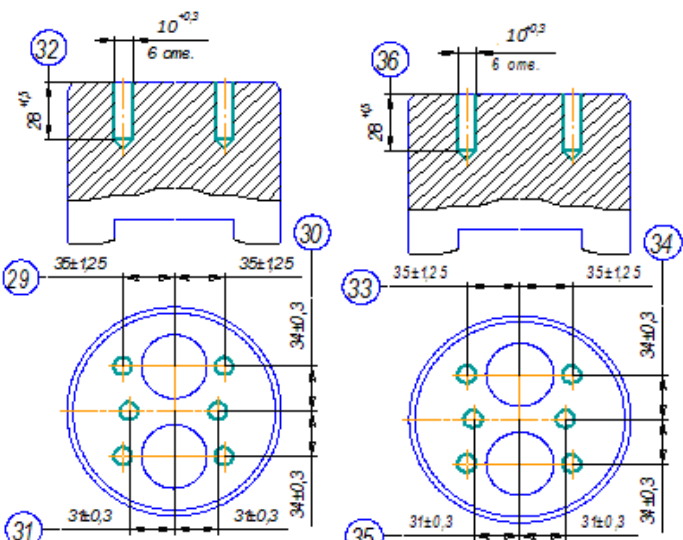
Базування технологічного процесу механічної обробки наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Базування технологічного процесу

№ і назва операції, ескіз	Мета операції
1	2
<p>005 Токарно-гвинторізна</p> <p>Перехід 2, 3</p>	<p>Перехід:</p> <p>1 Встановити деталь, закріпити.</p> <p>2 Обточити деталь в розмір 1, зняти фаску 2</p> <p>3 Відкріпити деталь та зняти</p>

1	2
<p>010 Вертикальна фрезерно-свердлильна з ЧПК</p> 	<p>Установ 1, 2</p> <p>Перехід:</p> <p>3 Перестановити, встановити деталь.</p> <p>4 Фрезерувати торці E та 3 витримавши розмір 3, 4</p>

<p>015 Вертикальна фрезерно-свердлильна з ЧПК</p> <p>Перехід 3</p>  <p>Перехід 4</p> 	<p>3 Фрезерувати торці E та 3 витримавши розміри 5, 6</p> <p>4 Зенкерувати 4 отвори до діаметру 7, 8.</p> <p>5 Зенкерувати 4 отвори 9, 12 витримавши 10, 13, 11, 14.</p>
---	--

1	2
<p>020 Вертикальна фрезерно-свердлильна з ЧПК</p> <p>Перехід 6</p>  <p>Перехід 7</p>  <p>Перехід 8</p> 	<p>6 Розточити 2 отвори в розмір 16, 19;</p> <p>Розточити 2 отвори в розміри 15, 16, 18, 19.</p> <p>7 Розточити 4 отвори в розміри 22, 24, 26, 28.</p> <p>8 Свердлити 12 отворів в розміри 39, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36.</p>

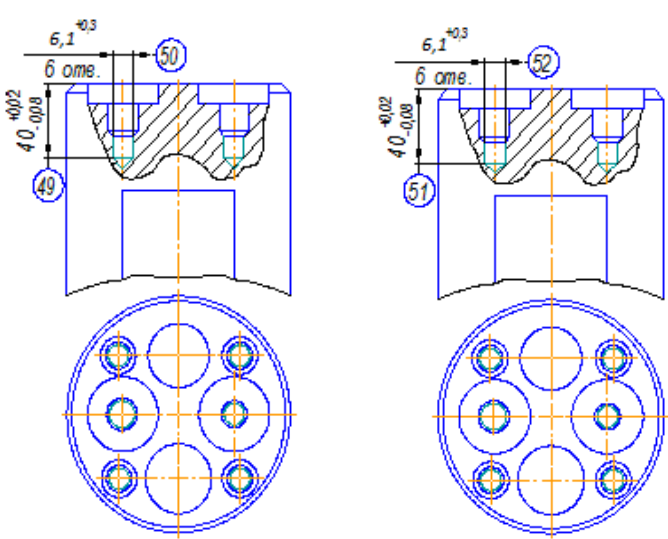
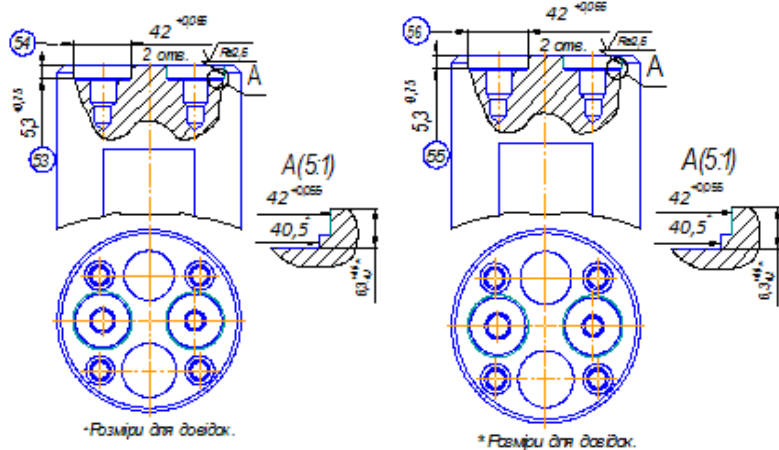
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

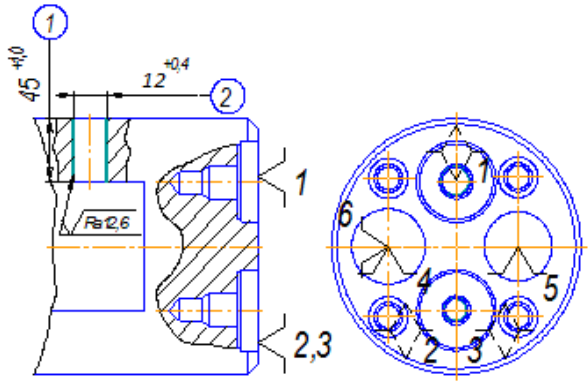
001B-25.00.00.00.000ПЗ

Арк.

