

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

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

**ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РОЗРОБКОЮ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ
ОБОЙМИ ЯЕ.ЛЦ.1102.000**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41

Ткачук Максим Васильович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Самчук Людмила Михайлівна

(підпис)

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

(підпис)

Луцьк – 2025 року

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

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ткачуку Максиму Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки обойми ЯЕ.ЛЦ.1102.000

Керівник роботи: Самчук Людмила Михайлівна

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

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

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі обойми ЯЕ.ЛЦ.1102.000, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування теми</i>	5.03.2025р.	
2	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	10.03.2025р.	
3	<i>Загальна частина.</i>	11.03.2025 р.	
4	<i>Технологічна частина</i>	18.04.2025 р.	
5	<i>Конструкторська частина</i>	25.05.2025 р.	
6	<i>Проектування механічної ділянки</i>	25.05.2025 р.	
7	<i>Охорона праці</i>	27.05.2025 р.	
8	<i>Висновки та пропозиції</i>	1.06.2025р.	
9	<i>Формування списку використаних джерел</i>	1.06.2025р.	
10	<i>Формування додатків</i>	2.06.2025р.	
11	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	2.06.2025р.	
12	<i>Нормоконтроль</i>	2.06.2025р.	
13	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	2.06.2025р	
14	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	18.06.25р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (Ткачук М. В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (Самчук Л.М.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ткачук М.В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки обойми ЯЕ.ЛЦ.1102.000. Рукопис.

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

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

У роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі типу обойма. Здійснено аналіз вибору заготовки, визначено доцільний тип виробництва та організаційну форму. Проведено розрахунок основного технологічного часу та штучно-калькуляційного часу для кожної операції. Визначено необхідну кількість технологічного обладнання для забезпечення заданого обсягу виробництва.

Також виконано аналіз технологічності конструкції оброблюваної деталі та обґрунтовано вибір матеріалу з високими показниками зносостійкості та твердості. Встановлено допуски на технологічні розміри та проведено розрахунок припусків на механічну обробку.

Спроектоване технологічне оснащення забезпечує надійне базування та закріплення деталі з урахуванням вимог жорсткості в процесі обробки. Використання механізованих пристроїв дозволяє підвищити продуктивність та покращити умови праці оператора.

Ключові слова: обойма, обробка, твердотільна модель, оснащення, верстатний пристрій, ріжучий інструмент, технологічний маршрут.

ABSTRACT

Tkachuk M.V. Design of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the cage YA.LC.1102.000.Manuscript.

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

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

The work developed a technological process for manufacturing a part of the type of holder. An analysis and feasibility study of the choice of workpiece were carried out, an appropriate type of production and organizational form were determined. The calculation of the main technological time and piece-rate time for each operation was carried out. The required amount of technological equipment was determined to ensure a given production volume.

The analysis of the manufacturability of the design of the processed part was also carried out and the choice of material with high wear resistance and hardness indicators was justified. Tolerances for technological dimensions were established and allowances for mechanical processing were calculated.

The designed technological equipment provides reliable basing and fixing of the part, taking into account the rigidity requirements during the processing process. The use of mechanized devices allows to increase productivity and improve the working conditions of the operator.

Keywords: holder, processing, solid model, equipment, machine tool, cutting tool, technological route.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Розділ 1. Загальна частина	8
1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь.....	9
1.2 Вибір методу одержання заготовки.....	10
1.3 Вибір методу обробки поверхонь.....	11
1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва.....	13
2 Розділ 2. Технологічна частина.....	19
2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
2.2 Вибір технологічних баз.....	20
2.3 Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків.....	20
2.4 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання.....	24
2.5 Нормування технологічного процесу.....	26
3 Розділ 3. Конструкторська частина.....	31
3.1 Проектування технологічного оснащення.....	31
3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми.....	31
3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу.....	31
3.1.3 Розрахунок на точність.....	33
3.1.4 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	33
3.2 Проектування контрольного пристрою.....	34

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.1 Розрахунок на точність.....	34
3.2.2 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	36
3.3 Розрахунок спеціального ріжучого інструменту.....	36
4 Розділ 4. Проектування механічної ділянки.....	39
4.1 Уточнення типу виробництва.....	39
4.2 Визначення кількості працівників на ділянки.....	44
4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки	45
4.4 Розробка технологічного планування ділянки.....	45
4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки.....	46
5 Розділ 5. Охорона праці.....	47
Висновки та пропозиції.....	51
Список використаних джерел.....	53
Додатки.....	60

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Технологічний процес відіграє ключову роль у виготовленні деталі «обойма», оскільки він забезпечує високу якість продукції, оптимізацію витрат та ефективність виробництва. Грамотно розроблений процес дозволяє контролювати всі стадії виготовлення деталі, починаючи від вибору матеріалу і закінчуючи остаточною обробкою. Дотримання технологічних параметрів мінімізує ризик дефекту та підвищує довговічність готового виробу.

Одним із найважливіших аспектів є правильний вибір матеріалу для виготовлення обойми. Матеріал має відповідати вимогам щодо міцності, зносостійкості та корозійної стійкості, адже обойма часто працює в умовах підвищеного навантаження. Використання якісної сировини у поєднанні з сучасними методами обробки дозволяє отримати деталь із заданими технічними характеристиками. Не менш важливим є контроль за точністю виготовлення деталі. Технологічний процес передбачає використання токарної, фрезерної, шліфувальної або іншої механічної обробки, що забезпечує відповідність геометричних параметрів кресленням. Недотримання заданих розмірів може призвести до неправильної посадки деталі в механізмі, що зменшить її експлуатаційні властивості.

Автоматизація та сучасні методи виробництва дозволяють покращити якість обробки та скоротити час виготовлення обойми. Використання ЧПК-верстатів (числове програмне керування) забезпечує високу точність, повторюваність деталей та зменшення людського фактору. Це особливо важливо у серійному та масовому виробництві, де необхідно забезпечити стабільну якість великої кількості виробів.

Отже, технологічний процес є визначальним фактором при виготовленні деталі «обойма», забезпечує відповідність виробу технічним вимогам, підвищує його якість і довговічність, а також сприяє економії ресурсів та підвищенню продуктивності.

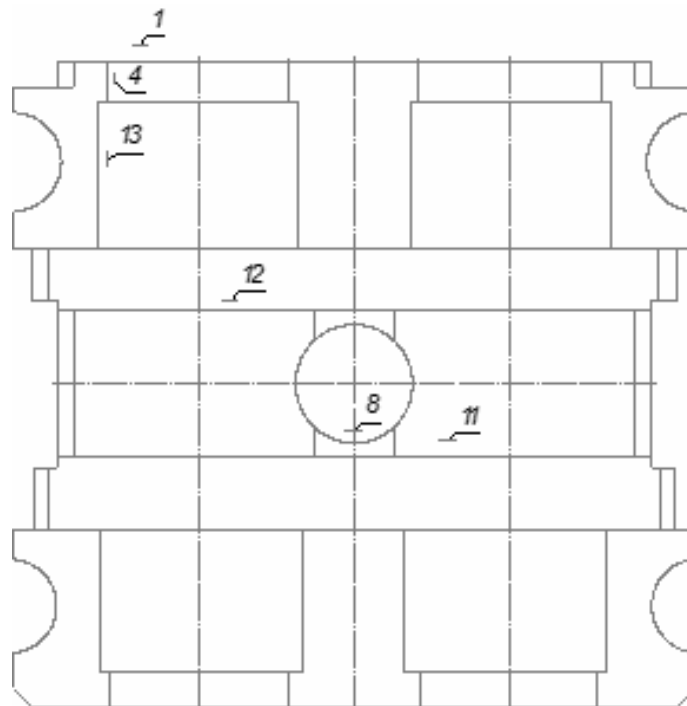
					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз
технічних умов на деталь

Під дією тиску робочої рідини в порожнині радіальної манжети елемент ущільнює по периферії зубчасте колесо з боку зони високого навантаження. Внутрішня частина деталі містить напівкруглі виточки для цапф, а також виїмки для встановлення шестерень. Окрім цього, передбачено два паралельні паза шириною 12 мм, які слугують для монтажу торцевих платиків.

