

# **ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Частина 2**

# **ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Частина 2  
Самостійна та індивідуальна  
робота студентів**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

# **ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ**

## **Частина 2**

**Самостійна та індивідуальна робота студентів**

Навчальний посібник

Вінниця  
ВНТУ  
2021

УДК 621.01(075.8)

О-75

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 13 від 29 квітня 2021 р.)

**Автори:**

О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков

**Рецензенти:**

**О. В. Грушко**, доктор технічних наук, професор,

**В. І. Савуляк**, доктор технічних наук, професор,

**І. В. Севостьянов**, доктор технічних наук, професор

О-75      **Основи** технології машинобудування. Частина 2. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 90 с.

ISBN 978-966-641-861-9

Посібник містить: теми лекцій, питання, що на них розглядаються, зміст практичних занять та лабораторних робіт, методику виконання індивідуального домашнього завдання студентами денної форми навчання та контрольної роботи студентами заочної форми навчання, питання для підготовки до проміжного та підсумкового контролів знань, тест для самоконтролю. Наведено приклади умов задач контрольних робіт для поточного та підсумкового контролю знань і приклади розв'язання цих задач.

Призначений для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 131 – «Прикладна механіка».

УДК 621.01(075)

ISBN 978-966-641-861-9

© ВНТУ, 2021

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
2 ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ І ПИТАННЯ, ЩО НА НИХ РОЗГЛЯДАЮТЬСЯ .....	7
3 ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ .....	11
4 ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....	13
5 ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЗА КРЕДИТНО- МОДУЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ.....	15
6 ІНДИВІДУАЛЬНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ (ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ) І КОНТРОЛЬНА РОБОТА (ДЛЯ СТУДЕНІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ) .....	17
6.1 Зміст індивідуального домашнього завдання.....	17
6.2 Приклад виконання індивідуального домашнього завдання.....	17
7 МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ .....	37
7.1 Теми тестових завдань з теоретичної підготовки .....	37
7.2 Зміст, умови і приклади розв'язання задач .....	39
8 ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.....	44
9 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХОДУ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ, ЙОГО ЗМІСТ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ .....	74
9.1 Зміст екзамену .....	74
9.2 Критерії оцінювання знань під час складання екзамену.....	77
ЛІТЕРАТУРА .....	78
ДОДАТКИ .....	81
Додаток А Бланк індивідуального домашнього завдання .....	82
Додаток Б Приклади схем установів заготовок (згідно з ГОСТ 3.1107–81) .....	83
Додаток В Правильні відповіді тестових завдань .....	88

## ВСТУП

У другій частині дисципліни «Основи технології машинобудування» розглядаються основи проектування технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей машин, основи проектування технологічних процесів складання машин, а також основи технологічної підготовки машинобудівного виробництва.

Методологічну основу проектування технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей та складання машин склали наукові праці вчених у галузі технології машинобудування професорів: Б. С. Балакшина, М. Є. Єгорова, А. І. Каширіна, В. М. Кована, В. С. Корсакова, І. М. Колесова, А. О. Маталіна, С. П. Митрофанова, А. П. Соколовського, І. С. Солоніна та багатьох інших науковців-машинобудівників.

В результаті вивчення дисципліни «Основи технології машинобудування» (зокрема її другої частини) студент має **знати** основні принципи проектування технологічних процесів і операцій виготовлення машинобудівних виробів і **вміти** розробляти та аналізувати ці технологічні процеси, виконуючи потрібні розрахунки, зокрема розмірні.

Дисципліна є основою для подальшого вивчення таких спеціальних дисциплін, як «Технологія машинобудування», «Складальні процеси в машинобудуванні», «Технологічне оснащення», «Основи автоматизації виробництва», «Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва», «Проектування пристосувань», «Технології для верстатів з ЧПК» та інших, а також для курсового й дипломного проектування.

СРС передбачає:

- підготовку до аудиторних занять (лекцій, практичних занять, лабораторних робіт);
- опрацювання навчального матеріалу, отриманого під час усіх видів аудиторних занять;
- опрацювання тем, відведених для СРС;
- виконання індивідуальних домашніх завдань;
- підготовка до заходів поточного контролю;
- підготовка до заходів підсумкового контролю;
- участь у наукових дослідженнях, що пов'язані з дисципліною.

Викладачі контролюють виконання студентами всіх видів СРС, встановлюють терміни виконання робіт, їхнього захисту, кількість балів за якісне виконання кожного виду роботи.

Поточний контроль проводиться у вигляді контрольних робіт у кінці кожного з модулів, захисту лабораторних робіт та індивідуальних домашніх завдань. Підсумки поточного контролю викладач доводить до відома студентів і окреслює можливі шляхи для поліпшення якості навчання. Крім того, результати обговорюються на засіданнях кафедри і, за потреби, повідомляються батькам студентів.

Результати поточного і підсумкового контролю фіксуються в журналі викладача. Ця інформація має бути доступною для студентів протягом усього терміну вивчення дисципліни.

Для контрольних заходів пропонуються задачі, зміст яких передбачає реалізацію набутих умінь та знань під час вивчення теоретичного матеріалу, виконання практичних і лабораторних робіт. Оцінка за виконання задачі має враховувати правильність вибраної послідовності її розв'язання, достатність обсягу виконаних розрахунків та їхню відповідність умові задачі, уміння студента вільно орієнтуватися в нормативних матеріалах.

Підсумковий контроль знань (екзамен) передбачає тестування з теоретичної підготовки та розв'язання задачі з розробки маршруту механічної обробки заготовки нескладної деталі.

Матеріалами навчально-методичного забезпечення СРС є:

- робоча програма навчальної дисципліни, підручники та навчальні посібники, навчальні матеріали як у друкованому, так і в електронному вигляді;

- методичні рекомендації та посібники для виконання заходів СРС;

- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, практичних занять, індивідуальних домашніх робіт;

- питання для поточного (модульного) контролю знань;

- тест для самоконтролю;

- завдання для виконання контрольних робіт;

- питання для складання заходу підсумкового контролю.

Посібник призначений для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання.

## 1 МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення другої частини дисципліни «Основи технології машинобудування» є опанування основами проектування технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей машин та основами проектування технологічних процесів складання машин для забезпечення:

- проектної якості виробів;
- найменшої їх собівартості;
- запланованого обсягу випуску виробів.

В результаті вивчення другої частини дисципліни «Основи технології машинобудування» студент має *знати* основні принципи проектування технологічних процесів та операцій виготовлення машинобудівних виробів і *вміти* розробляти та аналізувати ці технологічні процеси, виконуючи потрібні розрахунки, зокрема розмірні.

Заходами з *поточного* контролю знань студентів є:

- опитування під час захисту лабораторних робіт;
- опитування під час захисту індивідуальних (домашніх) завдань;
- написання контрольних робіт після завершення кожного з модулів.

Заходом з *підсумкового* контролю знань студентів є екзамен.

Самостійна робота студентів під час теоретичного навчання передбачає:

- поглиблене вивчення матеріалу дисципліни;
- виконання індивідуального домашнього завдання та підготовку до його захисту;
- написання звітів з лабораторних робіт та підготовка до їх захисту;
- підготовка до лекційних, лабораторних та практичних занять;
- підготовка до написання модульних контрольних робіт (для студентів денної форми навчання).
- виконання контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання).



## **2 ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ І ПИТАННЯ, ЩО НА НИХ РОЗГЛЯДАЮТЬСЯ**

### **Тема 1 (Лекція 1). Вступ**

1.1 Предмет, задачі, структура і зміст дисципліни «Основи технології машинобудування. Частина 2».

1.2 Організація навчання за КМС.

### **Тема 2 (Лекція 2). Види технологічних процесів**

Поняття одиничного, типового і групового технологічних процесів, спеціалізованого робочого місця, групової технологічної операції.

Література: [3, 6, 13].

### **Тема 3 (Лекція 3). Загальна послідовність і основні етапи проектування технологічних процесів механічної обробки**

3.1 Мета проектування технологічного процесу механічної обробки.

3.2 Основні етапи проектування технологічних процесів механічної обробки і послідовність цих етапів.

Література: [3, 6, 22].

### **Тема 4 (Лекція 4). Початкові дані для проектування технологічних процесів механічної обробки**

4.1 Склад вихідної інформації для проектування технологічних процесів механічної обробки.

4.2 Поняття базової, керівної та довідкової інформації.

Література: [6, 22].

### **Тема 5 (Лекція 5). Аналіз технологічності конструкції деталі**

5.1 Поняття технологічності виробу.

5.2 Загальні правила забезпечення технологічності конструкції деталі.

5.3 Зміст технологічного контролю конструкції виробу.

Література: [2, 6, 18, 20, 22].

### **Тема 6 (Лекція 6). Вибір вихідної заготовки**

6.1. Мета вибору вихідної заготовки.

6.2 Загальні правила вибору найраціональнішого способу виготовлення вихідної заготовки.

Література: [6, 22, 26, 35].

### **Тема 7 (Лекція 7). Вибір способів і кількості ступенів (переходів) механічної обробки поверхонь**

7.1 Фактори, які впливають на вибір способів механічної обробки поверхонь.

7.2 Визначення кількості ступенів (переходів) механічної обробки окремих поверхонь.

Література: [3, 6, 7, 12, 22].

## **Тема 8 (Лекції 8 і 9). Вибір технологічних баз**

8.1 Загальні правила вибору технологічних баз.

8.2 Комплекти технологічних баз, використовувані у машинобудуванні.

8.3 Поняття штучних технологічних баз.

8.4 Вибір чистових технологічних баз. Задача, яка розв'язується під час вибору чистових технологічних баз. Поняття принципу постійності баз.

8.5 Вибір чорнових технологічних баз. Задачі, які розв'язуються під час вибору чорнових технологічних баз.

Література: [6, 7, 9, 29].

## **Тема 9. (Лекція 10). Розробка маршруту механічної обробки**

9.1 Загальна послідовність етапів механічної обробки.

9.2 Суть, переваги і недоліки побудови маршруту механічної обробки з використанням принципу диференціації операцій.

9.3 Суть, переваги і недоліки побудови маршруту механічної обробки з використанням принципу концентрації операцій.

Література: [6, 7, 9, 12].

## **Тема 10. (Лекція 11). Вибір обладнання і різальних інструментів**

10.1 Поділ верстатів за ознакою широти використання: верстати широкого призначення (універсальні); верстати високої продуктивності; спеціалізовані верстати; спеціальні верстати. Технологічні можливості і сфери застосування цих верстатів.

10.2 Фактори, що впливають на вибір верстатів для операцій механічної обробки.

10.3 Вибір різальних інструментів для операцій механічної обробки. Фактори, що впливають на вибір типів різальних інструментів.

10.4 Особливості і переваги застосування різальних інструментів з надтвердих матеріалів в сучасному машинобудуванні.

Література: [3, 6, 21, 22].

## **Тема 11 (Лекція 12). Порівняння маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат**

Мета і послідовність виконання порівняння маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат.

Література: [6, 7].

## **Тема 12 (Лекції 13 і 14). Припуски для механічної обробки**

12.1 Поняття припуску на механічну обробку.

12.2 Методи визначення припусків.

Література: [4, 6, 7, 9, 20, 32, 33, 35, 36].

**Тема 13 (Лекція 15). Визначення технологічних розмірів обробки циліндричних поверхонь**

Методика розрахунку технологічних розмірів обробки зовнішніх циліндричних поверхонь і отворів.

Література: [4, 6, 7, 9, 20].

**Тема 14 (Лекції 16 і 17). Розмірний аналіз технологічних процесів механічної обробки**

14.1 Початкові дані і мета виконання розмірного аналізу технологічного процесу.

14.2 Вибір розташування технологічних розмірів.

14.3 Визначення допусків вихідної заготовки і допусків технологічних розмірів.

14.4 Побудова розмірної схеми технологічного процесу.

14.5 Побудова похідного і вихідного графів-дерев та суміщеного графа.

14.6 Знаходження рівнянь технологічних розмірних ланцюгів.

14.7 Визначення проміжних мінімальних припусків для обробки плоских поверхонь.

14.8 Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків, корекція допусків технологічних розмірів.

Література: [6, 7, 9, 23].

**Тема 15 (Лекція 18). Визначення режимів різання**

15.1 Початкові дані і послідовність визначення режимів різання.

15.2 Визначення глибини різання.

15.3 Призначення подачі. Види подач.

15.4 Визначення швидкості різання та частоти обертання шпинделя.

15.5 Визначення потужності різання.

15.6 Визначення розрахункової довжини робочого ходу інструмента і основного машинного часу.

Література: [6, 7, 10, 17, 21, 26].

**Тема 16 (Лекція 19). Основи технічного нормування операцій механічної обробки**

16.1 Поняття норми часу.

16.2 Визначення складових штучного і штучно-калькуляційного часу.

Література: [6, 7, 10, 15, 16, 28].

**Тема 17 (Лекція 20). Основні поняття технологічного процесу складання машини**

Поняття технологічного процесу складання. Види з'єднань (нерухомі рознімні; нерухомі нерознімні; рухомі рознімні; рухомі нерознімні).

Література: [3, 6].

**Тема 18 (Лекція 21). Мета і основні етапи проектування технологічних процесів складання машин**

18.1 Мета проектування технологічного процесу

18.2 Основні етапи проектування технологічних процесів складання машин і послідовність цих етапів.

Література: [3, 6].

**Тема 19 (Лекції 22 і 23). Проектування технологічних процесів складання машин**

19.1 Вихідна інформація для проектування технологічних процесів складання машини. Склад базової, керівної та довідкової інформації.

19.2 Аналіз конструкції та технологічності виробу.

19.3 Розробка технологічних схем складання.

19.4 Попередня розробка технологічного маршруту складання. Встановлення типу виробництва.

19.5 Вибір організаційної форми складання.

19.6 Розробка маршрутної технології складання.

19.7 Нормування складальних операцій.

19.8 Поняття випробування машини. Зміст приймально-здавальних і спеціальних (дослідних) випробувань.

Література: [3, 6].

**Тема 20 (Лекція 24). Технологічна підготовка виробництва**

Поняття технічної підготовки виробництва. Зміст і мета технологічної підготовки виробництва. Правила оформлення технологічної документації.

Література: [6, 20, 31].

### 3 ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичні заняття проводяться на основі вивченого теоретичного матеріалу.

*Метою* практичних занять є закріплення й поглиблення теоретичних знань, а також опанування основами виконання технологічних розрахунків.

#### Практичне заняття № 1

*Тема заняття* – аналіз технологічності конструкції деталі.

*Мета заняття* – набуття практичних навичок виконання якісного аналізу технологічності конструкції деталі.

Тривалість – одна година.

Література: [2, 6, 18, 20, 22].

#### Практичне заняття № 2

*Тема заняття* – вибір чистових технологічних баз.

*Мета заняття* – набуття практичних навичок вибору чистових технологічних баз на операціях механічної обробки.

Тривалість – дві години.

Література: [6, 7, 9, 29].

#### Практичне заняття № 3

*Тема заняття* – вибір чорнових технологічних баз.

*Мета заняття* – набуття практичних навичок вибору чорнових технологічних баз (технологічних баз для першої операції механічної обробки).

Тривалість – дві години.

Література: [6, 7, 13].

#### Практичне заняття № 4

*Тема заняття* – розробка маршруту механічної обробки.

*Мета заняття* – набуття практичних навичок розробки маршруту обробки заготовки деталі з використанням принципів концентрації і диференціації операцій.

Тривалість – дві години.

Література: [6, 7, 9, 12].

#### Практичне заняття № 5

*Тема заняття* – визначення припусків для механічної обробки за допомогою розрахунково-аналітичного методу.

*Мета заняття* – набуття практичних навичок визначення складових мінімального припуску для механічної обробки з урахуванням конкретних технологічних умов.

Тривалість – дві години.

Література: [4, 6, 7, 9, 20].

### **Практичне заняття № 6**

*Тема заняття* – визначення проміжних технологічних розмірів обробки циліндричних поверхонь і розмірів вихідної заготовки.

*Мета заняття* – набуття практичних навиків розрахунку проміжних технологічних розмірів обробки циліндричних поверхонь і розмірів вихідної заготовки на основі попереднього визначення мінімальних припусків.

Тривалість – одна година.

Література: [4, 6, 7, 9, 20].

### **Практичне заняття № 7**

*Тема заняття* – розмірний аналіз технологічних процесів механічної обробки.

*Мета заняття* – набуття практичних навиків виконання розмірного аналізу технологічного процесу механічної обробки заготовки нескладної деталі типу «тіло обертання».

Тривалість – дві години.

Література: [6, 7, 9].

## 4 ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторні роботи виконуються на основі вивченого теоретичного матеріалу.

**Метою** виконання лабораторних робіт є набуття навичок проведення машинобудівних експериментальних досліджень.

### Лабораторна робота № 1

*Тема роботи* – дослідження вібрацій у системі ВПД.

*Мета роботи* – вивчення вібраційних процесів, що спричиняються автоколиваннями системи ВПД, і впливу вібрацій на якість оброблюваних поверхонь.

Тривалість – дві години.

Література: [6, 13, 28].

### Лабораторна робота № 2

*Тема роботи* – дослідження можливостей керування пружними зміщеннями в системі ВПД зміненням подачі.

*Мета роботи* – вивчення можливостей підвищення точності токарної обробки циліндричної заготовки керуванням пружними зміщеннями в системі ВПД зміненням подачі.

Тривалість – дві години.

Література: [5, 28].

### Лабораторна робота № 3

*Тема роботи* – дослідження впливу режимів різання на шорсткість проточеної поверхні.

*Мета роботи* – вивчення впливу швидкості, подачі й глибини різання на шорсткість обробленої поверхні, набуття практичних навичок вимірювання шорсткості, знайомство з конструкцією приладів для вимірювання шорсткості.

Тривалість – дві години.

Література: [28].

### Лабораторна робота № 4

*Тема роботи* – оптимізація режимів різання.

*Мета роботи* – ознайомлення з методикою вибору на ПЕОМ оптимальних режимів різання за допомогою побудови математичної моделі процесу різання.

Тривалість – чотири години.

Література: [7].

## **Лабораторна робота № 5**

*Тема роботи* – Визначення норми часу операції механічної обробки у серійному виробництві

*Мета роботи* – набуття практичних навичок розрахунку й експериментального визначення норми часу на виконання операції механічної обробки.

Тривалість – чотири години.

Література: [6, 7, 15, 17].



## 5 ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЗА КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ

Програма курсу розрахована на 48 години аудиторних занять та 57 годин самостійної роботи студентів (СРС) і передбачає складання екзамену в кінці семестру.

### 1 РОБОТА В СЕМЕСТРІ

#### 1.1 Розподіл балів за роботу в аудиторії

Види роботи	Бали
1. Відвідування лекції	0,5
2. Відвідування практичного заняття	0,5
3. Вчасний захист якісно оформленої лабораторної роботи	4

#### 1.2 Розподіл навчальних заходів і балів за модулями

##### Модуль № 1

Види навчальних заходів та їх кількість	Трудовісткість заходу (у балах)
12 лекцій	6
3 лабораторних роботи	12
6 годин практичних занять	3
Контрольна робота № 1	11
<b>Всього балів</b>	<b>32</b>

##### Модуль № 2

Види навчальних заходів і їх кількість	Трудовісткість заходу (у балах)
12 лекцій	6
2 лабораторних роботи	8
6 годин практичних занять	3
Індивідуальне домашнє завдання:	
рівень виконання	7
рівень захисту	8
Контрольна робота № 2	11
<b>Всього балів</b>	<b>43</b>

Кожну з контрольних робіт студент може писати лише один раз у терміни, визначені робочим планом дисципліни. Написання контрольних робіт в інші терміни можливе лише за документально підтверджених поважних причин.

Максимальна сама балів, яку студент може отримати за КМС під час теоретичного навчання, складає 75.

## 2ЕКЗАМЕН

Оцінка студента за результатами кредитно-модульної системи залежить від суми балів, набраних під час теоретичного навчання і складання екзамену, визначається за нижченаведеною таблицею.

Бальна оцінка з дисципліни	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	Відмінно
82–89	B	Добре
75–81	C	
64–73	D	Задовільно
60–63	E	
35–59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену з дисципліни
0–34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент вважається допущеним до екзамену, якщо він виконав навчальний план дисципліни, що означає вчасне виконання та обов'язкове позитивне оцінювання всіх передбачених робочою програмою дисципліни лабораторних робіт та індивідуального домашнього завдання.

Студентам, які не виконали навчальний план з дисципліни і не набрали необхідну кількість балів, викладач виставляє в заліково-екзаменаційну відомість бальну оцінку з дисципліни та пише «недопущений». Викладач визначає для кожного з них обсяг додаткової роботи для вивчення дисципліни і термін складання екзамену. Екзамен ці студенти складають після повного виконання навчального плану з дисципліни після закінчення заліково-екзаменаційної сесії. Студент може підвищити свою бальну оцінку з дисципліни (БОД) і бути допущеним до екзамену, якщо до консультації виконав необхідну додаткову роботу з метою повного виконання навчального плану дисципліни.

Студенти, які за сумою балів поточного та модульного контролю у триместрі отримали БОД 60 балів і вище, можуть, за їхнім бажанням, бути:

- звільнені від складання екзамену і отримати оцінку, відповідну бальній оцінці з дисципліни за національною шкалою та за шкалою ECTS;
- допущені до складання екзамену з метою підвищення оцінки.

Якщо студент протягом теоретичного навчання успішно виконав усі види навчальної роботи, пройшов модульний контроль, виявив ґрунтовні та систематичні знання, брав участь у виконанні творчих робіт з дисципліни і набрав 73–75 балів, то викладач має право звільнити його від складання екзамену і зарахувати такому студенту навчальний курс у даному семестрі з оцінками: «відмінно» (за національною шкалою), «А» (за шкалою ECTS).

На екзамені викладач оцінює знання та навички студента і виставляє у відомість узагальнену оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS. Кількість dodаних балів не може перевищувати 25.

## **6 ІНДИВІДУВАЛЬНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ (ДЛЯ СТУДЕНІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ) І КОНТРОЛЬНА РОБОТА (ДЛЯ СТУДЕНІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ)**

### **6.1 Зміст індивідуального домашнього завдання**

Програма дисципліни ОТМ передбачає під час вивчення другої частини виконання одного індивідуального домашнього завдання (ІДЗ) студентами денної форми навчання і однієї контрольної роботи студентами заочної форми навчання.

Завдання і контрольна робота передбачають розв'язання взаємопов'язаної сукупності задач з проектування технологічного процесу механічної обробки заготовки нескладної деталі, а саме: виконання таких етапів:

- 1) якісний аналіз технологічності конструкції деталі;
- 2) визначення кількості ступенів механічної обробки циліндричної поверхні і вибір способів її механічної обробки;
- 3) вибір чистових і чорнових технологічних баз; аналіз похибок базування, що виникають на одній з операцій (крім першої);
- 4) розробка маршруту механічної обробки з розробкою змісту операцій, вибором типів верстатів, зображенням схем базування та обробки;
- 5) визначення проміжних припусків розрахунково-аналітичним методом;
- 6) розрахунок технологічних розмірів на механічну обробку циліндричної поверхні.

Бланк завдання для виконання ІДЗ і контрольної роботи розміщений у додатку А.

### **6.2 Приклад виконання індивідуального домашнього завдання**

Розглянемо виконання завдання на прикладі деталі «Корпус». Креслення деталі показано на рис. 6.1.

Початкові дані:

- тип виробництва – середньосерійний;
- матеріал деталі – чавун СЧ18;
- спосіб виготовлення заготовки – вилівок у піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші (клас розмірної точності 10).

#### *6.2.1 Якісний аналіз технологічності конструкції деталі*

Деталь «Корпус» є базовою деталлю підшипникового вузла. Конструкторською основною базою є площина лап (база Б). Конструкторськими допоміжними базами є отвір  $\varnothing 72H7^{(+0,03)}$  (база А) і торець, що прилягає до цього отвору. До розмірів, шорсткості і відносного розташування саме цих поверхонь призначені найжорсткіші вимоги точності. Усі інші поверхні є кріпильними і вільними. Таким чином, зроблено висновок, що передбачені кресленням деталі вимоги точності повністю узгоджуються з її службовим призначенням.



Креслення деталі містить усі необхідні для виготовлення деталі розміри та інші технічні вимоги. Передбачені усі три розміри, які поєднують оброблені поверхні з необробленими. Це вимога відносного розташування (симетричності) кріпильних отворів  $\varnothing 13$  мм відносно зовнішнього необробленого контуру деталі (бази *B*). а також розміри  $20 \pm 0,5$  мм (*Д*) і 21 мм (*Ж*).

В цілому конфігурація деталі є досить простою і дозволяє застосовувати високопродуктивні способи обробки.

Матеріал деталі (сірий чавун СЧ18) є технологічним з точки зору обробки різанням.

Конструкція деталі дозволяє суміщати вимірювальні, технологічні і конструкторські бази для забезпечення розмірів, що мають жорсткі допуски.

Деталь має одну точну поверхню – отвір  $\varnothing 72H7$  мм. Під час виготовлення деталі дійсний розмір цього отвору може безпосередньо визначатись універсальним вимірювальним інструментом – індикаторним нутроміром, а контроль має виконуватись за допомогою граничного калібру-пробки.

Деталь і вихідна заготовка мають досить розвинуті поверхні, що можуть використовуватись як за чорнові, так і за чистові технологічні бази. Тому немає необхідності введення в конструкцію деталі додаткових елементів для використання їх за штучні технологічні бази.

#### 6.2.2 *Визначення кількості ступенів механічної обробки циліндричної поверхні і вибір способів її механічної обробки*

Визначимо кількість ступенів (переходів) механічної обробки отвору  $\varnothing 72H7$  мм виберемо способи її механічної обробки.

Вихідною заготовкою деталі є вилівок із сірого чавуну в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші 10-го класу розмірної точності.

Допуск діаметрального розміру отвору у вихідній заготовці  $T_{\text{заг}}$  згідно з [32] складає 2,8 мм. Відповідно до креслення деталі допуск  $T_{\text{дет}}$  діаметрального розміру отвору  $\varnothing 72H7$  дорівнює 0,03 мм.

Загальне уточнення складе

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}} = \frac{2800}{30} \approx 93.$$

Припустимо, що таке уточнення може бути досягнуто за чотири переходи механічної обробки. Згідно з рекомендаціями [6] приймемо для перших трьох переходів:  $\varepsilon_1 = 5$ ;  $\varepsilon_2 = 4$ ;  $\varepsilon_3 = 3$ .

Знайдемо уточнення, яке має бути забезпечене на четвертому (останньому) переході,

$$\varepsilon_4 = \frac{\varepsilon_{\Sigma}}{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3} = \frac{93}{5 \cdot 4 \cdot 3} = 1,55.$$

Визначимо розрахункові значення допусків технологічних розмірів

$$T_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{\varepsilon_1} = \frac{2800}{5} = 560 \text{ (мкм)};$$

$$T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{560}{4} = 140 \text{ (мкм)};$$

$$T_3 = \frac{T_2}{\varepsilon_3} = \frac{140}{3} = 46 \text{ (мкм)}.$$

$$T_4 = T_{\text{дет}} = \frac{T_3}{\varepsilon_4} = \frac{47}{1,55} = 30 \text{ (мкм) (IT7)}.$$

Отримані розрахункові значення допусків технологічних розмірів, що мають бути забезпечені на першому і другому переходах, збільшимо до найближчих нормативних значень. Отже, остаточно прийнемо:

$$T_1 = 740 \text{ мкм (IT14)};$$

$$T_2 = 190 \text{ мкм (IT11)};$$

$$T_3 = 46 \text{ мкм (IT8)};$$

$$T_4 = 30 \text{ мкм (IT7)}.$$

Виберемо способи механічної обробки отвору.

З урахуванням необхідності забезпечення досить жорсткої вимоги паралельності осі отвору відносно площини *B* (див. рис. 6.1), вибираємо як спосіб механічної обробки для усіх чотирьох переходів розточування (чорнове, напівчистове, чистове і тонке).

### 6.2.3 Вибір чистових і чорнових технологічних баз

#### *Вибір чистових технологічних баз (операція 010)*

На операції 010 заготовка встановлюється на площину і два пальці (циліндричний і зрізаний). Ескіз обробки зі схемою базування, що відповідає вибраній схемі установка, показано на рис. 6.2. На ескізі обробки вказані лише ті розміри і вимоги відносного розташування, які забезпечуються механічною обробкою саме на операції 010.

Отже, вибрано такий комплект технологічних баз:

- установна явна база;
- подвійна опорна явна база;
- опорна явна база.

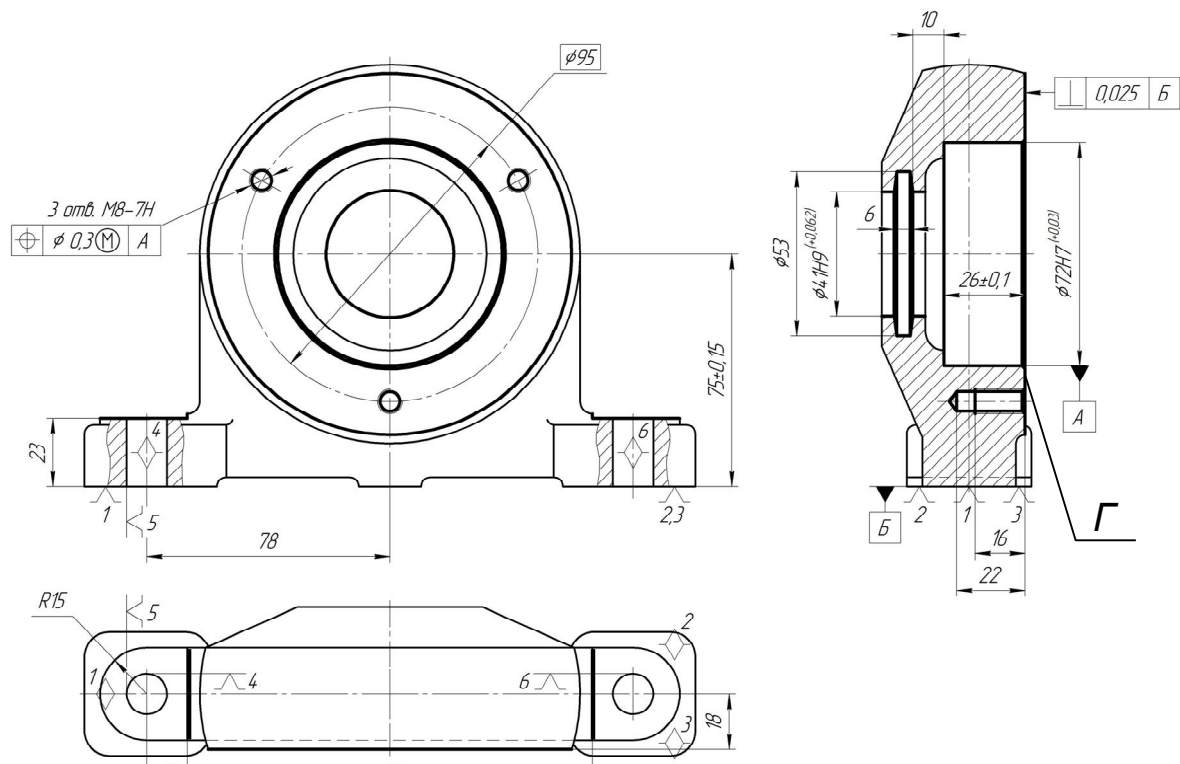


Рисунок 6.2 – Ескіз обробки зі схемою базування (операція 010)

Виконано аналіз впливу похибки базування на розміри, що забезпечуються на цій операції. Результати аналізу показані у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Аналіз вибору технологічних баз на операції 010

Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
1	2	3
Вимога перпендикулярності площини $\Gamma$ відносно бази $B$	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
Вимога відносного розташування трьох кріпильних отворів $M8$ відносно бази $A$	відсутня	Обробка відповідних поверхонь з одного установа
Розмір $75 \pm 0,15$	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
Розміри 78 і 13	наявна	Дорівнює максимальному зазору між отвором $\varnothing 13H12$ і циліндричним пальцем
Розмір 18	наявна	Дорівнює максимальному зазору між отворами $\varnothing 13H12$ і пальцями (циліндричним і зрізаним)

Продовження табл. 6.1

1	2	3
Розміри: 130 26 ± 0,1, 12, 6, 16, 22	відсутня	Обробка поверхонь, розташування яких координується вказаними розмірами, з одного установа
Похибка базування відсутня на усі діаметральні розміри отворів		

Як впливає з таблиці 6.1, величина похибки базування на розміри 78 мм, 18 мм і 13 мм дорівнює величині максимального зазору між отворами  $\varnothing 13H12$  мм і установочними пальцями  $\varnothing 13e8\left(\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}\right)$  мм. Таким чином,

$$\Delta_{\max} = D_{\max} - d_{\min}, \quad (6.1)$$

де  $D_{\max}$  і  $d_{\min}$  – відповідно, максимальний діаметр отвору і мінімальний діаметр пальця.

Підставивши відповідні значення в (6.1), отримаємо

$$\Delta_{\max} = 13,18 - 12,941 = 0,239 \text{ мм} = 239 \text{ (мкм)}.$$

Оскільки похибка базування на розміри 78 мм, 18 мм і 13 мм суттєво менша, ніж допуски на ці розміри, то вважатимемо, що запропонована схема базування на операції 010 є прийнятною.

#### *Вибір чорнових технологічних баз (операція 005)*

Ескіз обробки на першій операції зі схемою базування показаний на рис. 6.3.



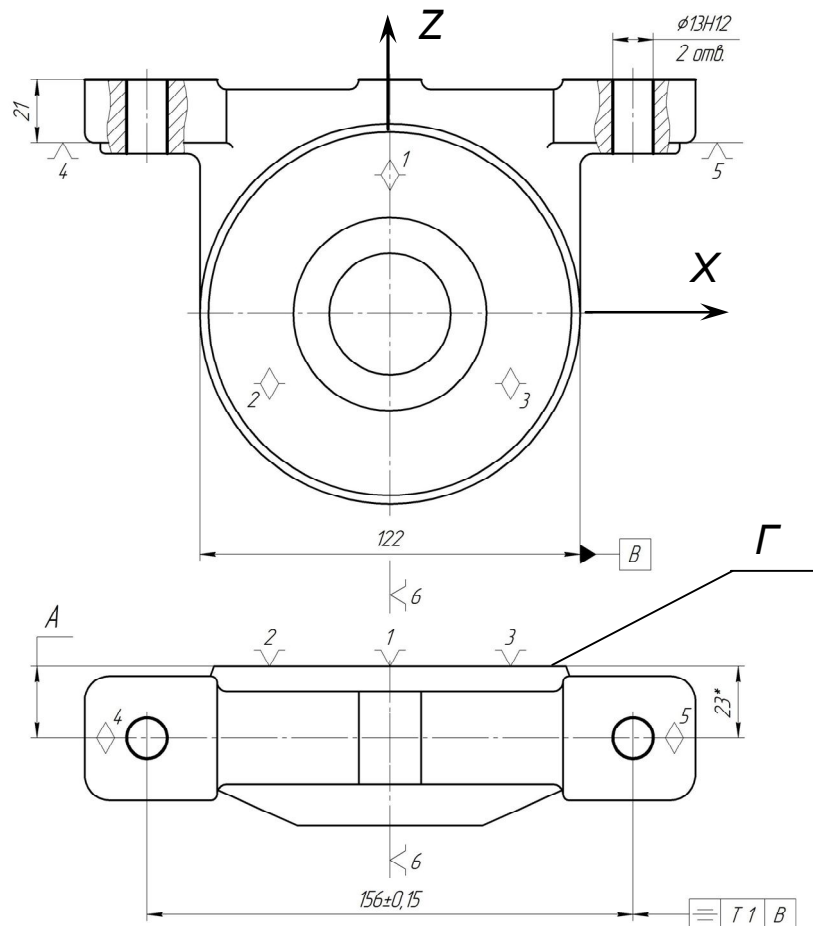


Рисунок 6.3 – Схема базування на операції 005  
(чорнові технологічні бази)

За установну явну базу вибрана площина  $\Gamma$ . Таке рішення розв’язує задачу забезпечення знімання мінімального рівномірного припуску з цієї площини під час її попередньої механічної обробки на операції 010.

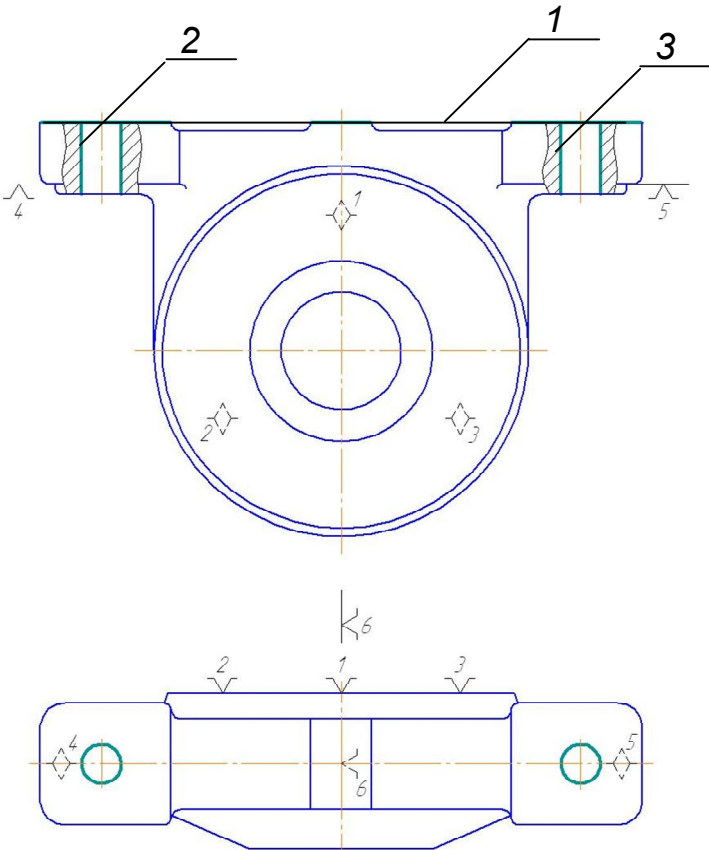
Для реалізації напямної явної бази використані необроблювані поверхні обох «лап». Це розв’язує задачу забезпечення розмірного зв’язку між оброблюваними і необроблюваними поверхнями у напрямі осі  $Z$ , а саме: розміру 21 мм.

За опорну приховану базу вибрана площина симетрії зовнішнього необроблюваного контуру деталі (вимірювальна база  $B$ ). Таке розташування технологічної бази розв’язує задачу забезпечення розмірного зв’язку між оброблюваними і необроблюваними поверхнями у напрямі осі  $X$ , а саме: вимоги розташування (симетричності) двох отворів  $\text{Ø}13H12$  мм відносно бази  $B$ .

#### 6.2.4 Розробка маршруту механічної обробки

Маршрут механічної обробки показаний у вигляді таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Маршрут механічної обробки

Номер, назва і зміст операції	Ескіз обробки зі схемою базування	Тип і модель верстата
1	2	3
<p><b>005 Вертикально-фрезерна з ЧПК</b></p> <p>1. Фрезерувати площину 1 попередньо.                  2. Центрувати отвори 2 і 3.                  3. Свердлити отвори 2 і 3.                  4. Фрезерувати площину 1 остаточно.</p>	 <p>The drawing consists of two views: a top view (upper) and a side view (lower). The top view shows a circular part with a central hole and two side holes. The side view shows a cylindrical part with a central hole and two side holes. The drawing is annotated with numbers 1 through 6 and arrows indicating specific features and operations.</p>	<p>Вертикально-фрезерний з ЧПК ЛТ260МФ3</p>

Продовження табл. 6.2

Номер, назва і зміст операції	Ескіз обробки зі схемою базування	Тип і модель верстата
1	2	3
<p><b>010 Вертикально-фрезерна з ЧПК</b></p> <p>1. Фрезерувати площину 1 попередньо.</p> <p>2. Розточити отвір 2 попередньо з підрізанням торця 3.</p> <p>3. Розточити отвір 4 одноразово.</p> <p>4. Фрезерувати канавку 5 по контуру одноразово.</p> <p>5. Фрезерувати площину 1 попередньо.</p> <p>6. Розточити отвір 2 попередньо.</p> <p>7. Центрувати 3 отвори 6.</p> <p>8. Свердлити 3 отвори 6.</p> <p>9. Нарізати різь в отворах 6.</p> <p>10. Фрезерувати площину 1 остаточно.</p> <p>11. Розточити отвір 2 попередньо.</p> <p>12. Розточити фаску 7.</p> <p>13. Розточити отвір 2 остаточно.</p>	<p>The drawing consists of three main parts: a top circular view showing concentric circles and chamfers, a bottom longitudinal section showing the internal structure and features 1-7, and a detailed cross-section of a hole on the right side showing features 1-7. The features are numbered 1 through 7, corresponding to the operations listed in the text.</p>	<p>Вертикально-фрезерний з ЧПК ЛТ260МФ3 з поворотним столом</p>

### 6.2.5 Розрахунок проміжних припусків для механічної обробки циліндричної поверхні

Визначимо мінімальні проміжні припуски на механічну обробку отвору  $\varnothing 72H7$ .

Отвір  $\varnothing 72H7$  ( $^{+0,030}$ ) мм обробляється на одній операції з одного установа. Розрахунковий ескіз показано на рис. 6.4.

Встановлення заготовки здійснюється на опорні пластини і два пальці (циліндричний і зрізаний). Діаметр виконавчих (установних) поверхонь пальців –  $\varnothing 13e8$  ( $^{-0,032}_{-0,059}$ ) мм. Закріплення заготовки – за допомогою гвинтового затискача.

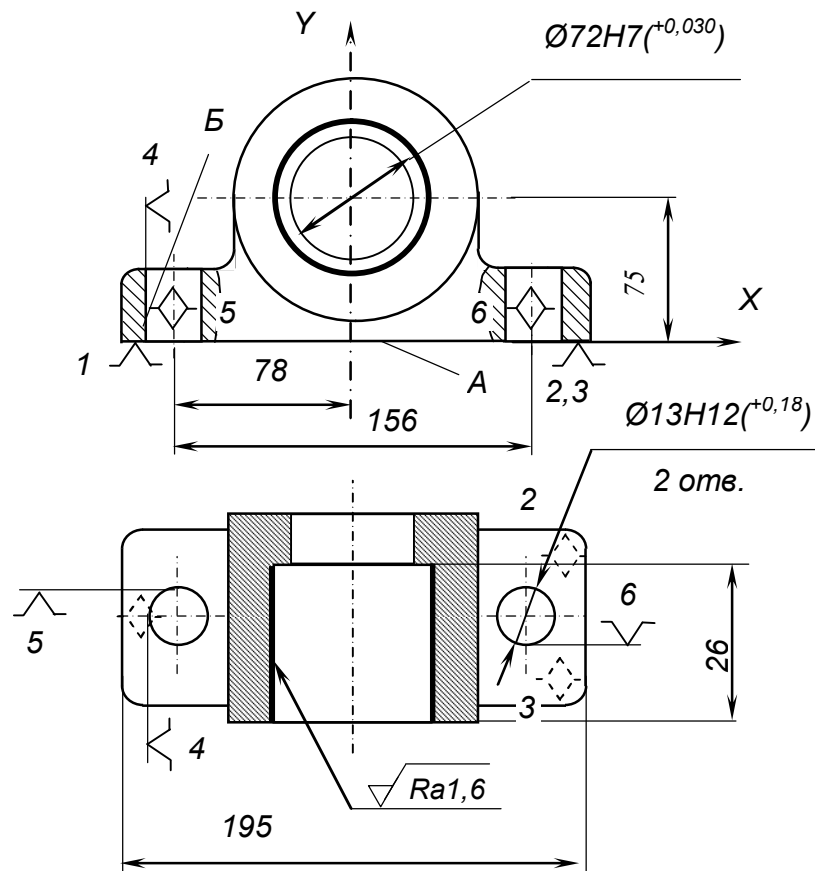


Рисунок 6.4 – Ескіз зі схемою базування на операції обробки отвору  $\varnothing 72H7$ .

Заготовка – вилівок в піщано-глинисті форми із сірого чавуну (10-й клас розмірної точності відповідно до ГОСТ 26645—85). Допуск діаметрального розміру отвору у вихідній заготовці – 2,8 мм.

Маршрутом механічної обробки отвору  $\varnothing 72H7$  мм складається з чотирьох переходів: чорнового, напівчистового, чистового і тонкого розточування на свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті ІР320ПМФ4. Всі переходи здійснюються на одному установі заготовки.

Чистові технологічні бази (площина і два отвори Ø13H12) утворюються на першій операції механічної обробки.

Мінімальний проміжний припуск для механічної обробки циліндричних поверхонь із застосуванням розрахунково-аналітичного методу визначається за формулою

$$2z_{\min i} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{B i}^2} \right), \quad (6.2)$$

де  $i$  – порядковий номер виконуваного технологічного переходу;

$Rz_{i-1}$ ,  $h_{i-1}$ ,  $\rho_{i-1}$  – відповідно, висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та просторові відхилення оброблюваної поверхні (відносно технологічних баз), які утворились на технологічному переході, що передує виконуваному;

$\varepsilon_{B i}$  – похибка встановлення заготовки у верстатний пристрій, яка виникає на виконуваному технологічному переході.

Визначимо елементи мінімального припуску для всіх чотирьох переходів обробки отвору.

Для поверхні отвору у вихідній заготовці сумарне значення величин  $Rz$  і  $h$  складає 600 мкм [20, табл. 4.25].

Значення  $Rz$  і  $h$  після чорнового розточування складають, відповідно, 50 мкм [20, табл. 4.27] і 0 мкм (матеріал заготовки – сірий чавун).

Прийmemo, що після напівчистового розточування величина  $Rz$  складе 25 мкм ( $Ra = 6,3$  мкм), а після чистового, відповідно, –  $Rz = 13$  мкм ( $Ra = 3,2$  мкм).

Величину просторових відхилень отвору оброблюваної поверхні визначено за формулою

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{жол}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2}, \quad (6.3)$$

де  $\rho_{\text{жол}}$  – відхилення поверхні вихідної заготовки від правильної геометричної форми (циліндричності), спричинені жолобленням;

$\rho_{\text{зм}}$  – зміщення осі отвору поверхні вихідної заготовки відносно технологічних баз.

Згідно з [32, табл. 2], величина  $\rho_{\text{жол}}$  для 6-го ступеня жолоблення складе 400 мкм.

Величина  $\rho_{\text{зм}}$  суттєво залежить від схеми базування на першій операції (005). Тому для визначення величини  $\rho_{\text{зм}}$  розглянемо операційний ескіз механічної обробки заготовки на цій операції (рис. 6.5).

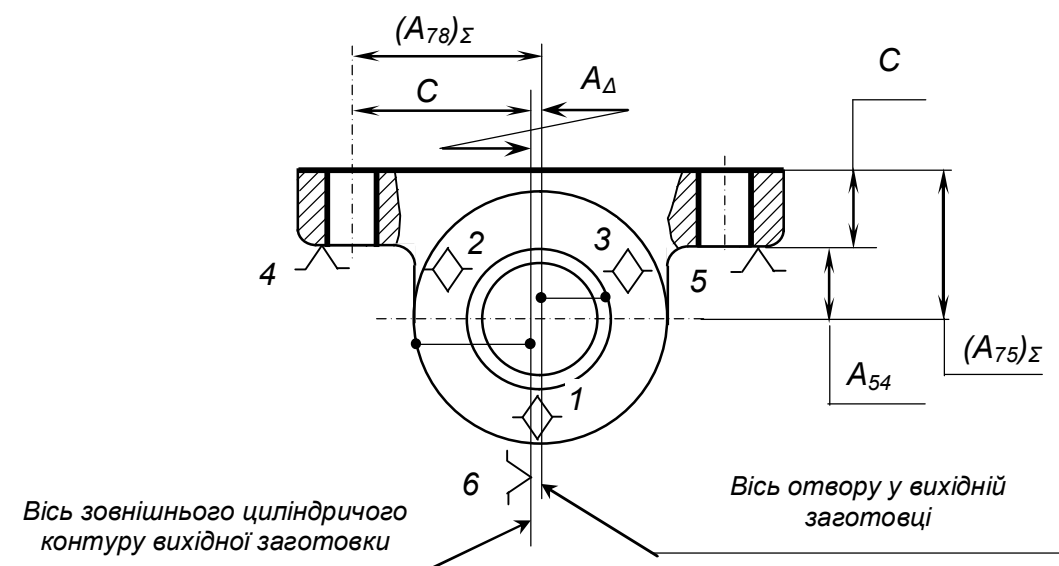


Рисунок 6.5 – Ескіз зі схемою базування на операції обробки чистових баз (операція 005)

Схема базування на першій операції відповідає розв'язанню задачі забезпечення розмірного зв'язку оброблених поверхонь з необробленими стосовно розмірів 21 мм ( $\mathcal{J}$ ) і вимоги відносного розташування (симетричності) кріпильних отворів  $\varnothing 13$  мм відносно зовнішнього необробленого контуру деталі (база  $B$ ). Таким чином, вісь отвору у вихідній заготовці пов'язана з чистовими технологічними базами (площиною  $A$  і отвором  $B$ ) розмірами, відповідно,  $A_{78}$  і  $A_{75}$ . Тому знайдемо  $\rho_{3M}$  як середньоквадратичне значення сумарних похибок механічної обробки цих розмірів, тобто

$$\rho_{3M} = \sqrt{(\varepsilon_{\Sigma 78})^2 + (\varepsilon_{\Sigma 75})^2}. \quad (6.4)$$

Визначимо величини  $\varepsilon_{\Sigma 78}$  та  $\varepsilon_{\Sigma 75}$  за спрощеною формулою визначення сумарної похибки механічної обробки

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \omega^2} \quad (6.5)$$

де  $\varepsilon_6$  – похибка базування;

$\omega$  – середньостатистична точність способу механічної обробки.

Знайдемо похибки базування на розміри  $A_{78}$  і  $A_{54}$ , побудувавши відповідні розмірні ланцюги (рис. 6.5). З рис. 6.5 випливає, що

$$\varepsilon_{\sigma_{78}} = T(A_{\Delta}) + T(C),$$

де  $T(A_{\Delta})$  — відхилення від співвісності осі отвору у вихідній заготовці відносно осі зовнішнього циліндричного контуру вихідної заготовки.

Величина  $T(C)$  є похибкою настроєння й врахована в  $\omega$ . Тому прийнято, що  $T(C) = 0$ . Розмір  $A_{\Delta}$  з'єднує необроблені поверхні і тому величину допуску цього розміру визначено за ГОСТ 26645 – 87 [32]. Для заготовки 10-го ступеня точності  $T(A_{\Delta}) = 1200$  мкм. Таким чином,  $\varepsilon_{\sigma_{78}} = T(A_{\Delta}) = 1200$  мкм.

Аналогічно, знаходимо  $\varepsilon_{\sigma_{75}}$

$$\varepsilon_{\sigma_{75}} = T(A_{54}) + T(C),$$

і, відповідно,  $\varepsilon_{\sigma_{75}} = T(A_{54}) = 2400$  мкм.

Значення  $\omega_{78}$  (зміщення осі отвору після свердління відносно технологічних баз) згідно з [25, табл. 7, С. 16] складає 180 мкм.

Вважаючи, що двократне фрезерування площини (див. рис. 6.5) забезпечує 12-й квалітет точності, прийmemo  $\omega_{75} = 300$  мкм.

В результаті розрахунку за формулою (6.5), з урахуванням кількісних значень  $\varepsilon_{\sigma}$  і  $\omega$ , отримано

$$\varepsilon_{\Sigma_{78}} = \sqrt{(1200)^2 + (180)^2} = 1213 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_{\Sigma_{75}} = \sqrt{(2400)^2 + (300)^2} = 2563 \text{ мкм}.$$

За формулами (6.3) і (6.4) знайдемо кількісні значення  $\rho_{\text{зм}}$  і  $\rho_{\text{заг}}$

$$\rho_{\text{зм}} = \sqrt{(1213)^2 + (2563)^2} = 2835 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{(400)^2 + (2835)^2} = 2863 \text{ мкм}.$$

Залишкове значення просторового відхилення після чорнового розточування складе  $\rho_1 = 0,05 \cdot 2863 = 143$  мкм, а після напівчистового —  $\rho_2 = 0,05 \cdot 143 = 7$  мкм. Величина залишкового просторового відхилення після чистового розточування менша за 1 мкм і тому ним нехтуємо.

Похибку встановлення на першому переході (чорновому розточуванні) визначено як середньоквадратичне значення цих похибок у напрямках осей  $X$  і  $Y$  (див. рис. 6.4)

$$\varepsilon_B = \sqrt{\varepsilon_{B_x}^2 + \varepsilon_{B_y}^2}. \quad (6.6)$$

Похибка встановлення у напрямі кожної з осей визначалась за формулою

$$\varepsilon_B = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (6.7)$$

Похибка базування  $\varepsilon_{\delta_x}$  у напрямі осі  $X$  визначалась як поле розсіювання розміру  $A_{\Delta_x}$  (рис. 6.6), який з'єднує в горизонтальній площині вісь отвору вихідної заготовки з віссю обертання розточувальної оправки.

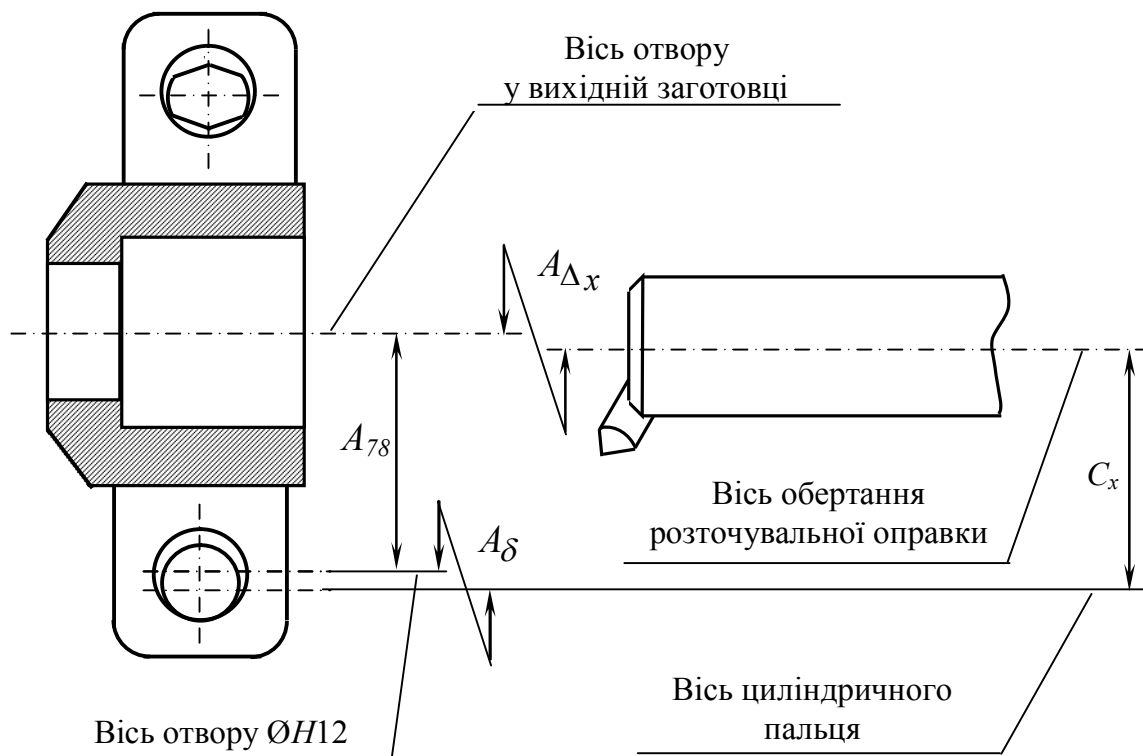


Рисунок 6.6 – Схема розмірного ланцюга для визначення похибки базування як складової мінімального припуску у напрямі осі  $X$

Рівняння для визначення похибки базування у напрямі осі  $X$  має вигляд

$$\varepsilon_{\delta_x} = \delta(A_{\Delta_x}) = T(A_{78}) + T(A_{\delta}) + T(C_x).$$

Величина  $T(A_{78})$  фактично є полем розсіювання розміру 78 мм і повністю врахована у величині  $\rho_{3M}$ .



Величина  $T(C_x)$  є похибкою настроєння. Кількісне значення цієї похибки, порівняно з іншими складовими припуску, є незначним і ним можна знехтувати.

Величина  $T(A_\delta)$  дорівнює величині максимально можливого зміщення осі отвору у вихідній заготовці через зазор між отвором  $\varnothing 13H12$  мм і циліндричним пальцем  $\varnothing 13e8(-0,032 / -0,059)$  мм, тобто максимальному зазору. Таким чином,

$$\varepsilon_{\delta_x} = T(A_\delta) = D_{\max} - d_{\min}, \quad (6.8)$$

де  $D_{\max}$  і  $d_{\min}$  – відповідно, максимальний діаметр отвору і мінімальний діаметр пальця.

Підставивши відповідні значення в (6.8), отримаємо

$$\varepsilon_{\delta_x} = 13,18 - 12,941 = 0,239 \text{ мм} = 239 \text{ мкм.}$$

Оскільки за прийнятої схеми встановлення затискні сили спрямовані у напрямі осі  $Y$ , то похибка закріплення у напрямі осі  $X$  відсутня і, таким чином,  $\varepsilon_{B_x} = \varepsilon_{\delta_x} = 239$  мкм.

Знайдемо похибку встановлення у напрямі осі  $Y$  ( $\varepsilon_{B_y}$ ).

Похибку  $\varepsilon_{\delta_y}$  визначимо як поле розсіювання розміру  $A_{\Delta_y}$  (рис. 6.7).

Цей розмір з'єднує вісь отвору у вихідній заготовці з віссю обертання розточувальної оправки у напрямі осі  $Y$ . Складемо відповідний технологічний розмірний ланцюг. Розмір  $A_{\Delta_y}$  у цьому ланцюзі є ланкою замикання.

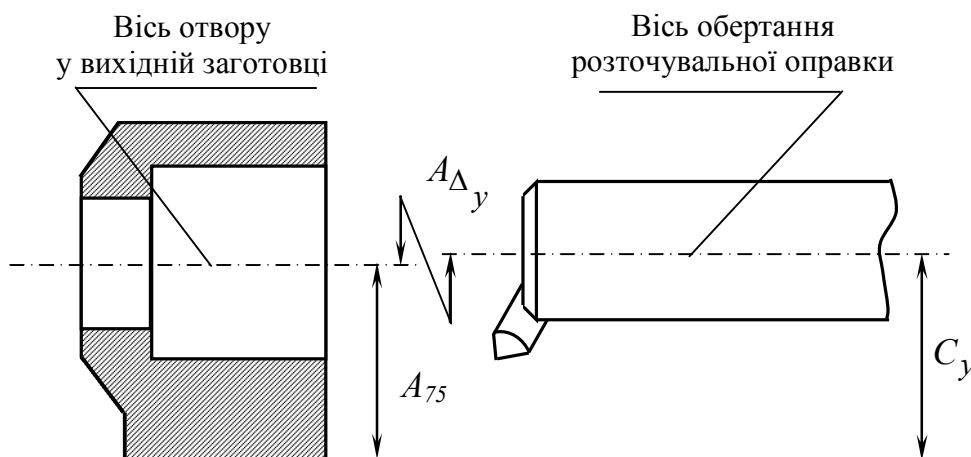


Рисунок 6.7 – Схема розмірного ланцюга для визначення похибки базування у напрямі осі  $Y$

Таким чином,

$$\varepsilon_{\delta_y} = \delta(A_{\Delta_y}) = T(A_{75}) + T(C_y).$$

Величина  $T(A_{75})$  визначена раніше як сумарна похибка розміру 75 мм і повністю врахована у  $\rho_{3M}$ . Величиною  $T(C_y)$  нехтуємо, як і у випадку розрахунку  $\varepsilon_{\delta_x}$ . Отже,  $\varepsilon_{\delta_y} = 0$ .

Оскільки сили закріплення направлені паралельно осі  $Y$ , то, згідно з [20, табл. 4.37], похибка закріплення у напрямі цієї осі складе 90 мкм. Таким чином,  $\varepsilon_{B_y} = \varepsilon_{3_y} = 100$  мкм.

За формулою (6.6) визначено похибку встановлення на першому переході – чорновому розточуванні

$$\varepsilon_{B_1} = \sqrt{239^2 + 100^2} = 260 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка встановлення на напівчистовому розточуванні складе

$$\varepsilon_{B_2} = 0,05 \cdot 260 = 13 \text{ мкм,}$$

а на чистовому розточуванні

$$\varepsilon_{B_2} = 0,05 \cdot 13 = 0,7 \text{ мкм} \approx 0.$$

За формулою (6.2) визначимо розрахункові мінімальні проміжні припуски для розточування:  
чорнового

$$2z_{\min_1} = 2 \left( 600 + \sqrt{2865^2 + 260^2} \right) = 2 \cdot 3460 \text{ мкм;}$$

напівчистового

$$2z_{\min_2} = 2 \left( 50 + \sqrt{143^2 + 13^2} \right) = 2 \cdot 200 \text{ мкм;}$$

чистового

$$2z_{\min_3} = 2 \left( 25 + \sqrt{7^2} \right) = 2 \cdot 32 \text{ мкм.}$$

і тонкого

$$2z_{\min 4} = 2 \cdot 13 \text{ мкм.}$$

Оскільки розрахункові мінімальні припуски на чистове і тонке розточування виявились меншими за мінімальну товщину стружки, яку здатен зняти різець, виберемо мінімальні припуски на ці переходи за нормативними таблицями [9] (таблиця В.4, додаток В). Таким чином, остаточно приймемо  $2z_{\min 3} = 2 \cdot 150 \text{ мкм}$ ,  $2z_{\min 4} = 2 \cdot 50 \text{ мкм}$ ,

Отже, в результаті розрахунків визначені величини всіх мінімальних проміжних припусків для чотирьох переходів – чорнового, напівчистового, чистового і тонкого розточування.

6.2.6 Розрахунок технологічних розмірів механічної обробки циліндричної поверхні

Всі розрахунки виконано за методикою [9, с. 70–80].

Визначимо технологічні розміри на всі переходи обробки, розміри вихідної заготовки, максимальні і загальні припуски для обробки отвору  $\varnothing 72H7^{(+0,030)}$  мм, використовуючи значення мінімальних проміжних припусків, розрахованих у п. 6.1.6. Результати розрахунків записано у таблицю 6.3.

У стовпець 1 записано переходи обробки отвору у послідовності їх виконання, починаючи з отвору у вихідній заготовці (вилівку).

У стовпцях 2, 3, 4, 5 «Елементи припуску» записано знайдені раніше елементи мінімальних припусків і розраховані мінімальні припуски (стовпець 6).

Визначимо розрахункові розміри для всіх чотирьох переходів (стовпець 7):

- тонке розточування

$$d_{p4} = 72,030 \text{ мм;}$$

- чистове розточування

$$d_{p3} = d_{p4} - 2z_{\min 4}$$

$$d_{p3} = 71,93 - 2 \cdot 0,050 = 71,93 \text{ мм;}$$

- напівчистове розточування

$$d_{p2} = d_{p3} - 2z_{\min 3}$$

$$d_{p2} = 71,93 - 2 \cdot 0,15 = 71,63 \text{ мм;}$$

- чорнове розточування

$$d_{p1} = d_{p2} - 2z_{\min 2}$$
$$d_{p1} = 71,63 - 2 \cdot 0,200 = 71,23 \text{ мм};$$

- для вихідної заготовки

$$d_{\text{заг}} = 71,23 - 2 \cdot 3,46 = 64,31 \text{ мм}.$$

Далі у стовпець 10 записано найбільші граничні розміри для всіх технологічних переходів, заокруглені в сторону зменшення розрахункових розмірів.

У стовпець 9 записано найменші граничні розміри, отримані відніманням допуску від заокругленого найбільшого граничного розміру.

Далі визначено і записано в стовпець 11 значення прийнятих мінімальних припусків  $2z_{\min}$  як різниця найбільших технологічних розмірів виконуваного і попереднього переходів.

Таким чином,  
для чорнового розточування

$$2z_{\min 1} = 71,23 - 64,3 = 2 \cdot 3,465 \text{ мм} = 2 \cdot 3465 \text{ мкм};$$

для напівчистового розточування

$$2z_{\min 2} = 71,63 - 71,23 = 2 \cdot 0,200 \text{ мм} = 2 \cdot 200 \text{ мкм};$$

для чистового розточування

$$2z_{\min 3} = 71,93 - 71,63 = 2 \cdot 0,150 \text{ мм} = 2 \cdot 150 \text{ мкм};$$

для тонкого розточування

$$2z_{\min 4} = 72,030 - 71,930 = 2 \cdot 0,050 \text{ мм} = 2 \cdot 50 \text{ мкм}.$$

Далі визначено і записано у стовпець 12 значення прийнятих максимальних припусків  $2z_{\max}$  як різниця найменших технологічних розмірів виконуваного і попереднього переходів.

Таким чином,  
для чорнового розточування

$$2z_{\max 1} = 70,49 - 61,5 = 2 \cdot 4,495 \text{ мм} = 2 \cdot 4495 \text{ мкм};$$

для напівчистового розточування

$$2z_{\max 2} = 71,44 - 70,49 = 2 \cdot 0,475 \text{ мм} = 2 \cdot 475 \text{ мкм};$$

для чистового розточування

$$2z_{\max 3} = 71,88 - 71,44 = 2 \cdot 0,222 \text{ мм} = 2 \cdot 222 \text{ мкм}.$$

для тонкого розточування

$$2z_{\max 4} = 72,000 - 71,88 = 2 \cdot 0,06 \text{ мм} = 2 \cdot 60 \text{ мкм}.$$

Загальні припуски  $2z_{\Sigma \min}$  і  $2z_{\Sigma \max}$  визначено як суму відповідних проміжних пропусків. Отримані значення записано у табл. 6.3.

Правильність виконаних розрахунків перевірено за формулою

$$2z_{\Sigma \max} - 2z_{\Sigma \min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}.$$

Отже,

$$2z_{\Sigma \max} - 2z_{\Sigma \min} = 10,5 - 7,37 = 2,77 \text{ мм}.$$

$$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} = 2,8 - 0,030 = 2,77 \text{ мм}.$$

Перевірка підтвердила правильність розрахунків.

Згідно з [32], для виливків рекомендовано симетричне розташування граничних відхилень відносно номінального розміру. Тому номінальний діаметр отвору у вихідній заготовці складе

$$d_{\text{заг ном}} = \frac{d_{\text{заг max}} + d_{\text{заг min}}}{2} = \frac{64,3 + 61,5}{2} = 62,9 \text{ мм}.$$

На кресленні вихідної заготовки (виливка) має бути вказаний розмір отвору  $\text{Ø}62,9 \pm 1,4 \text{ мм}$ .

У технологічній документації мають бути вказані такі технологічні розміри:

- після чорнового розточування  $\text{Ø}51,11^{+0,46} \text{ мм}$ ;
- після чистового розточування  $\text{Ø}51,82^{+0,12} \text{ мм}$ ;
- після тонкого розточування  $\text{Ø}52^{+0,046} \text{ мм}$ .

Таблиця 6.3 – Розрахунок припусків і технологічних розмірів на механічну обробку отвору  $\varnothing 72H7(^{+0,030})$  мм

Технологічні переходи обробки отвору $\varnothing 52H8(^{+0,046})$	Елементи припуску, мкм				Розрахований мінімальний припуск $2z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір $d_p$ , мм	Допуск $T$ , мкм	Граничні значення технологічних роз- мірів і розмірів ви- хідної заготовки, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	$Rz$	$h$	$\rho$	$\varepsilon_B$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вихідна заготовка (випуск)	600		2863	–	–	64,31	2800	61,5	64,3	–	–
Розточування чорнове	50	–	143	260	2·3460	71,23	740	70,49	71,23	2·3465	2·4495
Розточування напівчистове	25	–	7	13	2·200	71,63	190	71,44	71,63	2·200	2·475
Розточування чистове	13	–	0	0	(2·150)*	71,93	46	71,880	71,930	2·150	2·222
Розточування тонке	–	–	–	–	(2·50)*	72,03	30	72,000	72,030	2·50	2·60
Загальний припуск										2·3865	2·5250

\* Мінімальний проміжний припуск вибрано за [9] (додаток В, таблиця В.4).

## 7 МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ

Модульний контроль знань проводиться у вигляді контрольних робіт на останньому тижні теоретичного навчання кожного з двох модулів.

Контрольні роботи передбачають тестування з теоретичної підготовки і розв'язання задач.

### 7.1 Теми тестових завдань з теоретичної підготовки

#### Модуль № 1

1. Види технологічних процесів.
2. Послідовність і основні етапи проектування технологічних процесів виробництва деталей.
3. Склад початкових даних для проектування технологічного процесу.
4. Зміст і послідовність аналізу деталі на технологічність.
5. Вибір способу виготовлення заготовки. Які фактори враховуються під час вибору способу виготовлення заготовки?
6. Вибір способів механічної обробки окремих поверхонь.
7. Вибір кількості ступенів механічної обробки окремих поверхонь.
8. Вибір чистових технологічних баз.
9. Які вимоги до точності деталі впливають на вибір чистових технологічних баз?
10. Поняття штучних технологічних баз. У яких випадках вони використовуються? Наведіть приклади.
11. Поняття принципу постійності баз. Наведіть приклади його використання.
12. Поняття чорнових технологічних баз. Поясніть, як розв'язується задача забезпечення розмірного зв'язку між обробленими і необробленими поверхнями під час вибору чорнових технологічних баз. Наведіть приклад.
13. Поняття чорнових технологічних баз. Поясніть, як розв'язується задача знімання мінімального рівномірного припуску з певної поверхні під час вибору чорнових технологічних баз. Наведіть приклад.
14. Загальна послідовність виконання операцій механічної обробки деталей машин.
15. Побудова технологічного процесу механічної обробки з використанням концентрації операцій. Сфера застосування, переваги і недоліки.
16. Побудова технологічного процесу механічної обробки з використанням диференціації операцій. Сфера застосування, переваги і недоліки.
17. Вибір обладнання і різальних інструментів.
18. Порівняння маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат.

## Модуль № 2

1. Поняття припуску на механічну обробку. Поняття напуску. Способи визначення припусків. Початкові дані для визначення мінімального припуску.

2. Складові мінімального припуску на механічну обробку. Як вони визначаються?

3. Як визначаються просторові відхилення поверхні заготовки відносно технологічних баз під час розрахунку мінімального припуску на механічну обробку?

4. Визначення похибки встановлення як складової мінімального припуску на механічну обробку. Особливості знаходження похибки базування під час визначення мінімального припуску розрахунково-аналітичним методом.

5. Визначення проміжних технологічних розмірів обробки циліндричних поверхонь.

6. Мета, основні етапи і послідовність виконання розмірного аналізу технологічного процесу.

7. Вибір розташування технологічних розмірів під час виконання розмірного аналізу технологічного процесу.

8. Що таке розмірна схема технологічного процесу і для чого вона будується?

9. Що таке суміщений граф і для чого він будується під час виконання розмірного аналізу технологічних процесів механічної обробки?

10. Які дані отримує інженер-технолог після завершення виконання розмірного аналізу технологічного процесу?

11. Вибір режимів різання.

12. Поняття норми часу. Складові штучно-калькуляційного часу. Як вони визначаються?

13. Мета і основні етапи проектування технологічних процесів складання машин.

14. Вихідна інформація для проектування технологічного процесу складання.

15. Розробка технологічних схем складання.

16. Попередня розробка технологічного маршруту складання. Встановлення типу виробництва.

17. Організаційні форми складання.

18. Нормування складальних операцій.

19. Випробування машин.

20. Поняття технічної підготовки виробництва. Зміст і мета технологічної підготовки виробництва.

21. Зміст основних технологічних документів (маршрутної карти, операційної карти, карти ескізів, карти налагоджень).

22. Види описань технологічних процесів.



## 7.2 Зміст, умови і приклади розв'язання задач

### Модуль № 1

#### Умова задачі

Проаналізувавши задані вимоги точності, які мають бути забезпечені згідно з заданим операційним ескізом, потрібно виконати такі завдання.

1. Розробити схему базування, яка забезпечує відсутність або мінімальність похибки базування на всі розміри та інші показники точності, на які може впливати похибка базування.

2. Обґрунтувати вибір схеми базування, пояснивши чому саме буде відсутня (або буде мінімальною) похибка базування на кожний з показників точності.

3. Дати повне найменування всім базам.

#### Приклад розв'язання задачі

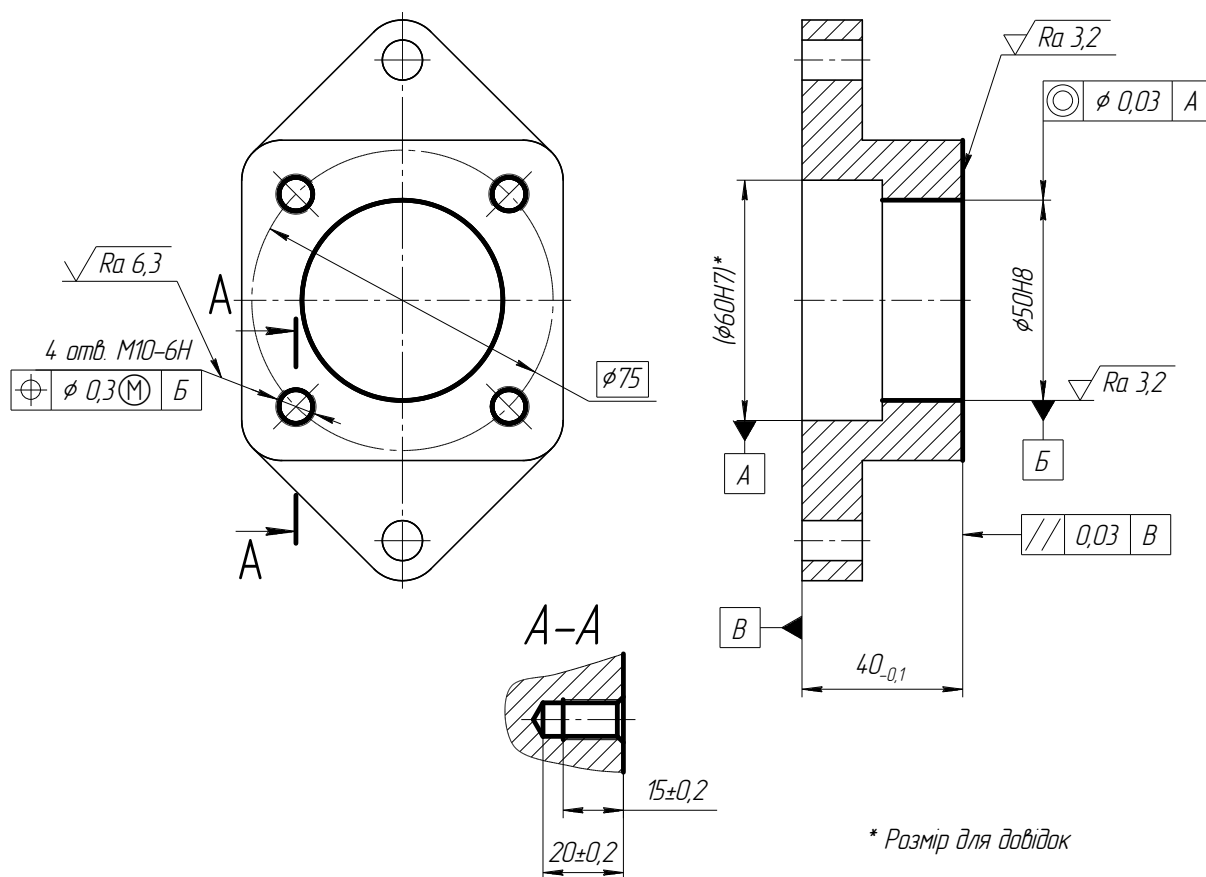


Рисунок 7.1 – Операційний ескіз

За результатами аналізу вимог точності запропонована схема базування, що показана на рис. 7.2.

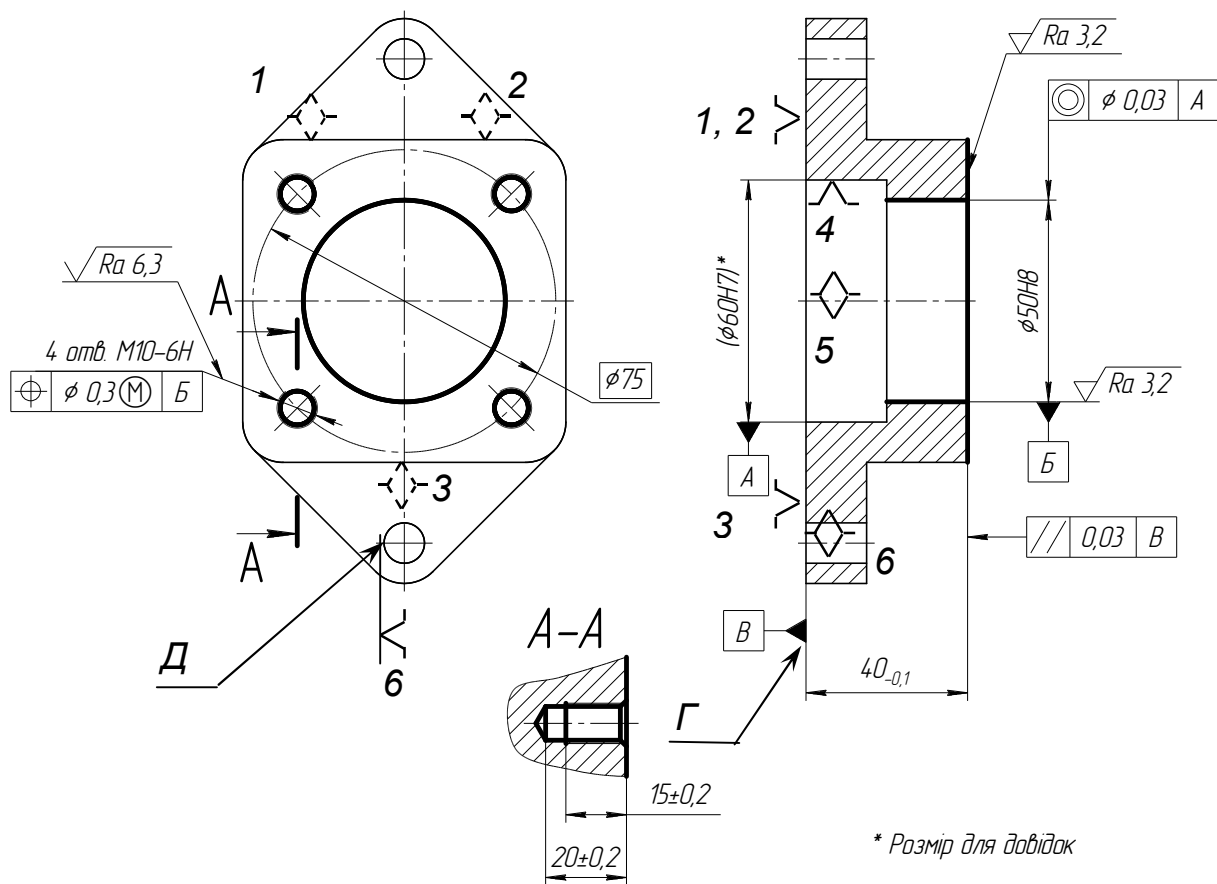


Рисунок 7.2 – Операційний ескіз зі схемою базування

Обґрунтування запропонованої схеми базування наведено у табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Обґрунтування запропонованої схеми базування

Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Похибка базування відсутня на усі діаметральні розміри		
Розмір $40_{-0,1}$	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
Розміри $20 \pm 0,2$ і $15 \pm 0,2$	відсутня	Обробка відповідних поверхонь з одного установа
Вимога паралельності	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
Вимога позиційного допуску	відсутня	Обробка відповідних поверхонь з одного установа
Вимога співвісності	мінімальна	Дорівнює зазору між отвором і циліндричною оправкою
Відстань між отворами M10 ( $\varnothing 75$ )	відсутня	Обробка відповідних поверхонь з одного установа

Запропонована схема базування використовує такі технологічні бази:

- установна явна база (площина Г);
- подвійна опорна явна база (отвір Ø60H7);
- опорна явна база (кріпильний отвір Г).

## Модуль № 2

### Умова задачі

Згідно з заданим кресленням деталі розв'язати нижчезказані завдання.

1. Розробити маршрут механічної обробки з висвітленням змісту операцій, вибором типів верстатів, зображенням схем базування. Поверхні, що обробляються на відповідній операції, показати потовщеною лінією. Результати роботи оформити у вигляді таблиці.

2. Обґрунтувати вибір чистових технологічних баз на одній з операцій.

3. Пояснити вибір чорнових технологічних баз.

### Приклад розв'язання задачі

Розглянемо виконання завдання на прикладі деталі «Кришка». Ескіз деталі показано на рис. 7.3.

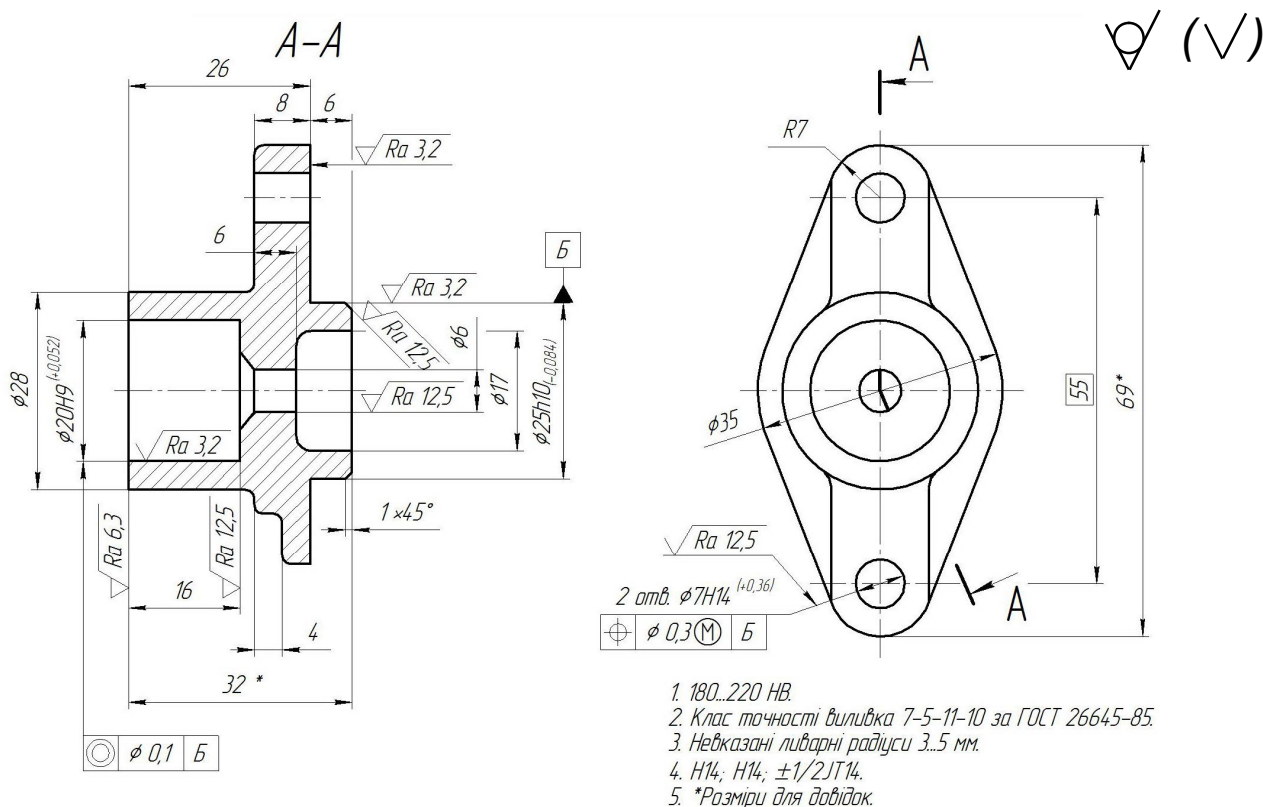


Рисунок 7.3 – Ескіз деталі (до прикладу розв'язання задачі контрольної роботи за модулем № 2)

### Початкові дані:

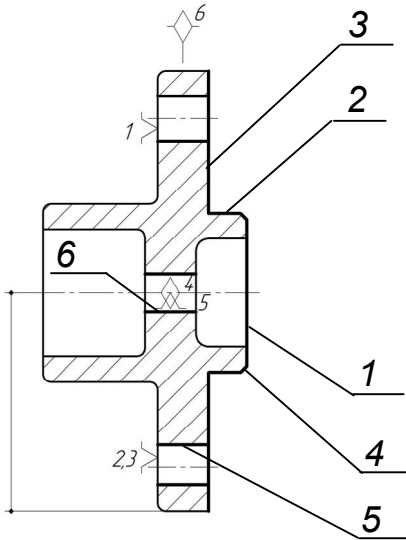
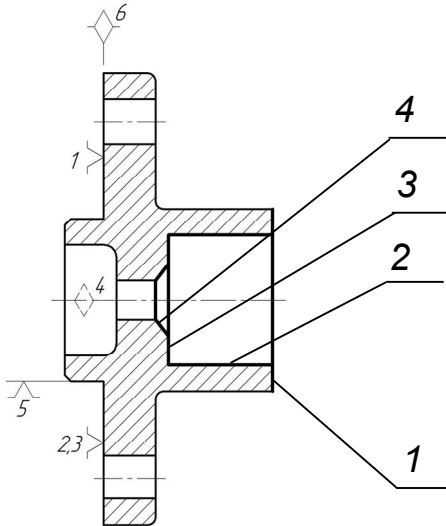
- тип виробництва – середньосерійний;

- вихідна заготовки – виліток в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші;

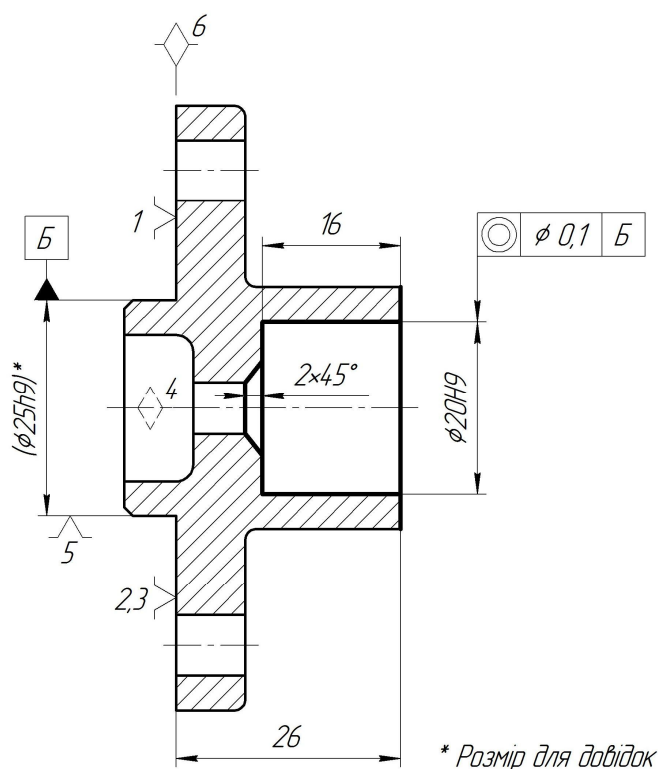
- матеріал заготовки – сірий чавун.

1. Розроблений маршрут механічної обробки показано у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Маршрут механічної обробки заготовки деталі «Кришка»

Номер, назва і зміст операції	Ескіз обробки зі схемою базування	Тип і модель верстата
<p><b>005 Токарна багатоцільова з ЧПК</b></p> <p>1. Точити торець 1 одноразово, точити поверхню 2 і торець 3 попередньо.</p> <p>2. Точити фаску 4 одноразово, поверхню 2 і торець 3 попередньо.</p> <p>3. Центрувати два отвори 5.</p> <p>4. Свердлити два отвори 5.</p> <p>5. Центрувати отвір 6.</p> <p>6. Свердлити отвір 6.</p> <p>7. Точити поверхню 2 і торець 3 остаточно.</p>		<p>Багатоцільовий токарний з ЧПК</p>
<p><b>010 Токарно-револьверна з ЧПК</b></p> <p>1. Точити торець 1 одноразово.</p> <p>2. Розточити отвір 2 попередньо, точити торець 3 одноразово.</p> <p>3. Зенкувати фаску 4.</p> <p>4. Розточити отвір 2 попередньо.</p> <p>5. Розточити отвір 2 остаточно.</p>		<p>Токарно-револьверний з ЧПК</p>

2. Обґрунтування вибору технологічних баз на операції 010 (чистових технологічних баз)



Таблиця 7.3 – Обґрунтування запропонованої схеми базування на операції 010

Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Розмір $\phi 20H9$	відсутня	Діаметральний розмір
Розмір 26	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
Розмір 16	відсутня	Обробка відповідних поверхонь з одного установа
Глибина фаски ( $2 \times 45^\circ$ )	відсутня	Обробка відповідних поверхонь з одного установа
Вимога співвісності	мінімальна	Дорівнює зазору між поверхнею $\phi 25h9$ і базувальним отвором верстатного пристрою

3. Пояснення щодо вибору технологічних баз на операції 005 (чорнових технологічних баз)

Запропонована схема базування розв'язує задачу забезпечення розмірного зв'язку між обробленими і необробленими поверхнями, а саме: розміру 8 мм і вимоги симетричності осі поверхні  $\phi 25h10$  відносно зовнішнього контуру деталі.

## 8 ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

### Настанова до виконання тестових завдань

Цей тест містить завдання закритої форми. Виконуючи завдання, потрібно з чотирьох запропонованих відповідей вибрати лише одну – правильну.

Правильні відповіді на питання тестових завдань розміщені у додатку В.

### **Змістовий модуль 1.** Основи проектування технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей

#### **Завдання 1**

Технологічний процес виготовлення чи ремонту виробу одного найменування, типорозміру і виконання незалежно від типу виробництва називають ...

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1) уніфікованим. | 3) одиничним.     |
| 2) типовим.      | 4) універсальним. |

#### **Завдання 2**

Технологічний процес виготовлення групи виробів зі спільними конструктивними і технологічними ознаками називають ...

- |                   |              |
|-------------------|--------------|
| 1) одиничним.     | 3) груповим. |
| 2) універсальним. | 4) типовим.  |

#### **Завдання 3**

Технологічний процес виготовлення виробів з різними конструктивними, але спільними технологічними ознаками називають ...

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1) одиничним. | 3) типовим.       |
| 2) груповим.  | 4) універсальним. |

#### **Завдання 4**

Одиничні технологічні процеси використовують ...

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1) тільки в масовому виробництві.   | 3) тільки в серійному виробництві. |
| 2) тільки в одиничному виробництві. | 4) в усіх типах виробництва.       |

#### **Завдання 5**

Типові технологічні процеси використовують ...

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1) тільки в масовому виробництві.   | 3) тільки в серійному виробництві. |
| 2) тільки в одиничному виробництві. | 4) в усіх типах виробництва.       |

### **Завдання 6**

Групові технологічні процеси використовують ...

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) в усіх типах виробництва.       | 3) тільки в одиничному виробництві. |
| 2) тільки в серійному виробництві. | 4) тільки в масовому виробництві.   |

### **Завдання 7**

Під час проектування технологічного процесу механічної обробки розробка маршруту обробки виконується після ...

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| 1) визначення припусків.   | 3) технічного нормування.    |
| 2) вибору режимів різання. | 4) вибору технологічних баз. |

### **Завдання 8**

Під час проектування технологічного процесу механічної обробки визначення технологічних розмірів виконується після ...

- 1) оформлення технологічної документації.
- 2) визначення припусків на механічну обробку.
- 3) вибору режимів різання.
- 4) технічного нормування.

### **Завдання 9**

Вихідну інформацію для проектування технологічних процесів механічної обробки поділяють на ...

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1) базову, керівну і довідкову. | 3) конструкторську і технологічну. |
| 2) основну і допоміжну          | 4) уніфіковану і галузеву.         |

### **Завдання 10**

До базової інформації для проектування технологічних процесів механічної обробки не входить ...

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1) креслення деталі.    | 3) складальне креслення виробу або вузла. |
| 2) креслення заготовки. | 4) програма випуску деталі.               |

### **Завдання 11**

Якщо в умовах певного підприємства і прийнятого типу виробництва конструкція виробу (машини, складальної одиниці, деталі) забезпечує найменшу собівартість, то такий виріб вважається ...

- |                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1) технологічним. | 3) виробом основного виробництва. |
| 2) економічним.   | 4) уніфікованим.                  |

### **Завдання 12**

Під час аналізу креслення деталі на технологічність не перевіряють ...

- 1) наявність і правильність розташування всіх конструкторських розмірів.
- 2) наявність і правильність розташування всіх технологічних розмірів.
- 3) раціональність вибору матеріалу деталі.
- 4) наявність нетехнологічних елементів.

### **Завдання 13**

Якщо деталь має як оброблені, так і необроблені поверхні, то сітку розмірів, що поєднують всі необроблені поверхні, з'єднують із сіткою розмірів, що поєднують всі оброблені поверхні, ...

- 1) шістьма розмірами.
- 2) щонайбільше трьома розмірами (у напрямі трьох координатних осей).
- 3) завжди одним розміром.
- 4) щонайменше шістьма розмірами.

### **Завдання 14**

Нетехнологічними конструктивними елементами деталей є ...

- 1) наскрізні головні отвори з точністю IT7, IT8.
- 2) наскрізні головні отвори з шорсткістю  $Ra$  1,6 мкм.
- 3) площини з шорсткістю  $Ra$  3,2 мкм.
- 4) глухі різьбові отвори.

### **Завдання 15**

Нетехнологічними конструктивними елементами деталей типу «Вал» є ...

- 1) різьбові поверхні.
- 2) зовнішні циліндричні поверхні з точністю IT6, IT7.
- 3) закриті з обох сторін шпонкові пази.
- 4) зовнішні циліндричні поверхні з шорсткістю  $Ra$  3,2 мкм.

### **Завдання 16**

Вибираючи метод і спосіб виготовлення вихідної заготовки, не враховують ...

- 1) вид і марку матеріалу деталі.
- 2) форму і розміри деталі.
- 3) тип виробництва.
- 4) схему базування на першій операції механічної обробки.



### Завдання 17

Вибираючи спосіб механічної обробки для отримання певної поверхні, не враховують ...

- 1) вимоги до її шорсткості.
- 2) показники відхилень від правильної форми.
- 3) показники точності відносного розташування цієї поверхні або її осі.
- 4) схему базування на попередній операції.

### Завдання 18

Вибираючи спосіб механічної обробки циліндричної поверхні, не враховують ...

- 1) вимоги до точності розмірів і форми обробленої поверхні.
- 2) схему базування на виконуваній операції.
- 3) твердість матеріалу заготовки в зоні обробки.
- 4) марку матеріалу заготовки.

### Завдання 19

Кількість переходів, потрібних для забезпечення заданої точності циліндричної поверхні, визначають за допомогою ...

- 1) побудови і розв'язання оберненої задачі розрахунку технологічного розмірного ланцюга.
- 2) коефіцієнтів закріплення операцій.
- 3) величини уточнення.
- 4) побудови і розв'язання прямої задачі розрахунку технологічного розмірного ланцюга.

### Завдання 20

Величина уточнення, яке забезпечується на певному ( $i$ -му) технологічному переході механічної обробки, визначається за формулою ...

$$1) \varepsilon_i = \frac{T_{i-1}}{T_i}.$$

$$3) \varepsilon_i = \frac{T_i}{T_{i-1}}.$$

$$2) \varepsilon_i = T_{i-1} - T_i.$$

$$4) \varepsilon_i = T_{i-1} + T_i.$$

де  $T_{i-1}$  і  $T_i$  – допуски певного показника точності на попередньому і виконаному переходах відповідно.

### Завдання 21

Якщо вимірювальною базою є площа, довжина і ширина якої є близькими до габаритних розмірів деталі, то ця площа може використовуватись як технологічна ...

- 1) подвійна напрямна база.
- 2) установна база.
- 3) подвійна опорна база.
- 4) подвійна напрямна база або подвійна опорна база.

### **Завдання 22**

Один з можливих комплектів технологічних баз складають бази ...

- 1) установна, напрямна, подвійна опорна.
- 2) подвійна напрямна, установна, опорна.
- 3) подвійна напрямна, опорна, опорна.
- 4) установна, опорна, опорна.

### **Завдання 23**

Один з можливих комплектів технологічних баз складають бази ...

- 1) установна, напрямна, опорна.
- 2) установна, опорна, опорна.
- 3) подвійна напрямна, установна, опорна.
- 4) подвійна напрямна, подвійна опорна, опорна.

### **Завдання 24**

Один з можливих комплектів технологічних баз складають бази ...

- 1) установна, опорна, опорна.
- 2) установна, подвійна опорна, опорна.
- 3) подвійна напрямна база, подвійна опорна база, опорна база.
- 4) подвійна напрямна база, установна база, опорна база.

### **Завдання 25**

Під час вибору чистових технологічних баз розв'язується задача ...

- 1) забезпечення розмірного зв'язку між поверхнями, що обробляються, і поверхнями, що не обробляються.
- 2) забезпечення зняття мінімального рівномірного припуску з певної поверхні.
- 3) мінімізації похибки базування.
- 4) мінімізації похибки верстатного пристрою.

### **Завдання 26**

Дотримання принципу суміщення баз стосовно певного розміру або вимоги відносного розташування полягає у тому, що ...

- 1) конструкторська основна база вибирається за вимірювальну базу.
- 2) конструкторська допоміжна база вибирається за вимірювальну базу.
- 3) чорнова технологічна база суміщується з чистовою технологічною базою.
- 4) вимірювальна база вибирається за технологічну базу.

### **Завдання 27**

Виконання принципу суміщення баз усуває ...

- 1) лише похибку базування.
- 2) лише похибки базування і закріплення.
- 3) лише похибку установлення заготовки у верстатному пристрої.
- 4) всі похибки механічної обробки.

### **Завдання 28**

Обробка з одного установа усуває ...

- 1) лише похибку базування.
- 2) лише похибку базування і похибку закріплення.
- 3) лише похибку установлення.
- 4) всі похибки механічної обробки.

### **Завдання 29**

Під час вибору технологічних баз не враховують вимоги до ...

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1) циліндричності поверхонь.     | 3) співвісності поверхонь.  |
| 2) перпендикулярності поверхонь. | 4) паралельності поверхонь. |

### **Завдання 30**

Під час вибору технологічних баз не враховують вимоги до ...

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1) перпендикулярності поверхонь. | 3) площинності поверхонь.   |
| 2) паралельності поверхонь.      | 4) симетричності поверхонь. |

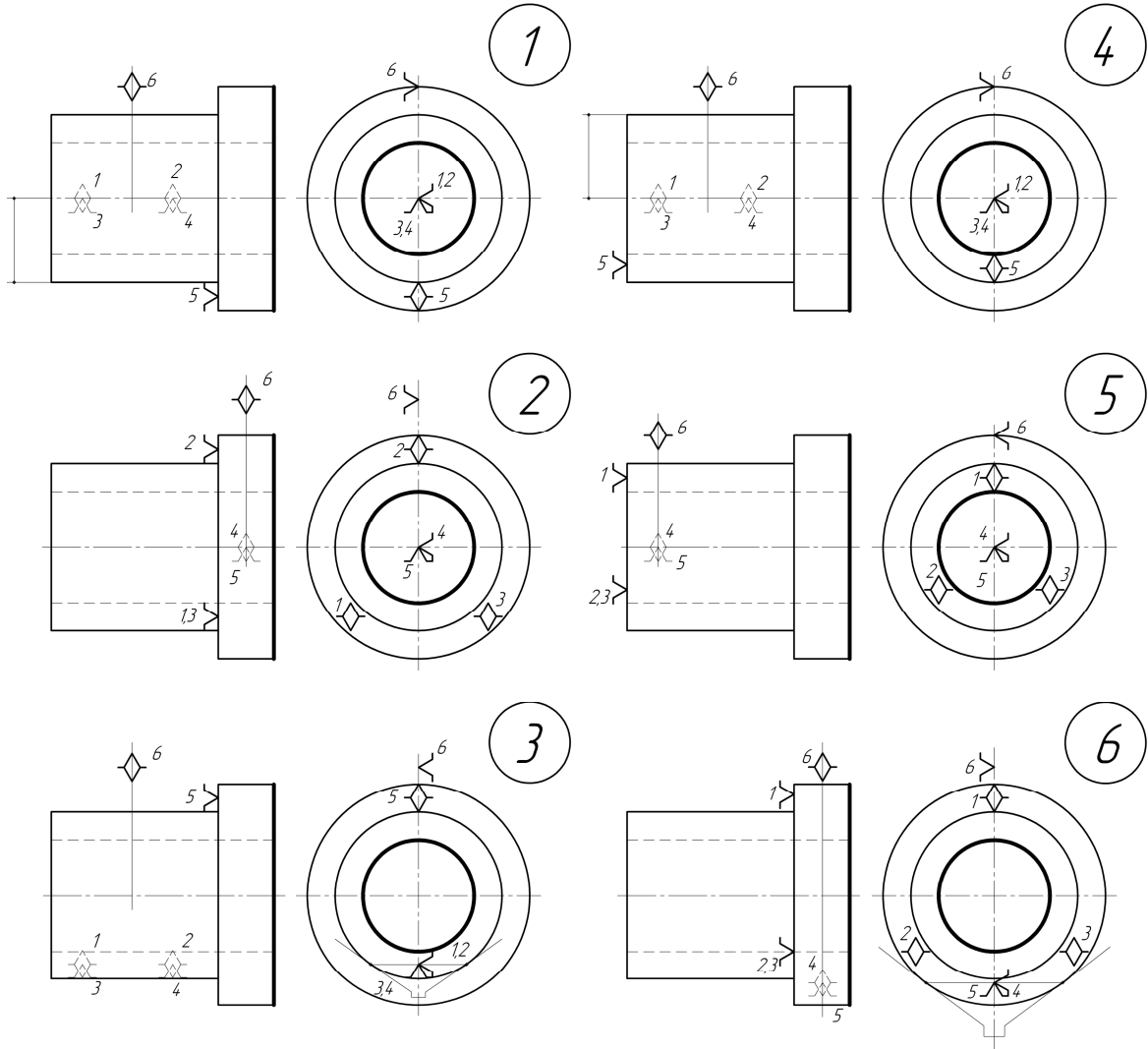
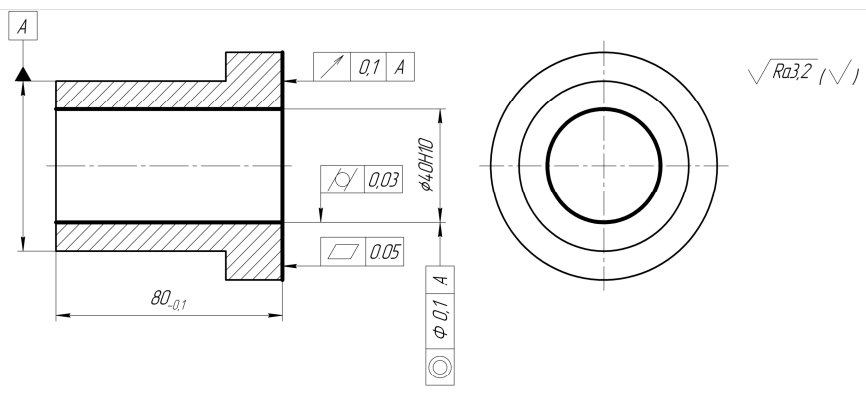
### **Завдання 31**

Дотримання лише принципу постійності баз ...

- 1) усуває похибку базування.
- 2) зменшує, але не усуває похибку базування.
- 3) усуває похибку установлення.
- 4) усуває всі похибки механічної обробки.

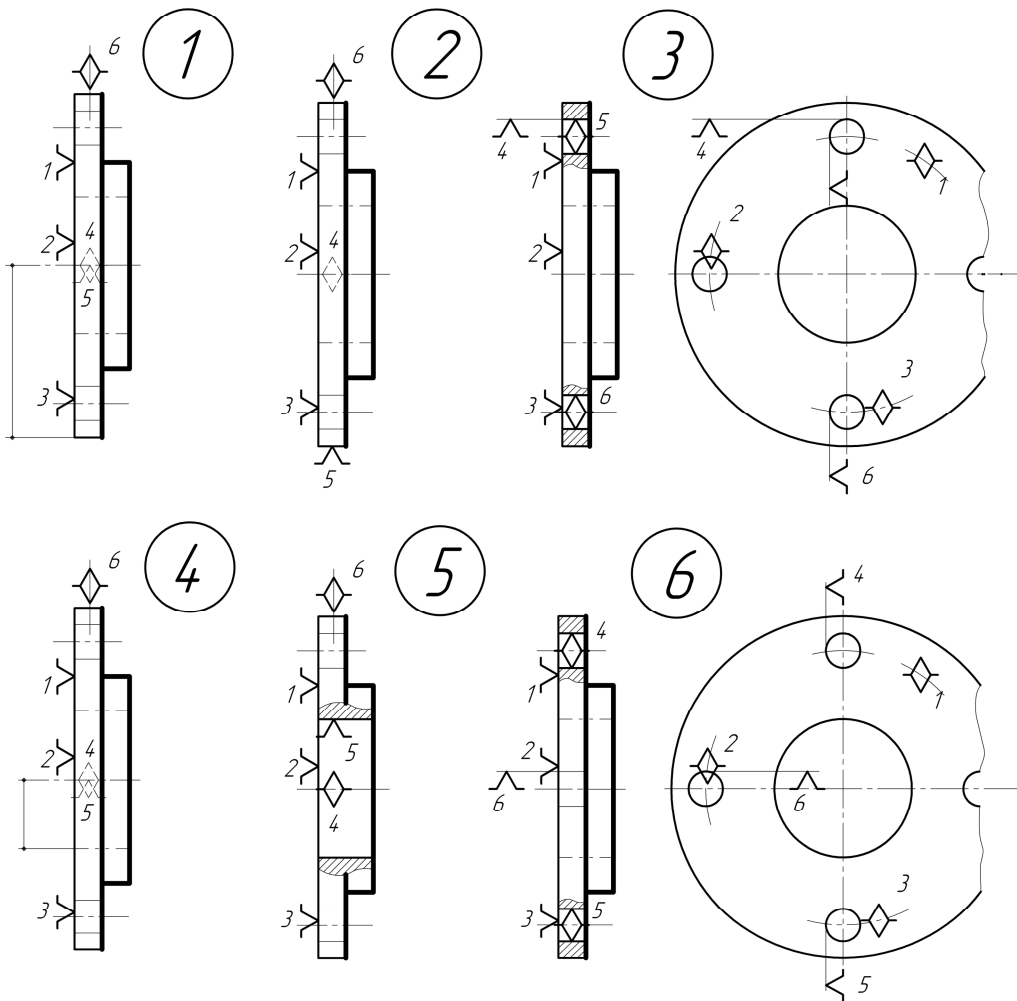
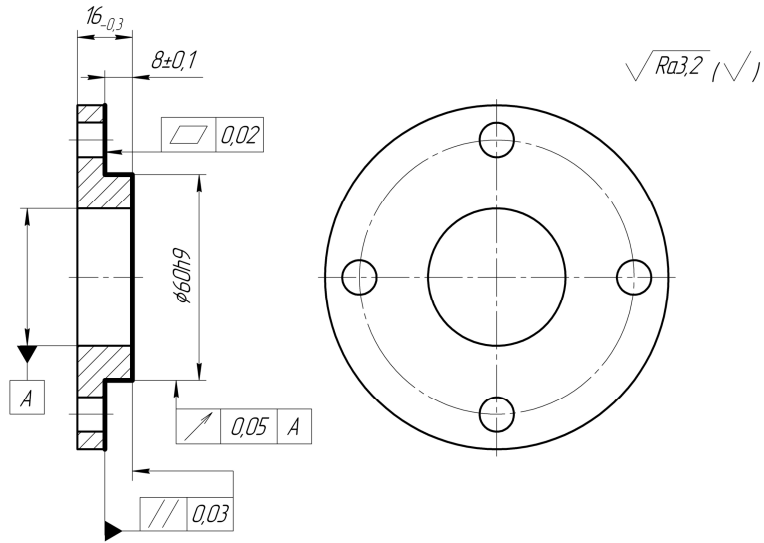
### Завдання 32

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на всі вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.



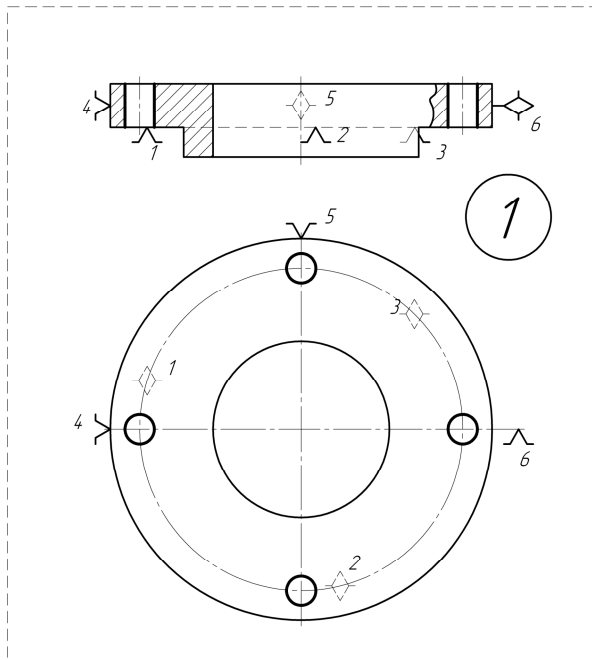
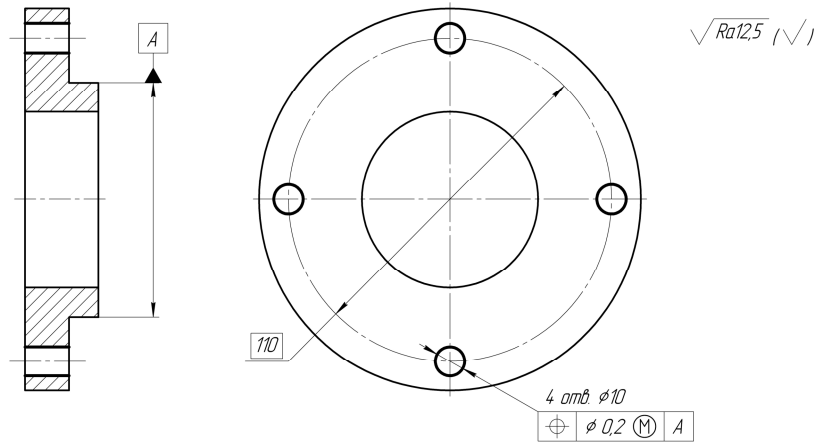
### Завдання 33

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на всі вимоги точності, що вказані на операційному ескізі

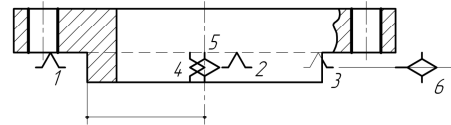


### Завдання 34

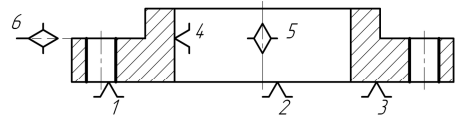
Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на всі вимоги точності, що вказані на операційному ескізі



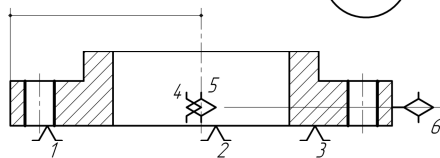
4



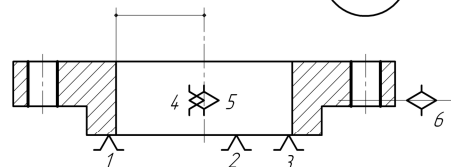
5



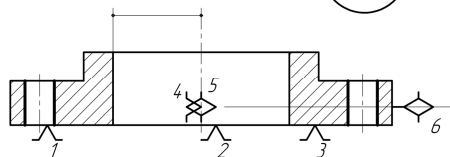
2



6

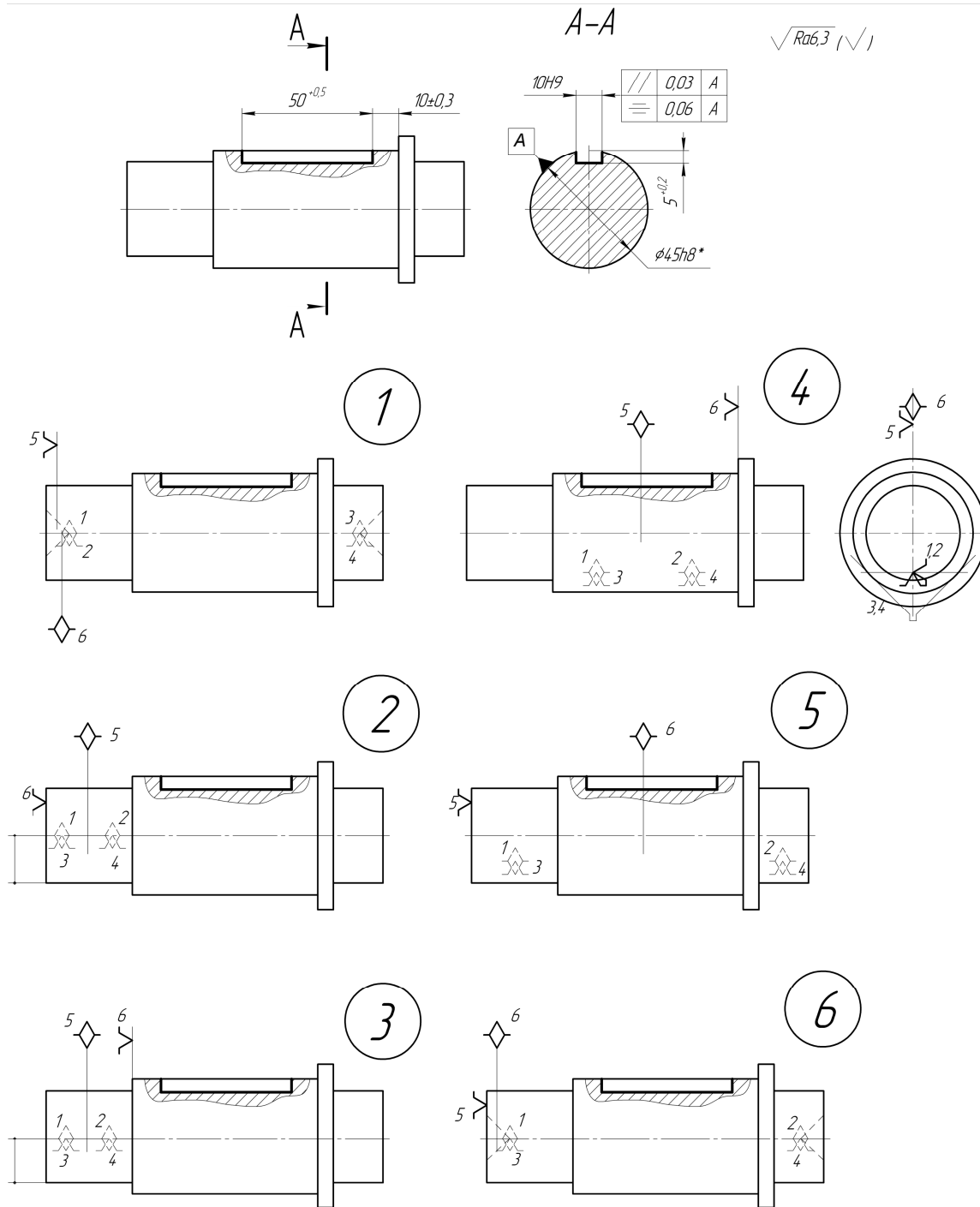


3



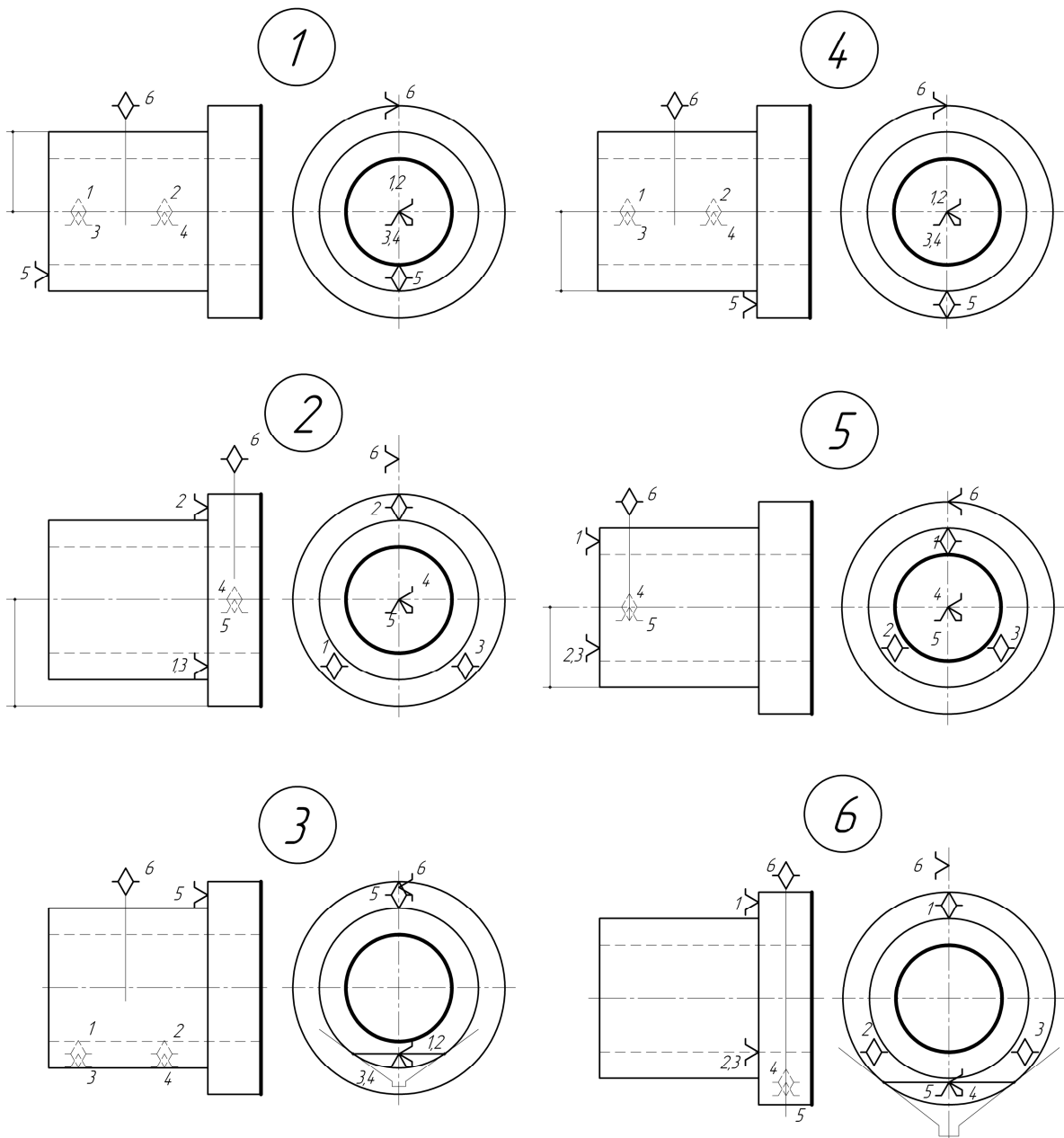
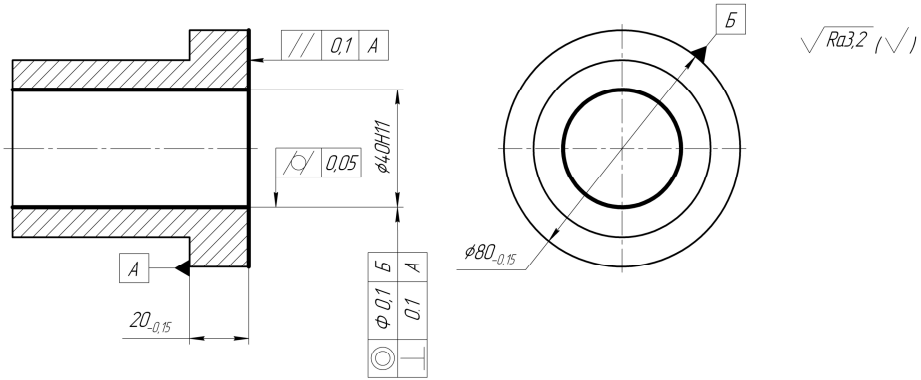
### Завдання 35

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує мінімальність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.



### Завдання 36

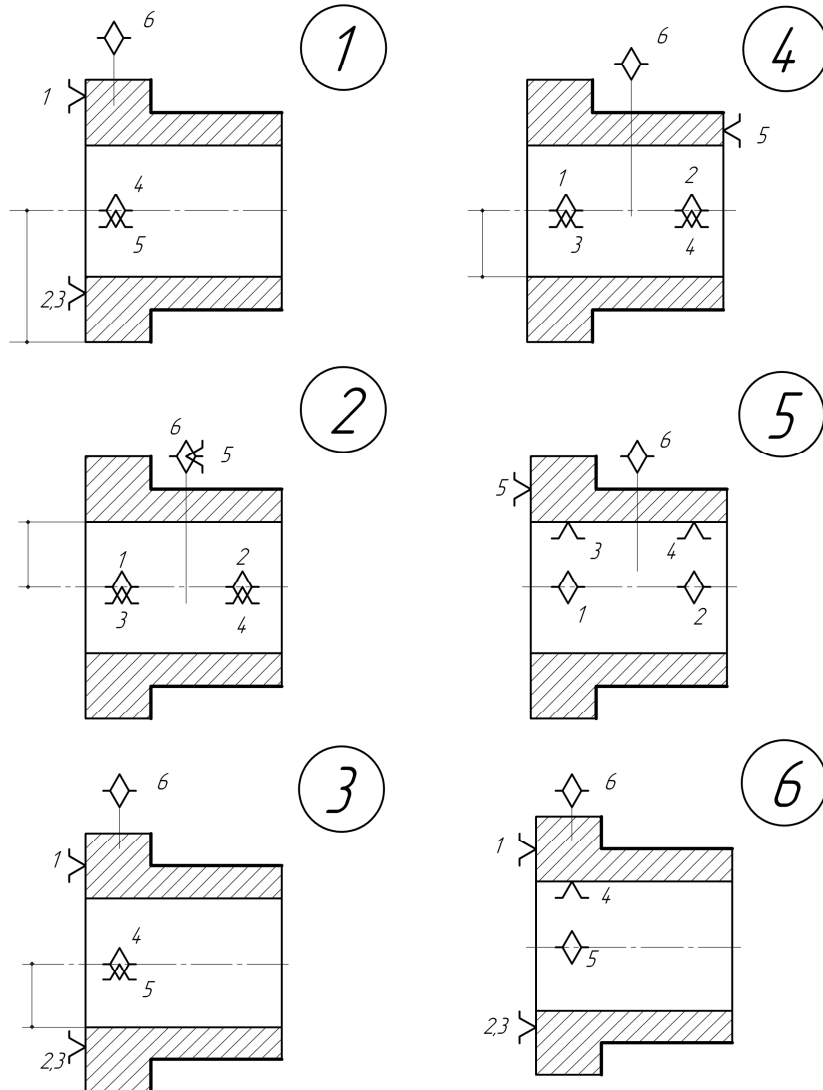
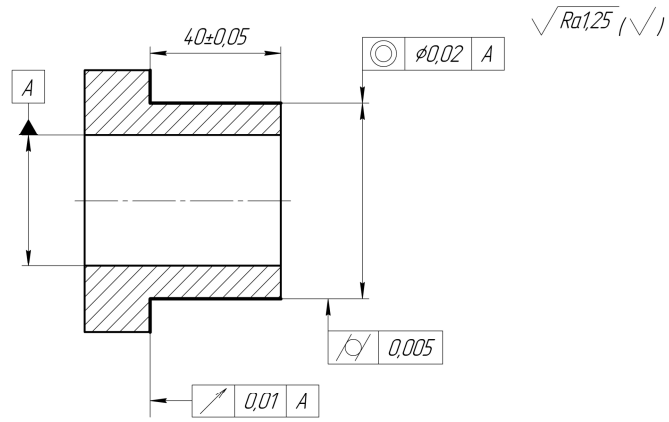
Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.





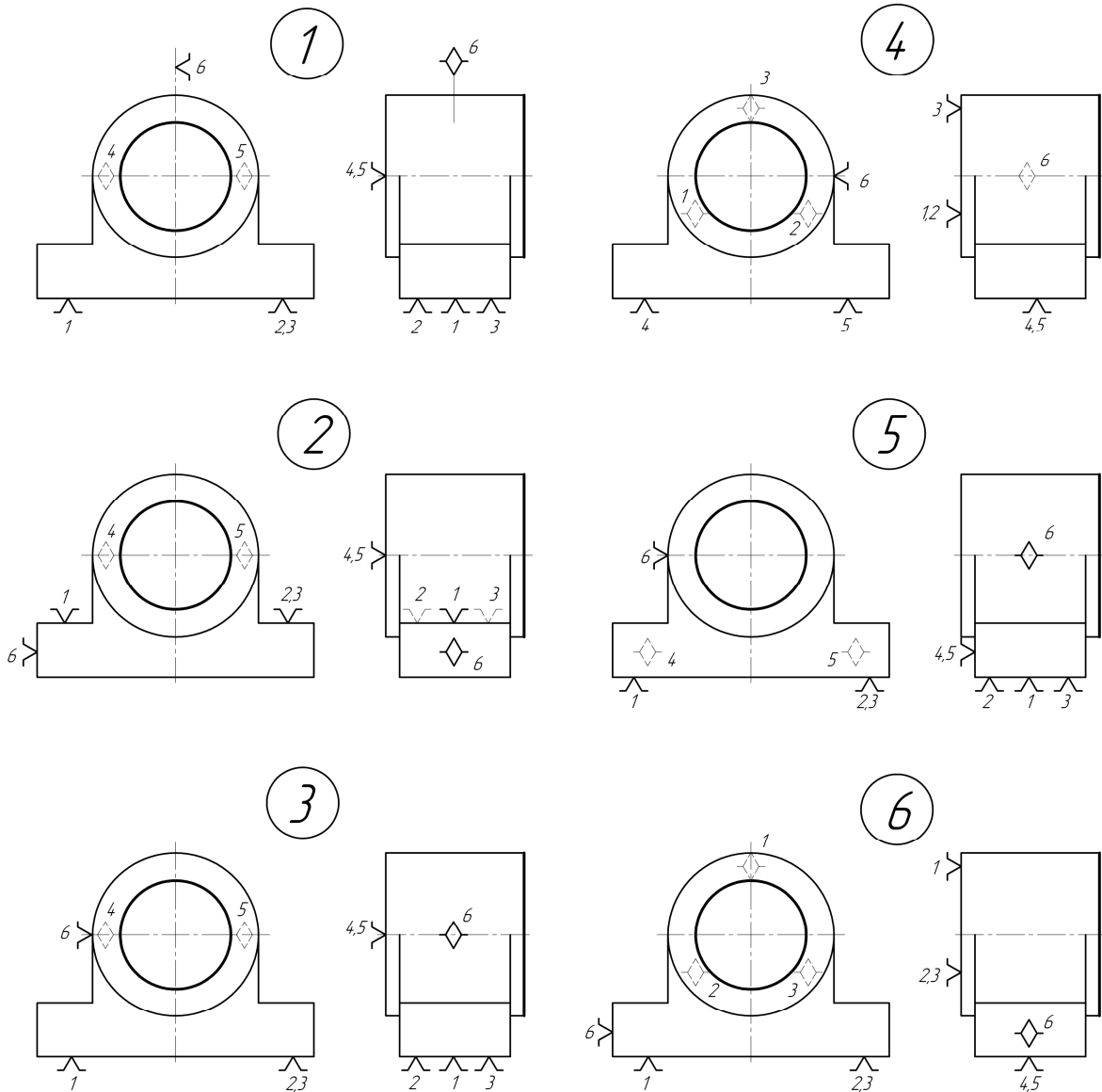
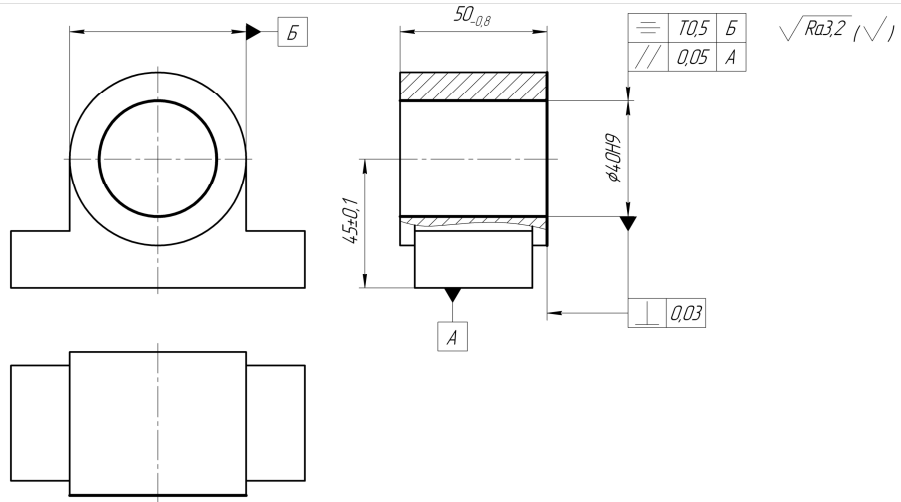
### Завдання 37

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.



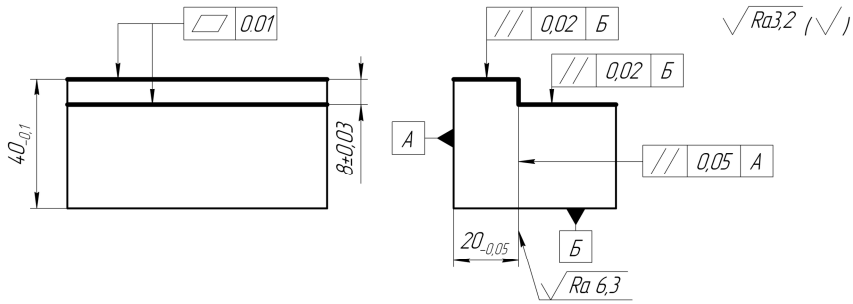
### Завдання 38

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.



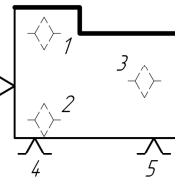
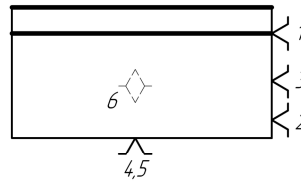
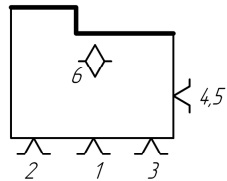
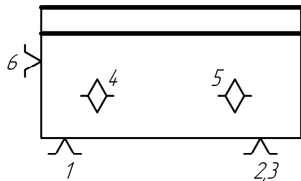
### Завдання 39

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.



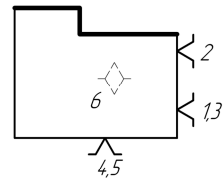
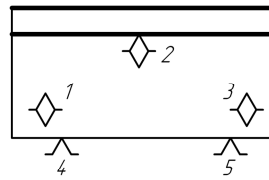
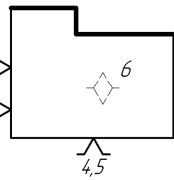
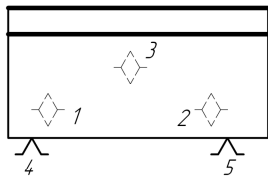
1

4



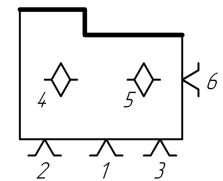
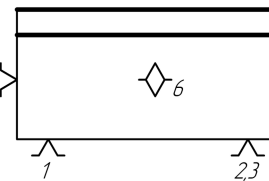
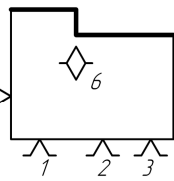
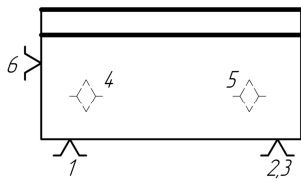
2

5



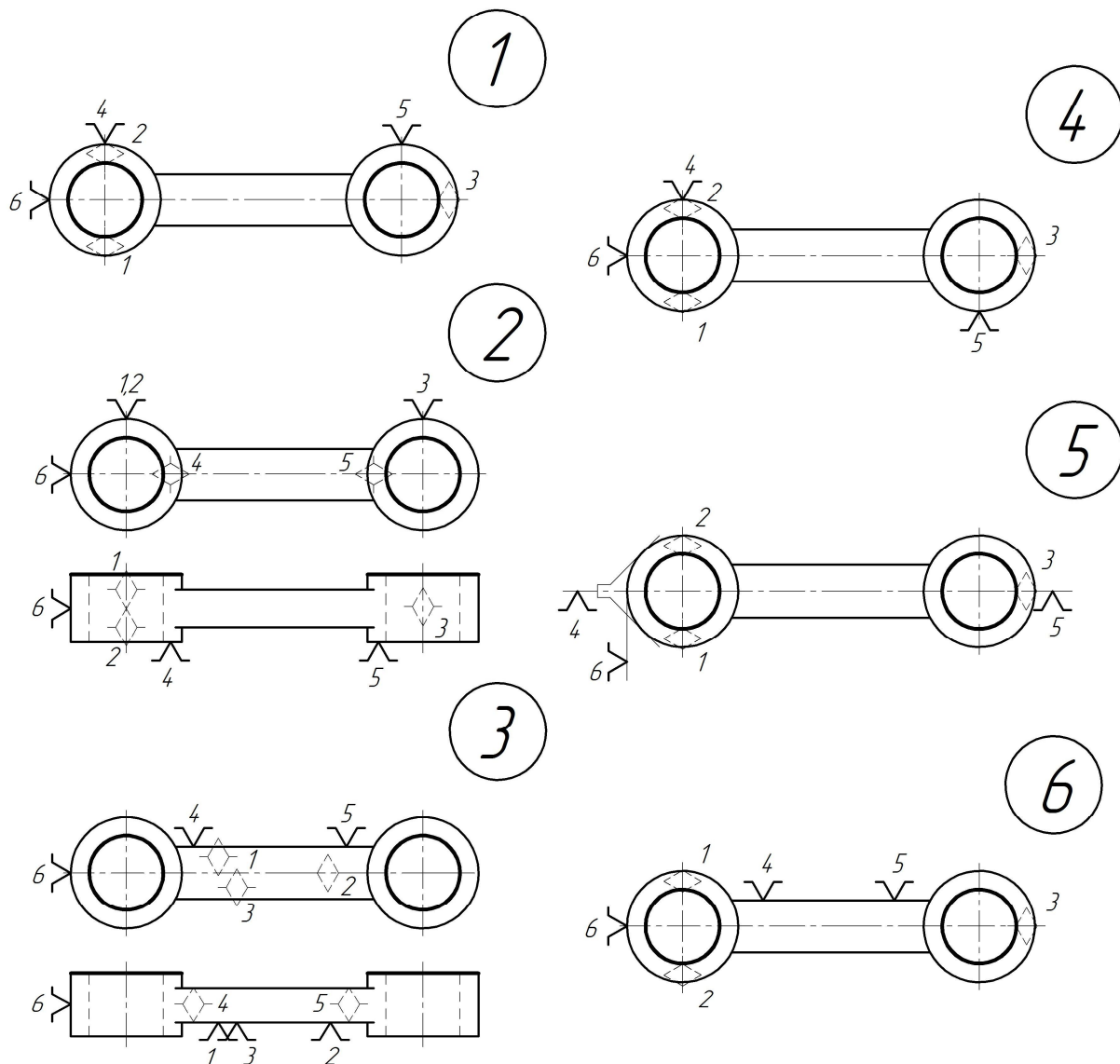
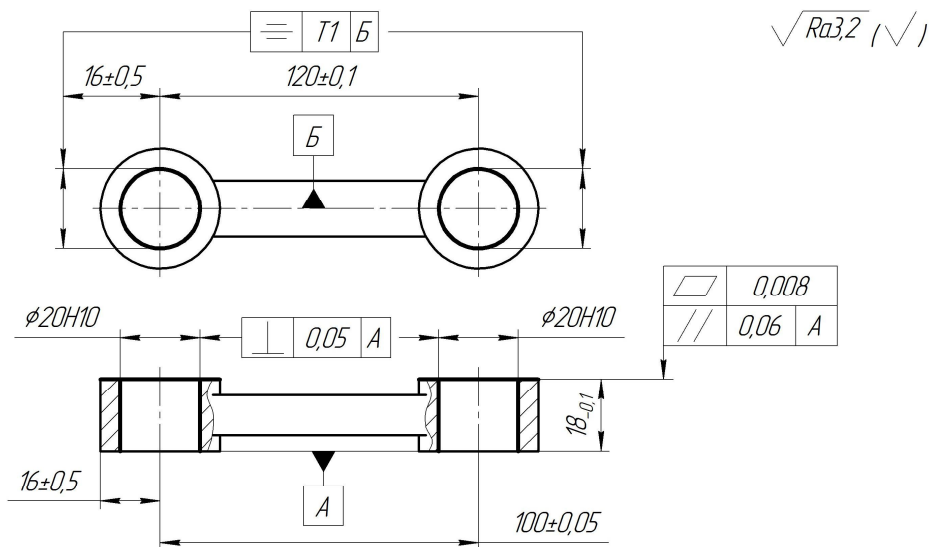
3

6



### Завдання 40

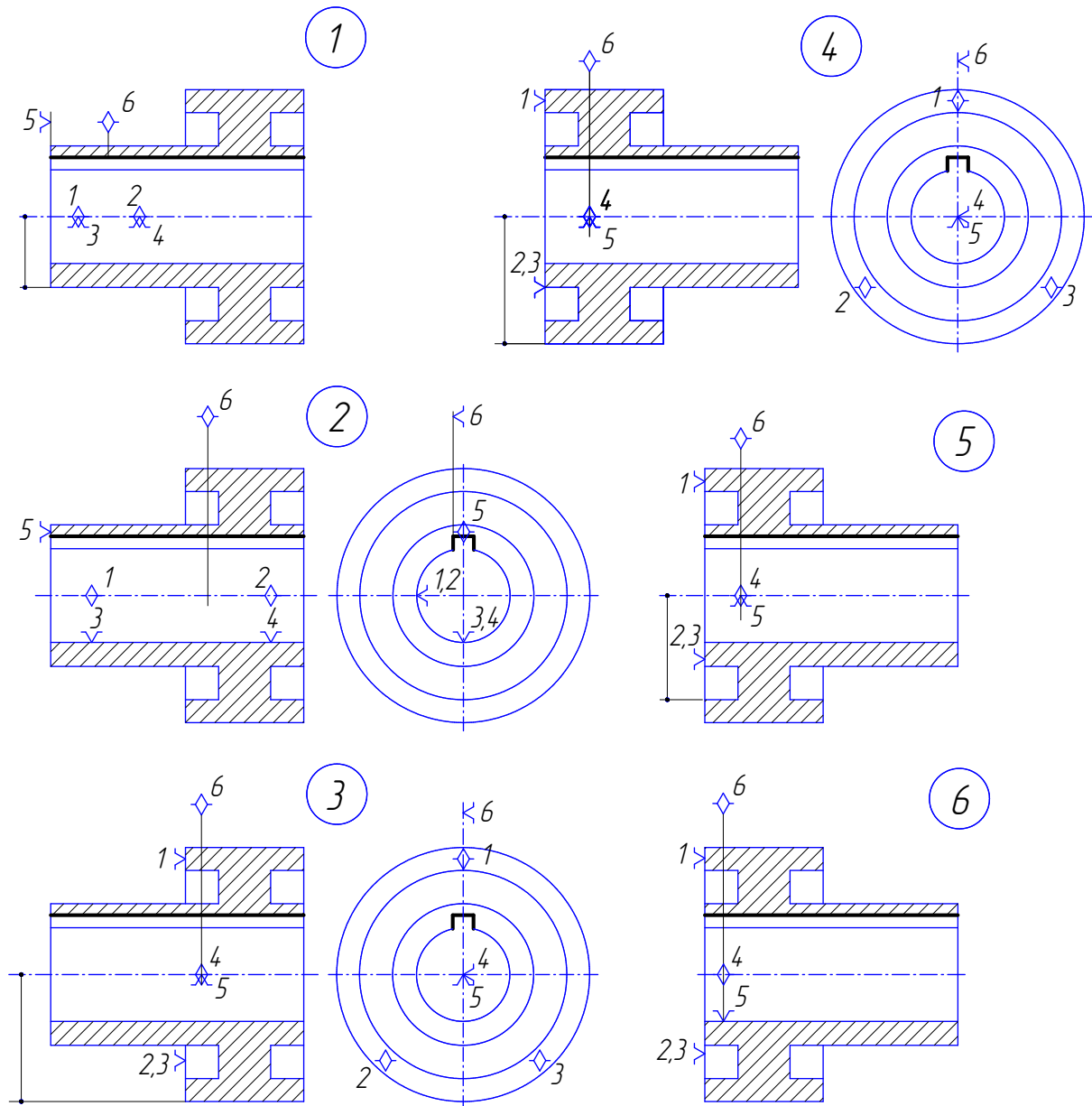
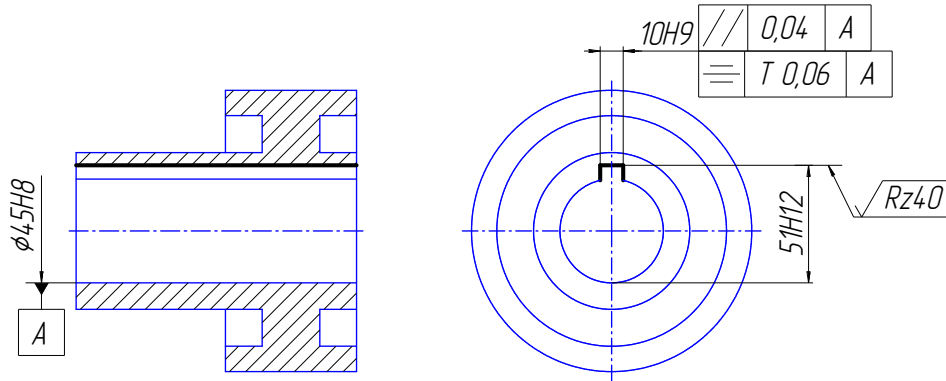
Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує відсутність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.



### Завдання 41

Вкажіть номер схеми базування, яка забезпечує мінімальність похибки базування на вимоги точності, що вказані на операційному ескізі.

$\sqrt{Ra_{3,2}} (\checkmark)$



### **Завдання 42**

Дотримання принципу постійності баз полягає у тому, що на ...

- 1) всіх операціях маршруту механічної обробки для базування постійно використовують три технологічних бази.
- 2) всіх операціях маршруту механічної обробки в схемі базування постійно використовують принцип суміщення баз.
- 3) основних операціях маршруту механічної обробки для базування використовують один і той же комплект чистових технологічних баз.
- 4) всіх операціях маршруту механічної обробки у заготовки постійно відбирають всі шість ступенів вільності.

### **Завдання 43**

Установлення вала в центрах є прикладом використання для базування ...

- 1) виконавчих поверхонь.
- 2) конструкторських основних баз.
- 3) конструкторських допоміжних баз.
- 4) штучних технологічних баз.

### **Завдання 44**

Головною задачею побудови маршруту обробки заготовки деталі є ...

- 1) визначення припусків і технологічних розмірів.
- 2) забезпечення виконання деталлю свого службового призначення.
- 3) вибір технологічного обладнання.
- 4) вибір різального інструмента для кожного переходу.

### **Завдання 45**

Зміст першої операції маршруту механічної обробки має передбачати обробку ...

- 1) чорнових і чистових технологічних баз.
- 2) всіх кріпильних поверхонь.
- 3) чистових технологічних баз.
- 4) чорнових технологічних баз.

### **Завдання 46**

Маршрут механічної обробки, побудований з використанням принципу концентрації операцій, складається з ...

- 1) великої кількості складних операцій.
- 2) малої кількості простих операцій.
- 3) малої кількості складних операцій.
- 4) великої кількості простих операцій.

### **Завдання 47**

Маршрут механічної обробки, побудований з використанням принципу диференціації операцій, складається з ...

- 1) великої кількості складних операцій.
- 2) малої кількості простих операцій.
- 3) малої кількості складних операцій.
- 4) великої кількості простих операцій.

### **Завдання 48**

Маршрут механічної обробки, який побудований за принципом концентрації операцій, порівняно з маршрутом механічної обробки, що побудований за принципом диференціації операцій, ...

- 1) зменшує потрібну кількість верстатів і верстатних пристроїв.
- 2) збільшує обсяг виробничої площі.
- 3) збільшує кількість основних робітників.
- 4) збільшує необхідну кількість верстатів і верстатних пристроїв.

### **Завдання 49**

Маршрут механічної обробки, який побудований за принципом диференціації операцій, порівняно з маршрутом механічної обробки, що побудований за принципом концентрації операцій, ...

- 1) зменшує потрібну кількість верстатів і верстатних пристроїв.
- 2) зменшує обсяг виробничої площі.
- 3) зменшує кількість основних робітників.
- 4) збільшує необхідну кількість верстатів і верстатних пристроїв.

### **Завдання 50**

До верстатів широкого призначення (універсальних) не відносять ...

- 1) токарні з ЧПК.
- 2) токарно-гвинторізні з ручним керуванням.
- 3) карусельно-фрезерні.
- 4) горизонтально-фрезерні.

### **Завдання 51**

До верстатів високої продуктивності не відносять ...

- 1) барабанно-фрезерні.
- 2) довбальні.
- 3) шестишпindelьні токарні напівавтомати.
- 4) безцентровошліфувальні.

### **Завдання 52**

Спеціалізованим верстатом називають ...

- 1) верстат високої продуктивності зі спеціальним верстатним пристроєм.
- 2) верстат, який сконструйований і виготовлений спеціально для виконання певної технологічної операції.
- 3) універсальний верстат, на якому використовується спеціальний різальний інструмент.
- 4) будь-який верстат з числовим програмним керуванням.

### **Завдання 53**

Спеціальним верстатом називають ...

- 1) верстат високої продуктивності зі спеціальним верстатним пристроєм.
- 2) верстат, який сконструйований і виготовлений спеціально для виконання певної технологічної операції.
- 3) універсальний верстат, на якому використовується спеціальний різальний інструмент.
- 4) токарно-револьверний верстат з числовим програмним керуванням.

### **Завдання 54**

Під час вибору типу і моделі верстата для виконання певної операції не враховують ...

- 1) вид чи види обробки, які мають виконуватись на цій операції.
- 2) габарити, масу і конфігурацію деталі.
- 3) точність забезпечуваних на операції розмірів.
- 4) кваліфікацію робітника-верстатника, який має виконувати цю операцію.

### **Завдання 55**

Під час вибору різального інструмента для виконання певного переходу не враховують ...

- 1) тип виробництва.
- 2) спосіб обробки.
- 3) форму і розміри оброблюваної поверхні.
- 4) схему базування на виконуваний операції.

### **Завдання 56**

На вибір різального інструмента для виконання певного переходу не впливає ...

- 1) схема базування на виконуваний операції.
- 2) матеріал заготовки.
- 3) вимоги до точності і шорсткості обробленої поверхні.
- 4) форма і розміри оброблюваної поверхні.



### **Завдання 57**

Шар металу, який видаляється з поверхні заготовки для компенсації неточностей, що виникли в процесі її виготовлення або під час попередньої механічної обробки, називають ...

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1) напуском.  | 3) допуском.      |
| 2) припуском. | 4) компенсатором. |

### **Завдання 58**

Шар металу, що видаляється з поверхні заготовки під час виконання одного переходу, називають ...

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) проміжним напуском.  | 3) проміжним припуском. |
| 2) загальним припуском. | 4) загальним допуском.  |

### **Завдання 59**

До складу початкових даних для визначення проміжних припусків для обробки певної поверхні не входить ...

- 1) маршрут механічної обробки заготовки деталі.
- 2) показники точності вихідної заготовки деталі.
- 3) кількість переходів та способи механічної обробки поверхні.
- 4) коефіцієнт закріплення операцій.

### **Завдання 60**

Під час визначення проміжних мінімальних припусків для механічної обробки певної поверхні розрахунково-аналітичним методом не беруть до уваги ...

- 1) висоту мікронерівностей поверхні вихідної заготовки.
- 2) режими різання на переходах механічної обробки поверхні.
- 3) кількість переходів та способи механічної обробки.
- 4) схему встановлення на виконуваний операції.

### **Завдання 61**

Під час визначення розрахунково-аналітичним методом проміжних припусків на розточування головного отвору в литій заготовці деталі типу «Корпус підшипника» не беруть до уваги ...

- 1) схему встановлення на виконуваний операції.
- 2) потужність приводу головного руху верстата.
- 3) висоту мікронерівностей поверхні вихідної заготовки.
- 4) схему встановлення на першій операції.

### **Завдання 62**

Під час визначення граничних значень технологічних розмірів для розточування отвору в заготовці корпусної деталі і розмірів отвору у вихідній заготовці не беруть до уваги ...

- 1) величину припуску для виконання останнього переходу.
- 2) величину припуску для виконання першого переходу.
- 3) допуски технологічних розмірів і допуск розміру вихідної заготовки.
- 4) висоту мікронерівностей поверхні, що утворилась в результаті виконання останнього переходу.

### **Завдання 63**

Визначаючи розрахунково-аналітичним методом мінімальний припуск для першого переходу механічної обробки (чорнового розточування) отвору у заготовці деталі типу «Фланець» не враховують ...

- 1) допуск отвору у вихідній заготовці.
- 2) глибину дефектного шару поверхні вихідної заготовки.
- 3) величину просторових відхилень відносно технологічних баз поверхні вихідної заготовки.
- 4) висоту мікронерівностей поверхні вихідної заготовки.

### **Завдання 64**

Однією з задач розмірного аналізу технологічних процесів механічної обробки є ...

- 1) перевірка правильності розташування конструкторських розмірів і величин їх допусків.
- 2) визначення технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки, які з'єднують між собою плоскі поверхні.
- 3) перевірка правильності призначення розташування розмірів вихідної заготовки і величин допусків цих розмірів.
- 4) аналіз правильності призначення проміжних мінімальних припусків на механічну обробку.

### **Завдання 65**

В результаті виконання розмірного аналізу технологічного процесу механічної обробки отримується інформація про ...

- 1) розміри напусків.
- 2) конструкторські розміри, що з'єднують оброблені і необроблені поверхні на кресленні деталі.
- 3) номінальні значення конструкторських розмірів та їх допуски.
- 4) технологічні розміри і розміри вихідної заготовки.

### **Завдання 66**

Під час виконання розмірного аналізу технологічних процесів механічної обробки одразу ж після побудови розмірної схеми технологічного процесу ...

- 1) розробляють маршрут механічної обробки.
- 2) встановлюють розташування конструкторських розмірів.
- 3) будують спочатку похідний і вихідний графи-дерева, а потім — суміщений граф.
- 4) будують спочатку суміщений граф, а потім похідний і вихідний графи-дерева.

### **Завдання 67**

Під час виконання розмірного аналізу технологічного процесу для побудови похідного графа-дерева потрібно знати ...

- 1) розташування розмірів вихідної заготовки і технологічних розмірів.
- 2) кількісні значення і розташування проміжних припусків.
- 3) розташування конструкторських розмірів і припусків.
- 4) кількісні значення розмірів вихідної заготовки.

### **Завдання 68**

Під час виконання розмірного аналізу технологічного процесу для побудови вихідного графу-дерева потрібно знати ...

- 1) кількісні значення проміжних максимальних припусків.
- 2) розташування розмірів вихідної заготовки і технологічних розмірів.
- 3) кількісні значення проміжних мінімальних припусків.
- 4) розташування конструкторських розмірів і припусків.

### **Завдання 69**

Під час виконання розмірного аналізу технологічного процесу в результаті аналізу суміщеного графу ...

- 1) розробляють маршрут механічної обробки.
- 2) визначають мінімальні проміжні припуски.
- 3) знаходять рівняння технологічних розмірних ланцюгів.
- 4) визначають допуски конструкторських розмірів і розмірів вихідної заготовки.

### **Завдання 70**

Під час виконання розмірного аналізу технологічного процесу в результаті розв'язання рівнянь технологічних розмірних ланцюгів ...

- 1) визначають технологічні розміри і розміри вихідної заготовки.
- 2) визначають мінімальні проміжні припуски.
- 3) розробляють маршрут механічної обробки.
- 4) визначають допуски конструкторських розмірів.

### **Завдання 71**

До початкових даних для визначення режимів різання не входить інформація про ...

- 1) марку матеріалу заготовки і показники його механічних властивостей.
- 2) тип різального інструмента.
- 3) матеріал різальної частини інструмента.
- 4) схему базування заготовки на виконуваний операції.

### **Завдання 72**

До початкових даних для визначення режимів різання не входить інформація про ...

- 1) схему базування заготовки на першій операції механічної обробки.
- 2) тип різального інструменту.
- 3) геометричні параметри різальної частини інструменту.
- 4) тип і модель верстата.

### **Завдання 73**

Визначаючи режими різання для переходу механічної обробки, насамперед встановлюють ...

- 1) швидкість різання.
- 2) подачу.
- 3) глибину різання.
- 4) потужність різання.

### **Завдання 74**

Під час визначення режимів різання для переходу механічної обробки одразу ж після вибору величини подачі визначають ...

- 1) швидкість різання.
- 2) розрахункову довжину робочого ходу інструменту.
- 3) основний час виконання кожного з робочих ходів.
- 4) потужність різання.

### **Завдання 75**

Для визначення потужності різання попередньо потрібно встановити ...

- 1) розрахункову довжину робочого ходу інструменту.
- 2) глибину різання, подачу і швидкість різання.
- 3) потужність приводу головного руху верстата.
- 4) основний час виконання переходу.

### **Завдання 76**

У серійному виробництві нормою часу виконання операції є час ...

- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 1) штучно-калькуляційний. | 3) основний.    |
| 2) штучний.               | 4) оперативний. |

### **Завдання 77**

В масовому виробництві нормою часу виконання операції є час ...

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1) основний.                | 3) штучний.               |
| 2) підготовчо-завершальний. | 4) штучно-калькуляційний. |

### **Завдання 78**

Штучний час є частиною ...

- 1) штучно-калькуляційного часу.
- 2) оперативного часу.
- 3) основного часу.
- 4) підготовчо-завершального часу.

### **Завдання 79**

Час на встановлення заготовки у верстатний пристрій та її знімання є частиною ...

- 1) підготовчо-завершального часу.
- 2) допоміжного часу.
- 3) часу на технічне обслуговування.
- 4) часу на організаційне обслуговування.

### **Завдання 80**

Час на контрольні вимірювання в ході виконання операції або після її завершення є частиною ...

- 1) часу на організаційне обслуговування.
- 2) часу на технічне обслуговування.
- 3) основного часу.
- 4) допоміжного часу.

### **Завдання 81**

На величину штучного часу не впливає ...

- 1) допоміжний час.
- 2) підготовчо-завершальний час.
- 3) час обслуговування робочого місця.
- 4) основний час.

### **Завдання 82**

Підготовчо-завершальний час є частиною ...

- 1) основного часу.
- 2) оперативного часу.
- 3) штучно-калькуляційного часу.
- 4) допоміжного часу.

## **Змістовий модуль 2. Основи технології складання машин**

### **Завдання 83**

До нерухомих рознімних належать з'єднання ...

- 1) кріпильні різьбові.
- 2) заклепкові.
- 3) гладкі циліндричні з використанням посадок з гарантованим натягом.
- 4) зварні.

### **Завдання 84**

До нерухомих нерознімних належать з'єднання ...

- 1) гладкі циліндричні з використанням перехідних посадок.
- 2) кріпильні різьбові.
- 3) гладкі циліндричні з використанням посадок з гарантованим натягом.
- 4) штифтові.

### **Завдання 85**

Під час проектування технологічного процесу складання машини не ставиться задача забезпечення ...

- 1) проектних показників якості машини.
- 2) якомога кращих показників якості машини.
- 3) якомога меншої собівартості процесу складання машини.
- 4) запланованого обсягу випуску машин в установлені терміни.

### **Завдання 86**

Під час проектування технологічного процесу складання машини розробка технологічних схем складання виконується після ...

- 1) аналізу конструкції і технологічності виробу.
- 2) технічного нормування складальних операцій.
- 3) вибору організаційної форми складання.
- 4) оформлення технологічної документації.

### **Завдання 87**

Під час проектування технологічного процесу складання машини нормування складальних операцій виконується перед ...

- 1) аналізом конструкції і технологічності виробу.
- 2) розробкою маршрутної технології складання.
- 3) вибором організаційної форми складання.
- 4) оформленням технологічної документації.

### **Завдання 88**

До базової інформації для проектування технологічних процесів складання вузла не входить ...

- 1) креслення деталей вузла.
- 2) маршрут механічної обробки базової деталі вузла.
- 3) складальне креслення вузла.
- 4) специфікації до вузла і всіх його складальних одиниць.

### **Завдання 89**

Під час аналізу складального креслення машини або вузла на технологічність не перевіряють наявність ...

- 1) необхідних проекцій і розрізів.
- 2) позначень посадок циліндричних з'єднань.
- 3) позначень посадок шліцьових і шпонкових з'єднань.
- 4) вимог до шорсткості поверхонь деталей.

### **Завдання 90**

Технологічну схему складання виробу розробляють на основі ...

- 1) складального креслення виробу.
- 2) маршрутної технології складання.
- 3) попередньо вибраної організаційної форми складання.
- 4) результатів технічного нормування складальних операцій.

### **Завдання 91**

Тип виробництва для складальних дільниць і цехів визначають з використанням ...

- 1) коефіцієнта закріплення операцій.
- 2) результату порівняння темпу складання із середньою тривалістю операцій.
- 3) інформації про виробничу площу дільниці або цеху.
- 4) інформації про загальну площу дільниці або цеху.

### Завдання 92

Темп складання визначається за формулою ...

$$1) t = \frac{60N}{F}$$

$$2) t = \frac{F \cdot N}{60}$$

$$3) t = \frac{60F}{N}$$

$$4) t = 60(F + N)$$

де  $F$  – дійсний фонд часу роботи обладнання за певний період (в годинах);  
 $N$  – випуск виробів в штуках за той же період.

### Завдання 93

Якщо темп складання суттєво перевищує середньоарифметичне значення тривалості операцій, то технологічний процес складання відповідає виробництву ...

1) серійному.

2) масовому.

3) одиничному і масовому.

4) серійному і масовому.

### Завдання 94

Якщо темп складання приблизно дорівнює середньоарифметичному значенню тривалості операцій, то технологічний процес складання відповідає виробництву ...

1) одиничному і масовому.

2) серійному.

3) масовому.

4) серійному і масовому.

### Завдання 95

На вибір організаційної форми складання не впливають ...

1) тип виробництва.

2) маса і розміри виробу.

3) програма і терміни випуску виробу.

4) норми часу на операціях механічної обробки заготовок деталей виробу.

### Завдання 96

Складання, яке передбачає виконання кожної з операцій за однаковий проміжок часу (такт) або за проміжок часу кратний такту, називають ...

1) стаціонарним.

2) рівномірним.

3) потоковим.

4) операційним.

### Завдання 97

Нормою часу на виконання складальних операцій у масовому виробництві є ...

1) штучно-калькуляційний час.

2) основний час.

3) штучний час.

4) оперативний час.



### **Завдання 98**

Нормою часу на виконання складальних операцій у серійному виробництві є ...

- 1) основний час.
- 2) штучний час.
- 3) оперативний час
- 4) штучно-калькуляційний час.

### **Завдання 99**

Приймально-здавальні випробування машин не передбачають ...

- 1) перевірку машини в статичному стані.
- 2) перевірку машини на холостому ході.
- 3) перевірку машини під навантаженням.
- 4) визначення показників довговічності машини.

### **Завдання 100**

До технічної підготовки виробництва не входить ...

- 1) розробка планів виробничих ділянок.
- 2) технологічна підготовка виробництва.
- 3) календарне планування виробничого процесу.
- 4) конструкторська підготовка виробництва.

### **Завдання 101**

До конструкторської підготовки виробництва певної машини не входить розробка ...

- 1) креслень деталей машини.
- 2) креслень верстатних пристроїв для операцій механічної обробки заготовок деталей машини.
- 3) специфікацій до складальних креслень вузлів машини.
- 4) електричних і гідравлічних схем відповідних систем машини.

### **Завдання 102**

До технологічної підготовки виробництва певної машини не входить ...

- 1) проектування технологічних процесів загального складання машини.
- 2) проектування верстатних пристроїв для операцій механічної обробки заготовок деталей машини.
- 3) розробка специфікацій до складальних креслень вузлів машини.
- 4) виготовлення верстатних пристроїв для операцій механічної обробки заготовок деталей машини.

### **Завдання 103**

Маршрутна карта як документ технологічного процесу механічної обробки, не містить інформацію про ...

- 1) типи і моделі верстатів, використовуваних на всіх операціях.
- 2) номери і назви всіх операцій.
- 3) норми часу на виконання операцій.
- 4) номери і зміст переходів.

### **Завдання 104**

Операційна карта як документ технологічного процесу механічної обробки, не містить інформацію про ...

- 1) тип і модель верстата, використовуваного на операції.
- 2) зміст всіх операцій маршруту механічної обробки.
- 3) норми часу на виконання операції.
- 4) номери і зміст всіх переходів операції.

### **Завдання 105**

Маршрутний опис технологічного процесу механічної обробки не містить ...

- 1) операційних карт.
- 2) інформацію про тип і модель верстата.
- 3) інформацію про технічні норми часу.
- 4) інформацію про номери і найменування операцій.

### **Завдання 106**

Операційний опис технологічного процесу механічної обробки містить такі документи: ...

- 1) тільки операційні карти.
- 2) маршрутну карту і операційні карти на всі операції.
- 3) маршрутну карту і операційні карти на складні операції.
- 4) тільки операційні карти і карти кодування інформації.

### **Завдання 107**

Маршрутно-операційний опис технологічного процесу механічної обробки містить такі документи: ...

- 1) маршрутну карту і операційні карти на всі операції.
- 2) маршрутну карту і операційні карти на складні операції.
- 3) маршрутну карту і карти кодування інформації на складні операції.
- 4) маршрутну карту і карти кодування інформації на всі операції.

### **Завдання 108**

Маршрутний опис технологічних процесів використовується переважно у виробництві ...

- 1) одиничному і дрібносерійному.
- 2) серійному.
- 3) крупносерійному і масовому.
- 4) масовому.

### **Завдання 109**

Маршрутно-операційний опис технологічних процесів використовується у виробництві ...

- 1) одиничному.
- 2) дрібносерійному і середньосерійному.
- 3) крупносерійному і масовому.
- 4) масовому.

### **Завдання 110**

Операційний опис технологічних процесів використовується переважно у виробництві ...

- 1) одиничному.
- 2) дрібносерійному.
- 3) крупносерійному і масовому.
- 4) одиничному і дрібносерійному.

## 9 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХОДУ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ, ЙОГО ЗМІСТ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ

Підсумковий контроль знань проводиться у вигляді екзамену. Екзамен проводиться у встановлені розкладом сесії терміни.

Студент складає екзамен комісії з двох осіб, а саме: лектора і викладача, який призначається розпорядженням завідувача кафедри.

Кожний білет містить два питання з теоретичної підготовки і одну задачу.

На підготовку відповіді відводиться 60 хвилин. Під час підготовки відповіді студентам не дозволяється користуватися мобільними телефонами, будь-якою літературою, конспектами чи іншими записами. Під час підготовки відповіді студентам не дозволяється також виходити з приміщення, у якому проводиться екзамен.

### 9.1 Зміст екзамену

#### *Питання з теоретичної підготовки*

1. Види технологічних процесів.
2. Послідовність і основні етапи проектування одиничного технологічного процесу механічної обробки.
3. Склад початкових даних для проектування технологічного процесу.
4. Зміст аналізу деталі на технологічність.
5. Припустимо, що деталь має декілька необроблених поверхонь і декілька оброблених поверхонь. Поясніть, як мають бути зв'язані розмірами ці поверхні на кресленні деталі.
6. Вибір способу виготовлення заготовки. Які фактори враховуються під час вибору способу виготовлення заготовки?
7. Вибір способів механічної обробки окремих поверхонь.
8. Визначення кількості ступенів механічної обробки окремих поверхонь.
9. Поняття чистових технологічних баз. Яка задача розв'язується під час вибору чистових технологічних баз?
10. Які показники точності деталі впливають на вибір чистових технологічних баз?
11. Поняття штучних технологічних баз. У яких випадках вони використовуються? Наведіть приклади.
12. Поняття принципу постійності баз. Наведіть приклади його використання.
13. Поняття чорнових технологічних баз. Які задачі розв'язуються під час вибору чорнових технологічних баз?

14. Поясніть, як розв'язується задача забезпечення розмірного зв'язку між обробленими і необробленими поверхнями під час вибору чорнових технологічних баз. Наведіть приклад.

15. Поясніть, як розв'язується задача знімання мінімального рівномірного припуску з певної поверхні під час вибору чорнових технологічних баз. Наведіть приклад.

16. Загальна послідовність виконання операцій механічної обробки деталей.

17. Побудова технологічного процесу механічної обробки з використанням концентрації операцій. Сфера застосування, переваги і недоліки.

18. Побудова технологічного процесу механічної обробки з використанням диференціації операцій. Сфера застосування, переваги і недоліки.

19. Поділ верстатів за ступенем універсальності. Поняття універсального верстата, високопродуктивного верстата, спеціалізованого верстата, спеціального верстата. Наведіть приклади таких верстатів.

20. Які фактори враховують під час вибору верстатів для операцій механічної обробки?

21. Які фактори враховують під час вибору різальних інструментів для операцій механічної обробки?

22. Порівняння маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат.

23. Поняття припуску на механічну обробку. Поняття напуску. Способи визначення припусків. Початкові дані для визначення мінімального припуску.

24. Складові мінімального припуску на механічну обробку. Як вони визначаються?

25. Як визначаються просторові відхилення поверхні заготовки відносно технологічних баз під час розрахунку мінімального припуску на механічну обробку?

26. Визначення похибки встановлення як складової мінімального припуску на механічну обробку. Особливості знаходження похибки базування під час визначення мінімального припуску розрахунково-аналітичним методом.

27. Визначення проміжних технологічних розмірів обробки циліндричних поверхонь.

28. Мета, основні етапи і послідовність виконання розмірного аналізу технологічного процесу.

25. Вибір розташування технологічних розмірів під час виконання розмірного аналізу технологічного процесу.

26. Що таке розмірна схема технологічного процесу і для чого вона будується?

27. Що таке суміщений граф і для чого він будується під час виконання розмірного аналізу технологічних процесів механічної обробки?

28. Які дані отримує інженер-технолог після завершення виконання розмірного аналізу технологічного процесу?
29. Вибір режимів різання.
30. Поняття норми часу. Складові штучно-калькуляційного часу. Як вони визначається?
31. Мета і основні етапи проектування технологічних процесів складання машин.
32. Вихідна інформація для проектування технологічного процесу складання.
33. Розробка технологічних схем складання.
34. Попередня розробка технологічного маршруту складання. Встановлення типу виробництва.
35. Організаційні форми складання.
36. Нормування складальних операцій.
37. Випробування машин.
38. Поняття технічної підготовки виробництва. Зміст і мета технологічної підготовки виробництва.
39. Зміст основних технологічних документів (маршрутної карти, операційної карти, карти ескізів, карти налагоджень).
40. Види описань технологічних процесів.

#### *Умова задачі*

Згідно з заданим кресленням деталі виконати такі завдання.

1. Для умов середньосерійного виробництва розробити маршрут механічної обробки з висвітленням змісту технологічних операцій. Кожну з операцій поділити на переходи, вибрати верстат, вказавши його тип (наприклад, вертикально-фрезерний, токарно-револьверний тощо). Для кожної з операцій показати ескіз заготовки зі схемою базування; поверхні, які обробляються на даній операції, показати потовщеною лінією. Результати роботи оформити у вигляді таблиці.

2. Обґрунтувати вибір схеми базування на одній з операцій (крім першої), пояснивши чому саме буде відсутня (або буде мінімальною) похибка базування на кожний з технологічних розмірів, які забезпечуються на цій операції.

3. Обґрунтувати вибір технологічних баз на першій операції (чорнових технологічних баз), пояснивши, яка саме задача вибору чорнових технологічних баз розв'язується у розробленому маршруті.

Приклад розв'язання такої задачі наведений у підрозділі 7.2.

## 9.2 Критерії оцінювання знань під час складання екзамену

Оцінюючи знання студента, комісія керується нижчевказаними критеріями.

Оцінкою **«відмінно» (А)** оцінюються знання студента, який дав повні відповіді на теоретичні питання і повністю виконав всі завдання задачі, грамотно та логічно обґрунтував прийняті рішення, достатньо ознайомлений з науково-технічною літературою.

Оцінку **«добре» (В, С)** отримує студент, що виконав усі завдання білету, але допустив несуттєві похибки, при цьому грамотно обґрунтував прийняті рішення. Оперативність в усуненні виявлених дрібних помилок підвищує бал. Оцінка вищого рівня відповідає наявності творчого, неформального підходу до завдань білету.

Оцінку **«задовільно» (D, E)** виставляють студенту, який допустив незначні помилки, дав правильну відповідь хоча б на одне з питань теоретичної підготовки, розробив маршрут механічної обробки заготовки деталі, допустивши несуттєві помилки. Інформаційна насиченість відповіді, знання основних підходів до виконання завдань підвищує бал.

Оцінка **«незадовільно з можливістю повторного складання дисципліни» (FX)** виставляється студенту, який знає теорію на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Прийняті рішення не може обґрунтувати. На запитання викладача дає неправильні відповіді (40–60%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати послідовність розв'язання задачі.

Оцінка **«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» (F)** виставляється студенту, який під час теоретичного навчання отримав кількість балів, меншу за 35.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакшин. – М. : Машиностроение, 1969. – 558 с.
2. Балабанов А. Н. Технологичность конструкций машин / А. Н. Балабанов. – М. : Машиностроение, 1987. – 336 с.
3. Бондаренко С. Г. Основы технології машинобудування : навчальний посібник / С. Г. Бондаренко – Львів : Магнолія, 2018. – 500 с.
4. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.
5. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 1 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
6. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 116 с.
7. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
8. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 1 : практикум / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Репінський С. В. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 106 с.
9. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 2 : практикум / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 116 с.
10. Кирилович В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ. / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський ; під заг. ред. В. А. Кириловича. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 600 с.
11. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Колесов И. М. – М. : Высшая школа, 2001. – 591 с.
12. Комиссаров В. И. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов / В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. – М. : Машиностроение, 1985. – 224 с.
13. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Маталин А. А. – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
14. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. / [Панов А. А., Аникин В. В., Бойм Н. Г. и др.]. ; под общ. ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 736 с.
15. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования: Серийное производство. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.



16. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть I. Нормативы времени. – М. : Экономика, 1990. – 206 с.
17. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – М. : Экономика, 1990. – 473 с.
18. Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Кн. 2. / Орлов П. И. – М. : Машиностроение, 1977. – 574 с.
19. Основы технологии машиностроения / [Кован В. М., Корсаков В. С., Косилова А. Г. и др.]; под ред. В. С. Корсакова. – М. : Машиностроение, 1977. – 416 с.
20. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / [Бабук В. В., Шкред В. А., Кривко Г. П., Медведев А. И.]; под ред. В. В. Бабука. – Минск : Вышэйшая школа, 1987. – 255 с.
21. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвёрдыми и керамическими материалами, и их применение. Справочник / [Жедь В. П., Боровский Г. В., Музыкант Я. А. и др.]. – М. : Машиностроение, 1987. – 320 с.
22. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / Руденко П. О. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с.
23. Рудь В. Д. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій / Рудь В. Д., Герасимчук О. О., Маркова Т. П. – Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2008. – 344 с.
24. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения / [Аверченков В. И., Горленко О. А., Ильицкий В. Б. и др.]; под ред. О. А. Горленко. – М. : Машиностроение, 1988. – 192 с.
25. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / [Антипов К. Ф., Горбунов Б. И., Калашников С. Н. и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1972. – 694 с.
26. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / [Борисов В. Б., Борисов Е. И., Васильев В. Н. и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 656 с.
27. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 2 / [Абрамов Ю. А., Андреев В. Н., Горбунов Б. И. и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
28. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин : лабораторний практикум / [Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Мироненко О. М. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 119 с.
29. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения : ГОСТ 21495–76. – [Чинний від 1977-01-01] – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 35 с.

30. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения : ГОСТ 3.1107–81 – [Чинний від 1982-07-01] – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 10 с.

31. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием : ГОСТ 3.1702–79 – [Чинний від 1981-01-01] – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 21 с.

32. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645–85. – [Чинний від 1987-07-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 53 с.

33. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и размерные напуски : ГОСТ 7505–89. – [Чинний від 1990-07-06]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 86 с.

34. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке машин. Серийное производство. – М. : Машиностроение, 1974. – 219 с.

35. Косилова А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении / Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. – М. : Машиностроение, 1976. – 288 с.

36. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку : справочник / Харламов Г. А., Тарапанов А. С. – М. : Машиностроение, 2006. – 256 с.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ з дисципліни «Основи технології машинобудування, Ч. 2»

студенту \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_

#### 1. Початкові дані

- 1.1. Креслення деталі \_\_\_\_\_
- 1.2. Тип виробництва \_\_\_\_\_
- 1.3. Спосіб виготовлення заготовки \_\_\_\_\_

#### 2. Зміст роботи

- 2.1 Якісний аналіз технологічності конструкції деталі.
- 2.2 Визначення кількості ступенів і способів механічної обробки циліндричної поверхні \_\_\_\_\_.
- 2.3 Вибір чистових технологічних баз; аналіз похибок базування, що виникають на операції \_\_\_\_\_.
- 2.4 Вибір чорнових технологічних баз.
- 2.5. Розробка маршруту механічної обробки (результат розробки оформити у вигляді таблиці).
  - 2.3.1. Розробка змісту операцій і переходів.
  - 2.3.2. Розробка схем базування для всіх операцій.
  - 2.3.5. Вибір типів і моделей верстатів.
- 2.4. Розрахунок проміжних припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричної поверхні \_\_\_\_\_.

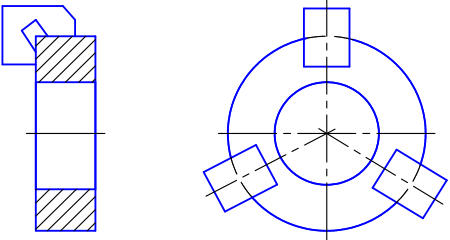
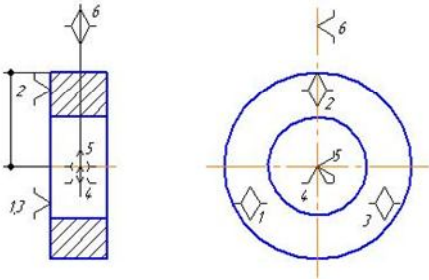
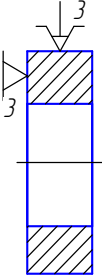
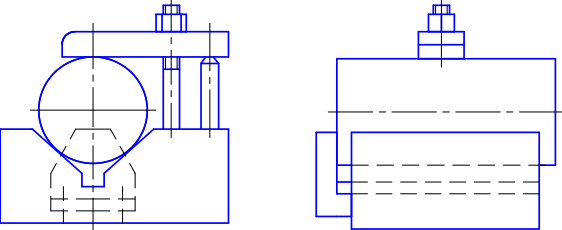
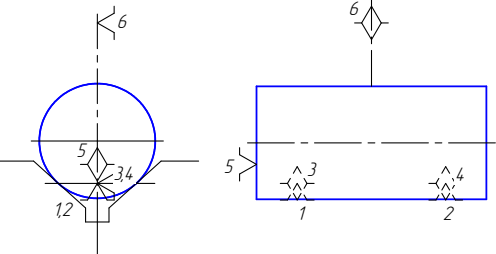
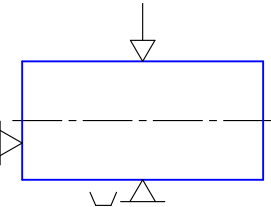
Викладач \_\_\_\_\_

## Додаток Б

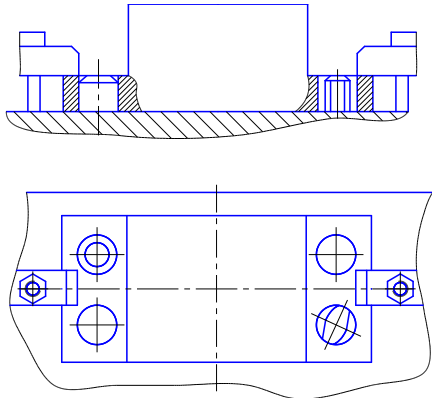
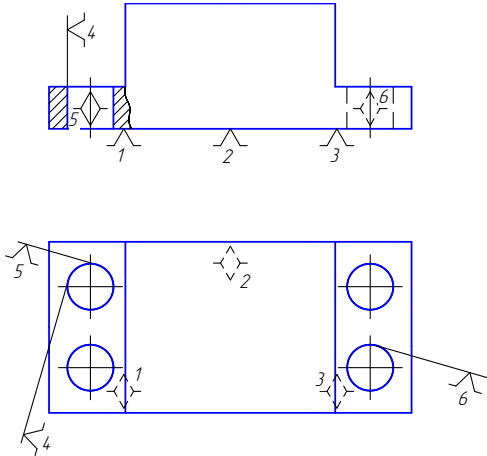
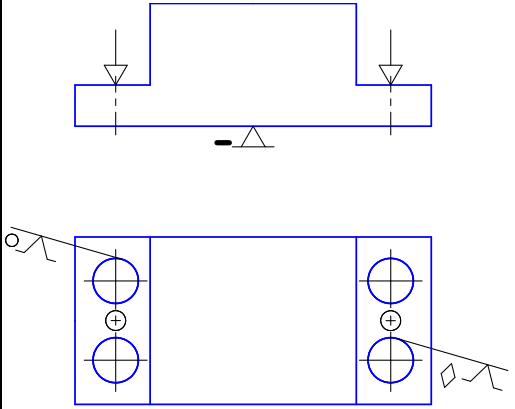
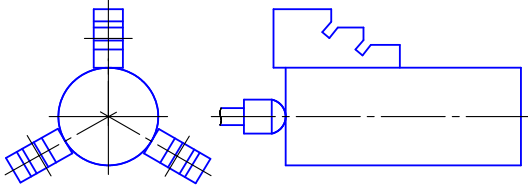
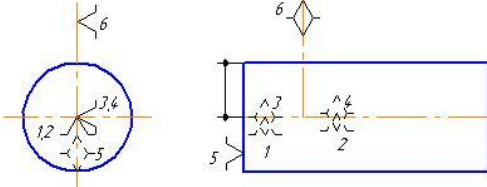
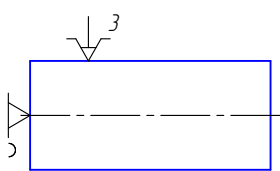
Таблиця Б.1 — Приклади схем установів заготовок (згідно з ГОСТ 3.1107—81 [25])

Спосіб Встановлення	Спрощена схема способу встановлення	Теоретична схема базування	Схема установка
Встановлення заготовки на площину і дві бокові сторони			
Встановлення заготовки на площину (на магнітній плиті)			

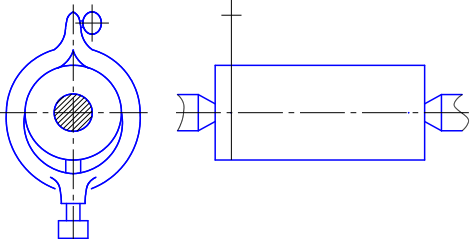
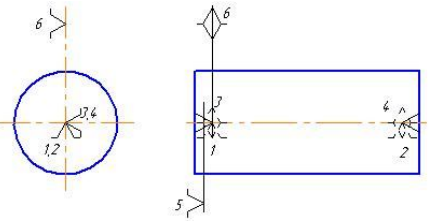
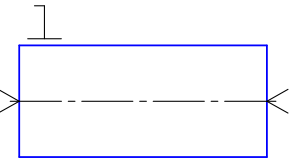
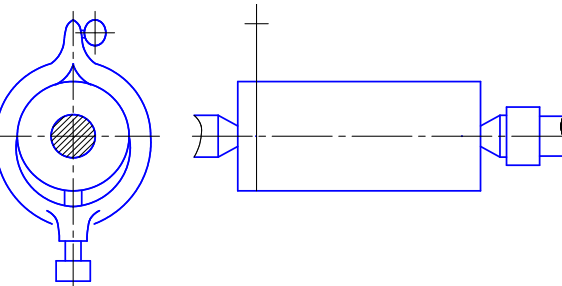
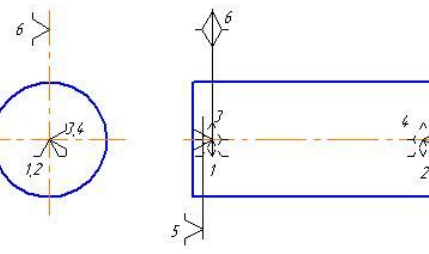
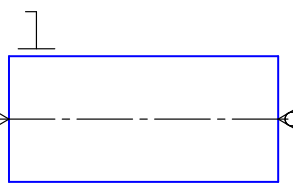
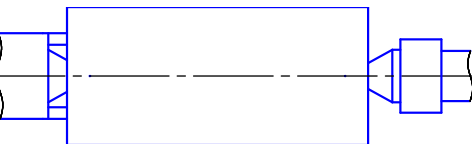
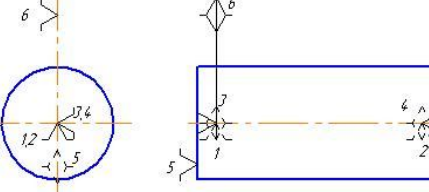
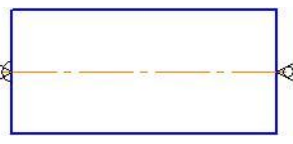
Продовження таблиці Б.1

Спосіб Встановлення	Спрощена схема способу Встановлення	Теоретична схема базування	Схема установа
<p>Встановлення заготовки типу «Диск» в трикуладковому самоцентрувальному патроні</p>			
<p>Встановлення заготовки на призму</p>			

Продовження таблиці Б.1

Спосіб Встановлення	Спрощена схема способу Встановлення	Теоретична схема базування	Схема установка
<p>Встановлення заготовки корпусної деталі на площину і два пальці (циліндричний і зрізаний)</p>			
<p>Встановлення циліндричної заготовки в трикутчастому самоцентрувальному патроні</p>			

Продовження таблиці Б.1

Спосіб Встановлення	Спрощена схема способу Встановлення	Теоретична схема базування	Схема установка
Встановлення заготовки деталі типу «Вал» в центрах (передній і задній центри – жорсткі)			
Встановлення заготовки деталі типу «Вал» в центрах (передній центр – жорсткий, задній центр – обертовий)			
Встановлення заготовки деталі типу «Вал» в центрах (передній центр – плаваючий, задній центр – обертовий)			



Продовження таблиці Б.1

Спосіб Встановлення	Спрощена схема способу Встановлення	Теоретична схема базування	Схема установка
<p>Встановлення заготовки деталі типу «Втулка» на циліндричну оправку із зазором</p>			
<p>Встановлення заготовки деталі типу «Втулка» на цангову оправку (без зазора)</p>			

## Додаток В

Таблиця В.1 – Правильні відповіді тестових завдань

№ завдання	Правильна відповідь	№ завдання	Правильна відповідь
1	2	3	4
1	3	28	3
2	4	29	1
3	2	30	3
4	4	31	2
5	3	32	4
6	2	33	4
7	4	34	4
8	2	35	4
9	1	36	2
10	2	37	4
11	1	38	1
12	2	39	3
13	2	40	5
14	4	41	2
15	3	42	3
16	4	43	4
17	4	44	2
18	2	45	3
19	3	46	3
20	1	47	4
21	2	48	1
22	3	49	4
23	1	50	3
24	2	51	2
25	3	52	1
26	4	53	2
27	1	54	4

## Продовження таблиці В.1

№ завдання	Правильна відповідь	№ завдання	Правильна відповідь
1	2	3	4
55	4	83	1
56	1	84	3
57	2	85	2
58	3	86	1
59	4	87	4
60	2	88	2
61	2	89	4
62	4	90	1
63	1	91	2
64	2	92	3
65	4	93	1
66	3	94	3
67	1	95	4
68	4	96	3
69	3	97	3
70	1	98	4
71	4	99	4
72	1	100	1
73	3	101	2
74	1	102	3
75	2	103	4
76	1	104	2
77	3	105	1
78	1	106	2
79	2	107	2
80	4	108	1
81	2	109	2
82	3	110	3

*Навчальне видання*

**Дерібо Олександр Володимирович  
Дусанюк Жанна Павлівна  
Репінський Сергій Володимирович  
Сухоруков Сергій Іванович**

**ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНОБУДУВАННЯ  
Частина 2**

**Самостійна та індивідуальна робота студентів**

Навчальний посібник

Рукопис оформив *О. Дерібо*

Редактор *В. Дружиніна*

Оригінал-макет підготовлено *О. Кушнір*

Підписано до друку 18.08.2021 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 5,52  
Наклад 40 (1-й запуск 1–21) пр. Зам. № 2021-084.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 65-18-06.  
**press.vntu.edu.ua;**  
*E-mail: kivc.vntu@gmail.com.*  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01. 07.2009 р.