

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічної роботи
«Допуски та посадки механічних систем
і пристроїв загального призначення»
з дисципліни
«Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»

Харків
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи

«Допуски та посадки механічних систем
і пристроїв загального призначення»

з дисципліни

«Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»

для студентів

спеціальності «Прикладна механіка»

денної, заочної та дистанційної форм навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 16.02.2023 р.

Харків
НТУ «ХП»
2023

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Допуски та посадки механічних систем і пристроїв загального призначення» з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Уклад.: Н. В. Козакова. – Харків : НТУ «ХП», 2023. – 35 с.

Укладач Н. В. Козакова

Рецензент В. О. Федорович

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М. Ф. Семка

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ.....	5
2. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ.....	11
3. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ.....	14
4. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ШЛІЦЬОВИХ З'ЄДНАНЬ.....	16
5. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ.....	18
6. РОЗРАХУНОК ГЛАДКИХ ГРАНИЧНИХ КАЛІБРІВ ДЛЯ ВАЛІВ І ОТВОРІВ	20
ЛІТЕРАТУРА	26
ДОДАТКИ	27

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Допуски та посадки механічних систем і пристроїв загального призначення» з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» призначені для допомоги студенту у виконанні розрахунково-графічної роботи (РГЗ), особливо при дистанційній формі навчання.

Перед виконанням РГЗ студент повинен засвоїти певні теоретичні положення дисципліни, виконати кілька лабораторних і практичних занять. Маючи початкові базові знання з «Взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань» він стає до виконання першого розділу РГЗ. Впродовж вивчення курсу студент набуває подальших знань для виконання наступних розділів РГЗ. Тому представлені методичні вказівки не містять теоретичного матеріалу, а є шаблоном, який дозволяє студентам скоротити час на виконання і оформлення роботи.

Студентові надається певна форма, до якої він заносить вихідні дані за номером варіанта, наданого викладачем, потрібні для виконання роботи довідкові дані і, виконуючі необхідні розрахунки, підставляє їх до вже написаних формул. Наведені текстові елементи дозволяють скоротити час написання роботи, а ескізи креслень – взагалі витратити час тільки на нанесення розмірів, допусків розмірів, граничних відхилень, допусків форм і розташування поверхонь, тобто безпосередньо на те, що становить зміст дисципліни.

В методичних вказівках наведено також літературні і нормативні джерела, за якими визначаються вихідні, довідкові дані, де можна переглянути теоретичний матеріал дисципліни та побачити приклади виконання РГЗ і оформлення креслень. Кожну дію при виконанні РГЗ супроводжують посилання на номери джерел, таблиць, рисунків і додатків, які потрібно використовувати при виконанні розділів роботи.

Все це дає можливість студенту оптимально й ефективно організувати виконання РГЗ як одну з складових своєї позааудиторної роботи.

1 ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ

1.1. Вихідні дані. За номером варіанта з таблиці А1 Додатку А [2] виписуємо три посадки з однаковим номінальним розміром:

1.2. Розшифровуємо позначення першої посадки _____:

∅ – позначення діаметра;

– номінальний розмір з'єднання ($D = d =$ _____ мм);

– поле допуску отвору;

– поле допуску валу;

– основне відхилення отвору, мкм (_____);

– основне відхилення валу, мкм (_____);

– квалітет, за яким нормується допуск отвору;

– квалітет, за яким нормується допуск валу.

Визначаємо чисельні значення основних відхилень отвору та валу (мкм) за номінальним розміром та літерою основного відхилення [3].

для отвору (табл. 3.11) _____;

для валу (табл. 3.10) _____.

Визначаємо величини допусків отвору та валу (мкм) за номінальним розміром та квалітетом [3] (табл. 3.7):

для отвору $TD = IT =$ _____;

для валу $Td = IT =$ _____.

Розраховуємо інші граничні відхилення отвору та валу (мкм), користуючись формулами:

$$TD = ES - EI \text{ та } Td = es - ei, \quad (1.1)$$

для отвору _____;

для валу _____.

Будуємо схему розташування полів допусків отвору та валу (рис. 1.1).

Визначаємо систему та характер посадки:

за наявності в посадці основного _____ – посадка в системі _____;

за розташуванням поля допуску отвору _____ поля допуску валу – посадка _____.

Розраховуємо граничні розміри отвору та валу (мм) за формулами:

$$D_{\max} = D + ES; \quad (1.2)$$

$$D_{\min} = D + EI;$$

$$d_{\max} = d + es; \quad (1.3)$$

$$d_{\min} = d + ei,$$

$$D_{\max} = \underline{\hspace{15cm}};$$

$$D_{\min} = \underline{\hspace{15cm}};$$

$$d_{\max} = \underline{\hspace{15cm}};$$

$$d_{\min} = \underline{\hspace{15cm}}.$$

Розраховуємо граничні зазори (мм) за формулами:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}; \quad (1.4)$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$$

або у МКМ

$$S_{\max} = ES - ei; \quad (1.5)$$

$$S_{\min} = EI - es,$$

$$S_{\max} = \underline{\hspace{15cm}};$$

$$S_{\min} = \underline{\hspace{15cm}}.$$

Розраховуємо середній зазор за формулою:

$$S_m = 0,5(S_{\max} + S_{\min}), \quad (1.6)$$

$$S_m = \underline{\hspace{15cm}}.$$

Розраховуємо допуск посадки з зазором за формулами:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} \quad (1.7)$$

та

$$T_p = TD + Td, \quad (1.8)$$

$$TS = \underline{\hspace{15cm}};$$

$$TS = \underline{\hspace{15cm}}.$$

На схемі розташування полів допусків позначаємо граничні відхилення, граничні розміри, допуски отвору та валу; граничні та середній зазори.

Визначаємо значення параметрів шорсткості, мкм, [2] (табл. А2) за номінальним розміром і квалітетом:

для отвору $Ra = \underline{\hspace{2cm}}$;

для валу $Ra = \underline{\hspace{2cm}}$.

1.3. Визначаємо значення граничних відхилень отвору та валу (мкм) [3] для другої посадки $\underline{\hspace{4cm}}$ за номінальним розміром та допуском:

для отвору (табл. 3.20) $ES = \underline{\hspace{2cm}}$, $EI = \underline{\hspace{2cm}}$;

для валу (табл. 3.19) $es = \underline{\hspace{2cm}}$, $ei = \underline{\hspace{2cm}}$.

Розраховуємо допуски отвору та валу (мкм) за формулами (1.1):

$TD = \underline{\hspace{4cm}}$;

$Td = \underline{\hspace{4cm}}$.

Будуємо схему розташування полів допусків отвору та валу (рис. 1.2).

Визначаємо систему та характер посадки:

за наявністю в посадці основного $\underline{\hspace{2cm}}$ – посадка в системі $\underline{\hspace{2cm}}$;

за розташуванням поля допуску отвору $\underline{\hspace{2cm}}$ поля допуску валу – посадка $\underline{\hspace{2cm}}$.

Розраховуємо граничні розміри отвору та валу (мм) за формулами (1.2) та (1.3):

$D_{\max} = \underline{\hspace{4cm}}$;

$D_{\min} = \underline{\hspace{4cm}}$;

$d_{\max} = \underline{\hspace{4cm}}$;

$d_{\min} = \underline{\hspace{4cm}}$.

