

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
ВАЛУ-ШЕСТЕРНІ ЯЕ.ЛЦ.5999.001**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМс-21
Трояк Микола Володимирович

(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

Трояку Миколі Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки валу-шестерні ЯЕ.ЛЦ.5999.001

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 валу-шестерні ЯЕ.ЛЦ.5999.001, річна програма випуску 20000 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 3Dмоделі - 1 лист (ф.А1), креслення заготовки – 1 лист (ф.А2), креслення інструменту та плану дільниці – 1 лист (ф.А1), КН – 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)

(Трояк М.В.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Самчук Л.М.)

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Трояк М. В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки валу-шестерні ЯЕ.ЛЦ. 5999.001. 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 і 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

Troyak M.V. Design of the site with the development of the technological process of machining of the gear shaft IAE.LC. 5999.001. 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	17
2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
2.2 Вибір технологічних баз.....	17
2.3 Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків.....	18
2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу.....	22
2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання.....	31
2.6 Нормування технологічного процесу.....	34
3 Розділ 3. Конструкторська частина.....	36
3.1 Проектування технологічного оснащення.....	36
3.1.2 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми.....	36
3.1.3 Силовий розрахунок параметрів приводу.....	37
3.1.4 Розрахунок на точність.....	43
3.1.5 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	43
3.2 Проектування контрольного пристрою.....	44
3.2.1 Розрахунок на точність.....	44
3.2.2 Загальний опис конструкції, принцип дії.....	45
3.3 Розрахунок спеціального ріжучого інструменту.....	46
4 Розділ 4. Проектування механічної дільниці.....	48
4.1 Уточнення типу виробництва.....	48
4.2 Визначення кількості працівників на дільниці.....	52

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки	53
4.4 Розробка технологічного планування ділянки.....	54
4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки.....	55
5 Розділ 5. Охорона праці	57
Висновки і пропозиції.....	60
Список використаних джерел.....	61
Додатки.....	62

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Технологічний процес розробляється для виготовлення нового або модернізації та вдосконалення діючого технологічного процесу відповідно з досягненнями науки і техніки.

Розроблюваний технологічний процес повинен бути прогресивним і забезпечувати підвищення продуктивності праці та якості виробів, скорочення трудових і матеріальних витрат на його реалізацію, зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище. Технологічний процес повинен відповідати вимогам екології та безпеки життєдіяльності. Розробка перспективних технологічних процесів повинна бути заснована на результатах науково-дослідних, дослідно-технологічних і дослідно-конструкторських робіт, прогнозування нових методів обробки виробу, аналізу досвіду інших підприємств [1].

У відповідності з цими вимогами проєктований технологічний процес повинен повністю забезпечити виконання всіх вимог робочого креслення і технічних умов, при цьому забезпечити мінімальні витрати праці і витрати виробництва. Технологічний процес виготовлення виробу повинен виконуватися з найбільш повним використанням технічних можливостей засобів виробництва, при найменшій витраті часу і найменшій вартості виробу.

					029Б-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 вал-шестерня належить до деталей типу "Вал" і призначена для передавання крутного моменту від електродвигуна до вхідного ступеня редуктора.

Поверхні вала виконують такі функції:

- розміщення муфти для приєднання електродвигуна;
- розміщення зубчастого ведучого колеса першого ступеня редуктора;
- розміщення двох підшипників кочення для забезпечення обертання вала;
- розміщення шпонки для передавання обертового моменту на зубчасте ведуче

колесо першого ступеня редуктора [1]. Хімічний склад сталі 45 по ГОСТ 1050-93 наведено в таблиці 1.1, а основні механічні властивості в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1. – Хімічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-93

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Мідь (Cu) не більше	0,3
Марганець (Mn) не більше	0,5-0,8
Нікель (Ni) не більше	0,3
Фосфор (P) не більше	0,04
Хром (Cr) не більше	0,25
Сірка (S) не більше	0,035

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2. – Механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-93

Термообробка.	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_s , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Нормалізація 860-880 °С. Відпуск 600-630 °С.	320	560	12	20	29	
Загартування 860-880 °С. Відпуск 550-600 °С.	400	600	10	20	24	
Нормалізація 860-880 °С. Відпуск 630-650 °С.	290	520	10	18	24	148-217

1.2. Вибір методу одержання заготовки

«Техніко-економічну оцінку здійснюють по мінімальній величині приведених витрат на виготовлення заготовки згідно формули [2]:

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

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.»;

«Масу деталі визначаємо за формулою [2]:

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

де V - елементарний об'єм деталі, см³;

$\rho = 7,8$ г/см³ - питома густина матеріалу»;

Отже, загальний об'єм деталі буде розраховуватись за формулою [2]:

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

де V_i - елементарний об'єм, см³;

ρ - питома вага.

$$V_{дет} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7,$$

$$V_{дет} = 2200 + 640 + 1380 + 240 + 1008 + 2400 + 1580 = 1324580 \text{ мм}^3$$

$$M_{дет} = 132 \cdot 7,8 = 1493,6 = 1,4 \text{ кг.}$$

Маса заготовки з прокату [2]:

$$M_3 = 1,4 \cdot 1,35 = 1,89 \text{ кг.}$$

Маса заготовки отриманої гарячим штампуванням [2]:

$$M_3 = 1,4 \cdot 1,25 = 1,75 \text{ кг.}$$

$$C_i = 180 \text{ грн/т};$$

$$C_{відх} = 30 \text{ грн/т};$$

$$k_c = 1;$$

$$k_e = 0,91;$$

$$k_n = 0,77;$$

$$k_m = 1,1;$$

$$k_{м} = 1,22.$$

Витрати для прокату;

$$S_{зав1.} = \left(\frac{180}{1000} \cdot 1,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,22 \cdot 0,77 \right) - (1,89 - 1,4) \cdot \frac{30}{1000} = 1,46 \text{ грн.}$$

Витрати для поковки;

$$S_{зав2.} = \left(\frac{180}{1000} \cdot 1,75 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1,22 \cdot 0,77 \right) - (1,75 - 1,4) \cdot \frac{30}{1000} = 1,27 \text{ грн.}$$

Розраховуємо економічний ефект [3]:

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

де N – програма випуску;

$$E = (S_1 - S_2) \cdot N = (1,46 - 1,27) \cdot 20000 = 3800 \text{ грн.}$$

1.3. Вибір методу обробки поверхонь

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

«Обробку поверхонь необхідно виконувати за декілька переходів, на кожному з яких використовуємо свій вид обробки (від чорнової до чистової).

Загальне уточнення [3]:

$$\varepsilon = \frac{T_{з.}}{T_{д.}}, \quad (1.5)$$

де

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

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

$$n = \frac{\lg \varepsilon}{0,46}. \quad (1.6)$$

Всі розрахункові дані зведемо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3. – Розміри та допуски поверхні деталі «Вал-шестерня»

Поверхні	Розмір деталі, мм	Допуск, мкм	Розмір заготовки, мм	Допуск, мкм
А	Ø36-0.05	0,05	Ø 40 $\begin{smallmatrix} +0,8 \\ -0,4 \end{smallmatrix}$	1,2
Д,Г	Ø24	0,52	Ø 27,5 $\begin{smallmatrix} +0,8 \\ -0,4 \end{smallmatrix}$	1,2
Б,В	272	0,87	276 $\begin{smallmatrix} +0,5 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$	2,5
Е,Ж	28	0,52	31,5 $\begin{smallmatrix} +0,8 \\ -0,4 \end{smallmatrix}$	1,2

Допуск розміру заготовки відповідає 17 квалітету точності, а допуск розміру деталі – 14 квалітету [3]. Точність підвищується на три квалітети:

Чорнове точіння - 14 квалітет Ra=12,5 мкм

Напівчистове точіння - 12 квалітет Ra=6,3 мкм

Чистове точіння –9 квалітет Ra=3,2 мкм

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.4. - План обробки поверхні деталі «Вал-шестерня»

№ поверх.	Найменування	Квалітет	Шорсткість Ra, мкм	Метод обробки
1	2	3	4	5
Зовнішні циліндричні поверхні				
А	Ø36-0.05	9	3,2	Чорнове точіння Напівчистове точіння
Г,Д	Ø24	14	6,3	Чорнове точіння
Б,В	272	14	6,3	Чорнове точіння
Е,Ж	28	14	6,3	Чорнове точіння

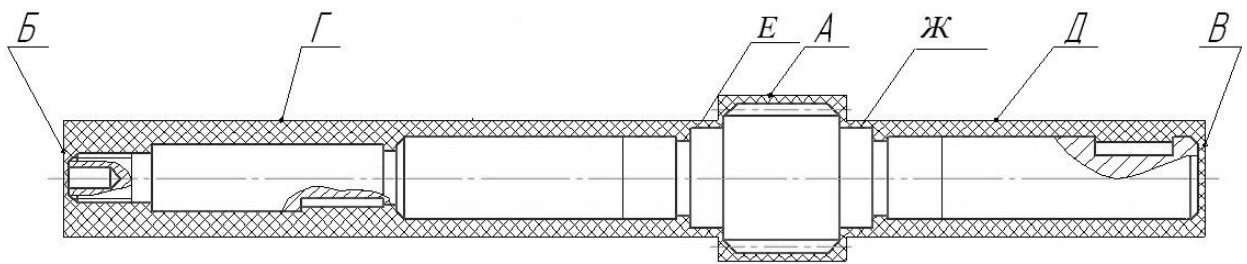


Рисунок 1.1 Ескіз заготовки вал-шестерня

1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва

Коефіцієнт закріплення операцій визначає тип виробництва, та визначається за формулою [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (1.7)$$

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

P – кількість робочих місць.

Кількість робочих місць визначаємо за формулою [4]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ми.к.}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1.8)$$

де N=20000 шт. – річна програма випуску;

F_{∂} = 4059 год. – річний фонд робочого часу;

$\eta_{з.н.}$ = 0,75 – нормативний коефіцієнт завантаження;

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$T_{шт.к}$ - штучно-кулькуляційний час на операціях, хв.;

$$T_{шт.к} = T_0 \cdot \varphi,$$

де φ - коефіцієнт, який залежить від операцій і типу виробництва;

T_0 - основний технологічний час.

Визначасмо основний технологічний час і штучно-кулькуляційний час, використовуючи формули.

005 Фрезерно-центрувальна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,32хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 1,97хв,$$

010 Токарна з ЧПУ

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l \cdot 4 = 0,78хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 3,4хв,$$

015 Токарна з ЧПУ

$$T_{01} = 0,0018 \cdot l \cdot 4 = 3,36хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 7,5хв,$$

020 Вертикально-фрезерна

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 2,6хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 3хв,$$

025 Вертикально-фрезерна

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 2,6хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 3хв,$$

030 Центро-шліфувальна

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{01} = 0,0031 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 0,4xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,21xв,$$

035 Зубофрезерна

$$T_{01} = 0,0031 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 0,4xв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,41xв,$$

040 Шліфувальна

$$T_{01} = 0,0052 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 1,97xв$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,03xв,$$

045 Шліфувальна

$$T_{01} = 0,0052 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 2,71xв$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 4,8xв,$$

050 Токарно-гвинторізна

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,1xв$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 1,16xв,$$

Знайдемо середній штучно-кулькуляційний час [5]:

$$T_{шт.к} = \frac{\sum T_{шт.к}}{n}, \quad (1.9)$$

$$T_{шт-ксер} = \frac{31,5}{10} = 3,15xв.$$

Визначаємо розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції [4]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (1.10)$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

де N – річна програма випуску, шт.; (N =20000шт.)

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

F_d – дійсний річний фонд роботи обладнання; ($F_d=4059$ год.)

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

$$m_{p005} = \frac{20000 \cdot 1,97}{60 \cdot 4059 \cdot 0,75} = 0,21;$$

$$n_{з.ф} = \frac{m_p}{p} < n_{з.н}, \quad (1.11)$$

$$n_{з.ф005} = \frac{0,21}{1} = 0,21,$$

$$n_{з.ф005} = 0,21 < 0,75 - \text{умова виконується.}$$

Розраховуємо кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні [2]:

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,21} = 3,5, \text{ приймаємо } O=3.$$

На інші операції проводимо аналогічні розрахунки і результати заносимо в таблицю 1.5

Таблиця 1.5. – Значення штучно-калькуляційного часу та кількості верстатів.

