

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
ШКІВА ЯЕ.МЦ. 106.00.002-2**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

групи ІМ-41

Корсун Антон Віталійович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Самчук Людмила Михайлівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«__» _____ 2023 р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент

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

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Корсуну Антону Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки шківів ЛЕ.МЦ106.00.002-2

Керівник роботи: Самчук Людмила Михайлівна

затверджені наказом вищого навчального закладу від «28» грудня 2022 р. № 986/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «1» червня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі шківів ЛЕ.МЦ106.00.002-2, річна програма випуску 35000 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4

Проектування механічної дільниці. 5 Охорона праці. Висновки та пропозиції. Список

використаних джерел.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу: Креслення деталі та 3D модель – 1 лист (ф.А1), креслення заготовки – 1 лист (ф.А2), КН – 1 лист та спеціального ріжучого інструмента – 1 лист (ф.А1), креслення плану дільниці – 1 лист (ф.А1), складальне креслення верстатного пристрою - 1 лист (ф.А1), складальне 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 «2» лютого 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування теми</i>	5.03.2023р.	
2	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	10.03.2023р.	
3	<i>Загальна частина.</i>	11.03.2023 р.	
4	<i>Технологічна частина</i>	18.04.2023 р.	
5	<i>Конструкторська частина</i>	25.05.2023 р.	
6	<i>Проектування механічної ділянки</i>	25.05.2023 р.	
7	<i>Охорона праці</i>	27.05.2023 р.	
8	<i>Висновки та пропозиції</i>	1.06.2023р.	
9	<i>Формування списку використаних джерел</i>	1.06.2023р.	
10	<i>Формування додатків</i>	2.06.2023р.	
11	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	2.06.2023р.	
12	<i>Нормоконтроль</i>	2.06.2023р.	
13	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	2.06.2023р	
14	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	14.06.23р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Корсун А.В.)
(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Самчук Л.М.)
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Корсун А.В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки шківів ЛЕ.МЦ 106.00.002-2. Рукопис.

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

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

У роботі розроблено технологічний процес деталі валу-шестерні, проведено техніко-економічну оцінку заготовки, визначено тип та організаційну форму виробництва, визначено основний технологічний час і штучно-кулькуляційний час, визначено розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції, проведено аналіз технологічності конструкції деталі, вибрано матеріал, що має підвищену зносостійкість і високу твердість, визначено допуски на технологічні розміри і проведено розрахунок припусків.

За допомогою розмірного аналізу визначаємо розміри заготовки і розміри припусків для технологічних операцій, та зроблено висновок відносно якості запропонованого варіанту технологічного процесу. Проведено розрахунок режимів різання, вибір обладнання. Спроектоване технологічне оснащення, дозволяє: надійно базувати та закріплювати оброблювану деталь із збереженням її жорсткості в процесі обробки, підвищити продуктивність і полегшити умови праці за рахунок механізації пристосувань.

Спроектовано механічну дільницю, визначено розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції.

Ключові слова: деталь, твердотільна модель, карта налагодження, верстатний пристрій, ріжучий інструмент, дільниця, технологічний процес.

ABSTRACT

Korsun A.V. Design the site with the development of the technological process of mechanical processing of the pulley LE.MC 106.00.002-2. Manuscript .

Qualification work of the bachelor's OP " Applied Mechanics" specialty 131 Applied mechanics. Lutsk national technical university. Lutsk , 2023 .

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

In the work, the technological process of the gear shaft part was developed, a technical and economic assessment of the workpiece was carried out, the type and organizational form of production was determined, the main technological time and artificial circulation time were determined, the estimated amount of equipment needed to perform each operation was determined, an analysis of the manufacturability of the part design was carried out , a material with increased wear resistance and high hardness was selected, tolerances for technological dimensions were determined, and allowances were calculated.

With the help of dimensional analysis, we determine the dimensions of the workpiece and the dimensions of the allowances for technological operations, and a conclusion is made regarding the quality of the proposed variant of the technological process. Calculation of cutting modes, selection of equipment was carried out. The designed technological equipment allows: to reliably base and fix the processed part while maintaining its rigidity in the processing process, to increase productivity and ease working conditions due to the mechanization of devices.

The mechanical department was designed, and the estimated amount of equipment needed to perform each operation was determined.

Keywords: part, solid model, debugging map, machine tool, cutting tool, section, technological process.

ЗМІСТ

	ст
Вступ.....	7
1 Розділ 1. Загальна частина	8
1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь.....	8
1.2 Вибір методу одержання заготовки.....	9
1.3 Вибір методу обробки поверхонь.....	10
1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва.....	12
2 Розділ 2. Технологічна частина.....	18
2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
2.2 Вибір технологічних баз.....	18
2.3 Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків.....	19
2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу.....	20
2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання.....	27
2.6 Нормування технологічного процесу.....	32
3 Розділ 3. Конструкторська частина.....	35
3.1 Проектування технологічного оснащення.....	35
3.1.2 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми.....	35
3.1.3 Силевий розрахунок параметрів приводу.....	36
3.1.4 Розрахунок на точність.....	37
3.1.5 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	38
3.2 Проектування контрольного пристрою.....	38
3.2.1 Розрахунок на точність.....	38
3.2.2 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	39
3.3 Розрахунок спеціального різучого інструменту.....	40
4 Розділ 4. Проектування механічної дільниці.....	43
4.1 Уточнення типу виробництва.....	43

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

4.2	Визначення кількості працівників на ділянці.....	45
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.....	54
	Список використаних джерел.....	55
	Додатки.....	56

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Машинобудування займає одне із провідних місць у народному господарстві нашої країни. Для забезпечення безперебійної роботи і максимального використання металообробних верстатів і автоматичних ліній, велике значення мають високоякісний монтаж, кваліфікований догляд і обслуговування, а також правильна організація та технологія ремонту. Тому необхідно шукати передові методи ремонту обладнання, використовувати прогресивні процеси виготовлення нових і відновлення зношених деталей.

Необхідність технічного обслуговування та ремонту пов'язані зі спрацюванням деталей, спряжень, що спричиняє поступове зниження точності робіт та якості виготовлюваної продукції. Тому перед ремонтними службами ставиться завдання – своєчасно відновлювати працездатність машин та агрегатів, складальних одиниць, окремих спряжень. Це можливо за умови використання сучасних технологій, прийомів та методів організації виробничого процесу, обладнання та матеріалів.

В сучасних умовах на машинобудівних підприємствах проектується і впроваджується в дію безлюдна технологія виготовлення продукції, що підвищує роль технологічного обладнання в економіці підприємства.

Однак підприємства оснащені самим найкращим і сучасним обладнанням не можуть гарантувати якість роботи, надійність та довговічність без технічного обслуговування та ремонту. В процесі експлуатації обладнання спрацьовується, що викликає різного роду помилки. Для продовження експлуатаційного періоду на підприємствах організуються ремонтні бази та їх підрозділи, які направляють зусилля на продовження терміну експлуатації обладнання.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛІ

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

Деталь «Шків» - це фрикційне колесо з ободом або канавкою по колу, що передає рух приводному пасу або канату. Використовується як одна з основних частин пасової передачі. Деталь виготовляється із сірого чавуну СЧ 15 ГОСТ 1412-85. Хімічні і механічні властивості в таблицях.

Таблиця 1.1. – Хімічний склад сірого чавуну СЧ 15 ГОСТ 1412-85

Хімічний елемент	%
Вуглець (С)	3,5-3,7
Кремній (Si)	2,0-2,4
Марганець (Mn)	0,5-0,8
Фосфор (P)	не більше 0,2
Сірка (S)	не більше 0,15

Таблиця 1.2. - Механічні властивості сірого чавуну СЧ 15 ГОСТ 1412-85 при T=20°C

Структура металічної основи	Межа міцності, σ_s , МПа	Твердість, НВ
Ферит	150	210

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.2. Вибір методу одержання заготовки

Для виготовлення деталі використовується сірий чавун СЧ 15 ГОСТ 1412-85. Виходячи з цього, ливарні властивості СЧ 15 високі, тому будемо використовувати лиття. Доцільність застосування того чи іншого методу отримання заготовки оцінюють за техніко-економічними показниками. «Оцінку здійснюють по мінімальній величині приведених витрат на виготовлення заготовки згідно формули :

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

де C_i - базова вартість 1т заготовок, грн.;

K_T, K_c, K_e, K_m, K_n - коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок;

Q і q – маса заготовки і деталі, кг;

$S_{відх.}$ - ціна 1т відходів, грн.;

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

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

де V - елементарний об'єм деталі, $см^3$;

$\rho = 7,68$ г/см³ - питома густина матеріалу;

Отже загальний об'єм заготовки буде розраховуватись за формулою:

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

де V_i - елементарний об'єм, $см^3$;

ρ - 7,68 г/см³ - питома густина матеріалу;

$$V_{заг} = V_1 + V_2 - V_3 - V_4, \quad (1.4)$$

$$V_{дет} = 6514 + 266 - 4179 - 67 = 2034 см^3.$$

$$M_{дет} = 2034 \cdot 7,68 = 15621,12 г = 15,62 кг.$$

Маса деталі при литті у піщано-глинисті форми» [1]:

$$M_{заг} = 15,62 \cdot 1,25 = 19,53 кг.$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Маса заготовки при литті в кокіль:

$$M_{заг} = 15,62 \cdot 1,35 = 21,09_{кг}.$$

$$C_i = 360_{грн/т};$$

$$C_{сідх} = 24,8_{грн/т};$$

$$k_c = 0,7;$$

$$k_e = 0,84;$$

$$k_n = 0,52;$$

$$k_m = 1,1;$$

$$k_{м} = 0,12;$$

Витрати при литті в пісчано-глинясті форми;

$$S_{загл.} = \left(\frac{360}{1000} \cdot 19,53 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,84 \cdot 1,12 \cdot 0,52 \right) - (19,53 - 15,62) \cdot \frac{24,8}{1000} = 1,68_{грн};$$

Витрати при литті в кокіль;

$$S_{загл.} = \left(\frac{360}{1000} \cdot 21,09 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,84 \cdot 1,12 \cdot 0,52 \right) - (21,09 - 15,62) \cdot \frac{24,8}{1000} = 1,50_{грн};$$

По результатах розрахунків робимо висновок, що лиття в кокіль доцільніше використовувати, тому що величина приведених витрат менша.

