

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний
(повне найменування факультету)

Кафедра Технологія машинобудування
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

перший (бакалаврський)
(ступінь вищої освіти)

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

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи М-110

Спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Технології машинобудування

СТАВСЬКИЙ К.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ТРИШИН П.Р.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ШИРОКОБОКОВ В.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

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

Інститут, 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)

СТАВСЬКОМУ Кірілу Олександровичу
(ПРИЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

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

керівник проєкту (роботи) Ph.D., Тришин Павло Романович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» березня 2024 року №97

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 11 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) робоче креслення деталі, річна програма випуску N=5000шт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3. Розробка планування діляниці; 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 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	20.05.2024	
2	Конструкторська частина	27.05.2024	
3	Розробка планування ділянки	29.05.2024	
4	Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки	03.06.2024	
5	Оформлення пояснювальної записки, креслень, технологічних карт	05.06.2024	
6	Нормоконтроль і рецензія	07.06.2024	
7	Захист дипломного проекту	11.06.2024	

Студент

_____ Кіріл СТАВСЬКИЙ
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

_____ Павло ТРИШИН
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 80 с., 20 рис., 24 табл., 2 додатки, 10 джерел.

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

Об'єкт дослідження – фланець.

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

Методи дослідження – розрахунково-аналітичний.

В дипломному проєкті розроблено технологічний процес виготовлення «Фланцю», 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 міцносні 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 та умови роботи деталі.....	9
1.2 Вибір типу виробництва.....	10
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки.....	10
1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі.....	13
1.4.1 Вибір технологічних баз.....	13
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь.....	14
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі.....	17
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	18
1.6 Розрахунок режимів різання та норм часу.....	21
1.6.1 Токарна операція № 020.....	21
1.6.2 Фрезерна операція № 040.....	25
1.6.3 Свердлильна операція № 045.....	29
1.7 Розробка керуючої програми.....	32
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	36
2.1 Проектування свердлильного пристосування.....	36
2.1.1 Конструкція та принцип роботи	36
2.1.2 Обґрунтування способу базування.....	36
2.1.3 Розрахунок пристосування на точність.....	37
2.1.4 Розрахунок необхідної сили затиску.....	39
2.2 Проектування контрольного пристосування.....	42
2.2.1 Конструкція і принцип роботи.....	42
2.3 Розрахунок деталі на міцність	43
3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ.....	46
4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ....	49

5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
5.1 Виробничий шум та захист від нього.....	61
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	66
Додаток А. Специфікація робочого пристосування.....	68
Додаток Б. Технологічні карти.....	70

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ГКМ – горизонтально ковальна машина

ЗОТС – змащувально-охолоджувальне технологічне середовище

КВМ – коефіцієнт використання матеріалу

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

В сучасному виробництві однією з ключових складових ефективності є оптимізація технологічних процесів виготовлення деталей. З метою підвищення якості продукції, зниження витрат та підвищення конкурентоспроможності підприємств у глобальному ринковому середовищі, розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець» є актуальним завданням сучасної промисловості.

Фланці – це деталі, які використовуються у різноманітних галузях промисловості, зокрема в машинобудуванні, нафтогазовій промисловості, енергетиці та інших галузях. Їх використання передбачає важливі функціональні та технічні вимоги, серед яких стійкість до тиску, температурний режим, герметичність тощо. Отже, оптимізований технологічний процес виготовлення фланців сприяє не лише поліпшенню якості, а й забезпечує ефективне використання ресурсів підприємства та підвищує його конкурентоспроможність на ринку.

У цьому контексті дипломна робота спрямована на розробку та оптимізацію технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець». Вона передбачає дослідження сучасних методів виготовлення фланців, аналіз їх переваг та недоліків, а також розробку оптимального технологічного процесу з урахуванням вимог якості, ефективності та економічної доцільності.

Результати даної роботи можуть бути корисні для підприємств, що займаються виробництвом фланців, а також для науково-дослідницьких установ та спеціалістів, які працюють у галузі металообробки та машинобудування. Розробка оптимального технологічного процесу сприятиме підвищенню якості та конкурентоспроможності виробництва деталей «Фланець» на підприємствах різних галузей промисловості.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та умови роботи деталі

Деталь «Фланець» є частиною вузла «Редуктор». Фланець призначений для передачі крутного руху між ланками редуктору. Фланець виконано з титанового сплаву ВТЗ-1, хімічний склад представлено в таблиці 1.1. Базуючою поверхнею фланцю є зовнішня циліндрична поверхня розміром 65 мм.

Деталь складається переважно з концентрично розташованих поверхонь (рис. 1.1). Великих труднощів у виготовленні деталі немає. Точність виготовлення, точність розташування поверхонь та якість обробки – середньо економічні. Обробка деталі проводиться поширеними методами обробки різанням. Можна зробити висновок, що за якісними критеріями оцінки технологічності, деталь є технологічною.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад ВТЗ-1 [1]

Fe	C	Si	Mn	N	Ti	Al	Zr	O	H
до 0,3	до 0,1	до 0,15	0,7 - 2	до 0,05	94,1 – 98,3	1 – 2,5	до 0,3	до 0,15	до 0,012

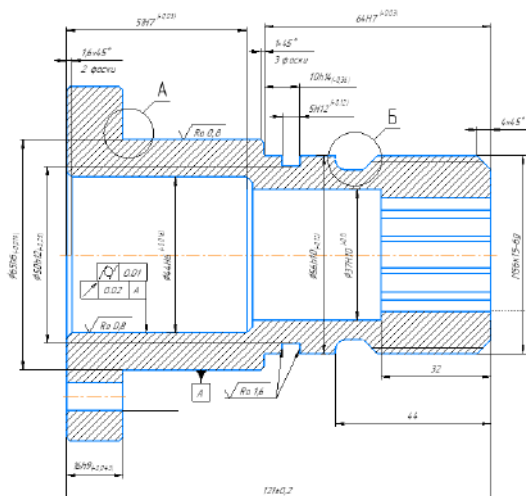


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі

1.2 Вибір типу виробництва

Тип виробництва попередньо визначаємо за виробничою програмою та масою деталі по [2] як серійний. Форму організації технологічних процесів відповідно до ГОСТ 14312-74 залежить від встановленого порядку виконання операцій технологічного процесу (ТП), розташування технологічного обладнання, кількості виробів. Для обробки цієї деталі вибираємо змінно потокову форму організації ТП.

Кількість партії оброблюваних деталей:

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

де N – річна програма випуску, N=5000 шт;

a – періодичність запуску партій деталей в виробництво, a=3 дні;

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

$$n = \frac{3 \cdot 5000}{250} = 60 \text{ шт}$$

1.3 Вибір способу отримання заготовки

Обираємо наступні способи отримання заготовки:

1.Штамповка на горизонтально ковальній машині (ГКМ);

2.Штамповка на молоті.

Матеріал заготовки титановий сплав ВТ3-1, маса деталі 1,2 кг, програма випуску 5000 шт.

Розрахунок маси заготовок виконано за допомогою програми NX (рис. 1.2, 1.3).

Собівартість отримання заготовки [3]:

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

де C_6 – базова ціна 1 т заготовок;

$Q_{\text{заг}}$ – маса заготовки;

K_t – коефіцієнт, враховуючий точність заготовки [3];

K_m – коефіцієнт, враховуючий матеріал [3];

K_c – коефіцієнт, враховуючий складність заготовки [3];

K_v – коефіцієнт, враховуючий масу заготовки [3];

K_n – коефіцієнт, враховуючий програму випуску [3];

q – маса деталі;

S – вартість 1 т стружки [3]

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ):

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

Для ГKM:

$$C_1 = \frac{3150}{1000} \cdot 2,3 \cdot 1,05 \cdot 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,78 \cdot 1 - \frac{(2,3-1,2)}{1000} \cdot 1000 = 8,5 \text{ грн.}$$

$$\eta_1 = 1,2/2,3 = 0,52$$

Для молота:

$$C_2 = \frac{3500}{1000} \cdot 2,77 \cdot 1,05 \cdot 1,8 \cdot 1,11 \cdot 0,9 \cdot 0,78 - \frac{(2,77-1,2)}{1000} \cdot 1000 = 12,7 \text{ грн.}$$

$$\eta_2 = 1,2/2,77 = 0,43$$

Всі розрахунки наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Параметри заготовки

Показник	Поз- начення	Одиниця вимірювання	Варіант заготовки	
			1	2
Маса	Q	кг	2,3	2,77
Баз. 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	$S_{отх}$	Грн.	1000	1000
Собівартість	C	Грн.	8,5	12,7
КВМ	η	—	0,52	0,43

Так як $C_2 > C_1$ и $\eta_1 > \eta_2$ приймаємо раціональним виготовлення заготовки штампуванням на ГKM

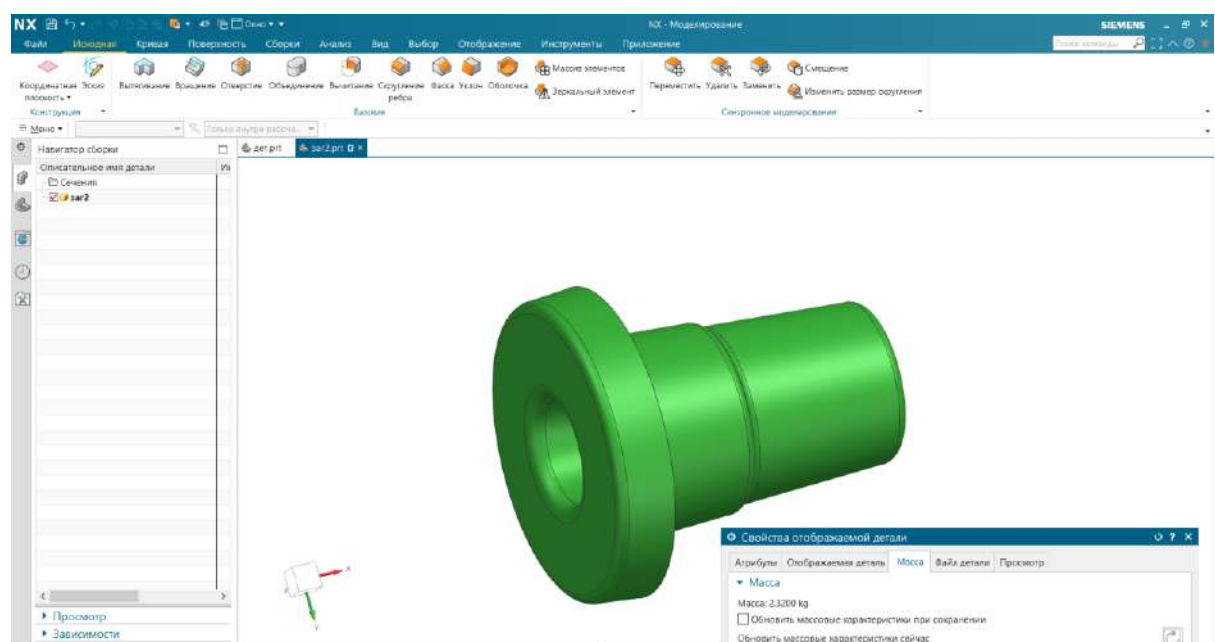


Рисунок 1.2 – Розрахунок маси заготовки отриманої на ГKM

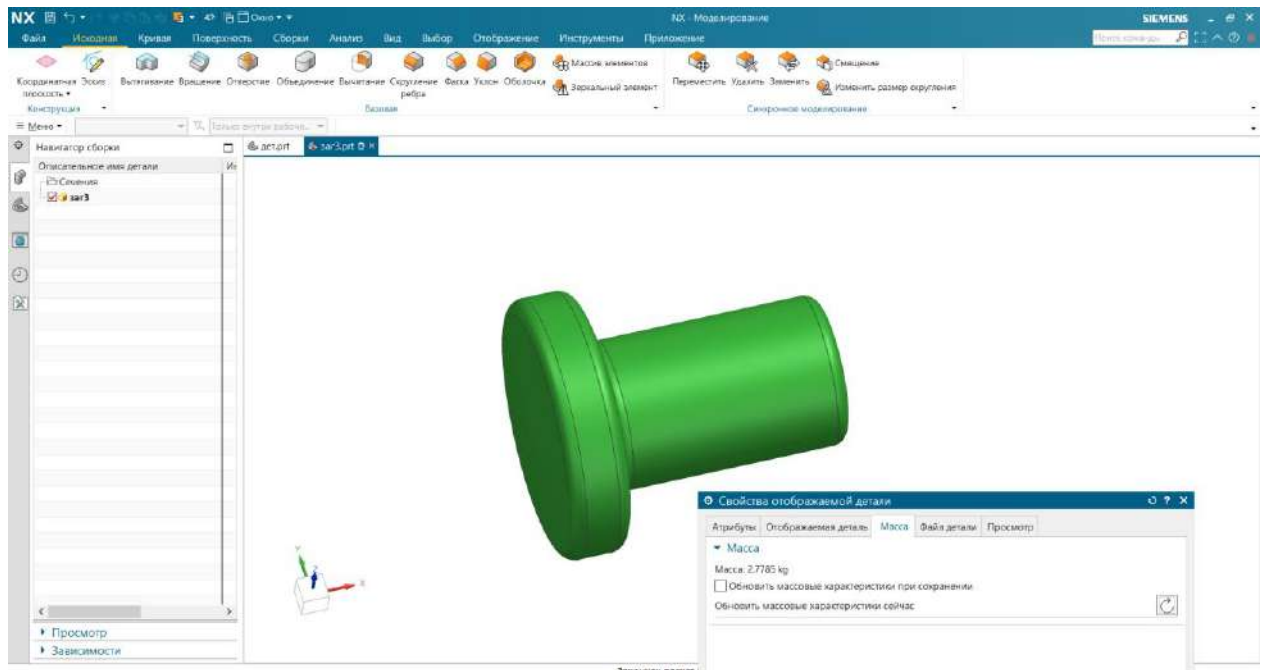


Рисунок 1.3 – Розрахунок маси заготовки отриманої на молоті

Економічний ефект [3]:

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

$$E_B = (12.7 - 8.5) \times 5000 = 21000$$

1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі

1.4.1 Вибір технологічних баз

У конструкції деталі досить простих поверхонь для використання їх як чистові базові. Для токарної обробки в якості баз приймаємо зовнішні циліндричні поверхні Ø105, Ø65 та крайній торець. При фрезеруванні та свердлінні в якості баз обираємо: зовнішня циліндрична поверхня Ø65 мм та крайній торець. З урахуванням вимог креслення на остаточній стадії обробки, при шліфувальних операціях як бази використовуються точно оброблені торці деталі, внутрішні та зовнішні циліндричні поверхні.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Перетворення грубих за формою, розмірами та шорсткістю поверхонь заготовок на готові деталі економічно доцільно здійснювати за кілька переходів (стадій) обробки. Послідовності переходів обробки називається маршрутом обробки поверхонь (МОП).

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 Δ_3 – похибка форми заготовки, мкм;

Δ_d – похибка форми деталі, мкм.