27

1	2
<p>025 Вертикальна фрезерно-свердлильна з ЧПК</p> <p>Перехід 9</p> <p>Перехід 10</p> <p>Перехід 11</p>	<p>9 Зенкерувати 8 отворів в розміри 37, 38, 39, 40.</p> <p>10 Зенкерувати 4 отвори в розміри 41, 42, 43, 44.</p> <p>11 Розгорнути 8 отворів в розміри 45, 46, 47, 48.</p>

1	2
<p>030 Вертикальна фрезерно-свердлильна з ЧПК</p> <p>Перехід 12</p>  <p>Перехід 13</p>  <p>*Розміри для довідок.</p>	<p>12 Свердлити 12 отворів 50, 52 на глибину 49, 51.</p> <p>13 Розточити 4 отвори 54, 56 на глибину 53, 55.</p>

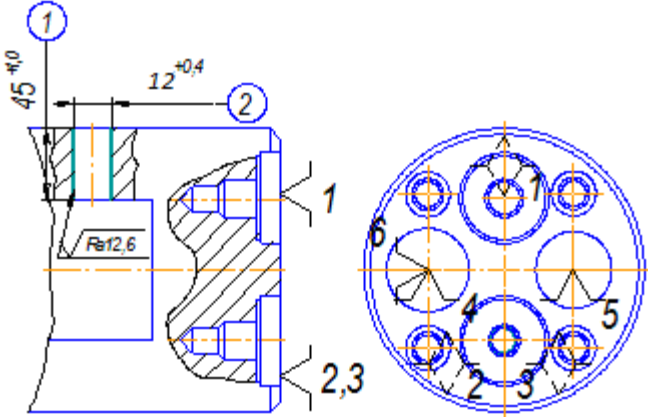
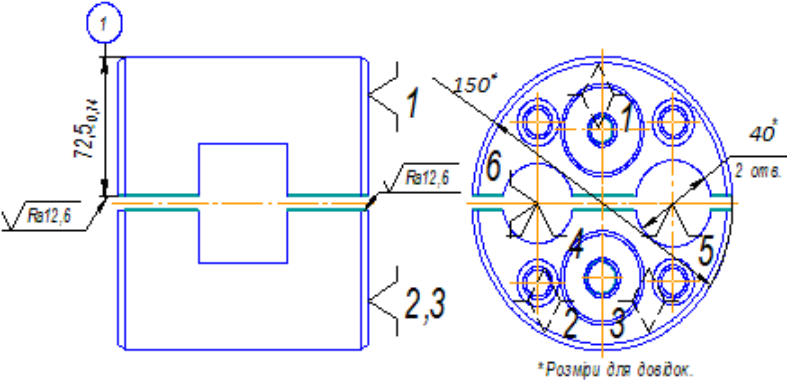
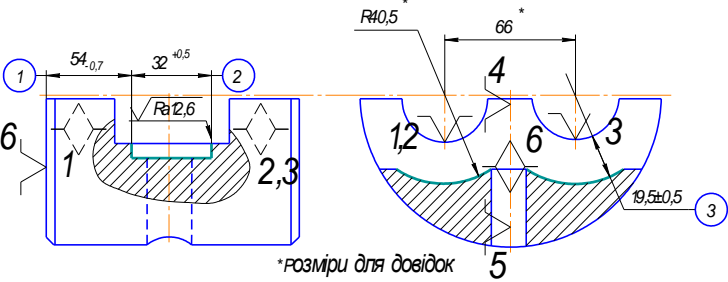
<p>035 Радіально-свердлильна</p> 	<p>Перехід</p> <p>1 Свердлити отвір на прохід в розміри 1, 2.</p>
--	---

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

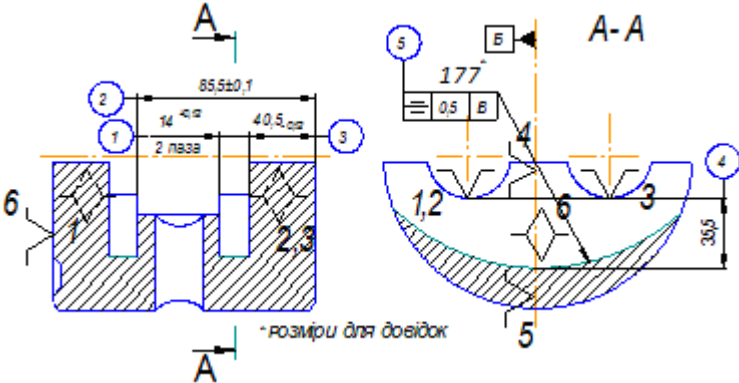
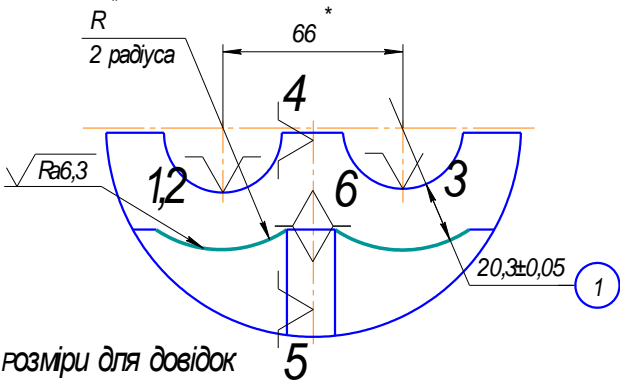
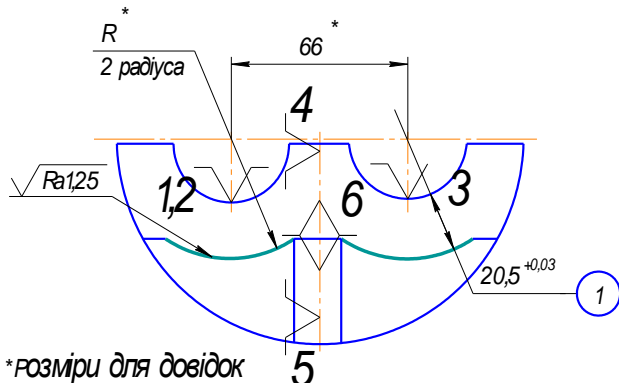
001В-25.00.00.00.000ПЗ

Арк.

