

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МЕТАЛООБРОБКИ

**Методичні вказівки
до практичних та лабораторних робіт**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
студентів спеціальності 136 "Металургія"
денної та заочної форм навчання**

Затверджено
на засіданні
методичної ради
Протокол № від

Краматорськ
ДДМА
2026

Основи технології металообробки : методичні вказівки до практичних та лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, студентів спеціальності 136 "Металургія" денної та заочної форм навчання / укл. О. В. Чучин. —Краматорськ : ДДМА, 2026. — 32 с.

В методичних вказівках містяться практичні та лабораторні роботи з основних розділів дисципліни «Основи технології металообробки»: «Допуски і посадки», «Механічна обробка» та «Зварювання». Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, студентів спеціальності 136 "Металургія" денної та заочної форм навчання.

Укладач

О. В. Чучин, ст. викл.

Відп. за випуск

П. Б. Абхарі, проф.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Заняття 1	
Визначення виконавчих розмірів за їх умовною позначкою <i>(Практична робота).....</i>	5
Заняття 2	
Визначення типів посадок гладких з'єднань <i>(Практична робота).....</i>	5
Заняття 3	
Призначення посадок на з'єднання деталей. Посадки підшипників кочення <i>(Практична робота).....</i>	6
Заняття 4	
Шорсткість посадкових поверхонь. Посадки шпонкових з'єднань <i>(Практична робота).....</i>	7
Заняття 5	
Визначення розмірів деталей. Призначення виконавчих розмірів <i>(Лабораторна робота).....</i>	8
Заняття 6	
Технологія виготовлення механічною обробкою деталі «Вал» <i>(Практична робота).....</i>	9
Заняття 7	
Технологія виготовлення механічною обробкою деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» <i>(Практична робота).....</i>	11
Заняття 8	
Технологія зварювання кронштейна <i>(Практична робота).....</i>	13
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	14
ДОДАТОК А	
Вихідні дані для занять.....	15
ДОДАТОК Б	
Графічний матеріал для занять.....	18
ДОДАТОК В	
Довідковий матеріал для занять.....	25

ВСТУП

Курс «Основи технології металообробки» складається з трьох розділів: «Допуски і посадки», «Механічна обробка» та «Зварювання».

До методичних вказівок входить 8 занять, з яких 7 присвячені практичним роботам, а 1 – лабораторній роботі. Чотири перші практичні роботи (заняття 1 – 4) відносяться до першого розділу «Допуски і посадки». На занятті 5 виконується лабораторна роботи з другого розділу «Механічна обробка» (частину завдання на занятті 5 можна віднести до практичної роботи). На наступних двох заняттях (6 та 7) виконуються практичні роботи також з другого розділу «Механічна обробка». До третього розділу «Зварювання» відноситься одна практична робота (заняття 8).

Кожне заняття складається з опису вихідних даних, завдання, порядку виконання практичної або лабораторної роботи.

Заняття 1

Визначення виконавчих розмірів за їх умовною позначкою *(Практична робота)*

Вихідні дані: Умовні записи розмірів за варіантами (табл. А.1).

Завдання: Для кожного умовного запису розміру за варіантом виконати умовне графічне зображення та дати відповідь на пункти, що характеризують заданий в умові розмір.

Порядок виконання практичної роботи

1. Для кожного умовного запису розміру в таблиці В.1 або в таблиці В.2 знайти граничні відхилення. Треба пам'ятати, що граничні відхилення в цих таблицях представлені в *мкм* і для подальшого використання їх необхідно перевести в *мм*.
2. Виконати умовне графічне зображення полів допусків за їх умовним записом.
3. Дати відповідь на наступні пункти, що характеризують заданий в умові розмір: тип поверхні (сполучна або вільна), розмір (валу, отвору або вільний), номінальний розмір (число), позначення основного відхилення (літера), номер квалітету (число), верхнє і нижнє граничні відхилення (значення, *мм*), граничні розміри (значення, *мм*), допуск (значення, *мм*).

Заняття 2

Визначення типів посадок гладких з'єднань *(Практична робота)*

Вихідні дані: Умовні позначки посадок гладких з'єднань за варіантами (табл. А.2).

Завдання: Для кожної умовної позначки посадки за варіантом виконати умовне графічне зображення та дати відповідь на пункти, що характеризують задану в умові посадку.

Порядок виконання практичної роботи

1. Для полів допусків, з яких складається кожна посадка в завданні, в таблиці В.1 або в таблиці В.2 знайти граничні відхилення. Треба пам'ятати, що граничні відхилення в цих таблицях представлені в *мкм* і для подальшого використання їх необхідно перевести в *мм*.
2. Виконати умовне графічне зображення посадок гладких з'єднань за їх умовним записом. Позначити на графічному зображенні посадок у вигляді розмірів найбільші та найменші зазори та натяги ($Z_{\max}$, $Z_{\min}$, $N_{\max}$, $N_{\min}$).

3. Дати відповідь на наступні пункти, що характеризують задану в умові посадку: посадка в системі (отвору або валу), тип посадки (з зазором, з натягом або перехідна), позначення посадки через граничні відхилення полів допусків отвору і валу, максимальні зазори та натяги (значення $Z_{\max}$, $N_{\max}$, мм), мінімальні зазори та натяги (значення $Z_{\min}$, $N_{\min}$, мм).

Заняття 3

Призначення посадок на з'єднання деталей.

Посадки підшипників кочення

(Практична робота)

Вихідні дані: Ескіз валу в зборі з підшипниками кочення, шестернею, втулкою, шківом, розташованими в корпусі редуктора (рис. Б.1); поперечні розміри окремих ділянок валу; інформація про призначення посадок на з'єднання кілець підшипників кочення з валом та корпусом редуктора, на з'єднання валу з шестернею, втулкою та шківом (табл. А.3).

Завдання: Виконати ескіз валу в зборі; відповідно до умови призначити посадки на з'єднання валу з іншими деталями (підшипниками кочення, шестернею, втулкою, шківом); виконати умовне графічне зображення обраних посадок за їх умовним записом та дати відповідь на пункти, що характеризують кожну обрану посадку.

Порядок виконання практичної роботи

1. Виконати ескіз валу в зборі (див. рис. Б.1). Проставити поперечні розміри окремих ділянок валу за варіантом (див. табл. А.3). В даній практичній роботі не треба звертати увагу на шпонкові з'єднання (перетин $M-M$ та перетин $H-H$).

2. Відповідно до умови призначити посадки на з'єднання валу з підшипниками кочення та підшипників кочення з корпусом редуктора в залежності від виду навантаження, режиму роботи та класу точності кілець підшипників (див. табл. В.3), на з'єднання валу із шестернею, втулкою, шківом.

3. Для полів допусків, з яких складається кожна посадка гладкого з'єднання (посадки на з'єднання валу з шестернею, втулкою та шківом), в таблиці В.1 або в таблиці В.2 знайти граничні відхилення. Відхилення розмірів кілець підшипників обирають в залежності від величини розміру самих кілець та класу точності в таблиці В.4. Треба пам'ятати, що граничні відхилення в цих таблицях представлені в $мкм$ і для подальшого використання їх необхідно перевести в $мм$.

4. Виконати умовне графічне зображення обраних посадок за їх умовним записом. Позначити на графічному зображенні посадок у вигляді розмірів найбільші та найменші зазори та натяги ($Z_{\max}$, $Z_{\min}$, $N_{\max}$, $N_{\min}$).

5. Дати відповідь на наступні пункти, що характеризують посадку гладкого з'єднання: посадка в системі (отвору або валу), тип посадки (з

зазором, з натягом або перехідна), позначення посадки через граничні відхилення полів допусків отвору і валу, максимальні зазори та натяги (значення $Z_{\max}$, $N_{\max}$, мм), мінімальні зазори та натяги (значення $Z_{\min}$, $N_{\min}$, мм).

Дати відповідь на наступні пункти, що характеризують посадку на з'єднання кілець підшипників з іншими деталями: посадка на внутрішнє чи зовнішнє кільце підшипника кочення, клас точності підшипника кочення (число), вид навантаження (місцеве чи циркуляційне), режим роботи (легкий, нормальний чи важкий).

