

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 «ГІЛЬЗА»

Виконав: студент 4 курсу, групи ІПМ-206
спеціальності 131 – Прикладна механіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Олександр СЕМАШКО

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. ТАМ

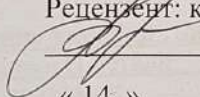


Віктор САВУЛЯК

(прізвище та ініціали)

« 07 » 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доц. каф. АТМ



Віталій КАШКАНОВ

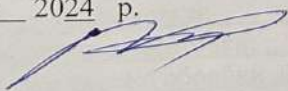
(прізвище та ініціали)

« 14 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри _____

« 11 » 06 2024 р.



Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 13 Механічна інженерія
Спеціальність – 131 – «Прикладна механіка»
Освітньо - професійна програма – Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні

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

Семашко Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес механічної обробки деталі типу «Гільза»

Керівник роботи Савуляк Віктор Валерійович, к.т.н., доцент,

(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 12.06.24р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі: Гільза

Матеріал: Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88. Програма випуску: 5000 шт.

4. Зміст текстової частини

вступ, анотації, визначення типу виробництва і форми організації роботи;

аналіз конструкції і технологічності деталі;

вибір способу виготовлення заготовки;

розробка маршруту механічної обробки;

розрахунок елементів дільниці механічної обробки;

охорона праці; список використаних джерел

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

робоче креслення деталі;

робоче креслення заготовки;

маршрут механічної обробки деталі;

розмірний аналіз технологічного процесу;

карта налагоджень

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	Віктор САВУЛЯК, доцент кафедри ТАМ	11.05.24р	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		Примітка
		початок	закінчення	
	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.24р	20.03.24р	Вик
	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	23.04.24р	26.04.24р	Вик
	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	27.05.24р	29.05.24р	Вик
	Виконання розділу «Охорона праці»	27.05.24р	06.06.24р	Вик
	Перевірка на антиплагіат	06.06.24р	07.06.24р	Вик
	Попередній захист БДР	06.06.24р	07.06.24р	Вик
	Нормоконтроль БДР	10.06.24р	11.06.24р	Вик
	Рецензування БДР	11.06.24р	12.06.24р	Вик
	Захист БДР	18.06.24р.	21.06.24р.	Вик

Студент


(підпис)

Олександр СЕМАШКО
(ініціали і прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Віктор САВУЛЯК
(ініціали і прізвище)

Анотація

Бакалаврська дипломна робота складається з 80 сторінок формату А4, на яких є 11 рисунків, 26 таблиць, список використаних джерел містить 15 найменувань.

Метою даною бакалаврської кваліфікаційної роботи є проектування технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Гільза».

В роботі представлений аналіз технологічності конструкції деталі, вибраний метод отримання заготовки з урахуванням техніко-економічного порівняння варіантів, проведені розрахунки припусків на обробку, спроектований технологічний процес, виконано розмірний аналіз технологічного процесу.

У графічній частині представлено робоче креслення деталі, заготовки, графічне зображення маршруту механічної обробки деталі та схеми з таблицями, що пояснюють розмірний аналіз технологічного процесу.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні, наведені рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: гільза, маршрут механічної обробки, штампування КГШП, розмірний аналіз, приведена програма.

Abstract

The bachelor's thesis consists of 80 A4 pages, which have 11 figures, 26 tables, the list of sources used contains 15 items.

The purpose of the work is designing of the technological process of mechanical machining of a part «Cylinder liner».

The paper presents an analysis of the manufacturability of the design of the part, the selected method of obtaining the workpiece taking into account the technical and economic comparison of options, calculations of processing allowances, designed process, performed dimensional analysis of the process.

The graphic part presents a working drawing of the part, the workpiece, a graphical representation of the route of machining of the part and a diagram with tables explaining the dimensional analysis of the technological process.

In the chapter of labour protection such questions are processed as the reasons of occurrence, influence on a human organism and rationing of harmful and dangerous production factors in a production facility; a map of working conditions; recommendations on improvement of working conditions, and also the norms of fire safety are considered.

Keywords: cylinder liner, machining route, die casting, dimensional analysis, program of production.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ	10
1.1 Визначення типу виробництва.....	10
1.2 Визначення форми виробництва.....	14
2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ	16
2.1 Якісний аналіз технологічності деталі.....	16
2.2 Кількісний аналіз технологічності деталі.....	17
3 ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ	21
3.1 Якісний аналіз способів отримання заготовки.....	21
3.2 Кількісний аналіз способів отримання заготовки.....	22
4 РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	28
4.1 Аналітичний огляд існуючих технологічних процесів обробки деталі типу «Вал».....	28
4.2 Вибір методів, послідовності та числа переходів для обробки окремих поверхонь.....	30
4.3 Вибір чистових і чорнових технологічних баз	32
4.4 Проектування маршруту механічної обробки.....	33
4.5 Аналіз техніко-економічних показників варіантів технологічних процесів по мінімуму приведених витрат.....	34
4.6 Розмірний аналіз технологічного процесу	46
4.7 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів	51
4.8 Визначення режимів різання	53
4.9 Розрахунок технічних норм часу.....	57
5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	61
5.1 Розрахунок проведеної програми	61
5.2 Визначення кількості верстатів	64

	7
5.3 Розрахунок кількості робітників на ділянці	67
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
6.1 Аналіз умов праці.....	70
6.2 Техніка безпеки.....	70
6.3 Виробнича санітарія.....	72
6.4 Пожежна безпека.....	73
6.5 Розрахунок загальної вентиляції.....	74
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТКИ	78
ДОДАТОК А (обов'язковий). Графічна частина.....	79

ВСТУП

Актуальність роботи. Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей машин – один із самих відповідальних етапів, що пов'язаний з виробництвом виробів в машинобудівній промисловості. В розвитку технології механічної обробки за останні роки проходять принципові зміни. Інтенсифікація технологічних процесів на основі застосування різальних інструментів із нових інструментальних матеріалів, розширення області застосування верстатів з ЧПК, створення роботизованих верстатних комплексів з керуванням від ЕОМ дозволяє підвищити розмірну та геометричну точність обробки, скоротити витрати часу та знизити собівартість продукції машинобудування.

Побудований з використанням прогресивних підходів та рішень, технологічний процес забезпечує можливість одержання якісної продукції, високої продуктивності праці та низької собівартості виробів. Використання засобів автоматизації дозволяє полегшити працю робітників, зробити її більш ефективною.

Мета роботи. Метою бакалаврської роботи є проектування технологічного процесу механічної обробки деталі типу “Гільза”.

Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені наступні задачі:

- встановити тип виробництва та форму організації роботи;
- на основі робочого креслення деталі виконати якісний та кількісний аналіз технологічності конструкції деталі;
- вибрати метод та оптимальний спосіб виготовлення заготовки, виконавши відповідне техніко-економічне обґрунтування;
- вибрати методи обробки поверхонь деталі;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;
- спроектувати маршрут механічної обробки деталі;

- провести розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки деталі;
- розрахувати аналітичним способом припуски на вказану поверхню;
- розрахувати режими різання;
- виконати нормування операцій технологічного процесу;
- встановити приведену програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та працюючих, що необхідні для забезпечення механічної обробки деталі.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1121-84 визначається за коефіцієнтом закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (1.1)$$

де $\sum O_i$ – кількість операцій, які виконуються на дільниці; $\sum P_i$ – кількість робочих місць на дільниці.

Вихідними даними для визначення $K_{з.о.}$, а значить і типу виробництва, є робоче креслення і річна програма випуску деталі (річний обсяг виготовлення деталі $N=5000$ шт.; маса деталі, $m_{дет.}=0,607$ кг).

Для обраних переходів механічної обробки наближено визначають основний час механічної обробки $T_{осн}$ та штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{осн} \cdot \phi_K \text{ [хв]} \quad (1.2)$$

де ϕ_K – коефіцієнт.

Для кожного переходу механічної обробки встановлюється необхідна кількість верстатів:

$$C_{pi} = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ [шт.]} \quad (1.3)$$

де $N = 5000$ шт. – річна програма випуску деталі «Гільза»; $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час, хв; F_d – дійсний фонд роботи обладнання ($F_d = 2040$ год); $\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання ($\eta_{з.н.} = 0,8$).

Одержану розрахункову кількість верстатів заокруглюють до найближчого більшого числа і одержують прийняту кількість верстатів P (робочих місць).

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання розраховують:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_{pi}}{P_i}, \quad (1.4)$$

де C_{pi} – необхідна кількість верстатів для виконання даної операції; P_i – кількість робочих місць для виконання даної операції.

Кількість операцій, які виконуються на i -му місці визначаються:

$$O_i = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.i}}, \quad (1.5)$$

де $\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання; $\eta_{з.ф.i}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання, на i -ій операції.

Після чого обраховують сумарну кількість операцій, що можуть бути виконані на всіх робочих місцях $\sum O_i$ та коефіцієнт закріплення $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (1.6)$$

Розрахунок елементів наведено нижче.

Визначаємо основний час обробки:

- підрізання торця пов. $\emptyset 42h11$:

$$T_{o_1} = 0.037(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0.037(42^2 - 22^2) \cdot 10^{-3} \cong 0.0474 \text{ (хв.)}$$

- точіння пов. $\emptyset 42h11$:

$$T_{o_2} = 0.1 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.1 \cdot 42 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0.0504 \text{ (хв.)}$$

- підрізання торця пов. $\emptyset 65h6$:

$$T_{o_3} = 0.052(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0.052(65^2 - 42^2) \cdot 10^{-3} \cong 0.128 \text{ (хв.)}$$

- точіння пов. $\emptyset 65h6$:

$$T_{o_4} = 0.17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.1 \cdot 65 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0.663 \text{ (хв.)}$$

- шліфування пов. $\emptyset 65h6$:

$$T_{o_5} = 0.15 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.15 \cdot 65 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0.585 \text{ (хв.)}$$

- розточування пов. $\emptyset 22H7$:

$$T_{o_6} = 0.3 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.3 \cdot 22 \cdot 22 \cdot 10^{-3} \cong 0.145 \text{ (хв.)}$$

- розвертання отв. $\emptyset 22H7$:

$$T_{o_7} = 0.52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.52 \cdot 22 \cdot 22 \cdot 10^{-3} \cong 0.252 \text{ (хв.)}$$

- розточування канавки $\emptyset 32 \times 2.6$:

$$T_{o_8} = 0.18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 32 \cdot 2.6 \cdot 10^{-3} \cong 0.015 \text{ (хв.)}$$

- розточування канавки $\emptyset 33 \times 3$:

$$T_{o_9} = 0.18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 33 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cong 0.018 \text{ (хв.)}$$

- розточування торцевої канавки:

$$T_{o_{10}} = 0.037(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0.037(55^2 - 45^2) \cdot 10^{-3} \cong 0.037 \text{ (хв.)}$$

- підрізання торця пов. $\emptyset 65h6$ (другий бік):

$$T_{o_{11}} = 0.037(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0.037(65^2 - 50^2) \cdot 10^{-3} \cong 0.064 \text{ (хв.)}$$

- розточування отв. $\emptyset 50H8$:

$$T_{o_{12}} = 0.3 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.3 \cdot 50 \cdot 42 \cdot 10^{-3} \cong 0.63 \text{ (хв.)}$$

- розточування канавки $\emptyset 51 \times 4$:

$$T_{o_{13}} = 0.18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 51 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cong 0.037 \text{ (хв.)}$$

- точіння 2-х канавок $\emptyset 55 \times 6.3$:

$$T_{o_{14}} = 0.17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 0.17 \cdot 55 \cdot 6.3 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cong 0.118 \text{ (хв.)}$$

- точіння канавки $\emptyset 58 \times 9$:

$$T_{o_{15}} = 0.17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.17 \cdot 58 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \cong 0.089 \text{ (хв.)}$$

- точіння канавки $\emptyset 58 \times 18$:

$$T_{o_{16}} = 0.17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0.17 \cdot 58 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cong 0.178 \text{ (хв.)}$$

- свердління 12 отв. $\emptyset 4$:

$$T_{o_{17}} = 6 \cdot 0.52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 0.52 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cong 0.05 \text{ (хв.)}$$

$$T_{o_{18}} = 2 \cdot 0.52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0.52 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cong 0.042 \text{ (хв.)}$$

$$T_{o_{19}} = 4 \cdot 0.52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 0.52 \cdot 4 \cdot 12.77 \cdot 10^{-3} \cong 0.106 \text{ (хв.)}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час обробки:

- 1) Токарна обробка:

$$T_{\text{шт-КТОК}} = (T_{o_1} + \dots + T_{o_4} + T_{o_6} + T_{o_8} + \dots + T_{o_{16}}) \cdot \varphi_K = (0.0474 +$$

$$+0.0504 + 0.128 + 0.663 + 0.145 + 0.015 + 0.018 + 0.037 + 0.064 + \\ +0.63 + 0.037 + 0.118 + 0.089 + 0.178 + 0.252) \cdot 1.3 = 2.472 \cdot 1.3 \cong \\ \cong 3.21 \text{ (хв.)}$$

2) Свердлильна обробка:

$$T_{\text{шт-к.св.}} = (T_{o_{17}} + T_{o_{18}} + T_{o_{19}}) \cdot \varphi_k = (0.05 + 0.042 + 0.106) \cdot 1.35 = \\ = 0.198 \cdot 1.35 = 0.267 \text{ (хв.)}$$

3) Круглошліфувальна обробка:

$$T_{\text{шт-к-ш}} = T_{o_5} \cdot \varphi_k = 0.585 \cdot 1.8 = 1.053 \text{ (хв.)}$$

Визначення розрахункової кількості обладнання:

1) Токарна обробка:

$$C_{p_{\text{ток}}} = \frac{5000 \cdot 3.21}{3890 \cdot 60 \cdot 0.8} = 0.086,$$

приймаємо $C_{p_{\text{ток}}} = 1$ верстат

2) Свердлильна обробка:

$$C_{p_{\text{свер.}}} = \frac{5000 \cdot 0.267}{3890 \cdot 60 \cdot 0.8} = 0.007,$$

приймаємо $C_{p_{13\text{ер.}}} = 1$ верстат

3) Круглошліфувальна обробка:

$$C_{p_{\text{к-ш}}} = \frac{5000 \cdot 1.053}{4029 \cdot 60 \cdot 0.8} = 0.027,$$

приймаємо $C_{p_{\text{к-ш}}} = 1$ верстат

Визначення фактичного коефіцієнта завантаження обладнання:

1) Токарна обробка:

$$\eta_{\text{з.ф.ток}} = 0.086/1 = 0.086$$

2) Свердлильна обробка:

$$\eta_{\text{з.ф.св.}} = \frac{0.007}{1} = 0.007$$

3) Круглошліфувальна обробка:

$$\eta_{\text{з.ф.к-ш}} = 0.027/1 = 0.027$$

Визначення кількості операцій, які виконуються на одному робочому

місці:

- 1) Токарна обробка:

$$O_{\text{ток}} = 0.8/0.086 = 9.3 \approx 10$$

- 2) Свердлильна обробка:

$$O_{\text{св.}} = 0.8/0.007 = 114.28 \approx 115$$

- 3) Круглошліфувальна обробка:

$$O_{\text{к-ш}} = 0.8/0.027 = 29.63 \approx 30$$

В зв'язку з нехарактерністю обробки свердлінням (малі витрати часу на її проведення та, відповідно, необхідністю для завантаження цієї операції досить великої кількості інших подібних деталей), для визначення типу виробництва цією обробкою знехтуємо.

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{10 + 30}{1 + 1} = 20$$

Згідно ГОСТ 14.004-74 отриманий коефіцієнт закріплення операцій відповідає умовам середньосерійного типу виробництва ($10 \leq K_{\text{з.о.}} \leq 20$), який і приймаємо для подальшої роботи.

Доцільність вибору групової чи потокової форми організації роботи визначається шляхом порівняння потрібного добового випуску виробів N_d і розрахункової добової продуктивності лінії Q_d . Якщо $N_d < Q_d$, то поточкову лінію використовувати недоцільно.

$$N_d = \frac{N}{254} [\text{шт.}], \quad (1.6)$$

де 254 кількість робочих днів в році;

$$T_{\text{шт-ксер}} = \frac{\sum T_{\text{шт-к}_i}}{\sum n_i}, [\text{хв}] \quad (1.7)$$

де $T_{\text{шт-к}_i}$ – штучно-калькуляційний час виконання i -го переходу, хв.; $\sum n_i$ –

сумарна кількість виконуваних переходів.

Відповідно середній штучно-калькуляційний час виконуваних переходів становитиме (зведено до операцій токарної та шліфувальної обробки):

$$T_{\text{сер}} = (3.21 + 1.053)/2 = 4.26/2 = 2.13 \text{ (хв.)}$$

Отже, добова продуктивність лінії становитиме:

$$Q_d = \frac{952}{2.13 \cdot 0.8} \approx 358 \text{ (шт.)}$$

Потрібний добовий випуск виробів:

$$N_d = \frac{5000}{254} \approx 20 \text{ (шт.)}$$

Оскільки потрібний добовий випуск виробів значно менший добової продуктивності лінії то відповідно обираємо групову форму організації роботи.

При груповій формі організації роботи визначається кількість деталей в партії для одночасного запуску

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \text{ [шт.]}, \quad (1.9)$$

де a – періодичність запуску деталей на обробку, в днях (12 днів).

$$n = \frac{5000 \cdot 12}{254} = 236 \text{ (шт.)}$$

Отже тип виробництва – середньосерійне, форма організації роботи – групова, при цьому кількість деталей в партії для одночасного запуску складає 236 шт.

2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ

2.1 Якісний аналіз технологічності деталі

Деталь «Гільза» (рисунок 2.1) виготовляється зі сталі 40ХЛ ГОСТ 977-88 характеристики якої наведені в таблицях 2.1 і 2.2. Заготовкою деталі може призначатися виливок.

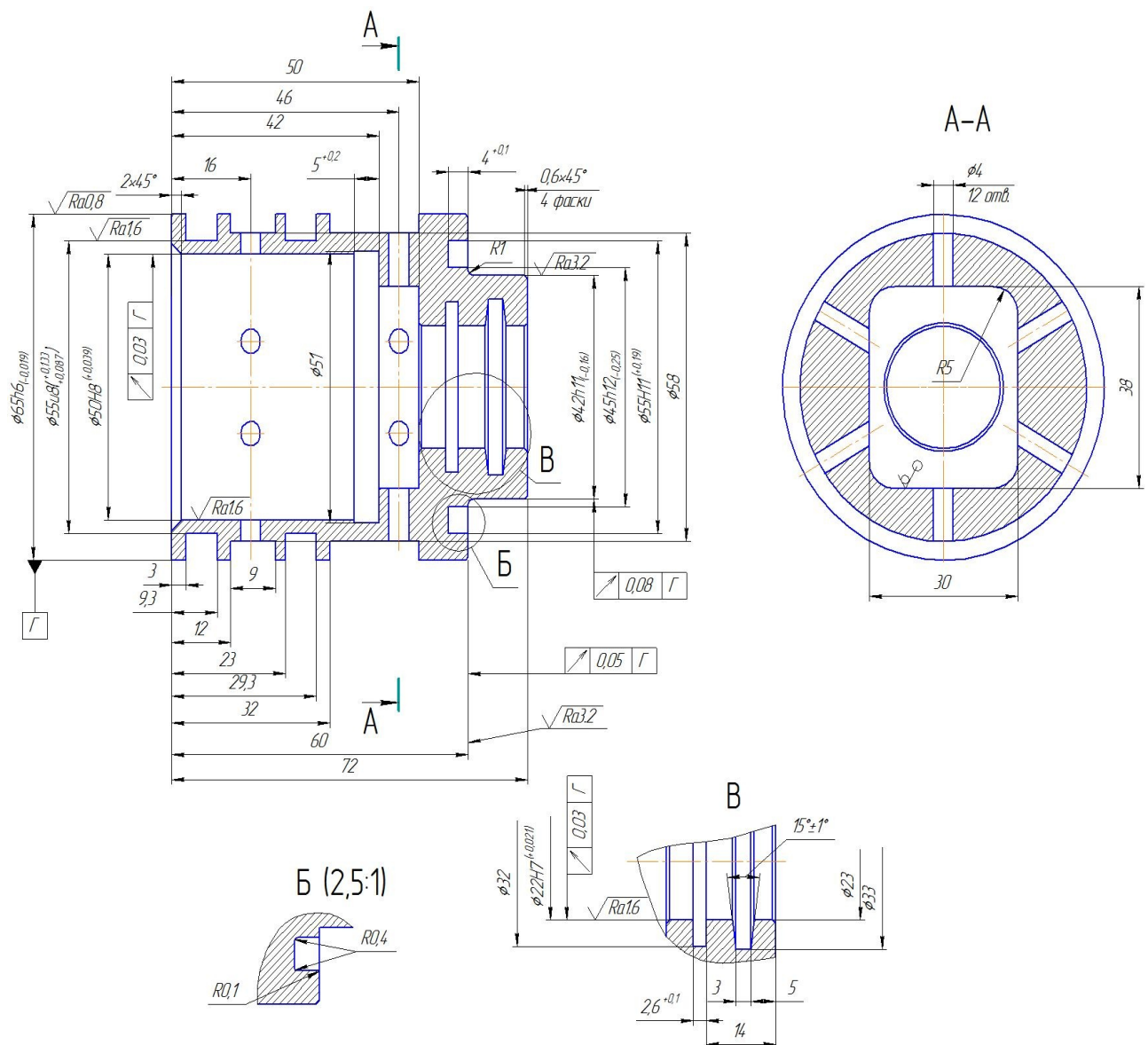


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі «Гільза»

Таблиця 2.1 – Фізико – механічні властивості сталі 40ХЛ ГОСТ 977 – 98

Твердість HB	Межа мі- цності σ_B , МПа	Межа те- кучості σ_T , МПа	Щіль- ність γ , кг/м ³	Віднос- не по- дов- ження δ , %	Віднос- не зву- жен-ня ψ , %	Модуль пружності нормаль- ний, МПа
196...223	650	500	7840	12	25	21900

Таблиця 2.2 – Хімічний склад сталі 40ХЛ ГОСТ 977 – 98, %

Вуглець C	Кремній Si	Марганець Mn	Нікель Ni	Мідь Cu	Фосфор P	Сірка S
0.35...0.45	0.2...0.4	0.4...0.9	0...0.3	0...0.3	0...0.04	0...0.04

Дана деталь – це тіло обертання, тому одним із найраціональніших способів обробки її є технологічні переходи типу точіння, розточування, шліфування та ін. із встановленням до токарного патрону по зовнішнім поверхням, або на циліндричній оправці на одному із основних отворів. Ці поверхні достатні по розмірам та відстаням для здійснення такого базування, та відповідають зручності встановлення.

Доступ інструменту майже до всіх обробних поверхонь вільний, за винятком обробки внутрішніх канавок. Є можливість, без зайвих укладень, проконтролювати всі розміри поверхонь, які досягаються в процесі обробки.

12 отворів $\varnothing 4$ та отв. $\varnothing 22H7$ обробляються напрохід, що є ознакою технологічності.

До нетехнологічних ознак відносяться: ті же самі 12 отворів $\varnothing 4$ по причині малого діаметру, що створює складності по відношенню до надійності автоматичної їх обробки на верстаті з ЧПК; необхідність обробки як зовнішніх, так і внутрішніх канавок, що відкладає відбиток на обмеженість застосування інтенсивних режимів обробки; розташування 12 отворів $\varnothing 4$ (по 6 в двох площинах обробки через 60° по відношенню один до одного) вимагає ускладнення

технологічної оснастки для забезпечення повороту деталі; необхідність обробки торцевої канавки; деякі поверхні, зокрема, отвори $\varnothing 22H7$ та $\varnothing 50H8$, а також зовнішня пов. $\varnothing 65h6$ обробляються за декілька переходів, це значно подовжує цикл обробки цих поверхонь.

Лише тільки одна поверхня деталі – прямокутний глухий паз 38×30 мм – не підлягає механічній обробці.

Але, в цілому, деталь можна вважати цілком технологічною.

2.2 Кількісний аналіз технологічності деталі

Технологічність деталі будемо оцінювати кількісно за допомогою трьох кількісних показників – коефіцієнтів уніфікації, шорсткості і точності.

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою:

$$K_y = Q_{ye} / Q_e, \quad (2.1)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_e – загальна кількість елементів.

$$K_y = \frac{19 + 15 + 14 + 49}{22 + 20 + 16 + 49} = \frac{97}{107} \cong 0,907$$

При $K_y > 0,6$ деталь відноситься до технологічних.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_T = 1 - 1/T_{\text{сер.}}, \quad (2.2)$$

де $T_{\text{сер.}}$ – середній коефіцієнт точності поверхонь деталі:

$$T_{\text{сер.}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (2.3)$$

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі; n_i – кількість поверхонь деталі, що мають точність T_i –го квалітету.

Таблиця 2.3 – Данні для розрахунку коефіцієнта уніфікації

Діаметральні розміри		Лінійні розміри		Фаски, канавки, радіуси, кути, різі матриці		Шорсткість R_a , мкм	
P_d	$P_{d,y}$	P_l	$P_{l,y}$	P_ϕ	$P_{\phi,y}$	Σ	Σ_y
$\emptyset 65h6$	—	3	3	R0.1(2)	R0.1(2)	0.8	0.8
$\emptyset 55h8$	$\emptyset 55h8$	9	9	R0.4(2)	-	1.6(4)	1.6(4)
$\emptyset 50H8$	$\emptyset 50H8$	18	18	R5(4)	R5(4)	3.2(2)	3.2(2)
$\emptyset 42h11$	$\emptyset 42h11$	9.3	-	R1	R1		
$\emptyset 55H11$	$\emptyset 55H11$	12	12	0.6×45°(4)	0.6×45°(4)	6.3(42)	6.3(42)
$\emptyset 45h12$	$\emptyset 45h12$	23	-				
$\emptyset 58h14$	—	29.3	-	2×45°	2×45°		
$\emptyset 32H14$	$\emptyset 32H14$	32	32	15°±1°(2)	15°±1°(2)		
$\emptyset 22H7$	$\emptyset 22H7$	60	60	)			
$\emptyset 33H14$	—	72	-				
$\emptyset 4H14(12)$	$\emptyset 4H14(12)$	50	50				
		46	-				
		42	42				
		16	16				
		5 ^{+0.2}	5 ^{+0.2}				
		4 ^{+0.1}	4 ^{+0.1}				
		2.6 ^{+0.1}	2.6 ^{+0.1}				
		3	3				
		5	5				
		14	14				
$\Sigma = 22$	$\Sigma = 19$	$\Sigma = 20$	$\Sigma = 15$	$\Sigma = 16$	$\Sigma = 14$	$\Sigma = 49$	$\Sigma = 49$

Таблиця 2.4 – Данні для розрахунку коефіцієнта K_T

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
6 ($\emptyset 65h6$)	1	$6 \times 1 = 6$
7 ($\emptyset 22H7$)	1	$7 \times 1 = 7$
8 ($\emptyset 55h8, \emptyset 50H8$)	2	$8 \times 2 = 16$
11 ($\emptyset 42h11, \emptyset 55H11$)	2	$11 \times 2 = 22$
12 ($\emptyset 45h12$)	1	$12 \times 1 = 12$
14 ($\emptyset 52h14, \emptyset 32H14, \emptyset 33H14, \emptyset 4H14(12)$)	15	$14 \times 15 = 210$
Всього:	$\sum 22$	$\sum 273$

$$T_{\text{сер.}} = 273/22 \cong 12,41$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{\text{сер.}}} = 1 - \frac{1}{12,41} = 0,919$$

При $K_T \geq 0.8$ деталь відноситься до технологічних.

Коефіцієнт шорсткості поверхонь розраховується

$$K_{\text{ш}} = 1/\text{Ш}_{\text{сер.}} [\text{мкм}], \quad (2.4)$$

де $\text{Ш}_{\text{сер.}}$ – середня шорсткість поверхонь деталі, яка визначається

$$\text{Ш}_{\text{сер.}} = \frac{\sum \text{Ш}_k \cdot n_k}{\sum n_k} [\text{мкм}], \quad (2.5)$$

де Ш_k – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі; n_k – кількість поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає певному чисельному значенню R_a , мкм.

Таблиця 2.5 – Данні для розрахунку коефіцієнта шорсткості

Шорсткість R_a , мкм	Кількість поверхонь, n_k	Розрахунок
0.8 (($\emptyset 65h6$)	1	$0.8 \times 1 = 0.8$
1.6 (($\emptyset 55h8 - 2$, $\emptyset 22H7, \emptyset 50H8$)	4	$1.6 \times 4 = 6.4$
3.2 (торець $\emptyset 65h6$, ($\emptyset 42h11$)	2	$3.2 \times 2 = 6.4$
6.3	42	$6.3 \times 42 = 264.6$
Всього:	$\sum 49$	$\sum 278.2$

$$Ш_{\text{сер.}} = \frac{278.2}{49} = 5.67 \text{ (мкм)}$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{5.67} = 0.176 \text{ (мкм)}$$

При $K_{\text{ш}} \leq 0.32$ деталь відноситься до технологічних.

Висновок: Якісний та кількісний аналіз технологічності вказує на те, що деталь являється технологічною.

3 ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

3.1 Якісний аналіз способів виготовлення заготовок

Визначимо два найбільш оптимальні варіанти виготовлення заготовки.

Проаналізувавши умови, отримані в якості вихідних і розрахункових даних, робимо висновок, що заготовку потрібно отримати методом лиття, тому що матеріал сталь марки 40ХЛ має добрі ливарні властивості. Можливі способи лиття заготовки заданої деталі «Гільза» з урахуванням її форми:

- в оболонкові форми;
- в облицювальний кокіль;
- відцентрове лиття.

Розглянемо більш детально ці способи (якісна характеристика лиття).

Лиття в оболонкові форми

Лиття в оболонкові форми полягає в тому, що разову ливарну форму виготовляють у вигляді оболонки, використовуючи для формувальної суміші в якості зв'язуючого матеріалу фенольні термореактивні смоли, смоли що міцно цементують дрібний кварцовий пісок, який використовується як наповнювач. Виготовлення такої форми включає необхідність в опоках, які використовуються, наприклад, в піщано-глинистих формах. При литті в оболонкові форми різко знижуються витрати формувальної суміші, процес легко механізувати та автоматизувати. Використання формувальної суміші, яка складається із 92-95% дрібного кварцового магнезійового або цирконієвого піску та 4-6% термоактивної фенолформальдегідної смоли, забезпечує малу шорсткість поверхні і більш високу точність виливків (12-15 квалітети), ніж, наприклад, при литті в піщано-глинисті форми (14-17 квалітети), так як оболонка твердіє на моделі та зберігає її розміри. Коефіцієнт використання матеріалу 0.85-0.9, що значно вище ніж при литті, наприклад, в кокіль – 0.71-0.75. Це призводить до

зменшення об'єму механічної обробки та, відповідно, до зниження її собівартості. Структура металу дрібнозерниста, якісна.

Лиття в кокіль

Лиття в кокіль – найбільш дешевий серед спеціальних способів лиття. Його головна особливість полягає в багатократному використанні металевої форми – кокіля. Стійкість чавунних кокілей складає при виготовленні сталеного лиття 50...500 виливків, чавунного – 400 ...800 виливків, лиття з кольорових сплавів – тисячі і десятки тисяч виливків. Кокілі дозволяють отримати виливки з точними розмірами (до 12 квалітету). Параметр шорсткості може досягати $R_z = 20$ мкм. В зв'язку з високою теплопровідністю матеріалу форми, швидкість кристалізації дуже велика. Це підвищує механічні властивості виливка (за рахунок отримання дрібнозернистої структури) на 10-15%, але в той час погіршується можливість виготовлення виливків з тонкими стінками. Кокілям практично не властива податливість і газопроникність, що необхідно врахувати при конструюванні виливка.

При переході з лиття в піщані форми на кокільні витрати матеріалу зменшуються на 10-20% за рахунок зменшення ливникової системи. Трудомісткість механічної обробки за рахунок зменшення припусків і високої точності розмірів зменшується в 1,5-2 рази. Одночасно потрібно врахувати те, що самі кокілі коштують досить дорого, що в них можна виготовляти виливки порівняно простої конфігурації і що можливе їх жолоблення із-за значних усадочних і термічних напружень. Кокільне лиття доцільно застосовувати в умовах серійного виробництва при отриманні з кожної форми не менше 300-500 дрібних або 50-200 середніх виливків в рік, а також для виготовлення виливків простої конфігурації із мідних, алюмінієвих і магнієвих сплавів, а також із сталі і чавуну. Заміна лиття в піщані форми на кокільне при досить великій програмі випуску знижує собівартість виливків приблизно на 30% і підвищує продуктивність праці в 4-6 разів. Витрати на організацію дільниці кокільного лиття і дільниці виливків при цьому окупаються за 2-3 місяці.

Відцентрове лиття

Такий спосіб полягає у заливці рідкого металу до обертової форми (ізложниця). Ця форма обертається до закінчення кристалізації металу. В цьому випадку, як і при кокільному литті, можна отримати високу точність розмірів і аналогічний параметр шорсткості поверхні. За рахунок обертання ізложниці досягається велика щільність металу виливка, підвищується рідкотекучість, практично відсутні витрати на виготовлення стержнів. При цьому способі значно знижуються витрати металу, тому що відсутня або дуже мала ливарна система. За рахунок відцентрових сил домішки, неметалеві включення накопичуються на внутрішній поверхні виливка і можуть бути видалені механічною обробкою.

До недоліків відцентрового лиття потрібно віднести : неточність розмірів та нижня якість внутрішньої порожнини виливка; труднощі отримання виливків із сплавів, схильних до ліквідації; можливість виникнення поздовжніх та поперечних тріщин за рахунок високих відцентрових сил та утрудненої усадки виливка.

Кількісні характеристики обраних способів лиття наводимо у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількісні характеристики обраних способів лиття

Спосіб лиття	Тип виробництва	Матеріал виливка	Маса, кг	Товщина стінок,	Квалітет точності	Шорсткість по- верхні $R_{z, \text{мкм}}$	Коефіцієнт вико- ристання ма- теріалу	Технологічні особ- ливості	Область застосу- вання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В оболонкові форми	С, М	Чавун, вуглецева та легована сталі, ко- льорові метали	0,1... 80	2...4	12...15	160...20	0,85...0,90	Тонкостінні ви- ливки компактної форми	Втулки, муфти, фланці, кронштейни

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відцентрове лиття	Кокільне лиття								
М, С	С	Сталь, чавун, кольорові метали	0,1... 50	≥ 3	12...15	80... 20	0,71...0,75	Товстостінні вилки простої та середньої складності	Муфти, втулки, стакани, маховики, колеса
Сірий чавун, сталь, мідні сплави									
0,1... 3000									
≥ 4									
13...15									
80...20									
0,70...0,80									
Деталі які мають вісь симетрії									
Трубки, кільця, втулки, гільзи									

З наведених способів, для порівняння, обрано лиття в облицьований кокіль та відцентрове лиття.

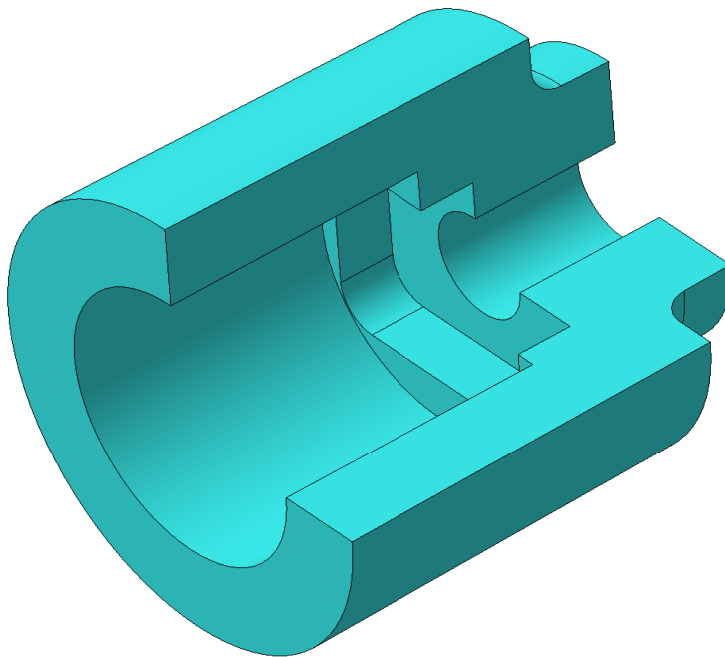


Рисунок 3.1 –Наближена просторова модель заготовки

3.2 Розрахунок розмірів заготовки

Показники розмірної точності, шорсткості, точності маси виливків обираємо відповідно до рекомендацій наведених в літературі.

Таблиця 3.2 – Показники точності виливків

Вихідні дані	Лиття в облицьований кокіль (ОК)		Відцентрове лиття (ВЛ)	
	Згідно ГОСТ 26645-85	Прийнято	Згідно ГОСТ 26645-85	Прийнято
Клас розмірної точності	6-11т	8	7т-11	9
Ступінь жолоблення елементів виливка	4-7	5	2-5	3
Ступінь точності поверхні	7-13	10	5-10	7
Шорсткість поверхонь	$R_a = 16$ мкм	$R_a = 16$ мкм	$R_a = 8$ мкм	$R_a = 8$ мкм
Клас точності маси	5-13т	9	6-13	8
Ряд припусків	3-6	5	2-5	4

Вибір допусків:

Згідно ГОСТ26645-85 призначаємо :

- згідно розмірів, враховуючи клас розмірної точності та номінальний розмір;
- допуск форми та розміщення, враховуючи ступінь жолоблення та номінальний розмір;
- допуск нерівностей, враховуючи ступінь точності поверхні;
- допуск маси, враховуючи клас точності маси виливка;
- допуск зміщення площини роз'ємну – для цього потрібно знати, де буде проходити площинна роз'ємну. В діаметральному виразі встановлюється, на

рівні класу розмірної точності по номінальному розміру найбільш тонкої із стінок виливка, яка виходить на роз'єм або перетинає його;

- допуск зміщення, викликаний переносом ступеня, встановлюють в діаметральному виразі на 1,2 класи, точніше класу розмірної точності виливка, по номінальному розміру найбільш тонкої із стінок, яка формується за участю стержня.

Призначені допуски зводимо до таблиць 3.3 і 3.4.

Таблиця 3.3 – Допуски розмірів для виливка отриманого литтям в оболонковій формі

Розрахункові розміри	Ø65h6	Ø50H8	Ø22H7	Ø42h11	42	60	72
Допуск розмірів	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.4
Допуск форми та розміщення	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Допуск на зміщення по площинні роз'єму	-	1.2	1.0	-	-	-	-
Зміщення через перекіс стержня	-	0.64	0.5	-	-	-	-
Маси	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Допуск на висоту нерівностей	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Загальний допуск	1.6	1.6	1.1	1.2	1.2	1.2	1.6

Таблиця 3.4 – Допуски розмірів для вилівка отриманого відцентровим
ЛИТТЯМ

Розрахункові розміри	Ø65h6	Ø50H8	Ø22H7	Ø42h11	42	60	72
Допуск розмірів	2.2	2.0	1.6	2.0	2.0	2.0	2.2
Допуск форми та розміщення	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Допуск зміщення по площинні роз'єму	-	-	-	-	-	-	-
Допуск зміщення через перекіс стержня	-	1.2	1.1	-	-	-	-
Маси	6.4%	6.4%	6.4%	6.4%	6.4%	6.4%	6.4%
Допуск на висоту нерівностей	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Загальний допуск	2.4	2.0	1.6	2.0	2.0	2.0	2.4

Призначемо припуски на механічну обробку та розрахуємо граничні розміри заготовок, а результати представимо в таблицях 3.5 і 3.6

Таблиця 3.5 – Припуски на виготовлення та розрахункові розміри заготовки отриманої литтям в оболонковій формі

Розрахункові розміри	Ø65h6	Ø50H8	Ø22H7	Ø42h11	42	60	72
Припуск мінімальний, мм	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Кількість переходів механічної обробки :							
- за точністю розмірів;	0.019/1.4= 0.0136 (4)	0.039/1.2= 0.0325 (4)	0.021/1.0= 0.021 (4)	0.16/1.2= 0.13 (2)	0.31/1.2= 0.258 (1)	0.37/1.2= 0.308 (1)	0.37/1.4= 0.264 (1)
- за відхиленням форми	0.32/1.4=0. 228 (1)	0.32/1.2= 0.266 (1)	0.32/1.0= 0.32 (1)	0.32/1.2= 0.266 (1)	0.32/1.2= 0.266 (1)	0.32/1.2= 0.266 (1)	0.32/1.4= 0.228 (1)
Прийнята кількість переходів	4	4	4	2	1	1	1
Припуск загальний, мм	2.3×2	2.1×2	1.9×2	1.9×2	1.3	1.3	1.5×2
Розміри заготовки, мм	Ø69.6	Ø45.6	Ø18.2	Ø45.8	40.7	61.3	75.0

Таблиця 3.6 – Припуски на виготовлення та розрахункові розміри заготовки отриманої відцентровим литтям

Розрахункові розміри	Ø65h6	Ø50H8	Ø22H7	Ø42h11	42	60	72
Припуск мінімальний, мм	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Продовження таблиці 3.6

Кількість переходів механічної обробки :							
- за точністю розмірів;	0.019/2.2= 0.008 (4)	0.039/2.0 =0.019 (4)	0.021/1.6 =0.013 (4)	0.16/2.0 = 0.08 (3)	0.31/2.0 =0.155 (2)	0.37/2.0 =0.185 (2)	0.37/2.2= 0.264 (1)
- за відхиленням форми	0.2/2.2=0. 091 (2)	0.2/2.0=0. 1 (2)	0.2/1.6= 0.125 (2)	0.2/2.0= 0.1 (2)	0.2/2.0= 0.1 (2)	0.2/2.0= 0.1 (2)	0.2/2.2= 0.091 (2)
Прийнята кількість переходів	4	4	4	3	2	2	2
Припуск загальний, мм	3.4×2	2.9×2	2.5×2	2.3×2	2.3	2.3	2.4×2
Розміри заготовки, мм	Ø71.8	Ø44.2	Ø17	Ø46.6	39.7	62.3	76.8

Призначення технічних вимог на литті заготовки

Мінімальний діаметр отворів, що виконують литтям, вибирають так, щоб уникнути сильного перегрівання і пригоряння стержня до стінок отвору. Мінімальний розмір виливних отворів залежить від товщини стінки і може бути визначений за формулою :

$$d_{min} = d_0 + 0.1 S[\text{мм}], \quad (3.1)$$

де d_0 - вихідний діаметр; S - товщина стінки.

Вихідний діаметр вибирається в залежності від матеріалу вилівка (сталь 40ХЛ) :

$$d_0 = 10 \text{ (мм)}$$

При товщині стінки для розміру Ø22H7 :

$$S = \frac{\phi 42 - \phi 22}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ (мм)}$$

$$d_{min} = 10 + 0.1 \cdot 10 = 11 \text{ (мм)}$$

Отже, отвори діаметрами менше за 11 мм не виливаються, на них призначаються напуски.

Прямокутна порожнина 38×30 мм виливається без наступної механічної обробки.

Вибір конструктивних елементів заготовок

Товщина стінок

Зведений габарит заготовки :

$$N = (2\ell + b + h) / 3, [\text{м}] \quad (3.2)$$

де ℓ, b, h - відповідно довжина, ширина і висота деталі

$$N = (72 \cdot 2 + 65 + 65) / 3 = 274 / 3 \approx 91,3 \text{ мм} \approx 0,0913(\text{м})$$

$S_{min} = 5$ мм, але згідно з рекомендацією для легованих сталей, товщину стінки збільшують на 20...30% :

$$S_{min_{пр}} = 5 + 5 \cdot 0.2 = 6 \text{ (мм)}$$

Радіуси заокруглень

Ці радіуси в спряженнях в залежності від матеріалу, товщини спряжених стінок та кута, утвореного між ними.

Для заготовки, вилитої в оболонковій формі :

$$\frac{S + S_1}{2} = \frac{25.7 + 13.8}{2} = 19.75 \text{ (мм)}$$

Цьому відношенню відповідає радіус R при куті спряження 90° : $R = 5$ мм

За другою рекомендацією [3], якщо відношення товщин спряжених стінок $S/S_1 \leq 2$, то спряження виконується за допомогою радіусів спряження.

Для нашого випадку

$$\frac{S}{S_1} = \frac{25.7}{13.8} = 1.86 < 2,$$

тоді

$$R = (0.3 \dots 0.4)(S - S_1) = 0.35(25.7 - 13.8) = 4.165 \text{ (мм)}$$

(деталь при цьому не сприймає ударних навантажень).

Остаточно приймаємо $R_{\text{пр}} = 5 \text{ мм}$

Для заготовки вилитої відцентровим способом:

$$\frac{S+S_1}{2} = \frac{27.4+14.8}{2} = 21.1 \text{ (мм)}$$

$$R = 6 \text{ мм}$$

$$\frac{S}{S_1} = \frac{27.4}{14.8} = 1.85 < 2,$$

$$R = 0.35(27.4 - 14.8) = 4.41 \text{ (мм)}$$

$$R_{\text{пр}} = 5 \text{ мм}$$

- Ливарні нахили

Нахили призначаються на вертикальних стінках виливка з метою полегшення вилучення моделі із форми та стержня із стержневого ящика. Вони встановлюються в залежності від розмірів заглиблень, висоти формоутворюючої поверхні, способу лиття та виду модельного комплексу.

Вибір здійснюємо за [1]:

- отвір $\emptyset 45.6 : d_{\text{в}} = 45.6, h_{\text{в}} = 42.3, \angle 0^\circ 41' \text{ (ЛОФ)}$
 $\emptyset 44.2 : d_{\text{в}} = 44.2, h_{\text{в}} = 43.3, \angle 0^\circ 45' \text{ (ВЦЛ)}$
- отвір $\emptyset 18.2 : d_{\text{в}} = 18.2, h_{\text{в}} = 32.7, \angle 0^\circ 41' \text{ (ЛОФ)}$
 $\emptyset 18.2 : d_{\text{в}} = 17, h_{\text{в}} = 33.5, \angle 0^\circ 45' \text{ (ВЦЛ)}$
- поверхня $\emptyset 45.8 : d_{\text{в}} = 45.8, h_{\text{в}} = 14.7, \angle 1^\circ 16' \text{ (ЛОФ)}$
 $\emptyset 46.6 : d_{\text{в}} = 46.6, h_{\text{в}} = 15.5, \angle 1^\circ 20' \text{ (ВЦЛ)}$
- поверхня $\emptyset 69.6 : d_{\text{в}} = 69.6, h_{\text{в}} = 61.8, \angle 0^\circ 30' \text{ (ЛОФ)}$
 $\emptyset 71.8 : d_{\text{в}} = 71.8, h_{\text{в}} = 63.7, \angle 0^\circ 10' \text{ (ВЦЛ)}$

Розрахунок маси і коефіцієнтів використання матеріалу для обох варіантів заготовки

Маса заготовки розраховується за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = (V_1 + V_2 + V_3 + \dots V_n) \rho = \sum V_i \rho, [\text{кг}] \quad (3.3)$$

де V_i – об’єм елементарних фігур, які входять в заготовку; ρ – густина сталі 40ХЛ, $\rho = 7.8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³

Маса заготовки включає до себе :

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{дет}} + \sum Q_{\text{прип}_i} + \sum Q_{\text{нап}_i}, [\text{кг}] \quad (3.4)$$

де $Q_{\text{прип}_i}$ – припуск, що знімається з i – ої поверхні; $Q_{\text{нап}_i}$ – напуск, що знімається з i – ої поверхні.

Знайдемо масу деталі:

$$\begin{aligned} V_{\text{дет}} = & \left(\frac{\pi \cdot 65^2}{4} \cdot 59 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 42^2}{4} \cdot 13 \cdot 10^{-3} \right) - \left(\frac{\pi \cdot 50^2}{4} \cdot 37 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 51^2}{4} \cdot 4 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 4^2}{4} \cdot 7.5 \cdot 6 \cdot \right. \\ & \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 4^2}{4} \cdot 13.5 \cdot 6 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 4.3 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 22^2}{4} \cdot 11 \cdot 10^{-3} + 30 \cdot 38 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \\ & + \left[\left(\frac{\pi \cdot 65^2}{4} - \frac{\pi \cdot 55^2}{4} \right) \cdot 6.3 \cdot 2 + \left(\frac{\pi \cdot 65^2}{4} - \frac{\pi \cdot 58^2}{4} \right) \cdot 9 + \left(\frac{\pi \cdot 65^2}{4} - \frac{\pi \cdot 58^2}{4} \right) \cdot 16 + \left(\frac{\pi \cdot 55^2}{4} - \frac{\pi \cdot 45^2}{4} \right) \cdot 4 \right] \\ & \cdot 10^{-3} + \left[\frac{\pi \cdot 0.85}{12} (30^2 + 30 \cdot 22 + 22^2) - \frac{\pi \cdot 22^2}{4} \cdot 1.7 \right] \cdot 10^{-3} = (195.68 + 18.00) - \\ & - (72.613 + 8.167 + 0.565 + 1.017 + 3.532 + 3.038 + 4.179 + 10.26 + 31.906 + 0.529) = \\ & = 213.68 - 135.806 = 77.874 \text{ (см}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{дет}} = V_{\text{дет}} \cdot \rho = 77.874 \cdot 7.8 = 607.417 \text{ г} \approx 0.607 \text{ (кг)}$$

Визначаємо масу заготовок.

Для лиття в оболонкові форми

$$\begin{aligned} V_{\text{оф}} = & \left(\frac{\pi \cdot 69.6^2}{4} \cdot 62.8 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 45.8^2}{4} \cdot 12.2 \cdot 10^{-3} \right) - \\ & - \left(\frac{\pi \cdot 45.6^2}{4} \cdot 43.8 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 18.2^2}{4} \cdot 23.5 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 18 \cdot 7.7 \cdot 10^{-3} \right) = 178.5 \text{ (см}^3\text{)} \\ m_{\text{заг.оф}} = & \sum V_{\text{оф}} \cdot \rho = 178.5 \cdot 7.8 = 1326.3 \text{ г} = 1.326 \text{ (кг)} \end{aligned}$$

Для відцентрового лиття

$$\begin{aligned}\sum V_{\text{вцл}} &= \left(\frac{\pi \cdot 71.8^2}{4} \cdot 64.7 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 46.6^2}{4} \cdot 12.1 \cdot 10^{-3} \right) - \\ &- \left(\frac{\pi \cdot 44.2^2}{4} \cdot 45.7 \cdot 10^{-3} + \frac{\pi \cdot 17^2}{4} \cdot 24.4 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 18 \cdot 6.7 \cdot 10^{-3} \right) = \\ &204.4(\text{см}^3) \\ m_{\text{заг.вцл}} &= \sum V_{\text{вцл}} \cdot \rho = 204.4 \cdot 7.8 = 1524.3 \text{ г} = 1.524 (\text{кг})\end{aligned}$$

Визначаємо коефіцієнти використання матеріалу.

Для лиття в оболонкові форми:

$$K_{\text{в.м}_\text{оф}} = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}_\text{оф}}} = \frac{0.607}{1.326} = 0.458$$

Для відцентрового лиття:

$$K_{\text{в.м}_\text{вцл}} = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{заг}_\text{вцл}}} = \frac{0.607}{1.524} = 0.398$$

Собівартість заготовки розраховується за формулою:

$$C_{\text{заг}} = \frac{S_i}{1000} \cdot Q_{\text{заг}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}} - (Q_{\text{заг}} - Q_{\text{дет}}) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, [\text{грн}] \quad (3.5)$$

де S_i – базова вартість однієї тони заготовок, грн.;

$K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}$ – коефіцієнти, що залежать відповідно від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва.

Собівартість виливка в оболонкові форми:

$$\begin{aligned}C_{\text{заг}_\text{оф}} &= \frac{24400}{1000} \cdot 1.326 \cdot 1.0 \cdot 0.85 \cdot 1.0 \cdot 2.67 \cdot 1.15 - (1.326 - 0.607) \cdot \\ &\frac{4780}{1000} = 84.44 - 3.43 = 81.01 (\text{грн.})\end{aligned}$$

Собівартість відцентрового виливка :

$$C_{заг_{вцл}} = \frac{19200}{1000} \cdot 1.524 \cdot 1.0 \cdot 0.83 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 1.15 - (1.524 - 0.607) \cdot \frac{4780}{1000} =$$

$$= 33.52 - 4.38 = 29.14 \text{ (грн.)}$$

Економічний ефект на річну програму:

$$E = (81.01 - 29.14) \cdot 5000 = 259350 \text{ (грн.)}$$

Таким чином, більш дешевим варіантом виготовлення заготовки деталі «Гільза» є відцентрове лиття.

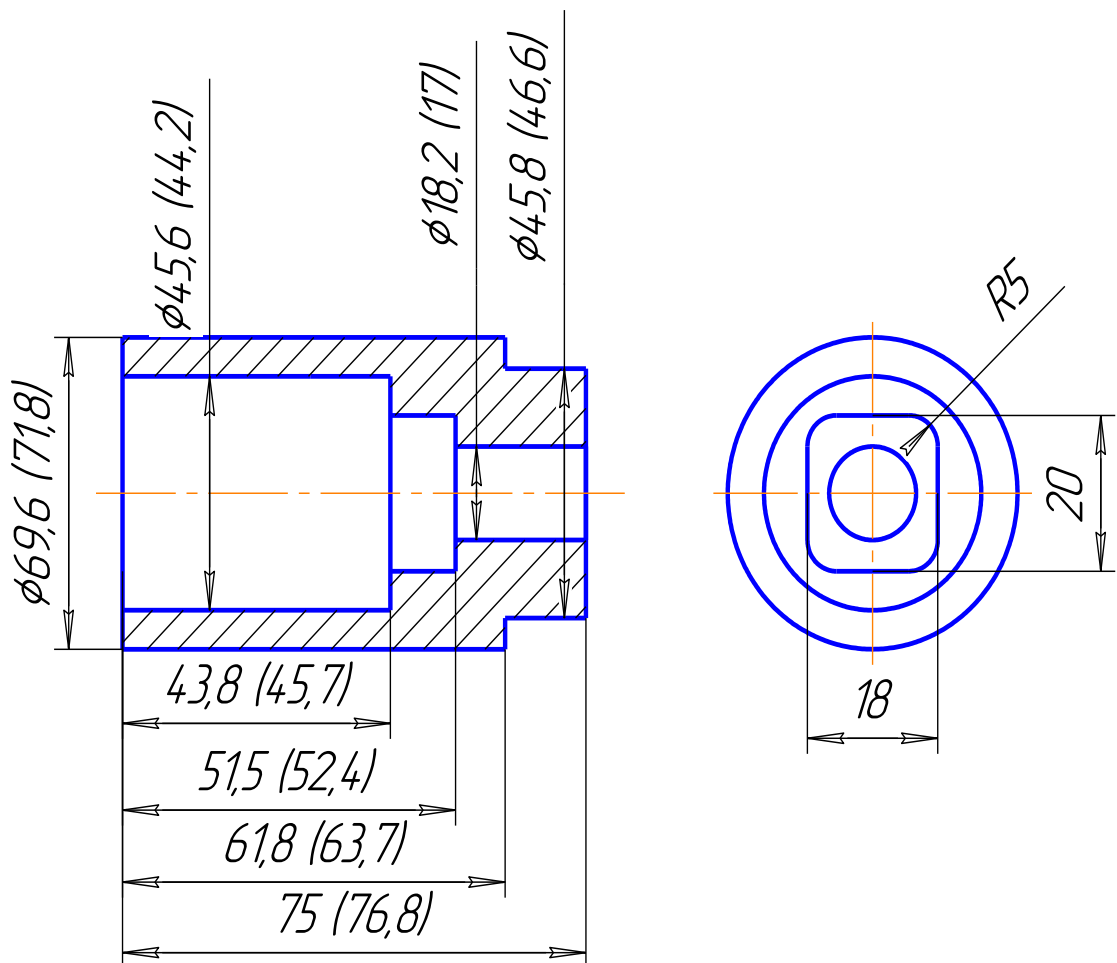


Рисунок 3.2 – Ескіз виливка (розміри поза дужками – лиття в оболонкові форми, розміри в дужках – відцентрове лиття)

4 РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

4.1 Аналітичний огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей

Дана деталь відноситься до класу тіл обертання. Типовою для нею можна вважати деталь «Стакан» (рисунок 4.1) [5].

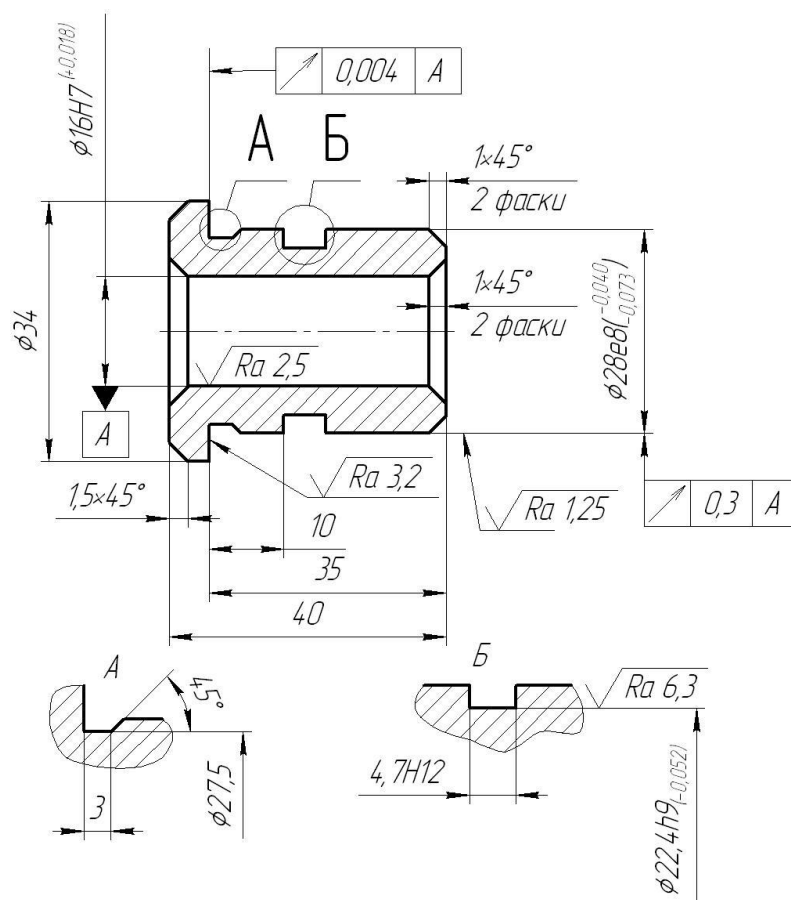


Рисунок 4.1 – Типова деталь «Стакан»

Таблиця 4.1 – Маршрут механічної обробки деталі «Стакан»

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
1	2	3	4
005	Правити пруток	Прес И5526	

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
010	Відрізати групову заготовку Ø34 в розмір 2000	Абразивно-відрізний 8Б242	Спеціальний пристрій
015	Торцювати кінці прутка фасками під кутом 20°	Токарний ХС-151	
020	Центрувати торець під свердління, свердлити і зенкувати отвір Ø16Н7 до Ø15,79 ^{+0,11} під розвертання, точити поверхню Ø28е8 до Ø28,4 ^{-0,13} під шліфування, проточити канавки b = 3 і b = 4,7Н12, фаску остаточно. Відрізати деталь в розмір 40,5	Токарний автомат 1Е140	Патрон цанговий
025	Промити деталь	Машина для миття	
030	Повісити бірку з номером деталі на тару	Шпонково-фрезерний 6930	Верстатні лещата
035	Підрізати другий торець до розміру 40, точити і розточити фаски. Розвернути отвір Ø16Н7 ^(+ 0,018) остаточно	Токарно – револьверний 1П340ПЦ	Патрон цанговий Вкладиш Ø28
040	Шліфувати поверхню Ø28е8 ^{$\begin{pmatrix} -0,040 \\ -0,073 \end{pmatrix}$} ₃ підшліфовкою торця остаточно	Круглошліфувальний 3М153Е	Оправка, центри, хомутик, прилад активного контролю
045	Промити деталь	Машина для миття	
050	Технічний контроль	Плита за ГОСТ 10905–75	
055	Нанесення покриття		

4.2 Вибір методів, послідовності та кількості переходів для обробки окремих поверхонь

Визначимо кількість ступенів обробки циліндричної пов. $\varnothing 65\ h6(-0.019)$, $R_a=0.8$ мкм

Згідно з рекомендаціями пропонується така послідовність обробки даної поверхні:

- обточування попереднє;
- обточування остаточне;
- шліфування попереднє;
- шліфування остаточне;

Перевіримо це (кількість переходів та досягнення відповідної точності вибраним методом обробки) шляхом визначення коефіцієнту уточнення:

- загальне уточнення фактичне

$$\varepsilon_{\Sigma \phi} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n, \quad (4.1)$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_n$ – уточнення якого-небудь розмірного параметру заготовки на одному з переходів ;

- потрібне уточнення

$$\varepsilon_{\Sigma \text{ потр}} = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}} = \frac{a_{\text{заг}}}{a_{\text{дет}}}, \quad (4.2)$$

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 15 – го квалітету точності (заготовка) $T_{\text{заг}} = 1200$ (мкм), для 6 – го квалітету точності (деталь) $T_{\text{дет}} = 19$ (мкм)

Тоді

$$\varepsilon_{\Sigma \text{ потр}} = 1200/19 = 63,15$$

Призначаємо уточнення по окремим переходам:

$$\varepsilon_1 = 5 ; \varepsilon_2 = 4 ; \varepsilon_3 = 2,5 ; \varepsilon_4 = 1,4$$

Тоді:

$$\varepsilon_{\Sigma \phi} = 5 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,4 = 70$$

Умова $\varepsilon_{\Sigma \phi} > \varepsilon_{\Sigma \text{ потр}}$ виконується, що свідчить про правильний вибір кількості переходів.

Проведемо призначення допусків поверхні на проміжних операціях і перевіримо правильність призначення.

$$T_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{\varepsilon_1} = \frac{1200}{5} = 240 \text{ (мкм)} (\sim 12 - \text{й квалітет}, T = 300 \text{ (мкм)});$$

$$T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{240}{4} = 60 \text{ (мкм)} (\sim 9 - \text{й квалітет}, T = 74 \text{ (мкм)});$$

$$T_3 = \frac{T_2}{\varepsilon_3} = \frac{60}{2,5} = 24 \text{ (мкм)} (\sim 7 - \text{й квалітет}, T = 30 \text{ (мкм)});$$

$$T_4 = \frac{T_3}{\varepsilon_4} = \frac{24}{1,4} = 17 \text{ (мкм)} (\sim 6 - \text{й квалітет}, T = 19 \text{ (мкм)}).$$

Таким чином, наведена вище послідовність обробки пов. $\varnothing 65 h6$, залишається в силі, і її будемо використовувати при проектуванні технологічного процесу обробки заданої деталі.

Для всіх інших поверхонь із підвищеними вимогами точності розрахунки здійснюємо за аналогічною методикою і їх результати наводимо у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця кількості ступенів обробки та технологічні методи обробки

Розмір поверхні	$\varepsilon_{\Sigma \text{ потр.}}$	ε_i	$\varepsilon_{\Sigma \text{ факт.}}$	Технологічні переходи
1	2	3	4	5
$\varnothing 65 h6$	63.15	5 4 2.5 1.4	70.0	1.Обточування попереднє 2.Обточування остаточне 3.Шліфування попереднє 4.Шліфування остаточне

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
$\emptyset 50H8$	30.77	4 4 2.5	40.0	1.Розточування попереднє 2.Розточування попереднє 3.Розточування остаточне
$\emptyset 22H7$	57.14	5.8 4 2.5	58.0	1.Розточування попереднє 2.Розточування остаточне 3.Розвертання
$\emptyset 42h11$				1.Обточування попереднє 2.Обточування остаточне

Розміри торцьової канавки $\emptyset 55H11$ та $45h12$, глибина $4^{+0.1}$ досягаються за 2 переходи – 2 різця (2-й різець з мірним лезом по ширині канавки). Розмір $60 \pm IT14/2$ (шорсткість правого торця складає $R_a = 3.2$ мкм) досягається двократним підрізанням цього торця. Зовнішні канавки з діаметром дна $\emptyset 55H8$ обробляються за два проходи ($R_a = 1.6$ мкм) по глибині. Всі інші поверхні підлягають однопереходній обробці.

4.3 Вибір технологічних баз

Схеми базування заготовки на кожній операції наводяться у маршруті механічної обробки.

В якості чистових баз можна обрати оброблені на попередній операції поверхню $\emptyset 42 h11$ або отвір $\emptyset 22 H7$, які оброблені з одного установу. Але базування по отвору можна реалізувати шляхом встановлення деталі на оправку, елементи якої будуть заважати при обробці фаски в цьому отворі.

Тому в якості чистових баз на другій операції оберемо зовнішню пов. $\emptyset 42 h11$ та торець пов. $\emptyset 65 h6$. Ця схема також реалізується за допомогою встановлення до трикулачкового самоцентрувального патрону. На операції обробці підлягають: токарна обробка пов. $\emptyset 65 h6$ із залишенням припуску під наступне її шліфування,

обробка остаточна всіх зовнішніх канавок, обробка остаточна отвору $\varnothing 50$ H8, фаски та канавки для виходу інструмента.

Третя плануєма операція буде пов'язана з обробкою 12 отворів, які рівномірно розташовані по колу в 2-х різних перерізах по 6 штук. Одним із варіантів базування є використання тих же поверхонь, які використовувалися на попередній операції – пов. $\varnothing 42$ *h11* та торець $\varnothing 65$ *h6* – з реалізацією в токарному самоцентруючого трикулачкового патрону та ділильної головки.

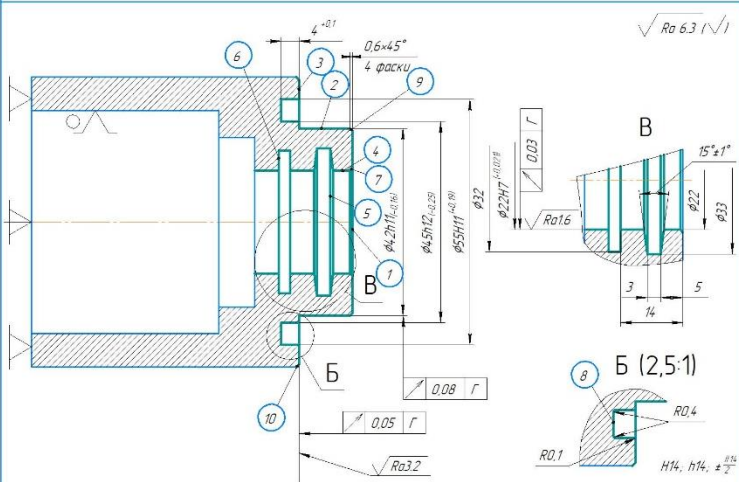
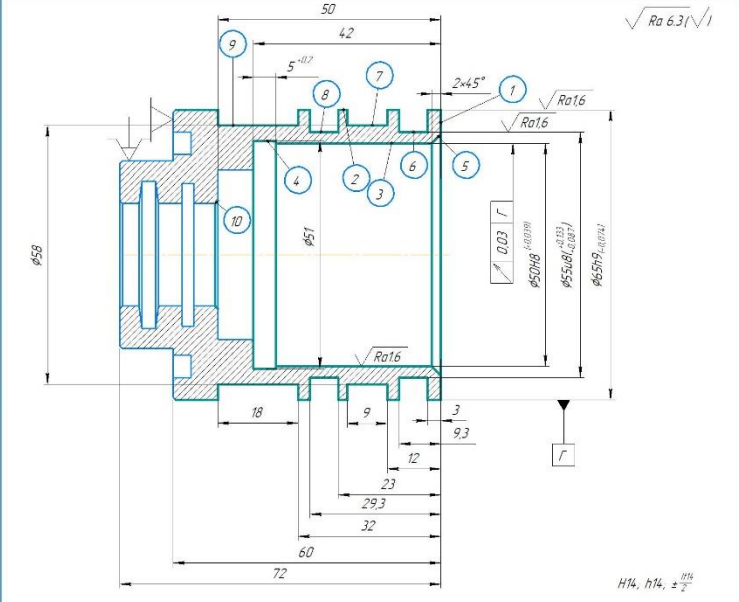
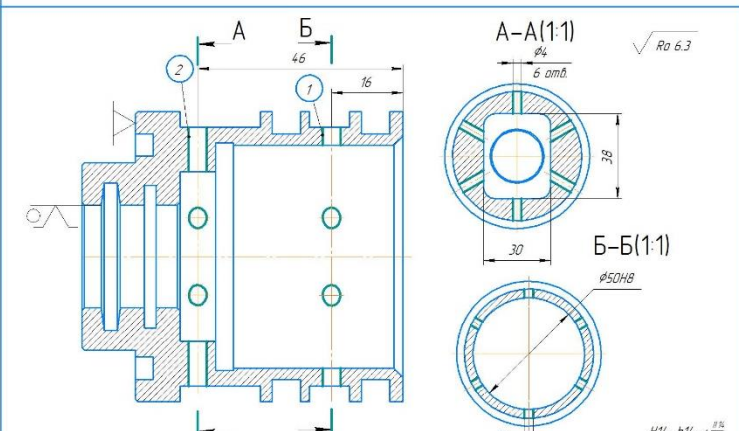
І на останній операції буде шліфуватися зовнішня пов. $\varnothing 65$ *h6*, базування доцільно здійснити за схемою, аналогічною попереднім двом операціям.

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

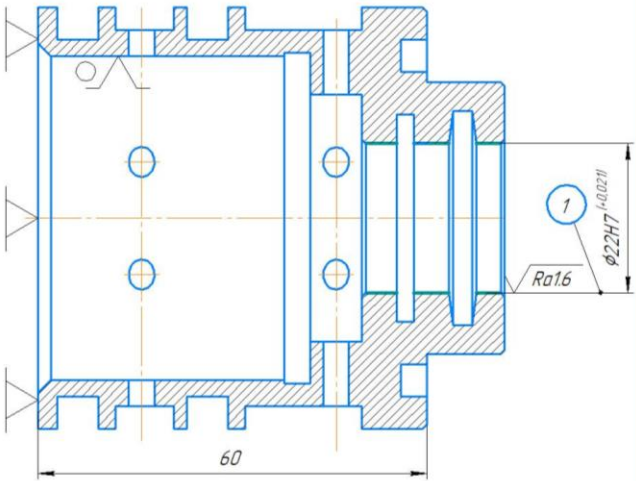
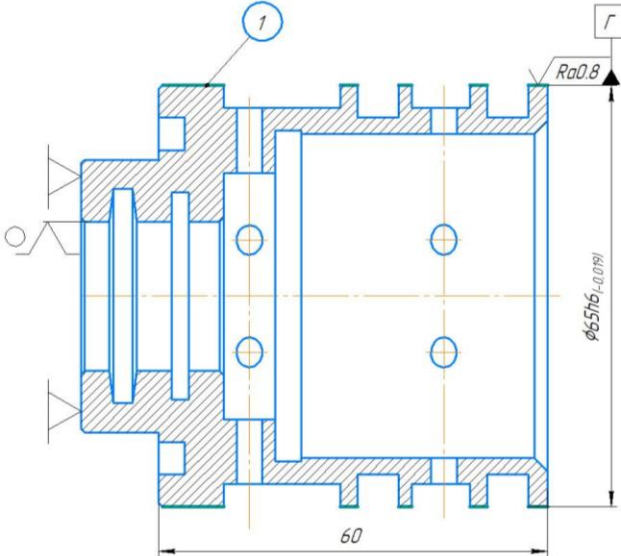
Аналізуючи креслення деталі «Гільза» та її заготовки в якості чорнових баз на першій операції доцільно обрати зовнішню циліндричну поверхню заготовки $\varnothing 71,8$ та її торець (див. креслення заготовки). На першій операції з використанням цих поверхонь обробці підлягають поверхня отвору $\varnothing 22$ H7 (остаточно), поверхні канавок (остаточно), підрізання торця пов. $\varnothing 42$ *h11* (остаточно), пов. $\varnothing 42$ *h11* (остаточно), торець пов. $\varnothing 65$ *h6* (остаточно), обточування фаски на пов. $\varnothing 65$ *h6* (остаточно), поверхня торцевої канавки (остаточно). Реалізувати дану схему базування можна шляхом встановлення заготовки до самоцентруючого трикулачкового патрону з упором в торець заготовки пов. $\varnothing 65$ *h6*.

4.4 Розробка маршрутів механічної обробки

Розроблені маршрути механічної обробки деталі «Гільза» представлені в таблицях 4.2 та 4.3.

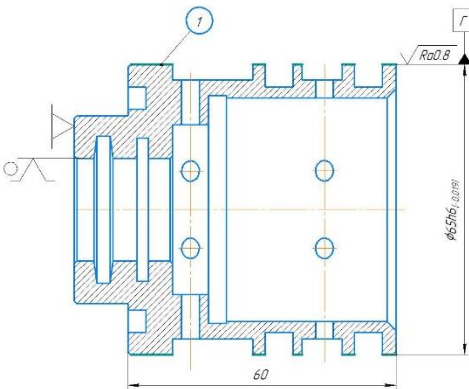
<i>N^o</i> <i>опер.</i>	<i>Найменування операції Зміст переходу</i>	<i>Схема установки детали та ескіз обробки</i>	<i>Обладнання</i>
1	2		4
005	Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точити повб. 1 однократно 3. Точкитв. 2 попередньо 4. Точкитв. 2 остаточно 5. Точкитв. 3 попередньо 6. Точкитв. 3 остаточно 7. Точкитв. послідовні фаски 9, 10 однократно 8. Розточити повб. 8 попередньо 9. Розточити повб. 8 остаточно 10. Розточити повб. 4 попередньо 11. Розточити повб. 4 остаточно 12. Розточити повб. 5 остаточно 13. Розточити фаску 7 однократно 14. Зняти заготовку		Токарно-револьверний верстат з ЧПК модель ІВ34ФД30
010	Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точкитв. повб. 1 однократно 3. Точкитв. повб. 2 попередньо 4. Точкитв. повб. 2 остаточно 5. Точкитв. повб. 6,8 попередньо 6. Точкитв. повб. 6,8 остаточно 7. Точкитв. повб. 7 остаточно 8. Точкитв. повб. 9 остаточно 9. Розточити канавку 4 однократно 10. Розточити отв. 3 попередньо 11. Розточити отв. 3 попередньо 12. Розточити отв. 3 остаточно 13. Розточити фаску 10 однократно 14. Розточити фаску 5 однократно 15. Зняти заготовку		ІВ34ОФ30
015	Вертикально-свердлувальна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Свідрити 6 отв. 1 однократно 3. Свідрити 6 отв. 2 однократно 4. Зняти заготовку		Вертикально-свердлувальний верстат з ЧПК модель 2Р135Ф2

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
020	Термічна 1. Гартувати до HRC 30...35	-	Термопіль
025	Внутрішньо-шліфувальна 1. Встановити заготовку 2. Шліфувати пов.1 однократно 3. Зняти заготовку		Внутрішньошліфувальний верстат моделі ЗК227В
030	Круглошліфувальна 1. Встановити заготовку 2. Шліфувати пов.1 попередньо 3. Шліфувати пов.1 остаточно 4. Зняти деталь		Круглошліфувальний верстат моделі ЗМ151

№ опер	Найменування операції Зміст переходу	Схема установки детали та ескіз обробки	Обладнання
1	2		4
005	Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точити пів.1 однократно 3. Точки пів. 2 попередня 4. Точки пів. 2 остаточно 5. Точки пів. 3 попередня 6. Точки пів. 3 остаточно 7. Точки фаску 9 однократно 8. Точки фаску 10 однократно 9. Розточити канавку 8 остаточно 10. Розточити пів. 4 попередня 11. Розточити пів. 4 остаточно 12. Розвернути пів. 4 остаточно 13. Розточити пів. 6 остаточно 14. Розточити пів. 5 остаточно 15. Точки фаску 7 однократно 16. Зняти заготовку		Токарно-револьверний верстат з ЧПК модель IB34.09.30
010	Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точки пів.1 однократно 3. Точки пів. 2 попередня 4. Точки пів. 2 остаточно 5. Точки пів. 6,8 попередня 6. Точки пів. 6,8 остаточно 7. Точки пів. 7 остаточно 8. Точки пів. 9 остаточно 9. Розточити канавку 4 остаточно 10. Розточити отв. 3 попередня 11. Розточити отв. 3 остаточно 12. Розточити отв. 3 остаточно 13. Розточити фаску 10 однократно 14. Розточити фаску 5 однократно 15. Зняти заготовку.		IB34.09.30
015	Горизонтально-свердлувальна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Центрувати 12 отв. 1,2 3. Свердлимо 6 отв. 1 однократно 3. Свердлимо 6 отв. 2 однократно 4. Зняти заготовку		Багатопрохідний верстат з ЧПК модель МГ12-250М1-6

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
020	<i>Термічна</i> 1. Гартувати до HRC 30...35	-	Термопільч
025	<i>Круглошліфувальна</i> 1. Встановити заготовку 2. Шліфувати пов.1 попередньо 3. Шліфувати пов.1 остаточно 4. Зняти деталь	 Непоказані граничні відхилення розмірів: h14	Круглошліфувальний верстат моделі 3М151

Визначимо найбільш економічно вигідний варіант із 2-х запропонованих.

В обох варіантах операції 015 відрізняються обладнанням. Визначимо економічну доцільність одного із запропонованих варіантів технологічного маршруту по операціям, що відрізняються.

Визначимо економічну доцільність одного із запропонованих варіантів ТМ по операціям 015.

Витрати основного часу на операції 015:

- центрування 12 отворів Ø4:

$$T_{o_1} = 0.12 \cdot 0.52dl \cdot 10^{-3} = 0,12 \cdot 0.52 \cdot 3 \cdot 1.5 \cdot 10^{-3} = 0.0281 \text{ (хв.)}$$

- свердління 6 отв. Ø4:

$$T_{o_2} = 0.6 \cdot 0.52dl \cdot 10^{-3} = 0,6 \cdot 0.52 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 0.05 \text{ (хв.)}$$

$$T_{o_3} = 2 \cdot 0.52dl \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 0.52 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0.042 \text{ (хв.)}$$

$$T_{o_4} = 4 \cdot 0.52dl \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 0.52 \cdot 4 \cdot 12.7 \cdot 10^{-3} = 0.106 \text{ (хв.)}$$

Сумарний основний час складає величину:

$$\Sigma T_{o_{015}} = 0.0281 + 0.05 + 0.042 + 0.106 \cong 0.226 \text{ (хв.)}$$

Витрати штучно-калькуляційного часу на операціях 015:

$$T_{\text{шт-к}015} = \varphi_{\text{к}} \cdot \Sigma T_{o_{015}} = 1.35 \cdot 0.226 = 0.305 \text{ (хв.)};$$

Годинні приведені витрати складають:

- для верстата МС12-250М1-6 (1-й варіант):

$$C_{\text{п-з}} = 43.0 \text{ (грн./год.)}$$

- для верстата ЛТ260МФ3 з поворотним столом (2-й варіант):

$$C_{\text{п-з}} = 86.3 \text{ (грн./год.)}$$

Собівартість операцій:

1-й варіант ТМ:

$$C_{o_{015 \text{ I}}} = 43 \cdot 0.305 / (60 \cdot 1.3) = 0.168 \text{ (грн.)}$$

2-й варіант ТМ:

$$C_{o_{015 \text{ II}}} = 86.3 \cdot 0.305 / (60 \cdot 1.3) = 0.337 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо очікуваний річний економічний ефект:

$$E = 5000 \cdot (0.337 - 0.168) = 845 \text{ (грн.)}$$

На основі проведених попередніх економічних розрахунків можна зробити заключення про те, що 1-й варіант модернізованого ТМ більш дешевший, і тому, для подальшої роботи приймаємо цей варіант.

4.5 Розмірний аналіз технологічного процесу

Для перевірки можливості досягнення точності під час обробки, уточнення технологічних розмірів та заготовок, величин допусків та припусків проводять розмірний аналіз. Для нашого випадку проводимо розмірний аналіз на лінійні розміри. Графічно зв'язки між розмірами, що отримуються показані на рисунку 4.2 (розміри К – конструкторські (отримані з креслення виробу), розміри В – технологічні (потрібно розрахувати), розміри З – розміри заготовок (потрібно уточнити), Z – припуски на обробку поверхонь). Всі технологічні розміри об'єднуються в похідне граф-дерево (рисунок 4.3), розміри заготовок і конструкторські – у вихідне граф-дерево (рисунок 4.4), а після їх суміщення отримуємо суміщене граф-дерево (рисунок 4.5).

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

$$T(B_7) = T(K_1) = 0.74 \text{ (мм)}$$

$$T(B_5) = T(K_{12}) = 0.2 \text{ (мм)}$$

$$T(B_8) = T(K_{14}) = 0.2 \text{ (мм)}$$

$$T(B_4) = T(K_{11}) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_9) = T(K_{13}) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_6) = T(K_{10}) = 0.1 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{10}) = T(K_7) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{16}) = T(K_9) = 0.1 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{12}) = T(K_6) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{13}) = T(K_5) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{14}) = T(K_4) = 0.6 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{15}) = T(K_3) = 0.6 \text{ (мм)}$$

На інші розміри «В» допуски призначаємо за 14 – ми квалітетом точності (h14 або $\pm IT14/2$):

$$T(B_1) = 0.74 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{11}) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_2) = 0.6 \text{ (мм)}$$

$$T(B_{17}) = 0.4 \text{ (мм)}$$

$$T(B_3) = 0.6 \text{ (мм)}$$

На розміри «З» допуски призначаємо за 15 квалітетом точності:

$$T(Z_1) = 0.74 \text{ (мм)}$$

$$T(Z_3) = 0.6 \text{ (мм)}$$

$$T(Z_2) = 0.6 \text{ (мм)}$$

$$T(Z_4) = 0.6 \text{ (мм)}$$

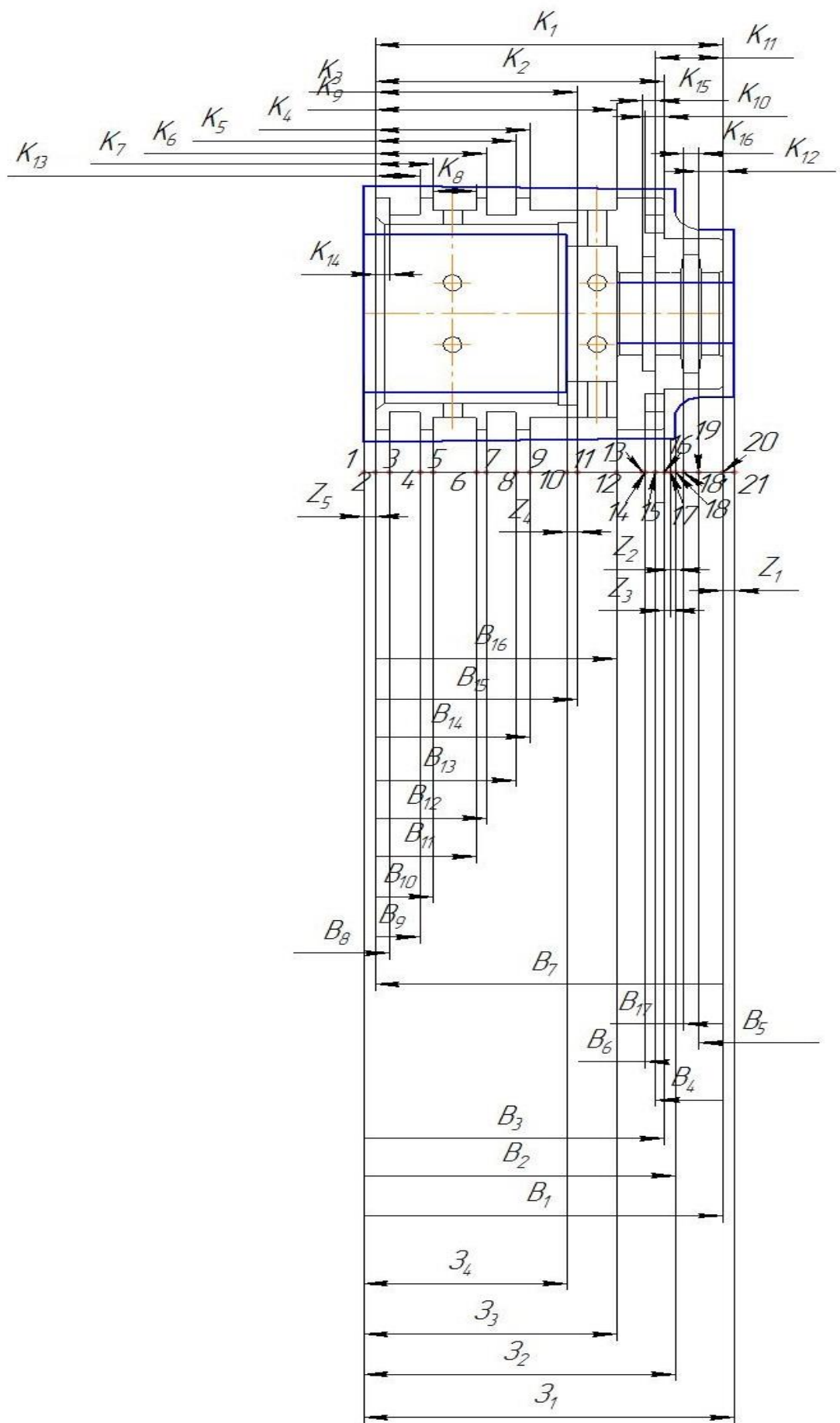


Рисунок 4.2 – Розмірна схема технологічного процесу

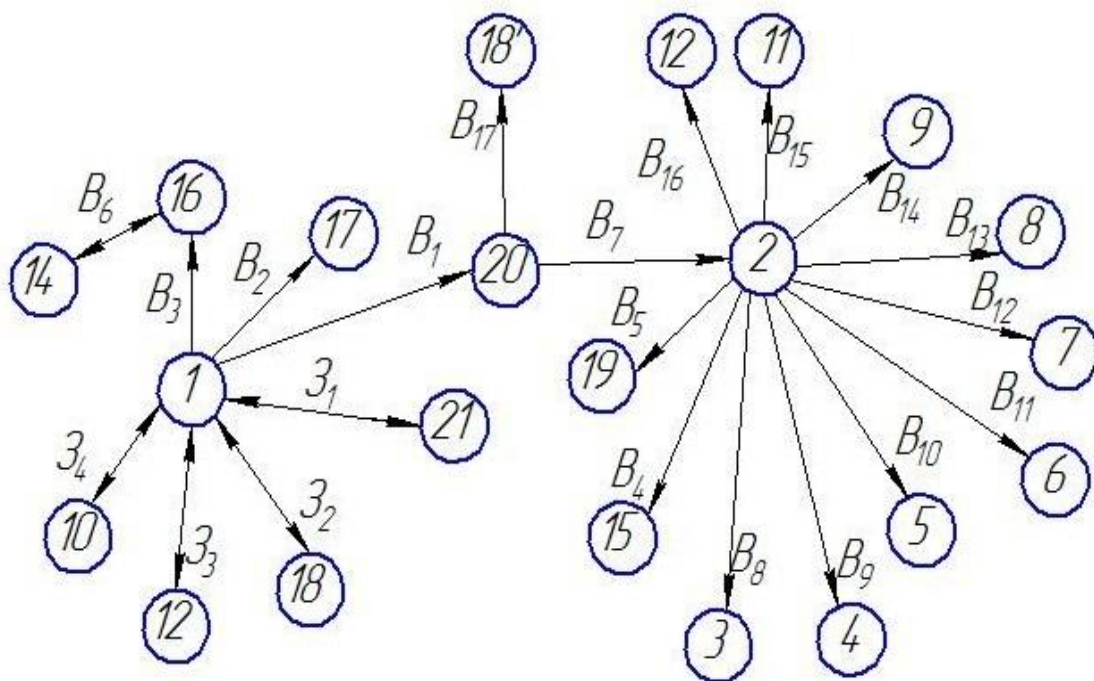


Рисунок 4.3 – Похідне граф – дерево

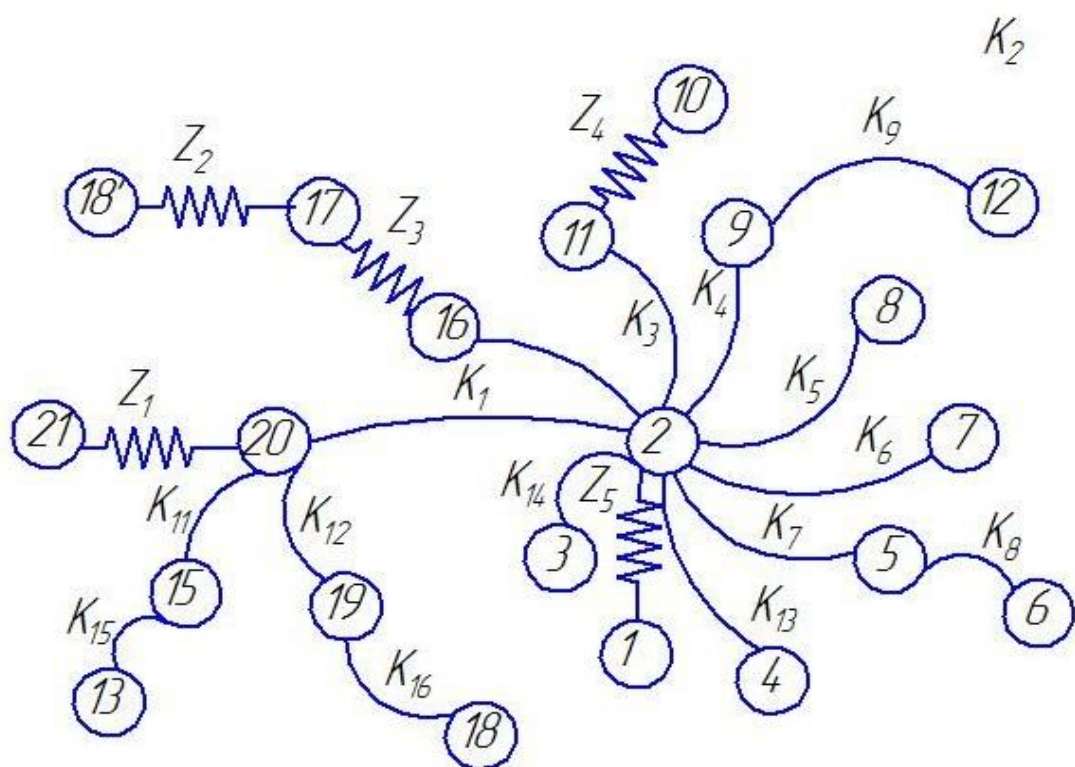


Рисунок 4.4 – Вихідне граф – дерево

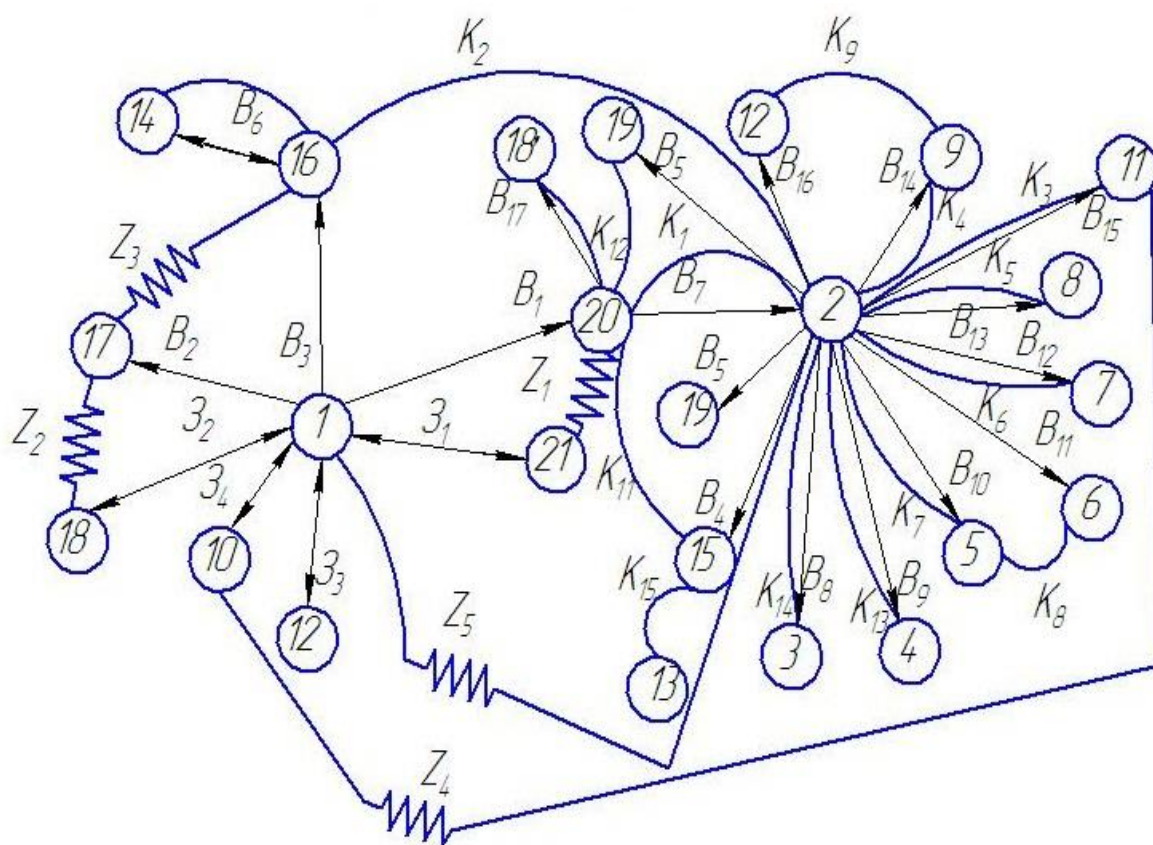


Рисунок 4.5 – Суміщене граф-дерево

Мінімальні припуски призначаємо за [2]

$$Z_{1min} = Z_{2min} = Z_{3min} = Z_{4min} = Z_{5min} = 0.4 \text{ (мм)}$$

Таблиця 4.4 – Рівняння розмірних ланцюгів

Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	2	3
$B_7 - K_1 = 0$	$K_1 = B_7$	B_7
$B_1 - B_7 - Z_5 = 0$	$Z_5 = B_1 - B_7$	B_1
$3_1 - B_1 - Z_1 = 0$	$Z_1 = 3_1 - B_1$	3_1
$B_3 - K_2 - Z_5 = 0$	$Z_5 = B_3 - K_2$	B_3
$B_2 - B_3 - Z_3 = 0$	$Z_3 = B_2 - B_3$	B_2
$3_2 - B_2 - Z_2 = 0$	$Z_2 = 3_2 - B_2$	3_2
$B_4 - K_{11} = 0$	$K_{11} = B_4$	B_4

Продовження таблиці 4.4

1	2	3
$B_5 - K_{12} = 0$	$K_{12} = B_5$	B_5
$B_6 - K_{10} = 0$	$K_{10} = B_6$	B_6
$B_{16} - K_9 = 0$	$K_9 = B_{16}$	B_{16}
$B_{17} - B_5 - K_{16} = 0$	$K_{16} = B_{17} - B_5$	B_{17}
$3_3 - B_{16} - Z_5 = 0$	$Z_5 = 3_3 - B_{16}$	3_3
$B_{15} - K_3 = 0$	$K_3 = B_{15}$	B_{15}
$B_{15} + Z_5 - 3_4 - Z_4 = 0$	$Z_4 = B_{15} + Z_5 - 3_4$	3_4
$B_8 - K_{14} = 0$	$K_{14} = B_8$	B_8
$B_9 - K_{13} = 0$	$K_{13} = B_9$	B_9
$B_{10} - K_7 = 0$	$K_7 = B_{10}$	B_{10}
$B_{11} - K_8 - K_7 = 0$	$K_8 + K_7 = B_{11}$	B_{11}
$B_{12} - K_6 = 0$	$K_6 = B_{12}$	B_{12}
$B_{13} - K_5 = 0$	$K_5 = B_{13}$	B_{13}
$B_{14} - K_4 = 0$	$K_4 = B_{14}$	B_{14}

Розв'яжемо рівняння показані в таблиці 4.4.

$$1. K_1 = B_7 = 72_{-0.74} = B_{7\text{ном.}}$$

$$2. Z_5 = B_1 - B_7$$

$$Z_{5\text{ min}} = B_{1\text{min}} - B_{7\text{max}}$$

$$B_{1\text{min}} = Z_{5\text{min}} + B_{7\text{max}} = 0.4 + 72 = 72.4 \text{ (мм)}$$

$$B_{1\text{max}} = B_{1\text{min}} + \delta = 72.4 + 0.74 = 73.14 \text{ (мм)}$$

$$Z_{5\text{ max}} = B_{1\text{max}} - B_{7\text{min}} = 73.14 - 71.26 = 1.88 \text{ (мм)}$$

$$B_{1\text{ном}} = 73.14_{-0.74}$$

$$3. Z_1 = 3_1 - B_1$$

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

$$3_{1\text{min}} = Z_{1\text{min}} + B_{1\text{max}} = 0.4 + 73.14 = 73.54 \text{ (мм)}$$

$$3_{1\text{max}} = 3_{1\text{min}} + \delta = 73.54 + 0.74 = 74.28 \text{ (мм)}$$

$$Z_{1\max} = 3_{1\max} - B_{1\min} = 74.28 - 72.4 = 1.88 \text{ (MM)}$$

$$3_{1\text{НОМ}} = 74.28_{-0.74}$$

$$4. Z_5 = B_3 - K_2$$

$$Z_{5\min} = B_{3\min} - K_{2\max}$$

$$B_{3\min} = Z_{5\min} + K_{2\max} = 0.4 + 60.3 = 60.7 \text{ (MM)}$$

$$B_{3\max} = B_{3\min} + \delta = 60.7 + 0.6 = 61.3 \text{ (MM)}$$

$$B_{3\text{НОМ}} = 61 \pm 0.3$$

$$5. Z_3 = B_2 - B_3$$

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

$$B_{2\min} = Z_{3\min} + B_{3\max} = 0.4 + 61.3 = 61.7 \text{ (MM)}$$

$$B_{2\max} = B_{2\min} + \delta = 61.7 + 0.6 = 62.3 \text{ (MM)}$$

$$Z_{3\max} = B_{2\max} - B_{3\min} = 62.3 - 60.7 = 1.6 \text{ (MM)}$$

$$B_{2\text{НОМ}} = 62 \pm 0.3$$

$$6. Z_2 = 3_2 - B_2$$

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

$$3_{2\min} = Z_{2\min} + B_{2\max} = 0.4 + 62.3 = 62.7 \text{ (MM)}$$

$$3_{2\max} = 3_{2\min} + \delta = 62.7 + 0.6 = 63.3 \text{ (MM)}$$

$$Z_{2\max} = 3_{2\max} - B_{2\min} = 63.3 - 61.7 = 1.6 \text{ (MM)}$$

$$3_{2\text{НОМ}} = 63 \pm 0.74$$

$$7. K_{11} = B_4 = 14 \pm 0.2 = B_{4\text{НОМ}}$$

$$8. K_{12} = B_5 = 5 \pm 0.1 = B_{5\text{НОМ}}$$

$$9. K_{10} = B_6 = 4^{+0.1} = B_{6\text{НОМ}} \text{ (розмір заданий в робочому кресленні деталі)}$$

$$10. K_9 = B_{16} = 50 \pm 0.3 = B_{16\text{НОМ}}$$

$$11. K_{16} = B_{17} - B_5$$

$$K_{16\min} = B_{17\min} - B_{5\max}$$

$$B_{17\min} = K_{16\min} + B_{5\max} = 2.9 + 5.1 = 8.0 \text{ (MM)}$$

$$B_{17\max} = B_{17\min} + \delta = 8 + 0.4 = 8.4 \text{ (MM)}$$

$$B_{17\text{НОМ}} = 8.2 \pm 0.2$$

$$12. Z_5 = 3_3 - B_{16}$$

$$Z_{5\min} = 3_{3\min} - B_{16\max}$$

$$Z_{3\min} = Z_{5\min} + B_{16\max} = 0.4 + 50.3 = 50.7(\text{мм})$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + \delta = 50.7 + 0.6 = 51.3 (\text{мм})$$

$$Z_{3\text{НОМ}} = 51 \pm 0.3$$

$$13. K_3 = B_{15} = 42 \pm 0.3 = B_{15\text{НОМ}}$$

$$14. Z_4 = B_{15} + Z_5 - Z_4$$

$$Z_{4\min} = B_{15\min} + Z_{5\min} - Z_{4\max}$$

$$Z_{4\max} = B_{15\min} + Z_{5\min} - Z_{4\min} = 41.7 (\text{мм})$$

$$Z_{4\min} = Z_{4\max} - \delta = 41.7 - 0.6 = 41.1 (\text{мм})$$

$$Z_{4\max} = B_{15\max} + Z_{5\max} - Z_{4\min} = 42.3 + 1.6 - 41.1 = 2.8 (\text{мм})$$

$$Z_{4\text{НОМ}} = 41.4 \pm 0.3$$

$$15. K_{14} = B_8 = 3 \pm 0.1 = B_{8\text{НОМ}}$$

$$16. K_{13} = B_9 = 9.3 \pm 0.2 = B_{9\text{НОМ}}$$

$$17. K_7 = B_{10} = 12 \pm 0.2 = B_{10\text{НОМ}}$$

$$18. K_8 + K_7 = B_{11}$$

$$K_{8\min} + K_{7\min} = B_{11\min} = 8.8 + 11.8 = 20.6 (\text{мм})$$

$$B_{11\max} = B_{11\min} + \delta = 20.6 + 0.4 = 21.0 (\text{мм})$$

$$B_{11\text{НОМ}} = 20.8 \pm 0.2$$

$$19. K_6 = B_{12} = 23 \pm 0.2 = B_{12\text{НОМ}}$$

$$20. K_5 = B_{13} = 29.3 \pm 0.2 = B_{13\text{НОМ}}$$

$$21. K_4 = B_{14} = 32 \pm 0.3 = B_{14\text{НОМ}}$$

Всю інформацію про вихідні дані та результати розрахунків роз мірних ланцюгів зводимо до таблиць 4.5 і 4.6.

Таблиця 4.5— Значення граничних припусків

Припуски, мм		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Граничні розміри, мм	$Z_{\min}$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	$Z_{\max}$	1.88	1.6	1.6	2.8	1.88

Таблиця 4.6 – Технологічні розміри та розміри заготовок

Позначення розмірів	З ₁	З ₂	З ₃	З ₄	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
Допуски на розмір, мм	0.74	0.6	0.6	0.6	0.74	0.6	0.6	0.4
Номінальні розміри, мм	74.28 _{-0.74}	63±0.3	51±0.3	41.4±0.3	73.14 _{-0.74}	62± 0.3	61± 0.3	14± 0.2
Технологічні розміри	В ₅	В ₆	В ₇	В ₈	В ₉	В ₁₀	В ₁₁	В ₁₂
Допуски на розмір, мм	0.2	0.1	0.74	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
Номінальні розміри, мм	5± 0.1	4 ^{+0.1}	72 _{-0.74}	3± 0.1	9.3± 0.2	12±0.2	20.8±0.2	23± 0.2
Технологічні розміри	В ₁₃	В ₁₄	В ₁₅	В ₁₆	В ₁₇	-	-	-
Допуски на розмір, мм	0.4	0.6	0.6	0.1	0.4			
Номінальні розміри, мм	29.3±0.2	32± 0.3	42± 0.3	50± 0.3	8.2± 0.2			

Розглянуті розрахункові рівняння в основному відповідають дволанковим та триланковим розмірним ланцюгам, і дозволяють просто визначити технологічні розміри, розміри вихідної заготовки та максимальні припуски. Технологічний процес механічної обробки є задовільним, корекція допусків технологічних розмірів і маршруту механічної обробки не потрібно.

4.5.1 Розрахунок проміжних припусків і технологічних розмірів на механічну обробку поверхні Ø65 h6

Вихідними даними для розрахунку є:

заготовка – відцентрове лиття;

маса заготовки – 1,524 кг;

[illegible]

Сумарне відхилення:

$$\rho = \rho_{\text{жол}} = \Delta_k D = 0.8 \cdot 65 = 52 \text{ (мкм)}$$

Остаточне просторове відхилення:

- після попереднього обточування $\rho_1 = 0.06 \cdot 52 = 3.12 \text{ (мкм)}$

- після остаточного обточування $\rho_2 = 0.04 \cdot 52 = 2.08 \text{ (мкм)}$

- після попереднього шліфування $\rho_3 = 0.02 \cdot 52 = 1.04 \text{ (мкм)}$

Розраховуємо похибку встановлення:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} [\text{мкм}], \quad (4.3)$$

де ε_6 – похибка базування; при установці у 3-х кулачковому патроні $\varepsilon_6 = 0$;
 ε_3 – похибка закріплення; $\varepsilon_3 = 100 \text{ мкм}$; $\varepsilon_{\text{пр}}$ – похибка положення заготовки в пристосуванні.

Отже для попереднього обточування:

$$\varepsilon_{y1} = 100 \text{ (мкм)}$$

- для встановлення при остаточному обточуванні:

$$\varepsilon_2 = 0.05 \cdot \varepsilon_{y1} + \varepsilon_{\text{інд}} = 0.05 \cdot 100 = 5 \text{ (мкм)}$$

Так, як попереднє і остаточне обточування виконуються при одному встановленні деталі, то $\varepsilon_{\text{інд}} = 0$.

- для попереднього шліфування:

$$\varepsilon_3 = 0.04 \cdot \varepsilon_2 = 0.04 \cdot 5 = 0.2 \text{ (мкм)}$$

- для остаточного шліфування:

$$\varepsilon_4 = 0.02 \cdot \varepsilon_3 = 0.02 \cdot 0.2 = 0.004 \text{ (мкм)}$$

Попереднє та остаточне шліфування також використовується при одному встановленні деталі ($\varepsilon_{\text{нд}} = 0$).

В зв'язку з дуже малою величиною ε_3 та ε_4 в подальших розрахунках ними нехтуємо.

Розрахунок мінімальних значень припусків виконуємо, користуючись основною формулою:

$$2Z_{\min_i} = 2 \left(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) [\text{мкм}], \quad (4.4)$$

Мінімальний припуск:

- під попереднє обточування:

$$\begin{aligned} 2Z_{\min_1} &= 2 \left(80 + 200 + \sqrt{52^2 + 100^2} \right) = 2 \cdot (280 + \sqrt{2704 + 10000}) = \\ &= 2 \cdot (280 + 112.71) \cong 2 \cdot 393 \text{ (мкм)} \end{aligned}$$

- під остаточне обточування:

$$\begin{aligned} 2Z_{\min_2} &= 2 \left(50 + 50 + \sqrt{3.12^2 + 5^2} \right) = 2 \cdot (100 + \sqrt{9.73 + 25}) = 2 \cdot (100 + \\ &+ 5.89) \cong 2 \cdot 106 \text{ (мкм)} \end{aligned}$$

- під попереднє шліфування:

$$2Z_{\min_3} = 2 \left(30 + 30 + \sqrt{1.04^2} \right) \cong 2 \cdot 61 \text{ (мкм)}$$

- під остаточне шліфування:

$$2Z_{min_4} = 2(10 + 20) = 2 \cdot 30 \text{ (мкм)}$$

Розраховуємо розрахунковий діаметр d_p :

$$\begin{aligned} d_{p_3} &= 59.98 + 0.06 = 60.04 \text{ (мм)} \\ d_{p_2} &= 60.04 + 0.122 = 60.162 \approx 60.16 \text{ (мм)} \\ d_{p_1} &= 60.16 + 0.212 = 60.372 \approx 60.37 \text{ (мм)} \\ d_{p_3} &= 60.37 + 0.786 = 61.156 \approx 61.16 \text{ (мм)} \end{aligned}$$

Найбільші граничні розміри:

$$\begin{aligned} d_{max_4} &= 59.98 + 0.019 = 59.999 \approx 60.0 \text{ (мм)} \\ d_{max_3} &= 60.04 + 0.030 = 60.07 \text{ (мм)} \\ d_{max_2} &= 60.16 + 0.074 = 60.234 \approx 60.23 \text{ (мм)} \\ d_{max_1} &= 60.37 + 0.3 = 60.67 \text{ (мм)} \\ d_{max_3} &= 61.16 + 1.2 = 62.36 \text{ (мм)} \end{aligned}$$

Граничні значення припусків Z_{max}^{rp} :

$$\begin{aligned} 2Z_{max_4}^{rp} &= 60.07 - 60.00 = 0.07 \text{ мм} = 70 \text{ (мкм)} \\ 2Z_{max_3}^{rp} &= 60.23 - 60.07 = 0.16 \text{ мм} = 160 \text{ (мкм)} \\ 2Z_{max_2}^{rp} &= 60.67 - 60.23 = 0.44 \text{ мм} = 440 \text{ (мкм)} \\ 2Z_{max_1}^{rp} &= 62.36 - 60.67 = 1.69 \text{ мм} = 1690 \text{ (мкм)} \end{aligned}$$

Граничні значення припусків Z_{min}^{rp} :

$$\begin{aligned} 2Z_{min_4}^{rp} &= 60.04 - 59.98 = 0.06 \text{ мм} = 60 \text{ (мкм)} \\ 2Z_{min_3}^{rp} &= 60.16 - 60.04 = 0.12 \text{ мм} = 120 \text{ (мкм)} \end{aligned}$$

$$2Z_{min_2}^{rp} = 60.37 - 60.16 = 0.21 \text{ мм} = 210 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{min_1}^{rp} = 61.16 - 60.37 = 0.79 \text{ мм} = 790 \text{ (мкм)}$$

Перевірка вірності виконаних розрахунків:

$$2Z_{max_4}^{rp} - 2Z_{min_4}^{rp} = 70 - 60 = 10 \text{ (мкм)}, \delta_3 - \delta_4 = 30 - 19 = 11 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{max_3}^{rp} - 2Z_{min_3}^{rp} = 160 - 120 = 40 \text{ (мкм)}, \delta_2 - \delta_3 = 74 - 30 = 44 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{max_2}^{rp} - 2Z_{min_2}^{rp} = 440 - 210 = 230 \text{ (мкм)}, \delta_1 - \delta_2 = 300 - 74 = \\ = 226 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{max_1}^{rp} - 2Z_{min_1}^{rp} = 1690 - 790 = 900 \text{ (мкм)}, \delta_3 - \delta_1 = 1200 - 300 = \\ = 900 \text{ (мкм)}$$

Нижнє відхилення розміра заготовки знаходимо за ГОСТ 26645-85, $H_3=2200$ МКМ.

$$Z_{0_{ном}} = Z_{0_{min}} + H_3 - H_g = 1180 + 2200 - 19 = 3361 \text{ (мкм)}$$

$$d_{з_{ном}} = 59.98 + 3.361 \cong 63.34 \text{ (мм)} - \text{номінальний розмір заготовки.}$$

4.6 Розрахунок і нормування режимів різання

Основний час обробки деталі на кожному технологічному переході залежить від режимів обробки, які найбільш точно можна визначити шляхом аналітичного розрахунку на відміну від нормативного способу призначення. Тобто, в цьому пункті розглянемо аналітичний розрахунок переходу 2 операції 005.

Початкові дані:

- верстат моделі 1В340Ф30, $N_B = 6$ кВт;
- інструмент: різець прохідний підрізний з тригранною пластиною (ТУ 2-035-892-82), Т5К10, $\varphi = 95^\circ$.

- Глибина різання: $t = 2.4$ (мм).

- Подача:

Рекомендована: $S_{пр.} = 0.5 - 0.9$ (мм/об).

Прийнята: $S_{пр.} = 0.8$ (мм/об).

- Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, [\text{м/хв.}] \quad (4.5)$$

де $C_v = 340$; $x = 0.15$; $y = 0.45$; $m = 0.20$; $T = 60$ хв.; $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = K_r(750/\sigma_B)^{nv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1.0 \cdot (750/580)^{1.75} \cdot 0.8 \cdot 0.65 = 1 \cdot 1.568 \cdot 0.8 \cdot 0.65 = 0.815$.

$$V = \frac{340}{60^{0.2} \cdot 2.4^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.815 = \frac{340}{2.268 \cdot 1.14 \cdot 0.9} \cdot 0.815 \cong 119 \text{ (м/хв.)}.$$

- Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 119}{3.14 \cdot 46.6} = 813 \text{ (об./хв.)}.$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{пр.} = 800$ (об./хв.).

Скоригуємо швидкість різання:

$$V_k = \frac{\pi D n_{пр.}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 46.6 \cdot 800}{1000} \approx 117 \text{ (м/хв.)}.$$

Сила різання:

$$P = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} \text{де } C_p &= 300; x = 1.0; y = 0.75; n = -0.15; K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\eta p} = \\ &\left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\eta p} = \left(\frac{580}{750}\right)^{0.35} \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.25 \cdot 0.87 = \\ &0.914 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.25 \cdot 0.87 \cong 0.885 \end{aligned}$$

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 2.4^{1.0} \cdot 0.8^{0.75} \cdot 117^{-0.15} \cdot 0.885 = 3000 \cdot 2.4 \cdot 0.846 \cdot 0.489 \cdot 0.885 \cong 2636 \text{ (Н)}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2636 \cdot 117}{1020 \cdot 60} = 5.039 \text{ (кВт)}$$

$N_B > N$ (6кВт > 5.039 кВт) – обробка заданої поверхні на верстаті можлива.

На всі інші переходи операцій 005 та 010 розрахунок режимів обробки здійснюється аналогічно і всі дані по розрахункам заносимо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Зведена таблиця режимів різання

№ пере- ходу	Назва пере- ходу	Інструмент	t, мм	S, мм/об.	V, м/хв.	n, об./хв.
1	2	3	4	5	6	7
Операція 005						
2	Точіння пов.1 однократне	Різець прохідний пі- дрізний з тригран- ною пластиною тве- рдого сплаву (ТУ 2- 035-892-82)	2.4	0.8	117	800
3	Точіння пов.2 попереднє	-//-/-	2.0	0.9	107	800

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7
4	Точіння пов.3 попереднє	-//-/-	3.0	0.8	112.7	500
5	Точіння пов.2 остаточне	Різець контурний з ромбічною пла- стиною з твер- дого сплаву (ТУ 2-035-892-82)	0.3	0.06	330	2500
6	Точіння пов.3 остаточне	-//-/-	0.7	0.06	450.9	2000
7	Точіння фа- ски 9 однок- ратне	-//-/-	0.6	0.06	330	2500
8	Точіння фа- ски 10 однок- ратне	-//-/-	3.4	0.06	338	1500
9	Розточування пов.8 остато- чне	Різець розточува- льний для обро- бки торцевих кру- гових канавок	2 про- ходи по ширині 2.0×2 прох. (по гли- бині)	0.13	94.2	600
10	Розточування пов.4 попере- днє	Різець розточува- льний 2145-0653 ГОСТ 25987-83	1.5	0.1	157	2500
11	Розточування пов.4 остато- чне	-//-/-	0.75	0.15	151.9	2500

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7
12	Розвертання пов.4 остаточно-чне	Розвертка машинна суцільна з конічним хвостовиком 2363-2152 ГОСТ 11175-80	0.25	0.77	48.36	700
13	Розточування пов.6 остаточно-чне	Різець токарний для обробки внутрішніх канавок під стопорні кільця 035-2128-0543 ГОСТ 2Н10-8-84	2.5×2 проходи (по глибині)	0.1	190.8(I) 251.2(II)	2500 2500
14	Розточування пов.5 остаточно-чне	-//-/-	2.75×2 проходи (по глибині)	0.1	194.3(I) 233.1(II)	2500 2500
15	Точіння фаски 7 однократне	Різець розточувальний 2145-0653 ГОСТ 25987-83	0.6	0.15	163.9	2500
*I,II – відповідно перший та другий проходи						
Операція 010						
2	Точіння пов.1 однократне	Різець прохідний підрізний з тригранною пластиною твердого сплаву (ТУ 2-035-892-82)	2.4	0.8	135.3	600
3	Точіння пов.2 попереднє	-//-/-	2.0	0.9	112.7	500

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7
4	Точіння пов.2 остаточне	Різець контурний з ромбічною пласти- ною з твердого сплаву (ТУ 2-035- 892-82)	1.0	0.045	425.8	2000
5	Точіння пов.6,8 попе- реднє	Різець токарний для обробки зовнішніх канавок 035-2126- 1181 ОСТ 2Н10-7-84, в = 4 мм	2 про- ходи по ширині 2 про- ходи по глибині: 2.5 2.0	0.11 0.11	37.68 35.17	200 200
6	Точіння пов.6,8 оста- точне	-//-/-	2 про- ходи по ширині 1прохід по гли- бині: 0.5	0.13	34.54	200
7	Точіння пов.7 остаточне	Різець токарний для обробки зовнішніх канавок 035-2126- 1181 ОСТ 2Н10-7-84, в = 4.8 мм	2 про- ходи по ширині 1прохід по гли- бині: 3.5	0.1	36.42	200

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7
8	Точіння пов.9 остаточне	-//-/-	4 про- ходи по ширині 1прохід по гли- бині: 3.5	0.1	36.42	200
9	Розточування канавки 4 од- нократне	Різець токарний для обробки вну- трішніх канавок 035-2128-0541 ОСТ 2Н10-8-84, в = 5 мм	3.4	0.12	192.17	1200
10	Розточування пов.3 попере- дне	Різець розточува- льний 2141-0006 ГОСТ 18883-73	1.5	0.3	177.85	1200
11	Розточування пов.3 попере- дне	-//-/-	1.0	0.4	185.38	1200
12	Розточування пов.3 остато- чне	-//-/-	0.4	0.5	204.1	1300
13	Розточування фаски 10 од- нократне	Різець розточува- льний 2145-0653 ГОСТ 25987-83	0.6	0.5	145.7	2000
14	Розточування фаски 5 одно- кратне	Різець розточува- льний 2141-0006 ГОСТ 18883-73	2.0	0.3	169.56	1000

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7
Операція 015						
2	Центрування 12 отв.1,2	Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком для зацентровки під свердління 035-2317-0101 (Ø5) ОСТ 2Н20-5-80	1.5	0.18	18.84	2000
3,4	Свердління 6 отв.1 та 6 отв.2 однократне	Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком 035-2300-1213 (Ø4) ОСТ 2Н20-1-80	2.0	0.18	17.58	1400
Операція 025						
2	Шліфування пов.1 поперечне	Круг шліфувальний ПП 200×80×32; 25АСМ-5-К ГОСТ 2424-83	0.25	$S_{tm} = 0.18$ (мм/хв.)	$V_k = 35$ (м/с)	$n_d = 110$ (об./хв.)
3	Шліфування пов.1 остаточне	-//-/-	0.15	$S_{tm} = 0.11$ (мм/хв.)	$V_k = 50$ (м/с)	$n_d = 110$ (об./хв.)

4.7 Розрахунок технічних норм часу

Розрахункові формули для визначення витрат основного часу:

- токарні роботи (обточування та розточування циліндричних поверхонь, точіння торцевих поверхонь, зняття фасок):

$$T_o = (L/n \cdot S_o) \cdot i, L = l + l_1 + l_1, [\text{хв.}] \quad (4.7)$$

де l – довжина обробки, мм;

l_1 – величина недобігу інструмента, мм;

i – кількість переходів інструмента;

n, S_o – частота обертання, подача;

- свердлильні та розточувальні роботи (центрування, свердління, зенкерування, розвертання, цекування, розточування однорізевою борштангою або суцільним розточувальним різцем):

$$T_o = L/n \cdot S_o, L = l + l_1 + l_1, [\text{хв.}] \quad (4.8)$$

- нарізання різі машинними мітчиками:

$$T_o = L + L_{\text{доп}}/n \cdot P, [\text{хв.}] \quad (4.9)$$

Всі дані для розрахунку та результати зводимо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Витрати основного часу на обробку

Найменування операції, зміст переходів	S_o , мм/об	$S_{\text{хв.}}$, мм/хв	V , м/хв.	n , об/х	l , мм	l_1 , мм	l_2 , мм	L , мм	T_o , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 – Токарно – револьверна з ЧПК									
2.Точіння пов.1 однократно.	0,8	640	117	800	14,8	5	2	21,8	0,034

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015 – Горизонтально – свердлильна									
2. Центрування 12 отв.1,2.	0,18	360	18,84	2000	1,4	2	-	3,5	0,1166
3. Свердління 6 отв. 1 однократно.	0,18	252	17,58	1400	4	11+12 11+12	=2,5 =2,5	6,5	0,1548
4. Свердління 6 отв. 2 однократно.	0,18	252	17,58	1400	10			12,5	0,2976
025 – Круглошліфувальна									
2.Шліфувати пов. 1 попередньо.	-	0,18	Vk=35 м/с	110	60	-	-	60	1,39
3.Шліфувати пов. 1 остаточно.	-	0,11	Vk=50 м/с	110	60	-	-	60	1,36
									Σ2,75

Визначення норми штучно-калькуляційного часу проводимо за виразом

$$T_{\text{шт-к.}} = T_{\text{шт.}} + T_{\text{п.з.}}/n \text{ [хв.]} \quad (4.10)$$

де n – кількість деталей в партії;

$T_{\text{п.з.}}$ – підготовчо-заклучний час

Норма штучного часу

$$T_{\text{шт.}} = (T_{\text{ц.а}} + T_{\text{д.}}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{\text{орг.}} + \alpha_{\text{тех.}} + \alpha_{\text{відп.,ос.}}}{100}\right), \text{ [хв.]} \quad (4.11)$$

де $\alpha_{\text{орг.}} + \alpha_{\text{тех.}} + \alpha_{\text{відп.,ос.}}$ – час на організаційне та технічне обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби у відсотках;

$T_{\text{ц.а}}$ – час автоматичної роботи обладнання.

Підготовчо-заклучний час

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з3}}, \text{ [хв.]} \quad (4.12)$$

де $T_{п-32}$ – час, який враховує додаткові прийоми та роботи; $T_{п-33}$ – час на обробку деталі – до цього часу включається час на обробку глухих отворів.

Допоміжний час

$$T_{д.} = T_{уст.} + T_{доп.інд.} + T_{вим.}, \quad (4.13)$$

де $T_{уст.}$ – час на встановлення та зняття деталі; $T_{доп.інд.}$ – час пов'язаний з операцією; $T_{вим.}$ – час на контрольні вимірювання.

На інших операціях нормування здійснюємо за наведеною вище методикою і загальні результати нормування зводимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Зведена таблиця норм часу

№ операції	$\sum T_{осн.}, \text{хв.}$	$T_{ц.а.}, \text{хв.}$	$T_{д.}, \text{хв.}$	$T_{шт.}, \text{хв.}$	$T_{п-3.}, \text{хв.}$	$T_{шт-к.}, \text{хв.}$
005	1.321	1.521	0.63	2.56	26.1	2.67
010	11.456	11.81	0.63	14.81	31	14.94
015	0.569	3.766	2.69	7.44	55.1	7.67
025	2.75	-	0.83	4.045	17	4.12

5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

5.1 Розрахунок приведеної програми

Згідно [3], при підборці деталей до групи завантаження рекомендуються такі співвідношення маси m та річного об'єму виготовлення N об'єкту представника та інших об'єктів виробництва:

$$\begin{aligned} 0.5m_{max} &\leq m \leq 2m_{min}, \\ 0.1N_{max} &\leq N \leq 10N_{min} \end{aligned} \quad (5.1)$$

Приймаємо $m_{max} = 1$ (кг), $m_{min} = 0.3$ (кг), $N_{max} = 50000$ (шт.), $N_{min} = 300$ (шт.).

Тобто, маси деталей групи повинні знаходитися в межах $0.4 \div 1$ кг, а річні об'єми виготовлення – $00 \div 4000$ шт.

Характеристики підібраний деталей групи наводимо у таблиці:

Таблиця 5.1 – Характеристика деталей для довантаження

Номер деталі	m , кг	N , шт.
Деталь №1	0.51	200
Деталь №2	0.6	300
Деталь №3	0.8	300
Деталь №4	0.45	300
Деталь №5	0.55	300
Деталь №6	0.59	300
Деталь №7	0.52	300

Приведена програма визначається за допомогою коефіцієнтів приведення K_m (по масі), K_N (по серійності) та K_T (по точності). Але, з певним наближенням можна обмежитися і першими двома коефіцієнтами. За допомогою цих коефіцієнтів кожна

деталь підібраної групи приводиться до деталі – представника, яким служить задана деталь «Гільза».

Вказані коефіцієнти визначаються за такими формулами:

$$K_m = \sqrt[3]{\left(\frac{m_i}{m_{\text{пр}}}\right)^2}, \quad K_N = \left(\frac{N_{\text{пр}}}{N_i}\right)^{0.2}, \quad (5.2)$$

де, m_i, N_i – відповідно маса і серійність виготовлення окремої деталі;
 $m_{\text{пр}}, N_{\text{пр}}$ – відповідно маса і серійність виготовлення деталі – представника.

Загальний коефіцієнт приведення по кожній деталі визначається так:

$$K_{\Sigma i} = K_{mi} \cdot K_{Ni} \quad (5.3)$$

Визначені значення вказаних коефіцієнтів заносимо до таблиці:

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнтів приведення

№ деталі	K_m	K_N	$K_{\text{прив.}}$	N_i
Деталь №1	0.89	1.904	1.694	339
Деталь №2	0.992	1.755	1.741	522
Деталь №3	1.202	1.755	2.11	633
Деталь №4	0.819	1.755	1.437	431
Деталь №5	0.936	1.755	1.642	493
Деталь №6	0.98	1.755	1.72	516
Деталь №7	0.902	1.755	1.583	475
ΣN_i				3409

- Визначаємо величину приведеної програми:

$$N_{\text{прив.}} = N_{\text{ПР}} + \Sigma N_i = 5000 + 3409 = 8409 \text{ (шт.)}$$

Остаточно приймаємо $N_{\text{прив.пр.}} = 8400$ шт.

5.2 Визначення кількості верстатів і коефіцієнтів завантаження

Визначимо необхідну кількість обладнання на різних операціях маршруту механічної обробки.

$$C_{P005} = \frac{N_{\text{прив.пр.}} \cdot \Sigma T_{\text{шт-к.005+010}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{8400 \cdot 18.91}{60 \cdot 3890 \cdot 0.7} = 0.9722,$$

приймаємо $C_{\text{пр005+010}} = 1$ верстат;

$$C_{P015} = \frac{N_{\text{прив.пр.}} \cdot T_{\text{шт-к.015}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{8400 \cdot 7.67}{60 \cdot 3890 \cdot 0.7} = 0.394,$$

приймаємо $C_{\text{пр015}} = 1$ верстат;

$$C_{P025} = \frac{N_{\text{прив.пр.}} \cdot T_{\text{шт-к.025}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{8400 \cdot 4.12}{60 \cdot 4029 \cdot 0.7} = 0.2045,$$

приймаємо $C_{\text{пр025}} = 1$ верстат.

Визначимо коефіцієнти завантаження обладнання на операціях.

$$\eta_{\text{з.005+010}} = C_{P005+010} / C_{\text{пр005+010}} = 0.9722 / 1 = 0.9722$$

$$\eta_{\text{з.015}} = C_{P015} / C_{\text{пр015}} = 0.394 / 1 = 0.394$$

$$\eta_{\text{з.025}} = C_{P025} / C_{\text{пр025}} = 0.2045 / 1 = 0.2045$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання становитиме

$$\eta_{\text{з.сер.}} = \frac{0.9722 + 0.394 + 0.2045}{3} = \frac{1.5707}{3} = 0.5236(52.36\%)$$

Коефіцієнт використання обладнання за основним часом для різних операцій становитиме

$$\eta_{0.005+010} = \frac{\Sigma T_{0.005+010}}{\Sigma T_{\text{шт-к.005+010}}} = \frac{1.321+11.456}{18.91} = \frac{12.777}{18.91} = 0.6756$$

$$\eta_{0.015} = T_{0.015}/T_{\text{шт-к.015}} = 0.569/7.67 = 0.074$$

$$\eta_{0.025} = T_{0.025}/T_{\text{шт-к.025}} = 2.75/4.12 = 0.667$$

Середній коефіцієнт використання обладнання за основним часом:

$$\eta_{0.\text{сер.}} = \frac{0.6756 + 0.074 + 0.667}{3} = \frac{1.4166}{3} = 0.4722(47.22\%)$$

На основі отриманих коефіцієнтів завантаження обладнання та завантаження за основним часом побудовані гістограми показані на рисунках 5.1 і 5.2.

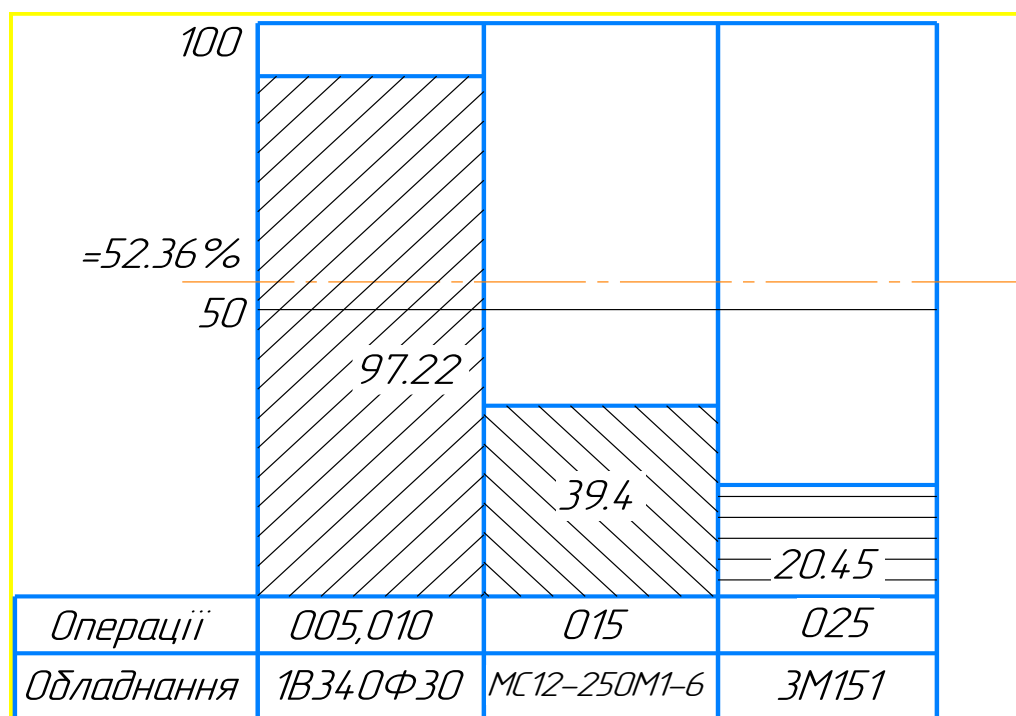


Рисунок 5.1 – Графік завантаження обладнання

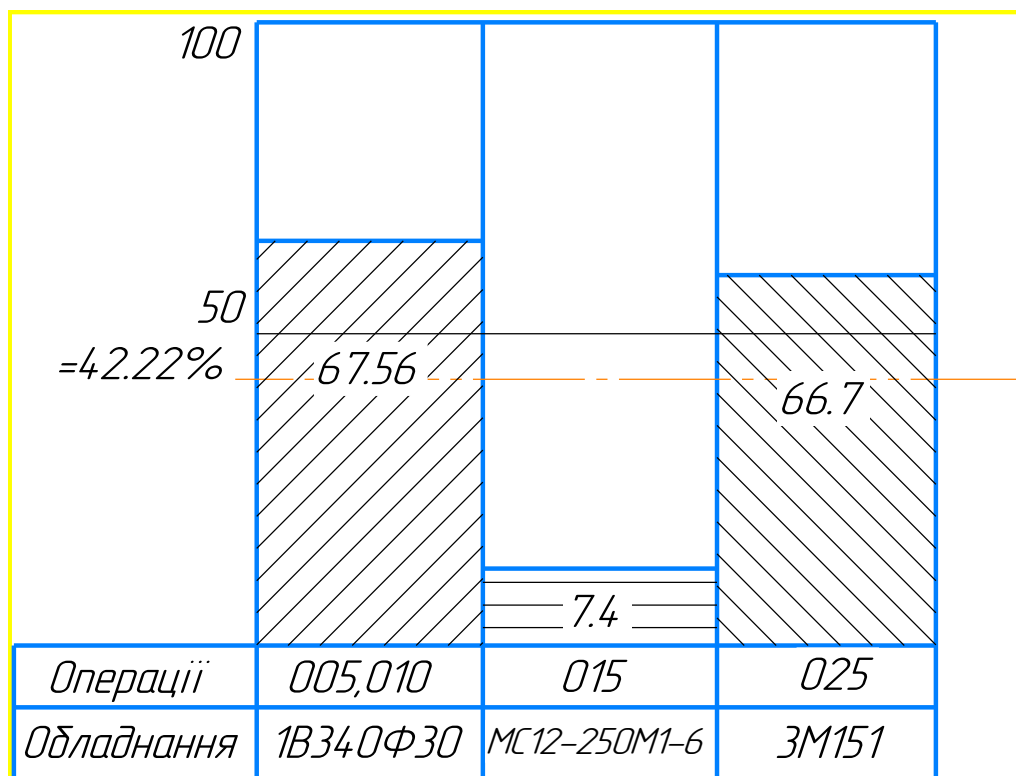


Рисунок 5.2 – Графік використання обладнання за основним часом

Отримані результати показали наступне:

- для розглянутої групи деталей типу «Гільза». Середні коефіцієнти завантаження обладнання та його використання за основним часом близькі до рекомендованих для даного типу виробництва (зокрема, рекомендований середній коефіцієнт завантаження обладнання для важко – серійного типу виробництва знаходиться в межах 0.65...0.75). Це обумовлено низькопродуктивною обробкою на операціях 015 та 025, на операції 015, зокрема, здійснюється обробка 12 отворів малого діаметра ($\varnothing 4$).

- в роботі дільниці можна не обмежуватися виробництвом деталей відібраної групи за розрахованою приведеною програмою, тобто можна довантажувати ці операції ще іншими деталями, які можуть надходити з інших спеціалізованих дільниць. У разі збільшення величини приведеної програми виникає необхідність в збільшенні кількості верстатів моделі 1B340Ф30, що іде в розріз прийнятій в р. 1 стратегії розв'язку поставленої у проекті технічної проблеми, що зокрема повинна привести до зменшення кількості технологічного обладнання в порівнянні з базовим варіантом технологічного процесу.

Таким чином, можна вважати, що обладнання вибране вірно, побудова операцій раціональна та вірна.

5.3. Розрахунок кількості робітників на дільниці

До складу працюючих дільниці входять:

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

1. Кількість основних робітників (верстатників):

$$P_{\text{верст.005+010}} = \frac{\sum T_{\text{шт-к.005+010}} \cdot N_{\text{прив.пр.}}}{\Phi_p \cdot K_M} = \frac{18.9 \cdot 8400}{1860 \cdot 1.60} = 1.42,$$

Приймаємо: 2 верстатника (оператори верстата з ЧПК моделі 1В340Ф30).

$$P_{\text{верст.015}} = \frac{\sum T_{\text{шт-к.015}} \cdot N_{\text{прив.пр.}}}{\Phi_p \cdot K_M} = \frac{17.67 \cdot 8400}{1860 \cdot 1.60} = 0.577,$$

Приймаємо: 1 верстатник (оператор верстата з ЧПК моделі МС12-250-М1-6).

$$P_{\text{верст.025}} = \frac{\sum T_{\text{шт-к.025}} \cdot N_{\text{прив.пр.}}}{\Phi_p \cdot K_M} = \frac{4.12 \cdot 8400}{1860 \cdot 1.60} = 0.31,$$

Приймаємо: 1 верстатник (шліфувальник на верстаті моделі 3М151).

2. Кількість допоміжних робітників визначається як 20-25% від кількості основних робітників, тобто

$$P_{\text{доп.}} = 0.2 \sum P_{\text{верст.}} = 0.2 (2+1+1) = 0.8$$

Приймаємо: 1 допоміжний робітник (транспортник).

3. Кількість ІТР визначається як 15-21% від кількості основних робітників, тобто

$$P_{\text{ІТР}} = 0.2 \sum P_{\text{верст.}} = 0.8$$

Приймаємо: 1 інженерно – технічний робітник (майстер).

4. Кількість СКП визначається як 0.6-1.6% від кількості основних робітників, тобто

$$P_{\text{СКП}} = 0.015 \sum P_{\text{верст.}} = 0.15 \cdot 4 = 0.06$$

Приймаємо: 1 службовець (нормувальник).

5. Кількість МОП визначається як 1-2% від загальної кількості працюючих, тобто:

$$P_{\text{МОП}} = 0.02 \sum P = 0.02(4+1+1+1) = 0.14$$

Приймаємо: 1 обслуговуючий робітник (прибиральник).

Всі дані по розрахунку кількості працюючих на ділянці зводимо до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Зведена відомість працюючих на ділянці

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники			4
Допоміжні робітники	20...25%	0,8...1	1
ІТР	15...21%	0,6...0,84	1
СКП	2,2%	0,08	1
МОП	2%	0,14	1

Отже на ділянці механічної обробки для виготовлення деталі по запропонованому маршруту механічної обробки, має бути розміщено 3 металорізальних верстати, які обслуговуються 4 основними робітниками. Крім того для забезпечення нормальної роботи ділянки необхідно ще 4 робітників.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз умов праці

На дільниці технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Гільза» діють небезпечні та шкідливі виробничі фактори фізичної, хімічної та психофізичної груп.

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини та механізми, рухомі частини виробничого обладнання;
- підвищена запиленість та загазованість робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання та матеріалів;
- підвищена або понижена температура повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- відсутність або нестача природного освітлення;
- підвищена або понижена вологість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- загально токсичні;
- подразнюючі, ці фактори виникають внаслідок застосування в виробництві змащувально-охолоджувальних рідин для нормальної роботи ріжучого інструменту і можуть бути причиною хронічних та гострих отруєнь; в зв'язку з цим санітарні правила при роботі із змащувально-охолоджуючими рідинами (ЗОР) і технологічними мастилами (ТМ) передбачають наступний перелік хімічних з'єднань, які потребують гігієнічного контролю, в повітрі робочої зони при експлуатації ЗОР (водорозчинних та на основі масел) та ТМ: аерозоль мастила, вуглеводи граничні та неграничні, окись вуглецю – при застосуванні ЗОР на основі мастила, а також супроводжуючі газовиділення: сірчастий вуглець, хлористий вуглевод, триетаноламін, нітрат натрію, трьохвалентний хром, жирні ефіри, акролеїн, меркаптани, формальдегід, вищі спирти. Їх граничне допустима концентрація повинна не перевищувати (1мг/м^3).

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть бути на дільниці:

- нервово-психічні перевантаження (так як спеціалізація оброблених деталей широка і від робітника вимагається необхідна установка та зняття деталей з робочого стола верстату, виконання і контроль необхідних для кожної деталі режимів різання, що веде до розумових перевантажень);

- фізичні перевантаження (статичні).

Біологічні шкідливі виробничі фактори на дільниці відсутні.

6.1.1. Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Вимоги безпеки до технологічних процесів визначаються безпекою виробничого обладнання, технологічних операцій і матеріалів, що використовуються.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання забезпечуються правильним вибором принципів дії кінематичних схем, конструктивних рішень, параметрів робочих процесів, використанням засобів механізації та автоматизації, застосуванням спеціальних охоронних засобів, дотриманням ергономічних вимог, включенням специфічних вимог безпеки в технологічну документацію. Для забезпечення безпеки повинні передбачатися пристрої, які б виключали можливість проникнення робітника в небезпечну зону обладнання а також послабляли або виключали б дію небезпечного фактору. Конструктивні частини обладнання повинні передбачати пристрої, які б виключали можливість їх випадкового пошкодження, що могло б викликати небезпеку. Рухомі частини обладнання, що представляють небезпеку для працюючих повинні огорожуватися або оснащатися іншими засобами захисту.

Електробезпека

Безпека праці забезпечується виготовленням верстатів у відповідності вимогами до електрообладнання:

- обладнання повинно бути обов'язково занулено, що зменшить небезпеку ураження електричним струмом працюючих. Занулення – це передбачене електричне з'єднання із нульовим захисним провідником металевих не струмонесучих

частин, які можуть знаходитися під напругою. У відповідності із ПУЕ занулення застосовується і являє собою ефективну міру захисту при живленні електрообладнання від трифазних чотирьох провідних мереж із заземленою нейтраллю.

Приміщення відносяться (класифікуються по небезпеці ураження струмом) до приміщень із особливою небезпекою, так як одночасно мають в наявності наступні умови підвищеної небезпеки: наявність струмопровідного пилу, наявність струмопровідної підлоги, можливість одночасного дотику людини до металевих частин конструкції і обладнання;

– в електричних схемах обладнання повинно бути передбачено блокуючі пристосування на випадок падіння чи збільшення напруги у електричній мережі.

Для запобігання враженню робітників електричним струмом при роботі вжито наступних заходів:

–забезпечено недоступність струмоведучих частин електрообладнання; зовнішні проводи розміщено у металевих трубах, для виключення випадкового пошкодження ізоляції на них, всю електроавтоматику розміщено у електрошафі чи у спеціальних нішах станини. Дверці оснащено відповідними надписами і знаками;

– для захисту від струмів короткого замикання застосовано вимикальні автомати і плавкі запобіжники.

6.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.2.1. Мікроклімат

Роботи, що виконуються на дільниці виготовлення гільзи відносяться до категорії робіт ІІб – середньої важкості. Вони пов'язані з процесами відновлення та зміцнення деталей, їх збиранням та розбиранням. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря це параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні.

Норми з [11] визначають оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм додано в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщені

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

Для нормалізації мікроклімату в виробничому приміщені необхідно улаштувати вентиляцію і опалення. Інтенсивність опромінення 100 Вт/м^2 .

Опромінення людського тіла не більше 25%.

На ділянці характерне забруднення повітря виробничих приміщень отруйними газами та парами.

Попадаючи в організм людини шкідливі речовини негативно діють на людину. Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати значень приведених у таблицю 6.2 [12].

Контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться на найбільш характерних робочих місцях. При однаковому обладнанні, або при виконанні однакових операцій контроль проводиться вибірково на окремих робочих місцях, розташованих в центрі і по периферії приміщення.

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

Таблиця 6.2 – Допустимі показники шкідливих речовин повітря робочої зони

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Переважаючий агрегатний стан в умовах виробництва	Клас небез- пеки	Особли- вості дії на орга- нізм
Мастила мінеральні нафтові	5	а	III	
Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозолу конденсації при вмісту від 10 до 60%	2	а	III	Ф
Бензапірен	0,00015	а	I	К
Альдегід масляний	5	п	III	
Вуглеводні аліфатичні C ₁ -C ₁₀ (в перерахунку на С)	300	п	IV	
Молібдену розчинні з'єднання у вигляді аерозолу конденсації	2	а	III	

Механічна вентиляція буде здійснюватиметься за рахунок вентилятора з приводом від електродвигуна. При обертанні вентилятора створюється різниця тиску, в результаті чого повітря переміщується з переміщення (витяжна вентиляція) і в приміщення (поточна вентиляція).

Приточна вентиляція забезпечуватиме приток чистого повітря в приміщення, а витяжна вентиляція забезпечуватиме видалення забрудненого повітря назовні.

Природна вентиляція здійснюватиметься за рахунок різниці густини повітря, що виникатиме за рахунок різниці температури повітря, а також за рахунок енергії вітру.

6.2.2 Освітлення

При виконанні в приміщенні робіт IIIб розряду слід приймати систему комбінованого освітлення E=350 (лк) [13].

Характеристика зорової роботи - середньої точності; найменший розмір об'єкту від 0,3 (мм) до 0,5 (мм); розряд та під розряд зорової роботи ІІІб; освітленість при комбінованому освітленні 350 (лк).

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого освітлення повинно складати 10(%) від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовуються для місцевого освітлення. При цьому найменші і найбільші значення освітленості приймаються згідно таблиця 6.3.

Таблиця 6.3 – Граничні значення освітленості

Лампи	Освітленість від світла загального освітлення в системі комбінованого лк	
	найбільша	найменша
Газорозрядні	500	150
Розжарювання	100	50

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити, як правило, газорозрядні лампи незалежно від типу джерела світла місцевого освітлення.

При проектуванні загального освітлення (незалежно від системи освітлення) на підставі техніко-економічних розрахунків, слід приймати мінімально нерівномірність освітленості в зоні розташування робочих місць, при цьому відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинно перевищувати для робіт І - ІІІ розрядів при люмінесцентних лампах 1,5; при інших джерелах світла-2.

При виконанні в приміщеннях робіт 1-V розрядів освітленість проходів та діляниць де роботи не виконуються, повинна складати не менше 25(%) освітленості, що створюються світильниками загального освітлення на робочому місці, але не менше 75(лк) при газорозрядних лампах.

Аварійне освітлення передбачається, якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- порушення норм обслуговування обладнання;
- тривале порушення технологічного процесу;

– порушення роботи пристроїв вентиляції і кондиціонування повітря для виробничих приміщень.

6.2.3 Виробничий шум

Джерелом шуму на дільниці є працююче обладнання, верстати, установки та системи вентиляції.

За характером спектру шум на дільниці широкосмуговий із безперервним спектром шириною більше октави. За часовими характеристиками шум постійний, так як рівень звуку за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більш, ніж на 5 дБА. За походженням шум механічний (від працюючого обладнання) і аеродинамічний (від вентиляційних установок). Характеристикою шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Допускається в якості характеристики постійного широкосмугового шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку (дБА), виміряний на тимчасовій характеристиці "повільно" шумоміра по [14].

Гранично допустимий спектр шуму на робочих місцях на відновлювальній дільниці приведений у таблиця 6.4.

Таблиця 6.4 – Допустимий спектр шуму на робочих місцях

Вид трудової діяльності	Октавні рівні звукового тиску, дБ на середньгеометричних частотах, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення шуму на дільниці використовують архітектурно-планувальні методи захисту. Сюди відноситься раціональне розміщення технологічного обладнання, верстатів, раціональне розміщення робочих місць, раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспорту, створення різних шумозахищених зон в

різних місцях знаходження людей.

Вимоги по допустимому рівню шуму виконуються.

6.2.4 Виробничі вібрації

Вібрація характеризується такими показниками як віброшвидкість, віброприскорення, рівень віброшвидкості, рівень віброприскорення. Від систем вентиляції та іншого обладнання на працюючих може діяти вібрація.

Категорія вібрації 3 тип "а" - технологічна на робочих місцях. Критерій оцінки - межа зниження продуктивності праці. На працюючих діє локальна і загальна вібрація. Вона передається через руки працюючих і через підшви ніг.

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого при тривалості зміни 8 год приведені в таблиці 6.5 [14].

Таблиця 6.5 – Норми вібраційного навантаження

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарними нормами	Напрямок дії	Нормативні коректовані за частотою та еквівалентні коректовані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ²	дБ	м/с, · 10 ⁻²	дБ
Локальна	-----	X _n ; Y _n ; Z _n	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип "а"	X ₀ ; Y ₀ ; Z ₀	0,1	100	0,2	92

Для зменшення вібрації, яка передається на робочі місця, обладнання на ділянці встановлено на віброізоляторах. Вентилятори систем вентиляції також встановлюють на віброізолятори і розміщують поза приміщеннями.

Вимоги по допустимому рівню вібрації виконуються.

6.3. Технічні рішення з пожежної безпеки

За ступенем вогнестійкості приміщення відноситься до I ступені – приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями з природних чи штучних матеріалів, бетону, залізобетону з використанням листових чи плитних перегороджуючих матеріалів.

Пожежі на виробничих підприємствах являють собою велику небезпеку для працюючих і можуть спричинити велику матеріальну шкоду. Можливими причинами виникнення пожеж можуть бути: порушення технологічного режиму, несправність системи опалення і вентиляції, несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження), несправність замиряючої арматури, самозапалення матеріалів, схильних до горіння. У відповідності з [15] усі виробництва поділяються на декілька категорій по пожежній вибуховій і вибуховопожежній безпеці. Дільниця відноситься до категорії Д - виробництво, в якому оброблюються негорючі речовини і матеріали в холодному стані (таблиця 6.6)

Таблиця 6.6 – Визначення категорії приміщення

Категорія приміщення	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості	Площа поверхів в межах пожежного відділення,
Д	6	1	не обмежується

Таблиця 6.7 – Мінімальні границі вогнестійкості і максимальні границі розповсюдження вогню, см

Стіни				Колони	Поверхові площадки, косовури, балки, марші поверхів	Ненесучі конструкції перекриття	Елементи покриття
Несучі та поверхових клітин	Самонесучі	Зовнішні не несучі	Внутрішні не несучі (перегородки)				
2,5/0	1,25/ 0	0,5/0	0,5/0	2,5/0	1 /О	1 /О	0,5/0

При проектуванні виробничих приміщень передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі у відповідності з [15]: висота від підлоги донизу виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 (м); висота від підлоги донизу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного надходження людей і на шляхах евакуацій не менше 2(м), а в місцях нерегулярного приходу людей - не менше 1,8 (м).

Кількість евакуаційних виходів не повинна складати менше двох з кожного поверху. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись окремо. Кількість людей на 1(м) евакуаційного виходу (дверей) для приміщень I ступені вогнестійкості категорії Д - 260 чоловік.

Таблиця 6.8 – Відстань до виходу

Розміщення виходів	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості	Відстань по коридорам до виходу, м
Між двома зовнішніми виходами	Д	1	Більше/120

Для запобігання пожеж необхідно провести ряд заходів по техніці безпеки:

- установити пожежні сповісники;
- навчити робітників елементарним правилам та основам вогнегасіння;
- проводити своєчасні профілактичні огляди і випробовування обладнання;
- підвести на ділянці аварійне водопостачання;
- установити повний комплекс пожежного щита.

Проведений аналіз роботи доводить, що ділянка виконання технологічного процесу виготовлення гільзи відповідає всім вимогам охорони праці.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі розроблено маршрут механічної обробки для деталі "Гільза", в якому використовується обладнання із ЧПК. Визначено тип виробництва, який є середньосерійним. Відповідно до матеріалу, маси та типу виробництва обрано два способи отримання заготовки – лиття в облицьований кокіль і відцентрове лиття. За техніко-економічним порівнянням дешевшим способом отримання заготовки є відцентрове лиття.

Враховуючи форму заготовки, попередньо обрані технологічні бази та кількість ступенів механічної обробки побудовано маршрут механічної обробки, який включає в себе 4 операції механічної обробки. В якості чистових баз обрали зовнішню поверхню і торець. Така схема реалізується шляхом установки в трикулачковий самоцентруючий патрон. Для визначення технологічних розмірів, припусків і уточнення розмірів заготовки виконано розмірний аналіз. За результатами аналізу уточнення розмірів заготовки та припусків на її виготовлення не потрібно. Розраховано режими різання і норми часу на всі переходи та операції відповідно. Штучно-калькуляційний час обробки деталі становить 29,4 хв..

Крім того виконано попереднє проектування ділянки механічної обробки. Визначено приведену програму та згідно неї кількість верстатів – 3. На ділянці має працювати 8 робітників. Верстати мають невисокий коефіцієнт завантаження – 52,4%, тому вони потребують довантаження виробами з інших ділянок. В першу чергу це стосується круглошліфувального та вертикально-свердлильного верстатів.

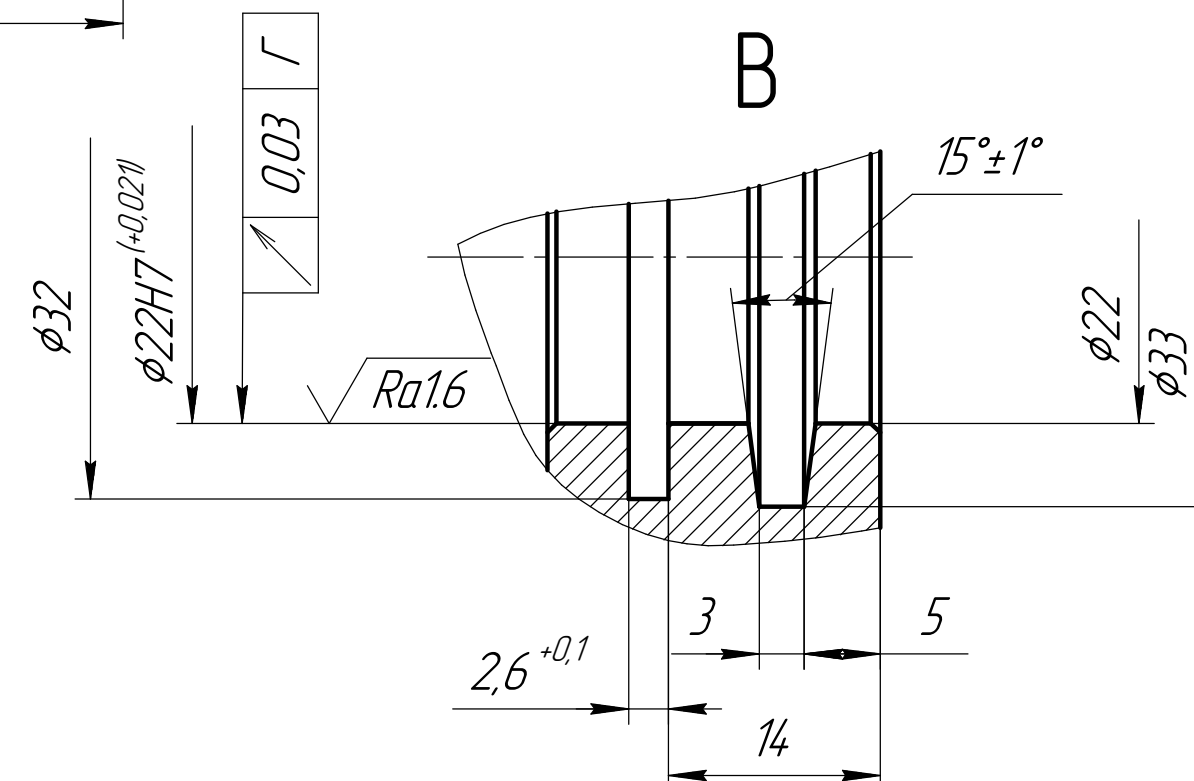
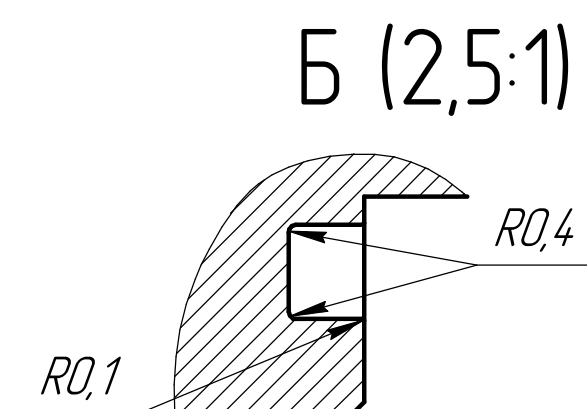
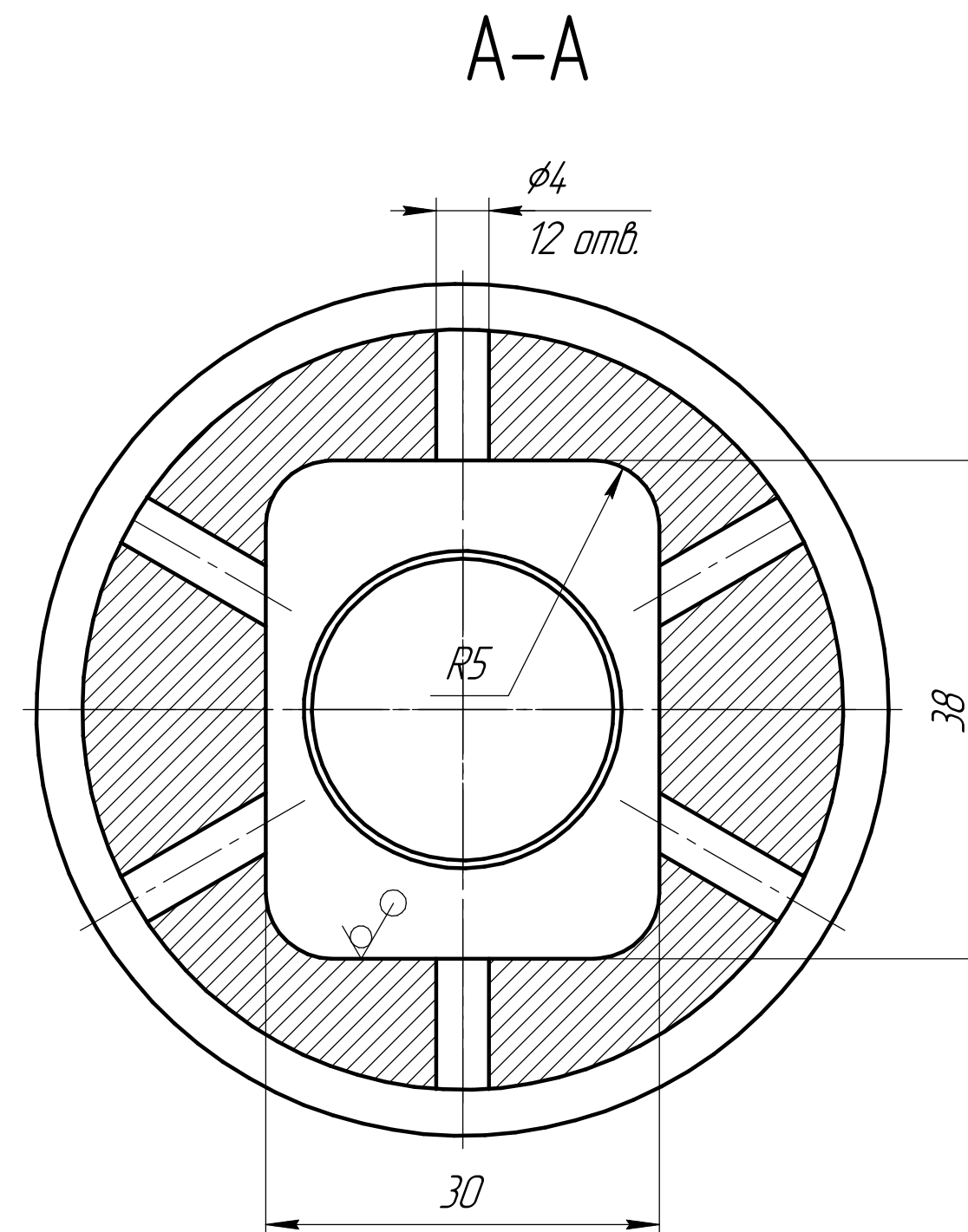
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 2391:2010. Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2010-12-09]. Вид. офіц. Київ, 2010. 35 с.
2. Лапковський С.В., Солдатова М.О. Кількісна оцінка технологічності. Materiály VII Mezinárodní vědecko-praktická konference “Zprávy vědecké ideje — 2011”. Díl 20. Technické vědy. Praha. Publishing House „Education and Science” s.r.o. — 2011. Str. 27 — 29.
3. Лапковський С.В., Савлюк С.А., Солдатова М.О. Кількісне оцінювання технологічності. Вісник НТУУ «КПІ»: Серія Машинобудування, №64, 2012. С. 150-155.
4. Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, В. В. Савуляк, О. В. Сердюк. Механо-складальні дільниці та цехи в машинобудуванні [Текст]: практикум. Вінниця : ВНТУ, 2016. 148 с.
5. Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Пурдик В. П. Технологія машинобудування. Курсове проектування [Текст]: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 123с.
6. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Гаряче об'ємне штампування [Текст] : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк , І. О. Сивак, С. В. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 106 с.
7. ДСТУ 8981:2020. Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічне оброблення. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ, 2020. 16 с.
8. М. І. Іванов, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк та ін. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування [Текст]: навчальний посібник. – Вінниця: Глобус-Прес, 2011. 200 с.
9. ДСТУ ISO 286-2:2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів (ISO 286-2:1988, IDT). [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2003. 47 с.

10. ДСТУ ISO 286-2:2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок. [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2003. 15 с.
11. Ткачук К. Н. Основи охорони праці [Текст]: підручник / [К.Н. Ткачук та ін.]. Київ: Основа, 2003. 472 с.
12. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
13. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
14. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
15. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

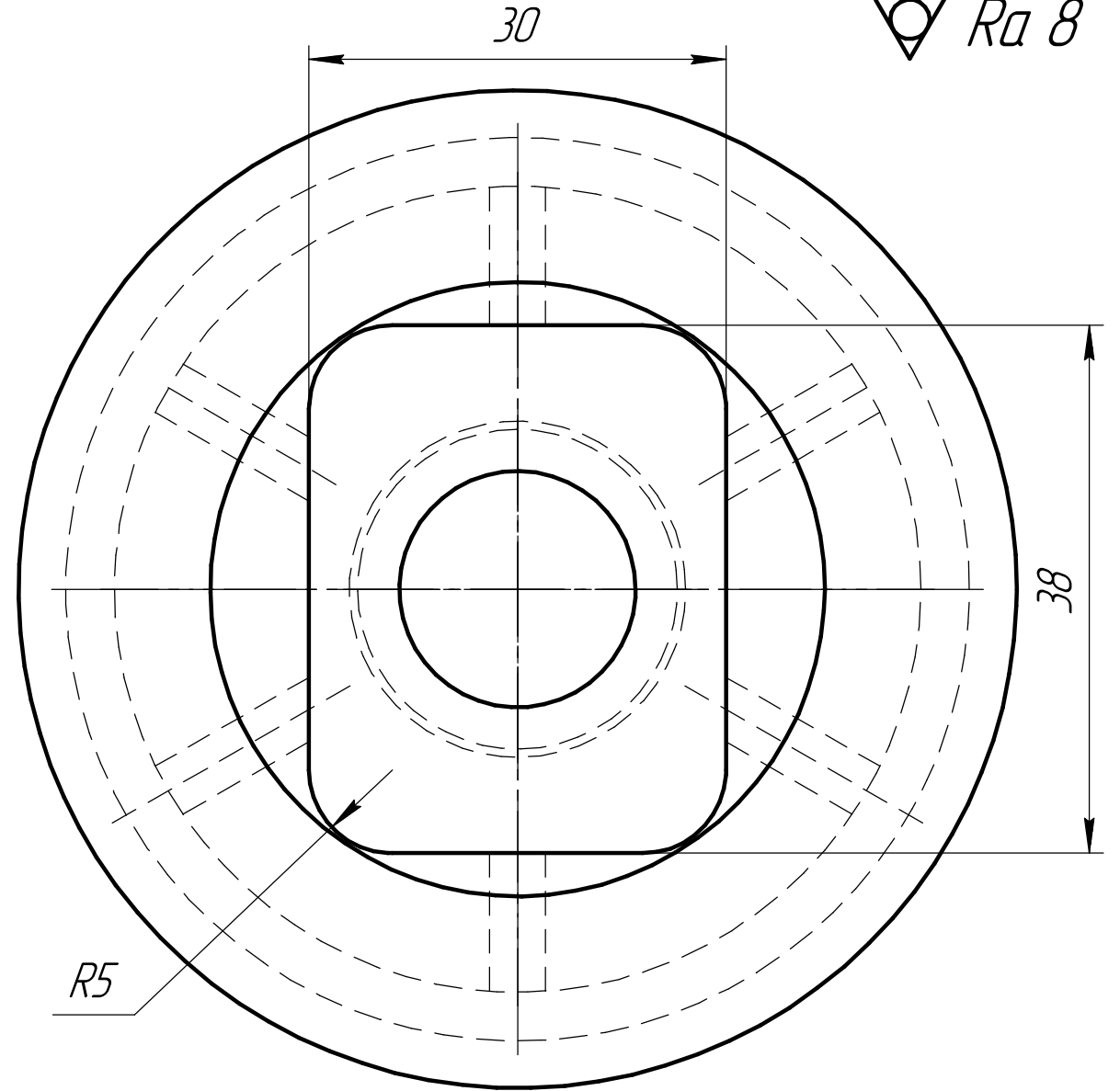
Додатки

Додаток А
Графічна частина



1. НРС 30...35
2. Н14; н14; ±J14/2
3. На необработанных поверхнях прямоугольного пазу допускаются раковины диаметром до 3мм та глубиной не больше 0,5мм
4. Ресхта ТТ по ОСТ 4Г 0.059.200-84

					08-64.БДР.023.00.000			
					Гильза	Лит.	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0,607	2:1
Разраб.	Семашко О.О.		06.06.24					
Пров.	Савилюк В.В.		06.06.24					
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.	Лозинський Д.О.		07.06.24	Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88	ВНТУ, зр.17М-208			
Утв.	Козлов Л.Г.		07.06.24					



- | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|----------|----------|------|------------------------|------------------|--------|---------|
| | | | | | 08-64.БДР.023.00.0012 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Гільза

Виливок | Лист | Масса | Масштаб |
| Разраб. | Семашко О.О. | | 06.06.24 | | | | 1,52 | 2:1 |
| Пров. | Савуляк В.В. | | 06.06.24 | | | | | |
| Т.контр. | | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Н.контр. | Лозінський Д.О. | | 07.06.24 | | Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88 | ВНТУ, зр.1ПМ-20б | | |
| Утв. | Козлов Л.Г. | | 07.06.24 | | | | | |

№ опер	Найменування операції Зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
005	Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точити пов.1 однократно 3. Точити пов. 2 поперечно 4. Точити пов. 2 остаточно 5. Точити пов. 3 поперечно 6. Точити пов. 3 остаточно 7.Точити послідовно фаски 9, 10 однократно 8. Розточити пов. 8 поперечно 9. Розточити пов. 8 остаточно 10. Розточити пов. 4 поперечно 11. Розточити пов. 4 остаточно 12. Розточити пов. 6 остаточно 13. Розточити пов. 5 остаточно 14. Точити фаску 7 однократно 15. Зняти заготовку	Technical drawing of part 005. The main view shows a stepped shaft-like component with various diameters ($\phi 32$, $\phi 22H7^{+0.021}/_{-0.011}$, $\phi 22$, $\phi 33$) and lengths. Surface finish requirements are specified as $Ra 6.3$, $Ra 16$, $0.03 \sqrt{r}$, $0.08 \sqrt{r}$, $0.05 \sqrt{r}$, and $Ra 3.2$. A detail view B shows a chamfered edge with dimensions $15^\circ \pm 1^\circ$, 3, 5, 14, and radii $R0.1$, $R0.4$.	Токарно-револьверний верстат з ЧПК модель 1В34.0Ф.30
010	Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точити пов.1 однократно 3. Точити пов. 2 поперечно 4. Точити пов. 2 остаточно 5. Точити пов. 6,8 поперечно 6. Точити пов. 6,8 остаточно 7. Точити пов. 7 остаточно 8. Точити пов. 9 остаточно 9. Розточити канавку 4 однократно 10. Розточити отв. 3 поперечно 11. Розточити отв. 3 поперечно 12. Розточити отв. 3 остаточно 13. Розточити фаску 10 однократно 14. Розточити фаску 5 однократно 15. Зняти заготовку	Technical drawing of part 010. The main view shows a complex stepped component with diameters ($\phi 58$, $\phi 51$, $\phi 50H8^{+0.039}/_{-0.013}$, $\phi 55(8^{+0.03}/_{-0.01})$, $\phi 51H9^{+0.071}/_{-0.024}$) and lengths. Surface finish requirements include $Ra 16$, $0.03 \sqrt{r}$, and $H14, h14, \pm \frac{\sqrt[16]{14}}{2}$. Detail view A-A(1:1) shows a circular feature with diameter $\phi 4$ and thickness 6 mm.	1В34.0Ф.30
015	Вертикально-свердлувальна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Свердлимо 6 отв. 1 однократно 3. Свердлимо 6 отв. 2 однократно 4. Зняти заготовку	Technical drawing of part 015. The main view shows a component with diameters ($\phi 4$, $\phi 50H8$) and lengths. Surface finish requirements are $Ra 6.3$ and $H14, h14, \pm \frac{\sqrt[16]{14}}{2}$. Cross-sections A-A(1:1) and Б-Б(1:1) show internal features with diameters $\phi 4$ and $\phi 50H8$ respectively.	Вертикально-свердлувальний верстат з ЧПК модель 2Р135Ф.2

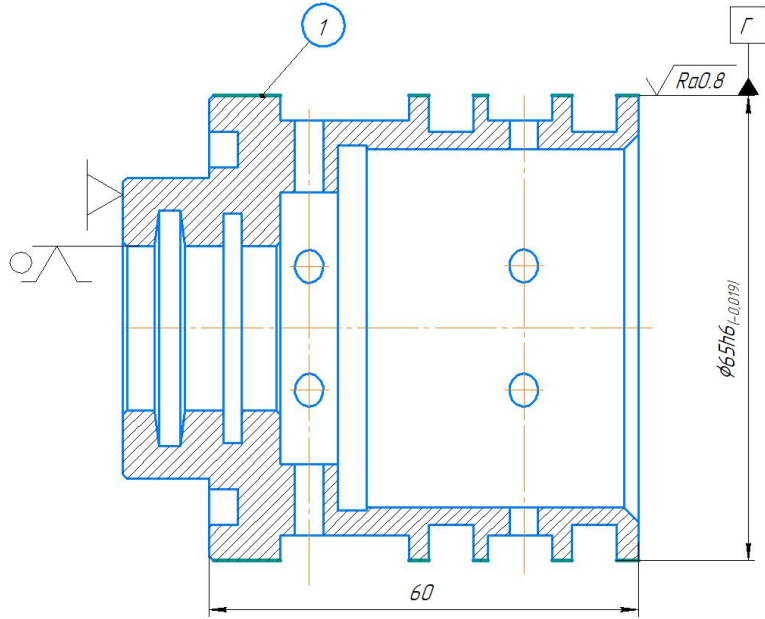
Базовий ТП механічної обробки деталі (продовження)

1	2	3	4
020	<u>Термічна</u> 1. Гартувати до HRC 30...35	-	Термопіль
025	<u>Внутрішньо-шліфувальна</u> 1. Встановити заготовку 2. Шліфувати пов.1 однократно 3. Зняти заготовку		Внутрішньополішувальний верстат моделі ЗК227В
030	<u>Круглошліфувальна</u> 1. Встановити заготовку 2. Шліфувати пов.1 попередньо 3. Шліфувати пов.1 остаточно 4. Зняти деталь		Круглошліфувальний верстат моделі ЗМ151

ТП механічної обробки деталі (варіант 2)

№ опер	Найменування операції Зміст переходу	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
1 005	2 Токарно-револьверна з ЧПК 1. Встановити заготовку 2. Точити пов.1 однократно 3. Точити пов. 2 попередньо 4. Точити пов. 2 остаточно 5. Точити пов. 3 попередньо 6. Точити пов. 3 остаточно 7. Точити фаску 9 однократно 8. Точити фаску 10 однократно 9. Розточити канавку 8 остаточно 10. Розточити пов. 4 попередньо 11. Розточити пов. 4 остаточно 12. Роздвернути пов. 4 остаточно 13. Розточити пов. 6 остаточно 14. Розточити пов. 5 остаточно 15. Точити фаску 7 однократно 16. Зняти заготовку		

Модернізований ТП механічної обробки деталі (продовження)

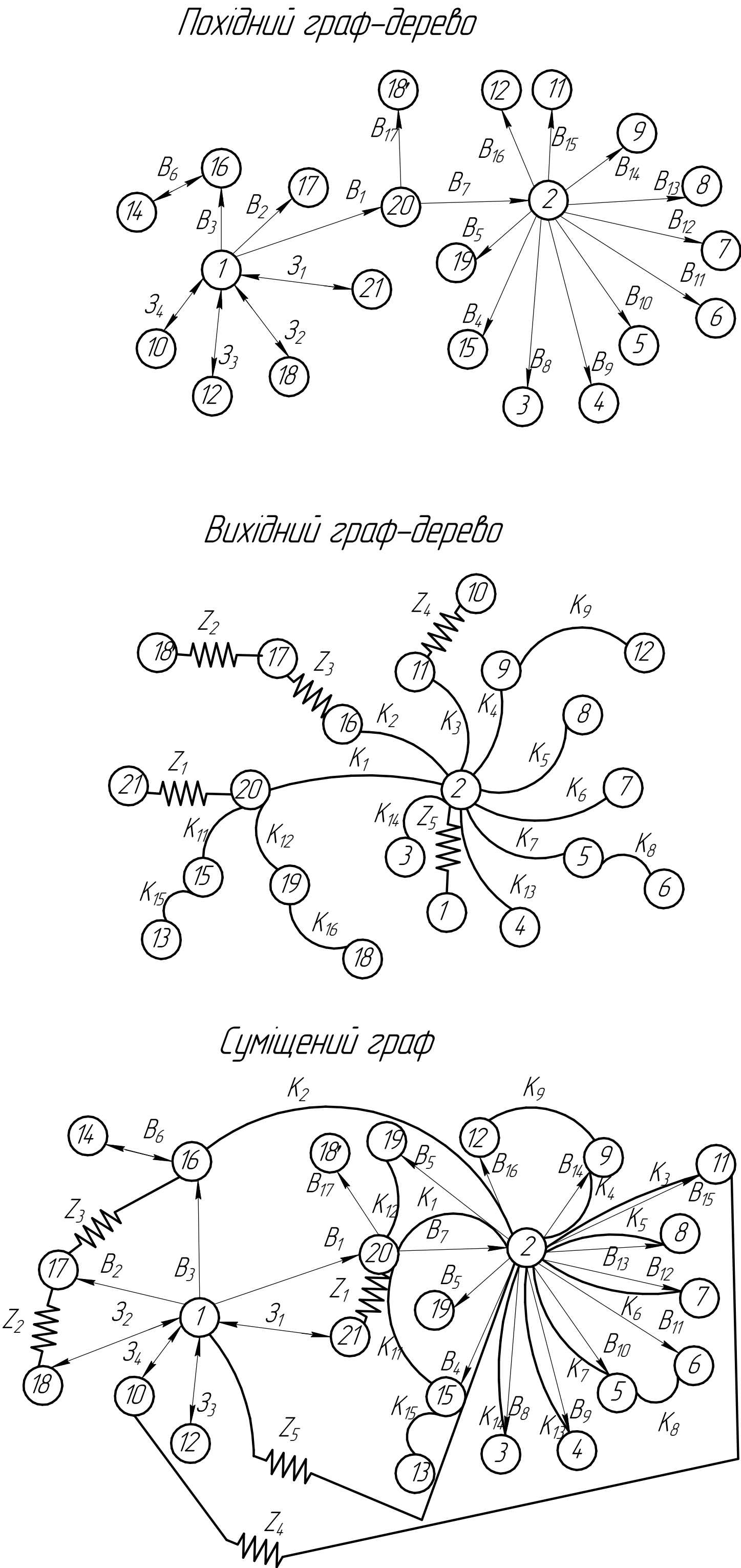
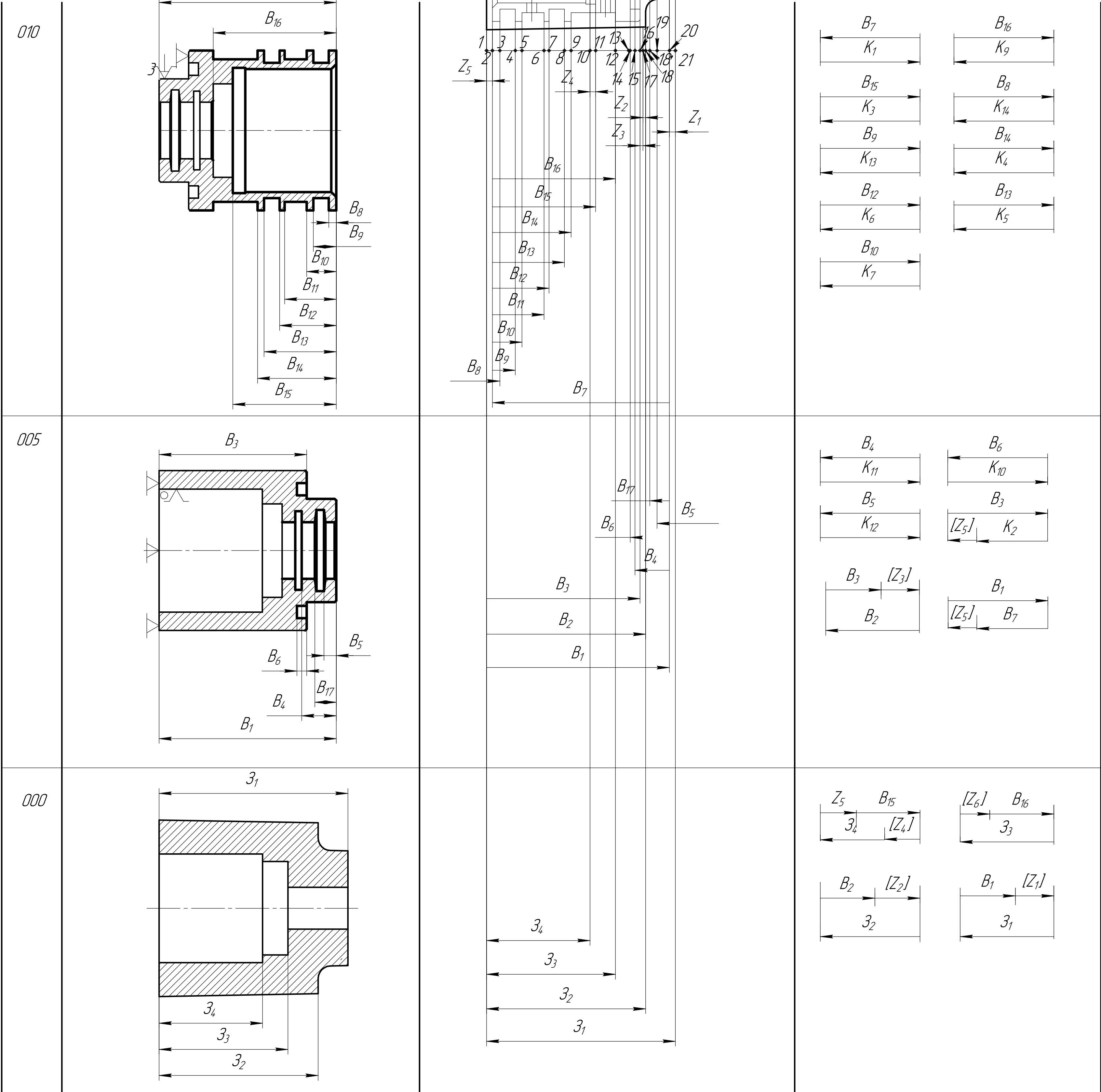
1	2	3	4
020	<u>Термічна</u> 1. Гартувати до HRC 30...35	-	Термопіч
025	<u>Круглошліфувальна</u> 1. Встановити заготовку 2. Шліфувати пов.1 попередньо 3. Шліфувати пов.1 остаточно 4. Зняти деталь	 60 $\phi 65h6_{-0.019}$ Ra0.8 Г	Круглошліфувальний верстат моделі 3М151

Невказані граничні відхилення розмірів: h14

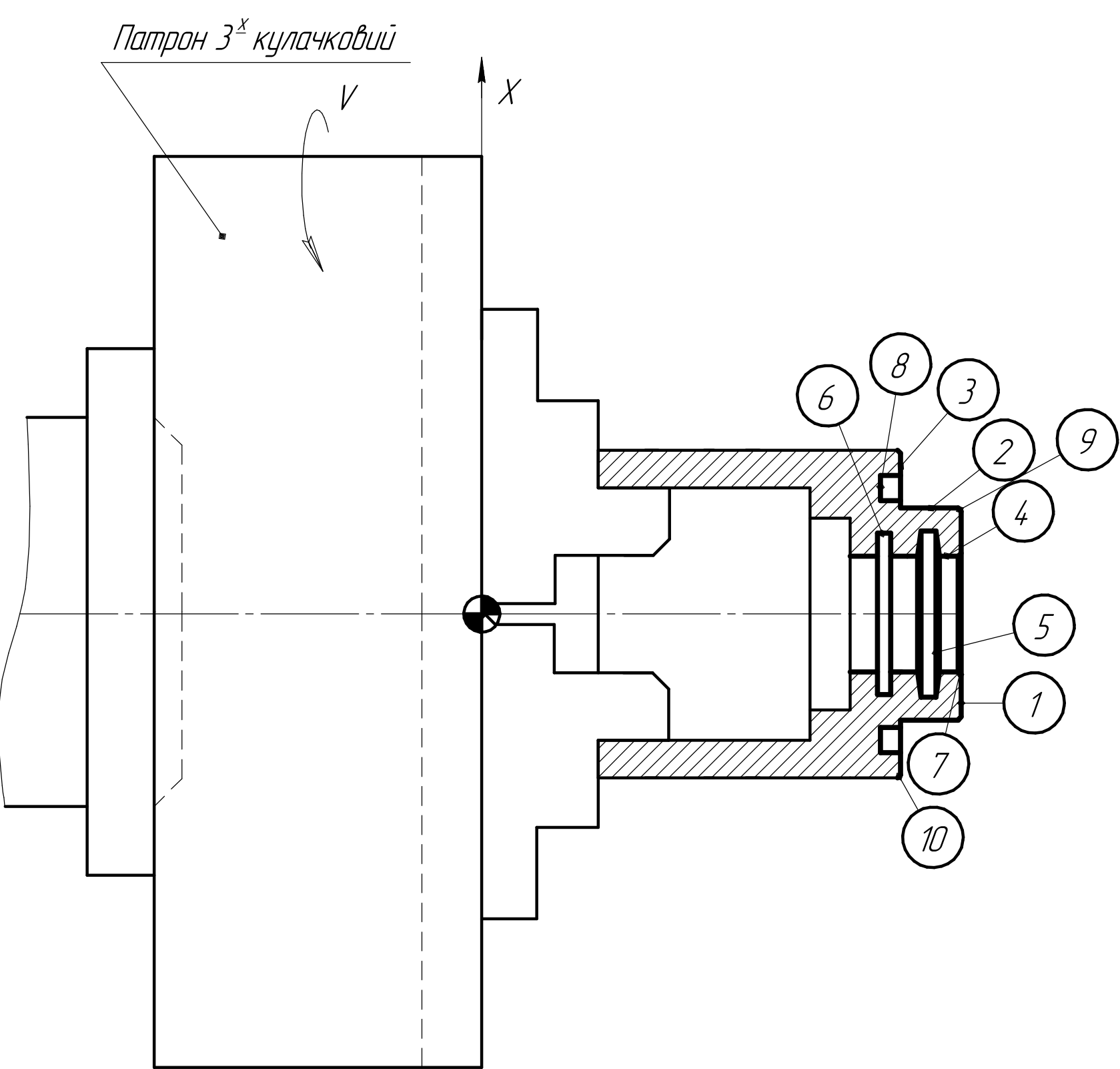
Розмірний аналіз ТП

Розміри заготовки та технологічні розміри	3_1	3_2	3_3	3_4	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}	B_{16}	B_{17}
Попередні значення допусків розмірів, мм	0,74	0,6	0,6	0,6	0,74	0,6	0,6	0,4	0,2	0,1	0,74	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,1	0,4
Квалітет точності	15	$\pm IT15/2$	$\pm IT15/2$	$\pm IT15/2$	14	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$js12$	14	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$\pm IT14/2$	$js12$	$\pm IT14/2$
Прийняті значення допусків розмірів, мм	0,74	0,6	0,6	0,6	0,74	0,6	0,6	0,4	0,2	0,1	0,74	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,1	0,4
Номинальні розміри, мм	$74,28_{-0,74}^{+0,74}$	$63 \pm 0,3$	$51 \pm 0,3$	$41,4 \pm 0,3$	$73,14_{-0,74}^{+0,74}$	$62 \pm 0,3$	$61 \pm 0,3$	$14 \pm 0,2$	$5 \pm 0,1$	$4_{-0,1}^{+0,1}$	$72_{-0,74}^{+0,74}$	$3 \pm 0,1$	$9,3 \pm 0,2$	$12 \pm 0,2$	$20,8 \pm 0,2$	$23 \pm 0,2$	$29,3 \pm 0,2$	$32 \pm 0,3$	$42 \pm 0,3$	$50 \pm 0,3$	$8,2 \pm 0,2$

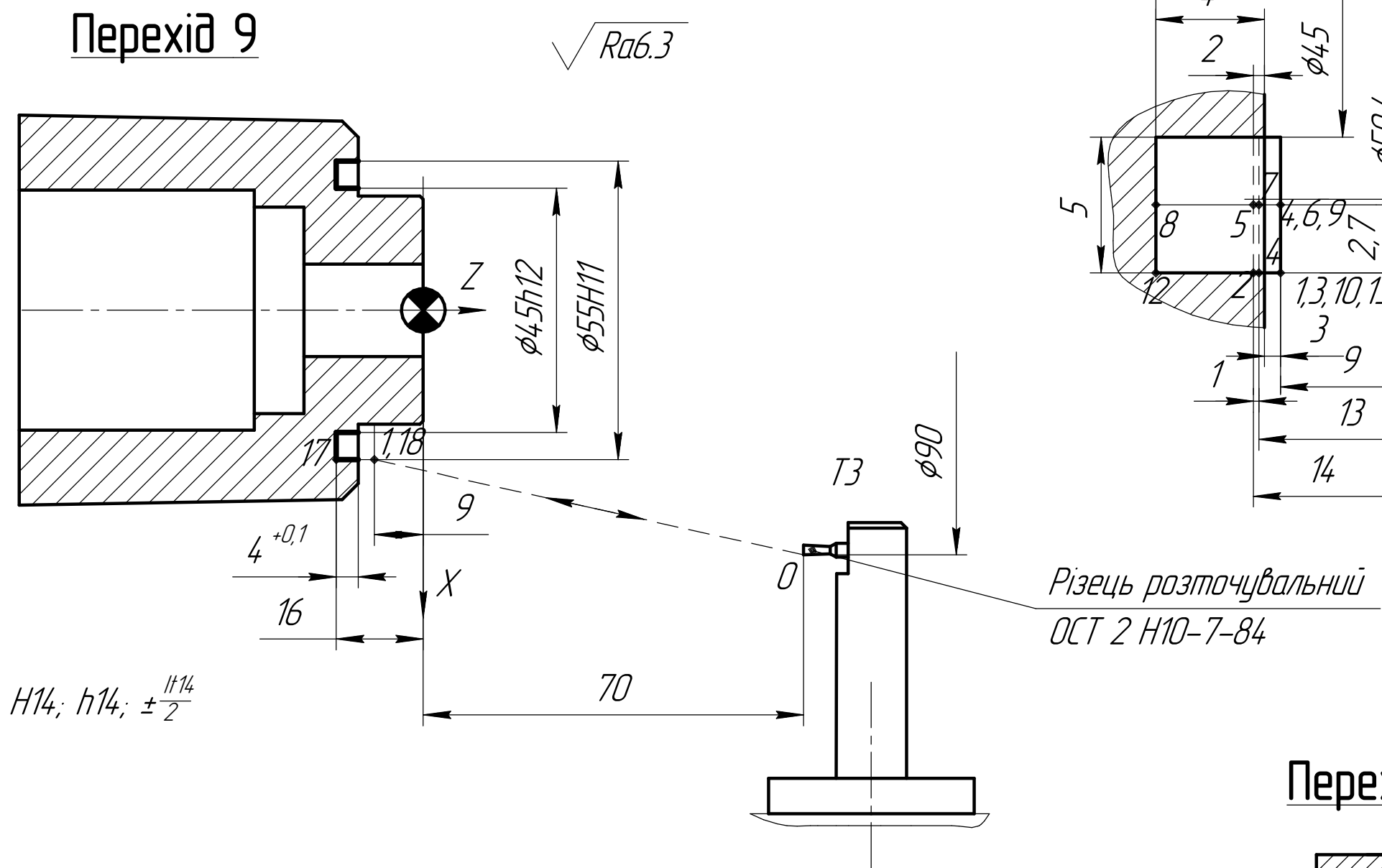
Припуски, мм		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Граничні розміри, мм	Z_{min}	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Z_{max}	1,88	1,6	1,6	2,8	1,88



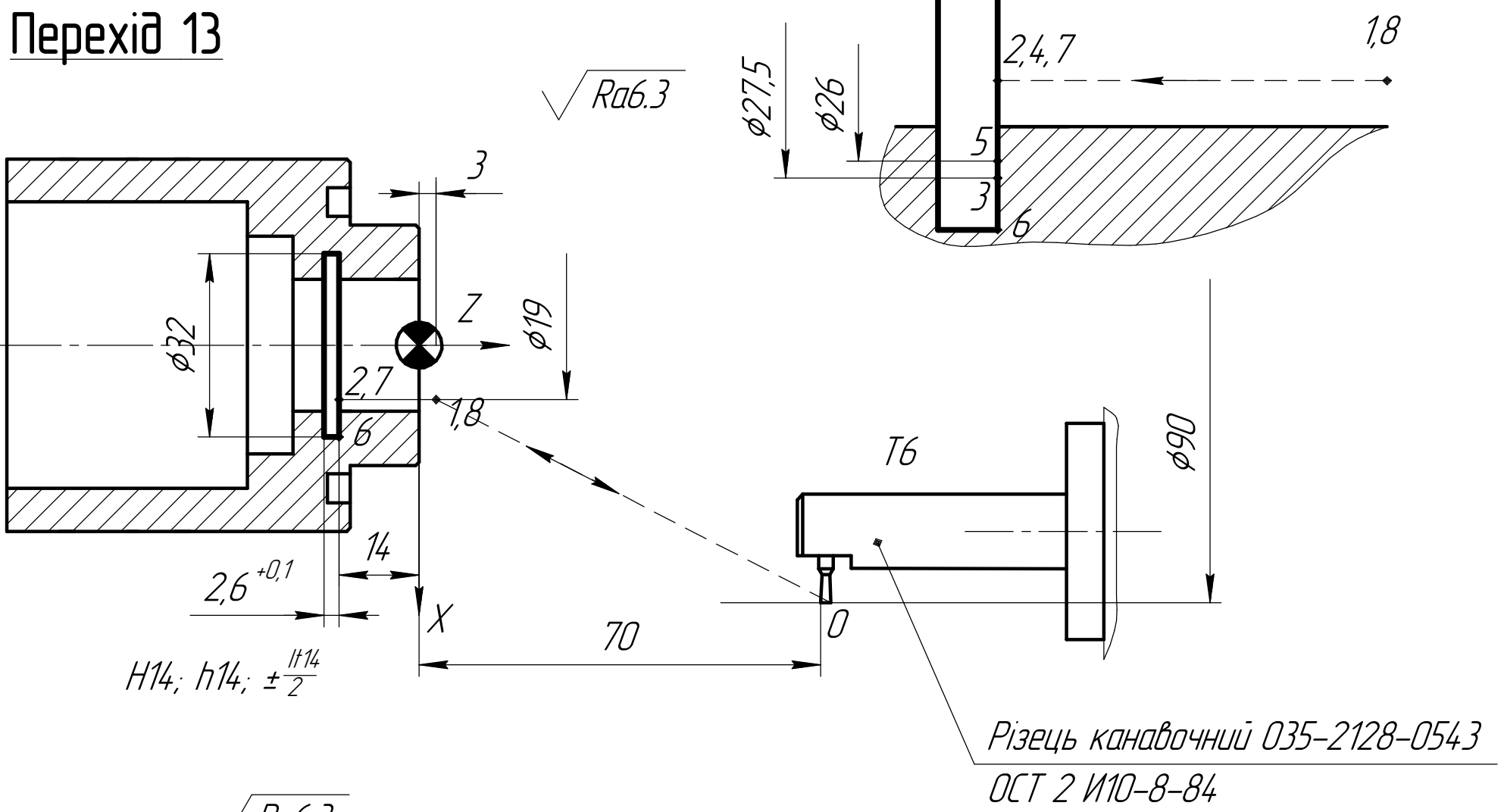
Карта налагодження



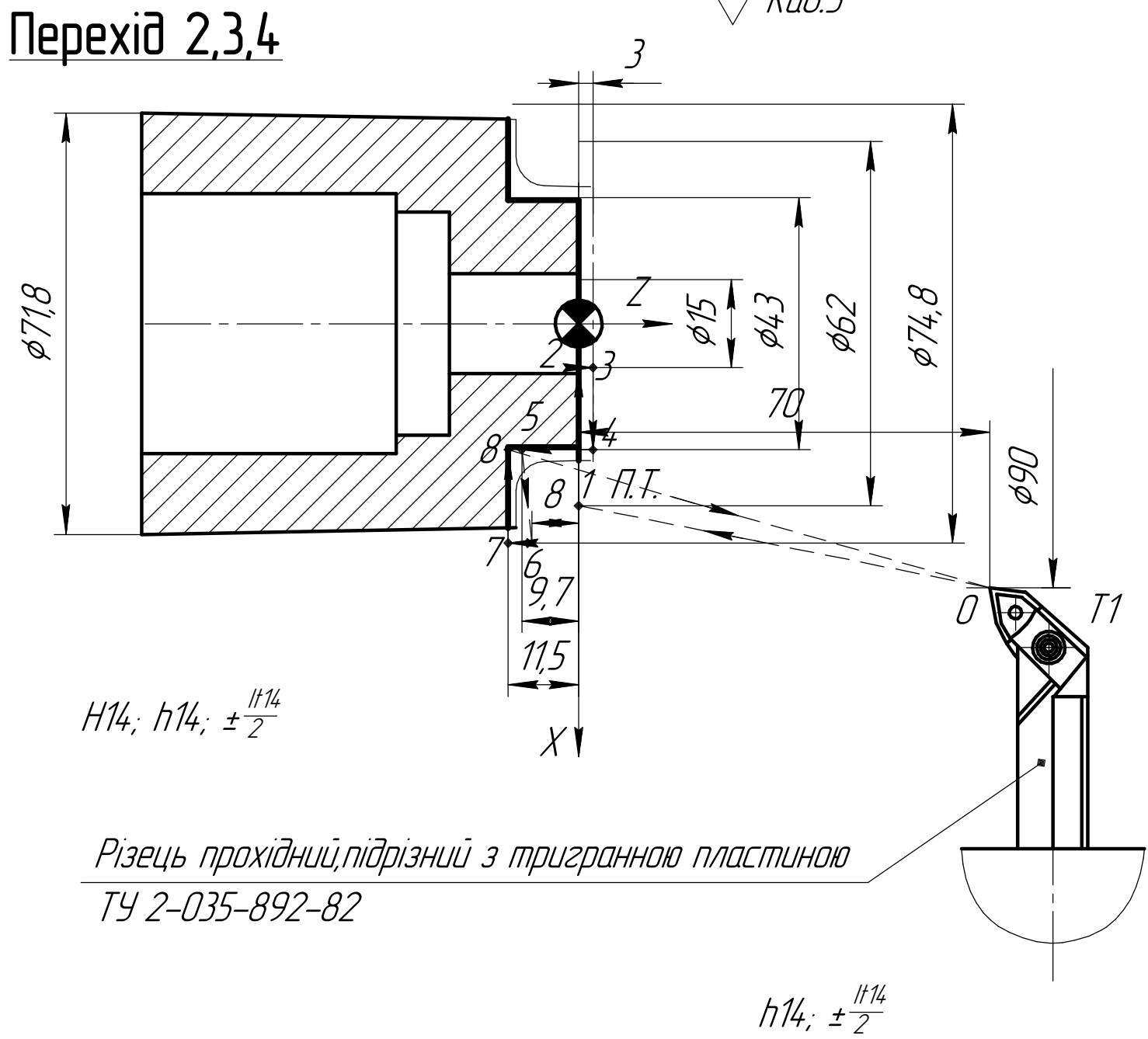
Перехід 9



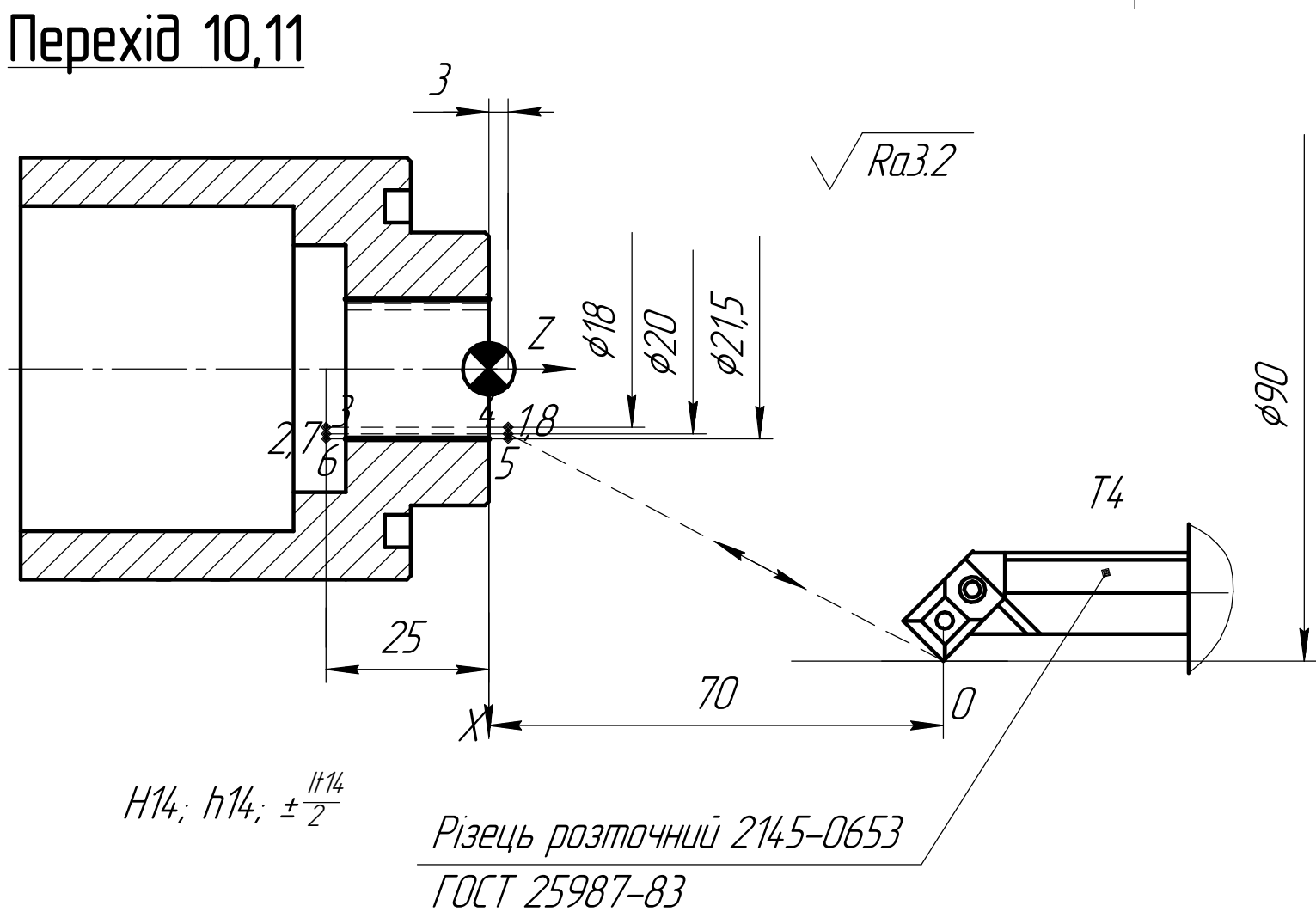
Перехід 13



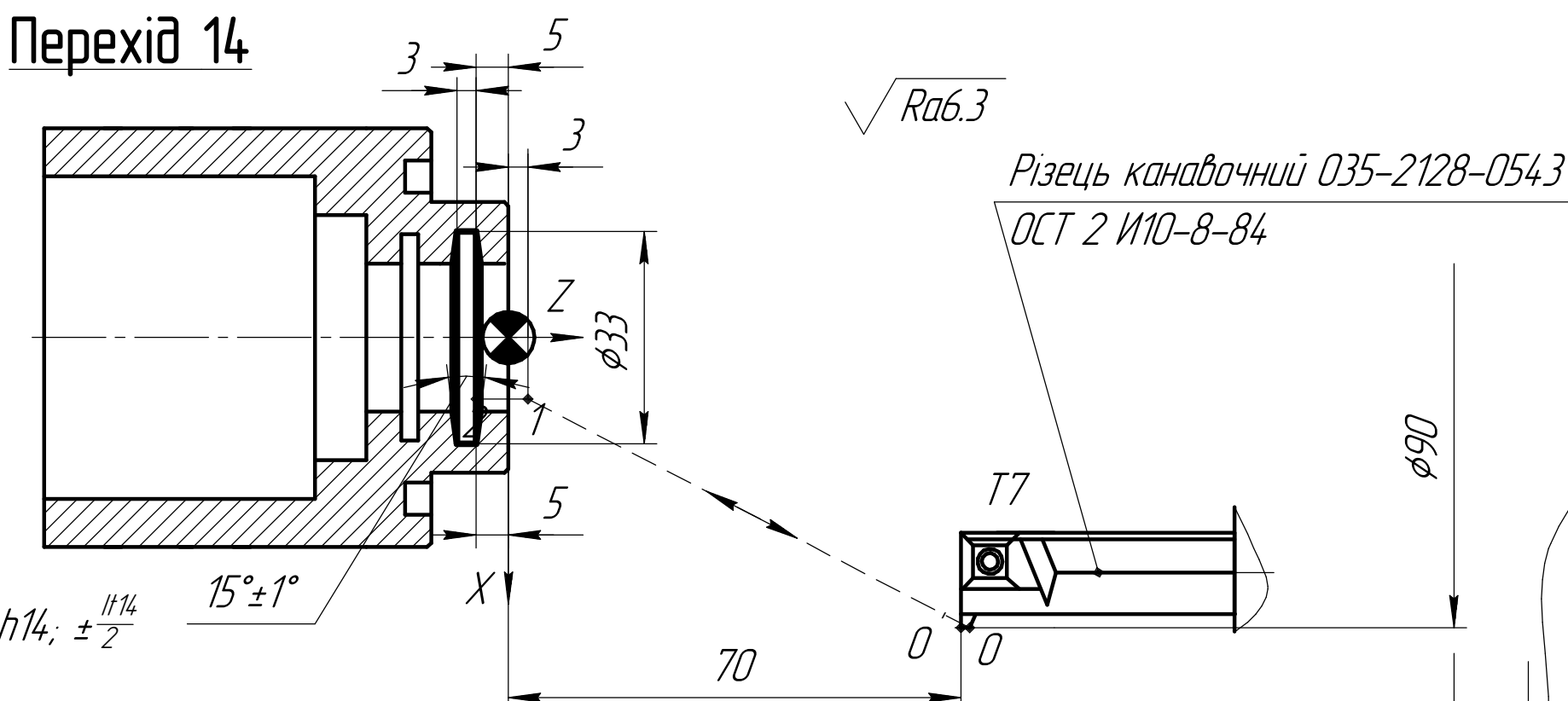
Перехід 2,3,4



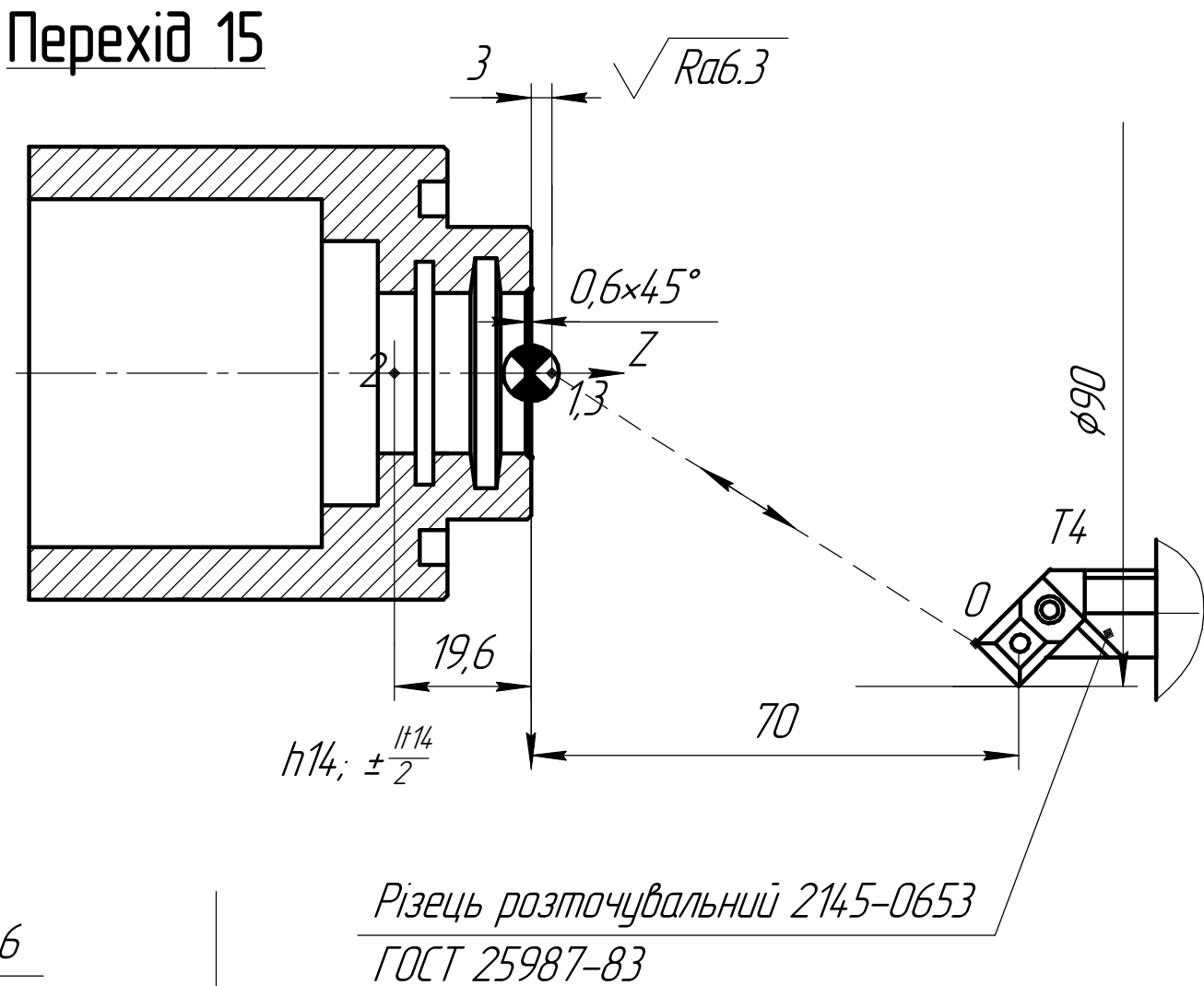
Перехід 10,11



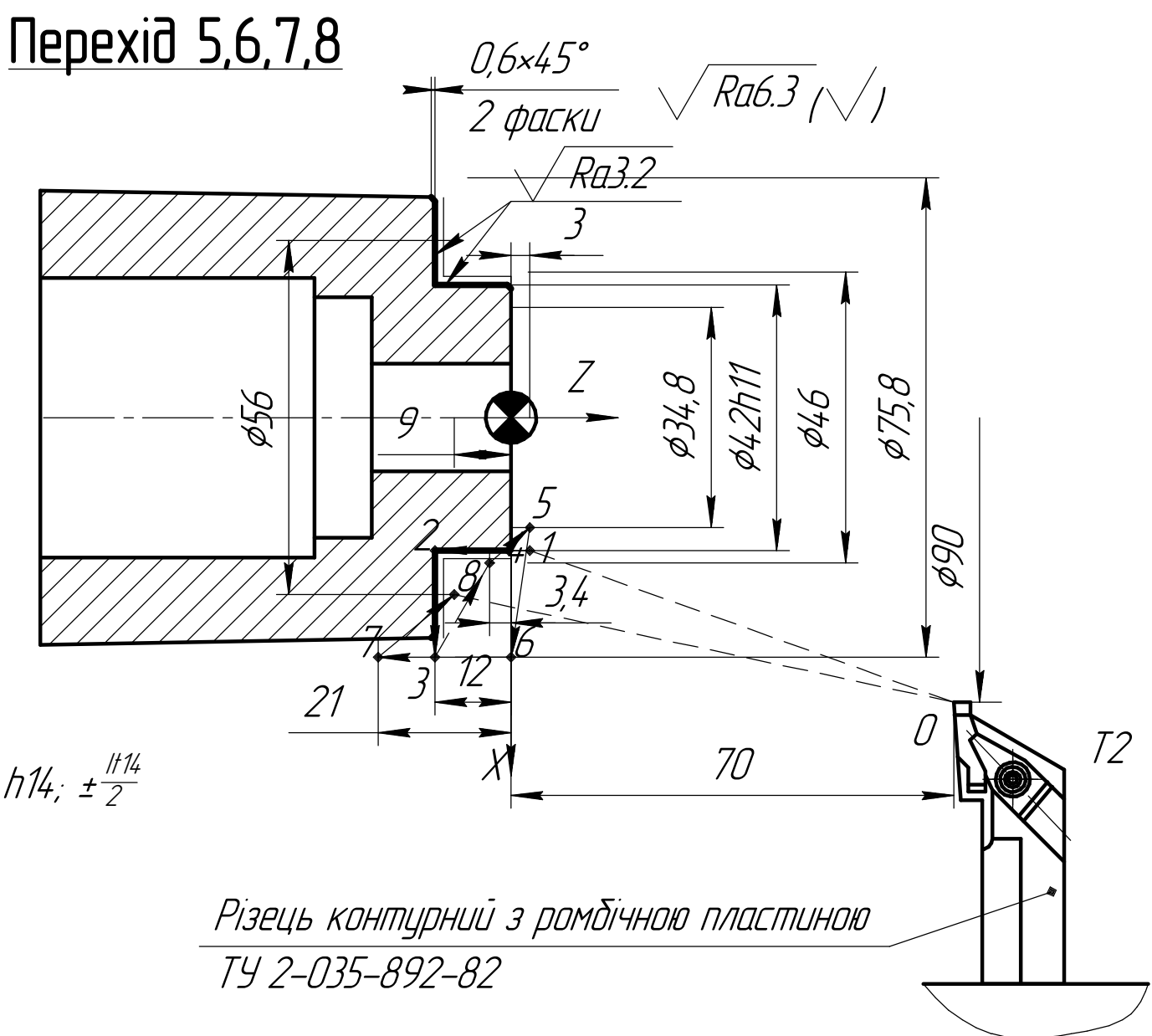
Перехід 14



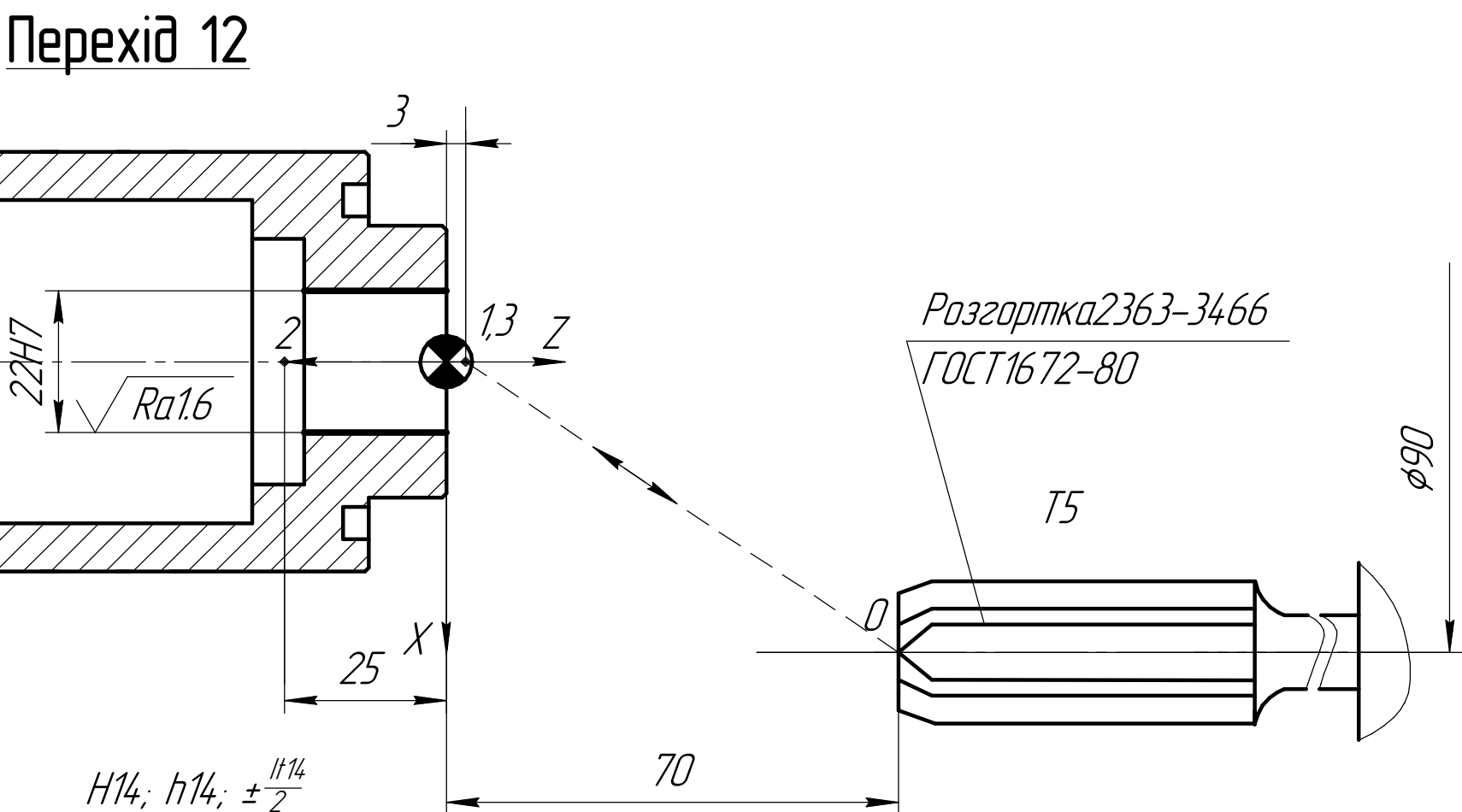
Перехід 15



Перехід 5,6,7,8



Перехід 12



005	15.	Точити фаску 7 однократно	163,9	0,6	2500	0,15
	14.	Розточити пов. 5 остаточно	233,1	2,75×2	2500	0,1
	13.	Розточити пов. 6 остаточно	194,3	2,5×2	2500	0,1
	12.	Розвернути пов. 4 остаточно	251,2	4,8.36	0,25	700
	11.	Розточити пов. 4 остаточно	190,8	151,9	0,75	2500
	10.	Розточити пов. 4 попередньо	157	1,5	2500	0,1
	9.	Розточити канавку 8 остаточно	94,2	2×2	600	0,13
	8.	Точити фаску 10 однократно	338	4,0	1500	0,06
	7.	Точити фаску 9 однократно	330	0,6	2000	0,06
	6.	Точити пов. 3 остаточно	450,9	0,7	2000	0,06
	5.	Точити пов. 2 остаточно	330	0,3	2500	0,06
	4.	Точити пов. 3 попередньо	112,7	3,0	500	0,8
	3.	Точити пов. 2 попередньо	107	2,0	800	0,9
	2.	Точити пов.1 однократно	117	2,4	800	0,8
№ операції		Токарно-револьверна з ЧПК	1В340Ф30	V,	t,	п,
№ переходу		Найменування операції	Обладнання	м/хв	мм	мм/хв
		Режими різання				

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

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

Тип роботи: БДР

(БДР, МКР)

Факультет МТ, кафедра ТАМ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 84,6%

Схожість 15,4%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Д.О. Лозінський

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Семашко О.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Савуляк В.В.

(прізвище, ініціали)