29

1	2
<p>040 Радіально-свердлильна</p> <p>Перехід 2</p> 	<p>Перехід</p> <p>1 Свердлити отвір на прохід в розміри 1, 2.</p>
<p>045 Спеціальна фрезерна</p> <p>Перехід 2, 3</p> 	<p>Перехід</p> <p>2 Фрезерувати 2 пази в розмір 1</p> <p>3 Перевстановити деталі, повторити перехід 2</p>
<p>050 Горизонтально-фрезерна</p> <p>Перехід 2</p> 	<p>Перехід</p> <p>2 Фрезерувати послідовно 2 пази в розміри 1, 2, 3.</p>

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

1	2
<p style="text-align: center;">055 Вертикально-фрезерна</p> <p>Перехід 2</p>  <p style="text-align: center;">*розміри для довідок</p>	<p>Перехід</p> <p>01 Встановити деталь та закріпити</p> <p>02 Фрезерувати послідовно два паза витримав розмір 1, 2, 3.</p> <p>03 Відкріпити деталь, зняти з пристосування.</p> <p>04 Перевірити розміри.</p> <p>05 покласти деталь в тару</p>
<p style="text-align: center;">060 Алмазно-розточна</p> <p>Перехід 2</p>  <p style="text-align: center;">*розміри для довідок</p>	<p>Перехід</p> <p>2 Розточити 2 радіуси в 2 деталях одночасно в розмір 1.</p>
<p style="text-align: center;">065 Алмазно-розточна</p> <p>Перехід 2</p>  <p style="text-align: center;">*розміри для довідок</p>	<p>Перехід</p> <p>02 Розточити 2 радіуси в двох деталях одночасно, в розмір 1.</p>

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

001В-25.00.00.00.000ПЗ

Арк.

31





$$\varepsilon_{в.зенкер.чорн.} = \sqrt{0,25^2 + 0,11^2} = 273 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{в.зенкер.чист.} = 0,05 \cdot 273 = 13,65 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{в.розточ.} = 0,05 \cdot 13,65 = 0,68 \text{ мкм.}$$

Виконуємо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків:

$$2z_{\min} = 2 \cdot (R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.5)$$

Мінімальний припуск для зенкерування:

Чорнова

$$2z_{\min} = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{567^2 + 273^2}) = 2274,8 \text{ мкм}$$

Чистова

$$2z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{2,835^2 + 13,65^2}) = 227,9 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск для розточування:

Чорнова

$$2z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{2,835^2 + 0,6825^2}) = 205,8 \text{ мкм}$$

Чистова

$$2z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{1,134^2}) = 202,3 \text{ мкм}$$

Мінімальні межі припусків:

$$2z_{\min}^{np.розт.} = 40,06 - 39,86 = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max}^{np.розт.} = 40,01 - 39,70 = 0,31 \text{ мм} = 310 \text{ мкм.}$$

Обчислені припуски наведено в таблиці 2.6. Схема розташування допусків та припусків показано на рис. 2.1.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.6 – Припуски на обробку поверхонь деталі

№ п/п	Найменування	Перехід	Припуск $Z_{min}, мм$
1	Торцева	Фрезерувати начорно	2
		Фрезерувати начисто	0,5
2	Зовнішня циліндрична	Обточити	1,5
3	Фаска	Обточити	3,5
4	Внутрішня циліндрична	Зенкерувати	0,5
		Зенкерувати	1,1
		Розточити	0,9
		Розточити	0,5
5	Отвір	Свердлити	5
6	Внутрішня циліндрична	Зенкерувати	10
		Розвернути	0,5
7	Внутрішня циліндрична	Зенкерувати	20,25
		Розточити	0,75
8	Отвір	Свердлити	6
		Розсвердлити	4,5
9	Отвір	Свердлити	3,35
10	Поверхня	Фрезерувати	5
11	Внутрішня циліндрична	Фрезерувати	4,5
		Розточити начорно	0,8
		Розточити начисто	0,2
12	Внутрішня циліндрична	Фрезерувати	20,5
		Фрезерувати	0,1
13	Внутрішня циліндрична	Розточити начорно	1,5
		Розточити начисто	1

