

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

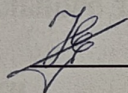
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Бакалаврська дипломна робота

на тему:

«ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ
ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА 12.11»

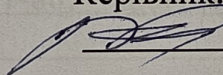
Виконав: студент 4 курсу, групи 1ПМ-206
Спеціальності 131 – «Прикладна механіка»



Іван СЛОБОДЯНЮК

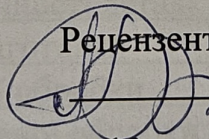
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., проф., професор каф. ТАМ
Леонід КОЗЛОВ



« 06 » 06 2024 р.

Рецензент: д.т.н., професор каф. АТМ
Андрій КАШКАНОВ

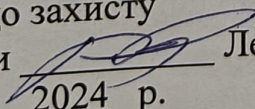


(прізвище та ініціали)

« 12 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри



Леонід КОЗЛОВ

« 07 » 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(повна назва кафедри)
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 13 Механічна інженерія
(шифр і назва)
Спеціальність – 131 – «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)
Освітньо - професійна програма – Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні
(назва освітньо - професійної програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Д.Т.Н., професор Козлов Л.Г.
« 11 » 03 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Слободянюку Івану Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка 12.11»

Керівник роботи Козлов Леонід Геннадійович, д.т.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 11 » 03 2024 року №80

2. Термін подання студентом роботи 14.06.24р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі: Кришка 12.11

Матеріал: Сталь 45Л ГОСТ 977-88, Програма випуску: 1500 шт.

4. Зміст текстової частини

1. Визначення типу виробництва і форми організації роботи

2. Аналіз конструкції і технологічності деталі

3. Вибір способу виготовлення заготовки

4. Розробка маршруту механічної обробки

5. Проектування ділянки механічної обробки

6. Охорона праці

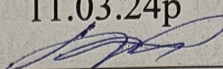
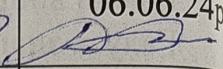
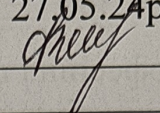
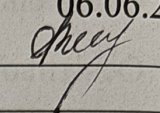
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
робоче креслення деталі;

робоче креслення заготовки;

маршрут механічної обробки деталі;

розмірний аналіз технологічного процесу.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	Дмитро ЛОЗІНСЬКИЙ, доцент кафедри ТАМ	11.03.24р 	06.06.24р 
Охорона праці	Інна ВІШТАК, доцент кафедри БЖД ПБ	27.05.24р 	06.06.24р 

7. Дата видачі завдання «11» 03 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примі
		початок	закінчення	
	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.24р	20.03.24р	Ви
	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	23.04.24р	26.04.24р	Ви
	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	27.05.24р	29.05.24р	Ви
	Виконання розділу «Охорона праці»	27.05.24р	06.06.24р	Ви
	Перевірка на антиплагіат	06.06.24р	07.06.24р	Ви
	Нормоконтроль БДР	06.06.24р	07.06.24р	Ви
	Попередній захист БДР	10.06.24р	11.06.24р	Ви
	Рецензування БДР	11.06.24р	12.06.24р	Ви
	Захист БДР	18.06.24р.	21.06.24р.	Ви

Студент

(підпис)

Іван Слободянюк
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Леонід ЖО
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська дипломна робота складається з 79 сторінок формату А4, на яких є 9 рисунків, 25 таблиць, список використаних джерел містить 18 найменувань.

Мета роботи полягає у проектуванні технологічного процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка 12.11». технологічний процес розроблений на основі технологічних методів обробки поверхонь, а також високоефективного обладнання, яке відповідає умовам середньосерійного типу виробництва.

В роботі визначено тип виробництва і форму організації роботи, проведено аналіз конструкції і технологічності деталі, вибрано спосіб виготовлення заготовки, розроблено маршрут механічної обробки, спроектовано ділянку механічної обробки. Наведені рекомендації щодо безпечних умов праці.

Ключові слова: заготовка, обробка, маршрут механічної обробки, верстат з ЧПК.

ABSTRACT

The bachelor thesis consists of 79 pages of A4 format, on which there are 9 figures, 25 tables, the list of used sources contains 18 names.

The purpose of the work is to design a technological process of mechanical processing of a workpiece of the "Cover 12.11" type. the technological process is developed on the basis of technological methods of surface treatment, as well as highly efficient equipment that meets the conditions of medium-scale production.

In the work, the type of production and the form of work organization were determined, the design and manufacturability of the part were analyzed, the method of manufacturing the workpiece was selected, the machining route was developed, and the machining station was designed. Recommendations for safe working conditions are given.

Keywords: workpiece, processing, mechanical processing route, CNC machine tool.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ.....	9
1.1. Визначення маси деталі	9
1.2. Визначення типу виробництва	11
1.3. Визначення організації форми виробництва.....	15
2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ.....	17
2.1. Аналіз конструкції деталі.....	17
2.2 Аналіз технологічності деталі.....	18
3. ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ.....	22
3.1 Вибір двох альтернативних способів виготовлення заготовки.....	22
3.2 Розрахунок розмірів заготовок для обох способів її виготовлення.....	25
3.3 Оформлення ескізів обох варіантів заготовки	27
3.4 Техніко-економічне порівняння обох варіантів отримання заготовок та вибір найраціональнішого	28
4. РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ.....	29
4.1. Аналітичний огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах даного типу виробництва.....	29
4.2. Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності. Визначення кількості ступенів механічної обробки	30
4.3. Вибір чистових та чорнових технологічних баз.....	32
4.4. Проектування маршруту механічної обробки.....	35
4.5. Розмірний аналіз технологічного процесу.....	36
4.5.1. Вибір розташування технологічних розмірів.....	36
4.5.2. Попереднє призначення допусків технологічних розмірів.....	37
4.5.3. Розмірна схема технологічного процесу.....	38
4.5.4. Похідний, вихідний графі-дерева, суміщений граф.....	39
4.5.5. Визначення проміжних мінімальних припусків на механічну обробку заданих поверхонь	39

4.5.6. Таблиця рівнянь технологічних розмірних ланцюгів.....	40
4.5.7. Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків, корекція допусків технологічних розмірів	40
4.6. Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь	41
4.7. Визначення режимів різання при різних методах механічної обробки.....	47
4.8. Визначення технічних норм часу для всіх операцій.....	52
5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	54
5.1. Розрахунок кількості обладнання, яке працює із заданою програмою	54
5.2. Орієнтовне визначення приведених програм для завантаження обладнання	55
5.3. Розрахунок кількості робітників на дільниці.....	57
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТКИ.....	71
ДОДАТОК А. Графічна частина	
ДОДАТОК Б. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток машинобудування багато в чому визначає рівень розвитку країни, а також, безумовно, дозволяє оптимізувати наукові дослідження та виробництво для розробки складних механічних систем.

Інженер-механік повинен добре розбиратися в автоматизації, матеріалознавстві, комп'ютерних технологіях та аналізі в пакетах САПР, системах контролю на виробництві, механіці, щоб мати можливість розробляти складніші пристрої, забезпечуючи безпечну, ефективну та надійну роботу конструкції за прийнятної вартості. У цих областях можна використовувати ряд технологічних інструментів, щоб допомогти процесу, за допомогою якого інженер може спростити та оптимізувати робочий процес, за допомогою якого він виконує поставлене завдання.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка 12.11», побудованого з використанням сучасних технологічних методів механічної обробки поверхонь та високопродуктивного гнучкого металорізального обладнання.

Для досягнення поставленої задачі мають бути виконані наступні *завдання*: провести аналіз конструкції деталі, виконати якісний та кількісний аналіз технологічності деталі; зробити техніко-економічне порівняння способів виготовлення заготовки; розробити маршрут механічної обробки; підібрати інструмент та обладнання, а також призначити режими різання; визначити основні виробничі параметри ділянки механічної обробки.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ

1.1 Визначення маси деталі

Деталь представляє собою тіло обертання та має такі поверхні: три поверхні циліндричної форми із зовнішніми діаметрами Ø124, Ø115, Ø110, а також поверхня, на якій нарізається різь – ці поверхні формують зовнішню поверхню деталі; внутрішня порожнина – отвори циліндричної форми - Ø90x15, Ø90x12, Ø73, Ø70. На зовнішній поверхні деталі передбачені 3 отвори Ø6 та 2 отв. Ø10 та одна канавка для ущільнюючого кільця.

Для визначення ваги необхідно обрахувати об'єми всіх вказаних вище поверхонь і знаючи марку матеріалу – масу.

Примітка: при розрахунку маси не враховуємо маси металу, який знімається при формуванні фасок і канавок, як зовнішніх і внутрішніх.

Внутрішні поверхні:

$$V_{90}' = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 15 = 95377,5 \text{ мм}^3$$

$$V_{90}'' = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 12 = 76302 \text{ мм}^3$$

$$V_{73} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 73^2}{4} \cdot 7 = 29282,8 \text{ мм}^3$$

$$V_{70} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot (L_1 + L_2 + L_3) = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot (13 + 10 + 20) = 165399,5 \text{ мм}^3$$

$$V_{75} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 75^2}{4} \cdot 3 = 13246,8 \text{ мм}^3$$

Зовнішні поверхні:

$$V_{124} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 124^2}{4} \cdot 15 = 181052,4 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{різ.част.}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 115^2}{4} \cdot 51 = 529462,8 \text{ мм}^3$$

$$V_{96} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 96^2}{4} \cdot 2 = 14469,1 \text{ мм}^3$$

$$V_{110} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 110^2}{4} \cdot 19 = 180471,5 \text{ мм}^3$$

$$V_{10H12} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 10 = 785 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{зотв.М6}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot 3 = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \cdot 10 \cdot 3 = 847,8 \text{ мм}^3$$

$$V_{\sum \text{зовн.пов.}} = 907088,7 \text{ мм}^3$$

$$V_{\sum \text{вн.пов.}} = 366361,8 \text{ мм}^3$$

Загальний об'єм деталі:

$$V_{\text{дет.}} = V_{\sum \text{зовн.пов.}} - V_{\sum \text{вн.пов.}} = 540726,8 \text{ мм}^3 = 540,73 \text{ см}^3$$

Загальна маса деталі:

$$m_{дет.} = V_{\Sigma} \cdot \gamma = 540,73 \cdot 7,8 = 4217,7 \text{ г} = 4,22 \text{ кг}$$

1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва для попередніх розрахунків можна визначити, використовуючи методику, яка викладена в загальновідомій літературі за коефіцієнтом закріплення операцій за робочими місцями. За формулами укрупненого нормування визначаємо витрати основного (машинного) часу на обробку кожної поверхні – до розгляду приймаємо тільки ті поверхні та технологічні переходи, які можуть викликати максимальні витрати основного часу.

Таблиця 1.1 – Розрахунок норм витрат основного часу T_o

Поверхня обробки	Найменування технологічного методу обробки	Формула для розрахунку T_o	Значення витрат T_o , хв.
1	2	3	4
Отв. Ø70H8	1. Розточування отвору попереднє 2. Розточування отвору попереднє 3. Розточування отвору остаточне (токарний верстат)	0,18dl	1033·10 ⁻³ 1033·10 ⁻³ 1033·10 ⁻³
Кільцеві розточки: Ø73H12, Ø90H12x15, Ø90H12x12, Ø75H10	1. Розточування за два проходи Ø75H10 2. Розточування за один прохід Ø73H12, Ø90H12 (2 отв.)	0,18dl	189·10 ⁻³ 243·10 ⁻³ 194,4·10 ⁻³
Поверхня під різь Ø115x2	1. Точіння попереднє 2. Точіння остаточне	0,1dl 0,17dl	596,7·10 ⁻³ 997·10 ⁻³
Різева поверхня M115x2	1. Нарізання різі	19dl	111435·10 ⁻³
Поверхня Ø110H10	1. Точіння попереднє 2. Точіння остаточне	0,1dl 0,17dl	212,8·10 ⁻³ 355,3·10 ⁻³

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Поверхня Ø124	1. Точіння однократне	0,1dl	148,8·10 ⁻³
Отвір Ø10H12 (2 шт.)	1. Свердління однократне (180° - 2 шт.)	0,52dl	104·10 ⁻³
Отвір Ø6 (3 шт.)	1. Свердління однократне (120° - 3 шт.)	0,52dl	93,6·10 ⁻³

Примітка: до розгляду не включені поверхні внутрішніх і зовнішніх фасок та канавок під ущільнюючі кільця в зв'язку з незначними витратами часу на їх обробку, які суттєво відрізняються від тих, що наведені в таблиці 1.1.

Визначаємо штучно-калькуляційний час на обробку вибраних поверхонь:

$$T_{шт-к} = \varphi_k \cdot T_{O_i} \text{ [хв]}, \quad (1.1)$$

де, φ_k - табличний коефіцієнт, який враховує обладнання для конкретної обробки та тип виробництва;

T_{O_i} - основний час обробки на кожній операції.

Токарна обробка (точіння, розточування, нарізання різі):

$$T_{шт-к_{ток.}} = (1033 + 1033 + 1033 + 189 + 243 + 194,9 + 596,7 + 997 + 111435 + 212,8 + 355,3 + 148,8) \cdot 10^{-3} \cdot 2,14 = 251,9 \text{ хв.}$$

Свердильна обробка (3 отв. Ø6; 2 отв. Ø10H12):

$$T_{шт-к_{св.}} = (104 + 93,6) \cdot 10^{-3} \cdot 2,14 = 0,424 \text{ хв.}$$

Розрахункова кількість верстатів:

$$C_{P_i} = \frac{N \cdot T_{\text{ит}-K_i}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н}}, \quad (1.2)$$

де, $\eta_{з.н}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, для умов дрібносерійного типу виробництва $\eta_{з.н} = 0,75$.

Токарна обробка:

$$C_{P_{\text{ток.}}} = \frac{1500 \cdot 251,9}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 2,159$$

Приймаємо $P_{P_{\text{ток.}}} = 2$ верстат.

Свердлильна обробка:

$$C_{P_{\text{св.}}} = \frac{1500 \cdot 0,424}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,036$$

Приймаємо $P_{P_{\text{св.}}} = 1$ верстат.

Фактичний коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_p}{P_{np.}} \quad (1.3)$$

Токарна обробка:

$$\eta_{з.ф.ток.} = \frac{2,159}{2} = 1,08$$

Свердлильна обробка:

$$\eta_{з.ф.св.} = \frac{0,036}{1} = 0,036$$

Кількості операцій, які виконують на робочому:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (1.4)$$

Токарна обробка:

$$O_{ток.} = \frac{0,75}{1,08} = 0,69$$

Свердлильна обробка:

$$O_{св.} = \frac{0,75}{0,036} = 20,83$$

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_{np.}} \quad (1.5)$$

Токарна обробка:

$$K_{3.O.ток.} = \frac{0,69}{2} = 0,35$$

Свердлильна обробка:

$$K_{3.O.св.} = \frac{20,83}{1} = 20,83$$

Середній коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{3.O.сер.} = \frac{0,69 + 20,83}{2 + 1} = 7,17$$

За ГОСТ 14.004-74 приймаємо крупносерійний тип виробництва.

