

**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 ділянки з розробкою  
технологічного процесу механічної обробки деталі  
корпусу ПМФ3001**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

Групи: ІМС-21

Степанчук Ігор Вікторович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник:

д.т.н., професор

Повстяной Олександр Юрійович

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Божко Тетяна Євгенівна

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Луцьк – 2023 року

# ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

\_\_\_\_\_ Редько Р.Г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Степанчук Ігорю Вікторовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу ПМФ3001*

Керівник роботи: *Повстяной Олександр Юрійович, д.т.н., професор кафедри ПМ та М*  
затверджені наказом вищого навчального закладу від « 28 » грудня 2022 р. № 986/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи *Річна програма випуску – 50000 шт. Креслення деталі. Технічна документація та нормативні дані*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):  
*Вступ та анотація. Загальна частина. Розробка технологічного процесу обробки деталі. Конструкторська частина. Проектування механічної ділянки. Охорона праці. Висновки*

5. Перелік графічного матеріалу:

*Заготовка 1л. – ф.1А; Карта технологічного налагодження 1л. – ф.А1; Пристрій верстатний 1л – ф.А1; Спеціальний різальний інструмент 1 л – ф.А2; Контрольний пристрій 1л – ф.А1.Планування ділянки 1л – ф.А2*

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «22» листопада 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми</i>	<i>25.11.2023р.</i>	
2.	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	<i>20.12.2022р.</i>	
3.	<i>Загальний розділ</i>	<i>14.01.2023р.</i>	
4.	<i>Технологічний розділ</i>	<i>11.02.2023р.</i>	
5.	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>11.03.2023р.</i>	
6.	<i>Охорона праці</i>	<i>08.04.2023р.</i>	
7.	<i>Формування додатків</i>	<i>22.04.2023р.</i>	
8.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>06.05.2023р.</i>	
9.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>13.05.2023р.</i>	
10.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>27.05.2023р.</i>	
11.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>01.06.2023р.</i>	

Здобувач вищої освіти  
I.B.)

(підпис)

( Степанчук

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

( Повстяной О.Ю. )

(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Степанчук І.В. Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу ПМФ3001. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У даній випускній роботі на тему: “Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу ПМФ3001” розроблено ділянку по виготовленню корпусу з детальною розробкою його технологічного процесу.

У пояснювальній записці розроблено технологічний процес виготовлення корпусу ПМФ3001, розроблено конструкції верстатного та контрольного пристрою, розроблено ділянку по виготовленню даного корпусу, спроектовано спеціальний різальний інструмент.

Виконаний розділ з охорони праці. Зроблено обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці.

Ключові слова: корпус, карта налагодження, контрольний пристрій, ділянка, свердління, вібрація, різальний інструмент.

## ANNOTATION

Stepanchuk I.V. Design of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the PMF3001 housing part. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of used sources, and appendices.

In this graduation work on the topic: "Design of the site with the development of the technological process of the mechanical processing of the PMF3001 housing part" a housing manufacturing site was developed with a detailed development of its technological process.

In the explanatory note, the manufacturing process of the PMF3001 housing was developed, the designs of the machine tool and control device were developed, the section for the production of this housing was developed, and a special cutting tool was designed.

Completed section on labor protection. The justification of the relevance of solving labor protection issues has been made.

Key words: housing, debug card, control device, site, drilling, vibration, cutting tool.

## ВСТУП

Технічний та технологічний прогрес машинобудування характеризується і покращенням конструкцій машин, і безперервним вдосконаленням технологій їх виробництва. Також дуже важливо якісно, економічно і в задані терміни з мінімальними витратами виготовити будь-яку машину або верстат. Розвиток сучасних технологічних процесів обробки дозволяє конструювати більш сучасні машини зі зменшеною собівартістю. Їх точність - актуальне завдання для підняття якості цих машин.

В технології машинобудування та мехатроніці точність має важливе значення для підвищення експлуатаційної якості та точності машин. Забезпечення такої точності – завдання конструкторів, а її технологічне забезпечення при найменших затратах основне завдання технолога.

Сучасна промисловість створює високопродуктивні швидкісні верстати різного технологічного призначення, новітні конструкції ріжучих інструментів, що забезпечують високу ефективність, точність та якість обробки.

Технологія машинобудування, мехатроніка та приладобудування є найважливішою галуззю, а технологія верстатобудування встановлює закономірності ТП виготовлення сучасних верстатів. Головна умова раціонального проектування технологічних процесів – це значення технологічності механічної обробки, складання верстатів тощо.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1  
ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, ТУ

Деталь – корпус ПМФ3001 виготовляється із сталі 40ХЛ з програмою випуску N=50000 шт.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 40 ХЛ

C,%	M <sub>n</sub> ,%	C <sub>r</sub> ,%	S <sub>i</sub> ,%	P	S	Критичний діаметр Ø25	N	C <sub>n</sub>
				не більше				
0,42...0,47	0,5...0,8	0,8...1,1	0,2...0,52	0,05	0,05	15	0,3	0,3

Ця сталь володіє великою міцністю, в'язкістю, доброю прогартованістю. Недолік – це схильність до ломкості другого роду. Для неї необхідне швидке охолодження після відпуску.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 40ХЛ

$\sigma_e$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_{-1}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$a_n \cdot 10^5$ , Дж/м <sup>2</sup>	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
380	700	450	14	45	5	7,8

Корпус ПМФ3001 є складовою частиною вузла корпусу редуктора. Умови роботи цього корпусу середньостатистичні, навантаження у нього нормальне. При виготовленні обойми необхідно забезпечити оброблюваність заготовки параметрів вказаних в кресленні.

Отвори Ø30<sup>+0,015</sup> призначені як посадочні поверхні для валів складального вузла, позиційний допуск основних розмірів витриманий згідно з рекомендаціями з допусками, що забезпечують необхідну точність обробки.

Поверхня R29,9 є допоміжною у встановленні деталі в вузлі.

Поверхня 31<sub>-0,15</sub> та 12<sup>+0,15</sup> є направляючими і служать для точної фіксації деталі у вузлі.

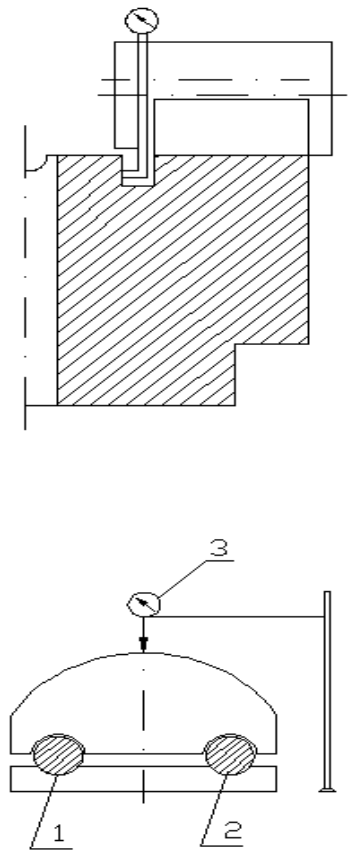
					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Поверхні розміру  $97_{-0.14}^{-0.06}$  є складовими у розмірному ланцюзі вузла, до яких прилягають інші деталі.

Розміри 53мм, 60мм та R1,5 призначені для точної фіксації обойми піджимної у вузлі запобігання перекосу у вертикальній площині.

R0,5 і R2 та фаски  $1 \times 45^\circ$  і  $0,5 \times 45^\circ$  - для зняття концентрації напружень притуплення гострих переходів.

Таблиця 1.3 – Аналіз технологічних вимог креслення

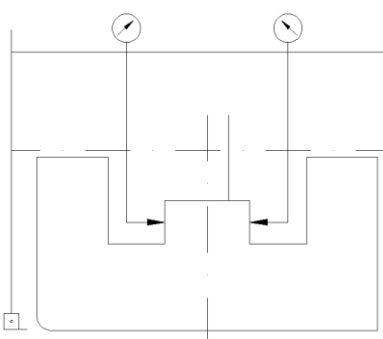
№ n/n	Технічні вимоги	Призначення технічних вимог	Схема контролю
1	2	3	4
1.	Невказані граничні відхилення розмірів, отриманих механічною обробкою H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$	Знизити працездатність виготовлення деталі	 <p>1, 2 – оправки, 3 – індикатор</p> <p>Налагодження по зразковій деталі, різниця в показі індикатора є допуском симетричності</p>
2.	Допуск на відхилення перпендикулярних отворів $\varnothing 30H7$ відносно площини розміру $31_{-0.15}$ поверхні В, Г	У разі невитримання вимоги можливе неточне встановлення і перекіс	
3.	Допуск несиметричності осей 2 отворів $\varnothing 30$ відносно основної осі деталі Е	У разі невитримання вимог можливе неточне встановлення і перекіс, що приведе до заклинювання валів або їх швидке зношування	

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
4.	Допуск симетричності поверхні В, Г 0.02 по довжині 60 мм	У разі невитримання можливе неточне встановлення деталі у вузлі тертя іншої деталі у стінки обойми піджимної, що приведе до швидкого зношування стінок розмір 31 <sup>-0.05</sup> зменшення тертя, терміну роботи даної деталі у вузлі	
5.	Позиційний допуск 0.05мм відносно поверхні Д (зміщення осі, тобто площини симетрії від номінального розташування)	У разі не витримання даного допуску приведе до зменшення терміну дії даної деталі в вузлі	Координатно-вимірювальним прибором (трьохкоординатною вимірювальною машиною)

1.2 Вибір способу отримання заготовки

Вага (маса) деталі визначається за формулою:

$$m = \rho \cdot V,$$

Оскільки дана деталь за формулою напівциліндр, з якого видалено 2 півкола R15; 2 півкола R29.9, 2 півкола R15.5; 2 отвори Ø6, 1 отвір Ø12 та 3 циліндри, то загалом його об'єм становить:

$$V = \frac{\pi r^2 h}{4} - \frac{2\pi r_1^2 h_1}{4} - \frac{2\pi r_2^2 h_2}{4} - \frac{2\pi r_3^2 h_3}{4} - abc - a_1 b_1 c_1 - \frac{2\pi r_4^2 h}{4} - \frac{\pi r_5^2 h}{4} - \frac{\pi r_6^2 h}{4},$$

$$V = \frac{3.14 \cdot 55 \cdot 97}{4} - \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 15 \cdot 21}{4} - \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 15.5 \cdot 5}{4} - \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 29.9 \cdot 31}{4} - 2 \cdot 12 \cdot 30 \cdot 12 - 31 \cdot 30 \cdot 20 - \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 3 \cdot 21}{4} - \frac{3.14 \cdot 9 \cdot 40}{4} - \frac{3.14 \cdot 12.5 \cdot 20}{4} = 4319.68 - 494.8 - 121.73 - 1455.97 - 432 - 620 - 198 - 565 - 188 = 190(\text{см}^3)$$

103В - 23.00.00.00.000ПЗ					Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$m = 7.38 \cdot 190 = 1402 = 1.4(\text{кг})$$

Враховуючи призначення деталі, масштаб її випуску, розміри і конструкцію, матеріал і технологічні умови, а також економічність виготовлення шукаємо найкращий метод отримання заготовки.

Для масового виробництва можливі наступні способи отримання корпусу: вибираємо методи, в яких коефіцієнт використання матеріалу найбільший:

– лиття під тиском з використанням вакууму, який створюється в середині форми або кожусі навколо форми. При цьому підвищується щільність і покращується якість поверхні відливки, покращується міцність за рахунок зменшення окисних включень, знижується товщина стінок відливки.

- лиття в оболонкові форми. Точність відливки по 12...14 квалітетах, параметр шорсткості поверхонь Rz 40+0. при автоматизації цього методу можна отримати до 450 напівформ в годину.

Останній спосіб отримання заготовки встановлюємо після економічних розрахунків собівартості заготовки.

Собівартість, яку ми одержали цими методами рахуємо за формулою:

$$C_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot \kappa_m \cdot \kappa_c \cdot \kappa_e \cdot \kappa_m \cdot \kappa_n \right) - \left( Q_o \frac{C_{відх}}{1000} \right) [4с.66],$$

де  $C_i$  – базова собівартість однієї тони заготовок;

$\kappa_m, \kappa_c, \kappa_e, \kappa_m, \kappa_n$  - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, ваги, маки матеріалу і об'єму випуску заготовок.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Обґрунтування методів одержання заготовки

№ п/п	Назва показників	Лиття в оболонкові форми	Лиття під тиском
1.	Клас точності	1	1
2.	Клас складності	II	II
3.	Група серійності	1	3
4.	Вага заготовки, кг	1 56	1 48

									Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	103В - 23.00.00.00.000ПЗ				



Розраховуємо різницю квалітетів по закону прогресивного зменшення по 3 переходах.