Загальне уточнення для поверхні $\varnothing 65_{(-0,019)}$:

$$\varepsilon_d = \frac{2,5}{0,019} = 131$$

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

$$\varepsilon_{\Delta} = \frac{0,7}{0,02} = 20$$

Кількість переходів розраховується по формулі:

$$k = 2 \cdot \lg \varepsilon \quad (1.8)$$

$$k = 2 \cdot \lg 131 = 4,2$$

Приймаємо $k=4$ переходи: $IT=IT17-h6=11=4+3+2+2$.

Послідовність показників точності та якості (ППТЯ):

1) Для допуску – $IT17 \rightarrow h13 \rightarrow h10 \rightarrow h8 \rightarrow h6$.

2) Для шорсткості – $Ra50 \rightarrow Ra6,3 \rightarrow Ra3,2 \rightarrow Ra1,6 \rightarrow Ra0,8$

Уточнення для точіння чорнового ($T_{D1}=460$ мкм; $T_{Ra1}=6,3$ мкм [4]):

$$\varepsilon_{d1} = \frac{2500}{460} = 5,4$$

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

Уточнення для точіння чистового ($T_{D2}=120$ мкм; $T_{Ra2}=3,2$ мкм [4]):

$$\varepsilon_{d2} = \frac{460}{120} = 3,8$$

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

Перевірка:

$$\prod \varepsilon_{di} = 5,4 \cdot 3,8 = 20,5 < \varepsilon_d = 131$$

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

Уточнення для шліфування чорнового ($T_{D4}=46$ мкм; $T_{Ra4}=1,6$ мкм [4]):

$$\varepsilon_{d4} = \frac{120}{46} = 2,6$$

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

Перевірка:

$$\Pi \varepsilon_{di} = 20,5 \cdot 2,6 = 53,3 < \varepsilon_d = 131$$

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

Уточнення для шліфування чистового ($T_{D5} = 19$ мкм; $T_{Ra5} = 0,8$ мкм [4]):

$$\varepsilon_{d5} = \frac{46}{19} = 2,4$$

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

Перевірка:

$$\Pi \varepsilon_{di} = 53,3 \cdot 2,4 = 127,9 < \varepsilon_d = 131$$

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

Розрахунок МОП наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Маршрут обробки поверхонь деталі

Характер Поверхонь	МОП		Допуски, мкм			Уточнення		
	IT	Метод обробки	розмір	Ra	↑	розмір	Ra	↑
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\phi 65h6_{-0.019}$ Ra=0.8	17	Заготовка	2500	50	600	-	-	-
	13	Точіння чорнове	460	6,3	200	5.4	7,9	3
	10	Точіння чистове	120	3,2	100	3,8	2	2
	8	Шліфування чорн.	46	1,6	50	2,6	2	2
	6	Шліфування чист.	19	0,8	20	2.4	1,5	2,5
$\phi 44H6^{+0.016}$ Ra=0.8	17	Заготовка	2200	50	600	-	-	-
	13	Точіння чорнове	390	6,3	200	5.6	7,9	3
	10	Точіння чистове	100	3,2	100	3,9	2	2
	8	Шліфування чорн.	39	1,6	50	2,5	2	2
	6	Шліфування чист.	16	0,8	20	2.4	2	2,5

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
121±0,2 Ra=6,3	17	Заготовка	2800	50	600	-	-	-
	13	Точіння чорнове	630	6,3	200	4.4	7,9	3
	12	Точіння чистове	400	3,2	100	1,5	2	2
16h9-0.043 Ra=3.2	17	Заготовка	1800	50	600	-	-	-
	12	Точіння чорнове	180	6,3	200	10	7,9	3
	9	Точіння чистове	43	3,2	100	4	2	2

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

Для деталі «Фланець» було розроблено наступний маршрут виготовлення деталі (МВД):

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

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Для поверхні $\phi 65h6(-0.019)$ визначення припусків виконуємо розрахунково-аналітичним методом. Шорсткість поверхні та глибина дефектного шару призначаємо згідно [4]:

- 1) для заготовки: $Rz_1 = 160$ мкм та $h_1 = 200$ мкм;
- 2) для чорнового точіння: $Rz_2 = 40$ мкм та $h_2 = 40$ мкм;
- 3) для чистового точіння: $Rz_3 = 20$ мкм та $h_3 = 20$ мкм;
- 4) для шліфування чорнового: $Rz_5 = 10$ мкм та $h_5 = 15$ мкм;
- 5) для шліфування чистового: $Rz_5 = 6,3$ мкм та $h_5 = 5$ мкм;

Просторові відхилення для заготовки розраховують за формулою:

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

де $\rho_{зм}$ – відхилення від соосності, $\rho_{зм} = 0,4$ мм [6];

$\rho_{кор}$ – похибка від короблення.

$$\rho_{кор} = \Delta_{кор} \cdot \ell, \text{ мм} \quad (1.10)$$

де $\Delta_{кор}$ – кривизна штамповки, $\Delta_{кор} = 0,003$ мм [6].

$$\rho_{кор} = 0,003 \cdot 121 = 0,363 \text{ мм}$$

$$\rho_1 = \sqrt{0,4^2 + 0,312^2} = 0,51 \text{ мм}$$

Просторова похибка для механічних переходів розраховуються за формулою:

$$\rho_j = K_{ут} \cdot \rho_i, \text{ мм} \quad (1.11)$$

де $K_{ут}$ – коефіцієнт уточнення для переходів механічної обробки [4].

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 510 = 31 \text{ мкм}$$

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 31 = 1,2 \text{ мкм}$$

$$\rho_4 = 0,03 \cdot 1,8 = 0 \text{ мкм}$$

$$\rho_5 = 0,02 \cdot 0 = 0,3 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення для точіння чорнового: $\varepsilon_2 = 0,4 \text{ мм}$ [4].

Похибка закріплення для механічних переходів розраховуються за формулою:

$$\varepsilon_j = K_{\text{ут}} \cdot \varepsilon_i, \text{ мм} \quad (1.12)$$

де $K_{\text{ут}}$ – коефіцієнт уточнення для переходів механічної обробки [4].

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot 400 = 24 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_4 = 0,03 \cdot 24 = 0,7 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_5 = 0,02 \cdot 0,7 = 0 \text{ мкм}$$

Мінімальні припуски для переходів механічної обробки:

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

$$2z_2^{\min} = 2(160 + 200 + \sqrt{510^2 + 400^2}) = 2016 \text{ мкм}$$

$$2z_3^{\min} = 2(40 + 40 + \sqrt{31^2 + 24^2}) = 238 \text{ мкм}$$

$$2z_4^{\min} = 2(20 + 20 + \sqrt{1,2^2 + 0,7^2}) = 82 \text{ мкм}$$

$$2z_5^{\min} = 2(10 + 15 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 50 \text{ мкм}$$

Максимальний розмір поверхні деталі:

$$d_5^{\max} = d_5^{\min} + ES_{d5} \quad (1.14)$$

$$d_5^{\max} = 65 + 0 = 65 \text{ мм}$$

Максимальні розміри для механічних переходів розраховується за формулою:

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

$$d_4^{\max} = 65 + 0,05 + 0,046 = 65,096 \text{ мкм}$$

$$d_3^{\max} = 65,096 + 0,12 + 0,082 = 65,298 \text{ мкм}$$

$$d_2^{\max} = 65,298 + 0,46 + 0,238 = 65,996 \text{ мкм}$$

$$d_1^{\max} = 65,996 + 2,016 + 2,5 = 70,512 \rightarrow 70,5 \text{ мкм}$$

Мінімальні розміри поверхні розраховуються за формулою:

$$d_i^{\min} = d_i^{\max} - Td_i \quad (1.16)$$

$$d_5^{\min} = 65 - 0,019 = 64,981 \text{ мм}$$

$$d_4^{\min} = 65,096 - 0,046 = 65,05 \text{ мм}$$

$$d_3^{\min} = 65,298 - 0,12 = 65,178 \text{ мм}$$

$$d_2^{\min} = 65,996 - 0,46 = 65,536 \text{ мм}$$

$$d_1^{\min} = 70,5 - 70,5 = 68 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків розраховуються за формулою:

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

$$2z_2^{\max} = 70,5 - 65,536 = 4,964 \text{ мм}$$

$$2z_3^{\max} = 65,996 - 65,178 = 0,818 \text{ мм}$$

$$2z_4^{\max} = 65,298 - 65,05 = 0,248 \text{ мм}$$

$$2z_5^{\max} = 65,096 - 64,981 = 0,115 \text{ мм}$$

Перевірка правильності розрахунків виконується за формулами:

$$2z_0^{\max} - 2z_0^{\min} = TD_{\text{зар}} + TD_{\text{дет}} \quad (1.18)$$

$$2z_0^{\max} = d_1^{\max} - d_6^{\min} \quad (1.19)$$

$$2z_0^{\min} = d_1^{\min} - d_6^{\max} \quad (1.20)$$

$$2z_0^{\max} = 70,5 - 64,981 = 5,519 \text{ мм}$$

$$2z_0^{\min} = 68 - 65 = 3 \text{ мм}$$

$$TD_0 = 2,5 + 0,019 = 2,519 \text{ мм}$$

$$2z_0^{\max} - 2z_0^{\min} = 5,519 - 3 = 2,519 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір заготовки – $\varnothing 68,9^{+1,6}_{-0,9}$ мм.

Результати розрахунку припусків та технологічних розмірів наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Припуски та міжопераційні розміри

Характеристика поверхонь	МОП		Допуск	Граничні значення розмірів		Граничні значення припуску		Виконавчий розмір
	IT	Метод обробки	Td, мм	$d_i^{\max}$, мм	$d_i^{\min}$, мм	$2z_i^{\max}$ мкм	$2z_i^{\min}$ мкм	
$\varnothing 65h6$ $Ra=0.8$ $\uparrow=0,02$	17	Заготовка	2,5	70,5	68	-	-	$\varnothing 68,9^{+1,6}_{-0,9}$
	13	Точін. чорн.	0,46	65,996	65,536	4964	2016	$\varnothing 66_{-0,46}$
	10	Точін. чист.	0,12	65,298	65,178	818	238	$\varnothing 65,3_{-0,12}$
	-	ТО	-	-	-	-	-	-
	8	Шліф. чорн.	0,046	65,096	65,05	248	82	$\varnothing 65,096_{-0,046}$
	6	Шліф. чист.	0,019	65	64,981	115	50	$\varnothing 65_{-0,019}$
5.519-3=2.5+0.019 5.519=5.519						5.519	3	

1.6 Призначення режимів різання та норм часу

1.6.1 Токарна операція № 020

Чорнова токарна обробка (рис. 1.4) виконується на токарному верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПК) HAAS ST10. Пристосування – патрон трикулачковий. Інструмент – різець підрізний T15K6 ГОСТ 18880-73 [5].

Технічні характеристики верстата:

- переміщення по осі x – 200 мм;
- переміщення по осі z – 406 мм;

- максимальний діаметр деталі – 419 мм;
- найбільша довжина заготовки – 1600 мм;
- максимальна швидкість– 50...600 об/хв;
- прискорені переміщення по осях x і z– 30,5 мм/хв;
- максимальна потужність – 11,2 кВт;
- кількість інструментів – 12.

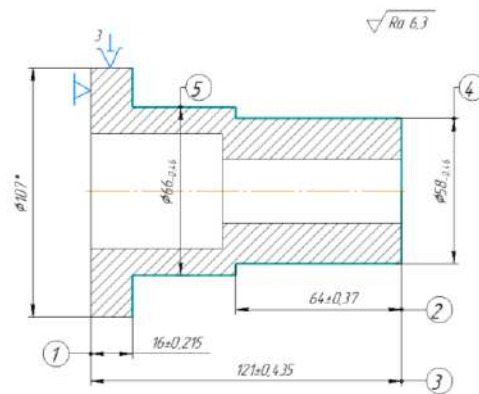


Рисунок 1.4 – Операційний ескіз

Подача розраховується за формулою [6]:

$$S = S^{\text{табл}} \cdot K_{S_{\Pi}} \cdot K_{S_{\text{И}}} \cdot K_{S_3} \cdot K_{S_{\Phi}} \cdot K_{S_{\text{Ж}}} \cdot K_{S_M} \quad (1.21)$$

де $S^{\text{табл}}$ – табличне значення, $S^{\text{табл}}=0,25$ мм/об [6].

$K_{S_{\Pi}}$ – коефіцієнт стану поверхні заготовки, $K_{S_{\Pi}}=0,8$ [6];

$K_{S_{\text{И}}}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{S_{\text{И}}}=1$ [6];

$K_{S_{\Phi}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{S_{\Phi}}=1,07$ [6];

$K_{S_{\text{Ж}}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі, $K_{S_{\text{Ж}}}=0,62$ [6];

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

$$S_p = 0,25 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 1,07 = 0,17 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо по верстату $S=0,2$ мм/об.

Глибина різання:

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - D_{\text{дет}}}{2}, \quad (1.22)$$

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

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

$$t = \frac{68,9 - 66}{2} = 1,45 \text{ мм},$$

Швидкість різання розраховується за формулою [6]:

$$V_p = V^{\text{табл}} \cdot K_{\text{VM}} \cdot K_{\text{VII}} \cdot K_{\text{V}\varphi} \cdot K_{\text{VT}} \cdot K_{\text{VЖ}} \cdot K_{\text{VII}} \cdot K_{\text{VO}} \quad (1.23)$$

де $V^{\text{табл}}$ – табличне значення, $V_{\text{табл}} = 119 \text{ м/хв}$ [6].