Розраховуємо граничні натяги (мм) за формулами:

$$\begin{aligned} N_{\max} &= d_{\max} - D_{\min}; \\ N_{\min} &= d_{\min} - D_{\max} \end{aligned} \quad (1.9)$$

або у мкм

$$\begin{aligned} N_{\max} &= es - EI; \\ N_{\min} &= ei - ES, \end{aligned} \quad (1.10)$$

$$N_{\max} = \underline{\hspace{10em}};$$

$$N_{\min} = \underline{\hspace{10em}}.$$

Розраховуємо середній натяг за формулою:

$$N_m = 0,5(N_{\max} + N_{\min}), \quad (1.11)$$

$$N_m = \underline{\hspace{10em}}.$$

Розраховуємо допуск посадки з натягом за формулами:

$$TN = N_{\max} - N_{\min} \quad (1.12)$$

та (1.8),

$$TN = \underline{\hspace{10em}};$$

$$TN = \underline{\hspace{10em}}.$$

1.4. Визначаємо значення граничних відхилень отвору та валу (мкм) [3] для третьої посадки $\underline{\hspace{10em}}$ за номінальним розміром та полем допуску:

для отвору (табл. 3.20) $ES = \underline{\hspace{2em}}$, $EI = \underline{\hspace{2em}}$;

для валу (табл. 3.19) $es = \underline{\hspace{2em}}$, $ei = \underline{\hspace{2em}}$.

Розраховуємо допуски отвору та валу (мкм) за формулами (1.1):

$$TD = \underline{\hspace{10em}};$$

$$Td = \underline{\hspace{10em}}.$$

Будуємо схему розташування полів допусків отвору та валу (рис. 1.3).

Визначаємо систему та характер посадки:

за наявністю в посадці основного $\underline{\hspace{10em}}$ – посадка в системі $\underline{\hspace{10em}}$;

за розташуванням поля допуску отвору $\underline{\hspace{10em}}$ поля допуску валу – посадка $\underline{\hspace{10em}}$.

Розраховуємо граничні розміри отвору та валу (мм) за формулами (1.2) та (1.3):

$$D_{\max} = \underline{\hspace{10em}};$$

$$D_{\min} = \underline{\hspace{10em}};$$

$$d_{\max} = \underline{\hspace{10em}};$$

$$d_{\min} = \underline{\hspace{10em}}.$$

Розраховуємо граничні зазори за формулами (1.4) або (1.5) та граничні натяги за формулами (1.9) або (1.10):

$$S_{\max} = \underline{\hspace{10em}};$$

$$S_{\min} = 0;$$

$$N_{\max} = \underline{\hspace{10em}};$$

$$N_{\min} = 0.$$

Визначаємо імовірний зазор або натяг в посадці. Розраховуємо значення середніх відхилень отвору та валу (мкм) за формулами:

$$E_{mo} = 0,5(ES + EI); \quad (1.13)$$

$$e_{me} = 0,5(es + ei), \quad (1.14)$$

для отвору $E_{mo} = \underline{\hspace{10em}};$

для валу $e_{me} = \underline{\hspace{10em}}.$

Далі порівнюємо значення середніх відхилень:

якщо $E_{mo} > e_{me}$ – маємо імовірний зазор;

якщо $e_{me} > E_{mo}$ – маємо імовірний натяг.

Імовірний зазор розраховуємо за формулою:

$$S_m = E_{mo} - e_{me}. \quad (1.15)$$

Імовірний натяг розраховуємо за формулою:

$$N_m = e_{me} - E_{mo}. \quad (1.16)$$

В нашому випадку $E_{mo} \quad e_{me}$ – маємо імовірний _____, тобто _____ мкм.

Розраховуємо допуск перехідної посадки за формулами:

$$TS, N = S_{\max} + N_{\max} \quad (1.17)$$

та (1.8),

$$TS, N = \underline{\hspace{10em}};$$

$TS, N =$ _____.

1.5. В графічній частині будемо схеми розташування полів допусків для трьох посадок. На схемах позначаємо граничні зазори (натяги). На ескізах валу, отвору, з'єднання позначаємо граничні відхилення розмірів (комбінованим способом) та шорсткість поверхонь отвору і валу для першої посадки (див. рис. Б1 додатку Б [2]).

Рисунок 1.1 – Посадка з зазором

Рисунок 1.2 – Посадка з натягом

Рисунок 1.3 – Посадка перехідна

2. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

2.1 Вихідні дані. З таблиці А11 додатку А [2] виписуємо наступні відомості про підшипник:

умовне позначення підшипника кочення – _____ ;

інтенсивність радіального навантаження – $P_R =$ _____ Н/мм²;

клас точності підшипника – _____ ;

види навантаження кілець підшипника:

а) внутрішнього – _____ ;

б) зовнішнього – _____ ;

режим роботи підшипника – _____ .

2.2. За умовним позначенням підшипника кочення _____ визначаємо його основні розміри [2] (табл. А13):

внутрішній діаметр $d =$ _____ мм;

зовнішній діаметр $D =$ _____ мм.

2.3. Залежно від розмірів та класу точності підшипника визначаємо граничні відхилення кілець [3] (табл. 3.45, 3.46) і записуємо їх до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Діаметри, поля допусків і граничні відхилення кілець підшипника



Внутрішній діаметр	Зовнішній діаметр
$d =$ _____ мм	$D =$ _____ мм
Поле допуску	
L _____	l _____
Граничні відхилення, мкм	
$ES =$ _____; $EI =$ _____	$es =$ _____; $ei =$ _____

Таблиця 2.3 – Шорсткість поверхонь візла підшипника

Циліндричні поверхні		Торці заплічників	
вал	корпус	вал	корпус
$Ra = \underline{\hspace{2cm}}$	$Ra = \underline{\hspace{2cm}}$	$Ra = \underline{\hspace{2cm}}$	$Ra = \underline{\hspace{2cm}}$


2.7 Визначаємо допуски форми посадкових поверхонь валу та корпусу, мкм [2] (табл. А36) залежно від класу точності підшипника та розмірів валу та отвору корпусу і записуємо їх до табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Допуски форми посадкових поверхонь валу і корпусу

Позначення на кресленні	Вал	Корпус
	Допуск круглості	
	$T = \underline{\hspace{2cm}}$	$T = \underline{\hspace{2cm}}$
	Допуск профілю поздовжнього перерізу	
	$T = \underline{\hspace{2cm}}$	$T = \underline{\hspace{2cm}}$

2.8. Визначаємо допуски розташування посадкових поверхонь валу та корпусу, мкм [2] (табл. А37) залежно від класу точності підшипника та розмірів валу та отвору корпусу і записуємо їх до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Допуски розташування посадкових поверхонь валу і корпусу

Позначення на кресленні	Вал	Корпус
	Торцеве биття	
	$\Delta = \underline{\hspace{2cm}}$	$\Delta = \underline{\hspace{2cm}}$

2.9. В графічній частині будемо схеми розташування полів допусків кілець підшипників, корпусу та валу. Позначаємо розміри деталей, допуски, посадки з'єднань; позначаємо шорсткість, допуски форми та розташування посадкових поверхонь валу та корпусу (див. рис. Б2 додатку Б [2]).

3. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ

3.1. Вихідні дані. З табл. А12 Додатку А [2] вибираємо:

діаметр шпонкового з'єднання $D(d) =$ мм;

посадку за циліндричною поверхнею – ;

характер з'єднання за шириною шпонки b – .

3.2. Визначаємо основні розміри [2, (див. рис. 3.1)] деталей шпонкового з'єднання [2] табл. А18 (за довжину шпонки l вибираємо будь-яке із значень з примітки під таблицею, що опиняється в інтервалі «від ... до», вказаному для обраного діаметра з'єднання; розміри t_1 і t_2 обираємо за табл. А17 [2] залежно від ширини b і висоти h шпонки; розміри $d-t_1$ і $D+t_2$ розраховуємо).

3.3. Визначаємо поля допусків і граничні відхилення на основні розміри деталей шпонкового з'єднання. Дані заносимо до табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розміри деталей шпонкового з'єднання, визначення полів допусків та граничних відхилень

Розмір		Поле допуску	Граничні відхилення	
назва	величина, мм		величина, мкм	джерело визначення
діаметр валу	$d =$		$es =$ $ei =$	[3] табл. 3.19
діаметр втулки	$D =$		$ES =$ $EI =$	[3] табл. 3.20
ширина шпонки [2] табл. А18	$b =$	$h9$	$es =$ $ei =$	[3] табл. 3.19
висота шпонки [2] табл. А18	$h =$		$es =$ $ei =$	[3] табл. 3.19
довжина шпонки [2] табл. А18	$l =$	$h14$	$es =$ $ei =$	[3] табл. 3.19
глибина паза валу [2] табл. А17	$t_1 =$	-	$ES =$ $EI =$	[2] табл. А17 (А16)
глибина паза втулки [2] табл. А17	$t_2 =$	-	$ES =$ $EI =$	[2] табл. А17 (А16)
розмір для контролю валу	$d - t_1 =$	-	$es =$ $ei =$	[2] табл. А17 (А16)
розмір для контролю втулки	$D + t_2 =$	-	$ES =$ $EI =$	[2] табл. А17 (А16)

Продовження таблиці 3.1

ширина паза валу	$b =$	за характером з'єднання	$ES =$	[3] табл. 3.20, 3.22
			$EI =$	
ширина паза втулки	$b =$		$ES =$	[3] табл. 3.20, 3.22
			$EI =$	

3.4. Визначаємо параметри шорсткості поверхонь деталей шпонкового з'єднання, Ra не більше, мкм [2] (табл. А2 і А28). Дані заносимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Шорсткість поверхонь деталей шпонкового з'єднання

Циліндрична поверхня, табл. А2		Робочі поверхні деталей, табл. А28			Неробочі поверхні деталей, табл. А28		
валу	втулки	ширина шпонки	ширина паза валу	ширина паза втулки	висота шпонки	дно паза валу	дно паза втулки

3.5. В графічній частині будуюмо схеми розташування полів допусків за циліндричною поверхнею та за шириною шпонки. На ескізах валу, втулки і з'єднання позначаємо розміри, поля допусків, посадки, граничні відхилення, а також шорсткість поверхонь (див. рис. Б3 додатку Б [2]).

4. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ШЛІЦЬОВИХ З'ЄДНАНЬ

4.1. Вихідні дані. З табл. А19 додатку А [2] виписуємо умовне позначення шліцьового з'єднання:

4.2. Розшифровуємо умовне позначення шліцьового з'єднання:

- вид центрування;
- кількість шліців z ;
- номінальний розмір внутрішнього діаметра шліцьової втулки та шліцьового валу d ;
- посадка за внутрішнім діаметром з'єднання;
- номінальний розмір зовнішнього діаметра шліцьової втулки та шліцьового валу D ;
- посадка за зовнішнім діаметром з'єднання;
- номінальний розмір ширини западини шліцьової втулки та ширини шліца шліцьового валу b ;
- посадка за шириною шліца;
- умовне позначення шліцьової втулки;
- умовне позначення шліцьового валу.

4.3. Визначаємо граничні відхилення на елементи шліцьового з'єднання за табл. 3.19 і 3.20 [3]. Дані заносимо до табл. 4.1.

4.4. При видах центрування D і b додатково розраховується посадка за нецентруючим внутрішнім діаметром d . Для цього з табл. А20 [2] виписуємо значення діаметра d_1 для заданого шліцьового з'єднання $z \times d \times D$:

$$d_1 = \quad \text{мм.}$$

Розраховуємо нижнє граничне відхилення валу:

$$ei = d_1 - d = \quad = \quad (\text{мм}) = \quad (\text{мкм}).$$

Призначаємо квалітет на внутрішній діаметр валу. Зазвичай нецентруючу поверхню валу виготовляють за 14÷16 квалітетами.

Визначаємо допуск на розмір $d =$ мм за обраним 14, 15 або 16 квалітетом [3] (табл. 3.7):

$$Td = \text{мкм.}$$

Розраховуємо верхнє граничне відхилення валу:

$$es = ei + Td = \quad = \quad (\text{мкм}) = \quad (\text{мм}).$$

Записуємо виконавчий розмір валу через номінальний і два граничних відхилення у мм.

У випадку центрування D і b шліцьова втулка за внутрішнім діаметром виконується із допуском $H11$. Визначаємо [3] (табл. 3.20) граничні відхилення на розмір $d =$ мм із допуском $H11$.

Заносимо всі розміри, граничні відхилення і допуски до табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Номінальні розміри, поля допусків та граничні відхилення шліцьового з'єднання

Розмір, мм	Шліцьова втулка		Шліцьовий вал	
	поле допуску	відхилення, мкм	поле допуску	відхилення, мкм
Внутрішній діаметр $d =$		$ES =$ $EI =$		$es =$ $ei =$
Зовнішній діаметр $D =$		$ES =$ $EI =$		$es =$ $ei =$
Ширина шліца (западини під шліц) $b =$		$ES =$ $EI =$		$es =$ $ei =$

4.3. Визначаємо параметри шорсткості поверхонь деталей шліцьового з'єднання, Ra не більше, мкм [2] (табл. A29).

4.4. В графічній частині будуємо схеми розташування полів допусків за внутрішнім та зовнішнім діаметрами, шириною шліца. На ескізах шліцьового валу та шліцьової втулки позначаємо розміри деталей та шорсткість поверхонь (див. рис. Б4 Додатку Б [2]).

5. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ

5.1. Вихідні дані. З табл. А21 Додатку А [2] виписуємо умовне позначення різьбового з'єднання:

5.2 Розшифровуємо умовне позначення різьбового з'єднання:

M – різьба метрична із кутом профілю $\alpha = 60^\circ$;

– зовнішній діаметр різьби ($d =$ мм для болта, $D =$ мм для гайки);

– крок різьби P , мм;

– поле допуску середнього діаметра гайки;

... – поле допуску внутрішнього діаметра гайки;

– поле допуску середнього діаметра болта;

– поле допуску зовнішнього діаметра болта.