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	p	$n_{з.ф}$	O
005	1,97	0,21	1	0,21	3
010	3,4	0,37	1	0,37	2
015	7,5	0,72	1	0,72	1
020	3	0,32	1	0,32	2
025	3	0,32	1	0,32	2
030	2,21	0,24	1	0,24	3
035	2,41	0,26	1	0,26	2
040	2,03	0,22	1	0,22	3
045	4,8	0,52	1	0,52	1
050	1,16	0,12	1	0,12	6
Всього	31,48	3,3	10	3,3	25

Звідси, визначаємо коефіцієнт закріплення операцій [2]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{25}{10} = 2,5; \quad (1.12)$$

Оскільки $1 < K_{з.о.} < 10$, то виробництво крупносерійне . Визначаємо організаційну форму виробництва. Добовий випуск виробів:

$$N_c = \frac{N}{254} = \frac{20000}{254} = 78 \text{шт}; \text{ Добова продуктивність потокової лінії [1]:} \quad (1.13)$$

$$Q = \frac{F_c}{T_{шт.сер}} \cdot \eta_{з.ф.сер} = \frac{952}{3,14} \cdot 0,33 = 100 \text{шт}; \quad (1.14)$$

$Q_c \cdot 0,6 = 100 \cdot 0,6 = 60 < N_c = 78$, одже форма організації виробництва потокова [2]. Такт випуску виробів:

$$t_s = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{N} = \frac{60 \cdot 4059}{20000} = 12,1 \text{хв}, \quad (1.15)$$

де $F_{\partial} = 4059$ год. – дійсний річний фонд роботи обладнання.

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі

Для виготовлення валу необхідно вибрати матеріал, що має підвищену зносостійкість і високу твердість. Для цих цілей вибираємо конструкційну сталь марки 45 ГОСТ 1058-93 з наступним проведенням термічної обробки [3].

«Коефіцієнт використання матеріалу, $K_{в.м}$, розраховується за формулою [2]:

$$K_{в.м} = \frac{M_{\partial}}{M_3} \geq 0,7 \quad (2.1)$$

де M_{∂} - маса деталі, кг.

M_3 - маса заготовки кг.

$$K_{в.м} = \frac{1,4}{1,75} = 0,8 > 0,7 - \text{деталь технологічна} \text{ » [2].}$$

2. «Коефіцієнт точності, K_m , розраховується за формулою [3]:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \quad (2.2)$$

де A_{cp} - середній квалітет точності [2].

Середній квалітет точності, A_{cp} , розраховується за формулою [3]:

$$A_{cp} = \frac{1n_1 + 2n_2 + \dots + 17n_{17}}{N0} \quad (2.3)$$

де n_i - кількість елементів даного квалітету точності.

$$A_{cp} = \frac{6 \times 2 + 7 \times 2 + 8 \times 2 + 9 \times 4 + 14 \times 11}{29} = 8$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{8} = 0,875 > 0,8 - \text{деталь технологічна.}$$

2.2. Вибір технологічних баз

Розробляємо схему базування деталі «Вал-шестерня». На 010 токарну операцію базуємо заготовку по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 24$ мм і торці.

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дана схема базування лишає заготовку 5 степеней вільності. Така схема реалізується при установці деталі в патрон. (рис 2.1)

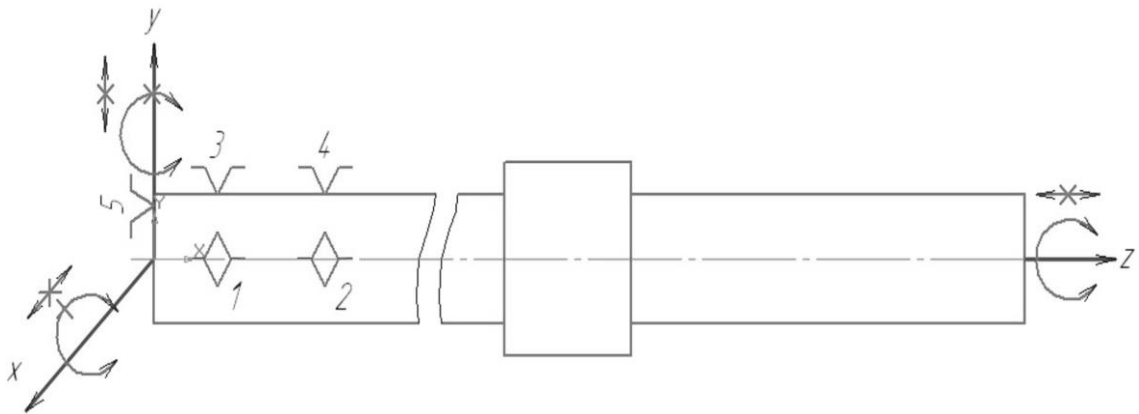


Рисунок 2.1 Схема базування заготовки на 020, 025 операції

На 010, 015 токарні операції, шліфувальні операції 035, 040 та фрезерні операції 020, 025 базуємо заготовку по осі і торцю для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь і підрізки торців. Дана схема закріплення позбавляє заготовку 5 степеней свободи.

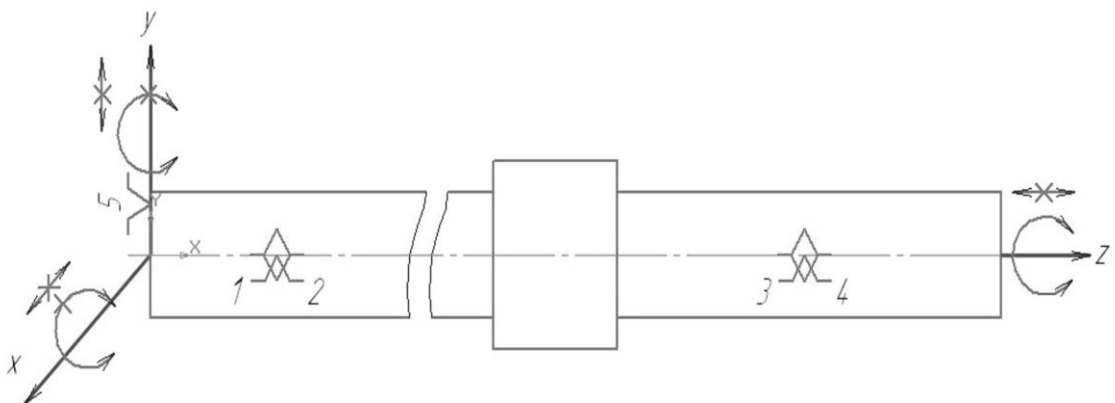


Рисунок 2.2 Схема базування заготовки на 010, 015, 025, 035,040 операції

2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

Для заготовок, отриманих методом поковки, значення коефіцієнтів будуть рівні $R_z = 200$ мкм; $h=300$ мкм [2]. Значення цих параметрів після механічної обробки поверхні $\varnothing 20h9$ будуть рівними:

- для чорнового точіння $R_z = 160$ мкм, $h = 100$ мкм;
- для чистового точіння $R_z = 25$ мкм, $h = 30$ мкм;

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- для шліфування $R_z = 10$ мкм, $h = 20$ мкм.

«Залежно від умов виконання операцій використовуємо формулу для визначення просторових відхилень на заготовку [2]:

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2}, \quad (2.4)$$

де ρ_1 - питома короблення деталі, мкм;

ρ_2 - сумарне зміщення центру деталі, мкм [7];

$$\rho_1 = \sqrt{(K \cdot d)^2 + (K \cdot l)^2}, \quad (2.5)$$

де $K = 0.7$ мкм/м – питома короблення деталі;

$d = 20$ мм – діаметр деталі;

$l = 55$ мм – довжина оброблюваної поверхні.

Тоді, $\rho_1 = \sqrt{(0,7 \cdot 20)^2 + (0,7 \cdot 55)^2} = 40$ мкм;

$\rho_2 = 200$ мкм;

$$\rho = \sqrt{40^2 + 200^2} = 203$$
 мкм ;

Точіння чорнове [6]:

$$\rho_m = K_y \cdot \rho = 0,05 \cdot 203 = 10$$
 мкм,

де K_y - коефіцієнт уточнення форми »[3], ст. 189.

Похибка при чорновому точінні $\varepsilon_\gamma = 82$ мкм [3].

При чистовому точінні та шліфовці $\varepsilon_\gamma = 0$ мкм, тому що бази залишаються постійними.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. - Допуски на технологічні розміри

Технологічні переходи	Елементи припуску, мкм			
	R_z	h	ρ	W
Заготовка	200	300	203	-
Чорнове точіння	160	100	10	82
Чистове точіння	25	30	0,5	0
Шліфування	10	20	-	0

На основі цих даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків по формулі [6]:

$$2Z_{i\min} = 2\left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{\gamma}^2}\right), \quad (2.6)$$

Мінімальний припуск під чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2\left(200 + 300 + \sqrt{203^2 + 82^2}\right) = 1438 \text{ мкм};$$

Мінімальний припуск під чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2\left(160 + 100 + \sqrt{10^2 + 0^2}\right) = 540 \text{ мкм};$$

$$2Z_{3\min} = 2(25 + 30) = 110 \text{ мкм}.$$

Розрахунковий розмір d починається з розміру $\varnothing 20,025$ мм, послідовним відхиленням разового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

$$d_{p4} = 20,025 \text{ мкм};$$

$$d_{p3} = d_{p4} - 2Z_{\min3} = 20,025 + 0,11 = 20,135 \text{ мкм},$$

$$d_{p2} = d_{p3} - 2Z_{\min2} = 20,135 + 0,54 = 20,67 \text{ мкм},$$

$$d_{p1} = d_{p2} - 2Z_{\min1} = 20,67 + 1,438 = 22,108 \text{ мкм}.$$

Значення допусків наводимо в таблиці 2.2

Таблиця 2.2. - Значення допусків при обробці

№	Технологічні переходи	Квалітет точності	Розрах. розмір d_p , мм	Допуск Т, мкм	Гранич. розміри, мм		Гранич. значення припусків, мкм	
					d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Заготовка	14	22,108	620	22,1	22,72	-	-
2	Чорнове точіння	11	20,67	160	20,65	20,81	1438	1898
3	Чистове точіння	9	20,135	62	20,14	20,205	540	638
4	Шліфування	7	20,025	25	20,025	20,05	110	147

Граничні розміри валу розраховуємо таким чином: d_{\max} - отримуємо з разового розміру d шляхом округлення до точності допуску відповідного переходу [3];

d_{\min} - отримуємо з найбільшого граничного розміру d шляхом віднімання допуску відповідного переходу [2].

Таким чином, для шліфування:

$$d_{\min} = 20,025 \text{ мкм} ,$$

$$d_{\max} = 20,025 + 0,025 = 20,05 \text{ мкм} ,$$

для чистового точіння:

$$d_{\min} = 20,14 \text{ мкм} ,$$

$$d_{\max} = 20,14 + 0,065 = 20,205 \text{ мкм} ,$$

для чорнового точіння:

$$d_{\min} = 20,65 \text{ мкм} ,$$

$$d_{\max} = 20,65 + 0,160 = 20,81 \text{ мкм} ,$$

для заготовки:

$$d_{\min} = 22,1 \text{ мкм} ,$$

$$d_{\max} = 22,1 + 0,620 = 22,72 \text{ мкм} .$$

Тоді для шліфування:

$$2Z_{\min 3}^{ep} = 20,14 - 20,025 = 0,15 \text{ мм} ,$$

$$2Z_{\max 3}^{ep} = 20,205 - 20,05 = 0,17 \text{ мм} ,$$

Для чистового точіння:

$$2Z_{\min 2}^{ep} = 20,65 - 20,14 = 0,51 \text{ мм} ,$$

$$2Z_{\max 2}^{ep} = 20,81 - 20,205 = 0,605 \text{ мм} ,$$

Для чорнового точіння:

$$2Z_{\min 1}^{ep} = 22,1 - 20,65 = 1,45 \text{ мм} ,$$

$$2Z_{\max 1}^{ep} = 22,72 - 20,81 = 1,91 \text{ мм} .$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні припуски $Z_{\min}^{заг}$ і $Z_{\max}^{заг}$ отримуємо додаючи проміжні припуски:

$$2Z_{\min}^{zp} = 1438 + 540 + 110 = 2088 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\max}^{zp} = 1898 + 638 + 147 = 2683 \text{ мкм}.$$

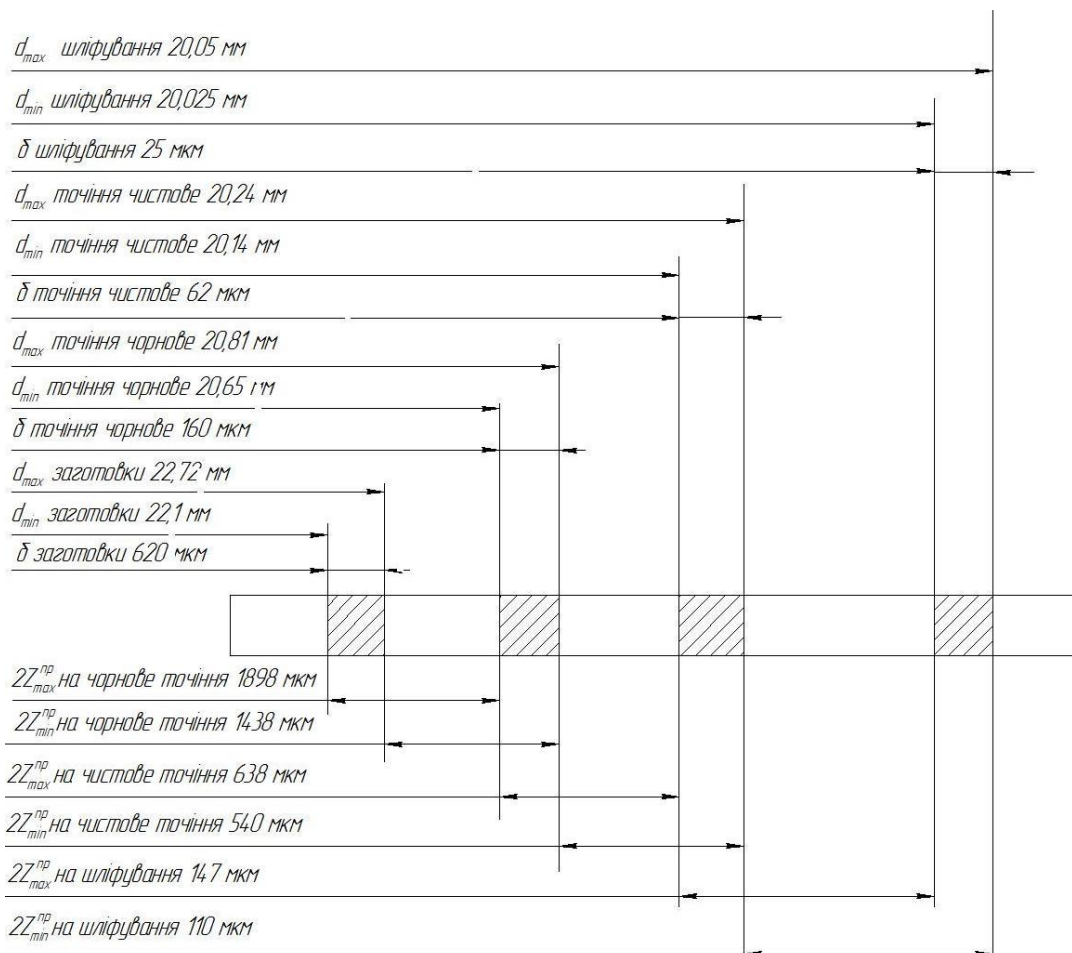


Рисунок 2.3 Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку валу $\varnothing 20h9$ деталі «Вал шестерня»

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 [3].

Розміри А по осьовому напрямку.

$$A_{01} = 272h9\left(\begin{smallmatrix} +0,062 \\ 0 \end{smallmatrix}\right) \text{ мм},$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$A_{02} = 271,5h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{03} = 271h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{04} = 12h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{05} = 10h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{06} = 20h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{07} = 19,3h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{08} = 151,5h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{09} = 50h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{010} = 21,5h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{011} = 20h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{012} = 123h14({}_{-0,7}^0)\text{мм},$$

$$A_{013} = 66,5h14({}_{-0,7}^0)\text{мм},$$

$$A_{014} = 65,5h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{015} = 65h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{016} = 124,2h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{017} = 123h11({}_{-0,06}^0)\text{мм},$$

$$A_{018} = 115,8h14({}_{-0,7}^0)\text{мм},$$

$$A_{019} = 115h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{020} = 28,8h14({}_{-0,7}^0)\text{мм},$$

$$A_{021} = 28h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{022} = 36,9h14({}_{-0,7}^0)\text{мм},$$

$$A_{023} = 36h9({}_0^{+0,062})\text{мм};$$

$$A_{024} = 39,8h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{025} = 39h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$A_{026} = 55h14({}_{-0,7}^0) \text{ мм},$$

$$A_{027} = 54h9({}_0^{+0,062}) \text{ мм},$$

$$A_{028} = 5h14({}_{-0,7}^0) \text{ мм},$$

$$A_{029} = 4h14({}_{-0,7}^0) \text{ мм}.$$

Розрахунок припусків по осьовому напрямку:

$$Z_{01}^H = A_{01} - A_{02} = 272 - 271,5 = 0,5 \text{ мм},$$

$$Z_{01}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{02}^{\min} = 272,062 - 271,5 = 0,562 \text{ мм},$$

$$Z_{01}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{02}^{\max} = 271,5 - 271,062 = 0,438 \text{ мм},$$

$$Z_{02}^H = A_{02} - A_{03} = 271,5 - 271 = 0,5 \text{ мм},$$

$$Z_{02}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{03}^{\min} = 271,062 - 271 = 0,562 \text{ мм},$$

$$Z_{02}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{03}^{\max} = 271,5 - 271,062 \text{ мм},$$

$$Z_{03}^H = A_{04} - A_{05} = 12 - 10 = 2 \text{ мм},$$

$$Z_{03}^{\max} = A_{04}^{\max} - A_{05}^{\min} = 12 - 9,94 = 2,04 \text{ мм},$$

$$Z_{03}^{\min} = A_{04}^{\min} - A_{05}^{\max} = 11,96 - 10 = 1,96 \text{ мм},$$

$$Z_{04}^H = A_{06} - A_{07} = 20 - 19,3 = 0,7 \text{ мм},$$

$$Z_{04}^{\max} = A_{06}^{\max} - A_{07}^{\min} = 20,062 - 19,3 = 0,762 \text{ мм},$$

$$Z_{04}^{\min} = A_{06}^{\min} - A_{07}^{\max} = 20 - 19,362 = 0,638 \text{ мм},$$

$$Z_{05}^H = A_{08} - A_{09} = 51,5 - 20 = 1,5 \text{ мм},$$

$$Z_{05}^{\max} = A_{08}^{\max} - A_{09}^{\min} = 51,5 - 49,94 = 1,56 \text{ мм},$$

$$Z_{05}^{\min} = A_{08}^{\min} - A_{09}^{\max} = 51,44 - 20 = 1,44 \text{ мм},$$

$$Z_{06}^H = A_{010} - A_{011} = 21,5 - 20 = 1,5 \text{ мм},$$

$$Z_{06}^{\max} = A_{010}^{\max} - A_{011}^{\min} = 21,562 - 19,94 = 1,62 \text{ мм},$$

$$Z_{06}^{\min} = A_{010}^{\min} - A_{011}^{\max} = 21,5 - 20 = 1,5 \text{ мм},$$

$$Z_{07}^H = A_{013} - A_{014} = 66,5 - 65,5 = 1 \text{ мм},$$

$$Z_{07}^{\max} = A_{013}^{\max} - A_{014}^{\min} = 66,5 - 66,44 = 1,06 \text{ мм},$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$Z_{07}^{\min} = A_{013}^{\min} - A_{014}^{\max} = 65,8 - 66,5 = 0,3\text{мм},$$

$$Z_{08}^H = A_{014} - A_{015} = 65,5 - 65 = 0,5\text{мм},$$

$$Z_{08}^{\max} = A_{014}^{\max} - A_{015}^{\min} = 65,5 - 65 = 0,5\text{мм},$$

$$Z_{08}^{\min} = A_{014}^{\min} - A_{015}^{\max} = 65,44 - 65,062 = 0,378\text{мм},$$

$$Z_{09}^H = A_{016} - A_{017} = 124,2 - 123 = 1,2\text{мм},$$

$$Z_{09}^{\max} = A_{016}^{\max} - A_{017}^{\min} = 214,262 - 122,94 = 1,32\text{мм},$$

$$Z_{09}^{\min} = A_{016}^{\min} - A_{017}^{\max} = 124,2 - 213 = 1,2\text{мм},$$

$$Z_{10}^H = A_{018} - A_{019} = 115,8 - 115 = 0,8\text{мм},$$

$$Z_{10}^{\max} = A_{018}^{\max} - A_{019}^{\min} = 115,8 - 115 = 0,8\text{мм},$$

$$Z_{10}^{\min} = A_{018}^{\min} - A_{019}^{\max} = 115,1 - 115,062 = 0,38\text{мм},$$

$$Z_{11}^H = A_{020} - A_{021} = 28,8 - 28 = 0,8\text{мм},$$

$$Z_{11}^{\max} = A_{020}^{\max} - A_{021}^{\min} = 28,8 - 28 = 0,8\text{мм},$$

$$Z_{11}^{\min} = A_{020}^{\min} - A_{021}^{\max} = 28,1 - 280,62 = 0,38\text{мм},$$

$$Z_{12}^H = A_{022} - A_{023} = 36,9 - 36 = 0,9\text{мм},$$

$$Z_{12}^{\max} = A_{022}^{\max} - A_{023}^{\min} = 36,9 - 36 = 0,9\text{мм},$$

$$Z_{12}^{\min} = A_{022}^{\min} - A_{023}^{\max} = 36,2 - 36,062 = 0,42\text{мм},$$

$$Z_{13}^H = A_{024} - A_{025} = 39,8 - 39 = 0,8\text{мм},$$

$$Z_{13}^{\max} = A_{024}^{\max} - A_{025}^{\min} = 39,862 - 39 = 0,862\text{мм},$$

$$Z_{13}^{\min} = A_{024}^{\min} - A_{025}^{\max} = 39,8 - 39,062 = 0,738\text{мм},$$

$$Z_{14}^H = A_{026} - A_{027} = 55 - 54 = 1\text{мм},$$

$$Z_{14}^{\max} = A_{026}^{\max} - A_{027}^{\min} = 55 - 54 = 1\text{мм},$$

$$Z_{14}^{\min} = A_{026}^{\min} - A_{027}^{\max} = 54,3 - 54,062 = 0,238\text{мм},$$

$$Z_{15}^H = A_{028} - A_{029} = 5 - 4 = 1\text{мм},$$

$$Z_{15}^{\max} = A_{028}^{\max} - A_{029}^{\min} = 5 - 3,3 = 1,7\text{мм},$$

$$Z_{15}^{\min} = A_{028}^{\min} - A_{029}^{\max} = 4,3 - 4 = 0,3\text{мм}.$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