Розраховуємо економічний ефект:

$$E = (S_1 - S_2) \cdot N, \quad (1.5)$$

де N – програма випуску;

$$E = (S_1 - S_2) \cdot N = (1,68 - 1,50) \cdot 35000 = 6300_{грн}.$$

1.3. Вибір методу обробки поверхонь

В деталі «Шків» є поверхні, до яких не висуваються високі вимоги, тому для них достатня лише чорнова стадія обробки. В деталі «Шків» є поверхні, до яких не висуваються високі вимоги, тому для них достатня лише чорнова стадія обробки.

Загальне уточнення:

$$\varepsilon = \frac{T_{з.}}{T_{д.}}, \quad (1.6)$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_z і T_d - допуски параметрів, що розглядаються відповідно для заготовки і деталі. Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів використовуємо формулу:

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

Всі розрахункові дані зведемо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3. – Вибір методу обробки поверхонь

№ поверхні	Розмір поверхні, квалітет точності	Допуск заготовки T_z , мкм	Допуск деталі, T_d , мкм	Уточнення	Кількість переходів, n	Метод обробки поверхні
1	2	3	4	5	6	7
1	↓28 0h11	800	320	2,5	1	1. Підрізати торець $\varepsilon=2,5$.
2	↓70 h9	760	304	2,5	1	1. Підрізати торець $\varepsilon=2,5$.
3	↓45 H7	125	25	5	2	1. Розточити отвір начорно $\varepsilon=4,0$. 2. Розточити отвір начисто $\varepsilon=1,0$.
4	105h 9	435	87	2,5	1	1. Точити поверхню $\varepsilon=2,5$.
5	↓14 H9	84	21	4	1	1. Довбати шпонпаз $\varepsilon=4,0$.

1.4. Аналіз виробничої програми, визначення типу та організаційної форми виробництва

В умовах ринкової економіки річна програма випуску виробу може бути представлена такою формулою:

$$N_{зан.} = N_{вип.} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\gamma}{100}\right), \quad (1.8)$$

де $\alpha = 3 \dots 5$ - відсоток дефекту;

$\beta = 2 \dots 10$ - відсоток незавершеного виробництва;

$\gamma = 2 \dots 10$ - відсоток запасних частин;

$N_{вип.} = 35000$ шт.

$$N_{зан.} = 35000 \times \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{5}{100} + \frac{5}{100}\right) = 39000 \text{шт.}$$

Для визначення організаційної форми виробництва необхідно зіставити середню норму часу $T_{шт.-к.сер.}$ з розрахунковим тактом випуску T_B :

$$K_6 = \frac{T_{шт.-к.сер.}}{T_B}, \quad (1.9)$$

Штучно-калькуляційний час:

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

де φ_k - поправочний коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і методу обробки поверхні [1,2].

005 Токарно-гвинторізна (І встановлення)

1. Виставити деталь в патроні і підрізати торець:

$$T_o = 0,037 \times (D^2 - d^2) \times 10^{-3} = 0,034 \times (280^2 - 224^2) \times 10^{-3} = 1,04 \text{хв.}$$

2. Підрізати торець:

$$T_o = 0,037 \times (D^2 - d^2) \times 10^{-3} = 0,034 \times (70^2 - 45^2) \times 10^{-3} = 0,1 \text{хв.}$$

3. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 45 \times 2 \times 10^{-3} = 0,015 \text{хв.}$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

4. Розточити отвір начорно:

$$T_o = 0,18 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,18 \times 70 \times 4 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ хв.}$$

5. Розточити отвір начисто:

$$T_o = 0,18 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,18 \times 70 \times 4 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ хв.}$$

6. Точити поверхню:

$$T_o = 0,18 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,18 \times 280 \times 105 \times 10^{-3} = 5,29 \text{ хв.}$$

7. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 280 \times 2 \times 10^{-3} = 0,1 \text{ хв.}$$

8. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 224 \times 4 \times 10^{-3} = 0,15 \text{ хв.}$$

$$T_{o\Sigma} = 0,1 + 0,015 + 0,05 + 0,05 + 5,29 + 0,1 + 0,15 = 5,76 \text{ хв.}$$

Токарно-гвинторізна (II встановлення)

1. Підрізати торець:

$$T_o = 0,037 \times (D^2 - d^2) \times 10^{-3} = 0,034 \times (280^2 - 224^2) \times 10^{-3} = 1,04 \text{ хв.}$$

2. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 224 \times 4 \times 10^{-3} = 0,15 \text{ хв.}$$

3. Підрізати торець:

$$T_o = 0,037 \times (D^2 - d^2) \times 10^{-3} = 0,034 \times (70^2 - 45^2) \times 10^{-3} = 0,1 \text{ хв.}$$

4. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 45 \times 2 \times 10^{-3} = 0,015 \text{ хв.}$$

5. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 70 \times 4 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ хв.}$$

6. Точити поверхню:

$$T_o = 0,18 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,18 \times 280 \times 105 \times 10^{-3} = 5,29 \text{ хв.}$$

7. Зняти технологічну фаску:

$$T_o = 0,17 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,17 \times 280 \times 2 \times 10^{-3} = 0,1 \text{ хв.}$$

$$T_{o\Sigma} = 1,04 + 0,15 + 0,1 + 0,015 + 0,05 + 5,29 + 0,1 = 6,75 \text{ хв.}$$

$$T_o\Sigma = 5,76 + 6,75 = 12,51 \text{ хв.}$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш-к.} = T_o \times \varphi_k = 12,51 \times 1,36 = 17,01 \text{ хв.}$$

010 Довбальна

1. Довбати шпонпаз:

$$T_o = 6 \times l \times 10^{-3} = 6 \times 14 \times 10^{-3} = 0,08 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш-к.} = T_o \times \varphi_k = 0,08 \times 1,36 = 0,1 \text{ хв.}$$

015 Токарно-гвинторізна:

1. Точити канавки попередньо:

$$T_{o_1} = 0,18 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,18 \times 280 \times 15 \times 10^{-3} = 0,76 \text{ хв.}$$

2. Точити пасові канавки згідно креслення:

$$T_{o_2} = 0,54 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,54 \times 280 \times 15 \times 10^{-3} = 2,27 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш-к.} = (T_{o_1} + T_{o_2}) \times \varphi_k = (0,76 + 2,27) \times 1,36 = 4,1 \text{ хв.}$$

2. Вибираємо нормативний коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{з.н.}$. Для масового і великосерійного виробництва 0,65-0,75. Вибираємо $\eta_{з.н.} = 0,75$.

3. Визначаємо розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к.}}{60 \cdot F_o \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1.11)$$

де N – річна програма випуску, шт.;

$T_{ш-к.}$ - штучно-калькуляційний час;

F_o - дійсний річний фонд роботи обладнання ($F_o = 1802$ год.);

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Заокруглюємо m_p в більшу сторону до цілого числа і отримуємо кількість робочих місць "Р".

005

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$m_p = \frac{35000 \times 17,01}{60 \times 1802 \times 0,75} = 7,3; P = 7.$$

010

$$m_p = \frac{35000 \times 0,1}{60 \times 1802 \times 0,75} = 0,04; P = 1.$$

015

$$m_p = \frac{35000 \times 4,1}{60 \times 1802 \times 0,75} = 1,77; P = 2.$$

4. Розраховуємо дійсний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m}{P}, \quad (1.12)$$

Якщо $\eta_{з.ф.} > \eta_{з.н.}$ то необхідно збільшувати “Р” до тих пір, поки ця умова не буде виконана.

005

$$\eta_{з.ф.} = \frac{7,3}{7} = 1,04;$$

010

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,04}{1} = 0,04;$$

015

$$\eta_{з.ф.} = \frac{1,77}{2} = 0,89;$$

2. Розраховуємо кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (1.13)$$

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

$$005 \quad O = \frac{0,75}{1,04} = 0,72;$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$010 \quad O = \frac{0,75}{0,04} = 18,75;$$

$$015 \quad O = \frac{0,75}{0,89} = 0,84;$$

6. Всі розрахунки усіх операцій зводимо в таблицю 1.4, сумуючи в кінці “О” і “Р”.

Таблиця 1.4. – Значення штучно-калькуляційного часу та кількості верстатів

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	Р	$\eta_{з.ф.}$	О
1	2	3	4	5	6
005	17,01	7,3	7	1,04	0,72
010	0,1	0,04	1	0,04	18,75
015	4,1	1,77	2	0,89	0,84

$$\sum O = 0,72 + 18,75 + 0,84 = 20,31;$$

$$\sum P = 7 + 1 + 2 = 10.$$

4. Розраховуємо коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{20,31}{10} = 2,03 \quad (1.14)$$

Оскільки $1 \leq K_{з.о.} = 2,03 \leq 10$, то приймаємо багатосерійний тип виробництва.

5. Визначаємо організаційну форму виробництва.

Визначаємо добовий випуск виробів:

$$N_c = \frac{N}{254}, \quad (1.15)$$

де N – програма випуску, шт.;

254 – кількість робочих днів у році.

$$N_c = \frac{35000}{254} = 138.$$

шт..