Заняття 4

Шорсткість посадкових поверхонь. Посадки шпонкових з'єднань (Практична робота)

Вихідні дані: Ескіз валу в зборі з підшипниками кочення, шестернею, втулкою, шківом, розташованими в корпусі редуктора (рис. Б.1); ескізи валу і деталей, що з'єднуються з ним (рис. Б.2); поперечні розміри окремих ділянок валу; інформація про призначення посадок на з'єднання кілець підшипників кочення з валом та корпусом редуктора, призматичних шпонок з пазом валу та пазом втулки (шестернею або шківом), валу з шестернею, втулкою та шківом (табл. А.4).

Завдання: Виконати ескіз валу в зборі; відповідно до умови призначити посадки на з'єднання кілець підшипників кочення з валом та корпусом редуктора, призматичних шпонок з пазом валу та пазом втулки (шестернею або шківом), валу з шестернею, втулкою та шківом; виконати умовне графічне зображення обраних посадок за їх умовним записом; виконати ескіз валу і деталей, що з'єднуються з ним; проставити на ескізах окремих деталей у відповідних місцях значення шорсткості за R_a .

Порядок виконання практичної роботи

1. Виконати ескіз валу в зборі (див. рис. Б.1). Проставити поперечні розміри окремих ділянок валу за варіантом (див. табл. А.4).
2. Відповідно до умови призначити посадки на з'єднання валу з підшипниками кочення та підшипників кочення з корпусом редуктора в залежності від режиму роботи та класу точності (вид навантаження – циркуляційне) кілець підшипників (див. табл. В.3), на з'єднання призматичної шпонки 1 та 2 з пазом валу та з пазом втулки (шестернею або шківом) в залежності від виду з'єднання (вільне, нормальне або щільне) з урахуванням того, що поле допуску ширини шпонки 1 та 2 – $h9$ (див. табл. В.5), на з'єднання валу із шестернею, втулкою, шківом.
3. Для полів допусків, з яких складаються посадки гладкого з'єднання (посадки на з'єднання валу з шестернею, втулкою та шківом), посадки на з'єднання шпонки 1 та 2 з пазом валу та з пазом втулки, в таблиці В.1 або в таблиці В.2 знайти граничні відхилення. Відхилення розмірів кілець

підшипників обирають в залежності від величини розміру самих кілець та класу точності в таблиці В.4. Треба пам'ятати, що граничні відхилення в цих таблицях представлені в *мкм* і для подальшого використання їх необхідно перевести в *мм*.

4. Виконати умовне графічне зображення обраних посадок за їх умовним записом. Позначити на графічному зображенні посадок у вигляді розмірів найбільші та найменші зазори та натяги ($Z_{\max}$, $Z_{\min}$, $N_{\max}$, $N_{\min}$).

5. Виконати ескіз валу і деталей, що з'єднуються з ним (див. рис. Б.2). Проставити виконавчі розміри посадкових поверхонь цих деталей (номінальний розмір з полем допуску).

6. Визначити шорсткість за R_a посадкових поверхонь гладких з'єднань в таблиці В.6 в залежності від номінального розміру та квалітету поля допуску. Визначити шорсткість за R_a посадкових поверхонь деталей, які контактують з підшипниками кочення (ділянки валу та корпуси підшипників), в таблиці В.7 в залежності від номінального розміру та класу точності підшипника. Значення шорсткості за R_a в цих таблицях представлені в *мкм*. Переводити ці значення в *мм* не треба.

7. Проставити на ескізах окремих деталей (див. рис. Б.2) у відповідних місцях замість знаку $\sqrt{\quad}$ знак шорсткості за R_a $\sqrt{R_a} 0,63$ (в цьому прикладі значення шорсткості дорівнює 0,63; це значення шорсткості треба замінити на значення, визначені в п. 6).

Заняття 5

Визначення розмірів деталей. Призначення виконавчих розмірів (Лабораторна робота)

Вихідні дані: Деталі різної конфігурації; мірятьний інструмент (штангенциркуль, мікрометр, лінійка тощо).

Завдання: Виконати ескізи трьох деталей; вимірити розміри деталей мірятьними інструментами, що є в наявності (мікрометр, штангенциркуль, штангенглибиномір, кутомір, радіусні шаблони, лінійка); проставити розміри на ескізах деталей; проставити на ескізах деталей (у дужках) виконавчі розміри за чотирнадцятим квалітетом.

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Виконати ескізи трьох деталей (не більш одного ескізу на сторінці, ескізи зробити олівцем).

2. Вимірити розміри деталей мірятьними інструментами. Бажано починати з мікрометра, потім використовувати штангенциркуль; якщо потрібно то далі використовувати штангенглибиномір, кутомір, радіусні шаблони, лінійку. Проставити розміри на ескізах деталей.

3. Проставити на ескізах деталей (у дужках) виконавчі розміри за чотирнадцятим квалітетом так, щоб фактично обмірювані розміри деталей потрапили в поле допуску виконавчих.

Заняття 6

Технологія виготовлення механічною обробкою деталі «Вал» (Практична робота)

Вихідні дані: Ескіз деталі «Вал» (рис. Б.3); схема механічної обробки деталі «Вал» (рис. Б.4); геометричні розміри деталі «Вал» (табл. А.4).

Завдання: Виконати ескіз деталі «Вал»; проставити виконавчі розміри посадкових поверхонь деталі «Вал» та шорсткість поверхонь цієї деталі; виконати схему механічної обробки деталі «Вал»; розрахувати масу деталі «Вал», масу заготовки, масу норми витрати, визначити коефіцієнт використання металу; розробити технологію виготовлення деталі «Вал» механічною обробкою; розроблену технологію виготовлення деталі «Вал» представити у вигляді технологічної карти.

Порядок виконання практичної роботи

1. Виконати ескіз деталі «Вал» (рис. Б.3). Проставити виконавчі розміри посадкових поверхонь деталі «Вал» (див. табл. А.4), тобто номінальний розмір з полем допуску та шорсткість поверхонь цієї деталі (див. п. 5 та п. 7 Заняття 4).

2. Виконати схему механічної обробки деталі «Вал» (рис. Б.4). Бажано, щоб ескіз деталі та схема механічної обробки цієї деталі були на розвороті листів (щоб ці рисунки можна було бачити і аналізувати одночасно). Розрахувати масу деталі «Вал», масу заготовки, масу норми витрати, визначити коефіцієнт використання металу. Для цього необхідно виконати наступні розрахунки.

Розрахувати довжину деталі «Вал», довжину заготовки для виготовлення цієї деталі та довжину прутка (в міліметрах) відповідно за формулами:

$$\begin{aligned}L_{\partial} &= B + 10 + 1,5 B + 2 B + 2 D; \\L_3 &= L_{\partial} + 10 = (B + 10 + 1,5 B + 2 B + 2 D) + 10; \\L_{np} &= 2,1 L_3.\end{aligned}$$

Розрахувати найбільший діаметр деталі «Вал», діаметр заготовки для виготовлення цієї деталі та діаметр прутка (в міліметрах) відповідно за формулами:

$$d_{\partial max} = B + 10; d_3 = d_{\partial max} + 5 = B + 15; d_{np} = d_3.$$

На схемі механічної обробки деталі «Вал» (рис. Б.4) проставити розміри L_3 та d_3 .

Деталь «Вал» (див. рис. Б.3) умовно складається з п'яти ($i = 5$) циліндричних ділянок. Геометричні розміри кожної ділянки (діаметр d_i та довжина L_i) наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Геометричні розміри окремих ділянок деталі «Вал»

i	1	2	3	4	5
d_i , мм	B	$B + 10$	B	B	D
L_i , мм	B	10	$1,5 B$	$2 B$	$2 D$

Об'єми окремих ділянок деталі «Вал» V_i , об'єми шпонкових канавок $V_{шп1}$ (першої) та $V_{шп2}$ (другої) розраховуються відповідно за формулами:

$$V_i = \frac{\pi d_i^2 L_i}{4}, \text{ мм}^3;$$

$$V_{шп1} = B E 0,6 E + \frac{\pi E^2 0,6 E}{4}, \text{ мм}^3;$$

$$V_{шп2} = 1,6 D K 0,6 K + \frac{\pi K^2 0,6 K}{4}, \text{ мм}^3.$$

Тоді об'єм деталі «Вал», об'єм заготовки для виготовлення цієї деталі та об'єм прутка розраховуються відповідно за формулами:

$$V_d = \left(\sum_{i=1}^5 V_i - V_{шп1} - V_{шп2} \right) 10^{-9}, \text{ м}^3;$$

$$V_3 = \frac{\pi d_3^2 L_3}{4} 10^{-9}, \text{ м}^3;$$

$$V_{пр} = \frac{\pi d_{пр}^2 L_{пр}}{4} 10^{-9}, \text{ м}^3.$$

При визначенні об'єма деталі «Вал» V_d не враховувались об'єми канавок для виходу шліфувального круга на кожній ділянці валу через їх не велику величину.