R – вказує на те, що западина болта повинна бути із обов'язковим заокругленням;

– умовне позначення гайки;

– умовне позначення болта.

5.3. Визначаємо номінальні розміри різьби за стандартом [3] (табл. 4.7):

зовнішній діаметр болта і гайки $d = D =$ мм;

середній діаметр болта і гайки $D_2 = d_2 =$ мм;

внутрішній діаметр болта і гайки $D_1 = d_1 =$ мм;

внутрішній діаметр болта за заокругленням западин $d_3 =$ мм

(тільки для випадку, коли западина болта виконується із обов'язковим заокругленням).

5.4. Визначаємо граничні відхилення різьби за стандартом [3] (табл. 4.15, 4.16):

для d $es =$ мкм; $ei =$ мкм;

для d_2 $es =$ мкм; $ei =$ мкм;

для d_1 $es =$ мкм; ei – не регламентується;

для D_2 $ES =$ мкм; $EI =$ мкм;

для D_1 $ES =$ мкм; $EI =$ мкм;

для D ES – не регламентується; $EI =$ мкм.

5.5. Розраховуємо граничні розміри болта і гайки за формулами:

$$d_{\max} = d + es = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.1)$$

$$d_{\min} = d + ei = \quad = \quad \text{мм} \quad (5.2)$$

$$d_{2\max} = d_2 + es = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.3)$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.4)$$

$$d_{1\max} = d_1 + es = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.5)$$

$$D_{2\max} = D_2 + ES = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.6)$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.7)$$

$$D_{1\max} = D_1 + ES = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.8)$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI = \quad = \quad \text{мм}; \quad (5.9)$$

$$D_{\min} = D + EI = \quad = \quad \text{мм}. \quad (5.10)$$

5.6. Виконуємо ескіз номінального контуру різьби і показуємо на ньому діаметри різьби, поля допусків, граничні відхилення, а також граничні розміри болта і гайки (див. рис. 5.2 [2]).

5.7 Розраховуємо граничні зазори різьбового з'єднання за зовнішнім діаметром:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = \quad = \quad \text{мм} = \quad \text{мкм}; \quad (5.11)$$

за середнім діаметром:

$$S_{2\max} = D_{2\max} - d_{2\min} = \quad = \quad \text{мм} = \quad \text{мкм}; \quad (5.12)$$

$$S_{2\min} = D_{2\min} - d_{2\max} = \quad = \quad \text{мм} = \quad \text{мкм}; \quad (5.13)$$

за внутрішнім діаметром:

$$S_{1\min} = D_{1\min} - d_{1\max} = \quad = \quad \text{мм} = \quad \text{мкм}. \quad (5.14)$$

5.8. У графічній частині виконуємо ескізи різьбового з'єднання, деталей із зовнішньою і внутрішньою різьбою (див. рис. Б5 Додатку Б [2]).

6. РОЗРАХУНОК ГЛАДКИХ ГРАНИЧНИХ КАЛІБРІВ ДЛЯ ВАЛІВ І ОТВОРІВ

6.1. Вихідні дані. Студенти, порядковий номер прізвища яких в журналі академічної групи парний, розраховують граничні калібри для посадки із зазором з першого розділу РГЗ; якщо непарний – граничні калібри для посадки із натягом з першого розділу РГЗ.

6.2. Визначаємо граничні відхилення отвору і валу [3] (табл. 3.19, 3.20).

6.3. Визначаємо і розшифровуємо величини (мкм) для побудови схем розташування полів допусків калібрів [4] (табл. 1.3, 1.4, 1.5, 1.6):

$H = \dots$, $H_1 = \dots$, $H_p = \dots$ – допуски на виготовлення калібрів-пробок, калібрів-скоб і контрольних калібрів для скоб відповідно;

$Z = \dots$, $Z_1 = \dots$ – відхилення середини полів допуску прохідного боку калібру-пробки і прохідного боку калібру-скоби відповідно відносно граничного розміру, який відповідає *тах* матеріалу деталі, що контролюється;

$u = \dots$, $u_1 = \dots$ – межі зносу прохідного боку калібру-пробки і калібру-скоби відповідно;

$\alpha = \dots$, $\alpha_1 = \dots$ – зміщення полів допусків непрохідного боку калібру-пробки і калібру-скоби відповідно у бік середини поля допуску деталі.

6.4. Будуємо схеми розташування полів допусків отвору, валу, калібру-пробки, калібру-скоби і контрольних калібрів для скоби (див. рис. 6.1, 6.2 і 6.3, які є загальними прикладами схем для різних розмірних інтервалів і квалітетів отворів та валів, що контролюються калібрами).

