

**ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНОБУДУВАННЯ**  
Частина 1  
Самостійна та індивідуальна  
робота студентів

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

# **ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ**

## **Частина 1**

**Самостійна та індивідуальна робота студентів**

Навчальний посібник

Вінниця  
ВНТУ  
2019

УДК 621.01(075)  
О-75

Автори:

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

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 14 від 25.06.2019 р.)

Рецензенти:

**О. В. Грушко**, доктор технічних наук, професор,  
**В. І. Савуляк**, доктор технічних наук, професор,  
**М. І. Іванов**, кандидат технічних наук, професор

**Основи** технології машинобудування. Частина 1. Самостійна та О-75 індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 116 с.

Посібник містить: теми лекцій, питання, що на них розглядаються, зміст практичних занять та лабораторних робіт, завдання для виконання індивідуальних домашніх робіт студентами денної форми навчання та контрольних робіт студентами заочної форми навчання, питання для підготовки до проміжного та підсумкового контролю знань, питання і тестові завдання 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)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
2 ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ І ПИТАННЯ, ЩО НА НИХ РОЗГЛЯДАЮТЬСЯ .....	7
3 ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ .....	13
4 ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....	15
5 ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЗА КРЕДИТНО- МОДУЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ.....	17
6 ІНДИВІДУВАЛЬНІ ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ (ДЛЯ СТУДЕНІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ) І КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ (ДЛЯ СТУДЕНІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ).....	19
7 МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ .....	43
7.1 Теми тестів з теоретичної підготовки.....	43
7.2 Зміст, умови і приклади розв'язання задач .....	46
8 ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.....	54
9 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХОДУ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ, ЙОГО ЗМІСТ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ .....	99
ЛІТЕРАТУРА.....	104
ДОДАТОК А.....	106
ДОДАТОК Б.....	107
ДОДАТОК В.....	108
ДОДАТОК Г.....	119
ДОДАТОК Д.....	112
ДОДАТОК Е.....	115

## ВСТУП

Предметом дисципліни «Основи технології машинобудування» є вивчення закономірностей, що діють під час механічної обробки заготовок і складання машин, та опанування практичними навичками застосування цих закономірностей для забезпечення проектної якості виробів, найменшої їхньої собівартості, запланованого обсягу випуску.

Важливим є зв'язок дисципліни «Основи технології машинобудування» з такими дисциплінами як: «Вступ до фаху», «Технологічні основи машинобудування», «Теоретична механіка», «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Теорія різання», «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання». Вирішення технологічних питань без ґрунтовних знань з цих дисциплін взагалі неможливе.

Дисципліна ОТМ є однією з базових для вивчення таких спеціальних дисциплін як: «Технологія машинобудування», «Технологічна оснастка», «Основи автоматизації виробництва», «Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва», «Проектування пристосувань», «Технології для верстатів з ЧПК», «Проектування та виробництво заготовок деталей машин» та інших.

У першій частині дисципліни розглядаються основні поняття й означення технології машинобудування, теоретичні основи конструкторського і технологічного забезпечення точності складання машини та виготовлення її деталей.

Для ґрунтовного вивчення дисципліни студенти мають опрацювати матеріал не лише під час аудиторних занять, а й у процесі самостійної роботи.

Згідно з [13], самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, що передбачає виконання студентом запланованих завдань без присутності викладача, але під його методичним керівництвом. СРС є основним засобом засвоєння навчального матеріалу під час позааудиторної роботи. Ця робота спрямована на закріплення теоретичних знань, їхнього поглиблення, набуття й удосконалення практичних навичок.

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 всіх 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 та 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.

У білетах для заходу підсумкового контролю містяться питання з теоретичної підготовки та задачі. Під час оцінювання відповіді більшу вагу має правильне розв'язання задачі, оскільки саме це наочно показує рівень теоретичних знань та практичної підготовки студента, здатність приймати фахові інженерні рішення.

Матеріалами навчально-методичного забезпеченням 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;
- тести 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

В дисципліні «Основи технології машинобудування» розглядаються загальні теоретичні положення про зв'язки та закономірності виробничого процесу створення якісної, економічної машини. Викладається суть технічних і техніко-економічних заходів, за допомогою яких забезпечується бажані показники якості машини, продуктивність праці і собівартість. Розглядаються також загальна послідовність і суть етапів розробки технологічних процесів виготовлення деталей та складання машини.

Метою дисципліни є вивчення закономірностей, які діють під час механічної обробки заготовок та складання машин, а також опанування практичними навичками застосування цих закономірностей для забезпечення:

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

В результаті вивчення дисципліни студент має **знати**:

- основні терміни і поняття технології машинобудування;
- основи базування і теорію розмірних ланцюгів;
- закономірності, що проявляються в процесі виготовлення машини і визначають її якість, собівартість і продуктивність праці;
- принципи розробки технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей та складання машини,

і **вміти** розробляти та аналізувати технологічні процеси механічної обробки деталей і складання простих деталей та вузлів, виконуючи необхідні розрахунки, у т. ч. 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.

Заходами з *підсумкового* контролю знань студентів є диференційовані заліки або екзамени.

Самостійна робота студентів під час теоретичного навчання передбачає:

- поглиблене вивчення матеріалу дисципліни;
- виконання індивідуальних домашніх завдань та підготовка до їх 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**

### **Розділ 1 Основи виробництва машин**

#### **Тема 1 (Лекція 1). Вступ.**

1.1 Предмет, мета, задачі, структура, зміст дисципліни «Основи технології машинобудування».

1.2 Роль машинобудування в сучасній промисловості.

1.3 Стислі історичні відомості про розвиток технології механоскладального виробництва.

1.4 Тенденції розвитку механоскладального виробництва в сучасному машинобудуванні.

1.5 Особливості застосування кредитно-модульної системи (КМС) під час вивчення дисципліни.

Література: [10, 12, 18].

#### **Тема 2 (Лекції 2, 3). Машина, як об'єкт виробництва.**

2.1 Поняття машини і виробу. Поняття деталі, складальної одиниці, комплексу, комплекту, специфікованого і неспецифікованого виробу. Склад машини. Поняття вузла і агрегату.

2.2 Поняття службового призначення машини. Зміст технічного завдання на проектування машини. Якість машини та її показники.

Література: [4, 12].

#### **Тема 3 (Лекція 4). Виробничий і технологічний процеси. Поняття технологічної підготовки виробництва.**

3.1 Поняття виробничого і технологічного процесу.

3.2 Структура технологічного процесу. Поняття технологічного і допоміжного переходів, технологічної і допоміжної операцій, робочого і допоміжного ходів, позиції і установу.

3.3 Зміст технологічної підготовки виробництва.

Література: [4, 12].

#### **Тема 4 (Лекція 5). Основні техніко-економічні показники машинобудівного виробництва.**

4.1 Поняття собівартості виробу. Методи визначення собівартості (бухгалтерський, калькуляційний, нормативний).

4.2 Поняття трудомісткості, циклу, такту, ритму і програми виготовлення виробу.

4.3 Відносні техніко-економічні показники.

Література: [4, 12].



**Тема 5 (Лекція 6). Типи машинобудівного виробництва та їх техніко-економічні особливості. Форми організації робіт.**

5.1 Визначення типу виробництва.

5.2 Головні ознаки та основні характеристики одиничного, серійного і масового виробництва.

5.3 Форми організації робіт (потокова, змінно-потокова, непотокова).

Література: [4, 18].

**Тема 6. (Лекції 7 – 9). Основні терміни і означення математичної статистики, використовувані в технології машинобудування. Закони розподілу випадкових величин.**

6.1 Поняття: випробовування, події, випадкової величини, розподілу випадкової величини, генеральної сукупності, вибірки, об'єму вибірки.

6.2 Закони розподілу випадкових величин, використовувані для статистичного аналізу точності механічної обробки (закони: нормального розподілу, рівнобедреного трикутника, рівної імовірності, ексцентриситету).

Література: [4, 14].

## **Розділ 2 Основи забезпечення точності машини**

**Тема 7 (Лекція 10). Функціональне призначення поверхонь, що належать деталям, складальним одиницям і машинам.**

7.1 Поняття виконавчих поверхонь машини, конструкторських основних і допоміжних баз, кріпильних і вільних поверхонь.

7.2 Розробка креслення деталі з урахуванням функціонального призначення її поверхонь.

Література: [2, 4].

**Тема 8 (Лекція 11). Поняття точності деталі і машини.**

8.1 Поняття точності деталі. Групи показників точності деталі і зв'язки між ними.

8.2 Поняття точності машини. Групи показників точності машини.

Література: [2, 4].

**Тема 9 (Лекції 12, 13). Базування і бази в машинобудуванні.**

9.1 Терміни і означення, які використовуються під час розробки схем базування.

9.2 Правило шести точок.

9.3 Класифікація баз.

9.4 Правила зображення схем базування.

Література: [3, 4].

**Тема 10 (Лекція 14). Похибка базування.**

Поняття похибки базування. Механізм виникнення похибки базування. правила її визначення і шляхи зменшення. Поняття принципу суміщення баз.

Література: [4, 10].

**Тема 11 (Лекції 15, 16). Методи забезпечення точності ланки замикання під час складання машини та їх технологічні особливості.**

11.1 Основні поняття та означення теорії розмірних ланцюгів.

11.2 Суть методів забезпечення точності ланки замикання під час складання машини: повної взаємозамінності, неповної взаємозамінності, групової взаємозамінності, припасовування, регулювання. Технологічні особливості використання цих методів під час складання машини.

Література: [4, 9].

**Тема 12 (Лекції 17, 18 ). Розмірний аналіз конструкцій.**

12.1 Мета і задачі розмірного аналізу конструкції машини.

12.2 Початкові дані, послідовність виконання і зміст етапів розмірного аналізу конструкції машини.

Література: [4].

### **Розділ 3 Основи забезпечення точності механічної обробки**

**Тема 13 (Лекція 19). Конструкторські і технологічні розміри.**

13.1 Поняття конструкторських і технологічних розмірів.

13.2 Способи забезпечення технологічних розмірів під час механічної обробки.

Література: [4].

**Тема 14 (Лекція 20). Сумарна похибка обробки.**

14.1 Поняття сумарної похибки обробки. Мета визначення сумарної похибки обробки. Поняття елементарної похибки.

14.2 Формули для визначення сумарної похибки обробки.

Література: [4, 15].

**Тема 15 (Лекція 21). Похибка устанавлення заготовки у верстатний пристрій та її складові.**

15.1 Поняття похибки устанавлення заготовки у верстатний пристрій. Складові цієї похибки.

15.2 Похибка базування як складова похибки устанавлення.

15.3 Поняття похибки закріплення. Механізм виникнення цієї похибки і шляхи її зменшення.

15.4 Поняття похибки пристрою. Складові цієї похибки і шляхи її зменшення.

15.5 Характер виявлення і шляхи зменшення похибки устанавлення.

Література: [4].

**Тема 16 (Лекція 22). Жорсткість системи ВПД.**

16.1 Поняття жорсткості системи «верстат-пристрій-інструмент-деталь» (ВПД). Способи визначення жорсткості верстатів.

16.2 Заходи щодо забезпечення достатньої жорсткості елементів системи ВПД.

Література: [4, 12].

**Тема 17 (Лекція 23). Похибка обробки, що спричиняється пружними деформаціями елементів системи ВПД під дією сил різання.**

Механізм виникнення і характер виявлення похибки механічної обробки, що спричиняється пружними деформаціями елементів системи ВПД під дією сил різання. Шляхи зменшення цієї похибки.

Література: [4, 12].

**Тема 18 (Лекції 24, 25). Розмірне настроювання верстатів для обробки партії заготовок. Похибка настроєння.**

18.1 Поняття настроювання різального інструмента на розмір обробки. Поняття розміру настроєння.

18.2 Суть способу настроювання верстата з використанням пробних заготовок.

18.3 Суть способу настроювання верстата за еталоном (статичного настроювання).

18.4. Визначення розміру настроєння і похибки настроєння.

Література: [4, 14].

**Тема 19 (Лекція 26). Похибки обробки, що зумовлені неточністю виготовлення та розмірним зносом різального інструмента.**

19.1 Вплив неточності виготовлення різального інструмента на точність механічної обробки.

19.2 Поняття розмірного зносу різального інструмента.

19.3 Похибка обробки, що спричиняється розмірним зносом різального інструмента.

19.4 Шляхи зменшення впливу розмірного зносу інструментів на точність механічної обробки.

Література: [4, 12].

**Тема 20 (Лекція 27). Поняття геометричної точності верстата. Похибки обробки, що спричиняються геометричною неточністю верстата.**

20.1 Поняття геометричної точності верстата.

20.2 Похибки, що спричиняються геометричною неточністю верстата, їх вплив на точність розмірів і форми оброблених поверхонь.

Література: [4, 12].

**Тема 21 (Лекція 28). Теплові деформації в системі ВПД.**

21.1 Причини виникнення теплових деформацій елементів системи ВПД (верстата, інструмента, заготовки).

21.2 Похибки механічної обробки, що спричиняються тепловими деформаціями елементів системи ВПД. Шляхи зменшення цих похибок.

Література: [4, 12].

**Тема 22 (Лекції 29, 31). Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою методу побудови кривих розподілу (методу великих вибірок).**

22.1 Мета і послідовність виконання статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою методу побудови кривих розподілу. Умови забезпечення репрезентативності вибірки деталей.

22.2 Визначення імовірної кількості браку, коефіцієнтів точності виконання і зміщення настроєння. Розробка заходів з підвищення точності обробки за результатами статистичного аналізу.

Література: [4, 14].

**Тема 23 (Лекція 32). Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою методу точкових діаграм (методу малих вибірок).**

23.1 Мета і послідовність виконання статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою методу точкових діаграм. Умови забезпечення репрезентативності вибірок деталей.

23.2 Управління точністю механічної обробки за допомогою методу точкових діаграм. Виявлення впливу систематичних похибок, що закономірно змінюються. Дослідження стійкості технологічного переходу.

Література: [4, 14].

**Тема 24 (Лекція 33). Похибки обробки, що зумовлені пружними зміщеннями елементів системи ВПД під дією сил затискання.**

Механізм виникнення похибок обробки, зумовлених пружними деформаціями тонкостінних заготовок під дією сил затискання. Шляхи зменшення деформацій тонкостінних заготовок під час їх встановлення у верстатний пристрій.

Література: [12, 17].

**Тема 25 (Лекція 34). Залишкові напруження в заготовках та їх вплив на якість деталей і машин.**

25.1 Поняття залишкових напружень в заготовках та механізм виникнення цих напружень. Вплив залишкових напружень на якість деталей і машин.

25.2 Заходи щодо зменшення залишкових напружень в матеріалі заготовок (конструкторські та технологічні).

Література: [5, 12].

**Тема 26 (Лекція 35). Вібрації в системі ВПД та їх вплив на механічну обробку.**

Поняття вібрації. Види коливань, що зумовлюють вібрації в системі ВПД (власні коливання, вимушені коливання, автоколивання). Вплив вібрацій на якість механічної обробки. Шляхи усунення вібрацій в системі ВПД.

Література: [5, 12].

**Тема 27. (Лекція 36). Забезпечення якості поверхневого шару деталей.**

27.1 Поняття поверхневого шару поверхонь деталей та його структура.

27.2 Основні показники якості поверхневого шару: шорсткість, величина і знак залишкових напружень, ступінь деформаційного зміцнення (наклепу).

27.3 Вплив технологічних факторів на показники якості поверхневого шару.

27.8 Вплив показників якості поверхневого шару на експлуатаційні властивості деталей машин.

Література: [5, 12].

### **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 необхідних технологічних розрахунків.

#### **Практичне заняття № 1**

Тема заняття – функціональне призначення поверхонь машин, складальних одиниць та деталей.

Мета заняття – набуття практичних навичок визначення поверхонь складальних одиниць та деталей відповідно до їх функціонального призначення, а саме – основних конструкторських баз, допоміжних конструкторських баз, кріпильних поверхонь і вільних поверхонь.

Тривалість – одна година.

Література: [4, 6].

#### **Практичне заняття № 2**

Тема заняття – основи базування. Правило шести точок. Класифікація баз.

Мета заняття – набуття практичних навичок аналізу схем базування й дослідження впливу розташування опорних точок на стійкість і визначеність базування.

Тривалість – одна година.

Література: [3, 4, 6].

#### **Практичне заняття № 3**

Тема заняття – визначення похибки базування.

Мета заняття – набуття практичних навичок визначення похибки базування як складової сумарної похибки механічної обробки і розроблення заходів щодо мінімізації цієї похибки.

Тривалість – одна година.

Література: [6].

#### **Практичне заняття № 4**

Тема заняття – розмірний аналіз конструкцій.

Мета заняття – набуття практичних навичок побудови розмірних ланцюгів під час виконання розмірних розрахунків для забезпечення необхідної точності машин.

Тривалість – дві години.

Література: [4, 6, 9].

### **Практичне заняття № 5**

Тема заняття – розрахунок сумарної похибки обробки.

Мета заняття – набуття практичних навичок визначення сумарної похибки механічної обробки, що виникає під час точіння циліндричних поверхонь і фрезерування площин.

Тривалість – одна година.

Література: [4, 6].

### **Практичне заняття № 6**

Тема заняття – аналіз можливості впливу елементарних похибок на точність механічної обробки.

Мета заняття – набуття практичних навичок аналізу можливості впливу елементарних похибок на точність механічної обробки партії заготовок на настроєному верстаті в конкретних технологічних умовах.

Тривалість – дві години.

Література: [6].

### **Практичне заняття № 7**

Тема заняття – статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу.

Мета заняття – оволодіння методикою побудови теоретичних і емпіричних кривих розподілу випадкових безперервних величин й основами їхнього застосування для аналізу точності механічної обробки.

Тривалість – одна година.

Література: [4, 6, 14].

## 4 ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторні роботи виконуються на основі вивченого теоретичного матеріалу.

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

Тривалість всіх лабораторних занять становить дві години.

Література: [17].

### Лабораторна робота № 1

Тема роботи – визначення показників геометричної точності вертикально-свердлильного верстата.

Мета роботи – оволодіння методикою вимірювань і аналізу показників геометричної точності верстатів (на прикладі вертикально-свердлильного верстата).

### Лабораторна робота № 2

Тема роботи – дослідження базування заготовок в системі прямокутних координат.

Мета роботи – набуття практичних навичок вибору й дослідження впливу розташування та кількості опор на стійкість і визначеність базування.

### Лабораторна робота № 3

Тема роботи – дослідження похибки базування, що виникає під час установа партії заготовок у призму.

Мета роботи – поглиблення практичних навичок визначення похибок базування, що виникають під час установа партії заготовок у верстатній пристрої на операціях механічної обробки.

### Лабораторна робота № 4

Тема роботи – визначення похибки закріплення заготовки в трикулачковому самоцентрувальному спірально-рейковому патроні.

Мета роботи – набуття навичок експериментального дослідження похибки закріплення, яка виникає під час установа партії заготовок у верстатній пристрій.

### Лабораторна робота № 5

Тема роботи – визначення жорсткості вузлів токарного верстата.

Мета роботи – опанування методики визначення жорсткості вузлів токарних верстатів виробничим способом.



### **Лабораторна робота № 6**

Тема роботи – дослідження похибки механічної обробки, що спричиняється деформаціями системи ВПД від дії сили різання.

Мета роботи – вивчення механізму виникнення похибки механічної обробки, що спричиняється пружними деформаціями системи ВПД під дією сили різання.

### **Лабораторна робота № 7**

Тема роботи – визначення похибки установлення інструмента на еталон, як складової похибки настроєння.

Мета роботи – оволодіння навичками експериментального визначення похибки установлення інструмента на еталон.

### **Лабораторна робота № 8**

Тема роботи – статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу.

Мета роботи – оволодіти методикою побудови теоретичних і емпіричних кривих розподілу випадкових безперервних величин і основами їх застосування для аналізу точності механічної обробки.

### **Лабораторна робота № 9**

Тема роботи – визначення похибки закріплення, що виникає під час установлення тонкостінного кільця в трикулачковий самоцентрувальний патрон.

Мета роботи – вивчення механізму виникнення похибки закріплення, що спричиняється пружним деформуванням тонкостінних заготовок під час закріплення їх у верстатному пристрої.

## 5 ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЗА КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ

Програма курсу розрахована на 63 години аудиторних занять та 57 годин самостійної роботи студентів і передбачає диференційований залік у кінці семестру.

Аудиторні заняття складаються з 36 годин лекцій, 9 годин практичних занять і 18 годин для виконання лабораторних робіт.

Максимальна сама балів, яку студент може отримати під час теоретичного навчання, становить 100.

Розподіл балів за роботу в аудиторії наведено у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Розподіл балів за роботу в аудиторії

Види роботи	Бали
1. Активна робота під час лекції або практичного заняття	0,33
2. Вчасний захист якісно оформленої лабораторної роботи	до 3

Розподіл балів за навчальними заходами наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розподіл балів за навчальними заходами і модулями

Види навчальних заходів та їх кількість	Трудомісткість заходу (у балах)
<b>Модуль № 1</b>	
18 годин лекцій	6
5 лабораторних робіт	15
9 годин практичних занять	3
Індивідуальне домашнє завдання № 1	10
з них:	
рівень виконання — 5 балів	
рівень захисту — 7 балів	
Контрольна робота за модуль № 1	14
<b>Всього за модуль № 1</b>	<b>48</b>
<b>Модуль № 2</b>	
18 годин лекцій	6
4 лабораторних роботи	12
9 годин практичних занять	3
Індивідуальне домашнє завдання № 2	9
з них	
рівень виконання — 4 бали	
рівень захисту — 5 балів	
Індивідуальне домашнє завдання № 3	8
з них	
рівень виконання — 3 бали	
рівень захисту — 5 балів	
Контрольна робота за модуль № 2	14
<b>Всього за модуль № 2</b>	<b>52</b>

Вказані у табл. 5.2 бали нараховуються лише за вчасно виконані і захищені індивідуальні домашні завдання та лабораторні роботи.

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

Бальна оцінка з дисципліни визначається за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом теоретичного навчання.

Викладач має повідомити студентам бальні оцінки з дисципліни після завершення останнього тижня триместру.

Студенти, які отримали бальну оцінку з дисципліни в обсязі 60 балів і вище, можуть, за їхнім бажанням, бути:

- звільнені від складання диференційованого заліку і отримати оцінку, яка відповідає бальній оцінці з дисципліни;

- допущені до складання диференційованого заліку під час сесії для підвищення оцінки.

До складання диференційованого заліку допускаються всі студенти, які виконали навчальний план дисципліни (виконали та захистили всі лабораторні роботи та індивідуальні домашні завдання).

Студенти, які виконали навчальний план з дисципліни і набрали кількість балів у межах оцінки FX, допускаються до складання диференційованого заліку в день, визначений розкладом заліково-екзаменаційної сесії.

Студентам, які не виконали навчальний план з дисципліни, але набрали кількість балів у межах оцінки FX, викладач визначає обсяг додаткової роботи для вивчення матеріалу дисципліни. Диференційований залік ці студенти складають після закінчення заліково-екзаменаційної сесії за умови повного виконання навчального плану з дисципліни.

Оцінка студента залежить від суми набраних під час теоретичного навчання балів (бальної оцінки з дисципліни) і визначається за таблицею 5.3.

Таблиця 5.3 – Залежність оцінок студента за ECTS і за національною шкалою від бальної оцінки з дисципліни

Бальна оцінка з дисципліни	Оцінка за ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 - 100	A	відмінно
82 - 89	B	добре
75 - 81	C	
64 - 74	D	
60 - 63	E	задовільно
35 - 59	FX	
0 - 34	F	незадовільно з можливістю повторного складання дисципліни
		незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## **6 ІНДИВІДУВАЛЬНІ ДОМАШНІ РОБОТИ (ДЛЯ СТУДЕНІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ) І КОНТРОЛЬНА РОБОТА (ДЛЯ СТУДЕНІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ)**

### **Денна форма навчання**

Програма дисципліни ОТМ передбачає під час вивчення першої частини виконання трьох індивідуальних домашніх робіт.

**Індивідуальна домашня робота № 1** передбачає виконання розмірного аналізу конструкції складальної одиниці.

Початковими даними є: складальне креслення або конструктивна схема пристрою з вказаною вимогою точності до ланки замикання.

В результаті виконання роботи має бути вибраний метод забезпечення точності ланки замикання під час складання виробу, призначені показники точності складових ланок (деталей) і розроблено креслення однієї з деталей виробу.

Бланк завдання для виконання роботи міститься в додатку А.

Етапи і послідовність виконання роботи розглянуті в [6, С. 31 – 43].

**Індивідуальна домашня робота № 2** передбачає визначення сумарної похибки обробки (точінням або фрезеруванням) партії заготовок на настроєному верстаті.

Початковими даними є: матеріал заготовки, схема установаження заготовки у верстатному пристрої, тип і модель верстата, матеріал і геометрія різальної частини інструмента, режими різання, допуск розміру заготовки, допуск отриманого розміру, розміри заготовки, кількість заготовок в партії.

В результаті виконання роботи мають бути визначені всі елементарні похибки і сумарна похибка. Якщо величина сумарної похибки виявиться більшою за допуск, то потрібно проаналізувати величини елементарних похибок, виявити серед них домінуючі, і запропонувати заходи для їх зменшення.

Бланк завдання для виконання роботи міститься в додатку Б (точіння) і в додатку В (фрезерування).

Етапи і послідовність виконання роботи розглянуті в [6 С. 67 – 87].

**Індивідуальна домашня робота № 3** передбачає виконання статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу.

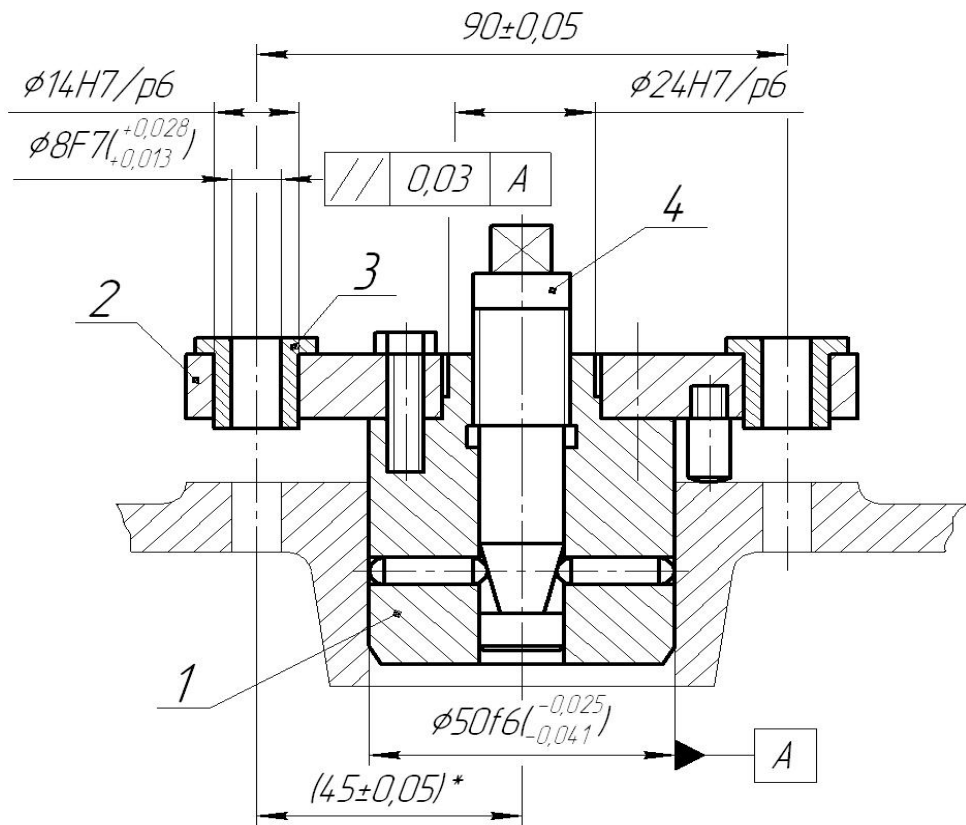
Початковими даними є: вид оброблюваної поверхні і вимоги точності до неї, тип верстата, тип і ціна поділки універсального вимірювального інструмента, сукупність дійсних розмірів вибірки оброблених заготовок.

В результаті виконання роботи мають бути визначені: відсоток виправного і невиправного браку, коефіцієнти точності виконання і зміщення настроєння.

Бланк завдання для виконання роботи міститься в додатку Г.

Етапи і послідовність виконання роботи наведені в [7 С. 5 – 24].