1.3 Визначення організації форми виробництва

- Денний випуск деталей:

$$N_{\partial} = \frac{N}{254} = \frac{1500}{254} = 5,9 \approx 6 \text{ дет.}$$

- Денна продуктивність поточної лінії:

$$Q_{\partial} = \frac{F_{\partial}}{T_{сер.}} \cdot \eta_{з.н.}, \quad (1.6)$$

де, F_{∂} - денний фонд часу роботи обладнання в 2 зміни, $F_{\partial} = 952$ хв.;

$T_{сер.}$ - середня трудомісткість операцій.

$$T_{сер.} = \frac{(T_{шт-к.фр.} + T_{шт-к.св.})}{2} = \frac{(251,9 + 0,424)}{2} = 126,162 \text{ хв.}$$

$$Q_d = \frac{952}{126,162} \cdot 0,75 = 5,66 \cong 6 \text{ дет.}$$

Однономенклатурну лінію використовувати доцільно, оскільки $Q_d = N_d$.

Висновок: отримані результати розрахунку показують, що доцільно прийняти однономенклатурну форму організації виробництва деталей. У виробництво віддаємо партії заготовок загальною кількістю 6 штук кожен день.

2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ

2.1. Аналіз конструкції деталі

2.1.1 Загальна характеристика

За формою, конструкцією та технологічними ознаками дана деталь відноситься до класу типових деталей «Кришка». Матеріал деталі – ливарна сталь марки 45Л ГОСТ 977-88.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 45Л ГОСТ 977-88

Хім. елемент	Вуглець (C)	Хром (Cr)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Нікель (Ni)	Сірка (S)	Фосфор (P)
Вміст, %	0,4-0,45	до 0,25	0,3-0,36	0,5-0,8	до 0,3	до 0,04	0,045

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні властивості матеріалу

Твердість HB	Межа міцності при розтягуванні σ_b , МПа	Межа текучості σ_m , МПа	Ударна в'язкість a_n , Дж/см ²	Відносне видовження δ , %	Відносне звуження ψ , %
197	650	380	40	16	30

Габаритні розміри деталі, квалітети точності та шорсткість поверхонь:

- довжина – 82 мм;
- зовнішній діаметр, максимальний – 124 мм;
- внутрішній діаметр, максимальний – 90 мм;
- найвищий квалітет точності – 8;
- найнижчий квалітет точності – 12;
- найвища шорсткість поверхонь – Ra=12,5 мкм.

2.1.2. Службове призначення деталі

Дана деталь – кришка гідроциліндра. Виходячи із заданих квалітетів точності розмірів та якості поверхонь їх можна поділити на дві групи: поверхні і розміри з підвищеними вимогами точності до основних, від яких залежить службове призначення деталі, а всі інші до другорядних. Отже, до основних поверхонь

відносимо: отв. Ø70H8, Ra=1,6 мкм; отв. Ø75H10, Ra=1,6 мкм; отв. Ø110H10, Ra=1,6 мкм.

Креслення деталі має всі необхідні дані щодо вимог точності розмірів, шорсткості поверхонь та взаємного розташування деяких з них, від яких залежить виконання деталлю свого службового призначення.

2.2. Аналіз технологічності деталі

2.2.1. Якісний аналіз технологічності

Маса деталі складає 4,22 кг. За формою деталь не досить складна. Найбільш доцільним методом отримання заготовки є лиття, з точки зору формування конфігурації зовнішнього та внутрішнього контурів, а також беручи до уваги матеріал деталі з ливарними властивостями (Сталь 45Л).

Поверхонь, які не підлягають обробці деталь немає. Доступ інструменту до всіх поверхонь вільний.

До недоліків конструкції з боку технологічності можна віднести обробку 2-х отв. Ø90H12- виникають відповідні складнощі до процесу позиціювання інструменту для їх обробки і контроль їх обробки (отвори призначені для ущільнюючих елементів), а також необхідність в декількох переходах обробки найбільш точної поверхні – отв. Ø70H8, а також посадочних поверхонь з двох боків торців – Ø110, Ø75, а також умова неперпендикулярності вісі отв. Ø70H8 торцю.

Деталь має достатньо розвинені базові поверхні. Вимоги до точності розмірів та шорсткості поверхонь можна легко дотримати шляхом підбору відповідних технологічних методів обробки та режимів різання. Всі поверхні доступні для контролю.

Загалом, якісний аналіз технологічності конструкції довів, що задана деталь є цілком технологічна.

2.2.2. Кількісний аналіз технологічності

Відповідно до ГОСТ 18831-74 кількісний аналіз технологічності деталі здійснюється за допомогою таких показників::

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_y = \frac{Q_{y.e.}}{Q_e}, \quad (2.1)$$

де, $Q_{y.e.}$ - кількість уніфікованих елементів;

Q_e - загальна кількість типорозмірів конструктивних елементів (різьба, отвори, фаски тощо).

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта K_y

Діаметральні розміри		Лінійні розміри		Різи, кути, фаски, радіуси, канавки		Шорсткість Ra, мкм	
Q_{∂}	$Q_{\partial,у}$	Q_L	$Q_{L,у}$	Q_{ϕ}	$Q_{\phi,у}$	$Ш$	$Ш_{у}$
Ø70H8	-	82	-	Фаски:		3,2	1 (Ø70H8)
Ø73H10	-	70	-	1,5x45° (7 шт.)	7	6,3	1 (Ø73H10)
Ø90H12x15	1	51	-	1x45° (2 шт.)	2	12,5	3 (Ø90H12)
Ø90H12x12	1	20	1	2x45°	-	12,5	1 (Ø755H10)
Ø90H12x10	1	7	-	3x45°	-	12,5	2 (Ø10H12-3)
Ø75H10	1	15	1	3x30° (2шт.)	-	6,3	3 (M6-3)
Ø10H12 (2 шт.)	2	18	1	Канавки:		12,5	Всі інші:
ØM6H12 (3 шт.)	-	25	1	Ø110xØ106x3	-	12,5	19 (Ra=12,5)
		10	1	Ø115xØ105x3	-	12,5	
		12	1	Різи:			
				M115x2	-		
				M6 (3 шт.)	-		
$\Sigma 11$	$\Sigma 6$	$\Sigma 10$	$\Sigma 6$	$\Sigma 19$	$\Sigma 9$	$\Sigma 12$	$\Sigma 30$

$$K_y = \frac{6+6+9+12}{11+10+19+30} = \frac{33}{70} = 0,471$$

Конструкція деталі не зовсім технологічна ($K_y \geq 0,6$ - технологічна).

Складаємо таблицю для визначення коефіцієнта точності обробки:

Таблиця 2.3 – Визначення коефіцієнта точності обробки

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
8 (Отв. Ø70H8)	1	8x1=8
10 (Отв. Ø73H10, Отв. Ø75H10)	2	10x2=20
12 (Всі інші)	28	12x28=336
Сума:	31	364

$$T_{сер.} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i} = \frac{364}{31} = 11,742$$

$$K_{T.O.} = 1 - \frac{1}{T_{сер.}} = 1 - \frac{1}{11,742} = 0,915$$

При $K_{T.O.} \geq 0,8$ - деталь вважається технологічною.

Складаємо таблицю для розрахунку коефіцієнта шорсткості:

Таблиця 2.4 – Визначення коефіцієнта шорсткості

Шорсткість, Ra	Кількість поверхонь	Розрахунок
3,2 (Отв. Ø70H8)	1	3,2x1=3,2
6,3 (Отв. Ø73, Отв. Ø75)	2	6,3x2=12,6
12,5 (Всі інші)	25	12,5x2,5=312,5
Сума:	28	328,3

$$Ш_{сер.} = \frac{\sum Ш_i n_i}{\sum n_i} = \frac{328,3}{28} = 26,96$$

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{сер.}} = \frac{1}{26,96} = 0,0371$$

При $K_{Ш} \geq 0,32$ - деталь вважається технологічною.

Висновок: провівши розрахунки та проаналізувавши їх результати остаточно робимо висновок, що ця деталь являється цілком технологічною. Отже, можна переходити до розробки технологічного процесу.

3 ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

3.1 Вибір двох альтернативних способів виготовлення заготовки

Для заготовки, яка виготовляється із сталі марки «Сталь 45Л» ГОСТ 977-88 і має масу 4,45 кг найбільш сприятливим способом є:

- піщано-глинисті форми (ПГФ);
- оболонкові форми (ОФ);
- лиття в кокіль (КЛ).

Наведемо кількісні та якісні характеристики обраних способів:

Таблиця 3.1 – Кількісна характеристика способів лиття

Спосіб лиття	Тип виробництва	Матеріал виливка	Маса, кг	Товщина стінок	Квалітет	Шорсткість Rz, мкм	Коефіцієнт викор. матер.	Технологічні особливості	Область застосування
Піщано-глинисті форми	О, С	Чавун, сталь, кольорові метали	10-1000	>3	14-17	320-80	0,55-0,7	Можливе виготовлення виливків будь-якої конфігурації	Фланці, кришки, втулки, стакани, корпуси
Оболонкові форми	М, С	Сірий чавун, сталь, мідні сплави	0,1-80	2-4	12-15	160-20	0,85-0,9	Тонкостінні виливки компактної конфігурації	Втулки, муфти, фланці, кронштейни
Кокіль	С	Сталь, чавун, кольорові метали	0,1-50	>3	12-15	80-20	0,71-0,75	Товстостінні виливки простої і середньої складності	Втулки, муфти, стакани, маховики, колеса
Відцентрове лиття	М, С	Сірий чавун, сталь, мідні сплави	0,1-3000	≥4	13-15	80-20	0,7-0,8	Деталі, які мають вісь обертання	Труби, кільця, втулки, гільзи

Таблиця 3.2 – Якісна характеристика способів лиття

Спосіб лиття	Суть способу	Переваги	Недоліки	Область застосування
1	2	3	4	5
Піщано-глинисті форми	Розплавлений метал заливається у ливарну форму, яка складається з двох опок. Площина з'єднання двох опок є площиною роз'єму. Разова форма отримується із піщано-глинистих формувальних сумішей. В таких формах отримуються >80% всіх виливків в машинобудуванні. Формування суміші ущільнюється ручним або механічним або автоматизованим способом. Після заливки металу до форми вона кристалізується під дією сили земного тяжіння. Після завершення застигання виливок виймається шляхом руйнування форми.	Можливість отримання складних заготовок. Мінімальні витрати на виготовлення, можливість механізації та автоматизації.	Низька точність, висока шорсткість.	Одиничне, серійне виробництво при ручному формуванні. Великосерійне і масове при манному формуванні.
Оболонкові форми	Виготовляються дві напівформи товщиною 6-20 мм із формувальної суміші, що складається із піску, фенолформальдегідних смол в якості зв'язки. Після з'єднання оболонкові форми поміщають в нероз'ємні опоки, які засипають піском із дробом.	Процес виготовлення може бути повністю механізованим. Зменшується об'єм формувальної суміші в 10-20 разів. Зменшуються обрубні та очисні роботи на 50%.	Висока вартість зв'язуючої суміші. Формоутворення здійснюється за допомогою металевого модельного оснащення.	Великосерійне, масове виробництво.

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
Кокіль	Розплавлений метал заливається в багаторазову металеву форму, остигає і кристалізується під дією сили земного тяжіння. Після закінчення застигання виливок виймається.	Мала трудомісткість, короткий цикл виготовлення, можливість механізації та автоматизації процесу.	Обмеження по формі виливків та розмірах, можливість виникнення ливарних дефектів (раковин, порожнин) внаслідок швидкого охолодження металу.	Масове, серійне виробництво.
Відцентрове лиття	Метод полягає у заливці рідкого металу у форму, яка обертається. Обертання продовжується до закінчення кристалізації металу.	Як і при кокільному литті досягається висока точність розмірів та аналогічний параметр шорсткості поверхні. За рахунок обертання досягається висока щільність металу виливка, підвищується рідкотекучість, практично відсутні втрати на виготовлення стержнів. Знижуються витрати металу, тому що відсутня або дуже мала ливарна система.	Неточність розмірів та низька якість внутрішньої порожнини виливка, важкість отримання виливків зі сплавів, які схильні до ліквіації, можливість виникнення повздовжніх та поперечних тріщин за рахунок високих відцентрових сил та утрудненої усадки виливка.	Масове, серійне виробництво.

З вище розглянутих способів отримання заготовки методом лиття вибрані лиття в кокіль та відцентрове лиття.

3.2 Розрахунок розмірів заготовки для обох способів її виготовлення

Вибираємо параметри заготовки:

Таблиця 3.3 – Вихідні дані та вибрані параметри заготовки

Вихідні дані	Відцентрове лиття (ВЦЛ)		Лиття в кокіль (КЛ)	
	ГОСТ 26645-85	Прийнято	ГОСТ 26645-85	Прийнято
Ступінь жолоблення елементів виливка	3-6	4	3-6	4
Клас розмірної точності поверхонь	7-12	9	7-11	9
Ступінь точності поверхонь	6-11	9	6-11	9
Шорсткість поверхонь	Ra=20 мкм	Ra=20 мкм	Ra=20 мкм	Ra=20 мкм
Клас точності маси	6-13	10	5-11	8
Ряд припусків	3-6	5	3-6	5

Вибираємо допуски:

Визначаємо розміри поверхонь на які будуть призначатися припуски, тобто підлягають виливанню: отв. Ø70Н8, Ø118Н10, 18Н10, Ø126Н12, 84Н10. Призначені допуски на визначені розміри зводимо до таблиці.

Таблиця 3.4 – Допуски на розміри заготовки ВЦЛ

№ з/п	Розміри/Допуски	Ø70Н8	Ø118Н10	18Н10	Ø126Н12	84Н10
1	2	3	4	5	6	7
1	На розмір	1,2	1,6	1,4	2,4	-
2	Круглість і співвісність	1,2	1,6	1,4	2,4	-
3	Зміщення від площини роз'єму	-	1,1	-	-	-
4	Форми та розташування поверхонь	1,8	0,2	0,2	0,2	0,2
5	Допуск загальний	2,0	2,0	1,6	2,0	1,8
6	Нерівність поверхонь	0,32 мм				
7	Маси	12%				

Таблиця 3.5 – Допуски на розміри заготовки КЛ

№ з/п	Розміри/Допуски	Ø70Н8	Ø118Н10	18Н10	Ø126Н12	84Н10
1	2	3	4	5	6	7
1	На розмір	1,0	1,4	1,1	2,0	-
2	Круглість і співвісність	1,0	1,4	1,1	2,0	-
3	Зміщення від площини роз'єму	1,8	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Форми та розташування поверхонь	-	1,1	-	-	-
5	Допуск загальний	2,0	2,0	1,6	2,0	1,8
6	Нерівність поверхонь	0,32 мм				
7	Маси	12%				

Вибираємо конструктивні елементи.

Визначення мінімально можливої товщини стінок виливка:

$$S_o \approx 6 \text{ мм}$$

Для виливків призначаємо радіуси заокруглень – для спряження поверхні 18Н10 та Ø118Н10 – R=3 мм.

Призначення ливарних нахилів для поверхонь, які виливаються і підлягають подальшій обробці:

- пов. отв. Ø70Н8: L 0°30' ($h_{\text{в}}=86$ мм);
- пов. Ø118Н10: L 0°30' ($h_{\text{в}}=77$ мм);
- пов. Ø123Н12: L 0°30' ($h_{\text{в}}=18$ мм).

3.3 Оформлення ескізів обох варіантів заготовки

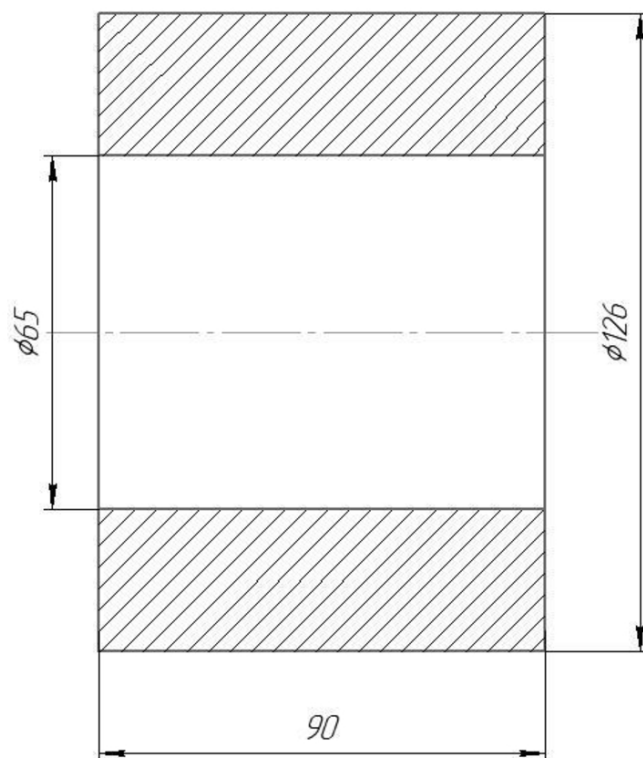


Рисунок 3.1 - Ескіз заготовки, отриманої відцентровим литтям

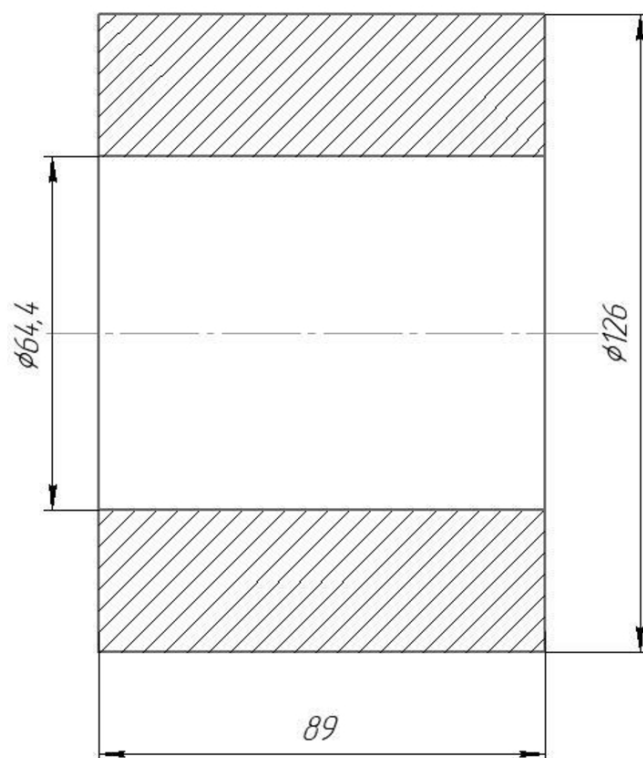


Рисунок 3.2 - Ескіз заготовки, отриманої литтям в кокіль

3.4 Техніко-економічне порівняння обох варіантів отримання заготовок та вибір найраціональнішого

$$S_{заг.ВЛЛ} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot m_{заг.ВЛЛ} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_6 \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (m_{заг.ВЛЛ} - m_{дет.}) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000} =$$

$$= \left(\frac{32000}{1000} \cdot 4,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 1,36 \cdot 1,06 \right) - (4,8 - 4,2) \cdot \frac{25000}{1000} = 175,43 \text{ грн.}$$

$$S_{заг.КЛ} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot m_{заг.КЛ} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_6 \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (m_{заг.КЛ} - m_{дет.}) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000} =$$

$$= \left(\frac{29000}{1000} \cdot 4,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 1,36 \cdot 1,06 \right) - (4,6 - 4,2) \cdot \frac{25000}{1000} = 155,39 \text{ грн.}$$

Висновок: зробивши порівняння результатів обрахунку вартості отримання заготовок робимо висновок, що з точки зору економічної доцільності більш вигідним та правильним рішенням буде прийняти варіант отримання заготовки, виготовлену литтям в кокіль.

4 РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

4.1 Аналітичний огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах даного типу виробництва

Як було визначено в попередніх пунктах, за своєю формою, конструкцією та технологічними ознаками задану деталь можна віднести до класу типових деталей «Порожнисті циліндри».

До деталей цього типу відносять деталі, конструктивною особливістю яких є концентрично розташування циліндричних поверхонь. Деталі мають форму не тільки порожнистого циліндра, а також циліндричних тіл обертання зі складною зовнішньою або внутрішньою поверхнею. Для заготовки таких деталей характерна обробка тільки основних спряжених поверхонь - циліндричних зовнішніх і внутрішніх. Обробка виконується звичайно при обертанні заготовки, але інколи обробку основних поверхонь виконують обертовим інструментом при нерухомій заготовці.

Установними базами при обробці служить один з творців заготовки та її внутрішня або зовнішня циліндрична поверхня. Заготовки складних деталей базують в деяких випадках по фасонній зовнішній поверхні. При наступній обробці якості постійних баз використовують оброблені поверхні (торець та циліндричну поверхню). Кутова фіксація заготовки забезпечується одним з її виступів або отвором у торці.

Принципова технологічна схема обробки (крім дрібних деталей) може мати таку послідовність:

1. Чорнове обточування зовнішніх та розточування внутрішніх поверхонь та їх торців з одного боку;
2. Те ж саме з іншого боку;
3. Напівчистове та чистове обточування зовнішніх та розточування внутрішніх поверхонь та їх творців з одного боку;
4. Те ж саме з іншого боку;

5. Фрезерування невеликих площин на виступі;
6. Свердління, центрування, розвертання, нарізання різі у дрібних отворах, у виступах та фланцях;
7. Токарна обробка циліндричних, фасонних та конічних зовнішніх та внутрішніх поверхонь.

Висновок: скористаємось цими рекомендаціями для розробки технологічного маршруту обробки заданої деталі.

4.2 Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності. Визначення кількості ступенів механічної обробки

Визначимо кількість ступенів і методів обробки різанням циліндричної поверхні – отвору Ø70H8, Ra=1,6 мкм.

Згідно рекомендаціям пропонується така послідовність обробки даної поверхні:

- розточування попереднє;
- розточування попереднє;
- розточування остаточне.

Перевіримо цю рекомендацію з точки зору кількості переходів обробки шляхом визначення коефіцієнта уточнення.

Загальне уточнення фактичне:

$$\xi_{\sum \phi} = \xi_1 + \xi_2 \dots \xi_n, \quad (4.1)$$

де, $\xi_1 + \xi_2 \dots \xi_n$ - уточнення якого-небудь розмірного параметру заготовки по одному з переходів.

Потрібне уточнення:

$$\xi_{y \sum \text{нотр.}} = \frac{T_{\text{заг.}}}{T_{\text{дет.}}} = \frac{a_{\text{заг.}}}{a_{\text{дет.}}} , \quad (4.2)$$

де, $T_{\text{заг.}}, T_{\text{дет.}}$ - допуски параметру, який розглядається відповідно для заготовки та деталі;

$a_{\text{заг.}}, a_{\text{дет.}}$ - кількість одиниць допуску для даного квалітету точності відповідно для заготовки та деталі.

Для заготовки, виготовленої литтям, для отв. Ø70H8:

$$T_{\text{заг.}} = 740 \text{ мкм (H14)}$$

Для 8 квалітету точності (деталь):

$$T_{\text{дет.}} = 46 \text{ мкм}$$

Тоді:

$$\xi_{y \sum \text{нотр.}} = \frac{740}{46} = 16,08$$

$$n = \frac{\lg 16,08}{0,46} = 2,62$$

Приймаємо: $n_{np} = 3$

Визначаємо уточнення по окремим переходам:

$$\xi_{y \sum \phi.} = 4 \cdot 3 \cdot 1,8 = 21,6$$

Умова $\xi_{y\sum\phi.} \geq \xi_{y\sum\text{нотр.}}$ виконується. Це свідчить про те, що кількість переходів та їх послідовність вибрані вірно.

Після чорнової обробки точність збільшується приблизно з ІТ14 до ІТ12, після напівчистої обробки – з ІТ12 до ІТ10, після чистої обробки – з ІТ10 до ІТ8.

Перевіримо:

$$T_1 = \frac{T_{\text{заг.}}}{\xi_1} = \frac{740}{4} = 185 \text{ мкм} (T_{\text{табл.}} = 390 \text{ мкм} - \text{ІТ13})$$

$$T_2 = \frac{T_1}{\xi_2} = \frac{185}{3} = 61,66 \text{ мкм} (T_{\text{табл.}} = 120 \text{ мкм} - \text{ІТ10})$$

$$T_3 = \frac{T_2}{\xi_3} = \frac{61,66}{1,8} = 34,25 \text{ мкм} (T_{\text{табл.}} = 46 \text{ мкм} - \text{ІТ8})$$

Обране уточнення цілком відповідає вибору методу обробки і кількості переходів по економічній точності.

Таким чином, послідовність і кількість стадій обробки буде наступна:

- розточування попереднє (чорнове);
- розточування попереднє (напівчистове);
- розточування остаточне (чистове).

4.3. Вибір чистових та чорнових технологічних баз

4.3.1. Вибір чорнових технологічних баз

Чорнові бази використовуються на першій або на першій та другій технологічних операціях при обробці чистових баз, тобто тих поверхонь, які використовуються в якості баз на всіх наступних операціях.

На операції 005 установ А будуть оброблятися остаточні торці Ø124 (поверхня 1), поверхня Ø124 (поверхня 2), поверхня під різь М115х2 (поверхня 3), фаска на поверхні Ø124 (поверхня 4), внутрішній отвір Ø70Н8 (поверхня 5), канавки під ущільнення Ø90Н12 шириною $b=15$ мм та $b=12$ мм (поверхня 6 та 7), канавка отвору Ø73 (поверхня 8), внутрішній отвір Ø75Н10 (поверхня 9), фаски в

отвір Ø73Н10 (поверхні 10, 11) фаски в отвір Ø75Н10 (поверхні 12, 13), канавка $b=5$ мм (поверхня 14).

Базування буде здійснюватися по чорній поверхні Ø115 з упором в лівий торець. Ця схема може бути реалізована шляхом встановлення заготовки до самоцентруючого трикулачкового патрона (рисунок 4.1). За такої схеми базування забезпечується розв'язання задачі забезпечення розмірного зв'язку між обробленими і необробленими поверхнями.

Обробка деталі на двох установах проводиться без зміни розташування технологічних баз. Верстат – токарний з ЧПК моделі 1П420ПФ30. Верстат дозволяє при обробці встановлювати «Нуль деталі» при написанні керуючої програми і подальшого відпрацювання в автоматичному режимі. Таким чином можна прив'язати правий торець фланцевої частини деталі до лівого торця деталі, а потім визначити розташування вказаного вище торця.

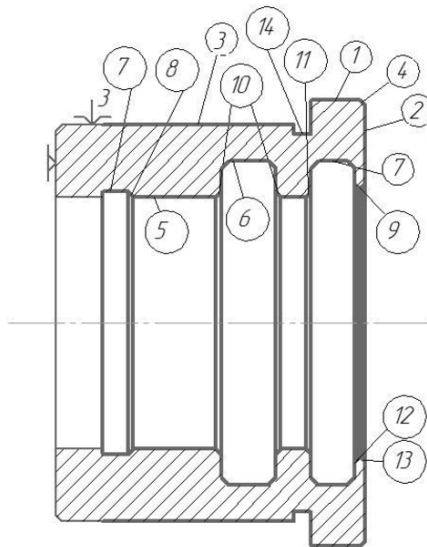


Рисунок 4.1 – Чорнові технологічні бази (операція 005 установ А)

4.3.2. Вибір чистових технологічних баз

Базування на операції 005 установ Б буде здійснюватися шляхом встановлення деталі на оброблену частину отв. Ø70Н8 (чистова база) до розтискної оправки з упором в правий торець деталі (чистова база). Обробці начисто підлягають поверхні 15-24.

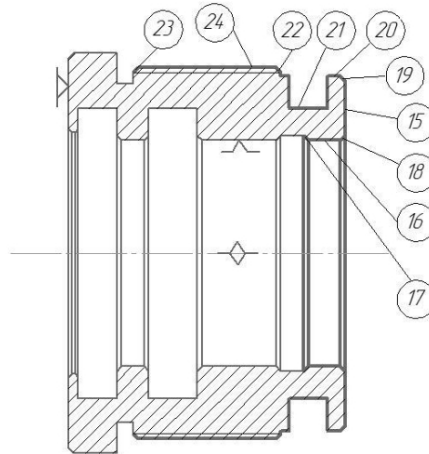


Рисунок 4.2 – Чистові технологічні бази (операція 005 установ Б)

Аналітично розглянемо операцію 010 – вертикально-свердлильну на верстаті 2P135Ф2. Обробці підлягають чотири отвори $\varnothing 6$.

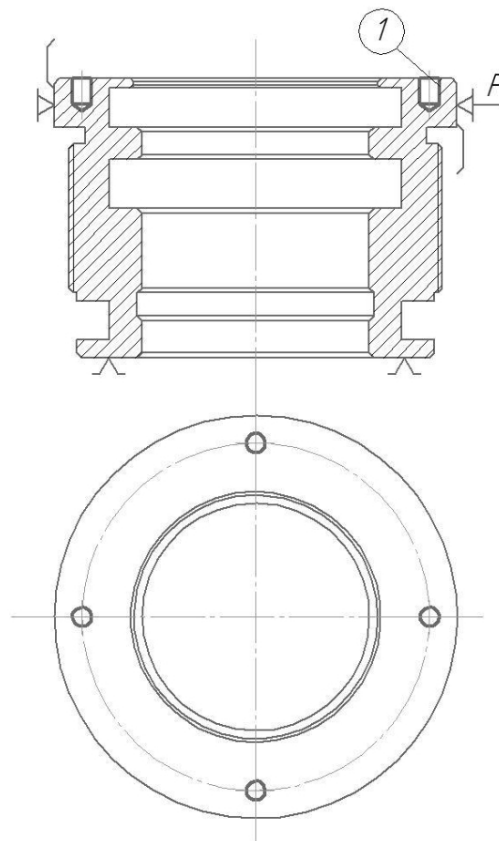


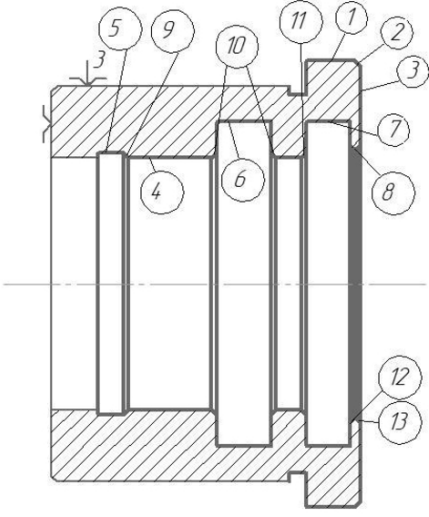
Рисунок 4.3 – Обробка поверхонь на операції 010

Заготовка встановлюється в пристосування верстата – лещата з призматичними губками з пневматичним приводом.

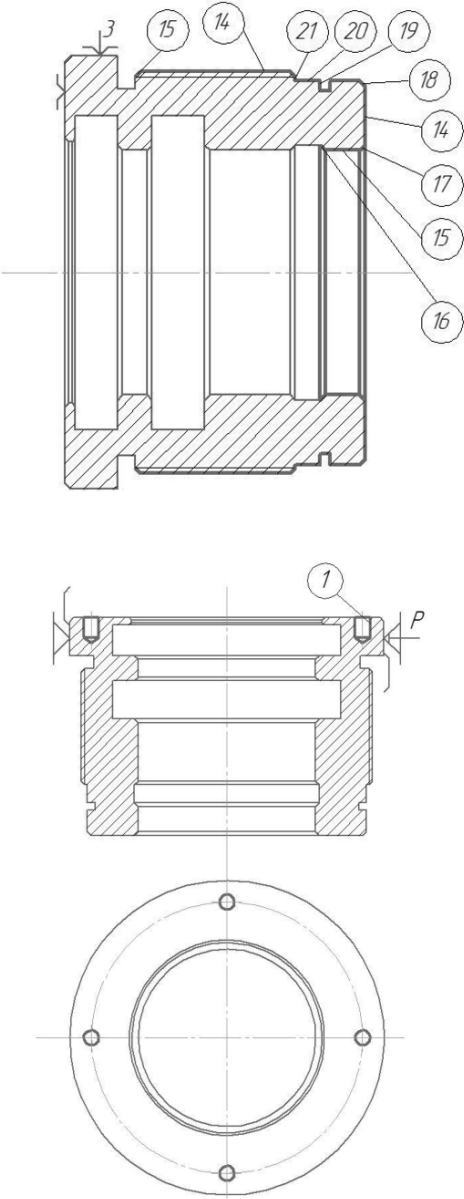
Головна перевага – кожна група поверхонь обробляється з одного установа.

4.4. Проектування маршруту механічної обробки

Таблиця 4.1 – Маршрут механічної обробки

Номер, назва і зміст операції	Ескіз обробки зі схемою базування	Тип і модель верстата
1	2	3
Операція 005 – Установ А 1. Точіння поверхні 1 остаточне 2. Точіння фаски 2 3. Точіння поверхні 3 попереднє 4. Точіння поверхні 3 остаточне 5. Розточування поверхні 4 попереднє 6. Розточування поверхні 4 попереднє 7. Розточування поверхні 4 остаточне 8. Розточування поверхні 5 остаточне 9. Розточування поверхні 6 остаточне 10. Розточування поверхні 7 остаточне 11. Розточування поверхні 8 попереднє 12. Розточування поверхні 8 остаточне 13. Розточування фаски – пов. 9 в отв. Ø73 14. Розточування двох фасок 10 по обом бокам отв. Ø90Н12 15. Розточування двох фасок 11 по обох бокам отв. Ø90Н12 (пов. 7) 16. Розточування двох фасок 12, 13 в отв. Ø75Н10 (пов. 8)		Верстат токарний напівавтоматичний з ЧПК моделі 1П420ПФ30

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Операція 005 – Установ Б 1. Точіння фаски (пов. 15) 2. Розточування поверхні 14 попереднє 3. Розточування поверхні 14 попереднє 4. Розточування поверхні 14 остаточне 5. Розточування фаски – пов. 16 6. Розточування фаски – пов. 17 7. Точіння поверхні 20 попереднє 8. Точіння поверхні 20 остаточне 9. Точіння фаски 21 10. Точіння канавки 19 11. Нарізання різи M115x2 Операція 010 – Свердлильна з ЧПК 1. Центрування чотирьох отв. 1 2. Свердління чотирьох отв. 1		Верстат вертикально- свердлильний з ЧПК моделі 2P135Ф2

4.5. Розмірний аналіз технологічного процесу

4.5.1. Вибір розташування технологічних розмірів

Розташування технологічних розмірів вибираємо так, щоб забезпечити розмірну прив'язку поверхонь, які обробляються на одній операції, або визначають взаємне розташування оброблюваних поверхонь між собою.

При розташуванні технологічних розмірів варіант вибору баз (у разі співпадіння конструкторських та технологічних баз) є найбільш раціональним. У

такому випадку похибка базування відсутня і немає потребу проводити додаткові розрахунки для визначення технологічних розмірів.

Розглянемо операцію 005 установ А, на якому здійснюється майже повна обробка заготовки і досягаються лінійні та діаметральні розміри.

Розміри Z визначають розміри заготовки. Технологічні розміри B характеризують послідовність процесу механічної обробки, за якими утворюються конструкторські розміри K і визначають положення як базових так і інших поверхонь деталі. Розміри Z характеризують припуски, які при обробці потрібно зняти, для того щоб дотримати конкретний технологічний розмір i , відповідно, конструкторський розмір.

4.5.2. Попереднє визначення допусків технологічних розмірів

Співставляючи розташування технологічних розмірів з кресленням деталі можна побачити, що деякі з них співпадають з конструкторськими, тому мають однакові допуски:

$$T(B_5)=T(K_4)=0,6 \text{ мм}$$

$$T(B_6)=T(K_6)=0,6 \text{ мм}$$

$$T(B_3)=T(K_3)=0,6 \text{ мм}$$

$$T(B_1)=T(K_2)=0,6 \text{ мм}$$

$$T(K_5)=0,3 \text{ мм}$$

На розміри B_2 , B_4 допуск призначається за 14-м квалітетом точності:

$$T(B_2)=T(B_4)=1 \text{ мм}$$

На розміри заготовки допуски призначаються за 15-м квалітетом точності:

$$T(Z_1)=1,4 \text{ мм}$$

$$T(Z_2)=1,4 \text{ мм}$$

4.5.3. Розмірна схема технологічного процесу

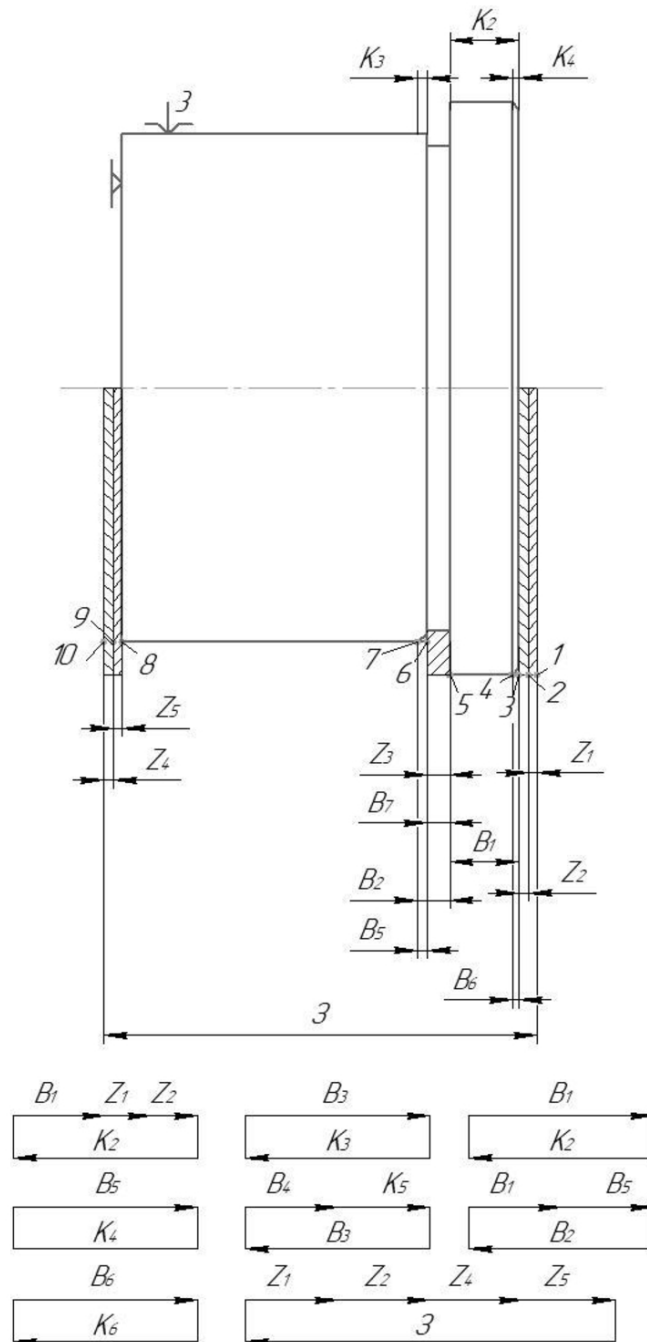


Рисунок 4.4 – Розмірна схема технологічного процесу
на операції 005 установ А

4.5.4. Похідний, вихідний граф-дерева, суміщений граф

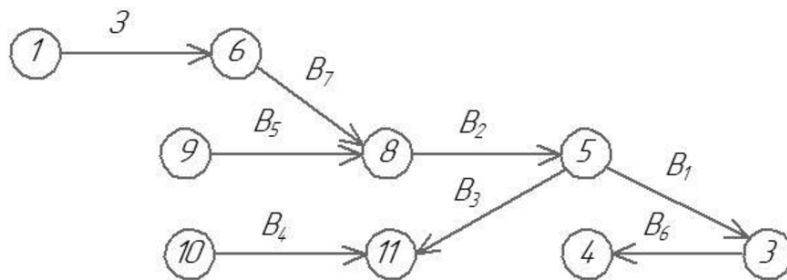


Рисунок 4.5 – Похідний граф-дерево

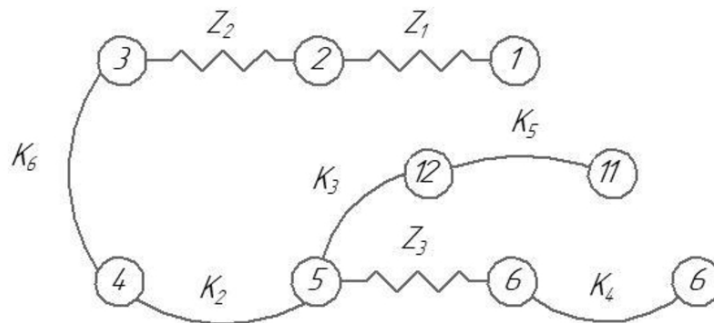


Рисунок 4.6 – Вихідний граф-дерево

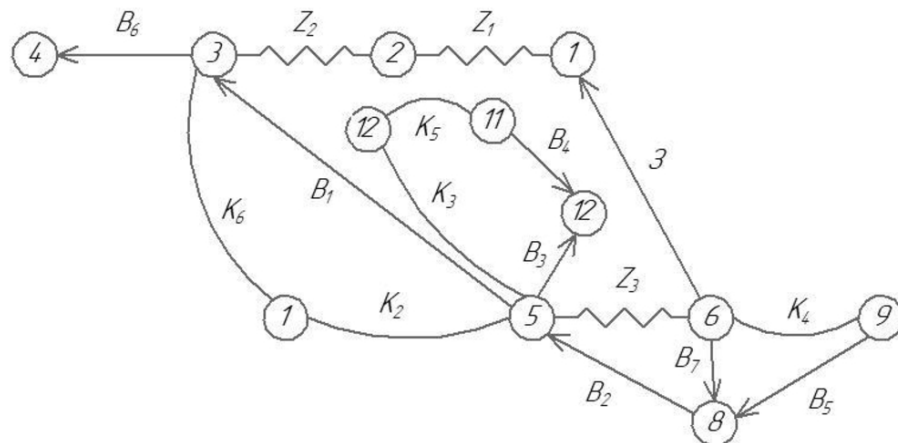


Рисунок 4.7 – Суміщений граф

4.5.5. Визначення проміжних мінімальних припусків на механічну обробку заданих поверхонь

За [2, 3] призначаємо такі мінімальні припуски:

$$Z_{1\min} = Z_{2\min} = Z_{3\min} = 0,3 \text{ мм}$$

4.5.6 Таблиця рівнянь технологічних розмірних ланцюгів

Таблиця 4.2 – Рівняння технологічних розмірних ланцюгів

Розрахункове рівняння	Вихідні рівняння	Розмір, що визначається
1. $B_5 - K_4 = 0$	$K_4 = B_5$	B_5
2. $B_6 - K_6 = 0$	$K_6 = B_6$	B_6
3. $B_3 - K_3 = 0$	$K_3 = B_3$	B_3
4. $B_3 - B_4 = K_5$	$K_5 = B_3 - B_4$	B_4
5. $B_2 - B_1 = B_5$	$B_5 = B_2 - B_1$	B_2
6. $B_1 - K_2 = 0$	$K_2 = B_1$	B_1
7. $3 - B_1 - Z_4 - Z_2 - Z_3 = 0$	$3 = B_1 + Z_1 + Z_2 + Z_3$	3

4.5.7 Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків, корекція допусків технологічних розмірів

Ланцюги 2, 3, 4, 7 є дволанковими, тобто технологічні розміри співпадають в даній схемі з конструкторськими розмірами:

$$B_5 = K_4 = 1,5 \pm 0,3 \text{ мм}$$

$$B_6 = K_6 = 1,5 \pm 0,3 \text{ мм}$$

$$B_3 = K_3 = 51,0 \pm 0,3 \text{ мм}$$

$$B_1 = K_2 = 15 \pm 0,3 \text{ мм}$$

Ланцюг 1:

$$Z_1 = K_2 - B_1 - Z_2$$

$$Z_{1\min} = K_{2\min} - B_{1\max} - Z_{2\min}; \quad Z_{1\min} = 0,3 \text{ мм}$$

$$B_{1\max} = K_{2\min} - Z_{2\min} - Z_{1\min} = 14,7 - 0,3 - 0,3 = 14,1 \text{ мм}$$

$$B_{1\min} = B_{3\max} - \delta = 14,1 - 0,6 = 13,5 \text{ мм}$$

$$Z_{1\max} = K_{2\max} - B_{1\min} - Z_{2\max} = 15,3 - 13,5 - 0,3 = 1,5 \text{ мм}$$

$$Z_{2\max} = K_{2\max} - B_{1\min} - Z_{1\min} = 15,3 - 14,1 - 0,3 = 0,9 \text{ мм}$$

$$B_{1\text{nom}} = 14,1 \pm 0,3 \text{ мм}$$

Ланцюг 5:

$$B_3 - B_4 = K_5$$

$$B_{3\max} - B_{4\min} = K_{5\max}; \quad 51,3 - B_{4\min} = 1,5 \pm 0,3 \text{ мм}$$

$$B_{4\min} = 51,3 - 1,2 = 50,1 \text{ мм}$$

Ланцюг 6:

$$B_2 - B_1 = B_5$$

$$B_{2\min} = B_5 + B_1$$

$$B_{2\min} = B_{5\min} + B_{1\max} = 1,2 + 14,1 = 15,3 \text{ мм}$$

$$B_{2\max} = B_{2\min} + \delta = 15,3 + 0,6 = 15,9 \text{ мм}$$

$$B_{2\text{nom}} = 15,9 \pm 0,3 \text{ мм}$$

Ланцюг 8:

$$Z_1 = 3 - Z_2 - Z_3 - B_1$$

$$Z_{1\min} = 3_{\min} - Z_{2\max} - Z_{3\max} - B_{1\max}$$

$$3_{\min} = Z_{2\max} + Z_{3\max} + Z_{1\min} + B_{1\max}$$

$$Z_3 = 3 - Z_1 - Z_2 - B_1$$

$$Z_{3\max} = 3_{\max} - Z_{1\min} - Z_{2\min} - B_{1\min} = 14,4 - 0,3 - 0,3 - 13,5 = 0,3 \text{ мм}$$

$$3_{\max} = Z_{2\min} + Z_{1\min} + Z_{3\min} + B_{1\max} = 0,3 + 0,3 + 0,3 + 14,1 = 15 \text{ мм}$$

$$Z_{1\min} = 0,3 \text{ мм}; Z_{2\min} = 0,3 \text{ мм}$$

Ланцюг 9:

Для розрахунку розмірів заготовки потрібно визначати припуски Z_4 та Z_5 .

Величини цих припусків приймаємо такими за величиною, як Z_1 та Z_2 .

Отримані значення розрахунків заносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Значення визначених припусків

Припуски, мм		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Граничні розміри	$Z_{\min}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	$Z_{\max}$	1,5	0,9	0,3	1,5	0,9

4.6. Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь

Визначення розрахунково-аналітичним методом мінімальних припусків на механічну обробку циліндричної поверхні – отвір $\varnothing 70H8$, $Ra=1,25$ мкм, технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки [8, 9].

Вихідні дані для аналітичних розрахунків, а також результати розрахунків заносимо у таблицю 4.4:

Якість поверхні обробки заготовки:

$$R_z + T = 200 + 300 = 500 \text{ мкм}$$

Параметри поверхні обробки після відповідних переходів:

- $R_z = 50 \text{ мкм}$, $T = 50 \text{ мкм}$ – після першого попереднього розточування;
- $R_z = 40 \text{ мкм}$, $T = 40 \text{ мкм}$ – після другого попереднього розточування;
- $R_z = 20 \text{ мкм}$, $T = 25 \text{ мкм}$ – після чистового розточування.

Сумарне значення просторових відхилень для даної заготовки:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{жол.}}^2 + \rho_{\text{зм.}}^2}, \quad (4.3)$$

де, $\rho_{\text{жол.}}$ - жолоблення отвору;

$\rho_{\text{зм.}}$ - відхилення отвору по причині зміщення роз'єму.

$$\rho_{\text{жол.}} = \sqrt{(\Delta_{\text{жол.}} \cdot L)^2 + (\Delta_{\text{жол.}} \cdot D)^2}, \quad (4.4)$$

$$\rho_{\text{зм.}} = \delta_{\text{зм.}} = 140$$

Заготовка встановлюється до самоцентруючого патрону по діаметру зовнішньої поверхні заготовки з прижимом до поверхні лівого торця заготовки:

$$\rho_{\text{жол.}} = \sqrt{(0,8 \cdot 85)^2 + (0,8 \cdot 70)^2} = 88 \text{ мкм}$$

$$\rho_{70} = \sqrt{88^2 + 140^2} = 165,4 \text{ мкм}$$

Залишкові просторові відхилення:

- $\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_{70} = 8,27$ - після першого попереднього розточування;

- $\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_{70} = 6,62$ - після другого попереднього розточування.

Похибка встановлення при першому попередньому розточуванні:

$$\xi_1 = \sqrt{\xi_{\delta}^2 + \xi_3^2} = 0$$

де, ξ_{δ} - похибка базування; $\xi_{\delta} = 0$;

ξ_3 - похибка закріплення; $\xi_3 = 0$.

Залишкова похибка встановлення при другому попередньому розточуванні:

$$\xi_2 = 0,05 \cdot \xi_1 = 0$$

Отримані вихідні дані, а також результати розрахунку припусків та технологічних розмірів заносимо до таблиці 4.4.

На основі записаних у таблиці даних виконуємо розрахунок мінімальних міжопераційних допусків, користуючись основною формулою:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}), \quad (4.5)$$

Мінімальний припуск на перше попереднє розточування:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 300 + 165) = 2 \cdot 665 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск на друге попереднє розточування:

$$2Z_{\min} = 2(40 + 40 + 8,27) = 2 \cdot 88,27 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск на остаточне розточування:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 25 + 6,62) = 2 \cdot 51,62 \text{ мкм}$$

Визначимо розрахунковий розмір d_p .

Остаточне розточування:

$$d_{p_3} = 70,046 \text{ мм}$$

Друге попереднє розточування:

$$d_{p_2} = 70,046 - 0,103 = 69,943 \text{ мм}$$

Перше попереднє розточування:

$$d_{p_1} = 69,943 - 1,33 = 68,613 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$d_{p.заг} = 68,613 - 0,1765 = 68,437 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні розміри $d_{\min}$ та $d_{\max}$.

Остаточне розточування:

$$d_{\max} = 70,046 \text{ мм}; d_{\min} = 70,046 - 0,046 = 70 \text{ мм}$$

Друге попереднє розточування:

$$d_{\max} = 69,943 \text{ мм}; d_{\min} = 69,943 - 0,12 = 69,823 \text{ мм}$$

Перше попереднє розточування:

$$d_{\max} = 68,613 \text{ мм}; d_{\min} = 68,613 - 0,39 = 68,223 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$d_{\max} = 68,437 \text{ мм}; d_{\min} = 68,437 - 3,2 = 65,237 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків $2Z_{\text{ep.min}}$ та $2Z_{\text{ep.max}}$:

Остаточне розточування:

$$2Z_{\text{ep.min}_3} = 70,046 - 69,823 = 0,223 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{ep.max}_3} = 70,0 - 68,223 = 1,777 \text{ мм}$$

Друге попереднє розточування:

$$2Z_{\text{ep.min}_2} = 69,823 - 68,613 = 1,21 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{ep.max}_2} = 69,943 - 68,437 = 1,506 \text{ мм}$$

Перше попереднє розточування:

$$2Z_{\text{ep.min}_1} = 68,613 - 68,437 = 0,176 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{ep.max}_1} = 68,437 - 65,257 = 3,18 \text{ мм}$$

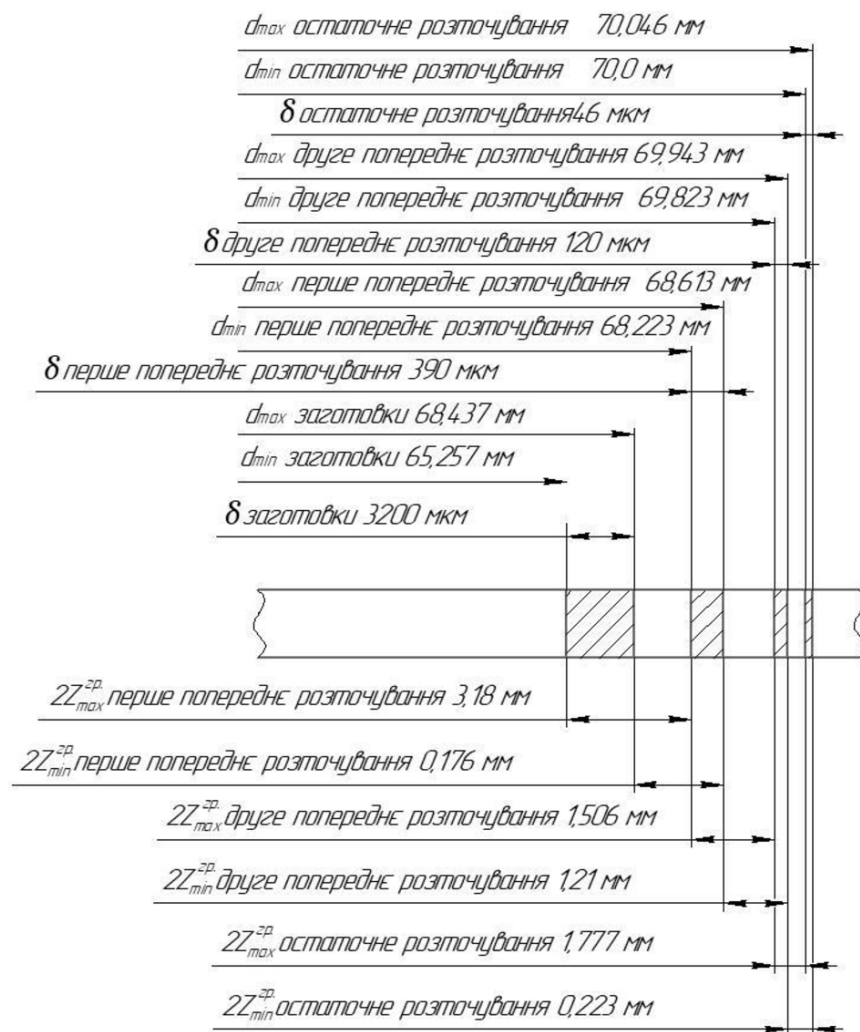


Рисунок 4.8 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку
отв. Ø70H8 деталі «Кришка 12.11»

Висновок: всі розрахунки припусків та розмірів виконано вірно.

4.7 Визначення режимів різання при різних методах механічної обробки

4.7.1 Операція 010 – Свердління 3-х отв. 1.

Вихідні дані:

- верстат: мод. 2P135Ф2, $N_g = 3,7$ кВт;

- інструмент: свердло спіральне з циліндричним хвостовиком 035-2300-1224 (Ø5) за ОСТ 2И20-2-80;
- матеріал заготовки: сталь 45Л ГОСТ 977-75, HB 197, $\sigma_s=650$ МПа;
- матеріал інструмента: Р6М5.

Глибина різання:

$$t = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Подача:

$$S_{рек.} = 0,11 - 0,14 \text{ мм/об};$$

$$S_{пр.} = 0,12 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v \quad (4.3)$$

Стійкість інструмента $T = 25$ хв., коефіцієнт $C_v = 7,0$, показники степені: $q = 0,4; y = 0,7; m = 0,2$. Обробка здійснюється охолодженням.

Загальний поправний коефіцієнт:

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{U_v} \cdot K_{lv}, \quad (4.4)$$

де, K_{M_v} - коеф. на оброблений матеріал,

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s}\right)^{n_v}, \quad (4.5)$$

K_{Uv} - коеф. на інструментальний матеріал, $K_{Uv} = 1,0$

K_{lv} - коеф., глибини свердління, $K_{lv} = 1,0$

$$K_v = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^{0,9} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,13$$

$$V = \frac{7 \cdot 5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,12^{0,7}} \cdot 1,13 = 34,9 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 34,9}{3,14 \cdot 5} = 2222,9 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата обираємо $n_{np} = 2000 \text{ об/хв}$.

Уточнюємо швидкість різання:

$$V_{ym} = \frac{\pi D \cdot n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 2000}{1000} = 31,4 \text{ м/хв}$$

Крутний момент:

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 0,898 = 2,78 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Осьова сила:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 0,898 = 693 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{M_{кр.} \cdot n}{9750} = \frac{2,78 \cdot 2000}{9750} = 0,57 \text{ кВт}$$

Обробка поверхні можлива, оскільки потужність верстата за паспортом складає $N_g = 3,7$ кВт.

4.7.2 Операція 005, установ А – розточування отв. Ø70Н8 попередньо.

Вихідні дані:

- верстат: мод. 1П420ПФ30, $N_g = 22$ кВт;
- характеристика оброблюваної поверхні: діаметр отвору у заготовці – Ø64 мм, довжина обробки $l = 76$ мм (отвір наскрізний);
- інструмент: різець розточувальний з $\varphi = 75^\circ$ з квадратною пластинкою із твердого сплаву К.01.4987.000-10 за ТУ 2-035-1040-86 (діаметр державки 25 мм, довжина 150 мм);
- матеріал заготовки: сталь 45Л ГОСТ 977-75, НВ 197, $\sigma_s = 650$ МПа;
- матеріал інструмента: Т15К6.

Глибина різання:

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Подача:

$$S_{рек.} = 0,4 - 0,7 \text{ мм/об};$$

$$S_{np.} = 0,5 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v \quad (4.6)$$

Стійкість інструмента $T = 40$ хв., коефіцієнт $C_v = 350$, показники степені:
 $x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2; t = 1,5$. Обробка здійснюється охолодженням.

Загальний поправний коефіцієнт:

$$K_v = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^{0,9} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,13$$

$$V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,13 = 229 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 229}{3,14 \cdot 73} = 999,04 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата обираємо $n_{np} = 1000$ об/хв.

Уточнюємо швидкість різання:

$$V_{ym} = \frac{\pi D \cdot n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 73 \cdot 1000}{1000} = 229 \text{ м/хв}$$

Сила різання:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^u \cdot K_p \quad (4.7)$$

де, $C_{pz} = 300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$;

$C_{py} = 243$; $x=0,9$; $y=0,6$; $n=-0,3$; $t=1,5$ мм; $S = 0,5$ мм/об;

$C_{px} = 339$; $x=1,0$; $y=0,5$; $n=-0,4$; $t=1,5$ мм; $S = 0,5$ мм/об

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = 0,76$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 229^{-0,3} \cdot 0,76 = 347,3 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,5^{0,5} \cdot 229^{-0,3} \cdot 0,76 = 314,2 \text{ Н}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 229^{-0,3} \cdot 0,76 = 905,5 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V_{кор}}{1020 \cdot 60} = \frac{905,5 \cdot 229}{1020 \cdot 60} = 3,27 \text{ кВт}$$

Обробка поверхні можлива, оскільки потужність верстата за паспортом складає $N_6 = 22 \text{ кВт}$.

4.8 Визначення технічних норм часу для всіх операцій

Для операцій 005 та 010 норми часу розрахуємо за укрупненою методикою. Така методика використовувалася в попередніх розділах, але на етапі завершення розробки технологічного процесу потрібно зробити деякі уточнення.

Таблиця 4.2 – Розрахунок норм витрат основного часу T_O

Операція і найменування переходу обробки	Формула для розрахунку $T_O \cdot 10^{-3}$	Результат розрахунку, хв
1	2	3
Операція 005 – Установ А		
1. Точіння поверхні 1 остаточне	$0,17 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,316
2. Точіння фаски 2	$0,17 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,0311
3. Точіння поверхні 3 попереднє	$0,037 \cdot (D-d) \cdot 10^{-3}$	0,002

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
4. Точіння поверхні 3 остаточне	$0,052 \cdot (D-d) \cdot 10^{-3}$	0,00281
5. Розточування поверхні 4 попереднє	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,907
6. Розточування поверхні 4 попереднє	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,907
7. Розточування поверхні 4 остаточне	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,907
8. Розточування поверхні 5 остаточне	$0,3 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,102
9. Розточування поверхні 6 остаточне	$0,3 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,405
10. Розточування поверхні 7 остаточне	$0,3 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,324
11. Розточування поверхні 8 попереднє	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,0675
12. Розточування поверхні 8 остаточне	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,0675
13. Розточування фаски – пов. 9 в отв. Ø73	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,0219
14. Розточування двох фасок 10 по обом бокам отв. Ø90H12	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3} \cdot 2$	0,028
15. Розточування двох фасок 11 по обох бокам отв. Ø90H12 (пов. 7)	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3} \cdot 2$	0,028
16. Розточування двох фасок 12, 13 в отв. Ø75H10 (пов. 8)	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3} \cdot 2$	0,03
Операція 005 – Установ Б		
1. Точіння торця (пов. 14) попереднє	$0,052 \cdot (D-d) \cdot 10^{-3}$	0,00026
2. Точіння торця (пов. 14) остаточне	$0,19 \cdot D \cdot 10^{-3}$	0,019
3. Розточування поверхні 15 попереднє	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,164
4. Розточування поверхні 15 попереднє	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,164
5. Розточування поверхні 15 остаточне	$0,18 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,164
6. Розточування фаски – пов. 16	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,014
7. Розточування фаски – пов. 17	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,014
8. Точіння поверхні 22 попереднє	$0,17 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,0357
9. Точіння поверхні 22 остаточне	$0,19 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,03
10. Точіння фаски 23	$0,2 dl \cdot 10^{-3}$	0,023
11. Точіння канавки 21	$0,63 \cdot (D-d) \cdot 10^{-3}$	0,025
12. Точіння поверхні 18	$0,052 \cdot (D-d) \cdot 10^{-3}$	0,035
13. Точіння фаски 19	$0,2 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	0,0225
14. Нарізання різи M115x2	$19 \cdot dl \cdot 10^{-3}$	100,5
Сумарні витрати T_O на операції 005		$\Sigma T_O = 105,327$ хв.
Операція 010 – Свердлильна з ЧПК		
1. Центрування чотирьох отв. 2	$0,52 \cdot dl \cdot 10^{-3} \cdot 4$	0,06
1. Свердління чотирьох отв. 2	$0,52 \cdot dl \cdot 10^{-3} \cdot 4$	0,078
Сумарні витрати T_O на операції 010		$\Sigma T_O = 0,138$ хв.

Визначимо сумарний основний час ΣT_O на обробку однієї деталі:

$$\Sigma T_O = \Sigma T_{O005} + \Sigma T_{O010} = 105,327 + 0,138 = 105,573 \text{ хв.}$$

Визначаємо витрати штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт-к005} = \Sigma T_{O005} \cdot \varphi_k = 105,327 \cdot 1,3 = 136,925 \text{ хв.}$$

$$T_{шт-к010} = \Sigma T_{O010} \cdot \varphi_k = 0,246 \cdot 1,3 = 0,32 \text{ хв.}$$

5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ РОБОТИ

5.1. Розрахунок кількості обладнання, яке працює із заданою програмою

$$\sum \Delta T_{0A} = 3,627 \text{ хв}; \quad \sum \Delta T_{0B} = 112,1465 \text{ хв.}$$

де, А, Б – технологічні установи даної деталі на операції 005.

Витрати штучно-калькуляційного часу на операції 005:

$$T_{\text{шт-к}005A} = T_{005A} \cdot \varphi_{\kappa} = 3,627 \cdot 2,15 = 7,798 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт-к}005B} = T_{005B} \cdot \varphi_{\kappa} = 112,1465 \cdot 2,15 = 241,115 \text{ хв}$$

де, φ - коефіцієнт, характерний для кожного типу виробництва.

$$C_{P005} = \frac{N \cdot T_{\text{шт-к}005}}{60 \cdot F_{\delta} \cdot \eta_n} = \frac{1500 \cdot (7,798 + 241,115)}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 2,13$$

Приймаємо: $C_{np005} = 2$ верстата.

Витрати часу на операції 010:

$$\sum \Delta T_0 = 0,306 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт-к}010} = T_{0010} \cdot \varphi_{\kappa} = 0,306 \cdot 2,15 = 0,658 \text{ хв}$$

Кількість обладнання на операції 010:

$$C_{P010} = \frac{N \cdot T_{\text{шт-к}010}}{60 \cdot F_{\delta} \cdot \eta_n} = \frac{1500 \cdot 0,658}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,00318$$

Приймаємо: $C_{np010} = 1$ верстат.

Визначення коефіцієнтів завантаження обладнання:

$$\eta_{z005} = \frac{C_{p005}}{C_{np005}} = \frac{2,13}{2} = 1,065 \text{ (106\%)}$$

$$\eta_{z010} = \frac{0,00318}{1} = 0,318 \text{ (0,318\%)}$$

Як видно із розрахунків, обладнання завантажене нерівномірно – на операції 010 завантаження менше одного відсотка, а на операції 005 заплановано задіювати два верстата – заплановано використовувати по одному верстату на кожному установі. На установі Б найбільші витрати часу належать процесу обробки великої за розмірами різи і його не потрібно довантажувати, зате на установі А ця необхідність набагато зростає. Для усунення цих проблем недовантажені операції потрібно довантажити подібними за геометричними формами, матеріалом, технологічними методами обробки іншими деталями.

5.2. Орієнтовне визначення приведених програм для завантаження обладнання

Визначення кількості деталей, які потрібні на кожній операції, за допомогою кількості операцій, які виконуються на робочих місцях:

$$O = \frac{\eta_n}{\eta_i}, \quad (5.1)$$

Операція 005:

$$O_{005A} = \frac{0,75}{7,798} = 0,1;$$

$$O_{005B} = \frac{0,75}{241,115} = 0,0031$$

Операція 010:

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,658} = 1,14$$

Визначаємо орієнтовну приведену програму $N_{прив}$:

$$N_{прив.1} = \frac{0,75 \cdot 60 \cdot 3890 \cdot 0,75}{0,658} = \frac{131287,5}{0,658} = 19950 \text{ шт.}$$

$$N_{прив.2} = \frac{0,75 \cdot 60 \cdot 3890 \cdot 0,75}{7,798} + \frac{0,75 \cdot 60 \cdot 3890 \cdot 0,75}{241,115} = 16836 + 545 = 17381 \text{ шт.}$$

З цієї кількості:

$$N'_{прив.} = \frac{131287,5}{7,798} = 16836 \text{ шт. (установ А)}$$

$$N''_{прив.} = \frac{131287,5}{241,115} = 545 \text{ шт. (установ Б)}$$

Визначення коефіцієнта використання обладнання за основним часом:

$$\eta_{0005A} = \frac{\sum T_{OA}}{T_{шт-к.А}} = \frac{3,627}{7,798} = 0,465$$

$$\eta_{0005B} = \frac{\sum T_{OB}}{T_{шт-к.Б}} = \frac{112,1465}{241,115} = 0,465$$

$$\eta_{o010} = \frac{\sum T_{o010}}{T_{шт-к.010}} = \frac{0,306}{0,658} = 0,465$$

5.3. Розрахунок кількості робітників на ділянці:

Склад працюючих на ділянці наступний:

- основні та допоміжні робітники;
- інженерно-технічні робітники (ІТР);
- службовці (СКП);
- молодший обслуговуючий персонал (МОП).

5.3.1. Кількість основних робітників:

$$P_{верст.} = \frac{\sum T_{шт-к} \cdot N}{\Phi_p \cdot K_M \cdot 60} = \frac{(7,798 + 241,115 + 0,658) \cdot 1500}{1860 \cdot 1,1 \cdot 60} = 3,04$$

Приймаємо: $P_{пр.верст.} = 3$ робітника для однієї робочої зміни.

5.3.2. Кількість допоміжних робітників:

Ця кількість визначається як 20-25% від загального числа основних робітників:

$$P_{доп-005+010} = 0,2 \cdot P_{пр.верст.} = 0,2 \cdot 3 = 0,6$$

Приймаємо: $P_{пр.доп.} = 1$ робітник для однієї робочої зміни.

5.3.3. Кількість ІТР:

Ця кількість визначається як 16-22% від загального числа основних робітників:

$$P_{ИТР} = 0,2 \cdot P_{верст.} = 0,2 \cdot 3 = 0,6$$

Приймаємо: $P_{пр.ІТР} = 1$ робітник для однієї робочої зміни.

5.3.4. Кількість СКП:

Ця кількість визначається як 0,6-1,6% від загального числа основних робітників:

$$P_{СКП} = 0,01 \cdot 3 = 0,03$$

Приймаємо: $P_{пр.СКП} = 1$ робітник для однієї робочої зміни.

5.3.5. Кількість МОП:

Ця кількість визначається як 1-2% від загального числа всіх працюючих:

$$P_{МОП} = 0,02 \cdot (3 + 1 + 1 + 1) = 0,12$$

Приймаємо: $P_{пр.МОП} = 1$ робітник для однієї робочої зміни.

Отримані дані заносимо до таблиці 5.1:

Таблиця 5.1 – Зведена відомість працюючих

Найменування категорії працюючих	Всього
1. Основні робітники-верстатники	3
2. Допоміжні робітники	1
3. ІТР	1
4. СКП	1
5. МОП	1
Загальна кількість	7 робітників

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Аналіз умов праці

На дільниці виконання технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Кришка 12.11» на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

До шкідливих виробничих факторів відносять:

- а) підвищена концентрація в повітрі робочої зони газів;
- б) недостатня освітленість робочої зони;
- в) шум;
- г) вібрації;
- д) підвищена або знижена температура та вологість.

До небезпечних виробничих факторів відносять:

- а) електричний струм;
- б) рухомі частини виробничого обладнання; вироби що переміщуються;
- в) гострі кромки, заусениці;
- г) підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори (фізичні перевантаження (при перенесенні деталей з конвеєра до робочого місця); нервово-психічні перевантаження (викликаються монотонністю праці).

В зону дихання працюючого можуть попадати аерозолі,, а також токсичні гази (оксид вуглецю CO).

Застосовується 3-х фазна, 3-х провідна мережа з ізольованою нейтраллю.

6.2. Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Приміщення є вогнестійкими і оснащенні приточно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує задовільний стан повітряного середовища.

Робочі місця оснащуються місцевою витяжною вентиляцією.

Штучне освітлення, електропроводку і інше обладнання виконуються в вибухонебезпечному стані.

Висота стелі повина бути не меншою за 3,2 метри.

Підлогу роблять твердою, негорючою, не слизькою і рівною.

Вхідні двері оббиваються листовою-сталлю і відкриваються назовні. Інтер'єр приміщення дільниці фарбують в світлий колір з дифузійним відбиттям світла. Пости знаходяться на відстані 4-10 м від місця де знаходяться горючі матеріали.

Дільниця відноситься до особливо небезпечної дільниці, оскільки підлога струмопровідна і в повітрі є струмопровідні гази. Захист проводимо такими методами: електроізоляція струмонесучих частин, системи автоматичного відключення - це такі пристрої, спроможні автоматично відключати установку від мережі у випадку виникнення аварійної ситуації.

6.3. Електробезпека

Для підводу струму до електротримачів необхідно використовувати ізольовані гнучкі кабелі. При прокладанні або переміщенні дротів необхідно приймати заходи проти пошкодження їх ізоляції. Відстань від дротів до гарячих трубопроводів повинна бути не менша 0,5 м. В джерелах живлення обладнання повинні бути передбачені і встановлені надійні огороження елементів, які знаходяться під напругою. Металеві частини обладнання, які знаходяться під напругою повинні бути заземлені. Дільниця повинна бути відокремлена від суміжних робочих місць і проходів незгораємими екранами висотою не менше 1,8 м.

Джерела струму можуть приєднуватись до розподільчих електричних мереж з напругою не більше 380 В. Усе устаткування повинно бути захищене запобіжниками або автоматичними вимикачами з боку мережі, що живлять.

6.4. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.4.1. Мікроклімат

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт Пб – середньої важкості. Вони пов'язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів, процесами відновлення та зміцнення. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні є наступними: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

Інтенсивність теплового випромінювання працюючих від відкритих джерел згідно [10] не перевищує 100 Вт/м^2 , при цьому випромінюванні не підлягає більше 25 % поверхні тіла і обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту, в тому числі засобів захисту обличчя та очей.

Оптимальні і допустимі норми цих параметрів визначають в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія	Температура, °C			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Допустима		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод	ІІБ	17-19	21	15	40-60	75	0.3	0.4
Тепло	ІІБ	20-22	27	16	40-60	70	0.4	0.5

При роботі відбувається виділення великої кількості газів. Граничнодопустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Граничнодопустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

№ п/п	Назва речовини	ГДК мг/м^3	Діюче значення, мг/м^3	Клас небезпеки
1	Бензин паливний	100	84,3	4
2	Гас	300	266	4
3	Тетраетил свинець	0,0005	0,00035	1
4	Оксид вуглецю CO_2	20	16,7	4
5	Сажа	4	2,8	3

Для захисту від шкідливих речовин застосовують комплекс організаційно-технічних санітарно-гігієнічних заходів:

- пристрій місцевої витяжної вентиляції для видалення шкідливих речовин від місць їх утворення;
- регулярне прибирання приміщення;
- застосування засобів індивідуального захисту (спеціальний одяг, захисні окуляри, респіратори та інше);
- профілактичні медичні огляди, виконання правил особистої гігієни;
- суворе дотримання правил поведінки з устаткуванням.

Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію [11].

6.4.2. Освітлення

Згідно з [12] роботи механічної обробки відносяться до розряду зорової роботи IVa. Характеристика зорової роботи середньої точності. Найменший розмір розрізнення 1 мм.

На ділянці спроектоване устаткування для освітлення з урахуванням класифікації пожежовибухонебезпечних технологічних одиниць і устаткувань. Значення якісних та кількісних показників освітлення передбачені вимогами і наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізн об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Характеристика фона	Штучне освітлення	Природне освітлення
					Освітленість, лк	КПО %
Малої точності	1	IV	a	малий	300	1,5

Природне освітлення на ділянці - бокове одностороннє. Розрахуємо коефіцієнт природної освітленості:

$$e_d = e_n \cdot m \cdot c_k = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,945 \approx 1\%,$$

де, $m=0,9$ - коефіцієнт світового клімату для IV поясу;

$c_k=0,7$ - коефіцієнт сонячності клімату, азимут 90° .

Характеристика штучних джерел світла наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Підбір штучних джерел світла

Характеристика зорової роботи	Освітленість при системі заломленого освітлення, лк	Мінімальний індекс кольоропередачі джерела світла для виробничої будівлі	Діапазон кольорової апаратури джерел світла для виробничої будівлі	Наведені типи джерел освітлення будівель
Робота з механічними об'єктами	150-300	30	3000-4500	ЛБ, ДБЛ

Люмінесцентні лампи встановлені на висоті 3,2 м. Внутрішня електропроводка виконана з надійною електро- та гідроізоляцією. Робоче місце робітника забезпечене місцевим освітленням. На ділянці передбачене аварійне освітлення, освітлює підлоги в основних місцях і переходах, відповідає - 0,5 лк.

6.4.3. Шум

Під час роботи на ділянці механічної обробки робітники піддаються впливу шуму. Джерелами шуму є: інструменти та верстати, вентиляційна система, трансформатори, випрямлячі та інше обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях згідно [13] приведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При надмірних шумах встановлено звукоізоляцію, кожухи, відбиваючі екрани, заглушки та інші пристрої. Шумові машини закриваються звукоізованими кожухами, які виготовлені з металу та облицьовані з середини звукопоглинаючими матеріалами, де неможливо ізолювати джерела шуму проводять акустичну обробку.

6.4.5. Вібрації

Крім впливу шуму на ділянки робітники піддаються впливу вібрації. Захист від вібрації повинен задовольняти вимогам [14]. Вібрації знижуються за допомогою амортизаторів, змащувальних матеріалів і реактивних гасників пульсацій. Для особистого захисту робітників застосовують спеціальне взуття на вібропоглинаючій підшві, рукавиці з м'якими налодонниками. На робітників може також діяти локальна та загальна вібрації. Загальна вібрація категорії "З" тип "а", критерії оцінки - границя зниження продуктивності праці.

Нормування вібрацій наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 - Характеристики вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативне коректування по частоті і еквівалентне коректування значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ² ·10 ⁻²	дБ	м/с ² ·10 ⁻²	дБ
Локальна	—	Хп, Уа, Zп	2,0	12.5	2,0	112
Загальна	3 тип "а"	Z ₀ . У ₀ . X ₀	0,1	100	0,2	92

Віробезпека праці на підприємстві забезпечується дотриманням правил умов експлуатації машин і введення процесів підтримання технічного стану машин, параметрів технологічних процесів і елементів виробничого середовища, своєчасним проведенням планового і попереднього ремонту машин і обладнання.

6.5. Технічні рішення з пожежної безпеки

Дільниця належить до категорії приміщення з позначкою Г. Категорію Г для будівель застосовані тому, що дільниця характеризується негорючими речовинами і матеріалами в гарячому або розжареному стані з виділенням променевого тепла, іскр, газоподібних речовин.

Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці згідно [15-18] відображена в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці

Категорія приміщення	Характер речовин та матеріалів, що знаходяться в приміщенні
Г	Негорючі речовини в гарячому або в розжареному стані, в процесі роботи яких виділяється промениста теплота, іскри полум'я, горючі гази, рідини і тверді речовини накопичуються і утилізуються в якості палива

За ступенем вогнестійкості елементів будівля відноситься до групи II.

Ступінь вогнестійкості будівлі II - це будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових матеріалів.

Роботи можуть спричинити пожежу. Для її запобігання вживаємо ряд протипожежних заходів, найважливішим з яких - суворе дотримання протипожежного режиму роботи, а також правил експлуатації електрообладнання. Неможливе зберігання легкозаймистих та вогненебезпечних матеріалів.

Для запобігання пожежі сигналізацію автоматичної дії та теплові попередники максимальної дії. Вони спрацьовують, коли температура повітря

досягає заданого критичного значення. Для локалізації та ліквідації невеликих загорань та пожеж застосовуємо первинні засоби пожежогасіння.

Для гасіння пожежі передбачені:

- щити з пожежним інвентарем;
- ящик з піском, кирки, лопати;
- щит з вогнегасниками ОУ-8.

Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого евакуаційного виходу для категорії приміщень Г, незалежно від об'єму, для ступеня вогнестійкості ІІ - не обмежується.

У покритті будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції.

ВИСНОВОК

В бакалаврській дипломній роботі в повній мірі наведено весь процес виготовлення деталі «Кришка 12.11», який розроблено із застосуванням сучасних технологічних методів обробки та продуктивного обладнання.

В роботі було проведено якісний аналіз конструкції та технологічності заданої деталі з врахуванням усіх позитивних і негативних факторів, а також враховані кількісні показники. За результатами цієї роботи зроблено висновок, що задана деталь є досить технологічною.

В процесі роботи проведені обчислення вартості заготовок, які можливо отримати двома способами. За результатами порівняння зроблено висновок, що з точки зору доцільності економічно вигідніше прийняти заготовку, яка буде виготовлятися литтям в кокіль.

В подальшому провівши огляд декількох маршрутів механічної обробки деталей, які подібні до заданої, та використовуючи типові рекомендації при проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталі, з врахуванням умов типу виробництва, розроблено маршрут механічної обробки заготовки деталі «Кришка 12.10» в умовах середньосерійного виробництва.

Наведено рекомендації, щодо вибору способів механічної обробки поверхонь з найвищими вимогами точності та якості, а також кількість ступенів обробки. Обґрунтовано вибір технологічних баз та вибрано необхідне обладнання.

Наведено розмірний аналіз технологічного процесу та аналітичним методом розраховані припуски та технологічні розміри для однієї з найбільш точних поверхонь – отвору Ø70H8.

Аналітичним методом визначені режими різання для двох поверхонь деталі. За спрощеною методикою визначені норми часу на обробку усієї деталі.

Виконано розрахунок елементів дільниці механічного цеху, в якому визначена приведена програма обробки, визначені коефіцієнти завантаження та використання за основним часом обладнання, розрахована необхідна кількість робочого персоналу.

В розділі охорона праці наведені необхідні рекомендації щодо безпечного виконання поставленої роботи, профілактики професійних захворювань працюючих, а також технічні рішення з загальної виробничої санітарії. Проведено дослідження безпеки роботи в умовах дії загрозливих чинників та надані вказівки щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дусанюк Ж. П., Дусанюк С.В. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни “Проектування механоскладальних дільниць та цехів” для студентів заочної форми навчання спеціальностей "Технологія машинобудування" та "Менеджмент організацій машинобудування": методичні вказівки. Вінниця : ВДТУ, 2002. 58 с.
2. Дерібо О.В., Дусанюк Ж.П., Сухоруков С.І. Основи технології машинобудування. Частина 2: практикум. Вінниця : ВНТУ, 2015. 116 с.
3. Дерібо О.В., Дусанюк Ж.П., Репінський С.В. Сухоруков С.І. Основи технології машинобудування. Частина 2: Самостійна та індивідуальна робота студентів: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 90 с.
4. Дерібо О.В., Дусанюк Ж.П., Пурдик В.П. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 123 с.
5. Дерібо О.В. Основи технології машинобудування. Частина 1: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2015. 112 с.
6. Дусанюк Ж.П. Посібник до практичних занять з дисципліни «Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні»: посібник. Вінниця: ВНТУ, 2011. 143 с.
7. Руденко П. А., Харламов Ю. А., Плєскач В. М. Проектування та виготовлення заготовок в машинобудуванні: посібник. Київ: Вища школа, 1999. 247 с.
8. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: навчальний посібник: посібник. Київ: ІСДО, 1996. 300 с.
9. Іванов М. І. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування : навчальний посібник. Вінниця: Глобус-Прес, 2011. 200 с.
10. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
11. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.

12. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
13. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
14. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
15. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
16. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
18. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Графічна частина

Հորժան. №

Ποσὴν ὡς ἴσμεν

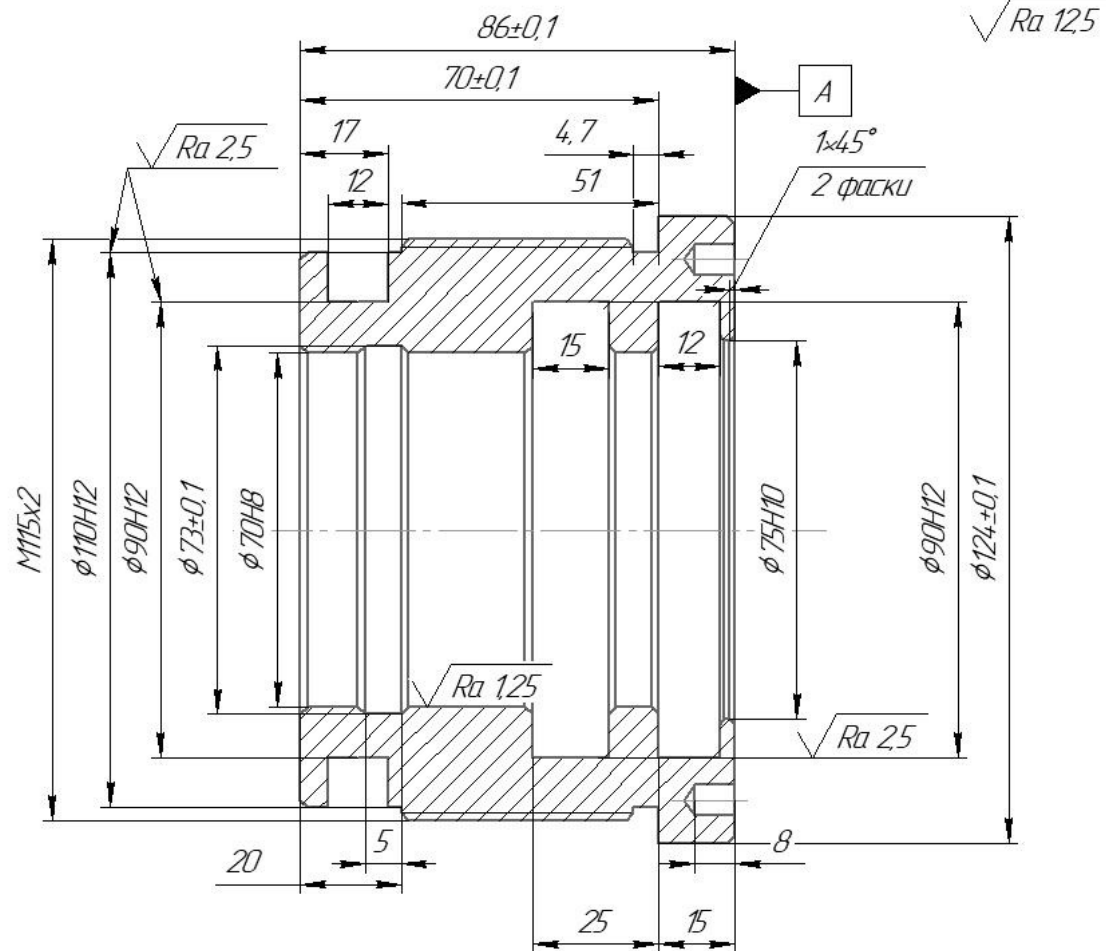
Инв. № дубл.

ВЗДМ. УНД. №

Ποδήκ. u. Πάγκο

ИНВ. № подл.

Technical drawing of a circular flange. The drawing shows a cross-section of a flange with a central hole. The outer diameter is labeled $\phi 107 \pm 0.1$. The inner diameter is labeled $\phi 6$ with a note "4 amb." (4 views). The flange has four mounting holes, each with a diameter of $\phi 6$. The drawing includes a center line and a section line.

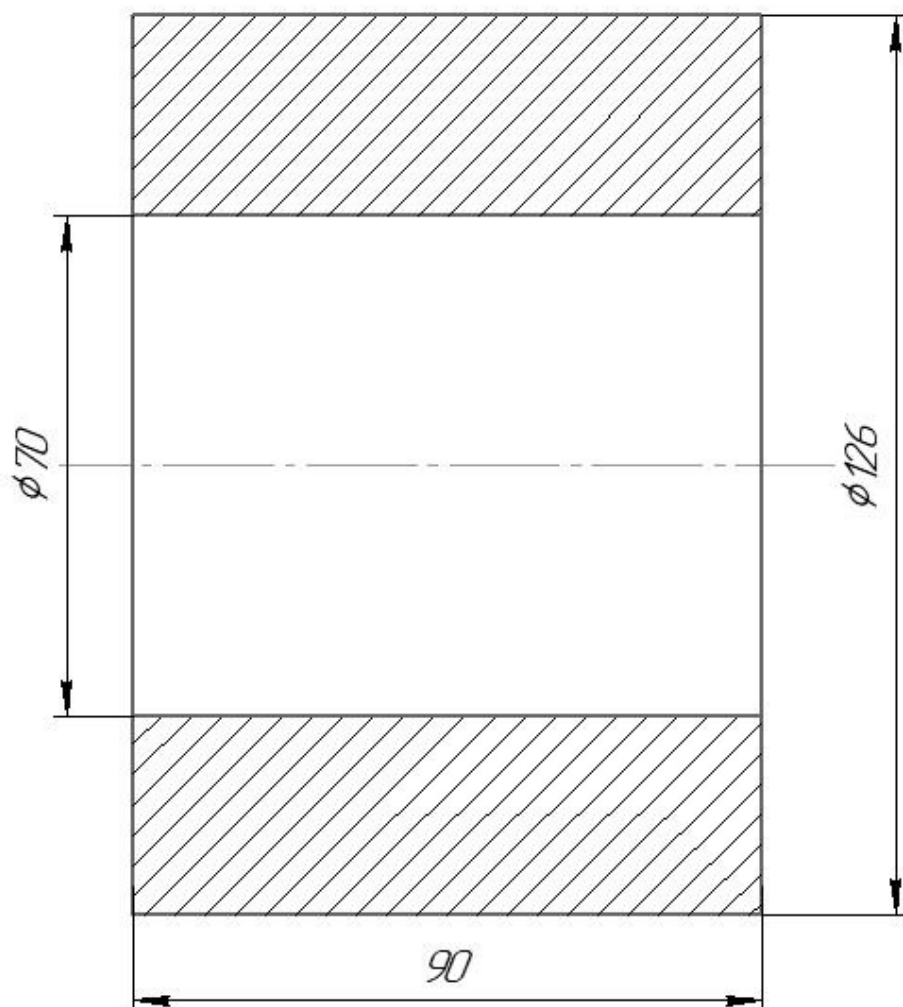


1. Неперпендикулярність осі отв. $\varnothing 70H8$ площині "А" в межах 0,01 мм
2. Забезпечити паралельність протилежних граней між собою в межах 0,05 мм
3. Невказані граничні відхилення розмірів валів h14, отворів H14 та інші $\pm IT14$
4. Невказані фаски 15x45.

						08-64.БДР.024.00.001			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист		Масса	Масштаб
Разработ.	Слободянюк Л. В.							4,2	1:1
Пров.	Козлов Л. Г.								
Т.контр.						Лист		Листов	1
Н.контр.	Лазинский Д. О.					ВНТУ,			
Утв.	Козлов Л. Г.					гр. 17М-208			
						Формат А3			

08-64.БДР.024.00.002

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\sqrt{\ })}$



08-64.БДР.024.00.002

Кришка 12.10
(заготовка)

Сталь 45Л ГОСТ 977-88

Лист	Масса	Масштаб
1		1:1
Лист	Листов	1

ВНТУ
ст. гр. 1ПМ-208

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

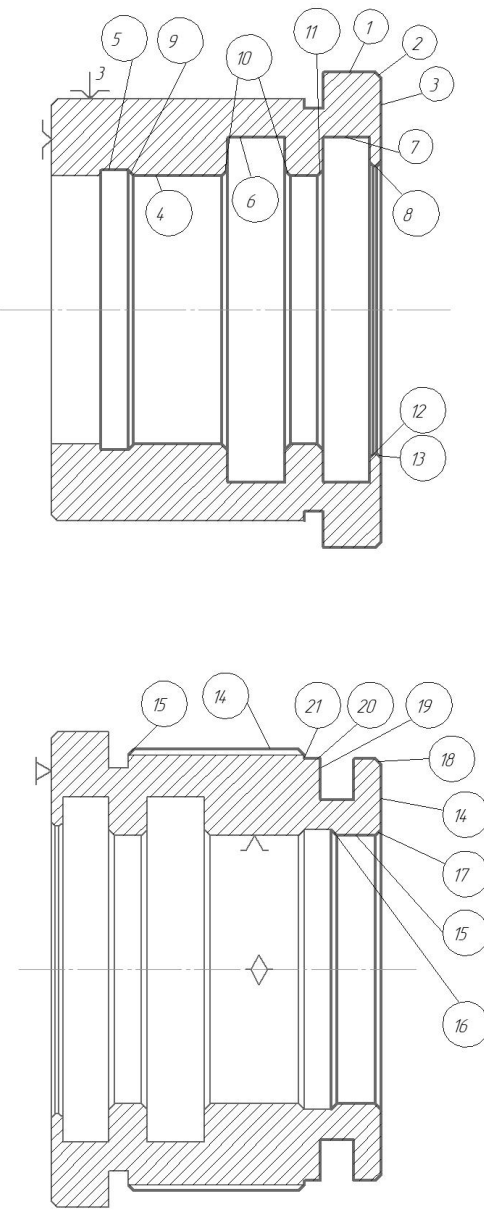
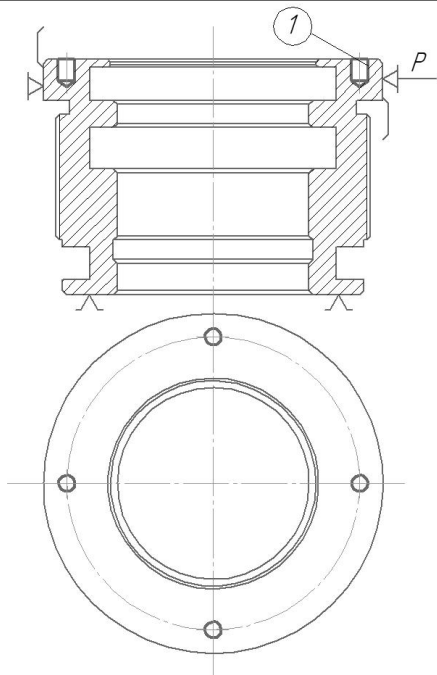
Инв. № дубл.

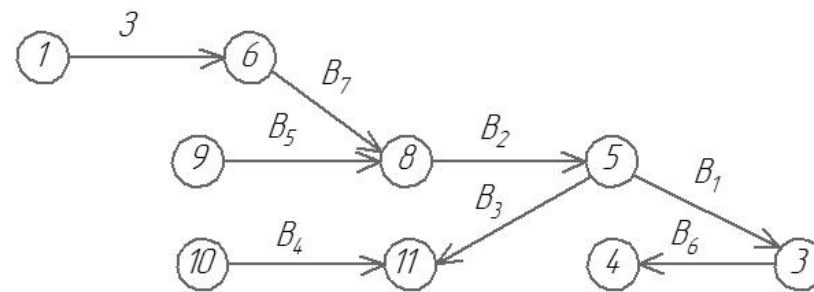
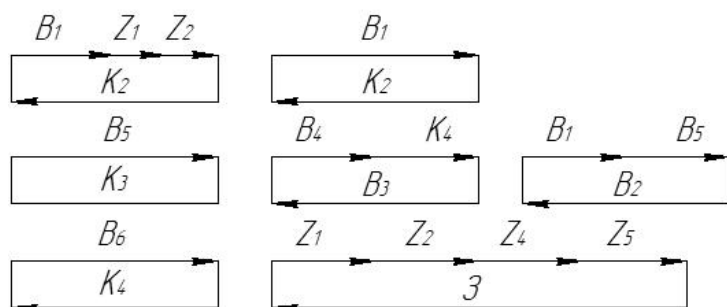
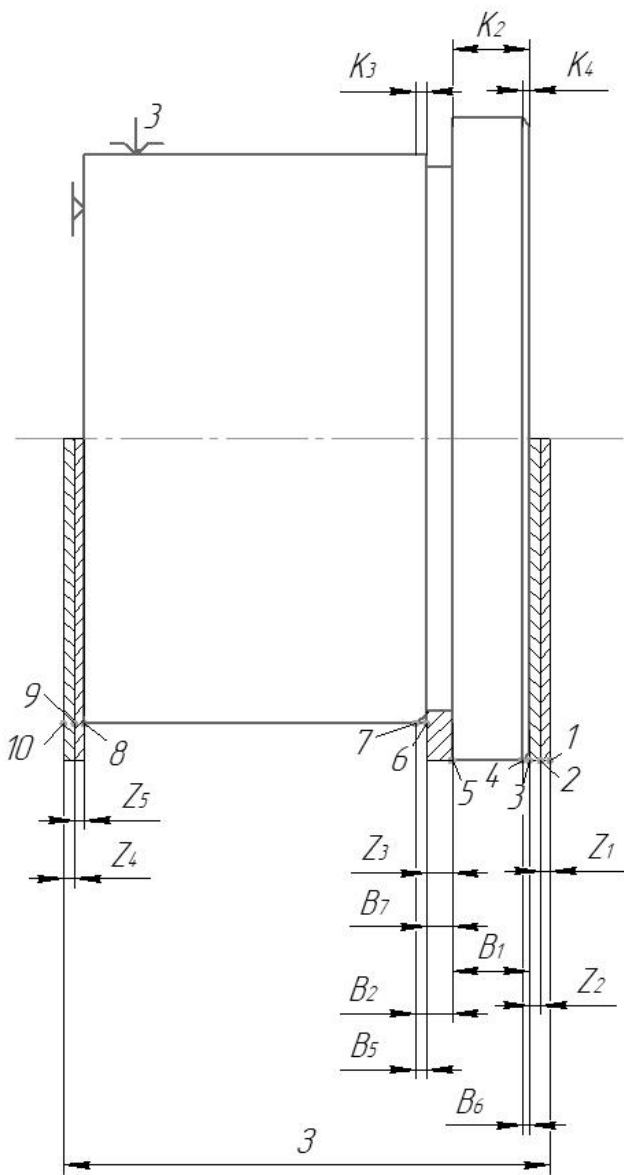
Взам. инв. №

Подп. и дата

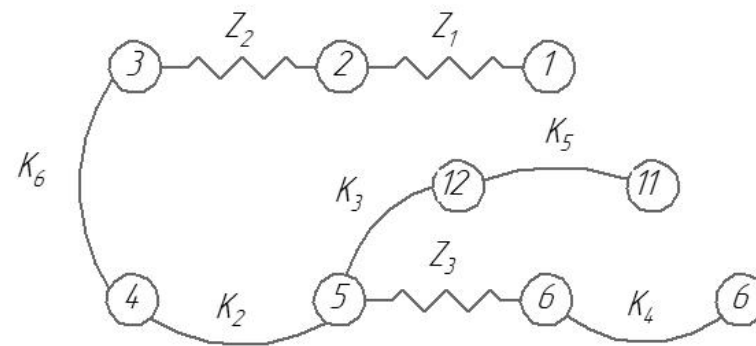
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Слободянюк І. В.		
Проб.		Козлов Л. Г.		
Т.контр.				
Н.контр.		Лозінський Д. О.		
Утв.		Козлов Л. Г.		

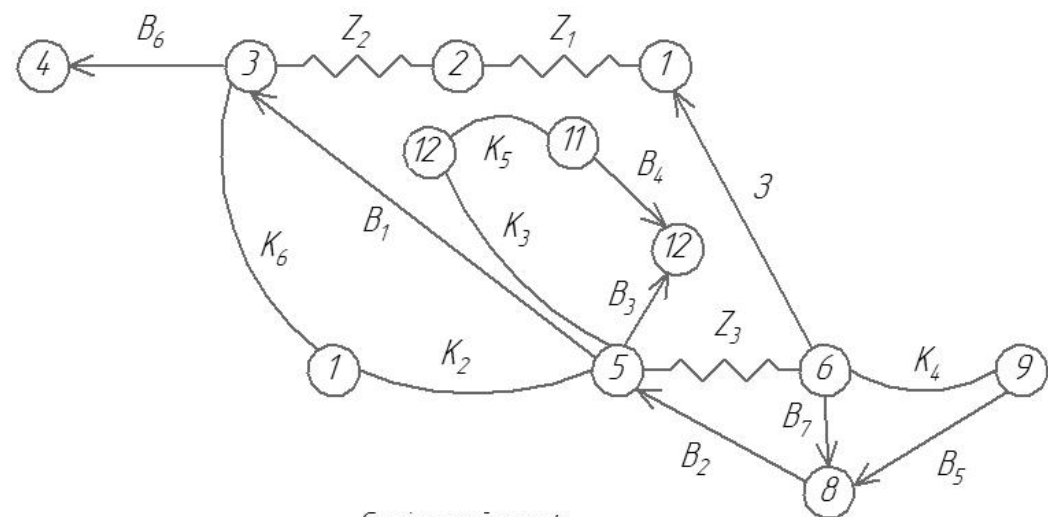
№	Номер, назва і зміст операції	Схема установки і обробки	Обладнання
005	Установ А 1. Точіння поверхні 1 остаточне 2. Точіння фаски 2 3. Точіння поверхні 3 попереднє 4. Точіння поверхні 3 остаточне 5. Розточування поверхні 4 попереднє 6. Розточування поверхні 4 попереднє 7. Розточування поверхні 4 остаточне 8. Розточування поверхні 5 остаточне 9. Розточування поверхні 6 остаточне 10. Розточування поверхні 7 остаточне 11. Розточування поверхні 8 попереднє 12. Розточування поверхні 8 остаточне 13. Розточування фаски пов. 9 14. Розточування двох фасок 10 по обом бокам отв. $\phi 90H12$ 15. Розточування двох фасок 11 по обом бокам отв. $\phi 90H12$ 16. Розточування двох фасок 12, 13 в отв. $\phi 75H10$ Установ Б 1. Точіння фаски 15 2. Розточування поверхні 14 попереднє 3. Розточування поверхні 14 попереднє 4. Розточування поверхні 14 остаточне 5. Розточування фаски 16 6. Розточування фаски 17 7. Точіння поверхні 20 попереднє 8. Точіння поверхні 20 остаточне 9. Точіння фаски 21 10. Точіння канавки 19 11. Нарізання різі M115x2		Верстат токарний напівавтоматичний з ЧПК моделі 1П4.20ПФ30
010	Свердлильна з ЧПК 1. Центрування чотирьох отв. 1 2. Свердління чотирьох отв. 1		Верстат вертикально-свердлильний з ЧПК моделі 2Р135Ф2



Похідний граф-дерево

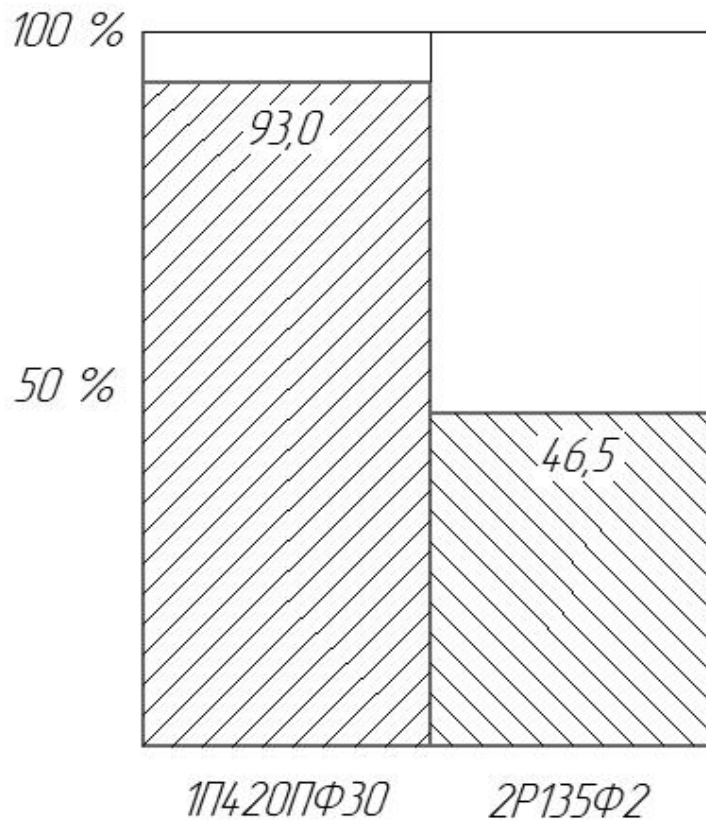


Вихідний граф-дерево



Суміщений граф

Графік завантаження обладнання



Кількість працюючих на ділянці:

- основних робітників-верстатників: 3 чол.
- допоміжних робітників (транспортник): 1 чол.
- інженерно-технічних робітників (майстер): 1 чол.
- службовців (нормувальник): 1 чол.
- молодший обслуговуючий персонал (прибиральник): 1 чол.

ДОДАТОК Б

**Протокол перевірки кваліфікаційної роботи
на наявність текстових запозичень**

Назва роботи: «ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ
ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА 12.11»

Керівник роботи

(підпис)

Козлов Л. Г.

(прізвище, ініціали)