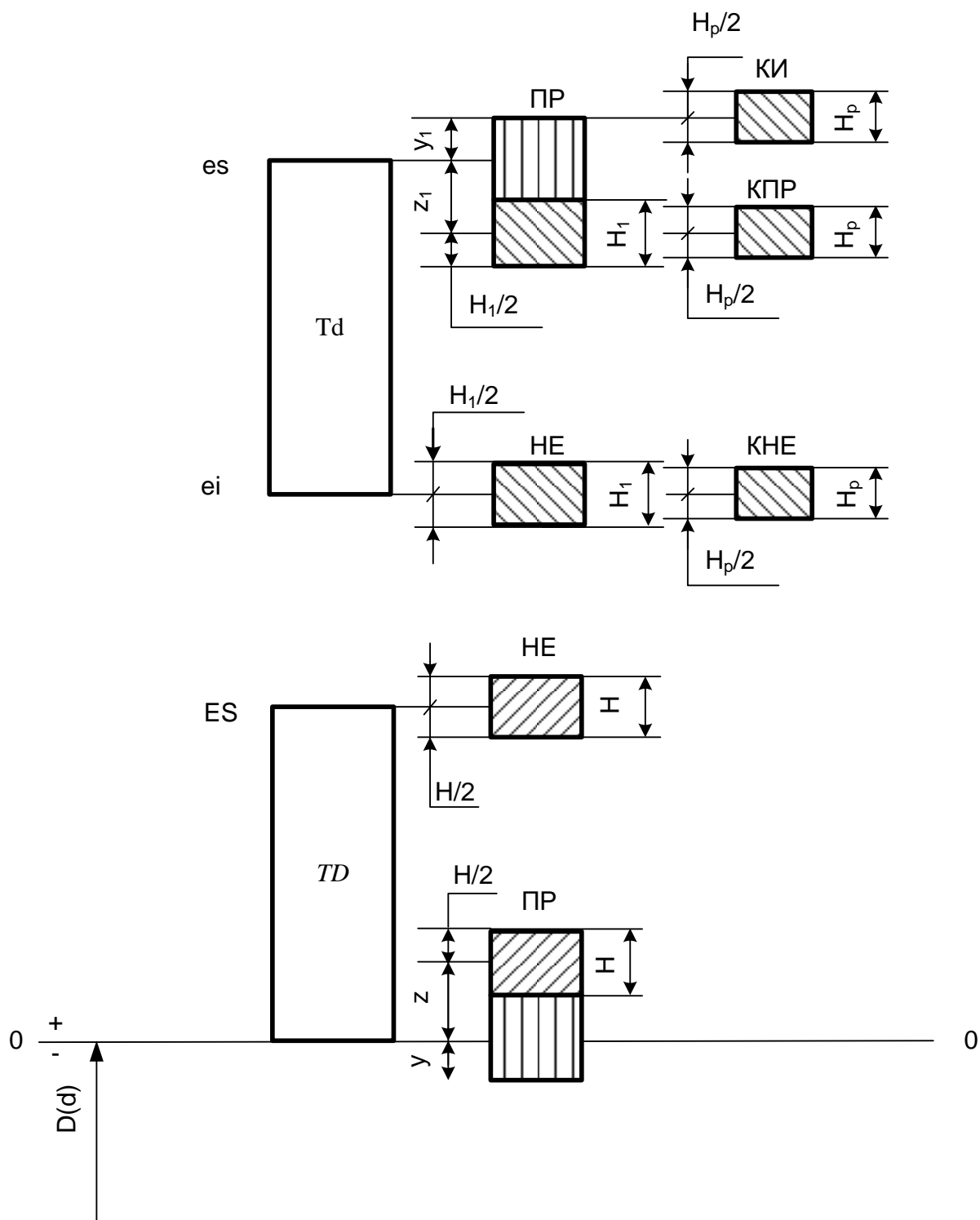


Рисунок 6.1 – Схема розташування полів допусків калібрів для контролю розмірів ≤ 180 мм

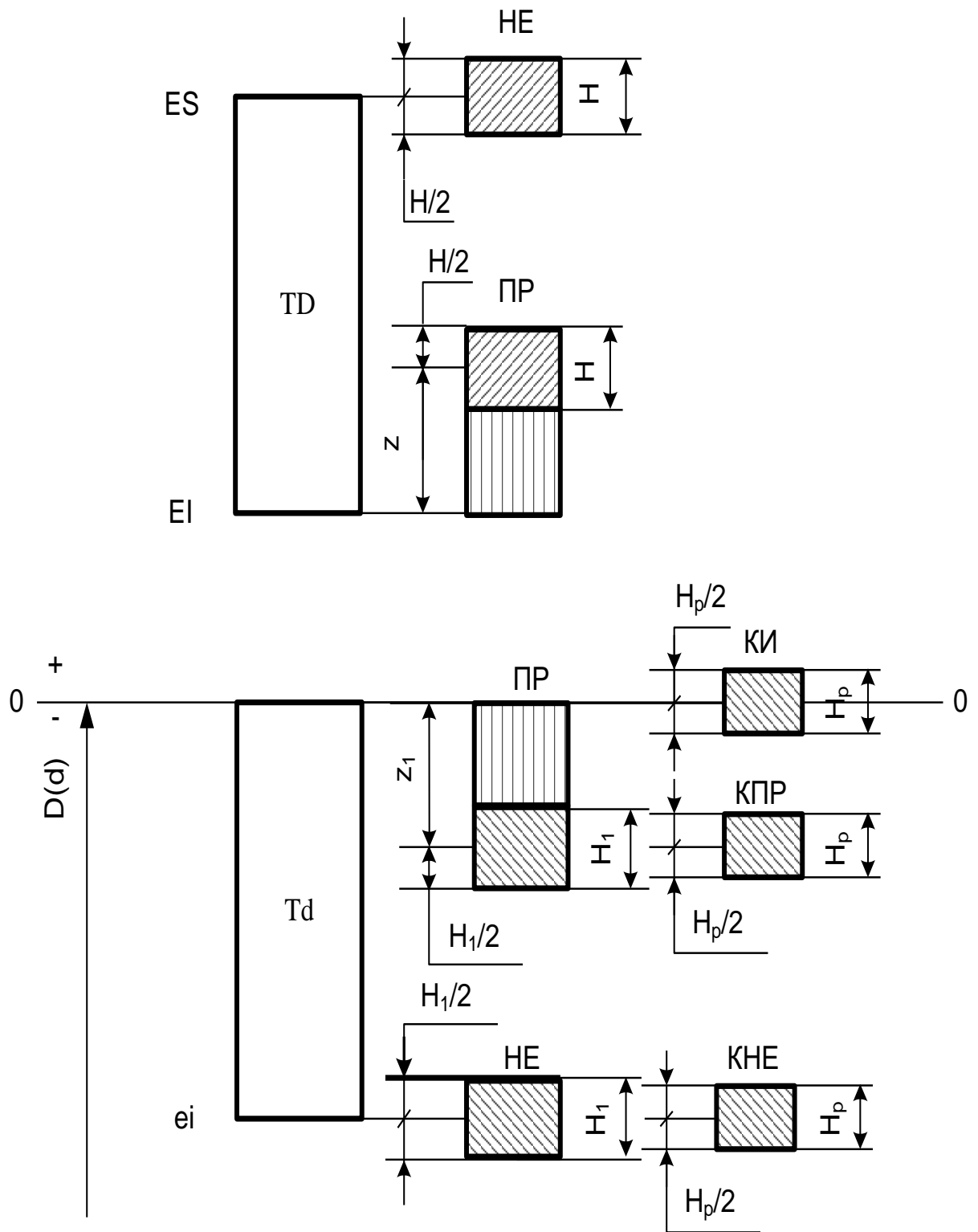


Рисунок 6.3 – Схема розташування полів допусків калібрів для контролю розмірів с $IT \geq 9$

6.5. Розраховуємо граничні розміри (мм) калібрів за формулами:

для калібру-пробки:

$$PP_{\max} = D + EI + z + \frac{H}{2}; \quad (6.1)$$

$$PP_{\min} = D + EI + z - \frac{H}{2}; \quad (6.2)$$

$$PP_{\text{ЗН}} = D + EI - y + \alpha; \quad (6.3)$$

$$HE_{\max} = D + ES - \alpha + \frac{H}{2}; \quad (6.4)$$

$$HE_{\min} = D + ES - \alpha - \frac{H}{2}; \quad (6.5)$$

для калібру-скоби:

$$PP_{\max} = d + es - z_1 + \frac{H_1}{2}; \quad (6.6)$$

$$PP_{\min} = d + es - z_1 - \frac{H_1}{2}; \quad (6.7)$$

$$PP_{\text{ЗН}} = d + es + y_1 - \alpha_1; \quad (6.8)$$

$$HE_{\max} = d + ei + \alpha_1 + \frac{H_1}{2}; \quad (6.9)$$

$$HE_{\min} = d + ei + \alpha_1 - \frac{H_1}{2}; \quad (6.10)$$

контрольних калібрів для скоби:

$$КПР_{\max} = d + es - z_1 + \frac{H_p}{2}; \quad (6.11)$$

$$КПР_{\min} = d + es - z_1 - \frac{H_p}{2}; \quad (6.12)$$

$$КНЕ_{\max} = d + ei + \alpha_1 + \frac{H_p}{2}; \quad (6.13)$$

$$КНЕ_{\min} = d + ei + \alpha_1 - \frac{H_p}{2}; \quad (6.14)$$

$$КИ_{\max} = d + es + y_1 - \alpha_1 + \frac{H_p}{2}; \quad (6.15)$$

$$КИ_{\min} = d + es + y_1 - \alpha_1 - \frac{H_p}{2}. \quad (6.16)$$

6.6. Записуємо виконавчі розміри (мм) калібрів:

для калібру-пробки:

$$HE_{\text{ВИК}} = HE_{\text{max} - H} ;$$

$$PP_{\text{ВИК}} = PP_{\text{max} - H} ;$$

для калібру-скоби:

$$HE_{\text{ВИК}} = HE_{\text{min}}^{+H} ;$$

$$PP_{\text{ВИК}} = PP_{\text{min}}^{+H} .$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Сірий І. С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання (2-е видання доповнене і перероблене): підручник / І. С. Сірий. – Київ: Аграрна освіта, 2009. – 353 с.
2. Приклади виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»: навч.-метод. посібник / Л. С. Кравченко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 168 с.
3. Єдина система допусків і посадок у машинобудуванні і приладобудуванні: Довідник у 2-х томах. – М.: Вид-во стандартів, 1989.
4. СТ СЭВ 157-75. Калібри гладкі для розмірів до 500 мм. Допуски.
5. Текстовые документы в сфере учебного процесса. Общие требования к выполнению. СТ ВУЗ -ХПИ- 3.01-2006.