Визначаємо добову продуктивність поточної лінії:

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{шк-ср.}} \cdot \eta_{з.ф.ср.}, \quad (1.16)$$

де F_c - добовий фонд роботи обладнання (при 2-х змінній роботі $F_c=952$ хв.);

$T_{шк-ср.}$ - середній штучно-калькуляційний час всіх операцій;

$$T_{шк-ср.} = \frac{\sum T_{шт.к.і}}{n}, \quad (1.17)$$

де n – кількість операцій;

$$\eta_{з.ф.ср.} = \frac{\sum_{s=1}^n \eta_{з.ф.і.}}{n}, \quad (1.18)$$

$$\eta_{з.ф.} = \frac{7,3 + 0,04 + 1,77}{3} = 3,04;$$

$$T_{шк-ср.} = \frac{17,01 + 0,1 + 4,1}{3} = 7,07;$$

$$Q_c = \frac{952}{7,07} = 135 \text{ шт..}$$

Оскільки добовий випуск виробів більший добової продуктивності поточної лінії, то застосовується поточна форма організації виробництва.

$$\eta_{з.ф.} > Q_c \cdot 0,6 \cdot N_c, \quad (1.19)$$

$$138 > 135 \cdot 0,6 = 81,$$

Отже форма організації виробництва потокова. Якщо приймаємо поточну форму організації виробництва, то розраховуємо такт випуску виробів:

$$t_s = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (1.20)$$

де $F_d=1802$ год.; N - програма випуску. $t_s = \frac{60 \cdot 1802}{35000} = 3,09;$

Отже, приймаємо багатосерійний тип виробництва з потоковою формою його організації.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі

Кількісну оцінку проводимо по абсолютним і відносним показникам. В першу чергу, потрібно встановити показники базової деталі: коефіцієнт використання матеріалу, точність обробки, шорсткість поверхонь, трудомісткість виготовлення, технологічна собівартість. Всі заготовки, призначені для механічної обробки, виготовляються з припуском на розмір готової деталі (припуском на обробку).

Для шківів розрахунок ведуть по поверхні з найбільшим діаметром, або по поверхні до якої ставлять найвищі вимоги по точності та якості поверхні. Напуск на інших поверхнях, якщо це допускається глибиною різання, знімають при чорновій обробці за один робочий хід, більший напуск видаляють за два робочих хода: 60 – 70%, за перший та 30 – 40% за другий. Подальшу обробку шківа ведуть відповідно розрахованим граничним розмірам.

2.2. Вибір і обґрунтування технологічних баз

Маршрут виготовлення деталі будуємо на основі обраних маршрутів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва та схем базування. Від правильного вибору технологічних баз в значній мірі залежать: фактична точність виконання розмірів, які задані на кресленні; правильність взаємного положення поверхонь; ступінь складності та конструкція необхідних пристосувань, ріжучих та вимірювальних інструментів; продуктивність обробки.

В даному випадку обираємо для токарної обробки в якості чорнкової технологічної бази поверхню з найбільшим діаметром, яка має достатні розміри для базування та невеликий припуск порівняно з іншими поверхнями. Поверхню $\varnothing 280h11$ мм приймаємо в якості чорнкової технологічної бази на першій 005 токарній операції, та чистової для обробки отвору $\varnothing 45H7$ мм. Далі

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

для отримання найбільшої точності обробки, в якості чистової бази обираємо поверхню $\text{Ø}280\text{h}11$, яка буде служити базовою поверхнею для наступних технологічних операцій. При добванні встановлюємо деталь на поверхню $\text{Ø}280\text{h}11$ оброблену начисто на токарній операції і встановлюємо деталь в горизонтальному положенні. В якості чистової бази для цієї операції використовують лещата машинні, щоб при добванні шпоночного паза деталь була закріплена надійно.

Для останньої операції базовою поверхнею служить отвір $\text{Ø}45\text{H}7$, для чистової обробки таке закріплення деталі є дуже ефективним, а також ми використовуємо оправку шліцеву і жорсткий центр обертовий. Відомо, що базування на шліцевій оправці забезпечує надійність та міцність кріплення деталі, а також незмінність її положення в процесі обробки.

2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

Розрахунок припусків складається з визначення товщини шару матеріалу, що видаляється в процесі обробки заготовки. Виконуємо спрощений ескіз заготовки з припусками.

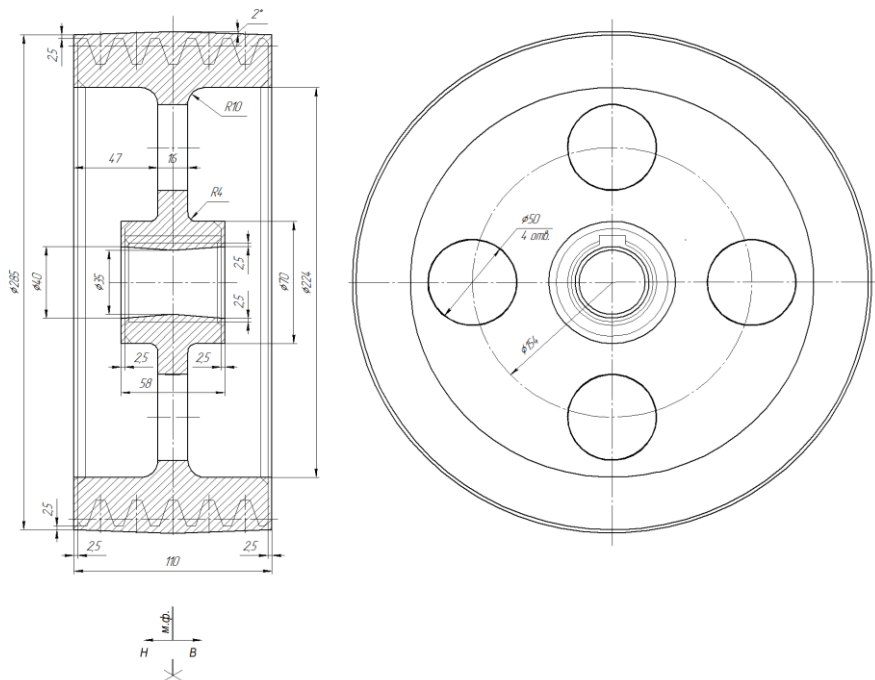


Рисунок 2.1 Ескіз заготовки з припусками

						044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

Розраховуємо припуски на обробку та заносимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1. – Розрахунок припусків на обробку

Назва поверхні, її розмір з допуском	Квалітет	Допуск, мм	Шорсткість, мкм	Маршрут обробки поверхні деталі	Квалітет	Шорсткість, мкм	Операційний припуск	Міжопераційний розмір
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зовнішня циліндрична поверхня Ø280h11	1	0 - 0,32	3,2	1.Заготовка II клас 2.То чіння	.об. 1	3,2	2x2, 5	Ø280 ⁰ -0,32

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Внутрішня циліндрична поверхня Ø45H7	7	+ 0,025 0	0,8	1.Заготовка 2.То чіння чорнове 3.То чіння чистове	.об. 9 7	1,6 0,8	2x2 2x0, 5	Ø40+ 1,5 Ø44 ^{+0,062} 0 Ø45 ^{+0,0,25} 0
Лінійний розмір 105h11	1	0 - 0,22	3,2	1.Заготовка 2.То чіння	.об. 1	3,2	2x2, 5	110± 2 105 ⁰ -0,22
Лінійний розмір 53h11	1	0 - 0,19	3,2	1.Заготовка 2.То чіння	.об. 1	3,2	2x2, 5	58±1, 5 53

2.4. Розмірний аналіз технологічного процесу

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

Розміри А по осьовому напрямку.

$$A_{01} = 285h9(_{-0,13}^0)мм;$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$A_{02} = 45,5h9(0_{-0,1})_{мм};$$

$$A_{03} = 22,5H7(0^{+0,021})_{мм};$$

$$A_{04} = 17,5H9(0^{+0,043})_{мм};$$

$$A_{05.1} = 282,5h9(0_{-0,13})_{мм};$$

$$A_{05.2} = 280h11(0_{-0,32})_{мм};$$

$$A_{05.3} = 21,5H9(0^{+0,052})_{мм};$$

$$A_{05.4} = 23H9(0^{+0,052})_{мм};$$

$$A_{10.1} = 26,5js9(0^{+0,026}_{-0,026})_{мм};$$

Розрахунок припусків по осьовому напрямку:

$$Z_{05.1}^H = A_{01} - A_{05.1} = 285 - 282,5 = 2,5_{мм};$$

$$Z_{05.1}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{05.1}^{\min} = 285 - 282,37 = 2,63_{мм};$$

$$Z_{05.1}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{05.1}^{\max} = 284,87 - 282,2 = 2,37_{мм};$$

$$Z_{05.2}^H = A_{01} - A_{05.2} = 285 - 280 = 5,0_{мм};$$

$$Z_{05.2}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{05.2}^{\min} = 285 - 279,68 = 5,32_{мм};$$

$$Z_{05.2}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{05.2}^{\max} = 284,87 - 280 = 4,87_{мм};$$

$$Z_{05.3}^H = A_{05.3} - A_{04} = 21,5 - 17,5 = 5_{мм};$$

$$Z_{05.3}^{\max} = A_{05.3}^{\max} - A_{04}^{\min} = 21,552 - 17,5 = 4,052_{мм};$$

$$Z_{05.3}^{\min} = A_{05.3}^{\min} - A_{04}^{\max} = 21,5 - 17,543 = 3,957_{мм};$$

$$Z_{05.5}^H = A_{05.4} - A_{05.3} - e = 23 - 21,5 - 0,5 = 1_{мм};$$

$$Z_{05.4}^{\max} = A_{05.4}^{\max} - A_{05.3}^{\min} - e = 23,052 - 21,5 - 0,5 = 1,052_{мм};$$

$$Z_{05.4}^{\min} = A_{05.4}^{\min} - A_{05.3}^{\max} - e = 23 - 21,552 - 0,5 = 0,948_{мм};$$

$$Z_{10.1}^H = A_{10.1} - A_{03} = 26,5 - 22,5 = 4_{мм};$$

$$Z_{10.1}^{\max} = A_{10.1}^{\max} - A_{03}^{\min} = 26,526 - 22,5 = 4,026_{мм};$$

$$Z_{10.1}^{\min} = A_{10.1}^{\min} - A_{03}^{\max} = 26,474 - 22,521 = 3,953_{мм};$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