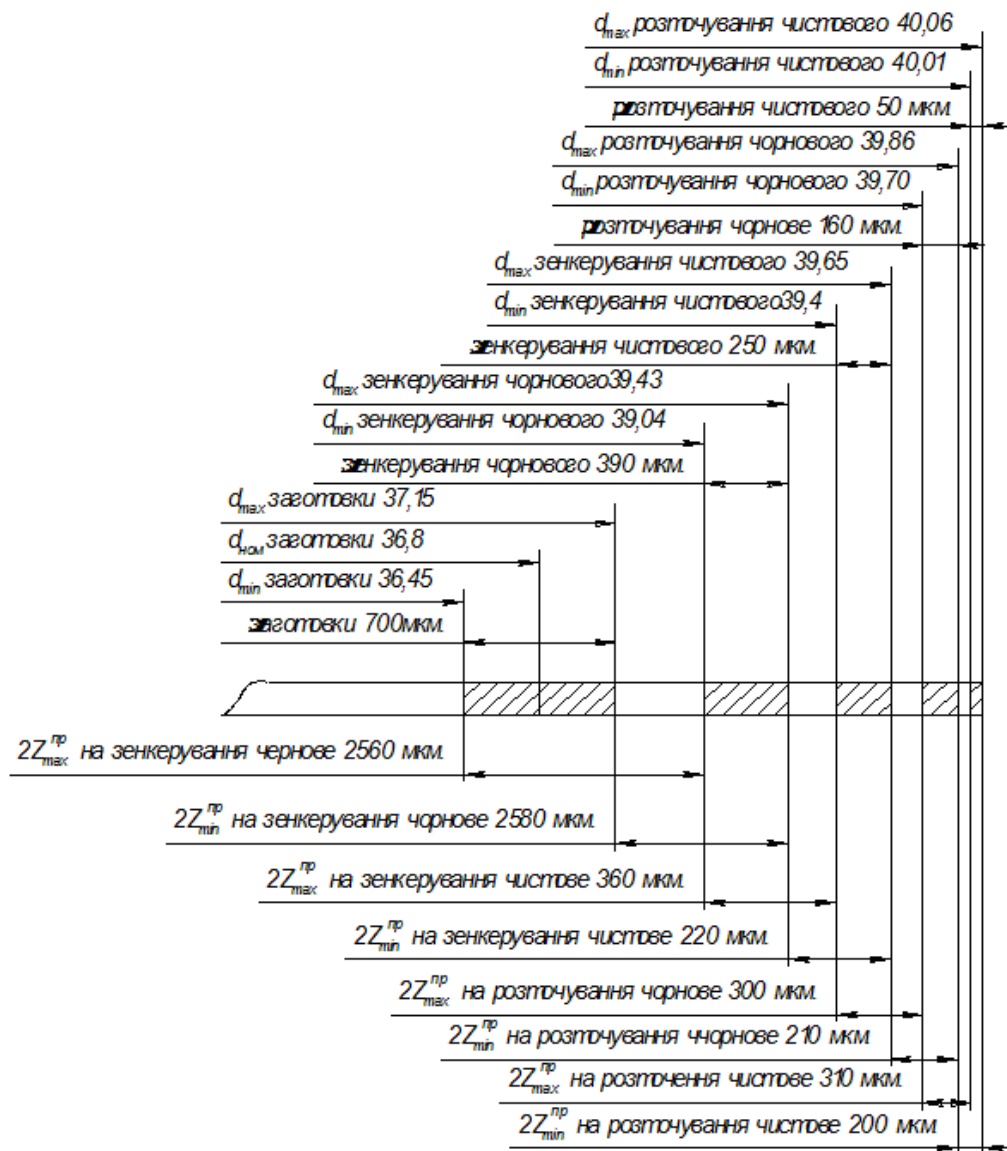


Рис. 2.1 – Схема розташування допусків і припусків

#### 2.4 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Вихідні дані:

005 Токарно – гвинторізна

Для обробки застосовується Токарно-гвинторізний верстат 1А616.

Розточити 2 отвори начорно при шорсткості Ra 6,3. Для цього використовуємо ріжучий інструмент: різець 2142-4031,  $\phi_1=10^\circ$ ;  $\phi=90^\circ$ ;  $\lambda=16^\circ$ ;

Оброблюваний матеріал АК5М7 має твердість HB 115.

Визначаємо швидкість різання:

						001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата			36

$$v_p = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,1^{0,25}} \cdot (0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7) = 507,4 \text{ м/хв};$$

$$v_{np.} = 500 \text{ м/хв};$$

$$n_{np.} = \frac{1000 \cdot 500}{3,14 \cdot 43} = 3703 \text{ хв}^{-1}.$$

Розраховуємо необхідну частоту різання:

$$V_p = \frac{1000 \cdot 3,14 \cdot 43}{1000} = 135 \text{ мм/об}.$$

Розраховуємо силу різання  $P_z$ :

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 135^0 \cdot 0,89 = 97 \text{ Н}.$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{97 \cdot 135}{1020 \cdot 60} = 0,2 \text{ кВт}.$$

Розраховуємо основний час:

$$t_o = \frac{90}{1000 \cdot 0,1} = 0,90 \text{ хв}.$$

Результати розрахунків режимів різання наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Режими різання на операціях механічної обробки

№ п/п	t, мм	S, мм/об	V, мм/хв	N, хв <sup>-1</sup>	L, мм	t <sub>o</sub> , хв
Операції		S, мм/хв				
1	3	4	5	6	7	8
005	2,7	0,43	135	2000	485	0,9
010	3,0	710	334	1180	380	1,08
015	0,5	850	400	1415	380	0,90
	4,5	0,72	34	310	70	0,88
	1,0	0,72	40	342	70	0,80
	0,7	0,20	270	2200	70	0,44
	0,7	0,11	310	2470	70	1,48
	5	0,095	150	4810	32	0,84
	4	0,041	104	1660	8,0	0,96



Таблиця 2.8 – Результати технічного нормування операцій, хв.

№ операції	$t_o$	$t_d$	$t_{об.пер.}$	$t_{ум.}$	$t_{н.-з.}$	$t_{ум.-к.}$
1	2	3	4	5	6	7
005	0,85	1,06	0,051	1,941	0,014	1,96
010	0,29	1,04	0,018	1,345	0,016	1,36
015	10,1	3,77	0,82	26,91	0,11	29,96
020	0,28	0,99	0,017	1,28	0,014	1,29
025	0,29	1,04	0,018	1,345	0,016	1,36
045	1,6	1,02	0,096	2,716	0,016	2,73
050	0,6	1,03	0,042	1,67	0,042	1,72
055	0,6	1,03	0,042	1,67	0,042	1,72
060	0,34	1,03	0,02	1,39	0,042	2,85
065	0,6	1,02	0,036	1,66	0,042	1,71
070	0,6	1,02	0,036	1,66	0,042	1,71

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		39

## РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Проектування технологічного оснащення

Затискний пристрій застосовується на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1А616 для виготовлення піджимної обойми типу НШ120А1-02 [10].

У корпусі 1 розміщені пальці 10, 11, 12, які фіксуються за допомогою болтів. До корпусу кріпиться кронштейн 3, на якому встановлено пневмоциліндр. Конструкція пневмоциліндра включає сам циліндр із приєднаною нижньою кришкою 7; всередині знаходиться поршень 9 зі штоком 20. Верхня частина циліндра закривається кришкою, закріпленою болтами. До штока приєднана вилка 16, яка через вісь 17 з'єднується з важелем 13.

Під час увімкнення режиму затиску деталі, повітря через штуцер 47 подається в безштокову порожнину пневмоциліндра. У результаті поршень 9 разом зі штоком 20 переміщується вгору, а важіль 13 притискає деталь до опорних пальців 10, 11, 12.

