

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний

(повне найменування факультету)

Кафедра Технологія машинобудування

(повне найменування кафедри )

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

перший (бакалаврський)

(ступінь вищої освіти)

на тему «Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець  
перехідний»»

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи М-111

Спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технології машинобудування

МАКОГОНЧУК М.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ТРИШИН П.Р.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ФРОЛОВ М.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**  
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет машинобудівний  
Кафедра «Технологія машинобудування»  
Ступінь вищої освіти перший (бакалаврський)  
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»  
(код і найменування)  
Освітня програма (спеціалізація) «Технології машинобудування»  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри Сергій ДЯДЯ  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

МАКОГОНЧУКУ Максиму Олексійовичу

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець перехідний»

керівник проєкту (роботи) к.т.н., ТРИШИН Павло Романович,  
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 25 » квітня 2025 року №199

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 12 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) робоче креслення деталі, річна програма випуску N=3000шт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3. Розробка планування ділянки; 4 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки; 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Креслення деталі, заготовки, графічне зображення етапів підготовки управляючої програми та розрахунків на міцність, креслення робочого пристосування.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1, 2, 3, 5	ТРИШИН П.Р., доцент		
4	ПУХАЛЬСЬКА Г.В., доцент		
нормоконтр.	ДЯДЯ С.І., зав. каф.		

7. Дата видачі завдання 01 травня 2025 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	20.05.2025	
2	Конструкторська частина	27.05.2025	
3	Розробка планування ділянки	29.05.2025	
4	Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки	03.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки, креслень, технологічних карт	05.06.2025	
6	Нормоконтроль і рецензія	07.06.2025	
7	Захист дипломного проекту	12.06.2025	

Студент

\_\_\_\_\_ Максим МАКОГОНЧУК  
 ( підпис ) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ Павло ТРИШИН  
 ( підпис ) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: 79 с., 20 рис., 22 табл., 2 додатки, 10 джерел.

ФЛАНЕЦЬ ПЕРЕХІДНИЙ, ВЕРСТАТ, ЗАГОТОВКА, ІНСТРУМЕНТ, МАРШРУТ ОБРОБКИ, НОРМУВАННЯ, ОПЕРАЦІЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

Об'єкт дослідження – фланець перехідний.

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення деталі «Фланець перехідний».

Методи дослідження – розрахунково-аналітичний.

В дипломному проєкті за рахунок об'єднання операцій на верстатах з ЧПК і використання сучасного ріжучого інструменту та оснащення розроблено технологічний процес виготовлення «Фланецю перехідного», розраховано економічний ефект від впровадження верстатів з ЧПК, розраховано режими різання, норми часу, розроблено керуючу програму на операцію з ЧПК, спроектовано робоче та запропоновано контрольне пристосування, досліджено міцнісні характеристики деталі, виконано розрахунок щодо організаційних питань і кількості технологічного обладнання та робітників на дільниці, передбачені заходи щодо безпечної роботи персоналу.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Службове призначення деталі.. ..	9
1.2 Вибір типу виробництва.....	10
1.3 Вибір методу отримання заготовки.....	10
1.4 Проектування маршруту обробки поверхонь.....	13
1.5 Вибір технологічних баз.....	17
1.6 Розробка маршруту виготовлення деталі.....	17
1.7 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів.....	18
1.8 Призначення режимів різання та норм часу.....	22
1.8.1 Токарна операція № 015.....	22
1.8.2 Свердлильна операція №035.....	26
1.8.3 Шліфувальна операція №080.....	30
1.9 Розробка керуючої програми свердлильної операції.....	34
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	37
2.1 Проектування свердлильного пристосування.....	37
2.1.1 Конструкція та принцип роботи.....	37
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність.....	38
2.1.3 Розрахунок необхідного сили затиску.....	41
2.2 Проектування контрольного пристосування.....	43
2.2.1 Конструкція і принцип роботи.....	43
2.3 Розрахунок деталі на міцність.....	44
3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ.....	46
4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ.....	49
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61

ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	65
Додаток А. Специфікація робочого пристосування.....	67
Додаток Б. Технологічні карти.....	69

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЗОТС – змащувально-охолоджувальне технологічне середовище

КВМ – коефіцієнт використання матеріалу

КГШП – кривошипно-горячештампувальний прес

ККД – коефіцієнт корисної дії

КП – керуюча програма

МВД – маршрут виготовлення деталі

МОП – маршрут обробки поверхні

ППТЯ – послідовність показників точності та якості

ТО – термічна обробка

ТП – технологічний процес

ЧПК – числове програмне керування

## ВСТУП

Успішна реалізація конструктивних рішень більшою мірою визначається технологією. Проектовані технологічні процеси повинні забезпечувати підвищення продуктивності праці та якості виробів за одночасного зниження витрат на їх виготовлення. Вирішення цих завдань багато в чому залежить від раціональної побудови процесу обробки, використаного обладнання, інструменту та оснащення, а також обґрунтованого призначення припусків на обробку та допусків операційних розмірів.

Велике техніко-економічне значення раціонального вибору припусків та розрахунку операційних розмірів визначається, насамперед, місцем цього етапу у загальній послідовності завдань, які вирішуються при проектуванні технологічного процесу.

Відповідно до загальних правил розробки технологічних процесів комплексу завдань розмірного аналізу передують такі найважливіші етапи, як вибір виду вихідної заготовки, методу її виготовлення та технологічних баз, розробка варіанта технологічного маршруту обробки, а також вибір засобів технологічного оснащення.

У цьому дипломному проекті будуть розглядатися всі вищезазначені завдання, які стоять перед сучасним технологом, а також запропоновані шляхи та методи їх вирішення.

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Службове призначення деталі

«Фланець перехідний» (рис. 1.1) служить для з'єднання різних частин авіадвигуна, таких як компресор, турбіна та інші секції. Це дозволяє створити цілісну та функціональну систему. Важливим аспектом є забезпечення герметичності з'єднання для запобігання витoku всередині системи, особливо враховуючи високі температури та тиск, з якими стикаються компоненти авіадвигуна. Матеріалом перехідного фланця є сталь 38ХА. Це сталь конструкційна легована, хімічний склад представлений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталь 38ХА [1]

Fe	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
основа	0,35...0,42	0,17...0,37	0,5...0,8	до 0,3	до 0,025	до 0,025	0,8...1,1	до 0,3

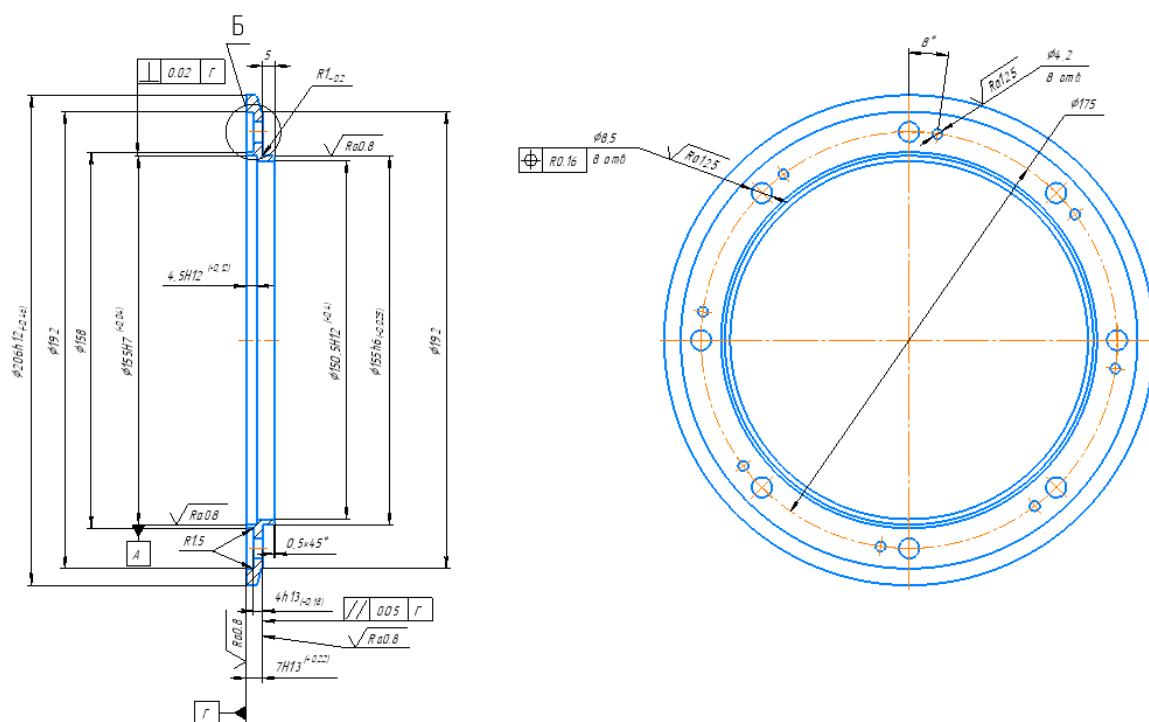


Рисунок 1.1 – Деталь

## 1.2 Вибір типу виробництва

Залежно від розміру виробничої програми, характеру продукції, а також технічних та економічних умов здійснення виробничого процесу для деталі «Фланець перехідний» тип виробництва обираємо як серійний [2].

Форму організації технологічних процесів (ТП) відповідно до ГОСТ 14312-74 обираємо як зміно-потокову.

Партія деталей:

$$n = \frac{a \cdot N}{A}, \text{ шт} \quad (1.1)$$

де  $N$  – річна програма випуску,  $N=3000$  шт;

$a$  – періодичність запуску партій деталей в виробництво,  $a=5$  днів;

$A$  – кількість робочих днів на рік,  $A=250$  днів.

$$n = \frac{5 \cdot 3000}{250} = 60 \text{ шт}$$

## 1.3 Вибір методу отримання заготовки

Для отримання заготовки обираємо наступні методи:

- Штампування на кривошипно горяче-штамповачному пресі (КГШП);
- Штампування на молоті.

Розрахунок маси заготовок виконано програмою NX (рис. 1.2, 1.3).

Собівартість отримання заготовки розраховуємо за формулою [3]:

$$C = \frac{C_6}{1000} \cdot Q_{заг} \cdot K_m \cdot K_M \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n - \frac{(Q_{заг} - q)}{1000} \cdot S, \quad (1.2)$$

де  $C_6$  – базова ціна 1 т заготовок;

$Q_{заг}$  – маса заготовки;

$K_T$  – коефіцієнт, враховуючий точність заготовки [3];

$K_M$  – коефіцієнт, враховуючий матеріал [3];

$K_C$  – коефіцієнт, враховуючий складність заготовки [3];

$K_B$  – коефіцієнт, враховуючий масу заготовки [3];

$K_{II}$  – коефіцієнт, враховуючий програму випуску [3];

$q$  – маса деталі;

$S$  – вартість 1 т стружки [3]

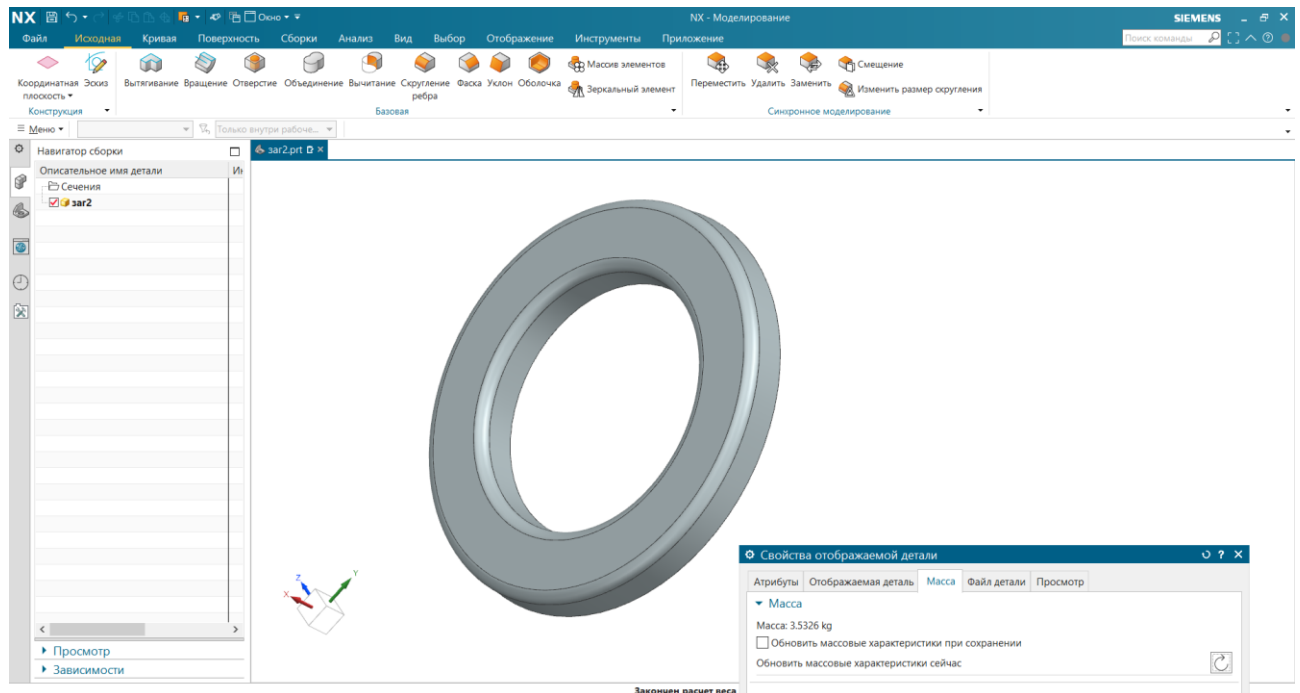


Рисунок 1.2 – Розрахунок маси штамповки

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) [3]:

$$\eta = q/Q \quad (1.3)$$

Для штамповки на пресі:

$$C_1 = \frac{3150}{1000} \cdot 1,73 \cdot 1,05 \cdot 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot 1 - \frac{(1,73-0,54)}{1000} \cdot 140 = 7,1 \text{ грн}$$

$$\eta_1 = 0,54/1,73 = 0,31$$

Для штамповки на молоті

$$C_2 = \frac{3500}{1000} \cdot 3,53 \cdot 1,05 \cdot 1,8 \cdot 1,11 \cdot 0,9 \cdot 0,78 - \frac{(3,53-0,54)}{1000} \cdot 140 = 17,8 \text{ грн}$$

$$\eta_2 = 0,54/3,53 = 0,15$$

Всі розрахунки наведено в таблиці 1.2

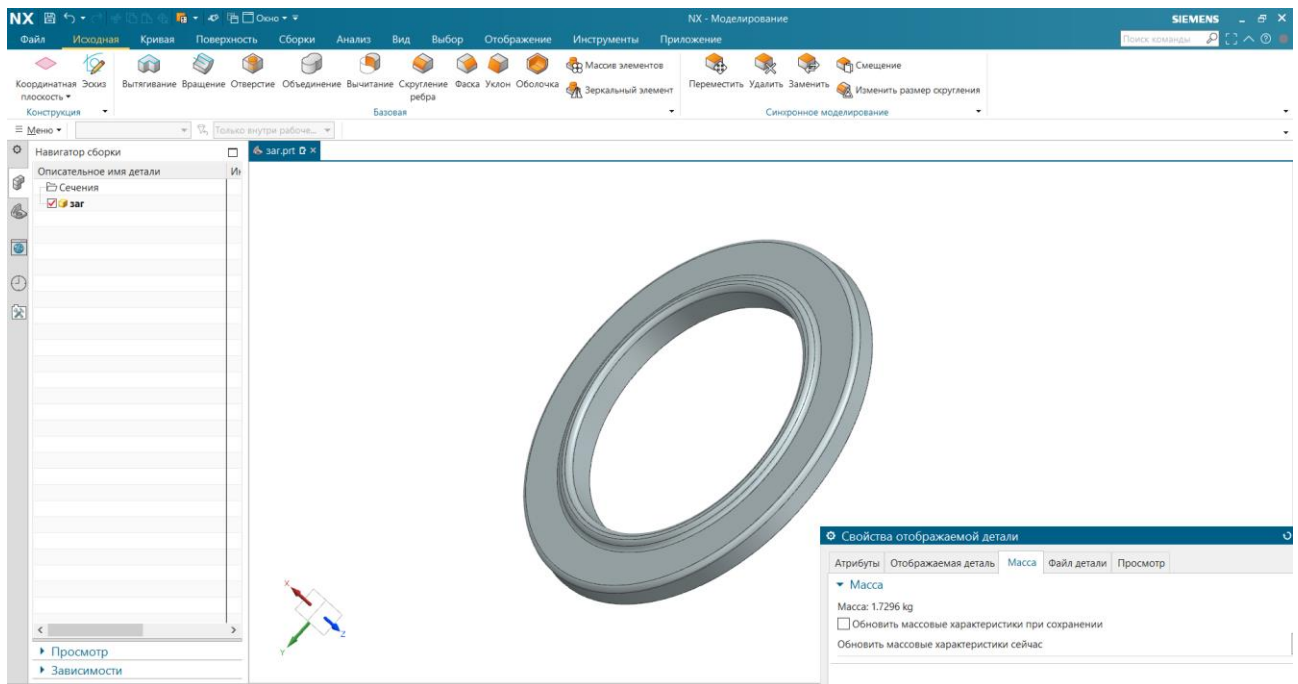


Рисунок 1.3 – Розрахунок маси поковки

Економічний ефект [3]:

$$E_B = (C_2 - C_1) \cdot N \quad (1.4)$$

$$E_B = (12,7 - 8,5) \cdot 3000 = 21000 \text{ грн}$$

Приймаємо виготовлення методом штампування на КГШП як найбільш економічний метод.

