

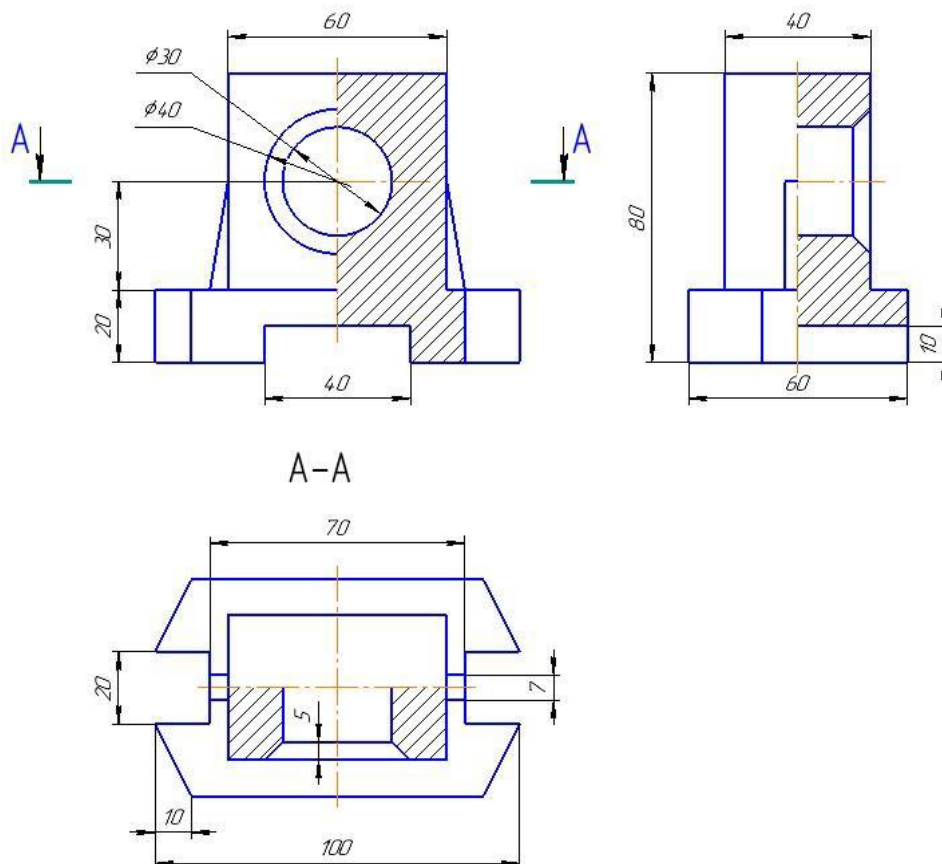
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ГРАФІКИ

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни  
«Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка»  
за темою «ПРОЄКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ»  
для студентів ступеня бакалавра всіх спеціальностей  
денної форми навчання



Дніпро  
2022

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» за темою «Проекційне креслення» для студентів ступеня бакалавра всіх спеціальностей денної форми навчання / Укладачі: Ярова Т.П., Серeda С. Ю., Сопільняк А. М., Титюк А. А. – Дніпро: ПДАБА, 2022. – 42 с.

В методичних вказівках викладені загальні правила оформлення зображень на креслениках, подано варіанти індивідуальної графічної роботи за темою «Проекційне креслення».

Мета завдання полягає в закріпленні знань студентів з використання методу прямокутного проєціювання для побудови зображень просторових геометричних форм, практичному застосуванні набутих знань, розвитку графічних навичок і просторової уяви. Методичні вказівки містять приклади поетапного розв'язання завдання і можуть бути використані студентами будівельних та механічних спеціальностей денної форми навчання під час вивчення курсу «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» для виконання індивідуальної графічної роботи.

Укладачі: Ярова Т. П., доцент кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА;  
Серeda С. Ю., старший викладач кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА;  
Сопільняк А. М., к. т. н., доцент, завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА  
Титюк А. А., к. т. н., доцент кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Сопільняк А. М., к. т. н., доцент, завідувач кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Рецензент: Ткач Д. І., к. т. н., професор кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Затверджено на засіданні кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА  
Протокол № 8 від 15.02.2022 р.  
Зав. кафедри Сопільняк А. М.

Рекомендовано до друку навчально-методичною радою ПДАБА  
Протокол № 5 від 23.03.2022 р.

## Зміст

Вступ.....	3
1. Зображення: види, розрізи, перерізи.....	3
1.1. Класифікація видів.....	4
1.2. Класифікація розрізів і перерізів.....	6
2. Порядок виконання завдання «Проекційне креслення».....	11
2.1. Обсяг завдання .....	11
2.2. Побудова трьох видів і ліній зрізу деталі.....	26
2.3. Побудова аксонометричних проєкцій зрізаних поверхонь...	30
2.4. Побудова трьох видів деталі з отвором.....	35
2.5. Побудова аксонометрії деталі з отвором і вирізом її чверті .	37
Рекомендована література.....	41

## ВСТУП

Методичні вказівки призначені для вивчення теоретичного матеріалу за темою «Зображення: види, розрізи, перерізи» та його використання при виконанні індивідуальної графічної роботи «Проекційне креслення» студентами будівельних та механічних спеціальностей денної форми навчання під час вивчення дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка».

Дані методичні вказівки містять теоретичну частину з прикладами зображень видів, розрізів, перерізів, варіанти завдань та приклади поетапного виконання кожного аркуша завдання «Проекційне креслення».

### 1. Зображення: види, розрізи, перерізи

Перед виготовленням будь-якого предмета необхідно виконати кресленики, які будуть містити інформацію про форму і розміри предмета, його складові частини, певні вимоги по його виготовленню.

За допомогою метода ортогонального (прямокутного) проєкціювання виконують зображення предметів.

