

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра «Технологія машинобудування»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

перший (бакалаврський)

(ступінь вищої освіти)

на тему «Розробка технологічного процесу виготовлення
кришки»

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи M-110сп

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Технології машинобудування»

Оберемок Є.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Тришин П.Р.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Матюхін А.Ю.

(прізвище та ініціали)

2023

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 С.І. Дядя
« _____ » _____ 20__ року

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

Оберемка Євгена Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технологічного процесу деталі виготовлення кришки

керівник проекту (роботи) Тришин П.Р., канд. техн. наук, _____,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 03.04.2023 року №83

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) робоче креслення деталі;
річна програма випуску N=5000 дет.

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 3D-моделей деталі та заготовок; маршрут виготовлення деталі; графічне зображення етапів підготовки УП для верстатів з ЧПУ; креслення робочого пристосування; графічне зображення результатів розрахунку деталі на міцність

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3,5	Тришин П.Р		
4	Пухальська Г.В.		
Нормоконтроль	Дядя С.І.		

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	15.05.2023	
2	Конструкторська частина	22.05.2023	
3	Розробка планування ділянки	29.05.2023	
4	Оцінка очікуваної економічної ефективності заходів	29.05.2023	
5	Охорона праці	07.06.2023	
6	Захист курсового проекту.		

Студент(ка)

(підпис) _____ Оберемок Є.О
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис) _____ Тришин П.Р
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 91 с., 18 рис., 10 табл., 2 додатків, 10 джерел.

ВЕРСТАТ, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТІВКА, ЕСКІЗ, ІНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ЗУСИЛЛЯ ЗАТИСКУ.

Метою дипломної роботи являється розробка технологічного процесу виготовлення кришки, конструювання робочого та контрольного пристосувань, визначення кількості обладнання та кількості працюючих на ділянці виготовлення деталі, оцінка економічної ефективності прийнятих рішень.

В розробленому проекті передбачені кроки, які направлені на зниження затрат та зменшення часу на виробництво, запропоновано використання прогресивного технологічного обладнання.

Дипломна робота містить у собі основні теоретичні положення, необхідні пояснення, розрахункові формули, ескізи, розрахунки.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	7
Вступ	8
1 Технологічна частина	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	9
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт	10
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки	
з економічним обґрунтуванням	11
1.4 Проектування технологічного маршруту	
виготовлення деталі	15
1.4.1 Вибір технологічних баз	15
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	16
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	24
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	24
1.6 Розрахунок режимів різання	
1.6.1. Розрахунок режимів різання токарної операції з ЧПК 015	33
1.7 Технічне нормування операцій	50
1.7.1 Нормування операції 015 токарна з ЧПК.	50
1.7.2 Нормування операції 055 вертикально-свердлильна.	52
1.7.3 Нормування операції 050 кругло-шліфувальна	52
1.8 Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК	53
2 Конструкторська частина	57
2.1 Проектування робочого пристосування	57
2.1.1 Конструкція і принцип робочого пристосування	57
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення.	

Розрахунок пристосування на точність	59
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу	61
2.2 Проектування контрольного пристосування	62
2.3 Розрахунок на міцність деталі	63
3 Розробка планування ділянки	65
4 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки	69
5 Охорона праці	73
Висновки	75
Перелік джерел посилання	76
Додаток А. Специфікація робочого пристосування	78
Додаток Б. Технологічні карти	80

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ГОСТ – державний стандарт;

ГКМ – горизонтально-кувальна машина;

МВД – маршрут виготовлення деталі;

МОП – маршрут обробки поверхонь;

ППТЯ – послідовність показників точності та якості;

СО – складальна одиниця;

ТО – термічна обробка;

ЧПК – числове програмне керування.

ВСТУП

Метою проектування технологічного процесу по виготовленню деталі кришка є впровадження більш досконалого устаткування, методів техніко-економічного аналізу, пошук шляхів підвищення продуктивності праці і якості виготовленої продукції.

Технологія машинобудування – це наука, що вивчає і встановлює закономірності протікання процесів обробки і параметри, вплив яких найбільше ефективно позначається на інтенсифікації процесів і підвищенні їхньої точності.

Основними задачами технології машинобудування є:

- ефективність використання устаткування за часом протягом робочих змін;
- прискорити проведення технологічного підготування виробництва нових виробів;
- скоротити цикли виготовлення виробів за рахунок створення поточкових і поточно-групових ліній, предметно-замкнутих ділянок, зменшення транспортувань;
- підвищити завантаження й ефективність використання спеціального й унікального устаткування.

Усе це допомагає підвищити техніко-економічну ефективність виробництва, зменшує витрату матеріалу, витрати на інструмент, збільшує кількість і підвищує якість продукції, змінює собівартість, збільшує рівень виробництва і продуктивності процесу.

В даній роботі розглянуті всі вище перераховані задачі, які стоять перед сучасним технологом, а також запропоновані шляхи та методи їх вирішення.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Деталь – кришка (рис.1.1), Маса деталі – 2,096 кг. Габарити $\varnothing 172 \times 23$ мм. Робоче креслення наведено в графічній частині дипломного проекту. Деталь кришка являється ущільнюючим елементом та призначена для встановлення у підшипникових вузлах редукторів. З креслення деталі видно, що зовнішні, внутрішні та торцеві поверхні деталі обробляються з шорсткістю до $Ra\ 1,6\ \mu m$, ці поверхні являються основними при складанні деталі у вузлі. На деталі виконані фаски та закруглення. Поверхонь А має покриття емаль колорін ПУ-2К-750 захисна RAL 6003, V, УХЛ1 ТУ У24.3-32679800-014.2006.

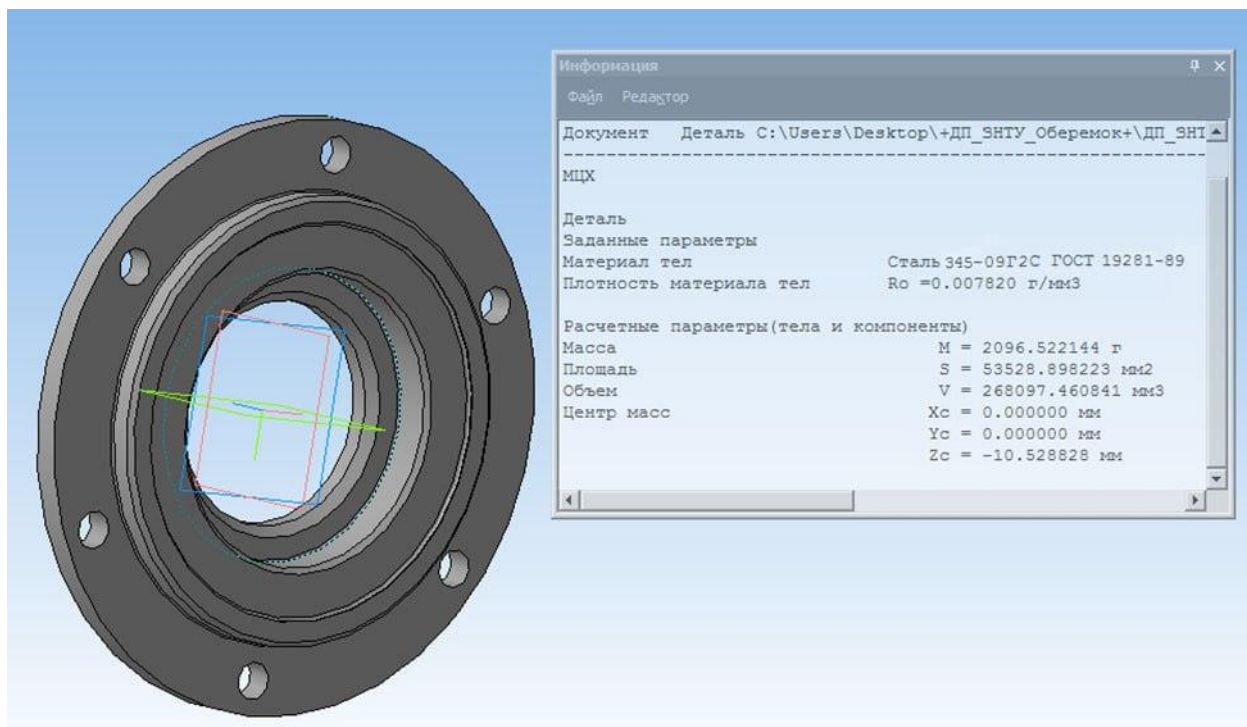


Рисунок 1.1 – Трьохвимірна модель деталі

Деталь кришка виготовляється зі сталі 09Г2С -пластичне відповідно до ГОСТ 19281-89.

Хімічний склад сталі 09Г2С повинен відповідати нормам, які наведені у таблиці 1.1, а механічні властивості в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 09Г2С

Марка сталі	Ступінь розкислення	Масова доля елементів, %						
		Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Нікель	Мідь	Інших елементів
09Г2С	Сп	н,б, 0,12	0,5...0,8	1,3...1,7	н,б, 0,3	н,б, 0,3	н,б, 0,3	Фосфор 0,07...0,012

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С

Клас міцності	Товщина прокату, який поставляється по даному класу міцності, мм не більше	Межа плинності, σ_T , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Тимчасовий опір, σ_B , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Відносне видовження, δ_5 , %	Згин до паралельності сторін (а – товщина, d – діаметр оправки)
345	10	345(35)	480(89)	21	d = 2 · а

Сталь 09Г2С пластична, добре піддається витягуванню, штампуванню в холодному стані.

1.2 Вибір виду виробництва і форми організації робіт

Виробництво можна класифікувати за такими характеристиками, як ширина асортименту продукції, регулярність випуску, стабільність процесів, обсяг виробництва та вага виробів

Форма організації на ділянці вибирається залежно від способу розміщення робочих місць та способу переміщення заготовок, які обробляються. Враховується час, необхідний для виконання кожної операції, або такт випуску.

Виробництво деталей відноситься до категорії крупносерійного типу виробництва, де використовується змінно-поточна форма організації виробництва. Це означає, що деталі виготовляються партіями і проходять обробку за поточним методом на відповідних дільницях.

Об'єм партії заготовок, які запускаються у виробництво, розраховуємо за формулою (1.1) [1, с.6]:

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

де a – періодичність запуску деталі у виробництво [1, с.7];

N – річна програма випуску,

$$n = \frac{5 \cdot 5000}{253} = 99 \text{ шт}$$

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Для вибору способу отримання заготовки пропоную виконати економічне обґрунтування одного з двох способів отримання заготовки, а саме на молотах та горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Ескіз деталі зображений на рис. 1.2.

Припуски на механічну обробку [2, с.12]:

1) $Z_1 = 2,3$ мм – припуск при штампуванні на ГКМ;

2) $Z_2 = 2,4$ мм – припуск при штампуванні на молотах.

Вага заготовки визначається за допомогою тривимірної моделі (див. рис.1.3 та рис. 1.4).

Ескіз моделі заготовки штамповка на молоті показана на рис. 1.3, заготовки на ГКМ на рис. 1.4.