**Варіанти конструктивних схем пристроїв  
для індивідуальної домашньої роботи № 1**



\*Відстань між осями поверхні  $\phi 50f6$  та отвору  $\phi 8F7$

Рисунок 6.1 – Варіант 1 (кондуктор накладний):  
1 – корпус; 2 – плита; 3 – втулка кондукторна; 4 – гвинт натискний

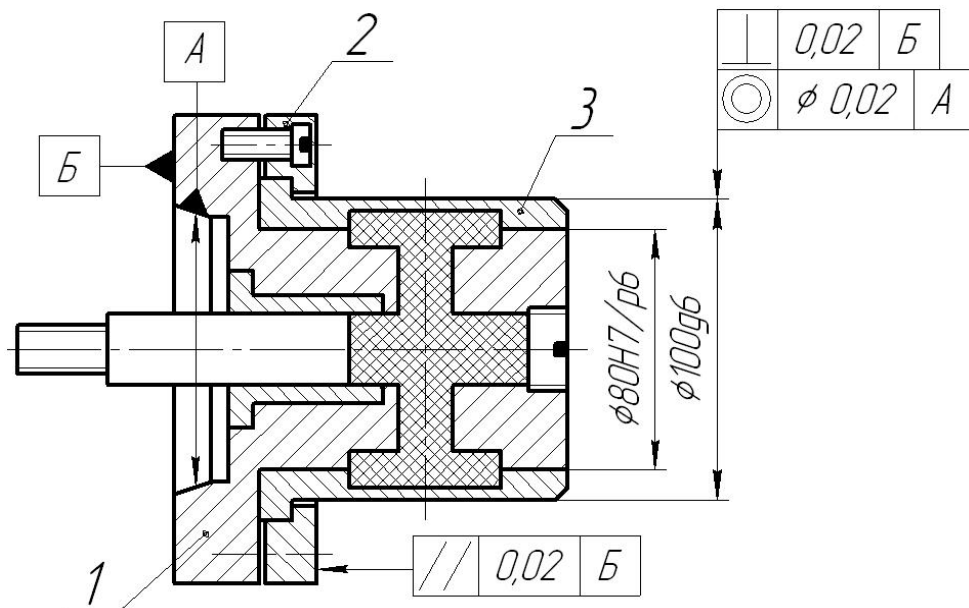
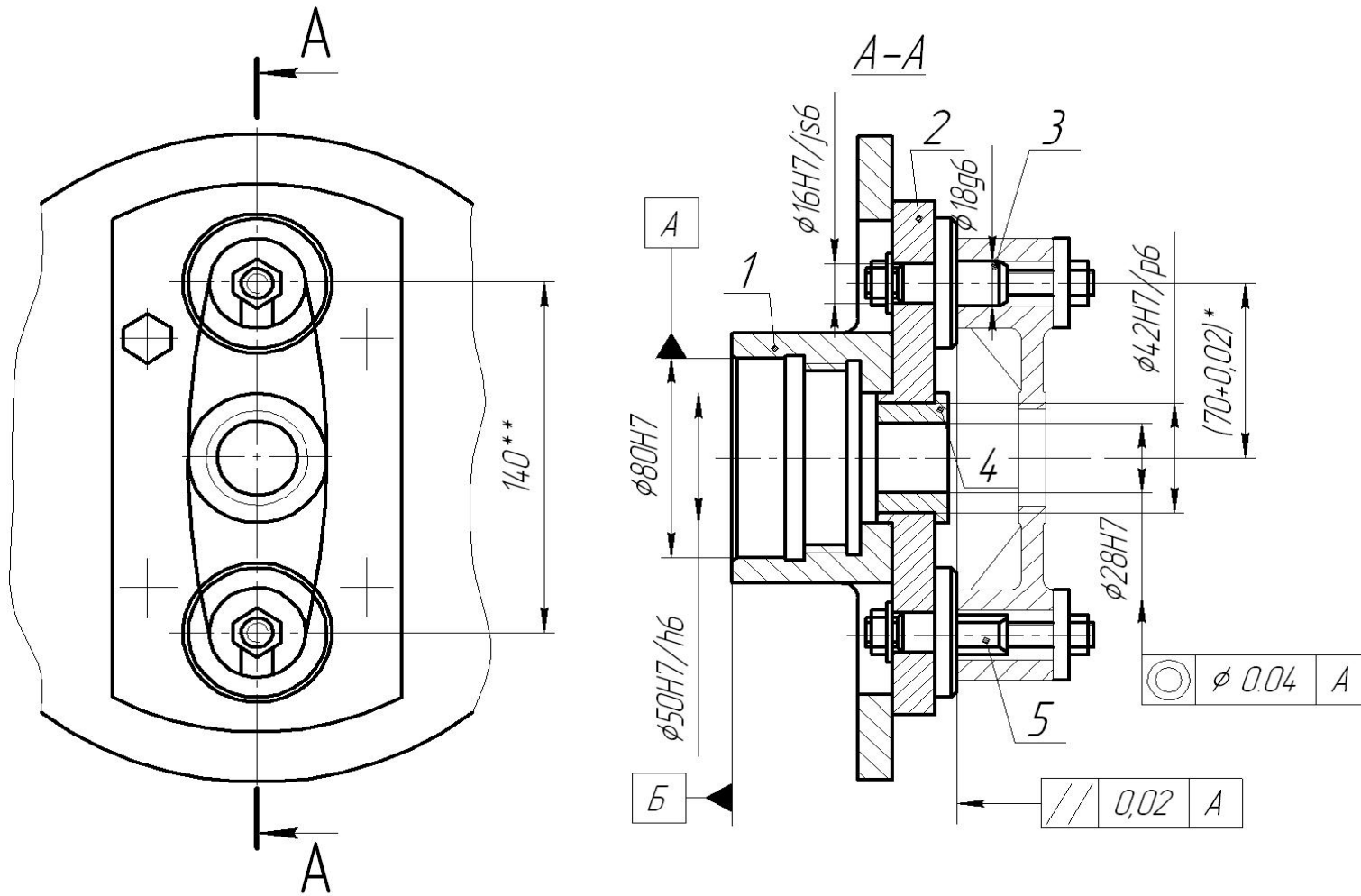


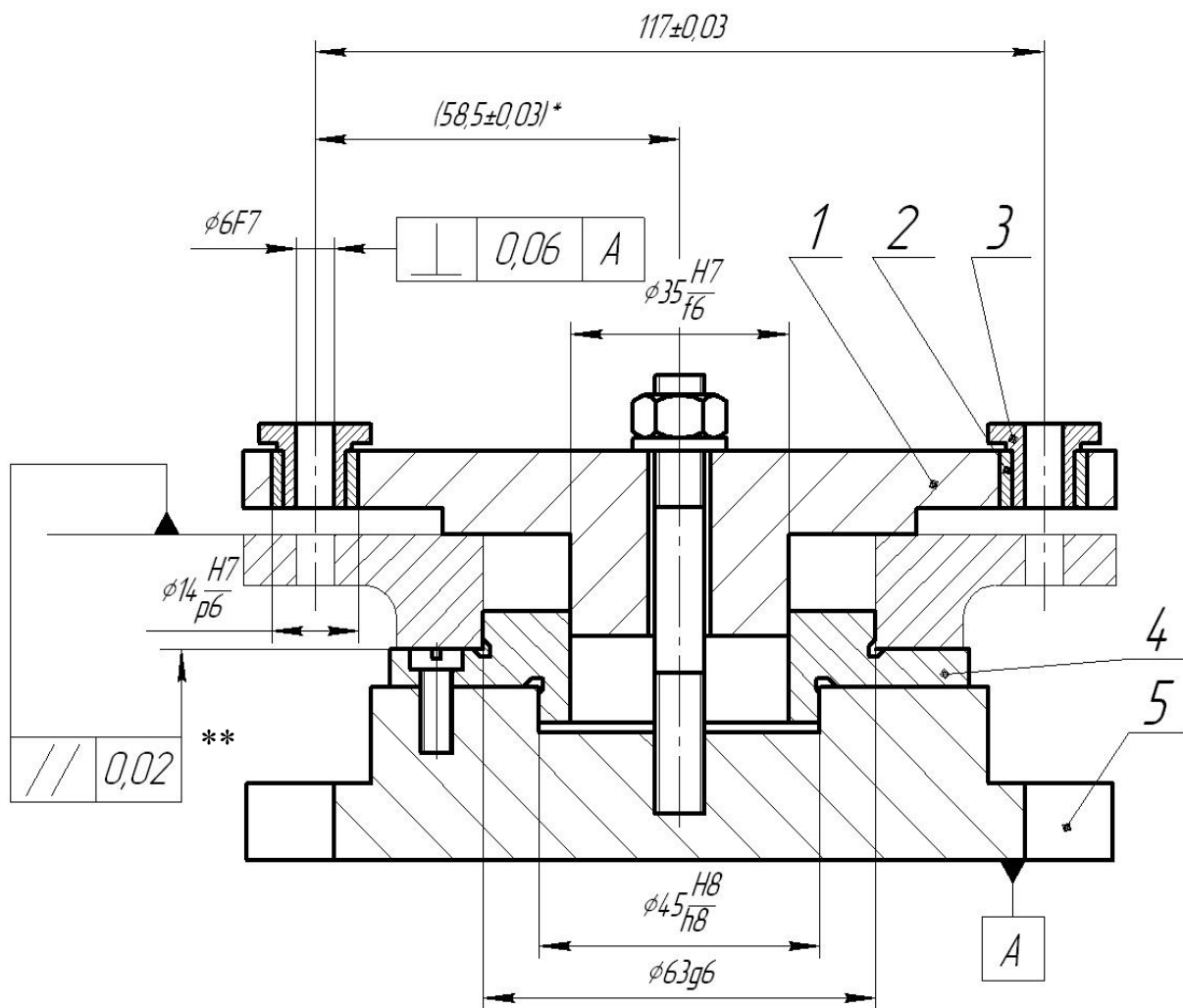
Рисунок 6.2 – Варіант 2 (оправка гідропластова):  
1 – корпус; 2 – кільце; 3 – втулка пружинна



1. \*Відстань від осі отвору  $\phi 28H7$  до осі пальця  $\phi 18g6$ .  
 2. \*\*Розмір для довідок.

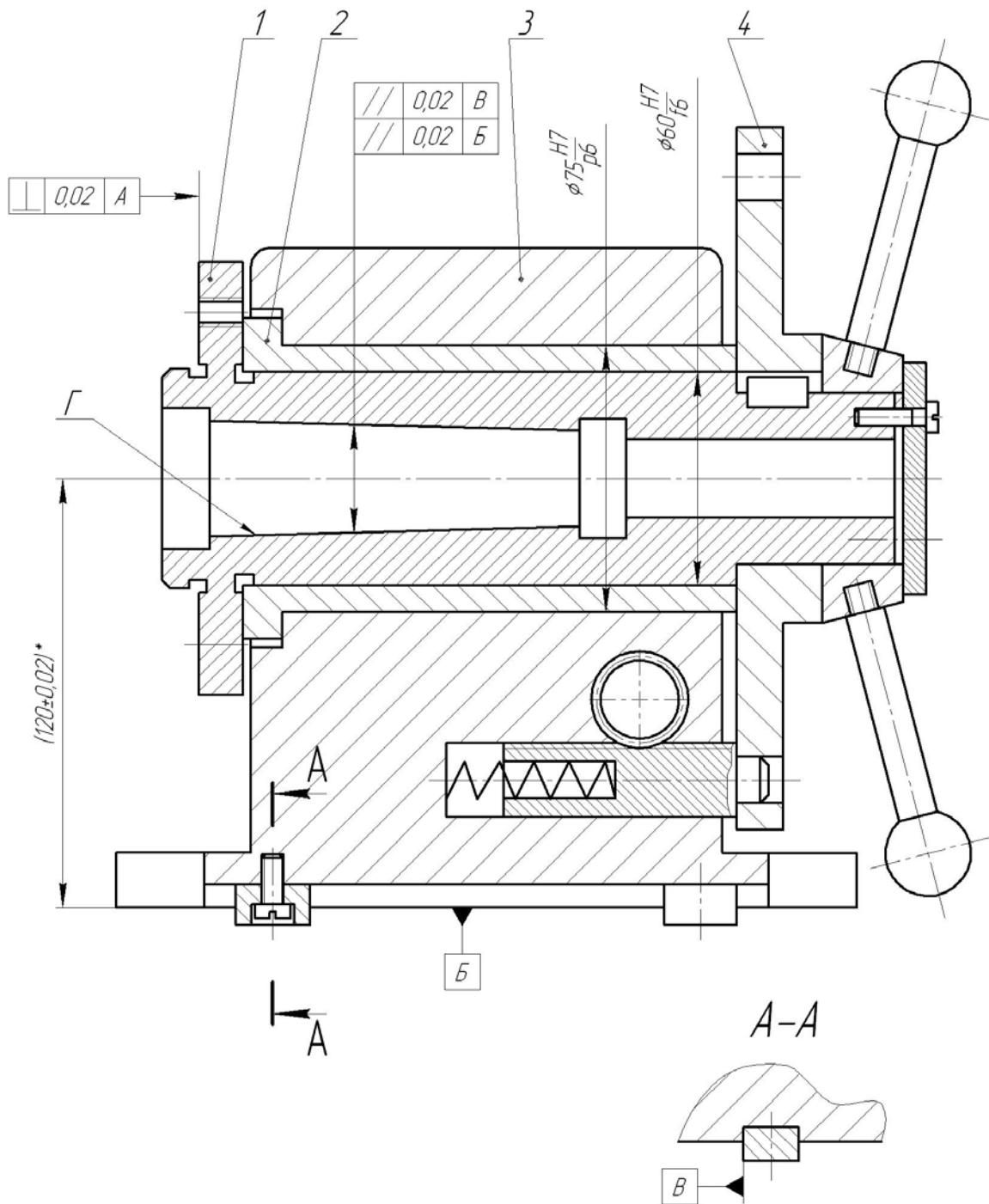
Рисунок 6.3 – Варіант 3 (пристрій токарний):

1 – корпус; 2 – плита; 3 – палець циліндричний; 4 – втулка кондукторна; 5 – палець зрізаний



1. \*Відстань від осі поверхні  $\text{Ø}63g6$  до осі отвору  $\text{Ø}6F7$  в кондукторній втулці.
2. \*\*Показник точності заготовки.

Рисунок 6.4 – Варіант 4 (кондуктор накладний):  
 1 – плита; 2 – втулка постійна; 3 – втулка змінна;  
 4 – фланець опорний;  
 5 – корпус



1. \*Відстань від площини (база В) до осі конічного отвору Г.  
 2. База В – площина, що прилягає до бокових поверхонь обох шпонок.

Рисунок 6.5 – Варіант 5 (головка ділильна):  
 1 – шпиндель; 2 – втулка; 3 – корпус; 4 – диск ділильний



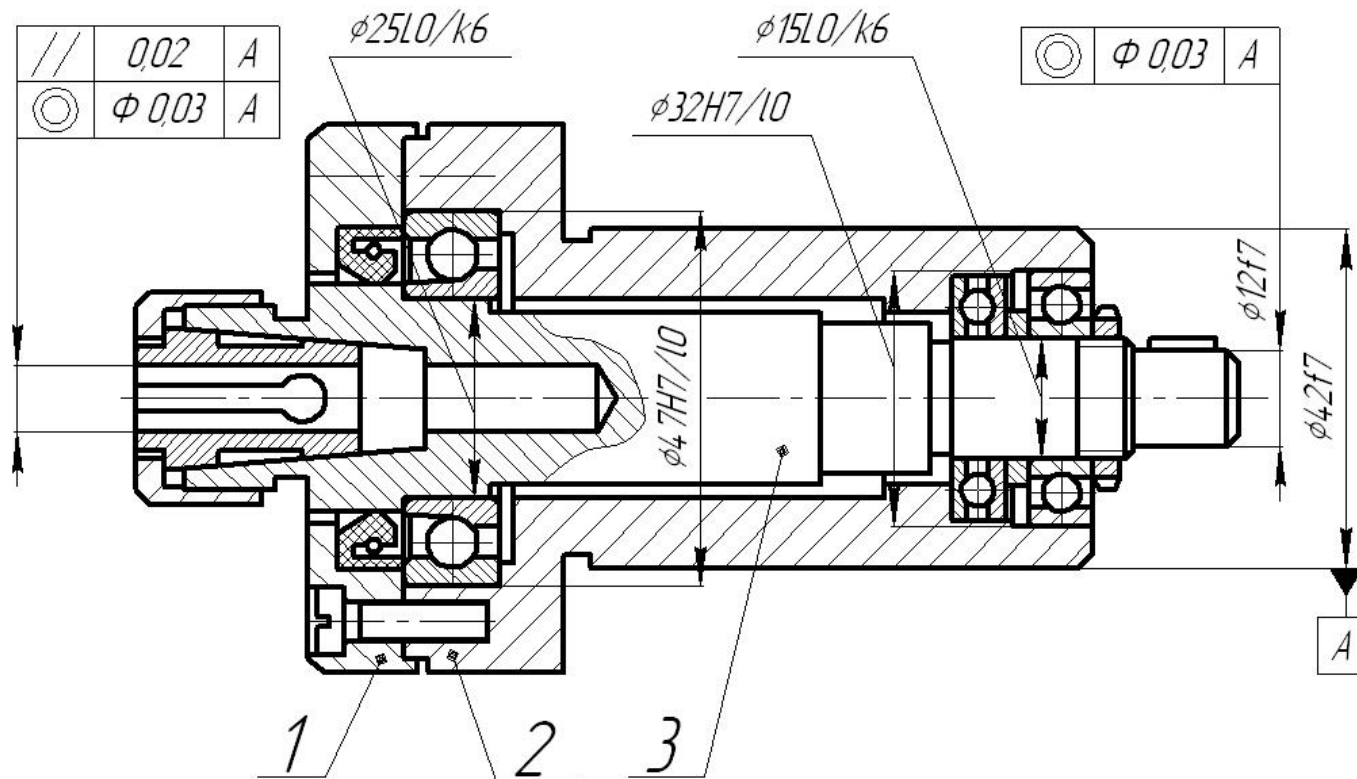


Рисунок 6.6 – Вариант 6 (головка обертова):

1 – фланець; 2 – корпус;

3 – шпиндель

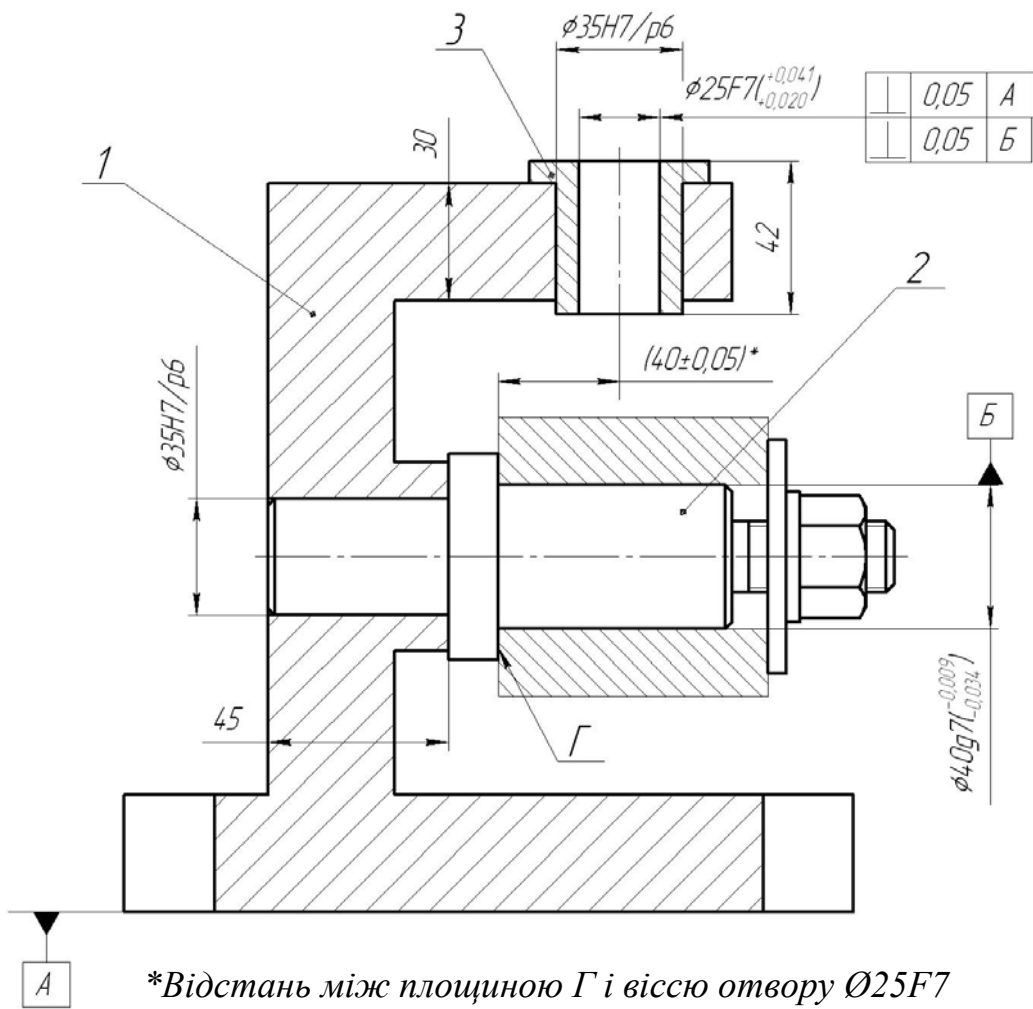
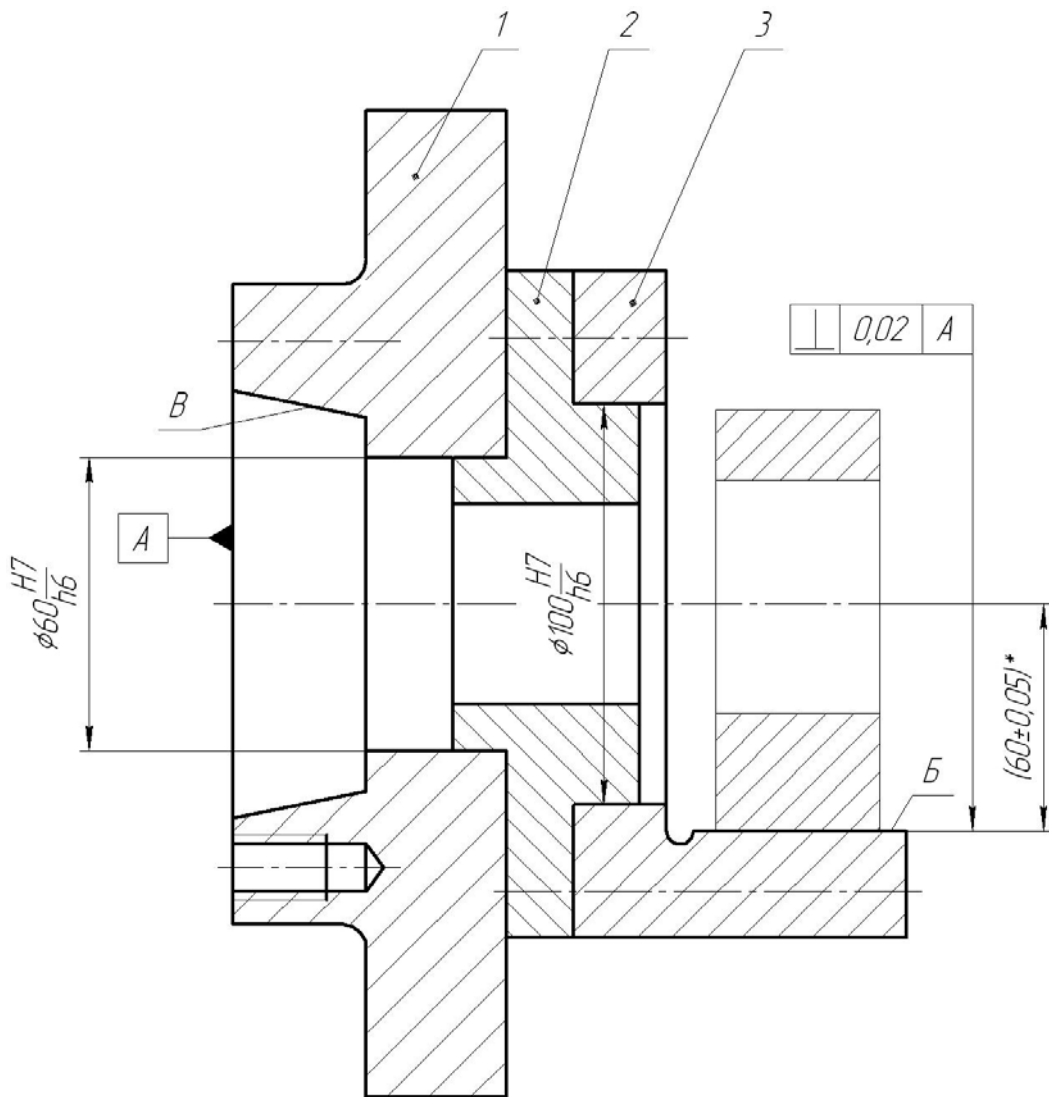
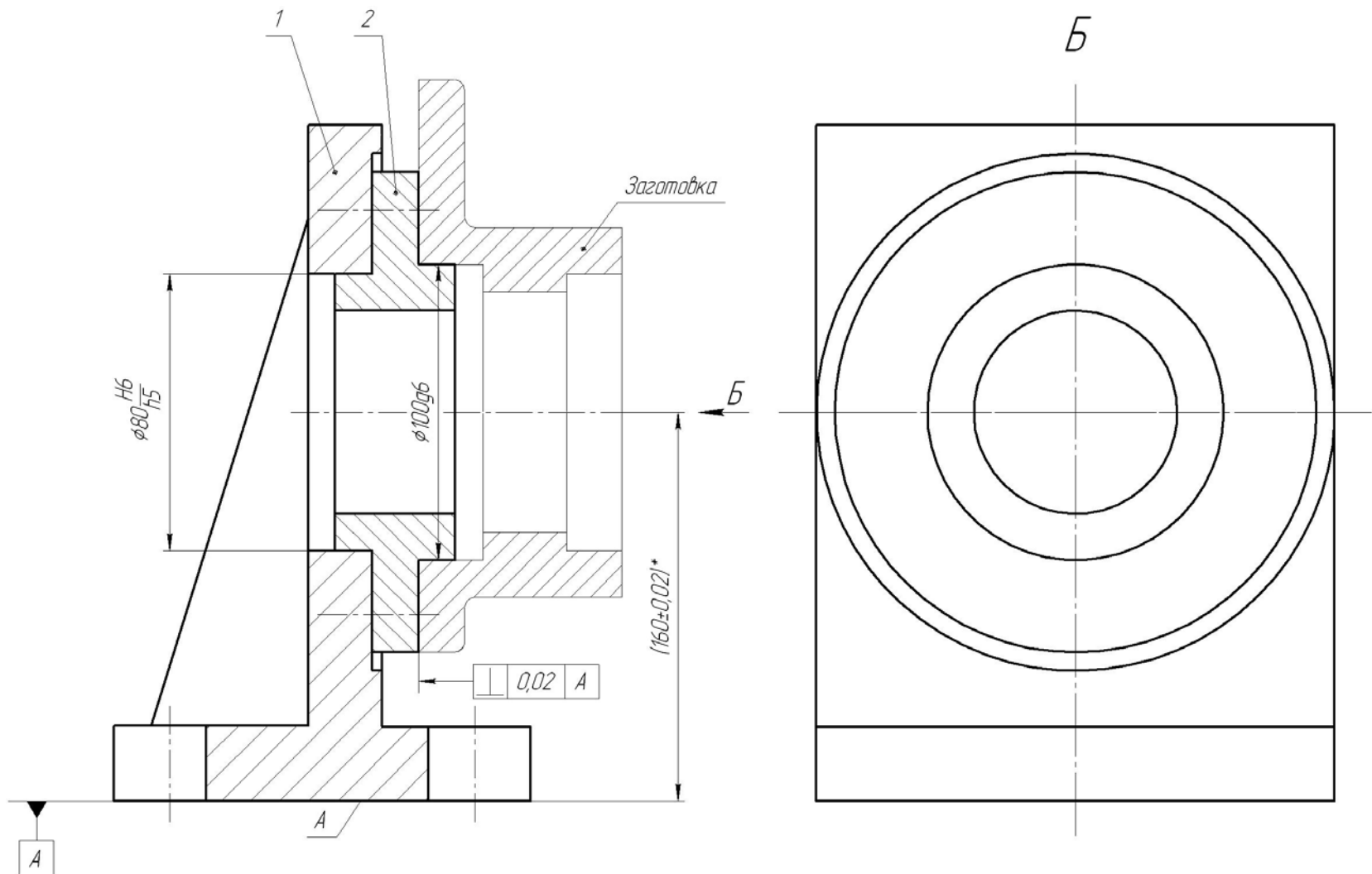


Рисунок 6.7 – Варіант 7 (кондукторний пристрій):  
 1 – корпус; 2 – оправка; 3 – кондукторна втулка



*\*Відстань між віссю конічного отвору В площиною Б*

Рисунок 6.8 – Варіант 8 (пристрій токарний):  
 1 – планшайба; 2 – фланець; 3 – кутник



*\*Відстань від площини A до осі поверхні  $\phi 100g6$*

Рисунок 6.9 – Варіант 9 (пристрій розточувальний):

1 – кутник; 2 – фланець

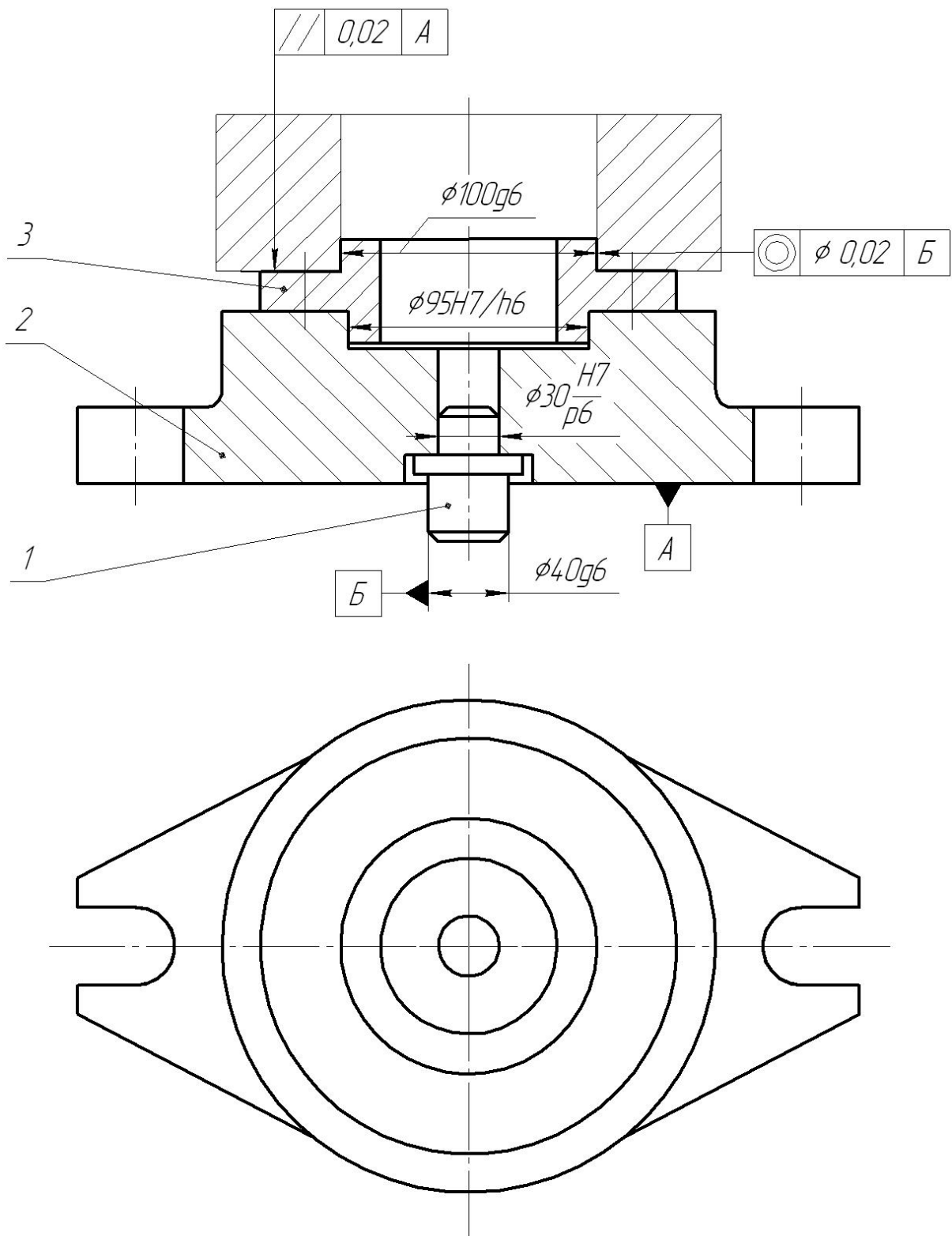


Рисунок 6.10 – Вариант 10 (пристрій свердильний):  
 1 – палець; 2 – корпус; 3 – оправка

## Варіанти завдань для індивідуальної домашньої роботи № 2

### Визначення сумарної похибки токарної обробки

#### Початкові дані

1. Обробка здійснюється чистовим точінням у центрах на токарному верстаті (рис. 6.11).

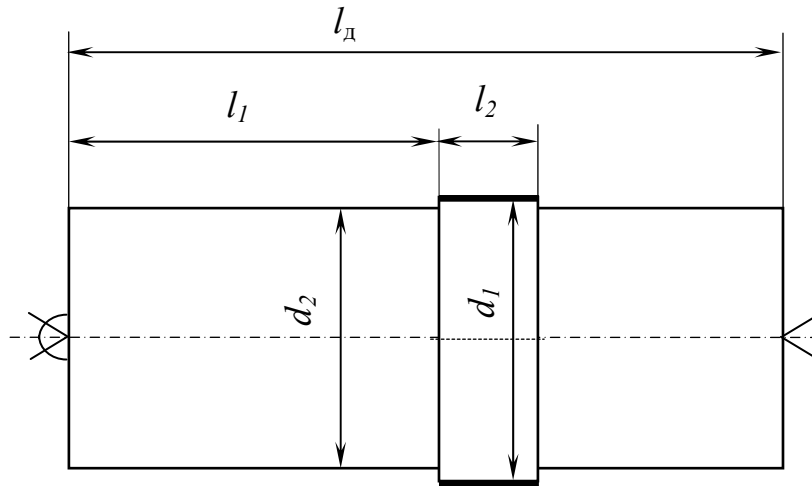


Рисунок 6.11 – Операційний ескіз до визначення сумарної похибки токарної обробки

2. Умови обробки:

- різальний інструмент – різець з пластиною з твердого сплаву Т30К4;
- мінімальний припуск на сторону  $z_{\min} = 0,6$  мм;
- подача  $s = 0,15$  мм/об;
- швидкість різання  $v = 150$  м/хв;

3. Допуск отриманого діаметрального розміру – IT10.

4. На попередній операції поверхня оброблена напівчистовим точінням з допуском за IT13.

5. Матеріал заготовки – Сталь 45. Межа міцності  $\sigma_B = 600$  МПа.

6. Решта початкових даних наведена у табл. 6.1. Інші показники і передумови, необхідні для виконання розрахунків, потрібно вибрати, виходячи із заданих технологічних умов самостійно або після консультації викладача.

Таблиця 6.1 – Початкові дані для визначення сумарної похибки токарної обробки

№ варіанта	Розміри заготовки, мм					Головний кут в плані, ... °	Модель верстата	Розмір партії (n), шт.	Метод настроювання різця
	$d_1$	$d_2$	$l_d$	$l_1$	$l_2$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	60	55	450	220	35	45	16K20T1	250	ПЗ
2	80	75	400	180	40	90	16K20T1	200	ПЗ
3	55	50	350	160	50	90	МК6801Ф3	150	ПЗ
4	50	45	300	120	35	90	16K20	150	Е
5	40	37	280	100	20	45	16K20T1	250	ПЗ
6	80	75	450	200	30	90	16K20T1	250	ПЗ
7	30	28	250	100	30	45	16K20	150	ПЗ
8	50	47	350	140	26	90	16K20T1	200	ПЗ
9	40	35	300	170	30	90	МК6801Ф3	100	ПЗ
10	80	75	420	180	25	90	16K20T1	200	ПЗ
11	55	50	380	145	40	45	16K20	150	Е
12	30	28	180	80	20	90	16K20	180	Е
13	40	35	300	150	15	45	16K20T1	250	ПЗ
14	80	76	380	150	30	90	16K20	200	Е
15	60	56	350	120	25	90	МК6801Ф3	150	ПЗ
16	50	47	350	170	20	90	16K20T1	250	ПЗ
17	40	37	320	140	22	45	16K20	150	Е
18	80	78	470	200	40	90	16K20T1	200	ПЗ
19	45	58	370	150	20	45	16K20T1	350	ПЗ
20	25	23	200	80	25	90	16K20T1	230	ПЗ
21	40	37	300	140	20	45	16K20T1	250	ПЗ
22	80	76	500	220	50	90	16K20	180	ПЗ
23	30	28	245	120	30	45	16K20	150	Е
24	38	36	280	130	26	90	16K20	160	ПЗ
25	70	66	400	180	40	45	16K20T1	200	ПЗ

Примітки:

1. 16K20 – токарно-гвинторізний верстат з ручним керуванням з ціною поділки лімба механізму переміщення поперечного супорта в радіальному напрямі 0,025 мм (на радіус).

2. 16K20T1 – токарний верстат з ЧПК з величиною найменшого переміщення поперечного супорта (дискретною) у радіальному напрямі 0,005 мм.

3. МК6801Ф3 – токарний верстат з ЧПК високої точності з величиною найменшого можливого переміщення поперечного супорта (дискретною) у радіальному напрямі 0,001 мм.

4. Методи настроювання різця на розмір обробки: Е – настроювання за еталонами; ПЗ – настроювання за пробними заготовками.

## Визначення сумарної похибки фрезерної обробки

### Початкові дані

1. Обробка здійснюється чистовим фрезеруванням торцевою фрезою на вертикально-фрезерному верстаті (рис. 6.12).

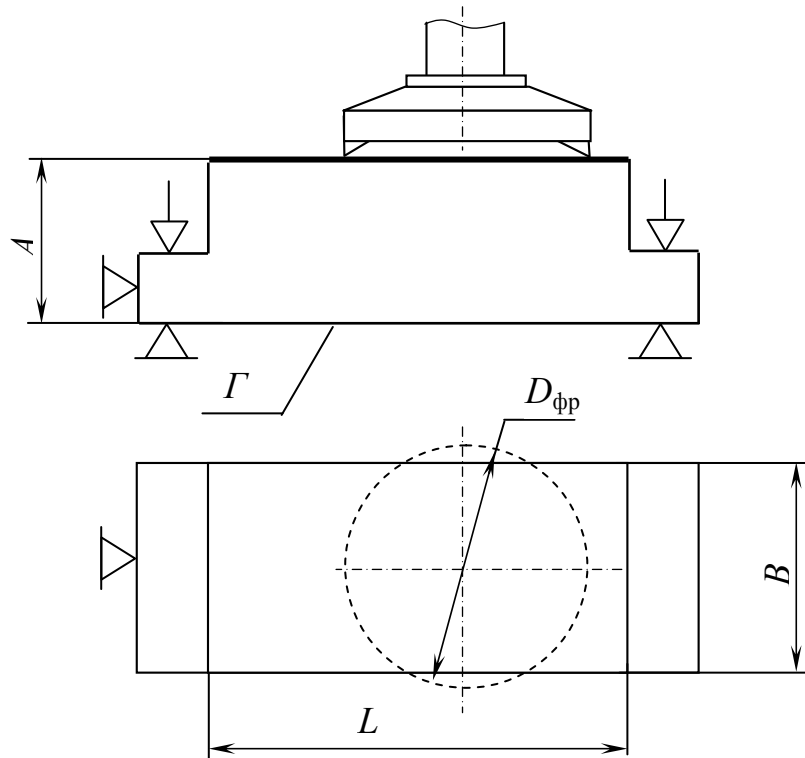


Рисунок 6.12 – Операційний ескіз до визначення сумарної похибки фрезерної обробки

2. Умови обробки:

- різальний інструмент – торцева фреза (ГОСТ 26595–85), оснащена тригранними пластинами з твердого сплаву з головним кутом в плані  $\varphi = 90^\circ$ ;
- мінімальний припуск  $z_{\min} = 0,8$  мм;
- подача  $s = 0,04$  мм/зуб;
- швидкість різання  $v = 120$  м/хв;
- фреза розташована симетрично відносно заготовки.

3. На попередній операції поверхня оброблена чорним торцевим фрезеруванням з допуском за IT13.

4. Заготовка встановлюється на опорні пластини верстатного пристрою за допомогою гвинтових затискачів (прихватів). Технологічна база (площина Г) – чисто оброблена на одній з попередніх операцій.

5. Решта початкових даних міститься у табл. 6.2. Інші показники й передумови, необхідні для виконання розрахунків, потрібно вибрати, виходячи із заданих технологічних умов самостійно або після консультації з викладачем.



Таблиця 6.2 – Початкові дані для визначення сумарної похибки фрезерної обробки

№ варіанта	Розміри заготовки, мм			$D_{фр}$ , мм	Матеріал заготовки	Кількість зубів фрези	Розмір партії, шт.	Модель верстата	Ширина столу верстата, мм	Метод настроювання фрези
	$L$	$B$	$A$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	250	100	82h10	125	Сталь 45	12	300	VMC 650	540	ПЗ
2	500	120	100h11	160	Чавун СЧ18	14	180	6P13	400	Е
3	300	100	60 h11	100	Чавун КЧ 45–7	10	100	ЛТ260МФ3	320	ПЗ
4	350	150	70h10	200	Чавун СЧ18	12	400	VMC 650	540	ПЗ
5	400	170	80h11	200	Чавун СЧ18	16	150	6P13	400	ПЗ
6	240	80	35h11	100	Чавун КЧ 45–7	8	250	ЛТ260МФ3	320	ПЗ
7	450	150	70h10	200	Сталь 45	12	500	VMC 650	540	ПЗ
8	400	120	55h11	160	Чавун КЧ 45–7	14	200	6P13	400	Е
9	250	100	45h10	160	Чавун СЧ18	10	400	VMC 650	540	ПЗ
10	250	80	30h11	100	Чавун КЧ 45–7	10	120	6P13	400	Е
11	500	170	70h9	200	Сталь 45	16	400	VMC 650	540	ПЗ
12	300	120	55h10	160	Чавун КЧ 45–7	14	200	ЛТ260МФ3	320	ПЗ
13	340	100	45h9	125	Чавун СЧ18	8	350	VMC 650	540	ПЗ
14	300	80	40h11	100	Сталь 45	10	80	6P13	400	ПЗ
15	450	150	70h10	200	Чавун КЧ 45–7	12	350	VMC 650	540	ПЗ
16	400	170	65h11	200	Чавун СЧ18	16	250	ЛТ260МФ3	320	ПЗ
17	270	90	40h11	125	Чавун КЧ 45–7	12	100	6P13	400	Е
18	320	100	55h10	200	Чавун СЧ18	16	400	VMC 650	540	ПЗ
19	270	90	40h11	100	Чавун КЧ 45–7	8	350	ЛТ260МФ3	320	ПЗ
20	350	150	85h11	200	Сталь 45	16	200	ЛТ260МФ3	320	ПЗ
21	380	170	80h11	200	Чавун КЧ 45–7	12	150	6P13	400	Е
22	320	100	40h10	160	Чавун СЧ18	10	400	VMC 650	540	ПЗ
23	300	90	55h10	125	Чавун КЧ 45–7	12	450	VMC 650	540	ПЗ
24	420	150	80h11	200	Сталь 45	16	200	6P13	400	Е
25	500	175	90h10	200	Чавун КЧ 45–7	12	550	VMC 650	540	ПЗ

**Примітки:**

1. 6P13 – консольний вертикально-фрезерний верстат з ручним керуванням з ціною поділки лімба механізму переміщення гільзи шпинделя 0,05 мм. Клас точності – Н.
2. ЛТ260МФ3 – багатоінструментальний безконсольний з хрестовим столом вертикально-фрезерний верстат з ЧПК з точністю позиціонування 0,04 мм (по трьом координатам). Клас точності – Н.
3. VMC 650 – вертикальний багатоцільовий свердлильно-фрезерно-розточувальний верстат з ЧПК з точністю позиціонування 0,005 мм (по трьом координатам). Виробляється фірмою «AVIA» (Польща). Клас точності – В.
4. Методи настроювання фрези: Е – настроювання за еталоном; ПЗ – настроювання за пробними заготовками.

**Варіанти завдань для індивідуальної домашньої роботи № 3***Початкові дані*

На настроєному верстаті оброблена вибірка заготовок об'ємом 50 штук. Всі умови репрезентативності вибірки виконані. Вимірюванням встановлені дійсні значення аналізованого технологічного розміру всіх заготовок вибірки. Технологічні умови обробки і характеристика вимірювального інструмента наведені в таблиці 6.3. Дійсні значення розмірів оброблених заготовок вибірки для запропонованих варіантів показані в таблиці 6.4.

Таблиця 6.3 – Технологічні умови механічної обробки і характеристика вимірювального інструмента

№ варіанта	Найменування оброблюваної деталі	Тип верстата, на якому виконана обробка	Вид оброблюваної поверхні	Аналізований технологічний розмір, мм	Вимірювальний інструмент (ціна поділки, мм)
1	2	3	4	5	6
1	Вал	Токарний гідрокопіювальний напівавтомат	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 40h10_{(-0,1)}$	Мікрометр (0,01)
2	Втулка	Алмазно-розточувальний	Отвір	$\varnothing 65H7^{(+0,03)}$	Індикаторний нутромір (0,001)
3	Корпус	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Паз	Ширина паза ( $20^{+0,21}$ )	Штангенциркуль з цифровою індикацією (0,01)
4	Вал	Токарний з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 80h12_{(-0,3)}$	Штангенциркуль з цифровою індикацією (0,01)
5	Планка	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Площина	Розмір між площинами ( $50\pm 0,31$ )	Штангенциркуль з цифровою індикацією (0,01)
6	Фланець	Токарно-револьверний	Отвір	$\varnothing 40H10^{(+0,1)}$	Індикаторний нутромір (0,01)
7	Кришка	Токарно-револьверний з ЧПК	Отвір	$\varnothing 80H12^{(+0,3)}$	Мікрометричний нутромір (0,01)
8	Плита	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Площина	Розмір між площинами ( $60\pm 0,37$ )	Мікрометр (0,05)
9	Шатун	Плоскошліфувальний	Площина	Розмір між площинами ( $36\pm 0,08$ )	Штангенциркуль з цифровою індикацією (0,01)
10	Кришка	Токарний з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 120h12_{(-0,35)}$	Мікрометр (0,01)

Продовження таблиці 6.3

№ варіанта	Найменування оброблюваної деталі	Тип верстата, на якому виконана обробка	Вид оброблюваної поверхні	Аналізований технологічний розмір, мм	Вимірювальний інструмент (ціна поділки, мм)
1	2	3	4	5	6
11	Корпус	Оброблювальний центр	Отвір	$\varnothing 75H10^{(+0,12)}$	Мікрометричний нутромір (0,01)
12	Вал	Токарний з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 50h9_{(-0,062)}$	Оптико-механічний довжиномір (0,001)
13	Фланець	Токарно-револьверний з ЧПК	Торець	Розмір між торцями ( $45 \pm 0,31$ )	Штангенциркуль з глибиноміром і цифровою індикацією (0,01)
14	Кронштейн	Оброблювальний центр	Отвір	$\varnothing 55H10^{(+0,12)}$	Індикаторний нутромір (0,01)
15	Плита	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Площина	Розмір між площинами ( $18_{-0,18}$ )	Штангенциркуль з цифровою індикацією (0,01)
16	Ступиця	Токарний з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 100h10_{(-0,14)}$	Мікрометр (0,01)
17	Кришка	Карусельно-фрезерний	Площина	Розмір між площинами ( $20 \pm 0,18$ )	Штангенциркуль з цифровою індикацією (0,01)
18	Вал	Токарний з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 90h12_{(-0,35)}$	Мікрометр (0,01)

Продовження таблиці 6.3

№ варіанта	Найменування оброблюваної деталі	Тип верстата, на якому виконана обробка	Вид оброблюваної поверхні	Аналізований технологічний розмір, мм	Вимірювальний інструмент (ціна поділки, мм)
1	2	3	4	5	6
19	Корпус	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Площина	Розмір між площинами (150±0,2)	Мікрометр (0,01)
20	Втулка	Алмазно-розточувальний	Отвір	Ø90H7(+0,035)	Індикаторний нутромір (0,001)
21	Кришка	Токарно-револьверний з ЧПК	Торець	Розмір між торцями (30±0,26)	Штангенциркуль з глибиноміром і цифровою індикацією (0,01)
22	Вал	Токарний з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня	Ø45h10(-0,1)	Мікрометр (0,01)
23	Стакан	Внутрішньо-шліфувальний	Отвір	Ø65H8(+0,046)	Індикаторний нутромір (0,001)
24	Втулка	Токарно-револьверний з ЧПК	Отвір	Ø100H10(+0,14)	Індикаторний нутромір (0,01)
25	Важіль	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Площина	Розмір між площинами 35h11(-0,16)	Штангенциркуль з глибиноміром і цифровою індикацією (0,01)

Таблиця 6.4 – Дійсні значення розмірів оброблених заготовок  
вибірки (для варіантів завдань)

<b>Варіант 1</b>									
39,99	39,95	39,93	39,95	39,92	39,93	39,99	39,96	39,95	39,91
40,00	39,91	39,95	40,02	40,00	39,94	39,94	39,95	39,96	39,92
39,93	39,88	39,98	39,99	39,98	39,98	39,95	40,00	39,95	39,96
39,97	39,89	39,96	39,93	39,97	39,93	39,96	39,97	39,96	39,97
39,99	39,92	39,94	39,98	39,95	39,96	39,95	39,95	39,95	39,98
<b>Варіант 2</b>									
65,024	65,025	64,995	65,006	65,014	65,008	65,020	65,013	65,014	65,012
65,007	65,012	65,016	65,019	65,018	65,017	65,015	65,018	65,017	65,015
65,015	65,021	65,022	65,010	65,015	65,013	65,007	65,013	65,012	65,020
65,025	65,014	65,012	65,023	65,005	65,011	65,000	65,020	65,016	65,016
65,004	65,003	65,019	65,008	65,03	65,016	65,018	65,015	65,018	65,020
<b>Варіант 3</b>									
20,01	20,11	20,08	20,09	20,02	20,05	20,07	20,10	20,08	20,012
20,17	20,04	19,97	20,15	20,13	20,14	20,13	20,07	20,17	20,15
20,08	20,14	20,16	20,11	20,08	20,10	20,06	20,13	20,11	20,12
20,06	20,07	20,12	20,19	20,03	20,06	20,2	20,10	20,12	20,25
20,18	20,15	20,02	20,11	20,16	20,21	20,10	20,12	20,13	20,12
<b>Варіант 4</b>									
79,66	79,75	79,8	79,65	79,60	79,92	79,82	79,83	79,58	79,68
79,87	79,84	79,85	79,62	79,86	79,79	79,64	79,69	79,74	79,76
79,98	80,02	79,7	79,89	79,76	79,70	79,80	79,75	79,79	79,90
79,76	79,96	79,8	79,74	79,81	79,75	79,78	79,80	79,82	79,90
79,88	79,98	79,81	80,00	79,94	79,82	79,73	79,72	79,85	79,71
<b>Варіант 5</b>									
49,98	49,90	49,93	49,97	50,04	50,11	49,96	49,88	49,75	50,14
50,20	50,25	50,12	50,07	49,97	49,9	49,87	50,00	49,98	49,70
49,90	50,09	50,02	49,96	49,85	49,65	50,08	49,86	50,02	50,02
49,98	49,92	50,01	50,05	50,05	50,00	50,03	50,16	49,95	50,03
50,10	50,18	49,78	50,00	50,22	50,35	49,80	50,06	50,15	50,05

Продовження таблиці 6.4

<b>Варіант 6</b>									
39,98	40,01	40,11	40,02	40,09	40,07	40,05	40,03	40,02	40,01
40,03	40,00	39,96	40,05	40,05	40,03	40,02	40,06	40,04	40,03
40,02	40,07	40,04	40,03	40,08	40,01	40,03	40,02	40,06	40,05
40,03	40,10	40,08	39,99	40,06	40,08	40,05	40,05	40,03	40,04
40,07	40,05	40,05	40,04	40,03	40,01	40,03	40,05	40,04	40,03
<b>Варіант 7</b>									
80,00	79,97	80,06	80,22	80,04	80,13	80,17	80,15	80,016	80,17
80,05	80,30	80,27	80,18	80,12	80,08	80,13	80,09	80,12	80,23
80,09	80,19	80,08	80,07	80,26	80,16	80,21	80,18	80,14	80,15
80,16	80,10	80,20	80,14	80,15	80,15	80,15	80,14	80,22	80,03
80,20	80,25	80,11	80,25	80,10	80,13	80,24	80,32	80,15	80,16
<b>Варіант 8</b>									
60,20	60,09	60,05	60,04	59,76	59,58	60,02	59,98	60,25	60,16
60,00	60,30	59,95	59,80	60,05	60,08	59,95	60,18	60,06	60,07
59,94	60,04	60,00	59,96	59,88	59,86	59,84	60,40	59,90	60,15
59,82	60,12	60,06	59,84	60,14	59,72	59,70	60,02	60,35	60,42
59,78	59,98	60,10	60,30	59,85	59,88	60,00	59,85	59,86	59,96
<b>Варіант 9</b>									
36,03	36,03	35,98	36,01	35,94	36,00	36,06	36,04	35,93	36,01
35,98	36,00	36,02	35,99	36,08	36,05	36,01	36,01	36,00	36,10
36,02	36,08	36,00	36,02	36,01	36,02	36,04	35,99	35,98	35,98
36,01	36,01	36,04	36,00	36,07	35,96	36,02	35,95	36,06	35,99
35,97	36,07	36,02	36,03	36,02	35,90	36,00	36,11	36,05	36,05
<b>Варіант 10</b>									
119,84	119,65	119,70	119,81	119,72	119,60	119,79	119,74	119,74	119,74
119,90	119,82	119,80	119,78	119,80	119,80	119,73	119,81	119,82	119,96
120,02	119,76	119,75	119,80	119,84	119,87	119,78	119,75	119,85	119,68
119,70	119,88	119,86	119,81	119,86	119,82	119,94	119,83	119,85	119,76
119,82	119,80	119,82	119,88	119,80	119,84	119,83	119,85	119,92	119,90

Продовження таблиці 6.4

<b>Варіант 11</b>									
75,05	75,05	74,95	75,09	75,10	75,05	75,05	75,09	74,96	75,12
75,08	75,07	75,08	75,04	75,13	75,03	75,08	75,06	75,06	75,06
75,02	75,10	75,04	74,98	74,90	75,01	75,06	75,10	75,10	75,08
74,90	75,02	75,07	75,03	75,12	75,06	75,00	75,04	75,07	75,16
75,02	75,09	75,03	75,07	75,07	75,04	75,05	75,06	75,05	75,07
<b>Варіант 12</b>									
49,988	49,958	49,985	49,978	49,981	49,992	49,950	49,963	49,973	49,977
49,974	49,990	49,967	49,968	49,957	49,966	49,970	49,986	49,995	49,983
49,967	49,971	49,975	49,955	49,974	49,971	49,984	50,000	49,972	49,969
49,968	49,962	49,980	49,969	49,966	49,970	49,965	49,947	49,981	49,975
49,972	49,935	49,966	49,979	49,964	49,994	49,972	49,956	50,005	49,976
<b>Варіант 13</b>									
45,16	45,09	45,01	44,98	44,78	45,01	44,80	44,97	44,96	44,98
44,87	44,97	44,95	45,05	44,94	44,90	44,96	44,88	45,02	45,11
44,99	45,05	45,00	44,65	45,00	45,13	45,02	44,92	44,91	45,04
45,03	44,93	45,18	45,25	45,20	44,85	45,30	45,12	44,86	45,08
44,82	44,75	44,84	45,03	44,89	45,14	45,35	45,06	45,15	45,04
<b>Варіант 14</b>									
55,00	55,06	55,065	55,06	55,065	55,06	55,11	55,07	55,05	55,04
55,04	55,05	55,08	55,07	55,05	55,04	55,045	55,05	55,025	55,06
55,065	55,08	55,03	55,03	55,07	55,03	55,06	55,03	55,04	55,01
55,09	55,02	55,055	55,01	55,055	55,10	55,05	55,06	55,08	55,04
55,05	55,06	55,045	54,98	55,02	55,08	55,035	55,04	55,12	55,08
<b>Варіант 15</b>									
17,90	17,90	17,83	17,90	17,91	17,87	17,88	17,95	17,84	17,87
17,94	17,85	17,94	17,92	17,97	17,91	17,90	17,98	17,91	18,01
17,92	17,92	17,91	17,85	17,86	17,86	17,94	17,93	17,95	17,89
17,88	17,90	17,89	17,80	17,92	17,98	17,91	17,89	17,93	17,96
17,92	17,88	17,97	17,96	17,90	17,91	17,82	17,95	17,92	17,87



## Продовження таблиці 6.4

<b>Варіант 16</b>									
99,92	99,90	99,97	99,91	99,96	100,00	99,90	99,98	99,86	99,95
99,98	99,94	99,92	99,92	99,92	99,92	99,94	99,93	99,91	99,90
99,93	99,92	99,90	99,97	99,90	99,88	99,97	99,93	99,95	99,94
99,89	99,89	99,88	99,94	99,93	99,95	99,99	100,00	100,02	99,93
99,96	99,82	99,94	99,89	99,96	99,93	99,87	100,03	99,94	99,94
<b>Варіант 17</b>									
20,10	20,09	19,86	20,00	19,99	20,01	19,8	20,10	19,93	20,22
19,97	20,00	19,99	20,04	20,08	20,04	20,01	20,03	20,00	20,14
20,04	19,95	20,06	20,02	19,94	19,95	20,05	19,98	20,02	20,03
20,07	19,99	20,16	19,92	19,89	20,01	20,15	20,00	20,08	20,05
19,98	19,90	19,96	20,03	20,06	19,87	19,88	20,03	20,12	20,02
<b>Варіант 18</b>									
89,92	89,80	89,67	89,86	89,81	89,80	89,58	89,72	89,81	89,79
89,78	89,77	89,75	89,77	89,77	89,88	89,83	89,84	89,85	89,86
89,74	89,85	89,80	89,80	89,72	89,73	89,78	89,95	89,89	89,90
89,70	89,78	89,73	89,85	89,65	89,82	89,74	89,75	89,83	90,00
89,88	89,94	89,84	89,82	89,76	89,76	89,82	89,80	89,68	89,79
<b>Варіант 19</b>									
150,05	149,98	149,92	149,88	149,86	149,96	149,84	149,99	149,94	150,12
149,97	149,90	150,01	150,14	150,03	150,00	150,01	150,10	150,16	150,09
149,98	149,97	149,97	150,03	150,15	149,94	149,96	150,24	150,08	150,17
149,92	150,00	150,00	149,98	149,75	150,02	150,02	149,89	150,02	150,20
150,07	150,06	149,92	150,00	150,03	150,04	149,82	149,90	149,82	150,10
<b>Варіант 20</b>									
90,000	89,990	90,011	89,999	90,016	90,017	89,990	90,025	90,001	90,014
90,015	89,985	90,006	90,028	90,012	89,995	90,004	89,995	89,99	90,030
90,011	90,014	90,018	90,012	90,005	90,012	90,018	90,024	90,020	90,016
90,010	90,006	90,010	90,010	90,011	90,015	90,005	90,012	90,036	90,000
90,002	90,010	90,005	90,004	90,020	90,026	90,012	90,06	89,995	90,016

Продовження таблиці 6.4

<b>Варіант 21</b>									
30,05	29,84	29,93	29,83	29,80	30,01	29,85	30,06	29,85	30,02
29,95	29,98	29,97	29,65	30,00	29,94	29,98	30,15	29,92	30,12
29,86	29,97	30,00	30,00	29,94	29,82	29,95	30,28	30,08	30,03
30,00	30,01	29,78	30,18	29,75	29,90	29,88	30,01	30,04	30,07
29,96	29,98	29,90	29,95	30,16	30,09	29,70	30,10	29,96	30,10
<b>Варіант 22</b>									
44,93	44,94	44,98	44,97	44,94	44,93	44,90	44,91	44,94	44,94
44,95	44,95	44,95	44,91	44,96	44,98	44,95	44,97	44,96	44,90
44,96	44,96	44,97	44,88	44,95	44,96	44,99	44,95	44,93	44,93
44,97	44,98	44,96	44,96	44,98	44,93	44,96	44,99	45,01	44,95
44,92	44,92	44,95	44,98	44,96	44,95	44,94	45,00	45,02	45,00
<b>Варіант 23</b>									
65,021	65,018	64,990	65,006	65,018	65,030	65,03	65,022	65,053	65,024
65,028	65,024	65,036	65,022	65,024	65,016	65,022	65,030	65,028	65,020
65,024	65,020	65,014	65,040	65,022	65,012	65,014	65,012	65,022	65,010
65,026	65,026	65,026	65,002	65,035	65,004	65,020	65,000	65,008	65,017
65,020	65,016	65,035	64,995	65,028	65,044	65,038	65,030	65,017	65,035
<b>Варіант 24</b>									
100,02	100,11	100,08	100,06	100,12	100,09	100,00	100,07	100,14	100,19
100,10	99,98	100,09	100,15	100,09	100,10	100,16	100,09	100,09	100,11
100,08	100,15	100,05	100,07	100,13	100,05	100,06	100,12	100,04	100,09
100,09	100,13	100,12	100,10	100,08	100,12	100,08	100,08	100,10	100,13
100,10	100,11	100,08	100,04	100,05	100,03	100,10	100,18	100,07	100,09
<b>Варіант 25</b>									
34,92	34,91	34,88	34,90	34,84	34,80	34,90	34,93	34,89	34,85
34,87	34,88	34,92	34,94	34,90	34,85	34,86	34,91	34,82	35,01
34,96	34,94	34,95	34,92	34,88	34,95	34,90	34,89	34,93	34,87
34,90	34,97	34,98	34,90	34,94	34,87	34,88	34,83	34,90	34,91
34,92	34,91	34,91	34,97	34,96	34,91	34,95	34,95	34,89	34,92

## **Заочна форма навчання**

Студенти заочної форми навчання під час вивчення дисципліни «Основи технології машинобудування. Частина 1» виконують одну контрольну роботу. Ця контрольна робота передбачає виконання трьох завдань. Змісти цих завдань повною мірою відповідають змістам відповідних індивідуальних домашніх завдань для студентів денної форми навчання.

## 7 МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ

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

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

### 7.1 Теми тестових завдань з теоретичної підготовки

#### Модуль № 1

1. Поняття машини. Склад машини. Що таке деталь, складальна одиниця, вузол, агрегат? Навести приклади.
2. Поняття виробу. Види виробів.
3. Поняття службового призначення машини. Ким і на якій стадії створення машини воно розробляється і у вигляді якого документа оформлюється?
4. Поняття якості машини. Показники якості машини.
5. Поняття виробничого і технологічного процесів.
6. Структура технологічного процесу.
7. Поняття операції (технологічної і допоміжної). Наведіть приклади, робочого і допоміжного ходу, робочого місця, установу, позиції.
8. Поняття переходу (технологічного і допоміжного),
9. Поняття робочого і допоміжного ходу. Наведіть приклади.
10. Поняття робочого місця, установка, позиції.
11. Зміст технологічної підготовки виробництва.
12. Поняття собівартості виробу. Методи визначення собівартості (бухгалтерський, калькуляційний, нормативний).
13. Поняття трудомісткості, циклу, такту, ритму і програми виготовлення виробу.
14. Відносні техніко-економічні показники машинобудівного виробництва.
15. Головна ознака і основні техніко-економічні показники одиничного виробництва.
16. Головна ознака і основні техніко-економічні показники серійного виробництва.
17. Головна ознака і основні техніко-економічні показники масового виробництва.
18. Визначення типу виробництва.
19. Функціональне призначення поверхонь деталей і машин. Поняття виконавчої поверхні машини, конструкторської основної бази, конструкторської допоміжної бази, конструкторської основної бази, кріпильної поверхні, вільної поверхні.

20. Точність деталі. Показники точності деталі; зв'язок між цими показниками.
21. Точність машини. Показники точності машини.
22. Правило шести точок.
23. Поняття бази, опорної точки. Правила зображення схем базування.
24. Класифікація баз.
25. Поняття похибки базування. Як визначається ця похибка?
26. Суть, переваги і недоліки використання методів забезпечення точності ланки замикання під час складання машини (повної взаємозамінності, неповної взаємозамінності, групової взаємозамінності, припасовування, регулювання).
27. Розмірні ланцюги (лінійні, кутові). Основні поняття, визначення умовні позначення.
28. Початкові дані, мета і послідовність виконання розмірного аналізу конструкції машини.

## Модуль № 2

1. Поняття конструкторських і технологічних розмірів.
2. Способи отримання технологічних розмірів.
3. Фактори, що впливають на точність виготовлення деталей.
4. Систематичні і випадкові похибки.
5. Визначення сумарної похибки механічної обробки.
6. Поняття похибки установаження заготовки у верстатній пристрій та її складові.
7. Шляхи зменшення похибки установаження.
8. Похибка закріплення. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
9. Похибка пристрою і її складові.
10. Поняття похибки, що спричиняється неточністю виготовлення і складання установочних елементів пристрою, як складової похибки пристрою. Характер виявлення і шляхи зменшення цієї похибки.
11. Поняття похибки, що спричиняється зносом установочних елементів пристрою, як складової похибки пристрою. Характер виявлення і шляхи зменшення цієї похибки.
12. Поняття похибки, що спричиняється неточністю установаження пристрою на верстат, як складової похибки пристрою. Характер виявлення і шляхи зменшення цієї похибки.
13. Поняття жорсткості системи ВПД. Шляхи підвищення жорсткості елементів системи ВПД.
14. Суть способу статичного визначення жорсткості верстата.
15. Суть способу динамічного (виробничого) визначення жорсткості верстата.

16. Похибка, що спричиняється нежорсткістю системи ВПД і дією сил різання. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
17. Суть способу настроювання верстатів за еталоном.
18. Суть способу настроювання верстатів за допомогою пробних заготовок.
19. Визначення розміру настроєння різального інструмента.
20. Похибка настроєння. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
21. На які показники точності може впливати похибка настроєння?
22. Похибка, що спричиняється неточністю виготовлення різального інструмента. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
23. Поняття розмірного зносу різального інструмента.
24. Похибка, що спричиняється розмірним зносом різального інструмента. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
25. Похибки, що спричиняються геометричними неточностями верстатів. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
26. Теплові деформації в системі ВПД і похибки обробки, що ними спричиняються. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
26. Основні поняття і терміни математичної статистики, використовувані в машинобудуванні.
27. Суть статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою побудови та аналізу кривих розподілу.
28. Суть статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою точкових діаграм.
29. Похибки обробки, зумовлені пружними зміщеннями елементів системи ВПД під дією сил затискання.
30. Залишкові напруження в заготовках і їх вплив на точність деталей та машин. Причини виникнення цих напружень і шляхи їх зменшення.
31. Вібрації системи ВПД, спричинені власними коливаннями. Їх вплив на якість механічної обробки. Шляхи зменшення таких вібрацій.
32. Вібрації системи ВПД, спричинені вимушеними коливаннями. Їх вплив на якість механічної обробки. Шляхи зменшення таких вібрацій.
33. Вібрації системи ВПД, спричинені автоколиваннями. Їх вплив на якість механічної обробки. Шляхи зменшення таких вібрацій.
34. Поняття поверхневого шару деталей машин і основні показники його стану.
35. Вплив шорсткості поверхні на експлуатаційні характеристики деталей машин.
36. Вплив залишкових напружень в поверхневому шарі на експлуатаційні характеристики деталей машин.
37. Поняття наклепу металу поверхневого шару і фактори, які його обумовлюють. Вплив наклепу на експлуатаційні характеристики деталей машин.

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

### Модуль № 1

#### Задача № 1

Задача передбачає виконання таких завдань.

1. На основі аналізу конструктивної схеми складальної одиниці, потрібно побудувати розмірний ланцюг, ланка замикання якого визначає задану на схемі вимогу точності.
2. Пояснити, що собою являє кожна з ланок побудованого розмірного ланцюга.

#### Приклади розв'язання задачі № 1

##### Задача № 1 (1 варіант)

Потрібно побудувати розмірний ланцюг, що визначає вимогу точності розміру  $150 \pm 0,02$  мм, який з'єднує площину *B* (конструкторська основна база) і вісь поверхні шпинделя *B* (конструкторська допоміжна база) (рис. 6.1).

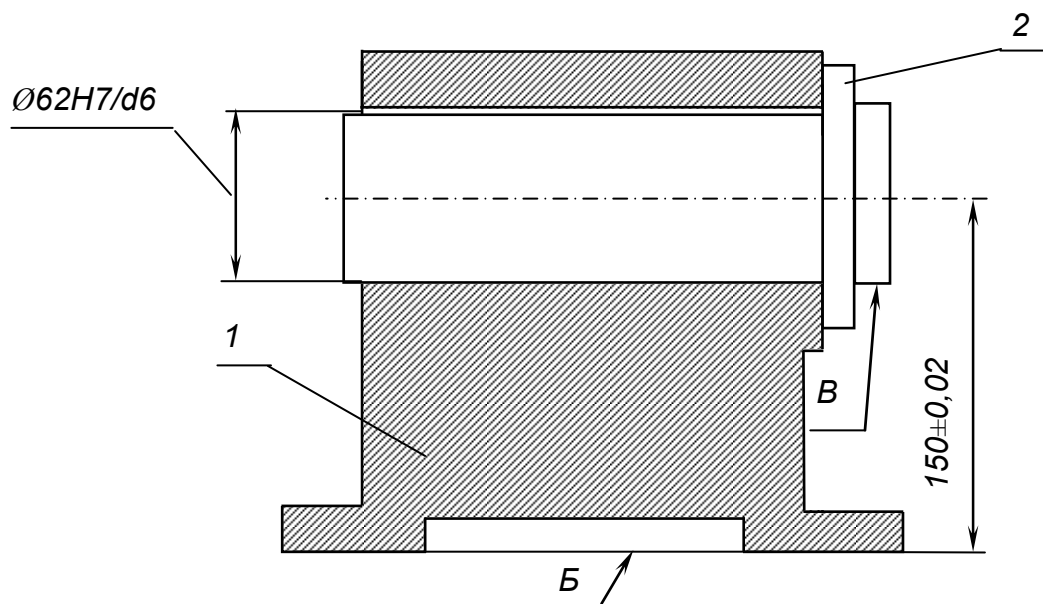


Рисунок 6.1 – Конструктивна схема шпиндельного вузла

#### Розв'язання задачі

Оскільки ланкою замикання є лінійний розмір  $150 \pm 0,02$  мм, то, відповідно, будемо лінійний розмірний ланцюг. Цей ланцюг показано на рис. 6.2.

Розмірний ланцюг складається з ланки замикання  $A_2$  і трьох складових ланок:  $A_1, A_2, A_3$ .

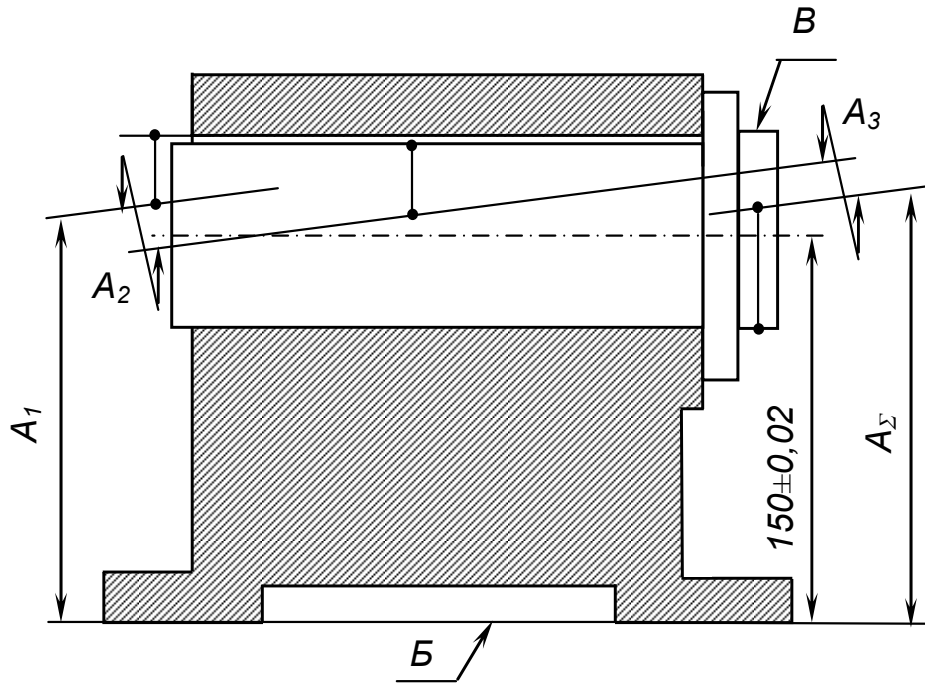


Рисунок 6.2 – Конструктивна схема шпиндельного вузла з побудованим лінійним розмірним ланцюгом

Ланка замикання  $A_{\Sigma}$  – це відстань між площиною  $B$  (основна конструкторська база вузла в цілому і корпусу 1) і віссю поверхні  $B$  (допоміжна конструкторська база вузла в цілому і шпинделя 2).

Складові ланки:

$A_1$  – відстань між площиною  $B$  і віссю отвору  $\text{Ø}62H7$ ;

$A_2$  – відстань між віссю отвору  $\text{Ø}62H7$  і віссю циліндричної поверхні  $\text{Ø}62d6$  шпинделя (можливе зміщення через зазор);

$A_3$  – відстань між віссю циліндричної поверхні  $\text{Ø}62d6$  шпинделя і віссю поверхні  $B$ .

### Задача № 1 (2 варіант)

Потрібно побудувати розмірний ланцюг, що визначає вимогу точності кутового відносного розташування (перпендикулярності) поверхонь верстатного пристрою (рис. 6.3), а саме площини  $E$  (конструкторська допоміжна база) відносно площини  $A$  (конструкторська основна база).

### Розв'язання задачі

Оскільки ланкою замикання є кутовий розмір (вимога перпендикулярності), то відповідно будуюмо кутовий розмірний ланцюг. Цей ланцюг показано на рис. 6.4.



Розмірний ланцюг складається з ланки замикання  $\alpha_\Sigma$  і трьох складових ланок:  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ .

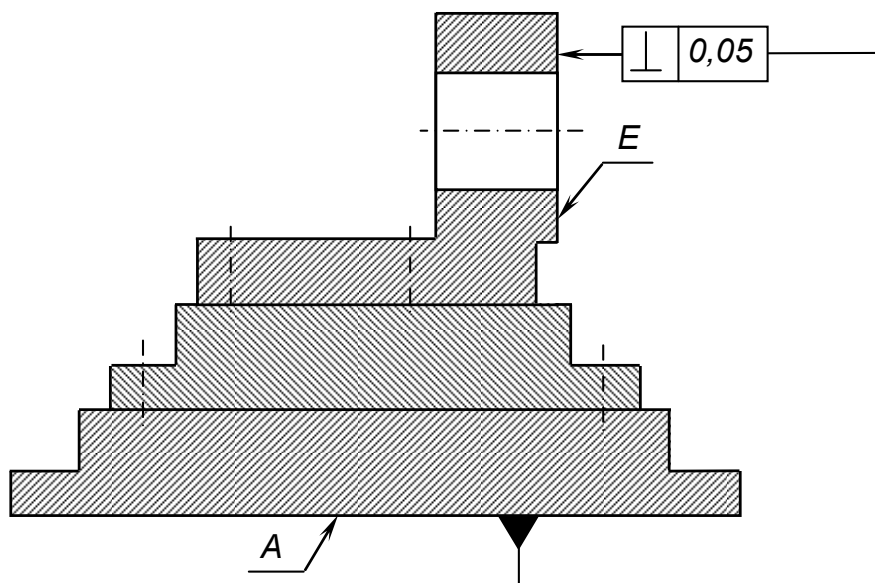


Рисунок 6.3 – Конструктивна схема верстатного пристрою

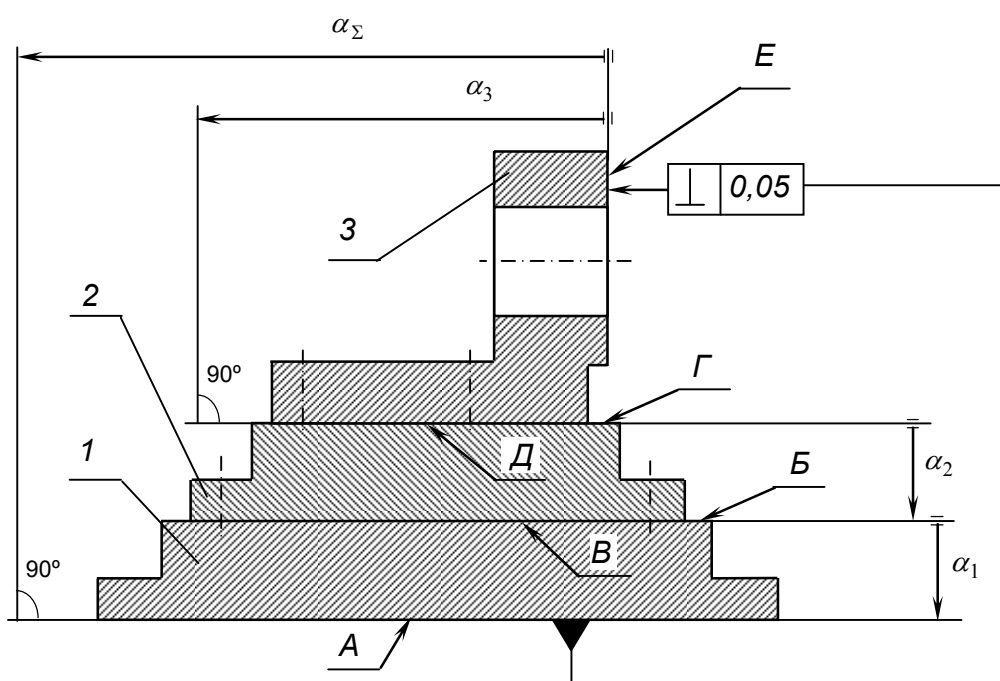


Рисунок 6.4 – Конструктивна схема верстатного пристрою з побудованим кутовим розмірним ланцюгом

Ланка замикання  $\alpha_{\Sigma}$  – кут повороту площини  $E$  відносно площини  $A$ .

Складові ланки:

$\alpha_1$  – кут повороту площини  $B$  корпусу 1 відносно площини  $A$  цього ж корпусу;

$\alpha_2$  – кут повороту площини  $\Gamma$  плити 2 відносно площини  $B$  цієї ж плити;

$\alpha_3$  – кут повороту площини  $E$  кутника 3 відносно площини  $D$  цього ж кутника.

## Задача № 2

Задача передбачає виконання таких завдань.

1. Проаналізувавши операційний ескіз, вказати, для яких розмірів за такої схеми базування похибка базування відсутня і пояснити чому саме.

2. Знайти похибки базування, що впливають на точність інших розмірів. Для цього потрібно побудувати відповідні технологічні розмірні ланцюги і розв'язати їх рівняння.

Під час виконання задачі вважати, що вся обробка здійснюється з одного установа.

В задачі, що розглядається, потрібно проаналізувати вплив похибки базування на точність розмірів, що забезпечуються на токарній операції (рис. 6.5).

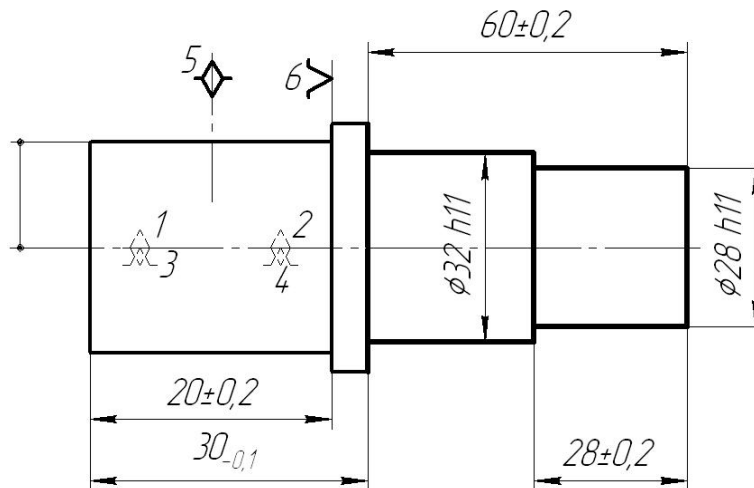


Рисунок 6.5 – Ескіз токарної операції

### Розв'язання задачі

Мають бути забезпеченні розміри:  $\varnothing 32_{h11}$  мм;  $\varnothing 28_{h11}$  мм;  $60 \pm 0,2$  мм;  $28 \pm 0,2$  мм;  $30_{-0,1}$  мм.

Похибка базування не впливатиме на точність розмірів:

- $\varnothing 32h11$  мм і  $\varnothing 28h11$  мм – діаметральні розміри;
- $60 \pm 0,2$  мм і  $28 \pm 0,2$  мм – торці 1, 2 і 3 (рис. 6.6) обробляються з одного установка.

Похибка базування впливатиме на точність розміру  $30_{-0,1}$  мм, оскільки не виконується принцип суміщення баз (технологічною базою є торець 4, а вимірювальною – торець 5). Для визначення кількісного значення цієї похибки побудовано технологічний розмірний ланцюг (рис. 6.6), ланкою замикання якого є розмір  $30_{-0,1}$  мм.

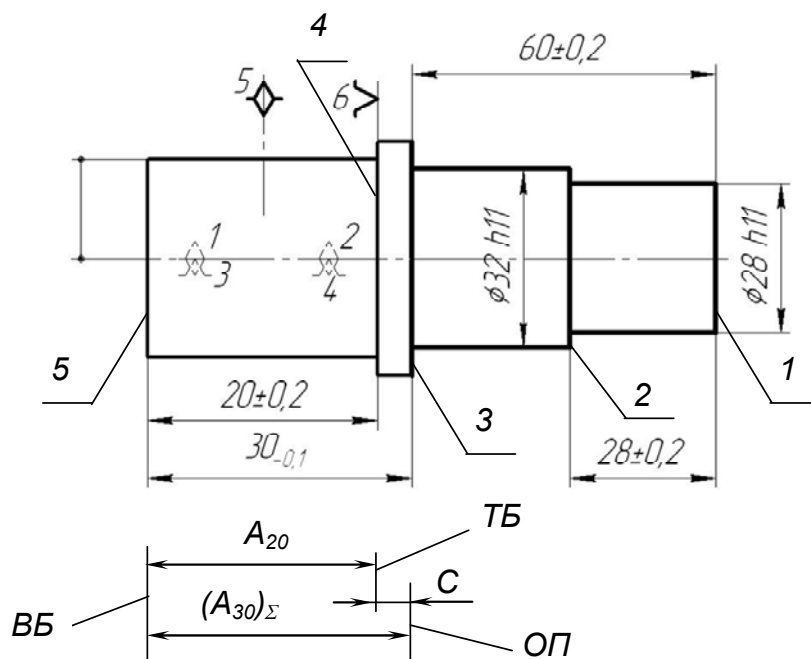


Рисунок 6.6 – Ескіз токарної операції з технологічним розмірним ланцюгом для визначення похибки базування на розмір  $30_{-0,1}$  мм  
 $C$  – розмір настроєння різця;  $ВБ$  – вимірювальна база;  $ТБ$  – технологічна база;  $ОП$  – оброблена поверхня

Знайдемо похибку базування на розмір  $30_{-0,1}$  мм як поле розсіювання цієї ланки. З використанням методу максимуму–мінімуму, отримаємо рівняння для визначення похибки базування.

$$\varepsilon_{\delta_{30}} = \delta(A_{\Sigma}) = T(A_{20}) + T(C).$$

Розмір  $C$  визначає положення вершини настроєного різця відносно опор пристрою. Допуск  $T(C)$  цього розміру дорівнює похибці настроювання, яка входить у сумарну похибку механічної обробки як окрема елементарна похибка. Тому умовно вважатимемо, що допуск розміру  $C$  дорівнює нулю. Таким чином, остаточно отримаємо

$$\varepsilon_{\delta_{30}} = 0,4 + 0 = 0,4 \text{ мм.}$$

## Модуль № 2

### Задача № 1

Задача передбачає виконання таких завдань.

Для заданих умов обробки партії заготовок на настроєному верстаті проаналізувати вплив на сумарну похибку механічної обробки певних елементарних похибок.

Якщо вказані в завданні похибки матимуть вплив на сумарну похибку, то потрібно пояснити, як їх можна визначити (навести необхідні формули і/або пояснення).

Потрібно також пояснити, який характер виявлення матимуть ці похибки за таких технологічних умов.

Якщо одна або декілька з похибок не впливатимуть на сумарну похибку, то потрібно пояснити чому саме.

#### Приклад розв'язання задачі № 1

Для операції фрезерування (рис. 6.7) партії заготовок проаналізувати можливість впливу на точність розміру  $65_{-0,2}$  мм таких елементарних похибок:

- 1) похибки базування;
- 2) похибки настроєння;
- 3) похибки закріплення.

*Умови обробки:*

- обладнання – вертикально-фрезерний верстат;
- різальний інструмент – торцева фреза;
- фреза настроюється на розмір обробки за еталоном.

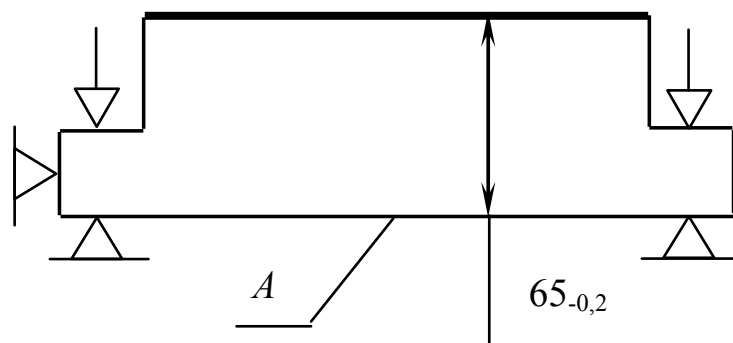


Рисунок 6.7 – Ескіз фрезерної операції

## Розв'язання задачі

1. Похибка базування на точність розміру  $65_{-0,2}$  мм не впливатиме, оскільки виконується принцип суміщення баз – технологічна база збігається з вимірювальною (площиною  $A$ ).

2. Похибка настроєння впливатиме на точність розміру  $65_{-0,2}$  мм, оскільки перед обробкою партії заготовок на цій операції робітник має настроїти фрезу на розмір обробки. Якщо настроювання інструмента відбувається за еталоном, то похибка настроєння визначається за формулою

$$\varepsilon_{\text{н}} = \sqrt{(K_{\text{р}}\varepsilon_{\text{р}})^2 + (K_{\text{в}}\varepsilon_{\text{вм}})^2},$$

де  $\varepsilon_{\text{р}}$  — похибка регулювання;  $\varepsilon_{\text{вм}}$  — похибка вимірювання;  $K_{\text{р}} = 1,73$  і  $K_{\text{в}} = 1,0$  — коефіцієнти, що враховують відхилення законів розподілу похибок  $\varepsilon_{\text{р}}$  і  $\varepsilon_{\text{вм}}$  від закону нормального розподілу.

Похибка настроєння є випадковою похибкою.

3. Оскільки сили закріплення направлені паралельно розміру  $65_{-0,2}$  мм, то похибка закріплення впливатиме на його точність. Величину похибки закріплення можна знайти з використанням співвідношення

$$\varepsilon_{\text{з}} = y_{\text{max}} - y_{\text{min}},$$

де  $y_{\text{max}}$  і  $y_{\text{min}}$  — відповідно максимальне і мінімальне зміщення вимірювальної бази під дією сил закріплення.

Похибка закріплення є випадковою похибкою.

## Задача № 2

Задача передбачає виконання якісного аналізу заданої кривої розподілу розмірів вибірки оброблених заготовок і, за необхідності, пропонування шляхів зменшення імовірного браку.

### Приклад розв'язання задачі № 2

#### Умова задачі

За результатами вимірювання діаметральних розмірів  $d$  однієї з шийок валиків вибірки, оброблених прохідним різцем на настроєному токарному верстаті, і подальшого статистичного аналізу отримано теоретичну криву розподілу (криву Гаусса), яка показана на рис. 6.8. Встановлено, що середньоквадратичне відхилення  $\sigma$  становить 0,005 мм.

Допуск  $T$  розміру  $d$  становить 0,1 мм.

Потрібно проаналізувати отриманий результат і, за необхідності, запропонувати шляхи зменшення імовірного браку.

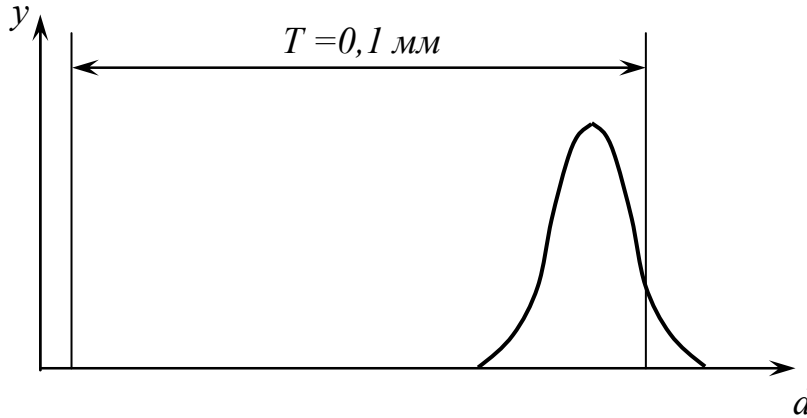


Рисунок 6.8 – Графік кривої розподілу валиків вибірки  
 $T$  – допуск діаметра  $d$  шийки валика

#### Розв'язання задачі

Визначимо коефіцієнт точності виконання  $K = \frac{6\sigma}{T} = \frac{6 \cdot 0,005}{0,1} = 0,3$ . Та-

ка величина коефіцієнта  $K$  свідчить про те, що теоретичне поле розсіювання  $\delta$  (рис. 6.9) суттєво менша (приблизно в три рази) за допуск розміру  $d$ . З цього випливає, що вплив випадкових похибок на точність обробки відносно незначний.

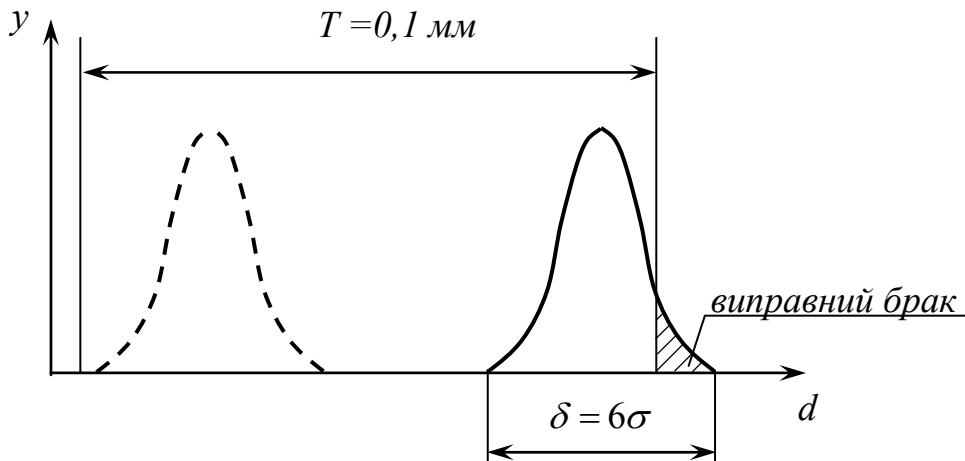


Рисунок 6.9 – Графік кривої розподілу валиків вибірки  
 $T$  – допуск діаметра  $d$  шийки валика

Разом з тим, за такого настроєння верстата виникає виправний брак. Для його усунення потрібно перенастроїти верстат таким чином, щоб крива розподілу розташовувалась ближче до нижньої границі поля допуску. Нове розташування кривої розподілу показано штриховою лінією. Крім усунення браку це збільшує час роботи верстата без піднастроювання.

## 8 ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

### Настанова до виконання тестових завдань

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

Правильні відповіді на питання тестових завдань містяться у додатку Г.

### Змістовий модуль 1. Основи виробництва машин

#### Завдання 1

Механізм або сукупність механізмів, що призначені для перетворення енергії або виконання робіт, називають

- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| 1) складальною одиницею. | 3) комплектом. |
| 2) машиною.              | 4) вузлом.     |

#### Завдання 2

Машина складається з

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1) агрегатів та комплектів. | 3) деталей та складальних одиниць. |
| 2) комплексів та агрегатів. | 4) комплексів та деталей.          |

#### Завдання 3

Деталлю не є

- 1) шариковий підшипник.
- 2) відрізок багатожильного кабелю.
- 3) пофарбований короб, зварений з одного шматка листового матеріалу.
- 4) оцинкований болт.

#### Завдання 4

Вироби основного виробництва машинобудівного підприємства призначені для

- 1) задоволення потреб основного виробництва.
- 2) реалізації зовнішнім замовникам.
- 3) задоволення потреб механоскладальних цехів цього підприємства.
- 4) задоволення потреб інструментального цеху цього підприємства.

### **Завдання 5**

Вироби допоміжного виробництва машинобудівного підприємства призначені для задоволення потреб

- 1) усього виробничого процесу цього підприємства.
- 2) лише допоміжного виробництва цього підприємства.
- 3) лише основного виробництва цього підприємства.
- 4) процесів механічної обробки та складання машин на цьому підприємстві.

### **Завдання 6**

Максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для виконання якого призначається машина, називають

- 1) технологічним циклом виготовлення машини.
- 2) службовим призначенням машини.
- 3) планом експлуатації машини.
- 4) програмою експлуатації машини.

### **Завдання 7**

На стадії розроблення машини її службове призначення оформлюється у вигляді документа, який називають

- 1) технічними умовами на виготовлення машини.
- 2) складальним кресленням машини.
- 3) кресленням загального вигляду машини.
- 4) технічним завданням на проектування машини.

### **Завдання 8**

Сукупність всіх дій людей і знарядь виробництва, необхідних на підприємстві для виготовлення певного виробу, називають

- 1) технологічним процесом.
- 2) виробничим процесом.
- 3) програмою виготовлення виробу.
- 4) циклом виготовлення виробу.

### **Завдання 9**

Частину виробничого процесу, під час виконання якої відбувається послідовна зміна розмірів, форми, зовнішнього вигляду або внутрішніх властивостей предмета праці та їх контроль, називають

- 1) технологічним процесом.
- 2) виробничим процесом.
- 3) технологічним переходом.
- 4) технологічною операцією.



### **Завдання 10**

До технологічних операцій не відносять

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) слюсарні операції. | 3) складальні операції. |
| 2) термічні операції. | 4) контрольні операції. |

### **Завдання 11**

До допоміжних операцій не відносять

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1) складальні операції.  | 3) транспортувальні операції. |
| 2) маркувальні операції. | 4) контрольні операції.       |

### **Завдання 12**

До технологічних переходів не відносять

- 1) установлення втулки на валику під час складання виробу.
- 2) установлення заготовки у верстатний пристрій для її обробки.
- 3) фрезерування лиски.
- 4) точіння фаски.

### **Завдання 13**

До допоміжних переходів не відносять

- 1) установлення втулки на валику під час складання виробу.
- 2) установлення заготовки у верстатний пристрій для її обробки.
- 3) знімання заготовки з верстатного пристрою після її обробки.
- 4) змінення робітником режимів роботи верстата.

### **Завдання 14**

Частина технологічної операції, яка виконується з незмінним закріпленням оброблюваної заготовки називають

- |               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 1) позицією.  | 3) технологічним переходом. |
| 2) установом. | 4) допоміжним переходом.    |

### **Завдання 15**

Фіксоване розташування, яке займає незмінно закріплена оброблювана заготовка або складальна одиниця, що збирається, разом з пристроєм відносно інструмента або нерухомої частини обладнання для виконання певної частини операції, називають

- |                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| 1) технологічним переходом. | 3) позицією.  |
| 2) допоміжним переходом.    | 4) установом. |

### Завдання 16

Сукупність усіх прямих витрат, пов'язаних з виготовленням виробу та його реалізацією, називають

- 1) трудомісткістю.
- 2) собівартістю.
- 3) рентабельністю.
- 4) ціною.

### Завдання 17

З використанням бухгалтерського методу цехову собівартість визначають за формулою

$$\begin{aligned} 1) C_{\text{ц}} &= C_{\text{вих. заг}} - C_{\text{з.о}} \left( 1 + \frac{a}{100} \right). & 3) C_{\text{ц}} &= C_{\text{вих. заг}} - C_{\text{з.о}} \left( 1 - \frac{a}{100} \right). \\ 2) C_{\text{ц}} &= C_{\text{вих. заг}} + C_{\text{з.о}} \left( 1 - \frac{a}{100} \right). & 4) C_{\text{ц}} &= C_{\text{вих. заг}} + C_{\text{з.о}} \left( 1 + \frac{a}{100} \right), \end{aligned}$$

де  $C_{\text{вих. заг}}$  – витрати на вихідну заготовку з відрахуванням коштів, які повертаються після здавання відходів;

$C_{\text{з.о}}$  – витрати на заробітну плату основних робітників;

$a$  – відсоток витрат, які містять всі матеріальні, трудові та інші витрати цеху, що не увійшли в  $C_{\text{вих. заг}}$  і  $C_{\text{з.о}}$ .

### Завдання 18

Визначаючи технологічну собівартість обробки, не враховують

- 1) витрати на амортизацію обладнання.
- 2) витрати на опалення, освітлення, поточний ремонт та амортизацію будівель.
- 3) витрати на вихідну заготовку.
- 4) заробітну плату наладників з нарахуваннями.

### Завдання 19

Проміжок календарного часу від початку першої операції виготовлення виробу до завершення останньої називають

- 1) циклом виготовлення виробу.
- 2) тактом випуску виробу.
- 3) ритмом випуску виробу.
- 4) трудомісткістю виготовлення виробу.

## Завдання 20

Основним показником, який згідно з ГОСТ 3.1121-84 характеризує тип виробництва, є

- 1) такт випуску виробу.
- 2) середній коефіцієнт завантаження обладнання.
- 3) коефіцієнт закріплення операцій.
- 4) річна програма виготовлення виробу.

## Завдання 21

Коефіцієнт закріплення операцій визначається за формулою

$$1) K_{3.0} = \sum_{i=1}^m O_i + m.$$

$$3) K_{3.0} = \sum_{i=1}^m O_i - m.$$

$$2) K_{3.0} = \frac{m}{\sum_{i=1}^m O_i}.$$

$$4) K_{3.0} = \frac{\sum_{i=1}^m O_i}{m},$$

де  $O_i$  – кількість операцій, які виконуються на  $i$ -му робочому місці;

$m$  – кількість робочих місць на дільниці.

## Завдання 22

Коефіцієнт закріплення операцій  $K_{3.0}$  на дільницях середньосерійного виробництва знаходиться в межах

$$1) 20 < K_{3.0} \leq 40.$$

$$3) 1 < K_{3.0} \leq 10.$$

$$2) 10 < K_{3.0} \leq 20.$$

$$4) 1 < K_{3.0} \leq 20.$$

## Завдання 23

Одиничне виробництво характеризується

- 1) широкою номенклатурою виробів і великими обсягами виготовлення однакових виробів.
- 2) великими обсягами виготовлення однакових виробів і вузькою номенклатурою виробів.
- 3) вузькою номенклатурою виробів і малими обсягами виготовлення однакових виробів.
- 4) малими обсягами виготовлення однакових виробів і широкою номенклатурою виробів.

### **Завдання 24**

Коефіцієнт закріплення операцій  $K_{3.0}$  на ділянках дрібносерійного виробництва знаходиться в межах

- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1) $20 < K_{3.0} \leq 40$ . | 3) $1 < K_{3.0} \leq 10$ . |
| 2) $10 < K_{3.0} \leq 20$ . | 4) $1 < K_{3.0} \leq 20$ . |

### **Завдання 25**

Масове виробництво характеризується

- 1) широкою номенклатурою виробів і великими обсягами виготовлення однакових виробів.
- 2) великими обсягами виготовлення однакових виробів і вузькою номенклатурою виробів.
- 3) вузькою номенклатурою виробів і малими обсягами виготовлення однакових виробів.
- 4) малими обсягами виготовлення однакових виробів і широкою номенклатурою виробів.

### **Завдання 26**

Головною ознакою серійного виробництва є те, що вироби виготовляються партіями, які

- 1) не повторюються, а терміни виготовлення партій кожного з виробів заздалегідь не плануються.
- 2) періодично повторюються, а терміни виготовлення партій кожного з виробів заздалегідь не плануються.
- 3) періодично повторюються, а терміни виготовлення партій кожного з виробів заздалегідь плануються.
- 4) не повторюються, а терміни виготовлення партій кожного з виробів заздалегідь плануються.

### **Завдання 27**

Головною ознакою масового виробництва є те, що однакові вироби виготовляються

- 1) протягом тривалого часу; при цьому на кожному з робочих місць виконується декілька операцій.
- 2) протягом нетривалого часу; при цьому на кожному з робочих місць виконується декілька операцій.
- 3) безперервно протягом тривалого часу; при цьому на кожному з робочих місць виконується одна операція.
- 4) партіями протягом нетривалого часу; при цьому на кожному з робочих місць виконується декілька операцій.

### **Завдання 28**

Головною ознакою одиничного виробництва є те, що

- 1) вироби виготовляються партіями, які повторюються неперіодично, причому терміни виготовлення партій кожного з виробів заздалегідь плануються.
- 2) однакові вироби безперервно виготовляються протягом тривалого часу; при цьому на кожному з робочих місць виконується тільки одна операція.
- 3) вироби виготовляються партіями, які періодично повторюються, причому терміни виготовлення партій кожного з виробів заздалегідь плануються.
- 4) повторне виготовлення однакових виробів наперед не передбачається і заздалегідь не планується.

### **Завдання 29**

Синхронізація операцій передбачає, що час виконання кожної з операцій має приблизно дорівнювати або бути кратним

- 1) часу виконання найтривалішого переходу першої операції.
- 2) такту випуску виробу.
- 3) циклу виготовлення виробу.
- 4) часу виконання найкоротшого переходу останньої операції.

### **Завдання 30**

Потокова форма організації робіт використовується

- 1) в одиничному виробництві.
- 2) в масовому виробництві.
- 3) тільки в середньосерійному виробництві.
- 4) в дрібносерійному і середньосерійному виробництві.

### **Завдання 31**

Змінно-потокова форма організації робіт використовується

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

## **Змістовий модуль 2. Основи забезпечення точності машини**

### **Завдання 32**

Конструкторські основні бази деталі – це поверхні, які

- 1) визначають розташування цієї деталі у виробі.
- 2) не спрягаються з поверхнями інших деталей.
- 3) визначають розташування інших деталей, відносно цієї деталі.
- 4) ніколи не використовуються для базування під час виготовлення деталі.

### **Завдання 33**

Конструкторські допоміжні бази деталі – це поверхні, які

- 1) не спрягаються з поверхнями інших деталей.
- 2) визначають розташування цієї деталі у виробі.
- 3) визначають розташування інших деталей, відносно цієї деталі.
- 4) механічно не оброблені.

### **Завдання 34**

Розташування складальної одиниці у виробі визначають її

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1) кріпильні поверхні.           | 3) вільні поверхні.                |
| 2) конструкторські основні бази. | 4) конструкторські допоміжні бази. |

### **Завдання 35**

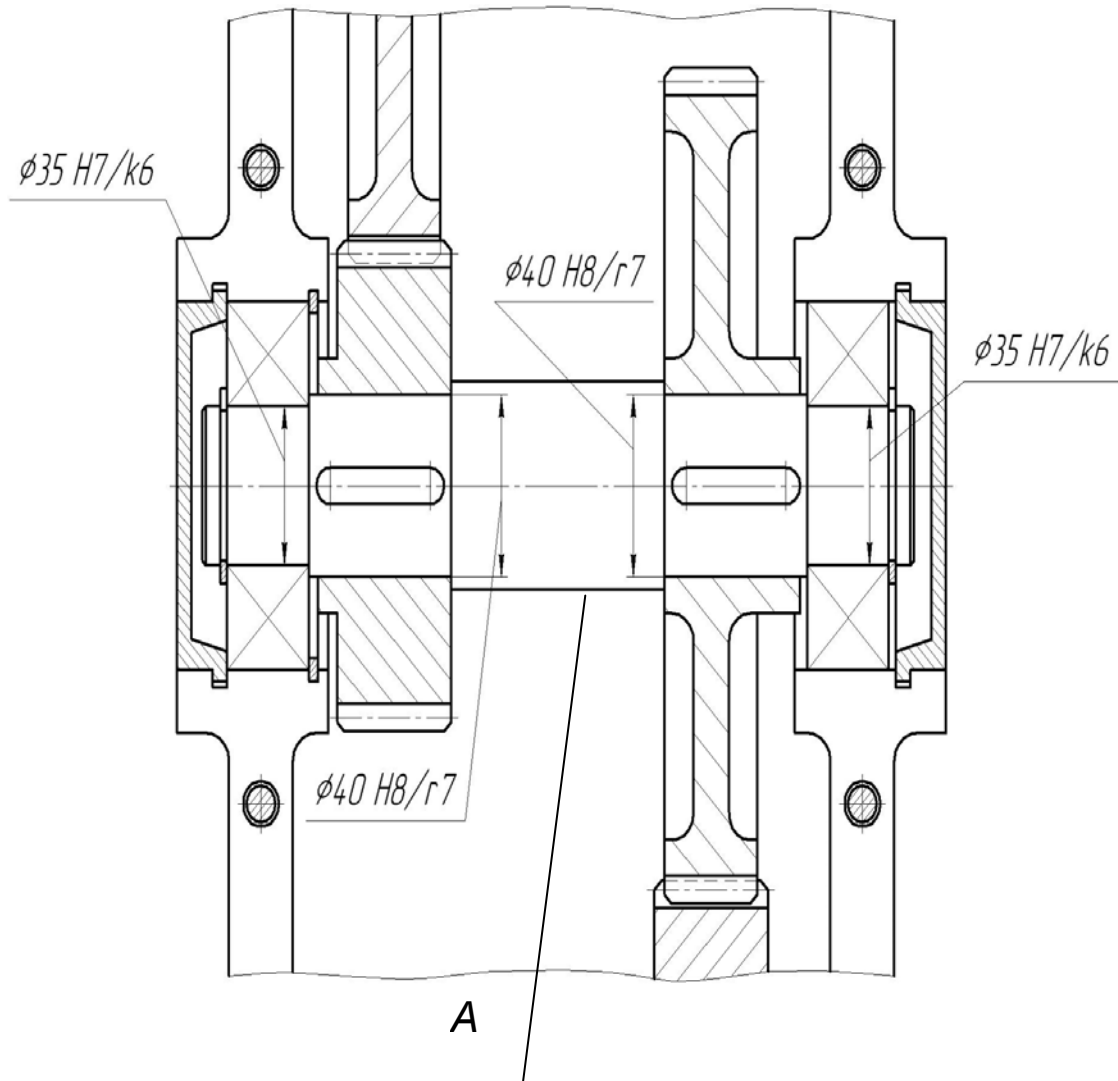
Точність кріпильних поверхонь впливає на

- 1) точність форми виконавчих поверхонь машини.
- 2) точність розташування виконавчих поверхонь машини відносно її конструкторських основних баз.
- 3) точність розташування конструкторських основних баз відносно вільних поверхонь.
- 4) легкість складання і розбирання машини або складальної одиниці під час виготовлення та ремонту.

### Завдання 36

Поверхня *A* вала є його

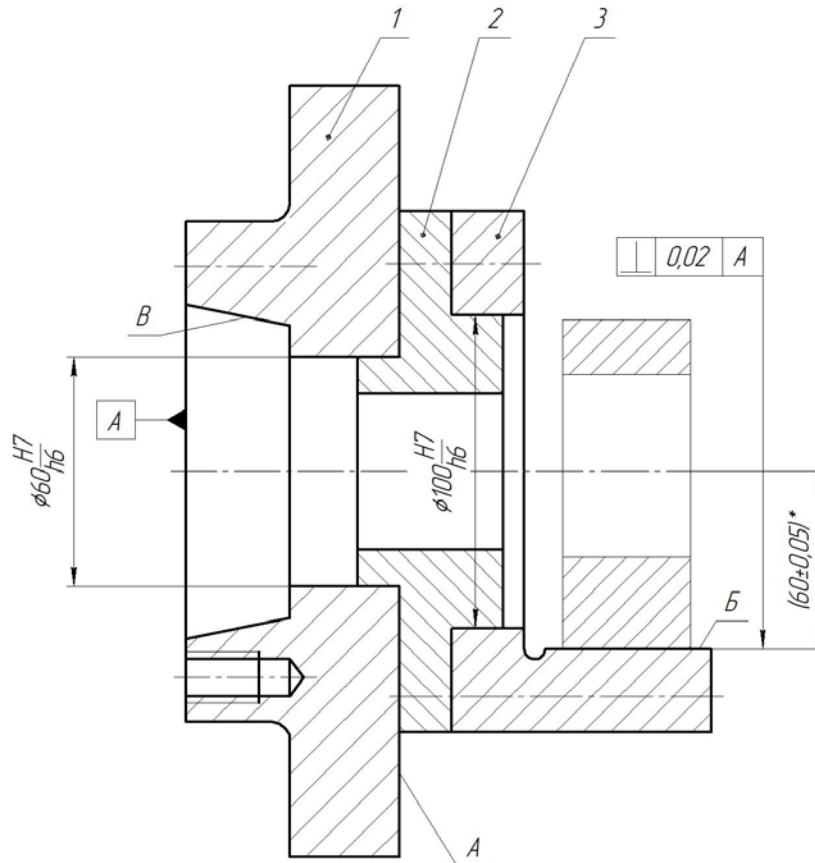
- 1) конструкторською основною базою.
- 2) вільною поверхнею.
- 3) конструкторською допоміжною базою.
- 4) кріпильною поверхнею.



### Завдання 37

Площина *A* планшайби (позиція 1) є її

- 1) конструкторською основною базою.
- 2) вільною поверхнею.
- 3) конструкторською допоміжною базою.
- 4) кріпильною поверхнею.



\* Розмір між віссю кінцевого отвору *B* і площиною *B*

### Завдання 38

Вимоги точності до розмірів поверхонь і лінійних відстаней між поверхнями або їх осями відносять до показників точності

- 1) першої групи.
- 2) другої групи.
- 3) третьої групи.
- 4) четвертої групи.

### Завдання 39

Вимоги паралельності осі отвору до площини відносять до показників точності



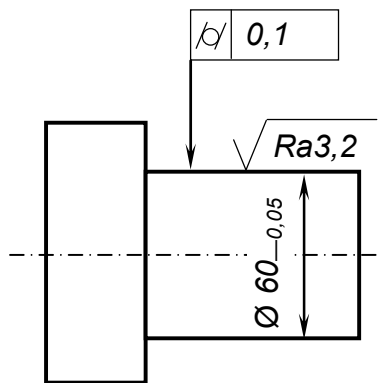
- 1) першої групи.
- 2) другої групи.

- 3) третьої групи.
- 4) четвертої групи.

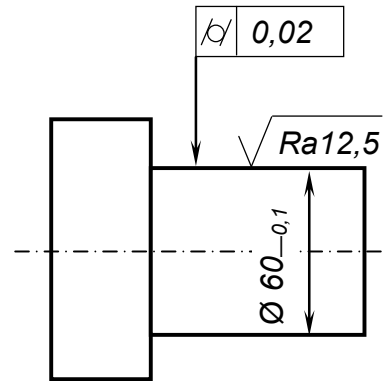
### Завдання 40

Співвідношення показників точності циліндричної поверхні є правильним на ескізі

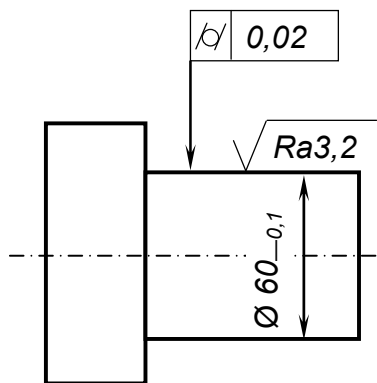
- 1) № 1.
- 2) № 2.
- 3) № 3.
- 4) № 4.



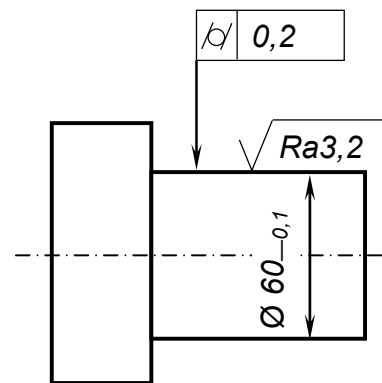
Ескіз № 1



Ескіз № 2



Ескіз № 3



Ескіз № 4

### Завдання 41

До показників точності вертикально-свердлильного верстата не відносять

- 1) площинність робочої поверхні столу.
- 2) перпендикулярність напрямку руху гільзи шпинделя відносно площини столу.
- 3) шорсткість напрямної поверхні гільзи шпинделя.

4) шорсткість робочої поверхні столу.

### Завдання 42

Для задання положення будь-якої деталі відносно іншої деталі, необхідно і достатньо мати

- 1) три опорних точки.
- 2) чотири опорних точки.
- 3) п'ять опорних точок.
- 4) шість опорних точок.

### Завдання 43

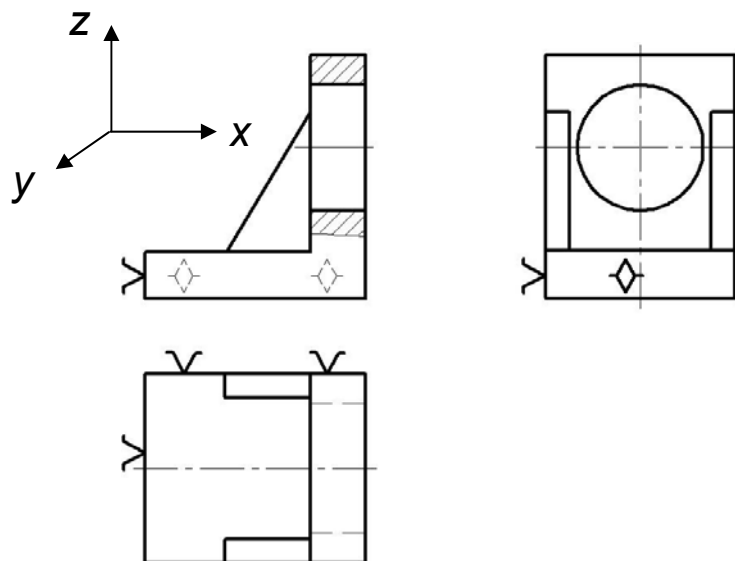
Для задання положення будь-якої деталі відносно іншої деталі, необхідно і достатньо

- 1) однієї конструкторської основної бази.
- 2) двох конструкторських основних баз.
- 3) трьох конструкторських основних баз.
- 4) шести конструкторських допоміжних баз.

### Завдання 44

Показані на рисунку опорні точки позбавляють заготовку можливості

- 1) переміщуватися у напрямі осі  $Y$ , обертатися навколо осі  $Y$  і обертатися навколо осі  $X$ .
- 2) обертатися навколо осі  $X$ , переміщуватися у напрямі осі  $Z$  і обертатися навколо осі  $Y$ .
- 3) обертатися навколо осі  $Y$ , переміщуватися у напрямі осі  $Z$  і переміщуватися у напрямі осі  $X$ .
- 4) переміщуватися у напрямі осі  $X$ , обертатися навколо осі  $Z$  і переміщуватися у напрямі осі  $Y$ .



### Завдання 45

За призначенням бази поділяють на

- 1) подвійні напрямні, напрямні і опорні.
- 2) установні, опорні і приховані.
- 3) конструкторські, технологічні і вимірювальні.
- 4) подвійні опорні, явні і приховані.

### Завдання 46

За кількістю ступенів вільності, що відбираються базами, бази поділяють на

- 1) конструкторські, технологічні і вимірювальні.
- 2) явні і приховані.
- 3) конструкторські основні і конструкторські допоміжні.
- 4) установні, напрямні, опорні, подвійні напрямні і подвійні опорні.

### Завдання 47

Установна база відбирає у заготовки або виробу

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| 1) один ступінь вільності. | 3) три ступеня вільності.    |
| 2) два ступеня вільності.  | 4) чотири ступеня вільності. |

### Завдання 48

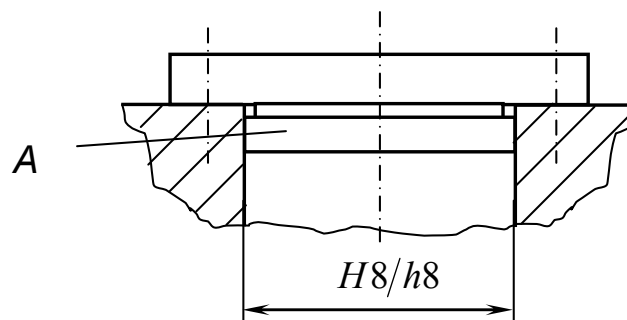
Подвійна напрямна база відбирає у заготовки або виробу

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1) два ступеня вільності.    | 3) шість ступенів вільності. |
| 2) чотири ступеня вільності. | 4) вісім ступенів вільності. |

### Завдання 49

Поверхня *A* кришки є її конструкторською.

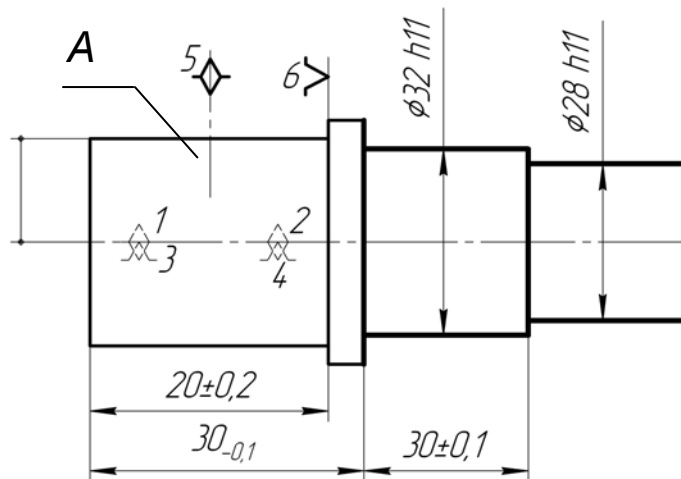
- 1) основною подвійною напрямною прихованою базою.
- 2) допоміжною подвійною напрямною явною базою.
- 3) основною подвійною опорною явною базою.
- 4) допоміжною напрямною прихованою базою.



### Завдання 50

На операції механічної обробки вала вісь циліндричної поверхні *A* є

- 1) конструкторською подвійною опорною явною базою.
- 2) технологічною подвійною напрямною явною базою.
- 3) конструкторською напрямною явною базою.
- 4) технологічною подвійною напрямною прихованою базою.



### Завдання 51

Суть методу повної взаємозамінності полягає в тому, що необхідні показники точності ланки замикання завжди забезпечуються без припасовування, регулювання або підбору, якщо на дільницю складання виробу надходять деталі, розміри яких

- 1) знаходяться в межах полів розсіювання.
- 2) знаходяться в межах заданих граничних відхилень.
- 3) мають однакові поля допусків.
- 4) мають однакові поля розсіювання.

### Завдання 52

Суть методу неповної взаємозамінності полягає в тому, що під час складання необхідні показники точності ланки замикання забезпечуються

- 1) завдяки внесенню в розмірний ланцюг складових ланок, які належать до однієї з груп, на які вони попередньо поділені.
- 2) завдяки припасовуванню механічною обробкою заздалегідь визначеної деталі (компенсатора).
- 3) завдяки змінненню величини розміру заздалегідь вибраної компенсувальної ланки без зняття з неї шару матеріалу.
- 4) зазвичай без припасовування, регулювання або підбору, але не в усіх складених виробках, а у заздалегідь встановленої їх кількості.

### **Завдання 53**

Суть методу групової взаємозамінності полягає в тому, що необхідні показники точності ланки замикання забезпечуються завдяки

- 1) сортуванню всіх деталей на групи справних і бракованих після механічної обробки.
- 2) сортуванню всіх виробів на групи справних і бракованих після складання.
- 3) внесенню в розмірний ланцюг складових ланок, які належать до однієї з груп, на які вони попередньо поділені.
- 4) сортуванню всіх деталей на групи після механічної обробки за ознакою однаковості законів розподілу.

### **Завдання 54**

Суть методу припасовування полягає в тому, що необхідні показники точності ланки замикання забезпечуються шляхом механічної обробки

- 1) заздалегідь визначеної деталі-компенсатора під час виготовлення цієї деталі на дільниці механічної обробки.
- 2) заздалегідь визначеної деталі-компенсатора під час складання виробу.
- 3) всіх або більшості деталей виробу під час їх виготовлення.
- 4) всіх або більшості деталей виробу під час його складання.

### **Завдання 55**

Суть методу регулювання полягає в тому, що необхідні показники точності ланки замикання забезпечуються завдяки

- 1) регулюванню полів розсіювання зменшувальних складових ланок.
- 2) зміні величини заздалегідь вибраної компенсуючої ланки зняттям шару матеріалу, тобто механічною обробкою.
- 3) регулюванню полів розсіювання збільшувальних складових ланок.
- 4) зміні величини заздалегідь вибраної компенсуючої ланки без зняття шару матеріалу, тобто без механічної обробки.

### **Завдання 56**

Застосування для забезпечення необхідної точності ланок замикання методу повної взаємозамінності порівняно із застосуванням методу групової взаємозамінності

- 1) зменшує трудомісткість і собівартість механічної обробки.
- 2) зменшує трудомісткість і собівартість складальних операцій.
- 3) ускладнює систему постачання запасних частин під час експлуатації машини.
- 4) розширює поля допусків складових ланок.

### **Завдання 57**

Метод повної взаємозамінності у порівнянні з методом неповної взаємозамінності забезпечує

- 1) меншу собівартість механічної обробки заготовок деталей і меншу собівартість складання виробу.
- 2) меншу собівартість складання виробу, але більшу собівартість механічної обробки заготовок деталей.
- 3) більшу собівартість складання виробу і більшу собівартість механічної обробки заготовок деталей.
- 4) більшу собівартість механічної обробки заготовок деталей, але меншу собівартість складання виробу.

### **Завдання 58**

Метод групової взаємозамінності порівняно з методом повної взаємозамінності забезпечує

- 1) меншу собівартість механічної обробки заготовок деталей і меншу собівартість складання виробу.
- 2) меншу собівартість складання виробу, але більшу собівартість механічної обробки заготовок деталей.
- 3) більшу собівартість складання виробу, але меншу собівартість механічної обробки заготовок деталей.
- 4) більшу собівартість механічної обробки заготовок деталей і більшу собівартість складання виробу.

### **Завдання 59**

Метод регулювання порівняно з методом повної взаємозамінності

- 1) ускладнює конструкцію виробу, але зменшує собівартість механічної обробки заготовок його деталей.
- 2) зменшує собівартість механічної обробки заготовок деталей виробу і спрощує його конструкцію.
- 3) спрощує конструкцію виробу, але збільшує собівартість механічної обробки заготовок його деталей.
- 4) збільшує собівартість механічної обробки заготовок деталей виробу і ускладнює його конструкцію.

### **Завдання 60**

Для забезпечення точності ланки замикання під час складання у поточному виробництві не використовують

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1) метод групової взаємозамінності. | 3) метод регулювання.    |
| 2) метод неповної взаємозамінності. | 4) метод припасовування. |

### **Завдання 61**

Метою розмірного аналізу конструкції машини є

- 1) визначення полів розсіювання складових ланок всіх розмірних ланцюгів.
- 2) забезпечення необхідної точності механічної обробки заготовок всіх деталей машини.
- 3) встановлення допусків на ланки замикання всіх розмірних ланцюгів.
- 4) забезпечення необхідної точності машини чи складальної одиниці.

### **Завдання 62**

Вкажіть номер відповіді, яка визначає правильну послідовність виконання розмірного аналізу конструкції машини або складальної одиниці.

**А.** Визначення граничних відхилень складових ланок.

**Б.** Розрахунок розмірного ланцюга (визначення поля розсіювання ланки замикання, корекція допусків складових ланок, вибір методу забезпечення точності ланки замикання під час складання).

**В.** Призначення номінального значення та граничних відхилень розміру вихідної ланки розмірного ланцюга.

**Г.** Побудова розмірного ланцюга на конструктивній схемі машини або складальної одиниці.

**Д.** Визначення допусків складових ланок з використанням одного із способів (спроб, рівних допусків, однакового ступеня точності).

1) 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г, 5-Д.

3) 1-А, 2-Д, 3-Г, 4-В, 5-Б.

2) 1-В, 2-Г, 3-Б, 4-Д, 5-А.

4) 1-Д, 2-А, 3-В, 4-Г, 5-Б.

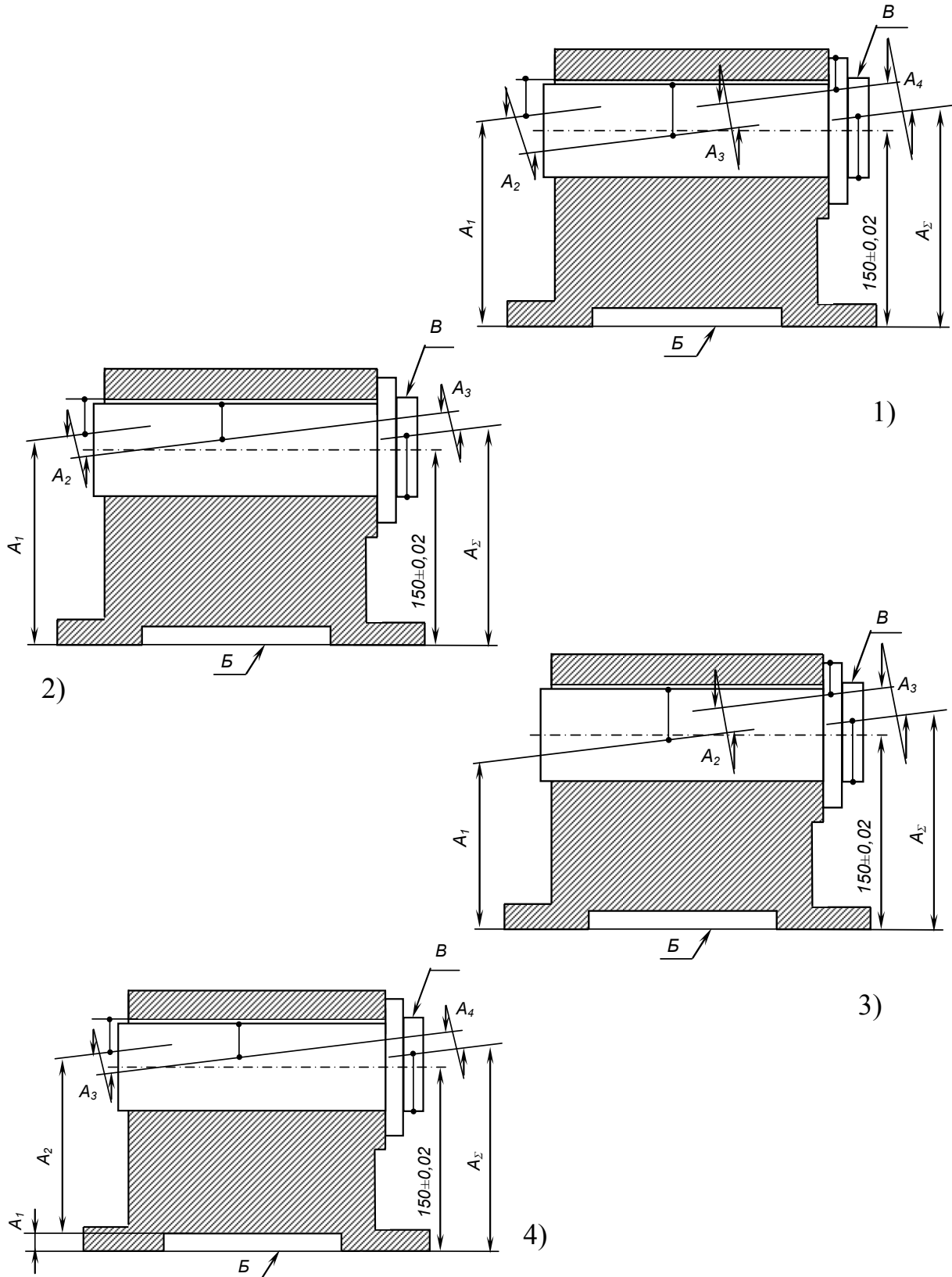
### **Завдання 63**

Під час виконання розмірного аналізу конструкції машини ланками розмірного ланцюга можуть бути лише ті розміри, що з'єднують між собою

- 1) конструкторські бази.
- 2) вільні поверхні.
- 3) вільні поверхні з кріпильними поверхнями.
- 4) кріпильні поверхні з конструкторськими базами.

### Завдання 64

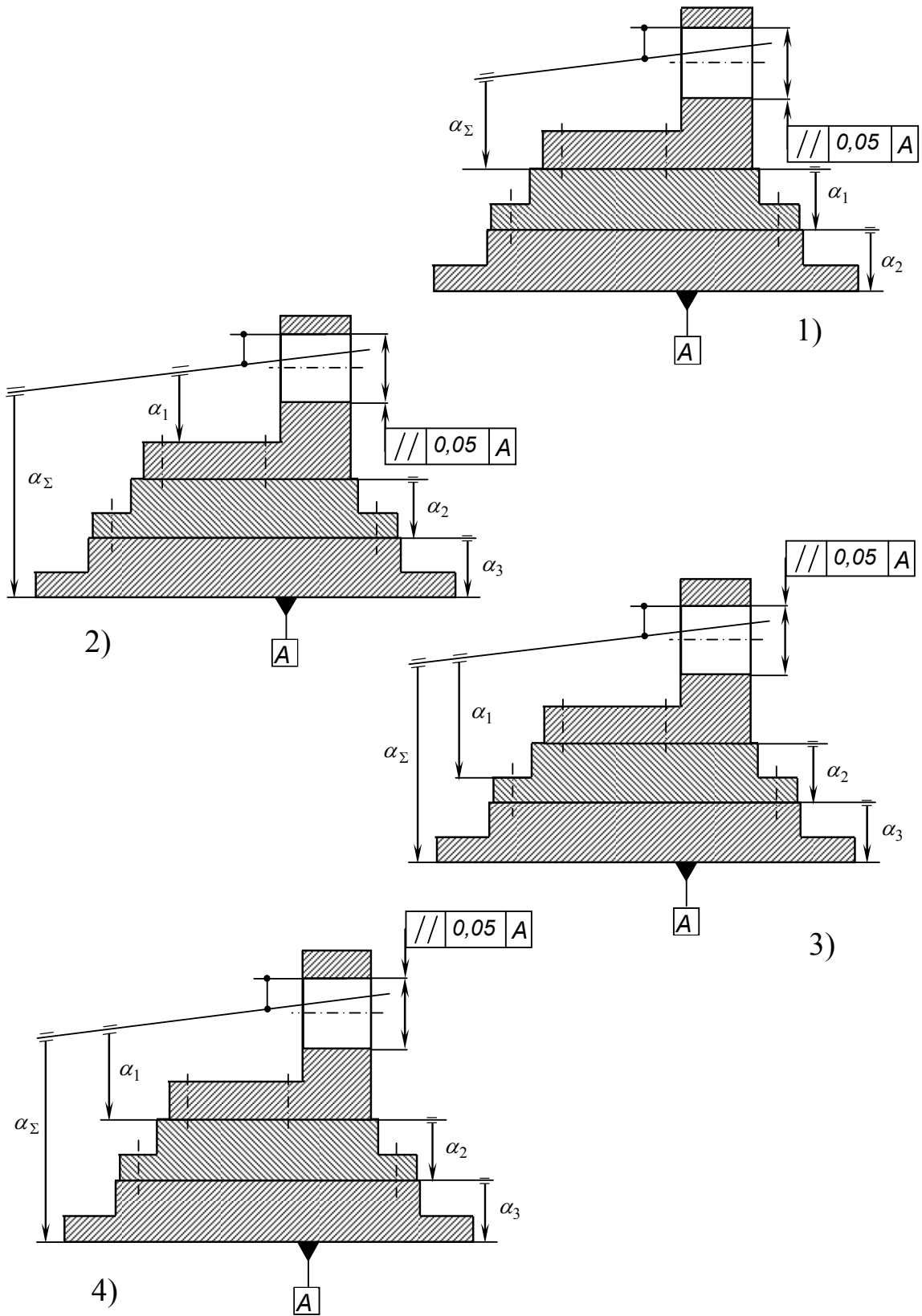
Вкажіть номер схеми, на якій правильно побудований розмірний ланцюг, що визначає вимогу точності розміру, який поєднує площину *B* і вісь поверхні *B*. Шпиндель розміщений в корпусі з використанням посадки з гарантованим зазором.





### Завдання 65

Вкажіть номер схеми, на якій правильно побудований розмірний ланцюг, що визначає задану вимогу точності відносного розташування (паралельності).



### **Змістовий модуль 3. Основи забезпечення точності механічної обробки**

#### **Завдання 66**

Всі розміри, які проказані на кресленнях деталей і складальних кресленнях, називають

- 1) креслярськими.
- 2) технологічними.
- 3) конструкторськими.
- 4) номінальними.

#### **Завдання 67**

Всі розміри, які показані на операційних ескізах, називають

- 1) технологічними.
- 2) конструкторськими.
- 3) дійсними.
- 4) граничними.

#### **Завдання 68**

До технологічних розмірів відносять розміри, які отримують на

- 1) завершальних технологічних переходах.
- 2) першій технологічній операції.
- 3) всіх технологічних переходах.
- 4) останній технологічній операції.

#### **Завдання 69**

Спосіб спробних робочих ходів і промірів найчастіше використовують для забезпечення необхідної точності розмірів в

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

#### **Завдання 70**

Для забезпечення необхідної точності розмірів під час обробки партії заготовок спосіб автоматичного отримання розмірів на настроєних верстатах використовують в

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

### Завдання 71

Абсолютну похибку обробки визначають за формулою

1)  $\Delta X = \frac{X_n}{X_d}$ .

2)  $\Delta X = X_d + X_n$ .

3)  $\Delta X = X_d X_n$ .

4)  $\Delta X = X_d - X_n$ ,

де  $X_d$  і  $X_n$  – відповідно дійсне (отримане) і номінальне значення розміру.

### Завдання 72

Похибки, що виникають під час обробки, за характером виявлення поділяють на

- 1) абсолютні та відносні.
- 2) систематичні та випадкові.
- 3) елементарні та сумарні.
- 4) елементарні та абсолютні.

### Завдання 73

Похибку обробки, яка у всіх деталях партії є однаковою, називають

- 1) систематичною постійною.
- 2) похибкою партії.
- 3) похибкою вибірки.
- 4) абсолютною.

### Завдання 74

Похибку обробки, що змінюється згідно з певним законом з переходом від однієї деталі партії до іншої, називають

- 1) абсолютною.
- 2) похибкою вибірки.
- 3) систематичною, що закономірно змінюється.
- 4) похибкою партії.

### Завдання 75

Якщо похибка обробки має різні значення у всіх деталях партії і ці значення не підпорядковуються очевидній закономірності, то таку похибку називають

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1) відносною.     | 3) параметричною. |
| 2) метрологічною. | 4) випадковою.    |

### Завдання 76

Сумарна похибка обробки стосовно певного параметра (розміру, відхилення форми, відносного розташування тощо) розглядається як

- 1) поле розсіювання параметра.
- 2) допуск параметра.
- 3) відхилення дійсного середнього значення параметра від заданого.
- 4) максимальне відхилення від допустимого середнього значення параметра.

### Завдання 77

Для лінійних розмірів, що координують розташування оброблюваної поверхні відносно іншої поверхні, сумарна похибка обробки партії заготовок визначається за формулою.

$$1) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_y + K_2 \varepsilon_n + K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4 \varepsilon_i + K_5 \varepsilon_B + K_6 \varepsilon_T)^2}.$$

$$2) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_y + K_2 \varepsilon_n + K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 - (K_4 \varepsilon_i + K_5 \varepsilon_B + K_6 \varepsilon_T)^2}.$$

$$3) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_y + K_2 \varepsilon_n + K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4 \varepsilon_i + K_5 \varepsilon_B + K_6 \varepsilon_T)^2}.$$

$$4) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_y)^2 + (K_2 \varepsilon_n)^2 + (K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 + (K_5 \varepsilon_B)^2 + (K_6 \varepsilon_T)^2},$$

де  $\varepsilon_y$  – похибка установаження заготовки у верстатний пристрій;

$\varepsilon_{\text{пд}}$  – похибка, що зумовлена пружними деформаціями технологічної системи під дією сил різання;

$\varepsilon_n$  – похибка настроювання верстата;

$\varepsilon_i$  – похибка, що зумовлена розмірним зносом різального інструмента;

$\varepsilon_B$  – похибка, що зумовлена геометричною неточністю верстата;

$\varepsilon_T$  – похибка, що зумовлена тепловими деформаціями технологічної системи;

$\frac{1}{K}$  – коефіцієнт, який залежить від бажаної гарантованої імовірності роботи без браку;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – коефіцієнти, значення яких залежать від характеру законів розподілу відповідних елементарних похибок.

### Завдання 78

Для діаметральних розмірів сумарна похибка обробки партії заготовок визначається за формулою

$$1) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_y)^2 + (K_2 \varepsilon_H)^2 + (K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 + (K_5 \varepsilon_B)^2 + (K_6 \varepsilon_T)^2}.$$

$$2) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{K} \sqrt{(K_2 \varepsilon_H + K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 - (K_4 \varepsilon_i + K_5 \varepsilon_B + K_6 \varepsilon_T)^2}.$$

$$3) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{K} \sqrt{(K_2 \varepsilon_H)^2 + (K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 + (K_5 \varepsilon_B)^2 + (K_6 \varepsilon_T)^2}.$$

$$4) \varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{K} \sqrt{(K_2 \varepsilon_H)^2 + (K_3 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 - (K_5 \varepsilon_B)^2 + (K_6 \varepsilon_T)^2},$$

де  $\varepsilon_y$  – похибка установлення заготовки у верстатний пристрій;

$\varepsilon_{\text{пд}}$  – похибка, що зумовлена пружними деформаціями технологічної системи під дією сил різання;

$\varepsilon_H$  – похибка настроювання верстата;

$\varepsilon_i$  – похибка, що зумовлена розмірним зносом різального інструмента;

$\varepsilon_B$  – похибка, що зумовлена геометричною неточністю верстата;

$\varepsilon_T$  – похибка, що зумовлена тепловими деформаціями технологічної системи;

$\frac{1}{K}$  – коефіцієнт, який залежить від бажаної гарантованої імовірності роботи без браку;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – коефіцієнти, значення яких залежать від характеру законів розподілу відповідних елементарних похибок.

### Завдання 79

Похибка установлення заготовки у верстатний пристрій  $\varepsilon_y$  визначається за формулою

$$1) \varepsilon_y = 2(\varepsilon_6 + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{п}}).$$

$$3) \varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{п}}.$$

$$2) \varepsilon_y = \sqrt[3]{\varepsilon_6 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_{\text{п}}}.$$

$$4) \varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2},$$

де  $\varepsilon_6$  – похибка базування;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – похибка положення заготовки, яка спричиняється неточністю верстатного пристрою.

### **Завдання 80**

Величина похибки базування визначається як

- 1) поле розсіювання положень вимірювальної бази партії заготовок у напрямі отримуваного технологічного розміру.
- 2) поле розсіювання положень технологічної бази партії заготовок у напрямі отримуваного технологічного розміру.
- 3) допуск розміру настроювання.
- 4) поле розсіювання розміру, який з'єднує технологічну базу з обробленою поверхнею.

### **Завдання 81**

Похибка базування завжди відсутня на розміри

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 1) технологічні.  | 3) між осями отворів. |
| 2) між площинами. | 4) діаметрів отворів. |

### **Завдання 82**

Похибка базування завжди відсутня на розміри

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1) діаметральні. | 3) міжосьові.     |
| 2) технологічні. | 4) між площинами. |

### **Завдання 83**

Принцип суміщення баз виконується, якщо

- 1) поверхня, що оброблена на попередній операції, суміщена з технологічною базою на виконуваний операції.
- 2) технологічна база суміщена з вимірювальною базою.
- 3) поверхня, що має бути оброблена на наступній операції, суміщена з технологічною базою.
- 4) поверхня, що обробляється, суміщена з вимірювальною базою.

### **Завдання 84**

За будь-якої схеми базування похибка базування не впливає на вимоги

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| 1) співвісності.  | 3) площинності.        |
| 2) перетину осей. | 4) перпендикулярності. |

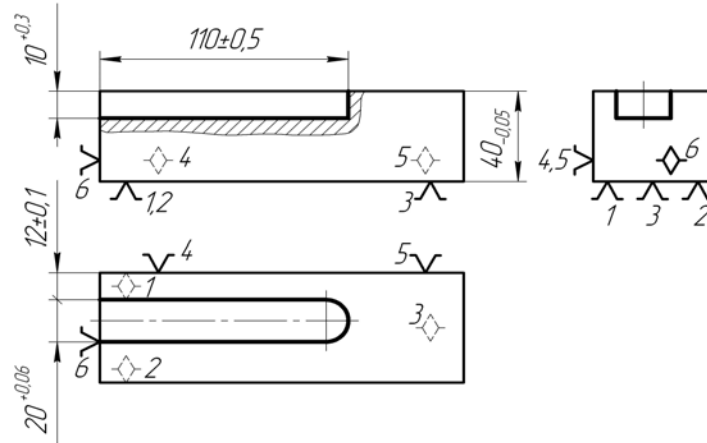
### **Завдання 85**

За будь-якої схеми базування похибка базування не впливає на вимоги

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1) співвісності.  | 3) симетричності. |
| 2) паралельності. | 4) круглості.     |

### Завдання 86

Вкажіть номер відповіді, у якій правильно вказані значення величин похибок базування ( $\varepsilon_0$ ) на всі технологічні розміри, забезпечувані на операції фрезерування паза.



№ відповіді	Забезпечувані технологічні розміри, мм			
	$110 \pm 0,5$	$12 \pm 0,1$	$20^{+0,06}$	$10^{+0,3}$
1	$\varepsilon_0 = 0$ мм	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0,26$ мм	$\varepsilon_0 = 0$
2	$\varepsilon_0 = 1$ мм	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0$
3	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0,05$ мм
4	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0,2$ мм	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_0 = 0$

### Завдання 87

Похибка закріплення визначається за формулою

1)  $\varepsilon_3 = (y_{\max} + y_{\min}) \operatorname{ctg} \alpha$ .

2)  $\varepsilon_3 = (y_{\max} - y_{\min}) \sin \alpha$ .

3)  $\varepsilon_3 = (y_{\max} + y_{\min}) \operatorname{tg} \alpha$ .

4)  $\varepsilon_3 = (y_{\max} - y_{\min}) \cos \alpha$ ,

де  $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$  – відповідно найбільше і найменше зміщення вимірювальної бази під дією сили затискання;

$\alpha$  – кут між напрямком виконуваного розміру і напрямком зміщення вимірювальної бази.

### Завдання 88

Похибка закріплення входить до складу похибки

- 1) базування.
- 2) установлення заготовки у верстатний пристрій.
- 3) настроювання.
- 4) що спричиняється пружними деформаціями елементів системи ВПД і силами різання.

### Завдання 89

Похибка пристрою входить до складу похибки

- 1) закріплення.
- 2) базування.
- 3) установлення заготовки у верстатний пристрій.
- 4) настроювання.

### Завдання 90

Похибка пристрою визначається за формулою

$$\begin{aligned} 1) \ \varepsilon_{\Pi} &= \sqrt{\varepsilon_{\text{yc}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2 + \varepsilon_{\text{ув}}^2} & 3) \ \varepsilon_{\Pi} &= \varepsilon_{\text{yc}} + \varepsilon_{\text{зн}} + \varepsilon_{\text{ув}} \cdot \\ 2) \ \varepsilon_{\Pi} &= \sqrt[3]{\varepsilon_{\text{yc}} \cdot \varepsilon_{\text{зн}} \cdot \varepsilon_{\text{ув}}} & 4) \ \varepsilon_{\Pi} &= \frac{1}{3}(\varepsilon_{\text{yc}} + \varepsilon_{\text{зн}} + \varepsilon_{\text{ув}}), \end{aligned}$$

де  $\varepsilon_{\text{yc}}$  – похибка, що зумовлена неточністю виготовлення і складання установочних елементів пристрою;

$\varepsilon_{\text{зн}}$  – похибка, що зумовлена зносом установочних елементів пристрою;

$\varepsilon_{\text{ув}}$  – похибка, що зумовлена неточністю установлення пристрою на верстаті.

### Завдання 91

Здатність елемента конструкції чинити опір зовнішнім силовим факторам називають

- 1) міцністю.
- 2) жорсткістю.
- 3) стійкістю.
- 4) твердістю.



### Завдання 92

Жорсткість  $j$  конструктивного елемента механічної системи визначається за формулою

$$1) j = \frac{P}{y}$$

$$3) j = P \cdot y$$

$$2) j = \frac{P \cdot y}{m}$$

$$4) j = \frac{y}{P}$$

де  $P$  – сила, що діє на конструктивний елемент;

$y$  – пружна деформація конструктивного елемента під дією сили  $P$  в точці прикладання цієї сили;

$m$  – приведена маса конструктивного елемента в точці прикладання сили  $P$ .

### Завдання 93

На жорсткість передньої бабки токарного верстата не впливає

- 1) кількість стиків у її конструкції.
- 2) висота мікронерівностей конструкторських баз її деталей.
- 3) відхилення від правильної форми конструкторських баз її деталей.
- 4) схема установлення заготовки у верстатному пристрої.

### Завдання 94

Жорсткість вузлів нових верстатів знаходиться в межах

$$1) (2 - 4)10^2 \text{ Н/м.}$$

$$3) 2 - 4 \text{ Н/м.}$$

$$2) (2 - 4)10^7 \text{ Н/м.}$$

$$4) (2 - 4)10^{-2} \text{ Н/м.}$$

### Завдання 95

Під час експлуатації верстатів жорсткість їх вузлів

- 1) збільшується.
- 2) спочатку збільшується, а потім не змінюється.
- 3) зменшується.
- 4) не змінюється.

### Завдання 96

Похибка обробки, що спричиняється пружними деформаціями системи ВПД під дією сил різання, визначається за формулою

$$1) \varepsilon_{\text{пр}} = t_{\text{зал}_{\text{max}}} - t_{\text{зал}_{\text{min}}}.$$

$$2) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{зал}_{\text{max}}} - t_{\text{зал}_{\text{min}}}}{j}.$$

$$3) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{зал}_{\text{max}}} + t_{\text{зал}_{\text{min}}}}{j}.$$

$$4) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{зал}_{\text{max}}} - t_{\text{зал}_{\text{min}}}}{P_y},$$

де  $t_{\text{зал}_{\text{max}}}$  і  $t_{\text{зал}_{\text{min}}}$  – відповідно максимальний і мінімальний залишковий (не зрізаний) шар металу;

$j$  – жорсткість системи ВПД;

$P_y$  – радіальна складова сили різання.

### Завдання 97

Номинальне значення розміру настроєння для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь визначається за формулою

$$1) D_{\text{н}} = [D_{\text{min}}] - 3\sigma - 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

$$2) D_{\text{н}} = [D_{\text{min}}] + 3\sigma + 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

$$3) D_{\text{н}} = [D_{\text{min}}] - 3\sigma + 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

$$4) D_{\text{н}} = [D_{\text{max}}] + 3\sigma + 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

де  $[D_{\text{max}}]$  і  $[D_{\text{min}}]$  – відповідно найбільший і найменший допустимі діаметральні розміри поверхні згідно з операційним ескізом;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення дійсних розмірів обробленої поверхні, спричинене випадковими похибками, що виникають під час виконання технологічного переходу;

$\varepsilon_{\text{н}}$  – похибка настроєння.

### Завдання 98

Номинальне значення розміру настроєння для обробки отворів визначається за формулою

$$1) D_{\text{н}} = [D_{\text{min}}] - 3\sigma - 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

$$2) D_{\text{н}} = [D_{\text{max}}] + 3\sigma + 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

$$3) D_{\text{н}} = [D_{\text{min}}] - 3\sigma + 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

$$4) D_{\text{н}} = [D_{\text{max}}] - 3\sigma - 0,5\varepsilon_{\text{н}}.$$

де  $[D_{\text{max}}]$  і  $[D_{\text{min}}]$  – відповідно найбільший і найменший допустимі діаметральні розміри поверхні згідно з операційним ескізом;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення дійсних розмірів обробленої поверхні, спричинене випадковими похибками, що виникають під час виконання технологічного переходу;

$\varepsilon_{\text{н}}$  – похибка настроєння.

### Завдання 99

Спосіб настроювання верстатів за еталоном порівняно зі способом настроювання за пробними заготовками забезпечує

- 1) менший час процесу настроювання, але нижчу точність обробки.
- 2) нижчу точність обробки і більший час процесу настроювання.
- 3) більший час процесу настроювання, але вищу точність обробки.
- 4) вищу точність обробки і менший час процесу настроювання.

### Завдання 100

Для способу настроювання верстата за пробними заготовками похибка настроєння визначається за формулою

$$1) \varepsilon_{\text{Н}} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_{\text{ВМ}}^2 - \varepsilon_{\text{Р}}^2 - \varepsilon_{\text{ЗМ}}^2}.$$

$$3) \varepsilon_{\text{Н}} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_{\text{Р}}^2 - \varepsilon_{\text{ВМ}}^2 - \varepsilon_{\text{ЗМ}}^2}.$$

$$2) \varepsilon_{\text{Н}} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_{\text{ЗМ}}^2 - \varepsilon_{\text{Р}}^2 - \varepsilon_{\text{ВМ}}^2}.$$

$$4) \varepsilon_{\text{Н}} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_{\text{Р}}^2 + \varepsilon_{\text{ВМ}}^2 + \varepsilon_{\text{ЗМ}}^2},$$

де  $\varepsilon_{\text{Р}}$  – похибка регулювання розташування вершини інструмента;

$\varepsilon_{\text{ВМ}}$  – похибка вимірювання;

$\varepsilon_{\text{ЗМ}} = 6\sigma / \sqrt{m}$  – поле імовірного зміщення розташування вершини кривої розподілу дійсних розмірів пробних заготовок;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення дійсних розмірів обробленої поверхні, спричинене випадковими похибками, що виникають під час виконання технологічного переходу;

$m$  – кількість пробних заготовок.

### Завдання 101

Похибка настроєння не впливає на точність

- 1) всіх діаметральних розмірів.
- 2) розмірів, отриманих обробкою з одного установа.
- 3) форми поверхонь.
- 4) діаметральних розмірів зовнішніх циліндричних поверхонь.

### Завдання 102

Похибка настроєння впливатиме на точність діаметрального розміру отвору, обробленого

- 1) розточуванням.
- 2) розвірчуванням.
- 3) зенкеруванням.
- 4) свердлінням.

### Завдання 103

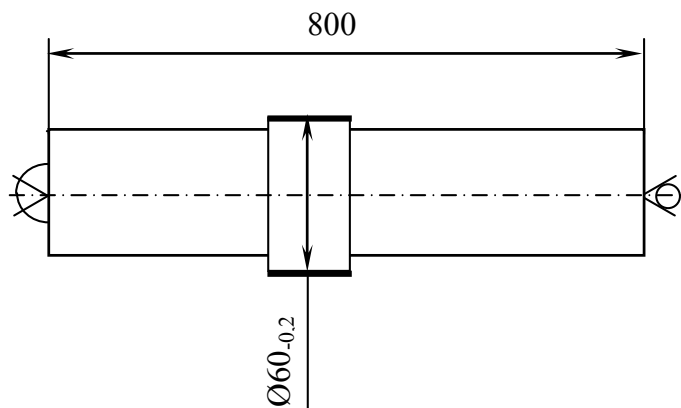
За заданих технологічних умов токарної обробки партії заготовок на настроєному верстаті на точність розміру  $\text{Ø}60_{-0,2}$  мм не впливатиме похибка

- 1) що спричиняється нежорсткістю елементів системи ВПД і силами різання.
- 2) настроєння.
- 3) базування.
- 4) вимірювання.

*Умови обробки*

Обладнання – токарний верстат.

Різальний інструмент – прохідний різець.



### Завдання 104

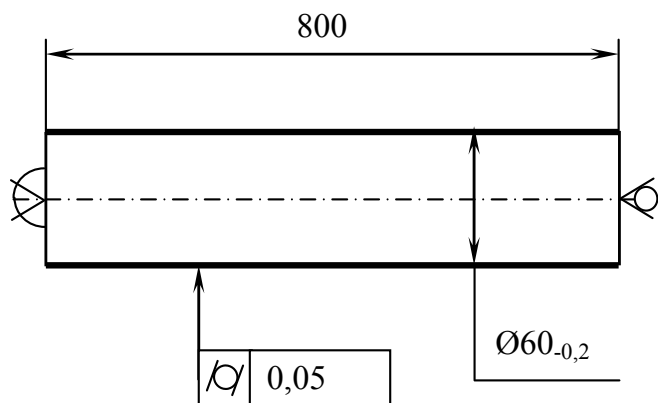
За заданих технологічних умов токарної обробки партії заготовок на настроєному верстаті **на циліндричність** обробленої поверхні не впливатиме похибка

- 1) що спричиняється розмірним зносом різця.
- 2) що спричиняється нежорсткістю елементів системи ВПД і силами різання.
- 3) установлення заготовки у верстатний пристрій.
- 4) що спричиняється тепловими деформаціями елементів системи ВПД.

*Умови обробки*

Обладнання – токарний верстат.

Різальний інструмент – прохідний різець.



### Завдання 105

Правильний графік залежності розмірного зносу різця від довжини шляху, пройденого його лезом під час обробки, показаний на рисунку

- 1) № 1.
- 2) № 2.

- 3) № 3.
- 4) № 4.

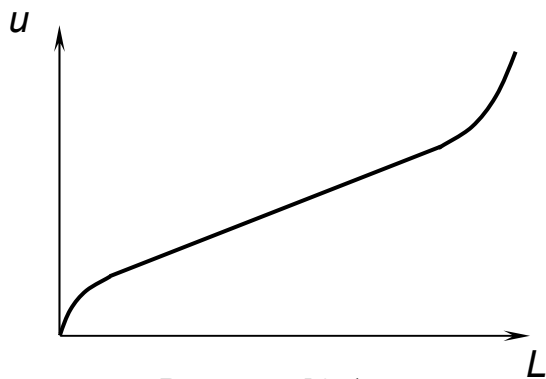


Рисунок № 1

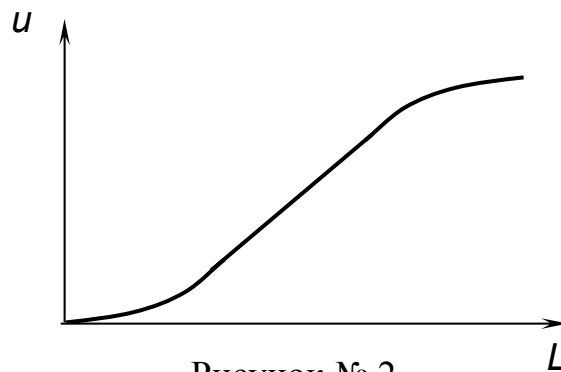


Рисунок № 2

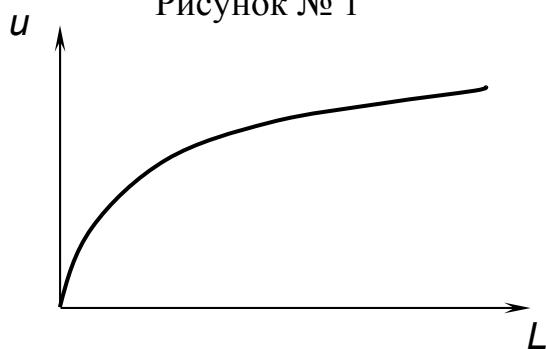


Рисунок № 3

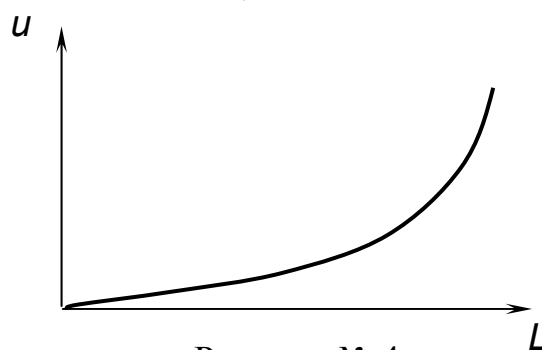


Рисунок № 4

### Завдання 106

На токарному верстаті з ручним керуванням виконується обробка партії валиків за таких технологічних умов:

- кількість заготовок в партії – 87 шт;
- подача – 0,1 мм/об;
- швидкість різання – 150 м/хв;
- матеріал різальної частини – твердий сплав Т30К4;
- відносний знос різця – 6 мкм/км.
- розміри оброблюваної поверхні: діаметр – 60 мм; довжина – 20 мм.

Початковий знос різця не враховувати.

Точіння усіх заготовок партії здійснюється без піднастроювання різця.

За цих технологічних умов похибка (на радіус), що спричиняється розмірним зносом різця, становитиме

- 1) 3 мкм.
- 2) 30 мкм.

- 4) 100 мкм.
- 3) 200 мкм.

### **Завдання 107**

Геометрична неточність верстатів впливає на точність обробки у вигляді похибки

- 1) випадкової.
- 2) систематичної, що закономірно змінюється.
- 3) систематичної постійної.
- 4) настроювання.

### **Завдання 108**

Якщо в системі ВПД встановився стаціонарний тепловий стан, то похибка, що зумовлена тепловими деформаціями елементів системи ВПД,

- 1) є випадковою похибкою.
- 2) є систематичною постійною похибкою.
- 3) є систематичною похибкою, що закономірно змінюється.
- 4) не впливатиме на точність обробки.

### **Завдання 109**

Якщо система ВПД знаходиться в нестационарному тепловому стані, то похибка, що зумовлена тепловими деформаціями елементів системи ВПД,

- 1) не впливатиме на точність обробки.
- 2) є випадковою похибкою.
- 3) є систематичною постійною похибкою.
- 4) є систематичною похибкою, що закономірно змінюється.

### **Завдання 110**

До умов забезпечення репрезентативності вибірки оброблених заготовок під час статистичних досліджень технологічних переходів механічної обробки не входить необхідність

- 1) обробки всіх заготовок вибірки на одному верстаті, одним інструментом.
- 2) виготовлення всіх заготовок з одного й того самого матеріалу.
- 3) зупинення верстата для охолодження і піднастроювання інструмента після обробки кожних п'яти заготовок вибірки.
- 4) обробки всіх заготовок вибірки з однаковими режимами різання.

### Завдання 111

У масовому і крупносерійному виробництві під час проведення статистичних досліджень технологічних переходів механічної обробки для визначення діаметральних розмірів поверхонь валиків використовують

- 1) універсальні вимірювальні інструменти.
- 2) калібри-пробки.
- 3) калібри-скоби.
- 4) граничні калібри.

### Завдання 112

Ціна поділки вимірювального інструмента для визначення дійсних розмірів оброблених заготовок вибірки під час статистичних досліджень технологічних переходів механічної обробки не може перевищувати

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1) 1 мкм.   | 3) $0,01T$ . |
| 2) $0,1T$ . | 4) $0,5T$ .  |

де  $T$  – допуск вимірюваного розміру.

### Завдання 113

Вкажіть номер відповіді, яка визначає правильну послідовність етапів виконання статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою методу побудови кривих розподілу (великих вибірок).

**А.** Відбір деталей вибірки та їх вимірювання.

**Б.** Визначення імовірної кількості бракованих деталей, коефіцієнтів точності виконання і зміщення настроєння.

**В.** Побудова графіка теоретичного розподілу значень дійсних розмірів. Оцінювання відповідності емпіричного і теоретичного розподілів.

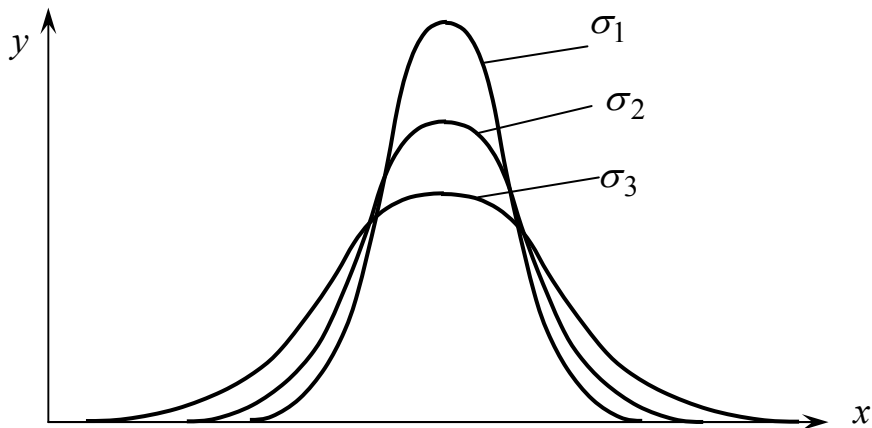
**Г.** Побудова емпіричного розподілу значень дійсних розмірів (гістограми і полігона розподілу).

**Д.** Визначення: емпіричного поля розсіювання, ширини інтервалів, частоти, частоти і емпіричної щільності розподілу кожного з інтервалів.

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г, 5-Д. | 3) 1-А, 2-Д, 3-Г, 4-В, 5-Б. |
| 2) 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г, 5-Д. | 4) 1-Д, 2-А, 3-В, 4-Г, 5-Б. |

### Завдання 114

Вкажіть правильне співвідношення між значеннями середніх квадратичних відхилень  $\sigma$ , які характеризують закони розподілу, показані на рисунку.



1)  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ .

4)  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ .

2)  $\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$ .

3)  $\sigma_1 < \sigma_3 < \sigma_2$ .

### Завдання 115

Розміри заготовок, оброблених на настроєних верстатах з точністю 8 – 10 і грубіших квалітетів точності, найчастіше підпорядковуються розподілу, який відповідає закону

1) рівної імовірності.

3) нормального розподілу (Гаусса).

2) рівнобедреного трикутника  
(Сімпсона).

4) ексцентриситету (Релея).

### Завдання 116

Розподіл розмірів заготовок підвищеної точності (5, 6 квалітети) за умови обробки цих заготовок з використанням способу пробних робочих ходів і промірів найчастіше підпорядковується закону

1) рівної імовірності.

3) нормального розподілу (Гаусса).

2) рівнобедреного трикутника  
(Сімпсона).

4) ексцентриситету (Релея).

### Завдання 117

Розподіл таких величин, як неспіввісність, биття, непаралельність, неперпендикулярність, некругість, нециліндричність, непрямолінійність підпорядковуються розподілу, який відповідає закону

1) рівної імовірності.

3) нормального розподілу (Гаусса).

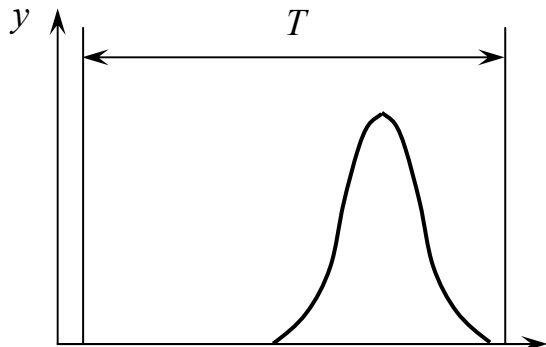
2) рівнобедреного трикутника  
(Сімпсона).

4) ексцентриситету (Релея).

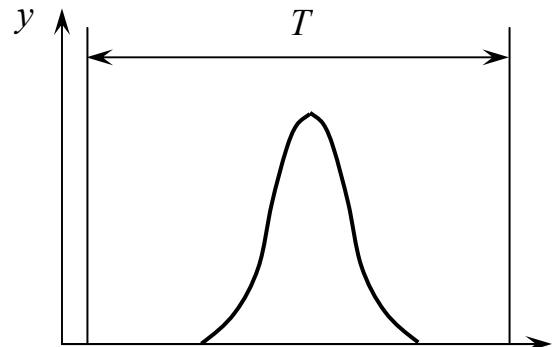


### Завдання 118

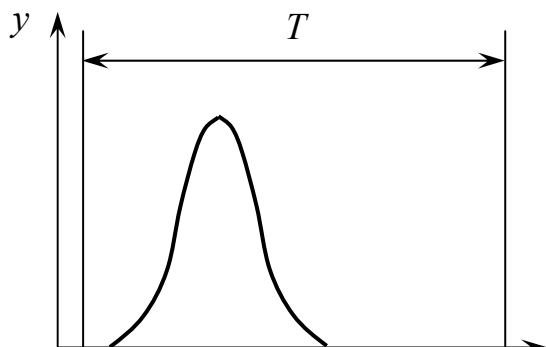
На чотирьох робочих місцях на настроєних токарних верстатах обточуються шийки валиків для отримання діаметрального розміру  $d$ . За результатами вимірювання і статистичної обробки вибірок проточених валиків отримані криві розподілу, що показані на рисунках.  $T$  – допуск діаметра шийки валика. Вкажіть номер робочого місця, на якому забезпечується найтриваліша робота верстата без браку і підналагодження різця.



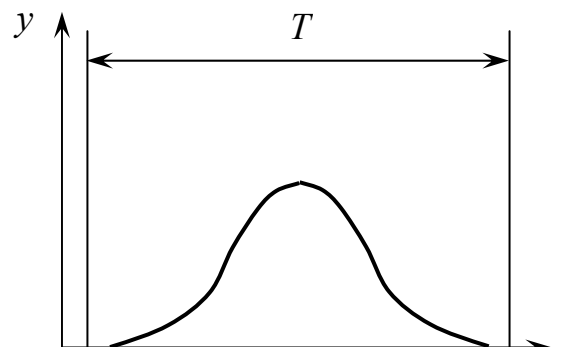
Робоче місце № 1  $d$



Робоче місце № 2  $d$



Робоче місце № 3  $d$



Робоче місце № 4  $d$

### Завдання 119

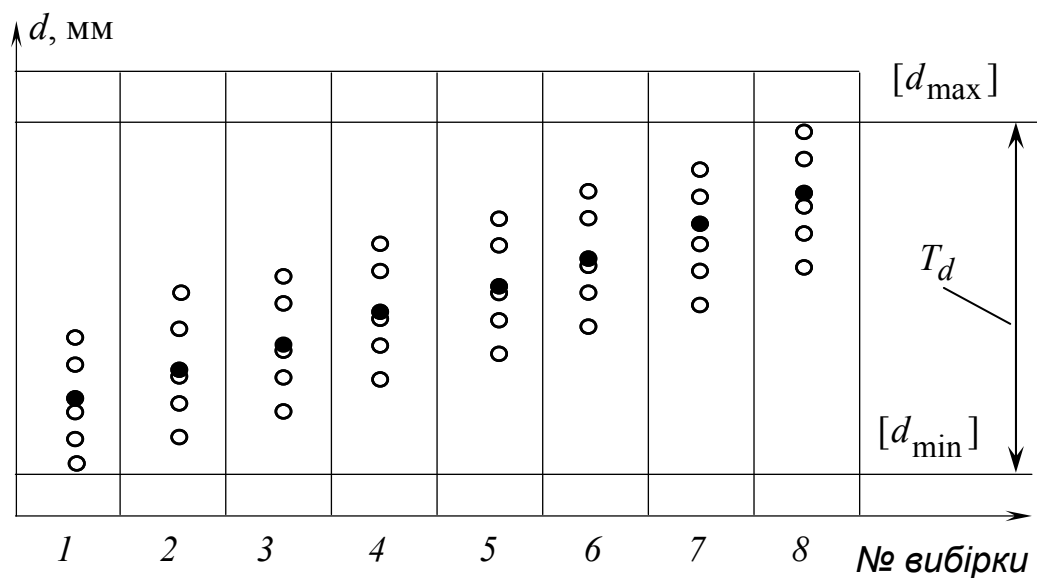
В технології машинобудування метод точкових діаграм використовують для

- 1) оцінювання впливу систематичних похибок, що закономірно змінюються, на точність обробки і встановлення рівня стійкості технологічного переходу.
- 2) визначення імовірного обсягу виправного і невиправного браку.
- 3) виявлення впливу похибки настроювання на точність обробки.
- 4) визначення коефіцієнтів точності виконання і зміщення настроювання.

### Завдання 120

На токарній операції з використанням способу автоматичного отримання розмірів на настроєному верстаті обточується шийка валика для отримання діаметрального розміру  $d$ . За результатами вимірювання і статистичної обробки вибірок оброблених валиків побудована точкова діаграма, що показана на рисунку. Вкажіть номер технологічного фактора, який може зумовлювати саме такий характер точкової діаграми

- 1) геометрична неточність верстата.
- 2) нежорсткість системи ВПД.
- 3) похибка настроювання різця на розмір обробки.
- 4) розмірний знос різця.



○ — дійсний розмір заготовки; ● — середній розмір вибірки

### Завдання 121

Залишковими називають напруження, які

- 1) виникають в заготовці або деталі після її навантаження і розвантаження в межах пружного деформування.
- 2) діють в заготовці або деталі за відсутності зовнішніх навантажень.
- 3) виникають в чавунному виливку після його нагрівання до температури 400 °С і охолодження повітрям цеху.
- 4) з'являються в заготовці через зберігання її на відкритому повітрі і вплив перепадів температури атмосферного повітря.

### **Завдання 122**

Причиною виникнення залишкових напружень в заготовках деталей машин є

- 1) неодночасний перехід різних об'ємів заготовки з пружного стану в пластичний під час її нагрівання.
- 2) вплив перепадів температури атмосферного повітря.
- 3) неодночасний перехід різних об'ємів заготовки з пластичного стану в пружний під час її остигання.
- 4) наявність чужорідних тіл в матеріалі заготовки.

### **Завдання 123**

Залишкові напруження в чавунній станині металорізального верстата з плином часу

- 1) спочатку збільшуються, а потім зменшуються.
- 2) збільшуються.
- 3) зменшуються.
- 4) спочатку зменшуються, а потім збільшуються.

### **Завдання 124**

Наявність залишкових напружень в станині металорізального верстата з плином часу спричиняє

- 1) прискорений корозійний знос.
- 2) зменшення геометричної точності.
- 3) зменшення вібростійкості.
- 4) зменшення жорсткості.

### **Завдання 125**

Для зменшення залишкових напружень в чавунних заготовках деталей машин використовують штучне старіння, яке полягає в

- 1) нагріванні заготовок в печі до температури 850 °С і охолодженні повітрям цеху.
- 2) нагріванні заготовок в печі до температури 900 °С, витримці протягом 2...3 годин і охолодженні разом з піччю.
- 3) нагріванні заготовок в печі до температури 850 °С і охолодженні у ванні з водою.
- 4) нагріванні заготовок в печі до температури 500 °С, витримці протягом 2–3 годин і охолодженні разом з піччю.

### **Завдання 126**

Одним з технологічних методів зменшення залишкових напружень в зварних заготовках деталей машин є

- 1) статичне навантаження заготовки в регламентованих межах пружного деформування.
- 2) вібраційне навантаження заготовки в регламентованих межах пластичного деформування.
- 3) нагрівання заготовки в печі до температури 200 °С і охолодженні повітрям цеху.
- 4) нагрівання заготовки в печі до температури 200 °С, витримці протягом 2...3 годин і охолодженні повітрям цеху.

### **Завдання 127**

Одним із заходів зменшення залишкових напружень в металевих литих заготовках корпусних деталей конструкторськими методами є

- 1) максимально можливе зменшення маси заготовки.
- 2) підвищення жорсткості заготовки.
- 3) збільшення товщини стінок заготовки.
- 4) усунення масивів металу всередині заготовки.

### **Завдання 128**

Одним із заходів зменшення залишкових напружень в металевих литих заготовках корпусних деталей конструкторськими методами є

- 1) усунення елементів, здатних гальмувати усадку.
- 2) максимально можливе збільшення маси заготовки.
- 3) підвищення вібростійкості заготовки.
- 4) збільшення товщини перегородок всередині заготовки.

### **Завдання 129**

Вільні коливання в системі ВПД можуть спричинятися

- 1) впливом зовнішнього періодичного збудника.
- 2) дисбалансом обертових деталей привода головного руху.
- 3) різкою зміною глибини різання.
- 4) похибкою базування.

### **Завдання 130**

Частота вільних коливань в системі ВПД залежить від

- 1) частоти обертання шпинделя.
- 2) частоти обертання електродвигуна привода головного руху.
- 3) частоти напруги в мережі живлення електродвигуна привода головного руху.
- 4) маси і жорсткості коливної частини системи ВПД.

### **Завдання 131**

Частота вимушених коливань в системі ВПД дорівнює

- 1) різниці між частотою власних коливань коливної системи і частотою коливань зовнішнього періодичного збудника.
- 2) частоті власних коливань коливної системи.
- 3) сумі частоти власних коливань коливної системи і частоти коливань зовнішнього періодичного збудника.
- 4) частоті коливань зовнішнього періодичного збудника.

### **Завдання 132**

Появі автоколивань в системі ВПД сприяє

- 1) недостатня жорсткість елементів системи ВПД.
- 2) нерівномірність припуску.
- 3) дисбаланс обертових частин електродвигуна привода головного руху.
- 4) дисбаланс шпинделя верстата.

### **Завдання 133**

Частота автоколивань в системі ВПД залежить від

- 1) частоти обертання електродвигуна привода головного руху.
- 2) частоти обертання шпинделя.
- 3) жорсткості елементів системи ВПД.
- 4) частоти обертання електродвигуна привода подачі.

### **Завдання 134**

В системі ВПД, схильній до автоколивань, ці коливання починаються

- 1) після увімкнення обертання шпинделя.
- 2) з початком процесу різання.
- 3) з початком обробки поверхні з нерівномірним припуском.
- 4) з початком обробки, що характеризується переривчастим різанням.

### **Завдання 135**

Вібрації в системі ВПД є негативним явищем, оскільки призводять до

- 1) збільшення похибки базування.
- 2) прискореного зносу різального інструмента і збільшення шорсткості обробленої поверхні.
- 3) збільшення податливості системи ВПД.
- 4) зменшення жорсткості системи ВПД.

### **Завдання 136**

Для підвищення вібростійкості системи ВПД необхідно

- 1) збільшити податливість її елементів.
- 2) зменшити жорсткість її елементів.
- 3) збільшити жорсткість її елементів.
- 4) зменшити похибку базування.

### **Завдання 137**

Зовнішній шар матеріалу деталі, який за структурою та іншими властивостями відрізняється від внутрішнього об'єму металу, називають

- 1) напуском.
- 2) допуском.
- 3) припуском.
- 4) поверхневим шаром.

### **Завдання 138**

До показників якості поверхневого шару деталей, який утворився після механічної обробки, не відносять

- 1) шорсткість поверхні.
- 2) відхилення від циліндричності.
- 3) ступінь зміцнення (наклеп).
- 4) величину і знак залишкових напружень.

### **Завдання 139**

До параметрів, які характеризують шорсткість поверхні не відносять

- 1) базову довжину мікропрофілю поверхні.
- 2) середнє арифметичне відхилення профілю.
- 3) висоту нерівностей профілю по десяти точках.
- 4) найбільшу висоту нерівностей профілю.

### **Завдання 140**

На шорсткість поверхні, отриманої в процесі механічної обробки лезовим інструментом майже не впливає

- 1) жорсткість системи ВПД.
- 2) подача різального інструмента.
- 3) процес наростоутворення.
- 4) глибина різання.

### **Завдання 141**

Збільшення в процесі різання кількості спотворень кристалічної ґратки (дислокацій) в металі поверхневого шару

- 1) збільшують його міцність, але зменшують твердість.
- 2) збільшують його міцність і твердість.
- 3) зменшують його міцність і твердість.
- 4) не впливають на його міцність і твердість.

### **Завдання 142**

Під час механічної обробки металевих заготовок в поверхневому шарі

- 1) виникають тільки залишкові напруження стиску.
- 2) виникають тільки залишкові напруження розтягу.
- 3) можуть виникати як залишкові напруження стиску, так і залишкові напруження розтягу.
- 4) не виникають залишкові напруження.

### **Завдання 143**

Під час механічної обробки металевих заготовок з крихкого матеріалу (наприклад, чавуну) з утворенням елементної стружки в поверхневому шарі

- 1) виникають залишкові напруження стиску.
- 2) виникають залишкові напруження розтягу.
- 3) не виникають залишкові напруження.
- 4) залежно від швидкості різання можуть виникати як залишкові напруження стиску, так і залишкові напруження розтягу.

### **Завдання 144**

Під час механічної обробки металевих заготовок з пластичних матеріалів з утворенням зливної стружки у поверхневому шарі

- 1) залежно від швидкості різання можуть виникати як залишкові напруження стиску, так і залишкові напруження розтягу.
- 2) виникають залишкові напруження розтягу.
- 3) не виникають залишкові напруження.
- 4) виникають залишкові напруження стиску.

### **Завдання 145**

В процесах фінішних операцій абразивної обробки (суперфінішу, полірування, хонінгування) в поверхневому шарі

- 1) утворюються залишкові напруження стиску.
- 2) утворюються залишкові напруження розтягу.
- 3) не виникають залишкові напруження.
- 4) залежно від режимів обробки можуть виникати як залишкові напруження стиску, так і залишкові напруження розтягу.

### Завдання 146

Під час шліфування сталевих заготовок за недостатнього охолодження

1) і в поверхневому шарі, і в глибших шарах виникають залишкові напруження стиску.

2) і в поверхневому шарі, і в глибших шарах виникають залишкові напруження розтягу.

3) в поверхневому шарі виникають залишкові напруження розтягу, а в глибших шарах – залишкові напруження стиску.

4) в поверхневому шарі виникають залишкові напруження стиску, а в глибших шарах – залишкові напруження розтягу.

### Завдання 147

Залежність зносу поверхонь деталей пари тертя від тривалості експлуатації відповідає графіку, показаному на рисунку

1) № 1.

2) № 2.

3) № 3.

4) № 4.

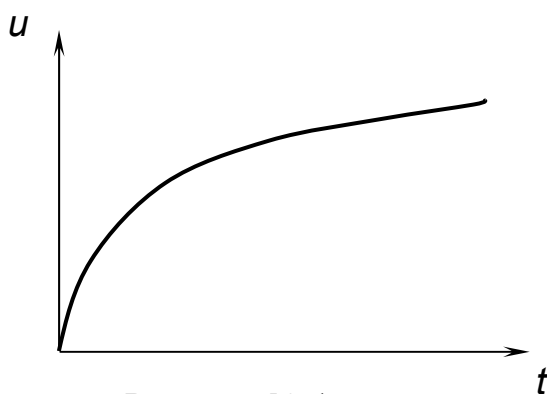


Рисунок № 1

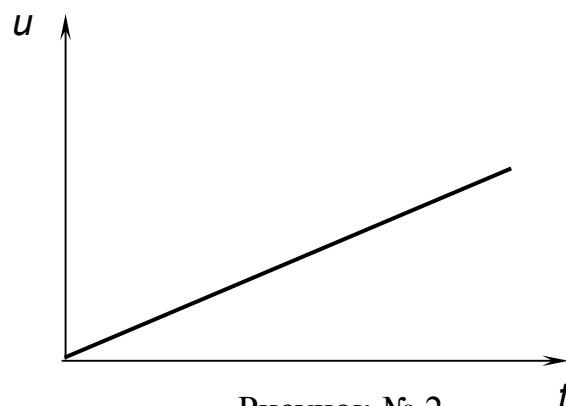


Рисунок № 2

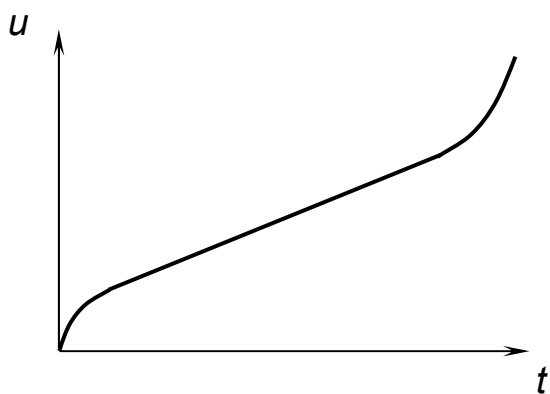


Рисунок № 3

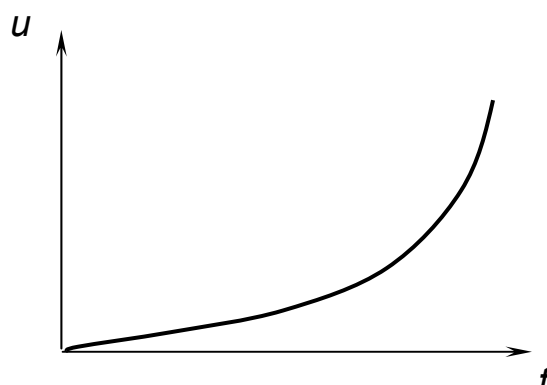


Рисунок № 4



### **Завдання 148**

Шорсткість поверхні деталі, отримана під час її виготовлення (початкова шорсткість), в процесах сухого і напівсухого тертя

- 1) не впливає на знос.
- 2) впливає лише на нормальний (експлуатаційний) знос.
- 3) впливає як на первинний знос, так і на нормальний (експлуатаційний) знос.
- 4) впливає лише на первинний знос.

### **Завдання 149**

Шорсткість, яка встановилась на поверхні деталі пари тертя після закінчення процесу пропрацьовування, називають

- 1) первинною.
- 2) третинною.
- 3) рівноважною.
- 4) вторинною.

### **Завдання 150**

Шорсткість, яка встановилась на поверхні деталі пари тертя після закінчення процесу пропрацьовування за нормальних режимів експлуатації, з плином часу

- 1) не змінюється.
- 2) зменшується.
- 3) збільшується.
- 4) початку збільшується, а потім залишається незмінною.

### **Завдання 151**

Рівноважна шорсткість не залежить від

- 1) матеріалу деталей пари тертя.
- 2) навантаження на деталі пари тертя.
- 3) характеристик мастила.
- 4) початкової шорсткості деталей пари тертя.

### **Завдання 152**

Якщо під час виготовлення деталей пари тертя забезпечуються шорсткості їхніх робочих поверхонь близькими до рівноважних, то це

- 1) зменшує нормальний (експлуатаційний) знос.
- 2) зменшує первинний знос.
- 3) зменшує як первинний знос, так і нормальний (експлуатаційний) знос.
- 4) збільшує первинний знос, але зменшує нормальний (експлуатаційний) знос.

### **Завдання 153**

Зі збільшенням шорсткості вільних поверхонь важконавантажених деталей машин запас їх утомної міцності

- 1) збільшується.
- 2) зменшується.
- 3) не змінюється.
- 4) з плином часу експлуатації спочатку збільшується, а потім залишається незмінним.

### **Завдання 154**

Наявність наклепу в поверхневому шарі вільних поверхонь важконавантажених деталей машин запас їх утомної міцності

- 1) збільшує.
- 2) зменшує.
- 3) не змінює.
- 4) з плином часу експлуатації спочатку зменшує, а потім збільшує.

### **Завдання 155**

Наявність наклепу в поверхневому шарі поверхонь деталей пар тертя машин зменшує знос тільки в процесах

- 1) сухого тертя.
- 2) сухого, напівсухого і напіврідинного тертя.
- 3) рідинного тертя.
- 4) напіврідинного тертя.

### **Завдання 156**

Залишкові напруження в поверхневому шарі поверхонь деталей пар тертя на знос

- 1) впливають тільки в процесах сухого тертя.
- 2) впливають тільки в процесах сухого, напівсухого і напіврідинного тертя.
- 3) впливають тільки в процесах рідинного тертя.
- 4) не впливають.

### **Завдання 157**

Наявність залишкових напружень стиску в поверхневому шарі вільних поверхонь важконавантажених деталей машин

- 1) збільшує запас утомної міцності.
- 2) зменшує запас утомної міцності.
- 3) не впливає на утомну міцність.
- 4) зменшує запас утомної міцності за умови впливу знакозмінних навантажень.

### **Завдання 158**

Наявність залишкових напружень розтягу в поверхневому шарі вільних поверхонь важконавантажених деталей машин

- 1) не впливає на утомну міцність.
- 2) зменшує запас утомної міцності.
- 3) збільшує запас утомної міцності.
- 4) збільшує запас утомної міцності за умови впливу знакозмінних навантажень.

### **Завдання 159**

Наявність наклепу в поверхневому шарі

- 1) прискорює корозійний знос.
- 2) повністю усуває корозійний знос.
- 3) не впливає на корозійний знос.
- 4) пригальмовує корозійний знос.

### **Завдання 160**

Збільшення висоти мікронерівностей поверхні

- 1) прискорює корозійний знос.
- 2) не впливає на корозійний знос.
- 3) пригальмовує корозійний знос.
- 4) повністю усуває корозійний знос.

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

Підсумковий контроль знань проводиться у вигляді диференційованого заліку. Диференційований залік (далі – залік) проводиться у встановлені розкладом сесії терміни.

Студент складає залік комісії з двох осіб – лектора і викладача, який призначається розпорядженням завідувача кафедри ТАМ.

Кожний білет містить два питання з теоретичної підготовки і чотири задачі.

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 залік.

### **9.1 Зміст заліку**

#### Питання з теоретичної підготовки

1. Поняття машини. Склад машини. Що таке деталь, складальна одиниця, вузол, агрегат? Навести приклади.
2. Поняття виробу. Види виробів.
3. Поняття службового призначення машини.
4. Поняття якості машини. Показники якості машини.
5. Поняття виробничого і технологічного процесів.
6. Поняття собівартості виробу і методи її визначення.
7. Техніко-економічні показники машинобудівного виробництва (трудомісткість, цикл, такт, ритм, програма виготовлення виробу).
8. Структура технологічного процесу. Поняття операції (технологічної і допоміжної). Навести приклади.
9. Структура технологічного процесу. Поняття переходу (технологічного і допоміжного), робочого і допоміжного ходу. Навести приклади.
10. Структура технологічного процесу. Поняття робочого місця, установу, позиції. Навести приклади.
11. Головна ознака і основні техніко-економічні показники одиничного виробництва.
12. Головна ознака і основні техніко-економічні показники серійного виробництва.
13. Головна ознака і основні техніко-економічні показники масового виробництва.
14. Визначення типу виробництва за коефіцієнтом закріплення операцій.
15. Форми організації робіт у машинобудуванні.

16. Функціональне призначення поверхонь деталей і машин. Поняття виконавчих поверхонь, конструкторських основних і допоміжних баз.
17. Функціональне призначення поверхонь деталей і машин. Поняття кріпильних і вільних поверхонь.
18. Точність деталі. Показники точності деталі; зв'язок між цими показниками.
19. Точність машини. Показники точності машини.
20. Правило шести точок. Поняття бази, опорної точки. Правила зображення схем базування.
21. Класифікація баз. Поняття конструкторської, технологічної і виміральної баз. Навести приклади.
22. Класифікація баз. Поняття установної, напрямної і опорної баз. Навести приклади.
23. Класифікація баз. Поняття подвійної напрямної і подвійної опорної баз. Навести приклади.
24. Класифікація баз. Поняття явної і прихованої баз. Навести приклади.
25. Похибка базування. Як визначається ця похибка? Відповідь пояснити на прикладі. Поняття принципу суміщення баз. Випадки, у яких похибка базування відсутня.
26. Суть, переваги і недоліки використання способу повної взаємозамінності для забезпечення точності ланки замикання під час складання машини.
27. Суть, переваги і недоліки використання способу неповної взаємозамінності для забезпечення точності ланки замикання під час складання машини.
28. Суть, переваги і недоліки використання способу регулювання для забезпечення точності ланки замикання під час складання машини.
29. Поняття розмірного ланцюга. Види розмірних ланцюгів (лінійні, кутові). Умовні позначення ланок.
30. Початкові дані і мета розмірного аналізу конструкції машини.
31. Послідовність виконання розмірного аналізу конструкції машини.
32. Поняття конструкторських і технологічних розмірів. Способи отримання технологічних розмірів.
33. Фактори, що впливають на точність виготовлення деталей. Систематичні і випадкові похибки.
34. Визначення сумарної похибки механічної обробки.
35. Поняття похибки установлення заготовки в пристрій та її складові. Шляхи зменшення похибки установлення.
36. Похибка закріплення. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.
37. Похибка пристрою. Поняття похибки, що спричиняється неточністю виготовлення і складання установочних елементів пристрою, як складової похибки пристрою. Характер виявлення і шляхи зменшення цієї похибки.

38. Похибка пристрою. Поняття похибки, що спричиняється зносом установочних елементів пристрою, як складової похибки пристрою. Характер виявлення і шляхи зменшення цієї похибки.

39. Похибка пристрою. Поняття похибки, що спричиняється неточністю установлення пристрою на верстат, як складової похибки пристрою. Характер виявлення і шляхи зменшення цієї похибки.

40. Поняття жорсткості системи ВПД. Шляхи підвищення жорсткості елементів системи ВПД.

41. Суть способу статичного визначення жорсткості верстата.

42. Суть способу динамічного (виробничого) визначення жорсткості верстата.

43. Похибка, що спричиняється нежорсткістю системи ВПД і дією сил різання. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.

44. Суть способу настроювання верстатів за еталоном.

45. Суть способу настроювання верстатів за допомогою спробних заготовок.

46. Визначення розміру настроєння різального інструмента.

47. Похибка настроєння. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення. На які показники точності може впливати похибка настроєння?

48. Похибка, що спричиняється неточністю виготовлення різального інструмента. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.

49. Поняття розмірного зносу різального інструмента.

50. Похибка, що спричиняється розмірним зносом різального інструмента. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.

51. Похибки, що спричиняються геометричними неточностями верстатів. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.

52. Теплові деформації в системі ВПД і похибки обробки, що ними спричиняються. Причини виникнення, характер виявлення і шляхи зменшення.

53. Суть статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою побудови та аналізу кривих розподілу.

54. Суть статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою точкових діаграм.

55. Похибки обробки, зумовлені пружними зміщеннями елементів системи ВПД під дією сил затискання.

56. Залишкові напруження в заготовках і їх вплив на точність деталей та машин. Причини виникнення цих напружень і шляхи їх зменшення.

57. Вібрації системи ВПД, спричинені власними коливаннями. Їх вплив на якість механічної обробки. Шляхи зменшення таких вібрацій.

58. Вібрації системи ВПД, спричинені вимушеними коливаннями. Їх вплив на якість механічної обробки. Шляхи зменшення таких вібрацій.

59. Вібрації системи ВПД, спричинені автоколиваннями. Їх вплив на якість механічної обробки. Шляхи зменшення таких вібрацій.

60. Поняття поверхневого шару деталей машин і основні показники його стану.

61. Вплив шорсткості поверхні на експлуатаційні характеристики деталей машин.

62. Вплив залишкових напружень в поверхневому шарі на експлуатаційні характеристики деталей машин.

63. Поняття наклепу металу поверхневого шару і фактори, які його обумовлюють. Вплив наклепу на експлуатаційні характеристики деталей машин.

## Умови задач

### Задача № 1

1. Проаналізувавши операційний ескіз, вказати, для яких розмірів за такої схеми базування похибка базування відсутня і пояснити чому саме.

2. Знайти похибку базування для решти розмірів, склавши відповідний розмірний ланцюг і розв'язавши його рівняння.

Під час виконання задачі вважати, що вся механічна обробка на цій операції здійснюється з одного установа.

### Задача № 2 (у вигляді тестового завдання)

1. Проаналізувавши спрощену конструктивну схему складальної одиниці, вказати номер схеми, на якій **правильно** побудований розмірний ланцюг, що визначає задану вимогу точності до ланки замикання.

2. Пояснити, що собою являє кожна з ланок отриманого розмірного ланцюга.

### Задача № 3

Для заданих умов обробки **партії деталей** проаналізувати вплив на сумарну похибку механічної обробки певних елементарних похибок.

Якщо вказані в завданні похибки матимуть вплив на сумарну похибку, то потрібно пояснити, як їх можна визначити (навести необхідні формули і (або) пояснення).

Потрібно також пояснити, який характер виявлення матимуть ці похибки за таких технологічних умов.

Якщо одна або декілька з похибок не впливатимуть на сумарну похибку, то потрібно пояснити чому саме.

### Задача № 4

Проаналізувати задану криву розподілу розмірів вибірки оброблених заготовок і, за необхідності, вказати шляхи зменшення імовірного браку.

## 9.2 Критерії оцінювання знань під час складання заліку

Оцінюючи знання студента, комісія керується такими критеріями.

Оцінкою **«відмінно» (А)** оцінюються знання студента, який дав повні відповіді на теоретичні питання і повністю розв'язав обидві задачі, грамотно та логічно обґрунтував прийняті рішення, показав знайомство з науково-технічною літературою. Оцінка вищого рівня відповідає наявності творчого, неформального підходу до завдань білета.

Оцінку **«добре» (В, С)** отримує студент, що виконав всі завдання білета, 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 білета.

Оцінку **«задовільно» (D, E)** виставляють студенту, який допустив незначні помилки, дав правильну відповідь хоча б на одне з питань теоретичної підготовки, розв'язав хоча б дві задачі і знає загальні підходи до виконання решти завдань білета. Інформаційна насиченість відповіді, знання основних підходів до виконання завдань підвищує бал.

Оцінка **«незадовільно з можливістю повторного складання дисципліни» (FX)** виставляється студенту, який володіє теорією 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 набрав кількість балів, меншу ніж 35.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Аверченков В. І. Збірник задач і вправ з технології машинобудування : навч. посіб. / Аверченков В. І., Горленко О. О., Ільцький В. Б. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 314 с.
2. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. Учебник для машиностроительных специальностей вузов / Балакшин Б. С. – М. : Машиностроение, 1969. – 358 с.
3. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения : ГОСТ 21495–76. – [Действующий от 1977-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 35 с.
4. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 1 : навч. посіб. / Дерібо О. В. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
5. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / Дерібо О. В. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 116 с.
6. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 1 : практикум / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Репінський С. В. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 106 с.
7. Дерібо О. В. Основы технології машинобудування. Частина 2 : практикум / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 116 с.
8. Допуски и посадки : справ. в 2-х ч. / [В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов и др.]. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1983. – Ч. 1. – 1983. – 543 с.
9. Допуски и посадки : справ. в 2-х ч. / [В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов и др.]. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1983. – Ч. 2. – 1983. – 448 с.
10. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Колесов И. М. – М. : Высшая школа, 2001. – 591 с.
11. Комиссаров В. И. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов / В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. – М. : Машиностроение, 1985. – 224 с.
12. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Маталин А. А. – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
13. Положення про організацію самостійної роботи студентів у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. О. Н. Романюк, Г. Л. Лисенко, Л. П. Громова, Т. О. Савчук, В. О. Федотов. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 20 с
14. Солонин И. С. Математическая статистика в технологии машиностроения / Солонин И. С. – М. : Машиностроение, 1972. – 216 с.

15. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. Т. 1 / [В. Б. Борисов, Е. И. Борисов, В. Н. Васильев и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 656 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. Т. 2 / [Ю. А. Абрамов, В. Н. Андреев, Б. И. Горбунов и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
17. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин : лабораторний практикум / [О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, О. М. Мироненко та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 119 с.
18. Технологія машинобудування / [Є. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін та ін.]. – Львів : Новий Світ – 2000, 2009. – 358 с.
19. Ящерицын П. И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении / Ящерицын П. И. – Минск : Высшэйшая школа, 1974. – 607 с.

## Додаток А

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ № 1 з дисципліни «Основи технології машинобудування, Ч. 1»

студенту \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_

#### 1. Початкові дані

1.1. Складальне креслення або конструктивна схема пристрою \_\_\_\_\_.

1.2. Номер (на схемі) показника точності, що пропонується для розмірного аналізу \_\_\_\_\_.

1.3. Позиція деталі на складальному кресленні, робоче креслення якої потрібно розробити \_\_\_\_\_.

#### 2. Зміст і послідовність виконання завдання

2.1. Накреслити конструктивну схему пристрою.

2.2. На схемі показати ланку замикання розмірного ланцюга, знайти його складові ланки і зобразити на схемі сам розмірний ланцюг.

2.3. З використанням методу спробних розрахунків розв'язати пряму задачу розрахунку розмірного ланцюга, визначивши спосіб забезпечення точності ланки замикання і вимоги точності до складових ланок.

2.4. З використанням знайдених у п. 2.3 показників точності, розробити згідно з вимогами ЄСКД креслення однієї з деталей пристрою.

2.5. На кресленні деталі вказати функціональне призначення її поверхонь.

Викладач \_\_\_\_\_

## Додаток Б

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ № 2 з дисципліни «Основи технології машинобудування, Ч. 1»

#### Тема «Розрахунок сумарної похибки токарної обробки»

студенту \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_

#### 1. Початкові дані

1. Варіант завдання № \_\_\_\_\_ згідно з таблицею 6.1.
2. Обробка здійснюється чистовим точінням в центрах на токарному верстаті.
3. Умови обробки: різець з пластиною з твердого сплаву \_\_\_\_\_; мінімальний припуск на сторону  $z_{\min} =$  \_\_\_\_\_ мм; подача  $s =$  \_\_\_\_\_ мм/об; швидкість різання  $v =$  \_\_\_\_\_ м/хв.
4. Допуск отриманого діаметрального розміру ( $d_1$ ) –  $IT$  \_\_\_\_\_.
5. На попередній операції поверхня оброблена чорновим точінням з допуском  $IT$  \_\_\_\_\_.
6. Матеріал заготовки \_\_\_\_\_ . Межа міцності  $\sigma_b =$  \_\_\_\_\_ МПа.
7. Решта початкових даних наведена в таблиці 7.1. Інші показники і передумови, необхідні для виконання розрахунків, потрібно вибрати самостійно, виходячи з конкретних технологічних умов.

#### 2. Послідовність виконання завдання

1. Накреслити операційний ескіз і вказати на ньому всі розміри (з граничними відхиленнями), які мають бути досягнуті в результаті обробки, та інші розміри заготовки згідно з заданим варіантом завдання (згідно з табл. 6.1).
2. Вважаючи, що чистове точіння циліндричної поверхні до діаметра  $d_1$  партії валів кількістю  $n$  штук здійснюється на попередньо настроєному верстаті, знайти елементарні похибки механічної обробки.
3. Визначити сумарну похибку обробки. Зробити висновок щодо можливості забезпечення заданої точності обробки.
4. Якщо необхідна точність обробки не забезпечується, то потрібно виявити домінуювальні похибки і запропонувати заходи для їх зменшення.

Викладач \_\_\_\_\_

## Додаток В

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ № 2 з дисципліни «Основи технології машинобудування, Ч. 1»

#### Тема «Розрахунок сумарної похибки фрезерної обробки»

студенту \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_

#### 1. Початкові дані

1. Варіант завдання № \_\_\_\_\_ згідно з таблицею 6.2.
2. Обробка здійснюється чистовим торцевим фрезеруванням.
3. Решта початкових даних наведена в таблиці 6.2. Інші показники і передумови, необхідні для виконання розрахунків, потрібно вибрати самостійно, виходячи з конкретних технологічних умов.

#### 2. Послідовність виконання завдання

1. Накреслити операційний ескіз і вказати на ньому всі розміри (з граничними відхиленнями), які мають бути досягнуті в результаті обробки, та інші розміри заготовки згідно з заданим варіантом завдання (згідно з табл. 6.2).
2. Вважаючи, що чистове фрезерування площини партії заготовок кількістю  $n$  штук здійснюється на попередньо настроєному верстаті, знайти елементарні похибки механічної обробки.
3. Визначити сумарну похибку обробки. Зробити висновок щодо можливості забезпечення заданої точності.
4. Якщо необхідна точність обробки не забезпечується, то потрібно виявити домінуючі похибки і запропонувати заходи для їх зменшення.

Викладач \_\_\_\_\_

## Додаток Г

Таблиця Г.1 – Правильні відповіді тестових завдань

№ завдання	Правильна відповідь	№ завдання	Правильна відповідь
1	2	3	4
1	2	31	4
2	3	32	1
3	1	33	3
4	2	34	2
5	1	35	4
6	2	36	2
7	4	37	3
8	2	38	1
9	1	39	2
10	4	40	3
11	1	41	3
12	2	42	4
13	1	43	3
14	2	44	4
15	3	45	3
16	2	46	4
17	4	47	3
18	3	48	2
19	1	49	3
20	3	50	4
21	4	51	2
22	2	52	4
23	4	53	3
24	1	54	2
25	2	55	4
26	3	56	2
27	3	57	4
28	4	58	3
29	2	59	1
30	2	60	4

## Продовження таблиці Г.1

№ завдання	Правильна відповідь	№ завдання	Правильна відповідь
1	2	3	4
61	4	90	1
62	2	91	2
63	1	92	1
64	2	93	4
65	4	94	2
66	3	95	3
67	1	96	1
68	3	97	2
69	1	98	4
70	4	99	1
71	4	100	4
72	2	101	3
73	1	102	1
74	3	103	3
75	4	104	3
76	1	105	1
77	4	106	2
78	3	107	3
79	4	108	2
80	1	109	4
81	4	110	3
82	1	111	1
83	2	112	2
84	3	113	3
85	4	114	2
86	3	115	3
87	4	116	1
88	2	117	4
89	3	118	3

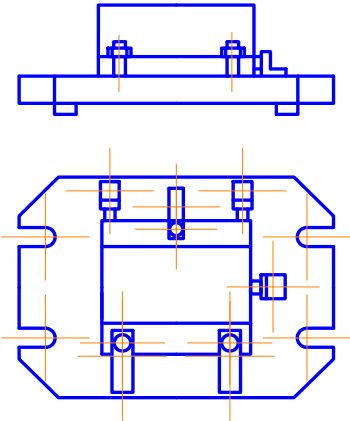
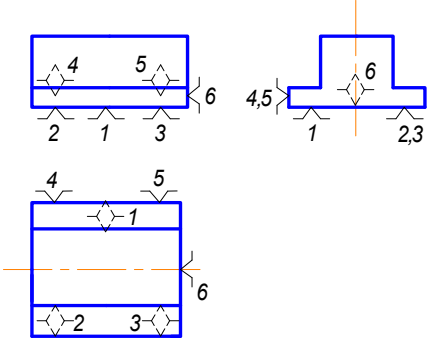
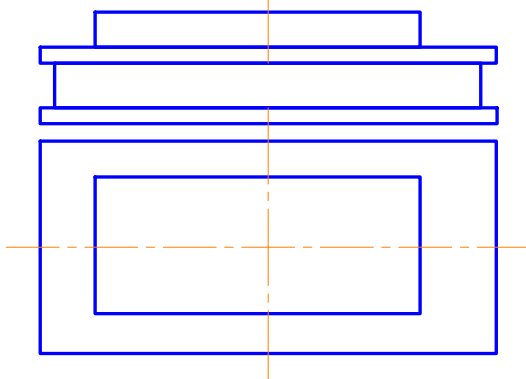
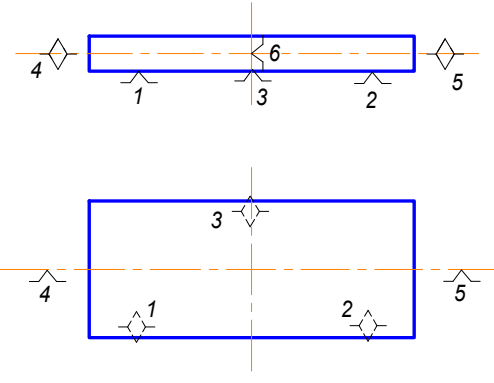
## Продовження таблиці Г.1

№ завдання	Правильна відповідь	№ завдання	Правильна відповідь
1	2	3	4
119	1	140	4
120	4	141	2
121	2	142	3
122	3	143	1
123	3	144	2
124	2	145	1
125	4	146	3
126	2	147	3
127	4	148	4
128	1	149	3
129	3	150	1
130	4	151	4
131	4	152	2
132	1	153	2
133	3	154	1
134	2	155	2
135	2	156	4
136	3	157	1
137	4	158	2
138	2	159	1
139	1	160	1

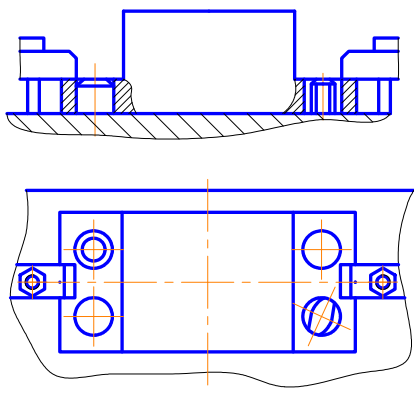
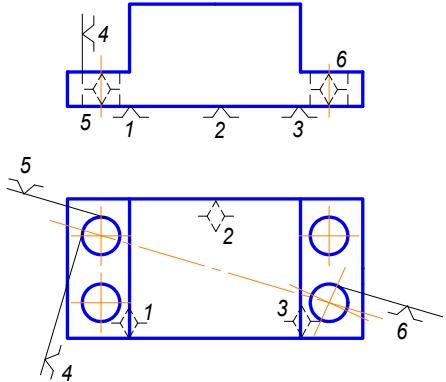
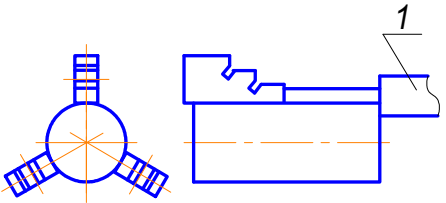
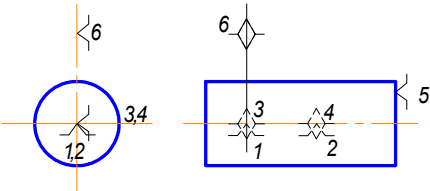
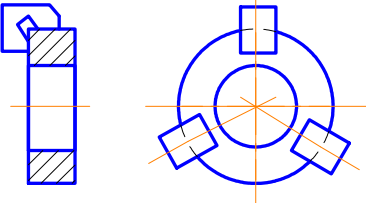
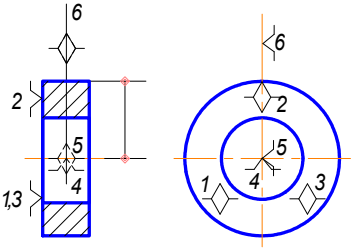


## Додаток Д

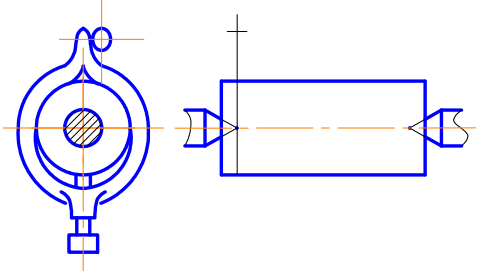
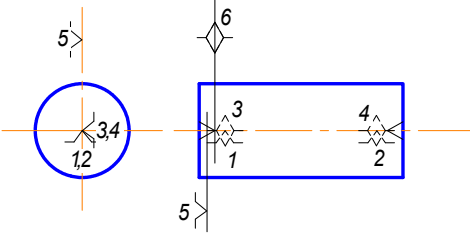
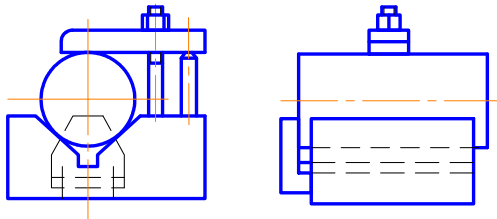
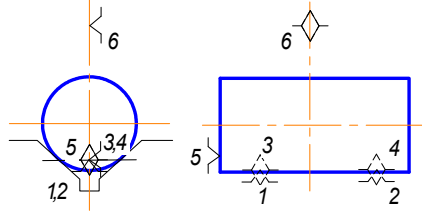
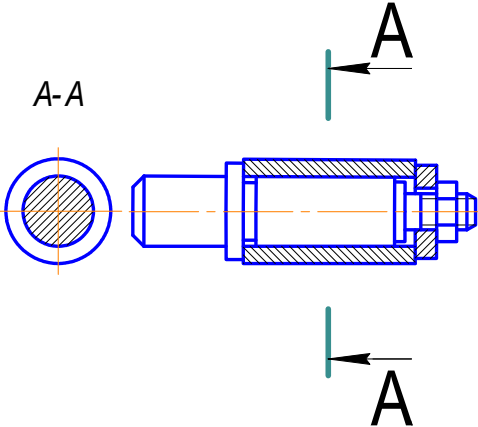
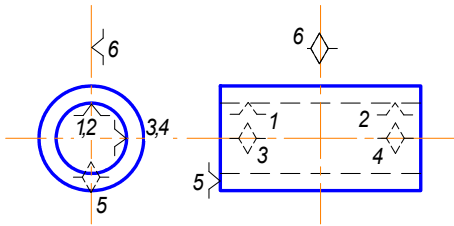
Таблиця Д.1 – Схеми базування, що найчастіше використовуються у машинобудуванні

Схема встановлення	Теоретична схема базування
<p style="text-align: center;">Встановлення заготовки на площину основи і дві бокові сторони</p> 	
<p style="text-align: center;">Встановлення заготовки на площину (на магнітній плиті)</p> 	

Продовження таблиці Д.1

Схема встановлення	Теоретична схема базування
<p data-bbox="231 347 726 459">Встановлення заготовки на площину і два пальці (круглий і зрізаний)</p> 	
<p data-bbox="231 1019 742 1131">Встановлення вала в трикутчастковому самоцентрувальному патроні</p>  <p data-bbox="438 1400 758 1444">1 - штангенциркуль</p>	
<p data-bbox="231 1534 758 1646">Встановлення диска в трикутчастковому самоцентрувальному патроні</p> 	

Продовження таблиці Д.1

Схема встановлення	Теоретична схема базування
<p data-bbox="268 383 742 421">Встановлення вала в центрах</p> 	
<p data-bbox="268 936 742 974">Встановлення вала на призмі</p> 	
<p data-bbox="226 1429 774 1512">Встановлення втулки на циліндричну оправку (із зазором)</p> 	

## Додаток Е

Таблиця Е.1 – Відносний знос різців і режими чистового точіння та розточування з глибиною різання 0,1–0,3 мм для досягнення шорсткості  $Ra = 3,2$  мм [12, 19]

Матеріал заготовки	Матеріал різальної частини інструмента	Режими різання		Стійкість за шорсткістю в метрах шляху різання	Відносний знос, мкм/км
		швидкість різання, м/хв	подача, мм/об		
Сталі вуглецеві конструкційні якісні ( $\sigma_B = 500 \dots 600$ МПа)	Т30К4	100...180	0,04...0,08	12500	6,5
	Ельбор	550...600	0,04...0,06	25000	3,0
Сталі конструкційні леговані	Т30К4	120...180	0,02...0,08	20000	4,7
	Ельбор	450...500	0,04...0,06		
Сталі вуглецеві конструкційні після поліпшення (28...31,5 HRC <sub>3</sub> )	Т30К4	120...180	0,04...0,08	8000	8,5
	Ельбор	350...400	0,04...0,06	15000	4,5
Сталі вуглецеві конструкційні після гартування (41,5...46,5 HRC <sub>3</sub> )	Т30К4	70...150	0,02...0,05	7000	10,0
	Ельбор	60...120	0,05...0,08	21000	5,0
Чавун сірий СЧ15, СЧ18	ВК3М	100...160	0,04...0,08	21000	6,0
	ЦМ-332	220...300	0,03...0,06	22000	3,5
	Ельбор	500...550	0,04...0,06	30000	2,5
Чавун сірий СЧ15, СЧ18	ВК3М	120...160	0,04...0,08	23000	6,5
	ЦМ-332	300...350	0,03...0,06	22000	4,3
	Ельбор	500...550	0,04...0,06	40000	3,0
Чавун ковкий КЧ 30–6, КЧ 37–12	ВК3М	80...140	0,03...0,06	19000	6,0
	ЦМ-332	200...250	0,03...0,05	18000	3,5
	Ельбор	300...350	0,03...0,06	22000	3,0
Чавун ковкий КЧ 45–6, КЧ 63–2	ВК3М	120...160	0,03...0,06	17000	8,0
	ЦМ-332	200...250	0,03...0,05	15000	5,5
	Ельбор	500...550	0,03...0,06	24000	4,0
Кольорові сплави: - на основі алюмінію - на основі міді - різні сплави	ВК8	180...200	0,03...0,06	-	2
	ВК8	150	0,03...0,06	-	4
	Штучний алмаз (АСВ, АСПК та ін.)	До 1000	0,03...0,06	-	0,001

*Навчальне видання*

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

**ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНОБУДУВАННЯ**  
**Самостійна та індивідуальна робота студентів**

Навчальний посібник

Рукопис оформив О. Дерібо

Редактор Т. Старічек

Оригінал-макет виготовив О. Ткачук

Підписано до друку .....  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. ....  
Наклад 50 (1-й запуск 1–21) пр. Зам. № 2019-113.

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.