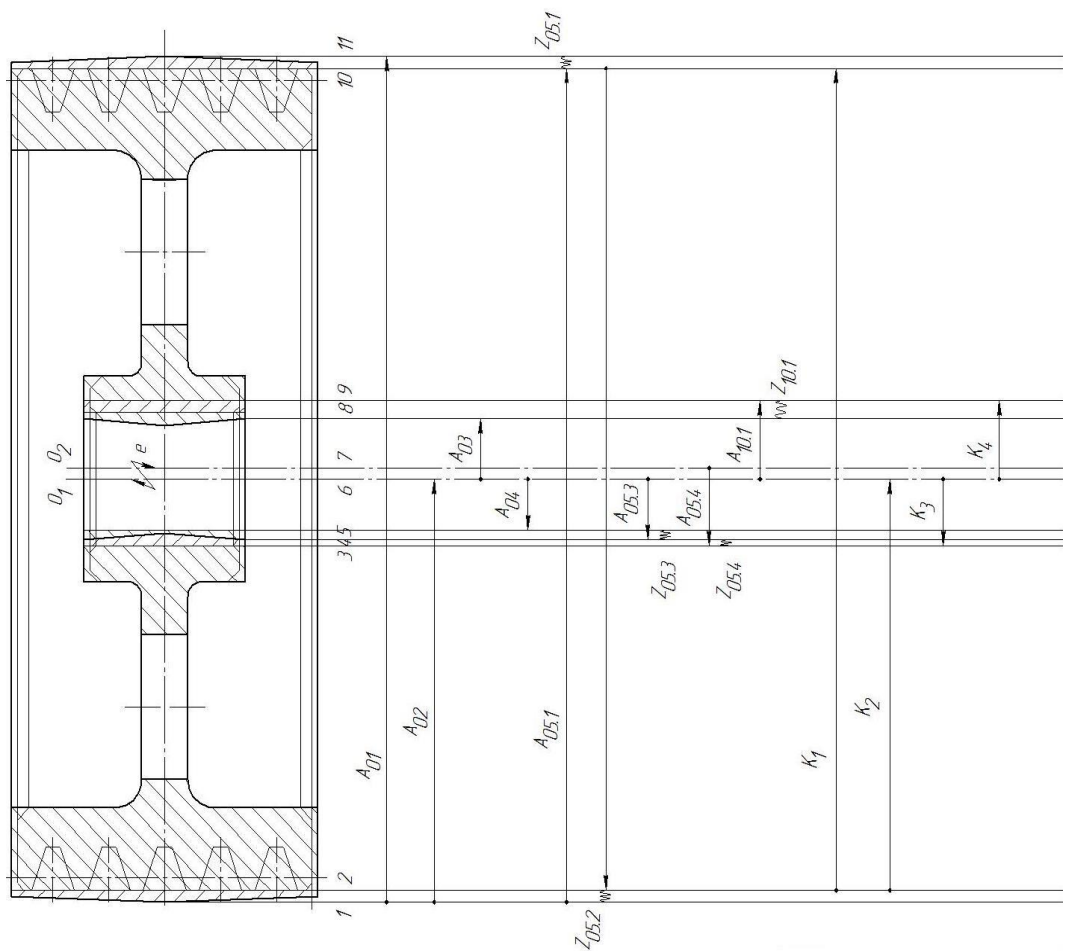


Рисунок 2.2 Розмірна схема лінійних розмірів в осьовому напрямку

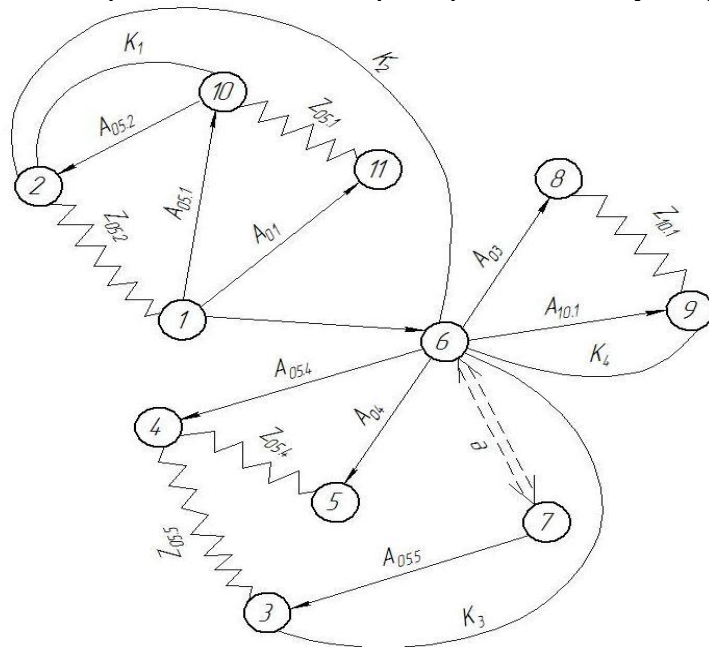


Рисунок 2.3 Граф-дерево комплексної схеми обробки в осьовому напрямку
Розміри А по радіальному напрямку

$$A_{01} = 110h9(C_{-0,087}^0) \text{ мм};$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

044Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

22

$$A_{02} = 20h9_{(-0,052)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{03} = 40h9_{(-0,062)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{04} = 80h9_{(-0,074)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{05} = 100h9_{(-0,087)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{05.1} = 107,5h_{(-0,087)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{05.2} = 105h9_{(-0,1)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{06} = 60h9_{(-0,074)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{15.1} = 5h9_{(-0,03)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{15.2} = 25h9_{(-0,052)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{15.3} = 45h9_{(-0,062)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{15.4} = 65h9_{(-0,074)}^0 \text{ мм};$$

$$A_{15.5} = 85h9_{(-0,087)}^0 \text{ мм};$$

Розрахунок припусків по осьовому напрямку:

$$Z_{05.1}^H = A_{01} - A_{05.1} = 110 - 107,5 = 2,5 \text{ мм};$$

$$Z_{05.1}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{05.1}^{\min} = 110 - 107,413 = 2,587 \text{ мм};$$

$$Z_{05.1}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{05.1}^{\max} = 109,913 - 107,5 = 2,413 \text{ мм};$$

$$Z_{05.2}^H = A_{05.1} - A_{05.2} = 107,5 - 105 = 2,5 \text{ мм};$$

$$Z_{05.2}^{\max} = A_{05.1}^{\max} - A_{05.2}^{\min} = 107,5 - 104,9 = 2,6 \text{ мм};$$

$$Z_{05.2}^{\min} = A_{05.1}^{\min} - A_{05.2}^{\max} = 107,413 - 105 = 2,413 \text{ мм};$$

$$Z_{15.1}^H = A_{02} - A_{15.1} = 20 - 5 = 15 \text{ мм};$$

$$Z_{15.1}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{15.1}^{\min} = 20 - 4,97 = 15,03 \text{ мм};$$

$$Z_{15.1}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{15.1}^{\max} = 19,948 - 5 = 14,948 \text{ мм};$$

$$Z_{15.2}^H = A_{03} - A_{15.2} = 40 - 25 = 15 \text{ мм};$$

$$Z_{15.2}^{\max} = A_{03}^{\max} - A_{15.2}^{\min} = 40 - 24,948 = 15,052 \text{ мм};$$

$$Z_{15.2}^{\min} = A_{03}^{\min} - A_{15.2}^{\max} = 39,938 - 25 = 14,938 \text{ мм};$$

$$Z_{15.3}^H = A_{06} - A_{15.3} = 60 - 45 = 15 \text{ мм};$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$Z_{15.3}^{\max} = A_{06}^{\max} - A_{15.3}^{\min} = 60 - 44,938 = 15,002 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.3}^{\min} = A_{06}^{\min} - A_{15.3}^{\max} = 59,926 - 45 = 14,926 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.4}^H = A_{04} - A_{15.4} = 80 - 65 = 15 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.4}^{\max} = A_{04}^{\max} - A_{15.4}^{\min} = 80 - 64,926 = 15,074 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.4}^{\min} = A_{04}^{\min} - A_{15.4}^{\max} = 79,926 - 65 = 14,926 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.5}^H = A_{05} - A_{15.5} = 100 - 85 = 15 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.5}^{\max} = A_{05}^{\max} - A_{15.5}^{\min} = 100 - 94,913 = 15,087 \text{ мм} ;$$

$$Z_{15.5}^{\min} = A_{05}^{\min} - A_{15.5}^{\max} = 99,913 - 85 = 14,913 \text{ мм} ;$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.5. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Аналітичним способом розраховуємо режими різання на операцію 005 Токарна, на чорнове розточування отвору. Розміри поверхні до обробки $d_1=40$ мм, після обробки $d_2=44$ мм. Операція виконується на токарно – гвинторізному верстаті мод. 16К20. Матеріал, що обробляється сірий чавун СЧ 15 ГОСТ 1412-85. Ріжучий інструмент – різець канавочний, матеріал ріжучої частини – пластина з твердого сплаву Т15К6 ГОСТ 9795-84 з головним кутом різця в плані $\varphi=95^\circ$; $\varphi_1=10^\circ$, геометричні параметри заточки вказані в розрахунках. Застосовуємо обробку з використанням мастильно – охолоджувальної рідини (МОР).

Розрахунок режимів різання:

- визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{(d_2 - d_1)}{2} \quad (2.1)$$

$$t = \frac{(44 - 40)}{2} = 2 \text{ мм}$$

- вибираємо подачу: для чорнового точіння чавуну різцем з твердого сплаву ВК6 приймаємо подачу $S=0,5 - 0,8$ мм/об. ([2], т. 12, с. 267);

- корегуємо подачу за паспортом верстата

$$S_0 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

- розраховуємо швидкість різання за емпіричними формулами:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (2.2)$$

де V_p – швидкість різання;

$x = 0,15$; $y = 0,4$; $m = 0,2$ – показники степеня;

$K_v = 0,83$ - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико – механічних властивостей оброблюваного матеріала на швидкість різання.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Усі величини вибрані згідно довідника ([2], т. 17, с. 270).

$$V_p = \frac{243}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,6^{0,4}} \times 0,83 = 97 \text{ м/хв.}$$

- розраховуємо число обертів шпинделя за формулою:

$$n_p = \frac{1000 \times V_p}{3,14 \times D}; \quad (2.3)$$

де v – швидкість різання, допустима різальними властивостями різця, м/хв.;

D – діаметр деталі, мм.

$$n_p = \frac{1000 \times 97}{3,14 \times 44} = 702 \text{ об/хв.}$$

- корегуємо число обертів за паспортом верстата:

$$n_\partial = 630 \text{ об/хв.}$$

- розраховуємо дійсну швидкість різання:

$$V_\partial = \frac{3,14 \times D \times n_\partial}{1000}, \quad (2.4)$$

де n_∂ – число обертів шпинделя за паспортом верстата;