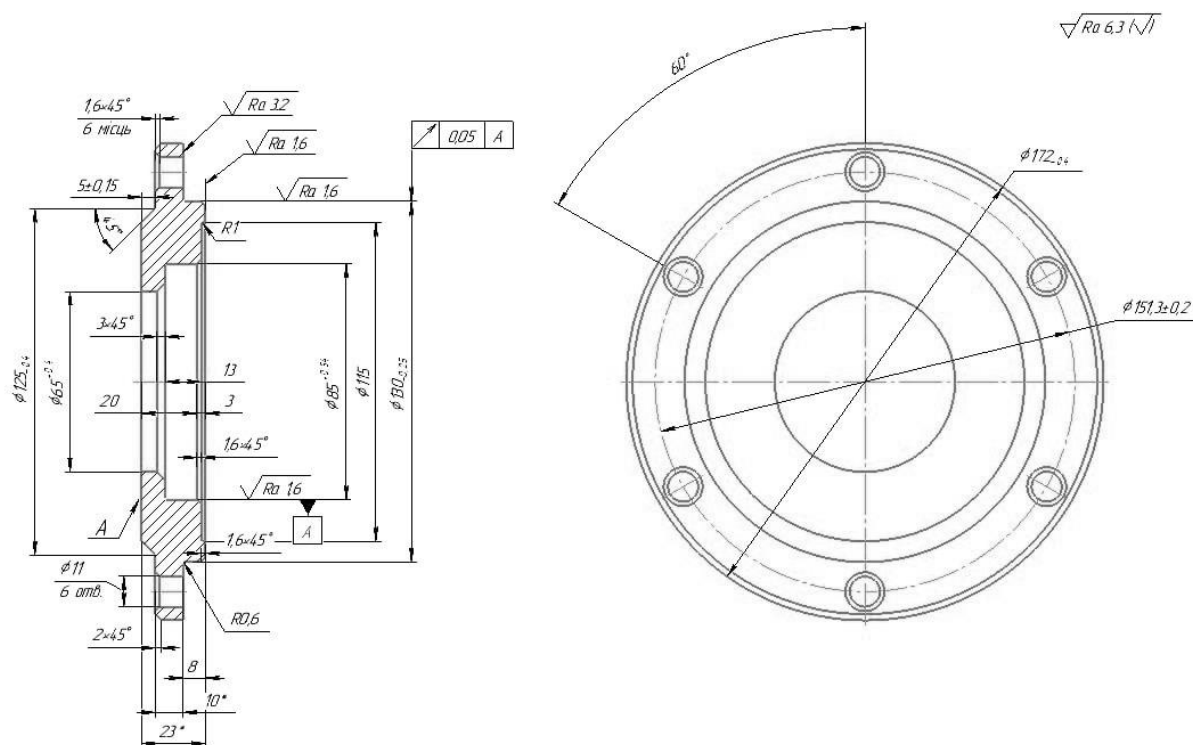


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі

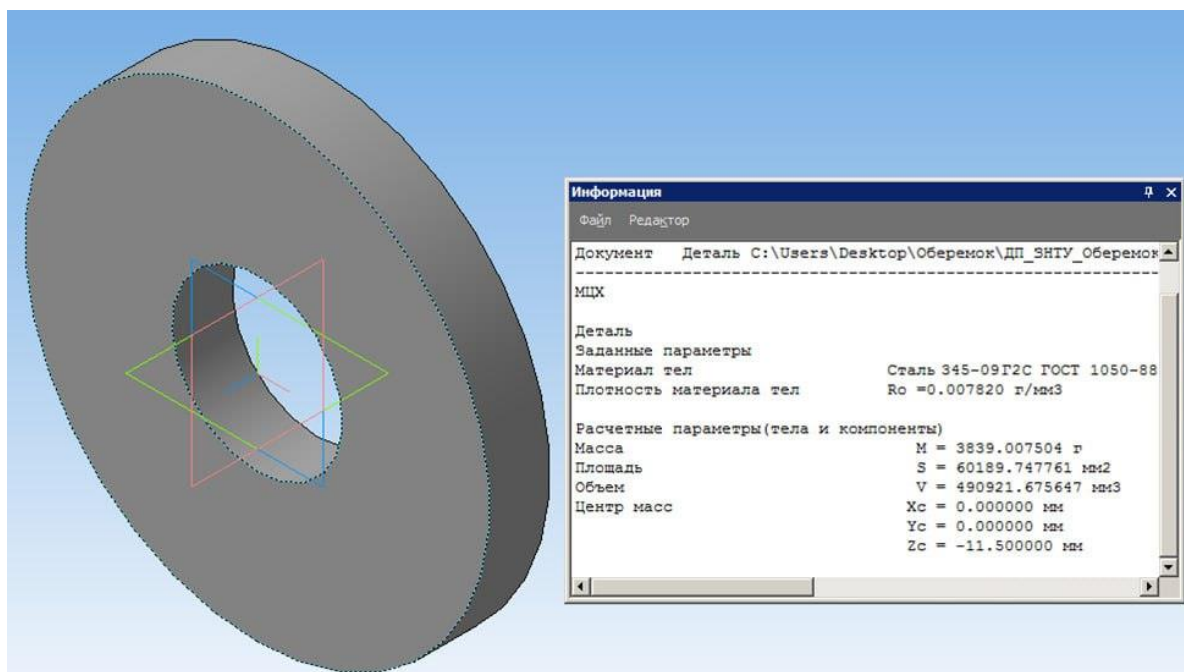


Рисунок 1.3 – Тривимірна модель заготовки штамповка на молоті

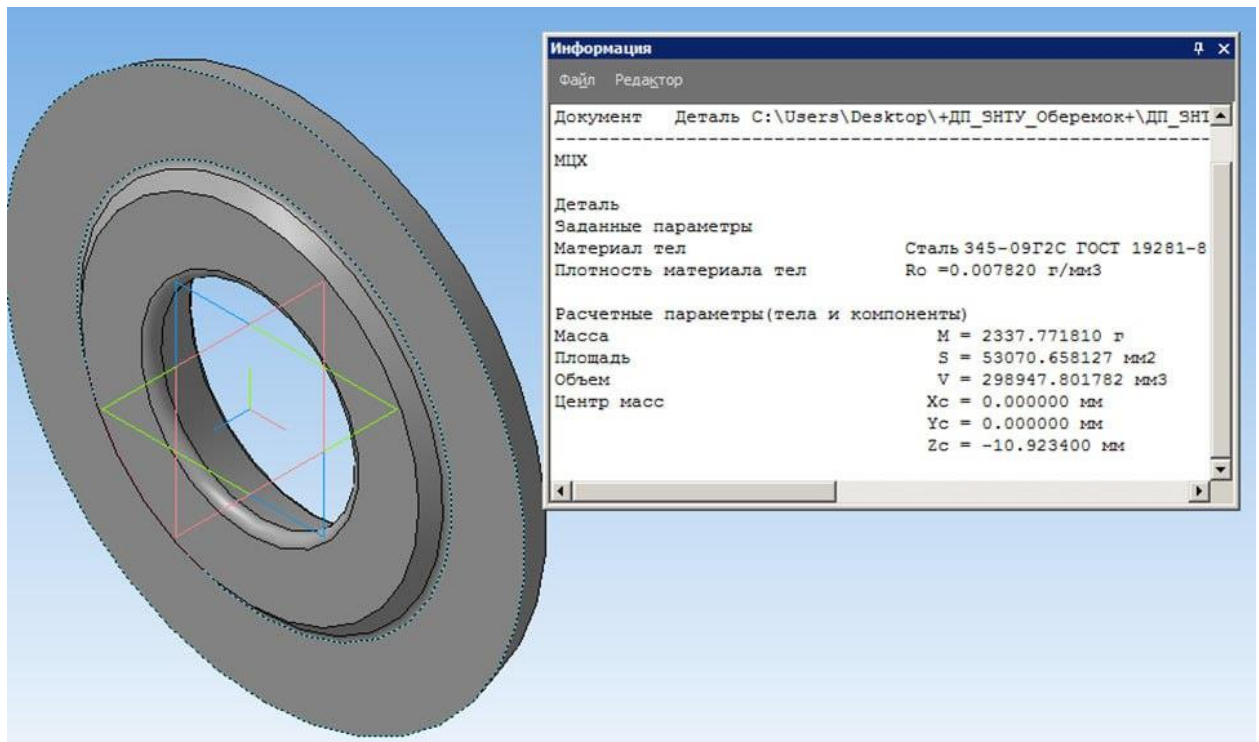


Рисунок 1.4 – Тривимірна модель заготовки штамповка на ГКМ

Вартість однієї заготовки розраховуємо за формулою (1.2) [2, с.5]:

$$B = \frac{B_B}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_n - (Q - q) \cdot \frac{B_{\text{отх}}}{1000}, \quad (1.2)$$

де B_B – базова вартість виготовлення однієї заготовки [2, т.1.4, с.13];

K_T, K_M, K_B, K_3, K_n – коефіцієнти, що враховують відповідно матеріал, клас точності, групу складності, масу заготовки, програму випуску, [2];

$B_{\text{отх}}$ – вартість 1т, стружки, грн, [2, т.1.5, с.13].

$$B_1 = \frac{3500}{1000} \cdot 3,839 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1 - (3,839 - 2,096) \cdot \frac{140}{1000} = 7,2 \text{ грн}$$

$$B_2 = \frac{3150}{1000} \cdot 2,337 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1 - (2,337 - 2,096) \cdot \frac{140}{1000} = 4,68 \text{ грн}$$

$$B_1 > B_2$$

Коефіцієнт використання матеріалу розраховуємо за формулою (1.3) [2, с.6]:

$$\eta = \frac{q}{Q}, \quad (1.3)$$

де q – маса деталі, кг;

Q – маса заготовки, кг.

$$\eta_1 = \frac{2,096}{3,839} = 0,55$$

$$\eta_2 = \frac{2,096}{2,337} = 0,89$$

Отримані дані зводимо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняльні показники за варіантами

Показники	Позначення	Вимірювання	Варіанти	
			Молот	ГКМ
Вага заготовки	Q	кг	2,337	3,839
Припуск на сторону	Z	мм	2,3	2,4
Базова вартість 1т, заготовки	B_B	грн	3500	3150
Коефіцієнти	K_T	—	1,05	1,05
	K_M	—	1,0	1,0
	K_B	—	0,8	0,8
	K_3	—	0,75	0,75
	K_n	—	1	1
Вартість 1т, стружки	$B_{отх}$	грн	140	140
Вартість 1 заготовки	B	грн	7,2	4,68
Коефіцієнт використання заготовки	η	—	0,55	0,89

Визначимо річні витрати на виготовлення заготовок за формулою (1.4) [2, с.6]:

$$E_B = (B_1 - B_2) \cdot N, \quad (1.4)$$

$$E_B = (7,2 - 4,68) \cdot 5000 = 12600 \text{ грн}$$

Визначимо річні витрати на матеріал за формулою (1.5) [3, с.6]:

$$M = \frac{q \cdot (\eta_1 - \eta_2)}{\eta_1 \cdot \eta_2} \cdot N, \quad (1.5)$$

$$M = \frac{2,096 \cdot (0,89 - 0,55)}{0,89 \cdot 0,55} \cdot 5000 = 5780,6 \text{ грн}$$

Виходячи з вищевикладеного, обираємо спосіб отримання заготовки на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Абсолютне річне заощадження від упровадження цього способу [2, с.6]:

$$E_B = 12600 - 5780,6 = 6819,4 \text{ грн}$$

1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі

1.4.1 Вибір технологічних баз

Для чорнових токарних операцій використовуємо базування в трехкулачковому патроні на поверхонь 4 та упор у поверхонь 7.

Для чистових токарних операцій використовуємо базування в трехкулачковому патроні на поверхонь 3 та упор у поверхонь 7.

Для свердлильної операції за базу приймається оброблена поверхонь 4, та упор у тор поверхонь 7.

Для шліфувальних операцій використовуємо попередньо оброблені внутрішню та зовнішню поверхні 4.

Ескіз деталі продемонстровано на рис.1.5.

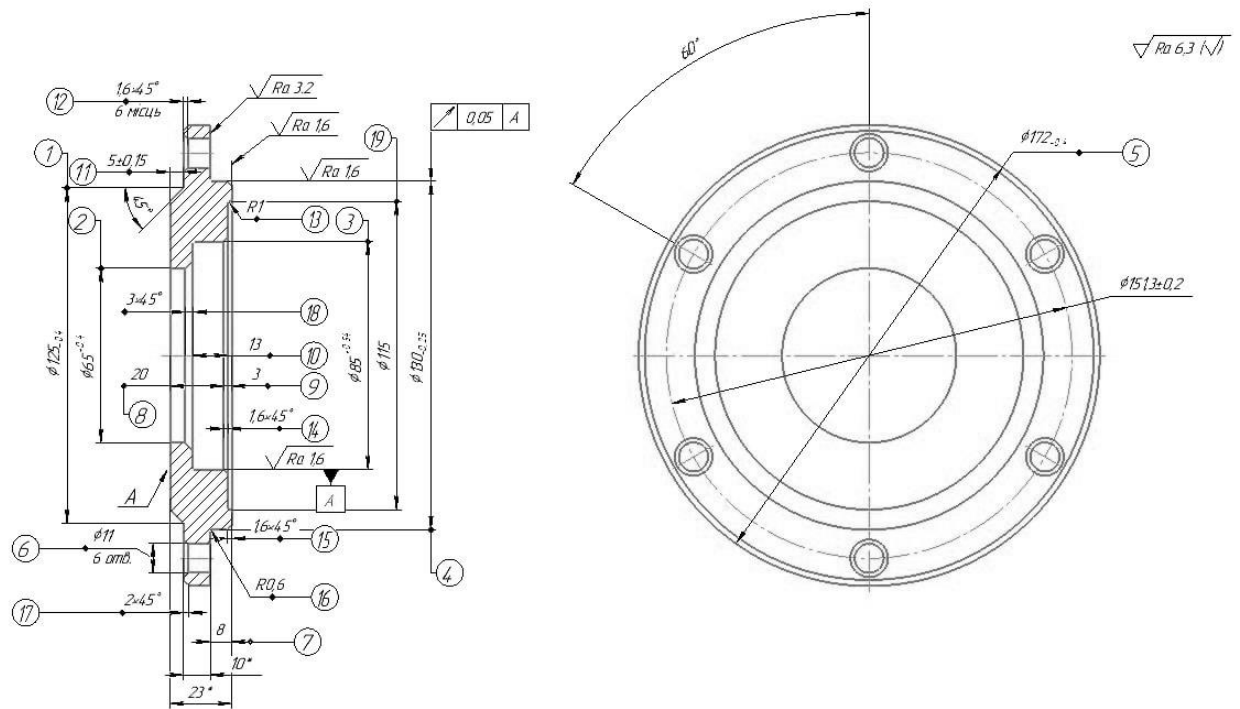


Рисунок 1.5 – Ескіз деталі з технологічною розміткою поверхонь

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

При проектуванні МОП виконуємо технологічну розмітку поверхонь деталі (див. рис. 1.5), використовуючи креслення деталі визначаємо характеристики поверхонь деталей.

Визначаємо МОП поверхні 5 – зовнішня циліндрична поверхонь $\varnothing 172h12(-0,4)$.

По робочому кресленню деталі технічні вимоги на поверхню, що обробляється складають:

- 1) $T_{\text{дд}} = 400$ мкм – допуск розміру деталі [3];
- 2) $T_{\text{Рад}} = 6,3$ мкм – шорсткість поверхні деталі [3].

Допуски на поверхні вихідної заготовки складають: $T_{\text{дз}} = 2500$ мкм (17 квалітет) [3, т.2,5 с.32], $T_{\text{Раз}} = 25$ мкм [3, т.2,5 с.32].

Розраховуємо потрібні уточнення за формулою (1.6) та (1.7):

$$\varepsilon_d = \frac{T_{d3}}{T_{dд}} \quad (1.6)$$

$$\varepsilon_{oRa} = \frac{TR_{a3}}{TR_{aд}} \quad (1.7)$$

$$\varepsilon_d = 2500/400 = 6,25 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{Ra} = 25/6,3 = 3,97 \text{ мкм},$$

Розраховуємо кількість переходів за формулою (1.8) [3]:

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

$$k = 2 \cdot \lg 6,25 = 1,59$$

Приймаємо $k = 2$ переходи.

Визначаємо різницю показників якості та розподіляємо її між переходами за законом прогресивного зменшення [3]:

$$IT_{17} \rightarrow T/O \rightarrow h_{14} \rightarrow h_{12}$$

$$17 - 12 = 5 \rightarrow 3 + 2$$

$$Ra_{25} \rightarrow T/O \rightarrow Ra_{12,5} \rightarrow Ra_{6,3}$$

МОП: заготовка, точіння чорнове, точіння чистове.

Перший перехід – точіння чорнове, що забезпечує:

$$1) T_{d1} = 1000 \text{ мкм (14 квалітет)};$$

$$2) T_{Ra1} = 12,5 \text{ мкм}.$$

Розраховуємо потрібні уточнення:

$$\varepsilon_{d1} = 2500/1000 = 2,5 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{Ra1} = 25/12,5 = 2 \text{ мкм}$$

Другий перехід – точіння чистове, що забезпечує:

$$1) T_{d2} = 400 \text{ мкм (12 квалітет);}$$

$$2) T_{Ra2} = 6,3 \text{ мкм}$$

Розраховуємо потрібні уточнення:

$$\varepsilon_{d2} = 1000/400 = 2,5 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{Ra2} = 12,5/6,3 = 1,98 \text{ мкм;}$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_d = 2,5 \cdot 2,5 = 6,25 \text{ мкм}$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra} = 2 \cdot 1,98 = 3,96 \text{ мкм,}$$

Отримані дані зведені до таблиці 1.4.

Визначаємо МОП поверхні 4 – зовнішня циліндрична поверхонь $\varnothing 130h9_{(-0,25)}$.

По робочому кресленню деталі технічні вимоги на поверхню, що обробляється складають:

$$T_{dd} = 250 \text{ мкм – допуск розміру деталі;}$$

$$T_{Rad} = 1,6 \text{ мкм – шорсткість поверхні деталі.}$$

Допуски на поверхні вихідної заготовки складають: $T_{d3} = 2200 \text{ мкм}$ (17 квалітет), $T_{Ra3} = 25 \text{ мкм}$ [2, т.2.5, с.32],

Розраховуємо потрібні уточнення:

$$\varepsilon_d = 2200/100 = 22 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{Ra} = 25/1,6 = 15,625 \text{ мкм,}$$

Розраховуємо кількість переходів:

$$k = 2 \cdot \lg 22 = 2,68$$

Приймаємо $k = 3$ переходи,

Визначаємо різницю показників якості та розподіляємо її між переходами за законом прогресивного зменшення:

$$IT17 \rightarrow T/O \rightarrow h14 \rightarrow h11 \rightarrow T/O \rightarrow h9$$

$$17 - 9 = 8 \rightarrow 3 + 3 + 2$$

$$Ra25 \rightarrow T/O \rightarrow Ra6,3 \rightarrow Ra3,2 \rightarrow T/O \rightarrow Ra1,6$$

МОП: заготовка, точіння чорнове, точіння чистове, шліфування.