ДОДАТОК А

Титульний аркуш

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ
«Допуски та посадки механічних систем
і пристроїв загального призначення»

Роботу виконав студент

Прізвище, ініціали

підпис

Група

Номер варіанту

Роботу прийняв викладач

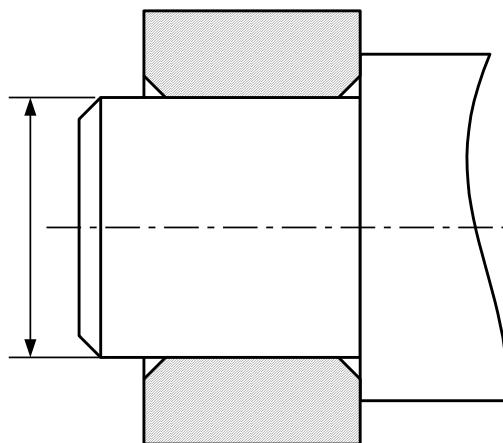
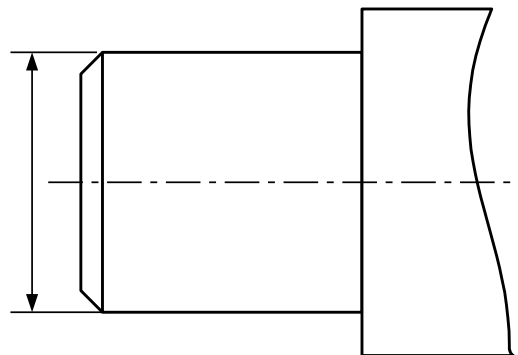
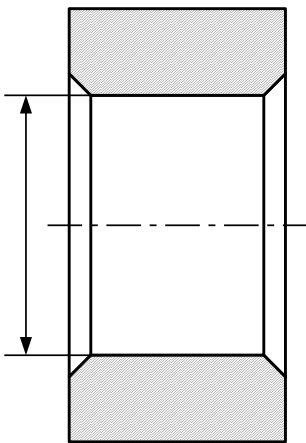
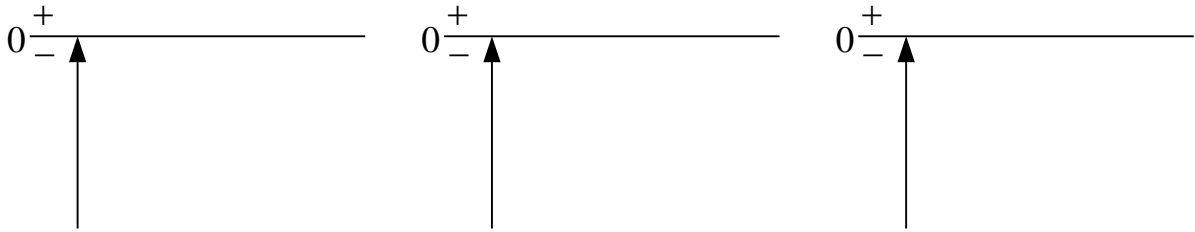
Посада, прізвище, ініціали

підпис

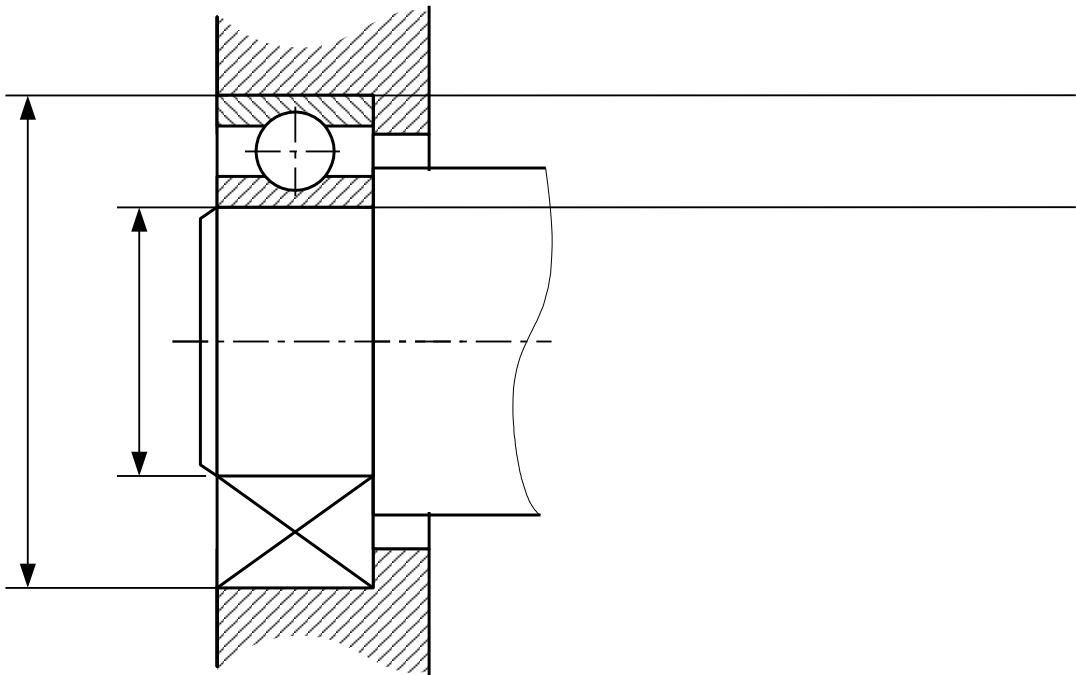
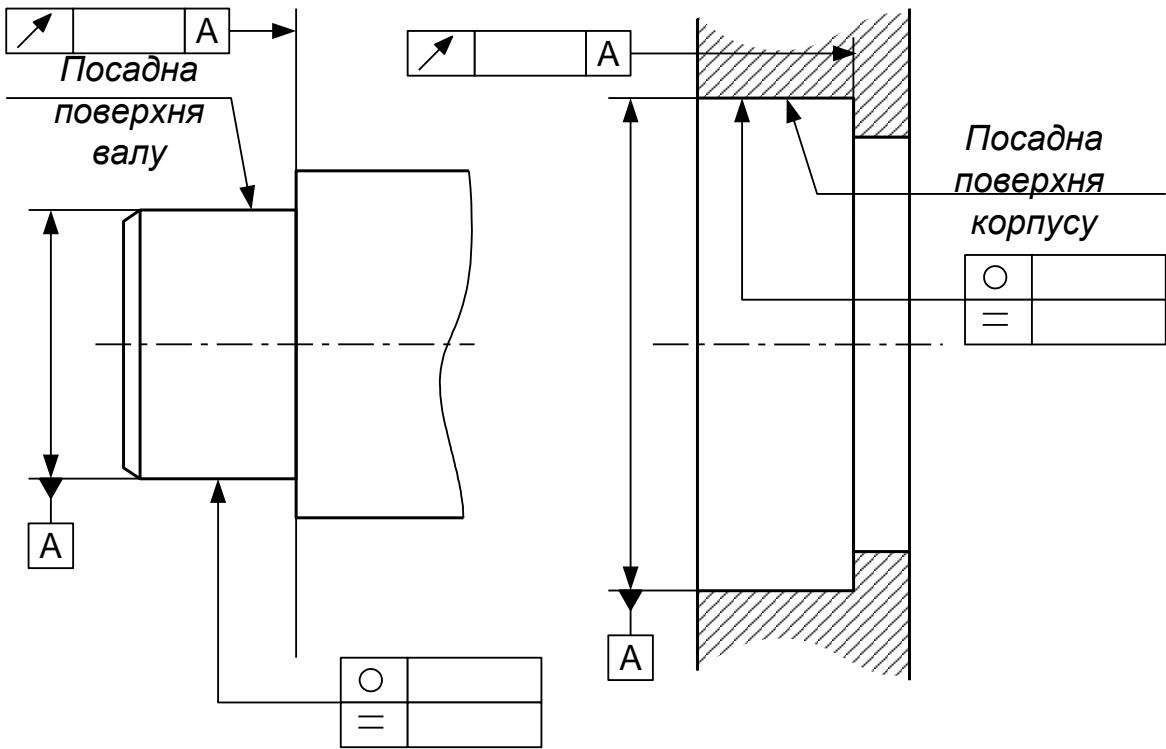
Харків 20__