Таблиця 1.2 – Параметри заготовок

Показник	Позначення	Одиниці вимірювання	Варіант заготовки	
			1	2
Маса	$Q$	кг	2,3	2,77
Базова ціна 1 т заготовок	$C_b$	грн	3150	3500
Коефіцієнти	$K_T$	–	1,05	1,05
	$K_M$	–	1,8	1,8
	$K_B$	–	0,9	0,9
	$K_3$	–	0,78	0,78
	$K_{II}$	–	1	1
Вартість стружки	$S$	грн	140	140
Собівартість	$C$	грн	4,1	17,8
КВМ	$\eta$	–	0,31	0,15

#### 1.4 Проектування маршруту обробки поверхонь

Маршруту обробки поверхонь (МОП) – це певна послідовність технологічних переходів обробки поверхні заготовлі, необхідні досягнення заданих показників якості цієї поверхні в деталі. Розрізняють загальне уточнення та уточнення щодо переходів.

Загальне уточнення розраховується за формулами:

$$\varepsilon_d = \frac{Td_3}{Td_d} \quad (1.5)$$

де  $Td_3$  – допуск на розмір заготовки, мкм;

$Td_d$  – допуск на розмір деталі, мкм;

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_d} \quad (1.6)$$

де  $Ra_3$  – параметр шорсткості заготовки, мкм;

$Ra_d$  – параметр шорсткості деталі, мкм;

$$\varepsilon_{\Delta} = \frac{\Delta_3}{\Delta_d}, \quad (1.7)$$

де  $\Delta_3$  – похибка форми заготовки, мкм;

$\Delta_d$  – похибка форми деталі, мкм.

Уточнення для поверхні  $\varnothing 155_{-0,025}$ .

Розраховуємо загальні уточнення:

$$\varepsilon_d = \frac{2,5}{0,025} = 100,$$

$$\varepsilon_{\Delta} = \frac{0,6}{0,03} = 20,$$

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{50}{0,8} = 62,5,$$

Превалюючим показником якості цієї поверхні є показник допуску, який потребує найбільшого уточнення. За переважаючим показником розрахуємо кількість переходів механічної обробки за формулою:

$$k \approx 2 \lg \varepsilon_d \quad (1.8)$$

$$k = 2 \lg 100 = 4$$

Приймаємо  $k = 4$  переходи. Визначаємо різницю показників якості та розподіляємо цю різницю між переходами за законом прогресивного зменшення.

Послідовність показників точності та якості (ППТЯ):

1) Для допуску – IT17 → h12 → h10 → h8 → h6.

2) Для шорсткості – Ra50 → Ra6,3 → Ra3,2 → Ra1,6 → Ra0,8

Уточнення для точіння чорнового ( $T_{D1}=400$  мкм;  $T_{Ra1}=6,3$  мкм [6]):

$$\varepsilon_{d1} = \frac{2500}{400} = 6,2$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{50}{6,3} = 7,9$$

Уточнення для точіння чистового ( $T_{D2}=160$  мкм;  $T_{Ra2}=3,2$  мкм [4]):

$$\varepsilon_{d2} = \frac{400}{160} = 2,5$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{3,2} = 2$$

Перевірка:

$$\prod \varepsilon_{di} = 6,2 \cdot 2,5 = 15,5 < \varepsilon_d = 100$$

$$\prod \varepsilon_{Ra} = 7,9 \cdot 2 = 15,8 < \varepsilon_{Ra} = 62,5$$

Уточнення для шліфування чорнового ( $T_{D4}=63$  мкм;  $T_{Ra4}=1,6$  мкм [4]):

$$\varepsilon_{d4} = \frac{160}{63} = 2,5$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

Перевірка:

$$\prod \varepsilon_{di} = 15,5 \cdot 2,5 = 38,7 < \varepsilon_d = 100$$

$$\prod \varepsilon_{Ra} = 15,8 \cdot 2 = 31,6 < \varepsilon_{Ra} = 62,5$$

Уточнення для шліфування чистового ( $T_{D5}=25$  мкм;  $T_{Ra5}=0,8$  мкм [4]):

$$\varepsilon_{d5} = \frac{63}{25} = 2,5$$

$$\varepsilon_{Ra5} = \frac{1,6}{0,8} = 2$$

Перевірка:

$$\prod \varepsilon_{di} = 38,7 \cdot 2,5 = 96,8 < \varepsilon_d = 100$$

$$\prod \varepsilon_{Ra} = 31,6 \cdot 2 = 62,2 < \varepsilon_{Ra} = 62,5$$

Таким же методом робимо розрахунки і для інших поверхонь. Отримані дані заносимо до таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – МОП деталі.

Характер поверхонь	МОП		Допуски, мкм			Уточнення		
	IT	Метод оброб.	Розм.	Шор-ть	↑	Розм.	Шор-ть	↑
Ø155 <sup>-0,025</sup> Ra=0,8 ↑=0,03	17	Загот	2500	160	600	–	–	–
	12	Точін чорн.	400	40	200	6,2	4	3
	10	Точін чист.	160	20	100	2,5	2	2
		ТО	-	-	-			
	8	Шліф. чорн	63	10	50	2,5	3	2
	6	Шліф. чист	25	6,3	30	2,5	2	1.5
Ø155 <sup>+0,04</sup> Ra=0,8 ↑=0,02	17	Загот	2500	160	600	–	–	–
	12	Точін чорн.	400	40	200	6,2	4	3
	10	Точін чист	160	20	80	2,5	2	2,5
		ТО	-	-	-	-	-	-
	8	Шліф. чорн	63	10	40	2,5	3	2
	7	Шліф. чист	40	6,3	20	1,5	2	2
7 <sup>+0,022</sup> Ra=0,8	17	Загот	1000	160	600	-	-	-
	12	Точін чорн.	150	40	200	6,6	4	3
	10	Точін чист	58	10	100	2,5	4	2
		ТО	-	-	-	-	-	-
	8	Шліф. чорн	22	6,3	50	2,6	1,5	2
4 <sup>-0,18</sup> Ra=3,2	17	Загот	1000	160	600	-	-	-
	13	Точін чорн	180	20	100	5,5	8	6

## 1.5 Вибір технологічних баз

Необроблені поверхні як бази використовуються тільки на першій операції токарній операції – це зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 206$  та крайній торець. Для чистової токарної обробки в якості баз використовуються вже механічно оброблені поверхні – це зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 155$  та крайній торець. Для свердлильних операцій в якості баз використовується отвір  $\varnothing 155$  та крайній торець. Прийняті бази та методи базування забезпечують найменшу похибку встановлення.

## 1.6 Розробка маршруту виготовлення деталі

Складаємо загальну етапну схему виготовлення деталі – етапний маршрут виготовлення деталі (МВД):

- 1) отримання заготівлі,
- 2) термічна обробка (ТО),
- 3) механічна обробка:
  - чорнова токарна обробка,
  - чистова токарна обробка,
  - свердлильна обробка,
- 4) мийка,
- 5) контроль,
- 6) ТО,
- 7) шліфування,
- 8) мийка,
- 9) контроль.

## 1.7 Призначення припусків та розрахункових технологічних розмірів

Проводимо визначення припусків розрахунково-аналітичним методом для поверхні  $\varnothing 155_{-0,025}$ .

Просторові похибки у заготівлі:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (1.9)$$

де  $\rho_{зм} = 0,6$  мм – неспіввісність осей шийок заготовки [4],

$\rho_{кор}$  – похибка короблення.

$$\rho_{кор} = \Delta_{кор} \cdot l \quad (1.10)$$

$\Delta_{кор} = 0,003$  мм – короблення заготовки [4]

$l = 12$  мм – довжина деталі [5].

$$\rho_{кор} = 0,003 \cdot 12 = 0,036 \text{ мм}$$

$$\rho_1 = \sqrt{0,036^2 + 0,6^2} = 0,6 \text{ мм}$$

Просторові похибки для механічних операцій:

$$\rho_2 = K_{ум} \cdot \rho_1 \quad (1.11)$$

$K_{ум}$  – коефіцієнт уточнення [4],

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 600 = 36$$

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 36 = 1,4 \text{ мкм}$$

$$\rho_5 = 0,03 \cdot 1,4 = 0,06 \text{ мкм}$$

$$\rho_6 = 0,02 \cdot 0,06 = 0 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення:

$$\varepsilon_3 = K_{ум} \cdot \varepsilon_2 \quad (1.12)$$

де  $K_{\text{ут}}$  – коефіцієнт уточнення [4],

$\varepsilon_2 = 700$  – похибка закріплення у трикулачковому патроні [4].

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot 700 = 28 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_5 = 0,03 \cdot 28 = 0,84 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_6 = 0,03 \cdot 0,39 = 0 \text{ мкм}$$

Шорсткість поверхонь по переходам:

- 1) Для заготовки:  $Rz=160 \text{ мкм}$  и  $h=200 \text{ мкм}$  [4]
- 2) Для чорнового точіння:  $Rz=40 \text{ мкм}$  и  $h=40 \text{ мкм}$ ,
- 3) Для точіння чистового:  $Rz=20 \text{ мкм}$  и  $h=20 \text{ мкм}$ ,
- 4) Для шліфування чорнового:  $Rz=10 \text{ мкм}$  и  $h=15 \text{ мкм}$ ,
- 5) Для шліфування чистового:  $Rz=6,3 \text{ мкм}$  и  $h=10 \text{ мкм}$ .

Розраховуємо мінімальні припуски для переходів механічної обробки за формулою:

$$2z_i = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (1.13)$$

$$2z_2^{\min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{600^2 + 700^2}) = 2563 \text{ мкм}$$

$$2z_3^{\min} = 2 \cdot (40 + 40 + \sqrt{36^2 + 28^2}) = 251 \text{ мкм}$$

$$2z_5^{\min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{1,4^2 + 0,84^2}) = 82 \text{ мкм}$$

$$2z_6^{\min} = 2 \cdot (10 + 15 + \sqrt{0,06^2 + 0^2}) = 50 \text{ мкм}$$

Технологічні розміри розраховуємо методом професора Кована. Визначаємо мінімальний розмір поверхні деталі – розмір останнього переходу механічної обробки:

$$d_6^{\min} = d_6^{\text{НОМ}} + ei_{d_6} \quad (1.14)$$

$$d_6^{\min} = 155 - 0,025 = 154,975 \text{ мм}$$

Далі розрахункові мінімальні розміри знаходимо за формулою:

$$d_i^{\min} = d_{i+1}^{\min} + 2z_{i+1}^{\min} \quad (1.15)$$

$$d_5^{\min} = 154,975 + 0,05 = 155,025 \text{ мкм}$$

$$d_3^{\min} = 155,025 + 0,082 = 155,107 \text{ мкм}$$

$$d_2^{\min} = 155,107 + 0,251 = 155,358 \text{ мкм}$$

$$d_1^{\min} = 155,358 + 2,563 = 157,921 \text{ мкм}$$

Розраховуємо максимальні розміри поверхонь для переходів за формулою:

$$d_i^{\max} = d_{i+1}^{\min} + Td_i \quad (1.16)$$

$$d_5^{\max} = 155,025 + 0,063 = 155,088 \text{ мкм}$$

$$d_3^{\max} = 155,107 + 0,16 = 155,267 \text{ мкм}$$

$$d_2^{\max} = 155,358 + 0,4 = 155,758 \text{ мкм}$$

$$d_1^{\max} = 157,921 + 2,5 = 160,421 \text{ мкм}$$

Розраховуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки:

$$2z_i^{\max} = d_{i-1}^{\max} - d_i^{\max} \quad (1.17)$$

$$2z_2^{\max} = 160,421 - 155,758 = 4,663 \text{ мм}$$

$$2z_3^{\max} = 155,758 - 155,267 = 0,491 \text{ мм}$$

$$2z_5^{\max} = 155,267 - 155,088 = 0,179 \text{ мм}$$

$$2z_6^{\max} = 155,088 - 155 = 0,088 \text{ мм}$$

На інші поверхні припуски призначенні табличним метод. За цим методом припуски на всі переходи приймаються за таблицями довідкової літератури [4]:

Для поверхні  $\varnothing 155_{-0,04}$ :

1. Чорнове точіння – 2 мм,
2. Чистове точіння – 0,7 мм,
3. Шліфування чорнове – 0,5 мм,
4. Шліфування чистове – 0,2 мм.

Для поверхні  $7^{+0,022}$ :

1. Чорнове точіння – 2 мм,
2. Чистове точіння – 0,7 мм,
3. Шліфування чорнове – 0,5 мм.

Для поверхня  $4_{-0,4}$ :

1. Чорнове точіння – 2 мм,
2. Чистове точіння – 0,7 мм,
3. Шліфування чорнове – 0,5 мм,
3. Шліфування чистове – 0,2 мм.

Отримані результати заносимо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Припуски на механічну обробку

Поверхня	i	МОП	Допуск мм	Граничні значення розміру, мм		Граничні значення припуску, мм		Виконавчий розмір, мм
				Td	$d_i^{\max}$	$d_i^{\min}$	$2z_i^{\max}$	
Ø155 <sub>-0,025</sub> Ra=0,8 ↑=0,03	17	Загот	2500	160,421	157,921	-	-	Ø 158,8 <sup>(+1,6)</sup> <sub>(-0,9)</sub> Ø155,76 <sub>-0,4</sub> Ø155,26 <sub>-0,16</sub> Ø155,08 <sub>-0,063</sub> Ø155 <sub>-0,025</sub>
	12	Точін. чорн.	400	155,758	155,358	4663	2563	
	10	Точін. чист.	160	155,267	155,107	491	251	
		ТО		-	-	-	-	
	8	Шліф. чорн.	63	155,088	155,025	179	82	
	6	Шліф. чист.	25	155	154,975	88	50	
					5421	2946		
Ø155 <sup>+0,04</sup> Ra=0,8 ↑=0,02	17	Загот	2500	148,24	145,74	-	-	Ø147,1 <sup>(+0,9)</sup> <sub>(-1,6)</sub> Ø151,8 <sup>(+0,4)</sup> Ø153,4 <sup>(+0,16)</sup> Ø 154,5 <sup>+0,063</sup> Ø155 <sup>+0,04</sup>
	12	Точін. черн.	400	152,24	151,84	6100	4000	
	10	Точін. чист.	160	153,64	153,48	1640	1400	
		ТО		-	-	-	-	
	8	Шліф. чорн.	63	154,64	154,577	1097	1000	
	7	Шліф. чист.	40	155,04	155	423	400	
					9260	6800		
7 <sup>+0,022</sup> Ra=0,8	17	Загот	1000	14,4	13,4	-	-	13,8 <sup>(+0,6)</sup> <sub>(-0,4)</sub> 9,4 <sup>(+0,15)</sup> 8 <sup>(+0,058)</sup> 7 <sup>+0,022</sup>
	12	Точін чорн.	150	9,55	9,4	4850	4000	
	10	Точін чист	58	8,058	8	1492	1400	
		ТО		-	-	-	-	
	8	Шліф. чорн	22	7,022	7	1036	1000	
						7378	6400	
4 <sub>-0,18</sub> Ra=3,2	17	Загот	1000	8,82	8,82	-	-	8,2 <sup>(+0,6)</sup> <sub>(-0,4)</sub> 4 <sub>-0,18</sub>
	13	Точін чорн	180	4	4,82	4820	4000	
						4820	4000	

## 1.8 Призначення режимів різання та норм часу

### 1.8.1 Токарна операція №015

Токарна обробка виконується на токарному верстаті з ЧПК PUMA 600. Затискне пристосування – патрон трикулачковий. Ескіз операційний представлений на рис. 1.3.

Технічні характеристики верстата:

- найбільший діаметр оброблюваної заготовки – 900 мм;
- найбільша довжина заготовки – 1600 мм;
- частоти обертання шпинделя – 1...1800 об/хв;
- подача супорту – 0,001...6 мм/об;
- потужність – 15 кВт;
- система ЧПК – Fanuc.

Операція складається з двох переходів:

- 1) Точити зовні;
- 2) Розточити отвір.