Маса деталі «Вал», маса заготовки для виготовлення цієї деталі та маса прутка розраховується (в кілограмах) відповідно за формулами:

$$m_d = V_d \rho; m_3 = V_3 \rho; m_{пр} = V_{пр} \rho,$$

де ρ – щільність сталі, кг / м³.

Для сталі $\rho = 7850$ кг / м³.

Маса норми витрати розраховується (в кілограмах) за формулою (з урахуванням того, що з прутка виготовляються дві деталі «Вал»):

$$m_{нв} = m_{пр} / 2.$$

Коефіцієнт використання металу розраховується за формулою:

$$KBM = m_{\partial} / m_{нв.}$$

3. Розробити технологію виготовлення деталі «Вал» механічною обробкою (див. рис. Б.4).

Для розрахунку за спрощеною методикою операційного та штучного часу в хвилинах використовуються формули з таблиці В.9 [2].

При виготовленні деталі «Вал» використовуються наступні операції:

- токарна обробка (операції 1.1...1.13, окрім операцій 1.4 та 1.5; операції 1.1, 1.3, 1.7, 1.9, 1.11 та 1.13 – підрізка торця; операції 1.2, 1.6, 1.8, 1.10 та 1.12 – точіння);
- свердління центровочних отворів (операції 1.4 та 1.5);
- фрезерна обробка (операції 2.1 та 2.2 – торцеве фрезерування шпоноків канавок);
- термічна обробка (операція 3);
- шліфування (операції 4.1...4.8; операції 4.1, 4.3, 4.5 та 4.7 – кругле шліфування; операції 4.2, 4.4, 4.6 та 4.8 – шліфування плоске торцем круга).

4. Розроблену технологію виготовлення деталі «Вал» представити у вигляді технологічної карти (табл. В.8). Приклад наведений в табл. В.10.

Заняття 7

Технологія виготовлення механічною обробкою деталей

«Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня»

(Практична робота)

Вихідні дані: Ескізи деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» (рис. Б.5); схеми механічної обробки деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» (рис. Б.6); геометричні розміри деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» (табл. А.5).

Завдання: Виконати ескізи деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня»; проставити розміри цих деталей; виконати схеми механічної обробки деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня»; призначити розміри заготовок для виготовлення цих деталей механічною обробкою; розрахувати масу деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня», масу заготовок, масу норми витрати, визначити коефіцієнти використання металу; розробити технології виготовлення деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» механічною обробкою; розроблені технології виготовлення цих деталей представити у вигляді технологічних карт.

Порядок виконання практичної роботи

1. Виконати ескізи деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» (рис. Б.5). Проставити розміри деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» (табл. А.5).

2. Виконати схеми механічної обробки деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня» (рис. Б.6). Бажано, щоб ескіз деталі та схема механічної обробки цієї деталі були на розвороті листів (щоб ці рисунки можна було бачити і аналізувати одночасно).

3. Призначити розміри заготовок для виготовлення цих деталей механічною обробкою (d_3, L_3 та d_3, H_3). Розрахувати масу деталей «Шлицьовий вал» та «Блок-шестерня», масу заготовок, масу норми витрати, визначити коефіцієнти використання металу.

4. Розробити технологію виготовлення деталі «Шлицьовий вал» механічною обробкою (див. рис. Б.6).

Для розрахунку за спрощеною методикою операційного та штучного часу в хвилинах використовуються формули з таблиці В.9 [2].

При виготовленні деталі «Шлицьовий вал» використовуються наступні операції:

- токарна обробка (операції 1.1...1.9, окрім операцій 1.4 та 1.5; операції 1.1, 1.3, 1.7, 1.9 – підрізка торця; операції 1.2, 1.6, 1.8 – точіння; операції 1.4 та 1.5 – свердління центровочних отворів);
- свердління центровочних отворів (операції 1.4 та 1.5);
- нарізання зубців (операції 2.1 – методом обкатки);
- термічна обробка (операція 3);
- шліфування (операції 4.1...4.4; операції 4.1, 4.3 – кругле шліфування; операції 4.2, 4.4 – шліфування плоске торцем круга).

5. Розроблену технологію виготовлення деталі «Шлицьовий вал» представити у вигляді технологічної карти (табл. В.8).

6. Розробити технологію виготовлення деталі «Блок-шестерня» механічною обробкою (див. рис. Б.6).

Для розрахунку за спрощеною методикою операційного та штучного часу в хвилинах використовуються формули з таблиці В.9.

При виготовленні деталі «Блок-шестерня» використовуються наступні операції:

- токарна обробка (операції 1.1...1.7; операції 1.1, 1.3, 1.6, 1.7 – підрізка торця; операції 1.2, 1.4, 1.5 – точіння);
- свердління отвору (операція 2.1);
- токарна обробка (операція 3.1 – розточування отвору);
- нарізання зубців (операції 4.1...4.3 – методом копіювання);
- термічна обробка (операція 5);
- шліфування (операції 6.1 та 6.2 – шліфування плоске торцем круга).

7. Розроблену технологію виготовлення деталі «Блок-шестерня» представити у вигляді технологічної карти (табл. В.8).

Заняття 8

Технологія зварювання кронштейна (Практична робота)

Вихідні дані: Ескіз кронштейна (рис. Б.7); розміри кронштейна (табл. А.6).

Завдання: Виконати ескіз кронштейна; проставити розміри кронштейна; розробити послідовність зборки кронштейна по елементах; привести чотири ескізи переходів зборки в ізометричній проекції; призначити розміри катетів зварених швів; визначити потребу в електродах; призначити тип електрода, щільність і силу зварювального струму.

Порядок виконання практичної роботи

1. Виконати ескіз кронштейна (рис. Б.7). Проставити розміри кронштейна (табл. А.6).
2. Розробити послідовність зборки кронштейна по елементах (деталіям). Привести ескізи переходів (етапів) зборки в ізометричній проекції (чотири ескізи).
3. Призначити параметри (розміри катетів) зварених швів. Визначити довжину й обсяг безперервних швів. Визначити потребу в електродах (довжина електрода – 350 мм, розмір діаметра електрода дається окремо).
4. Призначити тип електрода, щільність і силу зварювального струму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи технології металообробки : навчальний посібник для студентів спеціальності 136 «Металургія» денної та заочної форм навчання) / уклад. : І. С. Алієв, О. В. Чучин, П. Абхарі, Н. С. Грудкіна. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 92 с.

2. **Картавов, С.А.** Технология машиностроения (специальная часть) / С. А. Картавов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 272 с.