ДОДАТОК В
Графічна частина

Схеми розташування полів допусків



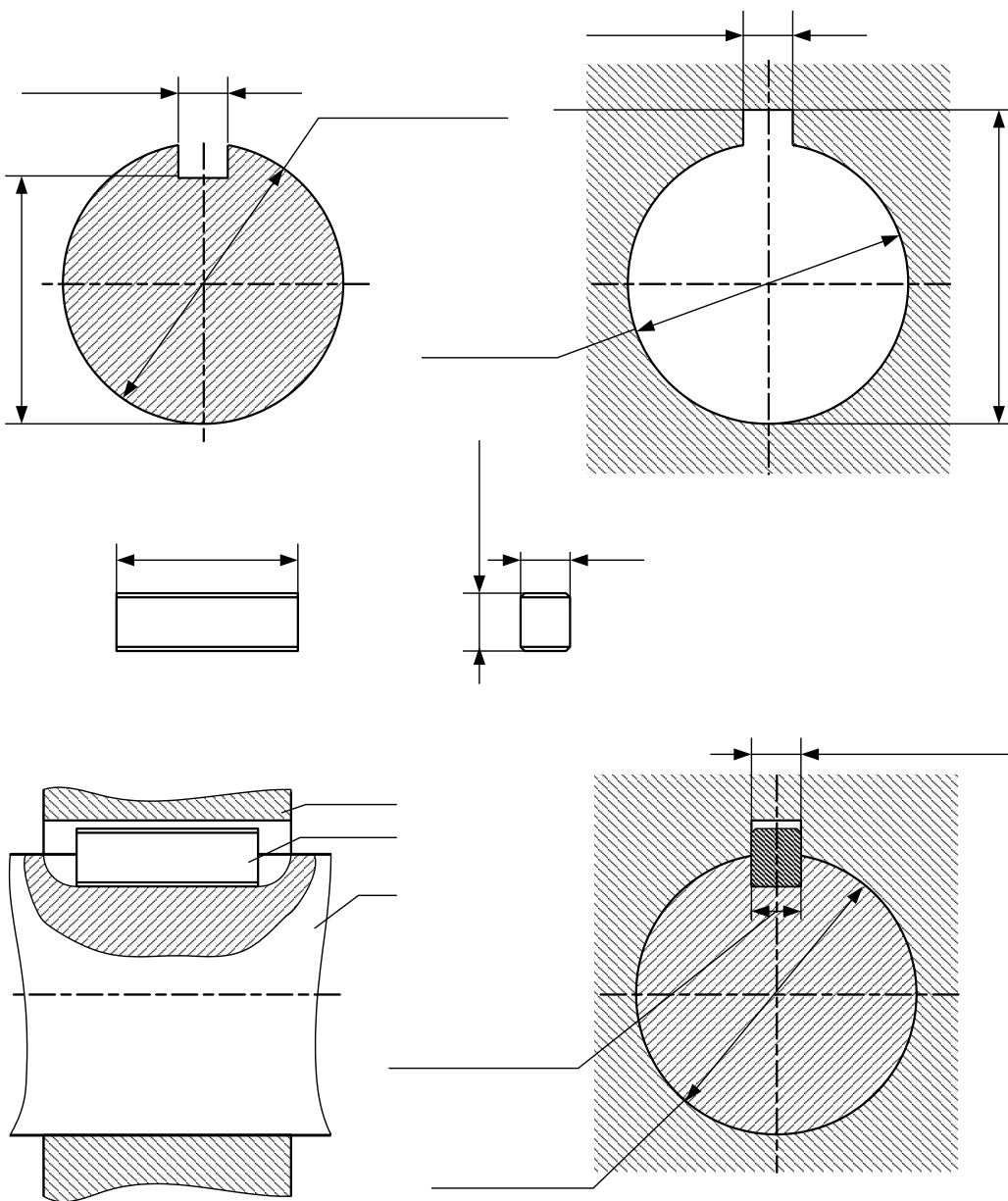
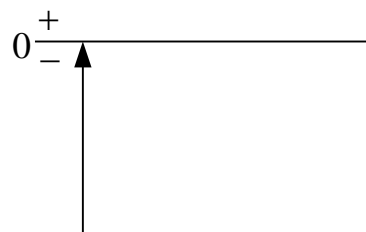
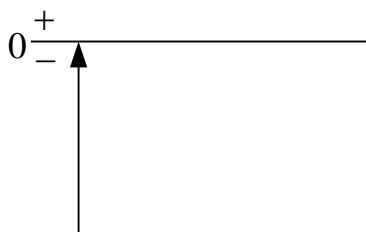
Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань



Допуски і посадки підшипників кочення

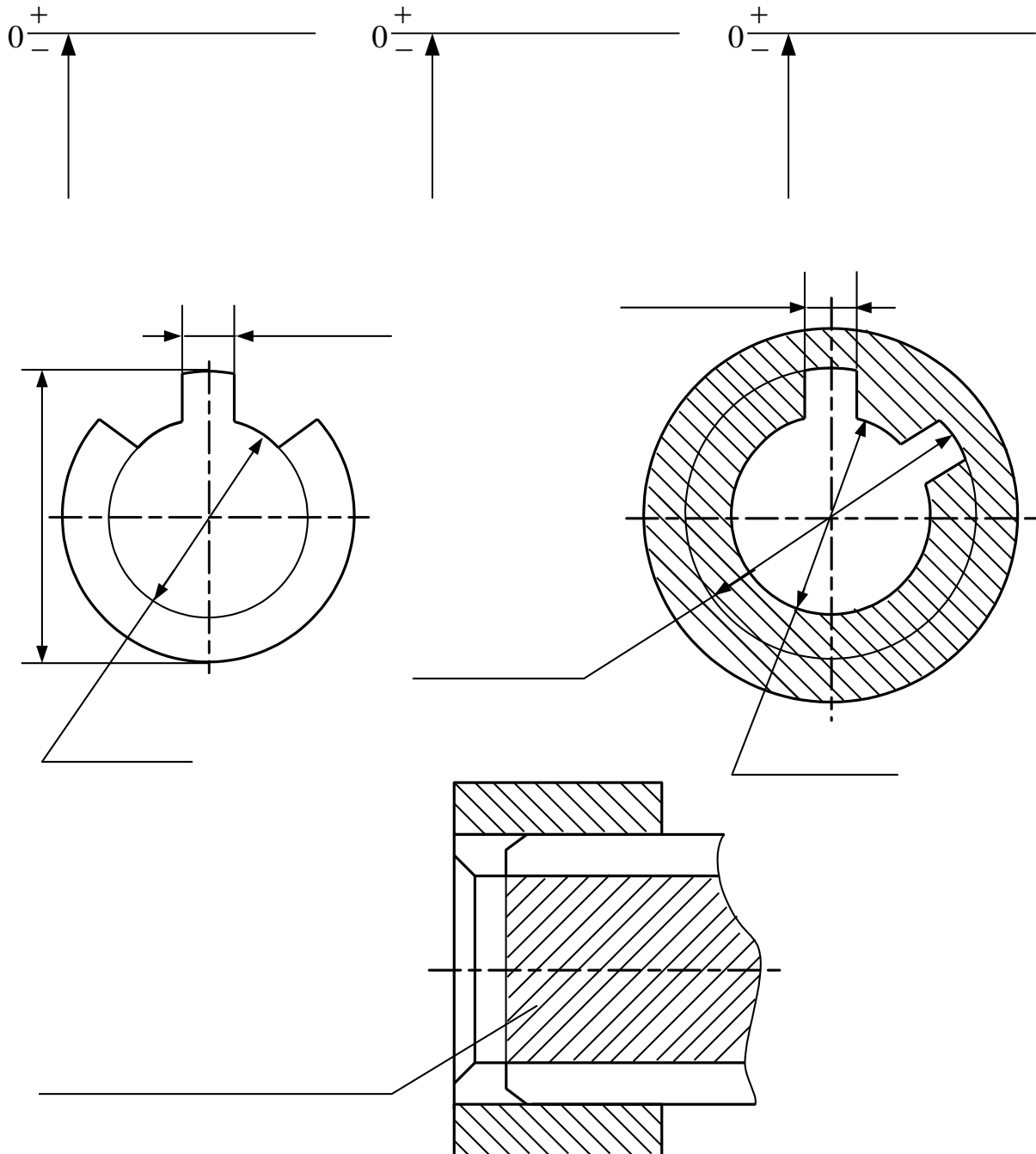
Схеми розташування полів допусків
за шириною шпонки

за циліндричною поверхнею

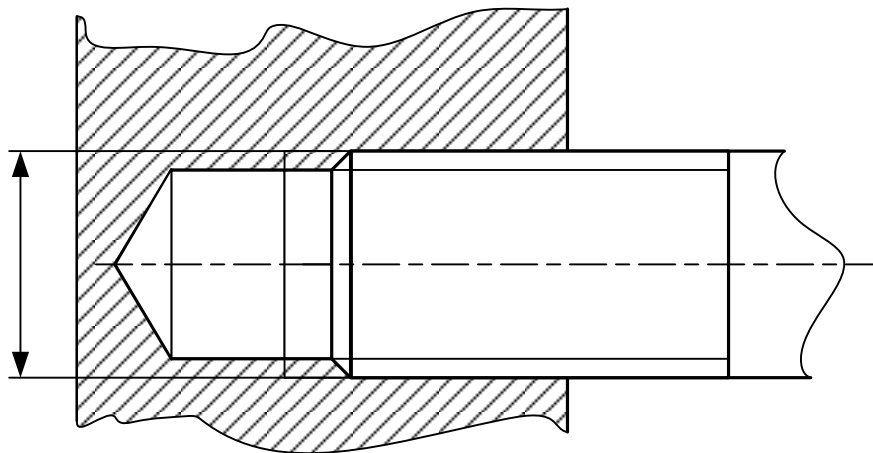
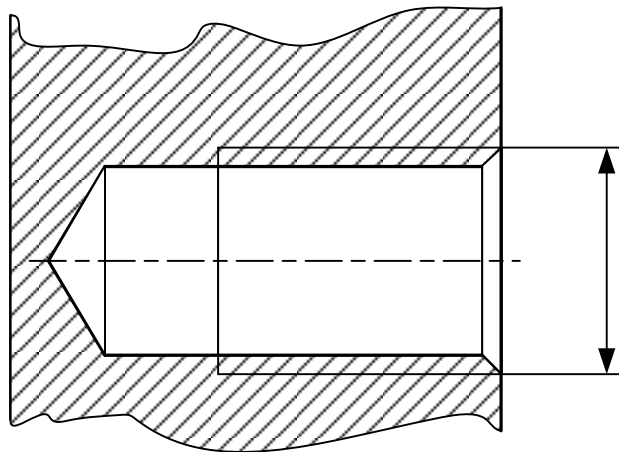
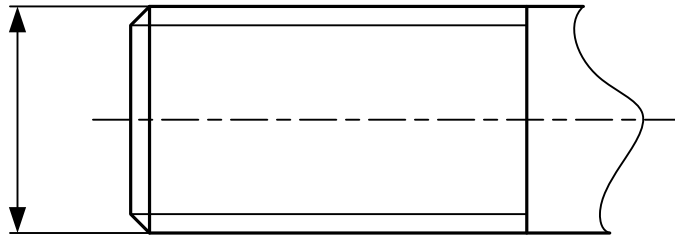


Допуски і посадки шпонкових з'єднань

Схеми розташування полів допусків



Допуски і посадки шліцьових з'єднань



Допуски і посадки різьбових з'єднань

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічної роботи
«Допуски та посадки механічних систем
і пристроїв загального призначення»
з дисципліни
«Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»
для студентів спеціальності «Прикладна механіка»
денної, заочної та дистанційної форм навчання

Укладач КОЗАКОВА Наталія Віталіївна

Роботу до видання рекомендував Олександр ШЕЛКОВИЙ

В авторській редакції

План 2023 р., поз. 22.

Підп. до друку 03.03.2023 р. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 1,8.

Видавничий центр НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
Свідоцтво про державну реєстрацію № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія