

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри машинобудування,  
мехатроніки і робототехніки  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на тему  
**«Конструкторсько-технологічне забезпечення  
виготовлення деталі «Гільза»»**  
**«Design and technological support for  
the manufacture of the "Sleeve" part»**

Виконав здобувач вищої освіти  
IV курсу, групи ПМ(ОТ)-20  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

\_\_\_\_\_ Рабушенко В. В.

Керівник проекту  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Володимир СВЯЦЬКИЙ

Рецензент  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Любов ОЛІЙНІЧЕНКО

# Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: механіко-технологічний

Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма: «Прикладна механіка»

Завідувач кафедри машинобудування,  
мехатроніки і робототехніки

канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА

9 квітня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти Рабушенку Віктору Віталійовичу

1. Тема роботи: «Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Гільза»»
2. Керівник роботи: Свяцький Володимир Вячеславович
3. Строк подання роботи до захисту: 28 червня 2024 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи.

Мета: розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Гільза».

Завдання: обґрунтувати актуальність теми та напрямок розрахунків; провести аналіз технологічності конструкції деталі, аналіз міцності деталі, спроектувати технологічний процес виготовлення деталі, підібрати засоби технологічного оснащення, вимірювальні інструменти.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Опрацювання навчальної та наукової літератури	19.04.2024 р.	
2	Аналіз технологічної деформованості матеріалу	25.04.2024 р.	
3	Проектування технології підготовчих операцій та технологічного процесу виготовлення деталі, вибір засобів технологічного оснащення	30.05.2024 р.	
4	Написання першого варіанта тексту, подання його на ознайомлення керівникові	05.06.2024 р.	
5	Усунення недоліків, написання останнього варіанта тексту	10.06.2024 р.	
6	Перевірка роботи на плагіат	14.06.2023 р.	
7	Зовнішнє рецензування роботи	15.06.2024 р.	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні екзаменаційної комісії	27.06.2024 р.	

Дата видачі завдання  
9 квітня 2024 р.

Підпис керівника  
\_\_\_\_\_ Свяцький В. В.

Завдання прийнято до виконання  
9 квітня 2024 р.

Підпис здобувача  
\_\_\_\_\_ Рабушенко В. В.

## Вступ

Машинобудівна галузь відноситься до самих необхідних галузей будь-якої держави. Економічне становище в країні багато в чому залежить від розвитку машинобудівного сектору. З поліпшеннями в технологіях виробництв підвищується і якість життя всіх споживачів.

Автоматизація існуючих виробництв і проектування нових з урахуванням сучасних технологій, впровадження механізації там, де це можливо, поліпшення і оптимізація технологічних процесів – це нинішні завдання, представлені для розв'язку інженерам машинобудування.

Мета роботи: проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Гільза». У конструкторському розділі проводиться розробка пристосування для операції свердління. Для досягнення поставленої мети були зроблені розрахунки припусків і режимів різання. Для кожної операції обране необхідне устаткування. Для добутку обробки необхідної якості підбрані різальні інструмент і пристосування. Для контролю обраний міряльний інструмент, здатний перевірити досягнення необхідної точності виготовлення.