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

K_{VII} – коефіцієнт матеріалу інструменту, $K_{\text{VII}} = 1,0$ [6];

$K_{\text{V}\varphi}$ – коефіцієнт головного кута в плані, $K_{\text{V}\varphi} = 1$ [6];

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

$K_{\text{VЖ}}$ – коефіцієнт жорсткості деталі, $K_{\text{VЖ}} = 0,85$ [6];

K_{VII} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготівлі, $K_{\text{VII}} = 0,9$ [6];

K_{VO} – коефіцієнт, що враховує вплив змащувально-охолоджувальне технологічне середовище (ЗОТС), $K_{\text{VO}} = 1,0$ [6].

$$V_p = 119 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1 = 53,8 \text{ м/хв}.$$

Частота обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (1.24)$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 53,8}{3,14 \cdot 107} = 160 \text{ об/хв};$$

Приймаємо по верстату: $n=150\text{об/хв.}$

Дійсна швидкість різання за формулою:

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (1.25)$$

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 107}{1000} = 50,4 \text{ м/хв}$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{l_p + l_{\text{вп}} + l_{\text{нр}}}{n \cdot S} i \quad (1.26)$$

де l_p – довжина різання, $l_p=17+64+4+40+16=141$ мм;

$l_{\text{вп}} + l_{\text{нр}}$ – довжина врізання та перебігу, $l_{\text{вп}} + l_{\text{нр}}=2+2\text{мм}$;

$i=2$ – кількість проходів, $i=2$.

$$t_o = \frac{141+2+2}{150 \cdot 0,2} = 4,8 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час:

$$t_{\partial on} = t_{\text{в}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{кон}} + t_{\text{пр.пер}} + t_{\text{д}} \quad (1.27)$$

де $t_{\text{в}}$ – час на встановлення та зняття деталі, $t_{\text{в}}=0,5\text{хв}$ [7];

$t_{\text{д}}$ – час допоміжних ходів верстата, $t_{\text{д}}=0,8\text{хв}$ [7];

$t_{\text{упр}}$ – час на увімкнення та вимкнення верстата, $t_{\text{упр}}=0,15\text{хв}$ [7];

$t_{\text{пр.пер}}$ – прискорене переміщення, $t_{\text{пр.пер}}=0,1\text{хв}$ [7];

$t_{\text{кон}}$ – час на контроль, $t_{\text{пр.пер}}=0,1\text{хв}$ [7].

$$t_{\text{доп}} = 0,5+0,8+0,15+0,1+0,15=1,7 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$t_{on} = t_o + t_{\partial on} \quad (1.28)$$

$$t_{on} = 4,8 + 1,7 = 6,5 \text{ хв}$$

Додатковий час:

$$t_{\text{доо}} = \alpha \cdot t_{\text{он}} \quad (1.29)$$

де α – відсоток часу від оперативного на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби, $\alpha = 10\%$ [7].

$$t_{\text{доо}} = 0,1 \cdot 6,5 = 0,65 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за такою формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{он}} + T_{\text{доо}} \quad (1.30)$$

$$T_{\text{шт}} = 6,5 + 0,65 = 7,15 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно – калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{н.з}}}{n} \quad (1.31)$$

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{п.з1}} + T_{\text{п.з2}} + T_{\text{п.з3}} \quad (1.32)$$

де $T_{\text{п.з1}}$ – підготовчо-заключний час, що включає час на налагодження та встановлення програмоносія, $T_{\text{п.з1}}=7\text{хв}$ [7];

$T_{\text{п.з2}}$ – підготовчо-заключний час на додаткові роботи, що включає час на отримання наряду, технологічної документації, $T_{\text{п.з2}}=18\text{хв}$ [7].

$$T_{\text{п.з}}=18+7=25\text{хв}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 7,15 + \frac{25}{60}=7,57 \text{ хв}$$

1.6.2 Фрезерна операція № 040

Фрезерування лиски (рис. 1.5) виконуємо на фрезерному верстаті з ЧПК HAAS VF-1. Технічні характеристики верстата:

- 1) Робочі переміщення, мм:
 - Переміщення по осі X – 508 мм;
 - Переміщення по осі Y – 406 мм;
 - Переміщення по осі Z – 508 мм;
- 2) Конус шпинделя – ISO 40;
- 3) Кількість інструменту в магазині – 20;
- 4) Точність позиціонування 0,005 мм;
- 5) Максимальна швидкість обертання шпинделя – 8100 об/хв;
- 6) Кількість інструменту в магазині – 21;
- 7) Потужність двигуна шпинделя – 22,4 кВт.

Інструмент – кінцева фреза діаметром $D=20\text{мм}$ з числом зубів $z=6$ із швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 17026-71 [5].

Глибина різання – $t = 5\text{мм}$.

Подача на зуб – $S_{\text{зуб}}=0,075\text{ мм/зуб}$ [5].

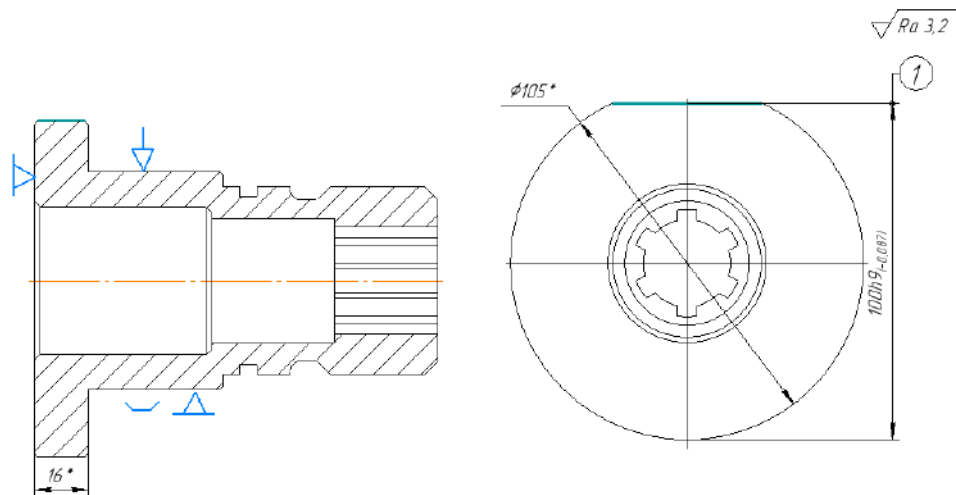


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз

Розраховуємо швидкість різання за формулою (1.23):

де $V_{\text{табл}}$ – табличне значення, $V_{\text{табл}}=53\text{м/хв}$ [6].

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

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

$K_{vЖ}$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість деталі, $K_{vЖ}=0,57$ [6];

K_{vd} – поправочний коефіцієнт, що враховує подачу, $K_{vd}=1,0$ [6];

K_{vI} – поправочний коефіцієнт, що враховує глибину різання, $K_{vI}=0,57$ [6];

K_{vo} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив ЗОТС, $K_{vo}=0,7$ [6].

$$V_p = 53 \cdot 0.8 \cdot 0.57 \cdot 1 \cdot 0.7 = 16,9 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.24):

$$n = \frac{1000 \cdot 16,9}{3,14 \cdot 20} = 269 \text{ об/хв};$$

Приймаємо по верстату: $n=250$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.25):

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 250}{1000} = 15,7 \text{ м/хв}$$

Визначення хвилинної подачі інструменту:

$$S_M = S_Z \cdot n \cdot z \quad (1.33)$$

$$S_M = 0,075 \cdot 250 \cdot 6 = 112,5 \text{ мм/хв}$$

Вибираємо значення: $S_M=110$ мм/хв.

Розраховуємо основний машинний час за формулою (1.25):

де l – довжина фрезерування, $l=45$ мм;

l_1 – величина врізання;

l_2 – величина перебігу, $l_2=2$ мм;

i – кількість проходів, $i=1$.

$$l_1 = 0,5D \sin(\arccos(1 - \frac{2t}{D})) \quad (1.34)$$

$$l_1 = 0,5 \cdot 20 \cdot \sin(\arccos(1 - \frac{2 \cdot 5}{20})) = 12 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{12 + 2 + 45}{110} 2 = 0,56 \text{ мин}$$

Допоміжний час за формулою (1.27):

де t_y – час на встановлення та зняття деталі, $t_y = 0,46$ хв [7];

t_d – час допоміжних ходів верстата, $t_d = 0,32$ хв [7];

$t_{\text{кон}}$ – час на контроль, $t_{\text{кон}} = 0,1$ хв [7].

$$t_{\text{доп}} = 0,46 + 0,32 + 0,1 = 0,88 \text{ хв}$$

Оперативний час за формулою (1.28):

$$t_{\text{оп}} = 0,56 + 0,88 = 1,44 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час за формулою (1.29):

де α – відсоток часу від оперативного обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби, $\alpha = 10\%$ [7].

$$t_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 1,44 = 0,14 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за формулою (1.30):

$$T_{\text{шт}} = 1,44 + 0,14 = 1,58 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулами (1.31), (1.32):

де $T_{\text{п.31}}$ – час на налагодження пристрою, $T_{\text{п.31}} = 7$ хв [7].

$T_{\text{п.32}}$ – час на додаткові роботи, $T_{\text{п.32}} = 20$ хв [7].

$$T_{\text{п.3}} = 20 + 7 = 27 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,58 + \frac{27}{60} = 2,03 \text{ хв.}$$

1.6.3 Свердлильна операція № 045

Свердління трьох отворів (рис. 1.6) виконуємо на фрезерному верстаті з ЧПК HAAS VF-1. В якості інструменту обираємо свердло $\phi 8$ Р6М5 ГОСТ 10902-77.

Глибина свердління – $t = \frac{4}{2} = 4$ мм.

Подача по формулі (1.21):

де $S^{\text{табл}}$ – табличне значення, $S^{\text{табл}} = 0,2$ мм/об [6].

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

$K_{Sж}$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість системи, $K_{Sж} = 0,75$ [6];

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

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

K_{Sm} – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу, $K_{Sm} = 0,75$ [6].

$$S_p = 0,2 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,11 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,1$ мм/об.

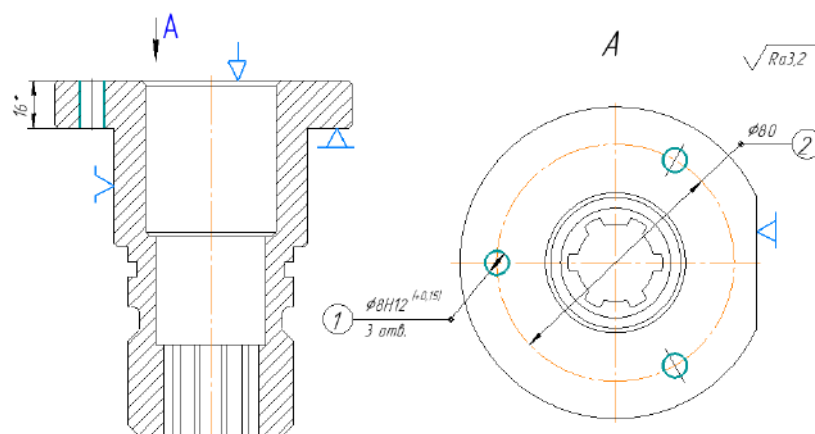


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз

Розраховуємо швидкість різання за формулою (1.23):

де $V_{\text{табл}}$ – табличне значення, $V_{\text{табл}} = 21,3$ м/хв [6].

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

K_{VII} – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту, $K_{VII}=0,7$ [6];

K_{Vd} – коефіцієнт, що враховує подачу, $K_{Vd}=0,92$ [6];

K_{Vl} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, $K_{Vl}=0,9$ [6];

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

$$V_p = 21,3 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,92 \cdot 0,9 = 9,8 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.24):

$$n = \frac{1000 \cdot 9,8}{3,14 \cdot 8} = 393 \text{ об/хв};$$

Приймаємо по верстату: $n=400$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.25):

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 400}{1000} = 10,1 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо основний машинний час обробки за формулою (1.26):

де l_p – довжина врізання, $l_p=2,3$ мм;

$l_{\text{пер}}$ – перебіг свердла, $l_{\text{пер}}=2$ мм;

l – довжина різання, $l=16$ мм;

i – кількість отворів, $i=3$.

$$t_0 = \frac{16+2,3+2}{0,1 \cdot 400} \cdot 3 = 3,1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час за формулою (1.27):

де t_y – час на встановлення та зняття деталі, $t_y=0,6$ хв [7];

t_d – час допоміжних ходів верстата, $t_d=0,08$ хв [7];

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

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

$t_{\text{кон}}$ – час на контроль, $t_{\text{кон}} = 0,1$ хв [7].

$$t_{\text{доп}} = 0,6 + 0,03 + 0,08 + 0,04 + 0,1 = 0,85 \text{ хв}$$

Оперативний час за формулою (1.28):

$$t_{\text{оп}} = 3,1 + 0,85 = 3,95 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час за формулою (1.29):

де α – відсоток часу від оперативного обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби, $\alpha = 10\%$ [7].

$$t_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 3,95 = 0,4 \text{ хв}$$

Штучний час визначається за формулою (1.30):

$$T_{\text{шт}} = 3,95 + 0,4 = 4,35 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулами (1.31) (1.32)::

де $T_{\text{п.з}}$ – підготовчо-заклучний час на пробну обробку деталі, $T_{\text{п.з}} = 20$ хв [7].

$$T_{\text{шт-к}} = 4,35 + \frac{20}{60} = 4,68 \text{ хв.}$$

Для решти механічних операцій режими різання та норми часу зведені в таблицях 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
1	2	3	4	5	6
015 Токарна з ЧПК	01	2,5	0,3	100	150
	02	2,5	0,3	110	200

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6
020 Токарна з ЧПК	01	1,45	0,2	50,4	150
025 Токарна з ЧПК	01	0,5	0,1	127	250
	02	0,5	0,1	105	400
030 Токарна з ЧПК	01	0,5	0,1	120	300
	02	5	0,05	120	300
	03	0,5	1,5	120	300
035 Протяжна	01	3	0,025	2	-
040 Фрезерна з ЧПК	01	5	110	15,7	250
045 Свердлильна з ЧПК	01	4	0,1	10,1	400
070 Круглошліфувальна	01	0,2	0,005	47/35	100/1673
075 Внутрішньошліфувальна	01	0,2	0,005	45/30	100/6000

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	4,5	1,7	0,62	6,82	25	7,24
020 Токарна з ЧПК	4,8	1,7	0,65	7,15	25	7,57
025 Токарна з ЧПК	6,8	1,7	0,85	9,35	25	9,77
030 Токарна з ЧПК	7,3	1,7	0,90	9,90	25	10,32
035 Протяжна	1,5	0,9	0,24	2,64	20	2,97
040 Фрезерна з ЧПК	0,56	0,88	0,14	1,58	27	2,03
045 Свердлильна з ЧПК	3,1	0,85	0,40	4,35	20	4,68
070 Круглошліфувальна	1,2	1,3	0,25	2,75	27	3,20
075 Внутрішньошліфувальна	0,8	1,3	0,21	2,31	27	2,76

1.7 Розробка керуючої програми

Для розробки керуючої програми (КП) свердлильної операції було використано програму NX CAM. Спочатку було створено 3D-моделі необхідні для симуляції (рис. 1.7).

Наступним кроком створення КП було створення свердла діаметром 8 мм для обробки отворів (рис. 1.8).

Далі було обрано тип операцій в меню «Створення операцій» – свердління (рис. 1.9).