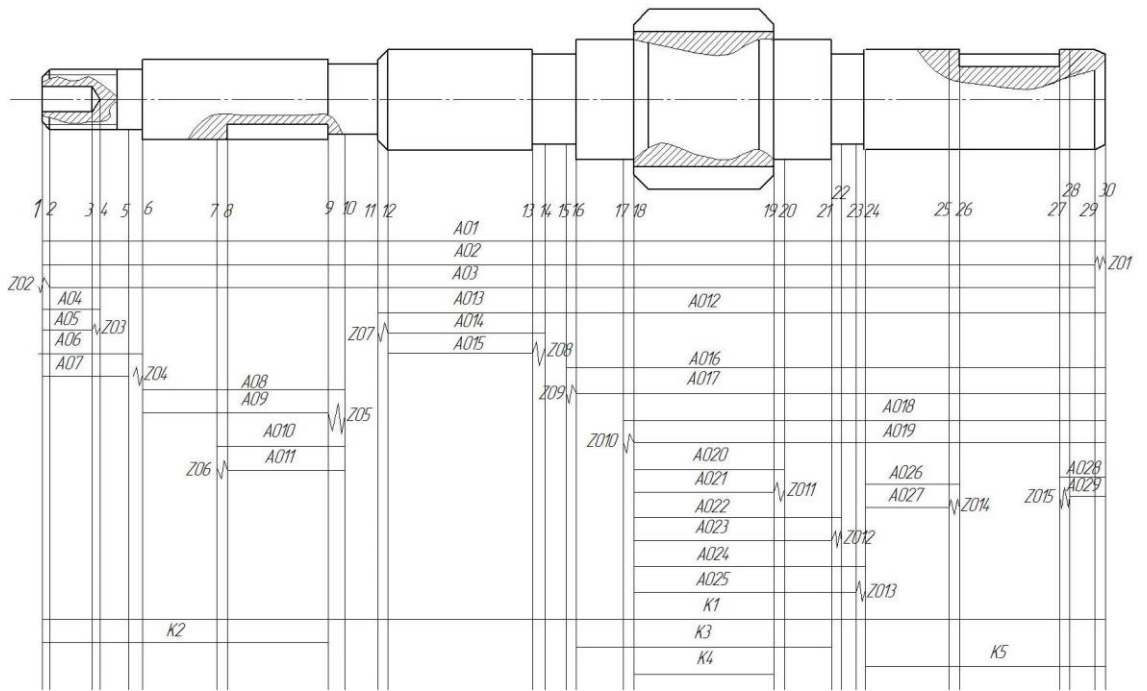


Рисунок 2.4 Розмірна схема лінійних розмірів в осьовому напрямку

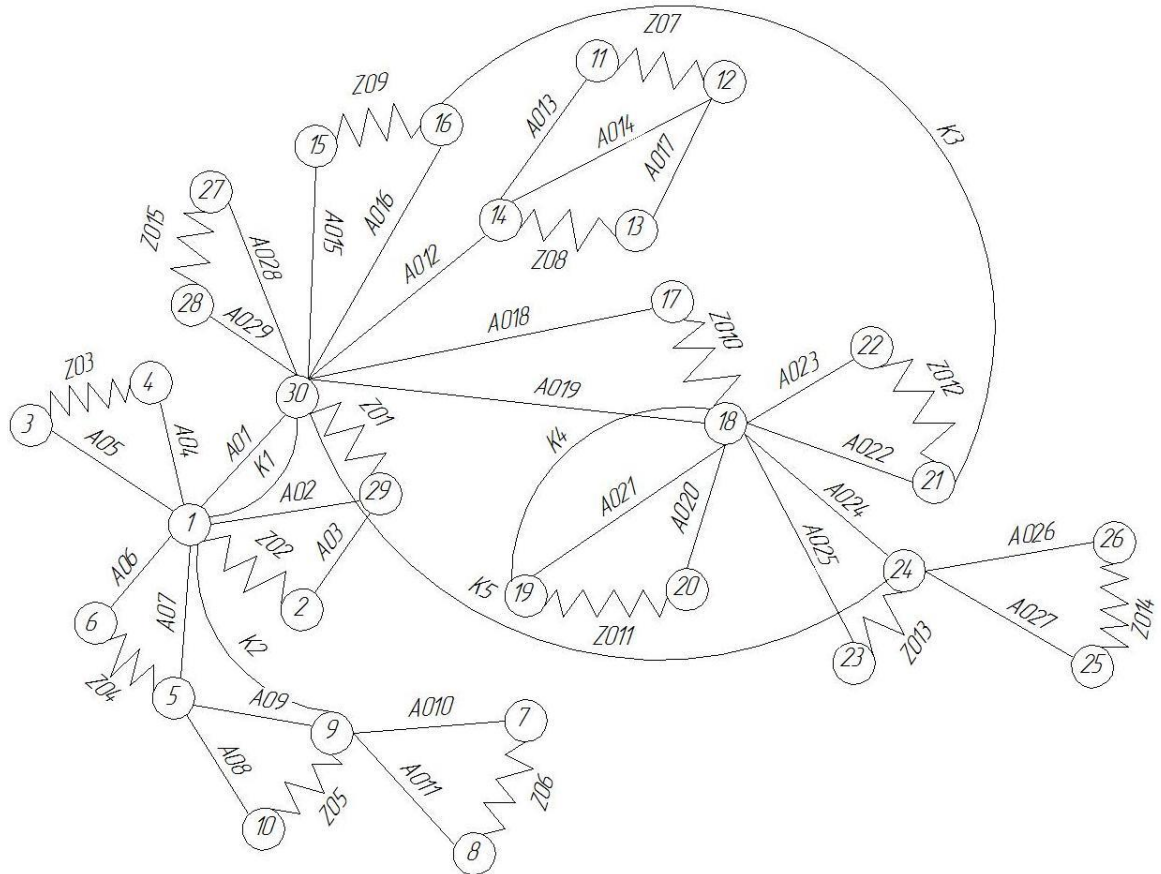


Рисунок 2.5 Граф-дерево комплексної схеми обробки в осьовому напрямку.
Розміри А по радіальному напрямку.

$$A_{01} = 21,2h9^{(+0,062)}_0).мм,$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

029Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

26

$$A_{02} = 19,8h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{03} = 18,7h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{04} = 18h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{05} = 15,1h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{06} = 13,6h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{07} = 12,8h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{08} = 12h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{09} = 12,4h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{010} = 11,2h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{011} = 10,5h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{012} = 10h9({}_0^{0,062})\text{мм},$$

$$A_{013} = 11,1h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{014} = 10h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{015} = 8,9h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{016} = 8h9({}_0^{+0,062})\text{мм},$$

$$A_{017} = 8,2h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{018} = 7,1h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$A_{019} = 6h8({}_{-0,11}^{+0,24})\text{мм},$$

$$L_1 = 0,05\text{мм},$$

$$L_2 = 0,025\text{мм}.$$

Розрахунок припусків по радіальному напрямку:

$$Z_{01}^H = A_{01} - A_{02} = 21,2 - 19,8 = 1,3\text{мм},$$

$$Z_{01}^{\max} = A_{01}^{\max} - A_{02}^{\min} = 21,2 - 19,8 = 1,3\text{мм},$$

$$Z_{01}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{02}^{\max} = 21,2 - 19,862 = 1,238\text{мм},$$

$$Z_{02}^H = A_{02} - A_{03} = 19,8 - 18,7 = 1,1\text{мм},$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$Z_{02}^{\max} = A_{02}^{\max} - A_{03}^{\min} = 19,862 - 18,7 = 1,162 \text{ мм},$$

$$Z_{02}^{\min} = A_{02}^{\min} - A_{03}^{\max} = 19,8 - 18,76 = 1,067 \text{ мм},$$

$$Z_{03}^H = A_{03} - A_{04} = 18,7 - 18 = 0,7 \text{ мм},$$

$$Z_{03}^{\max} = A_{03}^{\max} - A_{04}^{\min} = 18,762 - 18 = 0,762 \text{ мм},$$

$$Z_{03}^{\min} = A_{03}^{\min} - A_{04}^{\max} = 18,7 - 18,062 = 0,638 \text{ мм},$$

$$Z_{04}^H = A_{05} - A_{06} = 15,1 - 13,6 = 1,5 \text{ мм},$$

$$Z_{04}^{\max} = A_{05}^{\max} - A_{06}^{\min} = 15,34 - 13,49 = 1,85 \text{ мм},$$

$$Z_{04}^{\min} = A_{05}^{\min} - A_{06}^{\max} = 14,99 - 13,84 = 1,15 \text{ мм},$$

$$Z_{05}^H = A_{06} - A_{07} = 13,6 - 12,8 = 0,8 \text{ мм},$$

$$Z_{05}^{\max} = A_{06}^{\max} - A_{07}^{\min} = 13,84 - 12,8 = 1,04 \text{ мм},$$

$$Z_{05}^{\min} = A_{06}^{\min} - A_{07}^{\max} = 13,49 - 12,862 = 0,628 \text{ мм},$$

$$Z_{06}^H = A_{07} - A_{08} = 12,8 - 12 = 0,8 \text{ мм},$$

$$Z_{06}^{\max} = A_{07}^{\max} - A_{08}^{\min} = 12,862 - 12 = 0,862 \text{ мм},$$

$$Z_{06}^{\min} = A_{07}^{\min} - A_{08}^{\max} = 12,8 - 12,062 = 0,738 \text{ мм},$$

$$Z_{07}^H = A_{09} - A_{010} = 12,4 - 11,2 = 1,2 \text{ мм},$$

$$Z_{07}^{\max} = A_{09}^{\max} - A_{010}^{\min} = 12,64 - 11,09 = 1,55 \text{ мм},$$

$$Z_{07}^{\min} = A_{09}^{\min} - A_{010}^{\max} = 12,29 - 11,44 = 0,85 \text{ мм},$$

$$Z_{08}^H = A_{010} - A_{011} = 11,2 - 10,5 = 0,7 \text{ мм},$$

$$Z_{08}^{\max} = A_{010}^{\max} - A_{011}^{\min} = 11,44 - 1,05 = 0,94 \text{ мм},$$

$$Z_{08}^{\min} = A_{010}^{\min} - A_{011}^{\max} = 11,09 - 10,562 = 0,528 \text{ мм},$$

$$Z_{09}^H = A_{011} - A_{012} = 10,5 - 10 = 0,5 \text{ мм},$$

$$Z_{09}^{\max} = A_{011}^{\max} - A_{012}^{\min} = 10,562 - 10 = 0,562 \text{ мм},$$

$$Z_{09}^{\min} = A_{011}^{\min} - A_{012}^{\max} = 10,5 - 10,062 = 0,438 \text{ мм},$$

$$Z_{10}^H = A_{013} - A_{014} = 11,1 - 10 = 1,1 \text{ мм},$$

$$Z_{10}^{\max} = A_{013}^{\max} - A_{014}^{\min} = 11,34 - 9,89 = 1,45 \text{ мм},$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{10}^{\min} = A_{013}^{\min} - A_{014}^{\max} = 10,99 - 10,24 = 0,75 \text{ мм},$$

$$Z_{11}^H = A_{014} - A_{015} = 10 - 8,9 = 1,1 \text{ мм},$$

$$Z_{11}^{\max} = A_{014}^{\max} - A_{015}^{\min} = 10,24 - 8,9 = 1,34 \text{ мм},$$

$$Z_{11}^{\min} = A_{014}^{\min} - A_{015}^{\max} = 9,89 - 8,962 = 0,928 \text{ мм},$$

$$Z_{12}^H = A_{015} - A_{016} = 8,9 - 8 = 0,9 \text{ мм},$$

$$Z_{12}^{\max} = A_{015}^{\max} - A_{016}^{\min} = 8,962 - 8 = 0,962 \text{ мм},$$

$$Z_{12}^{\min} = A_{015}^{\min} - A_{016}^{\max} = 8,9 - 8,062 = 0,838 \text{ мм},$$

$$Z_{13}^H = A_{017} - A_{018} = 8,2 - 7,1 = 1,1 \text{ мм},$$

$$Z_{13}^{\max} = A_{017}^{\max} - A_{018}^{\min} = 8,44 - 6,99 = 1,45 \text{ мм},$$

$$Z_{13}^{\min} = A_{017}^{\min} - A_{018}^{\max} = 8,09 - 7,34 = 0,75 \text{ мм},$$

$$Z_{14}^H = A_{018} - A_{019} = 7,1 - 6 = 1,1 \text{ мм},$$

$$Z_{14}^{\max} = A_{018}^{\max} - A_{019}^{\min} = 7,34 - 5,89 = 1,45 \text{ мм},$$

$$Z_{14}^{\min} = A_{018}^{\min} - A_{019}^{\max} = 6,99 - 6,24 = 0,75 \text{ мм}.$$