# 1. Технологічна частина

## 1.1 Вихідні дані

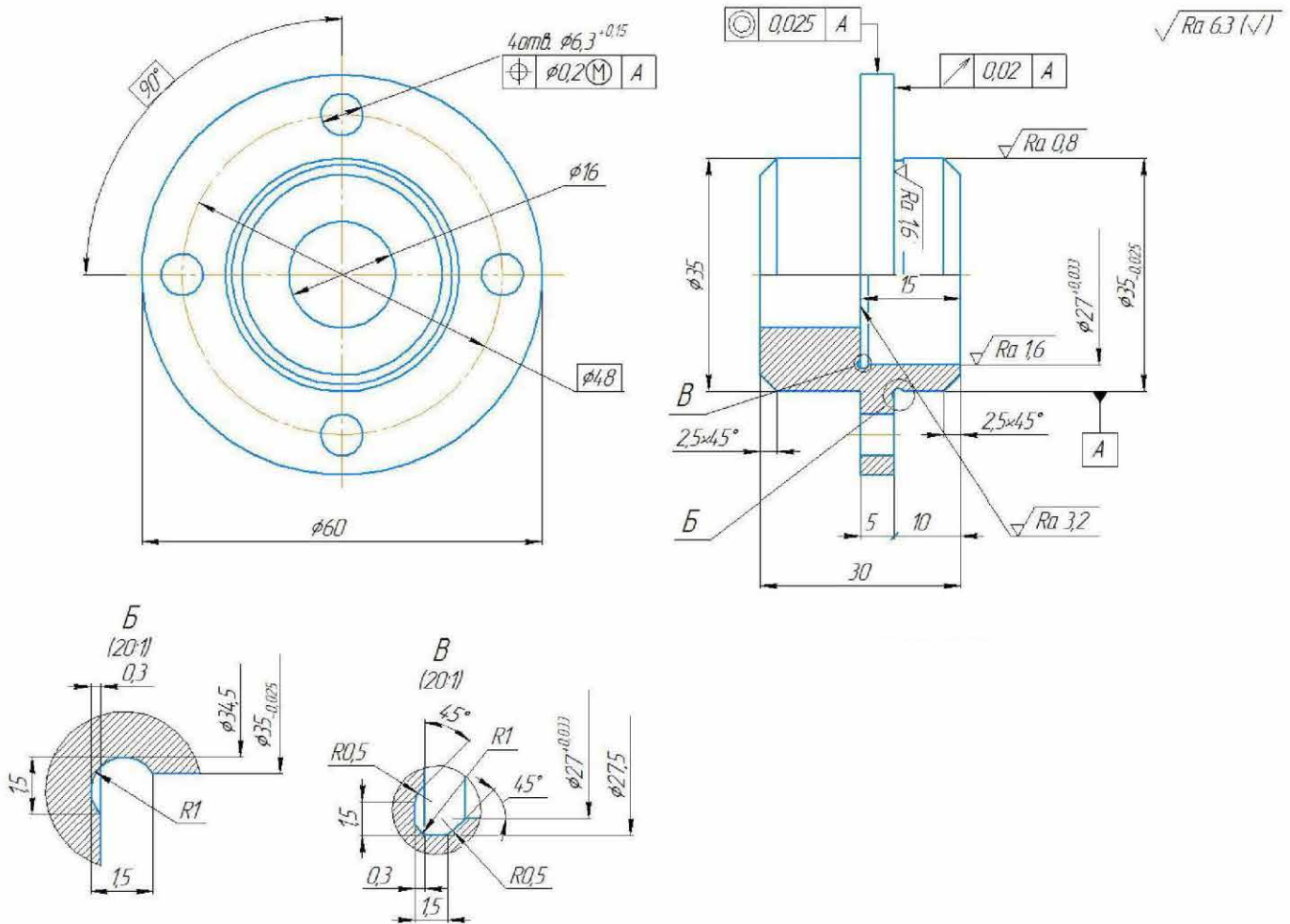


Рисунок 1.1 – Креслення деталі «Гільза» Річна програма випуску N

= 15000 шт/рік.

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь – Гільза на рисунку 1.1 є тілом обертання.

Деталь досить тверда. До всіх оброблених поверхонь є вільний доступ інструмента.

Загальна шорсткість деталі  $Ra 6,3$ . Вимоги до шорсткості однієї поверхні  $Ra 3,2$  може бути витримане при чорновій токарській обробці, а шорсткість

деяких поверхонь Ra 0,8, Ra 1,6 буде витримана при шліфуванні.

У деталі є розміри високої точності, виконувані по 7 і 8 квалітету.

Деталь виконано зі сталі 45.

Таблиця 1.1

Хімічний склад

Елемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
%	0,42 - 0,5	0,17 - 0,37	0,5 – 0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,08	~ 97

### 1.3 Вибір заготовки

У якості заготовки вибираємо круглий прокат. Дана заготовка задовольняє технологічні особливості деталі, яку необхідно виготовити зі сталі 45 і зробити термообробку. Розмір, маса і форма майбутньої деталі також можуть бути досягнуті шляхом обробки круглого прокату.

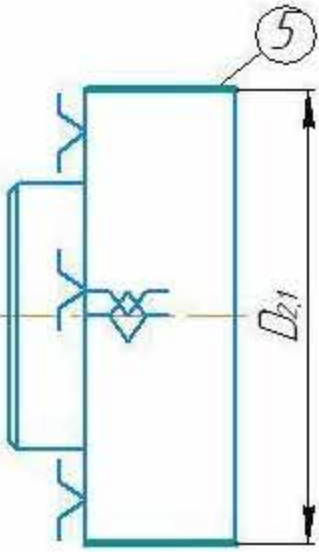
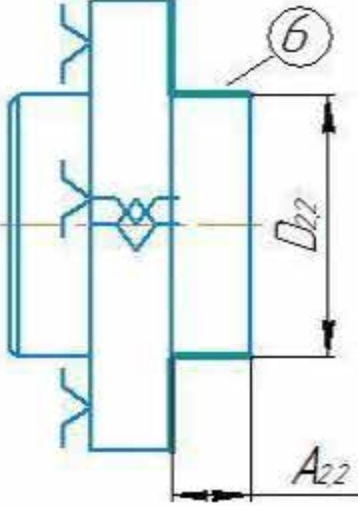
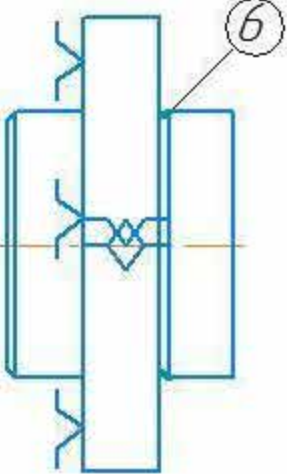
### 1.4 Розробка технологічного маршруту

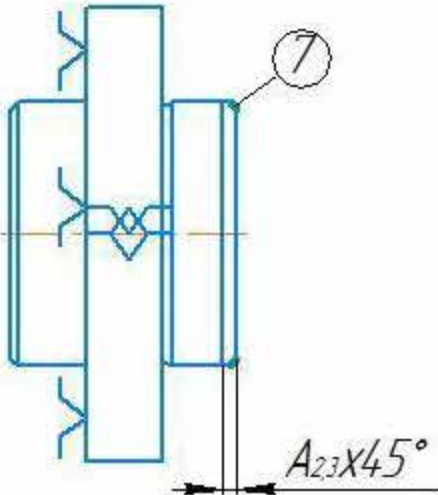
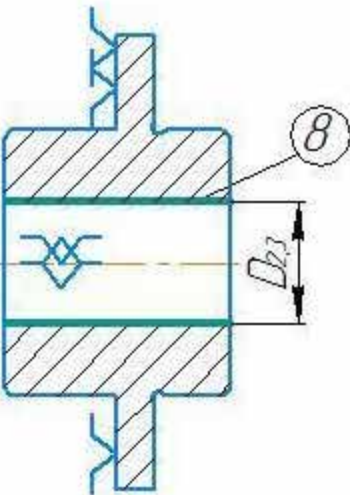
Таблиця 1.2

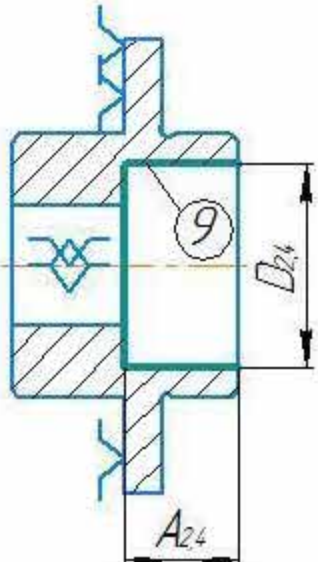
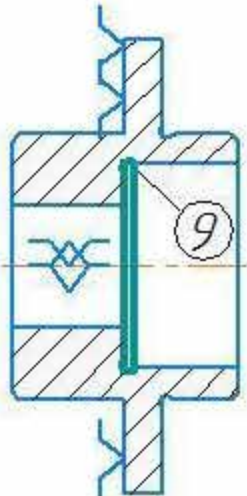
#### Технологічний процес

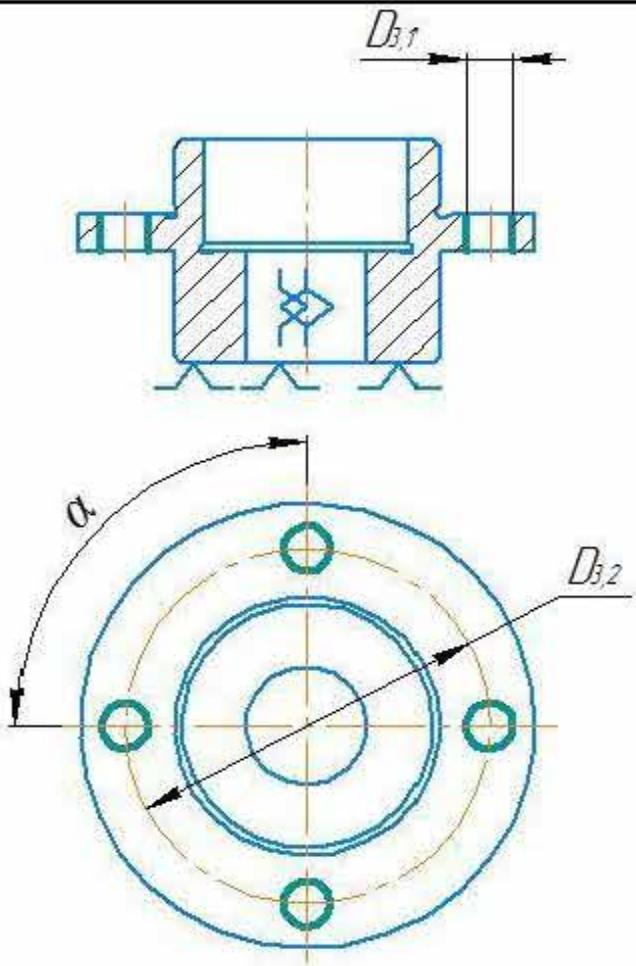
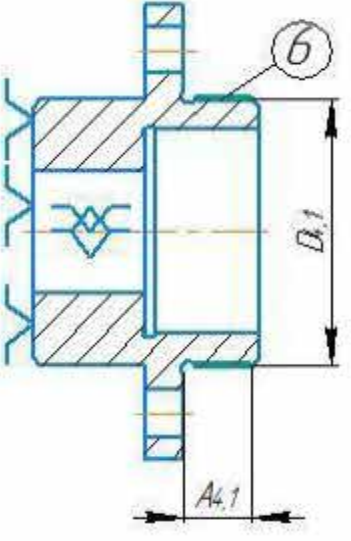
Номер		Найменування операції і зміст переходу	Операційний ескіз
Операції	Переходу		
005	1	Заготівельна Відрізати заготовку витримавши розмір $A_{0.1}$	
010	1	Токарська Підрізати торець 1 витримавши розмір $A_{1.1}$	
	2	Точити поверхню 2 витримавши розміри $D_{1.1}$ і	

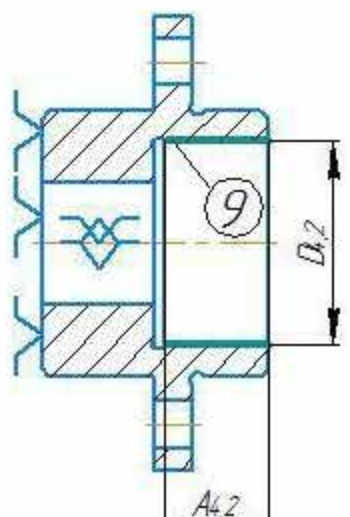
	3	<p style="text-align: center;">A1.2</p> <p>Точити фаску на поверхні 3 витримуючи розмір <math>A_{1.3} \times 45^\circ</math></p>	
015	1	<p>Токарська Підрізати торець 4 витримавши розмір <math>A_{2.1}</math></p>	

2	Проточити поверхня 5 витримавши розмір D3	
3	Точити поверхня 6 витримавши розміри A2.2 і D2.2	
4	Точити канавку 6 під вихід шліфувального кола, витримуючи розміри по кресленню	

5	Точити фаску на поверхні 7 витримавши розмір $A_{2.3} \times 45$	
6	Центрувати отвір	
7	Просвердлити отвір на поверхні 8 діаметром $D_{2.3}$	
8	Розточити отвір на поверхні 9 витримуючи розміри $A_{2.4} i$	

		D2.4	
	9	Точити канавку 9 під вихід шліфувального кола витримуючи розміри по кресленню	
020	1	Центрувати 4 отвору	

	2	<p>Свердлильна Просверлити 4 отвори діаметром <math>D_{3.1}</math>, витримуючи розміри <math>D_{3.2}</math> і <math>\alpha</math></p>	
025		Слюсарна	
030	1	<p>Термічна Загартувати до HRC 40-45</p>	
035	1	<p>Кругле – шліфувальна</p> <p>Шліфувати поверхня 6 витримуючи розміри <math>A_{4.1}</math> і <math>D_{4.1}</math></p>	
045	1	Внутрішньошліфу вальна	

		<p>Шліфувати поверхня 9 витримуючи розміри <math>A_{4.2}</math> і <math>D_{4.2}</math></p>	
045	1	<p>Контрольна Контролювати розміри згідно кресленню</p>	

## 1.5 Розмірний аналіз

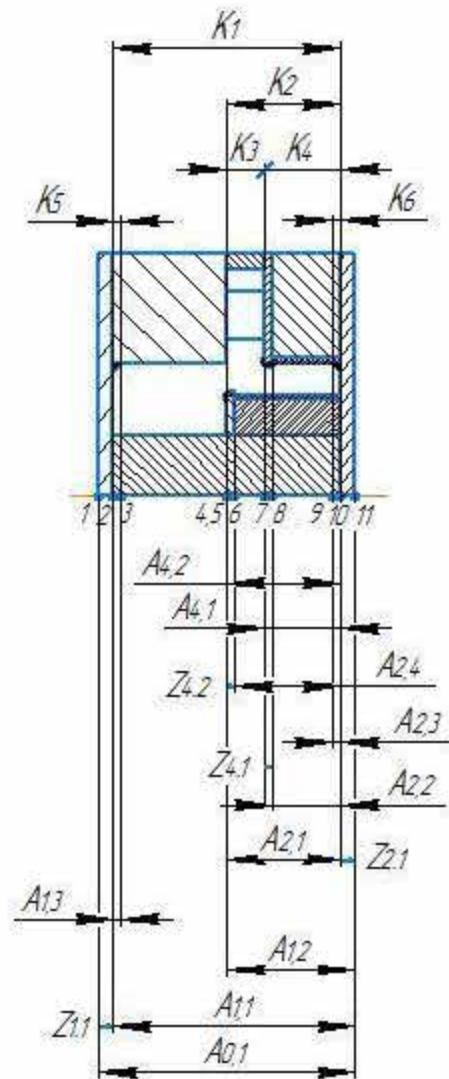


Рисунок 1.2 – Розмірна схема осевих технологічних розмірів

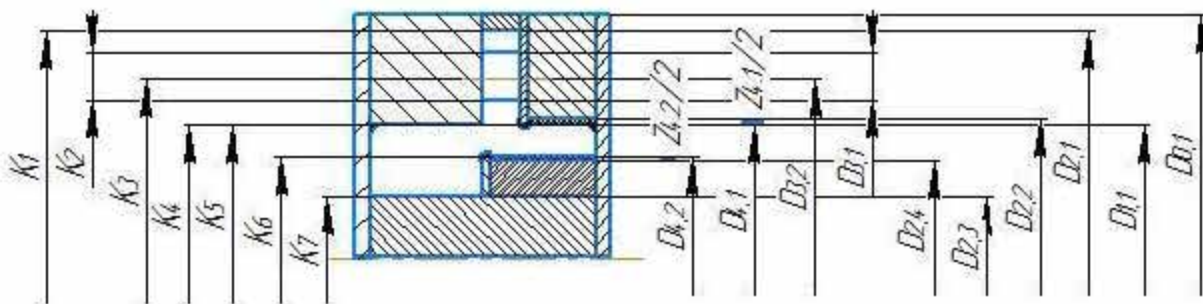


Рисунок 1.3 – Розмірна схема діаметральних технологічних розмірів

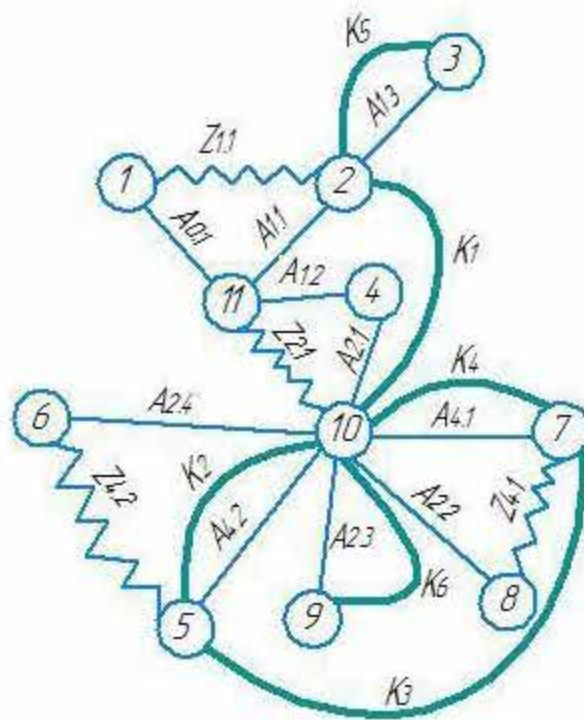


Рисунок 1.4 – Граф осевих технологічних розмірів

Перевірка правильності розмірної схеми

$$\sum \text{поверхні} = \sum A + 1 = 10 + 1 = 11$$

$$\sum(Z + K) = \sum A = 4 + 6 = 10 \text{ опуски осевих конструкторських розмірів}$$

$$TK_1 = 0,52 \text{ мм}; TK_2 = 0,43 \text{ мм}; TK_3 = 0,3 \text{ мм}; TK_4 = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,25 \text{ мм}; TK_6 = 0,25 \text{ мм}$$

Допуски діаметральних конструкторських розмірів

$$TKD_1 0,74 \text{ мм}; TKD_2 0,15 \text{ мм}; TKD_3 0,3 \text{ мм}; TKD_4 0,36 \text{ мм};$$

$$TKD_5 0,025 \text{ мм}; TKD_6 0,033 \text{ мм}; TKD_7 0,43 \text{ мм};$$

Розміри, одержувані безпосередньо

$$K = A_{4.2}; K_4 = A_{1.1}; K_5 = A_{1.3}; K_6 = A_{2.3};$$

$$KD_{2.1}; K^D = D_{1.1}; K^D = D_{3.2.1}; K^D = D_1; KD_{4.2.1};$$

$$KD_{2.2}; K = D_{3.1}$$

Діаметральні допуски дорівнюють статистичній погрішності

$TDi\omega_c$ , (1.5) де

$\omega_c$  статистична погрішність, мм.

Тоді допуски на діаметральні розміри визначимо по додаткові

$TD_1=0,1,25; TD_1 = 0,1; TD_{251}=0,25; TD_2=0,25; TD_{2.3}=0,1.15; TD_{24} = 0,25;$   
 $TD_3 = 0,10; TD_1=0,10; TD_4=0,02.15; TD_{22} = 0,03$  Допуски на

осьові технологічні розміри (1.6)

$$TA_i = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}},$$

де  $\omega_c$  статистична погрішність, мм;  $\rho_{\text{и}}$  – просторове відхилення,  $\varepsilon_{\text{б}}$  – погрішність базування.

По формулі 1.6 розрахуємо допуски на осьові технологічні розміри

---

$$TA_1 = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,25 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,1 = 0,37 \text{ мм};$$

---

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,25 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,1 = 0,37 \text{ мм};$$

---

$$TA_2 = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,25 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,08 = 0,35 \text{ мм};$$

---

$$TA_3 = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,20 + \sqrt{0,012 + 0,0062} + 0,01 = 0,22 \text{ мм};$$

---

$$TA_1 = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,25 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,09 = 0,36 \text{ мм};$$

---

$$TA_{2.2} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,25 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,07 = 0,34 \text{ мм};$$

---

$$TA_3 = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{б}} = 0,20 + \sqrt{0,012 + 0,0062} + 0,01 = 0,22 \text{ мм};$$

$$TA_4 = \omega_c + \rho_H + \varepsilon_6 = 0,25 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,08 = 0,35 \text{ мм};$$

$$TA_1 = \omega_c + \rho_H + \varepsilon_6 = 0,025 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,08 = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_2 = \omega_c + \rho_H + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,012 + 0,022} + 0,08 = 0,22 \text{ мм}.$$

Перевірка умови  $TK \geq TA$

$$TK=0,43\text{мм} \geq TA_2=0,22\text{мм}; TK=0,36\text{мм} \geq TA_1=0,12\text{мм};$$

$$TK=0,25\text{ мм} \geq TA_3=0,22\text{мм}; TK=0,25\text{мм} \geq TA_3=0,2.32\text{ мм};$$

$$TK \square_1 0,74\text{ мм} \geq TD_1=0,2.15\text{ мм}; TKD0,15 \square_2 \text{ мм} \geq TD_1=0,10\text{мм};$$

$$TD \square_3 0,30\text{ мм} \geq TD_2=0,10\text{мм}; TKD0,36 \square_4 \text{ мм} \geq TD_{1.1} = 0,10\text{ мм};$$

$$TK \square_5 0,025\text{ мм} \geq TD_1=0,025\text{мм}; TKD0,033 \square_6 \text{ мм} \geq TD_1=0,030\text{мм};$$

$$TKD \square_7 0,43\text{мм} \geq TD_3=0,15\text{мм};$$

Умовне виконується.

Визначимо припуск осевих технологічних розмірів.

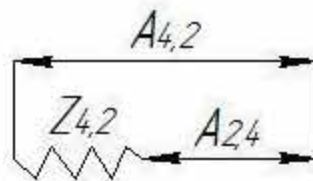


Рисунок 1.5 – Розмірний ланцюг 1

$A_{4,2}$  – ланка, що збільшує, дорівнює до 2,  $A_{2,4}$  – ланка, що зменшує.

Знаходимо припуск

$$Z_{4,2} = 15 \pm 0,22 - 14,43 \pm 0,17 = 0,57 \pm 0,39\text{ мм}$$

## Вибір устаткування



Рисунок 1.11 – Верстат стрічкопильний PROMA PPK-175

Таблиця 1.3

### Технічні характеристики стрічкопильного верстата

Тип	Маятниковий
Керування стрічкової пилки	Ручне
Потужність, Вт	750
Мах діаметр заготовки 45, мм	110
Зона обробки прямокутн. заготовки 45, мм	110x180
Зона обробки коло. заготовки 90, мм	180
Ширина стрічки, мм	20
Система подачі СОЖ	Так
Розмір стрічки, мм	2360x20x0,9
Вага, кг	175
Напруга, В	380
Швидкість стрічки, м/хв	98



Рисунок 1.12 – Обробний токарський центр зі ЧПУ SNC 50TC

Таблиця 1.4

Технічні характеристики обробного токарського центру

Система ЧПУ:	Fanuc 0i mate TD
Діаметр обробки над станиною (мм):	430
Діаметр обробки над супортом (мм):	300
Кут нахилу станини:	45
Відстань між центрів (мм):	550
Діаметр отвору в шпинделі (мм):	45
Максимальна швидкість обертання шпинделя ( про/хв):	4500
Ємність інструмента (шт):	12
Перетин інструмента (мм):	20x20 (Ф32)
Мінімальна подача (мм):	0,001
Діаметр пинолі задньої бабки (мм):	90
Хід пинолі задньої бабки (мм):	90
Конус пинолі задньої бабки (тип):	MT5
Потужність головного двигуна (квт):	11/15
Габарити:	2 700 x 1 650 x 1 780
Вага (кг):	3 500



Рисунок 1.13 – Свердильний верстат Gigant DP1016

Таблиця 1.5

Технічні характеристики свердильного верстата

Потужність (Вт)	450
Напруга, В	220
Тип електродвигуна	Асинхронний
Частота обертання шпинделя, про/хв	200-2500
Число швидкостей	12
Розмір робочого стола, мм	195x196
Вага, кг	31
Мах діаметр свердла, мм	16
Відстань шпиндель-основи, мм	530
Відстань шпиндель-стійка, мм	100
Відстань шпиндель-стіл, мм	340
Система подачі СОЖ	Немає
Конус шпинделя	МК-2
Розмір основи, мм	33x205
Регулювання обертів	Є



Рисунок 1.14 – Піч камерного типу ПКМ 2.4.2

Таблиця 1.6

Технічні характеристики печі

Зовнішні розміри, мм	11000-900-1000
Внутрішні розміри, мм	400-200-200
Температура максимальна, °С	1150/1250
Потужність, кВт	7
Вага, кг	200



Рисунок 1.15 – Круглошлифоувальний універсальної верстат (напівавтомат)  
 VINGRIAI 3U10MSF1-250

Таблиця 1.7

Технічні характеристики круглошлифовального верстата

Найбільший діаметр установлюваної деталі, мм	100
Найбільша довжина встановлюваної деталі, мм	250
Найбільший діаметр, що шліфується зовнішньої поверхні, мм	100
Найбільша довжина зовнішнього шліфування, мм	225
Рекомендований діапазон діаметрів, що шліфуються отворів	3-40
Найбільша довжина отвору, що шліфується, мм	50
Висота центрів над столом, мм	80
Маса встановлюваної заготовки не більш, кг	10
Потужність електродвигуна привода шліфовального кола, кВт	2,2
Відхилення від круглості в центрах, мкм	0,4
Відхилення від круглості в патроні, мкм	0,6
Відхилення від прямолінійності зразка, мкм	1,0
Шорсткість зовнішньої поверхні, Ra	0,04
Шорсткість внутрішньої поверхні, Ra	0,08
Шорсткість торцевої поверхні, Ra	0,16
Маса, кг	1900
Довжина верстата, мм	1890
Ширина верстата, мм	1640
Висота верстата, мм	1740

## 1.1 Розрахунки режимів різання

### Відрізна операція 0

Подача при розрізуванні по таблиці 108 [1]:  $S_M = 0,04$  м/хв;

Швидкість різання  $V = 12$  м/с;

Період стійкості інструмента  $T = 30$  хв; Довжина  
рабочого ходу  $D_{рх} = 60$  мм.

$$\tau = \frac{D_{рх}}{S_M} = \frac{60}{0,04} = 1500 \text{ с.}$$

### Токарська операція 1

Розрахунки виконаний за допомогою [14].

### Перехід 1 гостріння торця

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із  
пластиною CNMG 12 04 08-PM 4305

Швидкість різання  $V = 476$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,323$  мм;

Глибина різання  $t = Z_{1.1} = 0,475 \pm 0,956$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 4500$  про/хв;

Максимальна потужність різання  $N_e 3,12$  кВт;

Максимальний крутний момент  $M_{кр} = 11,8$  кВт.

Час обробки

$$\tau_{11} = 1,4 \text{ с.}$$

## **Перехід 2 обточування поверхні**

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 16-PR 4425

*Попередня обробка* Швидкість

різання  $V = 212$  м/хв; Подача на оберт

$S = 0,5$  мм; Глибина різання  $t = 3,3$

мм;

Максимальна частота обертання  $n = 1680$  про/хв; Максимальна

потужність різання  $N_e 10,8$  кВт; Максимальний крутний

момент  $M_{кр} = 81,6$  кВт.

*Чистова обробка*

Швидкість різання  $V = 263$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,5$  мм; Глибина

різання  $t = 2,6$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 2390$  про/хв; Максимальна

потужність різання  $N_e 10,7$  кВт; Максимальний крутний

момент  $M_{кр} = 42,9$  кВт.

Час обробки

$$\tau_2 = 4,8 \text{ с.}$$

## **Перехід 3 гостріння фаски**

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 08-XF 4415

Швидкість різання  $V = 422$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,409$ мм;

Глибина різання  $t = 1,25$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 4130$  про/хв; Максимальна

потужність різання  $Ne 7,86$  кВт; Максимальний крутний

момент  $M_{кр} = 18,2$  кВт.

Час обробки

$$\tau_3=0,2\text{с.}$$

## **Токарська операція 2**

### **Перехід 1 гостріння**

#### **торця**

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 08-PM 4305

Швидкість різання  $V = 476$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,323$  мм;

Глибина різання  $t = Z_1=0,462.1 \pm 0,511$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 4500$  про/хв;

Максимальна потужність різання  $Ne 3,12$  кВт;

Максимальний крутний момент  $M_{кр} = 11,8$  кВт.

Час обробки

$$\tau_1=1,4\text{с.}$$

## **Перехід 2 обточування поверхні**

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 08-XF 4415

Швидкість різання  $V = 382$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,275$  мм;

Глибина різання  $t = 0,25$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 2020$  про/хв; Максимальна

потужність різання  $N_e 1,24$  кВт; Максимальний крутний

момент  $M_{кр} = 5,87$  кВт.

Час обробки

$\tau_{22} = 1,7$  с.

## **Перехід 3 обточування поверхні**

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 16-PR 4425

*Поздовжня попередня обробка*

Швидкість різання  $V = 212$  м/хв; Подача

на оберт  $S = 0,5$  мм;

Глибина різання  $t = 3,3$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 1680$  про/хв; Максимальна

потужність різання  $N_e 10,8$  кВт; Максимальний крутний

момент  $M_{кр} = 81,6$  кВт.

*Продольная чистова обробка*

Швидкість різання  $V = 263$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,5$  мм; Глибина

різання  $t = 2,6$  мм;

Максимальная частота обертання  $n = 2390$  про/хв;

Максимальна потужність різання  $Ne$  10,7 кВт;

Максимальний крутний момент  $M_{кр} = 42,9$  кВт.

### *Чистова обробка*

Скорость різання  $V = 279$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,482$  мм;

Глибина різання  $t = 2,6$  мм;

Максимальная частота обертання  $n = 2540$  про/хв;

Максимальна потужність різання  $Ne$  11 кВт;

Максимальний крутний момент  $M_{кр} = 70,9$  кВт.

Час обробки

#### **Перехід 4 гостріння канавки**

$\tau_3=3,36\text{с.}$

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 08-XF 4415

Швидкість різання  $V = 382 \text{ м/хв};$

Подача на оберт  $S = 0,275 \text{ мм};$

Глибина різання  $t = 0,25 \text{ мм};$

Максимальная частота обертання  $n = 3520 \text{ про/хв};$

Максимальна потужність різання  $Ne 1,24 \text{ кВт};$  Максимальний

крутний момент  $M_{кр} = 3,37 \text{ кВт.}$

Час обробки

$\tau_4=0,1\text{с.}$

#### **Перехід 5 гостріння фаски**

Для обробки використовуємо інструмент T-Max P DCLNR 1616H 12 із пластиною CNMG 12 04 08-XF 4415

Швидкість різання  $V = 422 \text{ м/хв};$

Подача на оберт  $S = 0,409 \text{ мм};$

Глибина різання  $t = 1,25 \text{ мм};$

Максимальная частота обертання  $n = 4130 \text{ про/хв};$

Максимальна потужність різання  $Ne 7,86 \text{ кВт};$  Максимальний

крутний момент  $M_{кр} = 18,2$  кВт.

Час обробки

$$\tau_5=0,25с.$$

### **Перехід 7 свердління**

Для обробки використовуємо інструмент Coro Drill 880-D1600L20-20 з периферійною пластиною 880-02 02 W05H-P-GR 4334 і центральної пластиною 880-02 02 04H-C-LM

1044 Швидкість різання  $V = 201$

м/хв; Подача на оберт  $S = 0,14$  мм;

Частота обертання шпинделя  $N = 4000$  про/хв;

Хвилинна подача  $S_M = 0,560$  мм/хв; Максимальна

потужність різання  $N_e 6,9$  кВт; Максимальний

крутний момент  $M_{кр} = 16,5$  кВт. Зусилля подачі

$F_f 1720$  Н.

Брешемоя обробки

### **Перехід 8 розточення отвору**

$$\tau_7=3,3с.$$

Для обробки використовуємо інструмент Coroturn 107 A12M-STFCR 11-RB1 із пластиною TCMT 11 03 12-PR 4425

*Попередня обробка* Швидкість

різання  $V = 263$  м/хв; Подача на оберт

$S = 0,27$  мм; Глибина різання  $t = 1,31$

мм;

Максимальна частота обертання  $n = 4500$  про/хв; Максимальна

потужність різання  $N_e 4,52$  кВт; Максимальний крутний

момент  $M_{кр} = 9,59$  кВт.

*Чистова обробка*

Швидкість різання  $V = 344$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,27$  мм;

Глибина різання  $t = 1,56$  мм;

Максимальна частота обертання  $n = 4060$  про/хв;

Максимальна потужність різання  $N_e 5,38$  кВт; Максимальний

крутний момент  $M_{кр} = 12,7$  кВт.

Час обробки

$$\tau_8 = 3,4 \text{ с.}$$

**Перехід 9 гостріння  
канавки**

Для обробки використовуємо інструмент Coroturn A16R-SVUBR 11-ERB1 із пластиною VBMT 11 03 12-PF 4425

Швидкість різання  $V = 389$  м/хв;

Подача на оберт  $S = 0,245$  мм;

Глибина різання  $t = 0,25$  мм;

Максимальная частота обертання  $n = 4500$  про/хв;

Максимальна потужність різання  $N_e 1,18$  кВт; Максимальний

крутний момент  $M_{кр} = 2,5$  кВт.

Час обробки

$\tau_9=0,1$ с.

## 1.2 Определение норм времени

### 1.2.1 Расчет основного времени

Расчет токарных основного времени токарных операций был произведен при помощи CoroPlus ToolGuide.

#### **Токарная операция 1**

**Переход 1**

**Переход 2**

**Переход 3**

**Токарная операция 2**

**Переход 1**

**Переход 2**

**Переход 3**

**Переход 4**

$$\tau_{11} = 1,4 \text{ с.}$$

**Переход 5**

$$\tau_{12} = 4,8 \text{ с.}$$

**Переход 7**

$$\tau_{13} = 0,2 \text{ с.}$$

$$\tau_{21} = 1,4 \text{ с.}$$

$$\tau_{22} = 1,7 \text{ с.}$$

$$\tau_{23} = 3,36 \text{ с.}$$

$$\tau_{24} = 0,1 \text{ с.}$$

$$\tau_{25} = 0,2 \text{ с.}$$

$$\tau_{27} = 3,3 \text{ с.}$$

### Переход 8

$$\tau_{28} = 3,4 \text{ с.}$$

### Переход 9

$$\tau_{29} = 0,1 \text{ с.}$$

### Сверлильная операция 3

#### Переход 1

$$\tau_{31} = \frac{(l+l_{\text{вр}}+l_{\text{пер}}+l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}}$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вр}}$  - длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{\text{пер}}$  - длина перебега инструмента, мм;

$l_{\text{подв}}$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм ( $1 \div 3$  мм);

$i$  - число рабочих ходов;

$S_{\text{м}}$  - минутная подача, мм/мин.

$$\tau_{31} = \frac{(5+2+1+1,86) \cdot 2}{0,2 \cdot 899,3} \cdot 60 = 6,6 \text{ с.}$$

### Кругло-шлифовальная операция 6

#### Переход 1

$$\tau_{61} = \frac{F_{06} z_{4.1}}{S \cdot V_3 \cdot t}$$

где  $F_{06}$  – площадь поверхности обработки,  $z_{4.1}$  – максимальное значение

припуска; S – подача;  $t$  – Глубина резания;  $V_3$  – скорость заготовки.

$$\tau_{61} = \frac{1099 \cdot 0,5}{5 \cdot 4 \cdot 25000 \cdot 0,01} = 0,6 \text{ с.}$$

## Внутришлифовальная операция 7

### Переход 1

$$\tau_{71} = \frac{F_{об} z_{4.2}}{S \cdot V_3 \cdot t} \quad (1.15)$$

где  $F_{об}$  – площадь поверхности обработки;  $z_{4.2}$  – максимальное значение припуска;  $S$  – подача;  $t$  – Глубина резания;  $V_3$  – скорость заготовки.

$$\tau_{71} = \frac{1271,7 \cdot 0,55}{6,4 \cdot 25000 \cdot 0,01} = 0,44 \text{ с.}$$

### 1.1.1 Визначення норм допоміжного часу

Допоміжний час для заготівельної операції буде складатися із часу на установку і зняття деталі, керування верстатом, час на переміщення частин верстата, а також час на вимір деталі і зміну інструмента під час операції.

Допоміжний час:

$$\tau_{\text{всп}} = \tau_{\text{уст}} + \tau_{\text{упр}} + \tau_{\text{пер}} + \tau_{\text{изм}} + \tau_{\text{с.и.}}$$

#### Токарська операція 1

$$\tau_{\text{всп1}} = (0,34 + 0,2 + 0,5 + 0,06 + 0,1 \cdot 3) \cdot 60 = 84 \text{ с.}$$

#### Токарська операція 2

$$\tau_{\text{всп2}} = (0,34 + 0,2 + 0,5 + 0,06 + 0,1 \cdot 9) \cdot 60 = 120 \text{ с.}$$

#### Свердлильна операція 3

$$\tau_{\text{всп3}} = (0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1) \cdot 60 = 72 \text{ с.}$$

#### Кругле-Шліфувальна операція 6

$$\tau_{\text{всп6}} = (0,34 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1) \cdot 60 = 74,4 \text{ с.}$$

#### Внутрішншліфувальна операція 7

$$\tau_{\text{всп7}} = (0,34 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1) \cdot 60 = 74,4 \text{ с.}$$

$$+ 0,44 + 74,4 \cdot 1,85 + 8,98 = 147,11 \text{ с.}$$

## 1. Конструкторська частина

### 1.1 Вибір і опис пристосування

У якості технологічного оснащення був обраний поворотний стіл для свердління 4 отворів у деталі.

При повороті ручки 12 обертається черв'як 3, який повертає черв'ячне колесо 2 прикріплене до стола 6. У столі є діляльні отвори, розташовані по окружності через 90, у які, за допомогою пружини вводиться фіксуючий палець 13. Заготовка вставляється у втулку 8 і фіксується притискною пластиною 14.

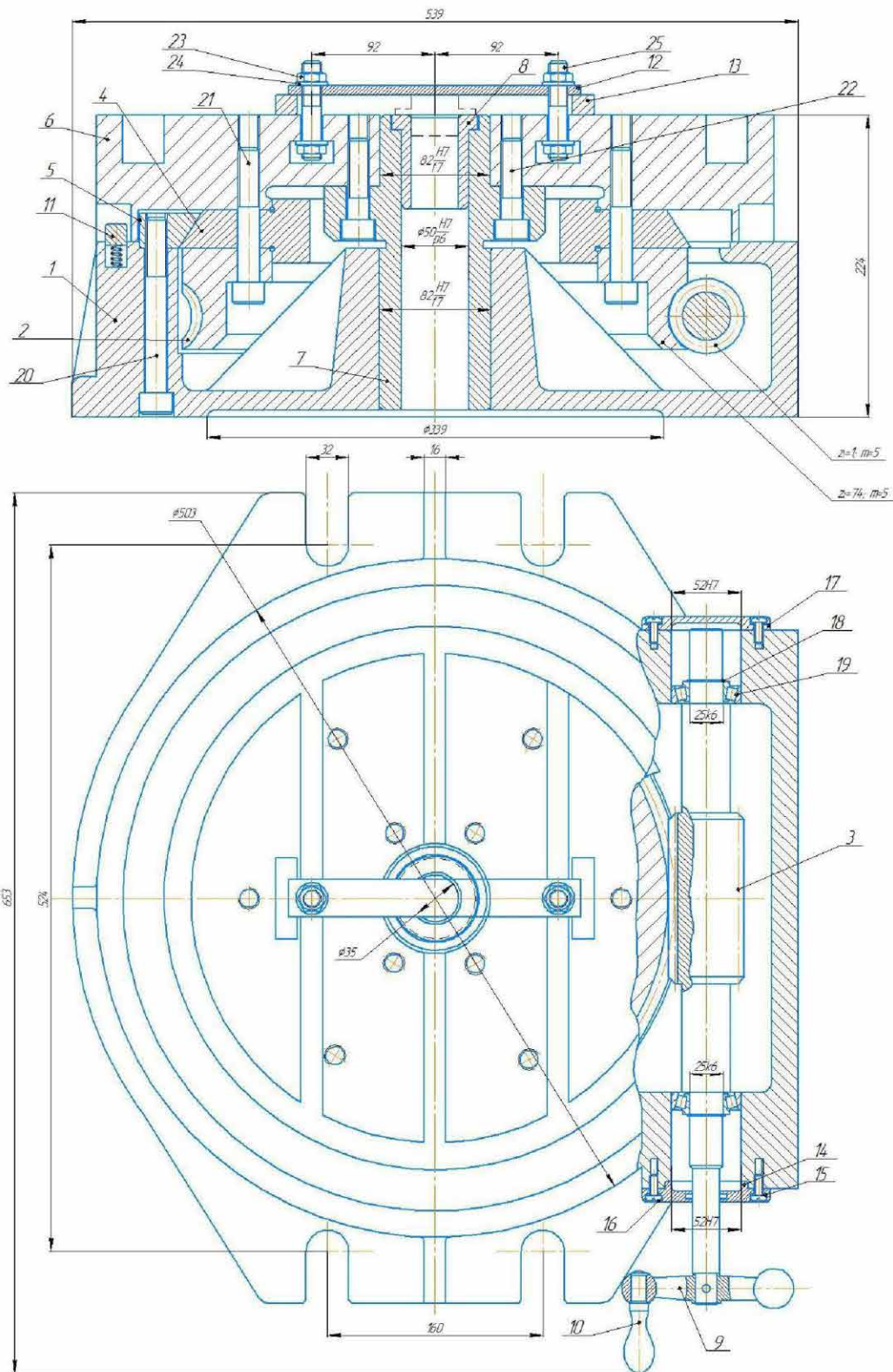


Рисунок 2.1 – Поворотний стіл

## 1.2 Розрахунки сили затискача

Формула для розрахунків сили затискача:

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2}; (2.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт запасу;  $f_1$  – коефіцієнт тертя між заготовкою і затискачем;  $f_2$  – коефіцієнт тертя між заготовкою і настановним елементом;  $P_0$  – осьова сила при свердлінні.

Коефіцієнт  $k$  може бути представлений як добуток первинних коефіцієнтів:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6; (2.2)$$

де  $k_0$  – гарантований коефіцієнт запасу,  $k_0 = 1,5$ ;  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки, що викликають збільшення сил різання,  $k_1 = 1$ ;  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при затупленні інструмента,  $k_2 = 1$ ;  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні,  $k_3 = 1$ ;  $k_4$  – коефіцієнт, що враховує сталість сил, що розбудовуються, затискача,  $k_4 = 1,3$ ;  $k_5$  – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у ручних затискних пристроях,  $k_5 = 1$ ;  $k_6$  – коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку,  $k_6 = 1,2$ .

Розрахуємо коефіцієнт  $k$  по формулі (2.2):

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,34.$$

Здійсимо розрахунок сили затискача по формулі:

$$Q = \frac{2,34 \cdot 1249,7}{0,15 + 0,15} = 9747,7 \text{ Н.}$$