По відношенню до площин проєкцій предмет розміщують так, щоб більшість його ребер, граней, поверхонь займала проєкціуюче положення. Припускають, що предмет розташований між спостерігачем та відповідною площиною проєкцій. Кількість зображень на кресленнику має бути оптимальною (мінімальною, але достатньою для повного відображення форми всіх елементів предмета). На кресленнику зображення виконують у певному масштабі та відповідними типами ліній. Залежно від їхнього змісту зображення поділяються на: **види, розрізи, перерізи**.

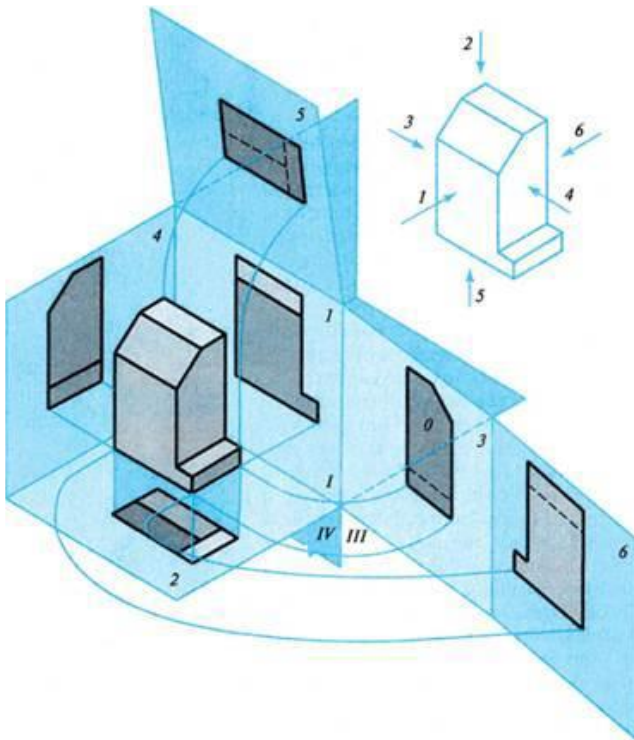


Рис.1.1. Побудова основних видів деталі

Предмет розміщують так, щоб зображення на фронтальній площині проєкцій (головний вид) давало найповніше уявлення про форму та розміри предмета.

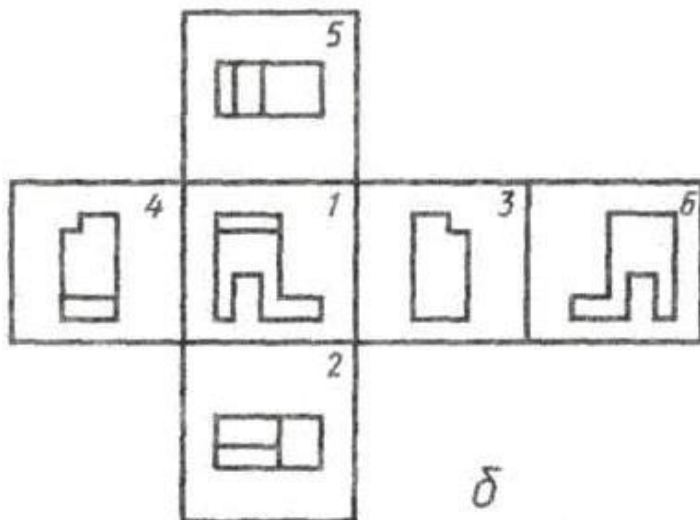


Рис. 1.2. Розташування основних видів

Якщо ж види зміщені відносно головного виду, то їх позначають великою літерою (наприклад, «А»), а напрямок погляду показують стрілкою (рис. 1.3).

### 1.1. Класифікація видів

Згідно ДСТУ ISO 128-30:2005 **Вид** – зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

Розрізняють **основні, додаткові та місцеві види**.

Основними площинами проєкцій вважають шість граней куба, які після розгортання суміщують з площиною кресленика (рис. 1.1).

Встановлено такі назви і розташування **основних видів**: 1-вид спереду (головний вид); 2-вид зверху; 3-вид зліва; 4-вид справа; 5-вид знизу; 6-вид ззаду (рис. 1.2).

На видах штриховими лініями дозволяється показувати невидимі елементи предмета, якщо вони не є складними (рис. 1.3).

Якщо види предмета розміщені у проєкційному зв'язку, їхню назву на креслениках не пишуть.

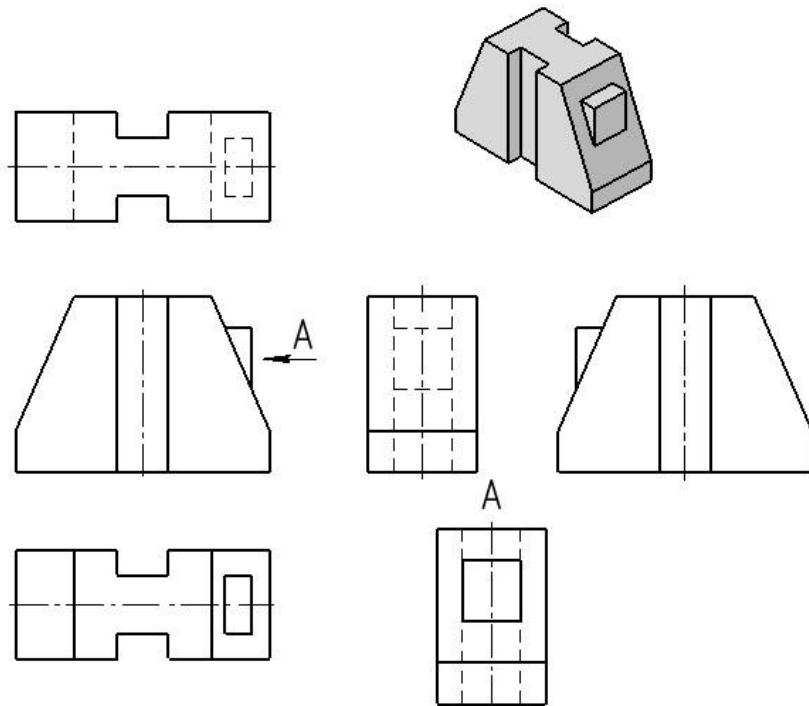


Рис. 1.3. Розташування виду справа не в проєкційному зв'язку відносно головного виду

*Додатковий вид* отримують при проєкціюванні предмета на площини, що не паралельні жодній з основних площин проєкцій (рис. 1.4). Він призначений для неспотвореного зображення поверхні, якщо його неможливо отримати на основному виді.