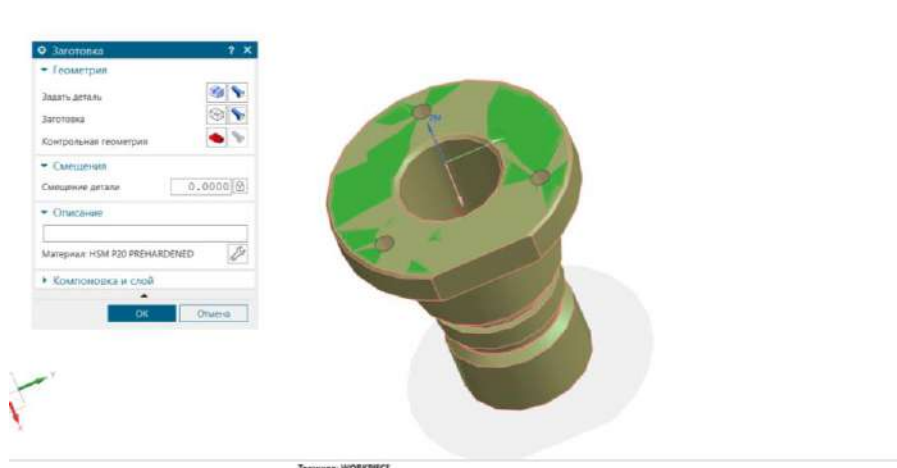


Рисунок 1.7 – Визначення WORKPIECE

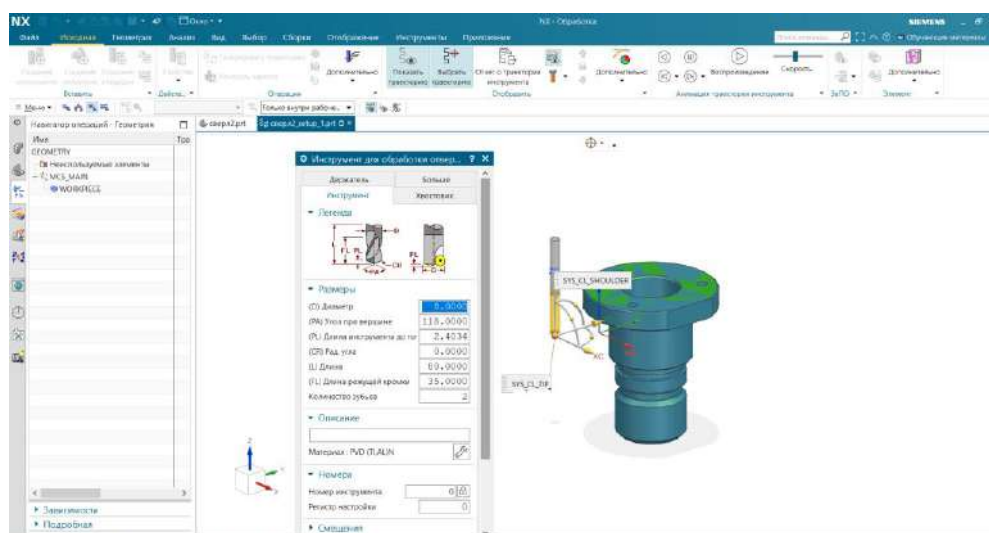


Рисунок 1.8 – Створення свердла

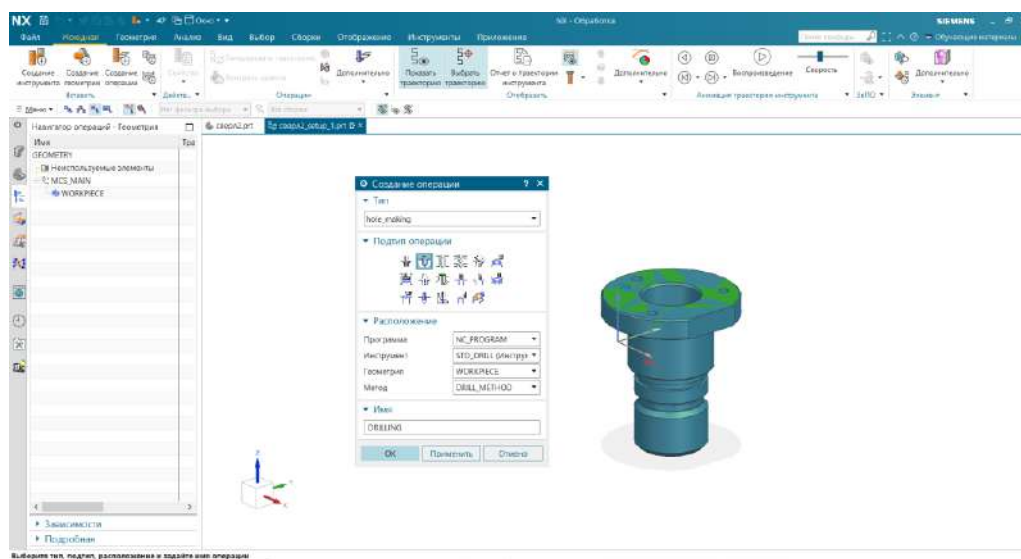


Рисунок 1.9 – Обрання типу операції

Для коректної роботи операції «Свердління» на деталі обрано отвори які необхідно свердлити (рис. 1.10).

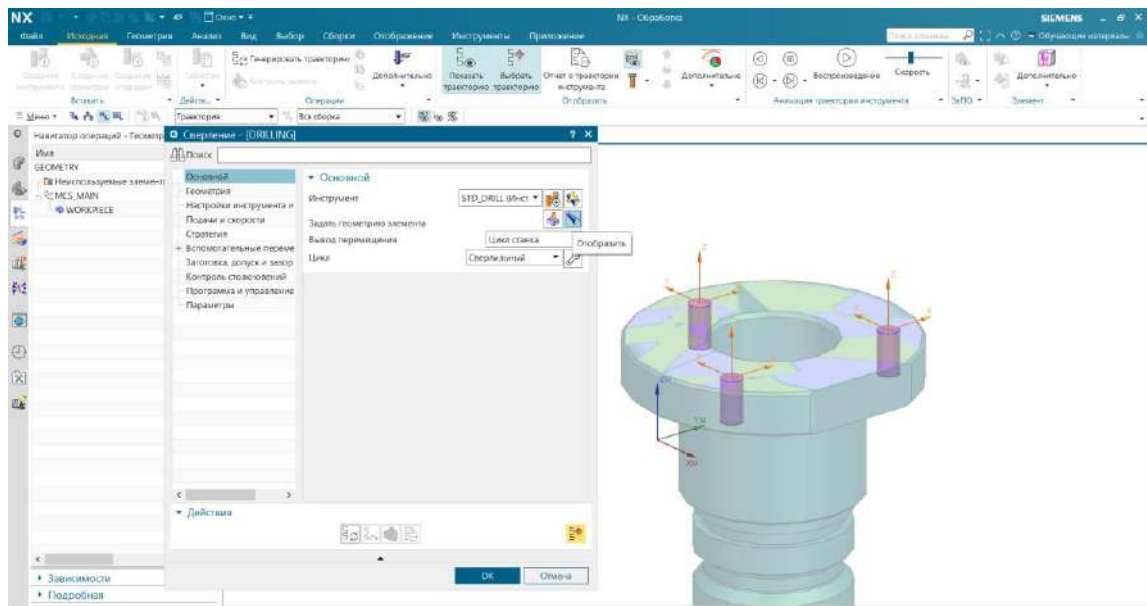


Рисунок 1.10 – Визначення отворів

Далі були визначення в програмі параметри різання та згенерована траєкторія (рис. 1.11).

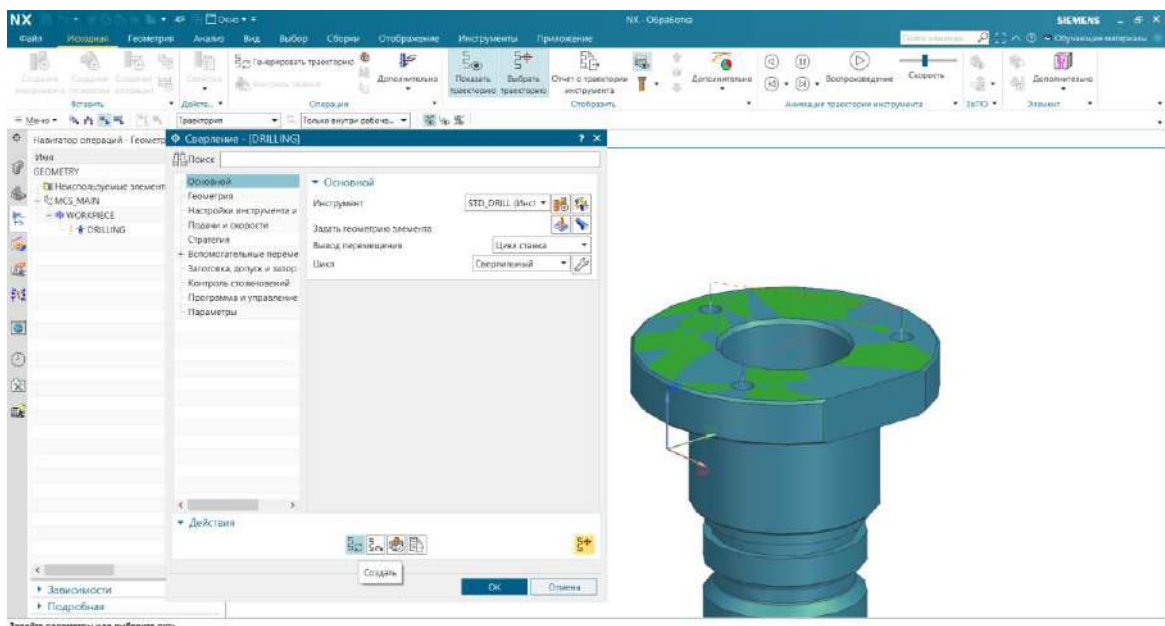


Рисунок 1.11 – Траєкторія

Після перевірки траєкторії виконано симуляцію обробки (рис. 1.12).

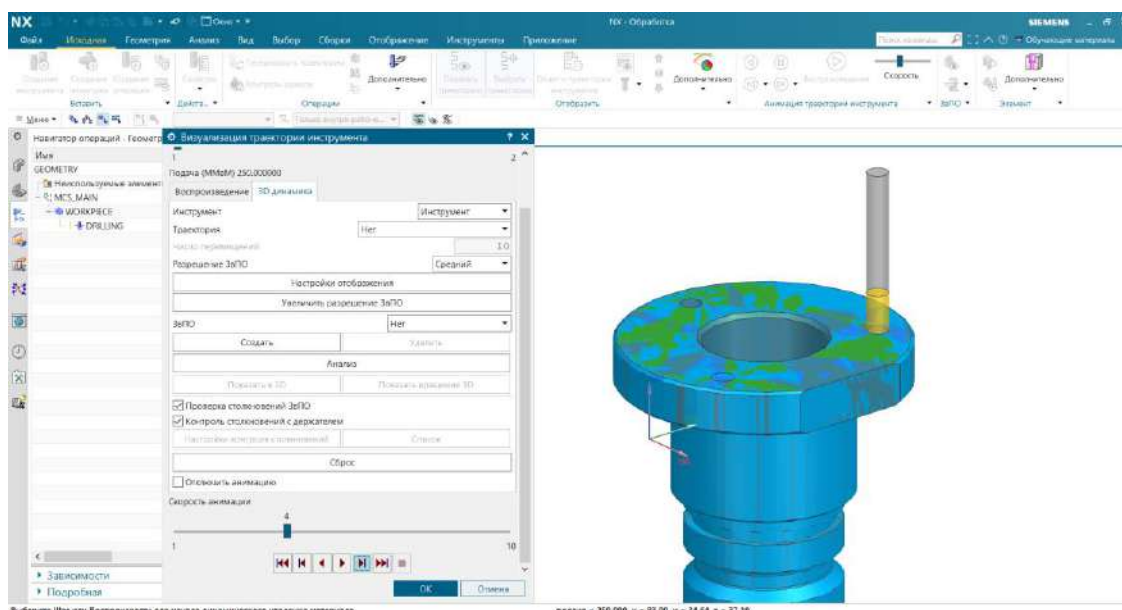


Рисунок 1.12 – Симуляція

Після перевірки виконання симуляції обробки згенеровано КП у G-кодах (рис. 1.13)

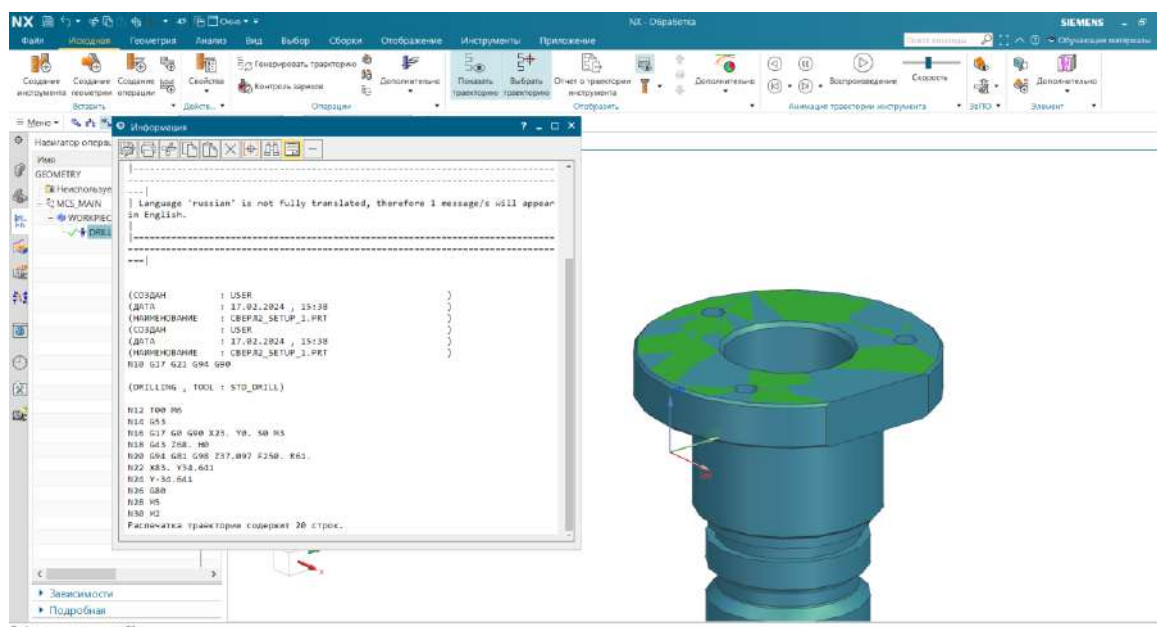


Рисунок 1.13 – Керуюча програма

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування свердлильного пристосування

2.1.1 Конструкція та принцип роботи

Кондуктор призначений для свердління трьох отворів в деталі «Фланець». Деталь встановлюється в отвір пристрою. Центрується по зовнішній поверхні діаметром $65,3_{-0,12}$ мм та впирається в торець. Зверху встановлюється кондукторна плита. Деталь лискою та кондукторна плита мають базування по упору. В корпусі встановлений пневмоциліндр. При переміщенні поршню вниз, шток тисне на кондукторну плиту, яка, у свою чергу, притискає деталь. Після закінчення обробки поршень зі штоком переміщається вгору і звільняє оброблену деталь.

2.1.2 Обґрунтування способу базування

Похибка встановлення розраховується за формулою [8]:

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

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

$\varepsilon_{закр}$ – похибка закріплення. Коли направлення сили перпендикулярно розміру на обробку $\varepsilon_{закр} = 0$.

Похибка базування викликана розбіжністю вимірювальної та настроювальної бази (рис. 2.1).

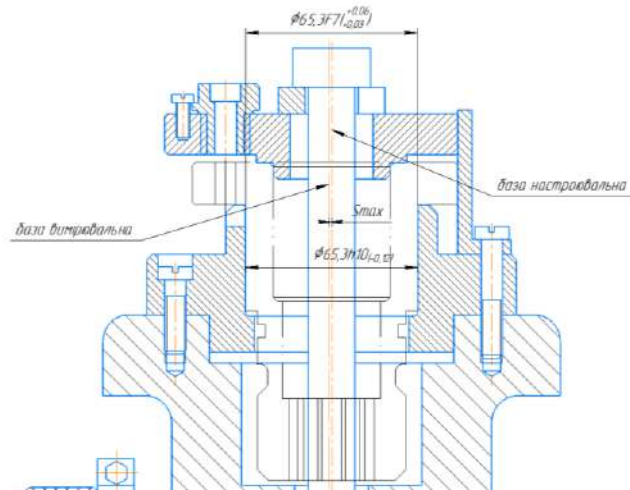


Рисунок 2.1 – Схема по визначенню похибки базування

Похибка базування:

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

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

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

$$S_{\text{max}} = 65.56 - 65.38 = 0.18 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\text{баз}} = 0.18 / 2 = 0.09 \text{ мм}$$

Похибка установки за формулою (2.1):

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{0.09^2 + 0} = 0.09 \text{ мм}$$

2.1.3 Розрахунок пристосування на точність

Розрахунок на точність пристрою полягає у визначенні допуску розміру на розташування вісей кондукторних втулок (рис. 2.2).

