

744

П 469

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

---



**А. В. Пожуєв**  
**Н. М. Мазур**

## **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

**Навчально-методичний посібник**

*для студентів ЗДІА  
всіх технічних спеціальностей  
денної та заочної форм навчання*

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

*Затверджено до друку  
рішенням науково-методичної ради ЗДІА  
протокол № 8 від 14.06.2018р.*

## **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

### **Навчально-методичний посібник**

*для студентів ЗДІА  
всіх технічних спеціальностей  
денної та заочної форм навчання*

*Рекомендовано до видання  
на засіданні кафедри ПН,  
протокол № 17 від 30.05.2018р.*

Запоріжжя  
ЗДІА  
2018

УДК 744  
П 469

*А. В. Пожуєв, к.ф-м.н., доцент  
Н. М. Мазур, асистент*

**Відповідальний за випуск:** *зав. кафедри природничих наук  
к.ф-м.н., доцент А. В. Пожуєв*

**Рецензенти:**

*В. А. Шаломєєв, д.т.н., професор, завідувач кафедри нарисної геометрії,  
інженерної та комп'ютерної графіки Запорізького національного технічного  
університету;*

*С. В. Башлій, к.т.н., доцент кафедри металургії Запорізької державної  
інженерної академії.*

**Пожуєв А. В.**

П 469 Інженерна графіка: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА всіх технічних спеціальностей денної та заочної форм навчання / Пожуєв А. В., Мазур Н. М.; Запоріз. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2018. – 160 с.

Навчально-методичний посібник призначений для студентів технічних спеціальностей, які виконують розрахунково-графічні роботи (денної та заочної форм навчання) з курсу «Інженерна графіка».

Посібник містить теоретичний матеріал базових тем для вивчення, варіанти індивідуальних завдань, пояснення до виконання розрахунково-графічних робіт, зразки робіт і список літератури для самостійної підготовки.

## ЗМІСТ

Вступ	5
СТАНДАРТИ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ	5
1 Загальні відомості про стандарти ЄСКД.	6
1.1 Формати креслень	7
1.2 Основні написи	9
1.3 Масштаби	12
1.4 Лінії креслення	13
1.5 Шрифти креслярські	15
1.6 Графічні позначення матеріалів	19
1.7 Загальні правила нанесення розмірів на кресленнях	21
1.7.1 Загальні положення	21
1.7.1 Способи нанесення розмірів	27
Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №1	29
Таблиця завдань №1	30
ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ	37
2 Зображення	38
2.1 Вигляди	39
2.2 Розрізи	39
2.3 Перерізи	41
2.4 Виносні елементи	41
2.5 Види аксонометричних проєкцій	42
2.5.1 Прямокутні аксонометричні проєкції	43
2.5.2 Прямокутна ізометрична проєкція	44
Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №2	48
Таблиця завдань №2	49
НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ	59
3 Вказівки до виконання креслень (епюрів)	59

3.1 Вказівки до виконання епюра №1	59
Таблиця завдань №3	65
3.2 Вказівки до виконання епюра №2	66
Таблиця завдань №4	73
3.3 Вказівки до виконання епюра №3	74
Таблиця завдань №5	81
3.4 Вказівки до виконання епюра №4	96
Таблиця завдань №6	100
РОЗ'ЄМНІ ТА НЕРОЗ'ЄМНІ З'ЄДНАННЯ	115
4 Теоретичний матеріал	115
4.1 З'єднання роз'ємні. З'єднання болтом	116
Таблиця завдань №7	126
4.2 З'єднання нероз'ємні. З'єднання зваркою	127
Таблиця завдань №8	137
Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №7	144
СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ. ЕСКІЗИ ТА РОБОЧИ КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ. ДЕТАЛЮВАННЯ	145
5 Читання та деталювання складальних креслень	145
5.1 Вибір та позначення матеріалів на робочих кресленнях	149
5.2 Позначення шорсткості поверхонь	153
Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №8	159
Список літератури	160

## ВСТУП

Мета дисципліни «Інженерна графіка» – дати студентам знання, уміння та навички для складання та читання креслень, навчити доцільно використовувати стандарти та довідкові матеріали. В навчально-методичному посібнику розглянуто загальні правила оформлення креслень, елементарні геометричні побудови та виконання проєкційних креслень найпростіших технічних деталей.

В процесі виконання розрахунково-графічних робіт студенти набувають навичок самостійної роботи.

## СТАНДАРТИ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

### Теоретична частина

Перш ніж приступити до виконання розрахунково-графічної роботи, студенту необхідно вивчити державні стандарти, які діють в Україні:

- ГОСТ 2.301-68 - Формати;
- ГОСТ 2.302-68 - Масштаби;
- ГОСТ 2.303-68 - Лінії;
- ГОСТ 2.304-81 - Шрифти креслярські;
- ГОСТ 2.301-68 - Графічні позначення матеріалів;
- ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 - Нанесення розмірів і граничних відхилень;
- ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 - Основні написи.

**Завдання** (виконують на форматі А3):

1. Викреслити деталі за індивідуальним завданням (таблиця завдань №1). Розміри деталей збільшити в 4 рази (габаритні розміри мають бути: довжина - 120мм; найбільший діаметр валу, або ширина пластини - 60мм).
2. Згідно з ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 нанести розміри.

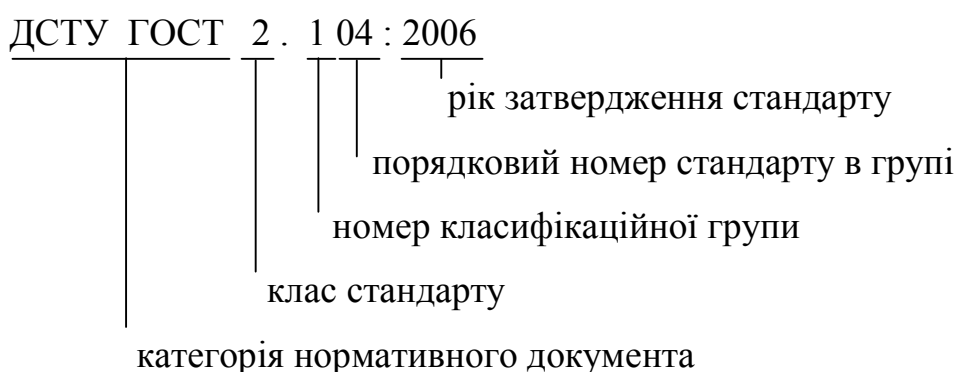
Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №1 представлено на рис. 23.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СТАНДАРТИ ЄСКД

**Єдина система конструкторської документації (ЄСКД)** — комплекс державних стандартів, що встановлюють взаємопов'язані правила, вимоги і норми по розробці, оформленню і обігу конструкторської документації, що розробляється і застосовується на усіх стадіях життєвого циклу виробу (при проектуванні, розробці, виготовленні, контролі, прийманні, експлуатації, ремонті, утилізації).

**Система конструкторської документації (СКД)** — це комплекс національних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані єдині вимоги і правила щодо порядку розроблення, оформлювання та обігу конструкторської документації.

Стандарти ЄСКД мають певну структуру позначень і назв:



В 3 класифікаційній групі розглянуті загальні правила виконання креслень.

Застосування стандартів дає:

- можливість взаємообміну конструкторською документацією без її переоформлення;
- оптимальну комплектність конструкторської документації;
- автоматизацію обробки документів і інформації, що міститься в них;
- необхідну якість виробів; можливість проведення сертифікації виробів;
- оперативну підготовку документації для швидкого переналагодження діючого виробництва;
- можливість створення і ведення єдиної інформаційної бази.

## 1.1 Формати креслень

ГОСТ 2.301-68 встановлює формати листів креслень та інших документів.

**Формат** – розміри зовнішньої рамки аркуша конструкторського документа, виконаної тонкою лінією.

Формати поділяються на **основні** (табл. 1) і **додаткові**.

**Основний формат** – формат конструкторського документа, якому віддають перевагу, розміри сторін якого становлять 1189x841мм (A0), або одержані послідовним діленням його на дві рівні частини паралельно до меншої сторони до формату 297x210мм (A4).

**Додатковий формат** – формат конструкторського документа, який утворюють збільшенням меншої сторони будь-якого основного формату на величину, кратну до її розміру.

Таблиця 1

### Основні формати креслень

Позначення форматів	Розміри сторін форматів,мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Допускається використовувати формат A5 з розмірами 148x210мм.

Поле креслення обмежують рамкою на відстані 20 мм від лівої межі аркуша (поле для підшивання) та на відстані 5 мм від інших сторін формату. Внутрішню рамку креслення виконують суцільною товстою основною лінією.

Формати, можуть компоуватися як горизонтально, так і вертикально. Формат **A4** компоується **лише вертикально** (рис.1).



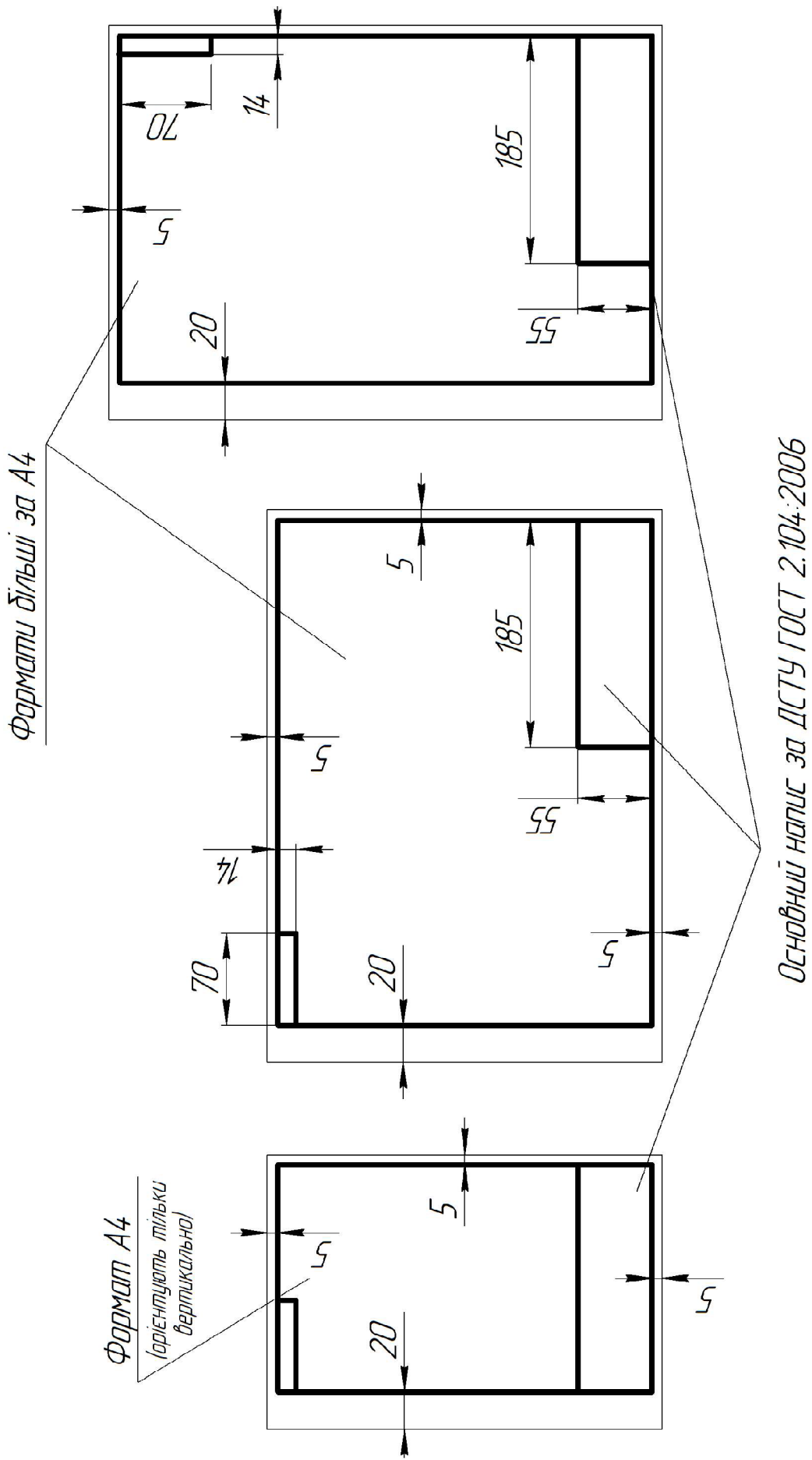


Рис.1 Розміщення основного напису на різних форматах

## 1.2 Основні написи

Креслення і конструкторські документи повинні мати основний напис. Його розміщують впритул до рамки креслення у правому нижньому кутку формату і виконують за ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Виконання основного напису на всіх аркушах обов'язкове (рис. 1).

**Основним написом** називається таблична форма стандартного зразка, яка містить інформацію про назву зображеного на кресленні виробу, авторів креслення і їх організацію, його масштаб тощо.

На рис. 2 зображено основні написи різних форм для машинобудівних і будівельних креслень.

Зміст граф основного напису машинобудівних креслень :

графа 1 – назва виробу (у відповідності з вимогами), а також назва документа;

графа 2 – позначення документа за ГОСТ 2.201-80;

графа 3 – позначення матеріалу деталі (графа заповнюється тільки на кресленнях деталей);

графа 5 – маса виробу;

графа 6 – масштаб зображення;

графа 7 – порядковий номер аркуша (на документах, які складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

графа 8 – загальна кількість аркушів документа (графу заповнюють тільки на першому аркуші);

графа 9 – назва чи індекс підприємства, що випускає документ;

графа 10 – характер роботи особи, яка підписує документ;

графа 11 – прізвища осіб, хто креслив і перевіряв креслення;

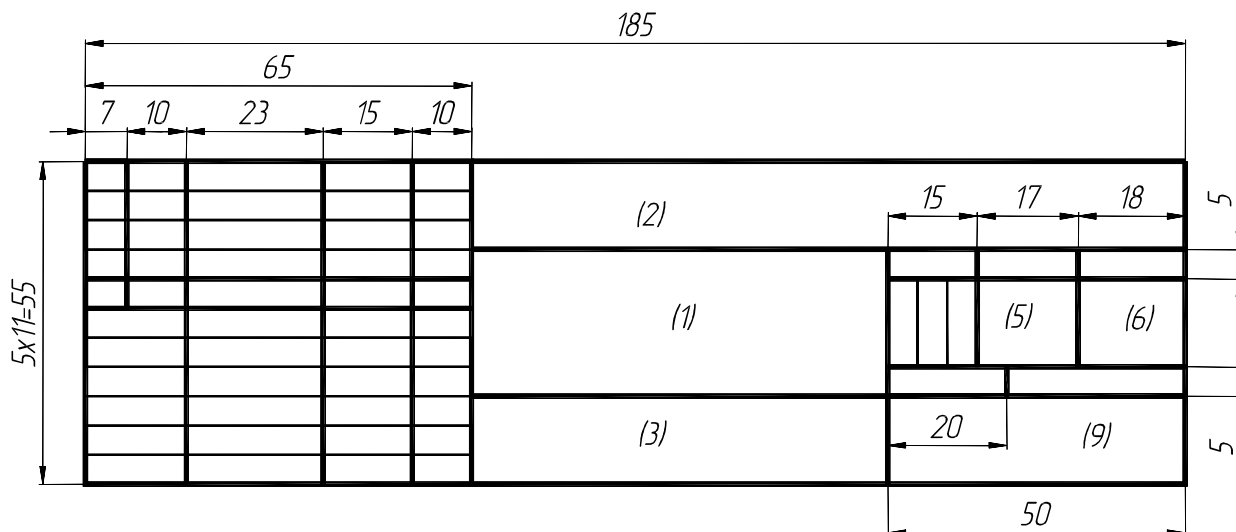
графа 12 – підписи осіб, що вказані в графі 11;

графа 13 – дата підписання документа;

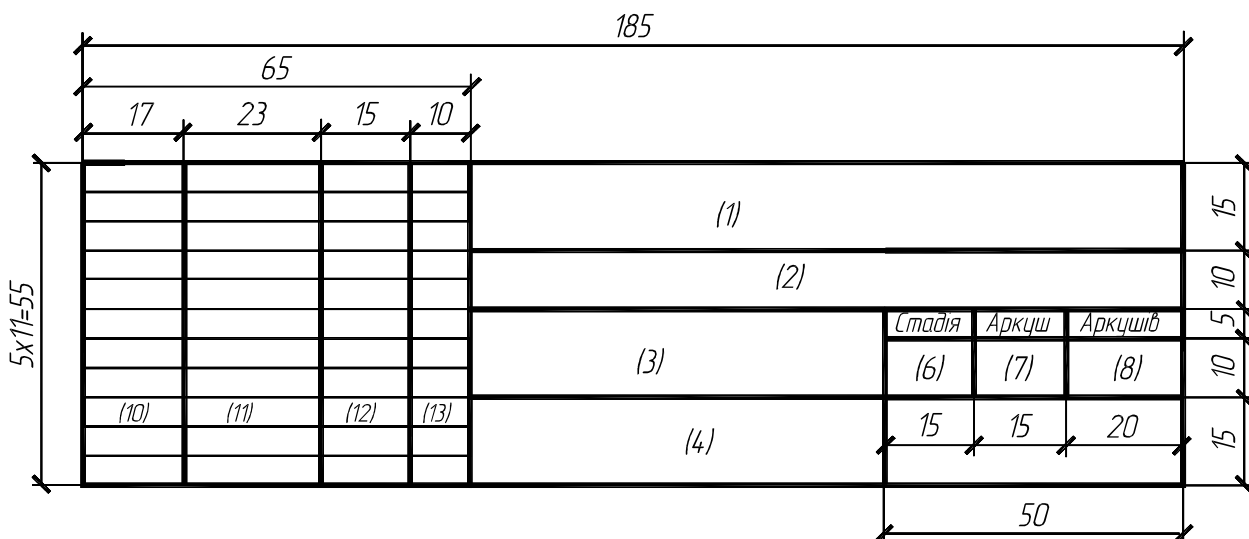
Графи 4, 14...18 заповнюються на документах, що випускаються підприємствами.

На рис.3 наведений приклад заповнення основного напису.

Форма 1. Основний напис для машинобудівних креслень



Форма 1. Основний напис для будівельних креслень



Форма 2. Основний напис для текстових документів машинобудівних креслень

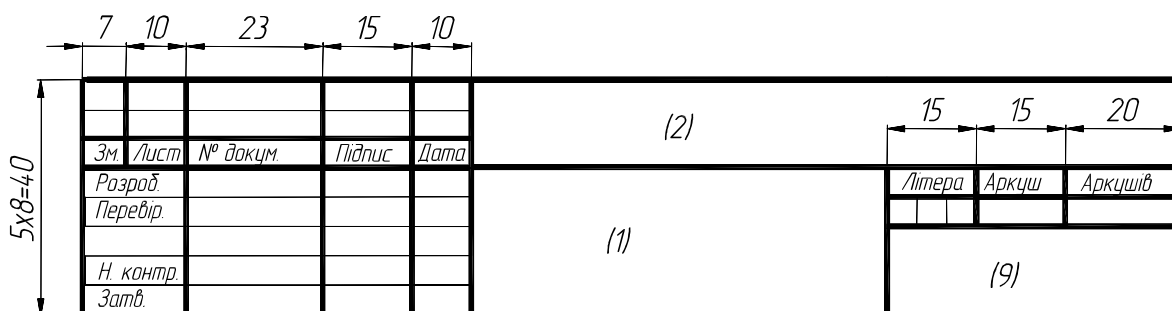


Рис.2 Форми та розміри основних написів

Форма 1

<b>ЗДІА. 1ХХОХХ. 000</b>									
<i>Стандарти оформлення креслень</i>			<i>Літера</i>		<i>Маса</i>		<i>Масштаб</i>		
							<b>1:1</b>		
			<i>Аркуш</i>		<i>Аркушів</i>				
			<b>МЕТ-17-100</b>						

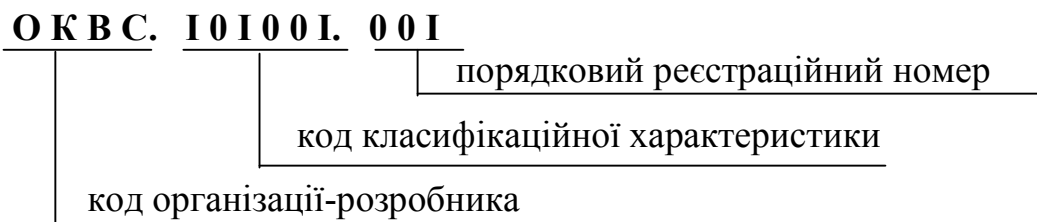
  

<b>ЗДІА. 1ХХОХХ. 000</b>									
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Петренко С.</i>							
<i>Перевір.</i>		<i>Мазур Н.М.</i>							
<i>Т. конпр.</i>									
<i>Н. конпр.</i>									
<i>Затв.</i>									

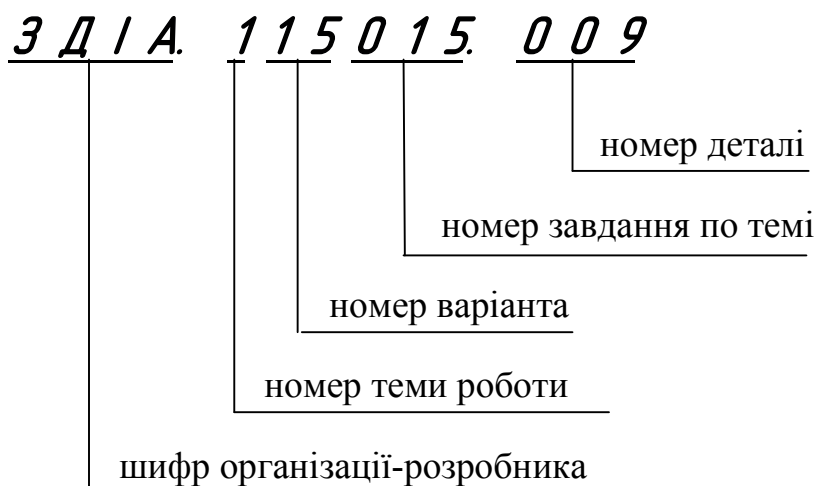
Шрифт № 3,5      Шрифт № 5      Шрифт № 7

Рис. 3 Приклад заповнення основного напису

Для основних конструкторських документів ГОСТом 2.201-80 встановлена структура позначення, яку вказують в графі 2 основного напису машинобудівних креслень:



На учбових кресленнях, що виконуються по курсу "Інженерна графіка", в ЗДІА пропонується така структура позначення:



### 1.3 Масштаби (ГОСТ 2.302-68)

Масштаби є **числові, лінійні і кутові**.

**Масштабом** називається відношення розмірів об'єкта, виконаного без спотворення, до його номінальних значень (ДСТУ 3321:2003).

Масштаб 1:1 означає, що зображення виконане в натуральну величину. Він вважається найкращим, бо креслення при цьому найточніше показує предмет за формою та розмірами. Але користуються і масштабами збільшення та зменшення.

Масштаби зображень на кресленні вибирають за ГОСТ 2.302-68, табл. 2.

Таблиця 2

### Масштаби зображень на кресленнях

Натуральна величина	1:1									
Масштаби зменшення	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20	1:25	1:40	1:50
Масштаби збільшення	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1		20:1		40:1	50:1

Масштаб позначають в спеціальній графі основного напису, наприклад:  $1:1$ ,  $1:2$  тощо.

Якщо окреме зображення на кресленні виконано в масштабі, що не відповідає зазначеному в основному написі, то масштаб позначається безпосередньо біля напису, що стосується цього зображення наприклад,  $A (1:4)$ ,  $B-B (1:5)$ .

***Незалежно від масштабу розміри на кресленні завжди проставляються дійсні.***

На табличках, "німих" та аналогічних креслениках масштаб у графі основного напису не вказують.

### 1.4 Лінії креслення (ГОСТ 2.303-68)

Якість креслень залежить від якості ліній. Найменування, накреслення, товщина та їх загальне призначення установлені ГОСТ 2.303-68 і приведені в табл. 3.

Товщину суцільної товстої основної лінії вибирають залежно від розмірів і складності зображення, а також від розмірів формату креслення.

Типи ліній необхідно запам'ятати та завжди виконувати правила їх накреслення.

## Лінії креслення за ГОСТ 2.303-68

Найменування	Накреслення	Товщина	Загальне призначення
Суцільна товста основна		$S = 0,5...1,4$	Лінія видимого обрису предмета
Суцільна тонка		$S/3...S/2$	Розмірні, виносні, лінії штриховки
Суцільна хвиляста		$S/3...S/2$	Лінія обриву, розмежування виду та розрізу
Суцільна тонка зі зламами		$S/3...S/2$	Довга лінія обриву
Штрихова		$S/3...S/2$	Лінія невидимого контуру зображення
Розімкнута		$S...1,5S$	Лінія розрізу чи перерізу
Штрихпунктирна тонка		$S/3...S/2$	Лінія осьова та центрована
Штрихпунктирна потовщена		$S/2...2/3S$	Лінія зображення "накладних проєкцій"
Штрипунктирна з двома крапками		$S/3...S/2$	Лінія зображення частин в кінцевих положеннях, лінія згину на розгортаннях

## 1.5 Шрифти креслярські (ГОСТ 2.304-81)

Виконання написів, нанесення розмірів та знаків на кресленнях і технічних документах робиться спеціальним шрифтом.

Основні типорозміри та параметри креслярських шрифтів виконуються за ГОСТ 2.304-81.

**Розмір шрифту  $h$**  - величина визначена висотою прописних літер в міліметрах (рис. 4). ГОСТ 2.304-81 установлює такі розміри шрифтів: **1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.**

Висота  $c$  малих літер без відростків приймається:

$$c = 0,7 \cdot h$$

Ширина букв  $q$  різноманітна і визначається як функція товщини лінії шрифту  $d$ .

Ширина прописних літер  $q = 6d$  за виключенням

**А, М, Д, Х, Ц, Ю** - де  $q = 7d$ ;

**Ж, Ш, Ф** - де  $q = 8d$ ;

**Щ** - де  $q = 9d$ ;

Ширина малих літер  $q = 5d$ , за виключенням:

**а, м, ц, ю** - де  $q = 6d$ ;

**ж, ш, т, ф** - де  $q = 7d$ ;

**щ** - де  $q = 8d$ .

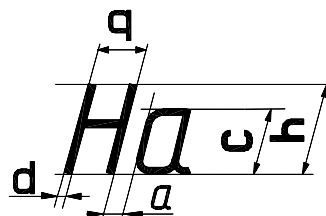


Рис. 4 Визначення розмірів шрифту

Установлені такі типи шрифтів:

Тип А з нахилом  $75^\circ$  -  $d = 1/14 h$ ;

Тип Б з нахилом  $75^\circ$  -  $d = 1/10 h$ ;

Тип А без нахилу -  $d = 1/14 h$ ;

Тип Б без нахилу -  $d = 1/10 h$ .



Студентам, які не мають достатніх навичок в накресленні шрифту, пропонується користуватися допоміжною сіткою.

В табл. 4 та 5 приведені всі параметри літер і цифр для написання шрифту типу Б (найбільш часто використовуємих розмірів).

Таблиця 4

**Параметри літер і цифр для написання шрифту типу Б**

Літери та цифри шрифту	Групи літер та цифр	Відносний розмір (ширина)	Розмір шрифту			
			3,5	5,0	7,0	10
Прописні літери	Ж,Ф,Ш,Щ	(8/10)h	2,8	4,0	5,6	8,0
	А,М,Х,Ю	(7/10)h	2,4	3,5	4,9	7,0
	Г,Е,З,С	(5/10)h	1,7	2,5	3,5	5,0
	інші	(6/10)h	2,1	3,0	4,2	6,0
Малі літери	Ж,Т,Ф,Ш,Щ	(7/10)h	2,4	3,5	4,9	7,0
	М, Ю	(6/10)h	2,1	3,0	4,2	6,0
	С,З	(4/10)h	1,4	2,0	2,8	4,0
	інші	(5/10)h	1,75	2,5	3,5	5,0
Цифри	1	(3/10)h	1,0	1,5	2,1	3,0
	інші	(5/10)h	1,7	2,5	3,5	5,0

Приклад написання літер і цифр креслярським шрифтом за стандартом з нахилом та без нахилу наведені на рис. 5.

Таблиця 5

Параметри літер і цифр для накреслення шрифту типу Б

Параметри	Позначення	Відносний розмір	Розміри, мм									
			1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0		
Розмір шрифту	<b>h</b>	(10/10)h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
Висота малих літер	<b>c</b>	(7/10)h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Відстань між літерами	<b>a</b>	(2/10)h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	
Мінімальний крок рядків	<b>b</b>	(17/10)h	17d	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0	
Мінімальна відстань між словами	<b>e</b>	(6/10)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0	
Товщина ліній шрифту	<b>d</b>	(1/10)h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	

**ПРИМІТКА:** 1. Відстань **a** між літерами, сусідні лінії яких не паралельні між собою (наприклад, ГА, АГ), може бути зменшена наполовину (на товщину лінії шрифту).

2. Мінімальна відстань **e** між словами, які розділені розділовими знаками, має бути відстань між розділовими знаками і слідуючим за ним словом.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
Аа Бб Вв Гг Дд Ее Єе  
Жж Зз Ии Іі Іі Й̄̄ Кк Лл  
Мм Нн Оо Пп Рр Сс Тт  
Уу Фф Хх Цц Чч Шш  
Щщ Юю Яя Ъь

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
Аа Бб Вв Гг Дд Ее Єе  
Жж Зз Ии Іі Іі Й̄̄ Кк Лл  
Мм Нн Оо Пп Рр Сс Тт  
Уу Фф Хх Цц Чч Шш  
Щщ Юю Яя Ъь

Рис. 5 Приклад написання літер і цифр за стандартом

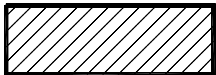
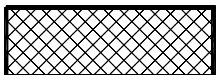



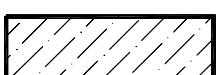
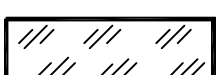
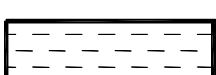
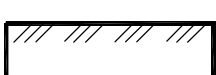
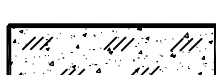

## 1.6 Графічні позначення матеріалів і правила їх нанесення на кресленнях

Графічні позначення матеріалів виконують на кресленнях згідно з ГОСТ 2.306 – 68.

Для умовного графічного зображення матеріалів в розрізах і перерізах використовують різноманітні штриховки (табл. 6).

Таблиця 6

**Графічні позначення матеріалів в розрізах і перерізах**

Позначення	Матеріал
	Метали та тверді сплави
	Неметалеві матеріали, в тому числі волокнисті, монолітні та плиткові (пресовані) за винятком зазначених
	Деревина
	Каміння природне
	Кераміка та силікатні матеріали для кладки
	Бетон
	Скло та інші світлопрозорі матеріали
	Рідина
	Ґрунт природний
	Засипка з будь якого матеріалу
	Сітка з будь якого матеріалу

Штриховка виконується суцільною тонкою лінією товщиною  $S/2 \dots S/3$  *під кутом  $45^\circ$*  до лінії контуру зображення або до його осі, або до лінії рамки креслення (рис. 6,а).

У випадку збіжності напрямку штриховки з контурними або осьовими лініями зображення пропонується лінії штриховки проводити під кутом  $30^\circ$  або  $60^\circ$  (рис. 6, б).

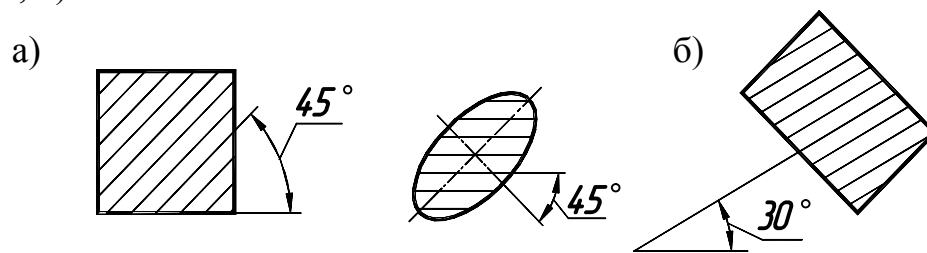


Рис. 6 Приклади нанесення штрихування на кресленнях

Лінії штриховки наносяться з нахилом вліво або вправо, але для всіх розрізів і перерізів, які належать одній і тій же деталі, штриховку виконують в одному напрямку.

Відстань між лініями штриховки повинна бути однаковою для розрізів і перерізів деталі, що виконані в одному масштабі.

Для складних перерізів двох деталей використовують зустрічну штриховку, а також зрушення ліній штриховки однією деталі відносно лінії штриховки другої деталі (рис.7).

Перерізи, ширина яких на кресленні менш ніж 2 мм, дозволяється зачорнювати, залишаючи просвіти між складними перерізами менш 0,8 мм .

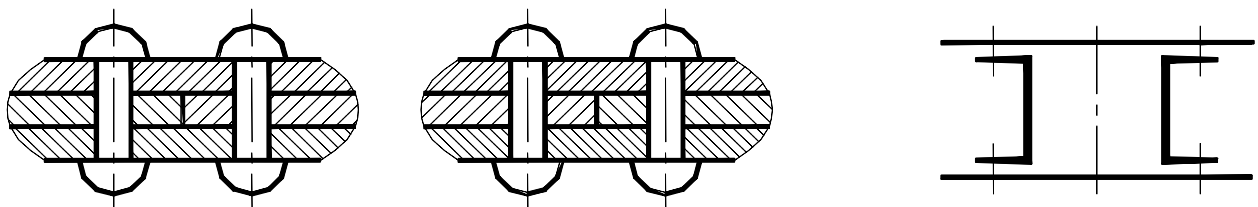
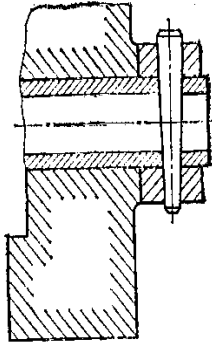


Рис.7 Приклади виконання штриховки перерізів



При великих площинах перерізів штриховку виконують тільки біля контурів перерізів вузькою смужкою рівномірної ширини (рис.8)

Рис.8 Приклад виконання штрихування при великих площинах

## **1.7 Загальні правила нанесення розмірів на кресленнях (ДСТУ ГОСТ 2.307:2013)**

Правила нанесення розмірних чисел на кресленнях та інших технічних документах на вироби галузей промисловості і будівництва регламентуються ДСТУ ГОСТ 2.307:2013.

В цьому стандарті надаються вказівки, як найбільш раціонально та технічно грамотно розташувати виносні та розмірні лінії, наносити розмірні числа та знаки.

### **1.7.1 Загальні положення**

При нанесенні розмірів студенту слід пам'ятати наступні загальні положення:

- загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю деталі;
- розміри стосовно одного і того ж елемента слід наносити там, де цей елемент показано як найповніше; повторювати розмір не допускається;
- обов'язковими на кресленні є габаритні розміри;
- лінійні розміри на кресленнях вказуються в міліметрах без позначення одиниць вимірювання;

- кутові розміри наносяться з вказуванням одиниць вимірювання;
- розмірні й виносні лінії накреслюються суцільною тонкою лінією (розмірні лінії мають *стрілки – на машинобудівних кресленнях, засічки – на будівельних*);
- розмірні лінії бажано проводити поза контуром зображення, вони не повинні збігатися з суцільними товстими, осьовими або виносними лініями і не можуть служити їх продовженням;
- кінці виносної лінії заходять за розмірну лінію на 2-3мм; центрові лінії також виводяться за межі контуру на 3-5мм; перетинати контур така лінія повинна штрихом;
- центр кривої позначають перетином штрихів взаємно перпендикулярних штрихпунктирних ліній;
- перетин виносних і розмірних ліній необхідно уникати;
- розмірні числа наносяться над розмірними лініями ближче до їх середини з урахуванням того, що вони читаються зверху вниз і зліва направо відносно основного напису. Мінімальна висота розмірних чисел 5мм;
- відстань між паралельними розмірними лініями, а також від розмірної до контурної або осьової лінії повинна бути 10мм;
- не допускається наносити розміри у вигляді замкненого ланцюга за виключенням випадків, коли один з розмірів вказується як довідковий.

До **довідкових** належать розміри, які не підлягають виконанню за даним кресленням і нанесені для більшої зручності користування кресленням. Позначаються такі розміри зірочкою ( \* ) и записуються у технічних вимогах

*\* – Розміри для довідок*

На рис. 9-20 наведені приклади нанесення розмірів на різних елементах деталі.

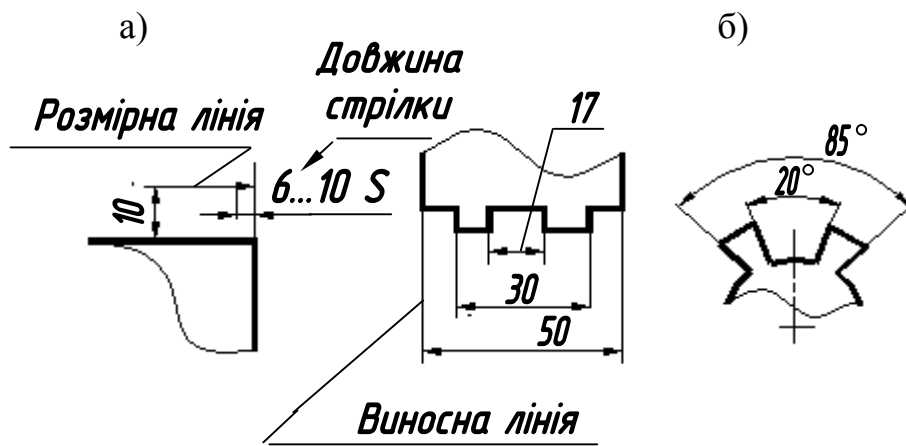


Рис. 9

- а) приклад нанесення розмірних та виносних ліній;
- б) розташування розмірних чисел в шаховому порядку при нанесенні розмірів на паралельних розмірних лініях

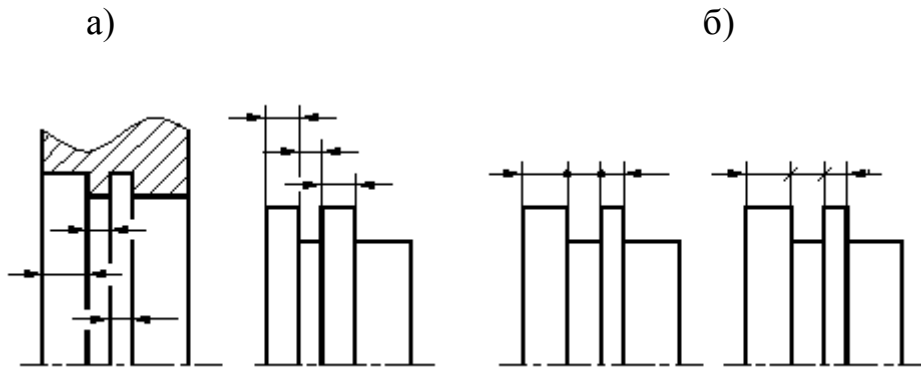


Рис. 10

- а) розміщення стрілок при довжині розмірної лінії, коли недостатньо місця;
- б) заміна стрілок крапками або засічками у випадку, коли для стрілок недостатньо місця;

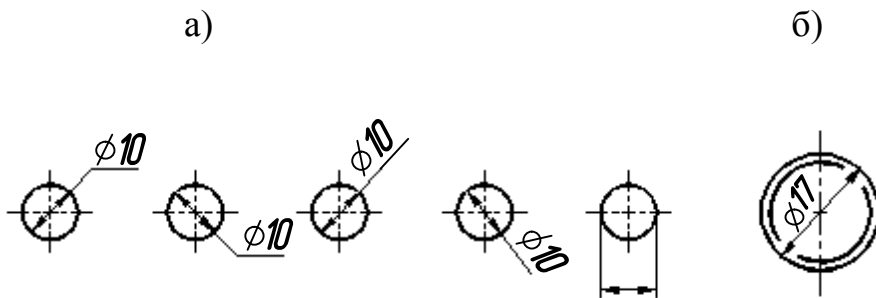


Рис. 11

- а) приклад нанесення розмірів кіл;
- б) нанесення розмірної лінії, коли недостатньо місця для розташування виносної лінії



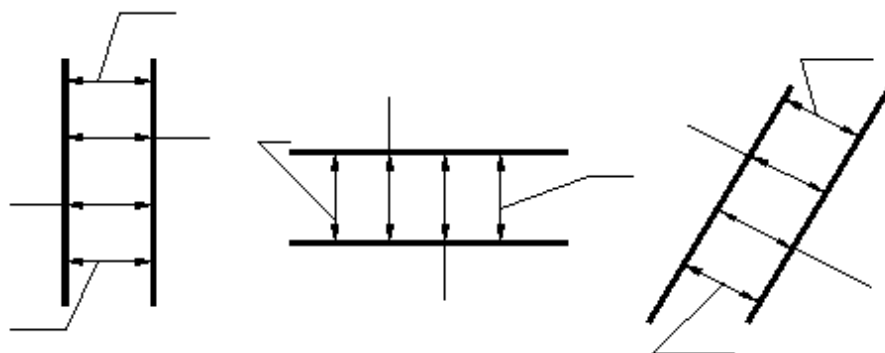


Рис. 12 Написання розмірного числа, коли недостатньо місця над розмірною лінією

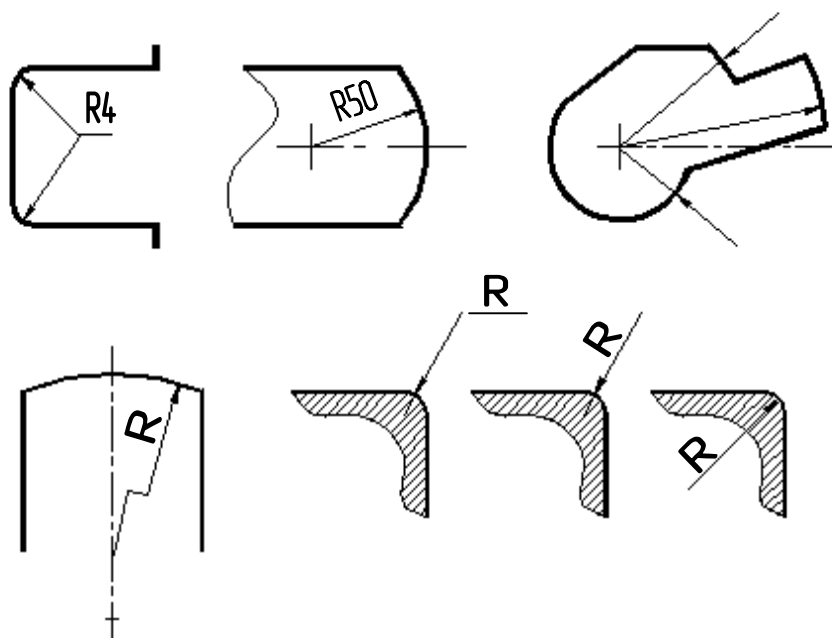


Рис. 13 Приклади нанесення розмірів радіусів

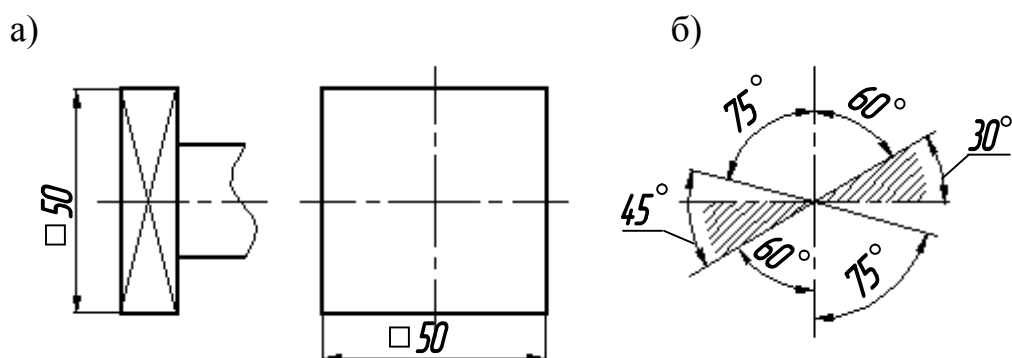


Рис. 14

- а) нанесення розмірів квадрата;  
 б) приклад нанесення кутових розмірів

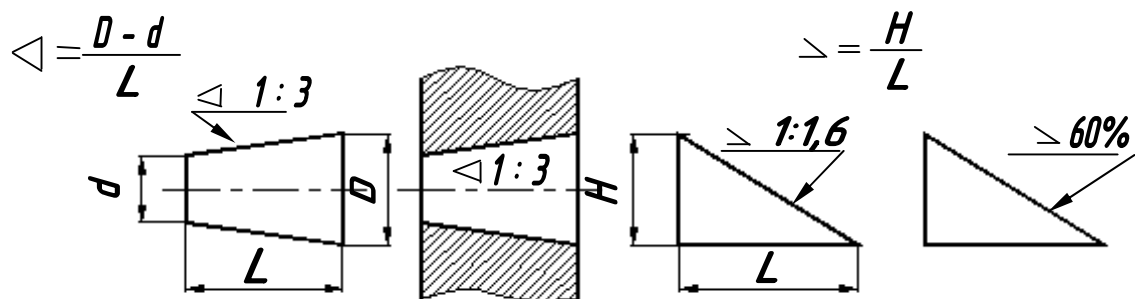


Рис. 15. Нанесення розмірів конусності та ухилу

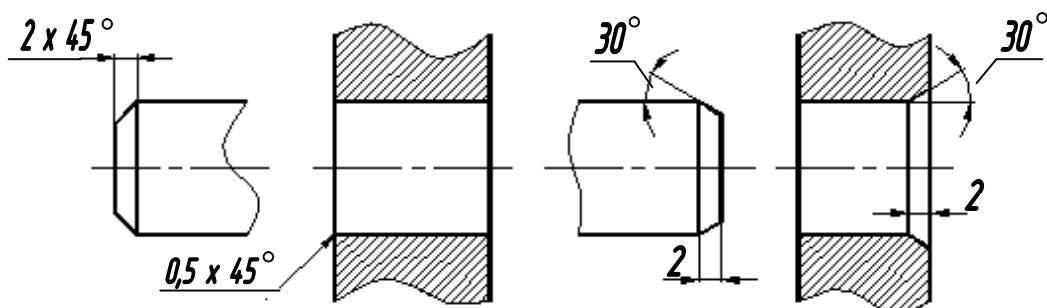


Рис. 16 Нанесення розмірів фасок, виконаних під кутом  $45^\circ$  і кутами відмінних від  $45^\circ$

а)

б)

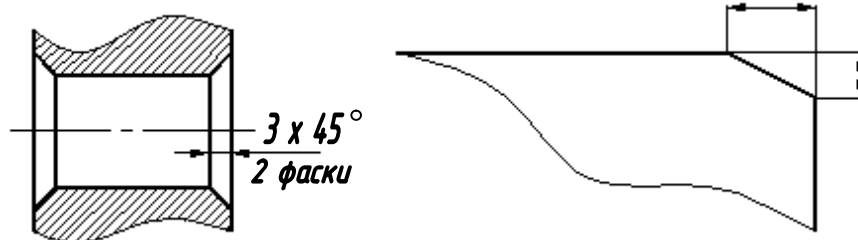


Рис. 17

- а) нанесення розмірів кількох однакових фасок;
- б) нанесення розмірів на брусі чи листі

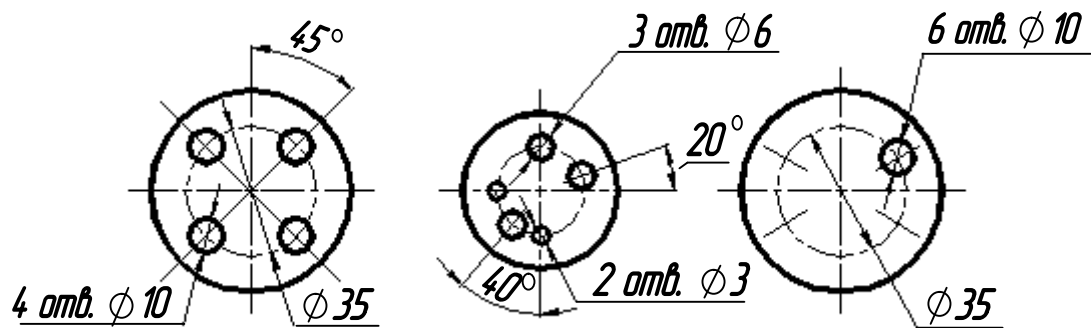


Рис. 18 Нанесення розмірів кількох однакових елементів виробу

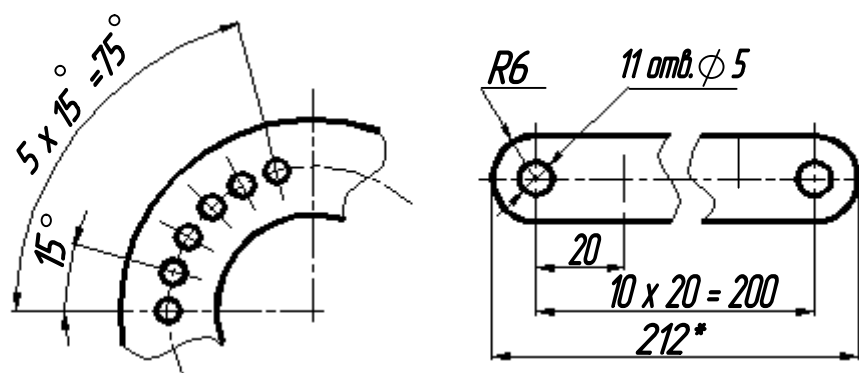


Рис. 19. Нанесення розмірів між рівномірно розташованими однаковими елементами деталі

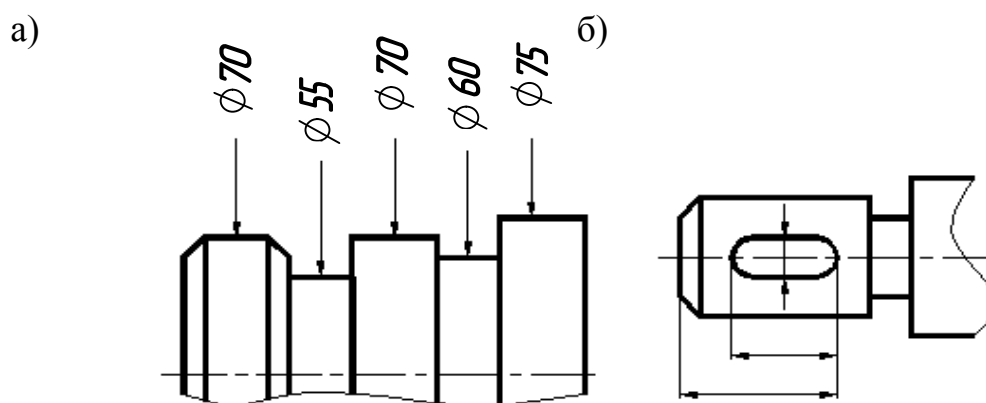


Рис. 20

- а) приклади нанесення розмірів діаметрів циліндричного виробу складної конфігурації;  
 б) приклад нанесення розмірів без позначення радіусу дуги

## 1.7.2 Способи нанесення розмірів

Існують три способи нанесення розмірів на кресленнях:

1. **Ланцюговий** (рис. 21,а) – полягає в послідовному розміщенні розмірів ланцюгом. При цьому відмічають габаритний розмір, а заключний розмір ланцюга опускають. Цей розмір можна нанести лише тоді, коли він є довідковим;

2. **Координатний** (рис. 21,б) – полягає в нанесенні розмірів від бази. Спосіб є переважаючим у практичній діяльності.