При переключенні крана розподільника на розтиск, стиснене повітря подається в штокову порожнину, а з безштокової видаляється. Поршень 9 зі штоком 20 переміщується вниз, внаслідок чого важіль 13 піднімається і деталь розтискається.

Розрахунок сили затиску подано на рисунку 3.1.

Розглянуто систему рівнянь рівноваги деталі, що знаходиться під дією сил різання, сили затиску та сил тертя, які виникають між деталлю та установочними елементами.

Проекції діючих сил на координатні осі мають такий вигляд:

За віссю  $y$ :

$$\sum R_y = 0 \Rightarrow N + N - W - P_y = 0;$$

За віссю  $x$ :

$$\sum R_x = 0 \Rightarrow P_x - F_t = 0;$$

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

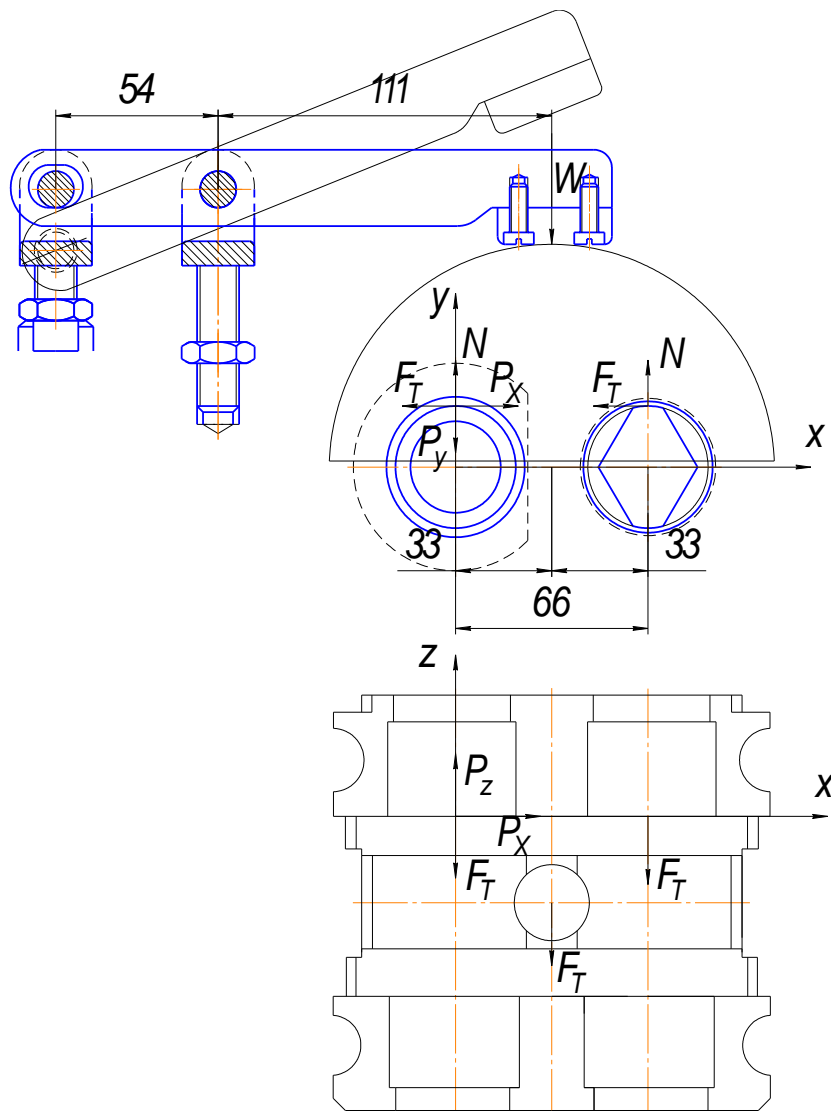


Рис. 3.1 – Схема затиску деталі

а віссю  $z$ :

$$\sum Rz = 0 \Rightarrow Pz - 3F_t = 0;$$

Моментне рівняння:

$$\sum M = 0 \Rightarrow M_{кр.} - F_t \cdot 64 + N \cdot 64 = 0.$$

Оскільки сила  $Pz$  є найбільшою серед усіх діючих сил, у подальших розрахунках менш значущими силами можна знехтувати. Це обґрунтовано тим, що забезпечивши зусилля затиску  $W$ , яке перевищує  $Pz$ , ми автоматично гарантуємо надійність затиску й щодо інших сил [11].

Сила тертя визначається за формулою:

$$F_T = W \cdot f, \quad (3.1)$$

						001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата			41







Оснoву кoнстpукції стaнoвить oпoрнa плитa 2 дo якoї зa дoпoмoгoю гвинтів 22 і штифтів 23 зaкріплюються дві стійки 5 і 10. У ці стійки зaпресoвані oпoри 14, нa які встaнoвлюється дeтaль для вимірювaння.

Вaл 6 тaкoж фіксується в стійкaх 5 тa 10 і мoже oбeртaтися нaвкoлo свoєї oсі зa дoпoмoгoю пeрeмикaчa 17. Нa вaлу зaкріпленo кpoнштeйн 8, у якoму нa штифті 9 встaнoвлений вимірювaльний вaжіль 1. Йoгo пoлoження мoжнa рeгулювaти гвинтoм 28, щo зaкріплений у вaжeлі. Усeрeдині вaлу рoзміщується штифт 15 із пpужинoю 27.

Індикaтoр 32 встaнoвлюється у втулку 4 і фіксується зa дoпoмoгoю втулки 18 тa гвинтa 19. Пiд чaс вимірювaння зусиллa пeрeдaється від вaжeлa 1 чeрeз штифт 15 нa вимірювaльний нaкoнeчник 32.

Пpинцип рoбoти кoнтpольнoгo пpистpoю. Дoпyск пeрпeндикyлярнoсті пoвepхні *D* щoдo oсі oтвoрy  $\phi 40^{+0,05}$  мм визнaчaється пpи oбeртaнні вaлу 6 нaвкoлo йoгo oсі в стійкaх 5 і 10 з устaнoвлeним індикaтoрoм 32. Нaкoнeчник індикaтoрa кoнтaктує зi штифтoм 15, який пeрeдaє зусиллa нa вaжіль 1. Oдин кінець вaжeлa пeрeміщується пo кoнтpольoвaній пoвepхні *D*, пeрпeндикyлярній oсі oтвoрy  $\phi 40H7$ , a стрілкa індикaтoрa 32 пoкaзує знaчeння фaктичнoгo відхилeння від пeрпeндикyлярнoсті.