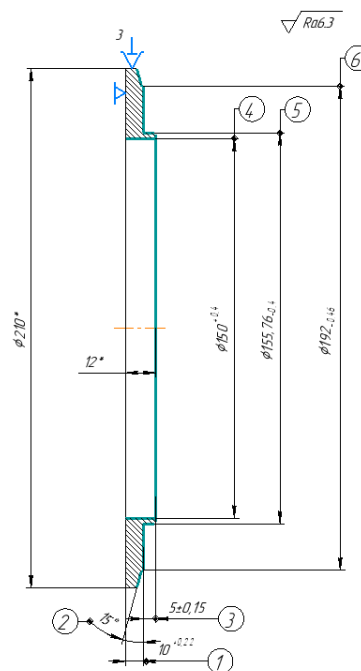


Рисунок 1.4 – Операційний ескіз деталі

Інструмент:

- 1) різець підрізний  $\varphi=95^\circ, \alpha=10^\circ, \gamma=8^\circ; r=1\text{мм}, 16 \times 25 \times 140, \text{T15K6}$  ГОСТ 18880-73 [5];
- 2) різець розточний  $\varphi=95^\circ, \alpha=8^\circ, \gamma=10^\circ; r=0,5\text{мм}, 16 \times 10 \times 100, \text{T15K6}$  ГОСТ 18883-73 [5];

Подача розраховується за формулою:

$$S = S^{\text{табл}} \cdot K_{S_n} \cdot K_{S_u} \cdot K_{S_z} \cdot K_{S_\varphi} \cdot K_{S_{ж}} \cdot K_{S_M} \quad (1.18)$$

де  $S^{\text{табл}}$  – табличне значення,  $S^{\text{табл}}=0,46$  [6].

$K_{S_n}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,  $K_{S_n}=1,0$  [6];

$K_{S_u}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини інструменту,  $K_{S_u}=0,8$  [6];

$K_{S_\varphi}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні,  $K_{S_\varphi}=1,0$  [6];

$K_{S_{ж}}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі,  $K_{S_{ж}}=1,0$  [6];

$K_{S_M}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу,  $K_{S_M}=1,0$  [6].

$$S_p = 0,46 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,27 \text{ мм / об.}$$

Приймаємо по верстату  $S=0,3\text{мм/об.}$

Глибина різання:

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - D_{\text{дет}}}{2}, \quad (1.19)$$

де  $D_{\text{заг}}$  – розмір заготовки, мм;

$D_{\text{дет}}$  – операційний розмір деталі, мм.

$$t = \frac{158,8 - 155,76}{2} = 3,05 \text{ мм,}$$

Швидкість різання:

$$V_p = V^{табл} \cdot K_{VM} \cdot K_{VII} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VII} \cdot K_{VO} \quad (1.20)$$

де  $V^{табл}$  – табличне значення,  $V^{табл}=219$  м/хв [6].

$K_{VM}$  – поправочний коефіцієнт оброблюваності матеріалу,  $K_{VM}=0,8$  – [6];

$K_{VII}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу різальної частини інструменту,  $K_{VII}=1,0$  [6];

$K_{V\phi}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані,  $K_{V\phi}=0,92$  [6];

$K_{VT}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вид обробки,  $K_{VT}=0,7$  [6];

$K_{VЖ}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі,  $K_{VЖ}=1,0$  [6];

$K_{VII}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовлі,  $K_{VII}=0,9$  [6];

$K_{VO}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив змащувально-охолоджувального технологічного середовища (ЗОТС),  $K_{VO}=1,0$  [6].

$$V_p = 219 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,92 \cdot 0,9 \cdot 1 = 101 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (1.21)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 101}{3,14 \cdot 210} = 153 \text{ об/хв;}$$

Приймаєм по верстату:  $n=150$  об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (1.22)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 210 \cdot 150}{1000} = 100 \text{ м/хв}$$

Розрахунок режимів різання для другого переходу представлений в таблиці 1.5.

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{l_p + l_{ep} + l_{np}}{n \cdot S} \quad (1.23)$$

де  $l_p$  – довжина різання,  $l_p = 2,2 + 5 + 18,5 + 7,2 = 32,9$  мм,

$l_{vp} + l_{пер}$  – довжина врізання та перебігу,  $l_{vp} + l_{пер} = 2 + 2$  мм

$$t_{01} = \frac{32,9 + 2 + 2}{150 \cdot 0,3} \cdot 2 = 0,82 \text{ хв}$$

$$t_{02} = \frac{12 + 2 + 2}{200 \cdot 0,3} \cdot 2 = 0,26 \text{ хв}$$

$$t_o = 0,82 + 0,26 = 1,08 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час:

$$t_{дон} = t_y + t_{упр} + t_{кон} + t_{пр.пер} + t_d \quad (1.24)$$

де  $t_y$  – час на встановлення та зняття деталі,  $t_y = 0,4$  хв [7];

$t_d$  – час допоміжних ходів верстата,  $t_d = 0,6$  хв [7];

$t_{упр}$  – час на увімкнення та вимкнення верстата,  $t_{упр} = 0,03$  хв [7];

$t_{пр.пер}$  – прискорене переміщення,  $t_{пр.пер} = 0,04$  хв [7];

$t_{кон}$  – час на контроль,  $t_{кон} = 0,13$  хв [7].

$$t_{дон} = 2 \cdot 0,4 + 0,03 + 0,6 + 0,04 + 0,13 = 1,6 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$t_{он} = t_o + t_{дон} \quad (1.25)$$

$$t_{он} = 1,08 + 1,6 = 2,68 \text{ хв}$$

Додатковий час:

$$t_{доод} = (\alpha_{обсл} + \alpha_{омд}) \cdot t_{он} \quad (1.26)$$

де  $\alpha_{\text{обсл}}$ ,  $\alpha_{\text{отд}}$  – відсоток часу від оперативного на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби,  $\alpha_{\text{обсл}} + \alpha_{\text{отд}} = 10\%$ . [7].

$$t_{\text{дод}} = 0,1 \cdot 2,68 = 0,27 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за такою формулою:

$$t_{\text{ум}} = t_{\text{он}} + t_{\text{дод}} \quad (1.27)$$

$$t_{\text{ум}} = 2,68 + 0,27 = 2,95 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно – калькуляційний час:

$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n} \quad (1.28)$$

$$t_{\text{п.з}} = t_{\text{п.з1}} + t_{\text{п.з2}} + t_{\text{п.з3}} \quad (1.29)$$

де  $t_{\text{п.з1}}$  – підготовчо-заключний час, що включає час на налагодження пристрою, заміну інструментального блоку, налаштування нуля супорта, встановлення програмоносія, прискорене опрацювання програми в холостому режимі,  $t_{\text{п.з1}} = 7 \text{ хв}$  [7];

$t_{\text{п.з2}}$  – підготовчо-заключний час на додаткові роботи, що включає час на отримання наряду, креслення, технологічної документації на робочому місці на початку роботи та здавання наприкінці зміни, ознайомлення з технологічною документацією,  $t_{\text{п.з2}} = 18 \text{ хв}$  [7];

$$t_{\text{п.з}} = 18 + 7 = 25 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт-к}} = 2,95 + \frac{25}{60} = 3,36 \text{ хв}$$

### 1.8.2 Свердлильна операція №035

Операцію (рис. 1.5) виконується на фрезерному верстаті з ЧПК Т 4000.

Технічні характеристики верстата:

- 1) Найбільше переміщення столу, мм:
  - поздовжнє – 520 мм;
  - поперечне – 400 мм;
  - вертикальне – 350 мм;
- 2) Розмір столу – 650x400 мм;
- 3) Частота обертання шпинделя – 12000 об/хв;
- 4) Кількість інструменту в магазині – 21;
- 5) Потужність електродвигуна головного руху – 5,5 кВт.

Обираємо в якості інструменту свердло діаметром 8,5мм Р6М5 ГОСТ 10902-77 [5].

$$\text{Глибина свердління} - t = \frac{8,5}{2} = 4,25\text{мм}$$

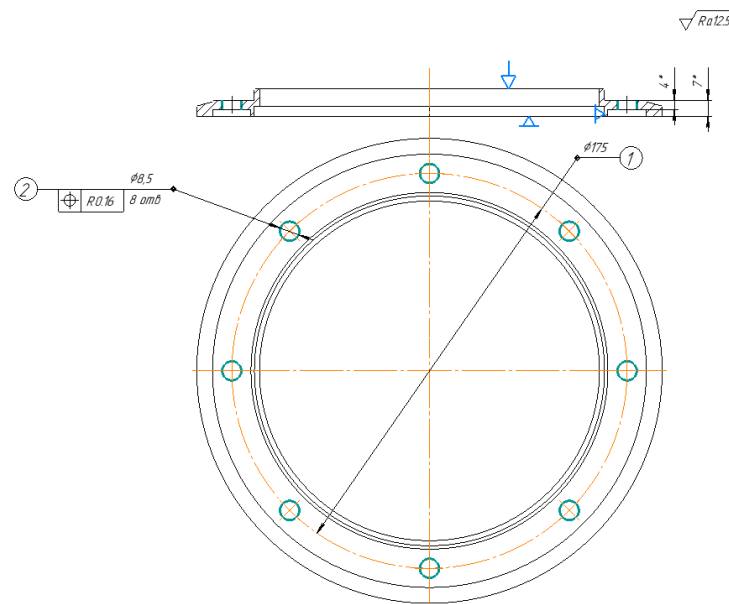


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз

Подача по формулі (1.18):

де  $S^{\text{табл}}$  – табличне значення,  $S^{\text{табл}}=0,24\text{мм/об}$  [6].

$K_{S1}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує глибину свердління,  $K_{S1}=1,0$  [6];

$K_{Sж}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує жорсткість системи,  $K_{Sж}=1,0$  [6];

$K_{Si}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту,  $K_{Si}=1,0$  [6];

$K_{Sd}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує наскрізний отвір,  $K_{Sd}=1,0$  [6];

$K_{SM}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу, що обробляється,  $K_{SM}=1,0$  [6].

$$S_p = 0,24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,24 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо  $S=0,2$ мм/об.

Розраховуємо швидкість різання за формулою (1.20):

де  $V^{\text{табл}}$  – табличне значення,  $V^{\text{табл}}=54$ м/хв [6].

$K_{VM}$  – поправочний коефіцієнт стійкості матеріалу,  $K_{VM}=0,79$  [6];

$K_{VI}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу різальної частини інструменту,  $K_{VI}=1$  [6];

$K_{Vd}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує подачу,  $K_{Vd}=0,52$  [6];

$K_{Vl}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує глибину свердління,  $K_{Vl}=1,0$  [6];

$K_{Vo}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив ЗОТС,  $K_{Vo}=1,0$  [6].

$$V_p = 54 \cdot 0,79 \cdot 0,52 \cdot 1 \cdot 1 = 22 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 8,5} = 824 \text{ об/хв;}$$

Приймаємо по верстату:  $n=800$  об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.22):

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 800}{1000} = 21 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо основний машинний час обробки за формулою:

$$t_0 = \frac{l_p + l_{ep} + l_{nep}}{S \cdot n} \cdot i = 0,4 \text{ хв.} \quad (1.30)$$

де  $l_p$  – довжина врізання,  $l_p = 2,5 \text{ мм}$ ;

$l_{nep}$  – перебіг свердла,  $l_{nep} = 2 \text{ мм}$ .

$l_{вр}$  – врізання свердла,  $l_{вр} = 2,5 \text{ мм}$ .

$i$  – кількість отворів,  $i = 8$ .

$$t_0 = \frac{4 + 2,5 + 2}{0,2 \cdot 800} \cdot 8 = 0,4 \text{ хв.}$$

Допоміжний час за формулою (1.24):

де  $t_y$  – час на встановлення та зняття деталі,  $t_y = 0,25 \text{ хв}$  [7];

$t_d$  – час допоміжних ходів верстата,  $t_d = 0,2 \text{ хв}$  [7];

$t_{упр}$  – час на увімкнення та вимкнення верстата,  $t_{упр} = 0,03 \text{ хв}$  [7];

$t_{пр.пер}$  – прискорене переміщення,  $t_{пр.пер} = 0,04 \text{ хв}$  [7];

$t_{кон}$  – час на контроль,  $t_{кон} = 0,13 \text{ хв}$  [7].

$$t_{доп} = 2 \cdot 0,25 + 0,03 + 0,2 + 0,04 + 0,13 = 0,9 \text{ хв}$$

Оперативний час за формулою (1.25):

$$t_{оп} = 0,4 + 0,9 = 1,28 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час за формулою (1.26):

де  $\alpha_{обсл}$ ,  $\alpha_{отд}$  – відсоток часу від оперативного обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби,  $\alpha_{обсл} + \alpha_{отд} = 10\%$ . [7].

$$t_{доод} = 0,1 \cdot 1,28 = 0,13 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за формулою (1.27):

$$t_{шт} = 0,13 + 1,28 = 1,4 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою (1.28):

де  $t_{п.з}=20\text{хв}$  [7].

$$t_{шт-к} = 1,4 + \frac{20}{60} = 1,73\text{хв.}$$

### 1.8.3 Шліфувальна операція №080

Для шліфування деталі (рис. 1.6) обираємо круглошліфувальний верстат моделі М1420Е/1000. Для встановлення деталі обираємо спеціальну оправку, центра, хомутик повідковий. В якості інструменту обираємо шліфувальний круг 1 400х40х127 15А 40Н СТ1 6 К8 А 35м/хв ГОСТ 2424-83.

Технічні характеристики верстата:

- 1) найбільший зовнішній діаметр заготовки – 200 мм;
- 2) найбільша довжина заготовки – 1000 мм;
- 3) частота обертання шліфувального круга – 1673 об/хв;
- 4) частота обертання деталі – 1...500 об/хв;
- 5) потужність 4 кВт.

Припуск:  $h = 0,088/2 = 0,044$  мм (табл. 1.4).

Подача по формулі (1.18):

де  $S_T$  – табличне значення,  $S_T = 0,14$  мм/об [6];

$K_D$  – поправочний коефіцієнт діаметру шліфувального круга,  $K_D = 0,42$  [6];

$K_R$  – поправочний коефіцієнт радіуса скруглення галтелі,  $K_R = 0,85$  [6];

$K_T$  – поправочний коефіцієнт стійкості шліфувального круга,  $K_T = 1,0$  [6];

$K_h$  – поправочний коефіцієнт припуску,  $K_h = 1,0$  [6];

$K_{IT}$  – поправочний коефіцієнт для якості розміру,  $K_{IT} = 0,5$  [6];

$K_M$  – поправочний коефіцієнт враховуючий матеріал,  $K_M = 1,0$  [6].

$$S_{поп} = 0,14 \cdot 0,42 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,024 \text{ мм/об}$$

Обираємо з паспорту верстата  $S_T = 0,025$  мм/об

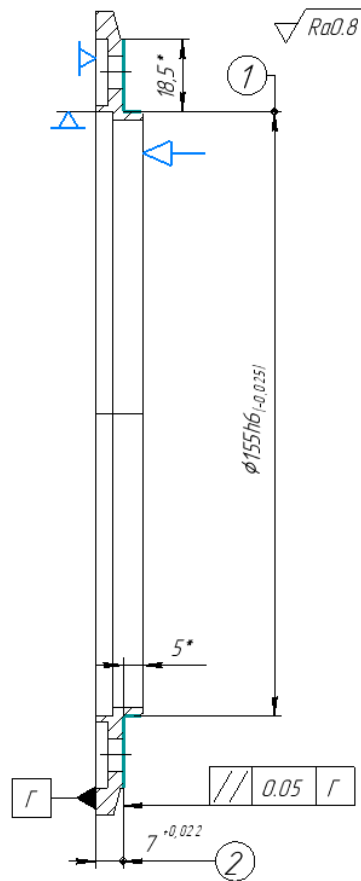


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз

Швидкість різання для деталі до  $V_{ш.дет.} = 50 \text{ м/хв}$  [5].

Розраховуємо частоту обертання шпинделя за формулою (1.21):

$$n_{дет.}^p = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 155} = 102 \text{ об/хв}$$

Приймаємо за паспортом верстата  $n_{дет.} = 100 \text{ об/хв}$

Фактична швидкість різання за формулою (1.22):

$$V_{ш.кр.} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1673}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м/с.}$$

$$V_{дет} = \frac{3,14 \cdot 155 \cdot 100}{1000} = 47 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot k}{n_{\text{дет}} \cdot S}; \quad (1.31)$$

де  $k$  – коефіцієнт уточнення,  $k=1,7$ .

$L$  – довжина шліфування.

$$T_o = \frac{18,5 \cdot 1,1}{100 \cdot 0,025} = 8,14 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час за формулою (1.24):

де  $t_y$  – час на встановлення та зняття заготовки при роботі в центрах,  $t_y = 0,3$  хв [7].

$t_{\text{пер}}$  – час на перехід,  $t_{\text{пер}} = 0,8$  хв [7].