3. **Комбінований** (рис. 22) – полягає в об'єднанні ланцюгового та координатного способів.

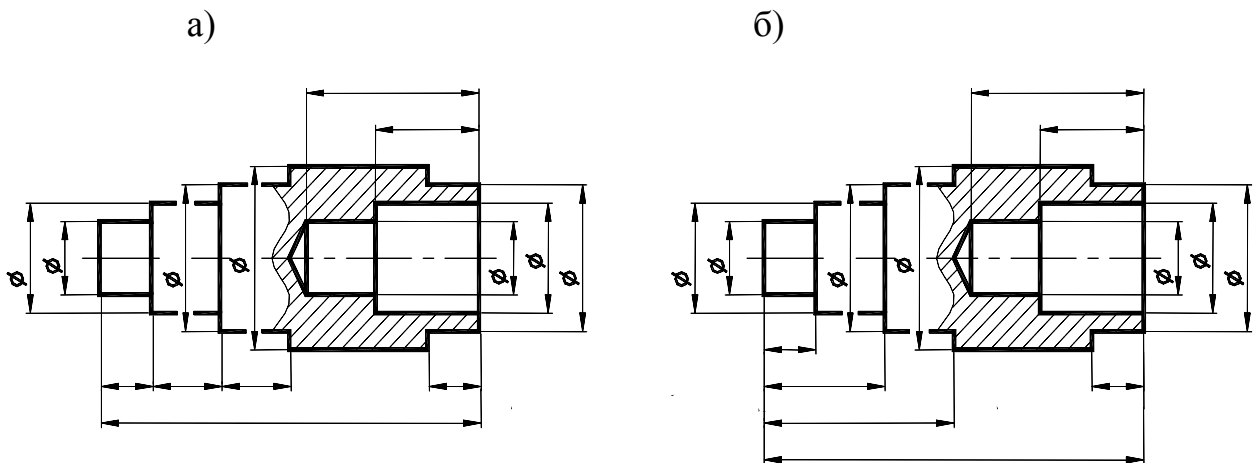


Рис. 21 Приклад нанесення розмірів ланцюговим і координатним способами

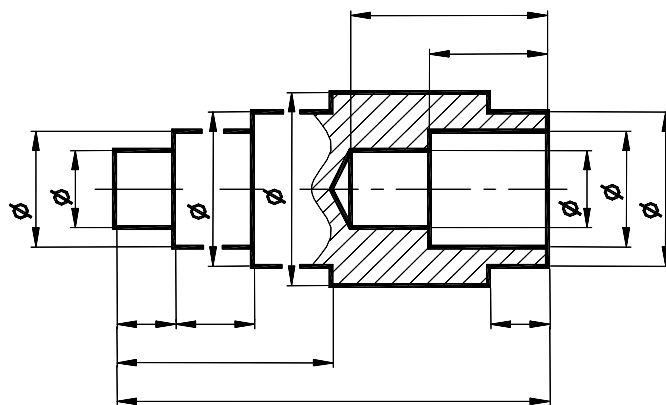
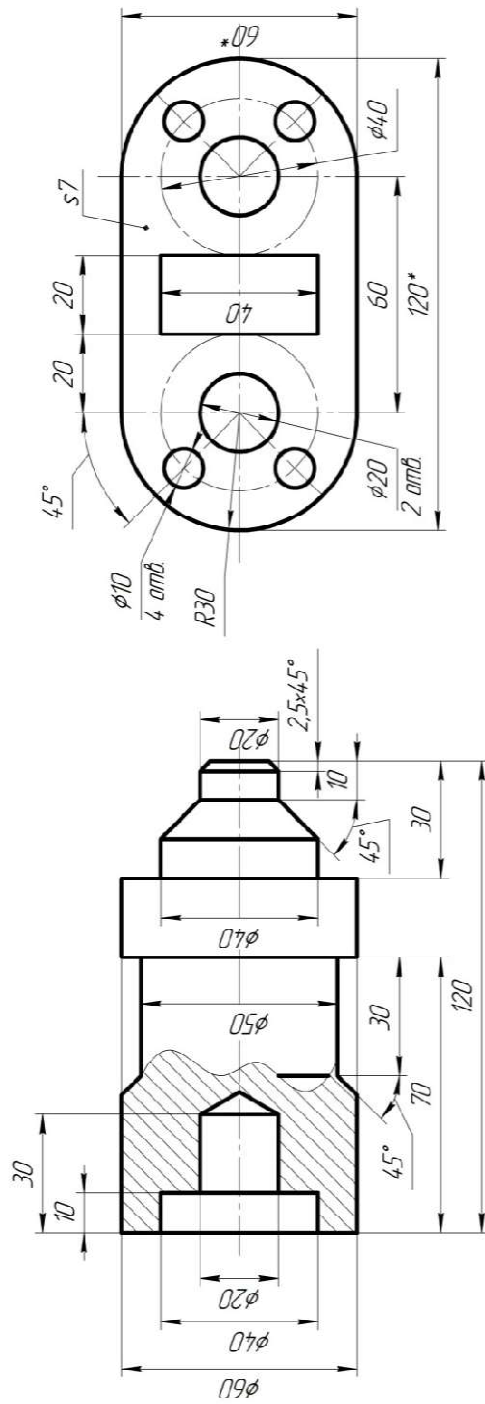


Рис. 22 Приклад нанесення розмірів комбінованим способом

ЗДІА. 103003. 000



\*Разміри для довідок

ЗДІА. 103003. 000		Листів	Усього	Масштаб
Стандарти сформовані КРЕСЛЕНЬ		Листів		1:1
Зм. Назв.	№ док.	Лист	Листів	
Розроб.	Ветров І.І.			
Проб.	Мазур Н.М.			
Т.контр.				
Нач.контр.				
Затв.				
				МЕТ-17-100

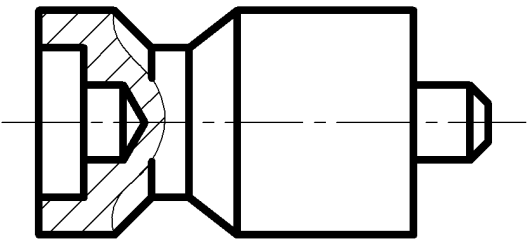
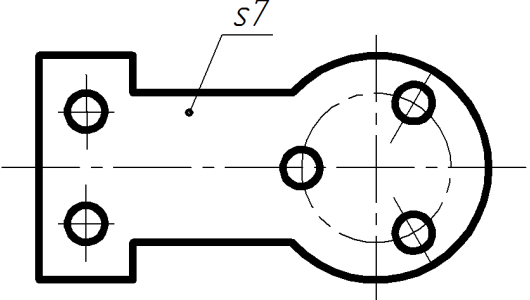
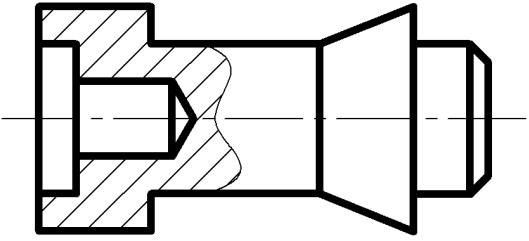
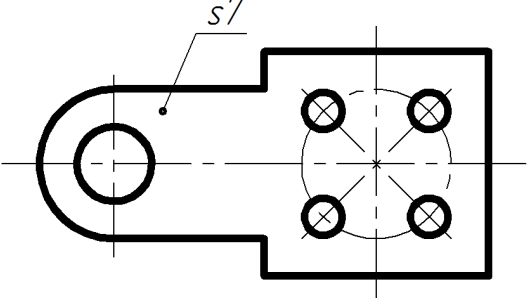
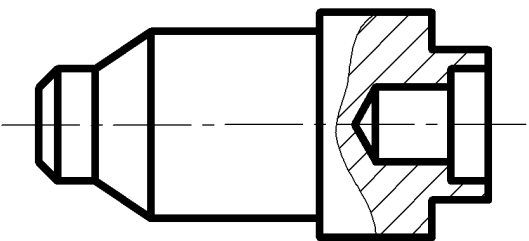
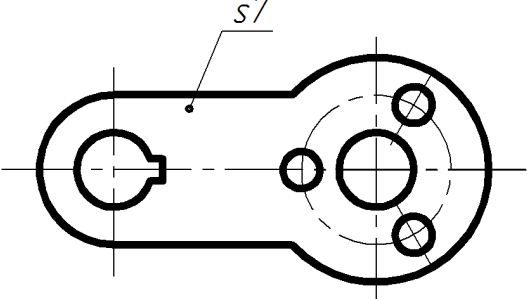
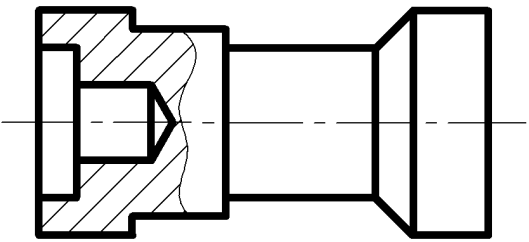
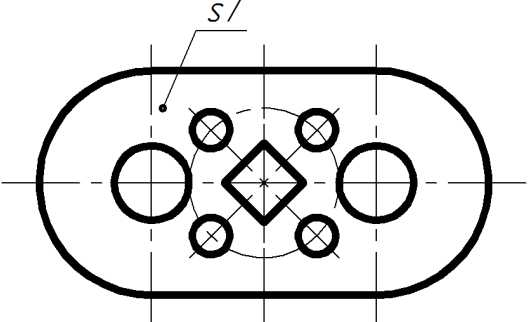
Рис. 23 Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №1

## Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №1

Для успішного захисту графічних робіт необхідно якісно, згідно з вимогами стандартів виконати вказаний обсяг роботи, а також вміти правильно відповісти на слідуєчі запитання:

1. Які основні формати ви знаєте та які їх розміри?
2. Як утворюються додаткові формати?
3. Як визначається розмір формату на листі креслення?
4. Що називається масштабом?
5. Які масштаби збільшення чи зменшення ви знаєте?
6. Скільки типів ліній визначено ГОСТ 2.303-68?
7. Назвіть найменування типів ліній, їх товщину й призначення.
8. Що означає розмір шрифту?
9. Назвіть основні параметри шрифту.
10. Які відношення пропонуються для розмірів розмірних стрілок?
11. В яких одиницях наносяться розміри на кресленнях?
12. На скільки міліметрів виносна лінія повинна виходити за межі розмірної?
13. Якою повинна бути відстань між паралельними розмірними лініями?
14. Які знаки встановлені для позначення розмірів діаметрів, радіусів, квадратів, ухилів, конусності?
15. Як наносяться розміри фасок?
16. Чи допускається перетин розмірних ліній, чисел іншими лініями?
17. Як наносяться розміри, коли недостатньо місця для розмірних стрілок?
18. Які вимоги треба мати на увазі при нанесенні розмірів, які належать одному й тому ж елементу деталі?
19. Які загальні вимоги до нанесення розмірів ви знаєте?
20. Назвіть способи нанесення розмірів.
21. Поясніть побудову ухилів при виконанні креслень.

Таблица заданий №1

№ в.	Вал	Пластина
1		
2		
3		
4		

№ в.	Вал	Пластина
5		
6		
7		
8		



№ в.	Вал	Пластина
9		
10		
11		
12		

№ в.	Вал	Пластина
13		
14		
15		
16		

№ в.	Вал	Пластина
17		
18		
19		
20		

№ в.	Вал	Пластина
20		
21		
22		
23		

№ в.	Вал	Пластина
25		
26		
27		
28		

## ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

### Вказівки до виконання графічної роботи і обсяг завдання

В таблиці завдань №2 наведені зображення двох виглядів, як правило, вигляду спереду і вигляду зверху двох деталей. Друга деталь варіантів 26-29 представлена виглядами спереду і зліва.

#### Завдання:

1. За двома виглядами деталей побудувати третій – вигляд зліва, а для варіантів 26-29 для другої деталі побудувати вигляд зверху.

2. Для першої деталі виконати прості вертикальні розрізи. При наявності площини симетрії деталі сполучити половину вигляду спереду з половиною фронтального розрізу і половину вигляду зліва з половиною профільного розрізу. Розрізи виконують справа від вісі симетрії зображення. Якщо зображення деталі не має вісі симетрії, то на місці вигляду виконують розріз.

3. Для першої деталі побудувати її ізометрію з вирізом частини деталі згідно ДСТУ ГОСТ 2.317:2014.

4. Для другої деталі на місці вигляду спереду виконати складний розріз **A-A**. Виконати напис розрізу безпосередньо над його зображенням за типом **A-A** без підкреслення. Для деталей варіантів 26-29 розріз **A-A** виконують на місці вигляду зліва. (Завдання виконують не всі групи студентів).

Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №2 (перша деталь) представлено на рис. 34.

Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №2 (друга деталь) представлено на рис. 35.

## 2 ЗОБРАЖЕННЯ

Правила побудови зображень предметів (деталі, споруди та їхні складові частини) на кресленнях регламентує ГОСТ 2.305-68. Для побудови зображень користуються методом прямокутного проєкціювання. Основними площинами проєкцій вибирають шість граней пустотілого куба. Всередині розміщують предмет, який проєкціюється на внутрішні грані куба. Потім грані куба суміщуються з фронтальною площиною проєкцій, рис.24.

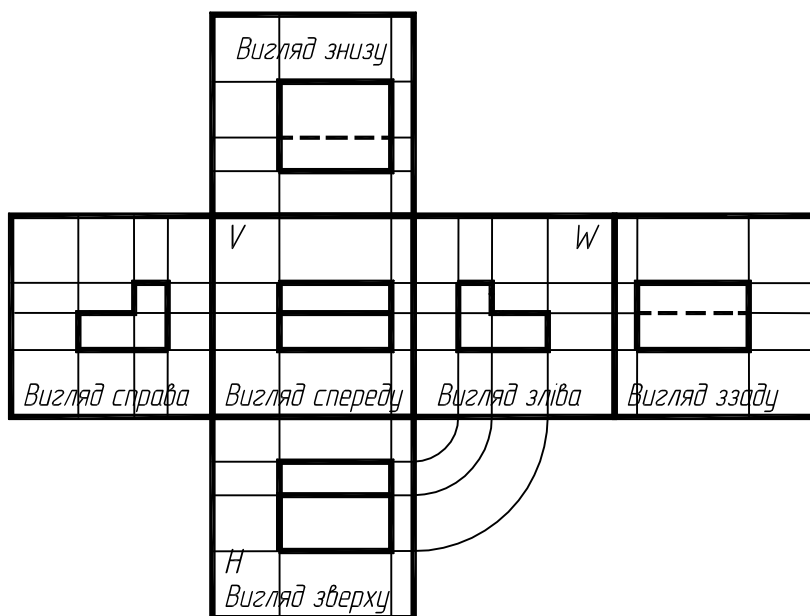
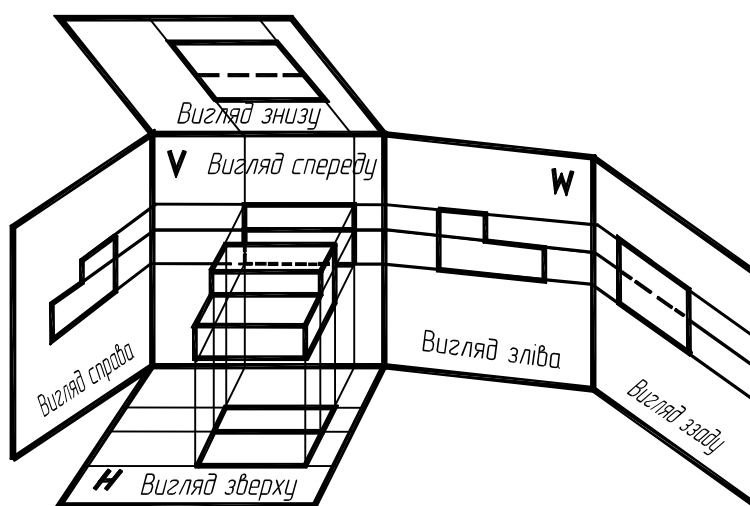


Рис. 24 Схема побудови основних виглядів

## 2.1 Вигляди

**Виглядом** називають зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. **Вигляди** на основних площинах проекцій є **основними** і мають такі назви (рис. 24): **вигляд спереду** (головний вигляд); **вигляд зверху**; **вигляд зліва**; **вигляд справа**; **вигляд знизу**; **вигляд ззаду**. Крім основних виглядів, розрізняють **додаткові та місцеві** вигляди (дивись літературу 1, 2).

## 2.2 Розрізи

**Розріз** – це зображення предмета, який умовно перетнуто однією або кількома площинами. При цьому на розрізі зображають те, що розміщено в січних площинах та за ними (рис. 25). Якщо деталь симетрична, то розріз і вигляд об'єднують в одне зображення, відділяючи одне від другого осьювою лінією. Ребро жорсткості на розрізах не штрихують.

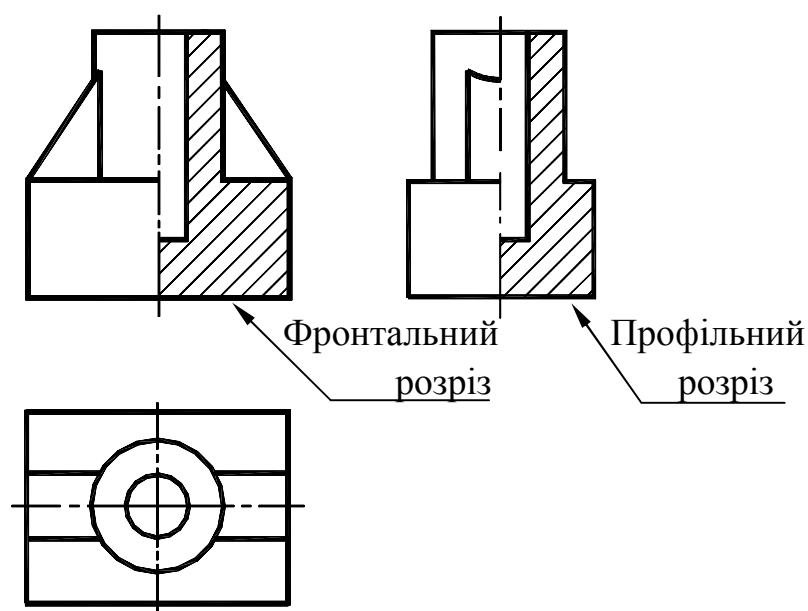


Рис. 25 Приклад виконання вертикальних розрізів

**Горизонтальний розріз** виконують горизонтальною січною площиною і його зображення розміщують, як правило, на вигляді зверху. Якщо розріз розміщують окремо від вигляду, то над його зображенням роблять напис за типом **А – А** без підкреслення.



Залежно від кількості січних площин розрізи бувають:

- а) **прості** - при одній січній площині (рис. 26);
- б) **складні** - при двох і більше площинах. Ці розрізи називають *ламаними* та *ступінчастими* (рис. 27 і рис. 28). При ламаних розрізах січні площини повертають до суміщення з однією площиною.

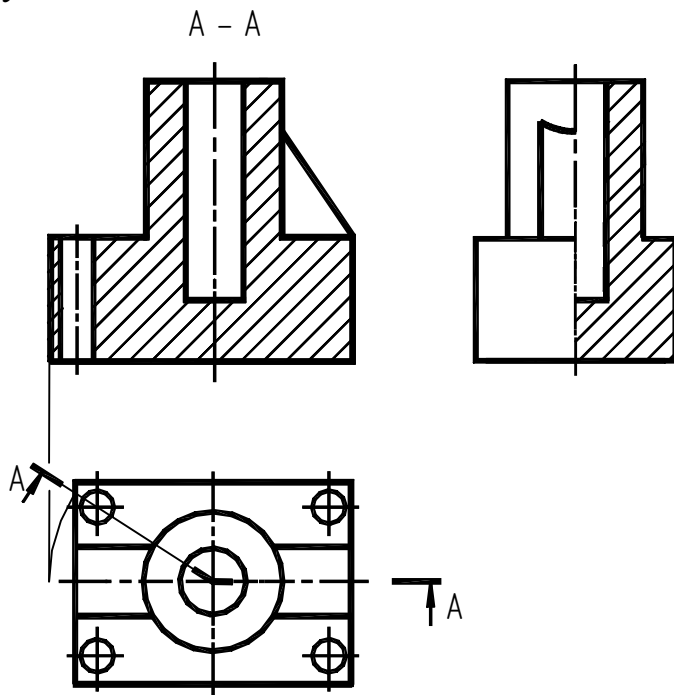


Рис. 27. Приклад виконання ламаного і простого розрізів

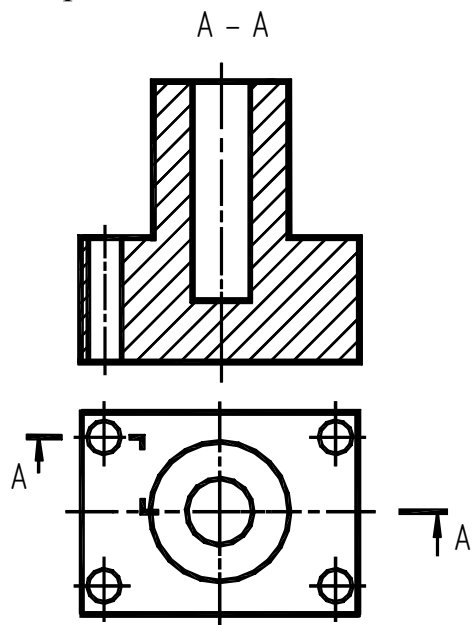


Рис. 28. Приклад виконання ступінчастого і простого розрізів

## 2.3 Перерізи

**Переріз** – це зображення плоскої фігури, що утворюється при умовному перетині предмета однією площиною або кількома. При цьому зображується тільки те, що розміщено в січних площинах. Переріз є складовою частиною розрізу. Перерізи поділяють на *накладені* і *винесені*. Винесені перерізи виконують окремо від основного зображення.

Якщо січна площина перерізу проходить через вісь поверхні обертання, то переріз виконують як розріз (рис. 29).

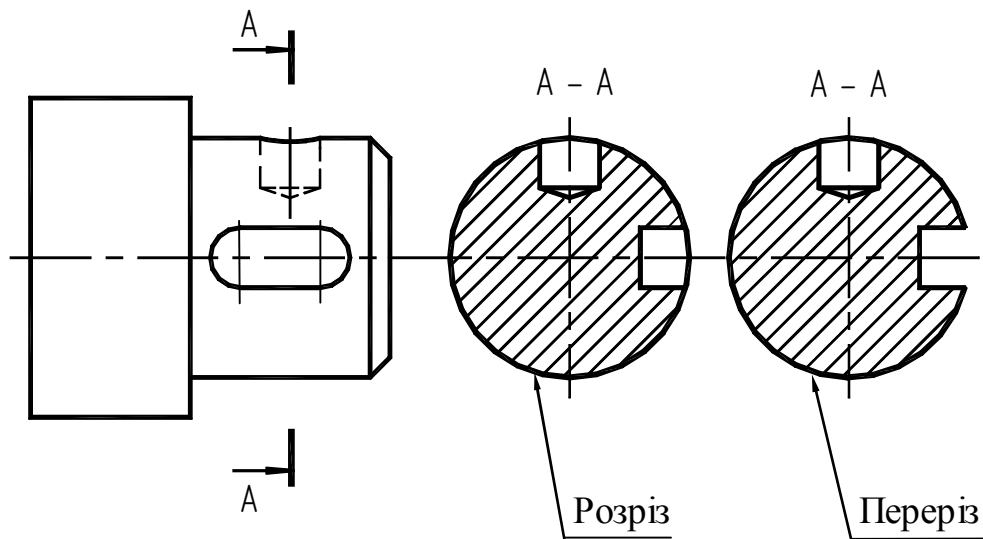


Рис. 29 Приклад виконання розрізу та перерізу

## 2.4 Виносні елементи

**Виносний елемент** - це зображення в збільшеному масштабі частини предмета (рис. 30).

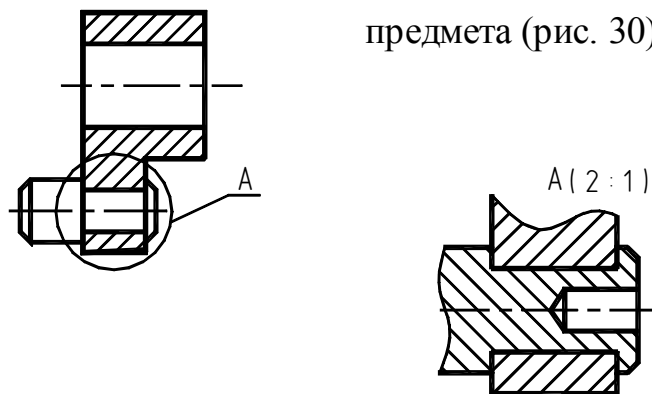


Рис. 30 Приклад виконання виносного елемента

## 2.5 Види аксонометричних проєкцій

*Аксонометричними проєкціями* називають наглядні зображення предмета, одержані паралельним проєктуванням його на одну, так звану, картинну площину проєкцій разом з координатними вісями, до яких відносять зображуваний предмет.

Згідно з ДСТУ ГОСТ 2.317:2014, визначено п'ять видів аксонометричних проєкцій. На схемі зображено їх структуру.



## 2.5.1 Прямокутні аксонометричні проєкції

Найчастіше в кресленні застосовуються прямокутні аксонометричні проєкції, оскільки вони дають найбільш наочні зображення.

Проєкціювання здійснюють паралельними променями, спрямованими перпендикулярно до площини аксонометричних проєкцій. На одержаній аксонометричній проєкції видно три боки предмета, але з деяким спотворенням.

Залежно від положення координатних осей утворюються різні види аксонометричних проєкцій.

У прямокутній ізометричній і диметричній проєкціях кола, що розташовані в координатних площинах, проєктуються у вигляді еліпсів. Напрямок осей еліпсів визначається за правилом:

### Правило

Велика вісь еліпса завжди перпендикулярна до тієї аксонометричної осі, якої немає в площині, а мала збігається з напрямом цієї осі, або паралельна до неї.

Штрихові лінії в аксонометричних проєкціях слід зображувати паралельно одній із діагоналей проєкцій квадратів, які лежать у відповідних координатних площинах, сторони яких паралельні аксонометричним осям (рис.31).

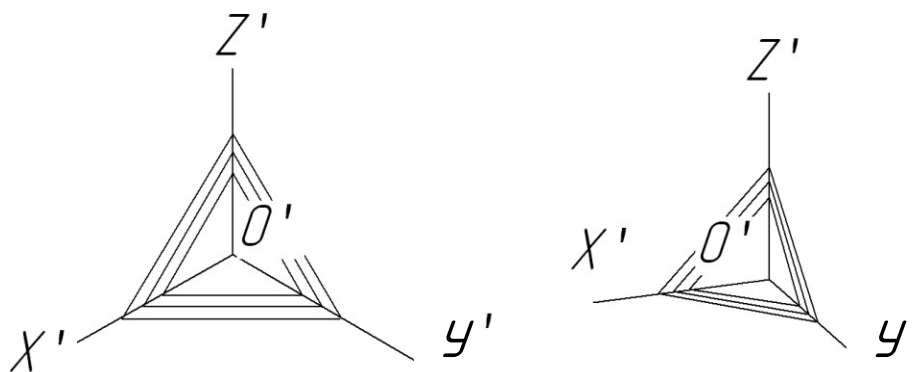


Рис. 31 Нанесення штрихування в аксонометричних проєкціях

## 2.5.2 Прямокутна ізометрична проекція

Утворену прямокутним проєкціюванням аксонометричну проєкцію називають *ізометричною*, якщо маємо положення осей  $X'$ ,  $Y'$  і  $Z'$  під кутом  $120^\circ$  одна до одної. Положення осей ізометричної проєкції зображено на рис.32: вісь  $Z'$  проводять вертикально, а осі  $X'$  і  $Y'$  - під кутом  $30^\circ$  до горизонтальної лінії за допомогою косинця з кутами  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  і  $90^\circ$ .

В прямокутній ізометричній проєкції коефіцієнти спотворення за аксонометричними осями однакові й дорівнюють **0,82**.

Але для побудови зображення в ізометричній проєкції вздовж осей  $X'$ ,  $Y'$  і  $Z'$  (і паралельно до них) відкладають натуральні розміри предмета. Звідси і походить назва «ізометрія», що з грецької перекладається як «рівні виміри».

$$K_X = K_Y = K_Z = 0,82 \text{ (теоретичний коефіцієнт)}$$

$$K_X = K_Y = K_Z = 1 \text{ (практичний коефіцієнт)}$$

Тож треба пам'ятати, що аксонометричне зображення будується збільшеним для прямокутної ізометрії в **1,22** рази.

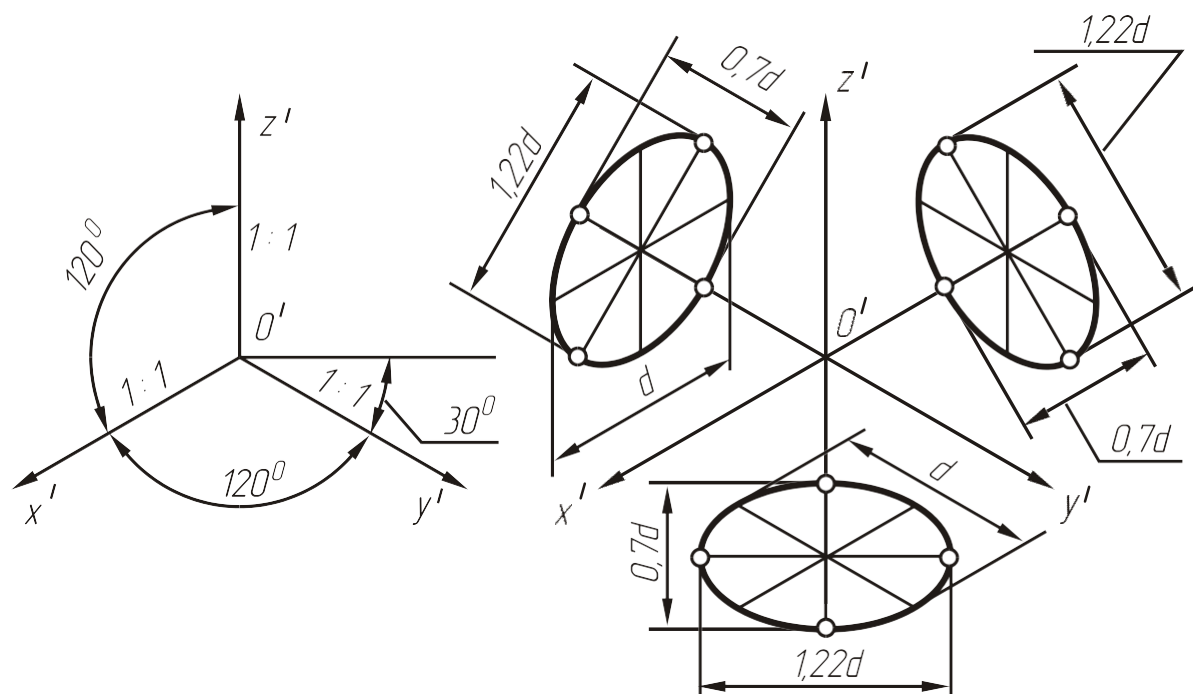


Рис. 32 Положення осей в прямокутній ізометричній проєкції

У практиці побудови зображення еліпсів замінюються близькими їм овалами. У літературі наведені побудови овалів для кожного конкретного випадку.

Розглянемо один з них (рис. 33).

1. З центра  $O_1$  проводимо аксонометричні осі, в яких лежить коло.
2. Потім з точки  $O_1$  проводимо велику вісь овалу, яка перпендикулярна третій аксонометричній вісі (дивись правило), а перпендикулярно великій вісі проводимо малу вісь.
3. Викреслюємо коло заданого діаметру  $d$ . Відмічаємо точки його перетину з осями ( $O_2, O_3, m, m_1$ ).
4. Проводимо дуги  $mm$  та  $m_1m_1$  з точок  $O_2, O_3$  радіусами

$$R = O_2m = O_3m_1$$

5. Лініями з'єднуємо точку  $O_3$  з точками  $m_1$ , а потім з точок перетину  $O_4$  та  $O_5$  проводимо дуги радіусами

$$r = O_4m = O_5m$$

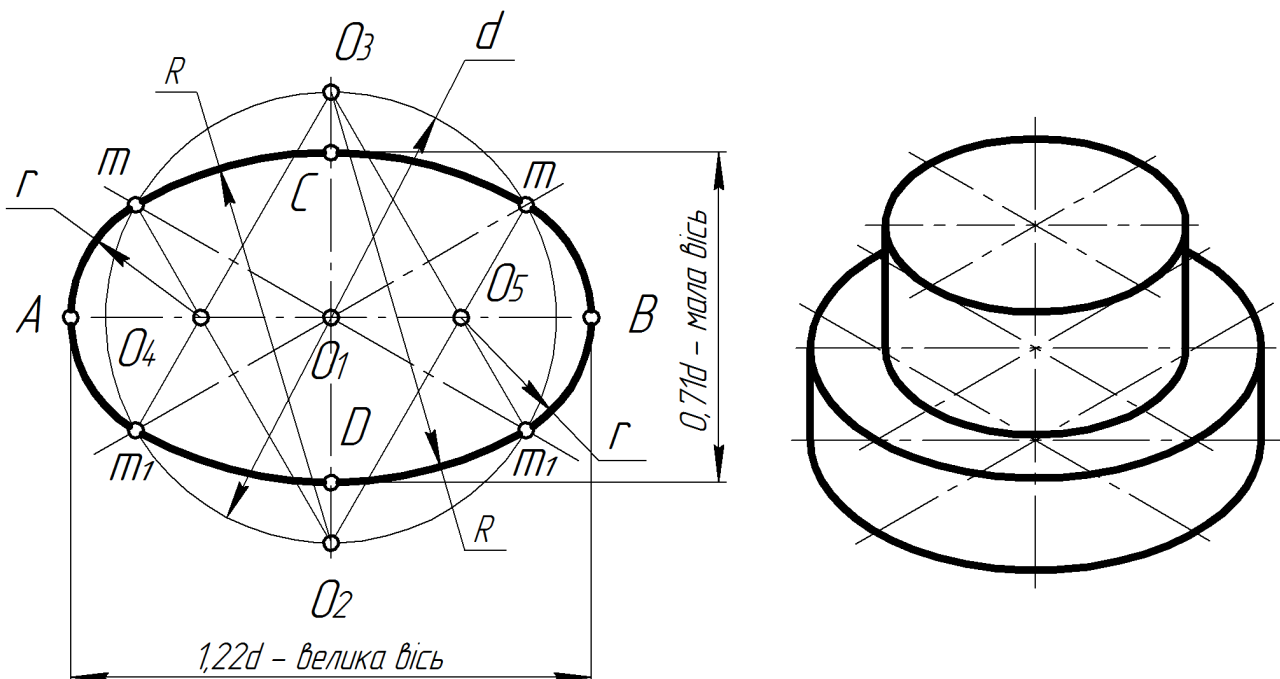


Рис. 33 Побудова овалу в прямокутній ізометричній проекції

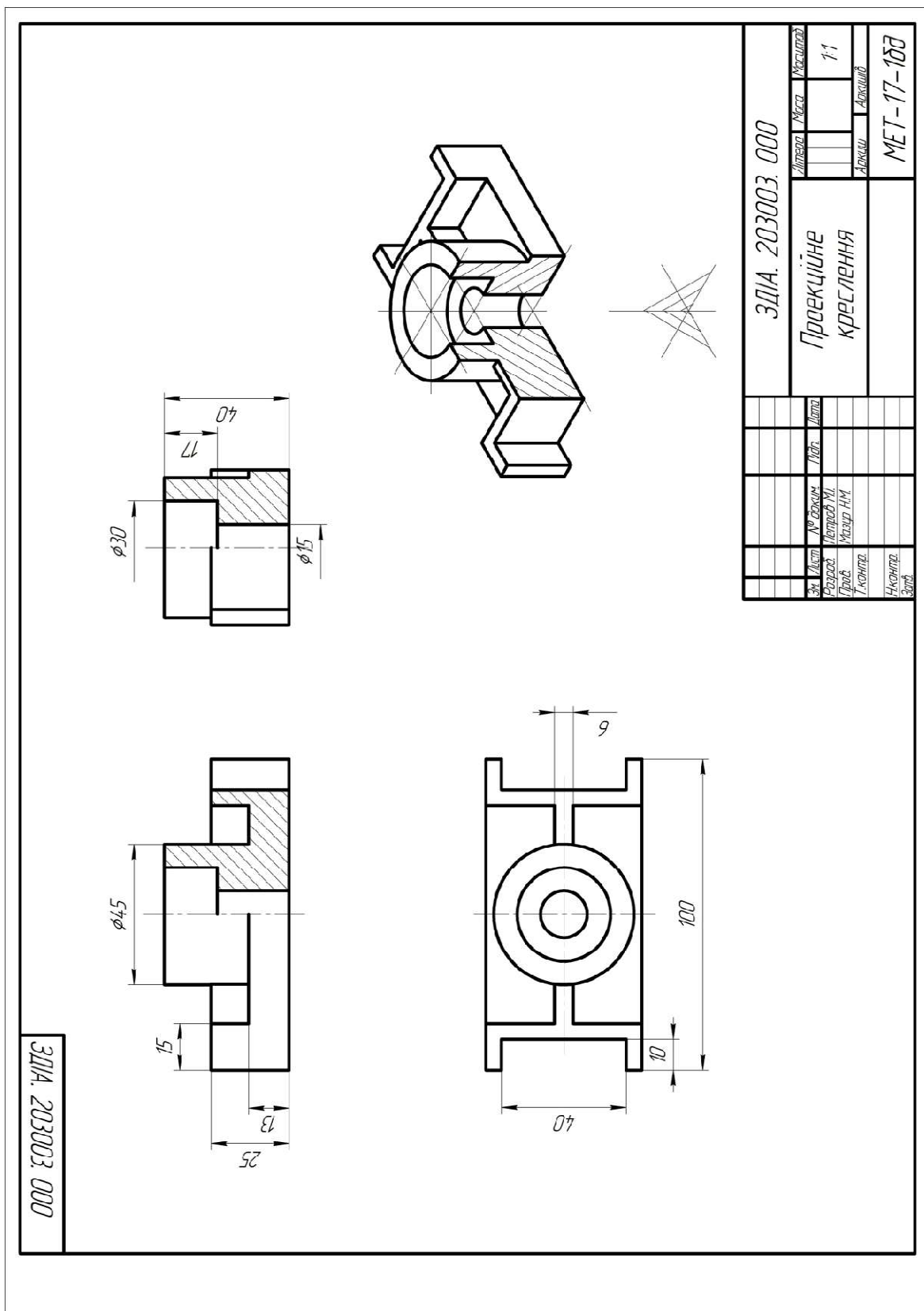


Рис. 34 Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №2 (перша деталь)

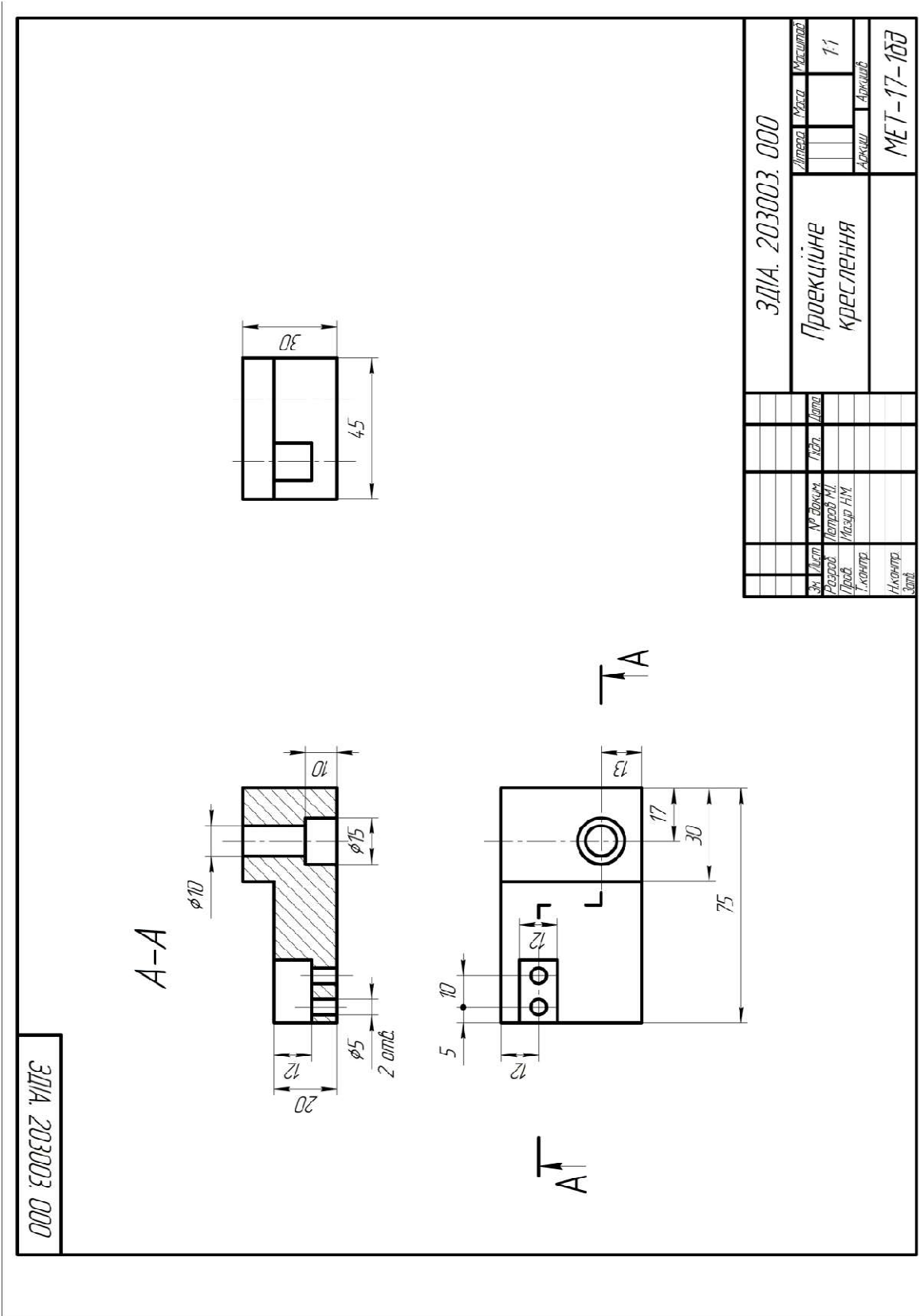


Рис. 35 Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №2 (друга деталь)



## Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №2

1. Що називається виглядом? Які є основні вигляди?
2. Як розміщують та позначають основні вигляди?
3. Які вигляди називають додатковими? Як їх розміщують та позначають?
4. Чим відрізняються місцеві вигляди від додаткових?
5. У чому відмінність між розрізом і перерізом?
6. Як поділяють розрізи залежно від кількості січних площин?
7. Як виконують місцевий розріз?
8. У яких випадках прості розрізи не позначаються?
9. Як оформити поєднання частини вигляду з частиною розрізу?
10. Чим відрізняється накладний переріз від винесеного? Коли переріз не позначається?
11. Як виконують кілька однакових перерізів, що належать одному предмету?
12. Що називають виносним елементом і як його виконують?
13. Яка умовність дозволяється при зображенні симетричних зображень?
14. Як зображують кілька однакових рівномірно розміщених елементів?
15. Як показують у розрізі болти, гвинти, шпильки, вали, шатуни тощо?
16. Як зображують на розрізі тонкі стінки та ребра жорсткості?
17. Які бувають види аксонометричних проєкцій?