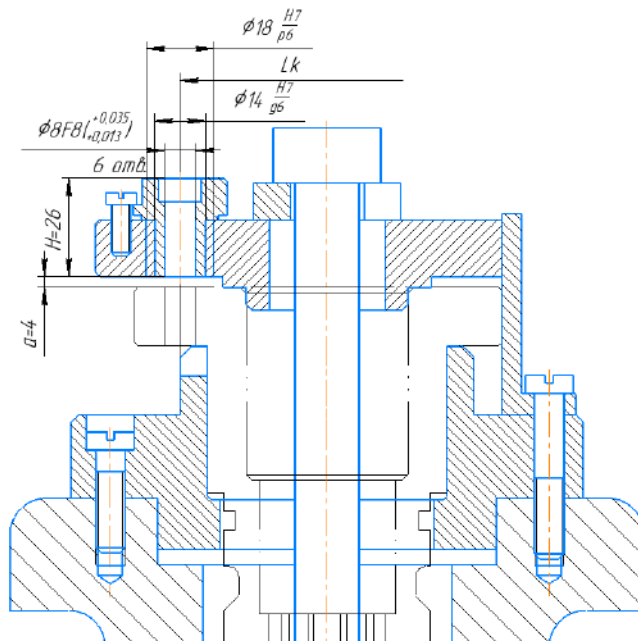


Рисунок 2.2 – Схема розрахунку на точність

Допуск на розмір кондукторних втулок [8]:

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

де T_d – допуск деталі, $T_d=0,3\text{мм}$;

κ – коефіцієнт, $\kappa=1,2$;

Δ_1 – частка похибки обробки, яка залежить від зміщення осі свердла щодо осі отвору змінної втулки:

$$\Delta_1 = S_{1\text{max}} = d_{\text{см. max}} - d_{\text{св. min}} \quad (2.5)$$

$$\Delta_1 = 8,035 - 7,957 = 0,078\text{мм}$$

Δ_2 – частка похибки обробки, яка залежить від зміщення осі змінної втулки щодо постійної:

$$\Delta_2 = S_{2\text{max}} = d_{\text{max}} - d_{0\text{min}} \quad (2.6)$$

$$\Delta_2 = 14,021 - 13,98 = 0,041\text{мм}$$

Δ_3 – частка похибки обробки, викликана зміщенням осі свердла внаслідок ексцентриситету обох втулок, $\Delta_3=0,01\text{мм}$ [8].

Δ_4 – частка похибки обробки, яка залежить від величини допустимого зносу втулок, $\Delta_4=0,024\text{мм}$ [8].

Δ_5 – частка похибки обробки, що враховує перекіс інструменту в процесі обробки

$$\Delta_5 = \Delta_1(H+2a)/H \quad (2.7)$$

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

$$a = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм}$$

$$\Delta_5 = 0,078(26+2 \cdot 4)/26 = 0,117 \text{ мм}$$

$$T_k \leq 0,3 - 1,2 \sqrt{0,09^2 + 0,041^2 + 0,01^2 + 0,024^2 + 0,117^2} = 0,128 \text{ мм}$$

$$\frac{T_k}{2} = \frac{0,128}{2} \Rightarrow \pm 0,04$$

Перевірка:

$$T_k \leq (0,25 - 0,3)T_\partial \quad (2.9)$$

$$0,08 \leq 0,3 \cdot 0,3 = 0,09$$

Призначаємо виконавчий розмір:

$$[L_k] = L_k \pm \frac{T_k}{2} \quad (2.10)$$

$$L_k = 80 \pm 0,04$$

2.1.4 Розрахунок необхідної сили затиску

Схема для розрахунку необхідної сили затиску наведено на рис. 2.3.

Дійсна сила затиску [8]:

$$W_\partial = \frac{3 \cdot M_{pez \cdot k}}{f \left[\left(\frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \right) + \left(\frac{D_3^3 - D_4^3}{D_3^2 - D_4^2} \right) \right]} \quad (2.11)$$

де $f = 0,15$ – коефіцієнт тертя.

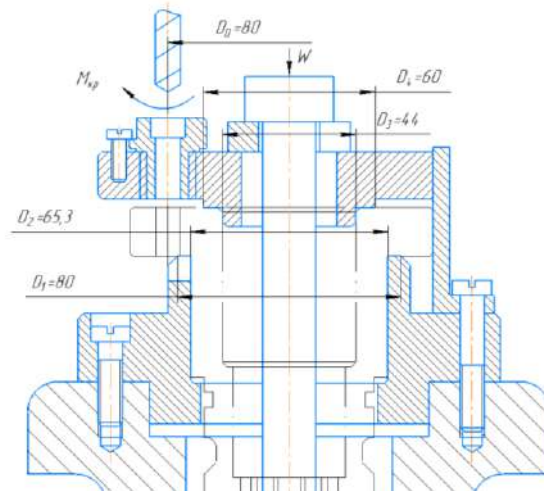


Рисунок 2.3 - Схема визначення сили закріплення [8]

Коефіцієнт запасу міцності [8]:

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

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

k_1 – коефіцієнт нерівномірності сил різання, $k_1 = 1$;

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через затуплення інструмента, $k_2 = 1,15$;

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

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

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

k_6 – коефіцієнт невизначеності положення місць контакту, $k_6 = 1,5$.

$$k = 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,58.$$

Визначимо осьовий момент різання [5]:

$$M_p = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S_0^y \cdot K_{mp}; \quad (2.13)$$

де y ; q ; C_p – коефіцієнти [5].

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\epsilon}}{750} \right)^{0,3}; \quad (2.14)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{1040}{750} \right)^{0,3} = 1,1$$

$$M_p = 10 \cdot 0,041 \cdot 8^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,1 = 5,7 \text{ H}$$

$$W_{\delta} = \frac{3 \cdot 2,58 \cdot 5,7}{0,15 \left[\left(\frac{80^3 - 65,3^3}{80^2 - 65,3^2} \right) + \left(\frac{60^3 - 44^3}{60^2 - 44^2} \right) \right]} = 523 \text{ H}$$

Мінімальний діаметр штока [8]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot W}{\pi \cdot [\sigma]}} \quad (2.15)$$

де α – коефіцієнт затягування;

$[\sigma]$ – допустима напруга на розтяг для сталі 40Х.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 523}{3,14 \cdot 100}} = 3,8 \rightarrow 16 \text{ мм}$$

Діаметр циліндра [8]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{p \cdot \eta \cdot \pi} + d^2} \quad (2.16)$$

де η – коефіцієнт корисної дії (ККД),

p – тиск в пневматичній системі.

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

2.2 Проектування контрольного пристосування

2.2.1 Конструкція і принцип роботи

Важливими етапами проектування контрольно-вимірювального пристрою вважається підбір схем базування, принципової схеми та конструкції елементів пристрою. Орієнтування деталі під час контролю здійснюється автоматично за рахунок контактування базових поверхонь із настановними елементами пристрою. При цьому забезпечуються задані розміри, точність, усуваються похибки.

Під час контролю деталі «Фланець» (рис. 2.4) перевіряють радіальне биття та нециліндричність внутрішнього діаметра $\varnothing 44\text{мм}$ рівне $0,02\text{мм}$ щодо зовнішньої поверхні діаметром $\varnothing 65\text{мм}$ (база А).

Пристосування представляє собою корпус 1 із встановленою на ньому призмою 3, в якій встановлюється деталь. Призма має осьовий рух і регулюється по висоті. Вимірювання биття проводиться індикаторним годинником 8, який кріпиться в оправці 4. Механізм зняття показань на ричагу 6 має змінний щуп 17. Дані особливості пристрою дозволяють легко здійснювати його переналагодження.

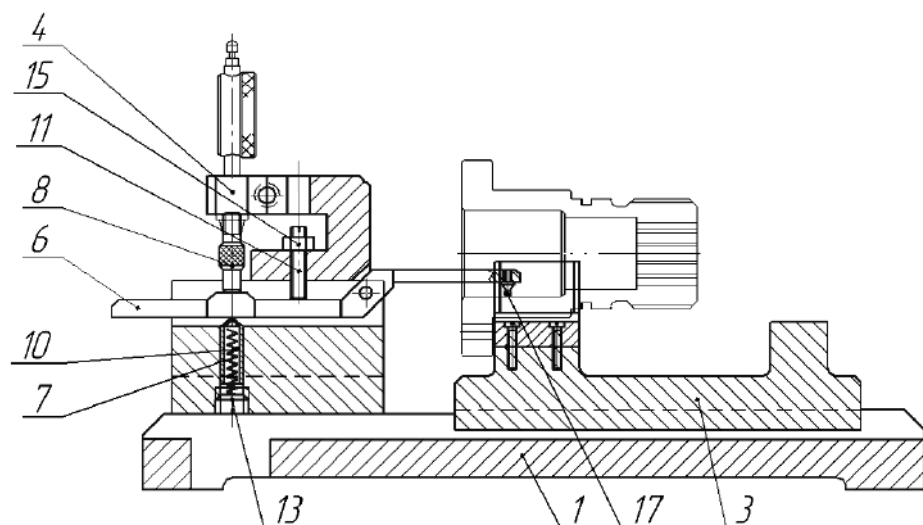


Рисунок 2.4 – Ескіз контрольного пристрою

2.3 Розрахунок деталі на міцність

Під час роботи у вузлі деталь «Фланець» витримує крутильні напруження. Щоб переконатися, що під час експлуатації деталь не зруйнується та витримає певне значення крутильних напружень необхідно провести розрахунок на міцність.

Перевірка на міцність виконувалась методом кінцевих елементів в програмному забезпеченні NX CAE. Для цього модель деталі було спочатку розбито на сітку кінцевих елементів (рис. 2.5).

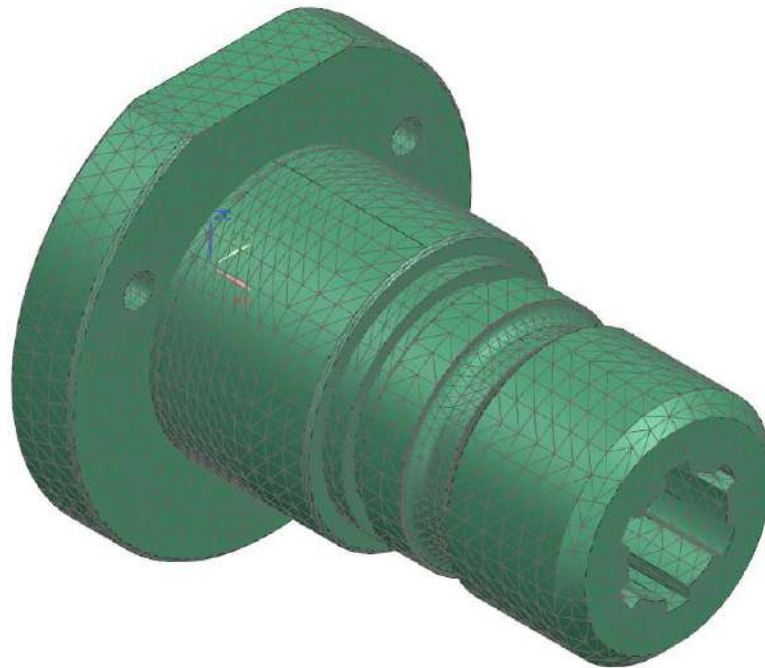


Рисунок 2.5 – Модель деталі

Через отвори діаметром 8 мм деталь фіксується в вузлу, тому в них були накладенні обмеження «Закріплення нерухоме». Через шліцьове з'єднання деталь передає крутний момент, тому на поверхню шліців було накладено зусилля «Крутний момент» рівне 500Нм (рис. 2.6).

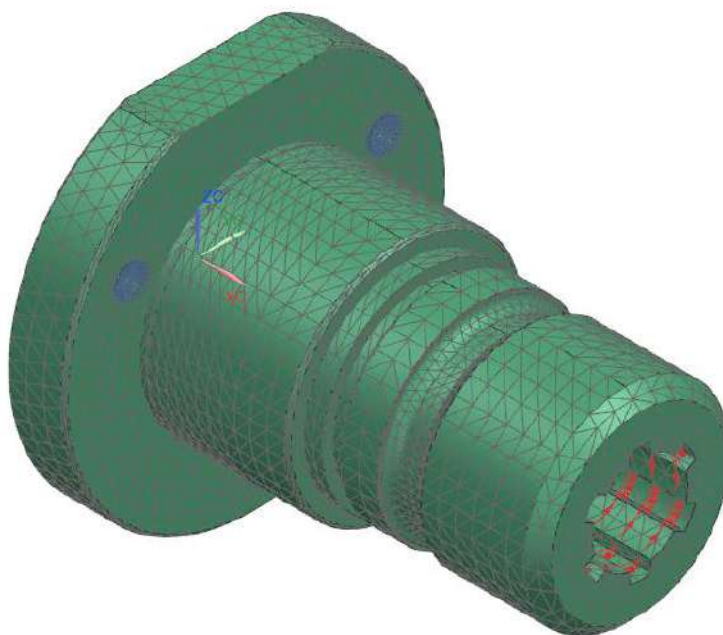


Рисунок 2.6 – Накладенні обмеження

Наступним кроком був проведений розрахунок (рис. 2.7), який виявив місця максимальних напружень (позначено червоним).

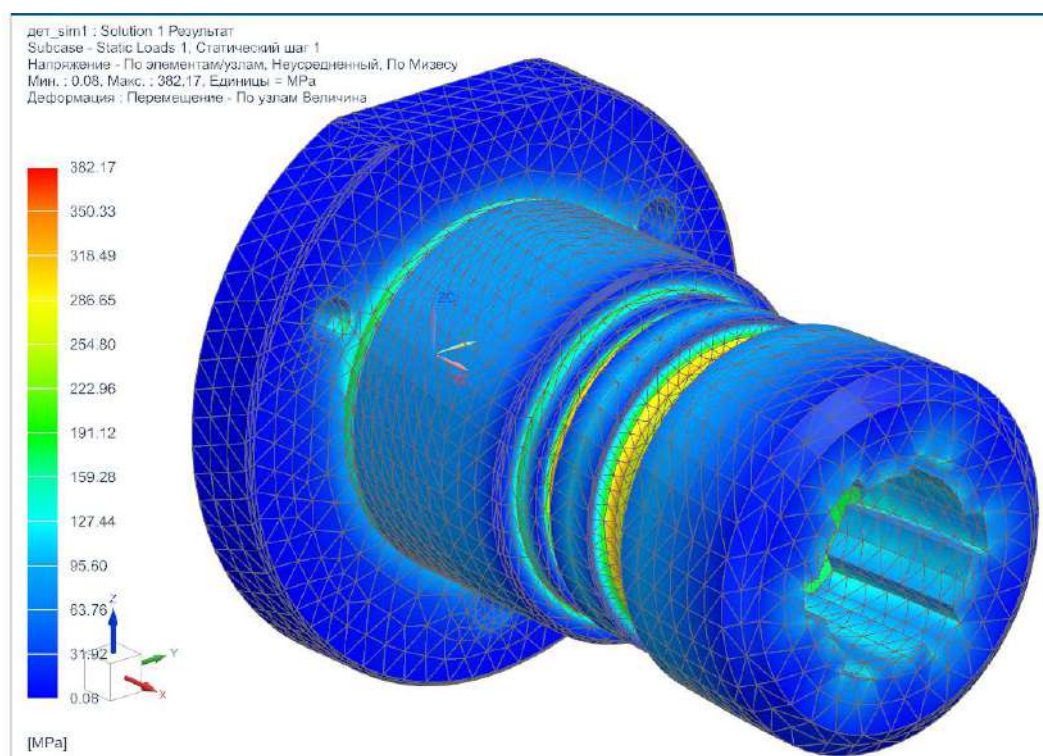


Рисунок 2.7 – Розрахунок на міцність

Максимальні напруження рівні 382 МПа розміщені в канавці. Для визначення умови міцності деталі розрахуємо коефіцієнт запасу міцності за формулою:

$$k = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\max}} = 1,5 \dots 3 \quad (2.17)$$

де $[\sigma]$ – допустиме значення границі міцності ВТ3-1, $[\sigma]=1040$ МПа [1];

$\sigma_{\max}$ – максимальне напруження, $\sigma_{\max}=382$ МПа.

$$k = \frac{1040}{382} = 2,7$$

Отримане значення коефіцієнту запасу міцності показує, що конструкція деталі відповідає робочим навантаженням у вузлі.

3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

Розрахунок планування дільниці починаєм з визначення річної верстатоемності згідно формули:

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

Результати розрахунку зводимо в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку

Номер операції	Модель верстата	$t_{ш-к}$, хв	T, хв	S_p , шт	S_n , шт	K_3
015	ST10	7,24	36200	0,15	1	0,15
020	ST10	8,02	40100	0,17	1	0,17
025	ST10	9,77	48850	0,2	1	0,2
030	ST10	10,32	51600	0,22	1	0,22
035	7Б55	2,97	14850	0,06	1	0,06
040	VF-1	2,03	10150	0,04	1	0,04
045	VF-1	4,68	23400	0,1	1	0,1
070	3А151	3,2	16000	0,07	1	0,07
075	3К228	2,76	13800	0,06	1	0,06

Кількість верстатів для виконання операцій розраховується 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 – час роботи верстата впродовж року.

Отримане значення кількості верстатів округлюємо до цілого та зводимо в таблицю 3.1.

Коефіцієнт завантаження верстата:

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

Середній коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\begin{aligned} \overline{K_3} &= \frac{\sum S_p}{\sum S_n} \\ \overline{K_3} &= \frac{1,06}{9} = 0,12 \end{aligned} \quad (3.4)$$

Результати розрахунку коефіцієнтів завантаження верстатів наведено в таблиці 3.1.

Згідно таблиці 3.1 розрахована загальна кількість деталей-операцій дорівнює $O=9$.

Для оптимізації технологічного процесу об'єднуємо токарні операції з ЧПК 015...030. Найбільший основний час для цієї групи операції відповідає операції 030 – 7,3 хв.

Розрахуємо кількість верстатів, яке може обслужити один оператор для групи токарних верстатів з ЧПК:

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

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

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

$$m_s = \frac{7,3 + 1,7}{0,9 + 0,15} = 8,6$$

Кількість операторів у зоні обслуговування для групи токарних верстатів з ЧПК:

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

$$R_1 = \frac{4}{8,6} = 0,46$$

Для обслуговування чотирьох верстатів з ЧПК призначаємо одного оператора, тому для обслуговування 9 верстатів необхідно $M=7$ операторів.

Коефіцієнт закріплення операції:

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

$$K_{30} = \frac{9}{7} = 1,3$$

Отриманий коефіцієнт закріплення операції характеризує тип виробництва як серійний.

4 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ

При розробленні технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець» було змінено обробку на універсальних токарно-гвинторізних верстатах обробкою на токарних верстатах з ЧПК згідно таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Розрахункові параметри	Базова технологія						Нова технологія			
Модель верстата	1К62	1К62	1К62	1К62	1К62	1К62	ST10	ST10	ST10	ST10
Штучний час $t_{шт}$, хв	15	15	10	10	12	8	6.82	7.6	9.35	9,9
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						5967520			
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	11,2	11,2	11,2	11,2

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

$$Z_o = \frac{\sum_{i=1}^{m_{оп}} t_{шт-кі} \cdot C_{тар} \cdot K_6 \cdot k_{доп} \cdot k_{соц}}{60} \quad (4.1)$$

де m_{on} – 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_{ϕ} – 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 базовою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$, хв	$C_{тар}$, грн	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$З_o$, грн
010	Токарна	15	76,6	1,2	1,4	32,17
015	Токарна	15	76,6	1,2	1,4	32,17
020	Токарна	10	76,6	1,2	1,4	21,45
025	Токарна	10	76,6	1,2	1,4	21,45
030	Токарна	12	76,6	1,2	1,4	25,74
035	Токарна	8	76,6	1,2	1,4	17,16
					Σ	150,14

Таблиця 4.3 – Заробітна плата верстатника за новою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$, хв	$C_{тар}$, грн	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$З_o$, грн
015	Токарна	6,82	57,5	1,2	1,4	10,98
020	Токарна	7,6	57,5	1,2	1,4	12,24
025	Токарна	9,35	57,5	1,2	1,4	15,05
030	Токарна	9,9	57,5	1,2	1,4	15,94
					Σ	54,21

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

$$З_o = \frac{\Phi_p \cdot C_{\text{тар.н}} \cdot Ч_n \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{соц}}}{N} \quad (4.2)$$

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

$Ч_n$ – чисельність робітників відповідної категорії, чол;

Φ_p – річний фонд часу одного, $\Phi_p = 2028$ год;

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

Результати розрахунків наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Заробітна плата наладчиків верстатів ЧПК

№ опер	Найменування операції	Φ_p , год	$C_{\text{тар}}$, грн	$Ч_n$	$k_{\text{доп}}$	$k_{\text{соц}}$	$З_o$, грн
015	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	10,16
020	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	10,16
025	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	10,16
030	Токарна	2096	57,7	0,25	1,2	1,4	10,16
						Σ	40,64

Визначимо амортизацію на обладнання за формулою [9]:

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

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 4.5, 4.6.

Визначимо витрати на інструмент за формулою [9]:

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

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;

η_m – коефіцієнт машинного часу, що визначається як відношення $t_{\text{маш}}/t_{\text{шт}}$;

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 базовою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$, хв	К, грн	На, %	F_d	$A_{від}$, грн
010	Токарна	15	126160	14	4015	1,10
015	Токарна	15	126160	14	4015	1,10
020	Токарна	10	126160	14	4015	0,73
025	Токарна	10	126160	14	4015	0,73
030	Токарна	12	126160	14	4015	0,88
035	Токарна	8	126160	14	4015	0,59
					Σ	5,13

Таблиця 4.6 – Відрахування на амортизацію обладнання за новою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$, хв	К, грн	На, %	F_d	$A_{від}$, грн
015	Токарна	6,82	5967520	12,2	4015	20,61
020	Токарна	7,6	5967520	12,2	4015	22,97
025	Токарна	9,35	5967520	12,2	4015	28,26
030	Токарна	9,9	5967520	12,2	4015	29,92
					Σ	101,92

Таблиця 4.7 – Витрати на інструмент за базовою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт}$, хв	Найменування інструменту	C_i , грн	n_{in}	T , хв	n_j	η_{MI}	S_{in} , грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	Токарна	15	Різець прохід.	250	2	60	10	0,4	1,52
			Різець розточ.	250	2	60	10	0,4	0,76

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015	Токарна	15	Різець прохід.	250	2	60	10	0,4	1,52
			Різець розточ.	250	2	60	10	0,4	0,76
020	Токарна	10	Різець прохід.	250	2	60	10	0,4	0,76
			Різець розточ.	250	2	60	10	0,4	0,76
025	Токарна	10	Різець розточ.	250	2	60	10	0,4	0,76
			Різець прохід.	250	2	60	10	0,4	0,76
030	Токарна	12	Різець прохід.	250	2	60	10	0,4	0,91
			Різець канав.	250	2	60	10	0,4	0,91
035	Токарна	5	Різець різьб.	250	2	60	10	0,4	1,21
								Σ	10,61

Таблиця 4.8 – Витрати на інструмент за новою технологією

№ опер	Найменування операції	t _{шт} , хв	Найменування інструменту	Ц _i грн	n _{ін}	T, хв	n _j	η _м	S _{ін} грн
015	Токарна	6,82	Різець прохід.	250	1	120	4	0,4	0,70
			Різець розточ.	250	1	120	4	0,4	0,44
020	Токарна	7,6	Різець прохід.	250	1	120	4	0,4	1,27
			Різець розточ.	250	1	120	4	0,4	1,05
025	Токарна	9,35	Різець прохід.	250	1	120	4	0,4	0,51
			Різець розточ.	250	1	120	4	0,4	0,87
030	Токарна	9,9	Різець прохід.	250	1	120	4	0,4	0,34
			Різець розточ.	250	1	120	4	0,4	0,70
								Σ	5,17

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

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

η – коефіцієнт корисної дії обладнання;

k_g – 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 базовою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт},$ хв	C_e грн	N_e кВт	k_N	k_q	k_{od}	k_w	η_e	k_b	S_e , грн
010	Токарна	15	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	2,71
015	Токарна	15	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	2,71
020	Токарна	10	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,81
025	Токарна	10	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,81
030	Токарна	12	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	2,17
035	Токарна	8	3,45	10	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,45
										Σ	12,65

Таблиця 4.10 – Витрати на електроенергію за новою технологією

№ опер	Найменування операції	$t_{шт},$ хв	C_e грн	N_e кВт	k_N	k_q	k_{od}	k_w	η_e	k_b	S_e , грн
015	Токарна	6,82	3,45	11,2	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	3,40
020	Токарна	7,6	3,45	11,2	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	3,78
025	Токарна	9,35	3,45	11,2	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	4,66
030	Токарна	9,9	3,45	11,2	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	4,93
										Σ	16,77

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

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

де $Ц_{то}$ – 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 базовою технологією

№ опер	Найменування операції	Ц _{то} , грн	K _p	C _p	S _p , 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 новою технологією

№ опер	Найменування операції	Ц _{то} , грн	K _p	C _p	S _p , грн
015	Токарна	5967520	0,02	0,78	18,62
020	Токарна	5967520	0,02	0,78	18,62
025	Токарна	5967520	0,02	0,78	18,62
030	Токарна	5967520	0,02	0,78	18,62
				Σ	74,47

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

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

$t_{ін}$ – середній час налаштування одного інструменту поза верстатом ($t_{ін} = 4$ хв – для токарних верстатів з ЧПК; $t_{ін} = 5$ 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	$t_{ін}$, хв	K_T	T_M	m	S_n , грн
015	Токарна	Різець прохід	6,82	50,9	6	4	0,9	120	4	0,03
		Різець розточ		50,9	6	4	0,9	120	4	0,02
020	Токарна	Різець прохід	7,6	50,9	6	4	0,9	120	4	0,06
		Різець розточ		50,9	6	4	0,9	120	4	0,05
025	Токарна	Різець прохід	9,35	50,9	6	4	0,9	120	4	0,03
		Різець розточ		50,9	6	4	0,9	120	4	0,04
030	Токарна	Різець прохід	9,9	50,9	6	4	0,9	120	4	0,02
		Різець розточ		50,9	6	4	0,9	120	4	0,03
									Σ	0,26

Визначимо інші загальновиробничі витрати за формулою [9]:

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

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

$$I_{n1} = 150,14 \cdot 0,2 = 30,03 \text{ грн}$$

$$I_{H2} = 54,21 \cdot 0,2 = 10,84 \text{ грн}$$

Розрахуємо технологічну собівартість за формулою [9]:

$$C_T = Z_o + Z_H + A_{\text{від}} + S_{\text{ін}} + S_e + S_p + S_H + I_H \quad (4.9)$$

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	
		Базовий	Новий
Заробітна плата верстатника	Z_o	150,14	54,21
Заробітна плата наладчика	Z_H		40,64
Відрахування на амортизацію обладнання	$A_{\text{від}}$	5,13	101,92
Витрати на різальний інструмент	$S_{\text{ін}}$	10,61	5,17
Витрати на електроенергію	S_e	12,65	16,77
Витрати на ремонт та обслуговування обладнання	S_p	1,94	74,47
Витрати на налаштування інструментів поза верстатом	S_H		0,26
Витрати інші	I_H	30,03	10,84
Технологічна собівартість	C_T	302,96	290,28

Розрахуємо умовний економічний ефект за формулою [9]:

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

$$E_{yp} = (302,96 - 290,28) \cdot 5000 = 63400 \text{ грн}$$

Таким чином, річна економія від впровадження другого ТП за статтею собівартість може становити 63400 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 табл. 4.15-4.16 розраховані капітальні витрати за формулою (4.11).

Таблиця 4.15 - Капітальні витрати на обладнання за базовим ТП

№ опер	Найменування операції	T _{шт} , хв	Ц, грн	F _д	K _о , грн
010	Токарна	15	126160	4015	7,86
015	Токарна	15	126160	4015	7,86
020	Токарна	10	126160	4015	5,24
025	Токарна	10	126160	4015	5,24
030	Токарна	12	126160	4015	6,28
035	Токарна	8	126160	4015	4,19
		Σ	756960	Σ	36,66

Таблиця 4.16 - Капітальні витрати на обладнання за новим ТП

№ опер	Найменування операції	T _{шт} , хв	Ц, грн	F _д	K _о , грн
015	Токарна	6,82	5967520	4015	168,94
020	Токарна	7,6	5967520	4015	188,27
025	Токарна	9,35	5967520	4015	231,62
030	Токарна	9,9	5967520	4015	245,24
		Σ	23870080	Σ	834,07

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

$$B_{\text{нав}} = C + E_n K, \quad (4.12)$$

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

У табл. 4.17 наведено результати порівняння.

Таблиця 4.17 - Порівняння варіантів ТП за наведеними витратами

Елементи собівартості		Варіанти ТП	
		Базовий	Новий
Технологічна собівартість деталі	C_T	302,96	290,28
Капітальні витрати на деталь	K_o	36,66	834,07
Наведені витрати на деталь	W_o	308,46	415,39
Собівартість річної програми	C_p	1514800,00	1451400,00
Капітальні витрати на програму	$K_{\text{оріч}}$	183295,97	4170327,90
Наведені витрати на програму	$W_{\text{річ}}$	1542294,40	2076949,19
Річна економія (збиток), грн	ΔW	-534654,79	

Аналіз табл. 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:

$$N_{\text{кр}} = \frac{(C_{2\text{пост}} - C_{1\text{пост}}) + 0,15 \cdot (K_2 - K_1)}{C_{13\text{м}} - C_{23\text{м}}} = \text{шт} \quad (4.13)$$

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

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

$C_{2\text{пост}}$ - 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;

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

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

$$N_{\text{кр}} = \frac{0,15 \cdot (23870080 - 756960)}{302,96 - 290,28} = 273420,2 \text{ шт}$$

Таким чином, якщо програма випуску менше $N_{\text{кр}}$, то більш вигідний базовий варіант ТП. Якщо більше – 273420,2 шт, то більш вигідний новий варіант ТП.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Виробничий шум та захист від нього

Шум – це найпоширеніше явище на промислових підприємствах. На жаль, на проблему підвищених рівнів шуму на виробництві не завжди звертають увагу, оскільки негативний ефект, що викликається шумом, не є очевидним. Робітники, у яких розвивається втрата слуху, можуть не підозрювати про це доти, поки проблема не набуває характеру незворотного фізичного недоліку. На відміну від різких травмуючих впливів високих рівнів шуму (наприклад, вибуху), втрата слуху внаслідок дії виробничого шуму відбувається поступово.

Загальноприйнято, що щоденне середнє шумів менше 80 дБ не становить загрози здоров'ю людей. Рівні шумів понад 90 дБ є шкідливими. У той же час, люди, схильні до впливу шумів в межах від 85 до 90 дБ, повинні перебувати під наглядом фахівців, оскільки при довгостроковій роботі в таких умовах у найбільш чутливих до шумів людей розвивається погіршення слуху.

Все починається з тимчасової зміни порога чутності, який згодом стає постійним. Цей процес проходить швидше, якщо індивідуальний поріг чутності не відновлено повною мірою до наступного шуму. Індивідуальна чутливість людей до впливу шумів може відрізнитися.

Підвищені шуми на робочих місцях можуть негативно впливати на здатність робітників виконувати свої виробничі завдання. Загалом, людина здатна нормально виконувати будь-які прості, рутинні завдання навіть за таких рівнів шуму, як 130 – 140 дБ (вплив вищих рівнів шумів може викликати порушення у роботі опорно-рухового апарату зору людини). Що ж до виконання складніших завдань, потребують концентрації та уваги персоналу, то шуми інтенсивністю понад 95 дБ може бути причиною виробничого шлюбу, травм, виходу з експлуатації устаткування тощо. А виконання кваліфікованої роботи високої точності та концентрації може бути проблематичним навіть за

рівні шумів 80–85 дБ. Переривчасті імпульсні шуми є більш дезорганізуючими, ніж постійні шуми. Шуми дратують меншою мірою, якщо людина здатна контролювати походження шумів.

Негативний вплив шумів на людину може продовжуватись і після їх припинення. Найчастіше, це виявляється у підвищеній дратівливості та агресивності. Крім того, проведені дослідження показують, що шумні умови праці можуть бути причиною розвитку таких захворювань, як підвищений артеріальний тиск та безсоння. Розвиток серцево-судинних захворювань та виразкової хвороби теж може бути тісно пов'язаний із постійною роботою в умовах галасливого виробництва.

Заходи боротьби з виробничим шумом можна розділити забезпечення захисту колективної всіх працівників підприємства міста і індивідуальної кожного з працюючих. Пріоритетним напрямом завжди є колективний захист, який може включати такі заходи як, наприклад, своєчасне обслуговування і заміна механізмів, що вийшли з ладу, інкапсуляція шумного обладнання, встановлення шумопоглинаючих екранів і т.д. Якщо заходи щодо колективного захисту не дають задовільного результату, необхідно забезпечити індивідуальний захист кожного співробітника підприємства.

Дуже часто навіть за наявності на підприємстві розробленої програми захисту від підвищених шумів самі робітники не хочуть застосовувати засоби захисту органів слуху. У такій ситуації підприємство має не тільки забезпечити робітників досить ефективними засобами захисту, які викликають мінімальний дискомфорт у роботі, а й провести вступні інструктажі, щоб розповісти робітникам, навіщо необхідно користуватися засобами захисту, як ними користуватися та як їх обслуговувати. Добробут підприємства залежить від наявності висококваліфікованих здорових робітників, здатних виробляти матеріальні цінності з високою продуктивністю праці, і програма захисту робітників від шкідливих факторів, присутніх у виробництві є однією з найважливіших для нормальної довгострокової роботи підприємства.

Одним із простих способів мотивації співробітників є проведення

регулярних аудіометричних випробувань та оцінка їх результатів. Порівняння показань поточної аудіограми робітника з його попередніми аудіограмами та/або можливо, з аудіограмами гіпотетичної особи з “нормальним” слухом, подібним до віку та статі, може бути сильним фактором мотивації для застосування засобів захисту органів слуху.

Залежно від параметрів шумів (інтенсивність та частота) та умов роботи необхідно вибрати засоби захисту органів слуху, які максимально підходять для кожного конкретного виду виконуваних робіт.

Протишумні вкладки або беруші рекомендується застосовувати у випадках, коли робітники піддаються впливу підвищених шумів протягом тривалого часу. Протишумні вкладиші встановлюються всередину слухових каналів та знижують рівень чутного шуму. Існує два види берушів: одноразового використання та багаторазові

Одноразові беруші, найчастіше, виготовляються зі спіненого поліуретану, який після стиснення відновлює свою первісну форму. Такі протишумні вкладки зазвичай досить м'які і комфортні, їх можна застосовувати для захисту від дратівливих шумів навіть під час сну. Беруші багаторазового використання виготовляються з м'яких кополімерів, які можуть зберігати свої характеристики протягом тривалого часу. Часто вони комплектуються тасьмою для можливості носіння на ший під час перерв в експлуатації та футляром для гігієнічного зберігання. Багаторазові беруші легко очищаються за допомогою мила та води.

Для частого, але нетривалого перебування у зоні шуму найкраще підходять протишумні навушники. Необхідно звернути увагу саме на нетривалість у використанні навушників – будь-які навіть найкомфортніші протишумні навушники не можна носити тривалий час, оскільки вони чинять певний тиск на голову, а під ізолюючими чашками утворюється піт.

Всі засоби індивідуального захисту від шуму мають свої характеристики, що шумоізолюють. Величина зниження шуму у певних діапазонах частот, що виражається в дБ, для різних засобів захисту може

суттєво відрізнятися. Завдання полягає в тому, щоб забезпечити достатній, але не надлишковий захист (рівень шуму всередині захищеного вуха має бути в межах 70-75 дБ). Надмірна шумоізоляція може викликати почуття замкнутості і тривоги, людина може не чути попереджувальні сигнали механізмів, що рухаються.

На завершення хотілося б відзначити, що економічне здоров'я підприємства залежить від фізичного та психологічного здоров'я його робітників, і витрати на повноцінну програму їхнього захисту є надійною інвестицією у сьогодення та майбутній добробут підприємства.

ВИСНОВКИ

Було розроблено технологічний процесу виготовлення деталі «Фланець». Було економічно обґрунтовано отримання заготовки штампуванням на ГKM, розраховано масу заготовки 2,3 кг, коефіцієнт використання матеріалу 0,52. Економічний ефект від впровадження отримання заготовки штампуванням на ГKM 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 свердління трьох отворів була розроблена керуюча програма в програмному забезпеченні NX CAM.

Було спроектовано кондуктор призначений для свердління трьох отворів в деталі «Фланець». Для нього було розраховано похибку встановлення, був проведений розрахунок на точність, розраховано зусилля затиску і обраний гідроциліндр. Також було спроектовано контрольне пристосування для перевірки радіального биття та нециліндричності внутрішнього діаметра відносно зовнішньої поверхні діаметром Ø65мм (база А).

Розроблено планування дільниці з виробництва деталі «Фланець». Було визначено кількість технологічного обладнання – 9 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. Ярошевська В.М. Безпека життєдіяльності: Підручник. -Київ: ВД "Професіонал", 2004. -559 с.

ДОДАТОК А

Специфікація робочого пристосування

Період		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
						<u>Документация</u>		
					НУЗП 293226.005	Складальне креслення		
						<u>Детали</u>		
				1		Корпус	1	
				2		Демпфер		
				3		Плита	1	
				4		Штак	1	
				5		Паршень	1	
				6		Кришка	1	
				7		Упор	1	
				8		Кільце	1	
				9		Стакан	1	
				10		Швидкозміна втулка	3	
				11		Постійна втулка	3	
				12		Втулка	1	
				13		Кольце	1	
				14		Штуцер	2	
				15		Шайба	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
					НУЗП 293226.005			
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разработ.	Стойский					
		Пров.	Тришин					
		Н.контр.	Дядя					
		Утв.	Дядя					
						Лит	Лист	Листов
						1	1	2
						НУЗП		
						М-110		

Кондуктор
для свердління 3х
отворів

Копіюваль

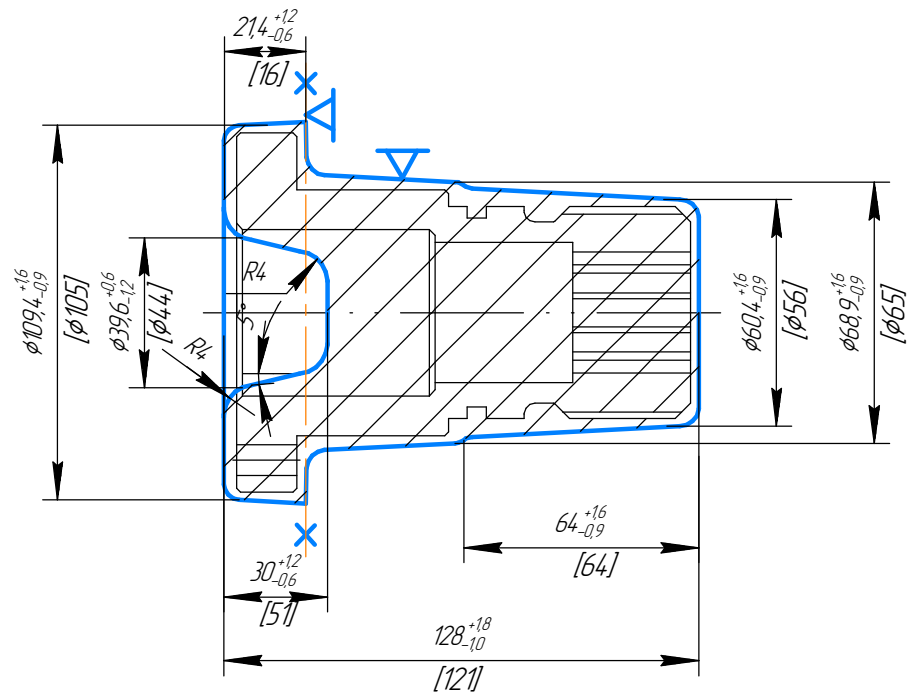
Формат А4

[illegible]

ДОДАТОК Б
Технологічні карти

					НУЗП 0214.124.005		1	1
Розроб.	Ставський			НУЗП	НУЗП 713742.005	М-110.6014.1.000005		
Перевір.	Тришин							
Н.контр.	Дядя			Фланець				005

✓ Ra50



Технічні умови на заготовку				
Матеріал		Заготовка		
Найменування та марка	Код	Код і вид	Профіль і розмір	
Сплав ВТЗ-1		ГКМ	φ109,4x128	
Технічні умови		Маркування	Твердість	Маса деталі
ГОСТ 19807-91			260...340 НВ	1,2
Сортамент		Допустима кривизна		КВЗ
				0,52
Розмір вихідного матеріалу		Кілдет. із заг.	Норма розходу	
			Розм. листа, прутка	Маса
φ80x150		1		2,3

1. Заготовка-штамповка по ГОСТ 7505-89. Клас точності виготовлення Т4; ступінь складності С2; група сталі М1; вихідний індекс 13
2. Невказані радіуси заокруглень 4 мм, формувальні уклони 3°.
3. Допустима задирка після обрізання облою – 1,5 мм; зміщення по лінії роз'єму штампа – до 1,2 мм.

Додл.														
Взам.														
Подл.														

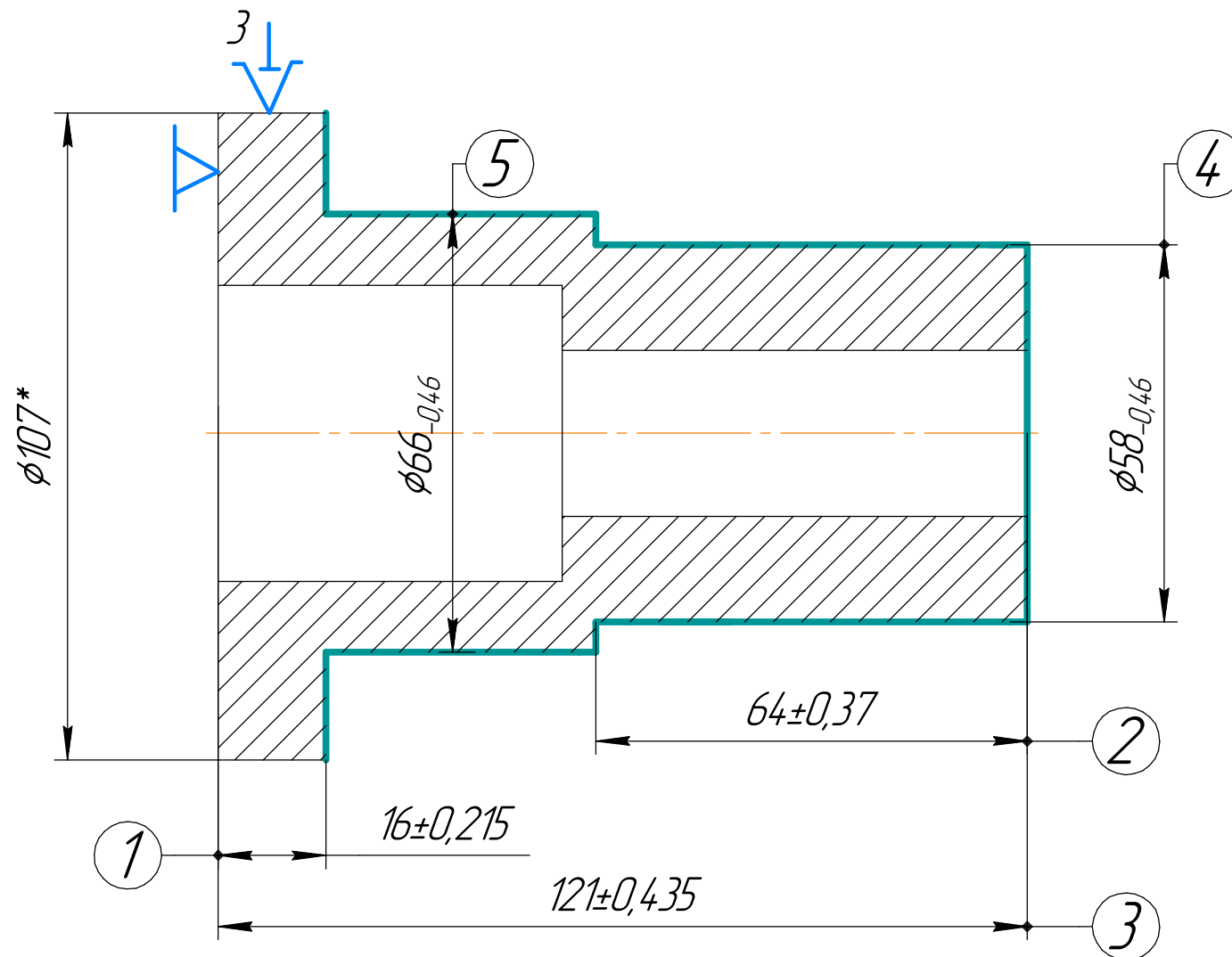
НУЗП 0214.124.005 Листів 3 Лист 3

НУЗП НУЗП 713742.005 М-110.1014.1.000001

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				065	5000 Термічна обробка				ІОП №002								
Б 02	344210				Електропіч Н-75	2	19100	5	2	1	1	шт	60	1			
03																	
А 04				070	4131 Круглошліфувальна				ІОП №009								
Б 05	3811311				Круглошліфувальний ЗА151	3	19630	4	1	1	1	шт	60	1	27	3,2	
06																	
А 07				075	4132 Внутрішньошліфувальна				ІОП №010								
Б 08	3811312				Внутрішньошліфувальний ЗК228	2	19630	5	1	1	1	шт	60	1	27	2,76	
09																	
А 10				080	0125 Мийна				ІОП №007								
Б 11	514230				Мийна установка	2	11629	5	1	1	1	шт	60	1			
12																	
А 13				085	0200 Контрольна				ІОП №008								
Б 14	XXXXXX				Контрольний стіл	2	13063	5	1	1	1	шт	60	1			
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	

1867-2105-04				49pina 7

										НУЗП 0214.124.005	1	1
Розроб.	Ставський			НУЗП		НУЗП 713742.005				M-110.2014.1.00020		
Перевір.	Тришин											
Н. контр.	Дядя				Фланець							020



* Розмір довідок

Дудл.			
Взам.			
Підп.			

--	--	--	--	--

НУЗП 0214.124.005	1	1
-------------------	---	---

Розроб.	Ставський		
---------	-----------	--	--

НУЗП

НУЗП 713742.005

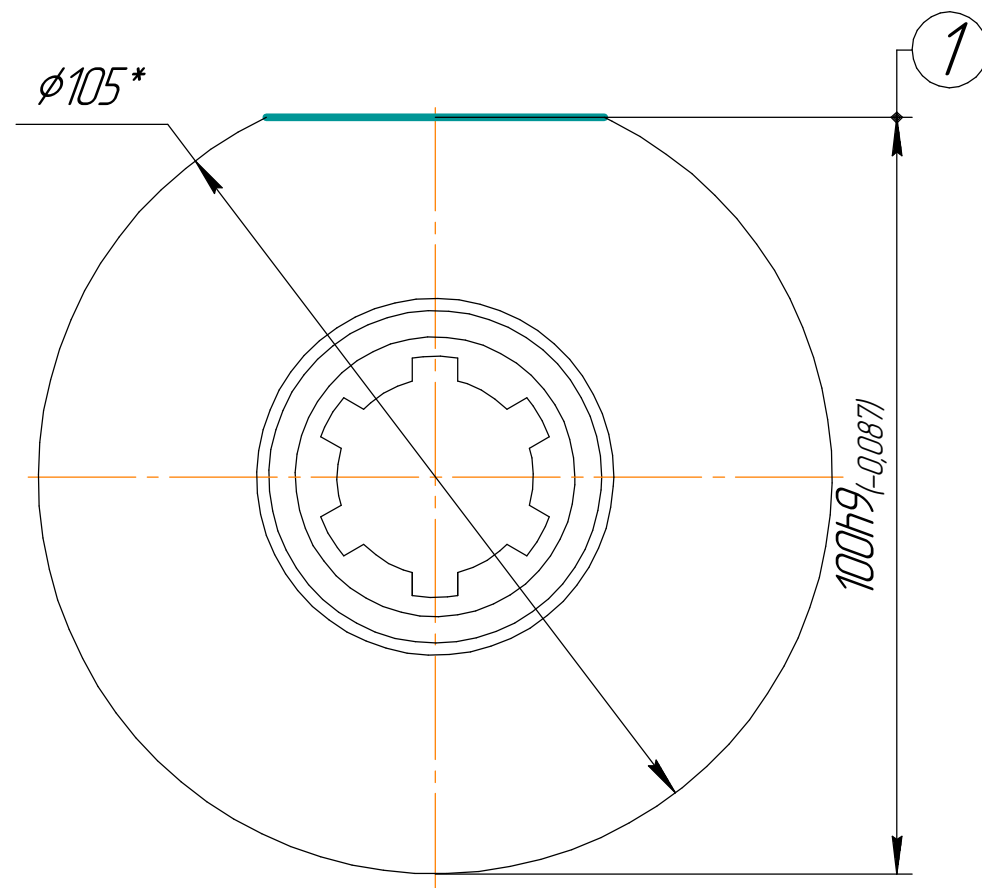
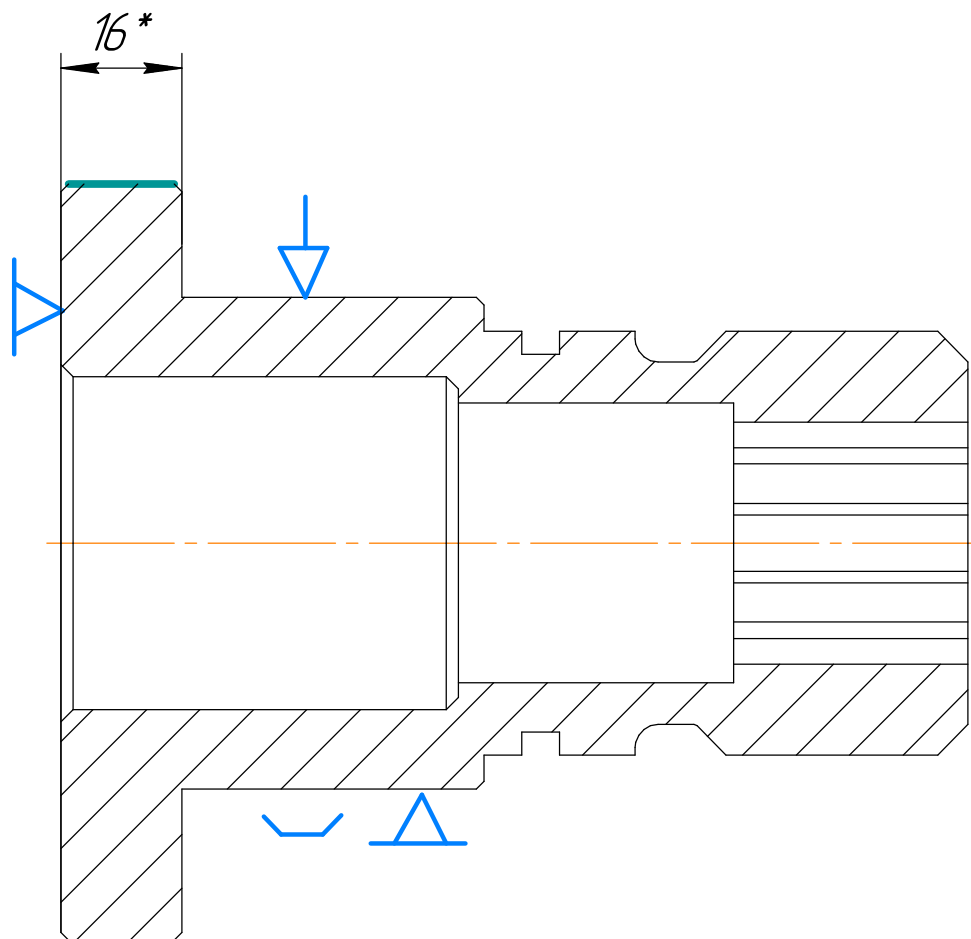
М-110.2014.100040

Перевір.	Тришин		
----------	--------	--	--

Н. контр.	Дядя		
-----------	------	--	--

Фланець

040

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ 

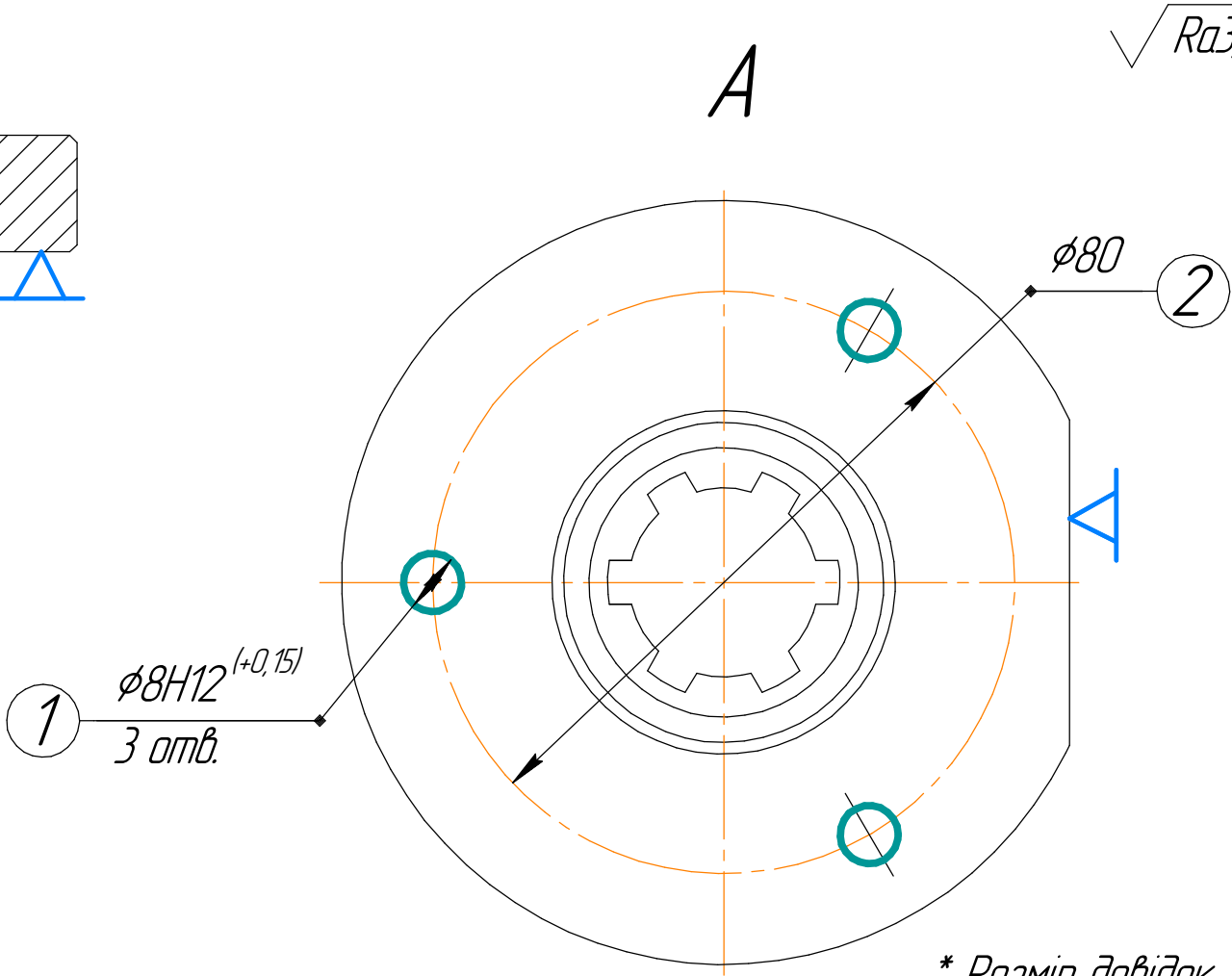
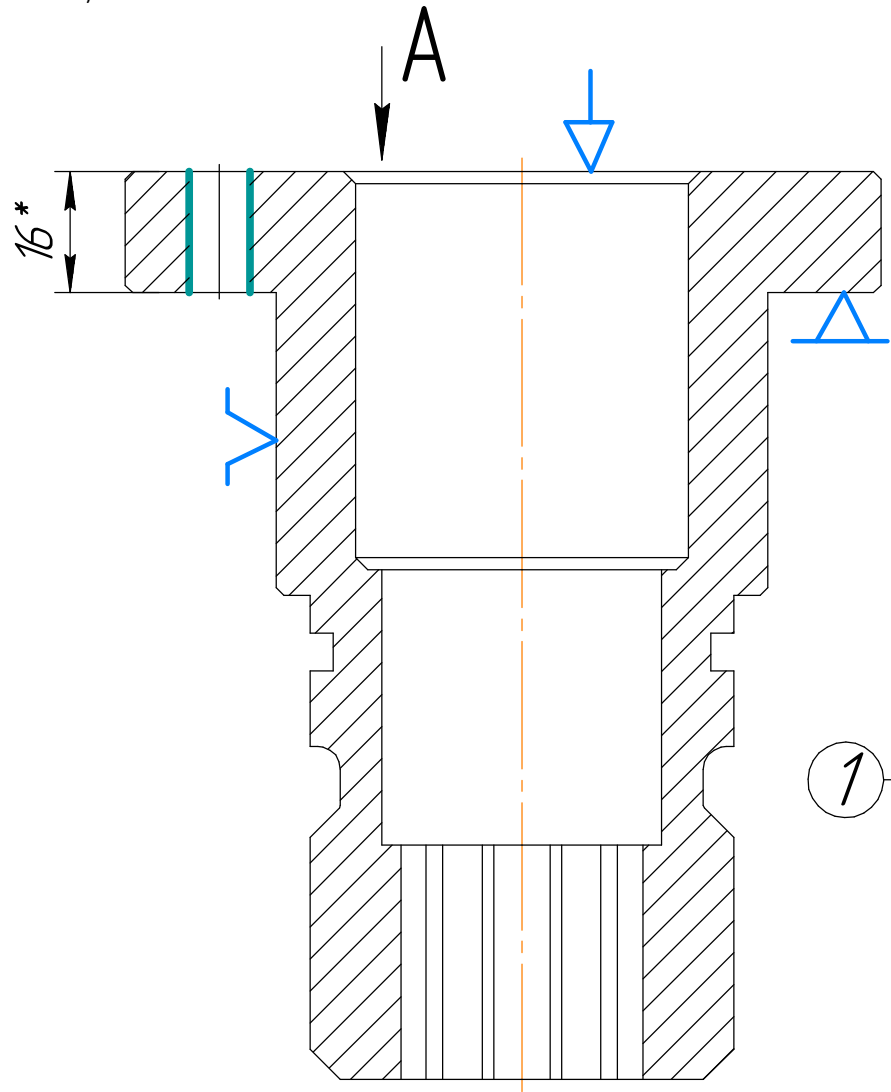
* Розмір довідок

Дудл.			
Взам.			
Підп.			

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

ГОСТ 3.1105-84				Форма 7

				НУЗП 0214.124.005		1	1
Розроб.	Ставський			НУЗП	НУЗП 713742.005	М-110.2014.1.00045	
Перевір.	Тришин						
Н. контр.	Дядя			Фланець			045



* Розмір довідок

КЗ							
----	--	--	--	--	--	--	--