Деякі елементи предметів (рис. 1.4а) проєкціюються на основні площини проєкцій із спотворенням (рис. 1.4б).

Щоб уникнути цього, використовують проєкціювання частини предмета на додаткову площину проєкцій, яку розміщують паралельно тій частині предмета, яка на основних площинах проєкцій зображується із спотворенням.

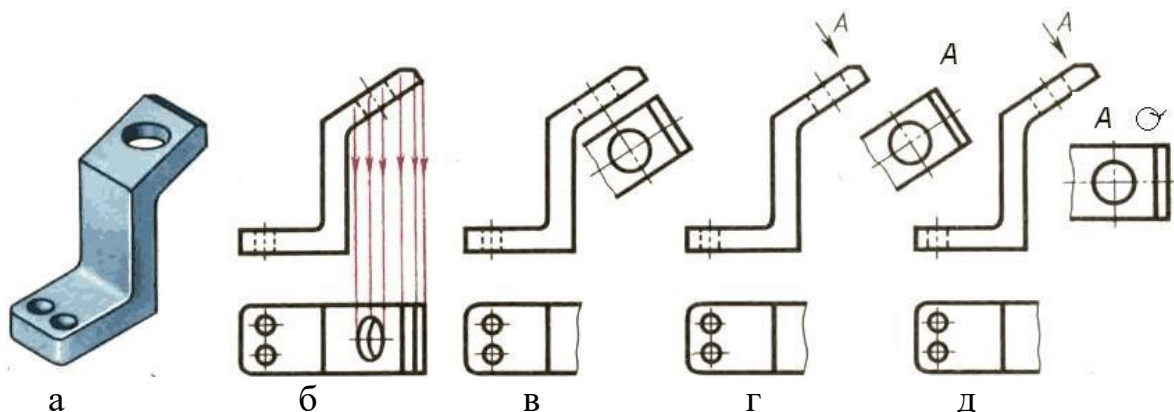


Рис. 1.4. Варіанти розташування додаткового виду

Одержане на додатковій площині зображення суміщують з основною площиною проєкцій (рис. 1.4в). Це і є додатковий вид.

Він дає повне уявлення про форму і розміри похилої частини предмета, показаного на рисунку 1.4а.

Коли додатковий вид розміщено в проєкційному зв'язку, то немає потреби вказувати стрілкою напрям проєкціонування і виконувати будь-які написи (рис. 1.4в).

Напрям проєкціонування, за яким одержують додатковий вид, вказують стрілкою з великою літерою українського алфавіту над нею.

Зображення додаткового виду позначають цією ж літерою (рис. 1.4г). Літера завжди повинна бути вертикальною.

Додатковий вид можна повертати (рис. 1.4д). При цьому його позначення доповнюють умовним знаком повороту, рис. 1.5.

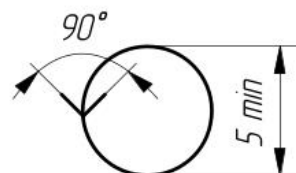


Рис. 1.5. Графічний знак «повернуто»

**Місцевий вид** – це зображення окремого обмеженого місця поверхні предмета, яке одержують при проєкціюванні на одну з основних площин проєкцій (вид А, В на рис.1.6).

Місцевий вид може обмежуватись лінією обриву (вид А). На кресленнику його позначають так само, як і додатковий вид.

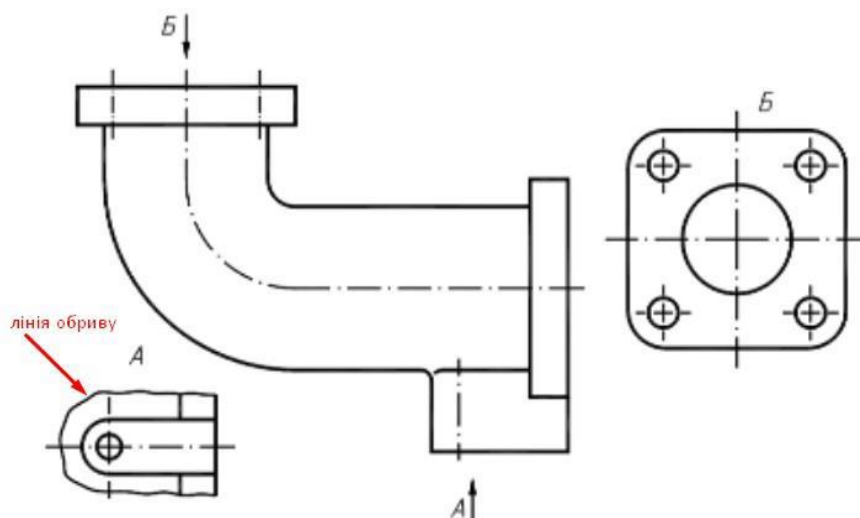


Рис. 1.6. Розташування місцевого виду

## 1.2. Класифікація розрізів і перерізів

Відповідно до ДСТУ ISO 128-40:2005 , ДСТУ ISO 128-50:2005 :

**Розрізом** називається зображення предмета, уявно розрізаного однією чи декількома площинами для виявлення його невидимих поверхонь.

На розрізі показують те, що знаходиться в січній площині та те, що знаходиться за нею. Розрізи виконують для зображення внутрішньої конструкції деталей, яку неможливо представити на видах.

Залежно від кількості січних площин розрізи поділяються на **прості** (при одній січній площині) та **складні** (при кількох січних площинах).

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяють на **горизонтальні** (рис. 1.7), **вертикальні** (січна площина перпендикуляр до  $\Pi_1$ ) та **похилі**.