№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
1		
2		
3		

№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
4		
5		
6		

№ вар	1-а деталь	2-а деталь
7		
8		
9		

№ вар	1-а деталь	2-а деталь
10		
11		
12		

№ вар	1-а деталь	2-а деталь
13		
14		
15		

№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
16		
17		
18		

№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
19		
20		
21		



№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
22		
23		
24		

№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
25		
26		
27		

№ вар.	1-а деталь	2-а деталь
28		
29		
30		

## НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ

### 3 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ (ЕПЮРІВ)

Епюри виконують по варіантах на аркушах паперу креслярського формату А3 або А4 в масштабі 1:1. Номер варіанта для кожного студента є його номер запису в учбовому журналі (завдання в таблицях).

Епюр необхідно виконати у відповідності до стандартів оформлення креслень простим і кольоровими олівцями. Рамку, основний напис, графічне завдання, літери, позначення та цифри виконують простим олівцем, а відповідь - кольоровим.

Таблицю координат заданих точок (епюр 1,2) розміщують в правому верхньому куті на відстані 20мм від верхньої лінії рамки. Цифри в таблиці не повинні бути меншими 5 мм. Розміри на епюрах не наносять.

У відповідності до ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 розміри основного напису 185x55мм. Після захисту епюри разом з іншими кресленнями зшивають в альбом з титульним листом.

#### 3.1 Вказівки до виконання епюра №1

##### **Умова задачі:**

Дано координати точок АВС площини Р (таблиця завдань №3).

Побудувати фронтальний Рv і горизонтальний Рн сліди площини Р{А, В, С}.

Приклад оформлення епюра №1 представлено на рис. 40.

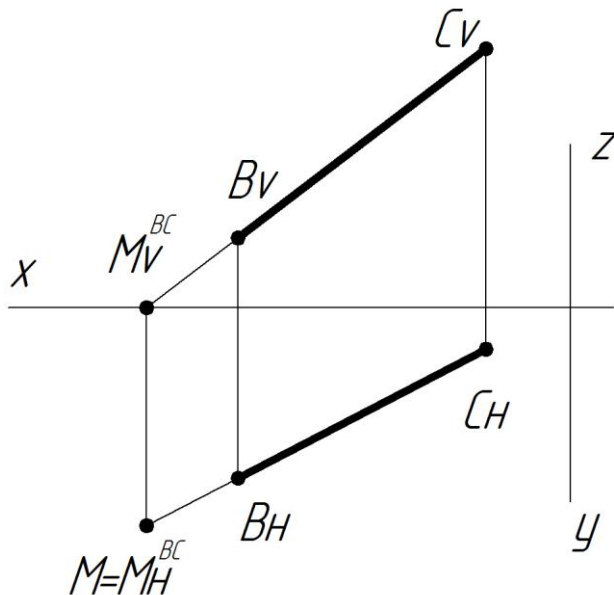
Для виконання епюра №1 необхідно знати:

- що називають горизонтальним М(Мн, Мv) і фронтальним N(Nv, Nн) слідом прямої ;
- як побудувати сліди прямої;
- що треба пам'ятати при побудові слідів прямих особливого положення?;
- що називають слідами площини;
- як побудувати сліди площини (горизонтальний слід Рн і фронтальний слід Рv);

## Пояснення до виконання задачі

**Горизонтальний слід**  $M(M_H, M_V)$  прямої  $BC$  - це її точка перетину з площиною  $H$ .

а)



б)

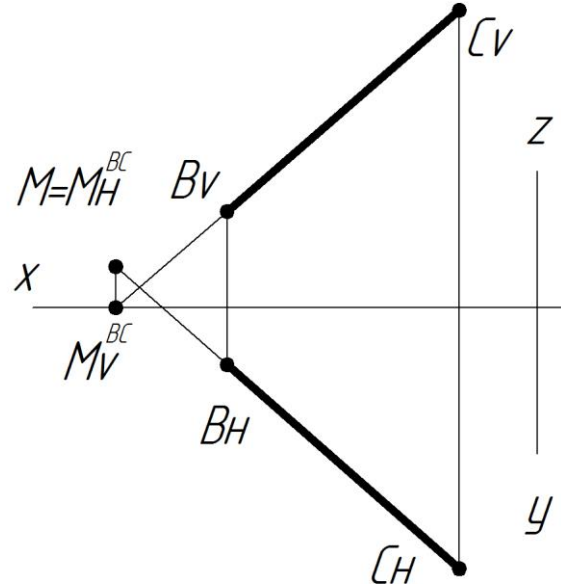


Рис. 36 Приклад побудови горизонтального  $M(M_H, M_V)$  сліду прямої  $BC$ :  
а) – слід прямої  $BC$  належить I чверті ( $BC$  перетинає передню частину  $H$ );  
б) – слід прямої  $BC$  належить II чверті ( $BC$  перетинає задню частину  $H$ ).

Таким чином, для того щоб побудувати горизонтальний  $M(M_H, M_V)$  слід прямої  $BC$  необхідно (рис. 36):

1. Фронтальну проекцію прямої продовжити до перетину з віссю  $OX$  - отримуємо точку  $M_V$  (фронтальну проекцію горизонтального сліду прямої  $BC$ ).
2. Провести з точки  $M_V$  перпендикуляр до перетину з продовженням горизонтальної проекції прямої  $BC$  - отримуємо точку  $M_H$  (горизонтальну проекцію горизонтального сліду прямої  $BC$ ).
3. Проекція  $M_H$  співпадає з горизонтальним  $M$  слідом прямої  $BC$ .

**Фронтальний  $N(Nv, Nн)$  слід прямої  $BC$  - це її точка перетину з площиною  $V$ .**

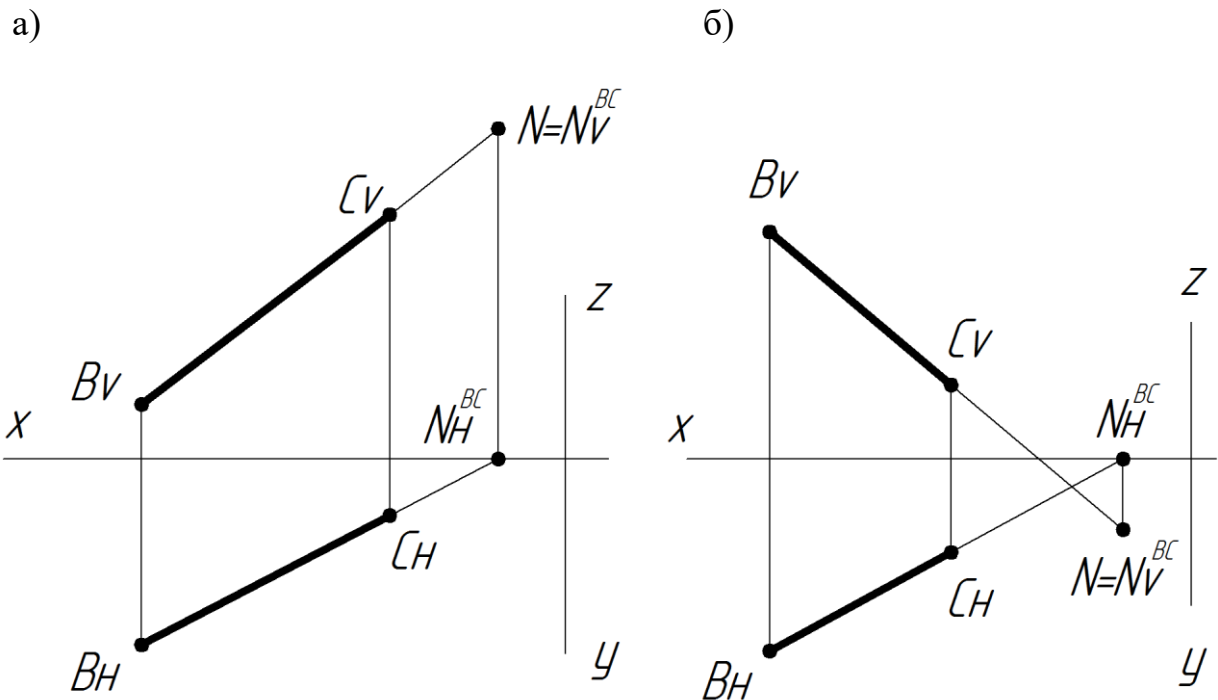


Рис. 37 Приклад побудови фронтального  $N(Nv, Nн)$  сліду прямої  $BC$ :

- а) – слід прямої  $BC$  належить I чверті ( $BC$  перетинає верхню частину  $V$ );
- б) – слід прямої  $BC$  належить IV чверті ( $BC$  перетинає нижню частину  $V$ ).

Таким чином, для того щоб побудувати фронтальний  $N(Nv, Nн)$  слід прямої  $BC$  необхідно(рис. 37):

1. Горизонтальну проекцію прямої  $BC$  продовжити до перетину з віссю  $OX$  - отримуємо  $Nн$  (горизонтальну проекцію фронтального сліду прямої  $BC$ ).
2. Провести з точки  $Nн$  перпендикуляр до перетину з продовженням фронтальної проекції прямої  $BC$  – отримуємо точку  $Nv$  (фронтальну проекцію фронтального сліду прямої  $BC$ ).
3. Проекція  $Nv$  співпадає з фронтальним  $N$  слідом прямої  $BC$ .

**Сліди площини** - це лінії її перетину з площинами проєкцій **V** і **H**.

Якщо площина **P** задана точками **A, B, C**, то щоб побудувати її сліди, фронтальний **P<sub>V</sub>** і горизонтальний **P<sub>H</sub>**, необхідно побудувати сліди прямих **BC**, **AC**, **AB** (рис. 38).

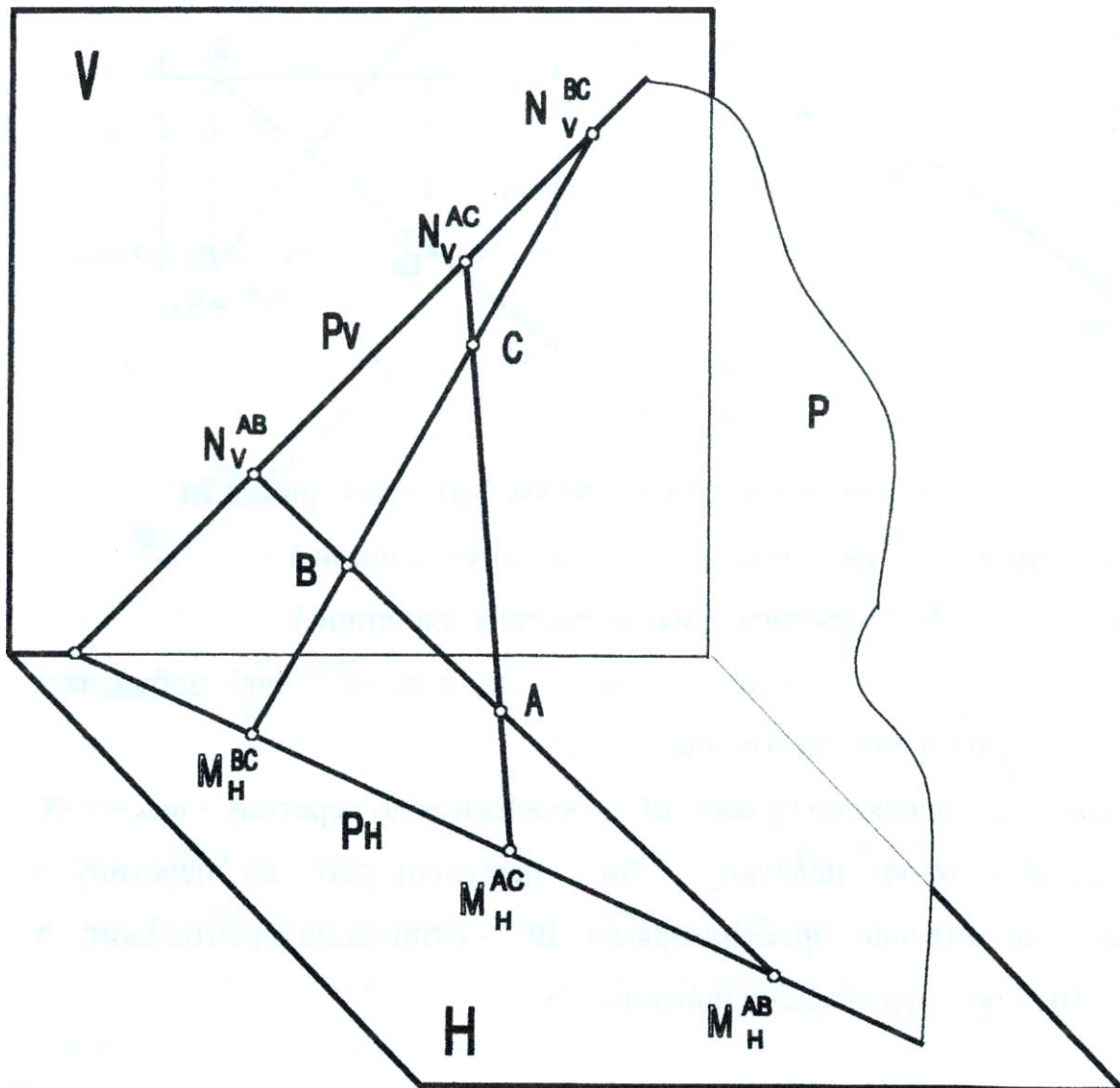


Рис. 38 Аксонометричне зображення площини  $P\{A, B, C\}$ , слідів  $M$  і  $N$  прямих  $BC$ ,  $AB$ ,  $AC$  і слідів  $P_V$ ,  $P_H$  площини  $P$

З'єднавши між собою точки **N** (фронтальні сліди прямих) - побудуємо фронтальний **P<sub>V</sub>** слід площини **P**. А з'єднуючи між собою точки **M** (горизонтальні сліди прямих) - побудуємо горизонтальний **P<sub>H</sub>** слід площини **P** (рис. 39).

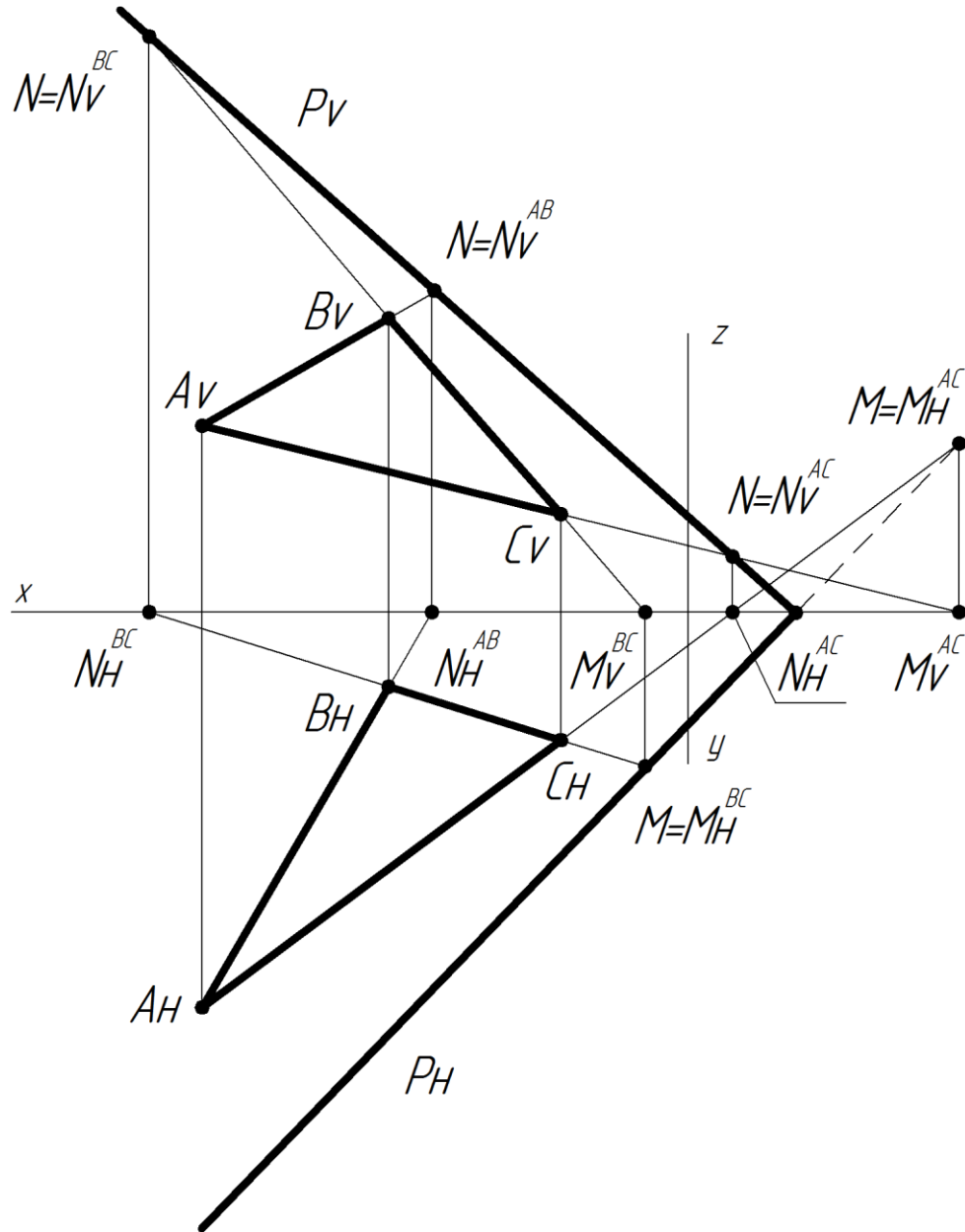
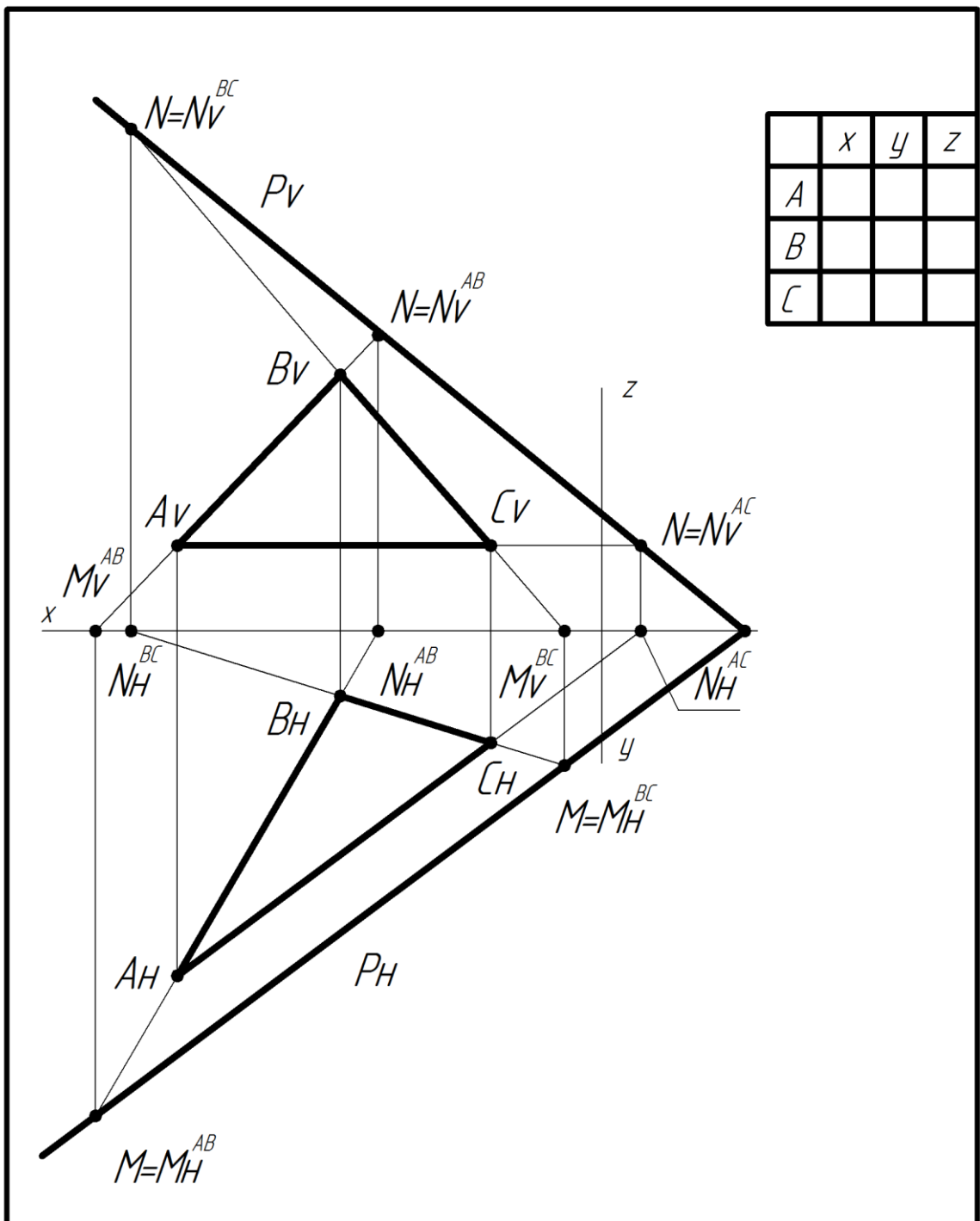


Рис. 39 Епюр площини  $P\{A,B,C\}$ , слідів **M** і **N** прямих **BC**, **AB**, **AC** і слідів **P<sub>V</sub>**, **P<sub>H</sub>** площини **P**





	x	y	z
A			
B			
C			

					ЗДІА. 303003. 000			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Епюр №1	Літера	Маса	Масштаб
Розроб.		Попов М.С.						1:1
Перевір.		Мазур Н.М.				Аркш	Аркшів	
Т. контр.						МЕТ-17-188		
Н. контр.								
Затв.								

Формат А4

Рис. 40 Приклад оформлення епюра №1

Таблиця завдань №3

№ варіанту	Координати точок								
	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1.	50	65	15	10	20	60	75	10	35
2.	55	65	15	15	20	35	80	10	30
3.	25	35	20	70	65	25	90	15	75
4.	60	45	75	20	25	35	75	80	45
5.	55	35	75	15	20	35	75	75	40
6.	55	20	70	15	65	35	80	40	15
7.	60	70	20	20	25	60	25	10	35
8.	40	50	5	0	10	55	65	0	25
9.	45	85	55	25	45	60	70	20	10
10.	10	20	10	55	50	10	80	0	60
11.	45	30	60	5	10	20	65	60	30
12.	40	25	60	0	5	20	60	60	25
13.	40	5	55	0	50	20	65	25	0
14.	45	55	5	5	10	45	70	0	20
15.	5	5	15	60	5	55	75	65	5
16.	10	65	35	10	25	15	65	35	70
17.	45	65	25	5	25	10	60	30	65
18.	45	60	10	5	15	55	70	5	30
19.	50	40	60	60	50	45	75	25	15
20.	15	25	10	60	55	15	85	5	65
21.	50	35	65	10	15	25	65	70	35
22.	45	30	65	5	10	25	65	65	30
23.	45	10	60	5	55	25	70	30	5
24.	20	55	45	55	50	10	75	0	60
25.	70	20	20	5	10	20	60	65	30

### 3.2 Вказівки до виконання етюра №2

#### Умови задач:

Дано координати точок **SABC** вершин піраміди (таблиця завдань №4)

**Задача 1.** Плоскопаралельним переміщенням знайти відстань від вершини **S** піраміди до її основи **ABC** - висоту піраміди.

**Задача 2.** Знайти дійсну величину основи піраміди - трикутника **ABC**, методом плоскопаралельного переміщення.

**Задача 3.** Заміною площин проекцій знайти найкоротшу відстань між ребрами **SA** і **BC** піраміди **SABC**.

Приклад оформлення етюра №2 представлено на рис. 43, 45.

Для виконання етюра №2 необхідно знати:

- перетворення креслень способом плоскопаралельного переміщення (інформація до задач 1,2);
- перетворення креслень заміною площин проекцій (інформація до задачі 3).

#### Пояснення до виконання задачі 1

Суть *методу обертання* полягає в тому, що геометричним фігурам, які проєкціюються, навколо відповідних осей обертання надають відповідне положення відносно даної системи площин проєкцій, яка не змінюється.

*Плоскопаралельне переміщення* можна розглядати як обертання навколо невизначених проєкціювальних прямих. Тут усі точки геометричного об'єкта переміщуються у взаємоперпендикулярних площинах

На рис.41 наведено креслення площини загального положення, яка після плоскопаралельного переміщення стала перпендикулярно до площини **V**(фронтально-проєкціювальною площиною), що дає змогу знайти відстань від точки **S** до цієї площини (задача 1).

Горизонтальну проєкцію **АнВнСн** в новому місці розміщують так, щоб горизонтальна проєкція горизонталі **hn** була перпендикулярна до **OX**, а проєкції **АнВнСнSn** і  $\bar{A}_n\bar{B}_n\bar{C}_n\bar{S}_n$  були конгруентними.

При плоскопаралельному переміщенні геометричного об'єкта одна з його проєкцій, переміщуючись у площині проєкцій залишається без змін сама собі; інші проєкції точок геометричного об'єкта переміщуються по прямим, що паралельні напрямленню осі проєкцій.

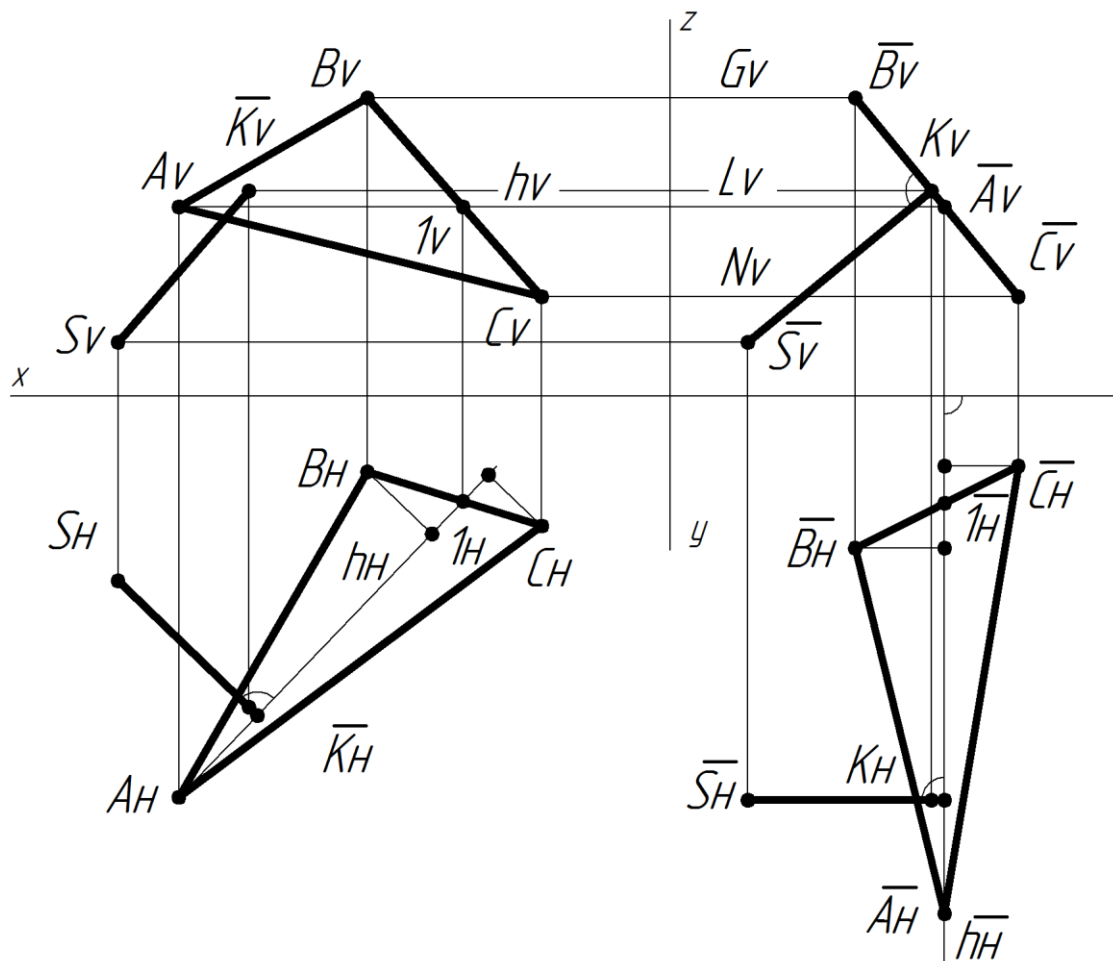


Рис. 41 Приклад побудови задачі 1 (знаходження висоти піраміди)

## Пояснення до виконання задачі 2

Щоб площина трикутника  $ABC$  була на одній із площин проєкцій в дійсну величину, необхідно повернути її до положення, паралельного до площини проєкцій  $H$ , як показано на рис.42.

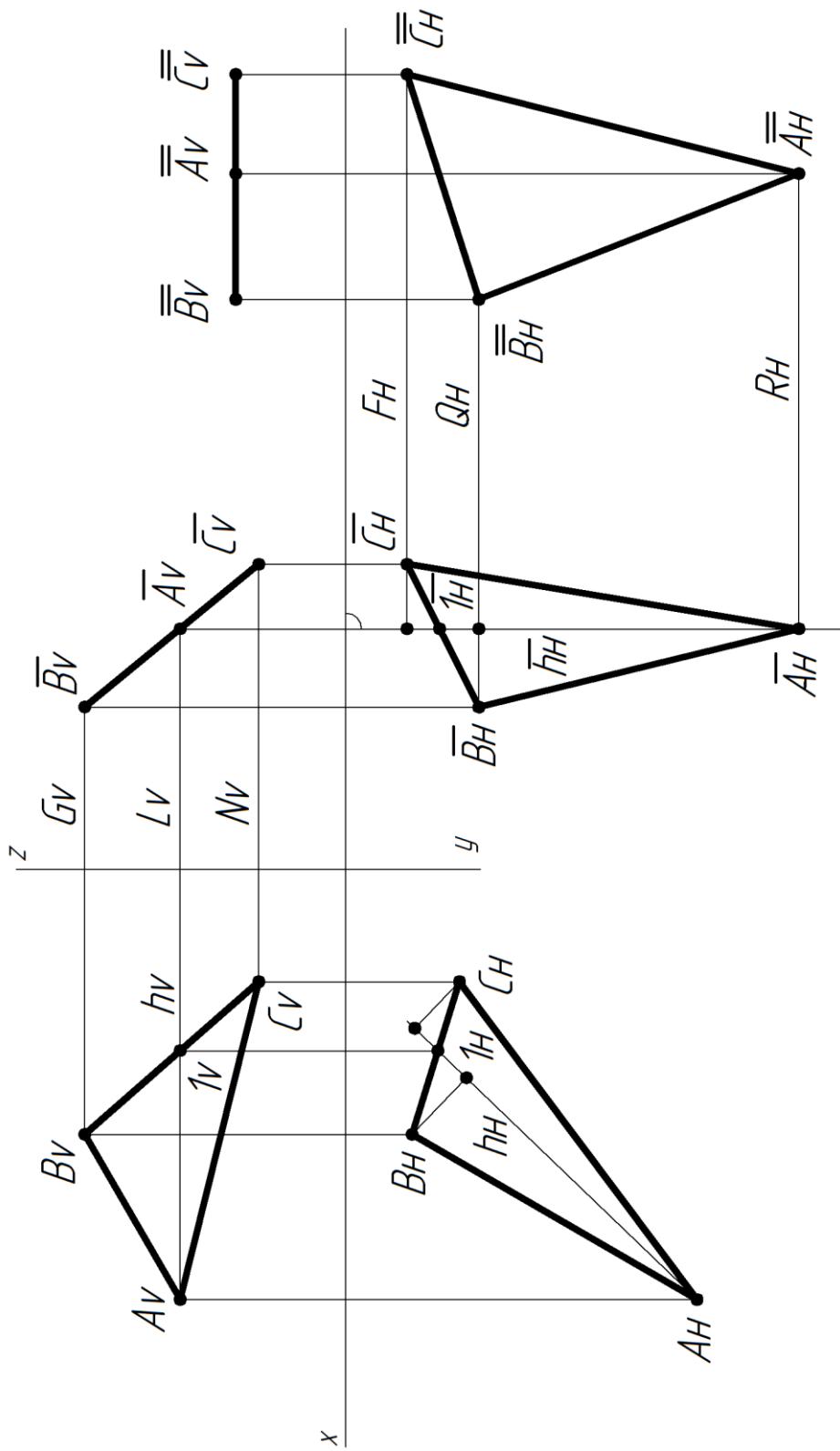


Рис. 42 Приклад побудови задачі 2 (знаходження дійсної величини трикутника  $ABC$ )

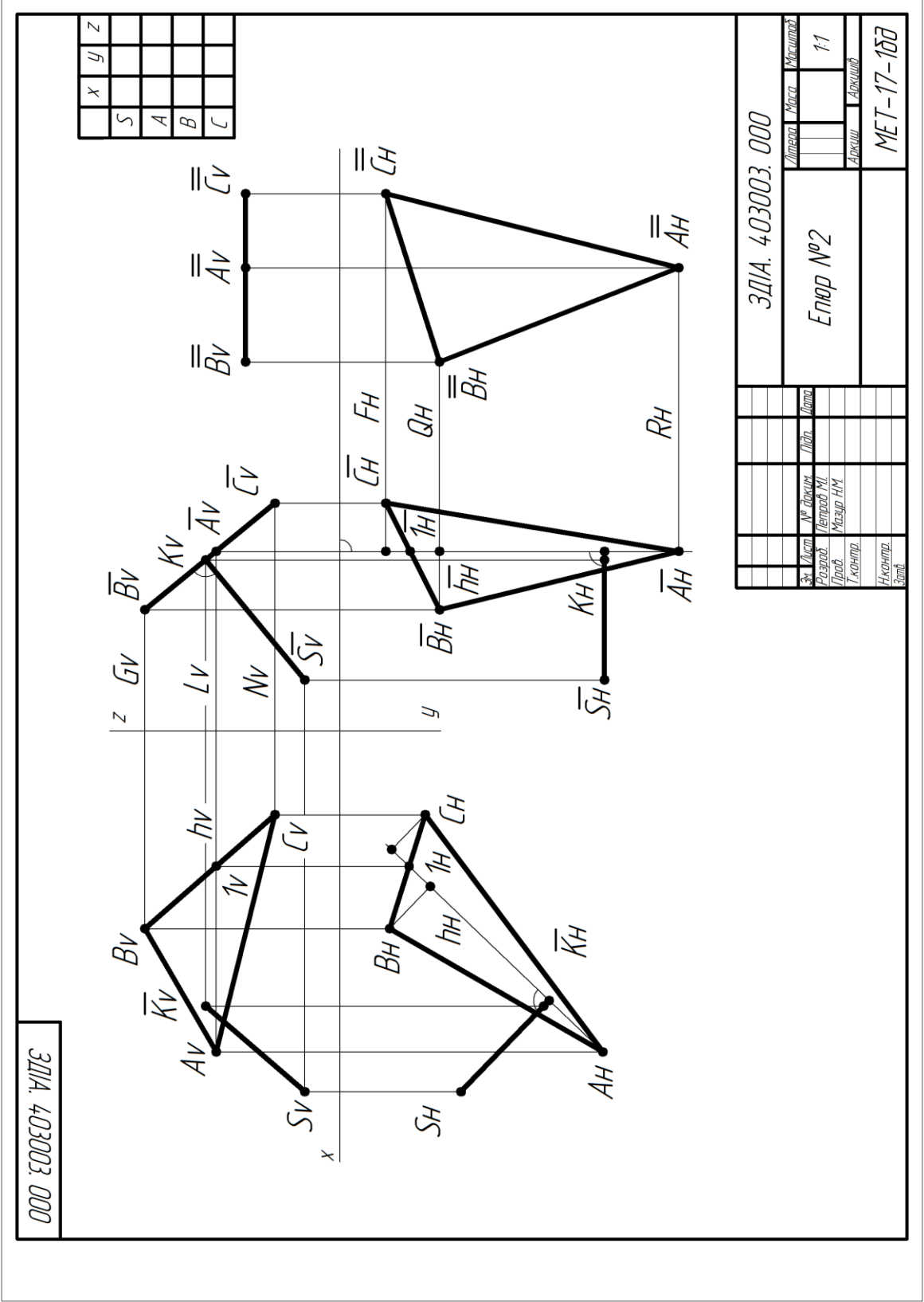


Рис. 43 Приклад оформлення епора №2 (задачі 1,2)

До виконання задачі 3 необхідно вивчити розділ "Перетворення креслень (епюрів) заміною площин проєкцій."

### Пояснення до виконання задачі 3

#### Перетворення креслень заміною площин проєкцій

Для отримання відповіді на задачу 3 - знаходження найкоротшої відстані між прямими  $SA$  і  $BC$ , в систему площин проєкцій  $V, H$  вводять послідовно дві нові площини проєкцій –  $V_1, H_1$ . Спочатку  $V_1$  вводять паралельно до прямої  $SA$ , а потім  $H_1$  - перпендикулярно (якщо  $SA$  пряма загального положення).

На кресленні це буде відображено появою вісі  $X_1$  паралельної до проєкції  $S_n A_n$  в системі площин проєкцій  $V, H$ , та вісі  $X_2$  перпендикулярною до проєкції  $S_{V_1} A_{V_1}$  в системі площин проєкцій  $H, V_1$ .

**Необхідно** запам'ятати - відстань від старої проєкції точки до старої вісі дорівнює відстані від нової вісі до нової проєкції точки.

Таким чином, для знаходження найкоротшої відстані між прямими  $SA$  і  $BC$  необхідно (рис. 44):

- $X_1$  провести паралельно до  $S_n A_n$  і відкласти по лініях зв'язку від вісі  $X_1$  значення  $Z$  точок  $S, A, B, C$ . Отримаємо проєкції –  $S_{V_1}, A_{V_1}, B_{V_1}, C_{V_1}$ ;
- провести вісь  $X_2$  перпендикулярно до  $S_{V_1} A_{V_1}$  і по лініях зв'язку від вісі  $X_2$  відкласти відстані від вісі  $X_1$  до проєкцій  $S_n, A_n, B_n, C_n$  - отримаємо креслення, де проєкція прямої  $SA$  є точка.

**Відстань** по перпендикуляру від  $S_{H_1} A_{H_1}$  до  $B_{H_1} C_{H_1}$  буде **натуральною величиною** найкоротшої відстані між прямими  $SA$  і  $BC$ .

Якщо пряма  $SA$  паралельна одній із площин проєкцій, то вводять тільки одну площину проєкцій, яка перпендикулярна до прямої  $SA$ . Вісь  $X_1$  проводять перпендикулярно проєкції  $S_n A_n$  (якщо  $SA$  паралельна до площини  $H$ ), чи перпендикулярно проєкції  $S_V A_V$  (якщо  $SA$  паралельна до площини  $V$ ).

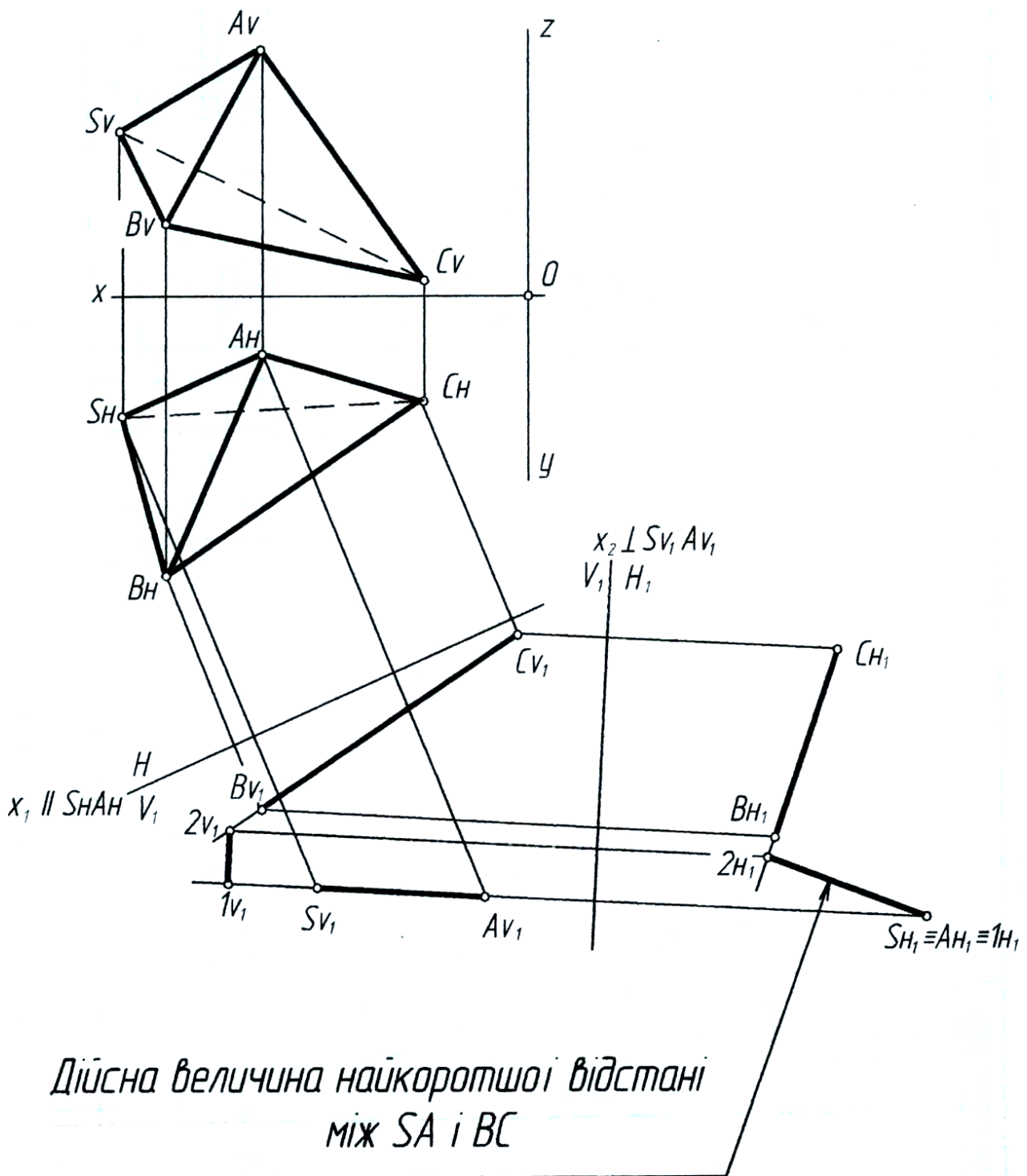
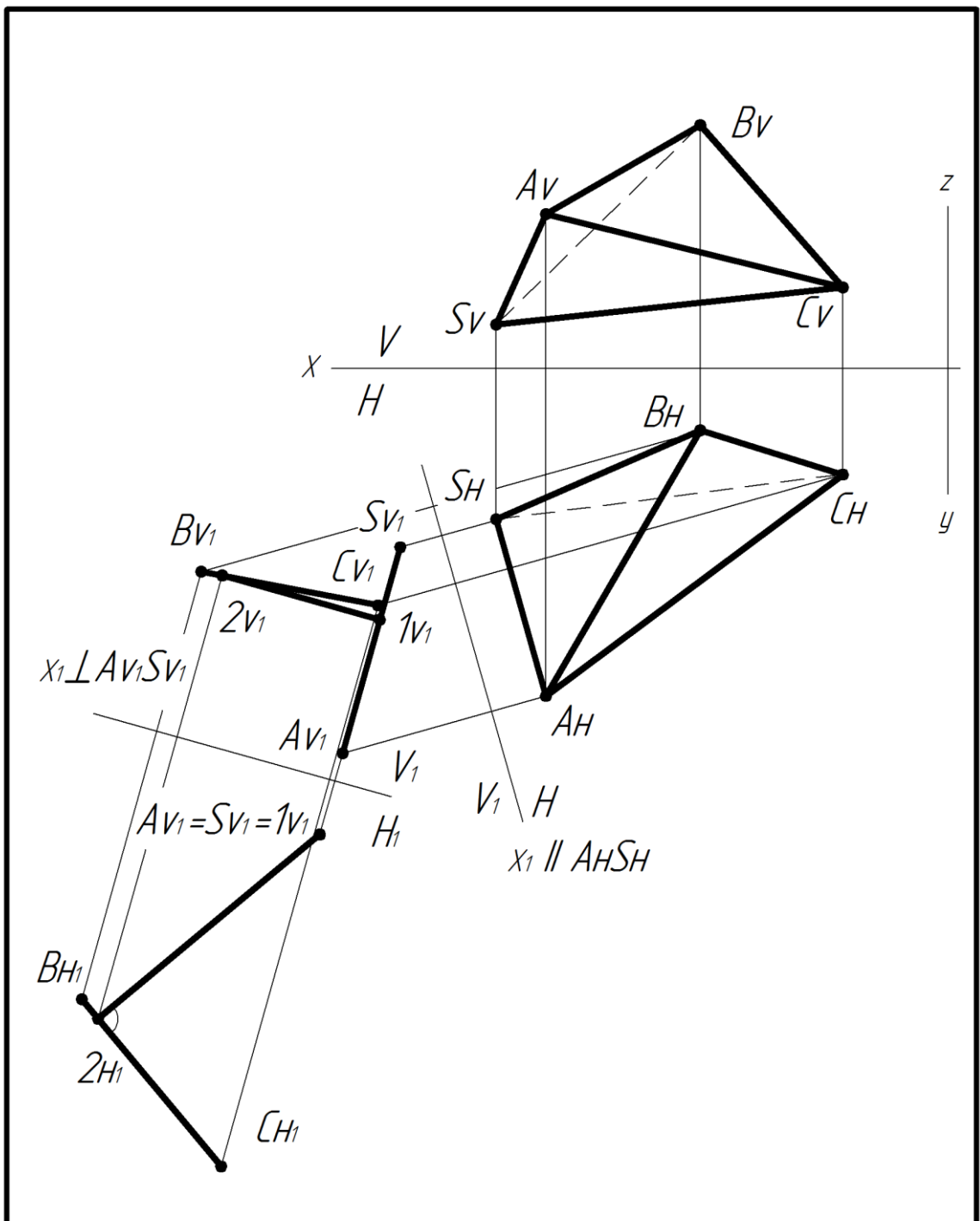


Рис. 44 Приклад побудови задачі 3 (знаходження найкоротшої відстані між прямими  $SA$  та  $BC$ )





					ЗДІА. 403003. 000			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Епюр №2	Літера	Маса	Масштаб
Разроб.		Попов М.С.						1:1
Перевір.		Мазур Н.М.				Аркш	Аркшів	
Т. контр.						МЕТ-17-188		
Н. контр.					Формат А4			
Затв.								

Рис. 45 Приклад оформлення етюра №2 (задача 3)

Таблиця завдань №4

№ варіан ту	Координати точок											
	S			A			B			C		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1.	85	60	75	50	65	15	10	20	60	75	10	35
2.	90	60	75	55	65	15	15	20	35	80	10	30
3.	35	65	65	25	35	20	70	65	25	90	15	75
4.	85	35	35	60	45	75	20	25	35	75	80	45
5.	80	25	35	55	35	75	15	20	35	75	75	40
6.	90	80	65	55	20	70	15	65	35	80	40	15
7.	95	65	80	60	70	20	20	25	60	25	10	35
8.	75	50	65	40	50	5	0	10	55	65	0	25
9.	80	65	50	45	85	55	25	45	60	70	20	10
10.	20	50	45	10	20	10	55	50	10	80	0	60
11.	70	20	20	45	30	60	5	10	20	65	60	30
12.	65	15	20	40	25	60	0	5	20	60	60	25
13.	75	65	50	40	5	55	0	50	20	65	25	0
14.	80	65	65	45	55	5	5	10	45	70	0	20
15.	20	45	55	5	5	15	60	5	55	75	65	5
16.	75	25	25	10	65	35	10	25	15	65	35	70
17.	70	25	20	45	65	25	5	25	10	60	30	65
18.	80	75	55	45	60	10	5	15	55	70	5	30
19.	85	70	55	50	40	60	60	50	45	75	25	15
20.	25	55	50	15	25	10	60	55	15	85	5	65
21.	75	25	25	50	35	65	10	15	25	65	70	35
22.	70	20	25	45	30	65	5	10	25	65	65	30
23.	80	75	50	45	10	60	5	55	25	70	30	5
24.	10	20	10	20	55	45	55	50	10	75	0	60
25.	15	30	60	70	20	20	5	10	20	60	65	30

### 3.3 Вказівки до виконання епюра №3

#### Умови задач:

По схемі завдання (таблиця завдань №5) побудувати три проекції піраміди.

Розміри: висота – 80мм;

діаметр описаного кола – 60мм:

**Задача 1.** Побудувати проекції лінії перерізу поверхні площиною **P** що задана слідами **PV, PH**.

**Задача 2.** Побудувати дійсну величину перерізу.

**Задача 3.** Побудувати розгортку зрізаної поверхні.

По схемі завдання (таблиця завдань №5) побудувати три проекції геометричної поверхні (конуса). Розміри: висота – 80мм;

діаметр основи – 60мм:

**Задача 1.** Побудувати проекції лінії перерізу поверхні площиною **P**, що задана слідами **PV, PH**.

**Задача 2.** Визначити характер перерізу.

Приклад оформлення епюра №3 представлено на рис. 50.

Для виконання епюра №3 необхідно знати:

- тему: "Точка перетину прямої з площиною" - для побудови точок лінії перерізу (задача 1);
- перетворення креслень методами плоскопаралельного переміщення та заміною площин проекцій (задача 2 – піраміда);
- як побудувати розгортки поверхонь геометричних тіл.

#### Пояснення до виконання задач

Перерізом граної поверхні буде багатокутник, вершини якого є точки перетину (пересічення) ребер багатогранника з площиною перерізу.

**Розгорткою** називають плоску фігуру, отриману шляхом поєднання всієї поверхні, що обмежує предмет, з однією площиною.

Розглянемо побудову розгортки правильної трикутної піраміди  $SABC$ , зрізаної горизонтально-проекціюючою площиною  $P$  (рис. 46).

Поверхня зрізаної піраміди складається з:

- трьох бічних граней (дві з яких зрізані),
- зрізаної основи - чотирикутник  $ABFD$ ,
- фігури зрізу - трикутник  $DEF$ .

Для побудови розгортки необхідно визначити натуральні величини бічних ребер піраміди і фігури зрізу (трикутник  $DEF$ ).

У заданій піраміді бічні ребра рівні, тому визначають довжину одного з них, наприклад ребра  $SC$ . Ребро  $SC$  паралельно до площини  $W$ , тому його профільна проекція  $S_wC_w$  дорівнює довжині ребра, а відрізок  $S_wE_w=SE$ . Для визначення натуральної величини трикутника  $DEF$  використана додаткова площина  $V_1$ , паралельна площині зрізу  $P$ . Нова проекція - трикутник  $D_{v_1}E_{v_1}F_{v_1}$  дорівнює натуральній величині трикутника  $DEF$ . Зрізані бічні грані  $ASC$  і  $BSC$  мають форму неправильних чотирикутників  $ADES$  і  $BFES$ . На розгортці їх простіше всього викреслити, якщо заздалегідь побудувати розгортку бічної поверхні цілої піраміди - трикутників  $ASC$ ,  $ASB$  і  $BSC$ . Потім на бічному ребрі  $SC$  відкладають відрізок  $SE= S_wE_w$ , на ребрі основи  $AC$  - відрізок  $AD=A_nD_n$  і на ребрі основи  $BC$  - відрізок  $BF=B_nF_n$ . З'єднавши прямими лініями точки  $D$ ,  $E$  і  $F$  одержують контур розгортки бічної поверхні зрізаної піраміди.

Основу зрізаної піраміди (чотирикутник  $ABFD$ ) розміщено при бічній грані  $ASB$ . Заздалегідь на розгортці будують повну основу - трикутник  $ABC$ , після чого на стороні  $AC$  відкладають відрізок  $AD=A_nD_n$ , а на стороні  $BC$  - відрізок  $BF=B_nF_n$ . Фігура перетину - трикутник  $DEF$  - приєднана до основи піраміди своєю стороною  $DF$ , яка є загальною для цих фігур.

Розгортка може мати іншу форму, якщо поверхню піраміди розрізати по інших ребрах.

Приклади побудови рішення задач наведені на рис. 46, 47.

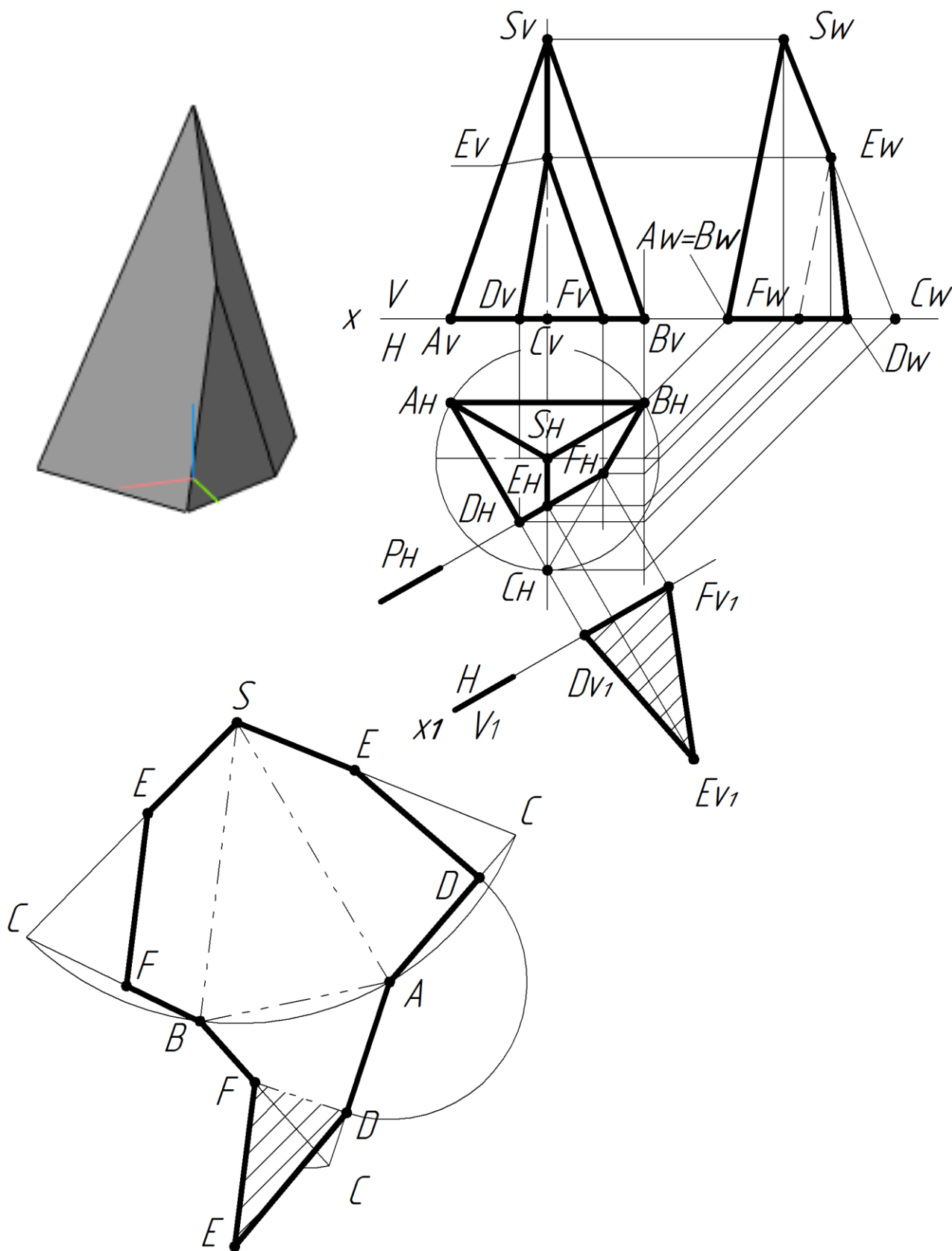


Рис. 46 Приклад побудови задач епюра №3 (трикутна піраміда)

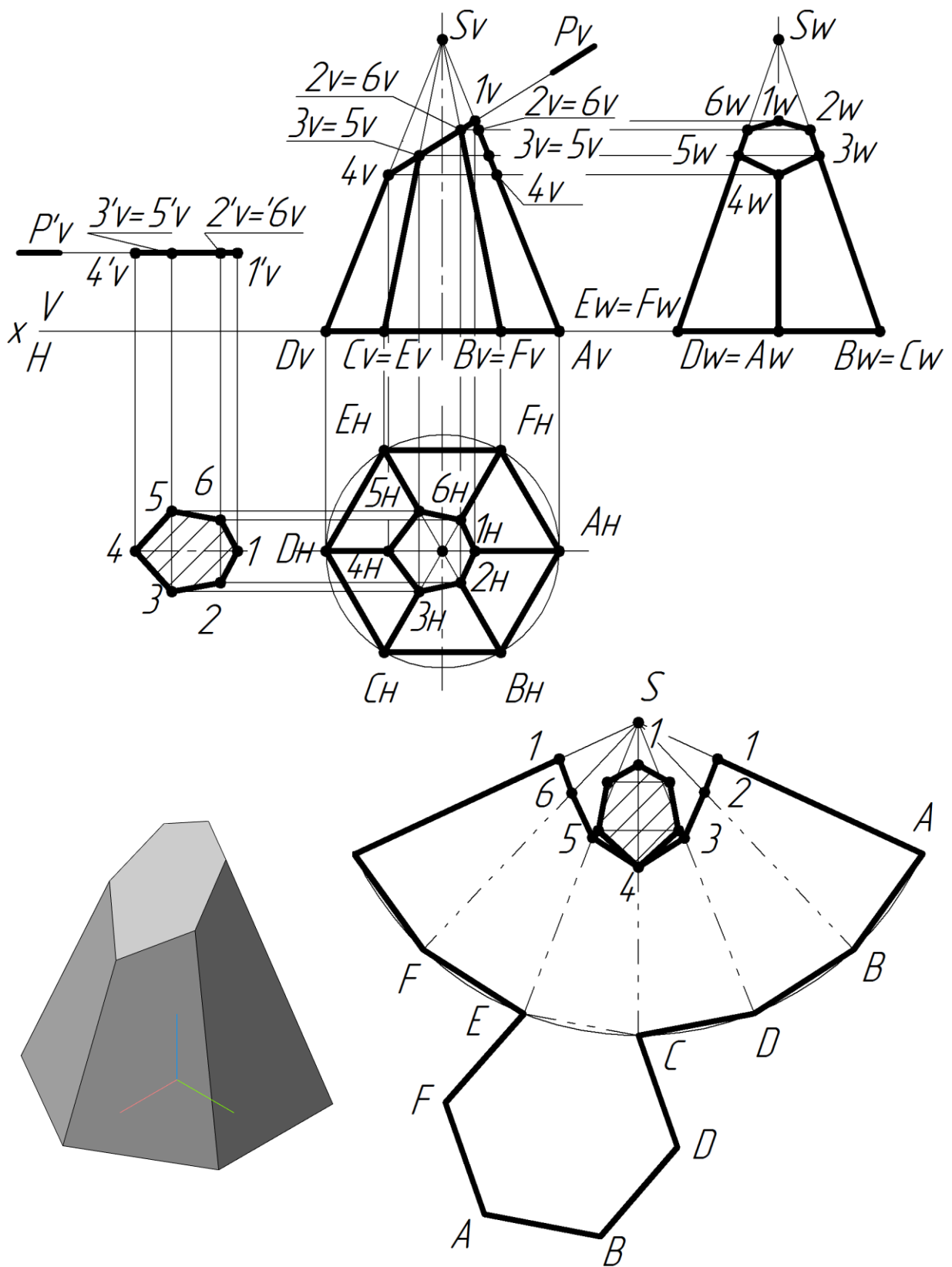


Рис.47 Приклад побудови задач еюра №3 (шестикутна піраміда)

Перерізом криволінійної поверхні, як правило, є крива лінія, точками якої будуть точки перетину твірних ліній поверхні з площиною перерізу.

При перетині конуса обертання площиною можуть утворюватись:

- Якщо січна площина перпендикулярна до осі конуса, то в перерізі - *коло*.
- Якщо січна площина проходить через вершину конуса, то розтинає його *по прямим лініям*.
- Якщо січна площина перетинає усі твірні конуса і не перпендикулярна до його осі, то в перерізі - *еліпс* (рис. 48).

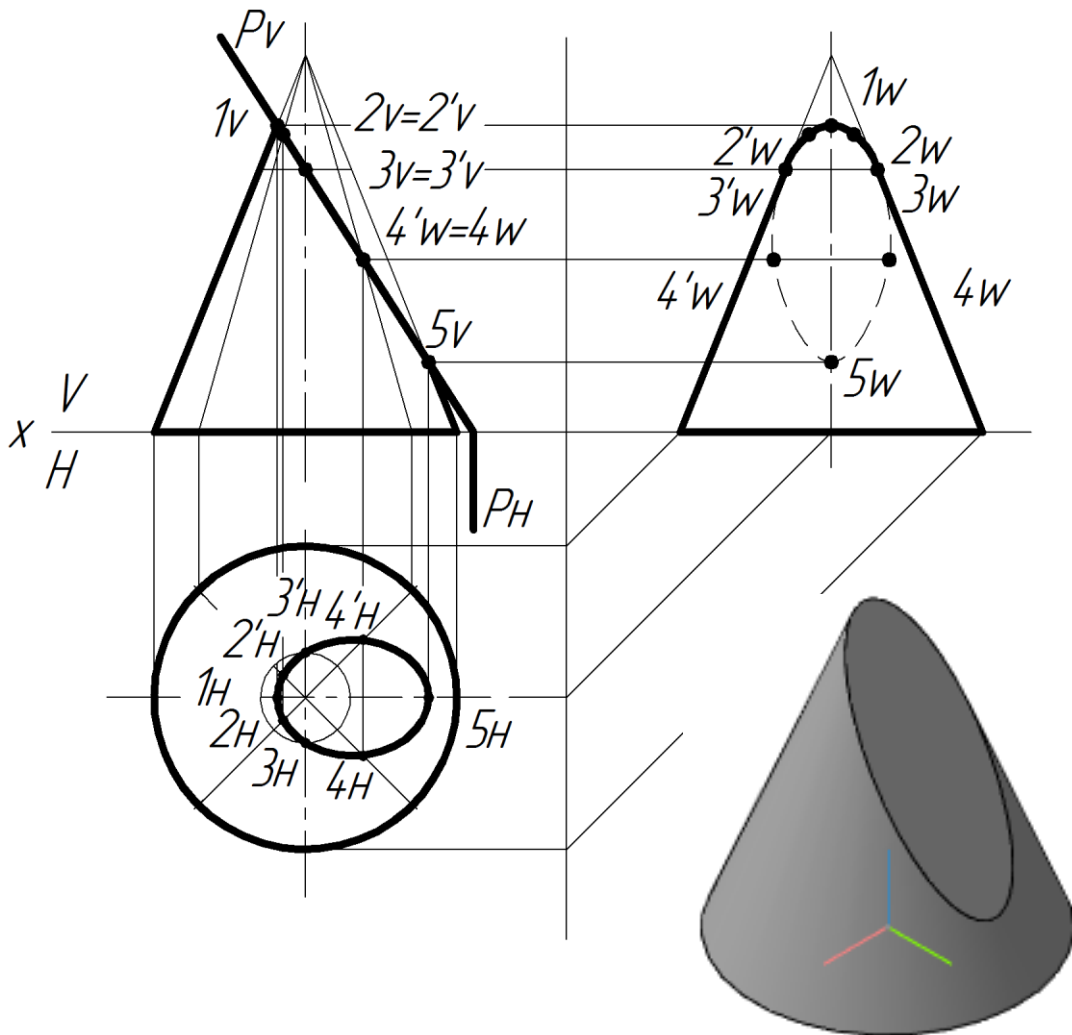


Рис. 48 Приклад побудови перерізу конуса (лінія перерізу - еліпс)

- Якщо січна площина перетинає тільки одну порожнину конуса і паралельна одній твірній конуса (кут її нахилу до осі конуса дорівнює куту, який утворюють твірні конуса з його віссю), то в перерізі - **парабола** (рис. 49).

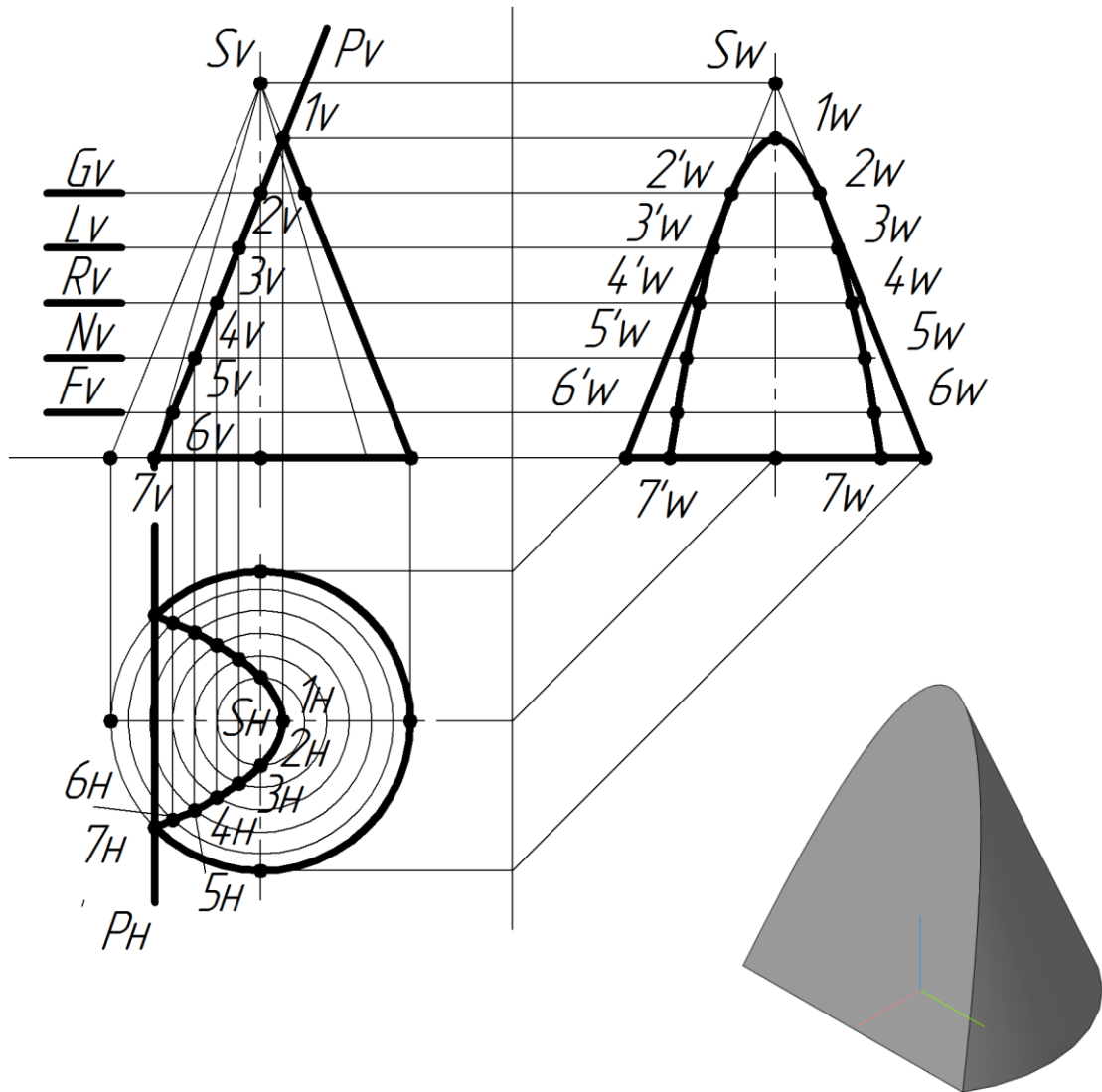
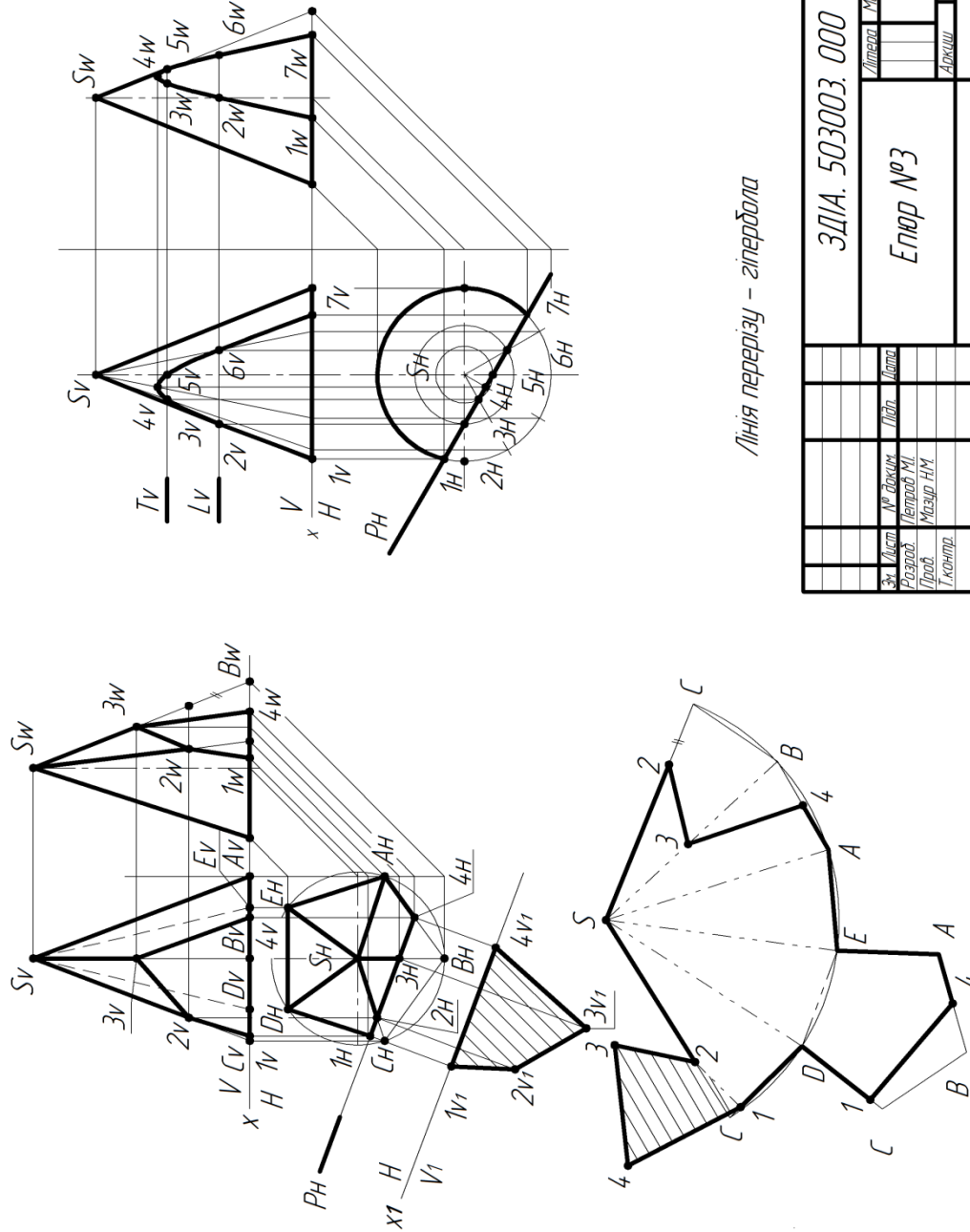


Рис. 49 Приклад побудови перерізу конуса (лінія перерізу - парабола)

- Якщо січна площина перетинає обидві порожнини конуса обертання, інакше паралельна двом його твірним, то в перерізі утворюється **гіпербола** (рис. 50).



ЗДІА. 503003. 000



Лінія перерізу – гіпербола

ЗДІА. 503003. 000		Літера	Місце	Масштаб
Елюар №3		Літера	Місце	1:1
Зв. Діаг.	№ діаким	Піп.	Діаг.	
Метод	Метод М.			
Прод.	Метод НМ			
Г. констр.				
Н. констр.				
Зуп.				МЕТ-17-100

Рис. 50 Приклад оформлення епора №3

№ в.	Піраміда	Конус
1		
2		

№ в.	Піраміда	Конус
3		
4		

№ в.	Піраміда	Конус
5		
6		

№ в.	Піраміда	Конус
7		
8		

№ в.	Піраміда	Конус
9		
10		

№ в.	Піраміда	Конус
11		
12		

№ в.	Піраміда	Конус
13		
14		



№ в.	Піраміда	Конус
15		
16		

№ в.	Піраміда	Конус
17		
18		

№ в.	Піраміда	Конус
19		
20		

№ в.	Піраміда	Конус
21		
22		

№ в.	Піраміда	Конус
23		
24		

№ в.	Піраміда	Конус
25		
26		

№ в.	Піраміда	Конус
27		
28		

№ в.	Піраміда	Конус
29		
30		



### 3.4 Вказівки до виконання епюра №4

#### Умови задач:

1. По заданих 2-х проекціях геометричних поверхонь ( таблиця завдань №6) побудувати проекцію на площину  $W$ .
2. Побудувати проекції лінії перетину поверхонь.

Приклад оформлення епюра №4 представлено на рис. 54 .

Для виконання епюра №4 необхідно **знати** способи побудови лінії перетину поверхонь:

- спосіб допоміжних січних площин (задача 1);
- спосіб січних сфер, концентричних і ексцентричних (задача 2)

#### Пояснення до виконання задач

Зі загальної схеми побудови лінії перетину поверхонь можна виділити два основних способи – *спосіб допоміжних січних площин і спосіб сфер (концентричних і ексцентричних)*:

- спосіб *допоміжних січних площин* використовують у тому випадку, коли вони перетинаючись, з кожною з даних поверхонь, дають прямі лінії або кола. Часто проекціювальні площини вибирають у вигляді площин рівня - площин, паралельних площинам проекцій;
- спосіб *січних концентричних сфер* використовують для побудови лінії перетину конічних та циліндричних поверхонь;
- спосіб допоміжних *ексцентричних сфер* використовують для побудови лінії перетину двох поверхонь обертання, які мають спільну площину симетрії.

Яким би способом не проводилась побудова точок лінії перетину поверхонь, спочатку будують особливі характерні (опорні) точки:

- точки перетину контурних ліній поверхонь на всіх проекціях;
- точки, що відокремлюють видиму частину лінії перетину від невидимої;
- точки найвищу і найнижчу відносно площини проекцій **Н**.

Потім будують точки лінії перетину поверхонь в такій кількості, щоб проведення проєкції лінії перетину поверхонь не створювало труднощів.

**Алгоритм на визначення точок лінії перетину двох поверхонь (спосіб допоміжних січних площин):**

1. Увести допоміжну січну площину, яка перетинає кожен із заданих поверхонь по найбільш простим і зручним для побудови лініям;
2. Визначити лінію перетину допоміжної площини з кожною поверхнею;
3. Знайти точки (чи  $n$  точок) перетину одержаних ліній, які й будуть шуканими;
4. Виконавши зазначені побудови  $n$  разів, отримаємо  $n$  точок. Сполучивши однойменні проєкції цих точок плавними кривими, отримаємо проєкції шуканої лінії перетину (рис. 51).

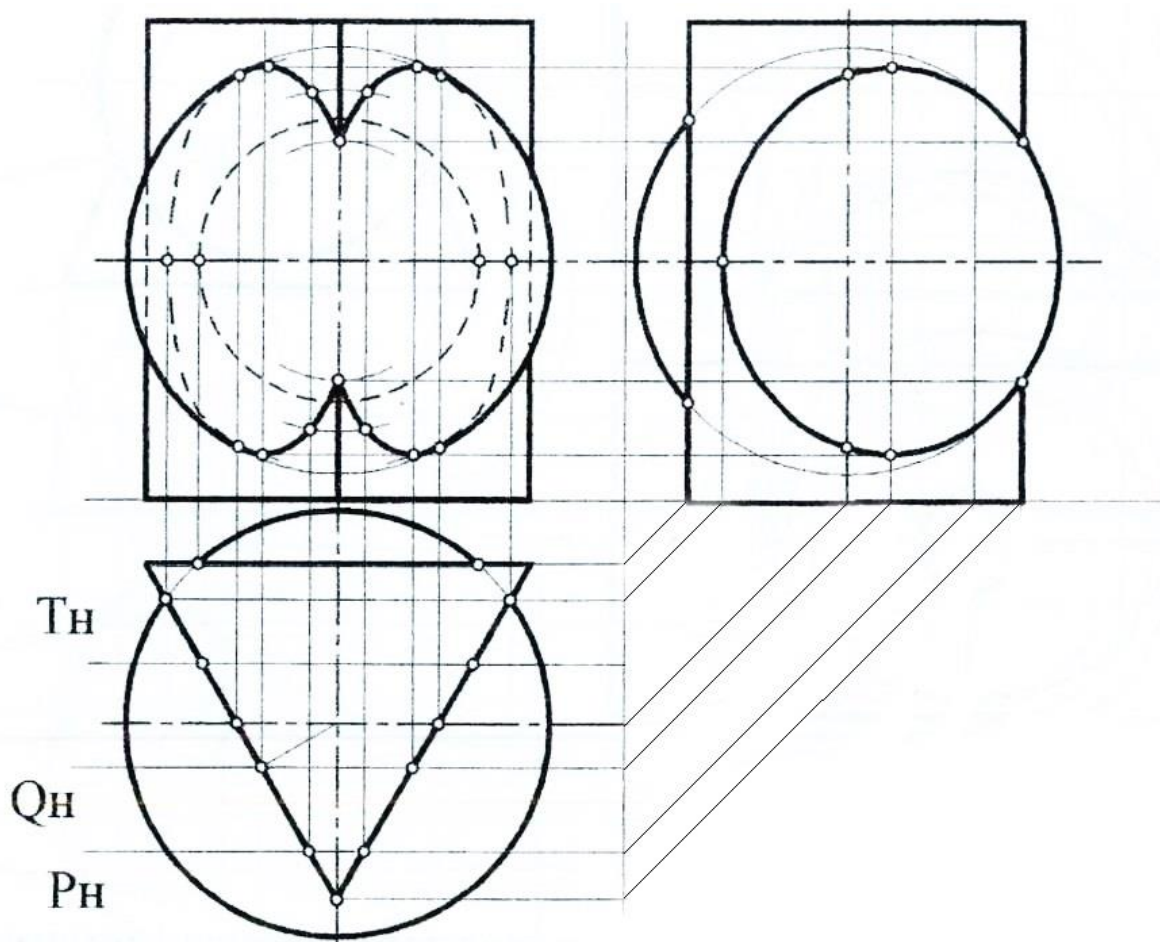


Рис. 51 Приклад побудови лінії перетину двох поверхонь (спосіб допоміжних січних площин)

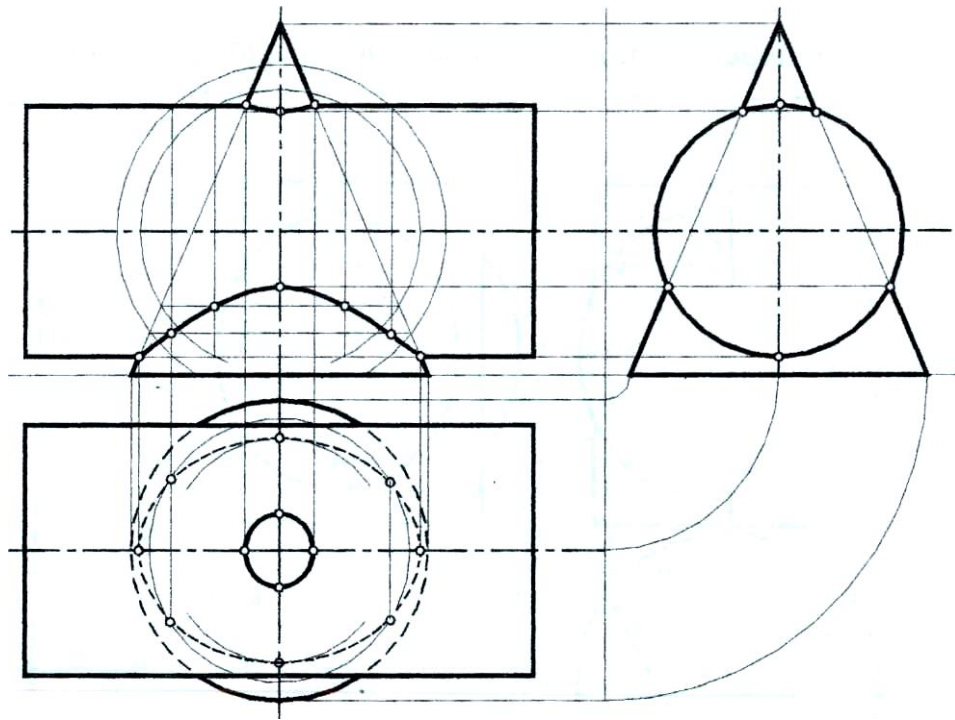


Рис. 52 Приклад побудови лінії перетину поверхонь конуса та циліндра (спосіб січних концентричних сфер)

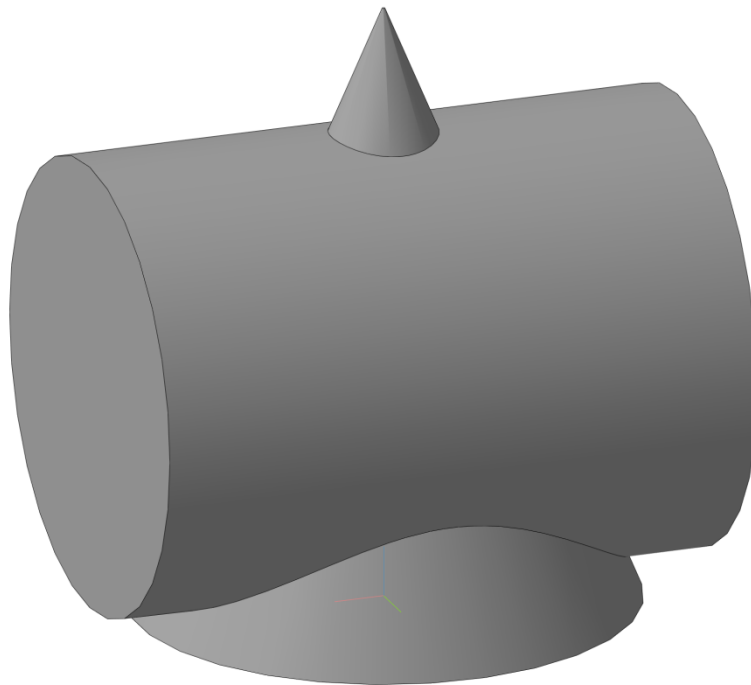
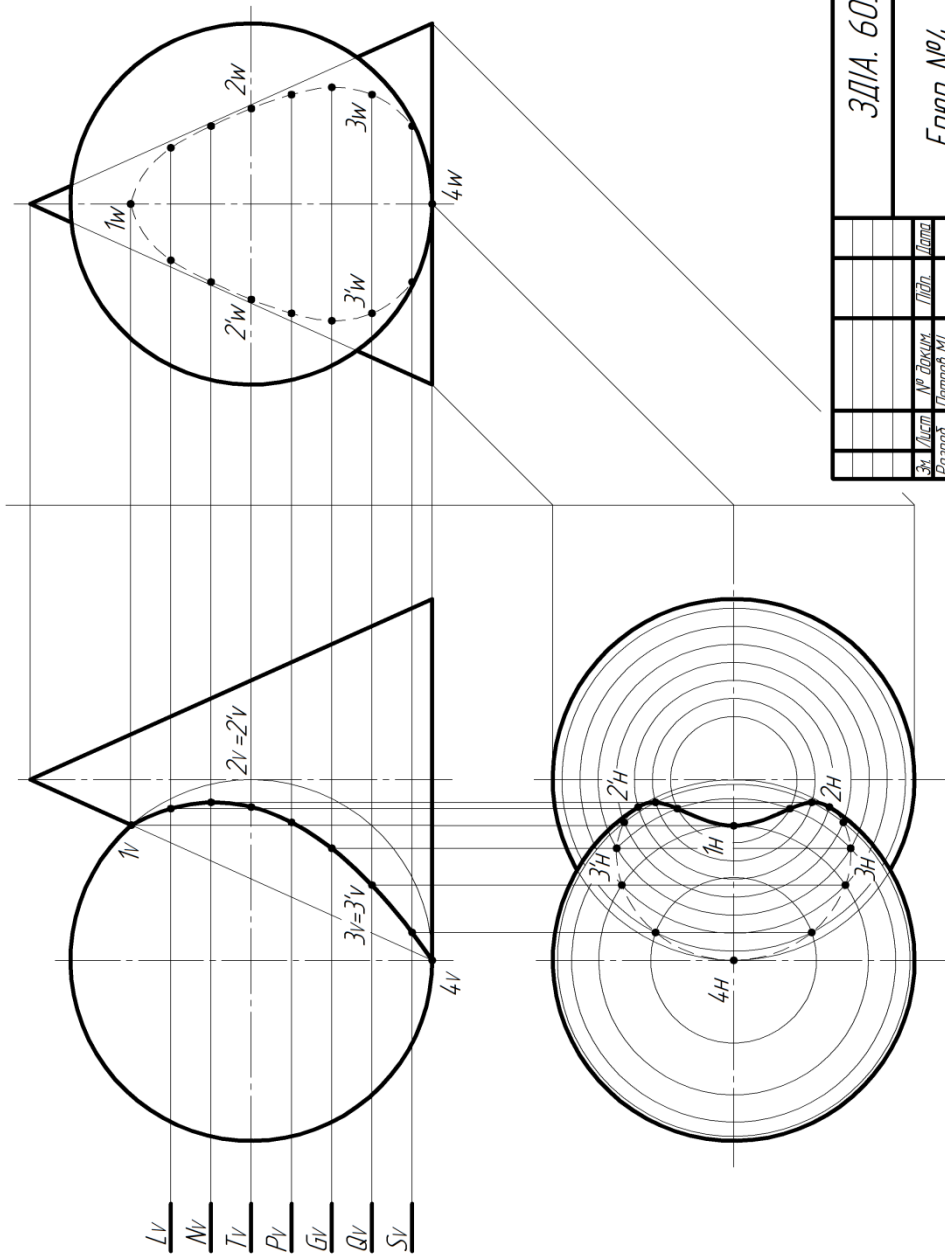


Рис. 53 Просторова модель перетину поверхонь конуса та циліндра

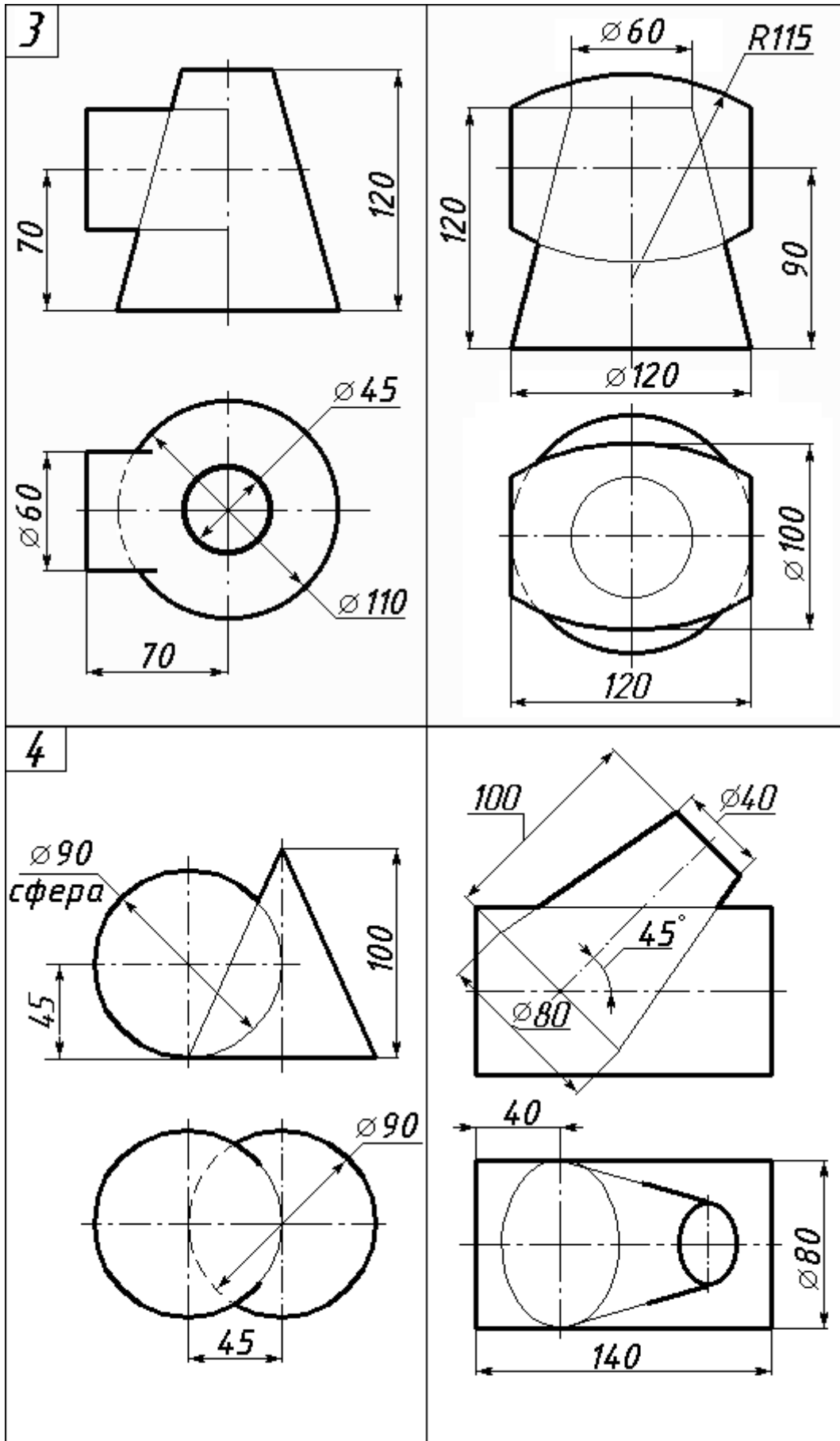
ЗДІА. 603003. 000

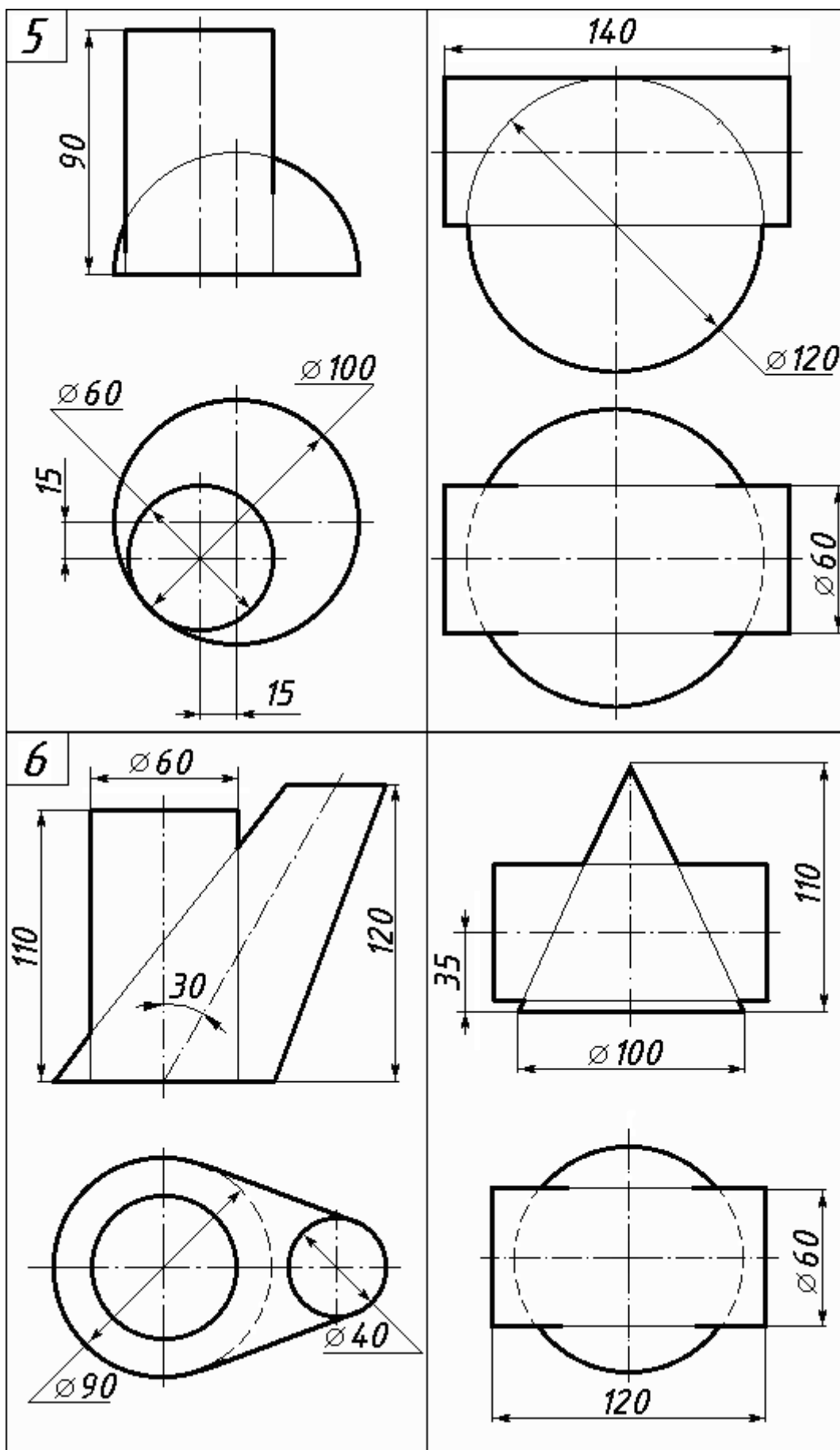


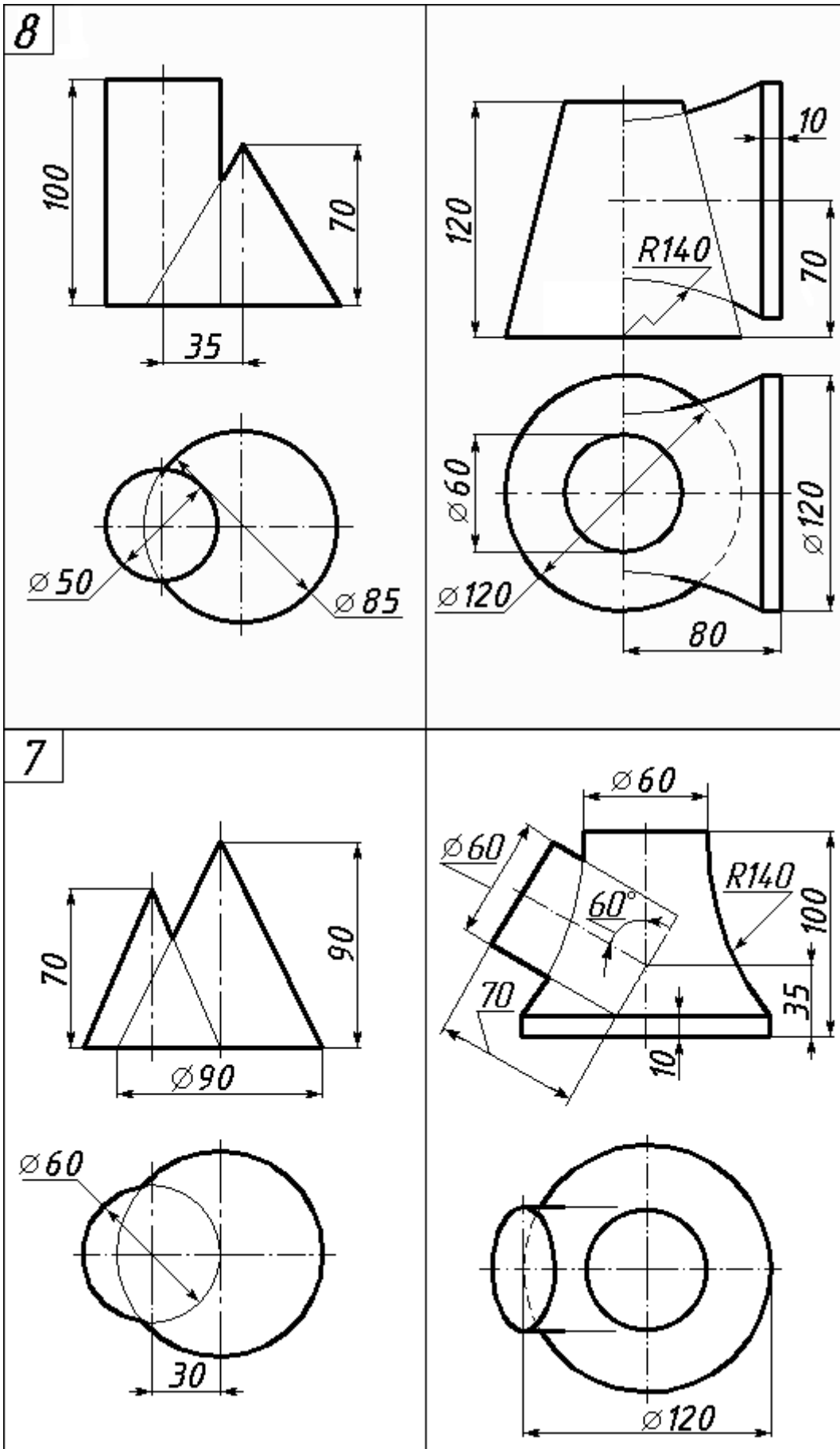
ЗДІА. 603003. 000		Літера	Масштаб
Елюар №4		Архив	1:1
Зв. Лист	№ доки	Лист	
Розроб.	Петров М.		
Проб.	Масло Н.У.		
Г. конпр.			
Н. конпр.			
Зам.			
		МЕТ-17-100	

Рис. 50 Приклад оформлення елюар №4

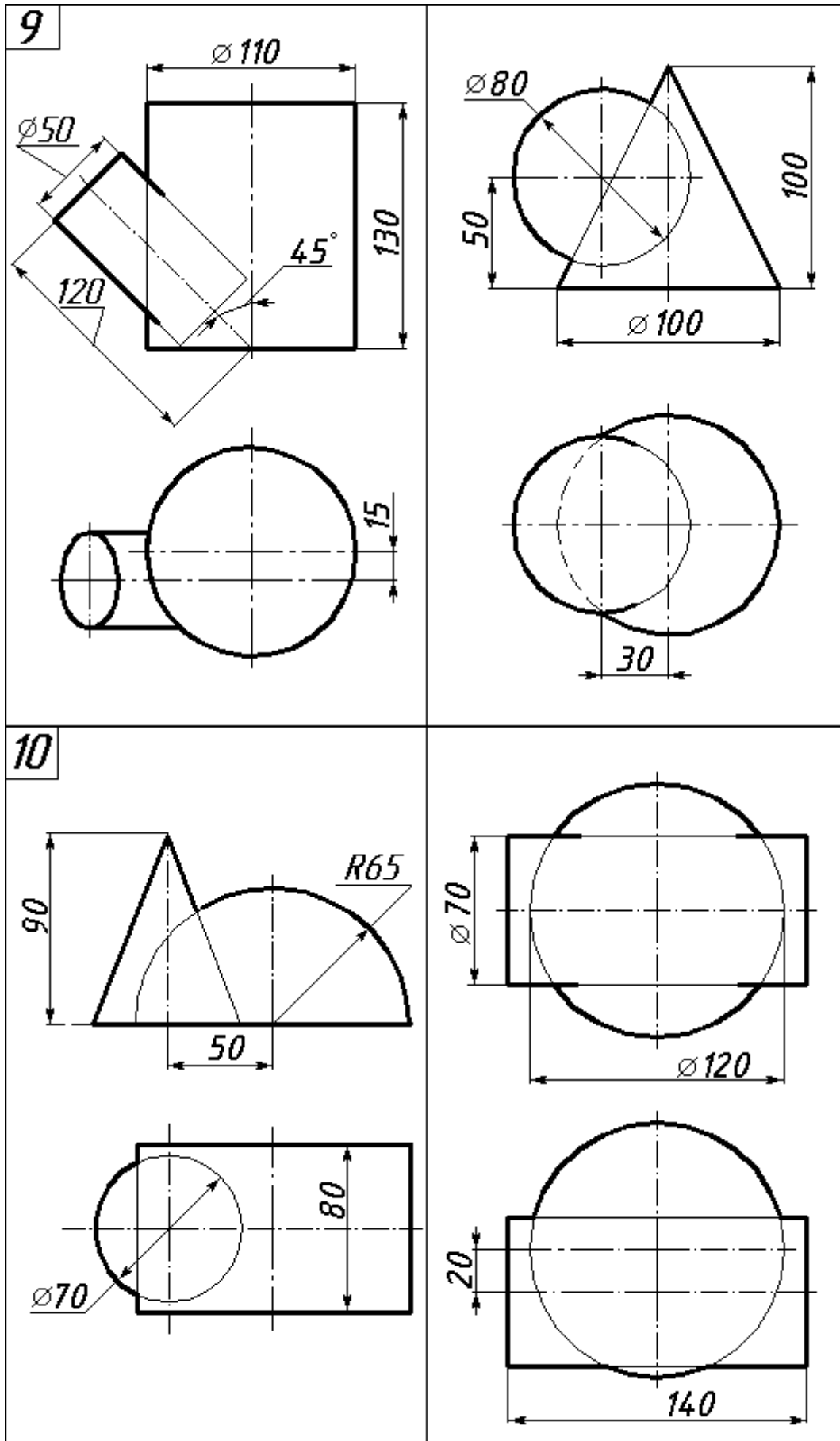
<p><b>1</b></p> <p>145 R115 ∅60 ∅40 10</p>	<p>∅40 100 ∅80 ∅80 140</p>
<p><b>2</b></p> <p>90 45 60 20 ∅80 сфера</p>	<p>сфера ∅90</p> <p>45 90 ∅60 45</p>

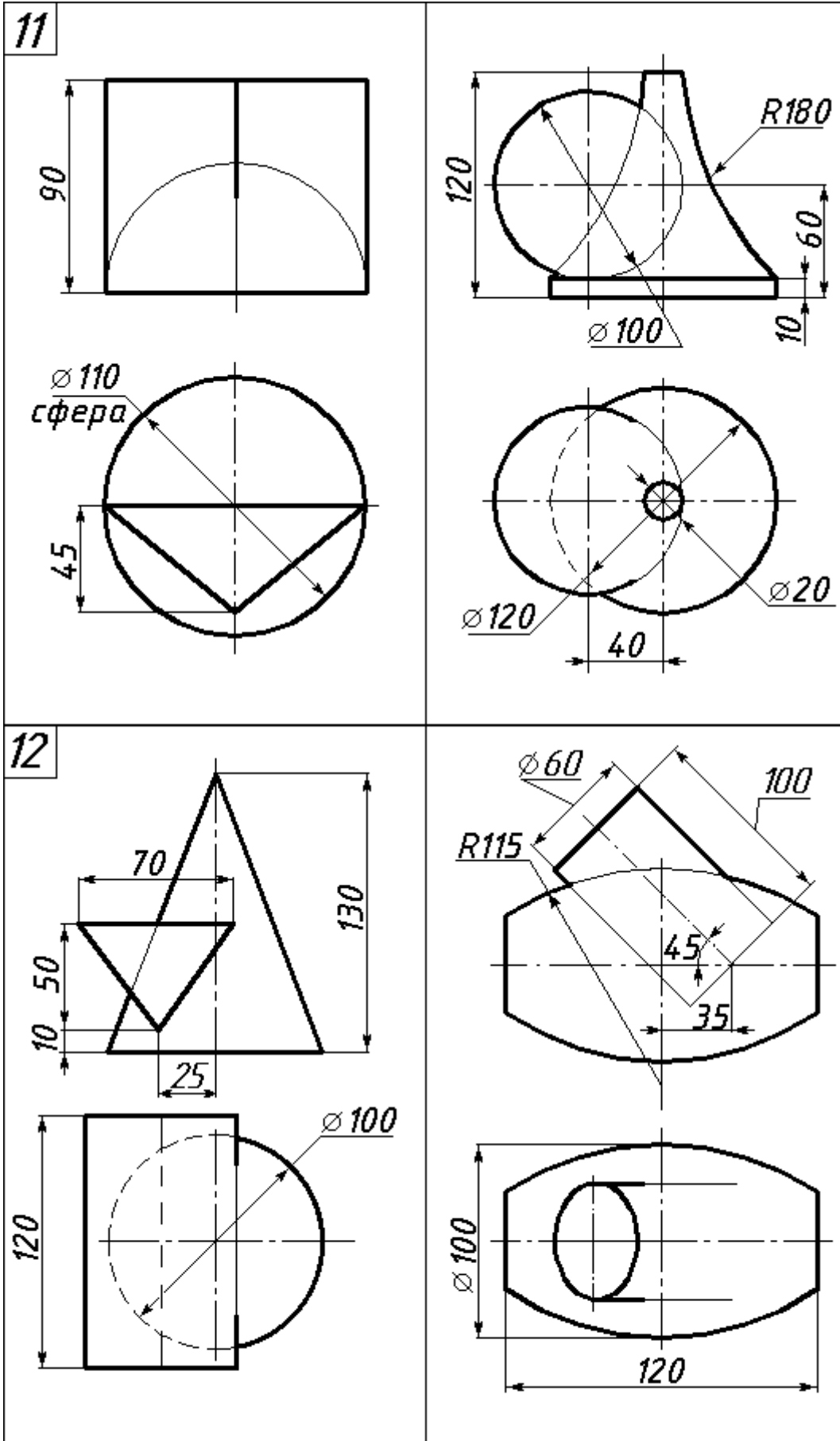


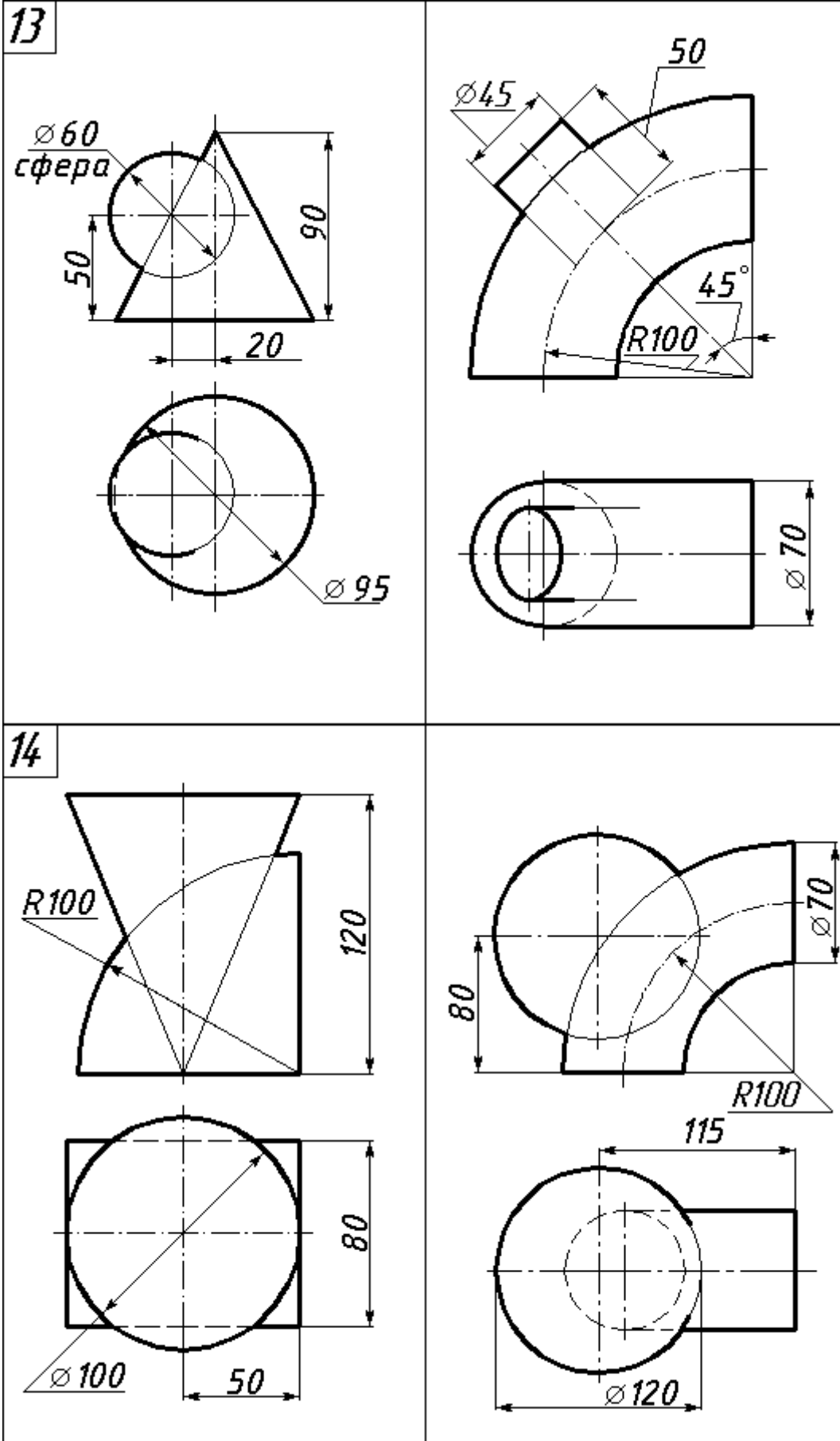


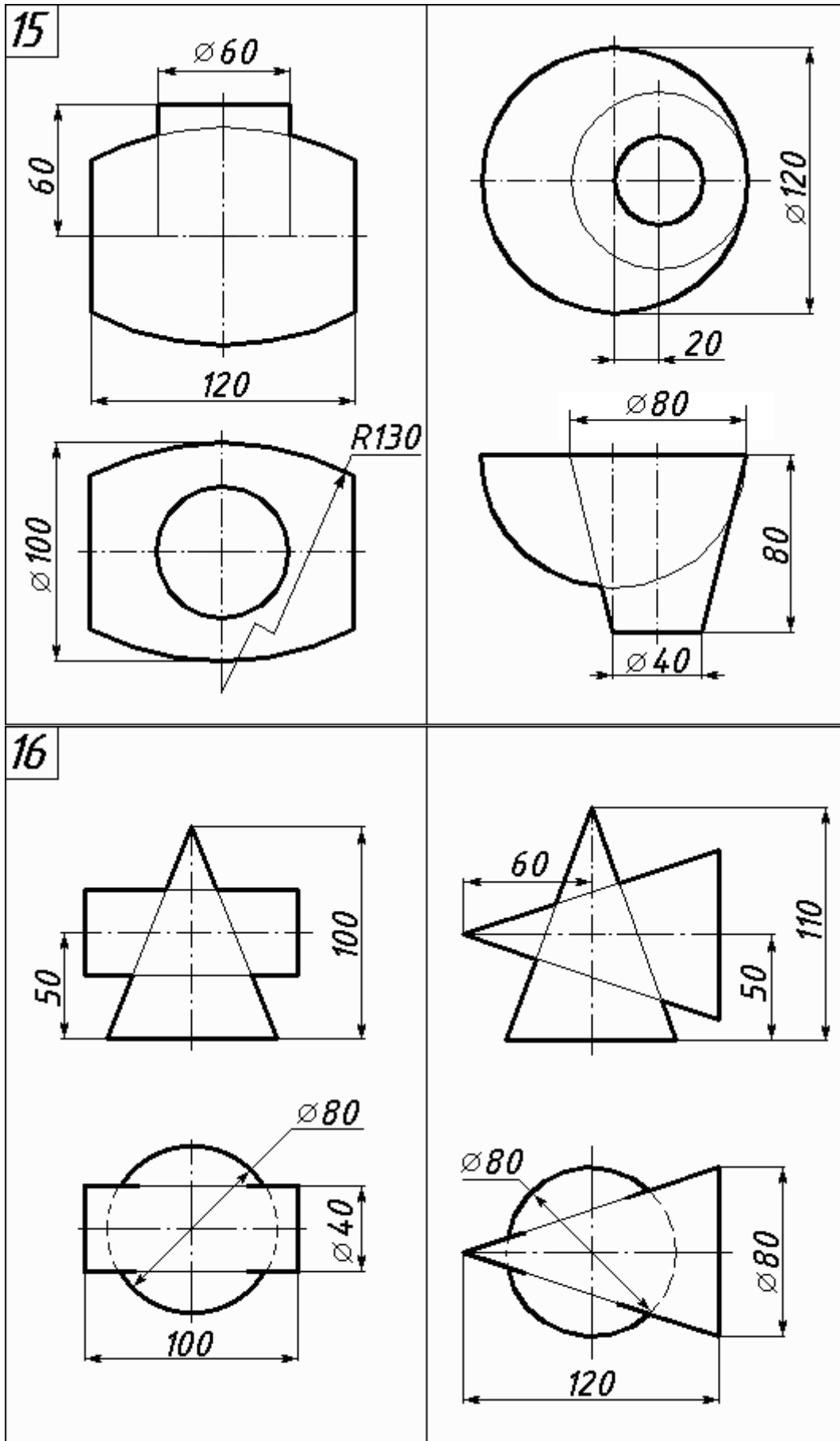


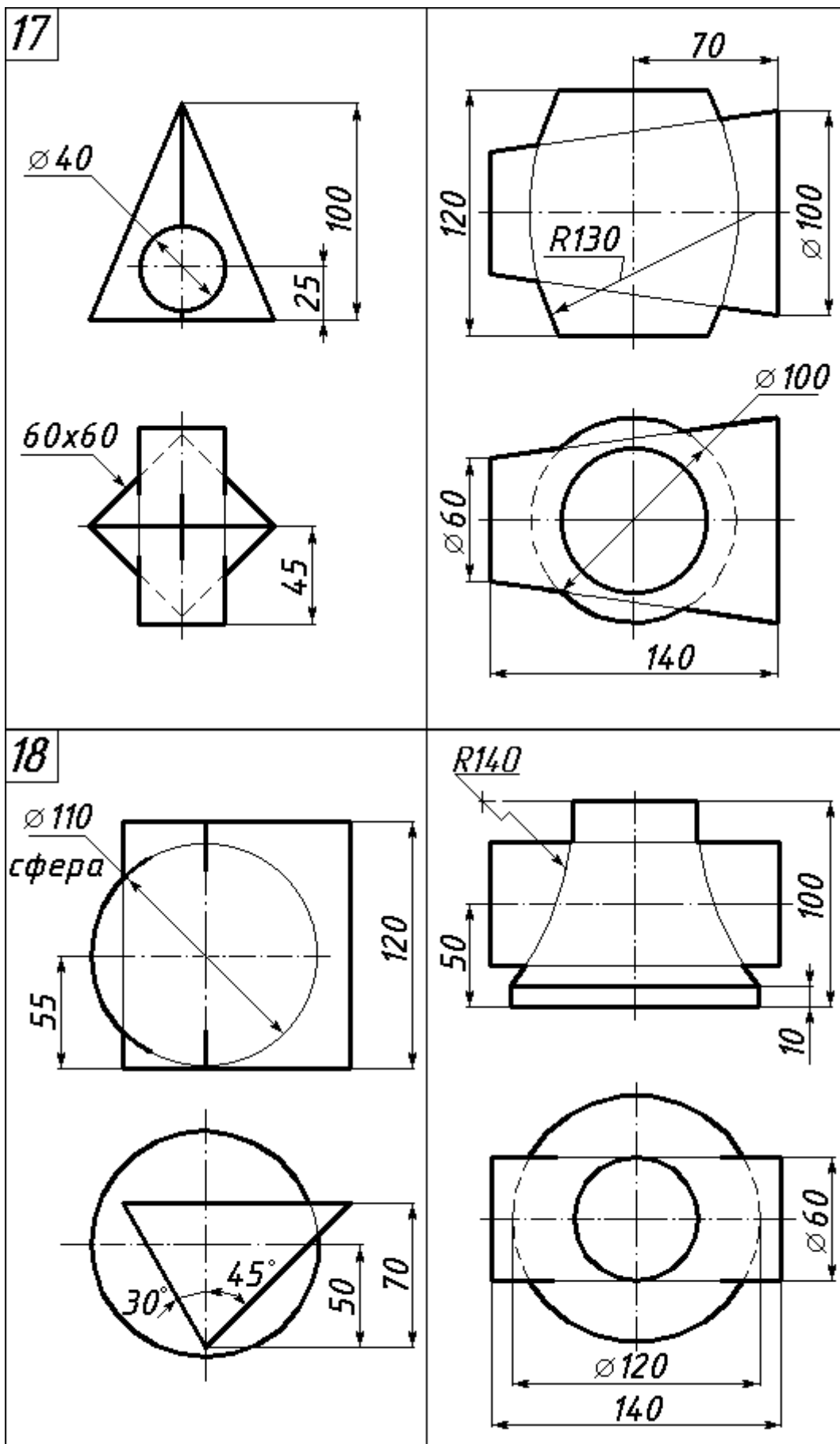


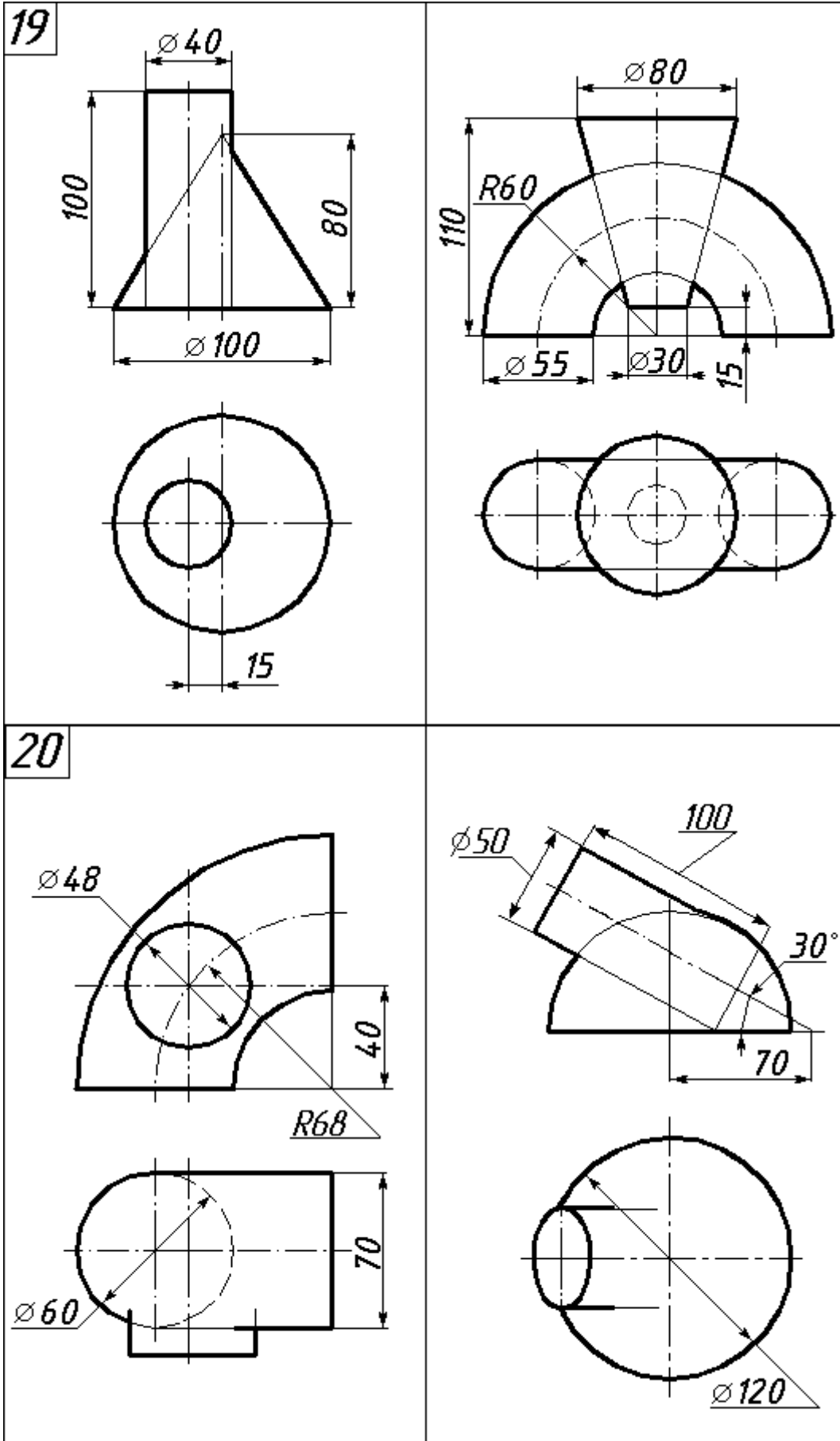


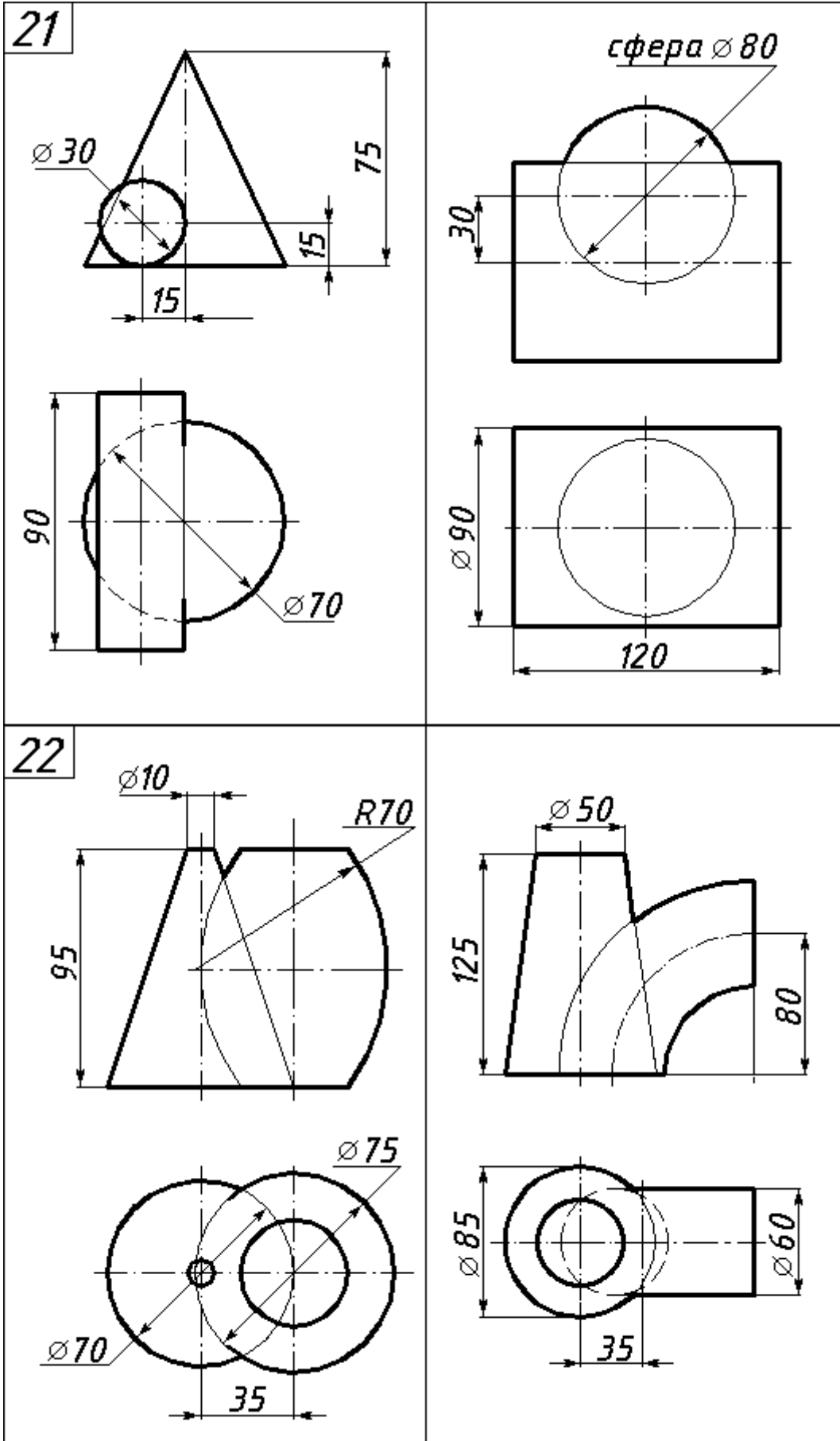


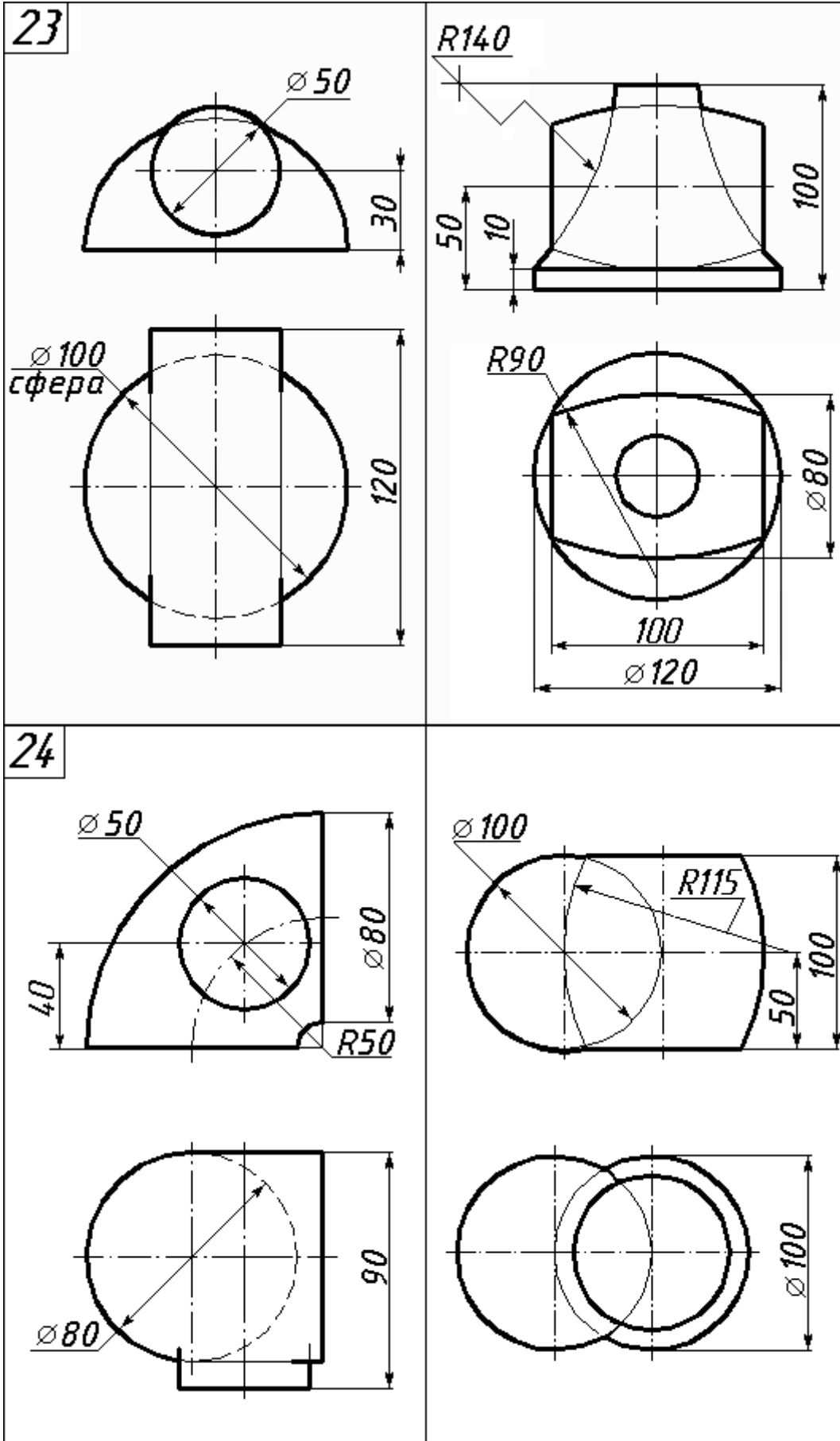




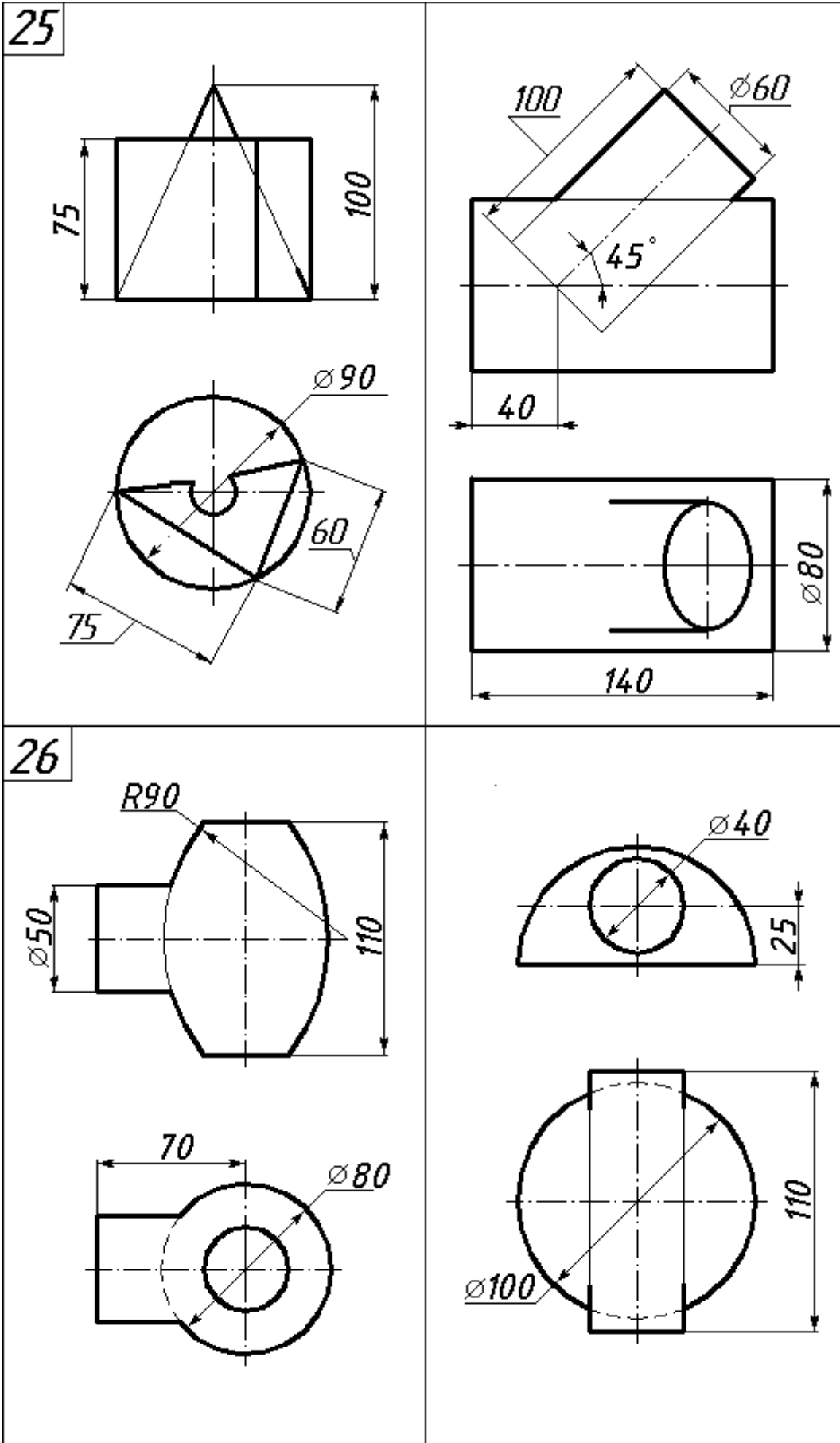


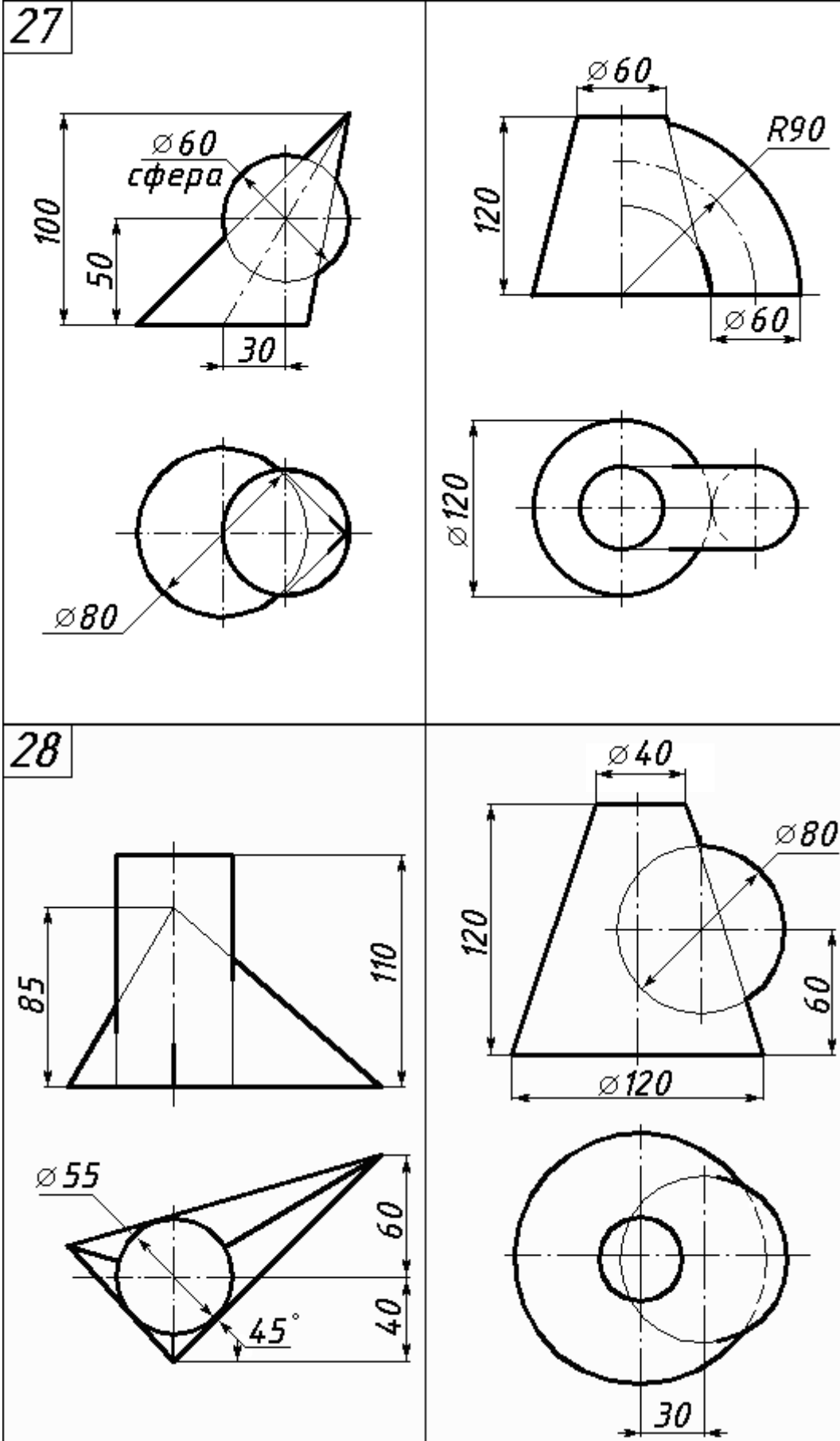




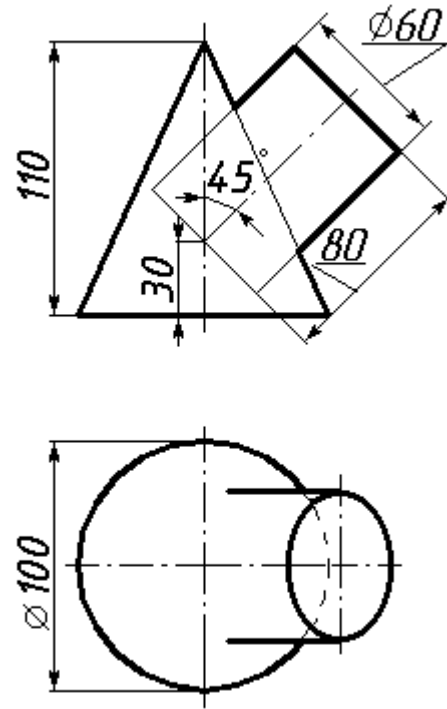
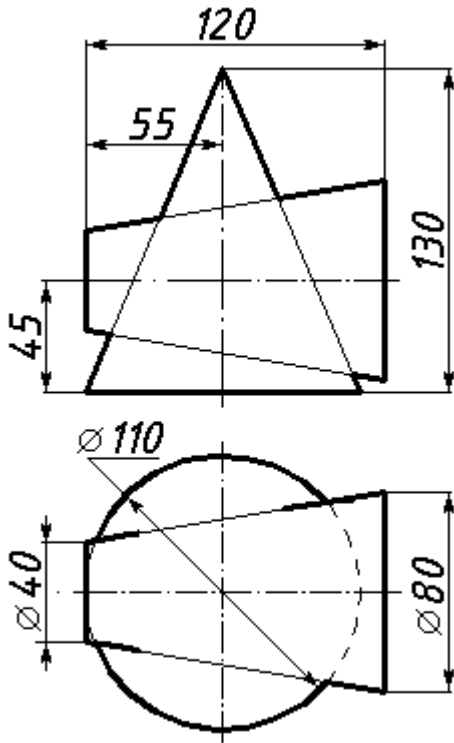




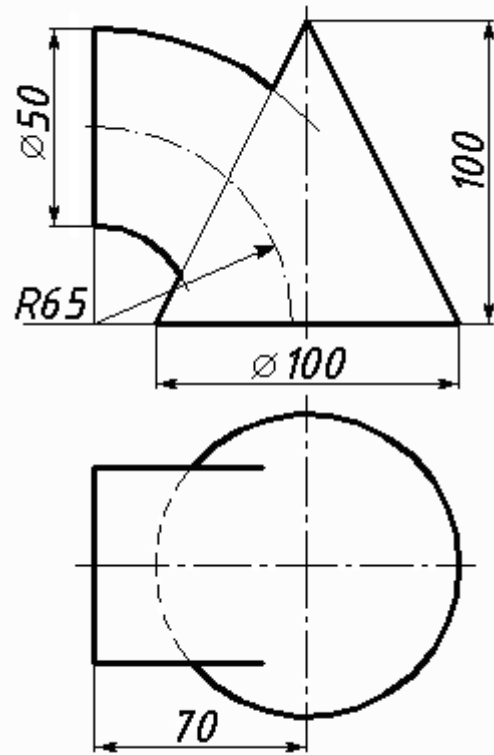
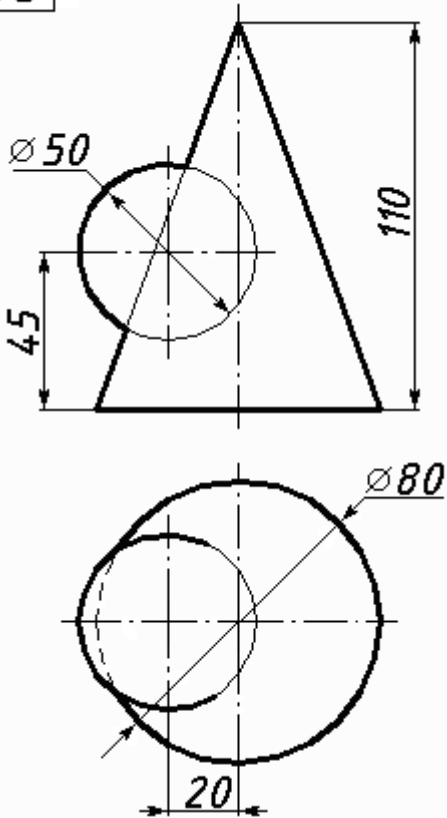




29



30



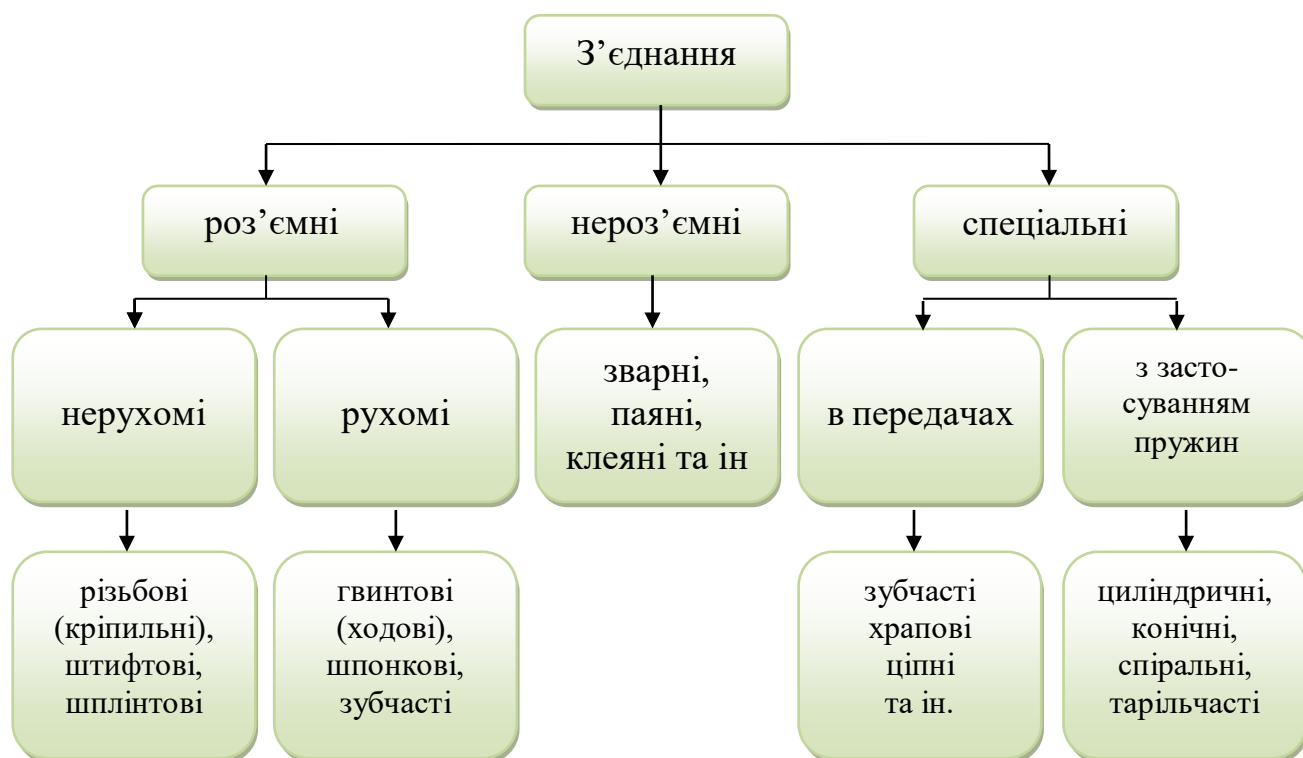
## 4 РОЗ'ЄМНІ І НЕРОЗ'ЄМНІ З'ЄДНАННЯ

У розрахунково-графічній роботі "Роз'ємні і нероз'ємні з'єднання" студенти ознайомлюються із призначенням, роботою і конструкцією деталей роз'ємних та нероз'ємних з'єднань, а також вивчають правила виконання та оформлення конструкторської документації.

Студенти повинні:

- вивчити правила зображення і позначення різьб, різьбових з'єднань за ГОСТ 2.311-68;
- ознайомитися з діючими стандартами на кріпильні вироби: ГОСТ 7798-70, ГОСТ 5915-70, ГОСТ 11371-78 та інші;
- вивчити правила оформлення текстових документів по ГОСТ 2.108-68 і складальних креслень по ГОСТ 2.109-73;
- вивчити ГОСТ 2.315-68 — "Зображення спрощені і умовні кріпильних виробів";
- ознайомитися з довідковою літературою.

### Класифікація з'єднань деталей



## 4.1 З'ЄДНАННЯ РОЗ'ЄМНІ. З'ЄДНАННЯ БОЛТОМ

Найбільше застосування в техніці з роз'ємних з'єднань мають різьбові (нерухомі) з'єднання. До різьбових з'єднань належать: з'єднання болтом, шпилькою, гвинтом та інші.

### З'єднання болтом

#### Оформлення графічної роботи

Креслення "З'єднання болтом" виконують на форматі А4 в двох зображеннях з необхідними розрізами. До складального креслення додається специфікація за ГОСТ 2.108-68. У випадку, коли специфікація не виконується - умовні позначення кріпильних виробів записують над основним написом.

Початкові дані для виконання графічної роботи "З'єднання болтом" приведені в таблиці завдань №7. Приклади виконання - рис. 60-62 .

Але, перш, ніж приступити до виконання роботи, необхідно ознайомитись з теоретичним матеріалом, що наведено далі у скороченому вигляді.

**Різьба** - це поверхня, що утворюється гвинтовим рухом плоского контура по циліндричній або конічній поверхні.

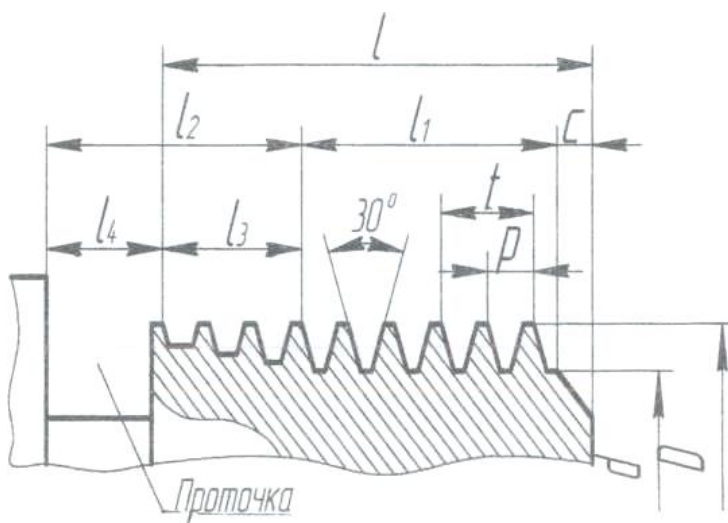


Рис. 55 Елементи різьби

**D** - зовнішній діаметр  
**d** - внутрішній діаметр  
**P** - крок різьби (дрібний і крупний)  
**t** - хід різьби  
**l** - довжина різьби  
**l<sub>1</sub>** - довжина різьби з повним профілем  
**l<sub>2</sub>** - недоріз (недовід+ збіг різьби)  
**l<sub>3</sub>** - збіг різьби  
**c x 45°** - фаска (конічна поверхня на початку різьби),  
**l<sub>4</sub>** - недовід.

## Класифікація та позначення різьб

**За призначенням:** кріпильні, ходові, приєднувальні.

**За профілем** (контур перетину різьби в площині вісі різьби):

трикутна, трапецієвидна, прямокутна, кругла та інші.

**По точності виготовлення:** точний, середній, грубий.

**За формою та розташуванням:** циліндрична, конічна, та зовнішня і внутрішня.

**За напрямком:**

права - в умовних позначеннях не вказується;

ліва - позначається **ЛН**

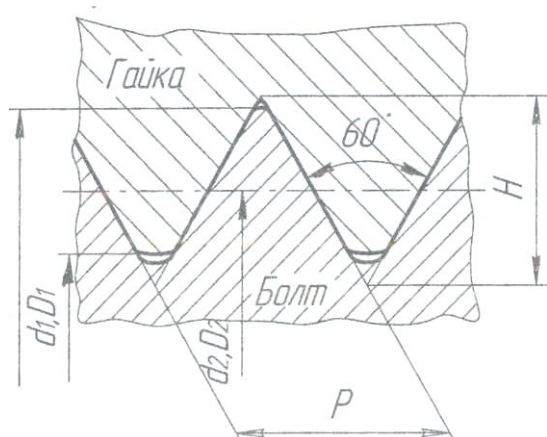
**За числом заходів:** однозахідні і багатозахідні.

Найбільш широке використання мають циліндричні метричні різьби діаметрами від 1 до 600 мм. Профіль метричної різьби зображено на рис. 56. Основною властивістю профілю метричної різьби є те, що його верхівки зрізані по внутрішньому діаметру гайки та по зовнішньому діаметру болта.

**Структура позначення метричної різьби:**

- на стрижні: **М 20 x 1,5 - 6g ЛН**, або **М 16 - 8g** (якщо крок крупний, а напрям різьби - правий);

- у отворі: **М20 x 1,5 - 6H** або **М 16 - 7H**,



де: **М** - символ метричної різьби;  
**20** - номінальний діаметр;  
**1,5** - крок різьби (вказується тільки дрібний, крупний не вказується);  
**6g**, або **6H** - поле допуску (на стрижні або у отворі)  
**ЛН** - лівий напрям різьби

Рис. 56 Профіль метричної різьби

## Умовне зображення різьби

Різьби на кресленнях зображують умовно. Правила зображення та нанесення позначення різьб встановлено ГОСТ 2.311-68 (рис. 57). Штриховку в розрізі завжди доводять до суцільної товстої лінії.

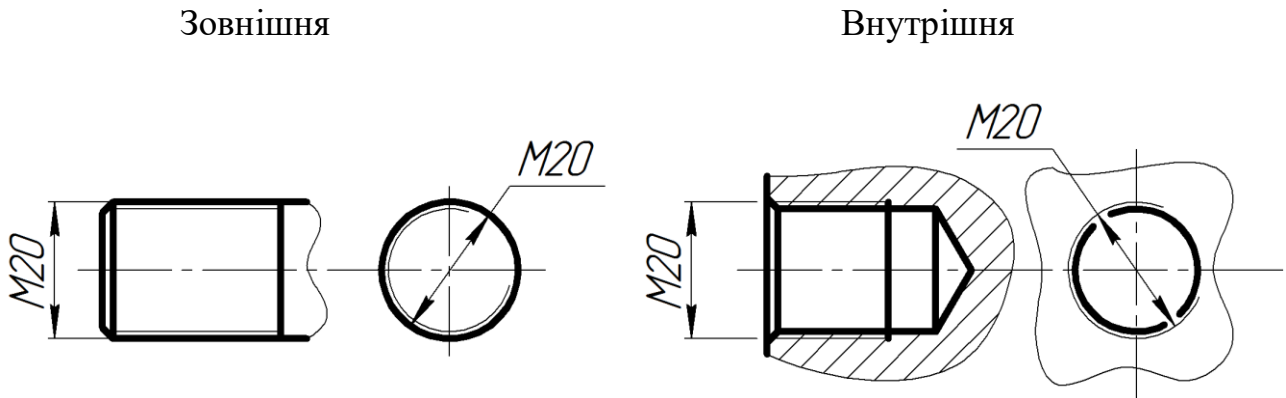


Рис. 57 Приклади зображення різьб та нанесення розмірів

У місці з'єднання двох деталей різьбу зображують так, щоб в отворі було видно ту частину різьби, яку не затуляє різьба стрижня (рис. 58).

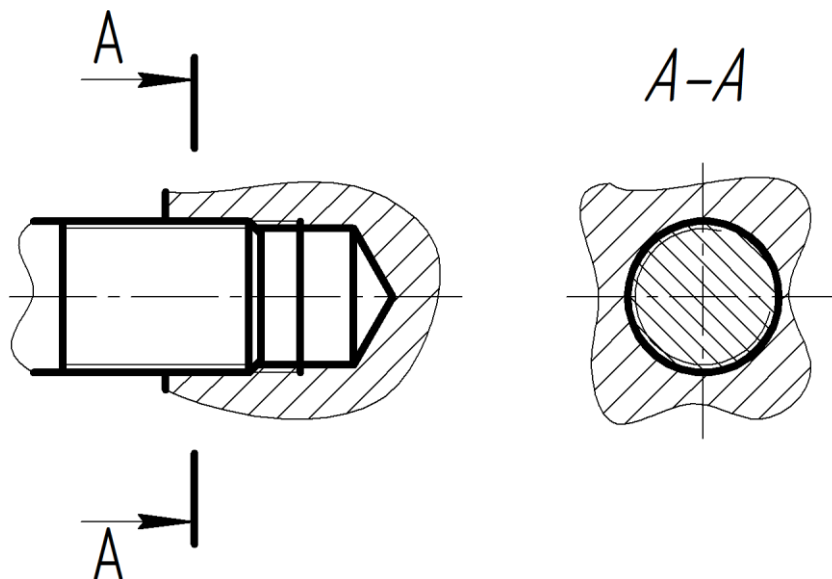


Рис. 58 Приклади зображення різьби у з'єднанні

## Розрахунок довжини болта та інших елементів різьбового з'єднання

Для визначення довжини стрижня болта складають розмірний ланцюг:

$$L = B + H_{\Gamma} + S_{\text{ш}} + K,$$

де **B** - сумарна товщина деталей, що з'єднуються;

$$H_{\Gamma} = 0,8d - \text{висота гайки (} d - \text{діаметр болта);}$$

$$S_{\text{ш}} = 0,15d - \text{товщина шайби;}$$

$$K = (0,25 \div 0,3)d - \text{частина болта, що виступає над гайкою}$$

Потім вибирають найближчу стандартну довжину болта, кратну 5 мм за ГОСТ 7798-70 або ГОСТ 7805-70.

### Відносні розміри інших конструктивних елементів:

**d** - номінальний діаметр різьби;

**D** = **2d** - діаметр допоміжного кола, описаного навколо шестигранника;

**D<sub>ш</sub>** = **2,2d** - діаметр шайби;

**c** = **0,1d** - висота фаски;

**l<sub>0</sub>** = **2d+2p** - довжина різьби болта;

**H<sub>б</sub>** = **0,7d** - висота головки болта.

Діаметр крізного отвору в деталях, що скріпляються, вибирають з першого або другого ряду таблиці 7 залежно від діаметру різьби болта та жорсткості з'єднання.

Таблиця 7

### Отвори крізні під кріпильні деталі

№ п/п	Діаметр різьби мм	Діаметр крізного отвору, мм	
		1 ряд	2 ряд
1	<b>M16</b>	17	19
2	<b>M18</b>	19	20
3	<b>M20</b>	22	24
4	<b>M22</b>	24	26
5	<b>M24</b>	26	28



При викреслюванні головки болта та гайки необхідно правильно побудувати лінії на їх бічних гранях. Ці лінії є гіперболами і одержані в результаті перетину конічної фаски з гранями призматичної головки болта або гайки. При виконанні креслення криві лінії фасок викреслюють дугами кіл.

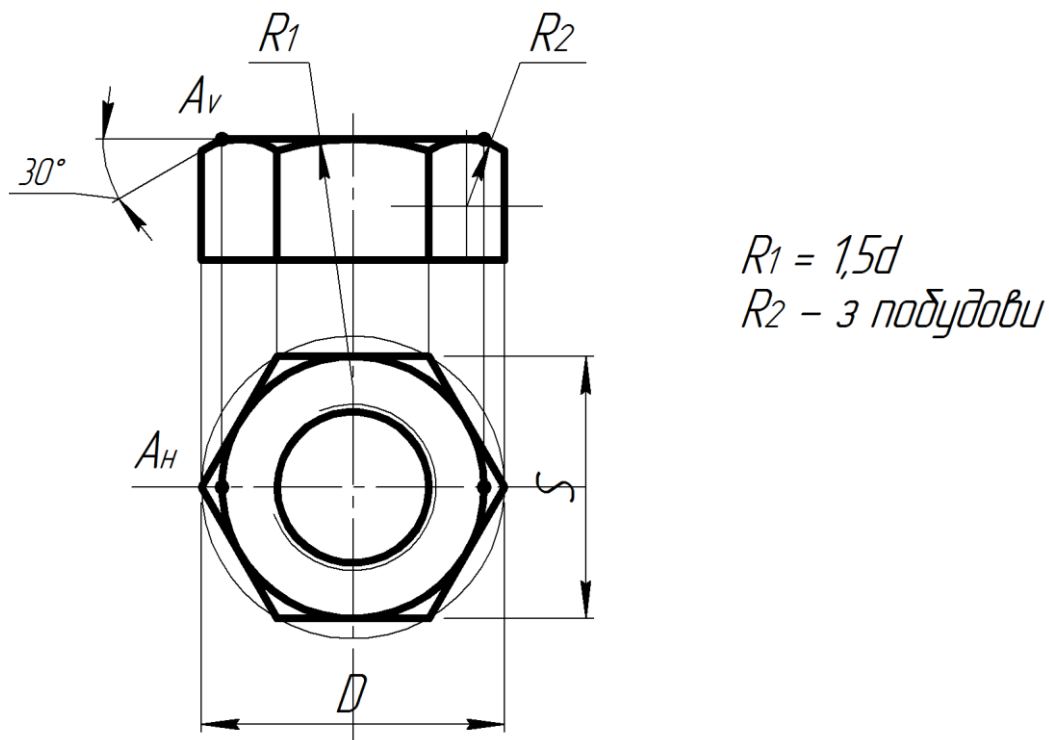


Рис. 59 Приклад зображення фаски при викреслюванні головки болта та гайки

Деталям, що входять у з'єднання, привласнюють **номери позицій** в порядку їх запису в специфікації. Номери указують на полі креслення на полках ліній-винесень, які проводяться від зображення деталей. Номери позицій розміщують паралельно основному напису креслення і групують їх в рядок або в стовпець. **Довжина полиці** ліній-винесення дорівнює **10 мм**, а розмір шрифту номерів позицій повинен бути на один розмір більше, ніж розмір шрифту, прийнятий для розмірних чисел на цьому ж кресленні.

Для заповнення розділу специфікації: "Стандартні вироби" необхідно ознайомитися із структурою умовного позначення кріпильних виробів.

Всі необхідні дані для умовного позначення кріпильних виробів приведені в таблицях 8-11.

**Структура позначення кріпильних деталей**

**Виріб 2 М 12 х 0,5 - 6g х 50. 88. 35Х. 026 ГОСТ...**

2	М	12	х	0,5	-	6g	х	50.	88.	35Х.	026	ГОСТ...
											Номер стандарту на конструкцію та розміри (таблиця завдань №7)	
											Товщина покриття в мкм (приймаємо одне із значень стандартного ряду - 6)	
											Тип покриття (таблиця 11)	
											Марка сталі або сплаву (відповідно до завдання)	
											Клас міцності або група матеріалу (таблиця 10)	
											Довжина болта, шпильки, мм	
											Позначення точності виготовлення різьби (таблиця 8)	
											Дрібний крок різьби (крупний не вказується) (таблиця 9)	
											Символ метричної різьби і діаметр (таблиця завдань №7)	
											Виконання виробу (1 - не вказується)	
Найменування кріпильного виробу (болт, гайка, шайба)												

Таблиця 8

**Клас точності різьби**

Клас точності різьби	Поле допуску різьби	
	зовнішня	внутрішня
Точний	4h, 4g	4H, 5H, 5G
середній	6h, 6e, 6g, 6d	6H, 6G
грубий	8h, 8g	7H, 7G

**Примітка:** Позначення поля допуску (квалітету) діаметру різьби складається з цифри, що відповідає *ступеню точності* та букви, яка означає *посадку* (наявність або відсутність зазору між деталями, що скріплюються). Посадки бувають: з *зазором* (діаметр стрижня менший за діаметр отвору), *перехідні* (діаметр стрижня дорівнює діаметру отвору), з *натягом* (діаметр стрижня більший за діаметр отвору).

Таблиця 9

## Діаметри та кроки метричної різьби

Діаметр різьби, мм	Крупний крок різьби, мм	Дрібний крок різьби, мм
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
18	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
22	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	3	2,5; 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5

Таблиця 10

## Механічні властивості гайок, болтів з вуглецевих і легованих сталей

Гайки		Болти	
Клас міцності	Марка сталі	Клас міцності	Марка сталі
4	Ст.3; Ст.3кп; Ст.8	3.6	Ст.3; Ст.3кп; Ст.5, Ст.8
5	Сталь10	4.6	Сталь 20
6	Ст.5	4.8	Сталь 10
8	Сталь 20, 30, 35, 45	5.6	Сталь 30, 35
10	Сталь 35Х, 40Г, 40	6.6	Сталь 40Г, 40, 45
12	Сталь 40Х, 40ХГС	8.8	Сталь 35ХГСА
14	Сталь 35ХГСА	10.9	40Х

**Примітка:** Для сталей, клас міцності яких не перевищує **6.6** (для болтів) і **8** (для гайок), марка сталі в умовному позначенні кріпильних деталей не вказується. В умовному позначенні клас міцності записується без крапки. *Для шайби прийнято матеріал групи 01.*

Таблиця 11

## Позначення видів покриття

Умовне позначення		Вид покриття
Цифрове	скорочене	
01	Ц. хр.	Цинкове з хроматуванням
02	Кд. хр.	Кадмієве з хроматуванням
03	МН	Багатошарове: мідь-нікель
04	МНХ	Багатошарове: мідь-нікель-хром
05	Окисн.	Окисне
06	Фос.	Фосфатне з промаслюванням

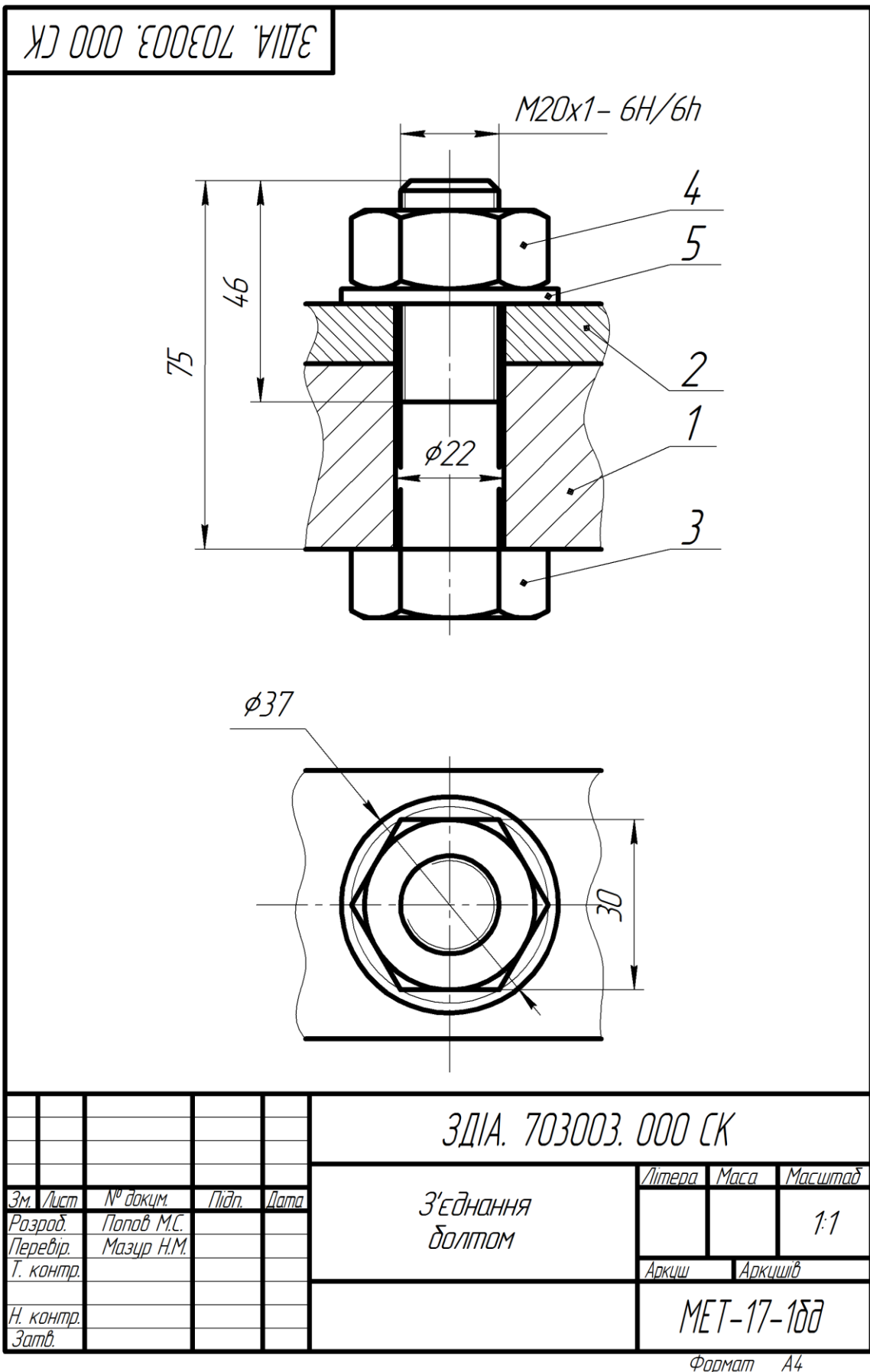


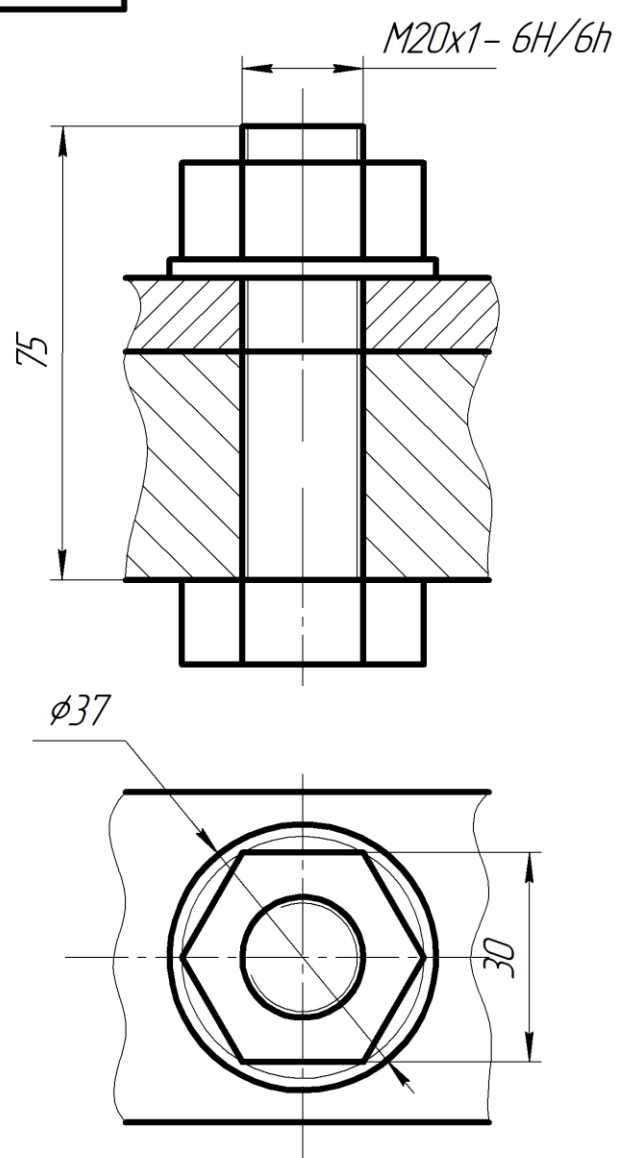
Рис. 60 Приклад оформлення графічної роботи №7 "З'єднання болтом"

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A4			ЗДІА. 703003. 000 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
A4	1		ЗДІА. 703003. 001	Корпус	1	
A4	2		ЗДІА. 703003. 002	Кришка	1	
				Стандартні вироби		
	3			Болт М20х1-6Нх75.36.026 ГОСТ 7798-70	1	
	4			Гайка М20х1-6Н.4.026 ГОСТ 5915-70	1	
	5			Шайба 20.01.026 ГОСТ 11371-78	1	
			ЗДІА. 703003. 000			
Зм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	З'єднання болтом	
Розроб.		Попов М.С.				
Перевір.		Мазур Н.М.				
Н. контр.					МЕТ-17-188	
Затв.						

Формат А4

Рис. 61 Приклад оформлення специфікації до графічної роботи №7 "З'єднання болтом"

ЗДІА. 703003. 000



Болт M20x1-6hх75.36.026 ГОСТ 7798-70  
 Гайка M20x1-6H.4.026 ГОСТ 5915-70  
 Шайба 20.01.026 ГОСТ11371-78

					ЗДІА. 703003. 000			
Зм.	Лист	№ докцм.	Підп.	Дата	З'єднання болтом	Літера	Маса	Масштаб
Розроб.		Попов М.С.						1:1
Перевір.		Мазур Н.М.				Аркш	Аркшів	
Т. контр.						МЕТ-17-188		
Н. контр.								
Затв.								

Формат А4

Рис. 62 Приклад оформлення роботи №7 "З'єднання болтом" у спрощеному вигляді

Таблиця завдань №7

№ вар.	ГОСТ, на болт	Тип та діаметр різьби d, мм	Крок різьби мм	Клас точності різьби	Марка сталі болта, гайки	Покриття за ГОСТ 9073-77 болта, гайки, шайби	Товщина деталей, що скріпляють- ся, мм
1.	7798-70	M16	2	Точний	3	MH	50
2.	7805-70	M18	1	Середній	5	Ц.хр.	60
3.	7798-70	M20	2,5	Грубий	8	Кд.хр.	50
4.	7805-70	M22	2	Точний	10	MH	50
5.	7798-70	M24	3	Середній	20	MHX	50
6.	7805-70	M16	1	Грубий	35	Окисн.	60
7.	7798-70	M18	1,5	Точний	45	Фос.	55
8.	7805-70	M20	2	Середній	40ХГС	Б/п	60
9.	7798-70	M22	2,5	Грубий	40Х	MH	50
10.	7805-70	M24	2	Точний	Зкп	MHX	50
11.	7798-70	M16	0,5	Середній	35ХГСА	Б/п	50
12.	7805-70	M18	1	Грубий	40Г	Б/п	60
13.	7798-70	M20	1,5	Точний	8	Кд.хр.	60
14.	7805-70	M22	2	Середній	10	MH	55
15.	7798-70	M24	1,5	Грубий	20	MHX	60
16.	7805-70	M16	2	Точний	35	Окисн.	50
17.	7798-70	M18	1,5	Середній	45	Фос.	55
18.	7805-70	M20	1	Грубий	40ХГС	Б/п	50
19.	7798-70	M22	1,5	Точний	40Х	MH	55
20.	7805-70	M24	1	Середній	Зкп	MHX	60
21.	7798-70	M16	1	Грубий	40Х	Б/п	50
22.	7805-70	M18	1	Точний	5	Ц.хр.	55
23.	7798-70	M20	1,5	Середній	8	Кд.хр.	50
24.	7805-70	M22	1	Грубий	10	MH	55
25.	7798-70	M24	0,5	Точний	20	MHX	60
26.	7805-70	M16	0,5	Середній	35	Окисн.	50
27.	7798-70	M18	1,5	Грубий	45	Фос.	55
28.	7805-70	M20	2,5	Точний	35ХГСА	Б/п	50
29.	7798-70	M22	2	Середній	40Х	MH	55
30.	7805-70	M24	3	Грубий	Зкп	MHX	60

## 4.2 З'ЄДНАННЯ НЕРОЗ'ЄМНІ. З'ЄДНАННЯ ЗВАРКОЮ

В розрахунково-графічній роботі "З'єднання зваркою" студенти повинні ознайомитися з основними поняттями, термінами і визначеннями, що відносяться до цього виду з'єднання; вивчити умовні зображення і позначення зварних швів на кресленні по ГОСТ 2.312-72.

### Оформлення графічної роботи

Роботу виконують на листах формату А4. Завдання наведені в таблиці завдань №8.

Виконати складальне креслення, нанести необхідні розміри, позначити зварювальні шви.

Структуру умовного позначення швів зварних з'єднань виконати за ГОСТом 2.312-72 .

Приклад виконання роботи наводиться на рис. 63,64.

### Теоретичні відомості про зварку

*Зваркою* називають процес отримання нероз'ємних з'єднань за допомогою встановлення міжатомних зв'язків між зварюваними частинами, при їх місцевому або загальному нагріві або пластичній деформації, або сумісній дії того і іншого.

### Класифікація процесів зварки

*Зварка плавленням* - зварка з місцевим розплавленням частин, що сполучаються, без застосування припою.

До зварки плавленням відносять: дугову, електрошлакову, газову, плазмову, в захисному газі, електронно-променеву, лазерну і термітну.

При *дуговій зварці* для розплавлення металу використовується теплова енергія електричної дуги з температурою до 6000° С.



Електрична дуга виникає між зварюваним металом (який прийнято називати основним) і кінцем електроду. Висока температура дуги і велика її теплотворна здатність забезпечують швидке розплавлення невеликої ділянки основного металу з одночасним плавленням електроду. В результаті утворюється зварний шов.

Електрод може бути плавким або неплавким. При плавкому електроді електрична дуга створює на поверхні основного металу рідку ванну, для заповнення якої часто користуються додатковим присадним металом у вигляді прутка. **Присадний метал** - метал, призначений для введення в зварювальну ванну в додаток до розплавленого основного металу.

По ступені механізації електродугова зварка розділяється на ручну, напівавтоматичну і автоматичну.

**Ручна дугова зварка** — дугова зварка штучними електродами, при якій подача електроду і переміщення дуги уздовж зварюваних кромek проводяться уручну.

Широке застосування одержала автоматична і напівавтоматична зварка під шаром флюсу (сипкої речовини).

## Зварні з'єднання і шви

**Зварним з'єднанням** називається нероз'ємне з'єднання, виконане зваркою.

Розрізняються наступні види зварних з'єднань (таблиця 12):

- **стикове** — зварне з'єднання двох елементів, розташованих в одній площині або на одній поверхні;
- **кутове** — зварне з'єднання двох елементів, розташованих під прямим кутом і зварених в місці примикання їх країв;
- **таврове** — зварне з'єднання, в якому до бічної поверхні одного елемента примикає під кутом і приварений торцем інший елемент;
- **напусткове** — зварне з'єднання, в якому зварювані елементи розташовані паралельно і перекривають один одного.

**Зварним швом** називають ділянку зварного з'єднання, що утворилася в результаті кристалізації металу зварювальної ванни (частина зварного шва, що знаходиться при зварці в рідкому стані).

Зварні шви підрозділяються на наступні:

- **стиковий шов** — зварний шов стикового з'єднання;
- **кутовий шов** — зварний шов кутового, напусткового і таврового з'єднань;
- **крапковий шов** — зварний шов напусткового і таврового з'єднань, в якому зв'язок між звареними частинами здійснюється в окремих крапках;
- **монтажний шов** — зварний шов, здійснюваний на місці монтажу конструкції (може бути стиковим, кутовим і точковим).

Зварні шви по протяжності розділяються на:

- **Безперервний шов** — зварний шов без проміжків по довжині.
- **Переривчастий шов** — зварний шов з проміжками по довжині.

Переривисті шви можуть бути:

- **Ланцюговий переривчастий шов** — це переривистий шов таврового з'єднання, у якого проміжки розташовані по обом сторонам стінки один проти іншого.
- **Шаховий переривчастий шов** — це двосторонній переривистий шов таврового з'єднання, у якого проміжки на одній стороні стінки розташовані проти зварених ділянок шва іншої сторони.

По зовнішній формі зварні шви розділяють на **посилені і послаблені**.

**Посиленням стикового шва** є частина металу стикового шва, що підноситься над поверхнею зварюваних частин.

**Посиленням кутового шва** є частина металу, утворююча опуклість кутового шва.

**Товщина кутового шва** — найбільша відстань від поверхні кутового шва до точки максимального проплавлення основного металу.

Для деяких швів кутових, таврових і напускних характерним є розмір катета.

**Катет шва** — найкоротша відстань від поверхні однієї із зварюваних частин до межі кутового шва на поверхні другої зварюваної частини.

Форма підготовки кромки залежить від товщини зварюваних деталей, положення шва в просторі і інших факторів.

**Кут оброблення кромки** — це кут між скошеними кромками зварюваних частин.

Характер виконання шва залежить від товщини зварюваних деталей і технічних умов зварки виробів, тобто шви бувають односторонніми (односторонній провар) і двосторонніми (провар з двох боків).

### **Зображення і позначення зварних швів**

Для виробництва зварювальних робіт на кресленнях повинні бути вказані: місця розташування зварних швів, типи швів, їх розміри і інші дані.

Для вказівки місця розташування шва зварного з'єднання застосовують лінію-винесення з односторонньою стрілкою, яка викреслюється суцільною тонкою лінією товщиною  $S/3 \dots S/2$ . Нахил лінії-винесення до лінії шва рекомендується виконувати під кутом  $30 \dots 60^\circ$ . До лінії-винесення приєднують горизонтальну полицю такої ж товщини. Полиця призначається для позначення шва зварного з'єднання, у разі потреби (незручність нанесення позначення) допускається злам лінії-винесення. Лінію-винесення переважно проводити від зображення видимого шва.

Шви зварних з'єднань незалежно від способу зварки умовно зображають:

- **видимий** — суцільною основною лінією товщиною  $S$ ;
- **невидимий** — штриховою лінією товщиною  $S/2$ .

Видимі одиночні зварні крапки незалежно від способу їх зварки умовно зображають знаком «+», який виконують суцільними основними лініями. Невидимі одиночні крапки не зображають.

У швах зварних з'єднань розрізняють лицьову та зворотну сторони шва.

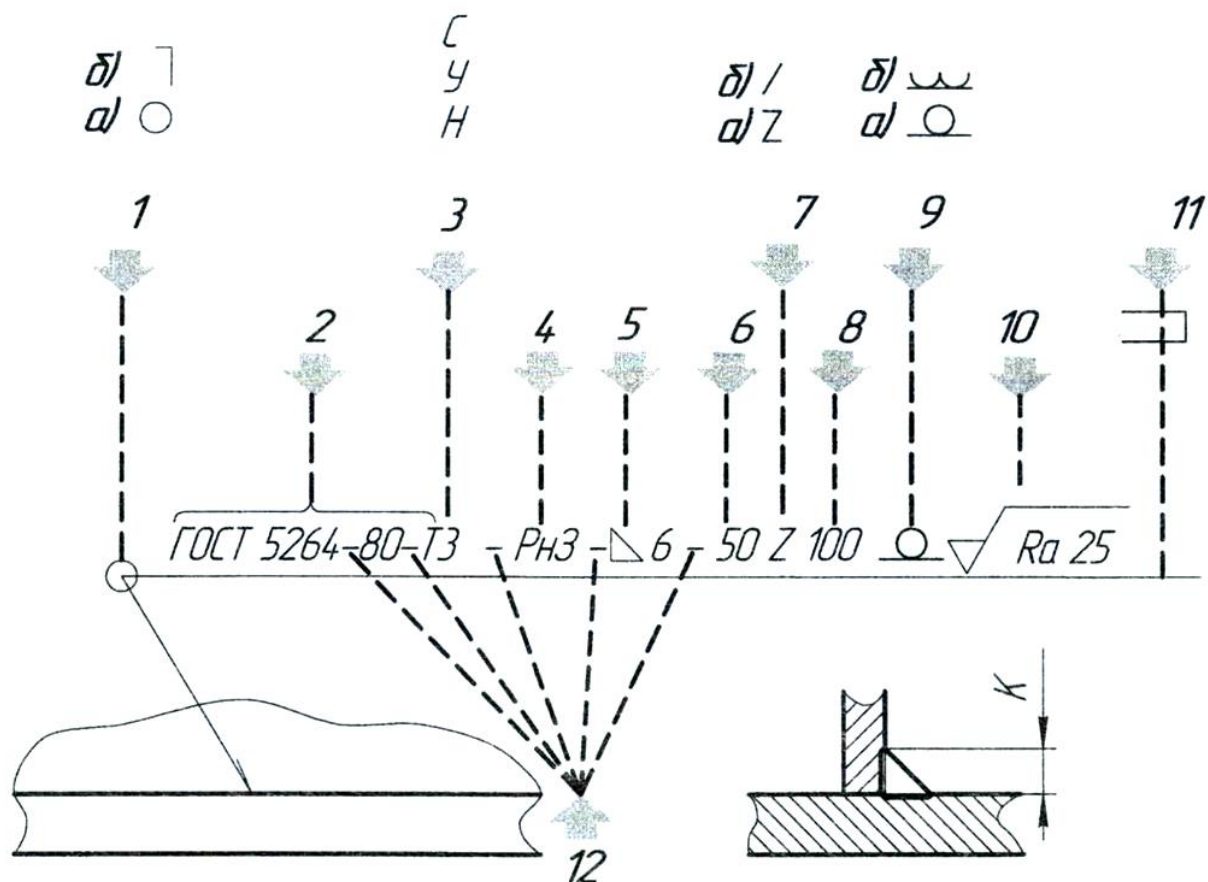
*За лицьову сторону одностороннього шва* зварного з'єднання приймають сторону, з якої проводять зварку.

*За лицьову сторону двостороннього шва* зварного з'єднання з несиметрично підготовленими кромками приймають сторону, з якої проводять зварку основного шва.

*За лицьову сторону двостороннього шва* зварного з'єднання з симетрично підготовленими кромками може бути прийнята будь-яка сторона.

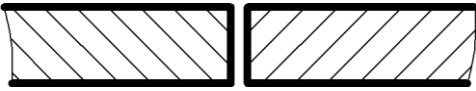
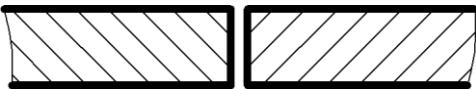


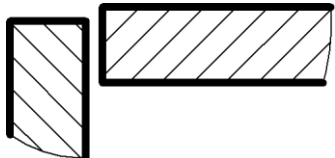
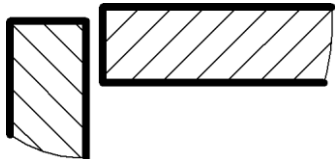
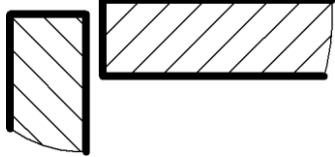
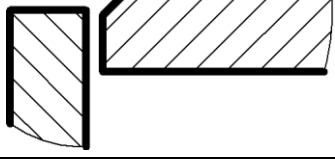
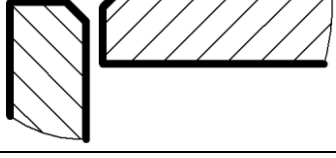
Залежно від положення стрілки лінії-винесення на кресленні, тобто проведення її від лицьової або зворотної сторони, умовне позначення шва наносять: на полицю лінії-винесення або під полицею лінії-винесення.

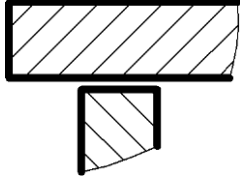
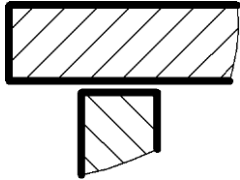
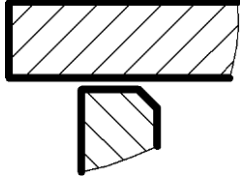
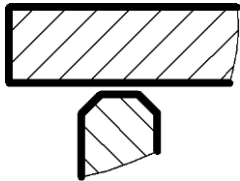
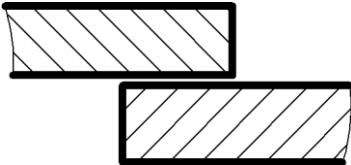
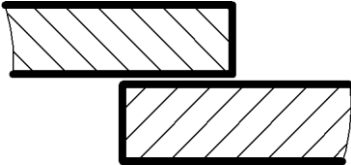
## Структура позначення шва з'єднання зваркою




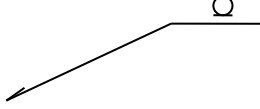
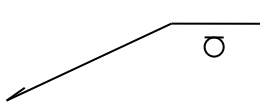




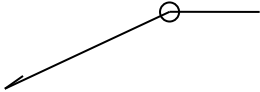

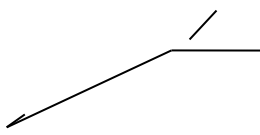


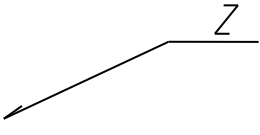


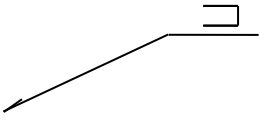


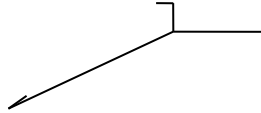
- 1 - місце для допоміжного знака шва по замкненій лінії (а) або знака монтаж-ного шва (б),
- 2 - позначення стандарту на типи та конструктивні елементи швів,
- 3 - буквено-цифрове позначення за тим же стандартом,
- 4 - умовне позначення способу зварки за тим же стандартом (допускається не вказувати),
- 5 - знак катета та розмір катета (мм) за тим же стандартом,
- 6 - розмір довжини (мм) приварюемого участка (тільки для преривчастих швів),
- 7 - місце для знака, що позначає шахове (а) або ланцюгове (б) розта-шування преривчастих швів,
- 8 - розмір шага (мм),
- 9 - місце для знака, що позначає посилення шва зняти(а) або обро-бити напливи та нерівності шва з плавним переходом до основного металу (б),
- 10 - позначення шорсткості поверхні шва (для обробляемих швів),
- 11 - місце для допоміжного знака для швів по незамкненій лінії ( знак застосовують, якщо розташування шва ясно з креслення та коли відсутній знак для швів по замкненій лінії),
- 12 - знак << дефіс >>.

Таблиця 12

Форма кромок до зварки		Характер шва	Межа товщини деталей	Умовне позначення шва
Назва кромок	Зображення			
<b>З'єднання стикове</b>				
Без скоса кромок		односторонній	1-4	<b>C2</b>
Без скоса кромок		двосторонній	2-8	<b>C4</b>
Зі скосом однієї кромки		односторонній	6-12	<b>C8</b>
З двома симетр. скосами кромок		двосторонній	3-100	<b>C15</b>
<b>З'єднання кутове</b>				
Без скоса кромок		односторонній	1-12	<b>У2</b>
Без скоса кромок		односторонній	1-30	<b>У4</b>
Без скоса кромок		двосторонній	2-8	<b>У5</b>
Зі скосом однієї кромки		односторонній	3-60	<b>У6</b>
Зі скосом двох кромок		односторонній	3-60	<b>У9</b>

Форма кромок до зварки		Характер шва	Межа товщини деталей	Умовне позначення шва
Назва кромок	Зображення			
<b>З'єднання таврове</b>				
Без скося кромок		односторонній	2-10	<b>T1</b>
Без скося кромок		двосторонній	2-10	<b>T3</b>
Зі скосям однієї кромки		односторонній	3-60	<b>T6</b>
З двома симетр. скосями кромок		двосторонній	12-100	<b>T9</b>
<b>З'єднання напункове</b>				
Без скося кромок		односторонній	2-60	<b>H1</b>
Без скося кромок		двосторонній	2-60	<b>H2</b>

## Допоміжні знаки зварювальних швів

Допоміжний знак	Значення допоміжного знаку	Розташування допоміжного знаку відносно полиці лінії-виноски	
		з лицьової сторони	Зі зворотної сторони
	Посилення шва зняти		
	Напливи та нерівності шва обробити з плавним переходом до основного матеріалу		
	Шов виконати по замкненій лінії		
	Шов переривчастий або крапковий з ланцюговим розташування (кут нахилу - 60)		
	Шов переривчастий або крапковий з шаховим розташування		
	Шов виконати по незамкненій лінії		
	Шов виконати при монтажі виробу		

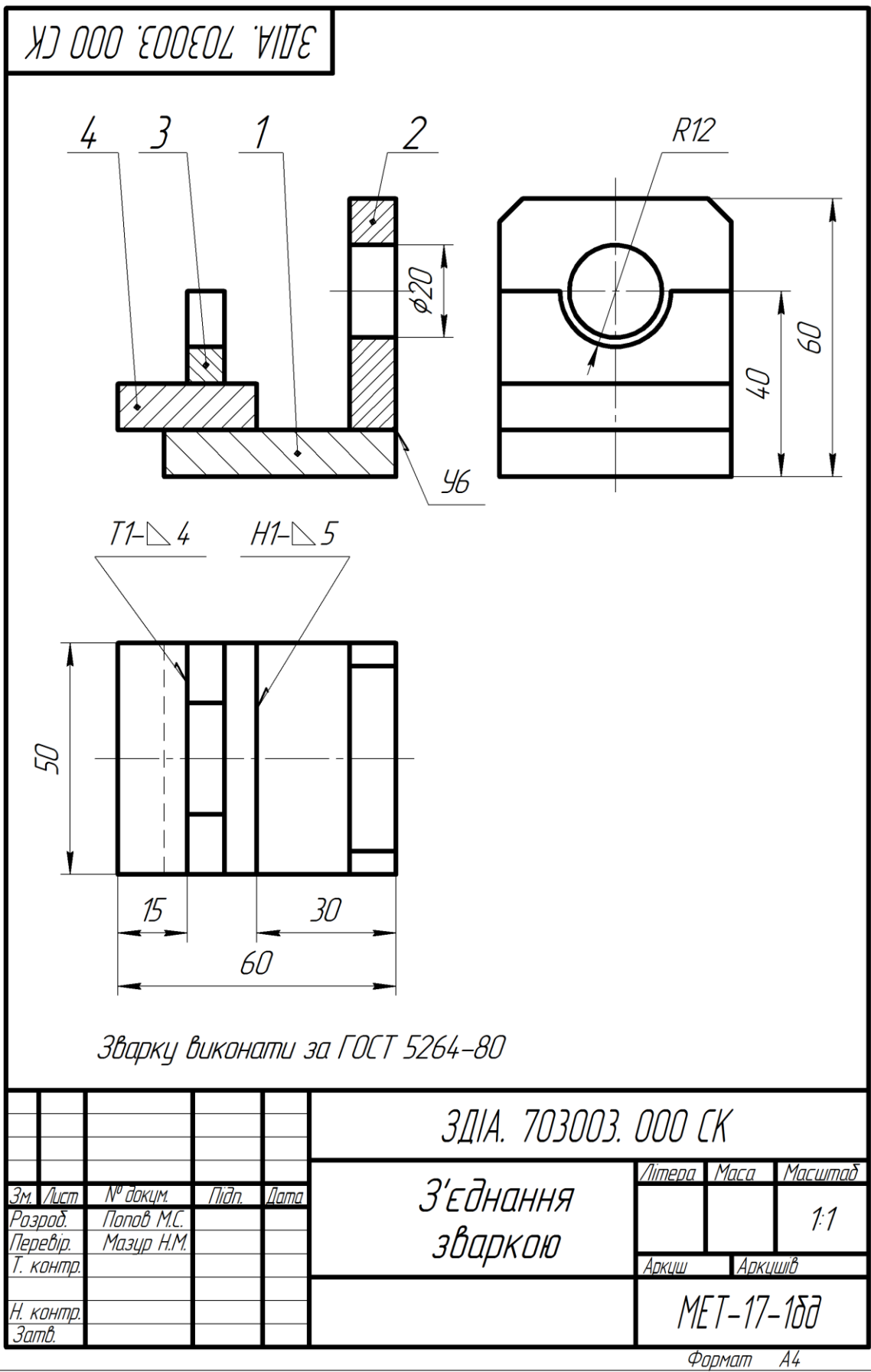


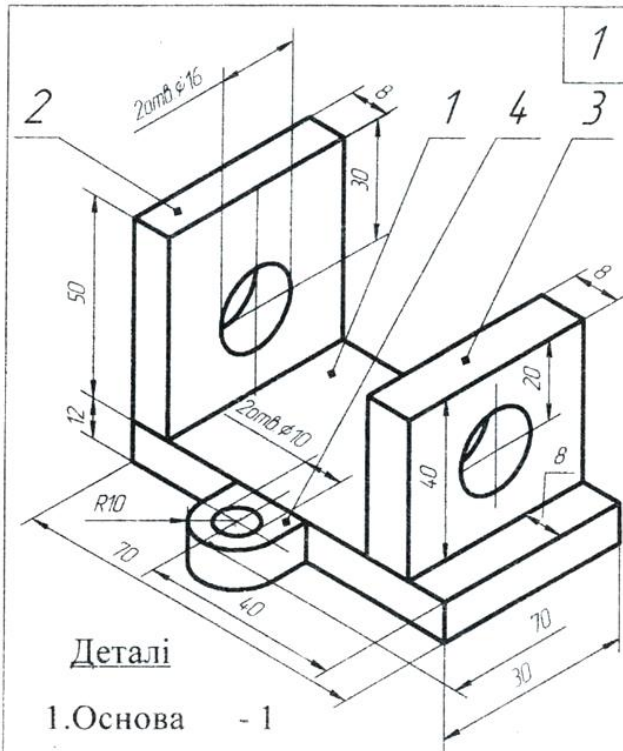
Рис. 63 Приклад оформлення графічної роботи "З'єднання зваркою"



<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>	
				<i>Документація</i>			
<i>A4</i>			<i>ЗДІА. 703003. 000 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>			
				<i>Деталі</i>			
<i>A4</i>	<i>1</i>		<i>ЗДІА. 703003. 001</i>	<i>Основа</i>	<i>1</i>		
<i>A4</i>	<i>2</i>		<i>ЗДІА. 703003. 002</i>	<i>Стійка</i>	<i>1</i>		
<i>A4</i>	<i>3</i>		<i>ЗДІА. 703003. 003</i>	<i>Упор</i>	<i>1</i>		
<i>A4</i>	<i>4</i>		<i>ЗДІА. 703003. 004</i>	<i>Накладка</i>	<i>1</i>		
				<i>ЗДІА. 703003. 000</i>			
<i>Зм. Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>З'єднання зваркою</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркш.</i>	<i>Аркшів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Попов М.С.</i>				<i>МЕТ-17-18д</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Мазур Н.М.</i>						
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

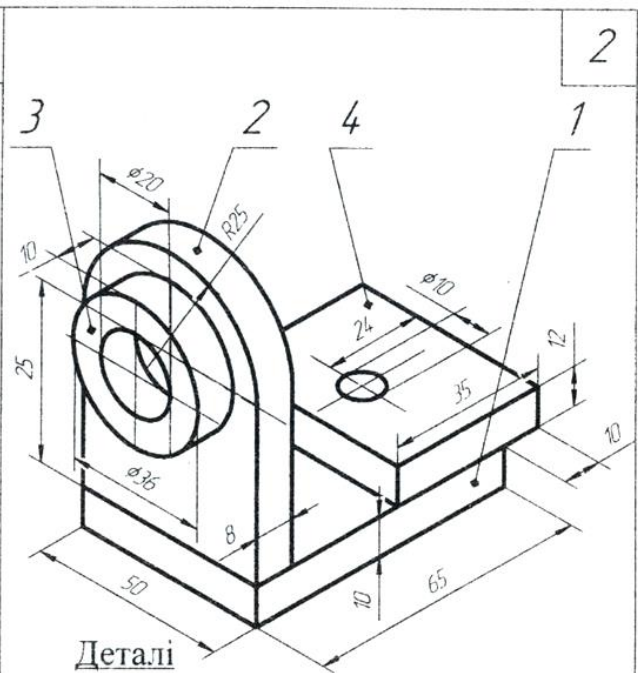
*Формат A4*

Рис. 64 Приклад оформлення специфікації до графічної роботи "З'єднання зваркою"



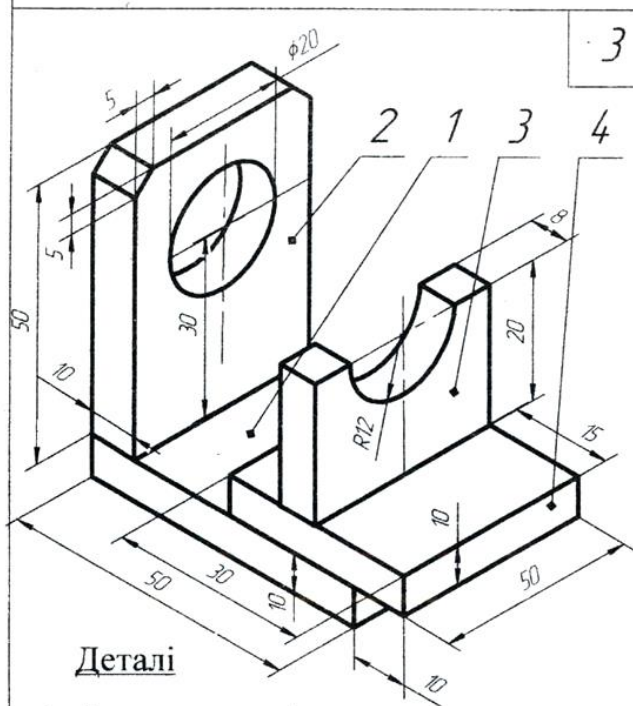
Деталі

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Підставка - 1
- 4. Вушко - 2



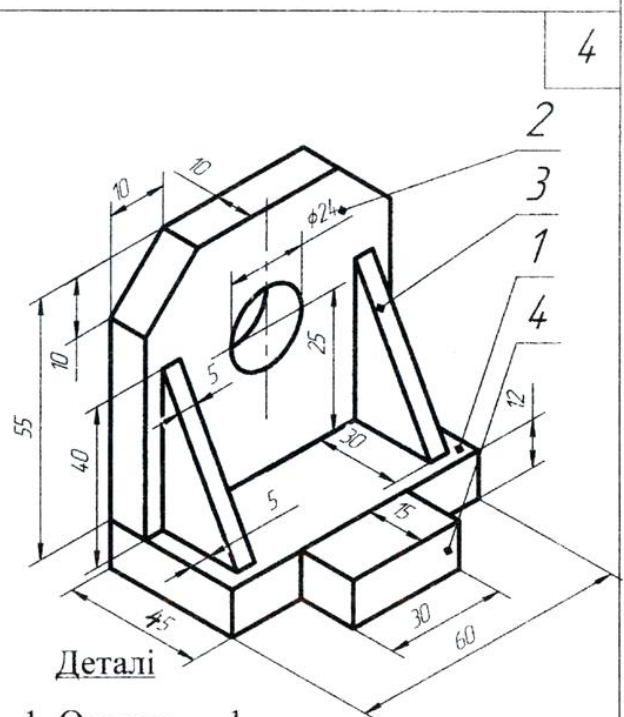
Деталі

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Втулка - 1
- 4. Накладка - 1



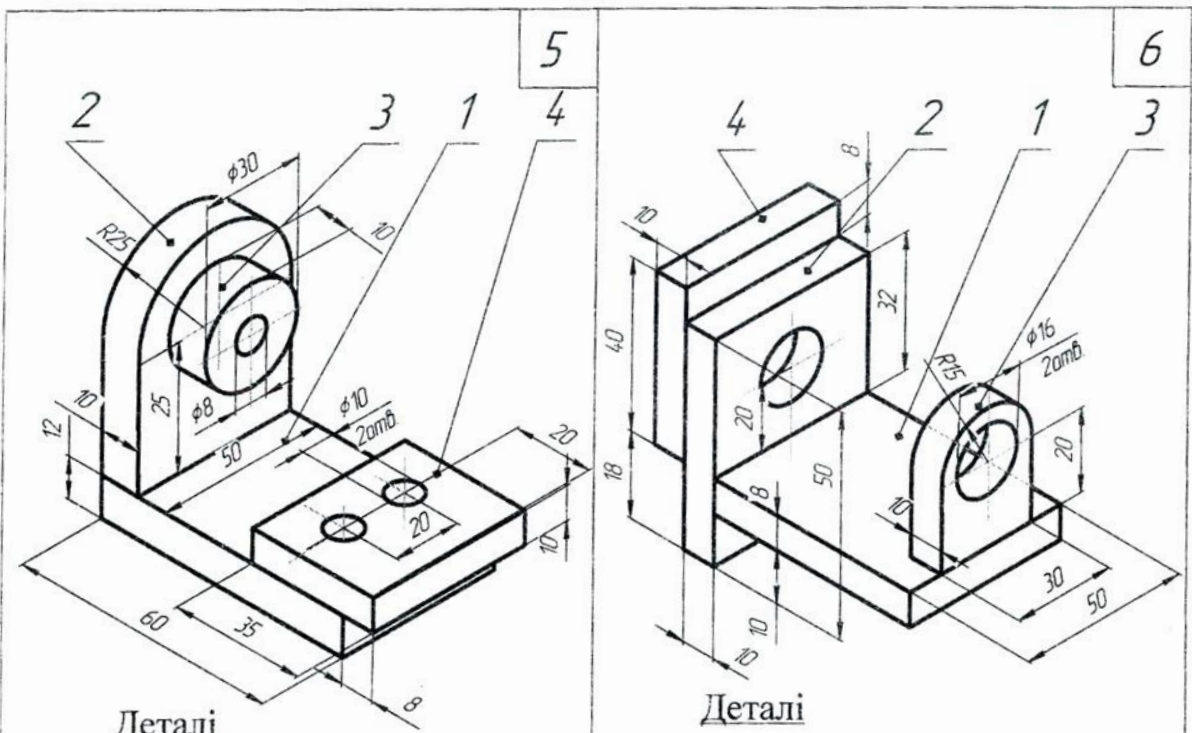
Деталі

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Упор - 1
- 4. Накладка - 1



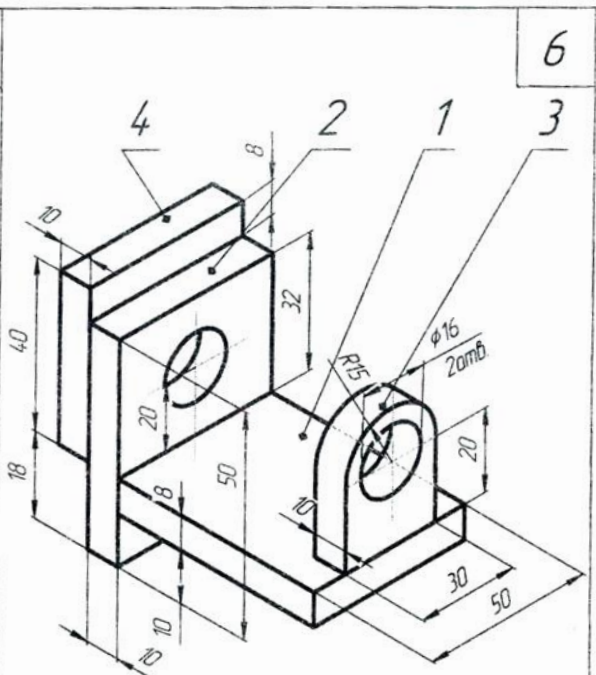
Деталі

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Ребро - 2
- 4. Упор - 1



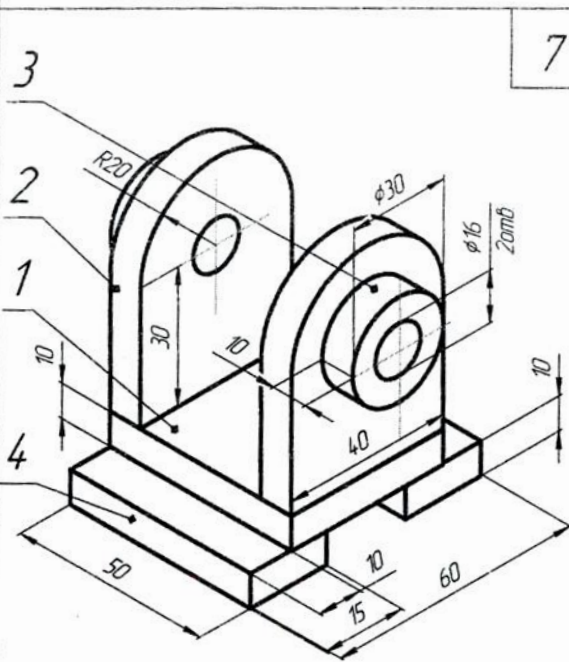
**Деталі**

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Втулка - 1
- 4. Накладка - 1



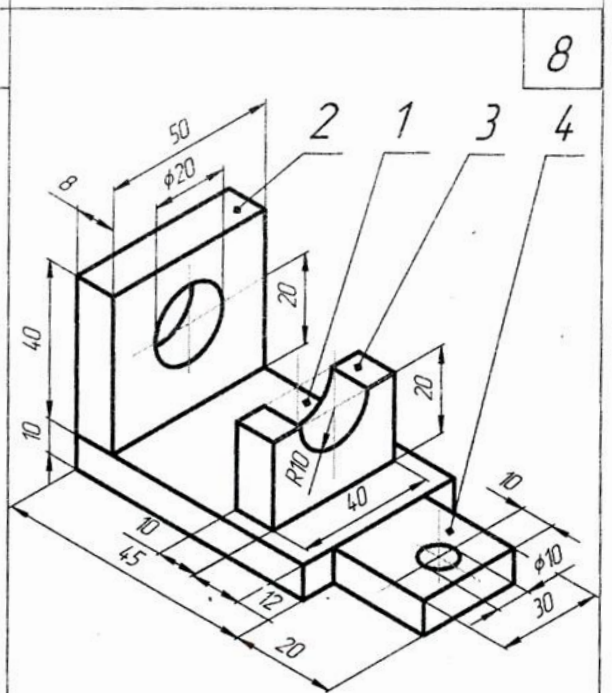
**Деталі**

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Вушко - 1
- 4. Накладка - 1



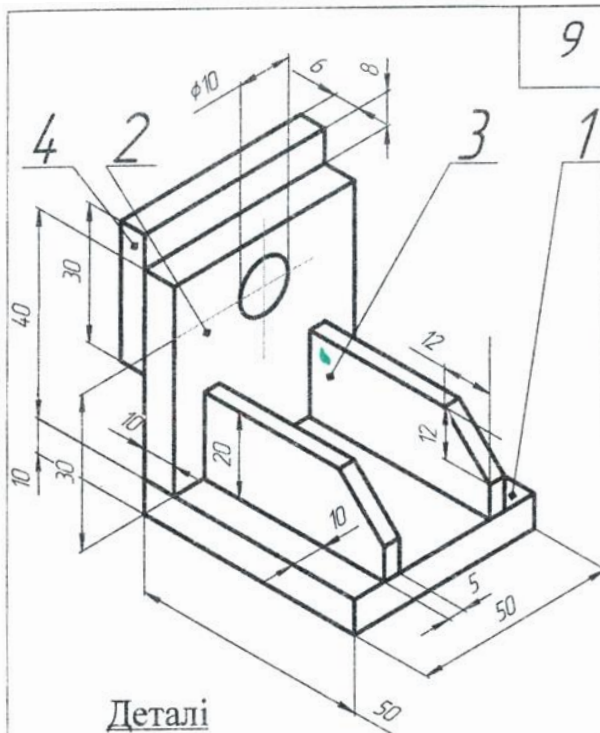
**Деталі**

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 2
- 3. Втулка - 2
- 4. Накладка - 2



**Деталі**

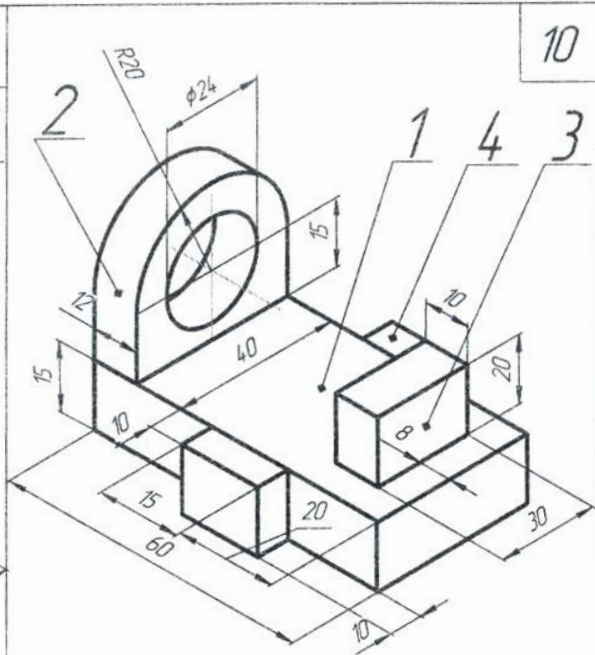
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Вилка - 1
- 4. Вушко - 1



9

Деталі

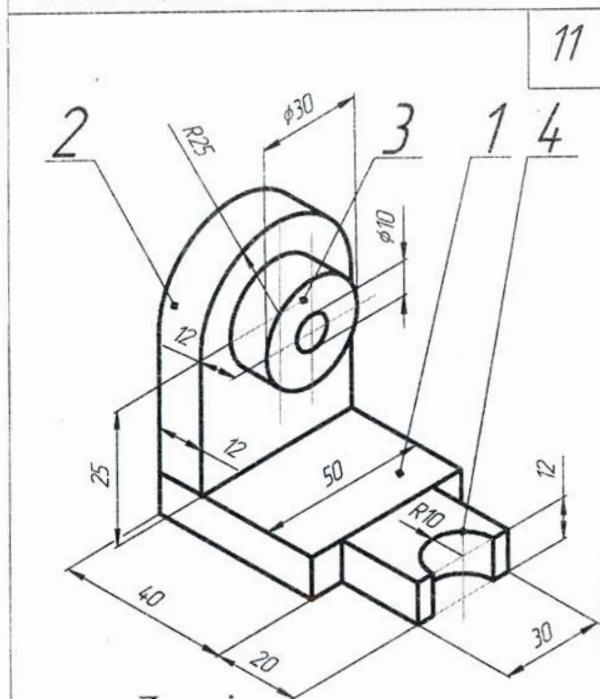
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Ребро - 2
- 4. Накладка - 1



10

Деталі

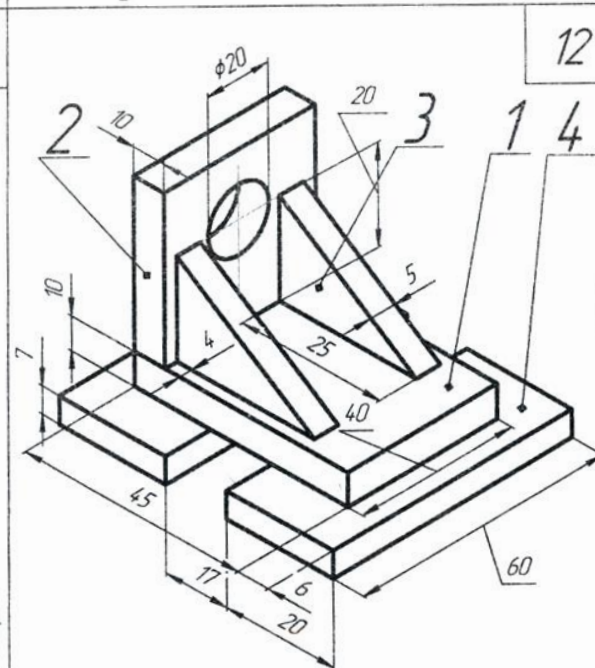
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Підставка - 1
- 4. Упор - 2



11

Деталі

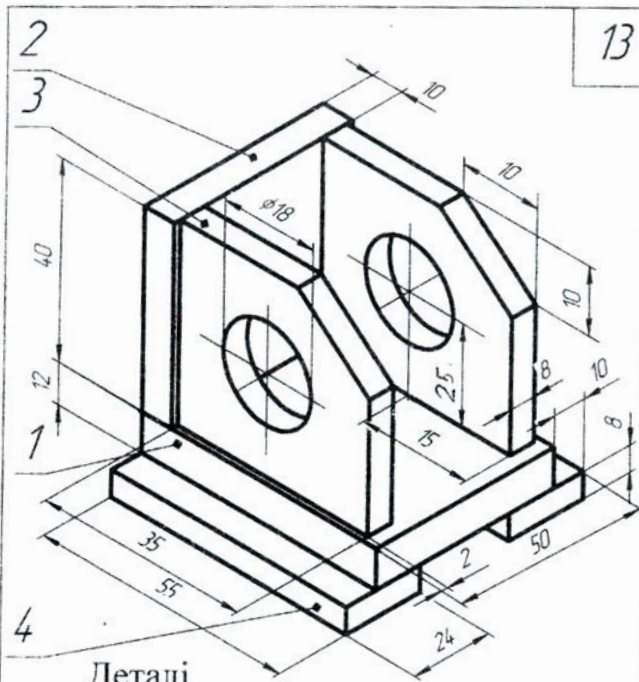
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Втулка - 1
- 4. Вилка - 1



12

Деталі

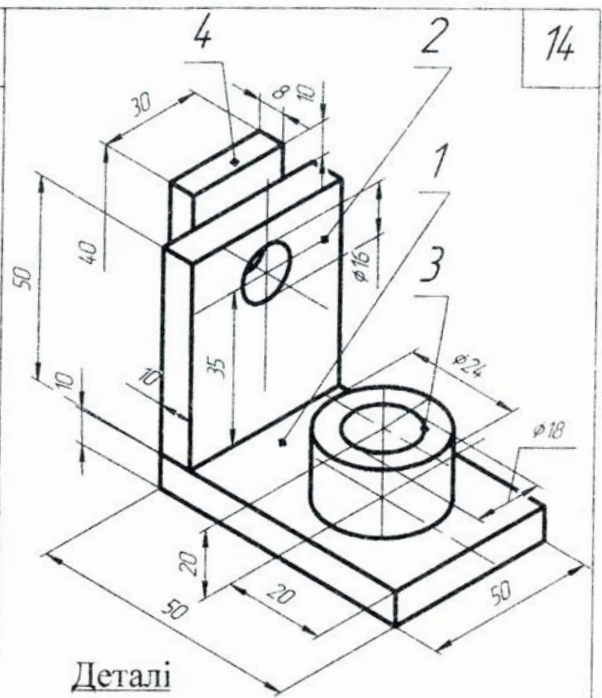
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Косинка - 2
- 4. Накладка - 2



13

Деталі

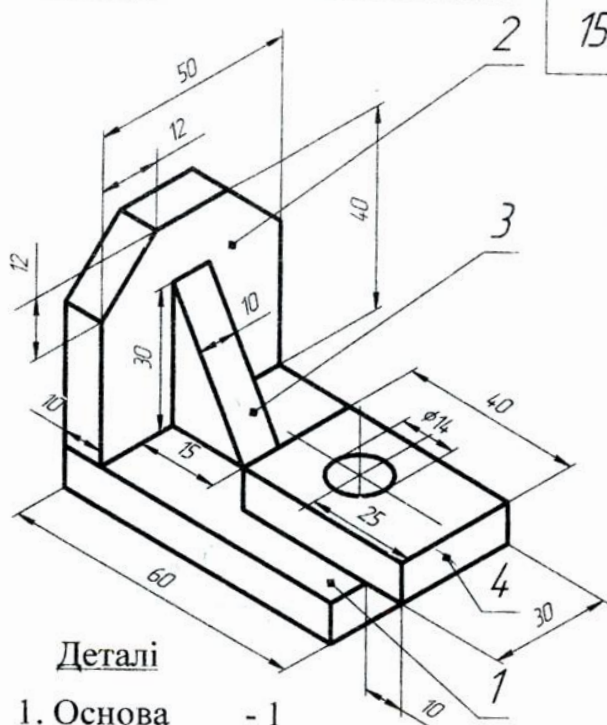
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Ребро - 2
- 4. Накладка - 2



14

Деталі

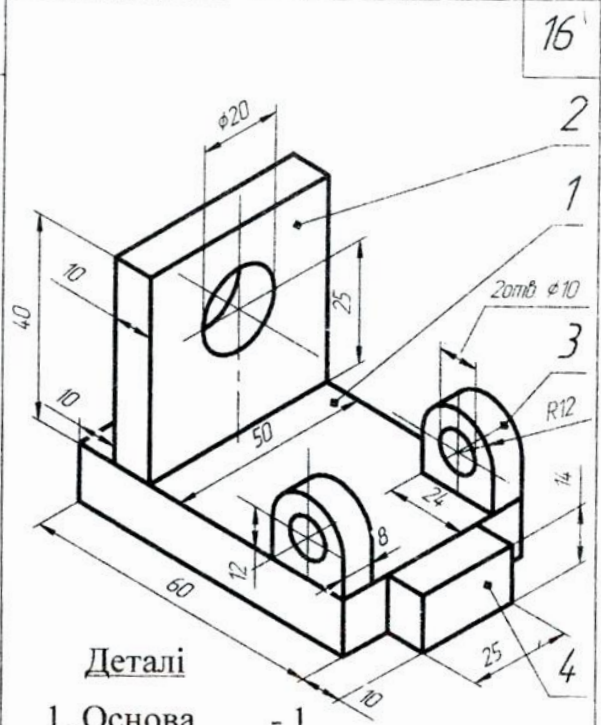
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Бобишка - 1
- 4. Накладка - 1



15

Деталі

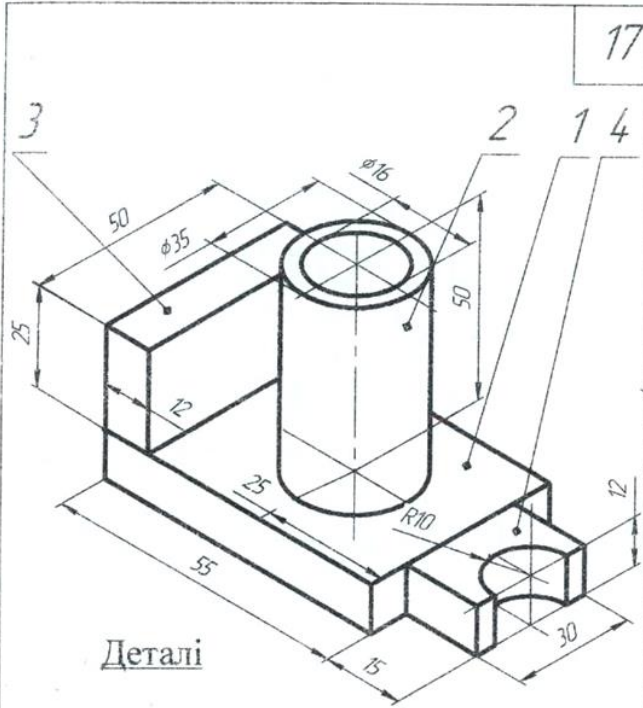
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Косинка - 1
- 4. Накладка - 1



16

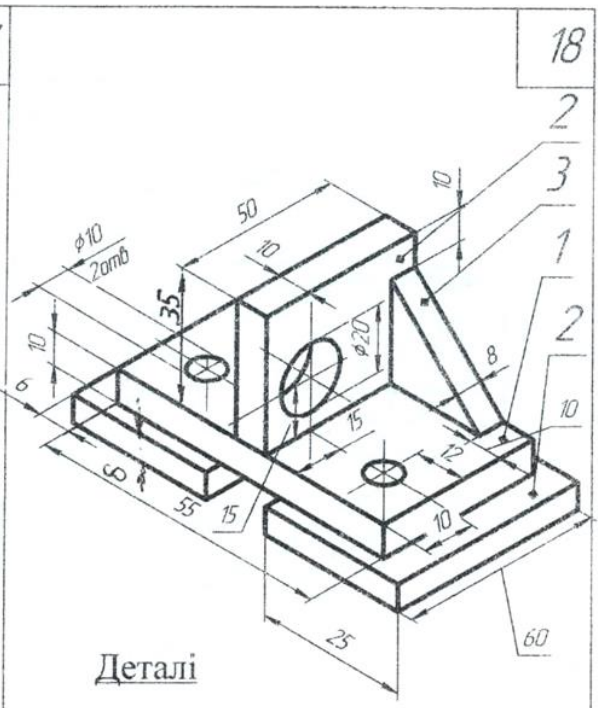
Деталі

- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Вушко - 2
- 4. Упор - 1



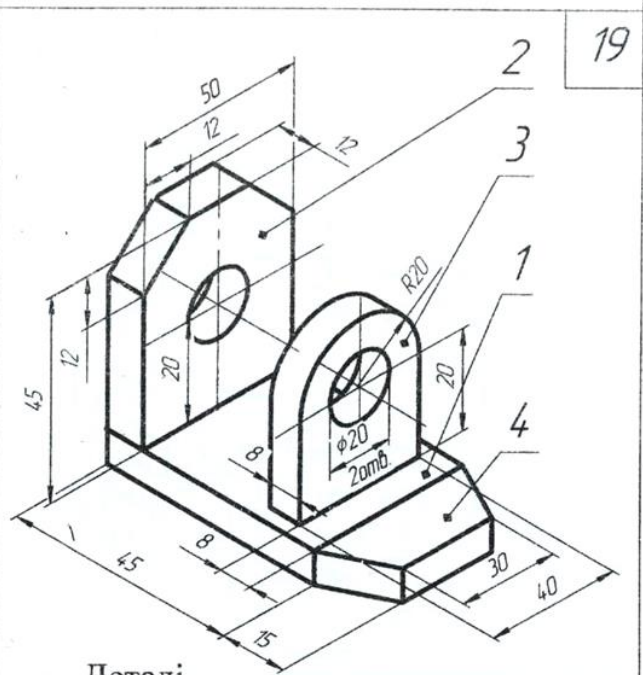
Деталі

- |              |     |
|--------------|-----|
| 1. Основа    | - 1 |
| 2. Циліндр   | - 1 |
| 3. Підставка | - 1 |
| 4. Вилка     | - 1 |



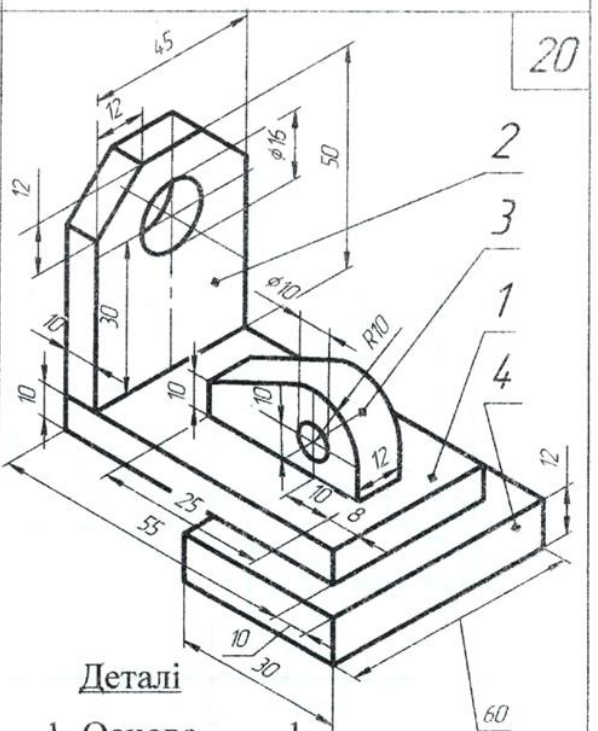
Деталі

- |             |     |
|-------------|-----|
| 1. Основа   | - 1 |
| 2. Стійка   | - 1 |
| 3. Косинка  | - 2 |
| 4. Накладка | - 2 |



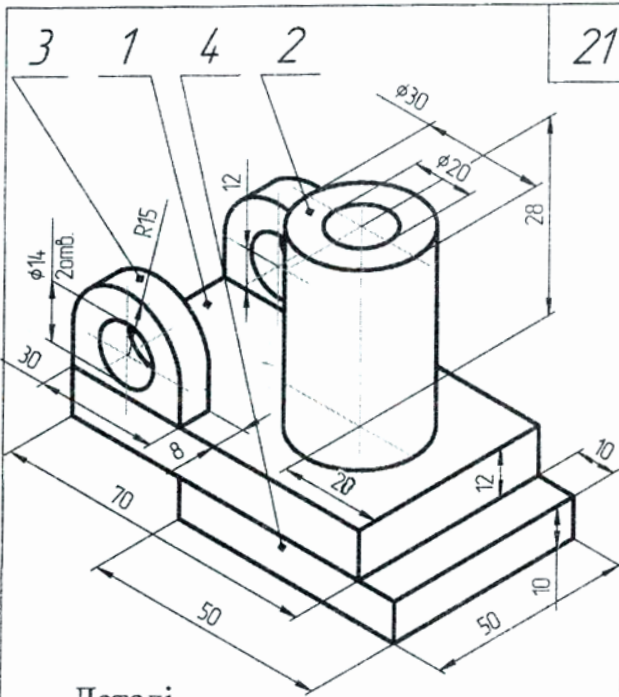
Деталі

- |           |     |
|-----------|-----|
| 1. Основа | - 1 |
| 2. Стійка | - 1 |
| 3. Вушко  | - 1 |
| 4. Упор   | - 1 |