D – діаметр деталі, мм.

$$V_\partial = \frac{3,14 \times 44 \times 630}{1000} = 87 \text{ м/хв.}$$

- визначаємо силу різання:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \quad (2.5)$$

де C_p - коефіцієнт сили різання при точінні, $C_p = 92$, ([2], т.22, с. 273);

x, y, n – показники степеня, $x=1,0$; $y=0,75$; $n=0$, ([2], т. 22, с. 273);

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання;

Розраховуємо поправочний коефіцієнт K_p за формулою:

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$K_p = K_{mp} \times K_{\phi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp},$$

(2.6)

де $K_{\phi p}$ - коефіцієнт, який враховує головний кут в плані різця,

$$K_{\phi p} = 0,89 \text{ ([2], т. 23, с. 273);}$$

$K_{\gamma p}$ - коефіцієнт, який враховує передній кут в плані різця,

$$K_{\gamma p} = 1 \text{ ([2], т. 23, с. 273);}$$

$K_{\lambda p}$ - коефіцієнт, який враховує кут похилу ріжучої кромки,

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ ([2], т. 23, с. 275);}$$

K_{rp} - коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця,

$$K_{rp} = 1 \text{ ([2], т. 23, с. 275);}$$

K_{mp} - коефіцієнт, який враховує матеріал заготовки ([2], т. 9, с. 264):

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (2.7)$$

де n - показник степеня, $n = 0,75$, ([2], т. 2, с. 262)

$$K_{mp} = \left(\frac{210}{190} \right)^{0,75} = 1,08$$

$$K_p = 1,08 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,96$$

$$P_z = 10 \times 92 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 87 \times 0,96 = 1840 \times 0,68 \times 1 \times 0,96 = 1201 \text{ H}$$

- розраховуємо потужність різання:

$$N_{\text{риз.}} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}, \quad (2.8)$$

$$N_{\text{риз.}} = \frac{1201 \times 87}{1020 \times 60} = 1,7 \text{ кВт}$$

Проводимо перевірку вибраного режиму різання за потужністю верстата:

- ефективна потужність верстата:

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$N_{ef} = N_{\delta} \times \eta, \quad (2.9)$$

де N_{δ} – потужність двигуна верстата, $N_{\delta}=10$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta=0,75$.

$$N_{ef} = 10 \times 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Оскільки $N_{ef} > N_{\delta}$ ($7,5 > 1,7$) обробка можлива.

- розраховуємо основний технологічний час:

$$T_o = \frac{l + l_1}{S \times n_{\delta}}, \quad (2.10)$$

де T_o – основний технологічний час, хв.;

l_1 – величина врізання і перебігу інструменту, мм;

l – довжина поверхні, $l=53$ мм;

$l_1 = 2,5$ мм, при $t = 2$ мм, $\varphi = 60^\circ$ ([2], дод.4, л.1, с. 373)

Таким чином:

$$T_o = \frac{53 + 2,5}{0,6 \times 630} = 0,15 \text{ хв.}$$

Режими різання на решту операцій заносимо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2. – Зведена таблиця режимів різання

Назва операції і її короткий зміст по переходах	t (мм)	D (мм)	L (мм)	Розрахункові			Прийняті			N _{різ} , кВт	T _о , хв..
				S (мм/об)	n (хв ⁻¹)	V _p (м/хв)	S (мм/об)	n (хв ⁻¹)	V _p (м/хв)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005 Токарна І.Встановити, закріпити зняти деталь 1.Підрізати торець 1 начорно.	2,5	285	143	1	50	53	1	50	49	1,63	0,17

Продовження таблиці 2.2

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.Підрізати торець 2 начорно.	2,5	80	40	0,6	318	57	0,6	315	55	1,43	0,05
3.Зняти фаску 4.	4	80	4	0,7	1261	64	0,6	1250	62	1,6	0,01
4.Точити поверхню 5 начорно.	2	40	55	0,6	702	97	0,6	630	87	1,7	0,15
5.Точити поверхню 5 начисто.	0,5	44	55	0,6	841	123	0,6	800	110	0,5	0,12
6.Точити поверхню 6 начорно.	2,5	285	60	1	72	63	1	63	60	2,1	1,05
7.Зняти фаску 7.	1	280	1	0,6	1258	67	0,6	1250	63	1,4	0,01
8. Зняти фаску 8.	3	220	3	0,6	1270	69	0,6	1250	65	1,5	0,02
II. Встановити,закріпити зняти деталь											
1.Підрізати торець 9.	2,5	285	143	1	50	53	1	50	49	1,63	0,17
2.Зняти фаску 10.	3	220	3	0,6	1270	69	0,6	1250	65	1,5	0,02
3.Підрізати торець 11.	2,5	80	40	0,6	318	57	0,6	315	55	1,43	0,05
4.Зняти фаску 12.	4	80	4	0,7	1261	64	0,6	1250	62	1,6	0,01
5.Зняти фаску 13.											
6.Точити поверхню 6 начорно.	2,5	285	60	1	72	63	1	63	60	2,1	1,05
7.Зняти фаску 14.	1	280	1	0,6	1258	67	0,6	1250	63	1,4	0,01
											$T_{o_1} = 2,89$
010 Довбальна				мм/	подв		мм/	подв			
1.Встановити,закріпити зняти деталь				подв.	хід/		подв.	хід/			
2.Довбати шпонпаз 15	6	-	53	хід.	хв..	16	хід.	хв..	15	3,2	3,2
				0,2	400		0,2	400			$T_{o_2} = 3,2$

Продовження таблиці 2.2

015 Токарна											
1.Встанови-											

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ						Арк.
											31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

ти, закріпити зняти деталь												
2. Точити канавки 16 попередньо.	4	280	16,5	0,4- 0,45	46,6	41	0,4	40	35,1	0,7	5,15	
3. Точити пасові канавки 16 згідно креслення.	14	280	17	0,1	79,6	70	0,1	80	70	1,3	10,63	
												T_{o_3} =15,78
												T_o =21,87

Виходячи з розрахунків потужностей різання вибираємо на кожну операцію верстат:

005, 015 Токарно-гвинторізний 16К20;

010 Довбальний 7Д30;

2.6. Нормування технологічного процесу

Визначення затрат робочого часу, необхідного для виконання виробничого завдання, зводиться до встановлення норм часу. Якщо норма часу встановлюється на технологічну операцію і відноситься до одиниці вимірювання об'єму роботи, то її називають нормою штучного часу. Норма часу розраховується на операцію 005 – Токарна

Визначення норми часу проводиться за формулою:

$$T_{шк.} = T_{ш.} + \frac{T_{п.з.}}{n}; \quad (2.11)$$

де $T_{шк.}$ – штучно – калькуляційний час, хв.;

$T_{п.з.}$ – підготовчо – заключний час, хв.;

$T_{ш.}$ – штучний час, хв.;

n – кількість деталей в партії.

1. Визначення основного часу:

$$T_{o_1} = 2,89 \text{ хв. (див. т. 3.1)}$$

2. Визначення допоміжного часу:

												Арк.
												32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	044Б-23.00.00.00.000 ПЗ							

$$T_{Д} = t_{уст} + t_{пер} + t_{пр} + t_{вим}, \text{ хв.} \quad (2.12)$$

де $T_{Д}$ – допоміжний час, хв.;

$t_{уст}$ – час на установку і зняття деталі, хв.;

$t_{пер}$ – час пов'язаний з переходом, хв.;

$t_{пр}$ – час на прийоми, що не ввійшли в комплекс, хв.;

$t_{вим}$ – час на вимірювання, хв.

$t_{уст} = 1,2$ хв. ([5], т. 70, с. 131);

$t_{пер} = 0,6$ хв. ([5], т. 71, с. 131);

$t_{пр} = 0,1 + 0,16 + 0,06 + 0,08 + 0,59 = 0,99$ хв.;

$t_{вим} = 0,2$ хв. ([5], т. 71, с. 132)

Отже:

$$T_{Д} = 1,2 + 0,6 + 0,99 + 0,9 = 2,99 \text{ хв.}$$

3. Визначення оперативного часу:

$$T_{оп.} = T_{о.} + T_{Д}, \text{ хв.} \quad (2.13)$$

де $T_{оп.}$ – оперативний час, хв.;

$T_{о.}$ – основний час, хв.;

$T_{Д}$ – допоміжний час, хв.

$$T_{оп.} = 2,89 + 2,99 = 5,88 \text{ хв.}$$

4. Штучний час $T_{ш}$, хв., розраховуємо за формулою:

$$T_{ш} = (T_{о.} + T_{Д}) \times [1 + (a_{обс} \times a_{вон}) / 100], \quad (2.14)$$

де $a_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця, визначаємо в % від $T_{оп.}$;

$a_{вон}$ - час на відпочинок, визначаємо в % від $T_{оп.}$;

$$T_{ш} = (2,89 + 2,99) \times (1 + 4 \times 4 / 100) = 6,82 \text{ хв.}$$

7. Штучно – калькуляційний час $T_{ш.к.}$, хв., розраховуємо за формулою:

$$T_{ш.к.} = T_{ш} + T_{п.з.} / n, \quad (2.15)$$

де n – кількість деталей в партії, шт.;

$$T_{ш.к.} = 6,82 + 12 / 35000 = 6,82 \text{ хв.}$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для інших операцій розрахунки заносимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 – Значення основного та допоміжних часів

№ операції	$T_0, хв$	$T_0, хв$				$T_{on}, хв$	$a_{обс}$		$a_{вон}$		$T_{ум}, хв$
		$t_{уст}, хв.$	$t_{пер}, хв$	$t_{пр}, хв.$	$t_{вим}, хв.$		%	ХВ	%	ХВ.	
		005	2,89	1,2	0,6		0,99	0,2	5,88		
010	3,2	0,8	0,3	0,5	0,3	5,1					5,92
015	15,78	1,9	0,7	1,2	0,2	19,78					22,94

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування технологічного оснащення

Для повного базування заготовок в пристрої необхідно створити 6-ть опорних точок, розміщених визначеним чином відповідно базових поверхонь заготовки, цим ми позбавляємо заготовку 6-ти ступенів свободи, що забезпечує її правильну орієнтацію в просторі і не рухомість. Оскільки деталь обертається разом з трьохкулачковим патроном позбавляється 5-ть ступенів вільності. Враховуючи геометричні параметри, заготовку вибираємо наступну схему базування (рис. 3.1).