**Вертикальні розрізи** поділяють на **фронтальні**, якщо січна площина паралельна  $\Pi_2$  (рис. 1.8) та **профільні**, якщо січна площина паралельна  $\Pi_3$  (рис. 1.9).

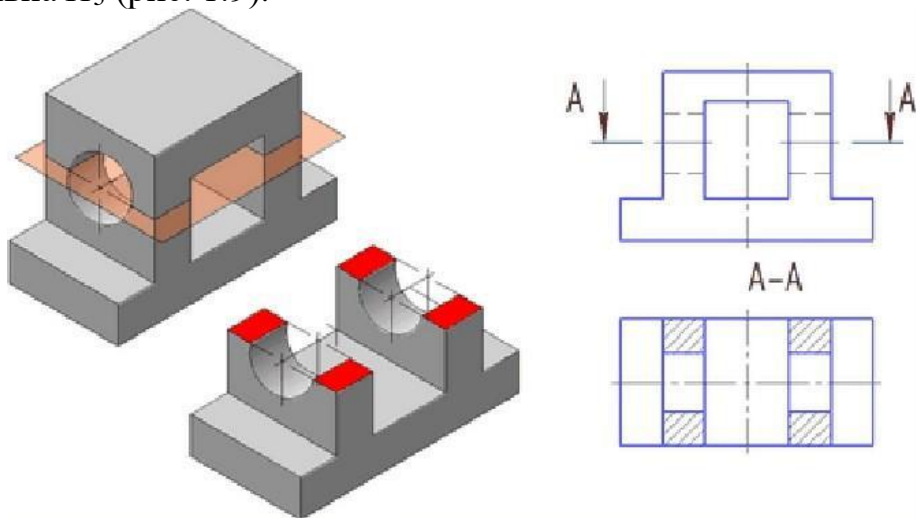


Рис. 1.7. Горизонтальний розріз

Якщо січна площина не є площиною симетрії предмета, то слід її позначають на кресленнику розімкненою лінією, до штрихів проводять стрілки, що вказують напрямком погляду, які наносять на відстані 2-3 мм від кінця штриха. Виконаний розріз позначають написом типу А-А (рис. 1.7).

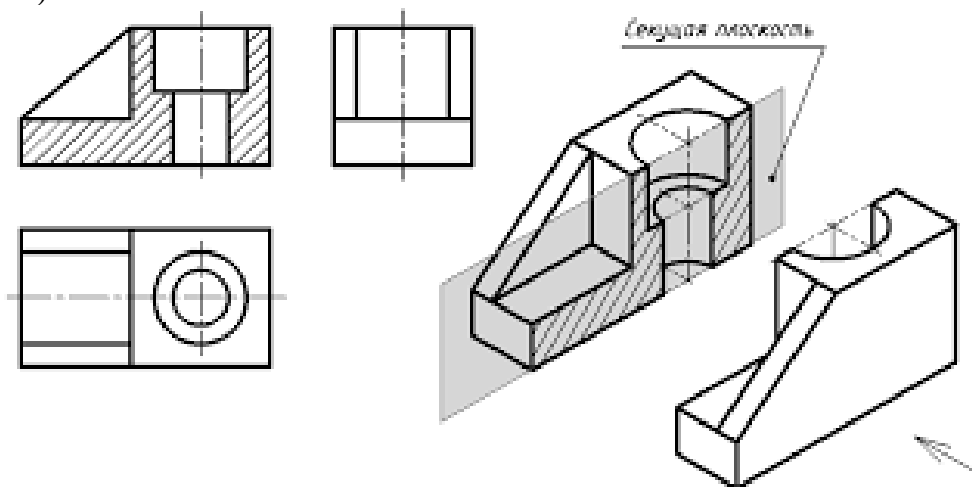


Рис. 1.8. Фронтальний розріз

Якщо січна площина збігається з площиною симетрії предмета, для розрізів положення січної площини не показують і розріз не супроводжують написом (рис. 1.8, 1.9)

Якщо розріз деталі фігура несиметрична, розріз зображають повністю (рис. 1.8, 1.9)

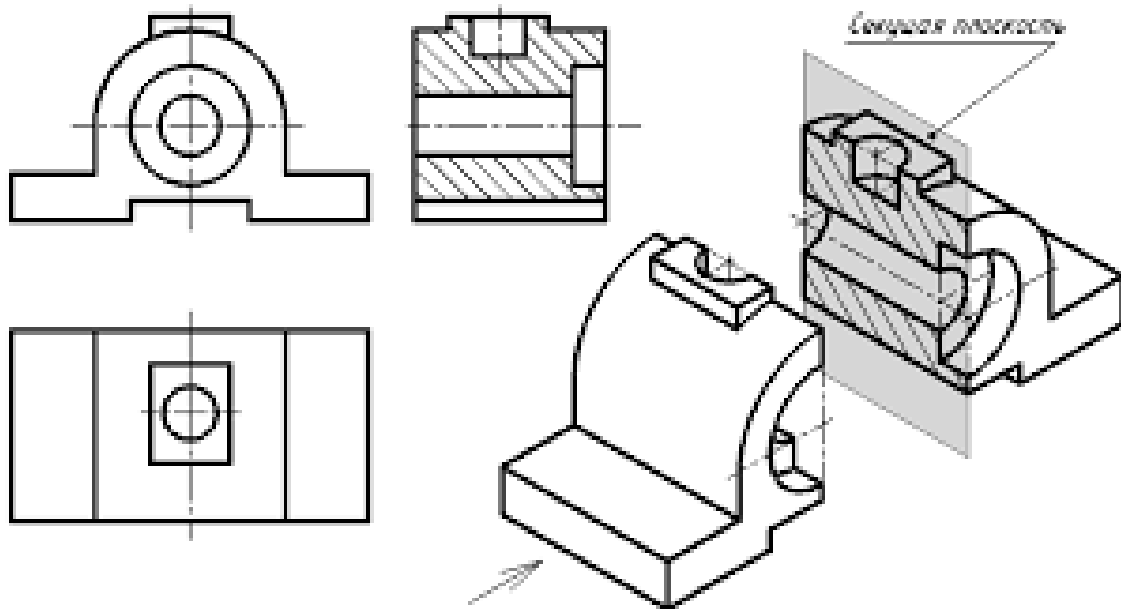


Рис. 1.9. Профільний розріз

**Похилим** є розріз (рис. 1.10), виконаний січною площиною, яка утворює з горизонтальною площиною проєкції кут, що відрізняється від прямого.