ДОДАТОК А
Вихідні дані для занять

Таблиця А.1 – Вихідні дані для заняття 1

№ варіанта			Вихідні дані за варіантами							
1	9	17	180H7	8P7	20js6	14 ± IT14 / 2	40h7	70H14	100p6	160n6
2	10	18	95E9	170H8	180P9	8h6	15h14	22p6	35js6	65 ± IT14 / 2
3	11	19	179e8	180F8	9H9	17D9	20g6	75 ± IT14 / 2	70H14	110s6
4	12	20	8g6	14r6	20js6	40H11	70N7	8 ± IT14 / 2	160d9	165h9
5	13	21	180p6	14 ± IT14 / 2	100h14	70M7	40H14	20P7	14m6	8g6
6	14	22	79g6	20 ± IT14 / 2	40h14	14s6	8N7	180H9	160F8	110k6
7	15	23	10d9	30M7	60s6	90 ± IT14 / 2	110P9	150H9	175h9	20f7
8	16	24	180N7	8m6	15E9	25D9	70n6	40 ± IT14 / 2	90N7	130r6

Таблиця А.2 – Вихідні дані для заняття 2

№ варіанта			Вихідні дані за варіантами						
1	9	17	70H7 / h6	20H9 / d9	40E9 / h8	100H7 / p6	160Js7 / h6	180H7 / k6	
2	10	18	40H7 / r6	175H9 / h9	20H8 / h8	70Js7 / h6	100H7 / h6	160P7 / h6	
3	11	19	20H7 / h6	160H8 / e8	170H7 / h6	40H7 / js6	70H7 / p6	100Js7 / h6	
4	12	20	85Js7 / /h6	180H8 / h7	110E9 / h8	45H7 / s6	20H7 / h6	10Js7 / h6	
5	13	21	105H7 / k6	35H9 / d9	65F8 / h6	155N7 / h6	175H7 / s6	130N7 / h6	
6	14	22	20E9 / h9	75H8 / h7	110H7 / g6	170Js7 / h6	35H7 / h6	170H7 / h6	
7	15	23	60N7 / h6	15H11 / d11	35H7 / js6	110H7 / js6	150H7 / h6	160H7 / k6	
8	16	24	175E9 / h8	90Js7 / h6	125H7 / k6	35H7 / s6	12H9 / d9	55H7 / g6	

Таблиця А.3 – Вихідні дані для заняття 3

№ варіанта			Розміри, мм				Підшипник			Посадка з валом		
			А	Б	В	Д	Навантаження	Режим	Клас	шестерні	втулки	шківа
1	9	17	100	45	55	40	циркуляційне	легкий	0	з зазором	перехідна	з натягом
2	10	18	170	110	120	100	циркуляційне	нормальний	6	перехідна	з натягом	з зазором
3	11	19	140	70	80	65	циркуляційне	важкий	0	з натягом	з зазором	перехідна
4	12	20	60	30	40	25	циркуляційне	легкий	6	з зазором	перехідна	з натягом
5	13	21	110	60	70	55	циркуляційне	нормальний	0	перехідна	з натягом	з зазором
6	14	22	150	100	110	90	циркуляційне	важкий	6	з натягом	з зазором	перехідна
7	15	23	80	40	50	35	циркуляційне	легкий	0	з зазором	перехідна	з зазором
8	16	24	150	80	90	70	циркуляційне	нормальний	6	перехідна	з зазором	перехідна

Таблиця А.4 – Вихідні дані для заняття 4, 6

№ варіанта			Розміри, мм						Підшипник		Посадка з валом			З'єднання шпонки	
			А	Б	В	Д	Е	К	Режим	Клас	шестерні	втулки	шківа	1	2
1	9	17	90	40	45	35	14	10	легкий	0	перехід.	з натяг.	з зазор.	вільне	нормал.
2	10	18	170	115	120	110	32	28	нормальний	6	з натяг.	з зазор.	перехід.	нормал.	щільне
3	11	19	95	40	45	35	14	10	важкий	0	з зазор.	перехід.	з натяг.	щільне	вільне
4	12	20	135	70	75	65	20	18	легкий	6	перехід.	з натяг.	з зазор.	вільне	нормал.
5	13	21	175	115	120	110	32	28	нормальний	0	з натяг.	з зазор.	перехід.	нормал.	щільне
6	14	22	80	30	35	25	12	8	важкий	6	з зазор.	перехід.	з натяг.	щільне	вільне
7	15	23	140	70	75	65	20	18	легкий	0	перехід.	з натяг.	з зазор.	вільне	нормал.
8	16	24	180	115	120	110	32	28	нормальний	6	з натяг.	з зазор.	перехід.	нормал.	щільне

Таблиця А.5 – Вихідні дані для заняття 7

№ варіанта			Вал шлицьовий				Блок-шестерня							
			d , мм	d_l , мм	l , мм	l_l , мм	m_1	z_1	m_2	z_2	A , мм	B , мм	B , мм	D_2 , мм
1	9	17	30	40	160	25	4	30	4	50	30	30	90	60
2	10	18	40	50	170	30	4	35	4	55	30	30	100	70
3	11	19	50	60	180	40	4	40	5	40	35	30	110	80
4	12	20	35	45	160	30	5	30	5	50	35	40	120	80
5	13	21	45	60	180	35	5	35	6	40	35	40	140	100
6	14	22	55	70	200	40	5	35	6	40	35	40	150	120
7	15	23	60	75	250	40	6	30	8	30	40	40	140	110
8	16	24	75	90	300	45	6	25	8	25	40	40	180	120

Таблиця А.6 – Вихідні дані для заняття 8

№ варіанта			A , мм	B , мм	B , мм	D , мм	E , мм	S_1 , мм	S_2 , мм
1	9	17	100	80	80	60	100	3	3
2	10	18	120	100	60	70	120	4	4
3	11	19	150	120	80	80	100	5	3
4	12	20	160	130	50	100	130	6	4
5	13	21	120	80	80	120	150	3	3
6	14	22	120	100	60	60	100	4	4
7	15	23	150	120	80	80	120	5	3
8	16	24	150	130	70	100	150	6	4