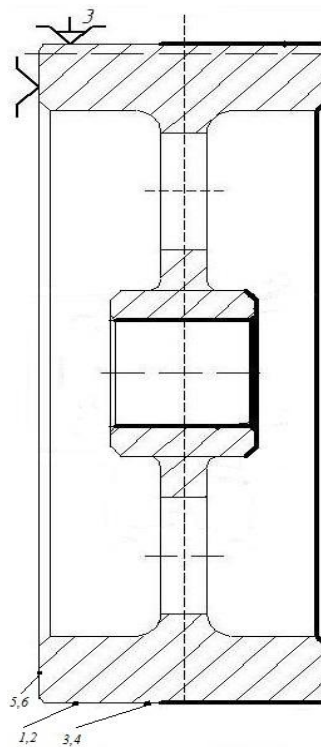


Рисунок 3.1 Ескіз закріплення деталі в патроні 1,2,3,4,5,6 – ступені вільності

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.1.2. Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми

Для надійного закріплення нам потрібно підібрати оснащення, яке буде надійно закріплювати деталь, та буде сприяти швидкій її заміні. Програма випуску деталі багатосерійна, тому пристрій повинен бути надійним. Оскільки деталь складне кругле тіло, і буде оброблятися в основному на такорних верстатах. Для надійного закріплення заготовки, нам потрібен затискний пристрій з пневмопатрон. Відповідно до простої форми деталі, патрон підійде з верстата 16К20 (пневматичний трьохкулачковий патрон). З метою використання цього пристрою в подальшому для виготовлення інших деталей, він повинен бути агрегатним. Структурна схема, та інші розрахунки пристрою наведені нижче.

3.1.3. Силовий розрахунок параметрів приводу

Сила P направлена в сторону від патрона і прагне витягнути заготовку з кулачків, розрахунок ведеться з умови дії сили P . В даному випадку необхідна сила затиску обчислюється за формулою:

$$W = \frac{k \cdot P}{3f_1} \quad (3.1)$$

де k - коефіцієнт запасу

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (3.2)$$

k_0 - гарантований коефіцієнт запасу $k_0=1,5$;

k_1 - враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності, при чорновій обробці $k_1 = 1,2$;

k_2 - характеризує збільшення сил різання в наслідок затуплення інструменту, При розточуванні $k_2 = 1$;

k_3 - враховує збільшення сил різання при перервному різанні $k_3 = 1,2$;

k_4 - характеризує постійність сили закріплення при використанні пневмоциліндрів односторонньої дії $k_4 = 1$;

k_5 - характеризує ергономіку ручних затискних механізмів $k_5=1$;

k_6 - враховуються при наявності моментів, що намагаються повернути заготовку навколо осі; при установці заготовки $k_6= 1$.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Отже, $k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16$.

P - сила різання;

f_1 - коефіцієнт тертя між контактуючими поверхнями заготовки та елементів пристосування $f_1 = 0,25$.

Тоді сила затиску :

$$W = \frac{2,16 \cdot 1599,74}{3 \cdot 0,25} = 4607,25H$$

3.1.4. Розрахунок на точність

Від точності виготовлення і установки на верстаті, зносостійкості установочних елементів і жорсткості в значній мірі залежить точність обробки заготовок. Для розрахунку пристосування на точність використовують формулу:

$$\varepsilon_{np} = \delta - k_m \sqrt{(k_{m_1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{zn}^2 + \varepsilon_{zm}^2 + (k_{m_2} \cdot \omega)^2}, \quad (3.3)$$

де δ - виконуваний допуск при обробці розміру заготовки $\delta = 2,5$ мм

k_T - коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень складових значень від закону нормального розподілу $k_T = 1 \dots 1,2, k_{T=1}$;

k_{T1} - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування, $k_{T1} = 0,1$;

k_{T2} - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки в сумарній похибці, $k_{T2} = 0,6$;

ε_{δ} - похибка базування, $\varepsilon_{\delta} = 0$;

ε_z - похибка закріплення, $\varepsilon_z = 100$ мкм;

ε_y - похибка установки, $\varepsilon_y = 20$ мкм;

ε_{zn} - похибка від зношення установочних елементів, $\varepsilon_{zn} = 20$ мкм.

ε_{zm} - похибка від зміщення інструменту, $\varepsilon_{zm} = 0$;

ω - економічна точність обробки, $\omega = 140$ мкм;

$$\varepsilon_{np} = 2,5 - 1 \sqrt{0,1^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + (0,6 \cdot 0,14)^2} = 1,95 \text{ мм}$$

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3.1.5 Загальний опис конструкції, принцип дії

У корпусі 1 патрони знаходиться муфта (невказана на кресленні), поєднана різьбленням з тягою пневматичного приводу. У проточку муфти входять довгі кінці трьох важелів 3, а їх короткі кінці - в пази ползушек (невказані на кресленні), з'єднаних гвинтами 5 з кулачками 6. На торцеву поверхню патрона нанесена кільцева ризику (невказана на кресленні), а на кулачках є ділення, що дозволяють попередньо встановлювати кулачки .. При переналадці патрона для робіт в центрах в центральний отвір вставляють перехідну втулку з нормальним центром, а один з кулачків використовують як повідка.

3.2. Проектування контрольного пристрою

Контроль якості поверхонь досить важливий в сучасному машинобудуванні, особливо велика роль при виробництві взаємозамінних деталей. Пристрій повинен володіти високою точністю, та продуктивністю праці. З метою максимальної уніфікації пристрою, його елементи повинні бути виконані таким чином, щоб по завершенні роботи їх можна було використати в інших цілях. В якості контролюючого елемента вибираємо індикатор стрілочного типу, який встановлюється на універсальній стійці.

3.2.1. Розрахунок на точність

Зобразимо схему базування та вимірювання деталі на приспособленні.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

кращої фіксації шківів. В корпусі 4 знаходяться підшипники 11, вал 3 закріплений так, щоб не було прокручування. В кришках 5 і 6 знаходяться манжети 15 і 16 для змащування підшипників. За допомогою шпильки 7 і гвинтів 9, 10 індикаторна стійка закріплюється до плити. При роботі індикатор 1 підводиться до торця по стійці 2 торкаючись головкою до стінки торця. При коливанні головки індикатора стрілка показує той чи інший результат.

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

Виліт різця складає 30 мм.

Призначаємо матеріал ріжучої частини різця із твердого сплаву Т15К6 по ГОСТ 19265-73.

Технічні вимоги до різців із ріжучою частиною з твердого сплаву приймаємо по ГОСТ 12509-75.

Визначаємо режими різання:

1. Глибина різання:

$$t=(D-d)/2=2,5\text{мм}$$

2. Подача:

$$S_0=0,4\text{мм/об}$$

3. Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$\text{де } C_v=37$$

$$y=0,8$$

$$x=0,15$$

$$m=0,20$$

$T=60$ хв. – стійкість інструмента

- загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- коефіцієнт на оброблюваний матеріал;

$K_{uv}=1,0$ – коефіцієнт на інструментальний матеріал;

$K_{nv}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

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

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

$K_{fv}=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані;

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

4. Частота обертання шпинделя:

5. Корекційна швидкість різання:

6. Сила різання:

де $C_p=408$

$x=0,72$

$y=0,8$

$n=0$

- поправочний коефіцієнт

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

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

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

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

$K_r P=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання.

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

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

2. Головна складова сили різання:

$$P_z=843,8\text{Н}$$

3. Діаметр круглого перерізу корпусу різця:

Приймаємо найближчий найбільший переріз корпусу ($d=25\text{мм}$).

4. Перевіряємо міцність і жорсткість корпусу різця:

Максимальне навантаження, допустима міцність різця:

Максимальне навантаження, допустима жорсткість 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;

J – момент інерції прямокутного перерізу корпусу;

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

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 визначається за формулою:

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

де O – число операцій, що виконується на робочих місцях ділянки, цеха;

P – кількість робочих місць.

$$K_{з.о.} = \frac{20,31}{10} = 2,03$$

Визначаємо організаційну форму виробництва: багатосерійне виробництво.

Добовий випуск виробів:

$$N_c = \frac{N}{254}, \quad (4.2)$$

$$N_c = \frac{35000}{254} = 138 \text{шт.}$$

Добова продуктивність потокової лінії:

$$Q = \frac{F_c}{T_{ум.сер}} \cdot \eta_{з.ф.сер} \quad (4.3)$$

де F_c – добовий фонд роботи обладнання (при 2-х змінній роботі $F_c=952\text{хв.}$);

$$Q = \frac{952}{7,07} \cdot 0,53 = 71,36 \text{шт}$$

$Q_c \cdot 0,6 = 138 \cdot 0,6 = 82,8$ $N_c = 138$, одже форма організації виробництва потокова, тип виробництва поточний.

Такт випуску виробів:

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_g = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (4.4)$$

$$t_g = \frac{60 \cdot 1802}{35000} = 3,09 \text{ хв}$$

де $F_d = 1802$ год. – дійсний річний фонд роботи обладнання.

4.2. Визначення кількості працівників на дільниці

За робочими місцями кількість основних робітників визначається за формулою:

$$P_g = M_{p.g.} \cdot m \cdot K_n, \quad (4.5)$$

де $M_{p.g.}$ – кількість місць робітників-верстатників:

$$M_{p.g.} = \frac{m_n}{K_m}, \quad (4.6)$$

де m_n - прийнята кількість верстатів на дільниці;

K_m - коефіцієнт багатостатного обслуговування – для багатосерійного виробництва $K_m = 1,14$;

$$M_{p.g.} = \frac{2}{1,14} = 1,75$$

m – число змін роботи обладнання в добу;

K_n - коефіцієнт, який враховує додаткову кількість робітників для зміни:

$$K_n = \frac{\Phi_{n.p.}}{\Phi_{d.p.}}, \quad (4.7)$$

де $\Phi_{n.p.}$ - номінальний річний фонд часу для робітника (1942 год.);

$\Phi_{d.p.}$ - дійсний річний фонд часу для робітника (1802 год.).

$$K_n = \frac{1942}{1802} = 1,07$$

Отже: $P_B = M_{p.g.} \cdot m \cdot K_m = 1,75 \cdot 2 \cdot 1,07 = 3,75 \text{ чол.} \approx 4 \text{ чол.}$

Кількість робітників не верстатників визначають у відсотках від числа верстатників – для багатосерійного виробництва – 3 – 4% P_B , отже кількість

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робітників не верстатників рівний: $0,04 \cdot 4 = 0,16$ – приймаємо 1 чол. Тоді кількість усіх робітників рівна $P_{\text{в}} = 5$ чол.