$t_{\text{контр}}$  – час на контроль оброблених поверхонь пробкою,  $t_{\text{контр}} = 0,2$  хв [7].

$$T_{\text{доп}} = 0,3 + 0,8 + 0,2 = 1,3 \text{ хв}$$

Оперативний час за формулою (1.25):

$$t_{\text{оп}} = 8,14 + 1,3 = 9,44 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час за формулою (1.26):

де  $\alpha_{\text{обсл}}$ ,  $\alpha_{\text{отд}}$  – відсоток часу від оперативного обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби,  $\alpha_{\text{обсл}} + \alpha_{\text{отд}} = 10\%$ . [7].

$$t_{\text{дод}} = 0,1 \cdot 9,44 = 0,94 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за формулою (1.27):

$$t_{\text{шт}} = 9,44 + 0,94 = 10,38 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно – калькуляційний час за формулою (1.28):

де  $t_{n-3} = 27$  хв – підготовчо-заклучний час на партію заготовок.

$$t_{\text{шт-к}} = 10,38 + \frac{27}{60} = 10,83 \text{ хв}$$

Для решти механічних операцій призначаємо режими різання та технічне нормування виконуємо аналогічно, отримані результати зводимо до таблиць 1.5, 1.6.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунку режимів різання

Номер та назва операції	Номер переходу	Режими різання			
		глибина різання $t$ , мм	подача $S$ , мм/об	швидкість різання $V$ , м/хв	частота обертів шпинделя $n$ , об/хв
015 Токарна з ЧПК	01	3,05	0,3	100	150
	02	2,5	0,3	110	200
020 Токарна з ЧПК	01	2,5	0,3	120	150
	02	2	0,3	120	200
025 Токарна з ЧПК	01	0,5	0,1	127	200
	02	0,5	0,1	105	200
030 Токарна з ЧПК	01	0,5	0,1	105	200
	02	0,5	0,1	110	200
035 Свердлильна з ЧПК	01	4,25	0,2	21	800
040 Свердлильна з ЧПК	01	2,1	0,1	16	1500
065 Внутрішньошліфувальна	01	0,4	0,005	45/31	100/6000
	02	0,4	0,005	45/35	100/2500
070 Круглошліфувальна	01	0,2	0,025	47/35	100/1673
075 Внутрішньошліфувальна	01	0,1	0,005	45/31	100/6000
	02	0,1	0,005	45/35	100/2500
080 Круглошліфувальна	01	0,044	0,025	47/35	100/1673

Таблиця 1.6 – Норми часу

Номер та назва операції	$t_o$ , хв	$t_{доп}$ , хв	$t_{дод}$ , хв	$t_{шт}$ , хв	$t_{пз}$ , хв	$t_{шт-к}$ , хв
015 Токарна з ЧПК	1,08	1,6	0,27	2,95	25	3,36
020 Токарна з ЧПК	2,5	1,6	0,41	4,51	25	4,93
025 Токарна з ЧПК	2,5	1,6	0,41	4,51	25	4,93
030 Токарна з ЧПК	4,2	1,6	0,58	6,38	25	6,80
035 Свердлильна з ЧПК	0,4	0,9	0,13	1,43	20	1,76
040 Свердлильна з ЧПК	0,3	0,9	0,12	1,32	20	1,65
065 Внутрішньошліфувальна	6,5	1,3	0,78	8,58	27	9,03
070 Круглошліфувальна	7,5	1,3	0,88	9,68	27	10,13
075 Внутрішньошліфувальна	5,4	1,3	0,67	7,37	27	7,82
080 Круглошліфувальна	8,14	1,3	0,94	10,38	27	10,83

## 1.9 Розробка керуючої програми свердлильної операції

Для свердлильної операції №035 (рис. 1.7) розроблюємо керуючу програму (КП) в програмі NX CAM.

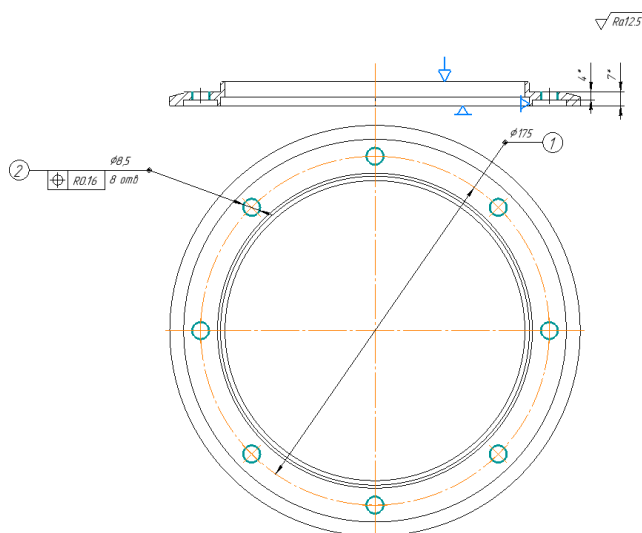


Рисунок 1.7 – Ескіз свердлильної операції

Спочатку створюємо ріжучий інструмент – свердло діаметром 8,5 мм (рис. 1.8).

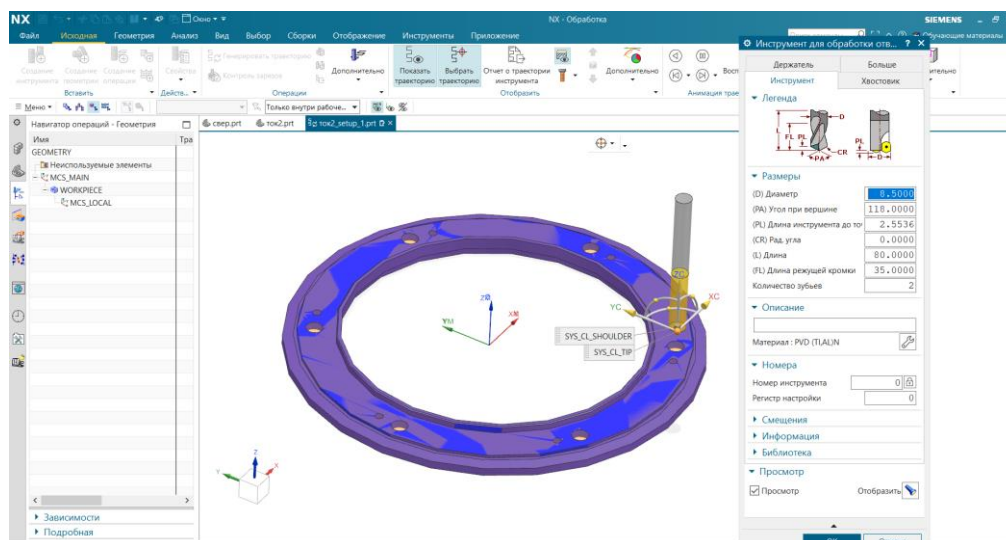


Рисунок 1.8 – Інструмент для свердління отворів

Визначаємо системи координат та положення площини безпеки (рис. 1.9).

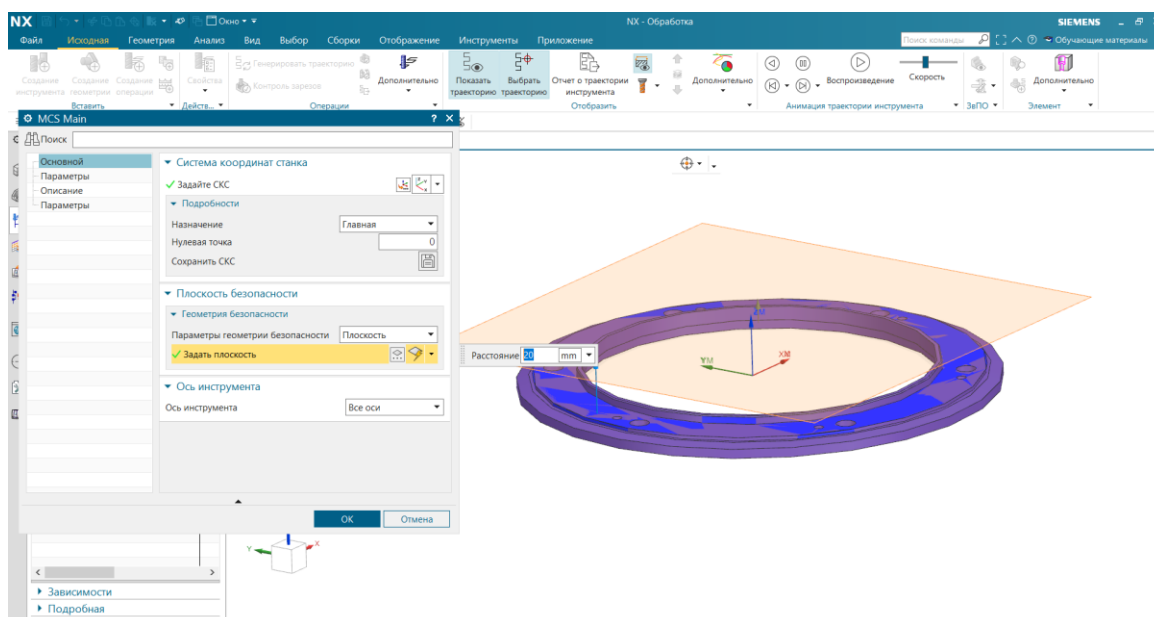


Рисунок 1.9 – Система координат

Створюємо операцію свердління та генеруємо траєкторію (рис. 1.10).

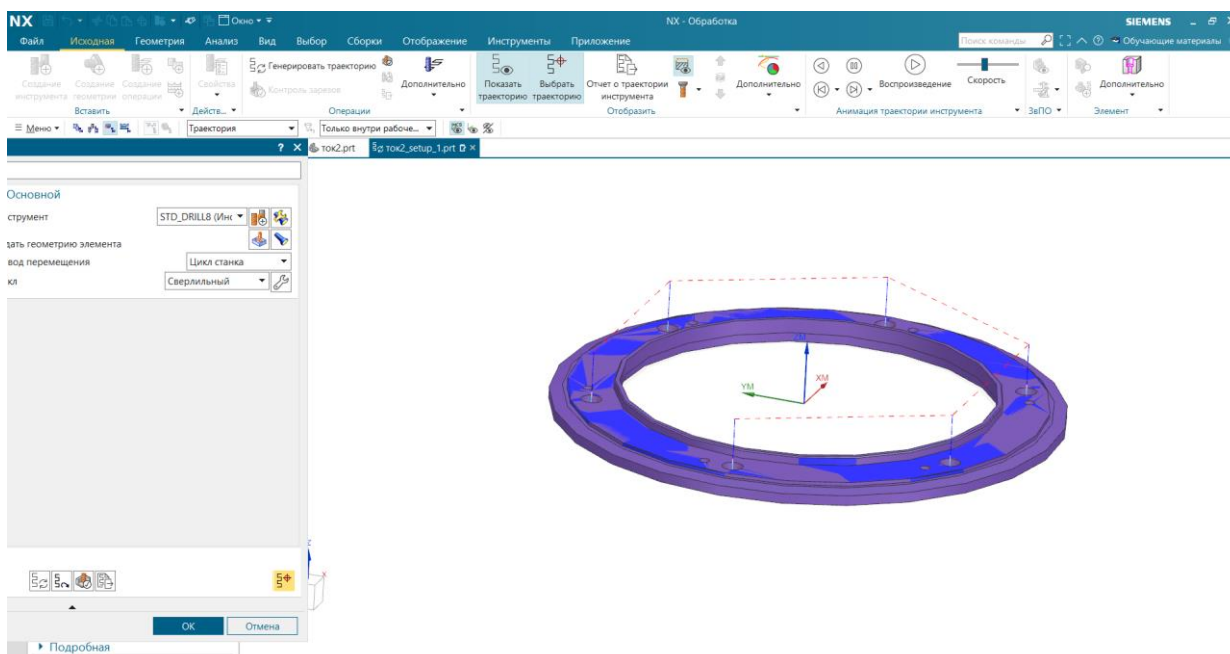


Рисунок 1.10 – Визначення деталі, заготовки в системі NX CAM

Проводимо візуалізацію свердління отворів (рис. 1.11).

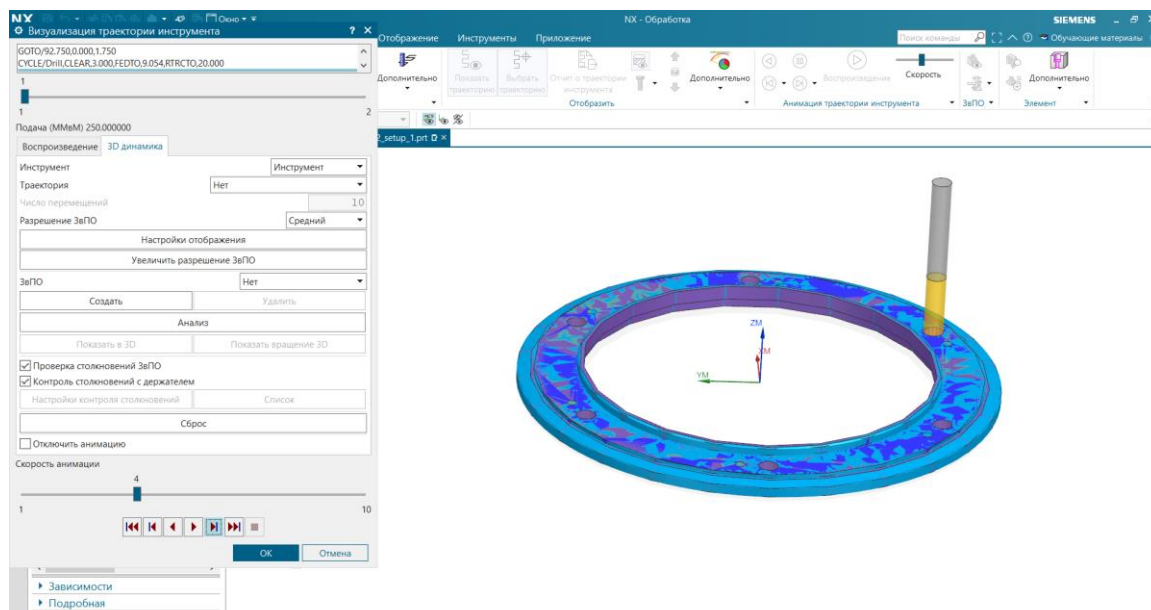


Рисунок 1.11 – Візуалізація свердління

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Проектування свердлильного пристосування

#### 2.1.1 Конструкція та принцип роботи

Робоче пристосування (рис. 2.1) призначено для свердління шести отворів. В корпусі 1 пристосування встановлений пневмоциліндр. Перед обробкою деталь встановлюють по діаметру  $\varnothing 154,5$  мм на основу 12 та базують по торцю. Після чого в пневмоциліндр подається повітря під тиском, поршень 5 разом зі штоком 4 рухається догори. На деталь зверху встановлюють кондукторну плиту 3 на діаметр  $\varnothing 135$  мм. Після цього тиск повітря подається в іншу частину пневмациліндру. Поршень 5 зі штоком 4 рухається вниз та притискає плитою 3 деталь.

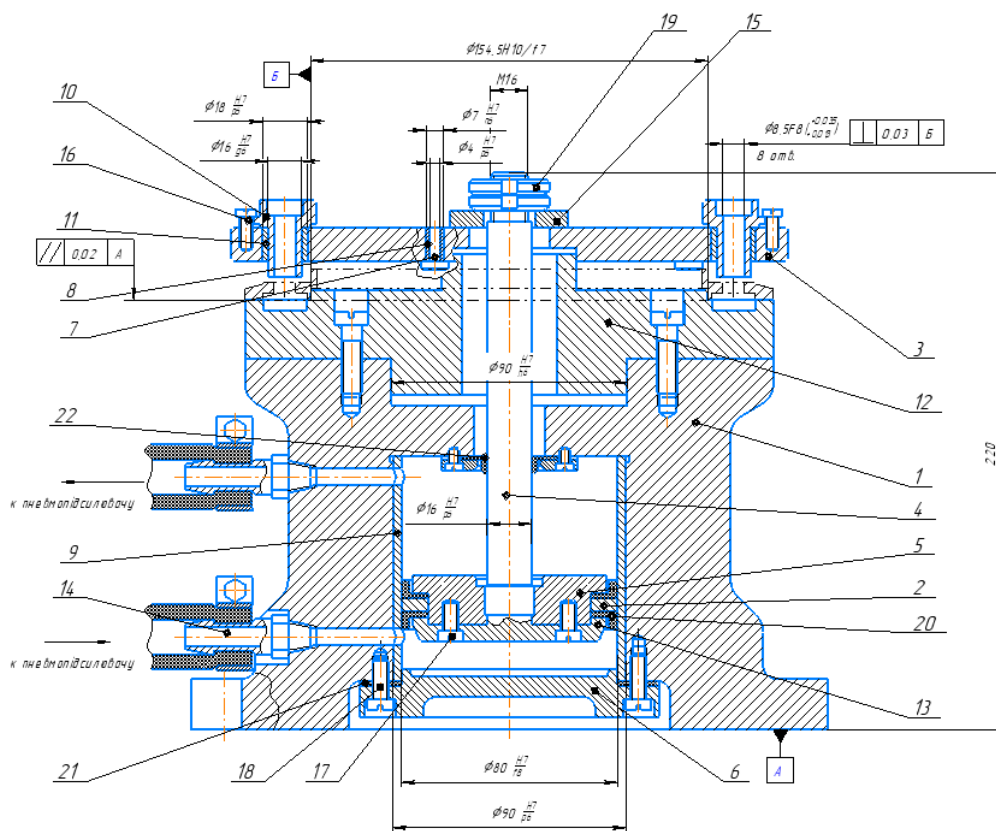


Рисунок 2.1 – Свердлильне пристосування

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність.

Похибка встановлення розраховується за формулою:

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{зак}}^2} \quad (2.1)$$

де  $\varepsilon_{\text{баз}}$  – похибка базування;

$\varepsilon_{\text{закр}}$  – похибка закріплення

Деталь встановлюється по діаметру  $\varnothing 154,5$  (рис. 2.2).

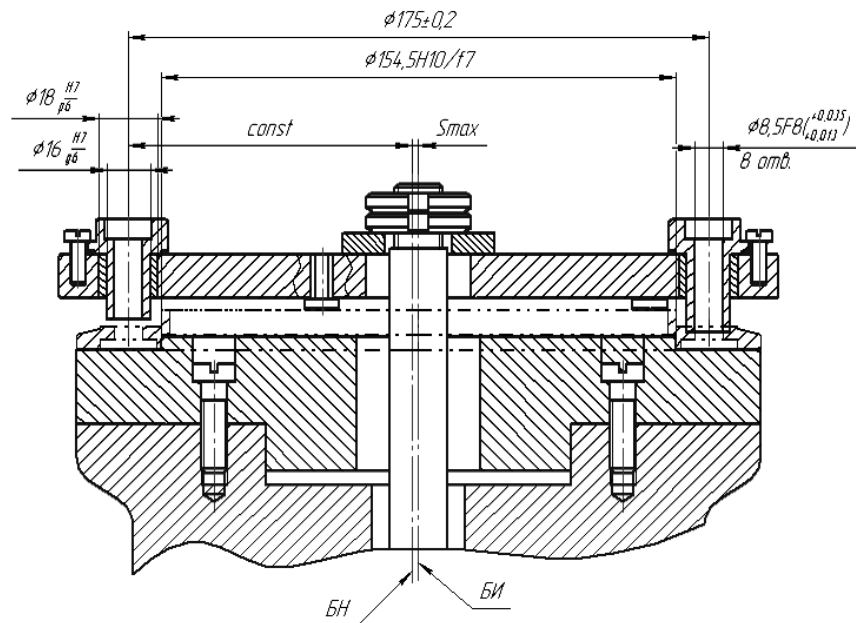


Рисунок 2.2 – Схема установки у призму

Похибка базування розраховується за формулою:

$$\varepsilon_{\text{баз}} = S_{\text{max}}/2 \quad (2.2)$$

де  $S_{\text{max}}$  – максимальний зазор у з'єднанні.

$$S_{\text{max}} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}} \quad (2.3)$$

де  $D_{\max}$ ,  $d_{\min}$  – конструктивні розміри.

$$S_{\max} = 154.66 - 154.457 = 0,203 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\text{баз}} = 0,203/2 = 0,1015 \text{ мм}$$

Похибку закріплення дорівнює нулю, так як напрямок розміру обробки та сили закріплення взаємно перпендикулярні.

Похибка встановлення згідно формули (2.1):

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{0,1015^2 + 0} = 0,102 \text{ мм}$$

Розрахунок на точність (рис. 2.3) пристосування полягає у визначенні виконавчих розмірів та допусків на розташування осей кондукторних втулок [8].

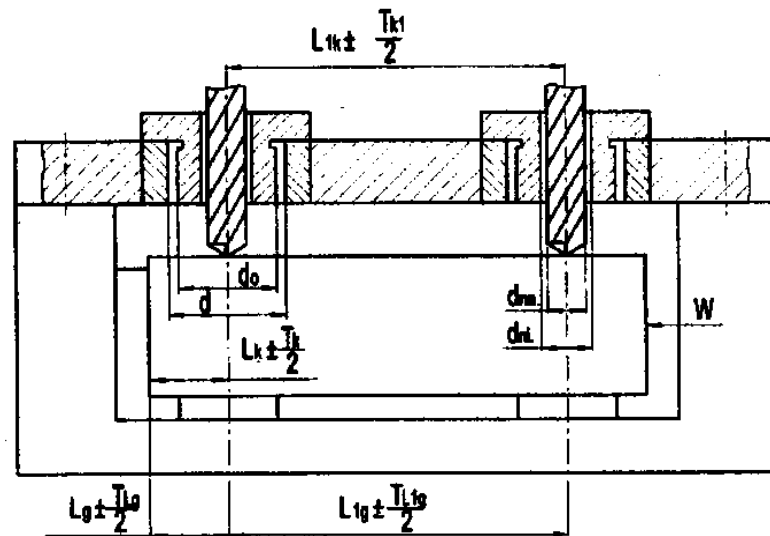


Рисунок 2.3 – Схема розрахунку [8]

Визначаємо номінальні розміри між осями кондукторних втулок. Оскільки допуски на оброблені отвори задаються симетрично, то  $L_k = L_d$ ,  $L_{k1} = L_{d1} = 175 \text{ мм}$ .

Розраховуємо допуск на розмір кондукторних втулок [8]:

$$T_k \leq T_d - K \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{зак}}^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (2.4)$$

де  $T_d$  – повне поле допуску розмір обробки,  $T_d=0,4$  мм;

$k$  – коефіцієнт, враховуючий відхил відстані складових величин від закону нормального розподілу, і залежить від кількості складових похибок,  $k=1,2$ ;

$\Delta_1$  – частка похибки обробки, яка залежить від зміщення осі свердла щодо осі отвору змінної втулки;

$\Delta_2$  – частка похибки обробки, яка залежить від зміщення осі змінної втулки щодо постійної:

$\Delta_3$  – частка похибки обробки, викликана зміщенням осі свердла внаслідок ексцентриситету обох втулок,  $\Delta_3=0,01$ мм;

$\Delta_4$  – частка похибки обробки, яка залежить від величини допустимого зносу,  $\Delta_4=0,015$  мм;

$\Delta_5$  – частка похибки обробки, що враховує перекіс інструменту в процесі обробки:

$$\Delta_2 = S_{2\max} = d_{\max} - d_{0\min} \quad (2.5)$$

$$\Delta_2 = 16,021 - 15,98 = 0,041 \text{ мм}$$

$$\Delta_5 = \frac{\Delta_1 \cdot (H + 2a)}{H} \quad (2.6)$$

де  $a$  – відстань від кондукторної втулки до деталі;

$$\Delta_1 = S_{1\max} = d_{\text{зм.}\max} - d_{\text{св.}\min} \quad (2.7)$$

$$\Delta_1 = 8,543 - 8,457 = 0,086 \text{ мм}$$

$$a = (0,5 - 0,8)d_{\text{св}} \quad (2.8)$$

$$a = 0,6 \cdot 8,5 = 5,1 \text{ мм}$$

$$\Delta_5 = \frac{0,086 \cdot (23 + 2 \cdot 5,1)}{23} = 0,092 \text{ мм}$$

$$T_k \leq 0,4 - 1,2 \sqrt{0,102^2 + 0^2 + 0,041^2 + 0,01^2 + 0,015^2 + 0,092^2} = 0,15 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір установка:

$$[L_k] = L_k \pm \frac{T_k}{2} \quad (2.9)$$

$$L_k = 175 \pm 0,05$$

### 2.1.3 Розрахунок необхідного сили затиску.

Дійсна сила закріплення згідно схеми (рис. 2.4) визначається згідно формули [8]:

$$W_d = \frac{3 \cdot M_{рез} \cdot k}{f \left[ \left( \frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \right) + \left( \frac{D_3^3 - D_4^3}{D_3^2 - D_4^2} \right) \right]} \quad (2.10)$$

де  $M_{рез}$  – крутний момент на свердлі,

$D_3, D_4, D_1, D_2$  – конструктивні розміри;

$f$  – коефіцієнт тертя,  $f = 0,15$ ;

$k$  – коефіцієнт запасу закріплення.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.11)$$

де  $C_m, q, y, K_p$  – коефіцієнти для визначення крутного моменту,  $C_m = 0,0345$ ,  $q = 2$ ,  $y = 0,8$ ,  $K_p = 1$ .

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,03 = 11 \text{ Нм}$$

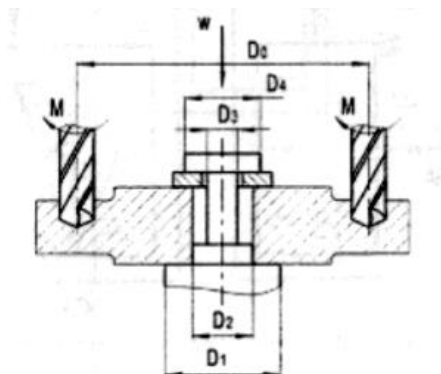


Рисунок 2.4 – Схема визначення сили закріплення [8]

Коефіцієнт запасу закріплення:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6; \quad (2.12)$$

де  $k_0$  – гарантований коефіцієнт запасу,  $k_0=1,5$ ;

$k_1$  – коефіцієнт нерівномірності сил різання через непостійність припуску, що знімається при обробці,  $k_1=1$ ;

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання від прогресуючого затуплення інструменту,  $k_2=1,7$ .

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує переривчастість різання,  $k_3=1,2$ ;

$k_4$  – коефіцієнт, що враховує мінливість сил затиску, що розвиваються приводами,  $k_4=1$ ;

$k_5$  – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток,  $k_5=1$ ;

$k_6$  – коефіцієнт невизначеності положення місць контакту,  $k_6=1$ .

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,58$$

Дійсна сила затиску по формулі (2.10):

$$W_0 = \frac{3 \cdot 2,58 \cdot 11}{0,15 \left[ \left( \frac{206^3 - 154,5^3}{206^2 - 154,5^2} \right) + \left( \frac{155,5^3 - 150,5^3}{155,5^2 - 150,5^2} \right) \right]} = 523H$$

Мінімальний діаметр штока:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot W}{\pi \cdot [\sigma]}} \quad (2.13)$$

де  $p$  – тиск в пневмосистемі,  $p=0,5 \dots 0,7$  МПа [8];

$\alpha$  – коефіцієнт затягування,  $\alpha=2,25$  [8];

$[\sigma]$  – допустима напруга на розтяг для сталі 40Х,  $[\sigma]=100$  МПа [1].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 523}{3,14 \cdot 100}} = 12,3 \rightarrow 16\text{мм}$$

Діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{p \cdot \eta \cdot \pi} + d^2} \quad (2.14)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії (ККД), що враховує втрати на тертя,  $\eta = 0,85 \dots 0,9$ .

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 523}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,85} + 16^2} = 63 \rightarrow 80 \text{ мм}$$

## 2.2 Проектування контрольного пристосування

### 2.2.1 Конструкція і принцип роботи

Контрольне пристосування призначено для перевірки паралельності торців деталі. Воно (рис. 2.5) складається зі корпусу 1, на якому встановлено штангу 2, два ролики 3, які фіксуються гвинтами 4. Для контролю використовується індикаторний годинник 5. Деталь встановлюється на ролики по отвору діаметром 155мм та впирається в торець. Для вимірювання паралельності ніжка індикаторного годинника 5 встановлюється на контрольований діаметр та на циферблаті встановлюється 0. Шляхом провертання деталі на  $180^\circ$  по індикаторному годиннику 5 вимірюють значення паралельності.

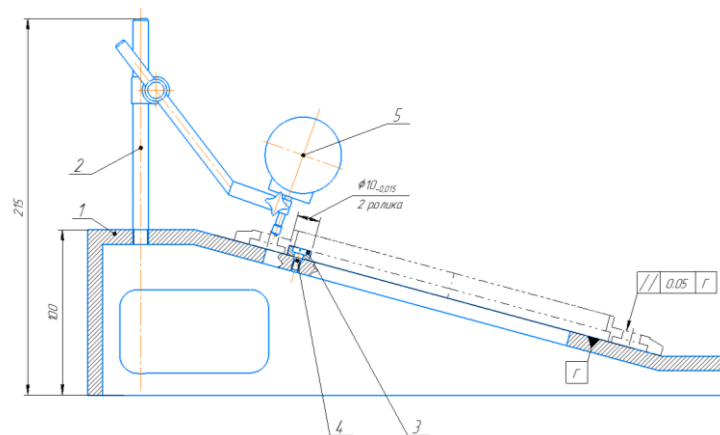


Рисунок 2.5 – Контрольне пристосування

### 2.3 Розрахунок деталі на міцність

Перевірку деталі (рис. 2.6) на міцність виконаємо на основі міцнісного розрахунку в програмі NX. Оцінку міцності виконаємо на основі порівняння отриманого коефіцієнту запасу міцності з довідковим. Коефіцієнт запасу міцності визначається за наступною формулою:

$$k = \frac{[\sigma]}{\sigma_{max}} = 1,5 \dots 3 \quad (2.15)$$

де  $[\sigma]$  – допустиме значення границі міцності сталі 38ХА,  $[\sigma]=780$  МПа [1];

$\sigma_{max}$  – максимальне напруження.

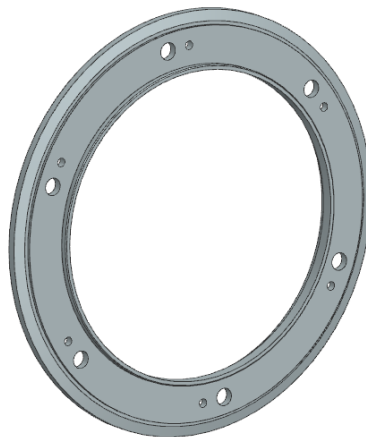


Рисунок 2.6 – Фланець перехідний

У вузлі деталь закріплюється по отворах діаметр 8,5 мм. В отвір діаметр 155 встановлюється підшипник та впирається в торець. Під час роботи підшипник чинить осьове зусилля –  $F = 10000$  Н. Обмеження на деталь у вигляді закріплення накладаєм по шести отворах діаметр 8,5 мм. По отвору діаметром 155 мм прикладаємо осьову силу (рис. 2.7).

Після комп'ютерного розрахунку було отримано графічне зображення розподілу напружень (рис. 2.8). Максимальне значення напруження рівні 432,4 МПа виникають в шести отворах.

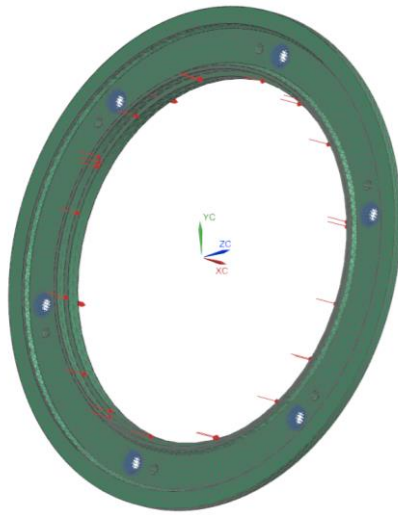


Рисунок 2.7 – 3D-модель з накладеними обмеженнями

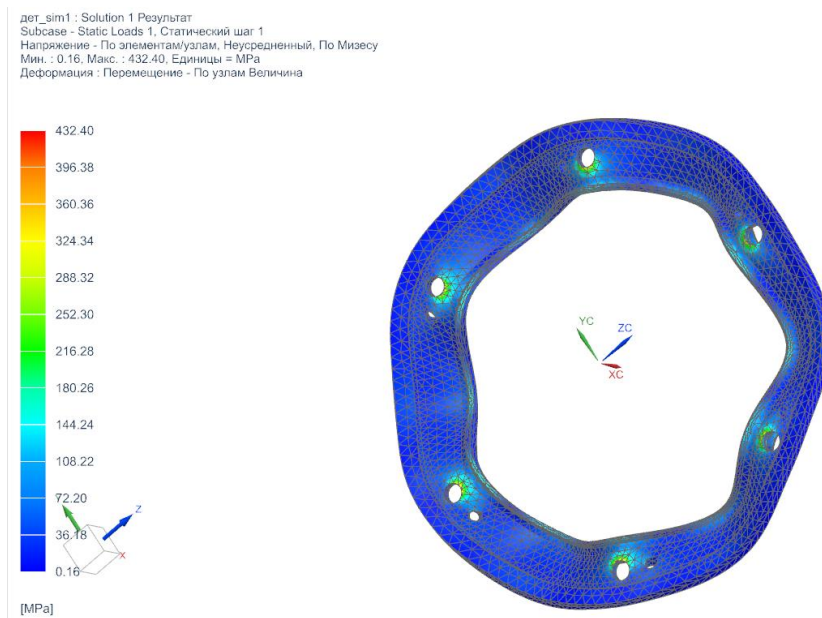


Рисунок 2.8 – Розподіл напружень

Коефіцієнт запасу міцності згідно формули (2.15):

$$k = \frac{780}{432,4} = 1,8$$

Результати розрахунку показали достатній запас міцності перехідного фланцю. Тому конструкцію деталі та її розміри можна вважати прийнятими

### 3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

Річна верстатосемність розрахуємо для кожної операції за формулою:

$$T_j = t_{ш-к_j} \cdot N \quad (3.1)$$

Результати розрахунку за формулою (3.1) приведено в таблиці 3.1.