Графічний матеріал для занять

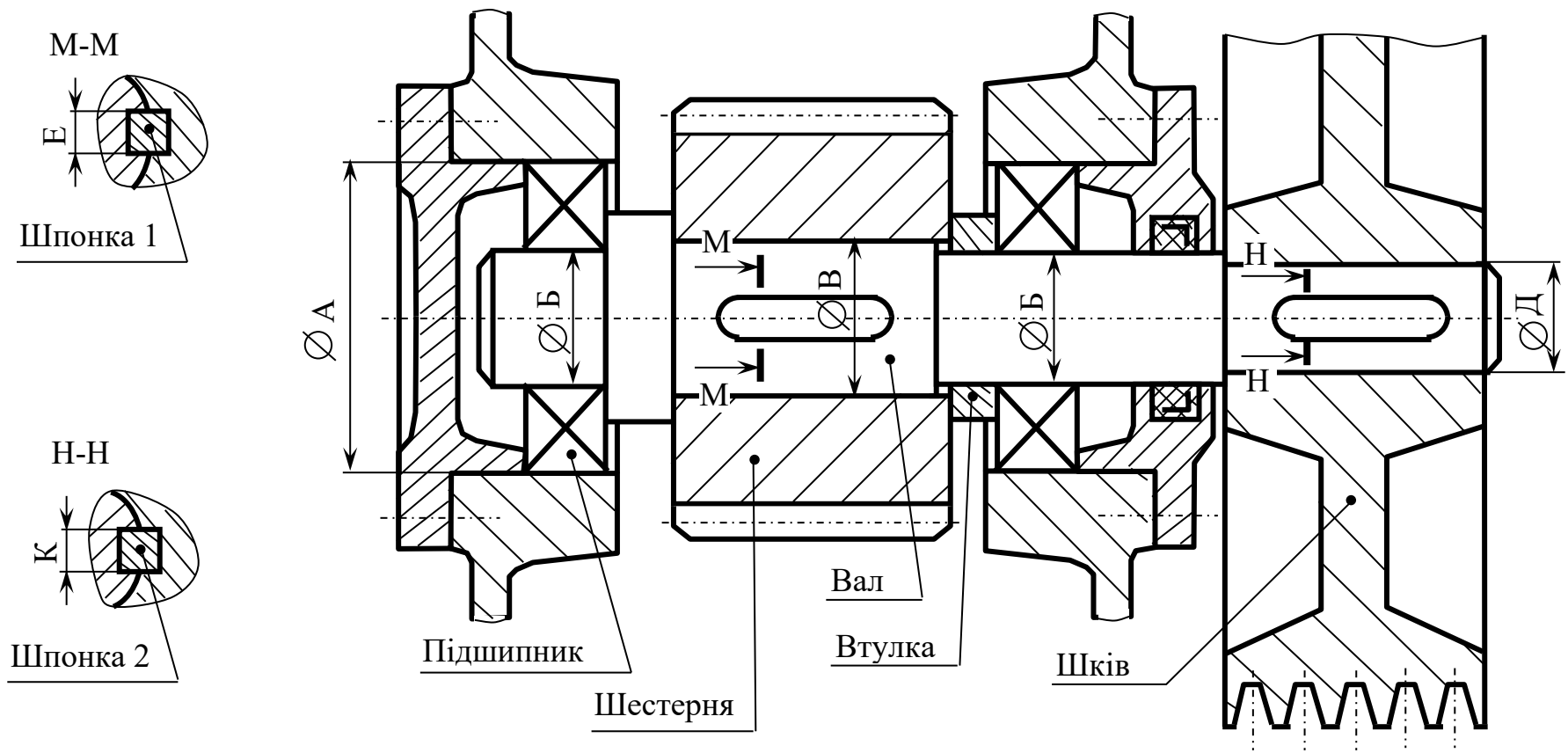


Рисунок Б.1 – Ескіз валу в зборі

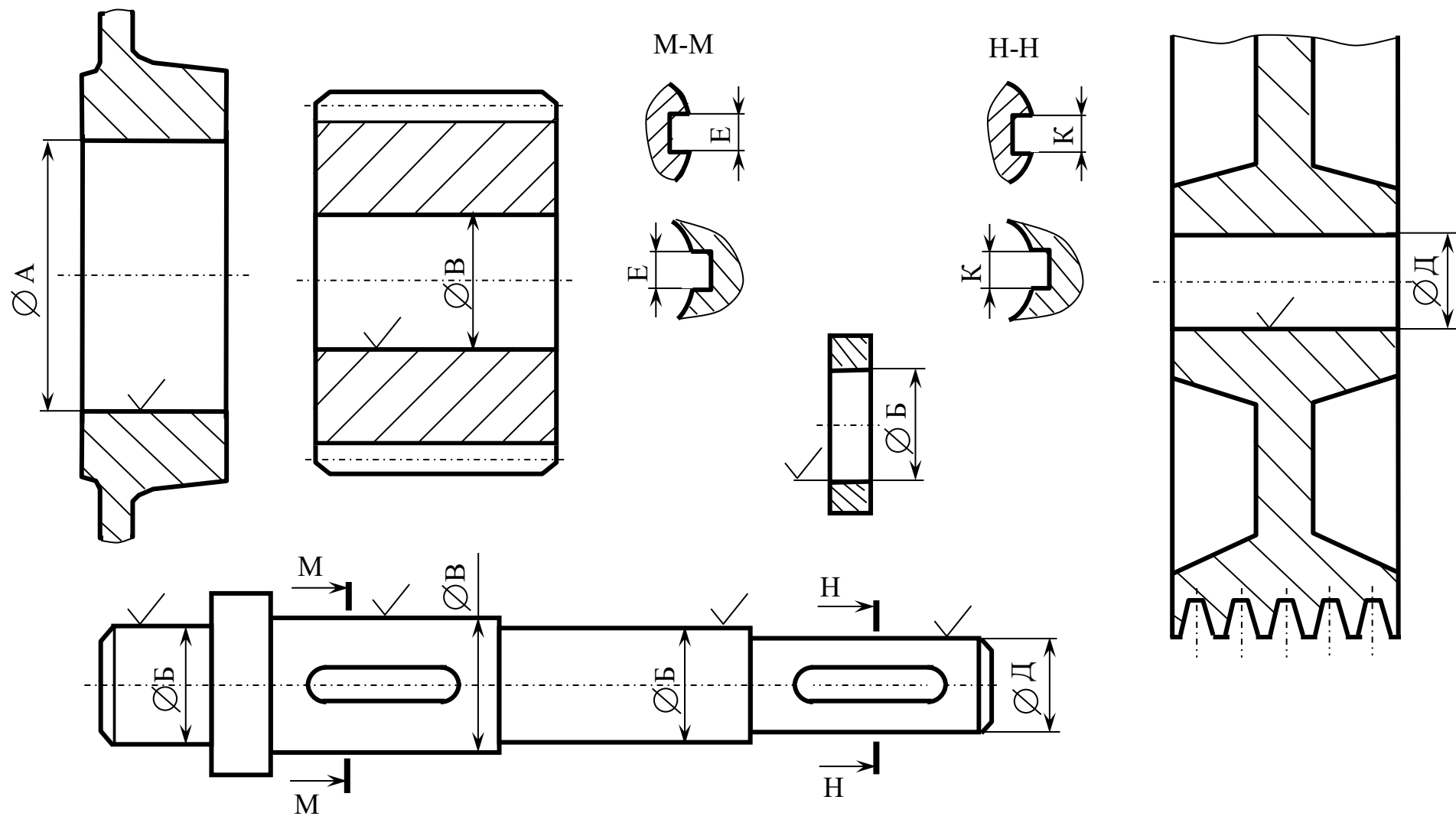


Рисунок Б.2 – Ескіз валу і деталей, що з'єднуються з ним

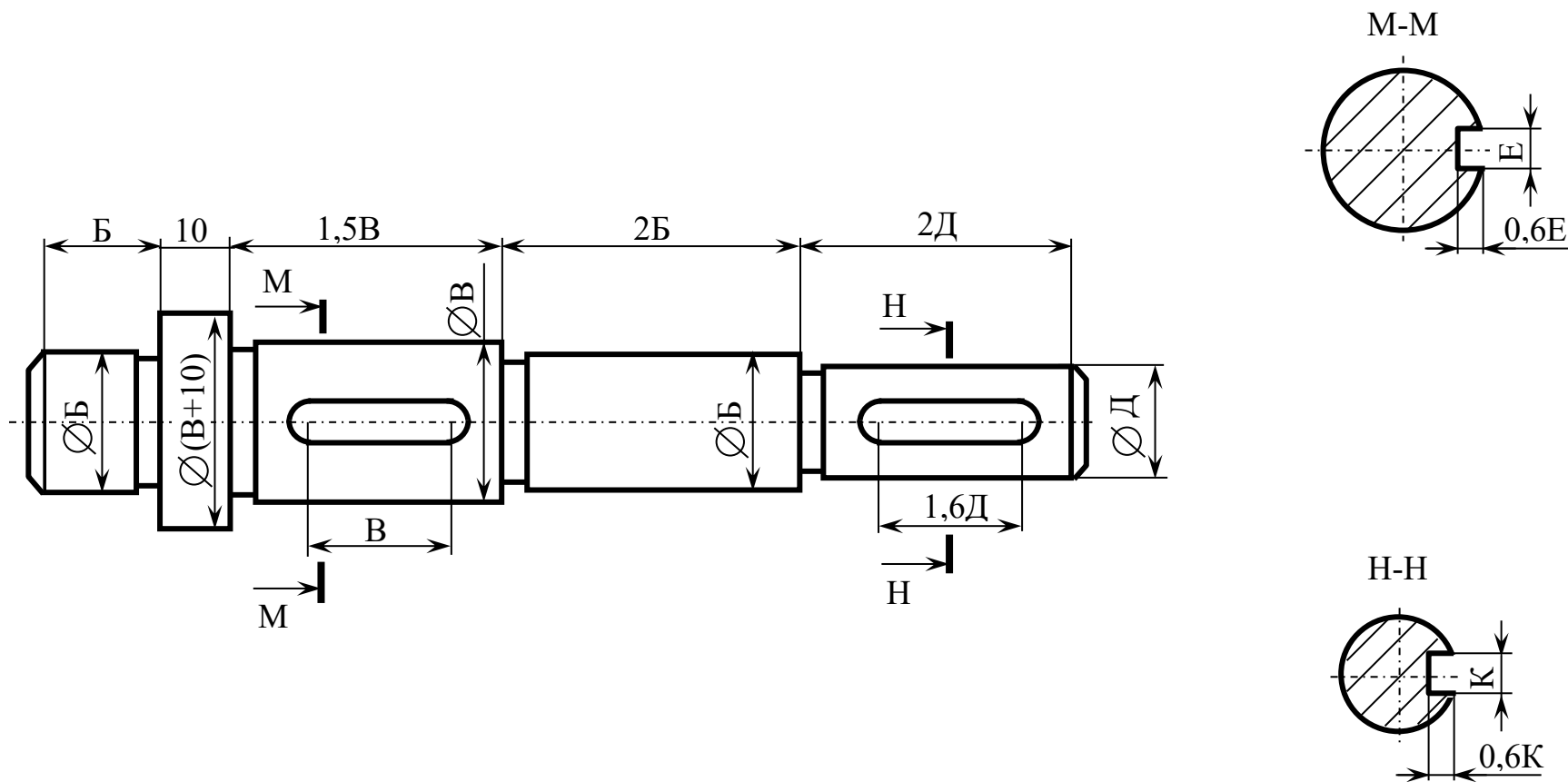


Рисунок Б.3 – Ескіз деталі «Вал»