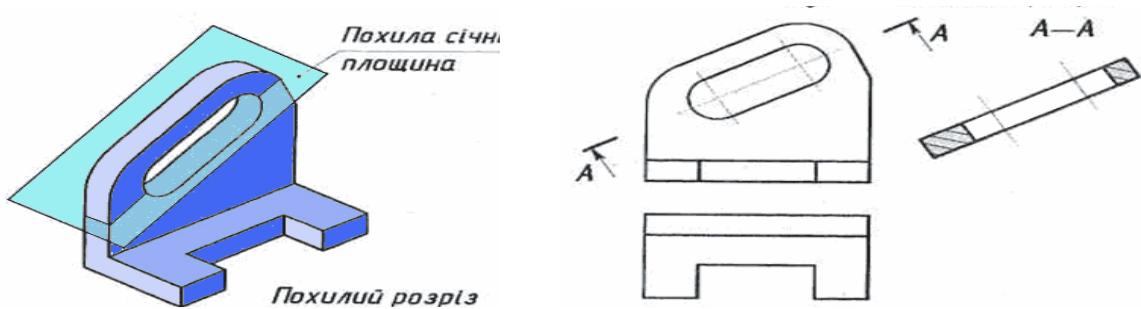


Рис. 1.10. Похилий розріз

На одному зображенні можливе поєднання частини виду і частини розрізу, які розділяють суцільною хвилястою лінією або осьовою.

Якщо поєднується половина розрізу і половина виду, кожен з яких є симетричною фігурою, то лінією їх поділу буде вісь симетрії. Розріз розташовується справа відносно вертикальної осі симетрії деталі та під горизонтальною віссю симетрії деталі (рис. 1.11а).

Якщо на лінію розділу виду і розрізу попадає ребро, то лінією їх розділу буде тонка хвиляста лінія, зміщена в бік виду, якщо ребро внутрішнє (рис. 1.11б), або зміщена в бік розрізу, якщо ребро зовнішнє (рис. 1.11в).



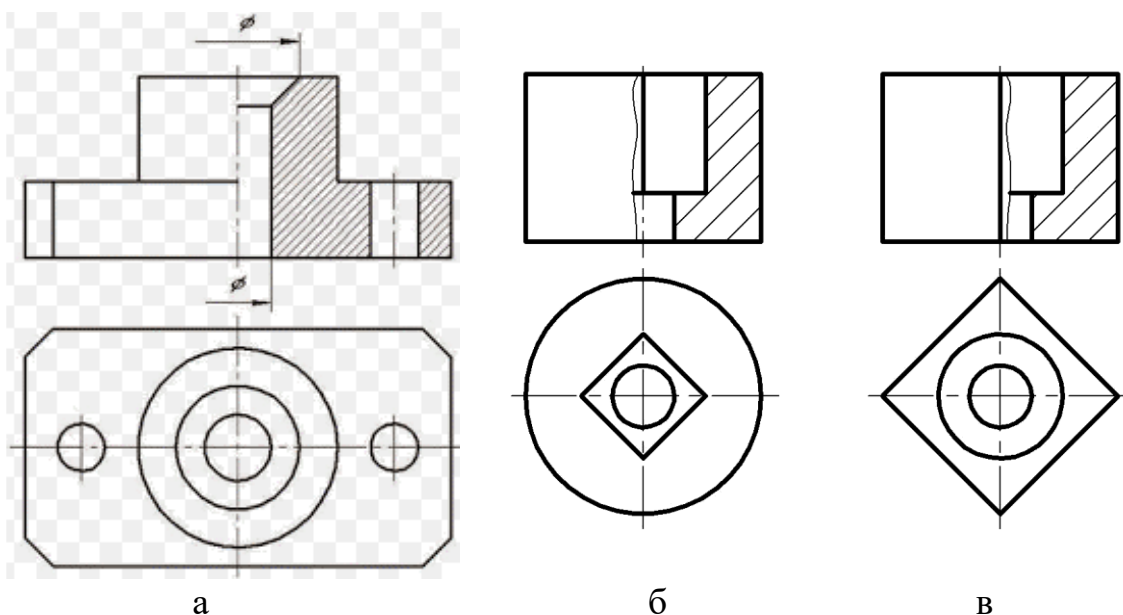


Рис. 1.11. Поєднання виду і розрізу на кресленнику

Розрізи називають *поздовжніми* (рис. 1.12а), коли січні площини спрямовані вздовж висоти або довжини предмета, і *поперечними* (рис. 1.12б), коли січні площини спрямовані перпендикулярно до довжини або висоти предмета.