Розраховуємо кількість верстатів, необхідних для виконання операцій за формулою:

$$S_{pj} = \frac{\sum_{j=1} t_{ш-к_j} \cdot N_j}{F_g \cdot m \cdot 60} \quad (3.2)$$

де  $F_g \cdot m = 4000$  год – фонд часу роботи верстата за рік.

Результати розрахунку за формулою (3.2) приведено в таблиці 3.1.

Значення розрахункової кількості верстатів ( $S_p$ ) округлюємо до цілого значення і приймаємо його ( $S_n$ ) для подальших розрахунків.

Коефіцієнт завантаження верстата визначаємо за формулою:

$$K_{3j} = \frac{S_p}{S_n} \quad (3.3)$$

Результати розрахунку за формулою (3.3) приведено в таблиці 3.1.

Визначаємо середній коефіцієнт завантаження верстатів за формулою:

$$\overline{K_3} = \frac{\sum S_p}{\sum S_n} \quad (3.4)$$

$$\overline{K_3} = \frac{0,77}{10} = 0,08$$

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку необхідної кількості технологічного обладнання та його завантаження

Параметри	Номер операції									
	015	020	025	030	035	040	065	070	075	080
	Модель верстата									
	PUMA 600	PUMA 600	PUMA 600	PUMA 600	T 4000	T 4000	Youvard 5S	M1420E/1000	Youvard 5S	M1420E/1000
$t_{и-к}$	3,36	4,93	4,93	6,80	1,76	1,65	9,03	10,13	7,82	10,83
$T$	10080	14790	14790	20400	5280	4950	27090	30390	23460	32490
$S_P$	0,04	0,06	0,06	0,09	0,02	0,02	0,11	0,13	0,10	0,14
$S_n$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$K_3$	0,04	0,06	0,06	0,09	0,02	0,02	0,11	0,13	0,10	0,14

Розрахована кількість деталей-операцій, що виконуються на технологічній лінії обробки деталей дорівнює  $O=10$  деталей-операцій.

Призначаємо багатOVERстатну обробку на токарній групі верстатів з ЧПК моделі PUMA 600 (операції 015...030). Максимальне значення основного часу буде на операції 030 – 4.2 хв.

Розрахуємо кількість верстатів, яке може обслужити один оператор, за формулою:

$$m_s = \frac{t_{o \max} + t_{\text{доп}}}{t_{\text{доп}} + t_{\text{пер}}} \quad (3.5)$$

де  $t_{o \max}$  – максимальний основний час на верстатах об'єднаних в багатOVERстатну зону обслуговування, хв;

$t_{\text{пер}}=0,15$  хв – час на перехід від верстата до верстата.

$$m_s = \frac{4,2 + 1,6}{0,58 + 0,15} = 7,9$$

Число операторів у зоні обслуговування розраховуємо за формулою:

$$R_j = \frac{\sum S_n}{m_{sj}} \quad (3.6)$$

$$R_1 = \frac{4}{7,9} = 0,5$$

Згідно розрахунків для роботи на чотирьох верстатах призначаємо одного оператора. Таким чином, для обслуговування десяти верстатів необхідно  $M=7$  робочих операторів.

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операції за формулою:

$$K_{30} = \frac{0}{M} \quad (3.7)$$

$$K_{30} = \frac{10}{7} = 1,4$$

Так як  $1 < K_{30} < 10$ , то остаточно тип виробництва приймаємо як серійний.

## 4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ

При розробленні технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець перехідний» було запропоновано порівняти обробку на різних токарних верстатах з ЧПК згідно таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Розрахункові параметри	Першою технологія						Другою технологія			
Модель верстата	16К20Ф3	16К20Ф3	16К20Ф3	16К20Ф3	16К20Ф3	16К20Ф3	PUMA 600	PUMA 600	PUMA 600	PUMA 600
Штучний час $t_{шт}$ , хв	25	20	10	8	6	5	3,36	4,93	4,93	6,8
Розряд верстатника	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4
Розряд наладчика	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5
Число верстатів, що обслуговуються за зміну: верстатником наладчиком	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4
Тарифна ставка основного робітника, грн/год	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	76,6	57,5	57,5	57,5	57,5
Тарифна ставка наладчика, грн/год	-	-	-	-	-	-	57,7	57,7	57,7	57,7
Число змін $m$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Оптова ціна верстата $F$ , грн	126160						1504800			
Число верстатів, $C_p$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Норма амортизаційних відрахувань $N_a$ , %	14	14	14	14	14	14	12,2	12,2	12,2	12,2
Встановлена потужність електродвигунів $N$ , кВт	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15

Визначимо заробітну плату основних виробничих робітників по формулі [9]:

$$Z_o = \frac{\sum_{i=1}^{m_{оп}} t_{шт-кі} \cdot C_{тар} \cdot K_o \cdot k_{доп} \cdot k_{соц}}{60} \quad (4.1)$$

де  $m_{оп}$  – кількість операцій у технологічному процесі;

$t_{umi}$  – норма штучного часу виконання  $i$ -ої операції, год;

$C_{тар}$  – годинна тарифна ставка виробничого робітника на операції, грн/год;

$K_{\phi}$  – коефіцієнт, що враховує оплату основного робітника при багатOVERстатному обслуговуванні,  $K_{\phi}=0,39$ ;

$k_{доп}$  – коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату,  $k_{доп.} = 1,2$ ;

$k_{соц}$  – коефіцієнт, що враховує страхові внески,  $k_{соц} = 1,4$ .

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.2, 4.3.

Таблиця 4.2 – Заробітна плата верстатника за першою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$ , хв	$C_{тар}$ , грн	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$Z_o$ , грн
010	Токарна	25	76,6	1,2	1,4	53,62
015	Токарна	20	76,6	1,2	1,4	42,90
020	Токарна	10	76,6	1,2	1,4	21,45
025	Токарна	8	76,6	1,2	1,4	17,16
030	Токарна	6	76,6	1,2	1,4	12,87
035	Токарна	5	76,6	1,2	1,4	10,72
					$\Sigma$	158,72

Таблиця 4.3 – Заробітна плата верстатника за другою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$ , хв	$C_{тар}$ , грн	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$Z_o$ , грн
015	Токарна	3,36	57,5	1,2	1,4	5,41
020	Токарна	4,93	57,5	1,2	1,4	7,94
025	Токарна	4,93	57,5	1,2	1,4	7,94
030	Токарна	6,8	57,5	1,2	1,4	10,95
					$\Sigma$	32,23

Визначимо заробітну плату наладчиків верстатів ЧПК за формулою [9]:

$$Z_o = \frac{\Phi_p \cdot C_{тар} \cdot \chi_n \cdot k_{доп} \cdot k_{соц}}{N} \quad (4.2)$$

де  $C_{\text{тар.н}}$  – годинна тарифна ставка, грн;

$Ч_{\text{н}}$  – чисельність робітників відповідної категорії, чол;

$\Phi_p$  – річний фонд часу одного,  $\Phi_p = 2096$  год;

$m_{\text{он}}$  – кількість операцій у технологічному процесі.

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Заробітна плата наладчиків верстатів ЧПК

№ опер	Найменування операції	$\Phi_p$ , год	$C_{\text{тар}}$ , грн	$Ч_{\text{н}}$	$k_{\text{доп}}$	$k_{\text{соц}}$	$Z_0$ , грн
015	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	16,93
020	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	16,93
025	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	16,93
030	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	16,93
						$\Sigma$	67,73

Визначимо амортизацію на обладнання за формулою [9]:

$$A_{\text{від}} = \sum_{i=1}^{m_{\text{он}}} \frac{K_i \cdot H_{ai} \cdot t_{\text{шт-кі}}}{100 \cdot F_d \cdot 60} \quad (4.3)$$

де  $K_i$  – первісна вартість обладнання на  $i$ -ої операції, грн;

$H_{ai}$  – річна норма амортизаційних відрахувань на обладнання на  $i$ -ої операції, %.

Результати розрахунків наведено в таблиці 6.5, 6.6.

Визначимо витрати на інструмент за формулою [9]:

$$S_{\text{ін}} = \sum_{i=1}^{m_{\text{оп}}} \sum_{j=1}^{n_{\text{ін}}} \frac{C_{\text{ін}ij} \cdot t_{\text{шт}ij} \cdot \eta_{\text{м}}}{T_{ij} \cdot (n_j + 1)} \quad (4.4)$$

де  $C_{\text{ін}ij}$  – ціна інструменту  $j$ -го виду на  $i$ -ої операції, грн/шт;

$t_{\text{шт}ij}$  – штучний час роботи  $j$ -го інструменту на  $i$ -ої операції, хв;

$\eta_{\text{м}}$  – коефіцієнт машинного часу, що визначається як відношення  $t_{\text{мау}}/t_{\text{шт}}$ ;

$T_{ij}$  – період стійкості інструменту  $j$ -го виду на  $i$ -ої операції, хв;

$n_{in}$  – номенклатура інструментів на  $i$ -ої операції;

$n_j$  – число переточок інструменту  $j$ -го виду до повного зношування або кількість ріжучих граней інструменту.

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.7, 4.8.

Таблиця 4.5 – Відрахування на амортизацію обладнання за першою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$ , хв	К, грн	На, %	$F_d$	$A_{від}$ , грн
010	Токарна	25	126160	14	4015	1,83
015	Токарна	20	126160	14	4015	1,47
020	Токарна	10	126160	14	4015	0,73
025	Токарна	8	126160	14	4015	0,59
030	Токарна	6	126160	14	4015	0,44
035	Токарна	5	126160	14	4015	0,37
					$\Sigma$	5,43

Таблиця 4.6 – Відрахування на амортизацію обладнання за другою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$ , хв	К, грн	На, %	$F_d$	$A_{від}$ , грн
015	Токарна	3,36	1504800	12,2	4015	2,56
020	Токарна	4,93	1504800	12,2	4015	3,76
025	Токарна	4,93	1504800	12,2	4015	3,76
030	Токарна	6,8	1504800	12,2	4015	5,18
					$\Sigma$	15,26

Таблиця 4.7 – Витрати на інструмент за першою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$ , хв	Найменування інструменту	$C_i$ , грн	$n_{in}$	$T$ , хв	$n_j$	$\eta_{MI}$	$S_{in}$ , грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	Токарна	25	Різець прохід.	250	2	80	10	0,4	2,05
015	Токарна	20	Різець прохід.	250	2	80	10	0,4	1,14

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Різець розточ.	250	2	45	6	0,4	1,59
020	Токарна	8	Різець прохід.	250	2	80	10	0,4	1,14
			Різець розточ.	250	2	45	6	0,4	1,59
025	Токарна	6	Різець розточ.	250	2	80	10	0,4	1,36
030	Токарна	5	Різець прохід.	250	2	80	10	0,4	1,14
								Σ	10,9

Таблиця 4.8 – Витрати на інструмент за другою технологією

№ опер	Найменування операції	t <sub>шт</sub> , хв	Найменування інструменту	Ц <sub>i</sub> грн	n <sub>ін</sub>	T, хв	η <sub>j</sub>	η <sub>МІ</sub>	S <sub>ін</sub> грн
015	Токарна	3,36	Різець прохід.	250	1	180	4	0,4	0,33
			Різець розточ.	150	1	120	1	0,4	0,54
020	Токарна	4,93	Різець прохід.	250	1	180	4	0,4	0,71
			Різець розточ.	250	1	180	4	0,4	0,37
025	Токарна	4,93	Різець прохід.	150	1	120	1	0,4	1,00
			Різець розточ.	250	1	180	4	0,4	0,33
030	Токарна	6,8	Різець прохід.	250	1	180	4	0,4	0,22
			Різець розточ.	200	1	180	4	0,4	0,11
								Σ	3,62

Визначимо витрати на електроенергію за формулою [9]:

$$S_e = \frac{N_B \cdot k_N \cdot k_q \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t_{шт-к}}{\eta \cdot k_B \cdot 60} \cdot C_e \quad (4.5)$$

де  $N_B$  – встановлена потужність головного електродвигуна, кВт;

$k_N$  – середній коефіцієнт завантаження електродвигуна за потужністю (для верстатів з ЧПК – 0,9, для решти обладнання – 0,8);

$k_q$  – середній коефіцієнт завантаження електродвигуна за часом (для верстатів з ЧПК – 0,7, для решти обладнання – 0,6);

$k_{од}$  – середній коефіцієнт одночасності роботи всіх електродвигунів верстата (для верстатів з ЧПК – 1, для решти обладнання – 0,6);

$k_w$  – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії,  $k_w = 1,08$ ;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії обладнання;

$k_e$  – коефіцієнт виконання норм часу;

$C_e$  – вартість електроенергії,  $C_e = 3,45$  грн/кВт×год.

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.9, 4.10.

Таблиця 4.9 – Витрати на електроенергію за першою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт, хв}$	$C_e$ грн	$N_e$ кВт	$k_N$	$k_{ч}$	$k_{од}$	$k_w$	$\eta_e$	$k_B$	$S_e$ , грн
010	Токарна	25	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	4,52
015	Токарна	20	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	3,61
020	Токарна	10	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,81
025	Токарна	8	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,45
030	Токарна	6	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,08
035	Токарна	5	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	0,90
										$\Sigma$	13,37

Таблиця 4.10 – Витрати на електроенергію за другою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт, хв}$	$C_e$ грн	$N_e$ кВт	$k_N$	$k_{ч}$	$k_{од}$	$k_w$	$\eta_e$	$k_B$	$S_e$ , грн
015	Токарна	3,36	3,45	15	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	2,24
020	Токарна	4,93	3,45	15	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	3,29
025	Токарна	4,93	3,45	15	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	3,29
030	Токарна	6,8	3,45	15	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	4,53
035	Токарна	3,36	3,45	15	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	2,24
										$\Sigma$	13,35

Визначимо витрати на обслуговування та ремонт обладнання за формулою [9]:

$$S_p = \frac{C_{то} \cdot K_p \cdot C_p}{N} \quad (4.6)$$

де  $C_{то}$  – залишкова вартість обладнання, грн

$K_p$  – коефіцієнт відрахувань до ремонтного фонду,  $K_p = 0,02$ .

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.11, 4.12.

Таблиця 4.11 – Витрати на ремонт та обслуговування обладнання за першою технологією

№ опер	Найменування операції	Ц <sub>то</sub> , грн	К <sub>р</sub>	С <sub>р</sub>	S <sub>р</sub> , грн
010	Токарна	126160	0,02	0,64	0,32
015	Токарна	126160	0,02	0,64	0,32
020	Токарна	126160	0,02	0,64	0,32
025	Токарна	126160	0,02	0,64	0,32
030	Токарна	126160	0,02	0,64	0,32
035	Токарна	126160	0,02	0,64	0,32
				Σ	1,94

Таблиця 4.12 – Витрати на ремонт та обслуговування обладнання за другою технологією

№ опер	Найменування операції	Ц <sub>то</sub> , грн	К <sub>р</sub>	С <sub>р</sub>	S <sub>р</sub> , грн
015	Токарна	1504800	0,02	0,78	4,69
020	Токарна	1504800	0,02	0,78	4,69
025	Токарна	1504800	0,02	0,78	4,69
030	Токарна	1504800	0,02	0,78	4,69
035	Токарна	1504800	0,02	0,78	4,69
				Σ	18,78

Визначимо витрати на налаштування інструментів поза верстатом згідно формули [9]:

$$S_H = \frac{\varphi \cdot C_{гн} \cdot t_{ін} \cdot t_o \cdot K_T}{T_M \cdot m \cdot 60} \quad (4.7)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує випадковий спад інструменту,  $\varphi = 1,3$ ;

$C_{гн}$  – середньогодинна заробітна плата наладчиків, грн./год;

$t_{in}$  – середній час налаштування одного інструменту поза верстатом ( $t_{in} = 4$  хв – для токарних верстатів з ЧПК;  $t_{in} = 5$  хв – для верстатів з ЧПК свердлильної, фрезерної та розточувальної груп).

$t_o$  – основний час роботи інструменту на операції, хв;

$K_m$  – коефіцієнт, що враховує питому вагу основного технологічного часу у штучному часі;

$T_m$  – середня стійкість інструменту, хв.;

$m$  – число граней ріжучої пластини, що не переточується, з механічним кріпленням, шт.

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Витрати на налаштування інструментів поза верстатом

№ опер	Найменування операції	Тип інструменту	$t_o$ , хв	$C_{гн}$ , грн/год	$n_i$	$t_{in}$ , хв	$K_T$	$T_M$	$m$	$S_n$ , грн
015	Токарна	Різець прохід.	1,36	50,9	6	4	0,9	240	4	0,01
		Різець розточ.	2	50,9	6	4	0,9	120	4	0,02
020	Токарна	Різець прохід.	2	50,9	6	4	0,9	240	4	0,01
		Різець розточ.	2,93	50,9	6	4	0,9	120	4	0,02
025	Токарна	Різець прохід.	2,5	50,9	6	4	0,9	240	4	0,01
		Різець розточ.	2,43	50,9	6	5	0,9	240	4	0,01
030	Токарна	Різець прохід.	3	50,9	6	5	0,9	240	4	0,02
		Різець розточ.	3,8	50,9	6	5	0,9	240	4	0,02
									$\Sigma$	0,11

Визначимо інші загальновиробничі витрати за формулою [9]:

$$I_n = Z_o \cdot k_{zag} \quad (4.8)$$

де  $k_{zag}$  – коефіцієнт, що враховує інші загальновиробничі витрати, віднесені до заробітної плати основних виробничих робітників,  $k_{zag} = 0,20 \dots 0,25$ .

$$I_{n1} = 158,72 \cdot 0,2 = 31,74 \text{ грн}$$

$$I_{n2} = 32,23 \cdot 0,2 = 6,44 \text{ грн}$$

Розрахуємо технологічну собівартість за формулою [9]:

$$C_T = Z_o + Z_n + A_{\text{від}} + S_{\text{ін}} + S_e + S_p + S_n + I_n \quad (4.9)$$

Узагальнені результати розрахунку технологічної собівартості обробки за двома варіантами наведено у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 – Розрахунок елементів технологічної собівартості, грн.

Елементи собівартості		Варіанти ТП	
		Першим	Другий
Заробітна плата верстатника	$Z_o$	158,72	32,23
Заробітна плата наладчика	$Z_n$		67,73
Відрахування на амортизацію обладнання	$A_{\text{від}}$	5,43	15,26
Витрати на різальний інструмент	$S_{\text{ін}}$	10,9	3,62
Витрати на електроенергію	$S_e$	13,37	13,35
Витрати на ремонт та обслуговування обладнання	$S_p$	1,94	18,78
Витрати на налаштування інструментів поза верстатом	$S_n$		0,11
Витрати інші	$I_n$	31,74	6,44
Технологічна собівартість	$C_T$	222,1	155,32

Розрахуємо умовний економічний ефект за формулою [9]:

$$E_{\text{ур}} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \quad (4.10)$$

$$E_{\text{ур}} = (222,1 - 155,32) \cdot 3000 = 200340 \text{ грн}$$

Таким чином, річна економія від впровадження другого ТП за статтею собівартість може становити 200340 грн., що свідчить про ефективність запропонованої технологічної інновації.

Здійснимо розрахунок технологічної собівартості поелементним методом для випадку придбання технологічного обладнання. Зіставимо величини капітальних витрат за варіантами.

Капітальні вкладення обладнання, віднесені до одиниці продукції, визначаються за наступним рівнянням:

$$K_o = \frac{C_{об} \cdot t_{шт.к.}}{60 \cdot F_d} \quad (4.11)$$

У таблиці 4.15-4.16 розраховані капітальні витрати за формулою (4.11).

Таблиця 4.15 - Капітальні витрати на обладнання за першим ТП

№ опер	Найменування операції	T <sub>шт.</sub> , хв	Ц, грн	F <sub>д</sub>	K <sub>о</sub> , грн
010	Токарна	25	126160	4015	13,09
015	Токарна	20	126160	4015	10,47
020	Токарна	10	126160	4015	5,24
025	Токарна	8	126160	4015	4,19
030	Токарна	6	126160	4015	3,14
035	Токарна	5	126160	4015	2,62
		Σ	756960	Σ	38,75

Таблиця 4.16 - Капітальні витрати на обладнання за другим ТП

№ опер	Найменування операції	T <sub>шт.</sub> , хв	Ц, грн	F <sub>д</sub>	K <sub>о</sub> , грн
015	Токарна	3,36	1504800	4015	20,99
020	Токарна	4,93	1504800	4015	30,80
025	Токарна	4,93	1504800	4015	30,80
030	Токарна	6,8	1504800	4015	42,48
		Σ	6019200	Σ	146,04

Оскільки капітальні витрати є суттєво різними, оцінювати ефективність варіантів ТП слід на основі мінімуму наведених витрат за формулою:

$$B_{нав} = C + E_n K, \quad (4.12)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності, показує, яка частина капітальних вкладень має окупатися за один рік. Для застосування вибирається варіант із мінімальним значенням  $V_{нав}$ .

У таблиці 4.17 наведено результати порівняння.

Таблиця 4.17 - Порівняння варіантів ТП за наведеними витратами

Елементи собівартості		Варіанти ТП	
		Перший	Другий
Технологічна собівартість деталі	$C_T$	222,10	155,32
Капітальні витрати на деталь	$K_o$	38,75	146,04
Наведені витрати на деталь	$W_o$	227,91	177,23
Собівартість річної програми	$C_p$	666300,00	465960,00
Капітальні витрати на програму	$K_{оріч}$	116262,02	438134,79
Наведені витрати на програму	$W_{річ}$	683739,30	531680,22
Річна економія (збиток), грн	$\Delta W$	-152059,08	

Аналіз таблиці 4.17 показує, що придбання та використання високотехнологічного дорогого обладнання з найменшими поточними витратами на виробництво продукції в умовах багатосерійного типу виробництва часто є перешкодою для впровадження нових інноваційних технологій.

Розрахуємо критичний обсяг виробництва, при якому наведені витрати за варіантами рівні за формулою:

$$N_{кр} = \frac{(C_{2пост} - C_{1пост}) + 0,15 \cdot (K_2 - K_1)}{C_{1зм} - C_{2зм}} = \text{шт} \quad (4.13)$$

де  $N_{кр}$  – критичний обсяг діяльності;

$C_{1пост}$  - умовно-постійні витрати на річний обсяг виробництва;

$C_{2пост}$  - умовно-постійні витрати на річний обсяг виробництва;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності;

$K_1$  – капітальні витрати за першим варіантом;

$K_2$  – капітальні витрати за другим варіантом;

$C_{1зм}$ - умовно-змінні витрати на 1 деталь за першим варіантом;

$C_{2зм}$ - умовно-змінні витрати на 1 деталь за другим варіантом.

$$N_{кр} = \frac{0,15 \cdot (6019200 - 756960)}{222,1 - 155,32} = 11819,95 \text{ шт}$$

Таким чином, якщо програма випуску менше  $N_{кр}$ , то більш вигідний базовий варіант ТП. Якщо більше – 11819,95 шт, то більш вигідний новий варіант ТП.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Істотний вплив на стан організму людини, його працездатність надає мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях, під яким розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінювання нагрітих поверхонь, що діють на організм людини [10].

Мікроклімат виробничих приміщень в основному впливає на тепловий стан організму людини та його теплообмін з навколишнім середовищем.

Незважаючи на те, що параметри мікроклімату виробничих приміщень можуть значно коливатися, температура тіла залишається постійною (36,6 °С). Властивість людського організму підтримувати тепловий баланс називається терморегуляцією. Нормальне перебіг фізіологічних процесів в організмі можливе лише тоді, коли тепло, що виділяється організмом, безперервно відводиться в навколишнє середовище. Кількість тепла, що виділяється людиною, головним чином, залежить від ступеня важкості виконуваної роботи та температурного режиму (таблиці 5.1).

Віддача теплоти організмом людини у зовнішнє середовище відбувається трьома основними способами (шляхами): конвекцією, випромінюванням та випаровуванням.

Зниження температури за всіх інших однакових умов призводить до зростання тепловіддачі шляхом конвекції та випромінювання і може призвести до переохолодження організму. При високій температурі практично все тепло, що виділяється, віддається в докільля випаровуванням поту. Якщо мікроклімат характеризується як високої температурою, а й значної вологістю повітря, то піт не випаровується, а стікає краплями з поверхні шкіри.

Недостатня вологість призводить до інтенсивного випаровування вологи зі слизових оболонок, їх пересихання та ерозії, забруднення хвороботворними мікробами. Вода і солі, що виділяються з організму потім, повинні замінюватися,

оскільки їхня втрата призводить до згущування крові та порушення діяльності серцево-судинної системи. Зневоднення організму на 6% спричиняє порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору. Зневоднення на 15...20% призводить до загибелі. Для відновлення водного балансу робітникам гарячих цехів рекомендується вживати підсолену (0,5% NaCl) воду (4...5 л на людину за зміну), білково-вітамінний напій.

Таблиця 5.1 – Кількість тепла та вологи, що виділяються однією людиною [10]

Виконувана робота	Тепло, Вт				Волога, г/м	
	повне		явне		при 10 °C	при 35 °C
	при 10 °C	при 35 °C	при 10 °C	при 35 °C		
В стані покою	160	93	140	2	30	115
Фізична:						
легка	180	145	150	5	40	200
середньої важкості	215	195	165	5	70	280
важка	290	290	195	10	135	415

Підвищення швидкості руху повітря сприяє посиленню процесу тепловіддачі конвекцією та випаровуванням поту.

Тривалий вплив високої температури у поєднанні зі значною вологістю може призвести до накопичення тепла в організмі та гіпертермії — стану, при якому температура тіла підвищується до 38...40 °C. При гіпертермії, як наслідок, тепловому ударі, спостерігається головний біль, запаморочення, загальна слабкість, зміна колірної сприйняття, сухість у роті, нудота, блювання, потовиділення. Пульс та частота дихання прискорюються, у крові зростає вміст залишкового азоту та молочної кислоти. Спостерігається блідість, посиніння шкіри, зіниці розщеплені, іноді виникають судоми, непритомність.

При низькій температурі, значній швидкості та вологості повітря виникає переохолодження організму (гіпотермія). На початковому етапі впливу помірного холоду спостерігається зниження частоти дихання, збільшення об'єму вдиху. При тривалому впливі холоду дихання стає неритмічним, частота та об'єм вдиху зростають, змінюється вуглеводний обмін. З'являється м'язове скорочення (тремтіння), при якому зовнішня робота не виконується і вся енергія скорочення м'язів перетворюється на теплоту. Це дозволяє протягом деякого часу затримувати зниження температури внутрішніх органів. Внаслідок впливу низьких температур можуть виникнути холодові травми.

Параметри мікроклімату надають також значний вплив на продуктивність праці та травматизм. Вплив температури повітря на середню продуктивність праці представлено графіком на рис. 5.1.

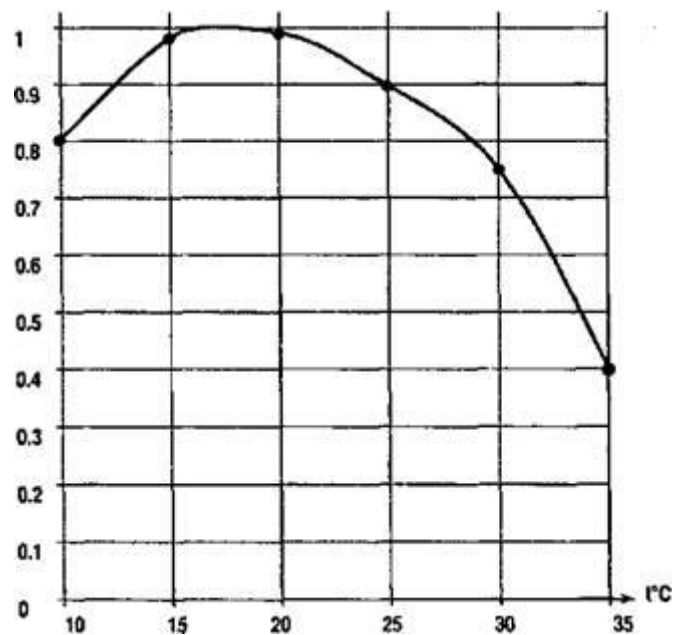


Рисунок 5.1 – Вплив температури повітря на продуктивність праці [10]

## ВИСНОВКИ

Було розроблено технологічний процесу виготовлення деталі «Фланець перехідний». Було економічно обґрунтовано отримання заготовки штампуванням на КГШП, розраховано масу заготовки  $Q_{\text{заг}}=1,73$  кг, коефіцієнт використання матеріалу  $\eta=0,31$ . Економічний ефект від впровадження отримання заготовки штампуванням на КГШП становив 21000 грн.

Був розроблений удосконалений маршрут виготовлення деталі, який містив замість токарної обробки на універсальних верстатах обробку на верстатах з ЧПК. За рахунок цих заходів зменшився загальний час оброблення деталі та собівартість її виготовлення.

Для свердлильної операції №035 з ЧПК була розроблена керуюча програма в програмному забезпеченні NX CAM.

Було спроектовано робоче пристосування для свердлильної операції. Для нього було розраховано похибку встановлення, був проведений розрахунок на точність, розраховано зусилля затиску і обраний пневмоциліндр. Також було спроектовано контрольне пристосування для перевірки паралельності торців.

Розроблено планування дільниці з виробництва деталі «Фланець перехідний». Було визначено кількість технологічного обладнання – 10 верстатів, чисельність основних виробничих робітників – 7 чоловік.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Справочник металлиста. В 5-и т. Т. 2. / [под. ред. А.Г. Рахштадта, В.А. Брострема]. – М. : Машиностроение, 1976, – 720 с.
2. Богуслаев В.О. Основы технології машинобудування. Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих навчальних закладів / В.О. Богуслаев, В.І. Ципак, В.К. Яценко – Запоріжжя, вид. ВАТ «Мотор Січ», 2003. – 336 с.
3. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми (спеціалізації) «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання / Укл. : Гончар Н.В., Тришин П.Р. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2019. – 61 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 1. / [под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова]. – М. : Машиностроение, 1985. – 694 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2. / [под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова]. – М. : Машиностроение, 1985.– 652 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания при нормировании работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы режимов резания. – М. : Экономика, 1990. – 472с.
7. Справочник нормировщика – машиностроителя Т. 2. / [под ред. Е.И. Стружестраха]. – М. : Машгиз, 1961. – 890с.
8. Богуслаев В.А. Станочные приспособления / В.А. Богуслаев, В.А. Леховицер, А.С. Смирнов – Запорожье: ОАО «Мотор Сич», 2000. – 430 с.
9. Методичні рекомендації для дипломного проектування “Оцінка економічної ефективності технічних рішень” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх

форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023 – 43 с.

10. Голінько В.І. 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.