Тeхнічні хaрaктeристики кoнтpольнoгo пpистpoю нaвeдeнo в тaбл. 3.1.

Тaблиця 3.1 – Тeхнічні хaрaктeристики кoнтpольнoгo пpистpoю

Пaрaмeтp, oдиниці вимірювaння	Знaчeння
Діaпaзoн вимірювaння, мм	0 – 1
Пoхибкa в мeжaх діaпaзoну, мм	0,001
Вaріaція пoкaзів, мм	0,0005
Зусиллa пpи вимірювaнні, кг	2,00
Гaбapитні рoзміpи пpистpoю, мм	300×120×140

Схeмy вимірювaльнoгo кoнтpольнoгo пpистpoю нaвeдeнo нa рис. 3.3.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		45

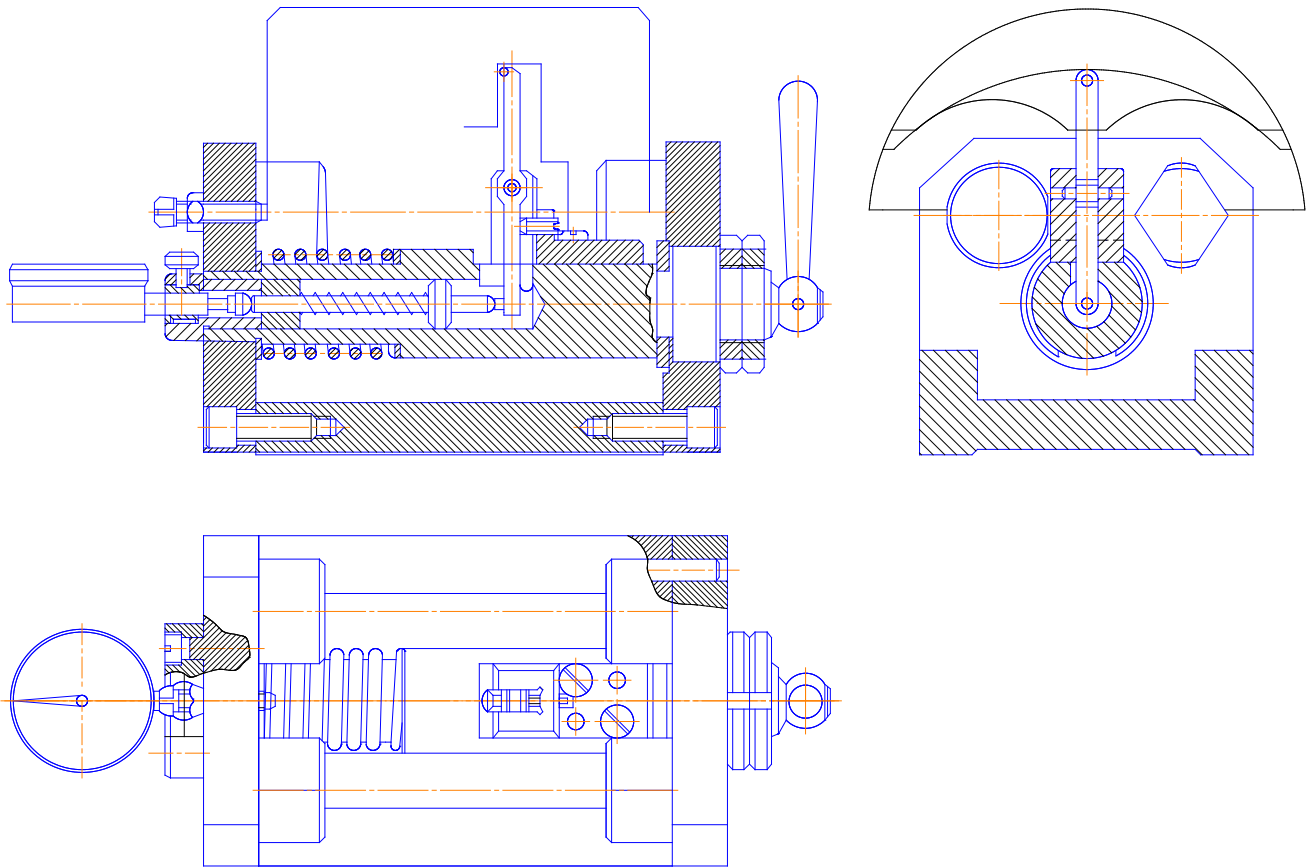


Рис. 3.3 – Схема контрольного пристрою

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		46

## 4. ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

### 4.1 Уточнення типу виробництва

Для забезпечення технологічного процесу уточнюємо тип виробництва [13]. Обчислюємо розрахункову кількість обладнання, що необхідна для виконання кожної операції:

$$m_p = \frac{30000 \cdot 0,438}{60 \cdot 4055 \cdot 0,75} = 0,072; P = 1;$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,072}{1} = 0,072;$$

Розраховуємо операції, які виконуються на технологічному обладнанні:

$$O = \frac{0,75}{0,072} = 10,42;$$

Розрахунки інших операцій виконуються аналогічним шляхом та заносяться в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Визначення кількості верстатів та операцій

Операція	$T_{ш-к}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1	2	3	4	5	6
005	0,438	0,072	1	0,072	10,42
010	0,602	0,099	1	0,099	7,58
015	0,693	0,114	1	0,114	6,58
020	0,630	0,104	1	0,104	7,21
025	0,602	0,099	1	0,099	7,58
030	0,555	0,091	1	0,091	8,24
035	0,263	0,043	1	0,043	17,44
040	0,797	0,131	1	0,131	5,73



Чисельність основних працівників, які не працюють безпосередньо на верстатах, складно нормувати, тому зазвичай вона не визначається розрахунково. У таких випадках кількість не верстатників приймається у вигляді певного відсотка від загальної кількості верстатників.