Перший перехід – точіння чорнове, що забезпечує:

$$1) T_{d1} = 1000 \text{ мкм (14 квалітет);}$$

$$2) T_{Ra1} = 6,3 \text{ мкм,}$$

Розраховуємо потрібні уточнення:

$$\varepsilon_{d1} = 2500/1000 = 2,5 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{Ra1} = 25/6,3 = 3,97 \text{ мкм}$$

Другий перехід – точіння чистове, що забезпечує:

$$1) T_{d2} = 250 \text{ мкм (11 квалітет);}$$

$$2) T_{Ra2} = 3,2 \text{ мкм}$$

Розраховуємо потрібні уточнення:

$$\varepsilon_{d2} = 1000/250 = 4 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_{Ra2} = 6,3/3,2 = 1,97 \text{ мкм;}$$

$$\prod_{j=1}^3 \varepsilon_d = 2,5 \cdot 4 = 10 \text{ мкм};$$

$$\prod_{j=1}^3 \varepsilon_{Ra} = 2 \cdot 1,97 = 3,94 \text{ мкм},$$

Третій перехід – шліфування, що забезпечує:

1) $T_{d3} = 100 \text{ мкм}$ (9 квалітет);

2) $T_{Ra3} = 1,6 \text{ мкм}$

Розраховуємо потрібні уточнення:

$$\varepsilon_{d2} = 250/100 = 2,5 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{Ra2} = 3,2/1,6 = 2 \text{ мкм};$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_d = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ мкм};$$

$$\prod_{j=1}^3 \varepsilon_{Ra} = 3,94 \cdot 2 = 7,88 \text{ мкм}$$

Отримані дані зведені до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – План обробки поверхонь

Характер поверхні	Показники	Уточнення	Кількість проходів		Різниця показників ППТЯ	МОП		Параметр по переходам		Уточнення	
			Розрахун- кова	Прийняте		i	Метод обробки	Допуск розміру	Шорсткість	Розміру	Шорсткості
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зовнішня циліндрична поверхонь 5 Ø172h12 _(-0,4) Ra 6,3	Td	6,25	1,59	2	IT17→ T/O →h14→h12 Ra25→ T/O → Ra12,5→ Ra6,3	1.	Заготовка – штамповка	2500	25	–	–
	Ra	3,97				2.	Термічна обробка	–	–	–	–
						3.	Точіння чорнове	1000	12,5	2,5	2
						4.	Точіння чистове	400	6,3	2,5	1,98
Зовнішня циліндрична поверхонь 4 Ø130h9 _(-0,25) Ra 1,6	Td	22	2,68	3	IT17→ T/O →h14→h12→h9 Ra25→ T/O →Ra12,5→Ra6,3→ Ra1,6	1.	Заготовка – штамповка	2200	25	–	–
	Ra	15,6				2.	Термічна обробка	–	–	–	–
						3.	Точіння чорнове	1000	12,5	2,5	3,97
						4.	Точіння чистове	250	6,3	4	1,97
						5.	Шліфування	100	1,6	2,5	2

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зовнішня циліндрична поверхонь 1 Ø125h12 _(-0,4) Ra 6,3	Td Ra	6,25 3,96	1,59	2	IT17→ T/O →h14→h12 Ra25→ T/O →Ra12,5→ Ra6,3	1. 2. 3. 4.	Заготовка – штамповка Термічна обробка Точіння чорнове Точіння чистове	2200 – 1000 400	25 – 12,5 6,3	– – 2,2 2,5	– – 2 1,98
Внутрішня циліндрична поверхонь 2 Ø65 H12 ^(+0,4) Ra 6,3	Td Ra	6,25 3,96	1,59	2	IT17→ T/O →H14→H12 Ra25→ T/O →Ra12,5→ Ra6,3	1. 2. 3. 4.	Заготовка – штамповка Термічна обробка Точіння чорнове Точіння чистове	2000 – 740 400	25 – 12,5 6,3	– – 2,7 1,85	– – 2 1,98
Внутрішня циліндрична поверхонь 4 Ø85H9 ^(+0,087) Ra 1,6	Td Ra	22 15,6	2,8	3	IT17→ T/O →H14→ H12 →H9 Ra25→ T/O →Ra6,3→Ra3,2 →Ra1,6	1. 2. 3. 4. 5.	Заготовка – штамповка Термічна обробка Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	2200 – 1000 250 87	25 – 6,3 3,2 1,6	– – 2,2 4 2,87	– – 2 1,98 3,93

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Довжина поверхонь 7 8js10(±0,029) Ra 1,6	Td	10,7	2	2	IT17→ T/O →	1.	Заготовка – штамповка	1600	25	–	–
	Ra	3,96			JS14→JS12	2.	Термічна обробка	-	-	-	-
					→JS10	3.	Точіння чорнове	430	6,3	3,72	2
					Ra25→ T/O → Ra6,3→	4.	Точіння чистове	150	3,2	2,87	1,98
					Ra3,2 → Ra1,6	5	Шліфування	-100	-1,6	-1,5	3,93

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

Розробка етапів маршруту виготовлення деталі кришка розділена на такі етапи:

I етап – отримання заготовки.

Штамповка ГKM.

II етап – Термічна обробка.

III етап – токарна чорнова обробка поверхонь.

Обробка технологічних баз, зовнішніх поверхонь, внутрішніх поверхонь.

IV етап – токарна чистова обробка поверхонь.

V етап – шліфування поверхонь.

VI етап – слюсарна обробка.

VII етап – промивка, контроль.

VIII етап – фарбування.

МВД представлено на плакаті НУЗП 715003.015

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Розраховуємо припуск аналітично на розмір $8 \text{ js}10_{(\pm 0.029)}$ – довжинний розмір.

Маршрут обробки:

- 1) Заготовка – штамповка ($T_{\text{Дзаг}} = 1600 \text{ мкм}$);
- 2) Точіння чорнове ($T_{\text{Д}}' = 430 \text{ мкм}$);
- 3) Точіння чорнове ($T_{\text{Д}}'' = 150 \text{ мкм}$);
- 4) Шліфування ($T_{\text{Д}}''' = 100 \text{ мкм}$).

Вибираємо величини, які характеризують якість поверхонь, [4, т.12, с.186]:

- 1) $Rz' = 240$ мкм, $h' = 200$ мкм;
- 2) $Rz'' = 100$ мкм, $h'' = 100$ мкм;
- 3) $Rz''' = 50$ мкм, $h''' = 50$ мкм,

Розраховуємо залишкові просторові відхилення за формулою (1.9):

$$\Delta_{\text{заг}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + \Delta_{\text{см}}^2}, \quad (1.9)$$

де Δ_k – кривизна заготовки (поковка), $\Delta_k = 1,5$ [4, т.16, с.186];

$\Delta_{\text{см}}$ – відхилення від співвісності $\Delta_{\text{см}} = 300$ мкм [4, т.18 с.187];.

$$\Delta_{\text{заг}} = \sqrt{(1,5 \cdot 8)^2 + 300^2} = 302 \text{ мкм}$$

Для інших операцій $\Delta_{\text{інш}} = k_y \Delta_{\text{заг}}$:

$$\Delta_i = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}}$$

де k_y – коефіцієнт уточнення

$\Delta_{\text{заг}}$ – коефіцієнт зносу

$$1) \Delta' = 0,06$$

$$2) \Delta'' = 0,05$$

$$3) \Delta''' = 0,04 \cdot$$

$$\Delta_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 302 = 18,1 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\text{заг}} = 0,05 \cdot 302 = 15,1 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 302 = 12,1 \text{ мкм};$$

Розраховуємо похибку встановлення за формулою (1.10) [4, с.45]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (1.10)$$

де $\varepsilon_y' = 100$ мкм; $\varepsilon_y'' = 70$ мкм; $\varepsilon_y''' = 50$ мкм.

Визначаємо величину мінімального припуску по переходам за формулою (1.11):

$$Z'_{\min} = \left[(R + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i'^2} \right] \quad (1.11)$$

$$Z'_{\min} = \left[(240 + 200) + \sqrt{302^2 + 100^2} \right] = 758,1 \text{ мкм}$$

$$Z''_{\min} = \left[(100 + 100) + \sqrt{18,1^2 + 100^2} \right] = 301,6 \text{ мкм}$$

$$Z'''_{\min} = \left[(50 + 50) + \sqrt{15,1^2 + 70^2} \right] = 171,6 \text{ мкм}$$

Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам і кінцеві розміри заготовки за формулами (1.12) і (1.13):

$$L_{\min i-1} = L_{\min i} + Z_{\min i}; \quad (1.12)$$

$$L_{\max i-1} = L_{\min i-1} + T_{D i-1} \quad (1.13)$$

$$L'''_{\max} = 8 \text{ мм}$$

$$L'''_{\min} = L'''_{\max} - TL''' = 8 - 0,1 = 7,9 \text{ мм}$$

$$L''_{\min} = L'''_{\max} + Z'''_{\min} = 7,9 + 0,1716 = 8,0716 \text{ мм}$$

$$L''_{\max} = L''_{\min} + TL'' = 8,0716 + 0,15 = 8,2216 \text{ мм}$$

$$L'_{\min} = L''_{\min} + Z''_{\min} = 8,0716 + 0,3016 = 8,3732 \text{ мм}$$

$$L'_{\max} = L'_{\min} + TL' = 8,3732 + 0,43 = 8,8032 \text{ мм}$$

$$L^{3a2}_{\min} = L'_{\min} + Z'_{\min} = 8,3732 + 0,7581 = 9,1313 \text{ мм}$$

$$L^{3a2}_{\max} = L^{3a2}_{\min} + TL^{3a2} = 9,1313 + 1,6 = 10,7313 \text{ мм}$$

Номінальний розмір заготовки $L_{ном} = L_{max}^{заг} - es = 10,7313 - 1,1 = 9,6313 \text{ мм}$.

Визначаємо одержані граничні припуски:

$$Z_{\max i-1} = L_{\max i} - L_{\min i-1};$$

$$Z_{\min i-1} = L_{\min i} - L_{\max i-1}$$

$$Z'_{\min} = L_{\min}^{заг} - L'_{\min} = 9,1313 - 8,3732 = 0,7581 \text{ мм}$$

$$Z''_{\min} = L'_{\min} - L''_{\min} = 8,3732 - 8,0716 = 0,3016 \text{ мм}$$

$$Z'''_{\min} = L''_{\min} - L'''_{\min} = 8,0716 - 7,9 = 0,1716 \text{ мм}$$

$$Z'_{\max} = L_{\max}^{заг} - L'_{\max} = 10,7313 - 8,8032 = 1,9281 \text{ мм}$$

$$Z''_{\max} = L'_{\max} - L''_{\max} = 8,8032 - 8,2216 = 0,5816 \text{ мм}$$

$$Z'''_{\max} = L''_{\max} - L'''_{\max} = 8,2216 - 8 = 0,2216 \text{ мм}$$

Знаходимо одержаний загальний припуск:

$$Z_{заг\max} = \Sigma Z_{\max} = 2731,3 \text{ мкм};$$

$$Z_{заг\min} = \Sigma Z_{\min} = 1231,3 \text{ мкм},$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунків за формулою (1.14):

$$T_{(D,l) \text{ заг}} - T_{(D,l) \text{ дет}} = Z_{заг\max} - Z_{заг\min} \quad (1.14)$$

$$T_{D \text{ заг}} - T_{D \text{ дет}} = 1600 - 100 = 1500 \text{ мкм};$$

$$Z_{заг\max} - Z_{заг\min} = 2731,3 - 1231,3 = 1500 \text{ мкм},$$

Таким чином, розрахунки виконані вірно, отримані данні заносимо у таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Розрахунок припусків аналітично на розмір 8js10($\pm 0,029$)

i	Найменування технологічних переходів	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий		Допуск T_d , мм	Граничні значення розмірів		Граничні значення припусків		Технологічний виконавчий розмір d , мм
		Rz	h	Δ	ε	Припуск Z_i^{min} мм	Размер d_i , мм		d_i^{max} , мм	d_i^{min} , мм	Z_i^{max} , мм	Z_i^{min} , мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Заготовка – штамповка	–	–	302		–	10,7313	1600	10,7313	9,1313	–	–	$9,63^{+1,1}_{-0,5}$
2	Термічна обробка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Точіння чорнове – припуск односторонній	240	200	18,1	100	758,1	8,8032	430	8,8032	8,3732	1928,1	758,1	$8,803_{-0,43}$
4	Точіння чорнове – припуск односторонній	100	100	15,1	70	301,6	8,2216	150	8,2216	8,0716	581,6	301,6	$8,222_{-0,15}$
5	Шліфування – припуск односторонній	50	50	12,1	50	171,6	8	100	8	7,9	221,6	171,6	$8_{-0,029}$

Розрахуємо припуск по нормативам на розмір $\varnothing 172h12_{(-0,4)}$ – зовнішня циліндрична поверхонь,

Маршрут обробки:

- 1) Заготовка – штамповка ($T_{\text{Дзаг}} = 2500$ мкм);
- 2) Т/О
- 3) Точіння чорнове ($T_{\text{Д}}' = 1000$ мкм);
- 4) Точіння чорнове ($T_{\text{Д}}'' = 400$ мкм),

Розраховуємо граничні відхилення:

$$\begin{aligned} es &= + (2/3) \cdot T_d, \quad ei = - (1/3) \cdot T_d \\ es &= + (2/3) \cdot 2500 = 1700 \text{ мкм}; \\ ei &= - (1/3) \cdot 2500 = 800 \text{ мкм} \end{aligned}$$

Розраховуємо номінальний припуск за формулою (1.15)[3]:

$$\begin{aligned} Z_i^H &= Z_i^{\text{min}} + T_{di-1} & (1.15) \\ Z_1^H &= 2,6 + 0,8 = 3,4 \text{ мм} \\ Z_2^H &= 0,9 + 1 = 1,9 \text{ мм} \end{aligned}$$

Розраховуємо номінальні значення розмірів за формулами (1.16) та (1.17) [3]:

$$d_i^H = d_{i-1}^H + T_{di-1} \quad (1.16)$$

$$d_2^H = 172 \text{ мм} \quad (1.17)$$

$$d_1^H = 172 + 0,9 + 1 = 173,9 \text{ мм}$$

$$d_{\text{заг}}^H = 173,9 + 2,6 + 0,8 = 177,3 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальне значення операційний припусків за формулою (1.18) [3]:

$$Z_i^{\max} = Z_i^H + T_{di} \quad (1.18)$$

$$Z_1^{\max} = 2,5 + 2,6 + 1 = 6,1 \text{ мм}$$

$$Z_2^{\max} = 1 + 0,9 + 0,4 = 2,3 \text{ мм}$$

Перевірка вірності виконання розрахунків [3]:

$$6,1 - 2,6 = 3,5 = 2,5 + 1 = 3,5 \text{ мм};$$

$$2,3 - 0,9 = 1,4 = 1 + 0,4 = 1,4 \text{ мм},$$

Перевірка підтвердила правильність розрахунків.

Отримані дані зведені до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Результати розрахунків припусків по нормативам

План обробки	Граничні відхилення, мкм		Допуск на обробку, мкм	Припуск номінальний Z_i^H , мкм	Номінальний розмір d_i^H , мм	Виконавчий розмір, мкм	Граничний припуск, мкм	
	es	ei					max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ø172h12(-0,4)								
Заготовка – штамповка	+1700	-800	2500	–	177,3	Ø175,6 ^{+1,7} _{-0,8}	–	–
Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
Точіння чорнове	–	-1000	1000	3400	173,9	Ø173,9 ₋₁	6100	2600
Точіння чистове	–	-400	400	1900	172	Ø172 _{-0,4}	2300	900
Ø125h12(-0,4)								
Заготовка – штамповка	+1300	-700	2000	–	129,54	Ø128,24 ^{+1,3} _{-0,7}	–	–
Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
Точіння чорнове	–	-740	740	3000	126,54	126,54 _{-0,74}	5040	2300
Точіння чистове	–	-400	400	1540	125	125 _{-0,4}	1940	800

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\emptyset 130\text{H}9_{(-0,25)}$								
Заготовка – штамповка	+1500	-700	2200	–	134,59	$\emptyset 133,1^{+1,5}_{-0,7}$	–	–
Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
Точіння чорнове	–	-740	1000	3300	131,55	$\emptyset 131,55_{-0,74}$	5240	2300
Точіння чистове	–	-400	250	1050	130,35	$\emptyset 130,35_{-0,25}$	1940	800
Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
Шліфування	–		100	200	130	$\emptyset 130_{-0,25}$	450	100
$\emptyset 65\text{H}14^{(+0,4)}$								
Заготовка – штамповка	+700	–1300	2000	–	60,26	$\emptyset 60,96^{+0,7}_{-1,3}$	–	–
Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
Точіння чорнове	+740	–	740	3600	63,86	$\emptyset 63,86^{+0,74}$	5040	2300
Точіння чистове	+400	–	400	1540	65,4	$\emptyset 65^{+0,4}$	1940	800
$\emptyset 85\text{H}9^{(+0,087)}$								
Заготовка – штамповка	+700	–1500	2200	–	79,137	$\emptyset 79,84^{+0,7}_{-1,5}$	–	–
Т/О	-	-	-	-	-	-	-	-
Точіння чорнове	+1000	–	1000	3800	82,937	$\emptyset 82,937^{+1}$	5500	2300
Точіння чистове	+250	–	250	1800	84,737	$\emptyset 84,737^{+0,25}$	2050	800
Шліфування	+87	–	87	350	85,087	$\emptyset 85^{+0,087}$	437	100

1.6 Розрахунок режимів різання

1.6.1 Розрахунок режимів різання токарної операції з ЧПК 015 (аналітично)

Ескіз операції зображений на рисунку 1.6.