1 перехід h10 – зенкування;

2 перехід h8 – чорнове розточування;

3 перехід h6 – чистову розточування.

Аналогічно робимо розрахунок, на всі останні поверхні, результати розрахунків зводимо в таблицю 1.5.

Уточнений аналіз даного варіанту будемо проводити після формування операцій та обґрунтування технологічних баз.

#### 1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

При проектуванні виробничих процесів основою розрахунку не є річна програма випуску виробу, а річна програма запуску їх у виробництво.

$$N_{\text{зан}} = N_{\text{вип}} \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right),$$

де N=50000шт. – програма випуску виробу;

$\alpha=3\dots5$  – процент невідворотних втрат (брак);

$\beta=2\dots10$  – процент незавершеного виробництва);

$\gamma=2\dots10$  – процент запасних частин );

$$N_{\text{зан}} = 50000 \left(\frac{4 + 8 + 4}{100}\right) = 58000 \text{шт.},$$

Тип виробництва на даному етапі проектування визначаємо орієнтовно на основі маси і програми випуску виробів.

За [1] – тип виробництва – великосерійне.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Вибір методу обробки поверхонь по коефіцієнту уточнення

№ п/п	Розмір поверхні, квалітет точності	Допуск заготовки T <sub>д0</sub> , мм	Допуск деталі, T <sub>д</sub> , мм	Уточнення K <sub>уж</sub>	Кількість переходів	Перший варіант обробки поверхонь	Другий варіант обробки поверхонь
1.	Ø30h6	0.39	0.015	26.0	3	1. Розточування чорнове 2. Шліфування чорнове 3. Шліфування чистове	1. Зенкування 2. Розгортання чорнове 3. Розгортання чистове
2.	R29.9h7	0.39	0.015	26.0	3	1. Фрезерування 2. Шліфування чорнове 3. Шліфування чистове	1. Фрезерування 2. Шліфування чорнове 3. Шліфування чистове
3.	21±(IT10/2)	0.33	0.1	3.33	2	1. Протяжка 2. Протяжка	1. Шліфування чорнове 2. Шліфування чистове
4.	31-H9	0.39	0.05	7.94	2	1. Протягування 2.Протягування	1. Шліфування чорнове 2. Шліфування чистове
5.	97e7	0.54	0.08	6.75	2	1. Фрезерування 2. Шліфування	1. Шліфування чорнове 2. Шліфування чистове
6.	Ø109.8e7	0.54	0.09	6.00	2	1. Обточування 2. Шліфування	1. Обточування 2. Шліфування
7.	21.5	0.33	0.28	1.17	1	1. Фрезерування	1. Фрезерування
8.	14.9	0.4	0.4	1.00	1	1. Фрезерування	1. Фрезерування

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

№ Опер	Зміст і назва операції	Ескіз обробки	То хв.	хв.	Мр	Р	Н <sub>зд.</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фрезерна (набором фрез) 1.Фрезерувати поверхні, витримуючи розмір згідно креслення.	<p>The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions: a total length of 84.4, a diameter of 53.4, a first step with a diameter of 35.8 and a length of 21.4, a second step with a diameter of 31.4 and a length of 12.4, and a final diameter of 12.4.</p>	0.66	1.0	0.32	1	0.32

Продовження таблиці 1.7

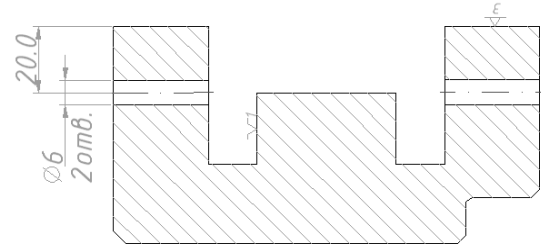
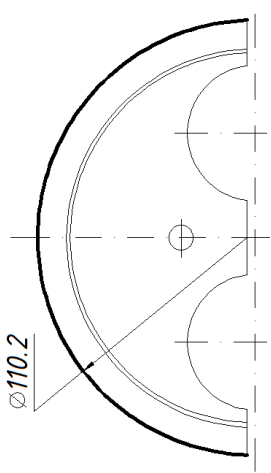
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	<p>Вертикально-свердлильна (ділильна головка з поворотом на 180°) Позиція А.</p> <p>1. Свердлити отвір Ø6 на прохід.</p> <p>Позиція В.</p> <p>1. Свердлити отвір Ø6 на прохід.</p>		0.07	0.18	0.05	1	0.05	15
015	<p>Горизонтально-розточна</p> <p>1. Обточити зовнішню поверхню попередньо.</p>		1,27	2,44	0,78	1	0,78	0,99

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

Арк.

Продовження таблиці 1.7

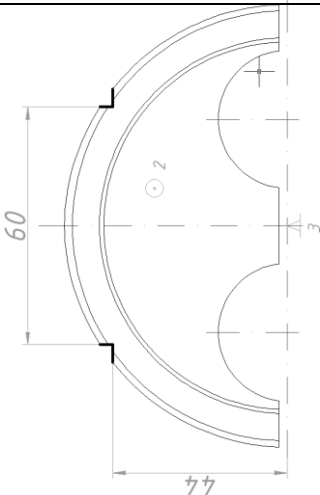
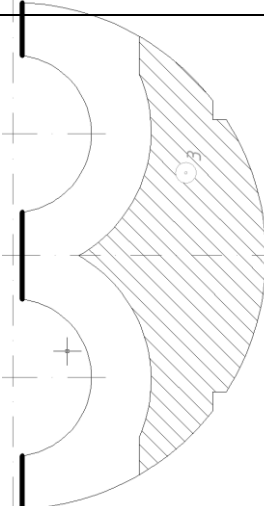
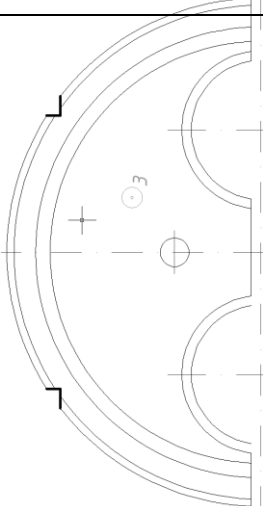
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	<p>Вертикально-свердлильна (ділильна головка з поворотом на 180°) Позиція А.</p> <p>2. Свердлити отвір Ø6 на прохід. Позиція В.</p> <p>1. Свердлити отвір Ø6 на прохід.</p>		0,07	0,18	0,05	1	0,05	15
015	<p>Горизонтально-розточна</p> <p>1. Обточити зовнішню поверхню попередньо.</p>		1,27	2,44	0,78	1	0,78	0,99

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

Арк.

Продовження таблиці 1.7

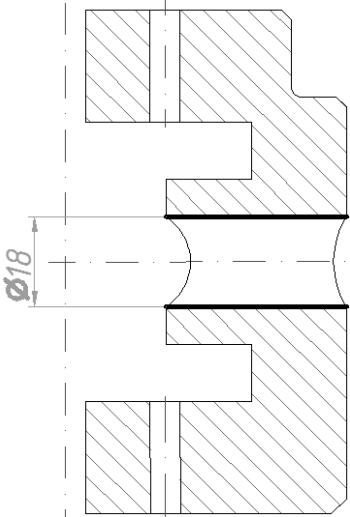
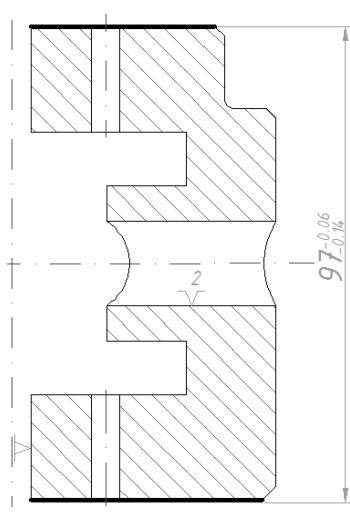
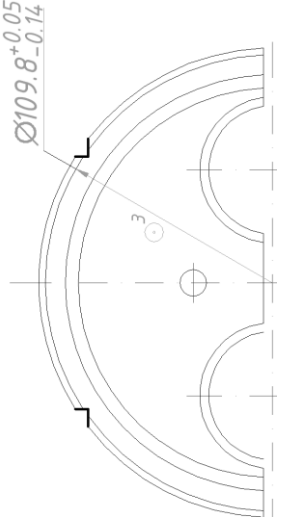
1	2	3	4	5	6	7	8	9
020	Горизонтально-фрезерна. 1. Фрезерувати площини, витримуючи розмір.		0,66	1	0,32	1	0,32	2,3
025	Горизонтально-фрезерна. 1. Фрезерувати по копіру.		0,6	0,91	0,3	1	0,3	2,5
035	Горизонтально-розточна. 1. Розточити отвір Ø30,8 2. Розточити отвір Ø30,8		0,6 0,6 1,2	1,56	0,5	1	0,5	1,5

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

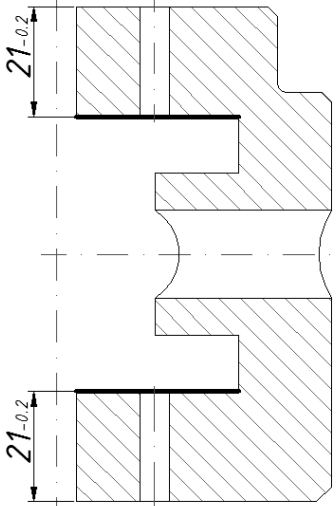
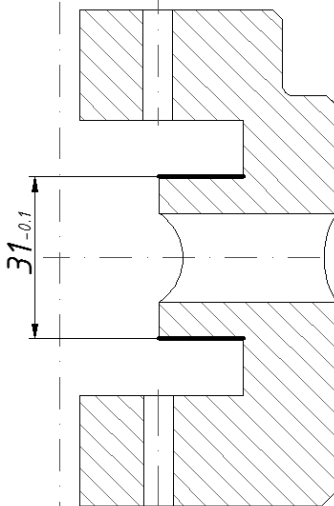
1	2	3	4	5	6	7	8	9
030	Вертикально-свердлильна. 1.Свердлити отвір Ø18.		0,3	0,39	0,13	1	0,13	5,77
040	Торцешліфувальна. 1.Торці шліфувати одночасно.		0,25	0,38	0,13	1	0,13	5,77
050	Круглошліфувальна. 1.Шліфувати зовнішню поверхню.		1,0	1,56	0,5	1	0,5	1,5

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

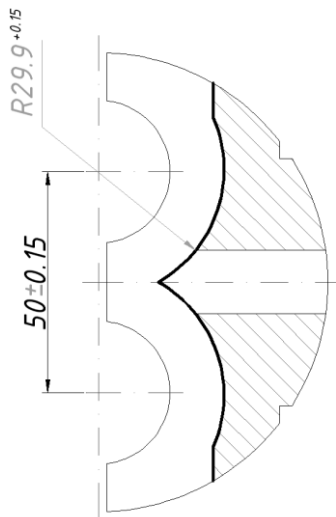
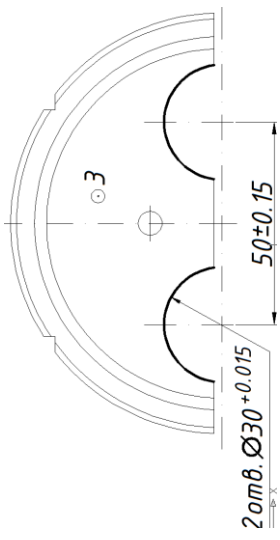
1	2	3	4	5	6	7	8	9
050	Торцешліфувальна попередня. 1.Шліфувати площину попередньо.		0,5	0,78	0,25	1	0,25	3
060	Торцешліфувальна. 1.Шліфувати площину попередньо.		0,5	0,78	0,25	1	0,25	3

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

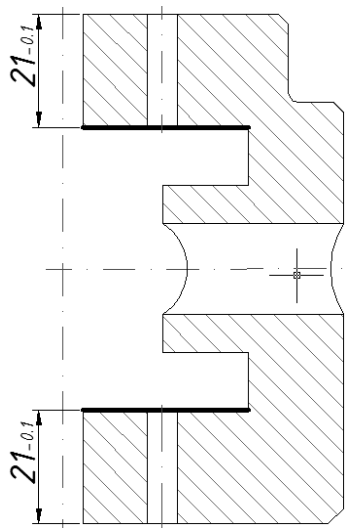
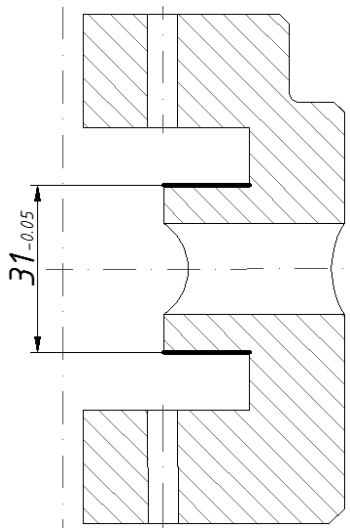
103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
065	Круглошліфувальна попередня. 1. Шліфувати радіус R29.9 <sup>+0.15</sup> 2. Шліфувати радіус R29.9 <sup>+0.15</sup>		0,6 0,6 Σ1,2	1,86	0,6	1	0,6	1,25
070	Круглошліфувальна попередня. 1. Шліфувати отвір Ø30 <sup>+0.15</sup> 2. Шліфувати отвір Ø30 <sup>+0.15</sup>		0,3 0,3 Σ0,6	0,93	0,3	1	0,3	2,5

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
075	Торцешліфувальна кінцева. 1.Шліфувати площину чисто.		0,4	0,7	0,23	1	0,23	3,2
080	Торцешліфувальна кінцева. 1.Шліфувати площину чисто.		0,4	0,7	0,23	1	0,23	3,2

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
085	Круглошліфувальна кінцева. 1. Шліфувати отвір R29.9 <sup>+0.15</sup> 2. Шліфувати отвір R29.9 <sup>+0.15</sup>		0,9 0,9 Σ1,8	2,79	0,89	1	0,89	0,24
090	Круглошліфувальна кінцева. 1. Шліфувати отвір.		0,6 0,6 Σ1,2	1,86	0,6	1	0,6	1,25

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Визначаємо тип виробництва, який характеризується коефіцієнтом закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma Q}{\Sigma P},$$

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma Q}{\Sigma P} = \frac{55.87}{17} = 3.29$$

де Q – сумарне число різних операцій;

P – число робочих місць.

Так, як фактичне значення коефіцієнта  $K_{з.о.}$  знаходиться в межах  $1.0 < K_{з.о.} < 10$  тип виробництва – великосерійне.

Рішення про організацію потокової форми виробництва приймаємо на основі подальших розрахунків.

Тривалість такту для однономенклатурної лінії рівна:

$$T_{\epsilon} = \frac{60 \cdot F_g \cdot K_{зн.}}{T_{зан.}} = \frac{60 \cdot 4029 \cdot 0,75}{58000} = 3,13 \text{ хв},$$

У результаті фактичний коефіцієнт завантаження  $K_{з.ф.}$ , який виражає форму організації виробництва, буде дорівнювати

$$K_{з.ф.} = \frac{T_{ум.ср.}}{T_{\epsilon}} [1.с.157]$$

$$T_{ум.ср.} = \frac{T_{ум.і}}{n} = \frac{19.82}{17} = 1.17 \text{ хв}$$

$$K_{з.ф.} = \frac{T_{ум.ср.}}{T_{\epsilon}} = \frac{1.17}{3.13} = 0.37$$

Якщо  $K_{з.ф.} < 0,6$ , то приймається групова форма організації виробництва. Але ця форма не є прогресивною, тому змінюємо тип лінії, тобто робимо її багатноменклатурною. У результаті тривалість такту визначається як:

$$T_{\epsilon} = \frac{60 \cdot F_g \cdot K_{зн.}}{\sum N_i} [1.с.158];$$

	де $N_i$ = число виробів (деталей), які підлягають випуску за рік.				Арк.
					103В - 23.00.00.00.000ПЗ
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$T_g = \frac{60 \cdot F_g \cdot K_{зн.}}{\sum_n N_i} = \frac{60 \cdot 4029 \cdot 0,75_{зн.}}{58000 \cdot 2} = 1,58$$

Тоді фактичний коефіцієнт завантаження:

$$K_{з.ф} = \frac{1,17}{1,57} = 0,57,$$

$K_{з.ф}=0,75 > 0,6$  то можна прийняти потокову форму виробництва.

## РОЗДІЛ 2

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічні вимоги повинні забезпечувати зниження трудоемкості, підвищувати точність обробки поверхонь, їх якість, стабільність геометричних параметрів з мінімальною кількістю операцій із приміненням найбільш прогресивного ріжучого інструменту та обладнання:

1. Матеріал, який є на кресленні, дає можливість отримати заготовку методом лиття.
2. Форма деталі має чудові базові поверхні.
3. Вимоги до точності та шорсткості більшості поверхонь.
4. Конструкція деталі не складна і дозволяє проводити обробку поверхонь з використанням стандартного ріжучого інструменту
5. Контроль шорсткості та параметрів точності можна здійснювати з використанням простіших схем

Судячи з якісних показників деталь є абсолютно технологічна.

При оцінці деталі на технологічність обов'язковими є наступні додаткові показники.

1. Коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_{y.c.} = \frac{Q_{y/c}}{Q_c} = \frac{21}{21} = 1 [5.c.33];$$

де  $Q_{y.c.}$ ,  $Q_c$  – відповідно число уніфікованих конструктивних елементів загальна  $K_{k.c.}=1,0 > 0,6$  – деталь технологічна

2. Коефіцієнт стандартних оброблюваних поверхонь:

$$K_{n.cm} = \frac{D_{o.c.}}{D_{m.o.}} = \frac{18}{21} = 0,86,$$

де  $D_{o.c.}$ ,  $D_{m.o.}$  – відповідно число поверхонь деталі, що оброблюється стандартним інструментом і всіх поверхонь, що оброблюються механічно.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{н.м} = d/Q,$$

де Q, d – маса заготовки і деталі, розраховується після кінцевого визначення методу отримання заготовки, кг.

4. Максимальне значення квалітету:

$$H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}.$$

5. Максимальне значення параметра шорсткості, що обробляється  $R_a = 0.32 \text{ мкм}$

6. Коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$K_m = \frac{1}{B_{cp}},$$

де  $B_{cp}$  – середня шорсткість поверхонь, визначається в залежності параметра  $R_a$

$$B = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 32n_i) / \sum_i^n n_i,$$

де  $n_1, n_2, n_3$  – кількість поверхонь, які мають шорсткість відповідно даному чистовому значенню параметра  $R_a$

n – число поверхонь загальне.

$$B_{cp} = \frac{(0,32 \cdot 2 + 0,63 \cdot 4 + 0,8 \cdot 2 + 1,25 \cdot 1 + 10 \cdot 12 +)}{21} = \frac{126,01}{21} = 6,0$$

$$K_m = \frac{1}{6,0} = 0,17$$

Оскільки  $K_m = 0,17 < 0,32$ , то при цьому показнику деталь технологічна.

6. Коефіцієнт точності обробки визначаємо так:

$$K_{m.o} = 1 - \left( \frac{1}{A_{cp.}} \right),$$

де  $A_{cp.}$  – середній квалітет точності

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{cp.} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + nn_n) / \sum_i^n n_i, \quad (2.18)$$

$n_i$  – число поверхонь деталі точності відповідно по 1...19 квалітетах.

$$A_{cp.} = \frac{(1 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 10 + 14 \cdot 14)}{21} = \frac{256}{12} = 12.19$$

$$K_{T.O} = 1 - \left( \frac{1}{A_{cp.}} \right) = 1 - \left( \frac{1}{12.19} \right) = 0.92$$

Так, як  $R_{T,r} > 0.8$ , то деталь по цьому показнику є технологічна.

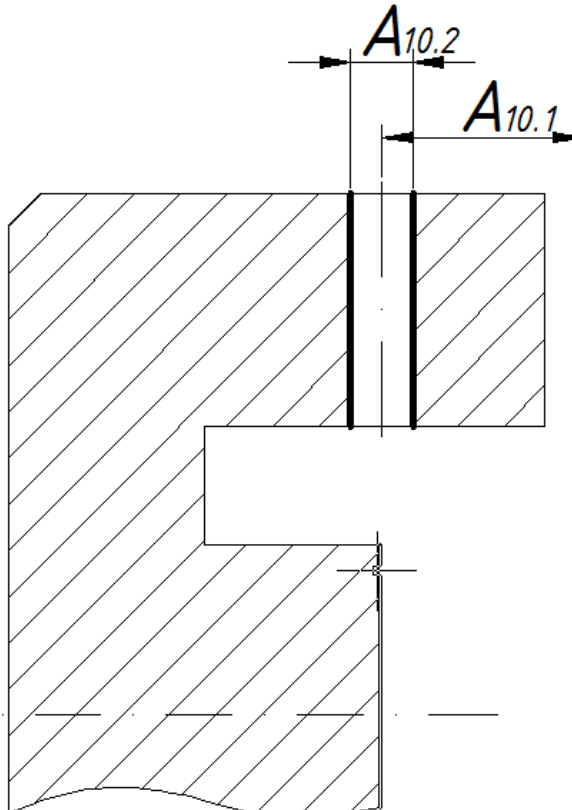
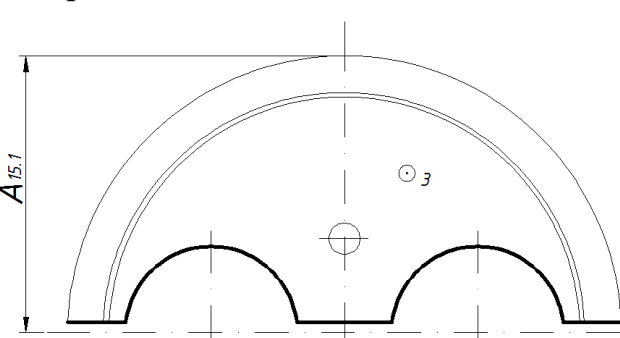
Тому, ми можемо зробити висновок про те, що по кількісному показнику деталь технологічна.

## 2.2 Вибір технологічних баз

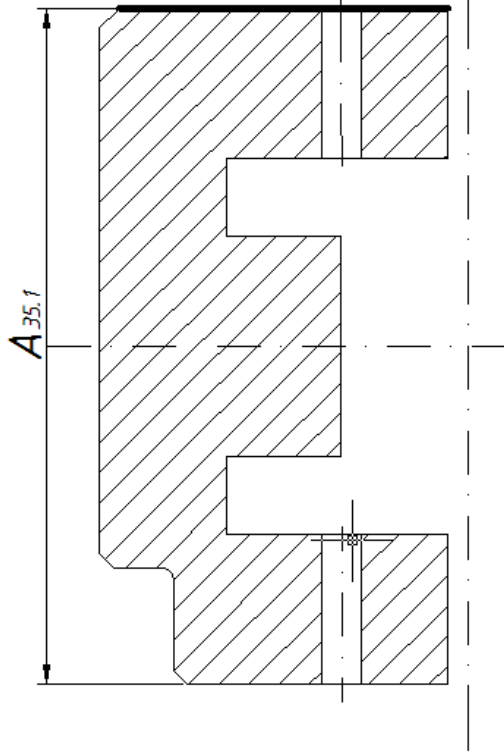
Вибір технологічних баз визначає точність лінійних розмірів відносно положень поверхонь.

Таблиця 2.1 – Вибір і обґрунтування баз

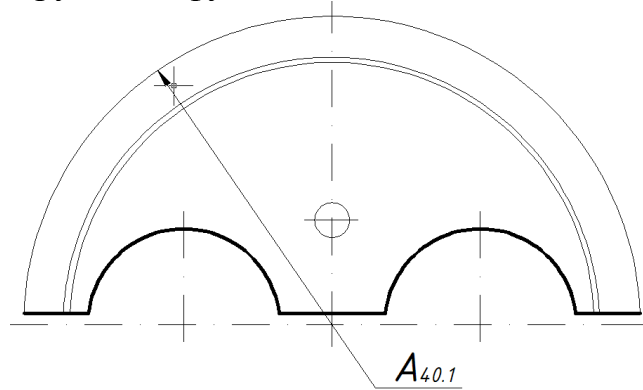
№	Назва операції. Ескіз обробки	Обладнання	Ціль
005	Горизонтально-фрезерна 	Горизонтально-фрезерний	Підготовка баз для подальшої обробки
010	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний	Підготовка допоміжної направляючої бази

	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a cross-section with two diameters. The larger diameter is labeled <math>A_{10.2}</math> and the smaller diameter is labeled <math>A_{10.1}</math>. The shaft has a chamfered end and a chamfered transition between the diameters.</p>		
015	<p>Токарна</p>  <p>Technical drawing of a semi-circular profile. The drawing shows a cross-section with a semi-circular top and a flat bottom. The height of the semi-circle is labeled <math>A_{15.1}</math>. There are two small circles on the profile, one of which is labeled with the number 3.</p>	Токарний багаторівневий напівавтомат	Підготовка поверхні до подальшої обробки
020	Торцешліфувальна	Торцешліфувальний верстат	Забезпечення розміру $97_{-0.14}^{-0.06}$ $Ra=1.25$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



025  
Круглошліфувальна



Круглошліфувальний верстат

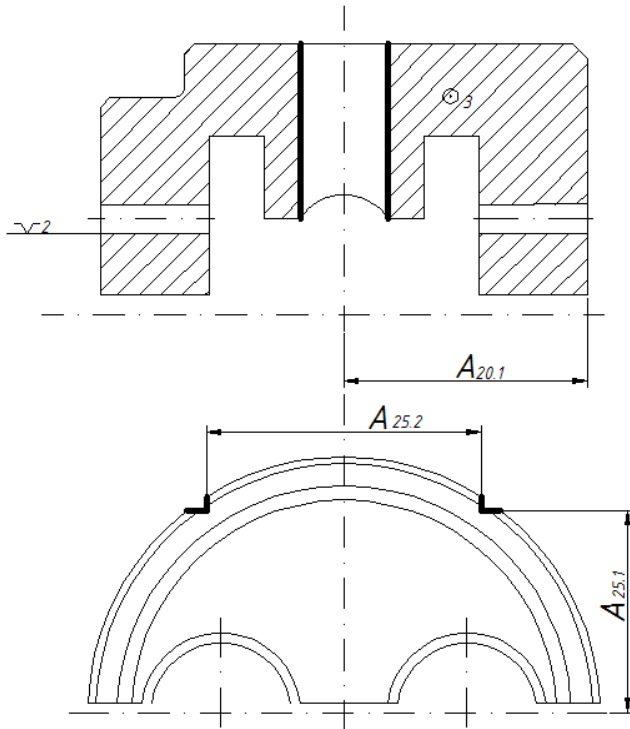
Забезпечення точності розміру  $\varnothing$   
 $109_{-0.14}^{-0.05}$   
 $Ra=1.25$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

030 Фрезерно-свердлильна



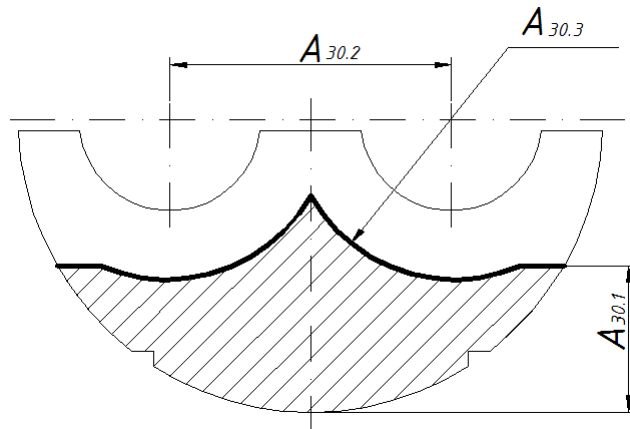
Фрезерно-свердлильний-розточний ЧПК

3

Підготовка допоміжної направляючої бази

Забезпечення точності розміру СС на 44 мм.  
Підготовка допоміжної установчої бази

035 Горизонтально-фрезерна



Горизонтально-фрезерний верстат

Для подальшої обробки R29.9, забезпечення точності розміру  $59 \pm 0.015$

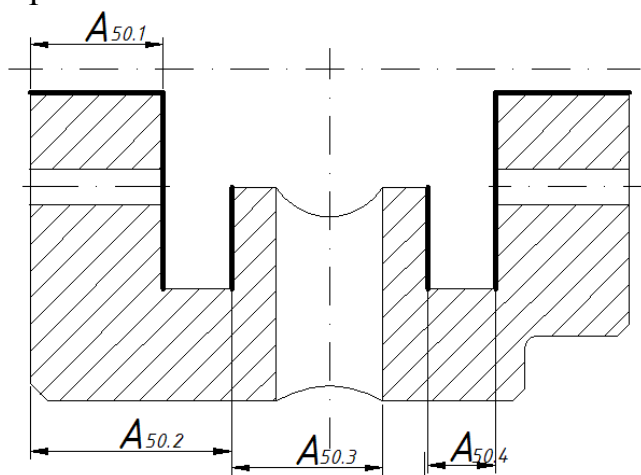
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

103B - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

040

Протяжка

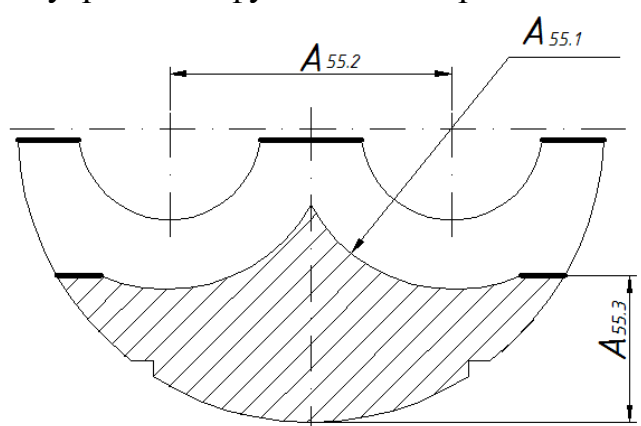


Горизонтально-протяжний верстат

Забезпечення розмірів  
 $21_{-0.10}$ ,  $12^{+0.15}$ ,  
 $31_{-0.05}$   
 $Ra=0.8$   
 $Ra=0.63$

045

Внутрішньоліфувальна попередня

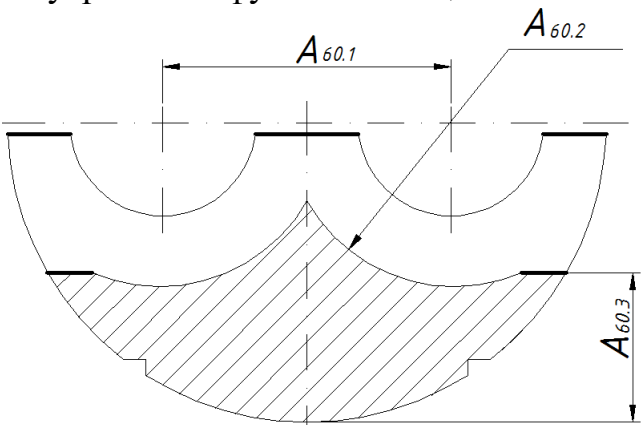


Круглошліфувальний

Підготовка поверхні для подальшої обробки  
 $Rc=1.25$

050

Внутрішньоліфувальна кінцева



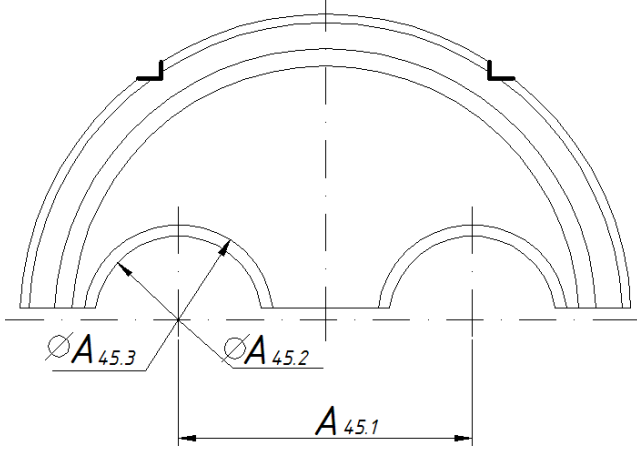
Круглошліфувальний верстат

Забезпечення розміру  
 $R29.9$   
 $Ra=0.63$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

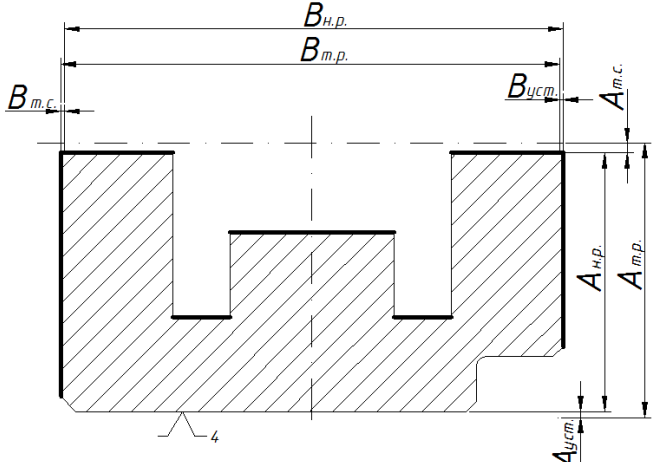
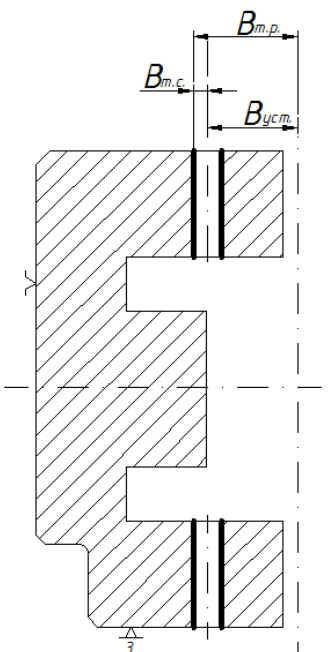
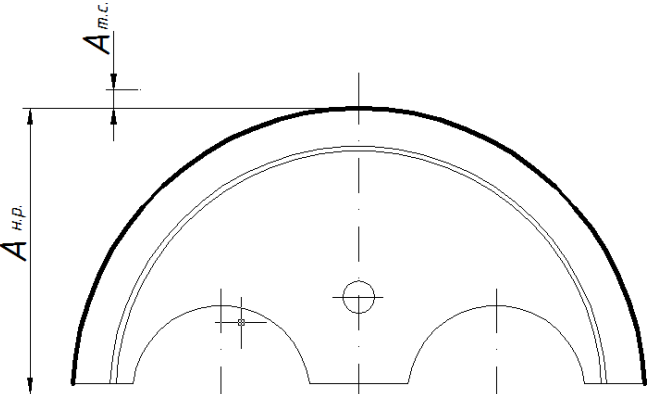
Арк.

055	Вертикально-свердлильна 	Вертикально-свердильний	Забезпечення точності розміру $\varnothing 30^{+0.015}$ $Ra=0.32$
-----	--	-------------------------	--

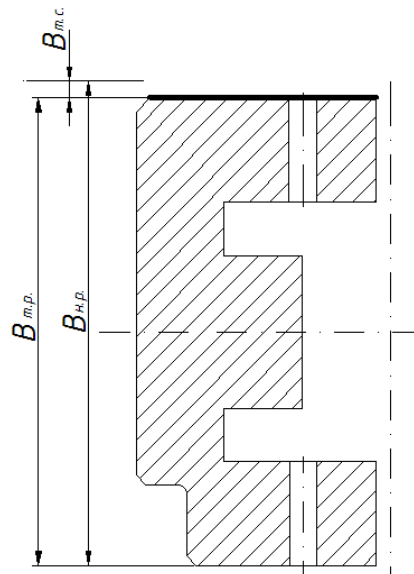
Аналіз варіантів базування проводимо за допомогою розмірних ланцюгів.

					<b>103B - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Розрахунок похибок обробки

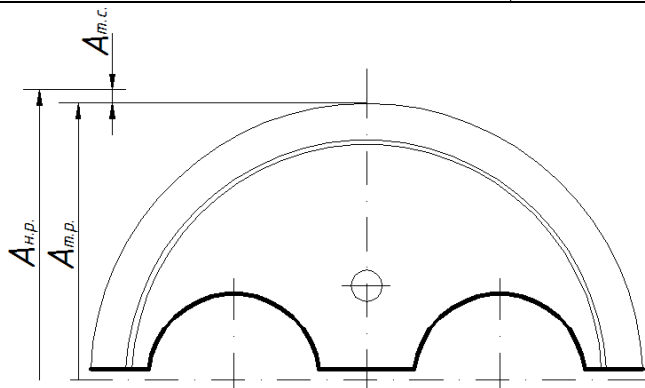
№ операції	Ескіз операції і спрощені розмірні ланцюги	Розрахунок похибок обробки
<p>005 Горизонтально-фрезерна</p>		$\omega_{ТРА} = \omega_{HPA} + \omega_{T.CA} + \omega_{УСТ}$ $\omega_{CA} = \omega_{HPA} + \omega_{T.CB} = 0.17$ $\omega_{УСТ} = 0.07$ $\omega_{ТРА} = 0.24 \text{ мм}$ $\omega_{ТРВ} = \omega_{HPB} + \omega_{T.CB} + \omega_{УСТВ}$ $\omega_{CB} = \omega_{HPB} + \omega_{T.CB} = 0.17$ $\omega_{УСТВ} = 0.07$ $\omega_{ТРВ} = 0.24 \text{ мм}$
<p>010 Вертикально-свердлильна</p>		<p><math>\omega_{УСТ} = 0</math> - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази</p> $\omega_{TCB} = \omega_{HPB} + \omega_{УСТ} = 0.30 \text{ мм}$ $T_{\delta} = 0.36(H14)$
<p>015 Токарна</p>		<p><math>\omega_{УСТ} = 0</math> - тому, що використана оброблена в якості «чистої» бази</p> $\omega_{TCA} = \omega_{HPA} + \omega_{T.CA} = 0.17 \text{ мм}$ <p>[1 дод.61 с.248]</p>

020  
Торцешлі  
фувальна



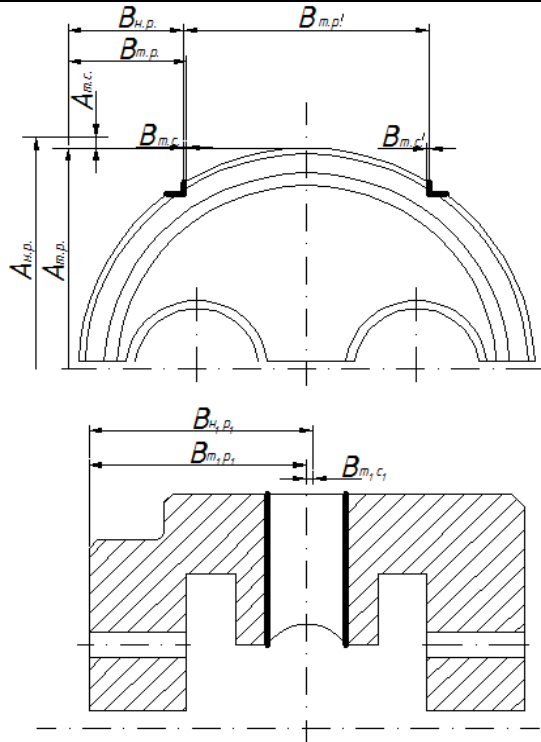
$\omega_{VCT} = 0$  - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази  
 $\omega_{TPA} = \omega_{HPA} + \omega_{TCA} = 0.08 \text{ мм}$   
 [1 таб.6.6 с.256]  
 $T_{\delta} = 0.09(e7)$

025  
Круглошлі  
фувальна



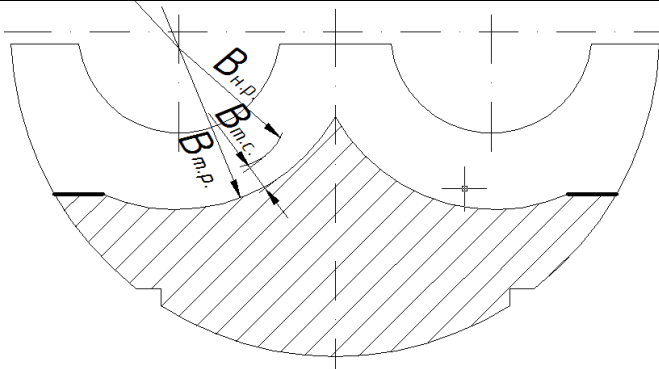
$\omega_{VCT} = 0$  - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази  
 $\omega_{TPA} = \omega_{HPA} + \omega_{TCA} = 0.08 \text{ мм}$   
 [1 таб.6.6]  
 $T_{\delta} = 0.09(e7)$

030  
Фрезерно-  
свердиль  
на з ЧПК



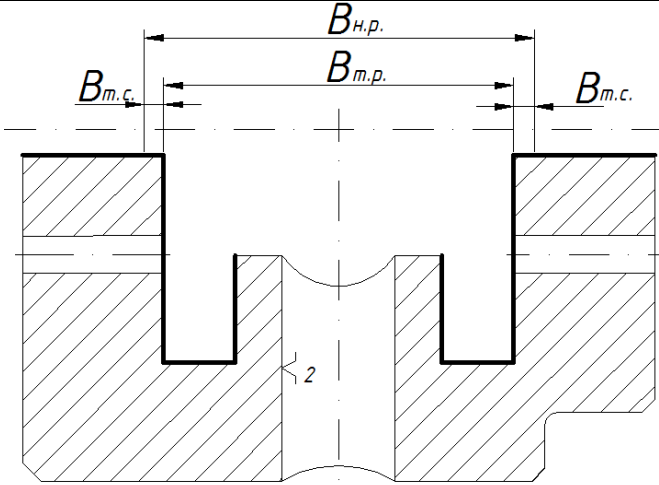
$\omega_{VCT} = 0$  - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази  
 $\omega_{TPA} = \omega_{HPA} + \omega_{TCA} = 0.12 \text{ мм}$   
 [1 таб.6.4 с.254]  
 $\omega_{TPB} = \omega_{HPB} + \omega_{TCB} = 0.40 \text{ мм}$   
 [1 таб.7.5 с.261]  
 $\omega_{T.P'} = 1.2\omega_C = 1.2 \cdot 0.40 = 0.6 \text{ мм}$   
 $T_{\delta} = 0.62(H14)$   
 $\omega_{T1.P1} = 0.40 \text{ мм}$   
 [1 таб.7.2 с.260]  
 $T_{\delta}' = 0.43 \text{ мм}(H14)$

035  
Фрезерна



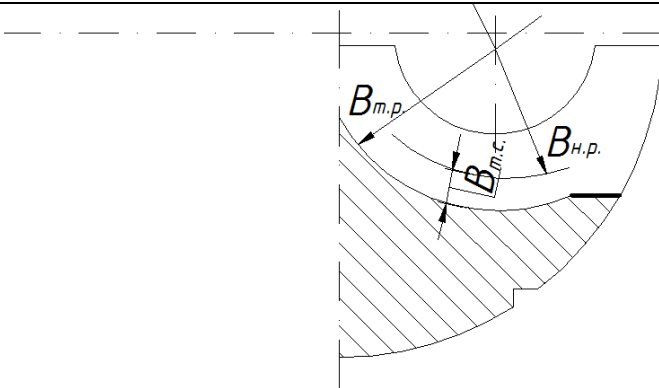
$\omega_{уст} = 0$  - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази  
 $\omega_{ТР} = \omega_{НР} + \omega_{ТС} = 0.20\text{мм}$   
 [1 с.254 таб.6.4]  
 $T_{\delta} = 0.19\text{мм}(H11)$

040  
Протяжка



$\omega_{уст} = 0$  - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази  
 $\omega_{ТР} = \omega_{НР} + 2\omega_{ТС} = 0.05\text{мм}$   
 [1 с.255 таб.6.5]  
 $T_{\delta} = 0.05(H9)$

045  
Внутрішньошліфувальна попередня



$\omega_{уст} = 0$  - тому, що використана оброблена поверхня в якості «чистої» бази  
 $\omega_{ТР} = \omega_{НР} + \omega_{ТС} = 0.17\text{мкм}$   
 [1 таб.6.6 с.254]  
 $T_{\delta} = 0.046(H8)$



$l=21\text{мм}$  – довжина отвору.

$\rho_2$  – це зміщення отвору виливки відносно зовнішньої циліндричної поверхні.

$$\rho_2 = \sqrt{\left(\frac{\delta 109.7}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{400}{2}\right)^2} = 200(\text{мкм}),$$

де  $\delta$  – припуск на розмір зовнішньої циліндричної поверхні по класу точності, яка відповідає даній виливці [4].

Таким чином сумарне просторове відхилення заготовки:

$$\rho = \sqrt{200^2 + 25.64^2} = 202(\text{мкм})$$

Інші просторові відхилення після механічної обробки будуть:

- **зенкування:**

$$\rho_1 = 0.05\rho = 0.05 \cdot 200 = 10(\text{мкм})$$

- **попереднє розгорткування:**

$$\rho_2 = 0.002\rho = 0.002 \cdot 202 = 0.42(\text{мкм})$$

- **остаточне розгорткування:**

$$\rho_3 = 0.0005\rho = 0.0005 \cdot 202 = 0.10(\text{мкм})$$

Оскільки  $\rho_2$  і  $\rho_3$  значно малі величини, то вони не будуть впливати на кінцевий результат розрахунків. Тому ними можна знехтувати.

Похибка встановлення при зенкуванні:

$$E=0.070 \text{ мкм}$$

На основі записаних в таблиці 2.6. даних проводимо розрахунок мінімальних припусків користуючись формулою:

$$2z_{\min} = 2(P_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_1^2}),$$

					<b>103В - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Кінцеве розгартування:

$$2z_{\min 3}^{ep} = 30.016 - 29.946 = 0.07 = 2 \cdot 0.035(\text{мм});$$

$$2z_{\max 3}^{ep} = 30.00 - 29.907 = 0.093 = 2 \cdot 0.047(\text{мм})$$

Попереднє розгартування:

$$2z_{\min 2}^{ep} = 29.946 - 29.726 = 0.22 = 2 \cdot 0.110(\text{мм});$$

$$2z_{\max 2}^{ep} = 29.907 - 29.642 = 0.265 = 2 \cdot 0.133(\text{мм})$$

Зенкування:

$$2z_{\min 1}^{ep} = 29.726 - 28.98 = 0.746 = 2 \cdot 0.373(\text{мм});$$

$$2z_{\max 1}^{ep} = 29.642 - 28.77 = 0.872 = 2 \cdot 0.436(\text{мм})$$

Далі будемо схему графічного розміщення припусків і допусків по обробці отвору розміром  $\varnothing 30^{+0.015}(\text{H6})$ .

Загальні припуски  $z_{\min}^{za2}$  і  $z_{\max}^{za2}$  отримаємо додаючи проміжні припуски:

$$2z_{\min}^{za2} = 0.746 + 0.22 + 0.07 = 1.036(\text{мм});$$

$$2z_{\max}^{za2} = 0.872 + 0.265 + 0.093 = 1.230(\text{мм})$$

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{\min}^{ном} = z_{\min}^{za2} + h_{za2} - h_{дет} = 1036 + 140 - 15 = 1161 = 2 \cdot 581(\text{мкм});$$

$$d_{ном} = d_{дет}^{ном} - z_{za2}^{ном} = 30 - 1.161 = 28.84(\text{мм}),$$

Проводимо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$z_{\max}^{ep} - z_{\min}^{ep} = 1.230 - 1.037 = 0.195(\text{мм});$$

$$T_1 - T_2 = 0.210 - 0.015 = 0.195(\text{мм}),$$

Розрахунки проведені правильно.

На всі інші поверхні призначаємо, користуючись ГОСТ 7505-94.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Припуски і допуски на поверхні за ГОСТ 7505-84

Поверхня	Припуск, мм	Допуск, мм
29.9h9	2·2.0	±0.2
$21 \pm \frac{IT10}{2}$	2·0.3	±0.1
31H9	2·1.0	±0.2
97e7	2·1.3	±0.4
Ø109.8e7	2·2.0	±0.4
21.5	2·0.3	±0.1
14.9	0.5	±0.1

					<b>103В - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

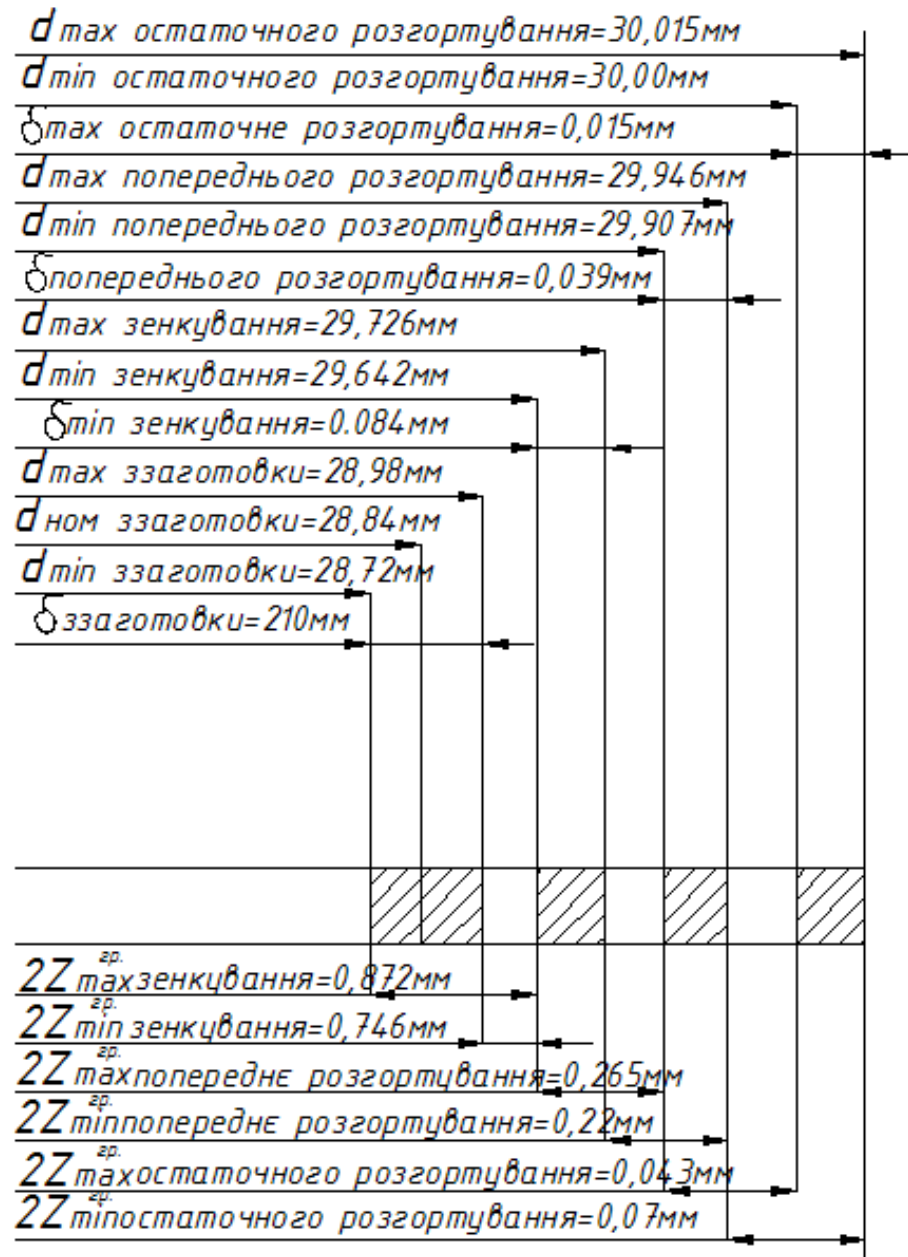


Рисунок 2.1 – Припуски і допуски на обробку отвору Ø30H6(+0.015)

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Розглянемо послідовність розрахунків режимів різання на прикладі зенкування отвору  $\varnothing 30^{+0.015}$  (Н6).

### Зенкування отвору

Зенкер N2320-1740 за ГОСТ 12489-71 D=28.5 мм конус Морзе N4.

Розміри робочої частини  $l=100$ ,  $L=180$  мм,  $z=3$ .

Глибина різання  $t = 0.5(D - d) = 0.373$  мм.

Подача  $S=0.7$  мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де  $C_v=26.5$  – поправочний коефіцієнт;

$q=0.3$ ,  $m=0.3$ ,  $x=0.2$ ,  $y=0.5$  – показники степенів;

$T=60$  хв – період стійкості інструменту;

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{sv} = 1.84 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.84;$$

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 1 \left( \frac{750}{380} \right)^{0.9} = 1.84;$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, що залежить від матеріалу, що обробляється;

$K_{iv}=1$  – коефіцієнт, який враховує глибину зенкування;

$K_{sv}=1$  – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту;

$K_{nv}=1$  – додатковий поправочний коефіцієнт на зенкування.

$$v = \frac{26.5 \cdot 28.5^{0.3}}{60^{0.3} \cdot 0.7^{0.5} \cdot 0.373^{0.2}} \cdot 1.84 = 56.71 \text{ (м/хв.)}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 56.71}{3.14 \cdot 28.5} = 634 \text{ (об/хв.)}$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо значення частоти обертання шпинделя згідно паспортних даних верстата:

$$n_0 = 630 \text{ хв}^{-1}$$

Вертикально-свердильний верстат 2Н135

Швидкість різання:

$$v_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 28.5 \cdot 630}{1000} = 56.38 \text{ (м/хв.)},$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot \kappa_p,$$

де  $C_m = 0.05$  – поправочний коефіцієнт;

$q=1.0$ ,  $x=0.9$ ,  $y=0.8$  – показники степенів;

$$\kappa_p = \kappa_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750}\right) = \left(\frac{380}{750}\right)^{0.75} = 0.6,$$

$\kappa_p$  – коефіцієнт, який враховує фактичні умови обробки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.05 \cdot 28.5^{1.0} \cdot 0.373^{0.9} \cdot 0.7^{0.8} = 27.3 \text{ (Нм)}$$

Осьову силу визначаємо за формулою:

$$P_0 = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot \kappa_p = 10 \cdot 229.3 \cdot 0.373^{1.2} \cdot 0.7^{0.65} \cdot 0.6 = 250 \text{ (Н)},$$

де  $C_p = 229.3$  – поправочний коефіцієнт;

$x=1.2$ ,  $y=0.65$  – показники степенів.

Потужність різання:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{27.3 \cdot 630}{9750} = 1.7 \text{ (кВт)};$$

$$N_{різ} = 1.7 \text{ кВт} \leq N_{ум}, \eta = 13 \cdot 0.8 = 10.4 \text{ (кВт)}$$

Обробка можлива.

Основний час:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} = \frac{105}{630 \cdot 0.7} = 0.24 \text{ (хв.)},$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічним чином проводимо розрахунки режимів різання на всі операції.

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця режимів різання і основного часу

№ Операції	Назва операції та зміст переходів	Розміри обробки			Режими різання					T <sub>0</sub> , хв
		Ø, мм	l <sub>різ</sub> , мм	l <sub>рх</sub> , мм	t, м	S <sub>0</sub> , мм/об	S <sub>z</sub> , мм/зуб	n, хв	v, м/хв	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати площини, витримуючи розміри згідно креслення.	-	100	118	0.9	-	0.15	400	110.5	1.06
010	Вертикально-свердлильна Позиція А 1. Свердлити отвір Ø6 на прохід.	6	21	25	3.5	0.5	-	800	26.7	0.1
	Позиція В (поворот на 180°) 1. Свердлити отвір Ø6 на прохід.	6	21	25	3.5	0.5	-	800	26.7	0.1
										Σ0.2

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
015	Токарна 1. Точити зовнішню поверхню, витримуючи розмір $\varnothing 110.2$	110	100	105	0.6	0.4	-	315	105	0.23
020	Торцешліфув. 1. Шліфувати торець, витримуючи розмір $97_{-0.14}^{-0.06}$ мм	-	97	100	12	0.008	1.5		$v_d = 8$ $\delta_{xp} = 28$	1.43
025	Круглошліфув. 1. Шліфувати зовнішню поверхню, витримуючи розмір $\varnothing 109.8_{-0.14}^{-0.05}$ мм	110	100	105	0.1	0.003	-	1500	$v_d = 32$ $\delta_{xp} = 35$	1.5
030	Фрезерно-свердлильна ЧПК 1. Розгорнути отвір $\varnothing 18$ на прохід. 2. Фрезерувати паз, витримуючи розмір $l=24.9$ , $R=15$ , $p=40$ мм. 3. Фрезерувати паз, витримуючи розмір $l=60$ , $R=1.5$ , $p=44$ мм.	18	37	42	9.0	0.4	-	800	26.7	0.12
	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати площину по копіру $R=29.9$ .	-	97	110	5	0.15	-	400	105	0.75
035	Протяжна 1. Протягнути пази	-	97	110	5	0.15	-	400	108	0.75 $\Sigma = 1.62$
040		59.8	100	110	0.5	0.15	-	400	105	0.68

Арк.

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
045	витримуючи розміри згідно креслення. Внутрішліфувальна попередня	-	100	105	0.3	0.1	-	-	10	0.5
050	1. Шліфувати розмір R=29.9 попередньо. Внутрішліфувальна кінцева	59.8	31	31	0.2	0.01	-	1500	$v_{\delta} = 35$ $\delta_{кр} = 32$	0.2
055	1. Шліфувати розмір R=29.9 кінцево. Вертикально-свердлильна	59.8	31	31	0.05	0.01	-	2500	35	0.3
	1. Зенкувати отвір Ø30 на прохід.	30	100	105	0.4	0.7	-	630	56	0.24
	2. Розгорнути отвір попередньо, витримуючи розмір Ø29.8 на прохід.	29.8	100	105	0.2	-	1.0	315	25	0.34
	3. Розгорнути отвір чисто, витримуючи розмір Ø30 на прохід.	30	100	105	0.04	-	0.6	315	25	0.56 $E=1.14$

2.6 Нормування техпроцесу

По фактичній трудоемності уточнюємо тип виробництва.

1. Розраховуємо необхідну кількість верстатів для кожної операції:

$$m_p = \frac{T_{ум} \cdot N_{зан}}{\Phi_{\delta} \cdot Q} = \frac{2.5 \cdot 58000}{60 \cdot 4015} = 0.6$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ					Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

2. Встановлюємо для кожної операції кількість робочих місць, заокруглюючи до найближчого більшого числа отриманих значень  $\eta$ :

$$P=1$$

3. Для всіх операцій знаходимо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця за формулою:

$$\eta_{зф} = \frac{m_p}{p} = \frac{0.6}{1} = 0.6,$$

4. Кількість операцій виконаних на робочому місці по формулі:

$$Q = \frac{\eta_{зн}}{\eta_{зф}} = \frac{0.75}{0.6} = 1.25,$$

де  $\eta_{зн}$  - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Всі значення  $P$ ,  $\eta_{зф}$ ,  $Q$  заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Дані для уточнення типу виробництва

Операції	$m_p$	$P$	$\eta_{зф}$	$Q$
005	0.6	1	0.6	1.25
010	0.11	1	0.11	6.25
015	0.31	1	0.31	2.41
020	0.75	1	0.75	1.0
025	0.85	1	0.85	0.8
030	0.52	1	0.52	1.44
035	0.27	1	0.27	2.78
040	0.4	1	0.4	1.87
045	0.6	1	0.6	1.25
050	0.62	1	0.62	1.21
055	0.43	1	0.43	1.74

$$K_{зо} = \frac{\sum Q}{\sum P} = \frac{22}{11} = 1.0$$

Відповідно тип виробництва – масове.

У масовому виробництві праця верстатника виконується у великому проміжку часу. У масовому виробництві норма штучного часу визначається:

					<b>103В - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{від}},$$

На основі розрахунків режимів різання визначаємо  $T_0$ , по змісту кожного переходу встановлюємо необхідний комплекс прийомів допоміжної праці і розраховується  $T_{\text{д}}$  (хв) з урахуванням можливих поєднань переходів та перекриття штучного часу.

$T_{\text{об}}$  (хв) – час на обслуговування робочого місця по нормативах;

$T_{\text{від}}$  (хв) – час перериві на відпочинок.

Операція 005 Горизонтально-фрезерна

Допоміжний час на операцію складається із слідуючих елементів:

- час на встановлення і зняття деталі:

$$T_{\text{доп1}}=0.048\text{хв};$$

- час на включення і виключення верстату:

$$T_{\text{доп2}}=0.01\text{хв};$$

- час на закріплення і відкріплення деталі:

$$T_{\text{доп3}}=0.024\text{хв};$$

- час швидкого переміщення деталі до зони обробки, час на переміщення деталі із зони обробки:

$$T_{\text{доп4}}=0.04+0.04=0.08 \text{ (хв)};$$

- час на контрольні виміри:

$$T_{\text{доп5}}=0.05\text{хв};$$

$$T_{\text{дон}} = \sum_1^5 T_{\text{дон}} = 0.048 + 0.01 + 0.024 + 0.08 + 0.05 = 0.22 \text{ (хв)},$$

Операційний час:

$$T_{\text{он}} = T_0 + T_{\text{дон}} = 1.96 + 0.22 = 2.18 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{мех}} = 0.07(T_0 + T_{\text{дон}}) = 0.07 \cdot 2.18 = 0.15 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{орг}} = 0.035T_{\text{он}} = 0.035 \cdot 2.18 = 0.08 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{від}} = 0.04T_{\text{он}} = 0.04 \cdot 2.18 = 0.09 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{шт005}} = T_0 + T_{\text{дон}} + T_{\text{мех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{від}} = 1.96 + 0.22 + 0.15 + 0.08 + 0.09 = 2.5 \text{ (хв)},$$

					<b>103В - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Проектування технологічного оснащення

#### 3.1.1 Вибір і обґрунтування дії структурної схеми

Установочно-затискувачі механізми призначені для підвищення точності положення координатної схеми технологічної бази відносно координатної системи пристрою при встановленні.

Пристрій повинен забезпечити одержання заданої відповідної точності, яке досягається відповідним вибором конструкції і точності елементів, що визначають положення деталі.

Розроблений пристрій повинен бути зручний в експлуатації – це забезпечується зняттям і встановленням деталі, відсутністю дрібних частин, простоти встановлення пристрою на столі відповідного верстату.

Затиск деталі в пристрої проводиться автоматично. Вимивання стружки за допомогою ЗОР при обробці деталі. Силовий агрегат використовують в пристроях завдяки їх швидкості, простоті легкості і абсолютної простоті в керуванні, надійності і стабільності в роботі.

Примінення силових механізмів приводів знижує трудомісткість операцій, створює більш стабільні по значенню затискувачі сили, систематично дозволяє автоматизувати процес обробки.

					<b>103В - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





Розрахунок похибки приладу.

Деталь базується по площині та технологічному пальцю. При встановленні деталі в пристрій виникає похибка базування, встановлення і закріплення.

1. Похибка базування виникає в тому випадку коли прийняті бази не співпадають з вимірювальними, оскільки в нашому випадку основна база установки площина торця обойми, то:

$$E_{\sigma} = 0$$

2. Похибка закріплення  $E_{\gamma} = 0$ .

3. Визначаємо похибку встановлення пристрою на верстаті  $E_{\gamma} = 0.034$

4. Похибка від зношування установочних елементів:

$$\beta_2 = 0.0018;$$

$N = 58000 \cdot 2 = 116000$  - кількість контактів (одне встановлення, одне зняття) на програму;

$$n = 0.0018 \cdot 116000 = 209(\text{мм})$$

Оскільки зношуваність опор з вуглецевої сталі У8А дуже велике приймаємо опору з твердого сплаву при цьому:

$$\beta_2 = 0.00012\text{мм};$$

$$n = 0.00012 \cdot 116000 = 13.9(\text{мм}) - \text{зношування в рік.}$$

Встановлення і експлуатації слід вказати що перевірку і заміну опори слід проводити 3 рази в місяць виходячи з умови:

$$E_n = 0.05\text{мм}$$

5. Похибка від зміщення інструменту:

$$E_i = 0$$

6. Визначаємо економічну точність обробки:

$$\delta_1 = 0.18\text{мм}, \omega = 0.03\text{мм};$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\kappa = 1.1$  - коефіцієнт, який враховує закони розподілу похибок;

$$\sum E = 1.1 \sqrt{0.08^2 + 0.034^2 + 0.05^2 + 0.01^2} = 0.11(\text{мм})$$

Умова  $\sum E = 0.11 < T = 0.18\text{мм}$  - виконується.

Виконавши всі розрахунки, приймаємо кінцеву конструкцію пристрою.

### 3.1.3 Загальний опис конструкції

Пристрій складається з литого корпусу, в якому кріпиться знизу пневмокамера зі штоком. На штоці кріпиться коромисло, що з'єднане шарнірно з двома прихватами. Під дією стисненого повітря на діафрагму через дію коромисла та гвинта, що закріплений в корпусі пристрою, прихвати обертаючись закріплюють заготовки в пристрої.

Зрозуміло, що при встановленні деталі безпосередньо на верстаті витрачається більше часу, ніж при використанні спеціального пристрою.

$$T_{\text{шт}} + T_{\text{дон}} > T_{\text{шт}},$$

Для операції 005  $T_{\text{дон}} = 0.8\text{хв}$ .

За рік роботи верстату при програмі випуску  $N=50000$ шт.

$$T_{\text{дон}} = \frac{0.8 \cdot 58000}{60} = 773(\text{год})$$

Одна година роботи на верстаті коштує  $C_3 = 1.56\text{грн}$

Тобто собівартість деталей за рік зростає на:

$$C = 1.56 \cdot 773 = 1206(\text{грн})$$

А собівартість пристрою  $C = 180\text{грн}$ . Для забезпечення зниження трудоемності і собівартості виготовлення деталей краще використовувати пристрій.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Сила  $Q$  створює дотичну складову  $T$  сили різання з урахуванням сили тертя поверхні конуса  $Q$  – стінки – втулки  $M$ :

$$T = \mu \cdot Q = \frac{\mu \cdot P_x}{\sin Q},$$

Момент тертя між хвостовиком і втулкою:

$$M_{mp} = \frac{\mu \cdot P_x \cdot (D_i + d_2)}{4 \sin Q} (1 - 0.04 \Delta \Theta),$$

Середній діаметр хвостовика конуса:

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2} \text{ або } d_{cp} = \frac{6M_{cp} \cdot \sin Q}{\mu \cdot P_x \cdot (1 - 0.004 \Delta Q)},$$

Момент опору сили різання

$$M_{cp} = 9.81 C_M \cdot D^{z_m} \cdot S_0^{y_m} \cdot \kappa_{mm} = 9.81 \cdot 0.0345 \cdot 30^2 + 0.9^{0.8} \cdot 0.86 = 64.2 (H \cdot m),$$

Далі знаходимо:

$$C_M = 0.0345,$$

$$z_m = 4,$$

$$y_m = 0.3;$$

$\mu = 0.096$  - коефіцієнт тертя сталі по сталі [11 с.192];

$$Q = 1^\circ 30' [11 с.192];$$

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 6420 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0.096 \cdot 1008 \cdot (1 - 0.2)} = 22.8 (мм),$$

За ГОСТ 2555-82 вибираємо конус Морзе №3 з лапкою зі наступними параметрами:

$$D = 23.825 мм;$$

$$D_1 = 24.1 мм;$$

$$d_2 = 19.1 мм;$$

$$l = 120 мм$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо довжину зенкера виходячи з умов обробки:

$$L = 235\text{мм}, l_0 = 105\text{мм}, l_2 = 10\text{мм}$$

Визначаємо геометричні і конструкторські параметри робочої частини зенкера.

Задній кут на головній ріжучій і калібруючі кромках приймаємо  $\alpha = 12^\circ$  ГОСТ 12510-71.

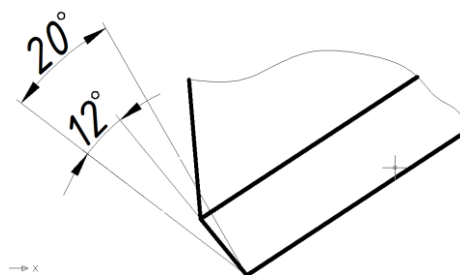


Рисунок 3.3 – Геометрія зуба

### 3.3 Розрахунок на точність контрольного пристрою

1. Похибка базування  $E_\phi = 0.06$ .
2. Похибка закріплення  $E_s = 0$ .
3. Похибка зношування призми:

$$n = \beta_2 \cdot W = 0.0004 \cdot 116000 = 46.4(\text{мкм})$$

при 20% контролі:

$$n = 464 \cdot 0.2 = 9.2(\text{мкм})$$

Заміна призми 2 рази на рік:

$$E_3 = 5\text{мкм};$$

$$E_{np} = 0.08 - 1.1\sqrt{0.06^2 + 0.005^2} = 0.08 - 0.066 = 0.0013$$

Використовуємо при вибіркового контролі на контрольному столі з умовою ремонту два рази на рік.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4  
ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва

Цех працює в дві зміни, при такому режимі дійсний фонд часу складає:  
- для обладнання і робочих місць – 4015 год; - для працюючих (при 24 денній відпустці) 1820 год.

Таблиця 4.1 – Дані технологічного процесу

№ операції	Назва операції	T <sub>шт</sub>
005	Горизонтально-фрезерна	2.5
010	Вертикально-свердлильна	0.49
015	Токарна	1.27
020	Торцешліфувальна	3.11
025	Круглошліфувальна	4.01
030	Фрезерно-свердлильна	2.14
035	Горизонтально-фрезерна	1.13
040	Протяжка	1.66
045	Внутрішньошліфувальна	2.48
050	Внутрішньошліфувальна	2.58
055	Вертикально-свердлильна	1.78
		<b>Σ=22.00</b>

У поточних лініях долю робочого часу верстата необхідного для виконання операції:

$$C = \frac{T_{шт.к} \cdot D_{ri}}{60 \cdot \Phi_{д.о} \cdot \kappa_n},$$

де  $D_{ri}$  - програма запуску деталей;

$$C_{005} = \frac{2.5 \cdot 58000}{60 \cdot 4015 \cdot 0.75} = 0.8$$

Далі робимо розрахунки на всі інші операції, результати зводимо в таблицю 4.2.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Розрахунок кількості обладнання

№	Назва операції	Кількість обладнання за розрахунком	Кількість прийнятого обладнання
005	Горизонтально-фрезерна	0.8	1
010	Вертикально-свердлильна	0.16	1
015	Токарна	0.41	1
020	Торцешліфувальна	0.75	1
025	Круглошліфувальна	0.85	1
030	Фрезерно-свердлильна	0.68	1
035	Горизонтально-фрезерна	0.36	1
040	Протяжна	0.53	1
045	Внутрішньошліфувальна	0.8	1
050	Внутрішньошліфувальна	0.83	1
055	Вертикально-свердлильна	0.57	1
			<b>Σ=11</b>

Фактичний коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{\text{оф}} = \frac{C_{\text{раз}}}{C_{\text{пр}}} = \frac{0.8}{1} = 0.8$$

Аналогічно розраховуємо на всі інші операції, результати розрахунків заносимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Фактичний коефіцієнт завантаження

№ операції	Назва операції	Фактичний коефіцієнт завантаження	Максимальний коефіцієнт завантаження [13, т.3 с.9]
005	Горизонтально-фрезерна	0.8	0.95
010	Вертикально-свердлильна	0.16	0.95
015	Токарна	0.41	0.9
020	Торцешліфувальна	0.75	0.85
025	Круглошліфувальна	0.85	0.85
030	Фрезерно-свердлильна	0.68	0.95
035	Горизонтально-фрезерна	0.36	0.95
040	Протяжна	0.53	0.9
045	Внутрішньошліфувальна	0.8	0.85
050	Внутрішньошліфувальна	0.83	0.85
055	Вертикально-свердлильна	0.57	0.95

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

## 4.2 Визначення кількості працівників на дільниці

По робочих місцях спискову чисельність робочих в визначаємо за формулою:

$$P = M_{рст} \cdot m \cdot \kappa_{доо},$$

де  $M_{рст}$  – кількість робочих місць робітників верстатників рівна кількості прийнятого обладнання;

$m=2$  – число роботи обладнання;

$\kappa_{доо}=1,14$  – коефіцієнт, який враховує додаткову чисельність робітників верстатників;

$$P = 11 \cdot 2 \cdot 1.14 = 25$$

Визначаємо число операцій, що виконуються на одному робочому місці:

$$Q_{005} = 0.75 / 0.8 = 0.94;$$

$$Q_{010} = 0.75 / 0.16 = 4.69;$$

$$Q_{015} = 0.75 / 0.41 = 1.83;$$

$$Q_{020} = 0.75 / 0.75 = 1.0;$$

$$Q_{025} = 0.75 / 0.85 = 0.88;$$

$$Q_{030} = 0.75 / 0.68 = 1.1;$$

$$Q_{035} = 0.75 / 0.36 = 2.08;$$

$$Q_{040} = 0.75 / 0.53 = 1.42;$$

$$Q_{045} = 0.75 / 0.8 = 0.94;$$

$$Q_{050} = 0.75 / 0.83 = 0.9;$$

$$Q_{055} = 0.75 / 0.57 = 1.32;$$

$$\sum Q = 17.1$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$\kappa_{3.0} = \frac{\sum Q}{\sum P} = \frac{17.1}{25} = 0.68$$

По ГОСТ14.004-74 при  $0.1 \leq \kappa \leq 1.0$  виробництво масове.

Визначаємо також роботи лінії:

$$\tau = \frac{60F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4015}{58000} = 4.15(\text{хв}),$$

Так робота проектуючої лінії лімітуючою її продуктивності визначається часом виконання операції 025 круглошліфувальна:

$$\tau_1 = \tau_{025} = 4.01/0.1 = 4.01(\text{хв})$$

В цьому випадку продуктивність лінії:

$$\tau_n = 60/\tau_1 = 60/4.01 = 15(\text{хв})$$

Середній коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\kappa_3 = \frac{\sum \kappa_3}{n} = \frac{\sum T_{\text{ум.к}}}{n \cdot \tau} = \frac{22.0}{11 \cdot 4.01} = 0.5\%,$$

Обладнання в лінії розташоване у відповідності з послідовністю виконання операцій.

Дільниця:

$$P_6 = \frac{C_n \cdot \Phi_c \cdot \kappa_{3н}}{\Phi_p \cdot \kappa_n} = \frac{11 \cdot 4015 \cdot 0.75}{1820 \cdot 1.0} = 19(\text{чол}),$$

Цех:

$$P_6 = \frac{120 \cdot 4015 \cdot 0.75}{1820 \cdot 1.0} = 199(\text{чол})$$

Слюсарі – приймаємо для масового виробництва  $1 \div 3\% P_0$ .

Дільниця:

$$P_{cl} = \frac{19 \cdot 3}{100} = 0.57 = 1(\text{чол})$$

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



$\kappa_{zm} = 1.7$  – коефіцієнт змінності.

### 4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці

Механічна дільниця:

$$F_{01} = C_{mi} \cdot f_{01},$$

де  $C$  – кількість верстатів;

$f$  – середня площа на один верстат [11].

Дільниця:

$$F_{0i} = C_{ni} \cdot f_{0i} = 11 \cdot 25 = 275(m^2)$$

Ручні місця слюсарів доробки в механічних відділеннях:

Дільниця:

$$M_m^{\partial} = 2C_{ni}^y = \frac{2 \cdot 11}{100} = 1(\text{місце}),$$

Площа слюсарної дільниці:

$$F = C \cdot y,$$

де  $y$  – середня площа на одного слюсаря.

Дільниця:

$$F_{cl}^{\partial} = 1 \cdot 6 = 6(m^2)$$

Площа контрольного відділення складає 3-5% від площі верстатного відділення.

Дільниця:

$$F_k^{\partial} = \frac{5 \cdot 275}{100} = 14(m^2)$$

Площа під ремонтне відділення цехового механіка – 4% від основної.

Дільниця:

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_m^{\partial} = \frac{4 \cdot 275}{100} = 11(\text{м}^2)$$

Площа для групи ремонту пристроїв 1.4-4% площі верстатного відділення.

Дільниця:

$$F_{np}^{\partial} = \frac{3 \cdot 275}{100} = 9(\text{м}^2)$$

Площа для переточки інструменту 4-6% від площі верстатного відділення.

Дільниця:

$$F_3^{\partial} = \frac{5 \cdot 275}{100} = 14(\text{м}^2)$$

#### 4.4 Розробка технологічного планування дільниці

Вибір об'ємно-планувальної схеми для розміщення цеху:

- розмір сітки колон в метрах: 14×12;
- висота будівлі – 6 м.

Площа складу матеріалів і заготовок складає 10÷15%  $F_{0i}$ .

Дільниця:

$$F_{ск}^{\partial} = 0.15 \cdot 275 = 42(\text{м}^2)$$

Площа складів інструментів і пристроїв 0.25  $\text{м}^2$  на кожен верстат.

Дільниця:

$$F_{ск}^{\partial} = 0.25 \cdot 11 = 3(\text{м}^2)$$

Магістральні проїзди приймаються 10÷14% виробничої і допоміжної площ.

Службово-побутові приміщення.

Приблизний розрахунок корисної площі на одного працюючого приймаємо 2.7÷3.5  $\text{м}^2$ .

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





Нормативний строк окупності рівний 2,5 років, тобто наш проект є доцільним для впровадження.

Виробіток на одного працюючого:

$$P_{\text{тр пр}} = \frac{O_{\text{Ц}}}{P_{\text{оош}}} = \frac{7637488,07}{45} = 169721,9 \text{ грн}$$

Показник фондівдачі:

$$\Phi_{\text{отд пр}} = \frac{O_{\text{Ц}}}{\Phi_{\text{оск}}} = \frac{7637488,07}{507701,5} = 1,92$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = (C_{\text{б}} + E_n \times K_{\text{б}}) - (C_{\text{п}} + E_n \times K_{\text{п}}),$$

де  $C_{\text{б}}$ ,  $C_{\text{п}}$  – собівартість річного обсягу продукції по варіантах, грн.;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$K_{\text{б}}$ ,  $K_{\text{п}}$  – капітальні вкладення по варіантах, грн.

$$E_p = (190192 + 0,15 \times 177584) - (169962 + 0,15 \times 173149) = 204896 \text{ грн.}$$

Через те, що зменшилась кількість обладнання, робітників, сума капіталовкладень, виробничі площі. Економічний ефект свідчить про економічну ефективність нового проекту. Термін окупності становить 2,5 роки.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники

№	Показник	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Річний випуск продукції:		
	- в натуральному вираженні	шт.	50000
	- обсяг валової продукції	грн	169962
2	Капітальні затрати:		
	- загальні	грн.	173149
	- питомі	грн	9,6
3	Виробіток на одного працюючого валової продукції	грн	169721,9
4	Кількість верстатів	шт	10
5	Енергопотужність обладнання	кВт	40,2
6	Площа виробнича та допоміжна	м <sup>2</sup>	144
7	Кількість робітників	чол	43
8	Річний фонд зарплати	грн	489747
9	Середньомісячна зарплата	грн	1990
10	Випуск продукції:		
	- на 1м <sup>2</sup> площі	грн.	122
	- на 1 грн основних фондів	грн	0,1
11	Завантаження верстатів	%	0,8
12	Повна собівартість:		
	-одиниці продукції	грн.	8,8
	- річного обсягу	грн	169962
13	Ефективність капіталовкладень		0,25
14	Окупність капітальних вкладень	рік	3,4
15	Річний економічний ефект	грн	204896

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Електромагнітне поле високих і надвисоких частот може самостійно поширюватись в просторі без провідника електроструму зі швидкістю, близькою до швидкості світла.

Професійні захворювання виникають коли дози електромагнітних випромінювань перевищують допустимі значення. Контроль інтенсивності опромінення повинен проводитись не рідше 1 на 1 рік.

Для зменшення впливу електромагнітних полів на персонал та населення потрібно вжити ряд заходів, до числа яких входять організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Виключно важливе значення мають інженерні методи та способи захисту. Колективний захист спирається на розрахунок поширення електромагнітного поля в конкретних умовах рельєфу місцевості, використання природних екранів, наприклад лісосмуг, гір, складок місцевості. Локальний захист базується на використанні радіозахисних матеріалів, які забезпечують високе поглинання енергії випромінювання у матеріалі та віддзеркалення від його поверхні. Для екранування шляхом віддзеркалення використовують металеві листи та сітки з доброю провідністю. Захист приміщень від зовнішніх випромінювань здійснюють завдяки обклеюванню стін металізованими шпалерами, захисту вікон сітками, металізованими шторами.

Опромінення тоді зводиться до мінімуму, але відбите від екранів випромінювання пере розповсюджується у просторі та потрапляє на інші об'єкти.

До інженерних засобів належать:

- можливість працювати на заниженій потужності у процесі налагодження, регулювання та профілактики;
- робота на еквівалент налагоджування;
- дистанційне керування.

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для успішного проведення протипожежної профілактики на виробництві потрібно знати основні причини великих пожеж.

Основними причинами пожеж на виробництві є :

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв;
- порушення режимів ТП;
- несправність опалювальних пристроїв.

Одним із основних принципів у системі попередження пожеж є рекомендації про те, що горіння можливе лише за наявності трьох факторів: горючої речовини, окислювача та джерела запалювання.

Система попередження пожеж включає – запобігання формуванню горючого середовища і виникненню в ньому джерела запалювання.

Запобігання формуванню горючого середовища забезпечується:

- застосуванням герметичного виробничого обладнання;
- заміною в ТП горючих речовин та матеріалів негорючими;
- обмеженням кількості речовин при використанні та зберіганні;
- ізоляцією горючого середовища;
- організацією контролю за складом повітря в приміщенні;
- застосуванням вентиляції;
- відведенням горючого середовища в безпечні місця.

У процесі механічної обробки виділяється значна кількість стружки, яка призводить до нагрівання зони обробки, ускладнює процес різання. Збільшення об'єму стружки може привести до поломки інструменту, потрапляння її в зону знаходження обслуговуючого персоналу, і до можливості нещасних випадків.

При фрезеруванні деталей з габаритними розмірами >500 мм. Розхід повітря, яке відсмоктується складає близько 1000 м<sup>3</sup>/год при швидкості транспортування 30-35 м/с у відповідному патрубку.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

103В - 23.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Визначимо діаметр повітропроводу в місці відсмоктування:

$$L = F \cdot V \cdot 3600,$$

де  $L$  - продуктивність відсмоктування, м<sup>3</sup>/год;

$F$  - площа січення повітропроводу;

$V$  - швидкість відсмоктуваного повітря.

Враховуючи те, що при роботі двох фрез горизонтально-фрезерного верстата, для кожного інструменту встановлено відсмоктування продуктивністю  $L = 1000$  м<sup>3</sup>/год.

Розв'язуючи рівняння:  $1000 = F \cdot 35 \cdot 3600$ , визначимо площу січення:

$$F = \frac{1000}{35 \cdot 3600} = 0,079 \text{ м}^2.$$

Приймаємо діаметр відсмоктуючого повітропроводу  $d = 100$  мм.

Вибираємо вентилятор ЦП-7-40 №5 з параметрами:

- потужність електродвигуна  $N = 3$  кВт;
- число обертів  $n = 1960$  об/хв;
- опір мережі  $P = 200$  кг/м<sup>2</sup> = 20 МПа.

Приймаємо січення повітропроводу до циклона:

$$D = 525 \text{ мм при } P = 145 \text{ кг/м}^2 = 14,5 \text{ МПа.}$$

Вибираємо циклон із зворотнім конусом при:

$$V = 16 \text{ м/с і продуктивністю } L = 300 \text{ м}^3/\text{год №8 при } P = 14,5 \text{ МПа.}$$

Схема місцевого відсмоктування повітря представлена на рисунку 5.1.

					<b>103В - 23.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті вирішення завдань наступне:

- проаналізовано діючий варіант ТП деталі, виявлені недоліки і вказані шляхи їх усунення;
- запропоновано нова заготовка деталі;
- вибраний оптимальний по собівартості варіант ТП;
- розраховані величини загальних і проміжних припусків операційних розмірів;
- визначені режими різання, норми часу та операційної механічної обробки;
- спроектовано нове технологічне оснащення;
- здійснено розрахунок економічного ефекту від впровадження нового технологічного процесу, термін окупності 3,4 роки;

					103В - 23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





13. Гальчук Т.Н. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальності 6.090202 – „Технологія машинобудування” денної та заочної форм навчання / Гальчук Т.Н. – Луцьк: ЛДТУ, 2006. – 46 с.

14. Кобевник В.Ф. Охрана труда / В.Ф. Кобевник – К.: В. ш., 2000. – 286 с.

					002В-23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		