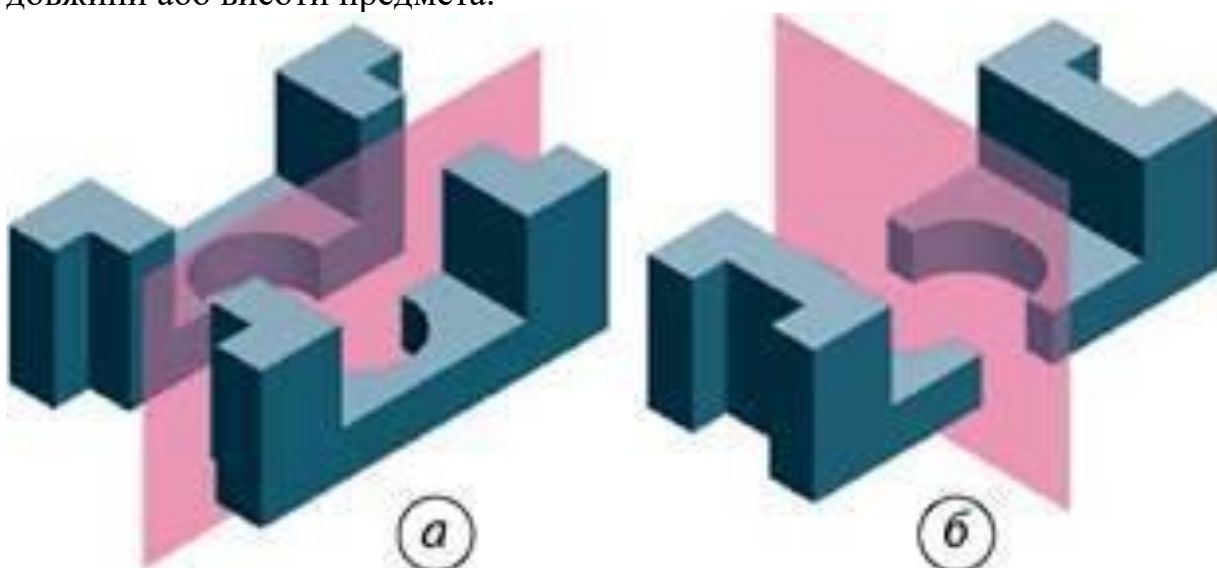


Рис. 1.12. Поздовжній і поперечний розрізи

*Складні розрізи* (рис.1.13) поділяють на *ступінчасті*, коли січні площини паралельні між собою і *ламани*, коли січні площини нахилені одна до одної.

Виконуючи складні розрізи, січні площини умовно суміщують в одну площину і зображення будують так, щоб вони були розташовані в одній площині.

Положення січної площини на кресленнику позначають лінією перерізу, для чого використовують розімкнену лінію.

При простому розрізі вказують тільки початковий і кінцевий штрихи (рис. 1.7), а при складному розрізі штрихи проводять також у перетинах ліній перерізу (рис. 1.13).

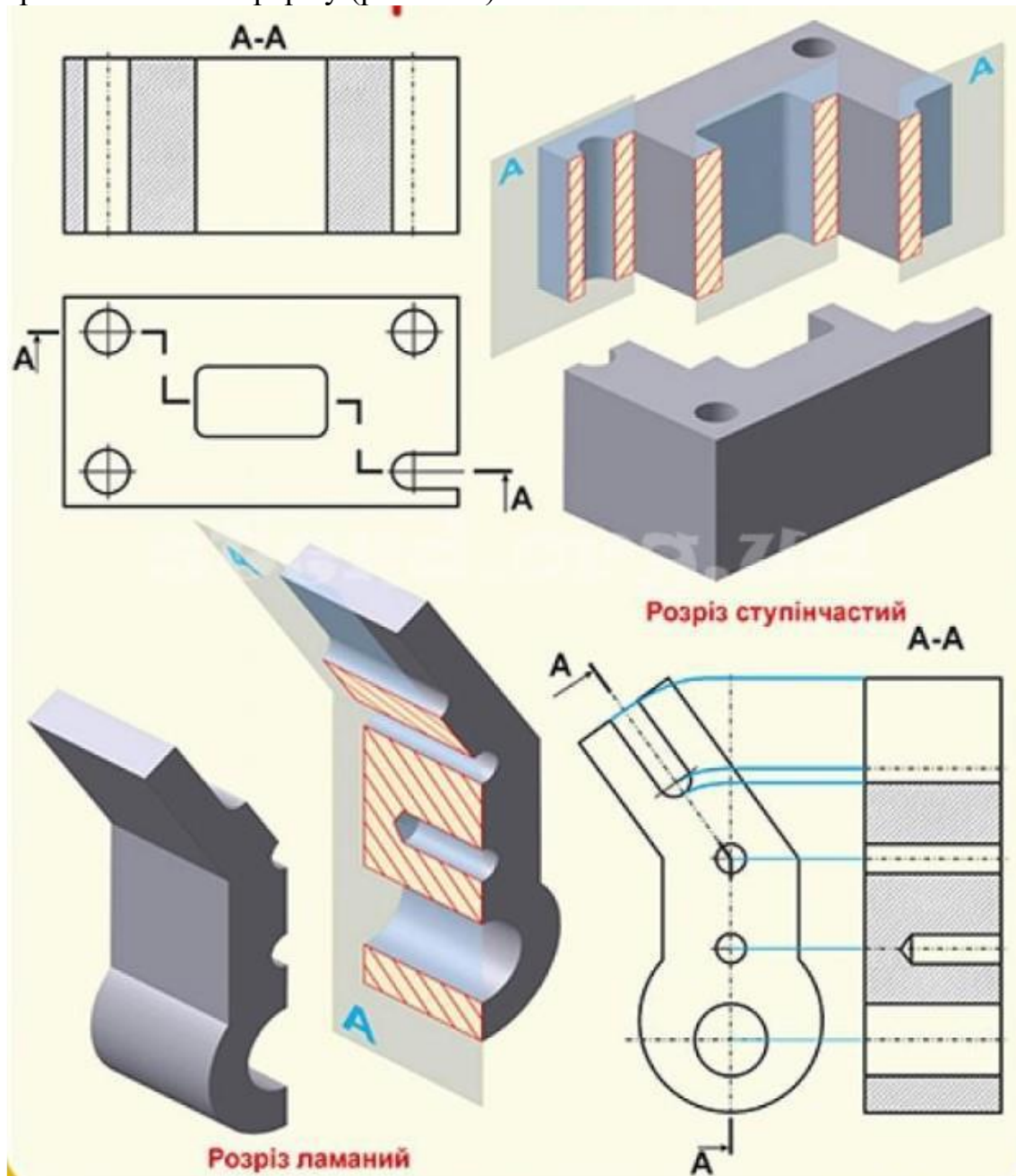


Рис. 1.13. Складні розрізи

Розрізи, які допомагають з'ясувати будову предмету в окремому його місці, називають **місцевими**. Місцевий розріз виділяють на виді суцільною хвилястою лінією, яка не повинна збігатися з будь-якими лініями зображення (рис. 1.14).