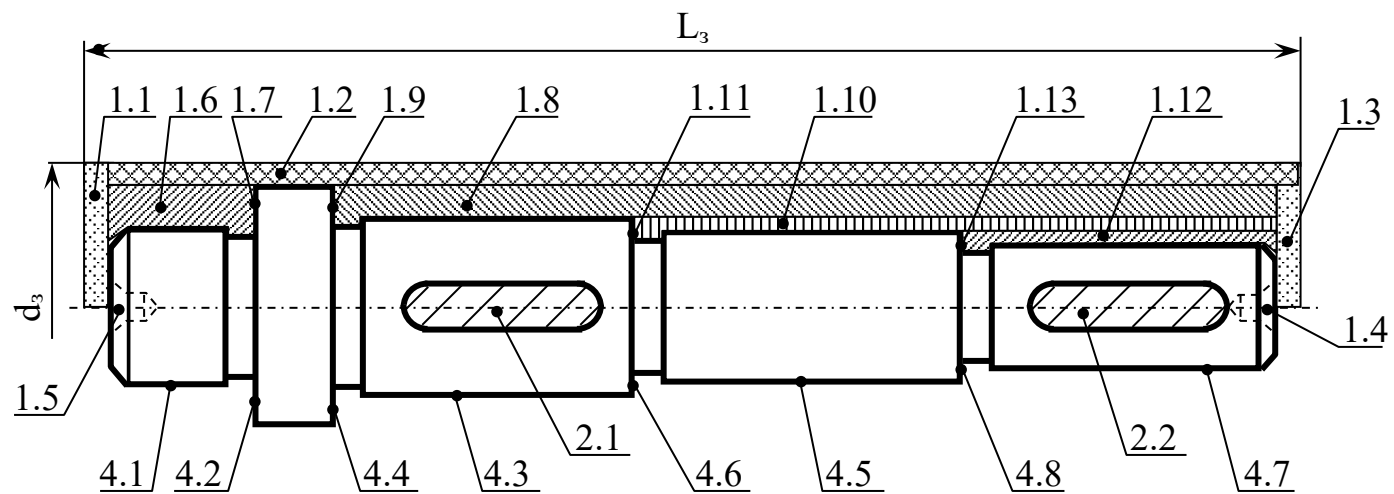
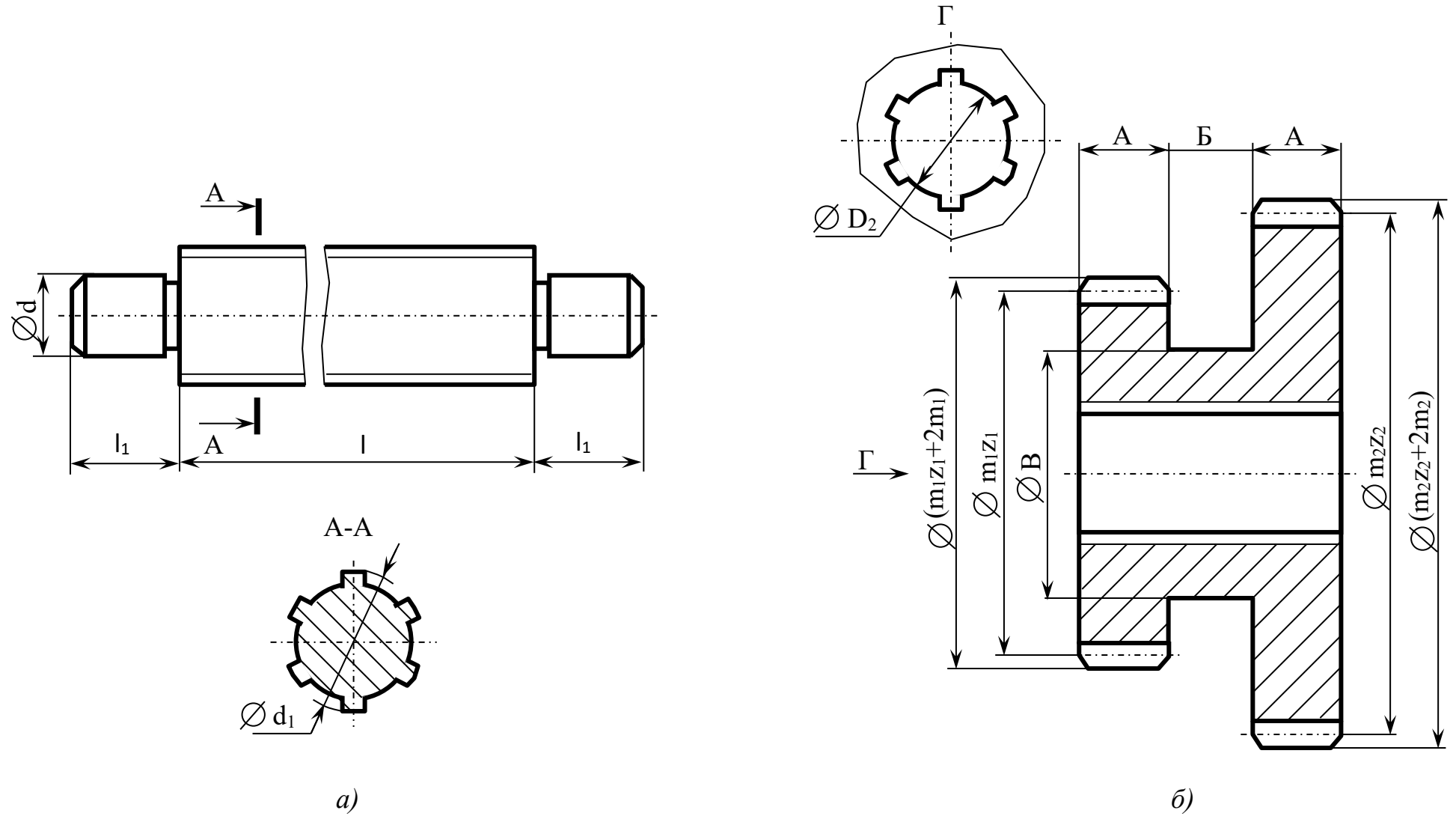
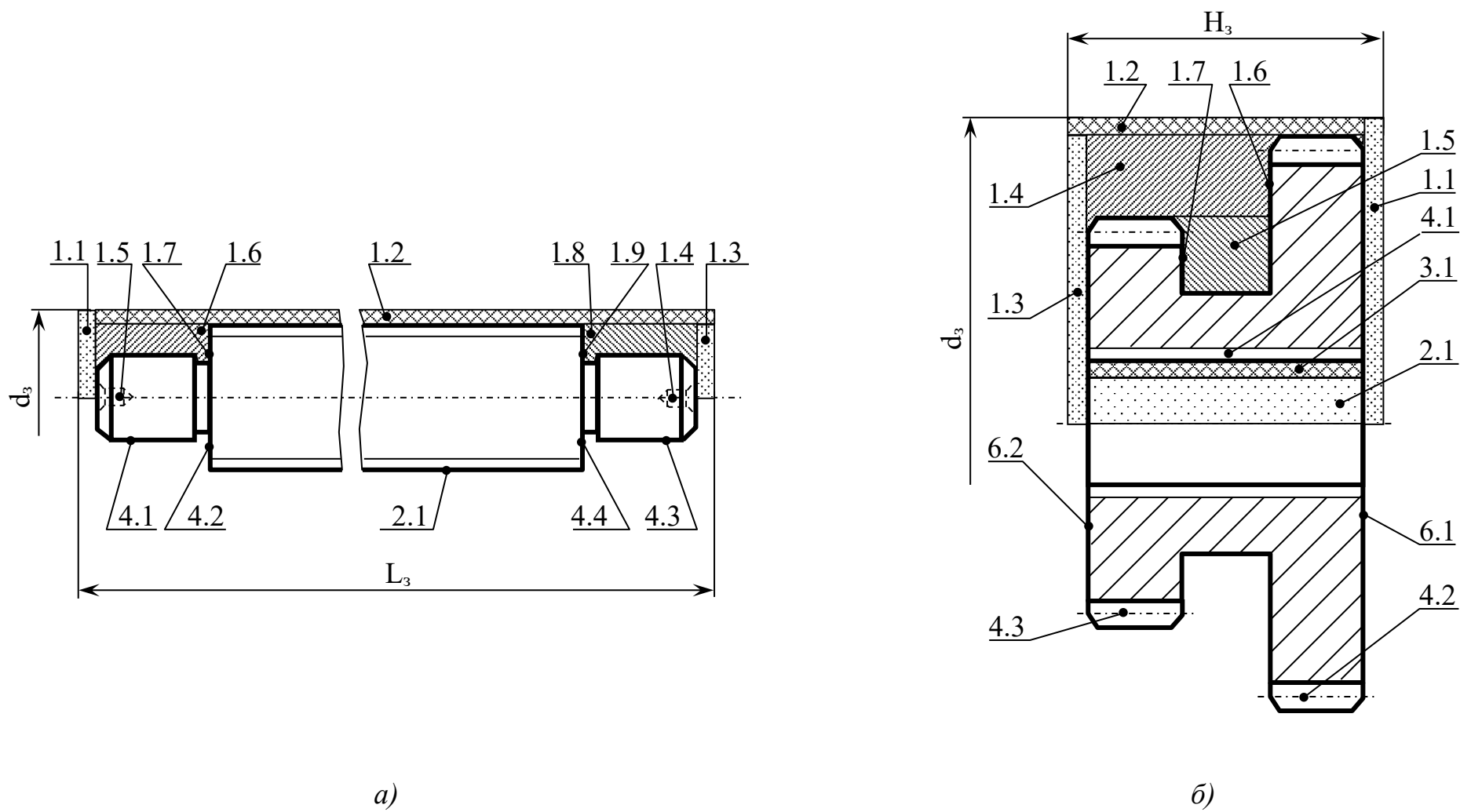