4.3. Розрахунок виробничої площі дільниці

Виробнича площа механоскладального цеху розраховується за формулою:

$$F_{\text{вир}} = C_{\text{п}} \cdot F_{\text{вер}}, \text{ м}^2 \quad (4.10)$$

де $C_{\text{п}}$ – прийнята кількість основних верстатів цеху;

$F_{\text{вер}}$ - питома площа на 1 верстат, м^2 .

$$F_{\text{вир}} = 18 \cdot 9 + 21 \cdot 1 = 183 \text{ м}^2$$

Таблиця 4.1. – Розрахунок кількості верстатів на дільниці

№п/п	Верстат	Габарити, м	Питома площа, м^2	Кількість верстатів
1	16К20	2,15x1,19	18	9
2	7Д430	3,03x2,18	21	1

Площа дільниці для виготовлення деталі:

$$F_{\text{вир.дет.}} = m_{\text{п}} \cdot F_{\text{вер.дет.}} = 2 \cdot 18 + 1 \cdot 21 = 57 \text{ м}^2$$

Виробнича площа складальної дільниці:

$$F_{\text{вир.ск.}} = (30 \dots 40) \% F_{\text{вир}} = 0,35 \cdot 183 = 64,05 \text{ м}^2$$

Площа слюсарної дільниці:

$$F_{\text{сл.д}} = P_{\text{сл}} \cdot F_{\text{сл}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м}^2$$

де $P_{\text{сл}}$ - кількість слюсарів;

$F_{\text{сл}}$ - питома площа на 1 слюсаря, 4...6 м^2 .

4.4. Розробка технічного планування дільниці

Розміщення технологічного устаткування в механоскладальних дільницях ремонтної бази та робочих місць повинно здійснюватись так, щоб забезпечувався найвищий рівень прямо точності, безперервності, а також максимальне використання відведеної площі для ремонтної дільниці з урахуванням нормативних вимог наукової організації праці, вимог охорони праці, техніки безпеки і протипожежних заходів.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Чиста виробнича площа ремонтної дільниці враховує нормативи площі технологічного устаткування, а також робочих місць ремонтників, зони їх дії в процесі виконання робіт та проходів.

Розміщення обладнання, проїздів та переходів на плануванні дільниці повинно гарантувати зручність та безпеку праці, можливість монтажу та ремонту обладнання, зручність подавання заготовок та інструменту, а також відходів.

На листі викреслюємо план дільниці в масштабі 1:100. На дільниці знаходиться 2 верстатів: 1 токарний, 1 довбальний. Тому вибираємо сітку колон з шириною дільниці $L = 24 \text{ м}$ і кроком колон $t = 12 \text{ м}$

4.5. Основні техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 4.2. – Техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників і одиниці вимірювань.	Дільниця.
1. Найменування виробу.	Шків
2. Річна програма випуску, т.	35
3. Працеемність виготовлення, год.	0,3
4. Кількість основного обладнання.	10
5. Тип виробництва.	Багатосерійний
6. Кількість основних робітників.	4
7. Виробничі площі, м ² .	183
8. Середній коефіцієнт завантаження обладнання.	0,68
9. Питома площа на один верстат, м ² .	18
10. Річний випуск на один основний верстат, шт..	35000
11. Питома площа на одного основного робітника, м ² .	57

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Деталь «Шків» - це фрикційне колесо з ободом або канавкою по колу, що передає рух приводному пасу або канату. Використовується як одна з основних частин пасової передачі. При довготривалому терміні експлуатації верстата виникає знос пасових канавок. Так як матеріал деталі не дорогий в отриманні, зазвичай деталь виготовляють нову.

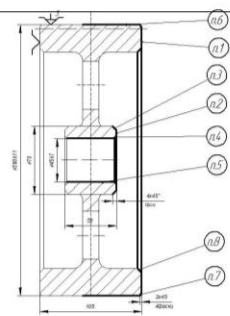
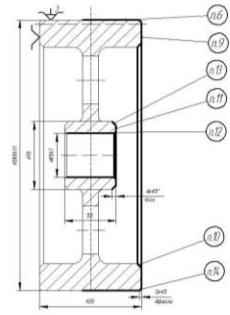
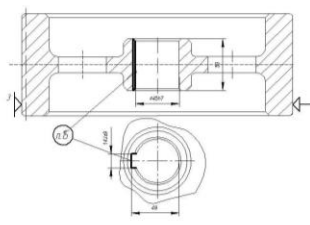
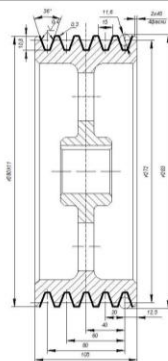
Пасові канавки зношуються, зазвичай, по бокових поверхнях. При зношенні канавок шків не передає точних передаточних відношень, збільшується коефіцієнт ковзання, видовжується пас, стає не придатним до експлуатації, при новій заміні термін експлуатації його знижується. Робочі поверхні канавок повинні мати шорсткість не більше $Ra = 0,4$ мкм. Робочі поверхні бажано полірувати. Кут пасових канавок не повинен перевищувати 36° .

Для виготовлення деталі використовується сірий чавун СЧ 15 ГОСТ 1412-85. Виходячи з цього, ливарні властивості СЧ 15 високі, тому будемо використовувати лиття.

Технологічний процес обробки шківа представлений в таблиці 5.1.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 5.1. – Технологічний маршрут обробки шків

Найменування і назва операції	Зміст операції	Ескіз операції	Обладнання, модель, пристрій	Ріжучий інструмент назва, ГОСТ	Контрольно-вимірвальний пристрій
005 Токарна	Встановлення I 1. Підрізати торць 1 2. Підрізати торць 2 3. Зняти фаску 4 4. Розточити пов. 5 начорно 5. Розточити пов. 5 начорно 6. Точити пов. 6 7. Зняти фаску 7 8. Зняти фаску 8		Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20. Патрон самоцентруючий трьокулачковий.	Різець прохідний упорний ВК6 ГОСТ 18879-73, Різець прохідний відігнутий ВК6 ГОСТ 18879-73, Різець розточний Т5К10 ГОСТ 18882-73, Різець розточний Т15К6 ГОСТ 18882-73.	Штангенциркуль ШЦ-II 0-300 _{0,05} ГОСТ 166-73, Калібр-бробка
	Встановлення II 1. Підрізати торць 9 2. Зняти фаску 10 3. Підрізати торць 11 4. Зняти фаску 12 5. Зняти фаску 13 6. Точити пов. 6 7. Зняти фаску 14		Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20. Патрон самоцентруючий трьокулачковий.	Різець прохідний упорний ВК6 ГОСТ 18879-73, Різець прохідний відігнутий ВК6 ГОСТ 18879-73.	Штангенциркуль ШЦ-II 0-300 _{0,05} ГОСТ 166-73, Калібр-бробка
010 Довбальна	1. Встановити, закріпити, зняти деталь 2. Довбати шпонпаз 15		Довбальний верстат мод. 7Д430, Лещата машинні.	Різець довбальний ВК6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-II 0-125 _{0,1} ГОСТ 166-73,
010 Токарна	1. Встановити, закріпити, зняти деталь. 2. Точити канавки попередньо. 3. Точити пасові канавки 16 згідно креслення		Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20. Оправка шліцева, центр жорсткий, центр обертовий.	Різець канавочний Т5К10 ГОСТ 9795-84, Різець фасонний Т5К10 ГОСТ 18879-73.	Штангенциркуль ШЦ-II 0-125 _{0,1} ГОСТ 166-73, Кутомір

При організації ремонтних робіт на підприємстві враховані усі фактори, що знижують і попереджають травматизм. Приміщення, у яких виконуються ремонтні роботи, мають засоби пожежогасіння (пісок, вогнегасники), що відповідає мікроклімату (температура й відносна вологість), вентиляції, освітлення й рівень шуму і вібрації.

При виконанні газового зварювання дотримуються ті ж правила безпеки, що й при дуговому. Однак при газовому зварюванні стежать, щоб в радіусі 5 метрів робочого місця були відсутні горючі матеріали.

Барабани з карбідом зберігаються у сухих прохолодних приміщеннях. Розкриття барабана дозволяється тільки латунним ножом. Балони з газом зберігаються й транспортуються тільки з нагвинченими на їхні горловини запобіжними ковпаками і заглушками на бічних штуцерах вентилів. При транспортуванні балонів не допускаються поштовхи й удари. Забороняється зберігати балони з киснем в одному приміщенні з балонами пального газу, з барабанами карбиду кальцію, лаками, маслами й фарбами, і тому кисень зберігається в окремому приміщенні. В цілі безпеки кисневі балони фарбують у сині кольори, ацетиленові – у білий, а балони із пропанобутановими сумішами – у червоний.

Техніка безпеки при верстано – слюсарних роботах слідує: металообробні верстати і інше устаткування встановлюють в приміщенні таким чином, щоб вони не захаращували проходи і двері.

Відстань між окремим верстатами не менше 0,8 метрів. Верстати, робота на яких приводить до утворення осколків, стружки або іскри, обладнані зручними в експлуатації запобіжними пристроями з міцним склом або іншим прозорим матеріалом для спостереження за процесом обробки, а також використовують захисні окуляри.

Обгороджені ремінні й зубчаті передачі, всі виступаючі частини, що рухаються, верстатів, що перебувають на висоті до 2 метрів від підлоги. При роботі на електродних хімічного оксидування з концентратними розчинами їдких лугів температура не повинна перевищувати 150° С, електроліт, що потрапив на руки, необхідно змити холодною водою. При опіку розчином лугу промити вільну частину руки й звернутися в медпункт.