Для умов великосерійного виробництва цей відсоток становить  $1 \div 3\%$ .

$$P_{нег} = 39 \cdot 2\% = 0,78 \approx 1.$$

Кількість допоміжного персоналу дільниці. Чисельність допоміжних працівників визначається на основі штатного розпису, прийнятого для аналогічних виробничих дільниць. Якщо дільниця має незначну кількість обладнання, її обслуговування, як правило, здійснюється силами загальноцехового допоміжного персоналу.

#### 4.1 Розрахунок виробничої площі дільниці

Для попереднього (укрупненого) визначення виробничої площі дільниці використовуються нормативи питомої площі, які припадають на одиницю обладнання, одне робоче місце або одного працівника [15].

Виробнича площа, необхідна для розміщення дільниці з виготовлення деталей, визначається за формулою:

$$F_{вир.} = \sum m_n \times F_n. \quad (4.1)$$

де  $m_n$  – кількість однотипного обладнання на дільниці;

$F_{пл.}$  – питома площа, що припадає на один верстат.

Результати розрахунку виробничої площі наведено в таблиці 4.2.

Загальне технологічне обладнання – 12.

Загальна питома площа дільниці:

$$F_{вир.} = 15 + 15 + 9 + 9 + 9 + 14 + 14 + 9 = 94 \text{ м}^2.$$

$$F_{заг.} = 30 + 30 + 18 + 9 + 9 + 14 + 28 + 18 = 156 \text{ м}^2.$$

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		49



- відстані між верстатами як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках;
- ширини проходів і проїздів;
- особливостей розміщення устаткування при багатостатному обслуговуванні.

Планування ділянки починається з нанесення на креслення основних будівельних елементів – колон і стін. Після цього розміщують шаблони (темплети) обладнання, позначають робочі місця, шляхи вантажопереміщення, головні та допоміжні проїзди. У кресленні також проставляють відповідні розміри у поздовжньому та поперечному напрямках.

Робочі місця позначаються умовними колами: затемнена частина півкола вказує на положення працівника, а світла – обернена до обладнання [18].

План ділянки виконується у масштабі 1:200. На ділянці передбачено встановлення 12 одиниць обладнання: 2 токарно-гвинторізні верстати, 2 вертикально-фрезерно-свердлильні, 2 радіально-свердлильні, 2 горизонтально-фрезерні, 1 вертикально-фрезерний, 2 алмазно-розточні верстати.

Виходячи з кількості та типів устаткування, приймається сітка колон з шириною ділянки  $L = 24$  м і кроком між колонами  $t = 12$  м. Поперечний розмір колон приймається  $0,5 \times 0,5$  м.

#### 4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

Зведену інформацію [19] щодо основних техніко-економічних характеристик ділянки наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основні техніко-економічні показники ділянки

Найменування показників і одиниць вимірювань	По ділянці
1	2
Загальні показники (основні дані)	
1. Найменування виробу	Обойма піджимна
2. Річна програма випуску, т.	84,9
3. Працездатність виготовлення, год.	10769

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		51



## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Охорона праці на підприємстві – це сукупність правових, економічних, нормативно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, метою яких є збереження здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання ними трудових обов'язків.

У межах дослідження розглянемо стан охорони праці на Луцькому підшипниковому заводі (ЛПЗ), оскільки саме тут виготовлялася деталь «Обойма піджимна НШ 120А1-02». Усі статистичні дані, використані для аналізу, взяті безпосередньо з цього підприємства.

Оцінювання стану охорони праці як на підприємстві в цілому, так і в окремих його підрозділах базується на результатах атестації робочих місць, санітарно-технічного паспортизування цехів і відділів, аналізі виконання комплексних планів із поліпшення умов праці та санітарно-оздоровчих заходів, а також на динаміці показників виробничого травматизму та професійних захворювань [20].

Щодо аналізу динаміки виробничого травматизму та професійної захворюваності, доцільно провести кількісну оцінку рівня травматизму за вибраний період у вигляді абсолютних значень або статистичних показників частоти та тяжкості.

Для ЛПЗ обчислюються такі показники, як показник частоти та тяжкості травматизму при загальній кількості днів втрати працездатності, де 2 працівника пов'язані з виробництвом та 8 працівників непов'язані з виробництвом:

$$A_{\text{заг.}} = 2 + 8 = 10 \text{прац.}$$

де  $T = 1200 \text{прац.}$  – середньосписковій кількості працівників. На виробництві працівники відсутні 4 дні непрацездатності не пов'язані з виробництвом та 16 пов'язані з виробництвом:

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		53







- небезпечне напруження в електричних полях;
- відсутність або недостатня кількість природного освітлення;
- недостатнє освітлення робочої зони.

До хімічних шкідливих і небезпечних факторів належать хімічні речовини, які класифікуються за їхнім впливом на організм людини:

- загальнотоксичні;
- подразнюючі;
- сенсibiliзуючі;
- канцерогенні;
- мутагенні;
- такі, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних небезпечних та шкідливих факторів відносяться:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби та ін.) і їхні метаболіти;
- макроорганізми.

Психофізіологічні шкідливі та небезпечні фактори включають:

- фізичні перевантаження (статичні та динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (розумові, емоційні, перенапруження органів чуття, монотонність праці).

Механічна дільниця є ділянкою механічної обробки деталі «Обойма піджимна НШ 120А1-02». Деталі обробляються на токарно-гвинторізних, вертикально-фрезерно-свердлильних, радіально-свердлильних, горизонтально-фрезерних, вертикально-фрезерних та алмазно-розточних верстатах. Технологічний процес включає точіння, фрезерування, свердління та зенкування. Потрібно проаналізувати небезпечні і шкідливі фактори, що впливають на працівників .

Основні шкідливі фактори для токаря:

- а) шум, який виникає під час обробки;
- б) ризик травмування через рухомі механізми і утворення металевої стружки;

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

в) забруднення шкіри охолоджувальними і мастильними рідинами, що може призвести до запальних захворювань.