Рисунок Б.4 – Схема механічної обробки деталі «Вал»



а – «Вал шлицевый»; б – «Блок-шестерня»
Рисунок Б.5 – Ескизи деталей



а)

б)

а – «Вал шліцьовий»; б – «Блок-шестерня»
Рисунок Б.6 – Схеми механічної обробки деталей

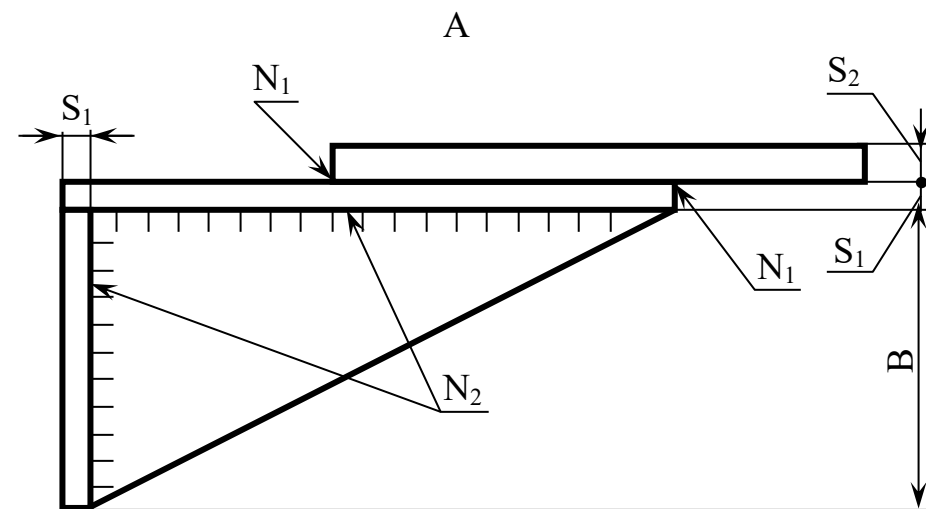
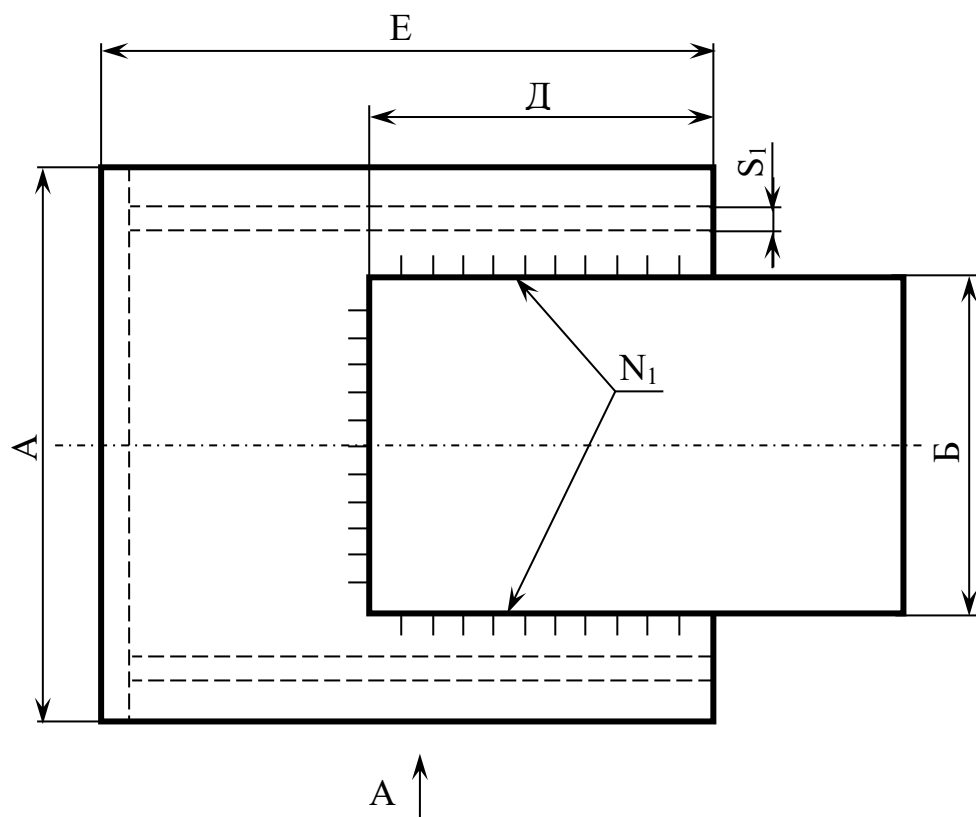


Рисунок Б.7 – Ескіз деталі «Кронштейн»

ДОДАТОК В

Довідковий матеріал для занять

Таблиця В.1 – Поля допусків. Граничні відхилення валів в мікрометрах

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску валів																	Інтервал розмірів, мм
	h6	h7	h8	h9	h14	d9	d11	e8	f 7	g6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	
3...6	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -300	-30 -60	-30 -105	-20 -38	-10 -22	-4 -12	+4,0 -4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	3...6
6...10	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -360	-40 -76	-40 -130	-25 -47	-13 -28	-5 -14	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	6...10
10...18	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -430	-50 -93	-50 -160	-32 -59	-16 -34	-6 -17	+5,5 -5,5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	10...18
18...30	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -520	-65 -117	-65 -195	-40 -73	-20 -41	-7 -20	+6,5 -6,5	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	18...30
30...50	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -620	-80 -142	-80 -240	-50 -89	-25 -50	-9 -25	+8,0 -8,0	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	30...50
50...80	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -740	-100 -174	-100 -290	-60 -106	-30 -60	-10 -29	+9,5 -9,5	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	50...65
																+62 +43	+78 +59	65...80
80...120	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -870	-120 -207	-120 -340	-72 -126	-36 -71	-12 -34	+11,0 -11,0	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	80...100
																+76 +54	+101 +79	100...120
120...180	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -1000	-145 -245	-145 -395	-85 -148	-43 -83	-14 -39	+12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63	+117 +92	120...140
																+90 +65	+125 +100	140...160
																+93 +68	+133 +108	160...180