Стосовно аналізу динаміки виробничого травматизму та профзахворюваності, то доцільно виконати кількісну оцінку стану травматизму на протязі виробничого періоду часу в абсолютних величинах або за

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

статичними показниками частоти та тяжкості травматизму. Коли даних, що характеризують стан охорони праці достатньо, доцільно розробити графічні залежності, які відображають динаміку травматизму на протязі виробничого періоду часу.

Для оцінки рівня травматизму розраховуємо показники його частоти та тяжкості:

$$P_{\text{чт}} = \frac{1000 \times A}{T}, \quad (5.1)$$

$$P_{\text{тт}} = \frac{D}{A}, \quad (5.2)$$

де $P_{\text{чт}}$ – показник частоти травматизму;

A – кількість випадків травматизму на протязі звітнього періоду;

$A_1 = 1$ чол. (пов`язаний з виробництвом);

$A_2 = 4$ чол. (непов`язані з виробництвом);

$A_{\text{заг.}} = 1 + 4 = 5$ чол.

T – середньоспискова чисельність працівників, $T = 561$ чол.

$P_{\text{тт}}$ – показник тяжкості травматизму;

D – кількість днів непрацездатності,

$D_1 = 3$ дня (для травматизму не пов`язаного з виробництвом);

$D_2 = 15$ дня (для травматизму пов`язаного з виробництвом);

$D = D_1 + D_2 = 3 + 15 = 18$ днів.

$$P_{\text{чт}} = \frac{1000 \times 5}{561} = 8,9 \approx 9$$

$$P_{\text{тт}} = \frac{18}{5} = 3,6$$

Показник непрацездатності – це число людино-днів непрацездатності, що припадає на 1000 працівників:

$$P_{\text{тт}} = 1000 \times \frac{D}{T} = 1000 \times \frac{18}{561} = 32 \text{ людино-днів}$$

За даними підприємства було надано таку інформацію, що у звітному періоді (за 2022 рік) $P_{\text{тт}} = 21$ людино-днів, а це менше за розрахункове

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

значення, тому можна сказати, що підприємство відповідає усім нормам по техніці безпеки і не порушує їх. Показники частоти і тяжкості травматизму не є високими, що вказує на правильну роботу підприємства, так як воно забезпечує працівників усіма можливими засобами по охороні праці та кожного разу вдосконалюється.

Показники інтенсивності захворювань ($\Pi_{із}$) та непрацездатності ($\Pi_{нп}$), які припадають на 100 працюючих і тривалості захворювання ($\Pi_{тр}$) відповідно визначаємо за виразами:

$$\Pi_{із} = \frac{100 \times C}{P},$$

$$\Pi_{нп} = \frac{100 \times D}{P}, \quad (5.3)$$

$$\Pi_{тр} = \frac{D}{C}, \quad (5.4)$$

де C – загальна кількість випадків захворювань, $C=449$

P – загальна кількість працюючих, $P=561$ чол.;

D – кількість днів непрацездатності через захворювання, $D= 5387$ днів

$$\Pi_{із} = \frac{100 \times 449}{561} = 80 \text{ люд./рік}$$

$$\Pi_{нп} = \frac{100 \times 5387}{561} = 960 \text{ люд./рік}$$

$$\Pi_{тр} = \frac{5387}{449} = 11,9 = 12 \text{ днів}$$

Отже, розрахувавши всі показники ми бачимо, що динаміка загальної захворюваності за 2012 рік була дуже високою, тому можна зробити висновок, що стан охорони праці не на високому рівні і необхідно вжити заходів, щодо його покращення. Потрібно покращити умови праці на підприємстві, щоб зменшити показники захворюваності.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Аналіз стану пожежної безпеки

Застосовуються вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (цифра показує вміст балона в літрах). Їх застосовують для гасіння пожежі електроустановок, які знаходяться під напругою. Речовина у вогнегаснику перебуває в рідкому стані під тиском 6...7МПа. Для приведення в дію вогнегасника його розтруб направляють на вогнище горіння й натискають курок затвора. Час дії вогнегасника цього типу 25...40 сек., довжина струменя 1,5 – 3 метра.

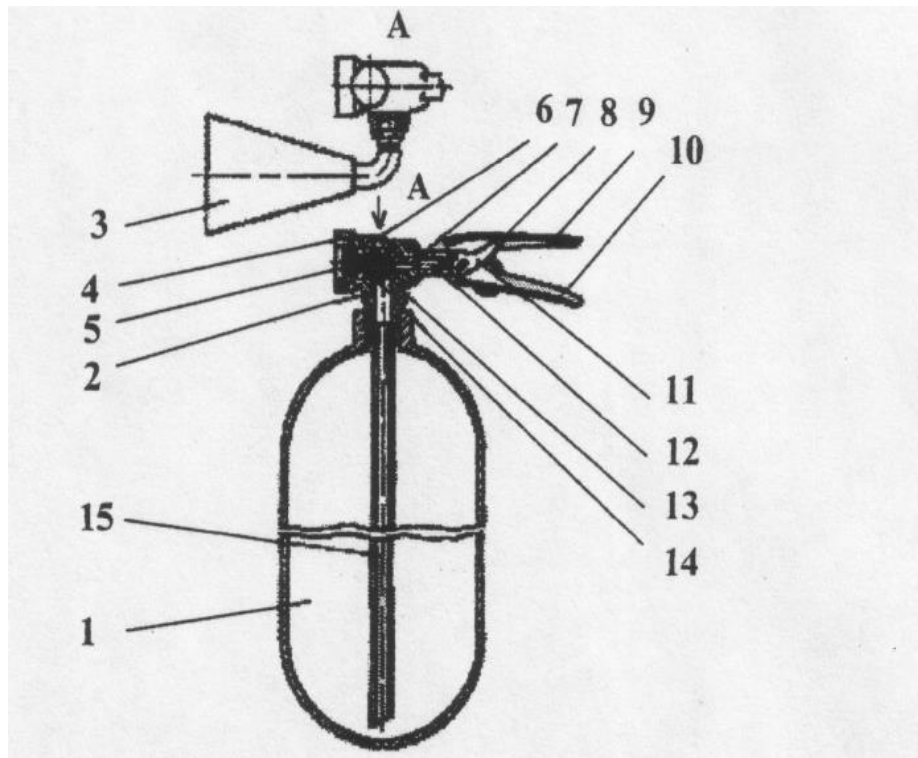


Рисунок. 5.1 Вогнегасник ОУ-51 - корпус; 2 - головка; 3 - розтруб; 4 - гайка; 5 - запобіжна мембрана; 6 - шайка; 7 - кільце ущільнювальне; 8 - запобіжна чека; 9 - важіль керування клапаном; 10-ручка; 11 -кулачок; 12-шток; 13-клапан; 14-пружина; 15 - трубка сифонна.

5.3.Виявлення небезпечних і шкідливих факторів

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничнодопустимих значень, встановлених у санітарних нормах, правилах і нормативно-технічній документації, та якщо вже їх перевищено – необхідно застосувати усі засоби, щоб їх усунути

5.4. Заходи щодо поліпшення охорони праці та пожежної безпеки

Усі роботи з ліквідації аварій необхідно виконувати згідно з планом локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, розробленого у відповідності з вимогами Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій (ДНАОГ 0.00-4.33-99), затвердженого наказом 17 червня 1999 року за №112 та зареєстрованого Міністерством юстиції України 30 червня 1999 року за № 424/3717.

У разі виникнення аварійних ситуації (або пожежі) кожний працівник зобов'язаний:

- припинити роботу (якщо це дозволяється технологічним процесом на дільниці);
- негайно сповістити про аварію (пожежу) керівника та відповідальну посадову особу. Для того щоб це було швидше я пропоную ввести кнопку аварійного сигналу.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В кваліфікаційній роботі бакалавра проведено вибір методу одержання заготовки. Для виготовлення деталі використовується сірий чавун СЧ 15 ГОСТ 1412-85. По результатах розрахунків, лиття в кокіль доцільніше використовувати, тому що величина приведених витрат менша. Проведено вибір методу обробки поверхонь. Зроблено аналіз виробничої програми, визначення типу та організаційної форми виробництва. Вибирано нормативний коефіцієнт завантаження обладнання та розраховано кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні.

Визначено організаційну форму виробництва та добовий випуск виробів. Прийнято багатосерійний тип виробництва з потоковою формою його організації. Кількісну оцінку проведено по абсолютним і відносним показникам. Визначено допуски на технологічні розміри і розрахунок припусків. За допомогою розмірного аналізу визначено розміри заготовки і розміри припусків для технологічних операцій. Проведено розрахунок режимів різання, вибір обладнання. Встановлені норми часу для технологічного процесу. Спроектовано контрольний та верстатний пристрій, проведений розрахунок на точність. Проведений розрахунок виробничої площі ділянки.

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методологія підготовки випускної роботи за спеціальністю 131 - Прикладна механіка (освітній рівень – бакалавр; спеціалізація – технології машинобудування): Навчальний посібник / В.Д. Рудь, Т.Є. Божко, Т.Н. Гальчук. - Луцьк: РВВ Луцького НТУ, – 2017. – 487 с.
2. Технологія машино- та приладобудування: навчальне видання / О.В. Якімов, В.І. Марчук. - Луцьк, 2005. – 710с.
3. Технологія виготовлення виробів: навчальний посібник / В. Божидарнік, Н. Григорєва, В. Шабайкович. – Л.: Надстиря, 2006. – 592с.
4. Гарнець В. М. Механічна обробка заготовок різанням: навч. посібник / В. М. Гарнець [та ін.]. – К. : КНУБА, 2008. – 164 с.
5. Технологія машинобудування : підручник / Мельничук П.П., А.І. Боровик, П.А. Лінчевський. – Житомир: ЖДТУ, 2005.
6. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.
7. Металообробне обладнання. Кінематичний аналіз металорізальних верстатів. Навч. Посіб. / Ю.М. Данильченко, О.В. Шевченко, В.А. Ковальов, В.Н. Волошин. – К: НТУУ «КПІ», 2007. – 57 с.
8. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
9. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення. Норми проектування.
10. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
11. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
12. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

					044Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55