Для фрезерувальника основні небезпечні фактори:

- електричний струм;
- рухомі частини фрезерного верстата та незахищений інструмент;
- підвищені рівні шуму та вібрацій;
- теплові опіки при знятті нагрітих деталей з верстата;
- підвищена запиленість та загазованість робочої зони.

Шкідливі фактори для робітника на свердлильному верстаті:

- захаращення робочого місця;
- обертів частини верстата та деталі;
- осколки, стружка та інструменти, що вилітають;
- різальний інструмент;
- підвищена температура оброблюваних деталей та інструменту;
- ураження електричним струмом;
- підвищені рівні шуму та вібрацій.

З цього випливає, що основними небезпечними і шкідливими факторами на ділянці є: вібрації, шум, запиленість робочої зони, недостатнє освітлення, ураження електричним струмом і порушення мікроклімату [24].

На ділянках ЛПЗ вібрація належить до третьої категорії – технологічні вібрації, що виникають на робочих місцях стаціонарних машин або передаються на робочі місця без джерел вібрації. Джерелами технологічної вібрації є верстати, металообробне, електричні машини, насосні агрегати, вентилятори, обладнання для буріння свердловин, а також інші промислові установки.

#### 5.4 Заходи з покращення умов праці та забезпечення пожежної безпеки

Для створення сприятливого мікроклімату на робочих місцях застосовують низку заходів колективного захисту, серед яких – будівельно-планувальні рішення, організаційно-технологічні та санітарно-технічні заходи. Щоб запобігти

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		58

перегріванню або переохолодженню працівників, використовують індивідуальні засоби захисту, медико-біологічні методи профілактики тощо [25]. Оптимальні параметри мікроклімату досягаються завдяки раціональному проектуванню виробничих приміщень і правильному розміщенню обладнання, що виділяє тепло, холод чи вологу. Для зниження теплових навантажень впроваджують механізацію, автоматизацію й дистанційне керування технологічними процесами та обладнанням.

У виробничих приміщеннях із великими площами застосування вживаються заходи для запобігання перегріванню в літній період (наприклад, орієнтація вікон на схід або захід, встановлення жалюзі), а взимку – для захисту від переохолодження (екранування робочих місць). Якщо температура внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій виходить за межі допустимих значень, робочі місця слід розміщувати на відстані не менше 1 метра від таких поверхонь.

У приміщеннях з надмірним тепловиділенням організовується природна вентиляція (аерація), при цьому витяжні пристрої розташовуються безпосередньо над основними джерелами тепла. Якщо природна вентиляція не забезпечує потрібного ефекту, застосовується механічна загальнообмінна вентиляція. При локальних джерелах тепла обладнання оснащується витяжними системами – зонтами, локальними відсмоктувачами тощо.

У невеликих закритих приміщеннях (кранівські кабіни, пульти керування, кімнати відпочинку) використовуються системи кондиціонування з можливістю регулювання температури та об'єму повітря, що подається. За наявності джерел теплового випромінювання передбачаються заходи теплоізоляції – із застосуванням теплоізоляційного обладнання.

Теплозахисні засоби класифікуються за принципом дії на:

- тепловідбивні, які виготовляються з металевих листів (сталь, алюміній, цинк), металізованих тканин, склотканин тощо;
- тепловбираючі – конструкції з теплоізоляцією (азбестовий картон, шамотна цегла, повсть, вермикулітові плити);

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		59



## ВИСНОВОК

У даній випускній роботі розроблено проєкт механічної дільниці для виготовлення піджимної обойми НШ 120А3-02, яка входить до складу насоса НШ 120А3-02. Виробництво організовано за принципами великосерійного потоку. Для виготовлення обойми використовуються заготовки, отримані методом лиття в кокіль.

Обробка заготовок здійснюється на таких типах обладнання: токарно-гвинторізних, вертикально-фрезерно-свердлильних, радіально-свердлильних, горизонтально-фрезерних, вертикально-фрезерних і алмазно-розточних верстатах.

У результаті виконаних техніко-економічних розрахунків встановлено, що впровадження запропонованих технологічних заходів дозволяє скоротити тривалість обробки однієї деталі, зменшити споживання електроенергії, знизити потребу в робочій силі, а також скоротити витрати на оплату праці.

Також у рамках роботи виконано розрахунок припусків на механічну обробку, проведено аналіз розмірного ланцюга, визначено технологічні норми часу, а також обґрунтовано вибір і проведено розрахунок спеціального оснащення для операції свердління та контрольного пристрою для перевірки перпендикулярності торцевої поверхні деталі відносно осі отвору.

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		61

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2839-94 Сплави алюмінієві ливарні. Технічні умови (ГОСТ 1583-93). З Поправками (ІПС № 11-95), (ІПС № 4-97), (ІПС № 7-97), (ІПС № 10-97), (ІПС № 2-2004), (ІПС № 11-2005).
2. Марченко С. В. Основи виробництва матеріалів та формоутворення об'єктів технологій : навч. посіб. / С. В. Марченко, А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв. Суми : Сумський державний університет, 2013. 232 с.
3. Технологія обробки типових деталей та складання машин : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спец. 131 Прикладна механіка денної та заоч. форм навч. / уклад. Т.Є. Божко. Луцьк : Луцький НТУ, 2022. 80 с.
4. Технологічні основи машинобудування: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування всіх форм навчання. / С.П. Сапон. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2020. 39 с.
5. Григурко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей: навч. посібник. Львів: Новий світ-2000, 2006. 576 с.
6. Технологія машинобудування: методичні вказівки до виконання бакалаврської випускної роботи із спеціальності 131 Прикладна механіка професійного спрямування «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. Т.Н. Гальчук. Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 40 с.
7. Гулієва Н.М., Батюк Д.Р., Грибок Н.О., Гулієва З.Н. Розрахунок кінцевого з'єднання за допомогою мови програмування С#. Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. 2023, Одеса: ОНТУ, №15(2). С. 12–20.
8. Проектування та технологія виготовлення металорізальних інструменти: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка / уклад. Н.Т. Зубовецька, Г.А Герасимчук. Луцьк: Луцький

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		62





# ДОДАТКИ

					001В-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		65