Таблиця В.2 – Поля допусків. Граничні відхилення отворів в мікрометрах

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску отворів																	Інтервал розмірів, мм
	H7	H8	H9	H11	H14	±IT14/2	D9	E9	F8	J _s 7	J _s 9	G7	M7	N7	N9	P7	P9	
3...6	+12 0	+18 0	+30 0	+75 0	+300 0	±100	+60 +30	+50 +20	+28 +10	+6 -6	+15 -15	+16 +4	0 -12	-4 -16	0 -30	-8 -20	-12 -42	3...6
6...10	+15 0	+22 0	+36 0	+90 0	+360 0	±200	+76 +40	+61 +25	+35 +13	+7 -7	+18 -18	+20 +5	0 -15	-4 -19	0 -36	-9 -24	-15 -51	6...10
10...18	+18 0	+27 0	+43 0	+110 0	+430 0	±200	+93 +50	+75 +32	+43 +16	+9 -9	+21 -21	+24 +6	0 -18	-5 -23	0 -43	-11 -29	-18 -61	10...18
18...30	+21 0	+33 0	+52 0	+130 0	+520 0	±200	+117 +65	+92 +40	+53 +20	+10 -10	+26 -26	+28 +7	0 -21	-7 -28	0 -52	-14 -35	-22 -74	18...30
30...50	+25 0	+39 0	+62 0	+160 0	+620 0	±300	+142 +80	+112 +50	+64 +25	+12 -12	+31 -31	+34 +9	0 -25	-8 -33	0 -62	-17 -42	-26 -88	30...50
50...80	+30 0	+46 0	+74 0	+190 0	+740 0	±300	+174 +100	+134 +60	+76 +30	+15 -15	+37 -37	+40 +10	0 -30	-9 -39	0 -74	-21 -51	-32 -106	50...80
80...120	+35 0	+54 0	+87 0	+220 0	+870 0	±300	+207 +120	+159 +72	+90 +36	+17 -17	+43 -43	+47 +12	0 -35	-10 -45	0 -87	-24 -59	-37 -124	80...120
120...180	+40 0	+63 0	+100 0	+250 0	+1000 0	±500	+245 +145	+185 +85	+106 +43	+20 -20	+50 -50	+54 +14	0 -40	-12 -52	0 -100	-28 -68	-43 -143	120...180

Таблиця В.3 – Рекомендовані посадки підшипників кочення

Вид навантаження	Режим роботи	Посадка	
		для внутрішнього кільця	для зовнішнього кільця
місцеве	нормальний	$L0 / g6; L0 / h6; L6 / g6; L6 / h6$	$H7 / l0; G7 / l0; H7 / l6; G7 / l6$
циркуляційне	легкий	$L0 / k6; L0 / m6; L6 / k6; L6 / m6$	$M7 / l0; M7 / l6$
	нормальний	$L0 / n6; L6 / n6$	$N7 / l0; N7 / l6$
	важкий	$L0 / p6; L6 / p6$	$P7 / l0; P7 / l6$

Таблиця В.4 – Відхилення розмірів кілець підшипників в мікрометрах

Інтервали номінальних діаметрів d та D , мм	Клас точності 0		Клас точності 6	
	l	L	l	L
30...50	-12	-11	-10	-9
50...80	-15	-13	-12	-11
80...120	-20	-15	-15	-13
120...150	-25	-18	-18	-15
150...180	-25	-25	-18	-18

Таблиця В.5 – Поля допусків ширини паза під шпонку для валу та втулки

Вільне з'єднання		Нормальне з'єднання		Щільне з'єднання	
Вал	Втулка	Вал	Втулка	Вал	Втулка
$H9$	$D9$	$N9$	$Js9$	$P9$	$P9$

Таблиця В.6 – Шорсткість поверхонь гладких з'єднань в мікрометрах

Квалітет	Номінальні розміри, мм						
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...250
6	0,4		0,4...0,8	0,8			
7	0,8			0,8...1,6		1,6	
8	0,8	0,8...1,6	1,6			1,6...3,2	
9	3,2			3,2...6,3		6,3	
10	3,2...6,3	6,3				6,3...12,5	
11	6,3			6,3...12,5		12,5	
14	12,5			12,5...25		25	

Таблиця В.7 – Шорсткість посадкових поверхонь деталей, які контактують з підшипником, в мікрометрах

Деталь	Клас точності	Розмір, мм	
		0...80	80...500
Вал	0	1,6	3,2
	6	0,8	1,6
Отвір	0	1,6	3,2
	6	0,8	1,6

Таблиця В.8 – Зміст технологічної карти

№	Вид обробки, найменування операцій	Обладнання	Розрахункова формула	Час

Таблиця В.9 – Формули для розрахунку операційного та штучного часу в хвилинах

№	Операції, штучний час t_{um}	Формули для розрахунку операційного часу t_{on}	
		чорнове	чистове
1	Токарна обробка ($t_{um} = 2,14 \sum t_{on}$):	D, d – більший та менший діаметри заготовки	
1.1	точіння	$0,000075 d l$	$0,000175 d l$
1.2	підрізка торця	$0,000022 (D^2 - d^2)$	$0,000011 (D^2 - d^2)$
1.3	розточування отвору	$0,000134 d l$	$0,00018 d l$
2	Фрезерування ($t_{um} = 1,84 \sum t_{on}$):		
2.1	торцеве	$0,0059 l$	$0,0048 l$
2.2	циліндричне	$0,0066 l$	$0,0035 l$
3	Свердлильна група ($t_{um} = 1,72 \sum t_{on}$):		
3.1	свердління	$0,00056 d l$	
3.2	зенкерування, зенкування	$0,00021 d l$	
3.3	розгортання		$0,000876 d l$
4	Шліфування ($t_{um} = 2,1 \sum t_{on}$):	b, l – ширина і довжина заготовки	
4.1	кругле	$0,00012 d l$	$0,00018 d l$
4.2	пласке торцем круга	$0,0015 l$	$0,0013 l$
4.3	пласке периферією круга	$0,00025 b l$	$0,00015 b l$
5	Нарізання зубців ($t_{um} = 1,66 \sum t_{on}$):	z – кількість зубців	
5.1	методом копіювання	$0,009 z l$	
5.2	методом обкатки	$0,0022 d l$	
6	Нарізання різьби ($t_{um} = 1,72 \sum t_{on}$):		
6.1	мітчиком, плашкою	$0,000319 d l$	

Таблиця В.10 – Приклад технологічної карти механічної обробки східчастого валу

Найменування деталі		Матеріал	Заготовка	m_3 , кг	m_∂ , кг	$m_{нв}$, кг	КВМ
Вал		Сталь 45	$\varnothing 65$, прокат	2,86	1,48	3,00	0,49
№	Вид обробки, найменування операцій		Обладнання	Розрахункова формула			t_{on} , хв
1	Точіння		Токарний верстат				
1.1	Підрізати торець $\varnothing 65$ мм		Токарний верстат	$0,000022 \times 65^2$			0,16
1.2	Проточити на $\varnothing 60$ мм за дві установки		Токарний верстат	$0,000075 \times 60 \times 105$			1,07
1.3	Підрізати торець $\varnothing 60$ мм		Токарний верстат	$0,000022 \times 60^2$			0,13
1.4	Проточити ділянку на $\varnothing 40$ мм і довжину 60 мм		Токарний верстат	$0,000075 \times 40 \times 60$			0,41
Разом: $\sum t_{on}$							1,77
Усього: $t_{ум} = 2,14 \ t_{on} = 2,14 \ 1,77 = 3,79$ хвилин							

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МЕТАЛООБРОБКИ

**Методичні вказівки
до практичних та лабораторних робіт**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
студентів спеціальності 136 "Металургія"
денної та заочної форм навчання**

Укладач

ЧУЧИН Олег Володимирович

Редагування і комп'ютерне верстання

І. І. Дьякова

28/2019. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк.. 5,16.
Обл.-вид. арк. 3,16. . Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003