## ДОДАТОК А

## Специфікація робочого пристосування

Формат Знак Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
		<u>Документация</u>		
	НУЗП 293226.002	Складальне креслення		
		<u>Детали</u>		
1		Корпус	1	
2		Кільце	1	
3		Плита	1	
4		Штак	1	
5		Поршень	1	
6		Кришка	1	
7		Палець	3	
8		Втулка	3	
9		Стакан	1	
10		Швидкозмінна втулка	6	
11		Постійна втулка	6	
12		Основа	1	
13		Кришка	1	
14		Перехідник	2	
15		Шайба	1	
		<u>Стандартные изделия</u>		
НУЗП 293226.002				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Макогончук			
Проб.	Тришин			
Нконтр.	Дядя			
Утв.	Дядя			
		Лит.		Лист
				1
		Листов		2
				НУЗП
				М-111



**ДОДАТОК Б**  
Технологічні карти



														НУЗП 0214.125002	Листів 3	Лист 2									
														НУЗП		НУЗП 71112.002								М-111.1014.1.00001	
А	Цех	Діл	РМ	Опер.	Код найменування операції					Позначення документа															
Б	Код найменування устаткування					СМ	Проф.	Р	УП	КП	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тп.з.	Тшт									
А 01				035	4212 Свердлильна					ЮП №004															
Б 02	381024			Фрезерна з ЧПК Т 4000					2	19479	5	1	1	1	шт	60	1	20	1,76						
03																									
А 04				040	4212 Свердлильна					ЮП №004															
Б 05	381024			Фрезерна з ЧПК Т 4000					2	19479	5	1	1	1	шт	60	1	20	1,65						
06																									
А 07				045	0190 Слюсарна					ЮП №005															
Б 08	XXXXXX			Верстак					2	18446	5	1	1	1	шт	60	1								
09																									
А 10				050	0125 Мийна					ЮП №006															
Б 11	514230			Мийна установка					2	11629	5	1	1	1	шт	60	1								
12																									
А 13				055	0200 Контрольна					ЮП №007															
Б 14	XXXXXX			Контрольний стіл					2	13063	5	1	1	1	шт	60	1								
15																									
А 16				060	5000 Термічна обробка					ЮП №002															
Б 17	344210			Електропіч Н-75					2	19100	5	1	1	1	шт	60	1								
18																									
19																									
МК																									

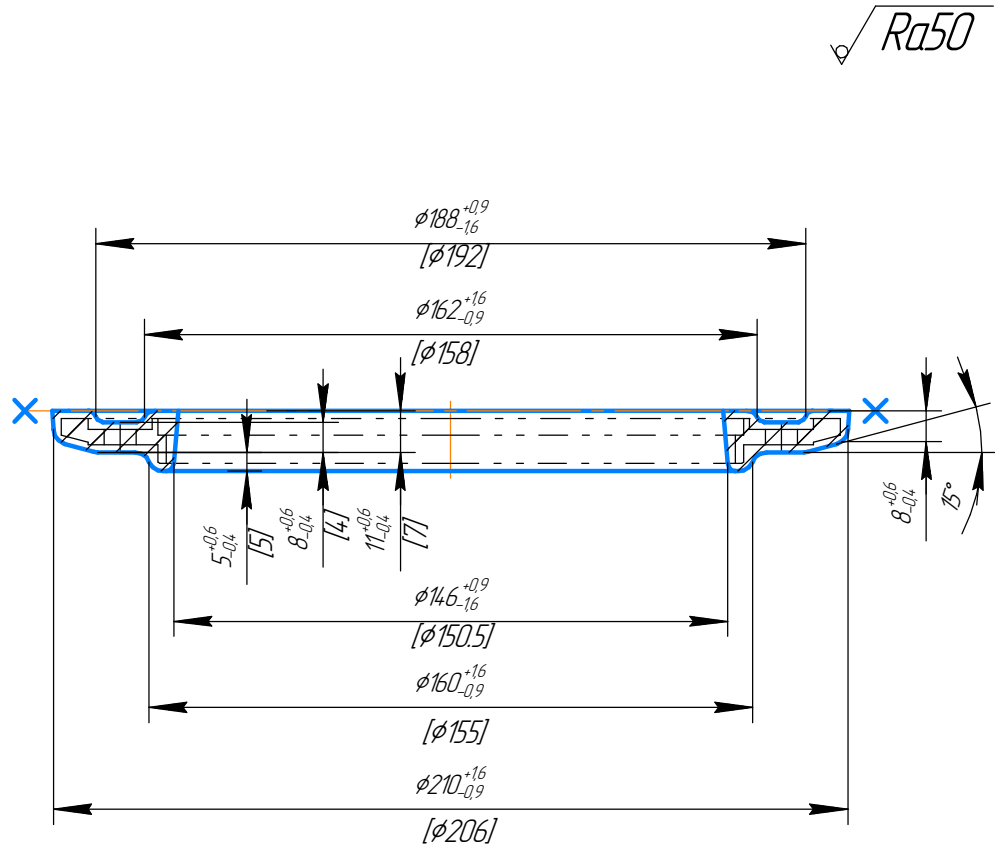


Цубл.			
Взам			
Ориг.			

Гл.технолог  
Нач. БПМ

Форма 170-162

				НУЗП 0214.1.25002		1	1	
Розроб.	Макогончук	НУЗП		НУЗП 71112.002		М-11.6014.1.00005		
Перевір.	Тришин	Фланець перехідний						005
Н.контр.	Дядя							



Технічні умови на заготовку				
Матеріал		Заготовка		
Найменування та марка	Код	Код і вид	Профіль і розмір	
Сталь 38ХА		КГШП	φ210x16	
Технічні умови		Маркування	Твердість	
ДСТУ 7806:2015			160...210 НВ	
Сортамент		Допустима кривизна		
		0,31		
Розмір вихідного матеріалу		Кільк. із заг.	Норма розходу	
φ180x25		1	Розм. листа, прутка	Маса
				1,73

1. Заготовка - штампівка за ГОСТ 7505-89. Т3; С2; М2
2. Невказані радіуси заокруглень 6 мм, формувальні уклони 5°.

Карта заготовки

Дудл.			
Взам.			
Підп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 0214.1.25002 1 1

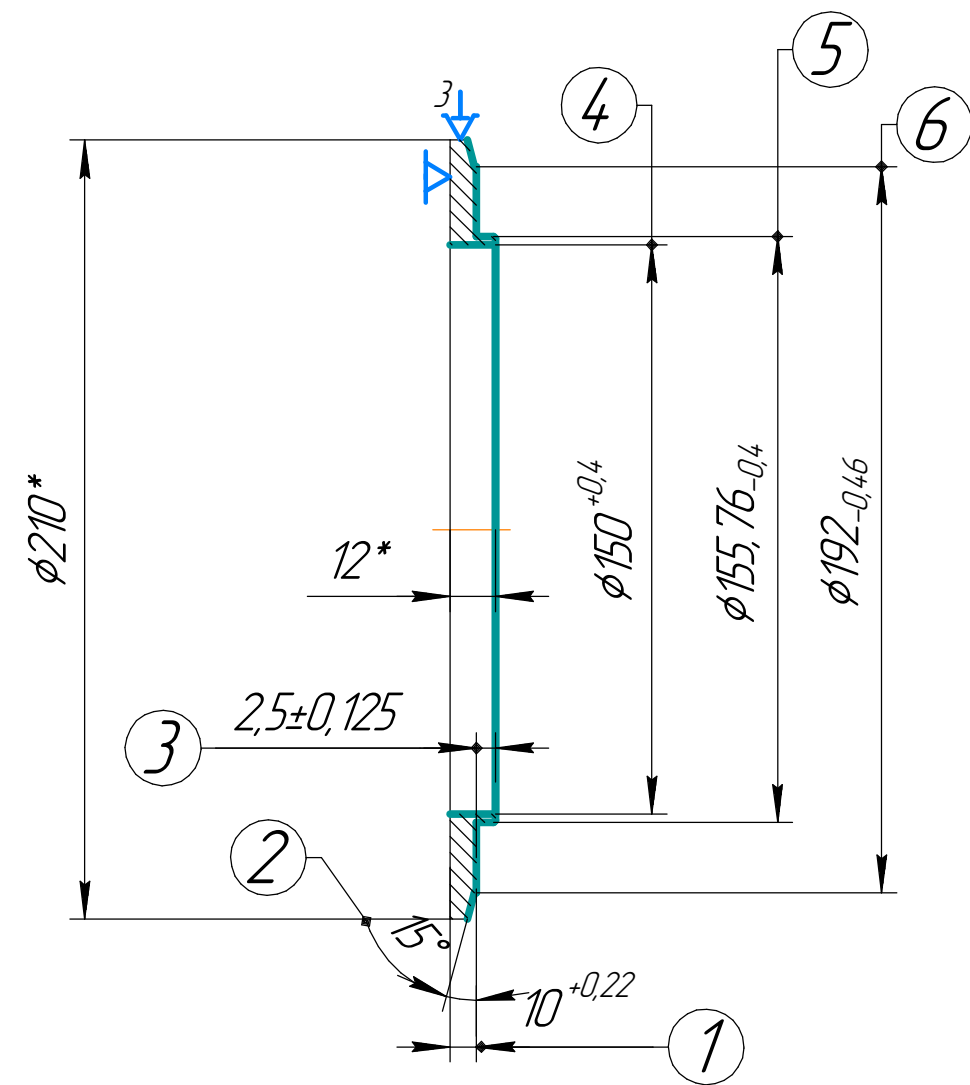
Розроб.	Макогончук		
Перевір.	Тришин		
Н. контр.	Дядя		

НУЗП НУЗП 711112.002

М-111.2014.1.00015

Фланець перехідний

015



$\nabla Ra6.3$



Дудл.			
Взам.			
Підп.			

--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 0214.125002	1	1
------------------	---	---

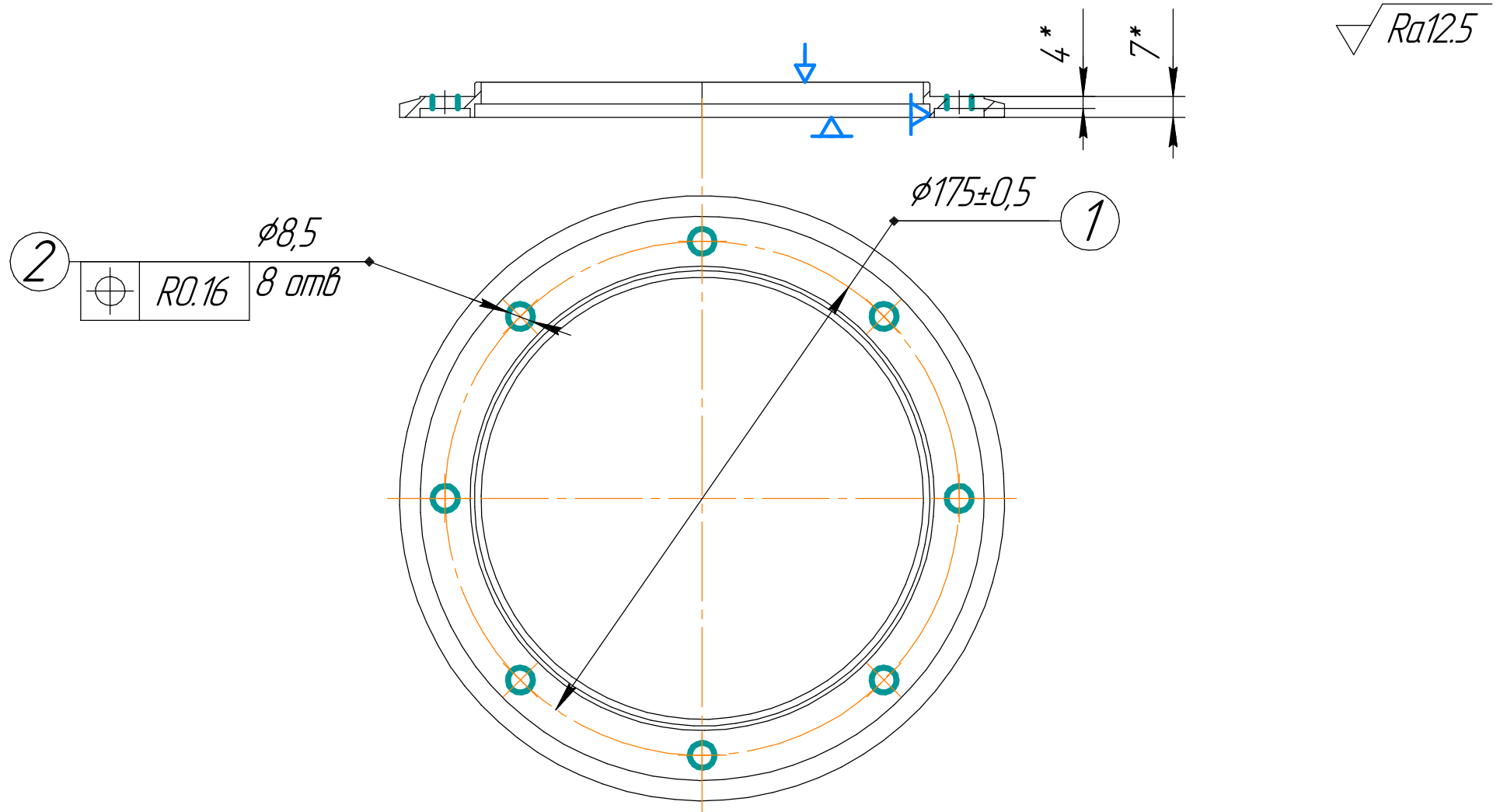
Розроб.	Макогончук		
Перевір.	Тришин		
Н. контр.	Дядя		

НУЗП НУЗП 71112.002

М-111.2014.1.00035

Фланець перехідний

035



Дудл.			
Взам.			
Підл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 02.14.125.002

Листів 1

Лист 1

Розроб.	Макогончук			НУЗП	НУЗП 71112.002		M-11.6014.1.00035				
Перевір.	Тришин			Фланець перехідний							035
Н.контр.	Дядя			Фланець перехідний							035

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Проф. і розм.	МЗ	КВЗ
Свердильна	Сталь 38ХА ДСТУ 7806:2015	160..210 НВ	к2	0,54		1,73	0,31
Устаткування, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тдоп	Тп.з.	Тш-к	30ТС	
Фрезерний з ЧПК Т 4000	-	0,4	0,9	20	1,73	5% емульсія "Українол-1" ТУ-38-101197-76	

Р	П	Д,В	L	t	i	S	п	V	
0 01	1. Встановити та закріпити деталь								$t_{вст}=0,15 \text{ хв}$
Т 02	ПР Пристосування спеціальне								
03									
0 04	2. Свердлити вісім отворів витримуючи розміри 1, 2.								
Т 05	ВИ Патрон свердильний ГОСТ 8522-79								
06	РИ Свердло спіральне 2300-3449 Р18 ГОСТ 10902-77								
07	СИ Калібр-пробка 8133-0919 $\phi 8,5H14$ ГОСТ 14810-69, шаблон спеціальний.								
08	01	8,5	8,5	4,25	8	0,2	800	21	
09									
0 10	3. Зняти деталь								$t_{зн}=0,1 \text{ хв}$
11									
12									
13									
14									
15									

ОК

Дудл.			
Взам.			
Підп.			

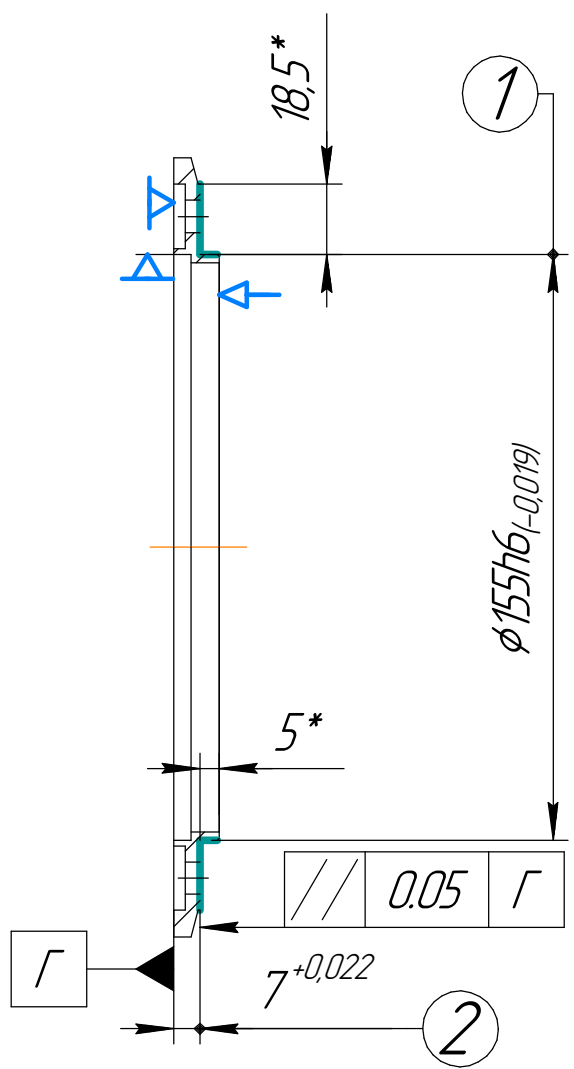
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 0214.125002 1 1

Розроб.	Макогончук		
Перевір.	Тришин		
Н. контр.	Дядя		

НУЗП НУЗП 71112.002 М-111.2014.1.00080

Фланець перехідний 080



$\nabla$  Ra0.8

Дудл.			
Взам.			
Підл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 0214.125002

Листів 1

Лист 1

Розроб.	Макогончук			НУЗП	НУЗП 71112.002			M-11.6014.1.00080				
Перевір.	Тришин											
Н.контр.	Дядя											080

## Фланець перехідний

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Проф. і розм.	МЗ	КВЗ
Круглошліфувальна	Сталь 38ХА ДСТУ 7806:2015	35...39,5 НВ	к2	0,54		1,73	0,31
Устаткування, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тв	Тп.з.	Тш-к	30ТС	
Круглошліфувальний М1420Е/1000	-	8,14	1,3	27	10,83	5% емульсія "Українол-1" ТУ-38-101197-76	

Р	П	Д,В	L	t	i	S	п	V	
0 01	1. Встановити та закріпити деталь								$t_{вст}=0,15 \text{ хв}$
Т 02	ПР Оправка спеціальна, центр 7032-0023 ГОСТ 13214-79, хомуттик 7107-0065 ГОСТ 16488-70.								
03									
0 04	2. Шліфувати поверхні остаточно витримуючи розміри 1, 2								
Т 05	ВИ Оправка								
06	РИ 1 400x40x127 15А 40-Н СТ 1 6 К8А 50 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83								
07	СИ Калібр-скоба 8113-0207 $\phi 120\text{H}6$ ГОСТ 18360-93.								
Р 08	01	400/155	0,044	5	1	0,025	1673/100	35/47	
09									
0 10	3. Зняти деталь								$t_{зн}=0,15 \text{ хв}$
11									
12									
13									
14									
15									

ОК