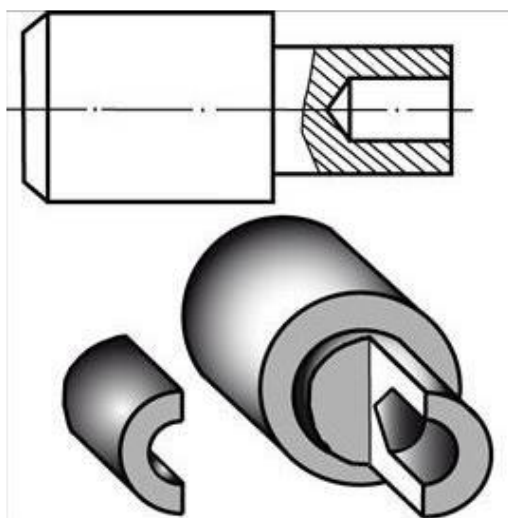


Рис. 1.14. Місцевий розріз.

Контур винесеного перерізу виконують суцільною товстою лінією. Контур накладеного перерізу зображують суцільною тонкою лінією. Вісь симетрії накладеного перерізу показують штрих пунктирною тонкою лінією.

**Перерізом** називається зображення предмета, уявно розрізаного однією чи декількома площинами для виявлення його невидимих поверхонь. На перерізі показують лише те, що є безпосередньо в січній площині (рис.1.15).

Перерізи, що не входять до складу розрізу, поділяють на *винесені* (рис. 1.15а) та *накладені* (рис. 1.15б).

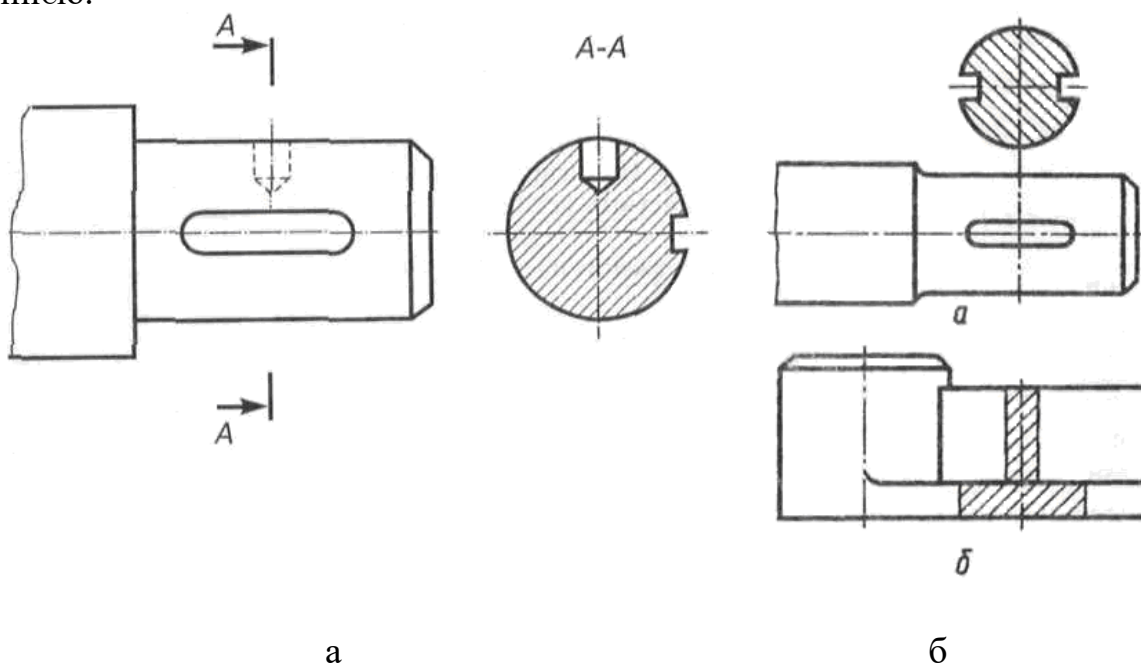


Рис. 1.15. Побудова та позначення перерізів.