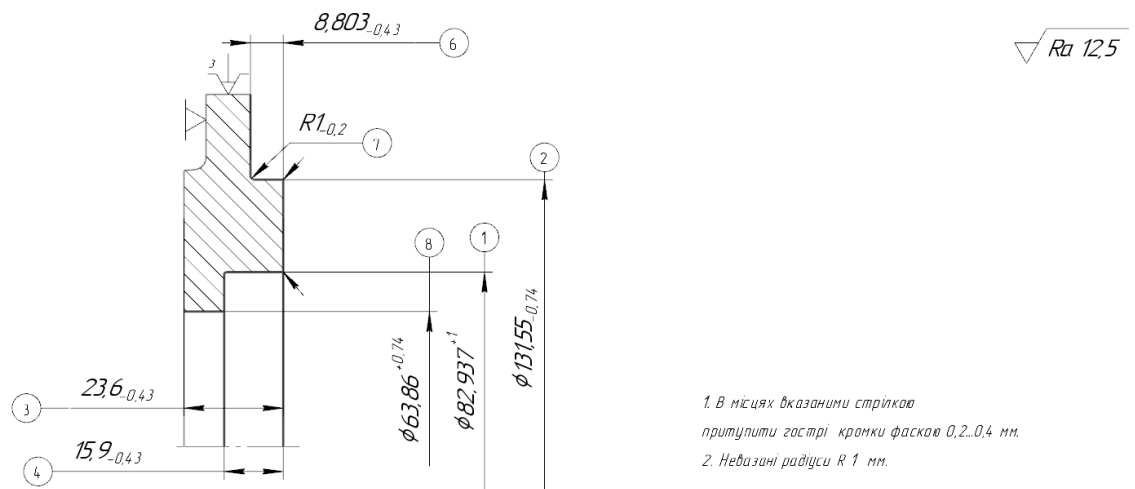


Рисунок 1.6 – Ескіз оброблюваної деталі, операція 015

Вибір технологічного оснащення.

Обробка ведеться на токарному верстаті з ЧПК моделі GA-3300

Перехід 01 – точити по програмі, витримуючи розміри 2, 6, 7,

Вибір ріжучого інструменту.

Різець 2103-0072 T15K6 ГОСТ 18879-73.

Визначаємо глибину різання за формулою (1.19)[8, с.265]:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{175,6 - 173,9}{2} = 1,55 \text{ мм} \quad (1.19)$$

Вибір подачі: $S_o = 0,6-1,2$ об/хв, приймаємо 0,8 об/хв [8, с.240];

Для безступінчастого регулювання подачі не потрібно коригування за паспортними даними верстату.

Призначення періоду стійкості: $T = 60$ хв.

Визначаємо швидкість різання: швидкість різання, що допускається властивостями інструменту, визначається розрахунковим шляхом в м/хв. за формулою (1.20) [8, с.240]

$$V_{\text{розр}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \quad (1.20)$$

де C_V емпіричний коефіцієнт ;

m, x, y – показники ступеня при обробці конструкційної сталі

$C_V = 340, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$.

K_V – поправочний коефіцієнт, розраховується по формулі (1.21):

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{Rv} \quad (1.21)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу на швидкість різання, $K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$;

K_Γ – коефіцієнт, що характеризує групу сталі по обробляємості, ; $K_\Gamma = 1$

n_v – показник степені, . $n_v = 1,75$, за формулою (1.22) [10, т.35 с. 242];

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{800}\right)^{1,75} = 0,893 \quad (1.22)$$

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання., $K_{nv} = 0,85$ [9, т.35 с. 242];

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує, як інструментальний матеріал впливає на швидкість різання., $K_{uv} = 1$ [9, т.35 с. 242];

$K_{\varphi v}$ – коефіцієнт, який враховує вплив характеристик різця на швидкість різання., $K_{\varphi v} 1,2 = 30$ [9, т.35 с. 242];

$K_{\phi 1v}$ – коефіцієнт, враховує, як параметри різця впливають на швидкість різання., $K_{\phi 1v} = 0,97$ [9, т.35 с. 242];

K_{Rv} – коефіцієнт, який враховує вплив характеристик різця на швидкість процесу різання., $K_{Rv} = 1$; [9, т.35 с. 243];

$$V_{\text{розр}} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,55^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,893 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 156,4 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою (1.23) [8, с.280]:

$$n_{\text{розр}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{розр}}}{\pi \cdot D}, \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (1.23)$$

$$n_{\text{розр}} = \frac{1000 \cdot 156,4}{3,14 \cdot 175,15} = 284 \text{ об/хв}$$

Коректуємо отримані дані за паспортом верстата: $n_{\text{ВЕРС}} = 280 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$

Визначення дійсної швидкості різання по формулі (1.24):

$$V_{\text{дійс}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ВЕРС}}}{1000}, \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (1.24)$$

$$V_{\text{дійс}} = \frac{3,14 \cdot 175,15 \cdot 280}{1000} = 154 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Розраховуємо тангенціальну складову сили різання за формулою (1.25) [8, с.271]:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_M \cdot K_\gamma \cdot K_\lambda \cdot K_\phi \cdot K_r \quad (1.25)$$

де C_p, n, x, y – показники ступеня в формулах сили різання при точінні, [2], $C_p = 300, n = 0,15, x = 1,0, y = 0,75$;

K_M – коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності, [8];

n – показник ступеня, $n = 0,75$ визначаємо по формулі (1.26) [8]:

$$K_M = \left(\frac{800}{750}\right)^{0,75} = 1,05 \quad (1.26)$$

K_γ – поправочний коефіцієнт, переднього кута $K_\gamma = 1,0$; [8, т.23 с.275];

K_λ – поправочний коефіцієнт, куту нахилу головного леза $K_\lambda = 1,0$ [8, т.23 с.275];

K_φ – поправочний коефіцієнт, головного кута в плані $K_\varphi = 1,08$. [8, т.23 с.275];

K_r – поправочний коефіцієнт, радіуса при вершині, $K_r = 0,93$ мм [8, т.23 с.275].

$$\begin{aligned} P_Z &= 10 \cdot 300 \cdot 1,55^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 154^{0,15} \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,08 \cdot 0,93 \\ &= 927 \text{ Н} \end{aligned}$$

Визначаємо ефективну потужність по формулі (1.27) [8, с.271]:

$$\begin{aligned} N_E &= \frac{P_Z \cdot V_{\text{дійс}}}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \\ N_E &= \frac{927 \cdot 154}{1020 \cdot 60} = 2,33 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (1.27)$$

Перевіряємо достатність потужності приводу верстату [8, с.271]:

$$N_{\text{дв}} = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ кВт},$$

$$N < N_{\text{дв}}; \quad 2,33 \text{ кВт} < 5,6 \text{ кВт} - \text{умова виконана.}$$

Визначаємо операційний час за формулою (1.28):

$$t_{01} = \frac{l + l_1 + l_2}{n_{\text{ВЕРС}} \cdot S} \cdot i \quad (1.28)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні; $l = 67,5$ мм

l_1 – величина урізування; $l_1 = \frac{t}{\tan \varphi}$

l_2 – величина перебігу; $l_2 = 2$ мм

i – кількість проходів.

$$l_1 = \frac{t}{\tan \varphi} = \frac{1,55}{\tan 30} = 2,6 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{67,5 + 2,6 + 2}{280 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,322 \text{ хв}$$

Перехід 02 – точити по програмі, витримуючи розміри 1, 3 4, 8, 2.

Вибір ріжучого інструменту.

Різець 2141-0005 ВК8 ГОСТ 18883-73.

Визначення глибини різання по формулі (1.29):

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{82,937 - 79,84}{2} = 1,55 \text{ мм} \quad (1.29)$$

Вибір подачі: $S_0 = 0,6-1,2$ об/хв, приймаємо 0,8 об/хв [8].

Коригування подачі за паспортом верстату: безступеневе регулювання подачі, корегування за паспортними даними верстату не потребує.

Призначення періоду стійкості: $T = 60$ хв,

Визначення допустимої швидкості різання, яка враховує властивості інструменту, здійснюється шляхом обчислення за відповідною формулою (1.30):

$$V_{\text{розр}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \quad (1.30)$$

де C_V емпіричний коефіцієнт [8, т.23 с.275];

m, x, y – показники ступеня при обробці конструкційної сталі [8], $C_V = 340, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$.

K_V – поправочний коефіцієнт, розраховується по формулі (1.31):

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{Rv} \quad (1.31)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу на швидкість різання, $K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$ [9, т.23 с.275];

K_Γ – коефіцієнт, який характеризує групу сталі по обробляємості, $K_\Gamma = 1$, [9];

n_v – показник степені, $n_v = 1,75$ [9, т.23 с.275];

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{nv} = 0,85$ [9, т.23 с.275];

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, $K_{uv} = 1$ (для Т15К6) [9, т.23 с.275];

$K_{\varphi v}$ – коефіцієнт, який враховує вплив параметрів різця на швидкість різання, $K_{\varphi v} = 1,2$ [9, т.23 с.275];

$K_{\varphi 1v}$ – коефіцієнт, який враховує вплив параметрів різця на швидкість різання, $K_{\varphi 1v} = 0,97$ [9, т.23 с.275];

K_{Rv} – коефіцієнт, який враховує вплив параметрів різця на швидкість різання, $K_{Rv} = 1$ [9, т.23 с.275];

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{800}\right)^{1,75} = 0,893$$

$$V_{\text{розр}} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,55^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,893 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 147,6 \text{ м/хв}$$

Визначення частоти обертання шпинделю по формулі (1,5):

$$n_{\text{розр}} = \frac{1000 \cdot 147,6}{3,14 \cdot 83,9} = 560 \text{ об/хв}$$

Коректуємо отримані дані за паспортом верстата: $n_{\text{ВЕРС}} = 550 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$

Визначення дійсної швидкості різання по формулі (1.6):

$$V_{\text{дійс}} = \frac{3,14 \cdot 83,9 \cdot 550}{1000} = 145 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Тангенціальна складова сили різання визначається по формулі (1.32):

$$\begin{aligned} P_Z &= 10 \cdot 300 \cdot 0,95^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 145^{0,15} \cdot 1,05 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,08 \cdot 0,93 \\ &= 631,9 \text{ Н} \end{aligned} \quad (1.32)$$

Ефективна потужність визначається за формулою (1.33):

$$N_E = \frac{631,9 \cdot 145}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт} \quad (1.32)$$

Перевіряємо достатність потужності приводу верстату:

$$N < N_{\text{дв}}; \quad 1,5 \text{ кВт} < 5,6 \text{ кВт} - \text{умова виконана.}$$

Визначення операційного часу по формулі (1.33):

$$l_1 = \frac{t}{\tan \varphi} = \frac{0,95}{\tan 30} = 1,64 \text{ мм приймаємо } 2 \text{ мм} \quad (1.33)$$

$$t_{02} = \frac{27 + 2 + 2}{550 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,071 \text{ хв}$$

Загальний час на операцію визначається по формулі (1.34):

$$t_0 = t_{01} + t_{02} = 0,322 + 0,071 = 0,393 \text{ хв} \quad (1.34)$$

1.6.2 Розрахунок режимів різання свердлильної операції 055 (по нормативам)

Ескіз операції зображений на рис. 1.7.

Вибір технологічного оснащення,

Обробка ведеться на вертикально-свердлильному моделі з ЧПК 2P135Ф2.

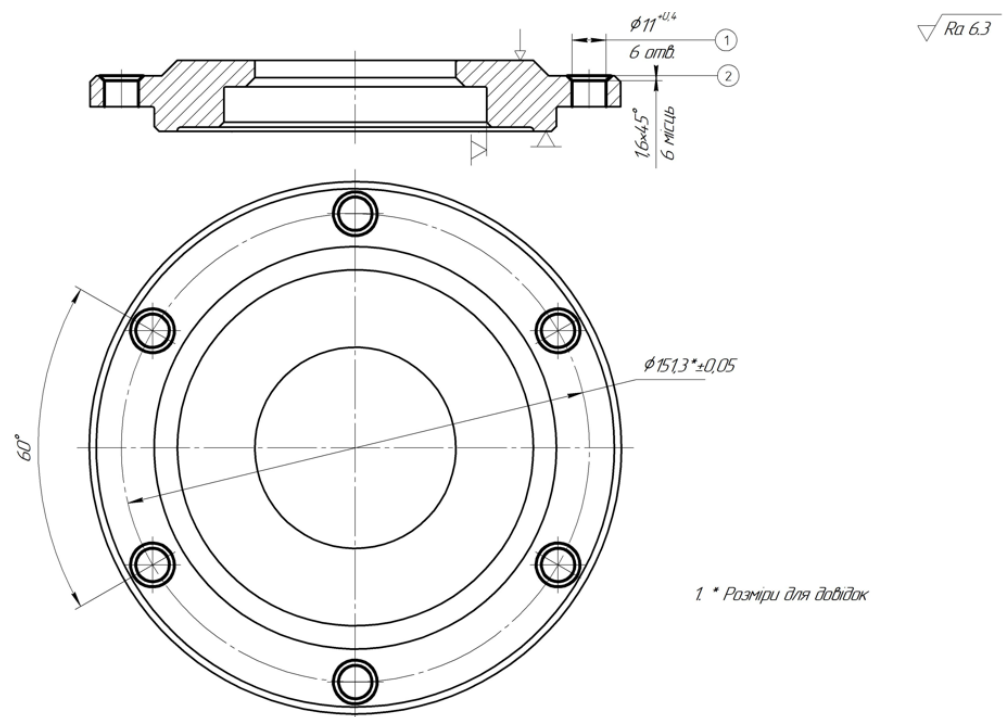


Рисунок 1.7 – Ескіз оброблюваної деталі, операція 055

Перехід 01 – Свердлити 6 отворів по черзі витримуючи розмір 1.

Вибір ріжучого інструменту:

Свердло 2300-5623 Р6М5 ГОСТ 4010-77.

Визначаємо глибину різання t в мм, за формулою.(1.35):

$$t = \frac{D}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ мм} \quad (1.35)$$

Визначаємо подачу S_0 мм/об [10]: $S_{0\text{вТ}} = 0,1$ мм/об.

Корегуємо значення подачі за паспортом верстата, приймаємо менше значення [10]: $S_{0\text{вТ}} = 0,1$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = 10 \cdot 0,87 = 8,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Визначаємо частоту обертів:

$$n = \frac{1000 \cdot 8,7}{3,14 \cdot 11} = 252 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів оброблюваної деталі за паспортом верстата і встановлюємо дійсну частоту: $n_{\text{вТ}} = 250 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V_{\text{д}} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 11}{1000} = 8,64 \text{ м/хв}$$

Визначаємо осьову силу різання P_0 за формулою (1.36):

$$P_0 = P_{\text{ТАБЛ}} \cdot K, \text{ Н} \quad (1.36)$$

$$P_0 = 1150 \cdot 0,93 = 1069,5 \text{ Н}$$

Визначені елементи режиму різання перевіряються на міцність механізму подачі за умовою $P_0 < P_{\text{вт}}$, де $P_{\text{вт}}$ – найбільше зусилля механізму подачі верстата беремо з паспорту верстата:

$$1069,5 \text{ Н} < 15000 \text{ Н}$$

Визначаємо крутячий момент за формулою (1.37):

$$M_k = M_{k_{\text{ТАБЛ}}} = 2,3 \text{ Нм} \quad (1.37)$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання:

$$N = \frac{2,3 \cdot 250}{9750} = 0,06 \text{ кВт}$$

Визначаємо режим різання перевіряємо по потужності верстата, Обробка можлива, якщо $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$, де $N_{\text{шп}}$ – потужність на шпинделі верстату:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт}$$

$$0,06 \text{ кВт} < 3,2 \text{ кВт}, \text{ умова виконана}$$

Визначення операційного часу:

$$t_{02} = \frac{10 + 2 + 3}{0,1 \cdot 250} \cdot 6 = 3,6 \text{ хв}$$

Загальний час на операцію визначається по формулі (1.38):

$$t_0 = t_{01} + t_{02} = 0,667 + 3,6 = 4,267 \text{ хв}, \quad (1.38)$$

Перехід 02 – Зняти фаски 6 отворів по черзі витримуючи розмір 2.

Вибір ріжучого інструменту:

Зенковка 2353-0089 ГОСТ 14953-80:

Визначаємо глибину різання t в мм за формулою (1.39):

$$t = \frac{1,6}{2} = 0,8 \text{ мм} \quad (1.39)$$

Визначаємо подачу S_0 мм/об [10]: $S_{0\text{вТ}} = 0,5$ мм/об,

Корегуємо значення подачі за паспортом верстата, приймаємо менше значення [10]: $S_{0\text{вТ}} = 0,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання за формулою (1.40) [9. с.240]:

$$V = V_{\text{ТАБЛ}} \cdot K, \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (1.40)$$

$$V = 4 \cdot 0,87 = 3,48 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Визначаємо частоту обертів :

$$n = \frac{1000 \cdot 3,48}{3,14 \cdot 2} = 554 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертів оброблюваної деталі за паспортом верстата і встановлюємо дійсну частоту: $n_{\text{вТ}} = 540 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 540}{1000} = 3,39 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Визначаємо осьову силу різання P_o за формулою (1.41) [8, с.277]:

$$P_o = P_{\text{ТАБЛ}} \cdot K, \text{ Н} \quad (1.41)$$

$$P_o = 750 \cdot 0,93 = 697,5 \text{ Н}$$

Визначені елементи режиму різання перевіряються на міцність механізму подачі за умовою $P_o < P_{\text{ВТ}}$, де $P_{\text{ВТ}}$ – найбільше зусилля механізму подачі верстата беремо з паспорту верстата:

$$697,5 \text{ Н} < 15000 \text{ Н}$$

Визначаємо крутячий момент за формулою (1.42) [8, с.277]:

$$M_k = M_{k_{\text{ТАБЛ}}} = 1,6 \text{ Нм} \quad (1.42)$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання за формулою (1.43) [9, с.280]:

$$N = \frac{M_k \cdot n}{9750} \quad (1.43)$$

$$N = \frac{1,6 \cdot 540}{9750} = 0,09 \text{ кВт}$$

Визначаємо режим різання перевіряємо по потужності верстата.

Обробка можлива, якщо $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$, де $N_{\text{шп}}$ – потужність на шпинделі верстату:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт}$$

$$0,09 \text{ кВт} < 3,2 \text{ кВт, умова виконана}$$

Визначення операційного часу:

$$t_{01} = \frac{1,5 + 1,6}{0,5 \cdot 540} \cdot 6 = 0,667 \text{ хв}$$

1.6.3 Розрахунок режимів різання шліфувальної операції 050
(по нормативам)

Ескіз операції зображений на рис. 1.8.

Перехід 01 – Шліфувати поверхні 1, 2.

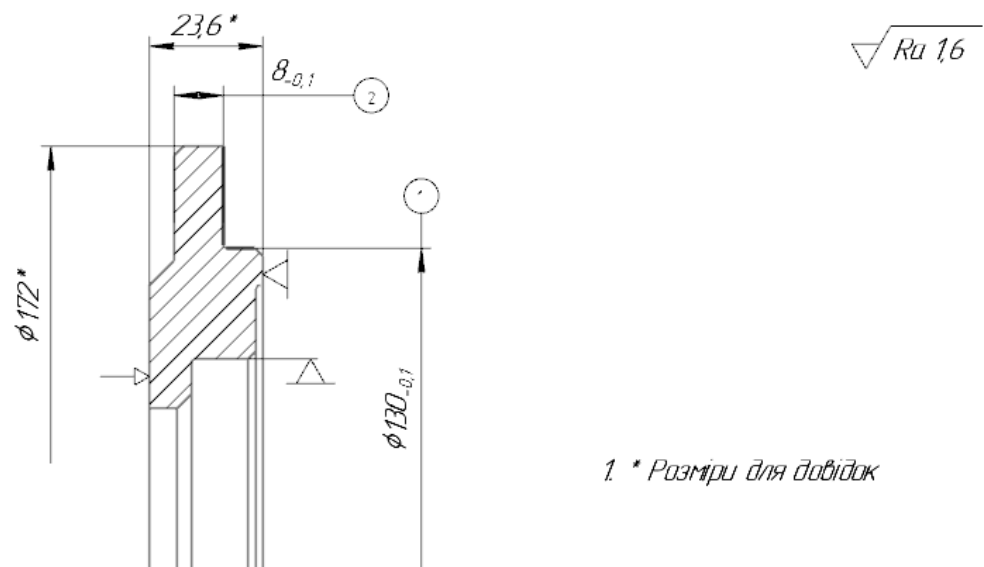


Рисунок 1.8 – Ескіз оброблюваної деталі, операція 050

Вибір технологічного обладнання:

Для даної операції вибираємо кругло-шліфувальний верстат моделі 3М151

Вибір ріжучого інструмента:

Вибір шліфувального круга залежить від оброблюваного матеріалу, необхідної шорсткості поверхні і умов обробки. Вибираємо параметри шліфувального круга згідно: ПП- прямого профілю білий електрокорунд, зернистість 25, твердість С1, зв'язка керамічна К1. Таким чином, обробку поверхонь будемо вести шліфувальним 14А, діаметр планшайби на шліф. верстаті 305 мм, як і внутрішній діаметр круга 600 ГОСТ 2424-83.

Глибина різання рівна припуску на сторону, та складає $t = 0,02$ мм,

Визначення подачі:

$$S_B = S_{BT} \cdot K_{SB} = 0,0013 \cdot 0,87 = 0,0011 \text{ мм / об} \quad (1.44)$$

де S_{BT} 0,0013 мм/об— табличне значення подачі, [8];

$$K_{SB} = K_M \cdot K_R \cdot K_D \cdot K_{V_K} \cdot K_T \cdot K_{I_T} \cdot K_h \quad (1.45)$$

де K_M - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_M = 1,0$ [8 с.239];

K_R – коефіцієнт, що враховує радіус галтелі деталі, $K_R = 1,0$ [8.с.239];

K_D – коефіцієнт, що враховує діаметр шліфувального круга, $K_D = 0,58$ [8.с.239];

K_{V_K} – коефіцієнт, що враховує швидкість круга, $K_{V_K} = 1,0$ [8.с.239];

K_T – коефіцієнт, що враховує стійкість круга, $K_T = 1,0$ [8.с.239];

K_{I_T} – коефіцієнт, що враховує точність обробки, $K_{I_T} = 1,0$ [8.с.239];

K_h – коефіцієнт, що враховує припуск на обробку, $K_h = 1,5$ [8.с.239].

$$K_{SB} = 1 \cdot 1 \cdot 0,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 0,87$$

Коректуємо отримане значення подачі за паспортом верстата:

$$S_B = 0,0011 \text{ мм / об} .$$

Визначаємо швидкість різання: $V = 25 \dots 35$ м/хв, приймаємо 30 м/хв [8].

Визначаємо частоту обертів оброблюваної деталі, яка відповідає знайденій швидкості головного руху різання в хв^{-1} за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 172,95} = 55,54 \text{ об / хв} \quad (1.46)$$

Одержані значення частоти обертів, оброблюваної деталі коректуємо за паспортом верстату, приймаємо найближче менше значення $n_{\text{вт}} (\text{хв}^{-1})$:

$$n = 63 \text{ об / хв}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою (1.47):

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 172,95}{1000} = 34,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (1.47)$$

Визначаємо силу різання за формулою (1.48):

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V_d^n \cdot K_p, \quad (1.48)$$

де C_p , x , y , n визначаємо по формулі (1.49) [8];

$$K_p = K_{\text{мр}} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{тр}} \quad (1.49)$$

K_p – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив конкретних умов обробки,

$K_{\text{мр}}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на силові залежності [8].

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0,02^1 \cdot 0,001^{0,75} \cdot 32,4^0 \cdot 0,2 = 103,2 \text{ Н}$$

$$K_p = 0,22 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,2$$

Визначаємо потужність, витрачену на різання в $\text{кВт}^\wedge$ по формулі (1.50):

$$N = C_N \cdot V_d^r \cdot t^x \cdot b^z \quad (1.50)$$

1.7 Технічне нормування операцій

1.7.1 Нормування операції 015 токарна з ЧПК.

Технологічне обладнання токарний верстат з ЧПК моделі GA-3300.

Норма часу на технологічну операцію з ЧПК розраховується за формулою (1.52):

$$T_{шт} = (T_a + T_{дон}) \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{відп}}{100} \right) \quad (1.52)$$

де $a_{обсл}$ - час на обслуговування робочого місця $a_{обсл} = 3,5\%$ [4, с.223, табл.45];

$a_{відп}$ - час відпочинку й особистих потреб $a_{відп} = 4\%$ [4, с.236, табл.46];

T_a – час автоматичної роботи верстату за формулою (1.53) [4, с.238];

$T_{о.а}$ – час основної автоматичної роботи за формулою (1.54) [4, с.238].

$$T_a = T_{о.а} + T_{дон.а} \quad (1.53)$$

$$T_{о.а} = t_{о.а1} + t_{о.а2} + \dots + t_{о.ан} \quad (1.54)$$

$T_{дон.а}$ – час допоміжної автоматичної роботи за програмою, складається з часу на виконання холостих ходів та часу технологічних пауз для зупинки обертання шпинделя, подачі, заміну інструменту та інше за формулою (1.55) [4, с.239].

$$T_{дон.а} \approx 0,3T_{оа} \quad (1.55)$$

$T_{дон}$ – час на виконання ручної допоміжної роботи, яка не перекривається часом автоматичної роботи верстату за формулою (1.56) [4, с.238]:

$$T_{дон} = T_{вст} + T_{вик} + T_{вим} \quad (1.56)$$

де $T_{вст}$ – час на установку, закріплення деталі; установка і закріплення заготівки виконується в мембранному патроні з автоматичним затиском від пневмоприводу; $T_{вст} = 0,12$ хв;

$T_{вим}$ – час, пов'язаний з вимірами (на верстаті виконується 30% контроль);
 $T_{вим} = 0,18$ хв;

$T_{вик}$ - допоміжний час, пов'язаний з виконанням операції, вибирається з таблиці 1.8 для заданої системи ЧПК. $T_{вик} = 0,03 + 0,03 = 0,06$ хв.

Таблиця 1.8 – Допоміжний час на керування верстатом з ЧПК

Зміст роботи	Час, хв
Ввімкнути верстат, вимкнути	0,03
Закрити загороджувальний щиток	0,03
Ввімкнути пульт стрічкопротяжного механізму	0,03
Перемотати перфострічку в вихідне положення	0,2
Ввімкнути стрічкопротяжний механізм	0,03

$$T_{дон.а} \approx 0,3 \cdot 0,393 = 0,1179 \text{ хв}$$

$$T_{дон} = 0,12 + 0,18 + 0,06 = 0,36$$

$$T_{шт} = (0,393 + 0,1179 + 0,36) \left(1 + \frac{3,5 + 4}{100} \right) = 0,936 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заключний час: $T_{пз} = 20$ хв.

1.7.2 Нормування операції 055 вертикально-свердлильна.

Технологічне обладнання вертикально-свердлильний верстат моделі з ЧПК 2P135Ф2.

$$T_{don} = 0,18 + 0,23 + 0,12 = 0,53$$

$$T_{um} = (4,267 + 0,53) \left(1 + \frac{6+8}{100} \right) = 5,469 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заключний час: $T_{пз} = 18 \text{ хв.}$

1.7.3 Нормування операції 050 кругло-шліфувальна.

Технологічне обладнання кругло-шліфувальний верстат моделі 3М151.

$$T_{don} = 0,14 + 0,23 + 0,06 = 0,43$$

$$T_{um} = (1,689 + 0,43) \left(1 + \frac{7+9}{100} \right) = 2,458 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заключний час: $T_{пз} = 23 \text{ хв.}$

Результати розрахунків технічного нормування по іншим операціям технологічного процесу зведені до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Норми часу по операціям технологічного процесу

№	Найменування операції	Найменування верстату і модель	Норма часу			
			T _{осн} , хв,	T _{доп} , хв,	T _{шт} , хв,	T _{п,з} , в,
015	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,5109	0,36	0,936	20
020	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,367	0,36	0,717	20
030	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,4199	0,36	0,741	20
035	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,2369	0,36	0,642	20
045	Внутрішньо-шліфувальна	Внутрішньо-шліфувальний мод, 3K225B	1,392	0,48	2,097	25
050	Кругло-шліфувальна	Кругло-шліфувальний мод, 3M151	1,689	0,43	2,458	23
055	Свердлильна з ЧПК	Вертикально-свердлильний мод, з ЧПК 2P135Ф2	4,267	0,53	5,469	18

1.8 Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК

Рисунки з номерами 1.9...1.13 відображають 3D-моделі деталі до та після обробки, різні типи траєкторій інструменту, методи обробки та керуючі програми.

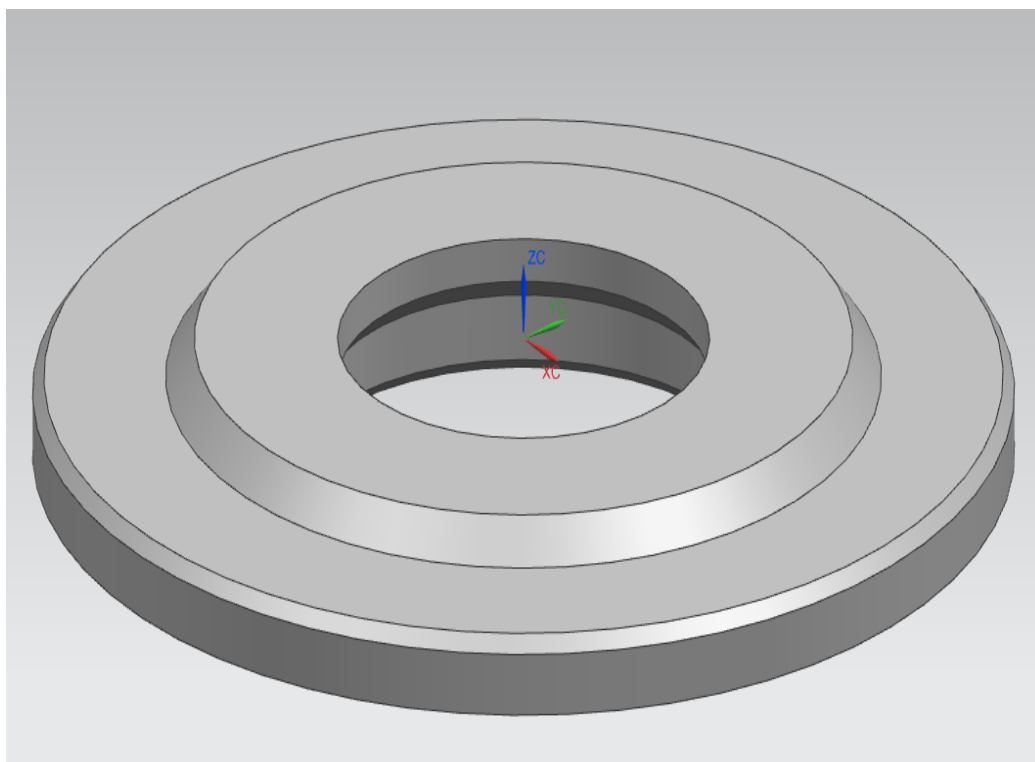


Рисунок 1.9 – 3D модель деталі до обробки

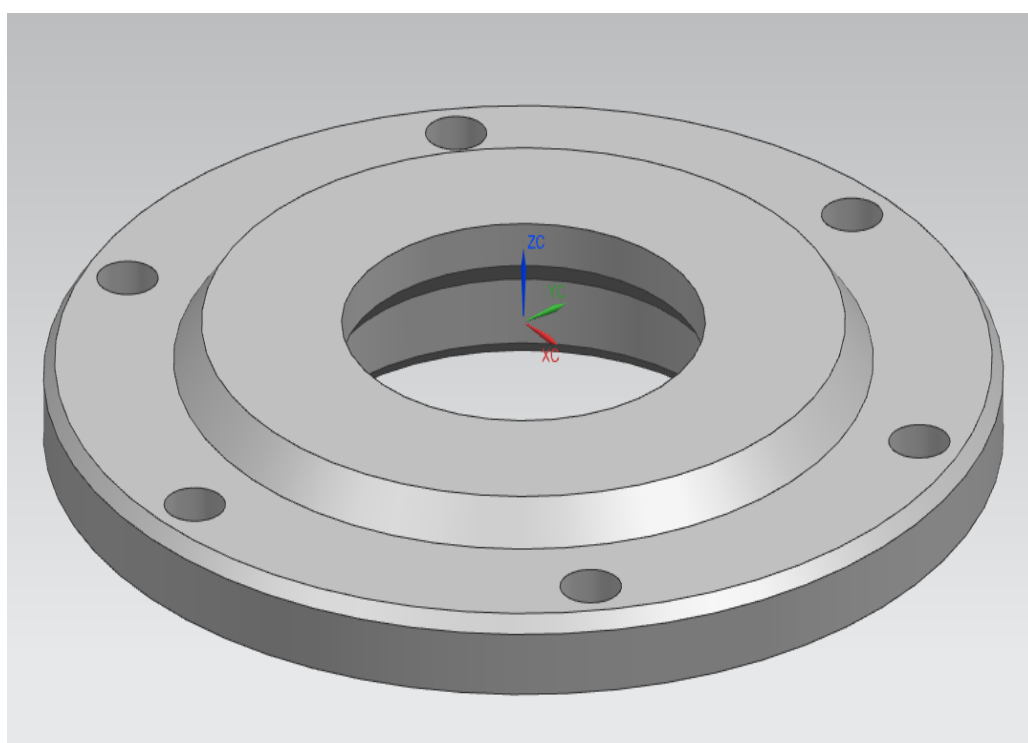


Рисунок 1.10 – 3D модель деталі після обробки

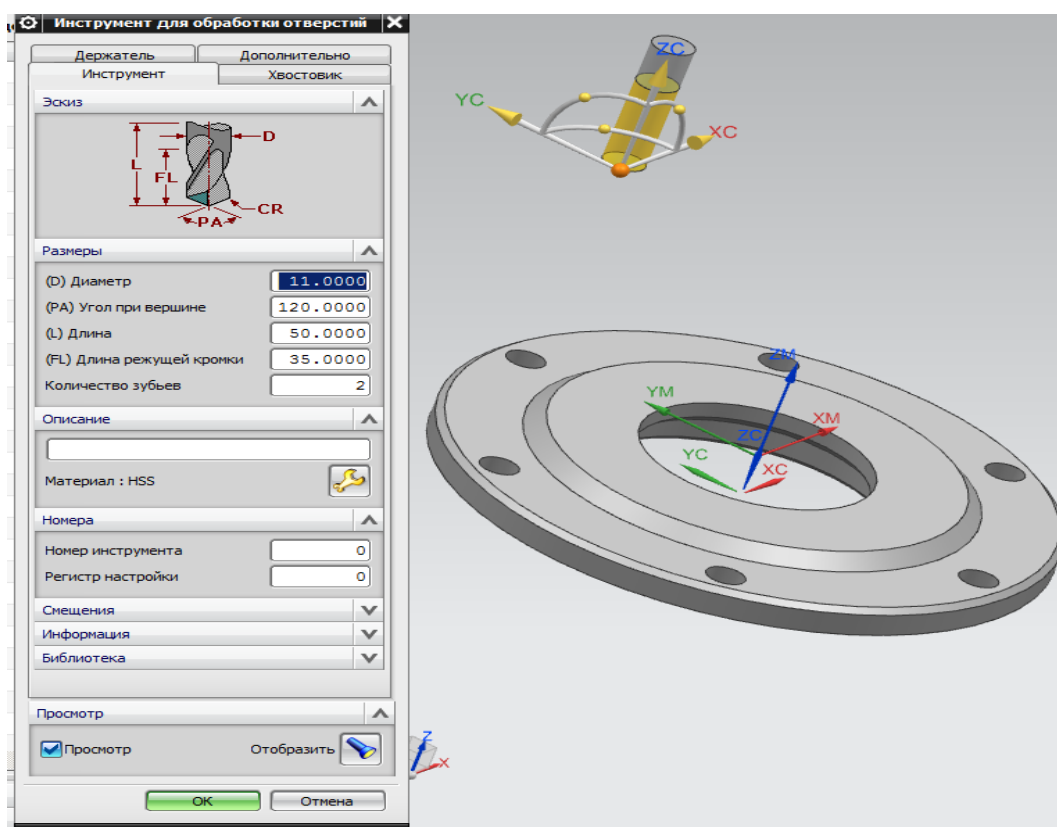


Рисунок 1.11 – Визначення системи координат

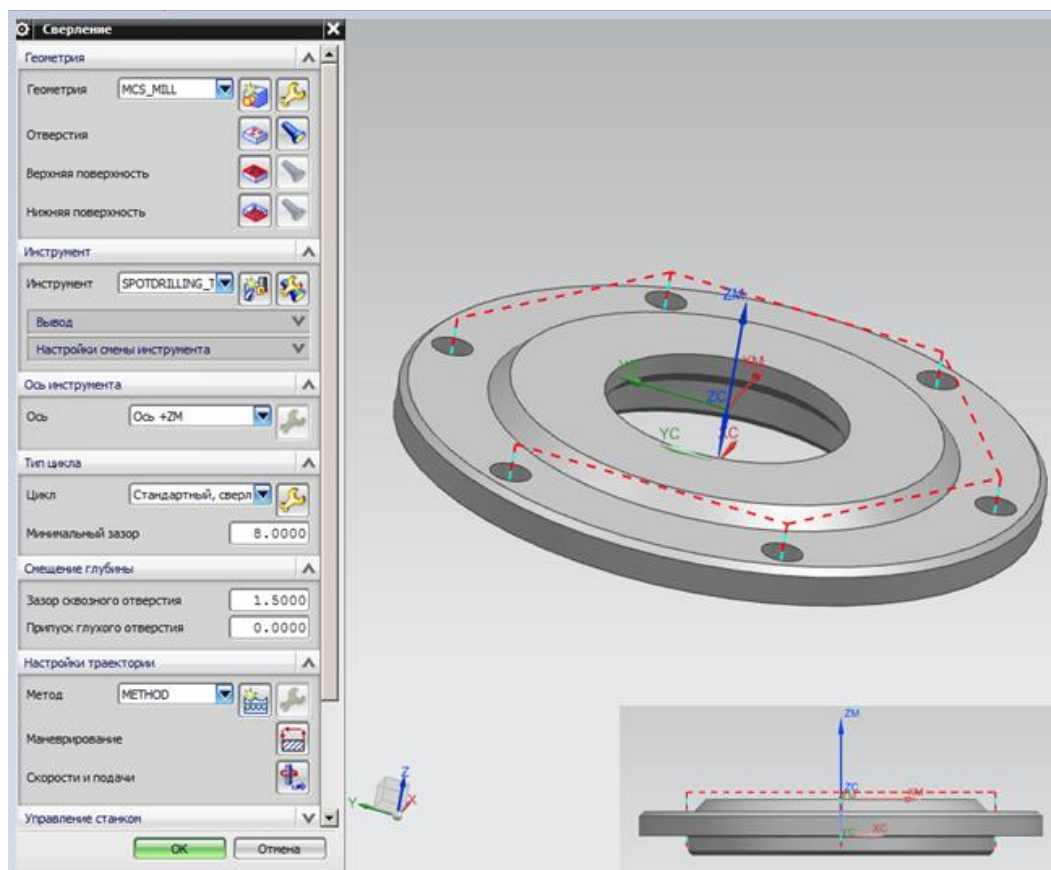


Рисунок 1.12 – Визначення параметрів обробки

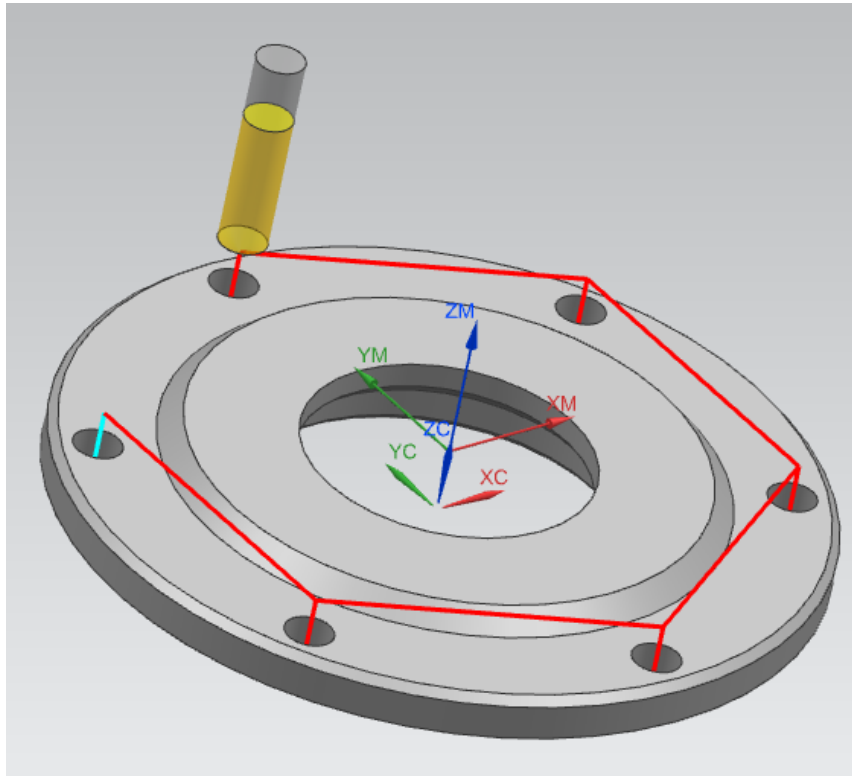


Рисунок 1.13 – Моделювання процесу обробки

Керуюча програма:

```

TOOL PATH/DRILLING,TOOL,DRILLING_TOOL_1
TLDATA/DRILL,MILL,11,0000,0,0000,50,0000,118,0000,35,0000
MSYS/0,0000,0,0000,0,0000,1,0000000,0,0000000,0,0000000,0,0000000,
1,0000000,0,0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10
CYCLE/DRILL,RAPTO,8,0000,FEDTO,-14,8047,MMPM,250,0000
PAINT/COLOR,31
GOTO/-65,5148,37,8250,-5,0000,0,0000000,0,0000000,1,0000000
GOTO/0,0000,75,6500,-5,0000
GOTO/65,5148,37,8250,-5,0000
GOTO/65,5148,-37,8250,-5,0000
GOTO/0,0000,-75,6500,-5,0000
CYCLE/ON,FEDTO,0,0000
GOTO/0,0000,0,0000,-23,0000
CYCLE/ON,FEDTO,-14,8047
GOTO/-65,5148,-37,8250,-5,0000
CYCLE/OFF
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH

```

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція и принцип роботи

Пристрій складається з корпусу 3 який встановлюється на втулку 2 , за допомогою штифта 11. В отворі корпусу закріплюється пневмопривід 1 за допомогою гайки 13. Пристрій центрується на столі за допомогою пальців 7

Пристрій зазначено на графічній частині.

Затиск відбувається за допомогою пневмопривода. При подачі стислого повітря у верхню над штокову порожнину, поршень зі штоком переміщується вниз, відбувається затиск деталі. При подачі стислого повітря у нижню порожнину пневмокамери, поршень зі штоком переміщується вгору, розкріплюючи деталь.

В дипломному проекті для встановлення та закріплення деталі на свердлильній операції (оп.55) використовується спеціальний пристрій, який приводиться в зворотно-поступальний рух приводом верстата - пневмоциліндром.

Переваги пневмоприводів:

- при відносно невеликих габаритах розвивають достатнє зусилля затиску;
- зручні, надійні в експлуатації;
- екологічно чисті;
- недорого коштують.

Недоліки:

- не довговічні;
- не забезпечують плавність ходу;
- шумні.

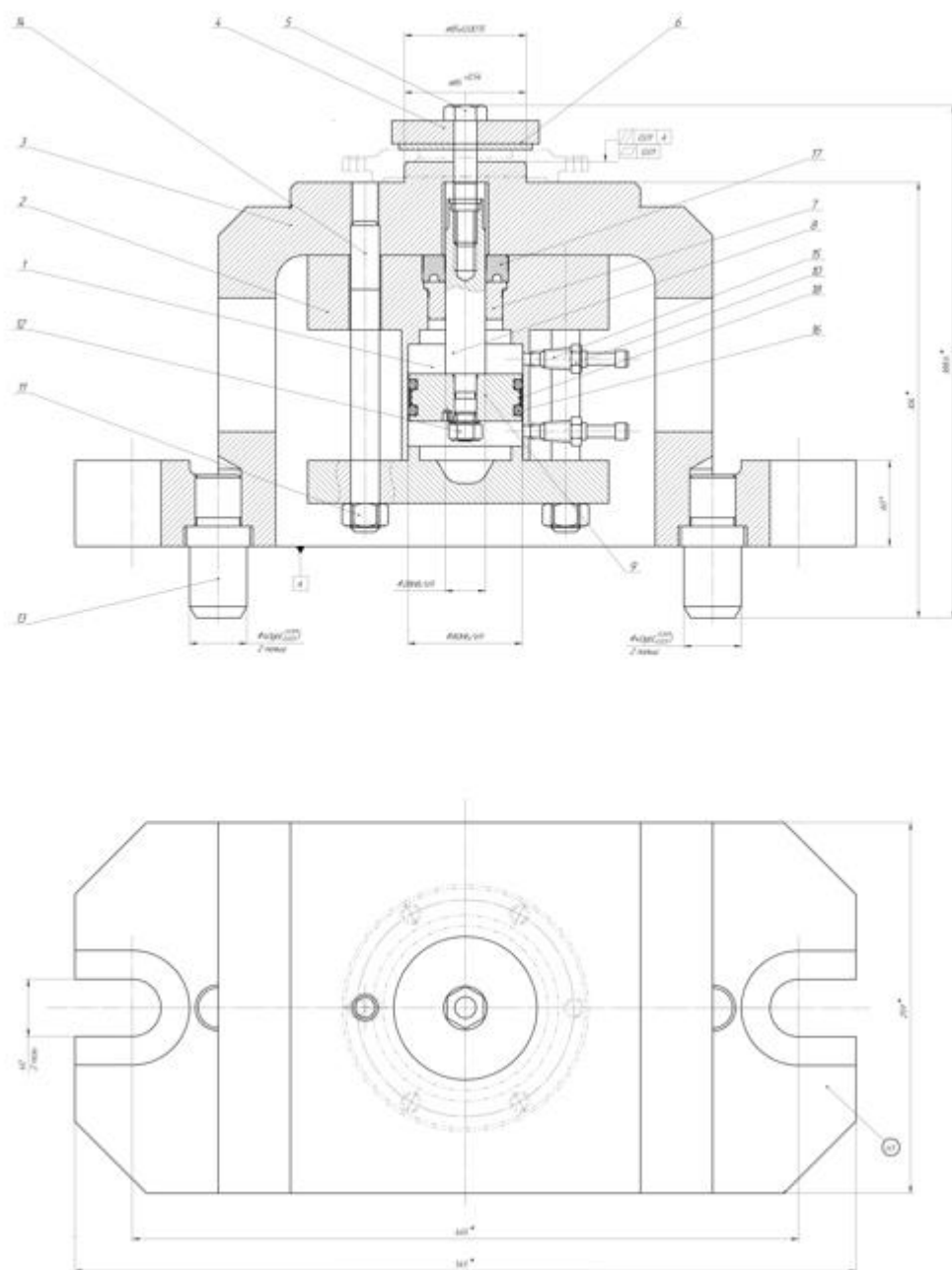


Рис.2.1. - Робоче пристосування.