Деталі

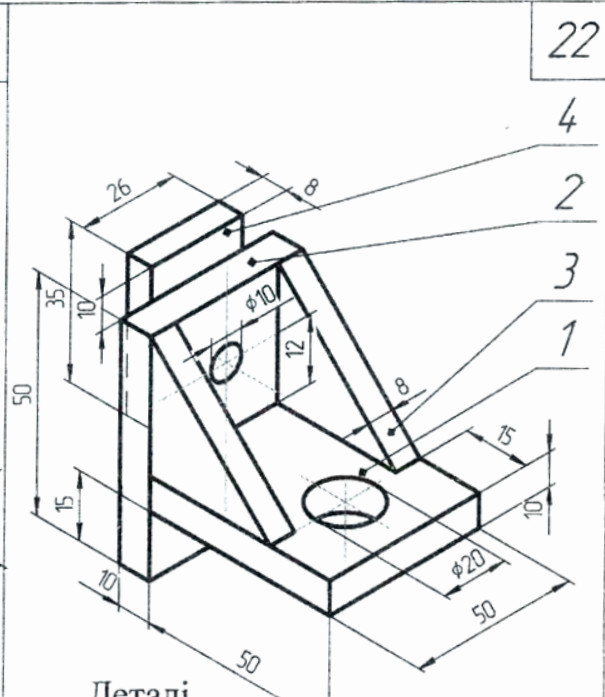
- |             |     |
|-------------|-----|
| 1. Основа   | - 1 |
| 2. Стійка   | - 1 |
| 3. Вушко    | - 1 |
| 4. Накладка | - 1 |



21

Деталі

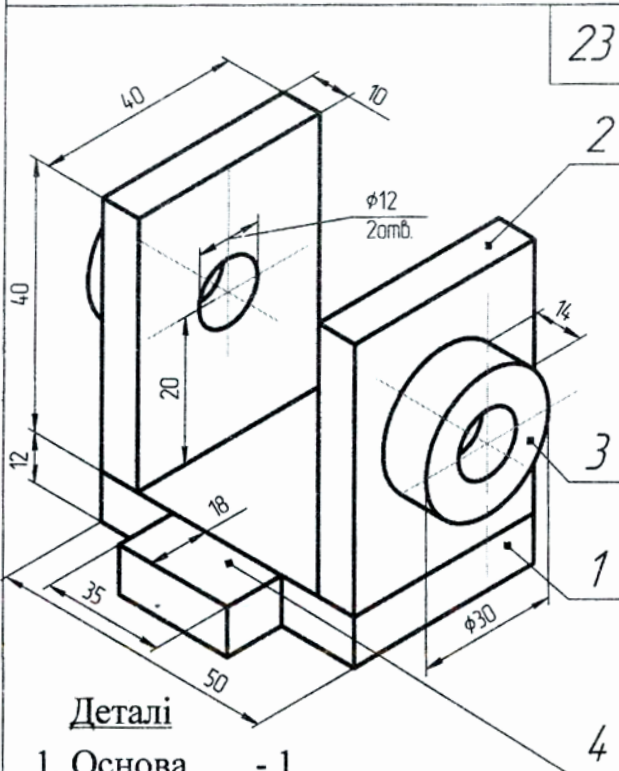
- 1. Основа - 1
- 2. Циліндр - 1
- 3. Вушко - 2
- 4. Накладка - 1



22

Деталі

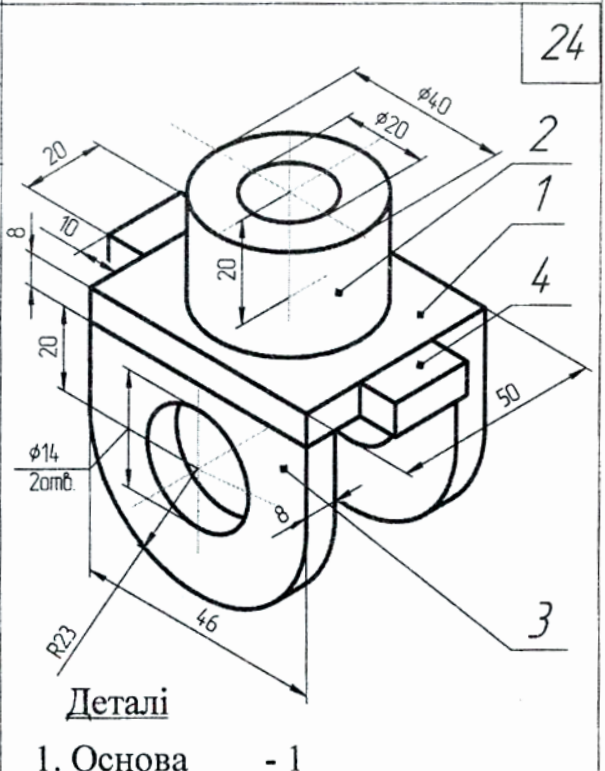
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 1
- 3. Косинка - 2
- 4. Накладка - 1



23

Деталі

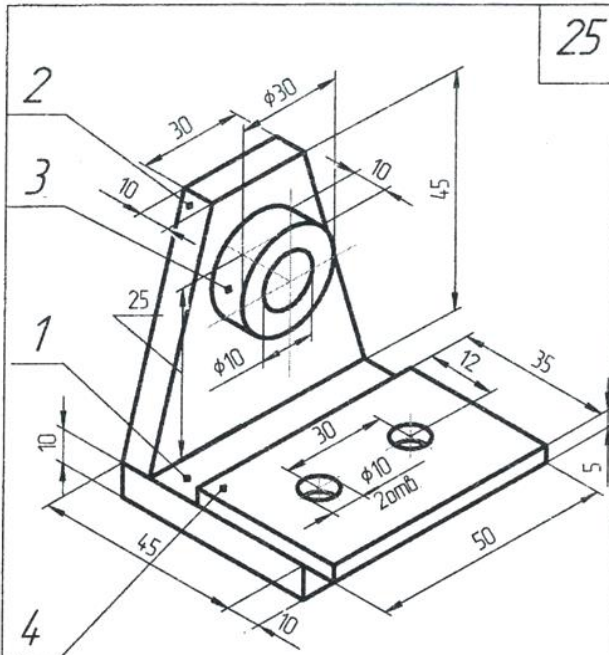
- 1. Основа - 1
- 2. Стійка - 2
- 3. Втулка - 2
- 4. Упор - 2



24

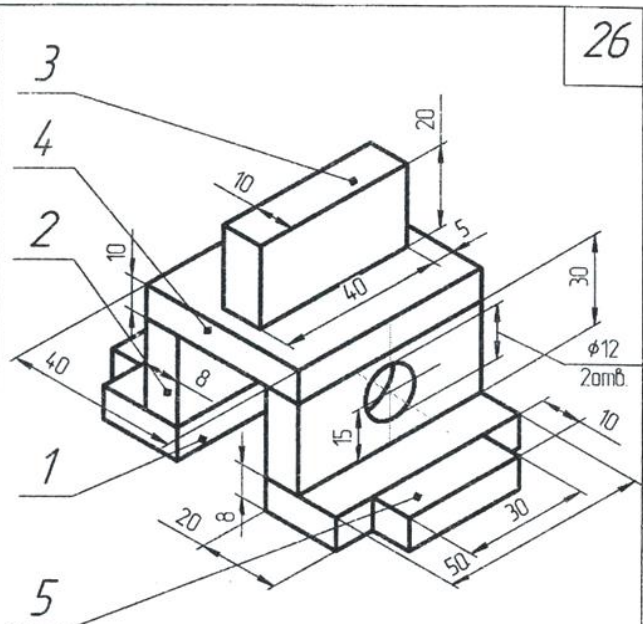
Деталі

- 1. Основа - 1
- 2. Циліндр - 1
- 3. Вушко - 2
- 4. Упор - 2



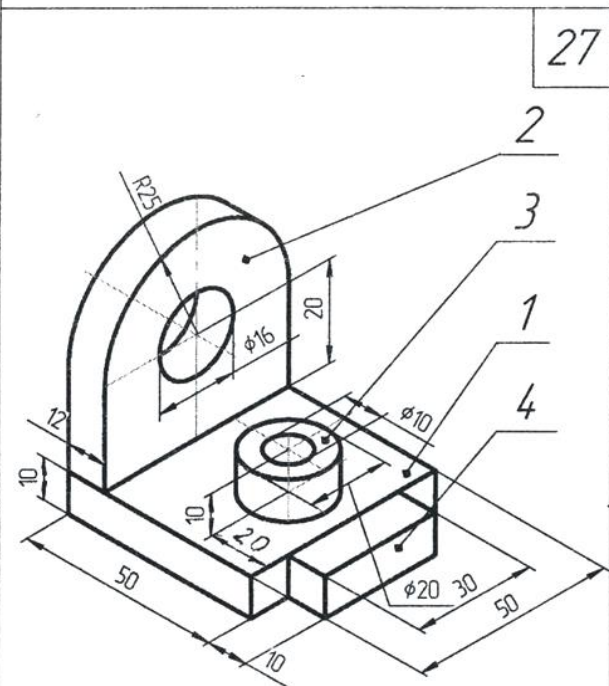
**Деталі**

1. Основа	- 1
2. Стійка	- 1
3. Втулка	- 1
4. Накладка	- 1



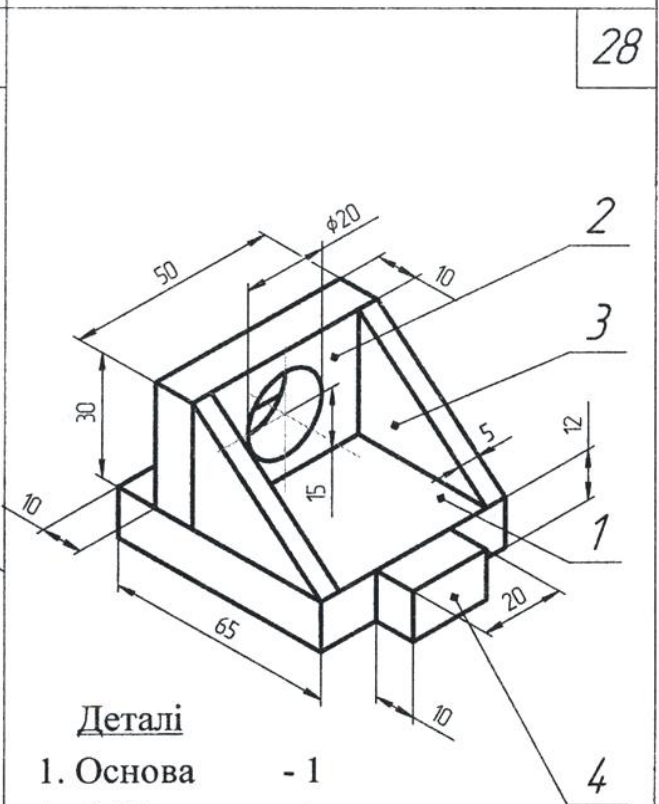
**Деталі**

1. Основа	- 2
2. Стійка	- 2
3. Ребро	- 1
4. Планка	- 1
5. Упор	- 2



**Деталі**

1. Основа	- 1
2. Стійка	- 1
3. Бобишка	- 1
4. Упор	- 1



**Деталі**

1. Основа	- 1
2. Стійка	- 1
3. Косинка	- 2
4. Упор	- 1



## Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №7

1. Наведіть приклади роз'ємних і нероз'ємних з'єднань.
2. Які з'єднання називають роз'ємними?
3. Що називають різьбою?
4. Класифікація різьб.
5. З яких елементів складається різьба?
6. Умовне зображення зовнішньої та внутрішньої різьби на вигляді та у розрізі. В чому полягає різниця?
7. Яка структура умовного позначення різьби?
8. В чому полягає відмінність позначення різьб:
  - з крупним та дрібним кроком;
  - з лівим та правим напрямком?
9. Назвіть відомі вам символи позначення різьб.
10. Які стандартні кріпильні вироби ви знаєте?
11. Як умовно позначають стандартні вироби?
12. Які з'єднання називають нероз'ємними?
13. Що називається зваркою?
14. Яких видів бувають зварювальні з'єднання?
15. На які види розділяються зварювальні шви за взаємним розташуванням?
16. Умовне зображення зварювальних швів на кресленні.
17. Яка відмінність існує в позначенні видимих і невидимих зварювальних швів?
18. Структура умовного позначення шва зварювального з'єднання.
19. Які допоміжні знаки використовують для позначення зварювального шва?

**СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ.  
ЕСКІЗИ ТА РОБОЧІ КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ.  
ДЕТАЛЮВАННЯ**

Для більшості фахів ця тема є заключною в курсі "Інженерна графіка". Знання державних стандартів, розуміння теорії ортогонального проєкціювання, виконання складальних креслень - це той об'єм, який дозволить студенту виконати робочі креслення та довести свою спроможність надалі опанувати інженерну справу.

**Оформлення графічної роботи:**

1. Виконати робочі креслення за наданим складальним. Кількість креслень та варіант завдання залежить від фаху і надається викладачем.
2. Виконати аксонометричну проєкцію деталі на тому ж форматі. Вид аксонометричної проєкції вибирається самостійно з огляду на конструкцію деталі.

Приклад оформлення розрахунково-графічної роботи №8 надано на рис. 69.

**5 ЧИТАННЯ ТА ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ**

*Складальне креслення* – документ, що містить зображення складальної одиниці в достатній кількості виглядів із застосуванням необхідних розрізів, перерізів, місцевих розрізів, виносних елементів і інших даних, необхідних для її складання (виготовлення) і контролю.

Прочитати складальне креслення - це з'ясувати будову зображеного виробу.

У конструкторських бюро за складальними кресленнями виконують робочі креслення деталей, а далі технічні відділи підприємств використовують їх для підготовки виробництва, розробки технологічної документації, контролю і приймання готових виробів.

Іноді робочі креслення виконують за ескізом, знятим з натури.

*Ескізом* називається креслення, виконане без застосування креслярських інструментів і без точного дотримання масштабу, але обов'язково із збереженням пропорціональності між окремими частинами предмета. Ескізи служать звичайно основою для виконання за ними креслень.

*Робоче креслення деталі* – це графічний документ, що містить зображення деталі та данні, необхідні для її виготовлення і контролю.

Пропонуємо орієнтовний **порядок читання складальних креслень**:

1. Прочитують основний напис і з нього дізнаються про назву виробу, його масу, масштаб зображення тощо; назва виробу деякою мірою розкриває його призначення. За конструкторськими документами, які прикладені до складального креслення, вивчають принцип роботи виробу, його технічну характеристику, вимоги до його виготовлення.

2. Ознайомлюються зі специфікацією, розглядаючи її разом з кресленням виробу. Так дізнаються, з яких деталей складається виріб, яка їх кількість, назва, матеріал. З'ясовують, які саме стандартні деталі входять до виробу (кріпильні деталі, шари́копідшипники, маслянки тощо).

3. Вивчають складальне креслення в цілому, тобто уявляють, які на кресленні виконано вигляди (основні, місцеві, додаткові), розрізи (прості, складні, місцеві), перерізи, виносні елементи і яке призначення кожного з них. З'ясовують положення січних площин, за допомогою яких виконано розрізи та перерізи і напрям поглядів, за якими побудовано місцеві і додаткові вигляди.

4. Визначають розміри (габаритні, монтажні, встановлювальні та ін.), які нанесено на кресленні.

5. Вивчивши проєкції виробу в цілому, послідовно виділяють і вивчають форму деталі. Спочатку деталь знаходять на тій проєкції, на якій нанесено номер її позиції, потім знаходять її проєкції на всіх інших зображеннях. При цьому звертають увагу на напрям і відстань між лініями штриховки деталі в розрізах, а також на контур, який обмежує цю штриховку. Вивчаючи деталь, слід одночасно розглядати її на різних зображеннях і уявляти собі форму

невидимої частини, бо на складальному кресленні одна деталь перекриває іншу.

6. З'ясувавши форму і призначення деталі зокрема, переходять до вивчення способів поєднання деталей між собою. Слід установити характер взаємодії складових частин виробу в процесі його роботи, тобто які частини рухомі, які нерухомі, спосіб передачі руху, тип з'єднання, що забезпечує нерухомість, посадки спряжених поверхонь тощо.

7. Уявити за кресленням послідовність розбирання і складання виробу, тобто в уяві послідовно відокремити одну деталь за одною, як це роблять при демонтажних роботах, або, навпаки, уявити собі, як з окремих деталей скласти цей виріб.

### **Послідовність деталювання складальних креслень**

Деталювання — це не просто копіювання зображення із складального креслення, а певна творча робота. На робочому кресленні треба не тільки зобразити деталь, а й навести всі дані: розміри, позначення шорсткості поверхні, марку матеріалу, масу, термічну обробку тощо.

Процес деталювання складається з підготовчої стадії і стадії безпосереднього виконання робочого креслення.

Розглянемо докладніше ці стадії:

1. Перед початком роботи позначають у специфікації всі оригінальні деталі, бо стандартизовані, нормалізовані і покупні деталі з деталювання виключають.

2. Знаходять деталь на всіх зображеннях складального креслення, вивчають її зовнішню і внутрішню форми, визначають її габаритні розміри.

3. За ГОСТ 2.305—68 вибирають головне зображення деталі. Цим зображенням може бути вигляд, розріз або поєднання вигляду з розрізом (для симетричних деталей). Положення головного зображення деталі на робочому кресленні може й не відповідати її положенню на головному вигляді

складального креслення. Вибираючи головне зображення деталі, слід додержувати вимог стандарту.

4. Намічають потрібну кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів, виносних елементів), виходячи з вимог стандарту 2.305-68. Кількість і характер зображень конкретної деталі на робочому кресленні може відповідати або не відповідати кількості зображень на складальному кресленні.

5. За ГОСТ 2.302—68 вибирають масштаб зображення. Не обов'язково додержувати одного масштабу для різних деталей виробу. Як правило, дрібні або складні за формою деталі виконують у збільшеному масштабі.

6. Вибирають формат (ГОСТ 2.301—68), потрібний для виконання робочого креслення деталі.

7. Намічають розміщення (компоновку) зображень деталі на вибраному форматі.

8. Тонкими лініями будують зображення деталі (ГОСТ 2.305-68).

9. Проставляють розмірні і виносні лінії.

10. Використовуючи масштаб, безпосереднім вимірюванням на складальному кресленні визначають справжні розміри всіх елементів деталі і проставляють ці розміри на робочому кресленні. Особливу увагу слід звернути на те, щоб розміри суміжних, спряжених деталей не мали розбіжності. **Розміри деяких конструктивних елементів деталі** (шпонкових пазів, фасок, проточок центрових гнізд тощо) **треба перевірити за відповідними стандартами на ці елементи.**

11. Наносять позначення шорсткості поверхні, виходячи з призначення деталі, технології її виготовлення й обробки.

12. Обводять креслення і заштриховують розрізи та перерізи.

13. Перевіряють креслення і, якщо потрібно, вносять відповідні зміни, креслять рамку, заповнюють основний напис, пишуть технічні вимоги тощо.

**Робоче креслення містить: зображення, масштаб, розміри, позначення шорсткості поверхні тощо, матеріал деталі, технічні вимоги.**

## **5.1 Вибір і позначення матеріалів на робочих кресленнях**

Позначення на кресленні матеріалу деталі містить вид матеріалу, його марку та стандарт. Виконуючи деталювання, марку матеріалу визначають із специфікації складального креслення.

Нижче наведемо найбільш поширені види матеріалів та їх марки.

### **Неметали**

#### **Паперові.**

Приклади позначення:

*Папір кабельний К-080 ГОСТ 23436 – 83*

*Картон прокладочний Б ГОСТ 9347 – 74.*

Папір конденсаторний товщ. 10, 12, 15, 22, 30 мкм.

Приклад позначення:

*Папір конденсаторний КОН 2 ДСТУ 3467-96*

#### **Гума і шкіра.**

Приклади позначення:

*Пластина і рулон МБС – С – s ГОСТ 7338-90.*

*Шкіра 3 ГОСТ 20836 – 75.*

#### **Пластмаси.**

Пластмаси – найпоширеніші замітники металів у машинобудуванні.

**Текстоліт і азбестотекстоліт конструкційний (ГОСТ 5 – 78).**

Марки текстоліту – ПТ, ПТК, ПТК-С, ПТМ-1, ПТМ-2.

Приклад позначення (ПТК - марка, 20 – діаметр стрижня в мм):

*Текстоліт ПТК – 20, сорт 1, ГОСТ 5 – 78.*

Марки азбестотекстоліту – А, Б, Г.

Приклад позначення (Б - марка, 30 – діаметр стрижня в мм):

*Азбестотекстоліт Б – 30 ГОСТ 5 – 78.*

### **Вініпласт листовий** (ГОСТ 9639 – 71).

Марки листового вініпласту – ВН, ВНЕ, ВП, ВД.

Приклад позначення (ВН – марка, 1500 мм завдовжки , 800мм завширшки):

*Лист вініпласту ВН 1500 x 800 ГОСТ 9639 – 71.*

### **Пароніт** (ГОСТ 481 – 80).

Марки пароніту – ПОН, ПМБ, ПА, ПЕ.

Приклад позначення (ПОН - марка, завтовшки 0,6 мм, завширшки 500 мм і завдовжки 750 мм):

*Пароніт ПОН 0,6 x 600 x 750 ГОСТ 481 – 80.*

**Скло** органічне конструкційне має товщину листів 0,8 ... 24 мм. Скло поділяють на конструкційне (СОЛ), неластифіковане (СТ-1) і співполімерне.

Приклади позначення:

*Скло кварцеве КИ ГОСТ 15130 – 86,*

*Скло оптичне К8 ГОСТ 3514 – 94,*

## **Метали**

**Сталь** за хімічним складом поділяють на вуглецеву та леговану, а за призначенням - на конструкційну, інструментальну та спеціальну.

**Сталь вуглецеву звичайної якості** (ДСТУ 2651:2005) виготовляють семи марок – 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 (чим більше число, тим сталь твердіша, але більш крихка), і трьох груп: А – що поставляється за механічними властивостями, Б – за хімічним складом, В – за механічними властивостями та хімічним складом. Сталь всіх марок і груп, крім марки 0, залежно від ступеня розкислення виплавляють киплячою (кп), напівспокійною (пс) і спокійною (сп). Сталь групи А і категорії 1 в позначенні не показують.

Приклади позначення:

*Ст3пс ДСТУ 2651 : 2005*

*БСт5кп3 ДСТУ 2651 : 2005*

Позначення без зазначення групи, ступеня розкислення та категорії застосовують тоді, коли умови не вимагають якісної характеристики сталі.

Із сталі марок 0 і 1 виготовляють малонавантажувані деталі (кожухи, труби); із сталі Ст3 – прокат, гайки, шайби; із сталі Ст5 та Ст6 – деталі що витримують велике навантаження (заклепки, шпонки, вал, зубчасті колеса).

Приклад позначення:

*Ст3 ДСТУ 2651 : 2005.*

**Сталь вуглецеву якісну конструкційну** виготовляють за ДСТУ 7809:2015 з гарантованим хімічним складом та механічними властивостями марок 08, 10, 15, 20, ... , 60. Тут число означає вміст вуглецю в сотих частках відсотка. Із сталі марок 10, 15, 20, виготовляють болти, гвинти, гайки, із сталі марок 45...60 виготовляють вали, шестерні та інші важливі деталі.

Приклад позначення:

*Сталь 45 ДСТУ 7809 : 2015*

**Леговані сталі** містять такі леговані елементи: хром (Х), кремній (С), марганець (Г), нікель (Н), та ін. (ДСТУ 8429:2015).

Приклад позначення ресорно-пружинної сталі:

*Сталь 65Г ДСТУ 8429 : 2015*

Перші дві цифри означають вміст вуглецю в сотих частках відсотка, а літера означає найменування легованого елемента.

**Чавуни** поділяють на сірі, ковкі, високоміцні та ін.

Найбільш поширені є виливки із сірого чавуну марок 10, 15, 18, 20, 25, 30 (ГОСТ 1412 –85), і марок 35 ... 100 (ДСТУ 3925 - 99).

Приклад позначення:

*СЧ 30 ГОСТ 1412 – 85.*

Ковкий чавун застосовують для деталей, що піддаються динамічним навантаженням. Ці чавуни бувають двох видів (ГОСТ 1215 – 79): феритовий (Ф) марок 30 – 6, 33 – 8 і т.д. та перлітовий (П) марок 45 – 7, 50 – 5 і т.д.



Перше число означає граничне напруження на розтягання (у кілограмах на квадратний міліметр), друге – відносне подовження (у відсотках).

Приклади позначення:

*КЧ 36 – 6 ГОСТ 1215 – 79,  
КЧ 60 – 3П ГОСТ 1215 – 79.*

Приклад позначення високоміцного чавуна:

*ВЧ 50 ДСТУ 3925 – 99.*

**Алюмінієві сплави:** Сплави, призначені для литва - АЛ1...АЛ9;

Сплави, призначені для кування – АК1, АК2 і т. д.;

Сплави, оброблювані тиском – Д1, Д2 і т. д.

Приклади позначення:

*АЛ7 ДСТУ ГОСТ 11069 – 2003,  
АК9 ДСТУ 2839 – 94,  
Д16 ГОСТ 4784 – 97.*

**Бронза** – це сплав міді, олова та інших металів. У позначенні бронзи зміст літер такий: О – олово, Ц – цинк, С – свинець, Н – нікель, Ф фосфор, А – алюміній, Ж – залізо, Мц – марганець. Цифри показують середній зміст елемента у відсотках.

Приклад позначення:

*БрОЦСНЗ-7-5-1 ГОСТ 613 – 79.*

**Латунь** – це сплав міді з цинком та іншими металами. Позначення містить літеру Л та цифру, що відповідає відсотковому вмісту міді. Якщо у сплаві є інші метали, то їх позначають так само, як і для бронзи.

Приклади позначення:

*Л65 ДСТУ ГОСТ 15527 : 2005,  
ЛС59-1 ДСТУ ГОСТ 15527 : 2005.*

## 5.2 Позначення шорсткості поверхонь

Кожна реальна поверхня не є абсолютно гладкою. Вона містить мікронерівності, сліди механічної обробки тощо, від яких залежать надійність та довговічність роботи з'єднання. Характеристикою мікрогеометрії поверхні є її шорсткість.

**Шорсткість** – це сукупність нерівностей, з яких складається рельєф на певному проміжку. ГОСТ 2789 – 73 встановлює шість параметрів оцінки якості поверхні:

- Середнє арифметичне відхилення профілю –  $R_a$ ;
- Середня висота нерівності профілю по десяти точках –  $R_z$ ;
- найбільша висота профілю –  $R_{max}$ ;
- середній крок нерівності –  $S_m$ ;
- середній крок місцевих виступів профілю –  $S$ ;
- відносна опорна довжина профілю –  $t_r$ , де  $p$  – значення рівня перерізу профілю.

Основними параметрами оцінки якості поверхні є значення  $R_a$  та  $R_z$ , які визначають за відповідними формулами по мікроскопії профілю на базовій довжині (рис. 65).

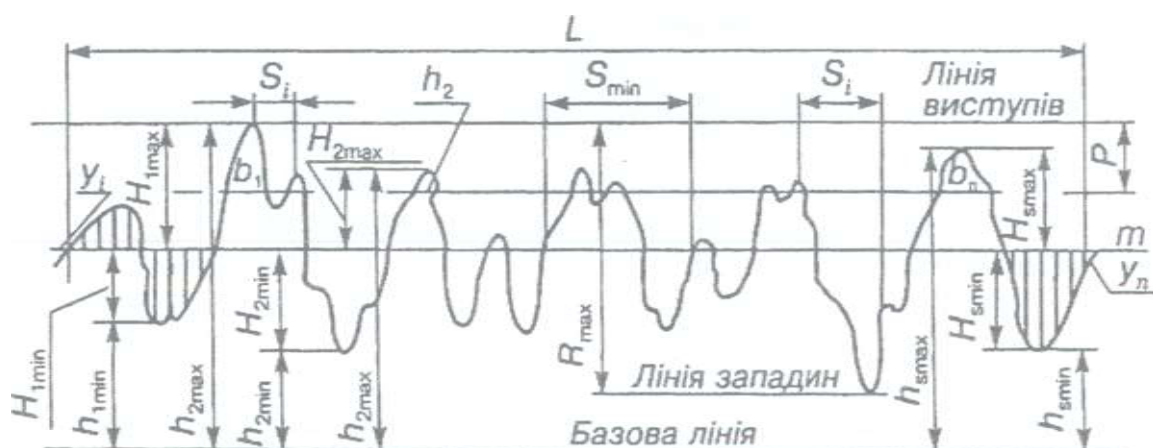


Рис. 65 Профіль поверхні на базовій довжині

У таблиці 14 подано наближені значення параметрів  $R_a$  та  $R_z$  для поверхонь різноманітних виробів.

## Значення параметрів Ra і Rz для типових поверхонь деталей

Параметри, мкм		Базова довжина, мм	Деякі типові поверхні деталей
Ra	Rz		
80...40	320...160	8,0	Поверхні, утворені після різання на пресах та ножицях Поверхні під зварні шви. Вільні неспряжені поверхні невідповідальних деталей Опорні поверхні станин, корпусів. Болти, гайки нормальної точності, фаски, галтелі, канавки
40...20	160...80		
20...10	80...40		
10...5	40...20	2,5	Болти й гайки підвищеної точності, гвинти, штифти. Поверхні отворів під болти, гвинти та шпильки діаметром до 15мм Неробочі поверхні зубчатих коліс. Поверхні муфт, маточин, втулок, що не дотикаються до інших деталей.
5...2,5	20...10		
2,5...1,25			
1,25...0,63	6,3...3,2	0,8	Зовнішні неспряжені поверхні деталей, до вигляду яких ставляться високі вимоги Поверхні сферичних опор. Посадочні поверхні зубчастих коліс, втулок, черв'яків
0,63...0,32	3,2...1,6	0,8	Робочі поверхні ходових валів. Посадочні поверхні осей, зубчатих коліс Робочі поверхні передавальних валів, центрів. Поверхні валів під підшипники кочення
0,32...0,16	1,6... 0,1	0,25	Робочі поверхні колінчастих та розподільних валів швидкохідних двигунів. Робочі поверхні клапанів Шарики та ролики підшипників кочення. Внутрішні поверхні циліндрів поршневих машин. Шарики та ролики високошвидкісних відповідальних передач
0,16...0,08			
0,08...0,04			
0,04...0,02			
0,02...0,01	0,1...0,050 0,05...0,025	0,08	Вимірювальні поверхні деталей вимірювальних приладів Вимірювальні поверхні плиток. Металеві дзеркала в оптичних приладах

У таблицях 15, 16 надано параметри Ra, Rz, Rmax шорсткості поверхонь.  
На практиці здебільшого користуються параметром Ra.

Таблиця 15

**Середнє арифметичне відхилення профілю, Ra (мкм)**

<b>100</b>	10,0	1,00	<b>0,100</b>	0,010
80	8,0	<b>0,80</b>	0,80	0,008
63	<b>6,3</b>	0,63	0,063	-
<b>50</b>	5,0	0,50	<b>0,050</b>	-
40	4,0	<b>0,40</b>	0,040	-
32	<b>3,2</b>	0,32	0,032	-
<b>25</b>	2,5	0,25	<b>0,025</b>	-
20	2,0	<b>0,20</b>	0,020	-
16	<b>1,6</b>	0,160	0,016	-
<b>12,5</b>	1,25	0,125	<b>0,012</b>	-

Таблиця 16

**Висота нерівності профілю по десяти точках Rz,  
та найбільша висота нерівностей профілю Rmax (мкм)**

-	1000	<b>100</b>	10,0	1,00	<b>0,100</b>
-	800	80	8,0	0,80	0,080
-	630	63	<b>6,3</b>	0,63	0,063
-	500	<b>50</b>	5,0	0,50	<b>0,050</b>
-	<b>400</b>	40	4,0	<b>0,40</b>	0,040
-	320	32	<b>3,2</b>	0,32	0,032
-	250	<b>25,0</b>	2,5	0,25	0,025
-	<b>200</b>	20,0	2,0	<b>0,20</b>	-
1600	160	16,0	<b>1,6</b>	0,160	-
1250	125	<b>12,5</b>	1,25	0,125	-

**Примітка:** при позначенні шорсткості віддають перевагу виділеним значенням.

Правила позначення шорсткості поверхні на кресленнях регламентує ГОСТ 2.309-73. Застосовують знаки трьох видів для таких випадків:

- вид обробки поверхні конструктор не встановлює (рис. 66, а);
- поверхня має бути створена зняттям шару металу точінням, фрезеруванням, шліфуванням тощо (рис. 66, б);
- поверхня має бути створена без зняття шару металу – литвом, прокатуванням, куванням тощо (рис. 66, в). Цим самим знаком позначають також поверхні, що не обробляють за даним кресленням, тобто зберігають «у стані поставки».

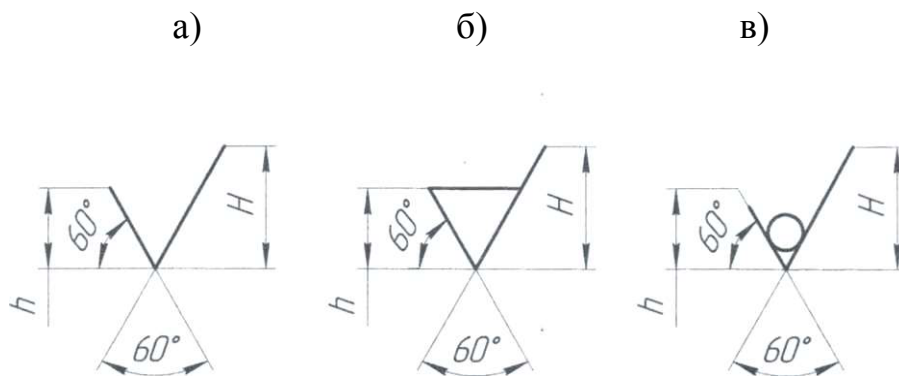


Рис. 66 Знаки позначення шорсткості поверхонь

Висота  $h$  знака приблизно дорівнює висоті цифр розмірних чисел,  $H=(1,5\dots 3)h$ . Товщина ліній знаків становить  $0,5s$ , де  $s$  – товщина суцільної товстої основної лінії на кресленні.

Позначення шорсткості поверхні на кресленнях, розміщують на лініях контуру, виносних лініях (якомога ближче до розмірної лінії) або на поличках ліній-виносок. Якщо не вистачає місця, то позначення шорсткості розміщують на розмірних лініях або на їхніх продовженнях, а також розривають виносні лінії.

Якщо всі поверхні деталі мають однакову шорсткість, то її на зображеннях не наносять, а розміщують у правому верхньому куті (рис. 67). Розміри й товщина ліній знака та цифр мають бути приблизно в 1,5 рази більші, ніж розміри цифр на зображеннях.

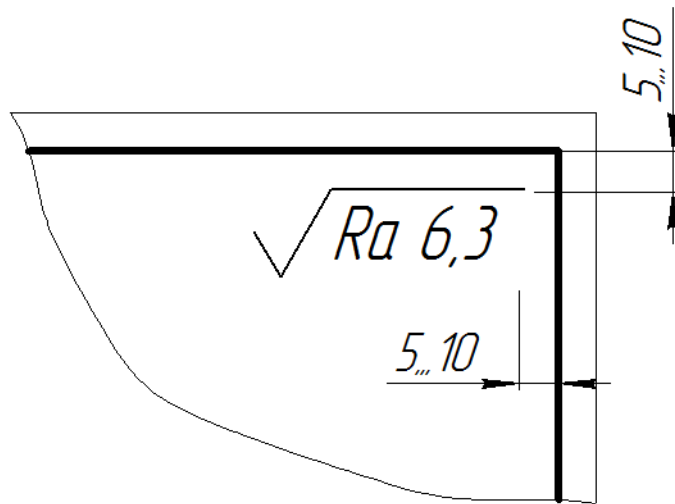


Рис. 67 Позначення шорсткості поверхні деталі (всі поверхні мають однакову шорсткість)

Для позначення однакої шорсткості частини поверхонь деталі в правому верхньому куті поміщають знак цієї шорсткості, збільшений у 1,5 рази, та умовне позначення – знак у круглих дужках (рис. 68). Це означає, що всі поверхні, для яких не зазначена шорсткість або які не перебувають “у стані поставки”, повинні мати шорсткість, зазначену перед круглими дужками.

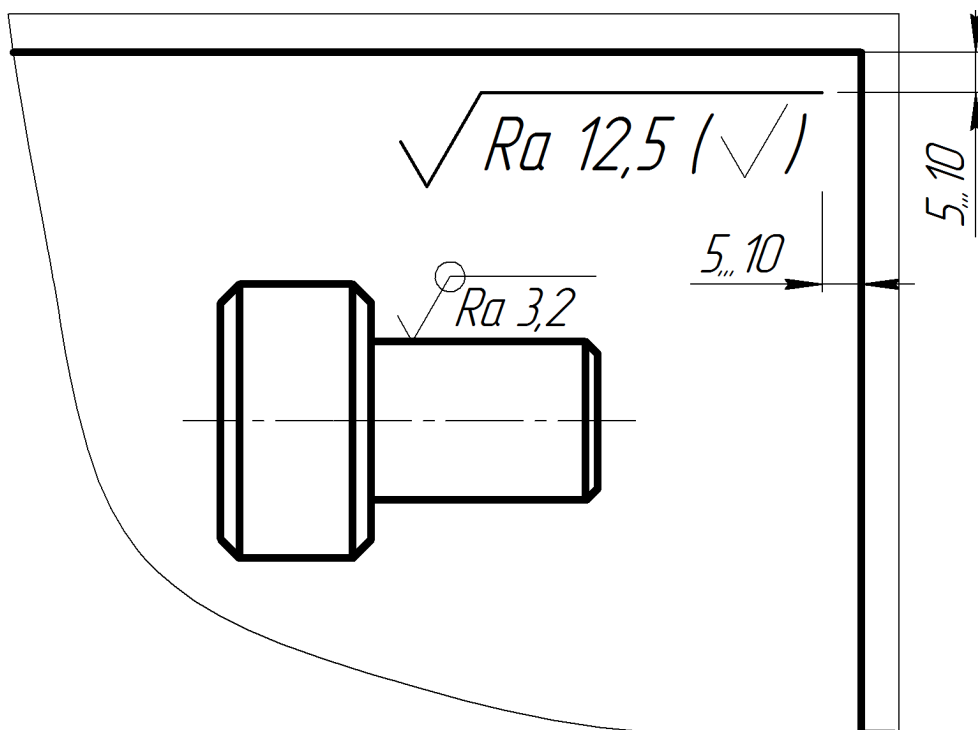


Рис. 68 Позначення шорсткості поверхні деталі (шорсткість поверхонь різна)

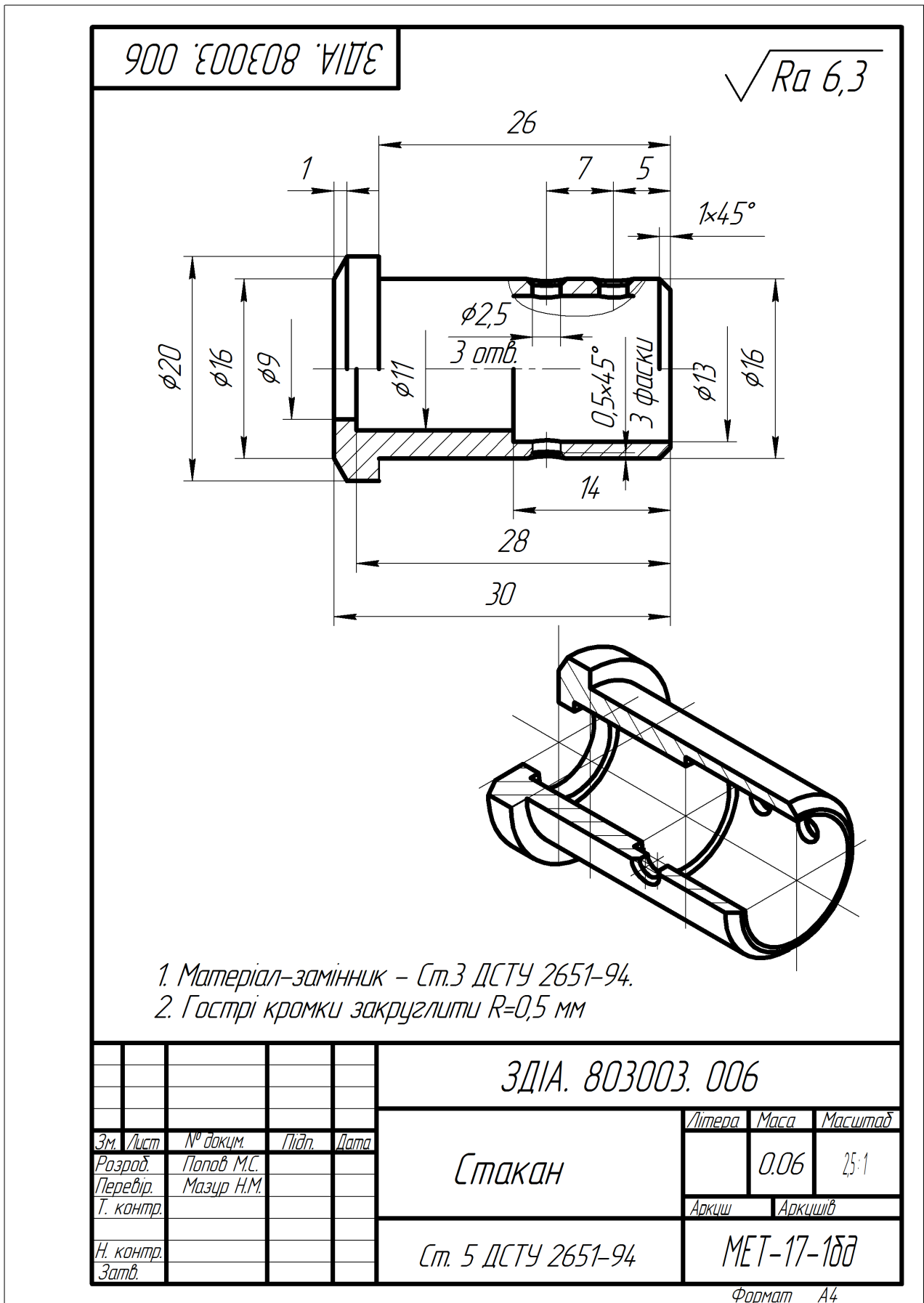


Рис. 69 Приклад виконання розрахунково-графічної роботи №8

## Запитання до захисту розрахунково-графічної роботи №8

1. Що таке складальне креслення? Порядок читання складальних креслень.
2. Що таке робоче креслення деталі?
3. Чим відрізняється ескіз деталі від робочого креслення?
4. В якій послідовності виконують деталювання складальних креслень?
5. Які вимоги щодо виконання робочого креслення деталі?
6. Яку інформацію містить основний напис робочого креслення?
7. У чому полягає загальне правило позначення матеріалів на кресленнях?  
Навести приклади деяких з них.
8. Які є параметри оцінки шорсткості поверхні деталі?
9. Якими знаками позначають шорсткість поверхні деталі? Навести приклади застосування їх.
10. Які параметри є основними в позначенні шорсткості поверхні?
11. Як позначають шорсткість поверхні на кресленнях?
12. Які спрощення допускаються в позначенні шорсткості поверхонь?
13. Як позначають шорсткість різьб?



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Михайленко В. Є., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник за ред. В.Є. Михайленка. – 2-ге вид., перероб. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.: іл.
2. Михайленко В. Є., Найдиш В.М. Тлумачення термінів з прикладної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки. – К. : Урожай, 1998. – 200 с.
3. Богданов В.Н., Малежик И.Ф., Верхола А.П. т др. Справочное руководство по черчению. – М. : Машиностроение, 1989. – 864 с.
4. Яхненко В.М., Мазур Н.М., Гунько Л.Г. Методичні вказівки до виконання графічних робіт з інженерної графіки. Частина 2. "Технічне креслення". – Запоріжжя, 2003. – 64 с.
5. С. В. Башлій, Л. Г. Гунько, О. А. Позднякова. Навчально-методичний посібник до виконання лабораторного практикуму: "Роз'ємні та нероз'ємні з'єднання" для студ. всіх техн. спец. ден. та заоч. форм навчання . - Запоріжжя : ЗДІА, 2007. - 64 с.
6. Державні стандарти України. Київ, вид стандартів. Поточний рік.

*Методичне видання*

**А. В. Пожуєв**  
*к.ф-м.н., доцент*  
**Н. М. Мазур**  
*асистент*

## **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

### **Навчально-методичний посібник**

*для студентів ЗДІА  
всіх технічних спеціальностей  
денної та заочної форм навчання*

Підписано до друку 21.06.2018р. Формат 60x84 1/32. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 8,9. Наклад 1 прим. Ціна 52,39 грн.  
Внутрішній договір № 132/18

Запорізька державна інженерна академія  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 2958 від 03.09.2007 р.

Віддруковано друкарнею  
Запорізької державної інженерної академії  
з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Соборний, 226  
ЗДІА