У середній ділянці торця конструктивного елемента, паралельно осі насоса, виконані отвори. Вони необхідні для подачі робочої рідини до манжет, що розташовані в днищі корпусу та кришки, з метою створення осьового піджиму платиків до торців зубчастих коліс.



					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

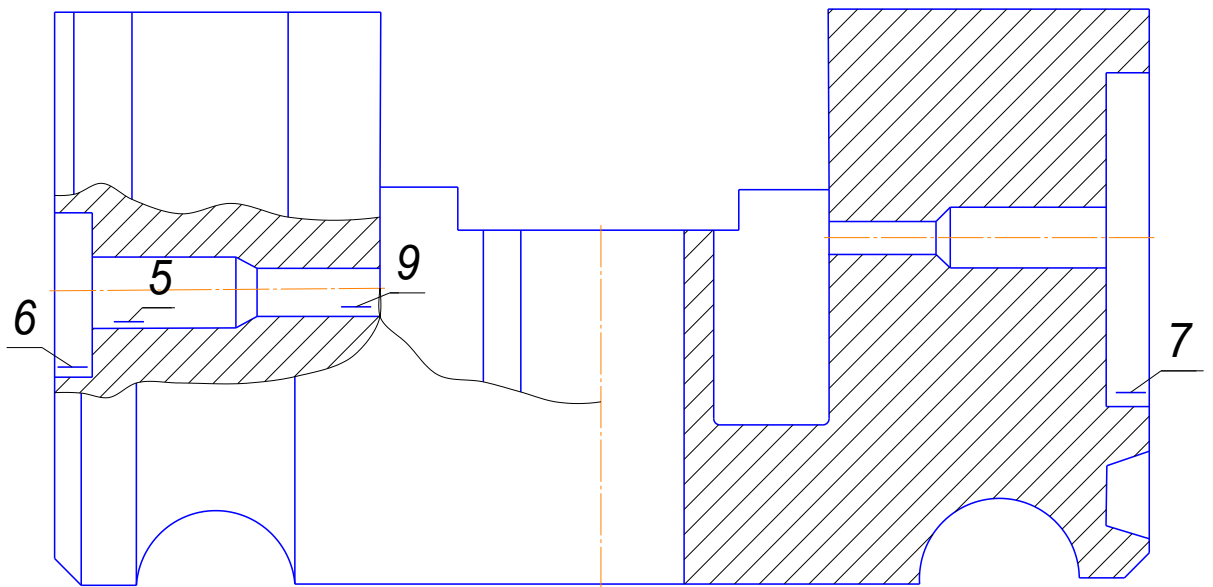


Рисунок 1.1. – Ескіз обойми з нумерацією поверхонь

Для виготовлення деталі застосовується алюмінієвий сплав АК5М7. У великосерійному виробництві найефективнішим способом отримання заготовок з алюмінію є лиття в кокіль [1]. Чавунний кокіль забезпечує високу зносостійкість і може витримати виготовлення тисяч або навіть десятків тисяч відливок із кольорових сплавів [2].

Таблиця 1.2 - Хімічний склад матеріалу деталі

Марка матеріалу	Зміст елементів, %			
	Mg	Si	Mn	Cu
AK5M7	0,3-0,6	4,5-6,0	-	6,0-8,0

Таблиця 1.2 - Механічні властивості матеріалу

Марка матеріалу	σ_B , МПа	δ , %	НВ
	Не менше		Не більше
AK5M7	170	0,5	85

1.2. Вибір методу одержання заготовки

Вибір оптимального методу отримання заготовки здійснюється на основі техніко-економічних показників. Оцінювання ефективності проводять шляхом визначення мінімального значення приведених витрат на виготовлення заготовки за відповідною формулою [2]:

$$S_{заг.} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_\epsilon \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000}, \quad (1.1)$$

У зв'язку з тим, що на кресленні не вказана вага деталі, визначаємо її масу згідно з формулою [2]:

$$M_{дет} = V \cdot \rho, \quad (1.2)$$

«Для знаходження об'єму деталі розбиваємо її на елементарні фігури, в нашому випадку це будуть циліндри. Отже загальний об'єм деталі буде розраховуватись за формулою »[1]:

$$M_{дет} = \sum_{i=1}^n V_i \cdot \rho, \quad (1.3)$$

$$V_{дет} = V_8 - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7),$$

$$V_{дет} = 707200 - (9600 + 1400 + 552000 + 21000 + 21000 + 12600) = 625040 \text{ мм}^3 = 625 \text{ см}^3.$$

$$M_{дет} = 625 \cdot 2,8 = 3837 \text{ г} = 1,75 \text{ кг}.$$

Маса заготовки при литті у пісчано-глинисті форми [2]:

$$M_3 = 1,75 \cdot 1,35 = 2,36 \text{ кг}.$$

Маса заготовки при литті в кокіль [2]:

$$M_3 = 1,75 \cdot 1,25 = 2,18 \text{ кг}.$$

$$C_i = 180 \text{ грн/т};$$

$$C_{відх} = 30 \text{ грн/т};$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_c = 1;$$

$$k_g = 0,91;$$

$$k_n = 0,77;$$

$$k_m = 1,1;$$

$$k_{\text{м}} = 1,22.$$

Витрати при литті в пісчано-глинисті форми;

$$S_{\text{заєл.}} = \left(\frac{180}{1000} \cdot 5,1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,22 \cdot 0,77 \right) - (2,36 - 1,75) \cdot \frac{30}{1000} = 0,863 \text{ грн.}$$

Витрати при литті в кокіль;

$$S_{\text{зає2.}} = \left(\frac{180}{1000} \cdot 4,78 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,22 \cdot 0,77 \right) - (2,18 - 1,75) \cdot \frac{30}{1000} = 0,780 \text{ грн.}$$

Розраховуємо економічний ефект [2]:

$$E = (S_1 - S_2) \cdot N, \quad (1.4)$$

$$E = (S_1 - S_2) \cdot N = (0,863 - 0,780) \cdot 20000 = 1660 \text{ грн.}$$

«Для цього типу виробництва оптимальним є метод лиття в кокіль, оскільки витрати на матеріал значно нижчі, що сприяє зменшенню собівартості деталі. Для точного зіставлення двох способів виготовлення заготовки визначаємо коефіцієнт використання матеріалу для кожного з них» [3]:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{M}{M_{\text{М}}} = \frac{1,75}{2,18} = 0,8, \quad (1.5)$$

1.3. Вибір методу обробки поверхонь

Сучасна теорія технології машинобудування розглядає створення ефективного технологічного процесу як цілеспрямований пошук, що

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховує конструктивні, функціональні, економічні аспекти, а також особливості керування та організації виробництва. Одним із ключових факторів, що впливають на процес обробки, є вибір оптимального маршруту обробки деталі. Вибір базується на вимогах до точності та шорсткості оброблюваних поверхонь, а також точності вихідної заготовки.

«Визначення маршруту обробки здійснюється з урахуванням закону копіювання похибок, що дозволяє обирати найбільш раціональні методи механічної обробки. При цьому враховуються типові технологічні маршрути та таблиці економічної точності, що дає змогу досягти оптимального балансу між якістю, витратами та продуктивністю виробництва» [2].

Загальне уточнення [1]:

$$\varepsilon = \frac{T_z}{T_d}, \quad (1.6)$$

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

$$n = \frac{\lg \varepsilon}{0,46}. \quad (1.7)$$

Всі розрахункові дані зведемо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Вибір методу обробки поверхонь

Позначення поверхні	Допуск на поверхню по кресленню, мм	Шорсткість поверхні, мкм	Допуск на заготовку по поверхні, мм	Загальне уточнення	Маршрути обробки деталі	
					Номер маршруту	Зміст маршруту
1	2	3	4	5	6	7
1	0,04	Ra2,5	1,2	30	1	1. Фрезерувати попередньо 2. Фрезерувати кінцево

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

					2	1. Фрезерувати начорно 2.Фрезерувати напівчисто 3.Фрезерувати начисто
2	0,05	Ra12,6	1	20	1	1. Точіння чорнове
3	-	Ra12,6	-	-	-	1. Точіння чорнове

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7
4	0,05	Ra1,6	0,7	14	1	1.Зенкерувати начорно 2.Зенкерувати начисто 3. Розточити начорно 4. Розточити начисто
					2	1.Сверлити 2.Розсверлити 3.Зенкерування чорнове 4.Зенкерування чистове 5.Розвертування точне
5	0,36	Ra12,6	-	-	1	1.Свердлити
6	0,052	Ra2,5	-	-	1	1. Зенкерувати 2. Розвернути
7	0,052	Ra2,5	-	-	1	1. Зенкерувати 2. Розточити
8	0,52	Ra12,6	-	-	1	1.Свердлити 2. Розсвердлити
9	0.36	Ra12.6	-	-	1	1.Свердлити

Арк.

016Б-25.00.00.00.000 ПЗ

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

10	0,74	Ra12,6	-	-	1	1.Розрізати
11	0,62	Ra1,25	-	-	1	1. Фрезерувати 2.Розточити попередньо 3. Розточити кінцево
12	1	Ra2,5	-	-	1	1.Фрезерувати. 2. Фрезерувати.
13	0,62	Ra12,6	0,7	1,13	1	1.Розточити. 2.Розточити.

1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва є однією з ключових організаційно-технічних характеристик підприємства. Він визначається такими факторами, як ступінь спеціалізації робочих місць, асортимент виготовлюваної продукції та метод організації її переміщення між окремими технологічними операціями. Рівень спеціалізації робочого місця характеризується коефіцієнтом закріплення операцій — показником, що відображає кількість різних операцій, які виконуються на даному робочому місці протягом місяця.

Коефіцієнт розраховується за відповідною формулою [3]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (1.8)$$

Робочі місця визначаємо за формулою [3]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1.9)$$

$$T_{шт.к.} = T_0 \cdot \varphi, \quad (1.10)$$

						016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Визначаємо основний технологічний час і штучно-кулькуляційний час, використовуючи формули [2].

005 Токарно-гвинторізна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,11xв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,184xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,294xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,357xв.$$

010 Вертикально фрезерно-свердлильна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,28xв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,025xв,$$

$$T_{03} = 0,00356 \cdot l = 0,011xв,$$

$$T_{04} = 0,0053 \cdot l = 0,12xв,$$

$$T_{05} = 0,0053 \cdot l = 0,036xв,$$

$$T_{06} = 0,0053 \cdot l = 0,078xв,$$

$$T_{07} = 0,0053 \cdot l = 0,016xв,$$

$$T_{08} = 0,0053 \cdot l = 0,058xв,$$

$$T_{09} = 0,0053 \cdot l = 0,13xв,$$

$$T_{010} = 0,0053 \cdot l = 0,24xв,$$

$$T_{011} = 0,0053 \cdot l = 0,066xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_0 = 10,06xв,$$
$$T_{ш-к} = 29,95xв.$$

015 Радіально-свердлильна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,28xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,28xв,$$
$$T_{ш-к} = 1,28xв.$$

020 Радіально-свердлильна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,29xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,29xв,$$
$$T_{ш-к} = 1,29xв.$$

025 Спеціально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 1,6xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 1,6xв,$$
$$T_{ш-к} = 2,73xв.$$

030 Горизонтально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,5xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,5xв,$$
$$T_{ш-к} = 1,61xв.$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

035 Вертикально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,6xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,6xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,71xв.$$

040 Алмазно-розточна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,16xв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,18xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,34xв,$$

$$T_{ш-к} = 2,8xв.$$

045 Алмазно-розточна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,31xв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,33xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,64xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,75xв.$$

050 Горизонтально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,6xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,6xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,702xв.$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

055 Токарно-гвинторізна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,9xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,9xв,$$

$$T_{шт-к} = 2,001xв.$$

060 Токарно-гвинторізна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,9xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,9xв,$$

$$T_{шт-к} = 2,001xв. \quad (1.11)$$

Знайдемо середній штучно-кулькуляційний час [3]:

$$T_{шт.к} = \frac{\sum T_{шт.к}}{n}, \quad (1.12)$$

$$T_{шт-к\text{сер}} = \frac{50,021}{12} = 4,18xв.$$

Вибираємо $\eta_{з.н} = 0,75$ та визначаємо розрахункову кількість обладнання[2]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (1.13)$$

$$m_{p005} = \frac{20000 \cdot 1,3}{60 \cdot 4059 \cdot 0,75} = 0,14;$$

Коефіцієнт завантаження обладнання [3]:

$$n_{з.ф} = \frac{m_p}{p} < n_{з.н}, \quad (1.14)$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{з.ф005} = \frac{0,14}{1} = 0,14$$

$$n_{з.ф005} = 0,14 < 0,75 - \text{ умова виконується [3].}$$

Операції, які виконуються на цьому обладнанні:

$$O = \frac{n_{з.н}}{n_{з.ф}} = 5,3 \quad (1.15)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,14} = 5,3, \text{ приймаємо } O=5.$$

На інші операції проводимо аналогічні розрахунки і результати заносимо в таблицю 1.4

Таблиця 1.4 – Значення штучно-калькуляційного часу та кількості верстатів

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$n_{з.ф}$	O
005	1,35	0,143	1	0,143	5
010	29,95	3,27	4	0,65	1
015	1,28	0,14	1	0,14	5
020	1,29	0,141	1	0,41	5
025	2,73	0,29	1	0,29	2
030	1,61	0,17	1	0,17	4
035	1,71	0,18	1	0,18	4
040	2,84	0,31	1	0,31	2
045	1,75	0,19	1	0,19	3
050	1,702	0,18	1	0,18	4
055	2,001	0,21	1	0,21	3
060	2,001	0,21	1	0,21	3

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

всього	50,021	5,43	15	3,083	51
--------	--------	------	----	-------	----

Звідси, визначаємо коефіцієнт закріплення операцій [3]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{50,021}{15} = 3,4;$$

Оскільки $K_{з.о.} \geq 1$, то виробництво великосерійне.

Визначаємо організаційну форму виробництва.

Добовий випуск виробів [3]:

$$N_c = \frac{N}{254} = \frac{20000}{254} = 78шт; \quad (1.16)$$

Добова продуктивність потокової лінії [3]:

$$Q = \frac{F_c}{T_{шт.сер}} \cdot \eta_{з.ф.сер} = \frac{952}{4,16} \cdot 0,25 = 57шт; \quad (1.17)$$

$Q_c \cdot 0,6 = 57 \cdot 0,6 = 34 < N_c = 78$, отже форма організації виробництва потокова. Такт випуску виробів:

$$t_s = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4059}{20000} = 12,1хв, \quad (1.18)$$

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь працює в умовах тертя, проте не зазнає значних навантажень. Обробку поверхонь можна виконувати прохідними різцями. Більшість отворів є наскрізними, за винятком кількох, які мають обмежену глибину. Інструмент має вільний доступ до всіх оброблюваних зон. Достатня жорсткість конструкції

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дає змогу застосовувати підвищені режими різання.

Коефіцієнт використання матеріалу [4]:

$$K_{BM} = \frac{M}{M_M}, \quad (2.1)$$

$$K_{BM} = \frac{1,75}{2,752} = 0,6359.$$

2.2. Вибір технологічних баз

Для забезпечення необхідних технічних вимог до деталі використовують раціональну схему базування під час її механічної обробки. Обрана схема базування заготовки на верстатах має гарантувати достатню жорсткість її встановлення, точну орієнтацію у пристрої та надійне закріплення. Процес вибору технологічних баз починається з чорнових баз, які визначаються на першій операції технологічного процесу.

«Основною метою чорнової бази є формування чистових технологічних баз для наступних етапів обробки. Під час вибору чорнової технологічної бази слід орієнтуватися на досягнення рівномірного зняття припуску, особливо з найбільш критичних і точних поверхонь деталі »[4].

Прийняті схеми базування наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Технологічні бази

№ Операції	Направляюча	Установча	Опорна
005,015,020,025	Вісь II	Торець	Вісь I
010	Вісь I	Торець	Подвійна опорна Зовнішня циліндрична
030,035,0040,045,050	Вісь I	Внутрішні циліндричні	Торець

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

Для прикладу детально визначимо припуски на поверхню $\varnothing 40_{+0,016}^{+0,066}$ – розрахунково-аналітичним методом [5].

Просторові відхилення для заготовки даного [5]:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} . \quad (2.2)$$

Короблення отвору треба розглядати як в діаметральному, так і в осьовому перерізі [5]:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_{\kappa d})^2 + (\Delta_{\kappa l})^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 40)^2 + (0,7 \cdot 40)^2} = 39,6 \text{ мкм} . \quad (2.3)$$

«Зміщення отвору в відливці відносно її зовнішньої поверхні визначається геометричною сумою відхилень у двох взаємно перпендикулярних площинах» [5]:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{\Gamma}}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{800}{2}\right)^2 + \left(\frac{800}{2}\right)^2} = \sqrt{400^2 + 400^2} = 565,7 \text{ мкм} . \quad (2.4)$$

$$\rho_3 = \sqrt{39,6^2 + 565,7^2} = 567 \text{ мкм} .$$

$$\rho_{зеккерування} = 0,005 \cdot 567,0 = 2,835 \text{ мкм} .$$

$$\rho_{розточування} = 0,002 \cdot 567,0 = 1,134 \text{ мкм} .$$

Погрішність встановлення [5]:

$$\varepsilon_{\delta} = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2} \quad (2.5)$$

$$\varepsilon_B=0; \varepsilon_{пр}=0,25; \varepsilon_3=0,11;$$

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

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

$$\varepsilon_{в.розточ.} = 0,05 \cdot 13,65 = 0,6825 \text{ мкм} .$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 - Допуски на технологічні розміри

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 40^{+0,066}_{+0,016}$	Елементи припуску, мкм				Розрахований припуск $2z_{\min}$, мкм	Розрахований розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	567	-	-	37,15	700	36,45	37,15	-	-
Зенкерування чорнове	50	50	2,835	273	2274,8	39,426	390	39,04	39,43	2280	2590
Зенкерування чистове	30	40	2,835	13,65	227,9	39,65	250	39,4	39,65	220	360
Розточування чорнове	30	40	1,134	0,6825	205,8	39,86	160	39,70	39,86	210	300
Розточування чистове	20	25	1,134	-	202,3	40,066	50	40,01	40,06	200	310

$$2z_{\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right) \quad (2.6)$$

Мінімальний припуск під зенкерування:

Чорнове:

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

Чистове:

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

Мінімальний припуск під розточування:

Чорнове:

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

Чистове:

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

Мінімальні припуски:

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

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

Таблиця 2.3 – Припуски на обробку деталі

Номер поверхні	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск z_{\min} (мм)
1	2	3	4
1	Торцова	Фрезерувати попередньо	2
		Фрезерувати кінцево	0,5
2	Зовнішня циліндрична	Токарна, обточити деталь	1,5
3	Фаска	Токарна	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

Продовження таблиці 2.3

8	Отвір	Свердлити	6
		Розсвердлити	4,5
9	Отвір	Свердлити	3,35
10	Площина	Фрезерна	5

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

11	Внутрішня циліндрична	Фрезерна	4,5
		Розточити попередньо	0,8
		Розточити кінцево	0,2
12	Внутрішня циліндрична	Фрезерна	20,5
		Фрезерна	0,1
13	Внутрішня циліндрична	Розточити попередньо	1,5
		Розточити кінцево	1

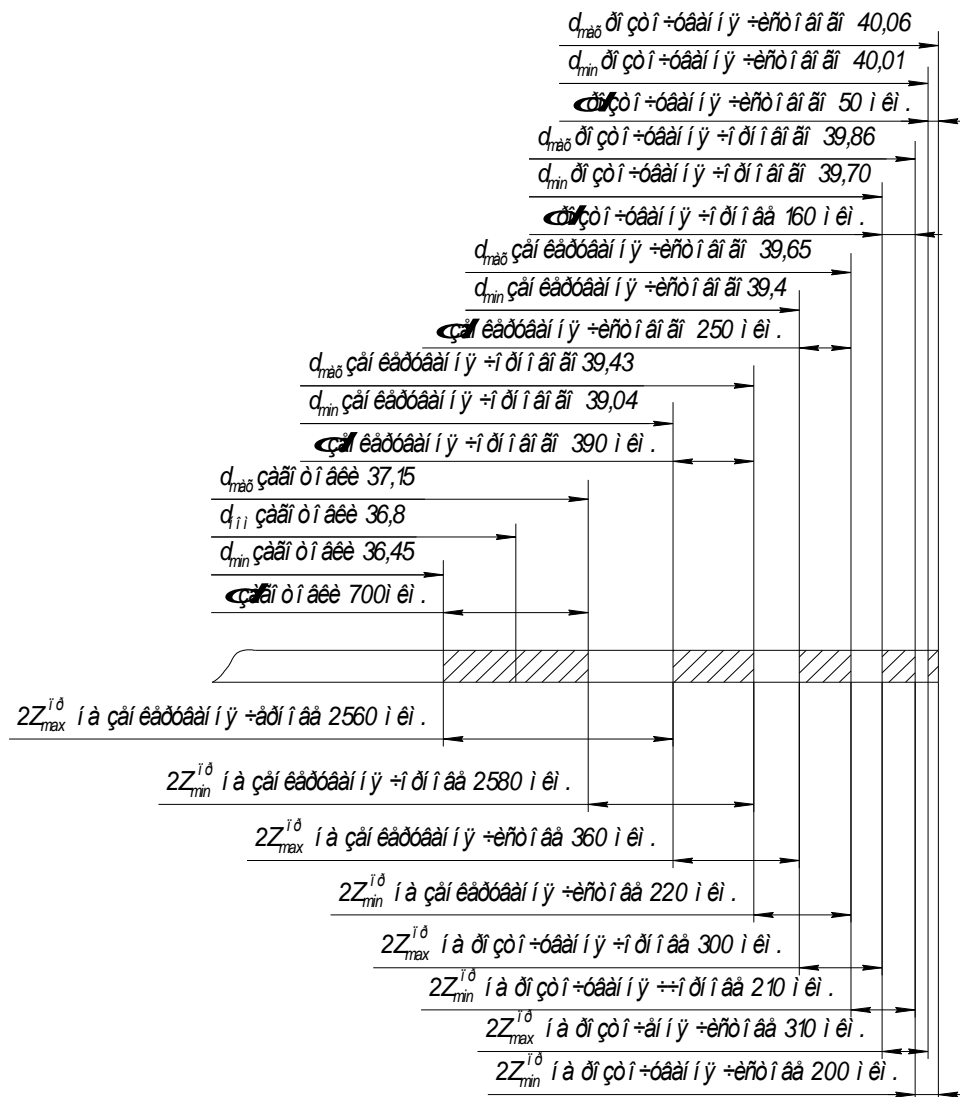


Рисунок 2.1 - Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку поверхні $\varnothing 40^{+0,066}_{+0,016}$.

2.4. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

Під час вибору параметрів режимів різання беруть до уваги такі чинники, як характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини, а також склад і стан заготовки. Додатково враховується технічний стан обладнання, що застосовується. Щодо глибини різання t : при чорновій обробці її зазвичай встановлюють максимальною, що відповідає всьому припуску на обробку або його значній частині. Також зважають на вимоги до точності розмірів і шорсткості отриманої поверхні. [3].

«Подача S : під час чорнової обробки її встановлюють на максимально допустимий рівень, враховуючи вимоги до шорсткості, міцність матеріалу та потужність привода верстата. Для чистової обробки подачу обирають з урахуванням необхідної точності та якості обробленої поверхні» [3].

Вихідні дані:

055 Токарно-гвинторізна

Токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616.

Розточити два отвори попередньо.

Шорсткість R_a 6,3

Ріжучий інструмент:

Різець 2142-4031

Геометрія ріжучого інструменту:

$\phi_1=10^\circ$; $\phi=90^\circ$; $\lambda=16^\circ$

Оброблюваний матеріал АК5М7 має твердість НВ 75...115

Швидкість різання розраховується за формулою [2]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (2.7)$$

$$v_p = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,1^{0,25}} \cdot (0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7) = 507,4 \text{ м/хв. } v_{np} = 500 \text{ м/хв.}$$

$$n_{np} = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 500}{3,14 \cdot 43} = 3703 \text{ хв}^{-1}. \quad (2.8)$$

Оскільки на цьому верстаті неможливо використовувати розраховані оберти, відповідно до його технічних характеристик приймаємо швидкість обертання $n = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

					0165-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо дійсну частоту різання [2]:

$$V_p = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{1000 \cdot 3,14 \cdot 43}{1000} = 135 \text{ мм/об} \quad (2.9)$$

Сила різання: $P_z = 10 C_{pt}^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 135^0 \cdot 0,89 = 97 \text{ Н}$.

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{97 \cdot 135}{1020 \cdot 60} = 0,2 \text{ кВт} \quad (2.10)$$

Основний час визначаємо за формулою [5]:

$$t_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} = \frac{90}{1000 \cdot 0,1} = 0,90 \text{ хв} \quad (2.11)$$

Таблиця 2.4 - Режими різання на операціях механічної обробки

Номер		t, мм	S, мм/об	V, м/хв	N, хв ⁻¹	L, мм	t _o , хв.
Операції	Переходу		S, мм/хв				
1	2	3	4	5	6	7	8
005	01	2,5	0,43	595	1250	145	0,27
	02	3,0	0,21	595	1250	3,0	0,024
010	01	3,0	710	334	1180	380	1,08
	02	0,5	850	400	1415	380	0,90
	03	4,5	0,72	34	310	70	0,88
	04	1,0	0,72	40	342	70	0,80
	05	0,7	0,20	270	2200	70	0,44
	06	0,7	0,11	310	2470	70	1,48
	07	5	0,095	150	4810	32	0,84
	08	4	0,041	104	1660	8,0	0,96
	19	17	0,083	71	560	8,0	0,68
	10	0,5	0,134	35	530	8,0	0,88
	11	3,5	0,083	154	7320	28	0,60
	12	1,0	0,015	490	3715	7,0	0,52

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

015	01	6	0,154	47	1256	55	0,28
020	01	4,6	0,261	52	794	60	0,29
025	01	3,5	315	494	500	250	0,80
	02	3,5	315	494	500	250	0,80
030	01	8,0	160	178	630	40	0,50
035	01	14	100	222	400	60	0,60

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
040	01	1,0	0,1	508	2000	34	0,17
	02	1,0	0,1	508	2000	34	0,17
045	01	0,2	0,05	500	2000	34	0,32
	02	0,2	0,05	500	2000	34	0,32
050	01	0,5	100	278	500	60	0,60
055	01	1,5	0,1	135	1000	90	0,90
	02	1,5	0,1	135	1000	90	0,90
060	01	1,0	0,1	140	1000	90	0,90
	02	1,0	0,1	140	1000	90	0,90

Виходячи з розрахунків потужностей різання вибираємо на кожну операцію верстат:

005 Токарно-гвинторізний 1К62;

010 Вертикально-фрезерний ГФ1798 з ЧПУ;

015 Радіально-свердлильний 2М55;

020 Радіально-свердлильний 2М55;

025 Спеціально-фрезерний ЕЗ-50;

030 Горизонтально-фрезерний ГФ1798 Н1;

035 Вертикально-фрезерний ГФ1489 Н1;

040 Алмазно-розточна ОС-2577;

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

045 Алмазно-розточна КК-130;

050 Горизонтально-фрезерний 6М82;

055 Токарно гвинторізний 1А616;

060 Токарно гвинторізний 1А616.

2.5. Нормування технологічного процесу

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу, хв [5]:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (2.12)$$

У серійному виробництві норми часу для обслуговування обладнання, а також перерв на відпочинок і особисті потреби встановлюються у вигляді суми, вираженої у відсотках від оперативного часу в хвиликах [5]:

$$t_{об.пер} = \frac{\alpha}{100} t_{о.п} \quad (2.13)$$

$$T_d = (0,075+0,481) \cdot 1,85 = 1,03 \text{ хв.} \quad t_{об.пер} = \frac{6}{100} \cdot 0,9 = 0,054 \text{ хв.}$$

$$(2.14) \quad T_{шт} = 0,9+1,03+0,054=1,984 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.5. – Результати технічного нормування операцій, хв

Номер операції	t _о	t _д	t _{об.пер}	t _{шт.}	t _{п.з}	t _{шт-к}
1	2	3	4	5	6	7
005	0,294	1,03	0,0176	1,34	0,017	1,357
010	10,06	3,76	0,8	26,86	0,09	29,95
015	0,28	0,98	0,0168	1,27	0,011	1,28
020	0,29	0,98	0,0174	1,28	0,011	1,29
025	1,6	1,02	0,096	2,716	0,017	2,733
030	0,5	1,03	0,035	1,565	0,046	1,611
035	0,6	1,03	0,042	1,672	0,046	1,718
040	0,34	1,03	0,02	1,39	0,046	2,846
045	0,64	1,03	0,038	1,708	0,046	1,754

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

050	0,6	1,02	0,036	1,656	0,046	1,702
055	0,9	1,03	0,054	1,984	0,017	2,001
060	0,9	1,03	0,054	1,984	0,017	2,001

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування технологічного оснащення

За рівнем спеціалізації пристосування поділяють на кілька типів. Спеціальні пристосування призначені для обробки конкретної деталі або групи схожих за конструкцією виробів. Універсально-налагоджувальні пристосування дають змогу працювати з деталями різних форм і розмірів, але потребують переналаштування – шляхом зміни окремих елементів, регулювання їхнього положення або додаткової підготовки. Універсальні пристосування використовуються для різноманітних деталей без потреби в будь-яких змінах чи налаштуваннях.

«За конструктивними особливостями пристосування поділяють на агрегатовані та неагрегатовані. Агрегатовані складаються з окремих стандартних модулів, що дозволяє їх універсальне застосування. Неагрегатовані, навпаки, розробляються під конкретні завдання та містять спеціалізовані компоненти» [6].

Технологічне оснащення зазвичай включає такі основні елементи: установчі, затискні, напрямні, а також ділильні й поворотні пристрої, механізовані приводи для реалізації необхідних переміщень. Точність і якість продукції значною мірою залежать від якості спеціальної технологічної оснастки, яка використовується у виробництві. Сучасне прецизійне обладнання дає змогу виготовляти великий асортимент оснастки практично будь-якої складності. Високий рівень проектування та виробництва такого оснащення гарантується професійним виконанням робіт кваліфікованими фахівцями в галузі інструментального виробництва.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми

Для забезпечення надійного кріплення нам необхідно обрати оснащення, яке гарантуватиме фіксацію деталі та забезпечить швидку її заміну. Оскільки випуск деталі є масовим, пристрій повинен бути автоматичним. Деталь має складну прямокутну форму і в основному буде оброблятися на фрезерних верстатах. Для надійної фіксації заготовки необхідно використовувати затискний пристрій із пневматичним приводом. Враховуючи специфічну форму деталі, необхідно розробити новий затискний механізм. З метою подальшого застосування цього пристрою для виготовлення інших деталей, він має бути модульним. Структурна схема та інші розрахунки пристрою представлені нижче.

3.1.2. Силовий розрахунок параметрів приводу

Вихідне зусилля Q на штоку силового приводу визначаємо за співвідношенням [6]:

$$W \cdot l_2 = Q \cdot l_1 \quad (3.1)$$

$$Q = \frac{W \cdot l_2}{l_1} = \frac{672,5 \cdot 111}{54} = 1382,4 \text{ Н.}$$

Для приводу двосторонньої дії, коли затиск деталі відбувається при висуванні штока, діаметр циліндра розраховуємо [3]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p_B \cdot \eta}}, \quad (3.2)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1382,4}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,8}} = 74 \text{ мм.}$$

У конструкції пристосування застосовують циліндр більшого діаметра, оскільки в заводській магістралі можливий тиск, нижчий за 0,4 МПа, що є мінімально необхідним для забезпечення надійного затискання деталі.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

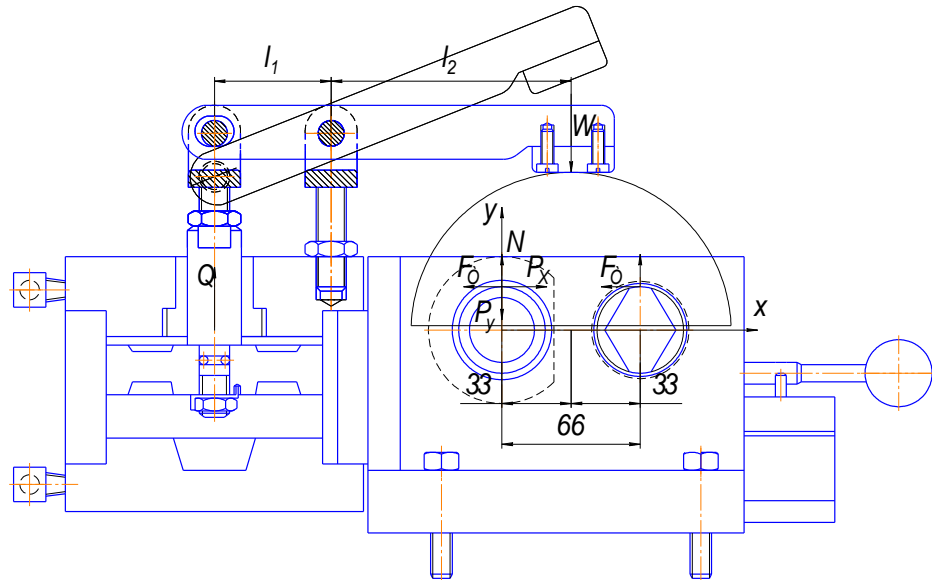


Рисунок 3.1 – Схема затиску деталі

3.1.3. Розрахунок на точність

Схема базування деталі, тобто її орієнтація за рахунок опорних точок у координатній системі верстата для виконання операції, формується на основі кількості й особливостей вимог до операції, а також принципу узгодження конструкторської та технологічної баз. Виконуємо розрахунок пристрою на точність. Для цього визначаємо точність пристрою за формулою [6]:

$$T_{np} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{\beta}^2 + \varepsilon_{in}^2 + \varepsilon_{верс.}^2 + \varepsilon_{np}^2 + \varepsilon_{вст}^2}, \quad (3.3)$$

$$T = \sqrt{0,032^2 + 0,11^2 + 0,02^2 + 0,07^2 + 0,25^2 + 0,05^2} = 0,289 \text{ мм.}$$

3.1.4. Загальний опис конструкції, принцип дії

Затискний пристрій застосовується на вертикально-фрезерному верстаті ГФ1798Н1 з ЧПК для виготовлення обойм. У корпусі (позиція 1) розміщені пальці 10, 11 та 12, які кріпляться за допомогою болтів. До корпусу болтами приєднується кронштейн (позиція 3), на якому закріплений пневмоциліндр. Пневмоциліндр складається з циліндра, до якого приєднана нижня кришка (позиція 7).

						016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Усередині циліндра розташований поршень (позиція 9) зі штоком (позиція 20). Верх циліндра закривається кришкою, яка фіксується болтами. Шток з'єднаний із вилкою (позиція 16), яка за допомогою осі (позиція 17) з'єднує шток із важелем (позиція 13). Під час повороту крана розподільника в положення затиску деталі повітря надходить через штуцер (позиція 47) у безштокову порожнину. У результаті поршень разом зі штоком переміщується вгору, змушуючи важіль (позиція 13) притискати деталь до пальців (позиції 10, 11 і 12). При переведенні крана розподільника в положення розтиску повітря подається через той самий штуцер (позиція 47) в штокову порожнину, а з безштокової порожнини воно видаляється. Це призводить до переміщення поршня зі штоком вниз, після чого важіль (позиція 13) підіймається вгору, звільняючи деталь.

3.2. Проектування контрольного пристрою

Контроль якості поверхонь відіграє важливу роль у сучасному машинобудуванні, особливо під час виготовлення взаємозамінних деталей. Пристосування для перевірки використовуються як на проміжних етапах обробки, так і під час фінального контролю, що дає змогу оцінити точність розмірів, взаємне розташування поверхонь та відповідність геометричній формі.

«У нашому випадку необхідний пристрій для перевірки допуску перпендикулярності поверхні Д щодо осей отвору $\varnothing 40+0,05$ у підтискній обоймі. Він має забезпечувати високу точність вимірювань і сприяти підвищенню продуктивності. Для максимальної уніфікації передбачається використання стандартних елементів, що дозволить застосовувати їх і в інших завданнях. Як контролюючий елемент обрано індикатор стрілочного типу, встановлений на універсальній стійці»[7].

3.2.1. Розрахунок на точність

Точність роботи пристосування залежить як від похибки базування, так і від точності використовуваного вимірювального приладу.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

Водночас у деталь вставляється контрольний елемент для перевірки паралельності встановлення. Вважаємо, що похибка еталона становить 0,005 мм, тоді похибка вимірювання складає, мм: $\varepsilon = 0,01 + 0,005 = 0,015$. Деталь вважається придатною, якщо показання індикатора не перевищують 0,02 мм.

3.2.2. Загальний опис конструкції, принцип дії

Контрольне пристосування призначене для перевірки дотримання допуску перпендикулярності поверхні D відносно осей отвору $\varnothing 20^{+0,05}$ в обоймі з величиною похибки, що не перевищує 0,05 мм. Конструкція пристосування включає плиту (поз. 2), до якої за допомогою гвинтів (поз. 22) та штифтів (поз. 23) кріпляться дві стійки (поз. 5 та поз. 10). У стійки запресовані опори (поз. 14), на які встановлюється деталь, що підлягає вимірюванню. Вал (поз. 6) монтується у стійки (поз. 5, 10) і оснащений рукояткою (поз. 17), яка дозволяє здійснювати обертання вала навколо його осі. На валу закріплено кронштейн (поз. 8), у якому на штифті (поз. 9) встановлено вимірювальний важіль (поз. 1). Положення важеля регулюється за допомогою гвинта (поз. 28), який закріплений у важелі. В середині отвору вала знаходиться штифт (поз. 15) зі встановленою пружиною (поз. 27). Індикатор (поз. 32) фіксується у втулці (поз. 4), яка закріплена за допомогою іншої втулки (поз. 18) і гвинта (поз. 19). Процес вимірювання виконується шляхом передачі зусилля через важіль (поз. 1) і штифт (поз. 15) безпосередньо на вимірювальний наконечник індикатора (поз. 32).

Знаходження допуску перпендикулярності поверхні D відносно вісей отвору $\varnothing 20^{+0,05}$ мм. Виконуються при переміщенні валу поз. 6 навколо своєї вісі в стійках поз. 5, поз. 10 з індикатором поз. 32. Наконечник індикатора впирається в штифт поз. 15, а штифт передає зусилля на плече важеля поз. 1. Друге плече важеля переміщається по поверхні D вимірюємої деталі перпендикулярно вісі отв. $\varnothing 40$ Н7 та стрілка індикатора поз. 32 вказує величину допуску перпендикулярності.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Розрахунок спеціального ріжучого інструменту

Геометричні параметри різця:

Передній кут: $\gamma = 20^\circ$

Задній кут: $\alpha = 15^\circ$

Кут загострення $\beta = 90^\circ - \gamma - \alpha = 90^\circ - 20^\circ - 15^\circ = 55^\circ$

Довжина задньої поверхні^{**}: $f = 0,2$ мм

Матеріал ріжучої частини обираємо із твердого сплаву Т15К6 відповідно до ГОСТ 19265-83^{**}. Технічні вимоги до різців із таким покриттям визначає ГОСТ 12509-85.

Визначення режимів різання:

1. Глибина різання:

$$t = (D - d) / 2 = 2,5 \text{ мм}^*$$

2. Подача:

$$S_0 = 0,4 \text{ мм/об}$$

3. Швидкість різання^{**} розраховуємо за формулою:

$$C_v = 37$$

$$y = 0,8$$

$$x = 0,15$$

$$m = 0,20$$

$$T = 60 \text{ хв. (стійкість інструмента)}$$

Загальний поправочний коефіцієнт: $K_{uv} = 1,0^*$

Коефіцієнт на матеріал ріжучої частини: $K_{lv} = 1,0^*$ (враховує стан заготовки). [4];

$K_{Tv} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує кількість одночасно працюючого інструменту [4];

$K_{Tc} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує кількість верстатів [4];

$K_{\phi v} = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані [4];

$K_r = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив параметрів різця на силу різання;

4. Частота обертання шпинделя:

5. Корекційна швидкість різання:

										Арк.
									016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6. Сила різання:

де $C_p=408$

$x=0,72$

$y=0,8$

$n=0$

- коефіцієнт, що враховує вплив якості обробляемого матеріалу на силові залежності.

$K_{\phi P}=0,89$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання [4].

$K_{\lambda P}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання [4].

$K_{\gamma P}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання [4].

$K_{r P}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання [4].

7. Потужність різання: Умова виконується. Визначаємо розміри державки:

1. В якості матеріалу для корпусу різця вибираємо вуглецеву Сталь 50 з $\sigma_B=420$ МПа і допустимим напруженням на згинання $\sigma_{i.d.}=250$ МПа. Глибина різання $t = 0,35$ мм, подача $S_0=0,4$ мм/об., виліт різця $l=30$ мм.

2. Головна складова сили різання [4]:

$P_z=843,8$ Н

3. Діаметр круглого перерізу корпусу різця:

Приймаємо найближчий найбільший переріз корпусу ($d=25$ мм).

4. Перевіряємо міцність і жорсткість корпусу різця:

де $f=0,05 \cdot 10^{-3}$ м ($\approx 0,1$ мм) – допустима стріла прогину різця при чорновому точінні;

$E=2 \cdot 10^5$ МПа $=2 \cdot 10^{11}$ Па – модуль пружності матеріалу корпусу різця [2];

Різець має достатню міцність та жорсткість, так як $P_z \text{ доп.} > P_z < P_z \text{ жорс.}$

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	016Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Уточнення типу виробництва

Степінь спеціалізації робочих місця характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, що виконується на даному робочому місці на протязі місяця. Коефіцієнт закріплення операцій визначає тип виробництва, та визначається за формулою [7]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (4.1)$$

Кількість робочих місць визначаємо за формулою [7]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (4.2)$$

$$T_{шт.к.} = T_0 \cdot \varphi,$$

Визначаємо основний технологічний час і штучно-кулькуляційний час, використовуючи формули [5].

005 Токарно-гвинторізна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,11хв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,184хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,294хв,$$

$$T_{шт-к} = 1,357хв.$$

010 Вертикально фрезерно-свердлильна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,28хв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,025хв,$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{03} = 0,00356 \cdot l = 0,011xв,$$

$$T_{04} = 0,0053 \cdot l = 0,12xв,$$

$$T_{05} = 0,0053 \cdot l = 0,036xв,$$

$$T_{06} = 0,0053 \cdot l = 0,078xв,$$

$$T_{07} = 0,0053 \cdot l = 0,016xв,$$

$$T_{08} = 0,0053 \cdot l = 0,058xв,$$

$$T_{09} = 0,0053 \cdot l = 0,13xв,$$

$$T_{010} = 0,0053 \cdot l = 0,24xв,$$

$$T_{011} = 0,0053 \cdot l = 0,066xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 10,06xв,$$

$$T_{ш-к} = 29,95xв.$$

015 Радіально-свердлильна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,28xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,28xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,28xв.$$

020 Радіально-свердлильна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,29xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,29xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,29xв.$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

025 Спеціально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 1,6xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 1,6xв,$$

$$T_{ш-к} = 2,73xв.$$

030 Горизонтально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,5xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,5xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,61xв.$$

035 Вертикально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,6xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,6xв,$$

$$T_{ш-к} = 1,71xв.$$

040 Алмазно-розточна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,16xв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,18xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,34xв,$$

$$T_{ш-к} = 2,8xв.$$

045 Алмазно-розточна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,31xв,$$

$$T_{02} = 0,0053 \cdot l = 0,33xв,$$

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,64xв,$$
$$T_{шт-к} = 1,75xв.$$

050 Горизонтально-фрезерна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,6xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,6xв,$$
$$T_{шт-к} = 1,702xв.$$

055 Токарно-гвинторізна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,9xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,9xв,$$
$$T_{шт-к} = 2,001xв.$$

060 Токарно-гвинторізна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,9xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_0 = 0,9xв,$$
$$T_{шт-к} = 2,001xв.$$

Знайдемо середній штучно-калькуляційний час [7]:

$$T_{шт.к} = \frac{\sum T_{шт.к}}{n}, \quad (4.3)$$

$$T_{шт-ксер} = \frac{50,021}{12} = 4,18xв.$$

$\eta_{з.н} = 0,75$.

Визначаємо кількість обладнання [7]:

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_{\delta} \cdot \eta_{з.н}}, \quad (4.4)$$

$$m_{p005} = \frac{20000 \cdot 1,3}{60 \cdot 4059 \cdot 0,75} = 0,14;$$

Визначаємо дійсний коефіцієнт завантаження [7]:

$$n_{з.ф} = \frac{m_p}{p} < n_{з.н}, \quad (4.5)$$

$$n_{з.ф005} = \frac{0,14}{1} = 0,14$$

$n_{з.ф005} = 0,14 < 0,75$ – умова виконується [7].

Кількість операцій розраховується:

$$O = \frac{n_{з.н}}{n_{з.ф}} = 5,3 \quad (4.6)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,14} = 5,3, \text{ приймаємо } O=5.$$

Результати заносимо в таблицю 1.4

Таблиця 4.1 – Значення штучно-калькуляційного часу та кількості верстатів

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	p	$n_{з.ф}$	O
005	1,35	0,143	1	0,143	5
010	29,95	3,27	4	0,65	1
015	1,28	0,14	1	0,14	5
020	1,29	0,141	1	0,41	5
025	2,73	0,29	1	0,29	2
030	1,61	0,17	1	0,17	4

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

035	1,71	0,18	1	0,18	4
040	2,84	0,31	1	0,31	2
045	1,75	0,19	1	0,19	3
050	1,702	0,18	1	0,18	4
055	2,001	0,21	1	0,21	3
060	2,001	0,21	1	0,21	3
всього	50,021	5,43	15	3,083	51

Звідси, визначаємо коефіцієнт закріплення операцій [7]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{50,021}{15} = 3,4; \quad (4.7)$$

Добовий випуск виробів [7]:

$$N_c = \frac{N}{254} = \frac{20000}{254} = 78шт; \quad (4.8)$$

Добова продуктивність потокової лінії [7]:

$$Q = \frac{F_c}{T_{шт.сер}} \cdot \eta_{з.ф.сер} = \frac{952}{4,16} \cdot 0,25 = 57шт; \quad (4.10)$$

$Q \cdot 0,6 = 57 \cdot 0,6 = 34 < N_c = 78$, отже форма організації виробництва Потокова.

Такт випуску виробів:

$$t_g = \frac{60 \cdot F_o}{N} = \frac{60 \cdot 4059}{20000} = 12,1хв,$$

4.2. Визначення кількості працівників на дільниці

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4	2М55	4,2x2,6	11,1	1
5	ЕЗ-50	2,9x1,8	5,3	1
6	ГФ1798Н1	2,2x1,9	4,2	1

Продовження таблиці 4.2

7	ГФ1798Н1	2,2x1,9	4,2	1
8	ОС-2577	1,9x2,5	4,8	1
9	КК-130	0,9x0,8	0,7	1
10	6М82	2,2x1,7	3,8	1
11	1А616	2,4x1,4	3,4	1
12	1А616	2,4x1,4	3,4	1

Виробнича площа складальної ділянки [7]:

$$F_{\text{вир.ск}} = (30\dots40)\% F_{\text{вир}} = 0,35 \cdot 1026 = 359 \text{ м}^2 \quad (4.15)$$

Площа слюсарної ділянки [7]:

$$F_{\text{сл.д}} = P_{\text{сл}} \cdot F_{\text{сл}} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ м}^2, \quad (4.16)$$

4.4. Розробка технічного планування ділянки

При плануванні ділянки обробного цеху враховуються технічні вимоги до обробки деталі, її конструктивні особливості, специфіка обробки, специфіка використовуваного обладнання відповідно до технологічного процесу обробки деталі. Тому для виконання планування розрізу використовується такий порядок.

Ідентифікація типу виробництва.

Розрахунок кількості обладнання.

Розрахунки допоміжних і виробничих площ.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

016Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Річний розрахунок трудомісткості.

Визначення транспортної системи цеху.

На аркуші робимо схему в масштабі 1:100. Дільниця має 15 верстатів: 3 токарних, 2 розточувальних, 2 свердлильних, 8 фрезерних. Таким чином вибирається сітка колон з шириною перерізу $L = 24$ м і кроком колон $t = 12$ м. [7].

4.5. Основні техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 4.3 - Техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників і одиниці вимірювань	Дільниця
1. Найменування виробу	Обойма піджимна
2. Річна програма випуску, т	20
3. Працездатність виготовлення, год	3,2
4. Кількість основного обладнання	15
5. Тип виробництва	Великосерійний
6. Кількість основних робітників	23
7. Виробничі площі, м ²	174
8. Середній коефіцієнт завантаження обладнання	4,18
9. Питома площа на один верстат, м ²	11
10. Річний випуск на один основний верстат, шт	1333

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Питома площа на одного основного робітника, м ²	11
--	----

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів. Заходи щодо поліпшення умов праці на дільниці

Загальні заходи з техніки безпеки включають:

- обов'язкове проведення інструктажу для всіх працівників щодо правил безпеки;
- регулярний контроль технічного стану обладнання, його профілактичний огляд і усунення несправностей;
- раціональне облаштування та оснащення робочих місць;
- наявність огорожень для всіх рухомих і обертових частин обладнання;
- ізоляцію та заземлення струмопровідних елементів;
- планування розташування обладнання з урахуванням безпечного пересування працівників і транспорту.

5.2. Електробезпека дільниці

Коли електричний струм проходить через організм людини, він чинить термічну, електролітичну та біологічну дію, що може спричинити як місцеві, так і загальні електротравми.

- Термічна дія призводить до опіків, перегріву кровоносних судин, нервів і тканин.
- Електролітична дія викликає розкладання крові та інших органічних рідин.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Біологічна дія проявляється у вигляді подразнення тканин, що може спричинити судоми.

Види електротравм

Місцеві ураження включають опіки, металізацію шкіри, механічні пошкодження та запалення оболонок очей.

Методи захисту від ураження електричним струмом

Щоб запобігти випадковому контакту зі струмоведучими частинами, необхідно використовувати такі засоби[10]:

- захисні огороження,
- знаки безпеки,
- попереджувальні плакати та написи,
- ізоляцію струмоведучих елементів,
- захисне відключення та блокування,
- заземлення або занулення.

5. 3. Захист від шуму і вібрації

Підвищені рівні вібрації та шуму на робочій ділянці зумовлені функціонуванням верстатів та електрифікованого інструменту. Виробничий шум негативно впливає на організм людини, знижує продуктивність праці та сприяє швидкій втомлюваності. Втома, викликана тривалим впливом шуму, підвищує ймовірність помилок у роботі та ризик виробничих травм. Тривале перебування в умовах сильного шуму може спричинити часткову втрату слуху, підвищення артеріального та внутрішньочерепного тиску. Для зменшення впливу шуму необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема навушники, шоломи та спеціальні вкладиші [11].

Вібрація не лише погіршує самопочуття працівника та знижує його працездатність, а й часто стає причиною розвитку серйозного професійного вібраційного захворювання.

Для зменшення вібрацій на виробництві застосовують такі методи:

- зниження вібрацій безпосередньо в місці їх виникнення,
- обмеження поширення вібрацій,

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній роботі бакалавра було розроблено технологічний процес механічної обробки деталі типу «Обойма». На початковому етапі було детально проаналізовано конструкторську документацію на виготовлення деталі. У процесі роботи з кресленням побудовано графі розмірних зв'язків у трьох координатних напрямках (X , Y , Z), що дозволило виявити неточності та неузгодженості в проектних розмірах. Такий підхід забезпечив критичну оцінку технологічності конструкції, що є важливим етапом при підготовці до серійного або одиничного виробництва. Аналіз дозволив виявити елементи, що ускладнюють обробку або потребують коригування з боку конструктора.

Оцінка технологічності форми деталі дала змогу встановити доцільний метод отримання заготовки, враховуючи не лише геометричні параметри, але й матеріал, жорсткість конструкції та кількість деталей у партії. Було прийнято обґрунтоване рішення щодо способу виготовлення заготовки, що забезпечує баланс між витратами на виробництво, точністю та подальшою оброблюваністю.

У подальшому етапі розробки було сформовано маршрут технологічної обробки з урахуванням обраної технологічної бази. Базування — один із ключових факторів, що впливає на точність обробки та стабільність параметрів готової продукції. Був проведений розмірний аналіз технологічного процесу з використанням методики побудови технологічних графів — інструмента, який дає змогу візуально простежити зв'язки між базовими та оброблюваними поверхнями, визначити критичні розміри й імовірні зони накопичення похибок.

Для кожної операції обробки було підібрано раціональні режими різання відповідно до матеріалу деталі, характеристик інструменту та обладнання. Виконано розрахунки основних режимів — швидкості різання, подачі та глибини обробки, що в сукупності дозволило точно визначити тривалість обробки та норму часу. Ці дані лягли в основу заповнення операційних карт, які є складовою частиною технологічної документації і забезпечують уніфіковане ведення процесу на виробництві.

					0165-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрему увагу було приділено вибору обладнання. На основі аналізу конструкції деталі, розмірів, типу обробки та вимог до точності були підібрані оптимальні типи верстатів. Враховувалися такі параметри, як жорсткість, наявність ЧПК, можливість застосування пристосувань і рівень автоматизації. Таке поєднання факторів дозволяє забезпечити відповідність готової продукції вимогам нормативної документації при мінімальних виробничих витратах.

Суттєвим аспектом стало проектування установочно-затискного пристрою. Було не лише обрано тип конструкції, але й проведено її силовий розрахунок, що гарантує надійність фіксації заготовки в умовах механічної дії інструмента під час обробки. Надійне затискання є критичним для збереження точності при багаторазовому виготовленні деталей та для запобігання аварійним ситуаціям у виробничому процесі.

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

					016Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