Затиск відбувається при подачі повітря в штокову порожнину пневмоциліндра.

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Визначення похибки базування буде йти наступним чином. Положення деталі буде базуватися на стакан по внутрішній поверхні деталі. Треба розрахувати похибку базування за двома розмірами, $\varnothing 85^{+0,54}$ мм розмір деталі та $\varnothing 85_{-0,034}^{-0,012}$ мм розмір корпусу, які вказані на рисунку 2.2.

Визначаємо похибку базування, мм за формулою (2.1) [5, с.55]:

$$\varepsilon_6 = \frac{D_{\text{отв. max}} - d_{\text{с. min}}}{2} \quad (2.1)$$

де $D_{\text{отв. max}}$ – максимальний діаметр внутрішньої поверхні деталі, мм;

$d_{\text{с. min}}$ – мінімальний діаметр установочного стакана, мм.

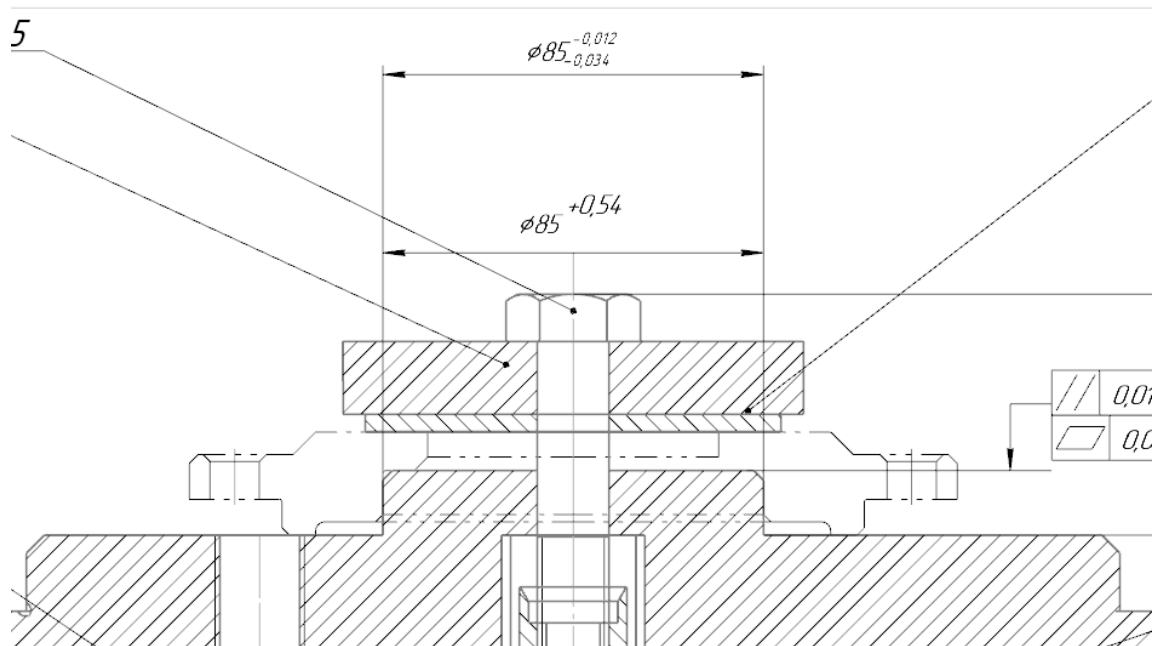


Рисунок 2.2 – Ескіз для визначення зазору між внутрішньою поверхнею деталі та установчим стаканом

$$\varepsilon_6 = \frac{85,54 - 84,9966}{2} = 0,287 \text{ мм}$$

Визначаємо похибку закріплення, мм [5, т.4.7, с.50]:

$$\varepsilon_3 = 0,04 \text{ мм}$$

Визначаємо похибку установки, мм за формулою (2.2);

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (2.2)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,287^2 + 0,04^2} = 0,289$$

Розраховуємо пристосування на точність, мм за формулою (2.3) [5, с.61]:

У виробництві застосовується спрощений метод для визначення допуску точності при виготовленні пристосувань. Цей метод обраний через складність та потребу в більшому обсязі довідкової інформації, що супроводжує більш точну методику

$$T_H \leq T_{\text{обр}} - (k_1 \varepsilon_6 + \varepsilon_3 + k_2 \omega) \quad (2.3)$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує зменшення похибки базування, враховує фактор того, що установчий елемент у пристосуванні рідко піддається заміні, а фактичні базові розміри заготовки рідко точно відповідають граничним значенням.

k_2 – коефіцієнт, що враховує відсоток похибки обробки, що походить від загальних факторів, які не залежать від конструкції пристосування.[5, т.5.3, с.64];

T_H – пристосування нормальної точності, мм [5, с.61];

ε_6 – похибка базування, мм;

ε_3 – похибка закріплення, мм,

$T_{\text{обр}}$ – допуск на оброблювану поверхню, мм.

$$0,05 \leq 0,4 - (0,8 \cdot 0,287 + 0,04 + 0,6 \cdot 0,1)$$

$$0,05 \leq 0,3704$$

$$\pm 0,025 \leq \pm 0,1852$$

$$\varepsilon_y \leq T_H$$

$$0,289 \leq 0,3704$$

Розрахунки, отримані на основі аналізу, підтверджують, що це пристосування забезпечує вимагану точність для обробки заданої деталі.

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу.

Сила затиску визначається по формулі (2.4):

$$Q = K \cdot P_z, H \quad (2.4)$$

де K – коефіцієнт запасу. $K = 1,5 - 2$.

$$Q = 1,5 \cdot 1069,5 = 1604,25 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр циліндра за формулою (2.5) [5, с.138]

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p\pi\eta}}, \quad (2.5)$$

де η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,9$;

p – тиск повітря в системі. $p = 0,4 - 0,6$ МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1604,25}{0,6 \cdot 3,14 \cdot 0,9}} = 72,5 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр циліндра $D = 80$ мм [5, т.7.8, с.151].

Діаметр штока $d = 28$ мм.

Дійсна сила на штоку розраховуємо за формулою (2.6):

$$Q = p \frac{\pi D^2}{4} \eta \quad (2.6)$$

$$Q = 0,6 \cdot 10^6 \frac{3,14 \cdot (0,08^2 - 0,028^2)}{4} 0,9 = 2380,6 \text{ Н}$$

Сила затиску привода дорівнює 2380,6 Н, а сила різання 1069,5 Н, а так як сила затиску привода більше сили затиску з якою потрібно закріпити деталь, то пневмоциліндр обраний вірно.

2.2 Проектування контрольного пристосування,

Для перевірки виконання технічних вимог деталі кришка, а саме для перевірки биття діаметру $\varnothing 130_{-0,25}$ не більше 0,05 відносно бази А проектується контрольне пристосування.

Принцип дії: деталь фіксується на спеціальній втулки поз. 6 за допомогою двох упорів, один упор нерухомий, а другий рухомий (тобто підводимий). Та за допомогою шестигранника поз. 11. На контрольній плиті поз.1 встановлюється стойка, на якій розміщений годинник індикаторного типу. До правого центрованого отвору за допомогою ручки поз.10 та пружини поз. 9 підводиться фіксатор поз.4. Фіксатор поз.4 розміщений на стойці поз.2. Деталь повертається та стрілка індикаторного годинника вказує відхилення радіального биття циліндричної поверхні.

Пристрій є універсально-переналагоджуваним, наведений на рис.2.3.

точної сітки. За допомогою команди "element size" встановлюємо загальний розмір 3 мм для всіх елементів сітки. Після цього генеруємо автоматичну сітку для нашої розрахункової моделі.

Наступним кроком є фіксація моделі зовнішньою поверхнею діаметром 130 мм за допомогою команди "Fixed" на панелі "Supports". Навантаження від підшипника накладається на внутрішню поверхню діаметром 85 мм за допомогою команди "Force" на панелі "Loads". Задаємо дві компоненти сили - по 15000 Н кожна. Умови фіксації та навантаження розрахункової моделі зображені на рисунку 2.4.

Після виконання цих кроків ми натискаємо кнопку "Solve" і аналізуємо отриманий напружено-деформований стан за допомогою команди "Equivalent Stress". Напружено-деформований стан розрахункової моделі представлений на рисунку 2.5.

В результаті розрахунку на статичну міцність було встановлено, що задана деталь, виготовлена зі сталі 09Г2С, не перевищує межу плинності матеріалу та не викликає пластичні деформації під заданими навантаженнями.

At: Static Structural
Static Structural
Time: 1 s
25.05.2023 14:42
Fixed Support
Remote Force: 21213 N

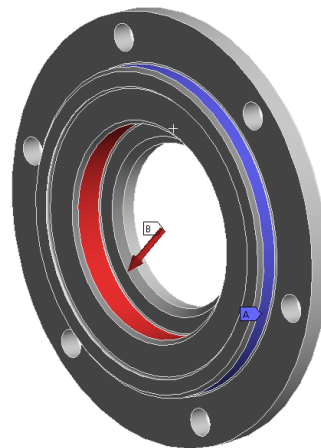


Рисунок 2.4 – Умови фіксації та навантаження розрахункової моделі

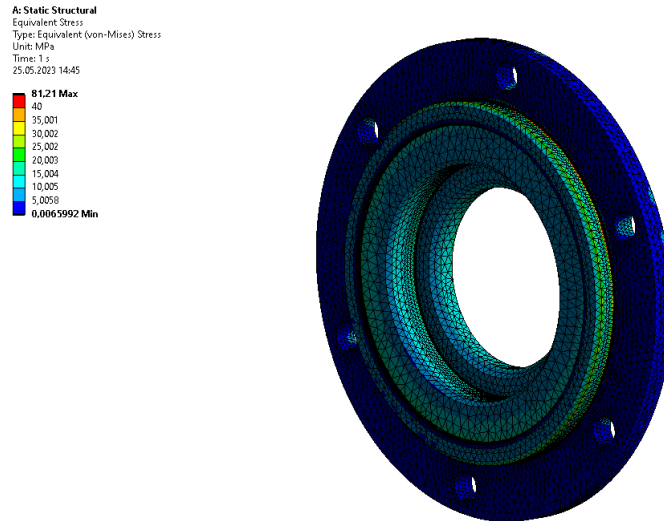


Рисунок 2.5 – Напружено-деформований стан розрахункової моделі

Знайдемо коефіцієнт запасу міцності по напруженням за формулою (2.7) [10]:

$$n_{\sigma} = \frac{[\sigma_B]}{\sigma_{max}} \quad (2.7),$$

де σ_B – границя міцності матеріалу 345 МПа;

σ_{max} – максимальні граничні напруження моделі, МПа.

$$n_{\sigma} = \frac{345}{81,21} = 4,24$$

Для авіаційної-космічної галузі прийняте допустиме значення коефіцієнта запасу міцності по навантаженням складає не менш $[n_{\sigma}] = 2..5$. Отже, з розрахунків можемо зробити висновок, що руйнування даної деталі при експлуатації є малоймовірним, тому що вона має великий запас міцності.

3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

3.1 Визначення кількості обладнання та працівників

Кількість верстатів, необхідних для виконання заданих операцій, за формулою (3.1) [6, с.10]:

$$C_p = \frac{t_{\text{шт}} \cdot N}{F_d \cdot k_B \cdot k_3 \cdot 60} \quad (3.1)$$

де $t_{\text{шт}}$ – штучний час по операціям, хв,;

N – програма випуску, $N = 5000$;

F_d – дійсний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4015$ год [6, с.10];

k_B – коефіцієнт виконання норм часу, $k_B = 1,1$ [6, с.10];

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, $k_3 = 0,8 \dots 0,85$ [6, с.10].

$$C_{p_{15}} = \frac{0,936 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,02 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

$$C_{p_{20}} = \frac{0,717 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,016 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

$$C_{p_{30}} = \frac{0,741 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,0164 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

$$C_{p_{35}} = \frac{0,642 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,014 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

$$C_{p_{45}} = \frac{2,097 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,047 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

$$C_{p_{50}} = \frac{2,458 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,054 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

$$C_{p_{55}} = \frac{5,469 \cdot 5000}{4015 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,121 \text{ приймаємо } C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт}$$

Чисельність верстатників (операторів) за формулою (3.2) [6, с.11]:

$$\text{Ч}_e = \frac{t_{\text{шт}} \cdot N}{\Phi_B \cdot 60} \quad (3.2)$$

де Φ_B річний фонд часу одного робітника. $\Phi_B = 1800$ год [6, с.11].

$$\chi_{e15} = \frac{0,936 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,042 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

$$\chi_{e20} = \frac{0,717 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,032 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

$$\chi_{e30} = \frac{0,741 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,033 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

$$\chi_{e35} = \frac{0,642 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,029 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

$$\chi_{e45} = \frac{2,458 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,11 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

$$\chi_{e50} = \frac{2,097 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,094 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

$$\chi_{e55} = \frac{5,469 \cdot 5000}{1860 \cdot 60} = 0,245 \text{ приймаємо } \chi_e = 1 \text{ шт}$$

Кількість наладчиків, електронників розраховується по формулі (3.3) [6, с.11]:

$$\chi_{e(B)} = \frac{C_p \cdot n}{H_{OH(E)}} \quad (3.3)$$

де n – кількість змін роботи устаткування [6, с.11];

$H_{OH(E)}$ – кількість верстатів, що обслуговуються одним наладчиком [6, с.11].

$$\chi_{e(H)} = \frac{7 \cdot 2}{3} = 5 \text{ осіб}$$

$$\chi_{e(E)} = \frac{7 \cdot 2}{5} = 3 \text{ осіб}$$

Коефіцієнт завантаження по операціям за формулою (3.4):

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{np}} \quad (3.4)$$

де C_p – розрахункова кількість верстатів по операціям технологічного процесу;

$C_{пр}$ – прийнята кількість верстатів по операціям технологічного процесу,

Всі розрахунки зведені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків

№ оп	Найменуванн операції	Модель верстату	$T_{шт, хв}$	C_p	$C_{пр, шт}$	$Ч_e, осіб$	K_3
1	2	3	4	5	6	7	8
015	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,936	0,02	1	1	0,02
020	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,717	0,016	1	1	0,016
030	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,741	0,0164	1	1	0,0164
035	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод, GA-3300	0,642	0,014	1	1	0,014
045	Внутрішньо-шліфувальна	Внутрішньо-шліфувальний мод, 3K225B	2,097	0,047	1	1	0,047
050	Кругло-шліфувальна	Кругло-шліфувальний мод, 3M151	2,458	0,054	1	1	0,054
055	Свердлильна з ЧПК	Вертикально-свердлильний мод, з ЧПК 2P135Ф2	5,469	0,121	1	1	0,121

4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ

Собівартість використання пристрою для нового пристосування [7, с.28]:

$$C_a = Z_a \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right), \quad (4.1)$$

де Z_a – заробітна плата робітника за одну деталь для нового пристосування, грн.;

H – цехові накладні витрат у % до заробітної плати, H =від 200% до 300% [7];

S_a – витрати на виготовлення нового пристосування, грн;

Π – річна програма випуску деталей, шт.;

A – строк амортизації пристосування в роках, $A = 3$ [7];

q – витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань у % від їх вартості, [7].

Заробітна плата робітника за одну деталь для нового пристосування розраховуємо:

$$Z_a = t_{\text{шт}} \cdot Z_{\text{хва}}, \quad (4.2)$$

де $t_{\text{шт}}$ – штучно–калькуляційний час, $t_{\text{шт}} = 5,469$ хв;

$Z_{\text{хва}}$ – хвилинна ставка робітника.

$$Z_a = 5,469 \cdot 0,96 = 5,25 \text{ грн}$$

Хвилинна ставка робітника розраховується за формулою:

$$Z_{\text{хва}} = \frac{Z_{\text{пгод}}}{60},$$

де $Z_{\text{пгод}}$ – тарифна ставка за годину, $Z_{\text{пгод}} = 57,5$ год.

$$З_{\text{хва}} = \frac{57,5}{60} = 0,96 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення нового пристосування, розраховуємо:

$$S = C_{\text{п}} \cdot N, \quad (4.3)$$

де $C_{\text{п}}$ – затрати на одну деталь пристосування, $C_{\text{п}} = 500$ грн [7];

N – кількість деталей в пристосуванні, $N = 9$ шт.

$$S = 500 \cdot 9 = 4500 \text{ грн}$$

Витрати, пов'язані з експлуатацією нового пристосування розраховуємо:

$$q = S \cdot 20\%, \quad (4.4)$$

$$q = 4500 \cdot 20\% = 900$$

$$C_a = 5,25 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + \frac{4500}{5000} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{900}{100}\right) = 26,8 \text{ грн}$$

Собівартість використання старого пристосування розраховується за формулою (4.1):

$$C_{\text{в}} = З_{\text{в}} \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_{\text{в}}}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right),$$

де $З_{\text{в}}$ – заробітна плата робітника за одну деталь для старого пристосування, грн.

$S_{\text{в}}$ – витрати на виготовлення старого пристосування, грн.

Заробітна плата робітника за одну деталь для старого пристосування розраховуємо за формулою (4.2):

$$З_{\text{в}} = t_{\text{шт}} \cdot З_{\text{хва}},$$

де $t_{\text{шт}}$ – штучно-калькуляційний час, $t_{\text{шт}} = 9,326$ хв;

$З_{хв}$ – хвилинна ставка робітника

$$З_{в} = 9,326 \cdot 1,085 = 10,12 \text{ грн}$$

Хвилинна ставка робітника розраховується за формулою (4.3):

$$З_{хвв} = \frac{З_{пгод}}{60},$$

де $З_{пгод}$ – тарифна ставка за годину, $З_{пгод} = 65,1$ год.

$$З_{хвв} = \frac{65,1}{60} = 1,085 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення старого пристосування, розраховуємо за формулою (4.4):

$$S = 4000 \cdot 26 = 104000 \text{ грн}$$

Витрати, пов'язані з експлуатацією старого пристосування розраховуємо за формулою (4.1):

$$q = 104000 \cdot 20\% = 20800$$

$$C_{в} = 10,12 \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) + \frac{104000}{5000} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{20800}{100}\right) = 7,403 \text{ грн}$$

Для визначення більш вигідного пристосування, скористуємося формулою:

$$\Pi_{к} = \frac{(S_{а} - S_{в}) \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)}{(З_{в} - З_{а}) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right)} \quad (4.6)$$

$$\Pi_{к} = \frac{(4500 - 104000) \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100}\right)}{(1,085 - 10,12) \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right)} = 1678 \text{ шт}$$

Отриманий результат розрахунку при якому $\Pi = 5000 > \Pi_k = 1678$ довів, що при виробництві деталі з плановим випуском деталей 5000 штук, більш вигідно застосовувати нове пристосування з пневмоприводом.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Природне та штучне освітлення робочих місць і охорона праці - це важливі аспекти забезпечення безпечних і комфортних умов для працівників. Давайте розглянемо ці питання детальніше.

Природне освітлення робочих місць використовує природне світло, що надходить через вікна, двері або інші прозорі поверхні. Воно має кілька переваг. Природне світло найбільш природне для очей і може покращити настрій та загальний комфорт працівників. Крім того, воно допомагає забезпечити природний циркадіанний ритм організму, що сприяє більшій продуктивності та здоров'ю.

Однак, природне освітлення може мати й деякі недоліки. Наприклад, воно залежить від погодних умов та пори року, тому може бути недостатнім або занадто яскравим у деякі періоди. Також воно може викликати блиск або тіні на робочій поверхні, що може бути незручним для виконання роботи.

Тому штучне освітлення використовується для доповнення або заміщення природного світла. Штучне освітлення може бути розташоване на стелі, стінах або спеціальних світильниках. Воно забезпечує стабільний та регульований рівень освітлення незалежно від погодних умов.

Охорона праці включає в себе низку заходів для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. В контексті освітлення робочих місць це означає виконання наступних вимог:

Достатній рівень освітлення: Освітлення повинно бути достатнім для виконання роботи без напруження зору. Норми щодо рівня освітлення визначаються місцевими нормативними документами.

Рівномірність освітлення: Освітлення повинно бути рівномірно розподілене на робочій поверхні, щоб уникнути різниці в яскравості і тіней.

Відсутність блиску та відблисків: Штучне освітлення повинно бути розташоване таким чином, щоб уникнути блиску та відблисків на робочій поверхні, які можуть створювати додаткове напруження для очей.

Колірна температура: Вибір правильної колірної температури освітлення може покращити зоровий комфорт та сприяти продуктивності працівників.

Захист від сліпучого світла: Деякі види роботи можуть потребувати захисту від прямого сліпучого світла, наприклад, захисних окулярів або шторок.

Дотримання цих вимог допомагає забезпечити безпечні та комфортні умови працівників, зменшує ризик виникнення окарин та інших проблем зі здоров'ям, а також підвищує продуктивність роботи.

ВИСНОВКИ

У ході виконання роботи розроблений технологічний процес обробки деталі кришка. Маса деталі – 2,096 кг. Габарити $\varnothing 172 \times 23$.

Деталь кришка виготовляється зі сталі 09Г2С відповідно до ГОСТ 19281-89.

Спроектована заготовка – штамповка на ГKM, маса якої склала 2,337 кг.

Спроектована МОП, розраховані припуски та межопераційні розміри, спроектована МВД.

.Розраховані режими різання за кожним переходом технологічного процесу (аналічно та таблично), виконано технічне нормування технологічного процесу.

На свердлильну операцію 055 спроектований пневматичний затискний пристрій, який працює на подачі стислого повітря.

Для перевірки виконання технічних вимог, а саме биття поверхні не більше 0,05 мм відносно бази А спроектований контрольний пристрій.

В економічній частині проекту виконані розрахунки кількості обладнання, коефіцієнту завантаження, кількості основних робітників та їх заробітна плата.

Розрахована технічна собівартість виробу, яка склала

Дані отримані в результаті проектування дають економічний ефект та рекомендовано використати для впровадження у виробництво.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Н.В. Гончар – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 70 с.

2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання/ Укл.: Гончар Н.В., Тумарченко Л.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 61 с.

3. Додатки до методичних вказівок для виконання практичних занять з дисциплін «Технологічні основи машинобудування», «Технологія машинобудування», «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» та спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітніх програм «Металорізальні верстати та системи» і «Колісні та гусеничні транспортні засоби» галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання // Укл.: В.І. Ципак (перевидання 3-є). Під ред. Гончар Н.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 61 с.

4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А., Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983г. – М.: ООО ИД “Альянс”, 2007. – 256 с.

5. В.А. Богуслаев, В.А. Леховицер, А.С. Смирнов Станочные приспособления, Монография. – г. Запорожье, изд. ОАО «Мотор Сич», 2000г.- 461 с.

6. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні ділянки та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /Укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с.

7. Методичні рекомендації для дипломного проектування “Оцінка економічної ефективності технічних рішень” для студентів зі спец. 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська – Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2023 – 43 с.

8. Справочник технолога-машиностроения. В 2-х т. С74 Т. 2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мешерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с.

9. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др., Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.

10.https://stud.com.ua/72499/tehnika/rozrahunok_mitsnist_zapas_mitsnosti_dopustimi_naprugi

[illegible]

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2

[illegible]

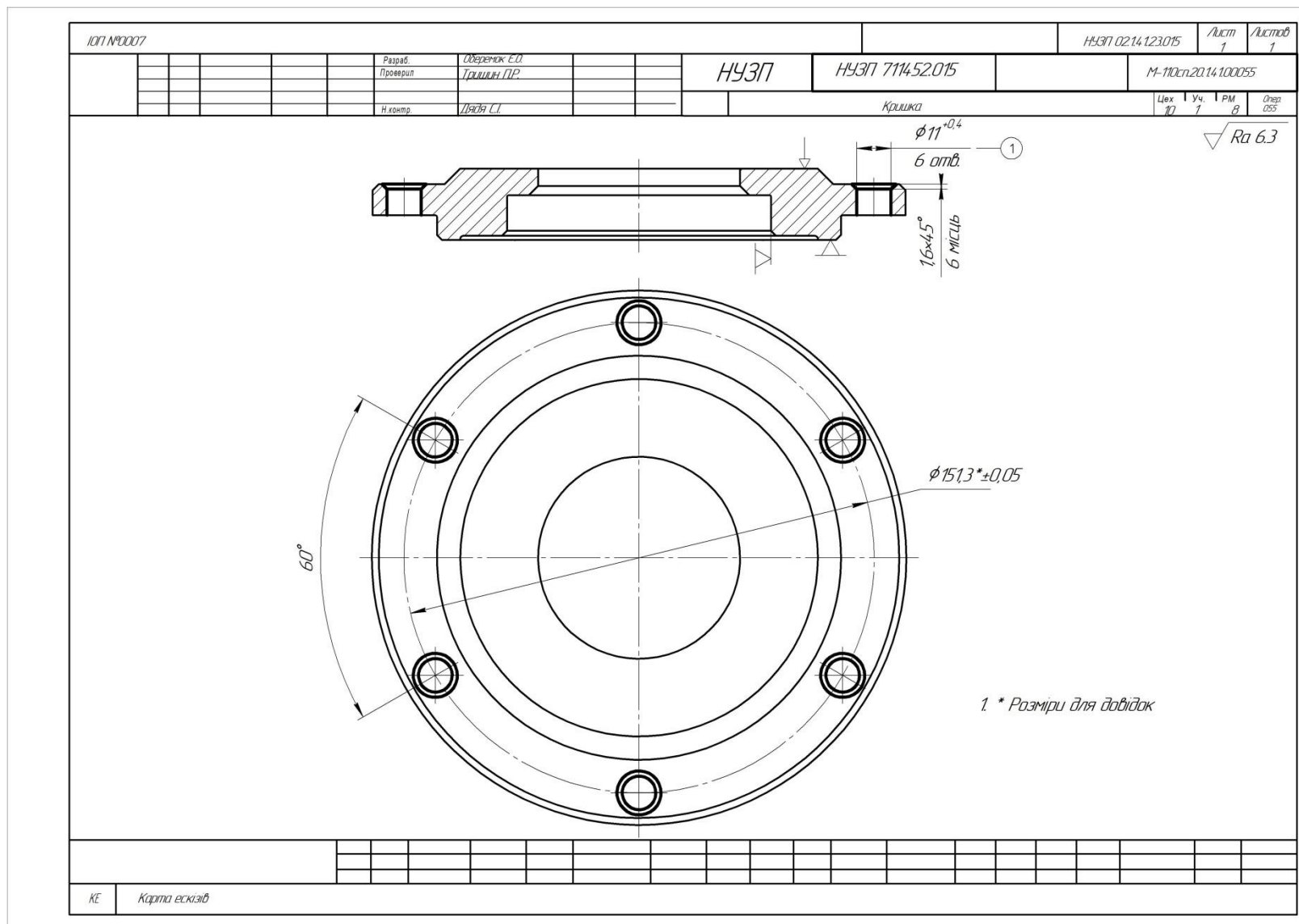
ГОСТ 3.1118-82 Форма 2а

[illegible]

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2а

[illegible]

[illegible]



ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубль									
Взам.									
Подл.									
НУЗП 02.14.123.015								Листов 2	Лист 1
Разр.д.	Оберемак Е.О.			НУЗП	НУЗП 711452.015	М-110сп60.14.100055			
Провер.	Тришин П.Р.								
Н. контр.	Дядя С.І.								
Кришка					Цех 10	Участ. 1	Оп. 055		
Наименование операций		Материал		Твердость	ЕИ	МД	Проф. и разм.	МЗ	КИМ
Вертикально-свердильный		Сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89		45 HRC	1	2,096	φ175,6x24,4	2,337	0,89
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	Tn.з	Tшт	СОЖ	
Вертикально-свердильный з ЧПК 2P135Ф2		—		4,267	0,53	18	5,469	5% р-р эмульсора ГОСТ 1975-75	
Р		П	Д або В	L	f	i	S _{о, мм/об}	n	V
0 01	1. Встановити, закріпити, зняти та відкласти								f _н =0,22
T 02	ПР: Пристрій спеціальний								
03									
04									
0 05	2. Свердлити 6 отворів, витримуючі розмір1								
T 06	ДІ: Інструментальний блок								
T 07	Свердло 2300-54.15 Р6М5 ГОСТ 4010-77								
P 08		01	11	15	5,5	6	0,001	250	8,64
09									
0 10	3. Зенкерувати 6 отворів, витримуючі розмір1								
T 11	ДІ: Інструментальний блок								
T 12	Зенкер 2353-0089 ГОСТ 14 953-80								
P 13		02	10	3,1	1,6	6	0,1	540	3,395
0 14									
15									
OK									

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Лист									
Взят									
Подл.									
НУЗП 02.14.123.015						Листов 2		Лист 2	
Разработ.	Одережок Е.О.			НУЗП	НУЗП 711452.015			М-110сп.60.14.1.00015	
Провер.	Тришин П.Р.								
Н. контр.	Дядя С.И.			Кришка				Цех 10	Участ. 1
Наименование операций		Материал		Твердость	ЕИ	МД	Проф. и разм.	МЗ	КММ
Вертикально-свердильный		Сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89		45 HRC	1	2,096	Ø175,6x24,4	2,337	0,89
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	Tn.з	Tшт	СОЖ	
Вертикально-свердильный з ЧПК 2P135Ф2		—		4,267	0,53	18	5,469	5% р-р эмульсора ГОСТ 1975-75	
P		П	D адо В	L	f	i	S _{0, мм/об}	n	V
01	4. Проверить размеры 1 згідно норм. контролю								
02	ЗВ: Калибр-пробка 8133-0924 Н14,								
03									
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
ОК									