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

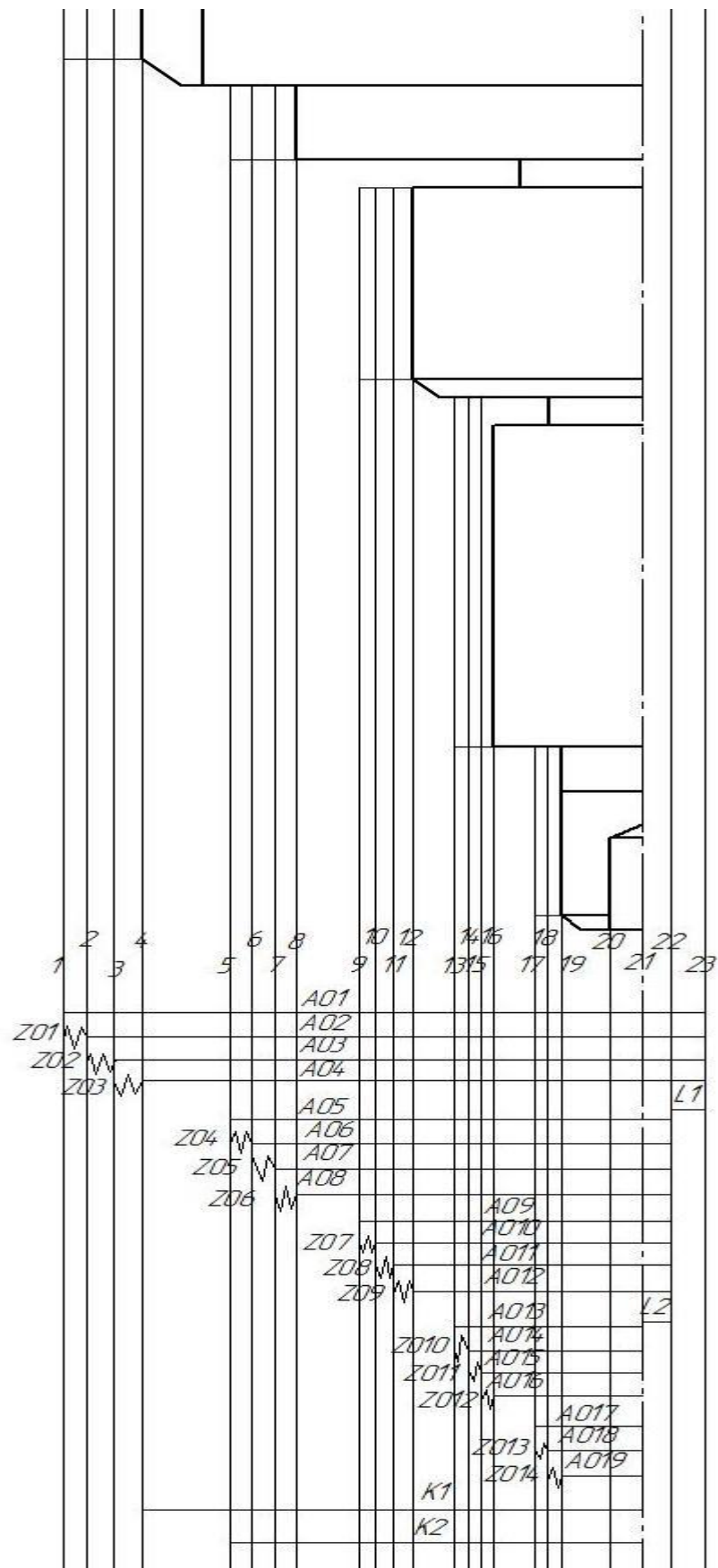


Рисунок 2.6 Розмірна схема лінійних розмірів в радіальному напрямку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

029Б-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

30

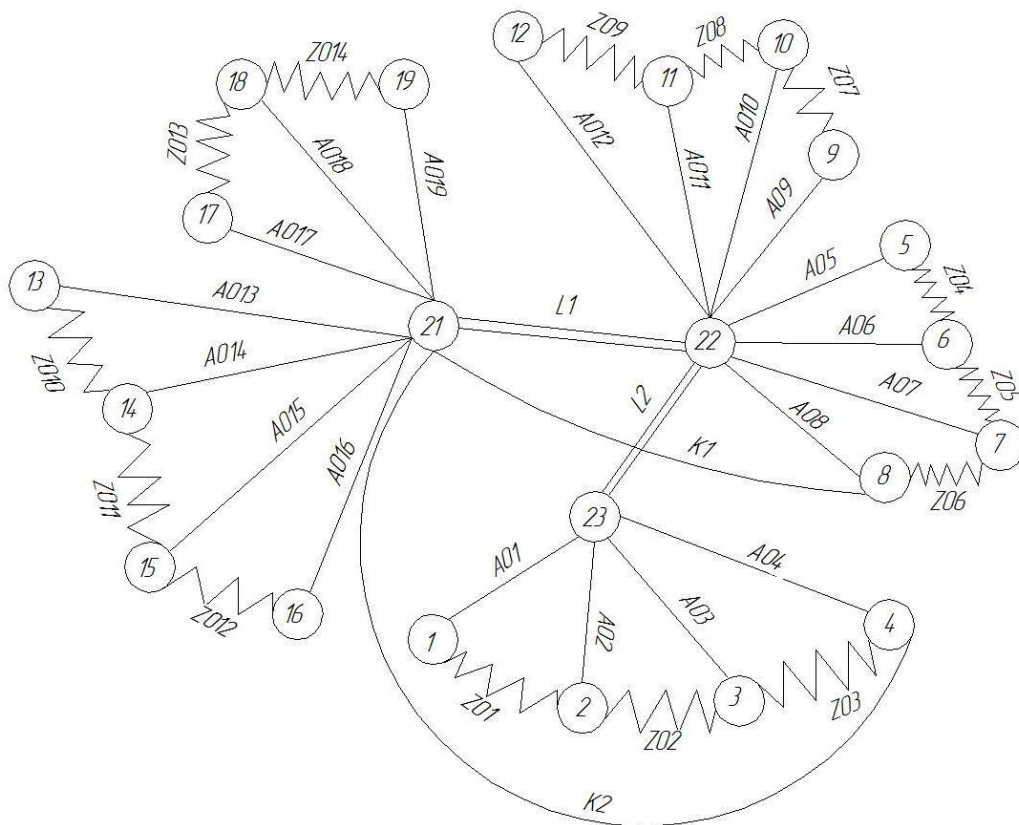


Рисунок 2.7 Граф-дерево комплексної схеми обробки в радіальному напрямку

Якісний аналіз розмірної схеми граф-дерева (рисунок 2.5. і рисунок 2.7.) та розмірних ланцюгів в осьовому і радіальному напрямках показує, що запропонований варіант може бути прийнятий. Перш за все, всі конструктивні розміри витримуються безпосередньо при виконанні технологічних операцій. Тобто, похибки обробки будуть залежати тільки від точності технологічної системи.

2.5. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Швидкість різання V розраховується по формулі, загальний вид якої [3]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \quad (2.7)$$

Дійсна швидкість [3]:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} \quad (2.8)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Так як матеріал заготовки сталь 45 і ріжучий інструмент виготовляють з швидкоріжучої сталі, то маємо з [3]:

$$K_{m\delta} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_g} \right)^{nv} \quad (2.9)$$

Період стійкості при багато інструментальній обробці [2]:

$$T_{MU} = T \cdot K_{TU} \quad (2.10)$$

а при багатостатному обслуговуванні [4]:

$$T_{MC} = T \cdot K_{TC} \quad (2.11)$$

K_{MP} - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу, значення якого приведені в [5].

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (2.12)$$

де $n = 0,75$ при визначенні складової R_z сили різання при обробці різцями; при визначенні крутного моменту M і осьової сили P_o [4].

050 Токарна операція $t = 1,75 \text{ мм}$; $s = 0,09 - 0,12 \text{ мм/об}$; $s_d = 0,12 \text{ мм/об}$.

$$V = \frac{14,7 \cdot 10^{0,025} \cdot 0,47}{20^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} = 57 \text{ мм/хв.}$$

$$\text{Частота обертання: } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 57}{3,14 \cdot 10} = 1815 \text{ об/хв}, n_g = 1800 \text{ об/хв};$$

$$\text{Дійсна швидкість: } V_g = \frac{\pi \cdot D \cdot n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1800}{1000} = 56,5 \text{ мм/хв.}$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 10^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1,15 = 59 \text{ Н/м.}$$

Потужність різання [3]:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{59 \cdot 1800}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт.} \quad (2.13)$$

$$\text{Основний час [2]: } T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{90}{1800 \cdot 0,12} = 0,41 \text{ хв.} \quad (2.14)$$

Для інших розрахунків складаємо таблицю 2.4.

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Режими різання на деталь «Вал-шестерня»

№ оп	Найменування операції	D мм	L мм	t мм	i	S _o мм/об	S мм/хв	V _p м/хв	n _d об/хв	N кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Фрезерно-центрувальна	27	273	3	2	Sz = 0.2 мм/зуб	2500	105	1250	2,4

010	Токарна з ЧПУ	37,5	30	1,25	1	0,6	378	74,1	630	2,4
		24	87	1,5	1	0,5	625	94,2	1250	2,9
		21,6	79	1,2	1	0,4	640	108	1600	2,4
		21,1	79	0,25	1	0,14	280	132	2000	1,4
		19,5	3	0,8	2	0,05	62,9	78,5	1250	1
015	Токарна з ЧПУ	37	30	0,25	1	0,3	300	116	1000	1,7
		24	157	1,25	1	0,5	625	94,2	1250	2,9
		21,6	149	1,2	1	0,4	640	108	1600	2,4
		21,1	149	0,25	1	0,14	280	132	2000	1,4
		17,6	80	1,75	1	0,5	1000	110	2000	3,4
		17,1	80	0,25	1	0,2	400	107	2000	1,2
		12,5	20	4,3	1	0,35	700	78,5	2000	3,4
		12	20	0,25	1	0,2	400	75,3	2000	1
		M12	15	1	1	0,5	64	75,4	2000	1
		19,5	3	0,8	1	0,05	62,9	78,5	1250	1
15,5	3	0,8	1	0,05	100	100	2000	1		
020	Вертикально-фрезерна	6	20	3,5	1	0,01	18	37,6	1800	1
025	Вертикально-фрезерна	5	20	3	1	0,01	18	31,4	1800	1
030	Центро-шліфувальна	5	2,6	0,1	1	0,15	300	3,1	2000	1
		5	2,6	0,1	1	0,15	300	3,1	2000	1
035	Зубофрезерна	36	28	4,5	1	1,92	1227	61,6	980	7
040	Шліфувальна	36	28	0,5	1	0,05	11	V _{кр} =49 V _д =25	1590 220	3,4
		20,1	79	0,5	1	0,05	6,5	V _{кр} =49 V _д =25	1590 398	2,4
		20	79	0,05	1	0,001	3,9	V _{кр} =49 V _д =25	1590 398	2,1
045	Шліфувальна	20,1	68	0,5	1	0,05	6,5	V _{кр} =49 V _д =25	1590 398	3,4
		20	68	0,05	1	0,001	3,9	V _{кр} =49 V _д =25	1590 398	2,4
		16,1	60	0,5	1	0,05	8,4	V _{кр} =49 V _д =25	1590 498	2,1
		16	60	0,05	1	0,001	0,97	V _{кр} =49 V _д =25	1590 498	2
050	Токарна	4,8	10	2,4	1	0,14	89	75,3	630	1,2
		5	10	0,1	1	0,25	57	75,3	630	1,7

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						33

Виходячи з розрахунків потужностей різання вибираємо на кожну операцію верстат:

- 005 Фрезерно-центрувальний напівавтомат МР76А;
- 010 Токарно-гвинторізний 16К20Ф3;
- 015 Токарно-гвинторізний 16К20Ф3;
- 020 Вертикально-фрезерний 6Н13;
- 025 Вертикально-фрезерний 6Н13;
- 030 Центро-шліфувальний МВ113;
- 035 зубофрезерний напівавтомат 5306К;
- 040 Кругло-шліфувальний напівавтомат 3М151;
- 045 Кругло-шліфувальний напівавтомат 3М151;
- 050 зубофрезерний напівавтомат 5306К;

2.6. Нормування технологічного процесу

На токарну операцію з ЧПУ 020 зробимо розрахунок норм часу за формулами, рекомендованим [3].

«Штучний час, $T_{ш}$. Хв. Розраховується за формулою [2]:

$$T_{ш} = (T_o + T_o + K_{ТВ}) \cdot (1 + \frac{T_{об}\%}{100}); \quad (2.15)$$

де T_o - основний час, хв., розраховується за формулою» [2]:

$$T_o = \frac{L+5}{S} \cdot i; \quad (2.16)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, з врахуванням довжини врізування інструменту.

$$T_o = \frac{30+5}{378} + \frac{87+5}{625} + \frac{79+5}{640} + \frac{79+5}{280} + \frac{3+5}{62.9} = 0,78хв.$$

«Допоміжний час T_o хв., розраховується за формулою [3]:

$$T_o = T_{BV} + T_{ВСП} + T_{ВИМ}; \quad (2.17)$$

де $T_{BV} = 0,32хв$ - допоміжний час на встановлення та зняття деталі;

$T_{ВСП} = 0,63хв$ - допоміжний час на перехід;

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{ВИМ} = 1,37 \text{ хв}$ - допоміжний час на конто ліні вимірювання;

$K_{ТВ} = 1$ - поправочний коефіцієнт;

$$T_o = 0,32 + 0,36 + 1,37 = 2,32 \text{ хв} .$$

$$T_{ш} = (0,78 + 2,32 \cdot 1) \cdot (1 + \frac{10}{100}) = 4,2 \text{ хв} .$$

Штучно-калькуляційний час $T_{ш-к}$, розраховується за формулою»[2]:

$$T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{ПЗ}}{n}; \quad (2.18)$$

де n – число деталей;

$$T_{ПЗ} - \text{підготовчо-завершальний час. } T_{ш-к} = 4,2 + \frac{18}{41} = 7,5 \text{ хв} .$$

Норми часу по решті операцій вибираємо за нормативами і зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. – Норми часу на операції механічної обробки деталі «вал-шестерня»

№ оп	Найменування операції	T_o хв	T_b хв	$T_{шт}$ хв	$T_{п.з.}$ хв	Квалі-фікація робіт
005	Фрезерно-центрувальна	0,51	1,33	1,97	15	4
010	Токарна з ЧПУ	0,78	2,32	3,4	20	2
015	Токарна з ЧПУ	3,36	3,52	7,5	20	2
020	Вертикально-фрезерна	2,6	0,48	3	5	4
025	Вертикально-фрезерна	2,6	0,48	3	5	4
030	Центро-шліфувальна	0,4	0,5	2,21	17	4
035	Зубофрезерна	0,4	1,85	2,43	31	4
040	Шліфувальна	1,97	0,9	2,03	17	4

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування технологічного оснащення

Застосування верстатних пристосувань дозволяє:

- Надійно базувати та закріплювати оброблювану деталь із збереженням її жорсткості в процесі обробки;
- Стабільно забезпечувати високу якість оброблюваних деталей при мінімальній залежності якості від кваліфікації робітника;
- Підвищити продуктивність і полегшити умови праці за рахунок механізації пристосувань;
- Розширити технологічні можливості використовуваного обладнання.

3.1.2. Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми

Загальні вимоги, які пред'являються до настановних елементів, визначені необхідністю зменшити похибки, що впливають на точність виготовлення деталі при використанні пристосувань [5]. Ескіз установки заготовки представлений на малюнку 3.1.

Дана схема базування позбавляє заготовку 5 ступенів свободи. Торець - опорна база, позбавляє 1 ступеня свободи; зовнішня циліндрична поверхня - подвійна напрямна база, що позбавляє заготовку 4-х ступенів свободи. Заготівка встановлюється на призму. Таким чином, поєднуються конструкторська і технологічна бази, що практично зводить похибку базування практично до нуля.

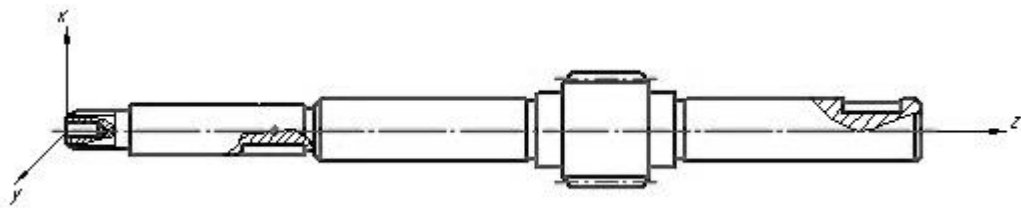


Рисунок 3.1 Теоретична схема базування

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристосування застосовується для встановлення деталі при фрезеруванні пазів, призначене для базування заготовок зовнішньою циліндричною поверхнею і торцем. В якості установчого елемента застосовується призма і установ, для запобігання від перекосу під другий кінець валу встановлюється підпружиненна призма, зверху деталь притискається прихватом.

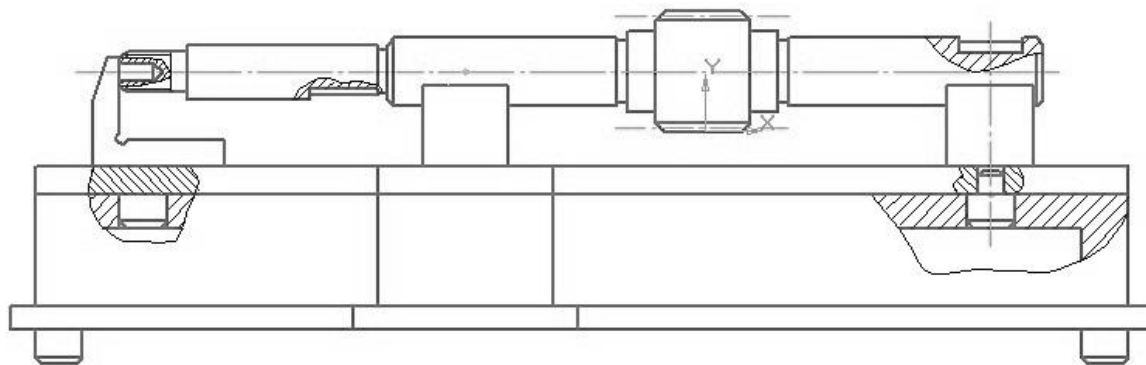


Рисунок 3.2 Схема установки заготовки

3.1.3 Силовий розрахунок параметрів приводу

Вертикально-фрезерна операція виконується на вертикально-фрезерному верстаті 6Р11. Фрезерується паз діаметром 10мм, глибиною 5 мм, і довжиною 50мм. Оброблюваний матеріал – сталь 45. вибираємо фрезу та встановлюємо її геометричні параметри. Фреза шпоночна діаметром 6 мм, спеціальна з твердосплавними пластинками. Величину сил затиску деталі в пристосуванні можна визначати, вирішивши завдання статички на рівновагу твердого тіла, що знаходиться під дією всіх прикладених до нього сил і моментів, що виникають від цих сил різання і інших, прагнучих зрушити встановлену деталь (сили ваги, інерційні відцентрові), затиску і реакції опор.

Заготовка може повернутись під дією сили P , тому необхідно прикласти таке зусилля R , щоб цього не сталося. Визначаємо силу затиску циліндричної заготовки, встановленої на призму і навантажену моментом, без врахування тертя на торці за формулою[1]:

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$Q = \frac{k \cdot P_z \cdot \frac{D}{2}}{\left(k_{zm} \cdot \frac{D}{2} + k_{on} \cdot \frac{D}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \right)} \quad (3.1)$$

де Q - сила затиску заготовки Н;

P_z - тангенціальна сила різання, Н;

$D/2=0,01775$ м- плече, на яке діє сила затиску;

$\alpha= 45^\circ$ - кут призми;

$k=1,4$ – коефіцієнт запасу;

$k_{zm}=0,15$ – коефіцієнт тертя зажиму;

$k_{on}=0,15$ - коефіцієнт тертя опори.

Розраховуємо режими різання на 025 Вертикально-фрезерну операцію по емпіричних формулах:

1. Встановити та закріпити деталь;

2. Фрезерувати 2 шпоночних паза 5N9; 6JS9;

3. Зняти деталь;

1. Глибина фрезерування $t=3-3,5$ мм;

2. Визначаємо подачу $S_z = 0,024$ мм/зуб;

3. швидкість різання для фрезерування, V мм/хв., розраховується за формулою» [6]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot k_v; \quad (3.2)$$

де S - подача на зуб, мм/об;

k_v - коефіцієнт швидкості різання;

B - ширина фрезерування;

Z - кількість зубів фрези;

$C_v=12$; $q=0,3$; $y=0,25$; $m=0,3$; $x=0,3$; $u=0$; $p=0$ - коефіцієнти та показники у формулі для розрахунку швидкості різання [7].

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховується по формулі [7]:

$$k_v = k_{Mv} \cdot k_{Nv} \cdot k_{Iv}. \quad (3.3)$$

Коефіцієнт, враховуючий якість оброблюваного матеріалу, k_{Mv} , розраховується за формулою [8]:

$$k_{Mv} = K \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^n \quad (3.4)$$

де σ_s - межа міцності оброблюваного матеріалу, для сталі 1000 МПа;

$K=0,8$ – коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструмента та деталі;

$$k_{Mv} = \left(\frac{750}{550} \right)^{0,9} = 1,32,$$

$$V_1 = \frac{12 \cdot 6^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 3,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,25} \cdot 6 \cdot 2} = 1,01 \text{ м/хв.},$$

$$V_2 = \frac{12 \cdot 5^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 3,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,25} \cdot 6 \cdot 2} = 1,209 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо частоту обертання інструменту [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}; \quad (3.5)$$

де V_p - швидкість головного руху різання;

D - діаметр обробки.

$$n_1 = \frac{1,01 \cdot 1000}{3,14 \cdot 6} = 54 \text{ об/хв.},$$

$$n_2 = \frac{1,209 \cdot 1000}{3,14 \cdot 5} = 77 \text{ об/хв.}$$

Корегуємо частоту обертання по паспорту верстата:

$$n_1 = 60 \text{ об/хв.},$$

$$n_2 = 80 \text{ об/хв.}$$

Розраховуємо дійсну швидкість різання за формулою [4]:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$V_p = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{1000}; \quad (3.6)$$

$$V_{p1} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 60}{1000} = 0,942 \text{ м/хв.},$$

$$V_{p2} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 80}{1000} = 1,5 \text{ м/хв.}.$$

«Визначаємо силу різання для фрезерування за формулою [5]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{MP}; \quad (3.7)$$

де $C_p = 68,2$; $y = 0,72$; $w = 0$; $x = 0,86$; $u = 1$; $q = 0,86$ - показники та коефіцієнти у формулі сили різання [6].

$$P_{z1} = \frac{10 \cdot 86,2 \cdot 3,5^{0,8} \cdot 6 \cdot 2}{6^{0,86} \cdot 1} = 5159,4 \text{ Н},$$

$$P_{z2} = \frac{10 \cdot 86,2 \cdot 3^{0,8} \cdot 5 \cdot 2}{5^{0,86} \cdot 1} = 4371,8 \text{ Н}.$$

Визначаємо крутний момент від сили спротиву різання при свердлінні, за формулою [5]:

$$M = \frac{P_z \cdot v}{2 \cdot 100}; \quad (3.8)$$

$$M_1 = \frac{5159,4 \cdot 9,42}{2 \cdot 100} = 243 \text{ Н·м},$$

$$M_2 = \frac{4371,8 \cdot 7,85}{2 \cdot 100} = 171,6 \text{ Н·м}.$$

Визначаємо потужність затрачену на різання за формулою [5]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}; \quad (3.9)$$

$$N_1 = \frac{5159,4 \cdot 9,42}{1020 \cdot 60} = 0,79 \text{ кВт},$$

$$N_2 = \frac{4371,8 \cdot 7,85}{1020 \cdot 60} = 0,56 \text{ кВт}.$$

Розраховуємо силу затиску [2]:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$Q_1 = \frac{1,4 \cdot 5159 \cdot \frac{0,01}{2}}{0,15 \cdot \frac{0,2}{2} + 0,15 \cdot \frac{0,2}{2 \cdot \sin \frac{90}{2}}} = 169 \text{ Н.}$$

$$Q_2 = \frac{1,4 \cdot 4371 \cdot \frac{0,01}{2}}{0,15 \cdot \frac{0,2}{2} + 0,15 \cdot \frac{0,2}{2 \cdot \sin \frac{90}{2}}} = 143 \text{ Н.}$$

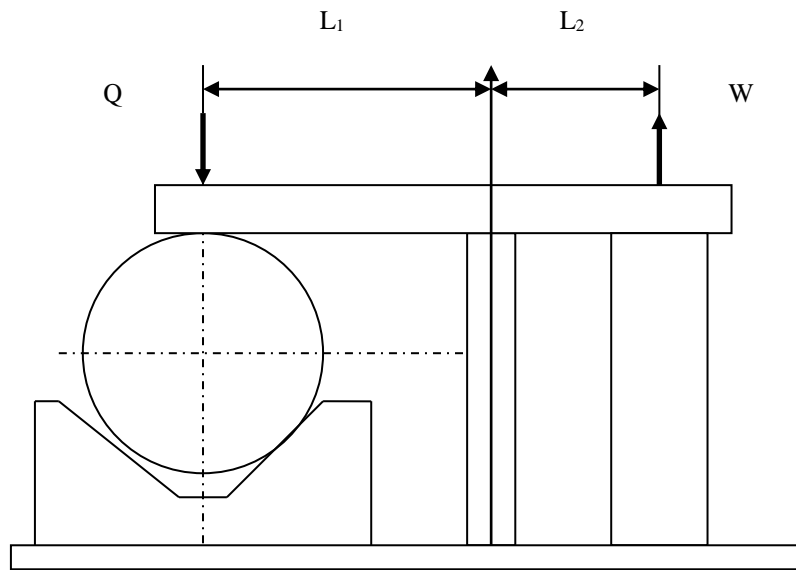


Рисунок 3.3 Схема для розрахунку сил затиску

Силу на штоці гідроциліндра односторонньої дії визначають з умови рівноваги сил, приложених до затискного пристрою [1]:

$$-Q \cdot l_1 + W \cdot l_2 = 0, \quad (3.10)$$

$$W = \frac{Q \cdot l_1}{l_2}; \quad (3.11)$$

де l_1, l_2 - плече прикладання сили [3].

$$W = \frac{143 \cdot 0,3}{0,3} = 143 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр гідроциліндра односторонньої дії за формулою [1]:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{P + x \cdot c}{p \cdot \eta}}, \quad (3.12)$$

де P – сила затиску заготовки, Н

p – залишковий тиск, $p=0,63$ МПа;

x – хід пружини, мм;

η - коефіцієнт корисної дії.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{143 + 0,1 \cdot 2}{0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 16 \text{ мм, приймаємо } 20 \text{ мм.}$$

3.1.4. Розрахунок на точність

«Розрахунок похибки ε_{np} зводиться до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки [1]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_n^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (3.13)$$

де $\varepsilon_{np} = 0,15$ (по 12 квалітету) – допуск при обробці розміру заготовки;

$k_T = 1,1 \dots 1,2$ – в залежності від кількості значень; чим більше їх, слід приймати ближче до одиниці [1]. Приймаємо $k_T = 1$;

$k_{T1} = 0,8 \dots 0,85$ – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах. Приймаємо $k_{T1} = 0,83$;

$k_{T2} = 0,6 \dots 0,8$ – коефіцієнт, що враховує частину похибки обробки в сумарній похибці, що викликав факторами, що не залежать від приспособлення» [3].

Приймаємо $k_{T2} = 0,7$;

ω – економічна точність обробки, приймається за таблицями. Приймаємо $\omega = 100 = 0,1$ [3] табл. 16.

$\varepsilon_\delta = 0$; $\varepsilon_3 = 0,0177$; $\varepsilon_y = 0,1$; $\varepsilon_u = 0,01$.

$\varepsilon_n = 2 \cdot 0,05 \cdot 9 / 20 = 0,045$ мм.

Всі знайдені значення підставляємо у формулу:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$\varepsilon_{np} \leq 0,15 - 1\sqrt{(0,83 \cdot 0)^2 + 0,0177^2 + 0,01^2 + 0,1^2 + 0,045^2 + (0,7 \cdot 0,1)^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

3.1.5. Загальний опис конструкції, принцип дії

На плиту встановлюється плита поз. 1 встановлюється призма поз. 3 і закріплюється гвинтами і штифтами. Для запобігання переміщення валу вздовж осі на плиту поз. 1 закріплюється установ поз. 15. У шток циліндра поз. 7 загвинчується опора поз. 3. У плиту загвинчується болт поз. 11, в який встановлена вісь. На вісь встановлюється прихват поз. 9. Для запобігання провисання валу під зовнішню циліндричну поверхню на плиту поз. 1 закріплюється призма поз. 3.

Плита пристосування поз. 1 разом з допоміжною плитою встановлюється на стіл верстата, розташувавши його шпонки поз над верстатним пазами.

На призму поз. 3 пристосування встановлюється деталь до зіткнення з торцем установка. У порожнину гідроциліндра подається рідина і шток з опорою поз. 12 рухається вгору, натискаючи на прихват поз. 9, який закріплює деталь. Обробляють паз. Відключають пневмоциліндр. Шток під дією пружини опускається разом з прихватом поз. 9, деталь розкріплюється.

3.2. Проектування контрольного пристрою

Контроль якості поверхонь досить важливий в сучасному машинобудуванні, особливо велика роль при виробництві взаємозамінних деталей. Пристосування для перевірки деталей застосовують на проміжних етапах обробки і для остаточної перевірки деталі, виявляючи точність розмірів, взаємного положення поверхонь і правильність їх геометричної форми. В нашому випадку, потрібне пристосування для контролю отворів валу на осьове биття. Пристрій повинен володіти високою точністю, та продуктивністю праці. З метою максимальної уніфікації пристрою, його елементи повинні бути виконані таким чином, щоб по

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завершенні роботи їх можна було використати в інших цілях. В якості контролюючого елемента вибираємо індикатор стрілочного типу.

3.2.1. Розрахунок на точність

Зобразимо схему базування та вимірювання деталі на пристосібленні.

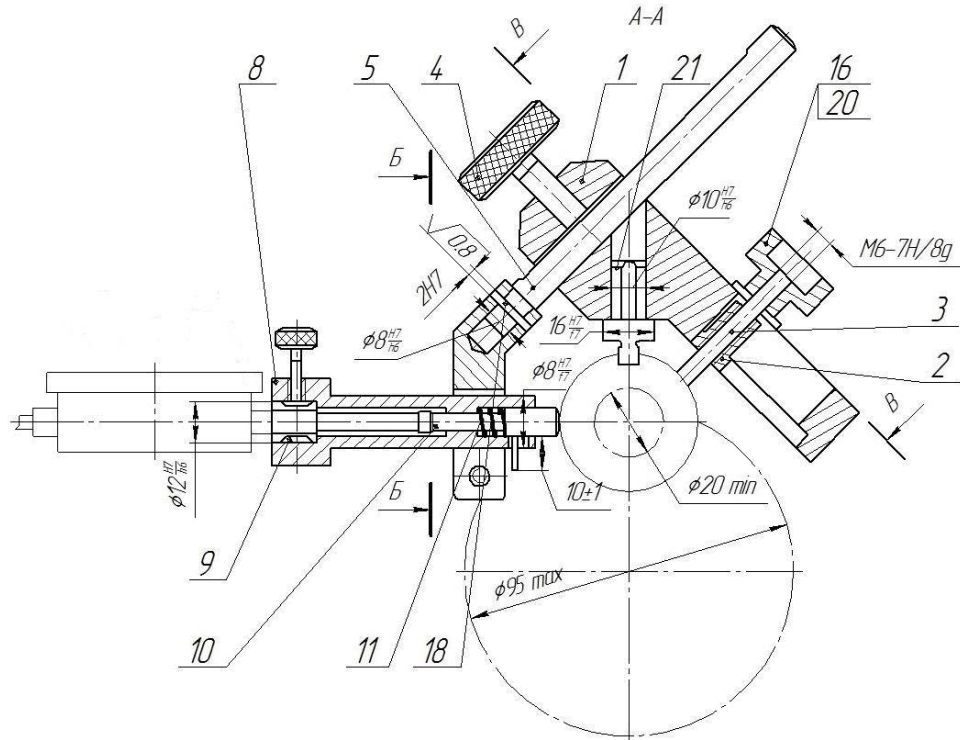


Рис.3.4 Схема базування та вимірювання деталі

«Пристосування налаштовується за еталоном, при цьому відстані між пальцем, головкою індикатора і штифтом - постійні. Індикатор при налаштуванні виставляється на нуль, (таким чином похибка вимірювання являє собою суму половини ціни поділки шкали індикатора 0,01 мм і похибки еталона) [2]. При вимірі деталь на пристосуванні центрується на призмі. 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» [6].

3.2.2. Загальний опис конструкції, принцип дії

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

При роботі пристрій встановлюється на закріплену деталь, індикатор встановлюється на нуль, при цьому контрольні шпонки встановлюються у шпоночці пази. Для проведення перевірки на точність, пристрій протягують по деталі, при цьому контрольні шпонки сприймають поверхню пазу, та передають покази на індикатор.

3.3. Розрахунок спеціального різучого інструменту

«При прямокутному січенні різця сторону e можна визначити за формулою [6]:

$$e = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot P_z \cdot e}{2,5\sigma N}}; \quad (3.14)$$

де P_z - сила різання, кГс;

e - виліт різця, мм;

σN - допустиме напруження на згин матеріалу державки різця»[7].

Розрахуємо силу різання :

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{xpz} \cdot S^{ypz} \cdot V^{npz} \cdot K; \quad (3.15)$$

де $C_{pz} = 408$;

$t = 5,5$;

$S = 0,25$ мм/об;

$Y_{pz} = 0,8$;

$X_{pz} = 0,72$;

$n_z = 0$;

$K = 1$.

$$P_z = 408 \cdot 5,5^{0,72} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1 \cdot 1 = 459 \text{ кГс.}$$

В якості матеріалу державки різця обираємо сталь 50 ГОСТ 4050-91 з технічними характеристиками: $G_\sigma = 65$ кГс/мм, $G_H = 20$ кГс/мм [7].

Ширина державки різця [6]:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$e = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 459 \cdot 50}{2,5 \cdot 20}} = 15,976. \quad (3.16)$$

Приймаємо $v=16$ мм.

Користуючись співвідношенням $H=1,6 v$, розраховуємо:

$$H=1,6 \cdot 12=19,2 \text{ мм.}$$

На рисунку 3.5 вказані положення P_z, l, H .

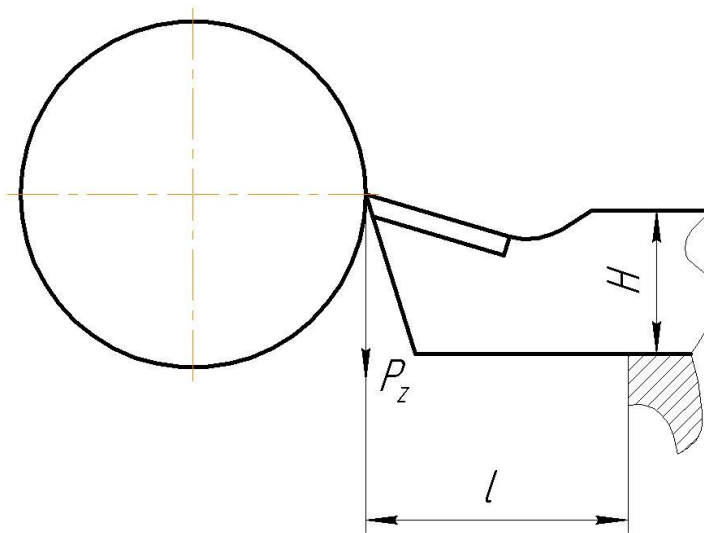


Рисунок 3.5 Дія сил при різанні

Перевіряємо на міцність та жорсткість державку різця [6]:

$$P_{zd} = \frac{B \cdot H \cdot G_e}{6 \cdot e}; \quad (3.17)$$

$$P_{zd} = \frac{16 \cdot 9 \cdot 20}{6 \cdot 50} = 460 \text{ кГс.}$$

Порівняємо розрахункову жорсткість з розрахунковою [7].

$$P_{zd} \geq P_z, 460 \geq 459. \quad (3.18)$$

Різець володіє достатньою жорсткістю та міцністю.

						029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Уточнення типу виробництва

Коефіцієнт закріплення операцій визначає тип виробництва, та визначається за формулою [6]:

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

де O – число операцій, що виконується на робочих місцях ділянки, цеха;
 P – кількість робочих місць.

Кількість робочих місць визначаємо за формулою »[6]:

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

де $N=20000$ шт. – річна програма випуску;

$F_{\partial}=4059$ год. – річний фонд робочого часу;

$\eta_{з.н.}=0,75$ – нормативний коефіцієнт завантаження;

$T_{шт.к.}$ - штучно-кулькуляційний час на операціях, хв.;

$$T_{шт.к.} = T_0 \cdot \varphi, \quad (4.3)$$

де φ - коефіцієнт, який залежить від операцій і типу виробництва;

T_0 - основний технологічний час.

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

005 Фрезерно-центрувальна операція:

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,32 \text{ хв},$$

Основний технологічний і штучно-кулькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 1,97 \text{ хв},$$

010 Токарна з ЧПУ

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l \cdot 4 = 0,78 \text{ хв},$$

Основний технологічний і штучно-кулькуляційний час:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт-к} = 3,4хв,$$

015 Токарна з ЧПУ

$$T_{01} = 0,0018 \cdot l \cdot 4 = 3,36хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 7,5хв,$$

020 Вертикально-фрезерна

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 2,6хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 3хв,$$

025 Вертикально-фрезерна

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 2,6хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 3хв,$$

030 Центро-шліфувальна

$$T_{01} = 0,0031 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 0,4хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,21хв,$$

035 Зубофрезера

$$T_{01} = 0,0031 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 0,4хв,$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,41хв,$$

040 Шліфувальна

$$T_{01} = 0,0052 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 1,97хв$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,03хв,$$

045 Шліфувальна

$$T_{01} = 0,0052 \cdot d \cdot l \cdot 2 = 2,71хв$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт-к} = 4,8хв,$$

050 Токарно-гвинторізна

$$T_{01} = 0,00356 \cdot l = 0,1хв$$

Основний технологічний і штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 1,16хв,$$

Знайдемо середній штучно-кулькуляційний час [6]:

$$T_{шт.к} = \frac{\sum T_{шт.к}}{n}, \quad (4.4)$$

$$T_{шт-ксер} = \frac{31,5}{10} = 3,15хв.$$

«Визначаємо розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції [6]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (4.5)$$

де N – річна програма випуску, шт.; (N = 20000шт.)

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час;

F_d – дійсний річний фонд роботи обладнання; ($F_d=4059$ год.)

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

$$m_{p005} = \frac{20000 \cdot 1,97}{60 \cdot 4059 \cdot 0,75} = 0,21;$$

Розраховуємо дійсний коефіцієнт завантаження обладнання користуючись даними з праці »[6]:

$$n_{з.ф} = \frac{m_p}{p} < n_{з.н}, \quad (4.6)$$

$$n_{з.ф005} = \frac{0,21}{1} = 0,21,$$

$$n_{з.ф005} = 0,21 < 0,75 - \text{умова виконується.}$$

Розраховуємо кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні [6]:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$O = \frac{n_{з.н}}{n_{з.ф}} : \quad (4.7)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,21} = 3,5, \text{ приймаємо } O=3.$$

На інші операції проводимо аналогічні розрахунки і результати заносимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1. – Значення штучно-калькуляційного часу та кількості верстатів

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$n_{з.ф}$	O
005	1,97	0,21	1	0,21	3
010	3,4	0,37	1	0,37	2
015	7,5	0,72	1	0,72	1
020	3	0,32	1	0,32	2
025	3	0,32	1	0,32	2
030	2,21	0,24	1	0,24	3
035	2,41	0,26	1	0,26	2
040	2,03	0,22	1	0,22	3
045	4,8	0,52	1	0,52	1
050	1,16	0,12	1	0,12	6
Всього	31,48	3,3	10	3,3	25

Звідси, визначаємо коефіцієнт закріплення операцій [6]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{25}{10} = 2,5; \quad (4.8)$$

Оскільки $1 < K_{з.о.} < 10$, то виробництво крупносерійне [6].

Добовий випуск виробів [6]:

$$N_c = \frac{N}{254} = \frac{20000}{254} = 78шт;$$

Добова продуктивність потокової лінії:

$$Q = \frac{F_c}{T_{шт.сер}} \cdot \eta_{з.ф.сер} = \frac{952}{3,14} \cdot 0,33 = 100шт;$$

$Q_c \cdot 0.6 = 100 \cdot 0.6 = 60 < N_c = 78$, отже форма організації виробництва потокова.

Такт випуску виробів:

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

де $F_d = 4059$ год. – дійсний річний фонд роботи обладнання.

4.2. Визначення кількості працівників на дільниці

За робочими місцями кількість основних робітників визначається за формулою [11]:

$$P_B = M_{p.в} \cdot m \cdot K_n, \quad (4.9)$$

де $M_{p.в}$ – кількість місць робітників-верстатників [7]:

$$M_{p.в} = \frac{m_n}{K_m} = \frac{10}{1,8} = 6,1, \quad (4.10)$$

де m_n - прийнята кількість верстатів на дільниці;

K_m - коефіцієнт багатостаночного обслуговування – для масового виробництва – 1,5...1,8, [7];

m – число змін роботи обладнання в добу;

K_n - коефіцієнт, що враховує додаткову кількість робітників для зміни [6]:

$$K_n = \frac{\Phi_{н.р}}{\Phi_{д.р}} = \frac{2070}{1820} = 1,14,$$

де $\Phi_{н.р}$ - номінальний річний фонд часу для робітника (2070 год.) [6];

$\Phi_{д.р}$ - дійсний річний фонд часу для робітника (1820 год.) »[7].

Отже: $P_B = 6,1 \cdot 2 \cdot 1,14 = 14 \text{ чол.}$

Кількість робітників не верстатників визначають у відсотках від числа верстатників – для масового виробництва – 1 – 3% $M_{p.в}$, отже кількість робітників не верстатників рівний: $0,03 \cdot 6,1 = 0,21$ – приймаємо 1.

Тоді кількість основних робітників рівна $P_g = 15 \text{ чол}$ [6].

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

«Знаходимо, наближено, кількість подібних виробів для виготовлення у цеху:

$$B_n = \frac{C_n}{m_n} = \frac{110}{11} = 10 \text{дет}, \quad (4.11)$$

де C_n - прийнята кількість верстатів у цеху, $C_n = 100$;

m_n - прийнята кількість верстатів на дільниці виготовлення деталі 10,

Приймаємо $B_n = 10$

Уточнюємо кількість верстатів у цеху за прийнятою кількістю виробів »[7]:

$$B_n \cdot m_n = C_n = 10 \cdot 10 = 100 \text{ верстатів}; \quad (4.12)$$

Ручні місяця слюсарів на виробничій дільниці [6]:

$$M_M = 2\% C_n = 0,02 \cdot 10 = 2. \quad (4.13)$$

4.3. Розрахунок виробничої площі дільниці

Виробнича площа механоскладального цеху розраховується за формулою

$$[6]: F_{\text{вир}} = C_{\text{п}} \cdot F_{\text{вер}} = 130 + 120 + 150 + 100 + 150 + 190 + 70 + 100 + 130 = 1356 \text{ м}^2 \quad (4.14)$$

Таблиця 4.2. – Габарити та площа верстатів

№п/п	Верстат	Габарити, м	Питома площа, м ²	Кількість верстатів
1	MP76A	4,0x3,8	26	1
2	16K20Ф3	4x3,6	24	1
3	16K20Ф3	4x3,6	30	1
4	6Н13	3,2x3,2	20	1
5	6Н13	3,2x3,2	24	1
6	MB113	4,4x2,8	25	1
7	5306К	5,2x1,8	21	1
8	3М151	3,5x4,2	20	1
9	3М151	3,5x	26	1
10	5306К	5,2x1,8	21	1

Площа дільниці для виготовлення деталі:

$$F_{\text{вир.дет}} = m_{\text{п}} \cdot F_{\text{вер.дет}} = 26 + 24 + 30 + 20 + 24 + 25 + \\ + 21 + 20 + 26 + 21 = 135 \text{ м}$$

Виробнича площа складальної дільниці [7]:

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{вир.ск}} = (30...40)\% F_{\text{вир}} = 0,35 \cdot 1356 = 474 \text{ м}^2 \quad (4.15)$$

Площа слюсарної дільниці [12]:

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

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

$F_{\text{сл}}$ - питома площа на 1 слюсаря, 4...6 м².

4.4. Розробка технічного планування дільниці

Таким чином, планування дільниці проводиться за наступною послідовністю:

- Визначення типу виробництва;
- Розрахунок кількості обладнання;
- Розрахунок виробничих та допоміжних площ;
- Розрахунок річної працездатності;
- Визначення транспортної системи цеху.

На листі викреслюємо план дільниці в масштабі 1:100 [7]. На дільниці знаходиться 10 верстатів: 5 фрезерних, 3 шліфувальних, 2 токарних. Тому вибираємо сітку колон з шириною дільниці $L = 24 \text{ м}$ і кроком колон $t = 12 \text{ м}$ [7].

4.5. Основні техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 4.3. - Техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників і одиниці вимірювань.	Дільниця.
1. Найменування виробу.	Вал-шестерня
2. Річна програма випуску, т.	20000
3. Працездатність виготовлення, год.	78
4. Кількість основного обладнання.	10
5. Тип виробництва.	Крупносерійне

6. Кількість основних робітників.	15
7. Виробничі площі, м ² .	1356
8. Середній коефіцієнт завантаження обладнання.	2,5
9. Питома площа на один верстат, м ² .	24
10. Річний випуск на один основний верстат, шт.	5632
11. Питома площа на одного основного робітника, м ² .	9,9

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Деталь «Вал-шестерня» - це фрикційне колесо з ободом або канавкою по колу, що передає рух приводному зубчастому колесу, чи валу. Використовується як одна з основних частин пасової передачі. При довготривалому терміні експлуатації верстата виникає зношення пасових канавок. Так як матеріал деталі не дорогий в отриманні, зазвичай деталь виготовляють нову. Пасові канавки зношуються, зазвичай, по бокових поверхнях. При зношенні зубів вал не передає точних передаточних відношень, збільшується коефіцієнт ковзання, змінюється передатне число, стає не придатним до експлуатації, при новій заміні термін експлуатації його знижується. Робочі поверхні зубів повинні мати шорсткість не більше $Ra = 0,4$ мкм. Робочі поверхні бажано полірувати. Кут пасових канавок не повинен перевищувати 36° .

«В більшості випадків на першій операції заготовка базується по необробленій зовнішній циліндричній поверхні; на наступних операціях – по обробленому отвору і торцю. Іноді (для великих деталей з маточиною), щоб отримати врівноважену (без різностінності) маточину, на першій операції базують заготовку по не обробленому отворі в маточині і оброблюють поверхні з найбільшим діаметром. Потім, базуючи її на зовнішньому діаметрі, оброблюють центровий отвір. Якщо необхідно отримати мале биття по зовнішній поверхні, то заготовку оброблюють ще раз, установлюючи її по обробленому отворі.

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» [9].

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробці технологічних процесів і розміщенні устаткування було враховано усі засоби охорони праці, тобто: устаткування розміщене так, щоб не допускались зустрічні потоки й зворотні рухи людей і вантажів. Біля робочих місць передбачені площадки для деталей і матеріалів. Підлога має рівну неслизьку поверхню, без вибоїв і порогів. У приміщенні на робочих місцях розташовані решітки на підлозі, так як підлога з цементу і є дуже холодною.

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 [10]. При проведенні слюсарних робіт інструмент повинен відповідати наступним вимогам [11]:

- молотки повинні бути насаджені на рукоятки овального перетину виготовлених з дерева в`язких порід;
- гайкові ключі повинні бути справні й відповідати розмірам болтів і гайок, нарощувати ключі забороняється;
- молотки, зубила, віджими не повинні мати збитих і скошених боків.

Користуватися тільки тим інструментом, що передбачений для даних робіт. Також є стелажі для зберігання деталей, які мають невеликий ухил полиць у середину і мають таку висоту, щоб було зручно складати деталі.

При проведенні гальванічних робіт спочатку підготовлюються індивідуальні засоби захисту: окуляри закритого типу, гумові рукавички й чоботи, прогумований фартух. Під час процесу покриття гальванічним електролітом тримають ванну закритою, що підсилює роботу бортової вентиляції, не допускається проникнення шкідливих газів у приміщення цеху. Деталі у ванну опускаються у спеціальних кошиках, у сітках, гачками або на підвіску крана обережно не розприскуючи.

Зберігається і транспортується кислота тільки в справній тарі, на спеціальних засобах перенесення. Щоб уникнути опіків наливається кислота у воду, а не навпаки. Ніякому разі не зливається в каналізацію відпрацьовані ціаністі розчини, до зливу їх знешкоджують хлорним вапном. Для попередження утворення гримучого газу періодично видаляється з поверхні

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчину ванни забруднення. При роботі на електро - ваннах хімічного оксидування з концентрат ними 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.

За даними підприємства було надано таку інформацію, що у звітному періоді (за 2012 рік) $P_{нт} = 21$ людино-днів, а це менше за розрахункове 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.

5.2. Аналіз стану пожежної безпеки

«Вогнегасники на підприємстві є таких видів: переносні – 58 шт., пересувні – 8 шт., водних – 10 шт., пінних 38 шт., вуглекислотні – 5 шт., порошкові – 13 шт., також вогнегасники є такі, що гасять пожежу під тиском газів у результаті хімічної реакції, під тиском заряду або робочого газу над вогнегасними речовинами, під тиском енергії спрямованого вибуху. По кількості використаної вогнегасної речовини, тобто їх об'ємів, є вогнегасники до 5 – 10 і понад 10 літрів.

Також 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 с, довжина струменя 1,5 – 3 метра» [12] .

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

При виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра був розроблений технологічний процес механічної обробки деталі типу «Вал-шестерня». Були проведені: розмірний аналіз креслення деталі, побудовані графи розмірних зв'язків за трьома координатним осях, що дозволило виявити неправильну конструкторську інформацію; аналіз технологічності оброблюваної деталі, відповідно до якої був обраний метод отримання заготовки. Розроблено маршрут обробки і обрані бази на операції, після чого проведений розмірний аналіз технологічного процесу у вигляді побудови вихідних і похідних технологічних графів. За довідковими матеріалами зроблений розрахунок режимів різання і нормування технологічного процесу, а також вибір обладнання для реалізації процесу. На підставі розрахунків заповнені операційні карти (див. додаток). Обрано установочно-затискний пристрій, для якого зроблений силовий розрахунок.

					029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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

						029Б-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
							61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			