## 2. Порядок виконання завдання «Проекційне креслення»

### 2.1. Обсяг завдання.

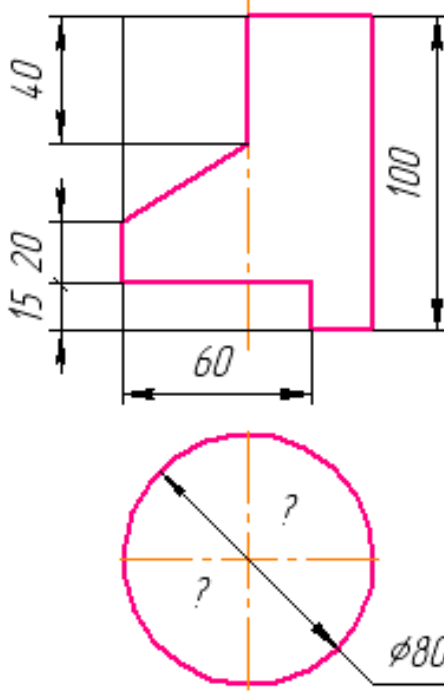
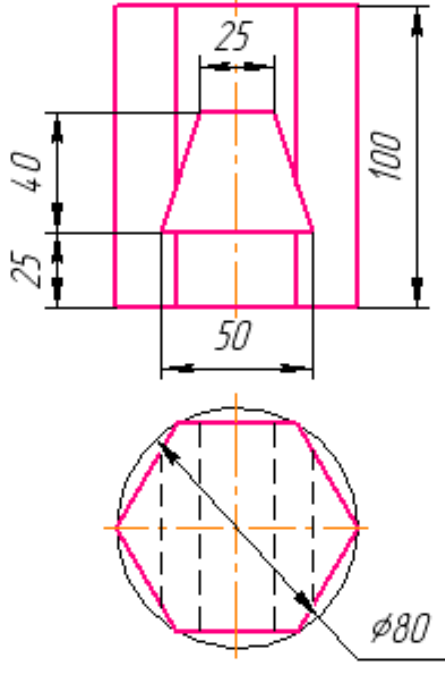
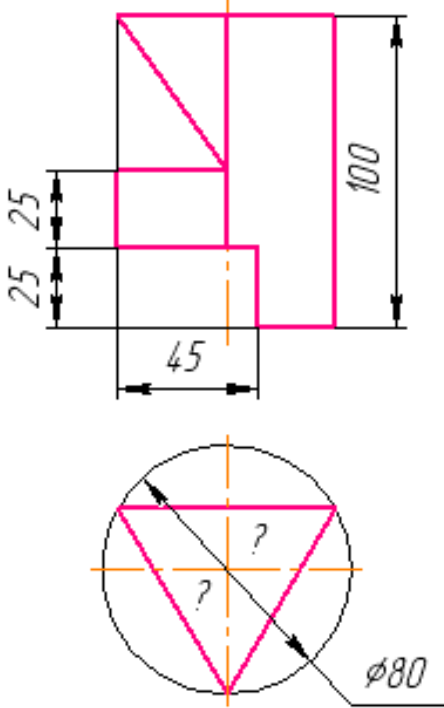
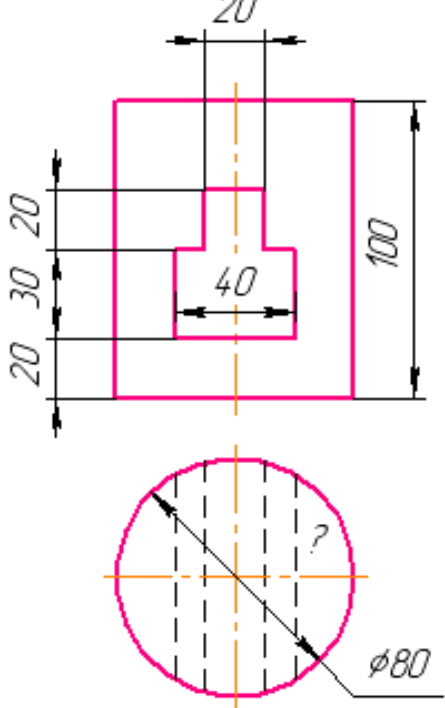
Завдання «Проекційне креслення» виконують на 2 форматах А3. В таблиці 1 наведені варіанти завдань (нумерація йде відповідно до порядкового номера в списку групи ).

## Вихідні дані до завдання «Проекційне креслення»

Таблиця 1

№ варіанту	Деталь зі зрізами	Вид	Деталь з отвором	Вид
1	2	3	4	5
1		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
2		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія

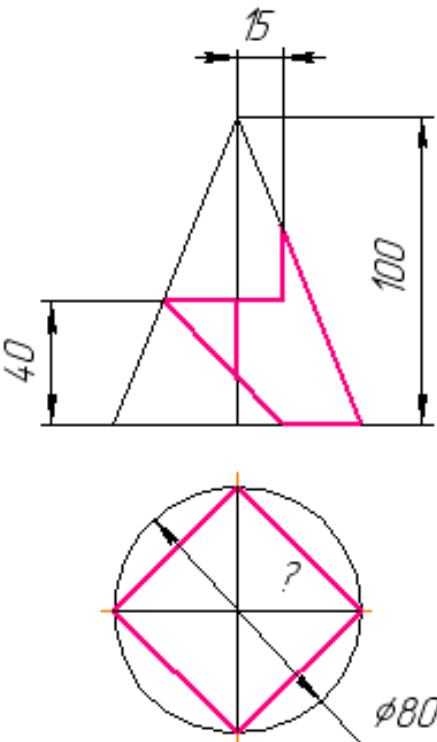
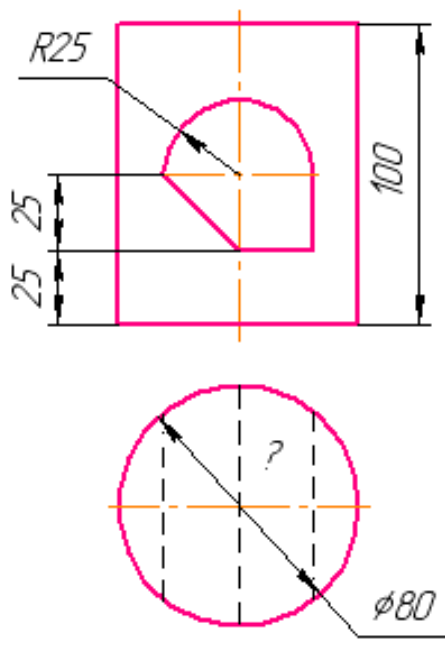
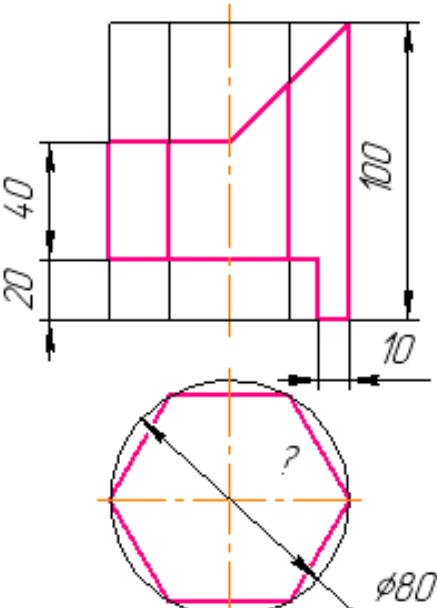
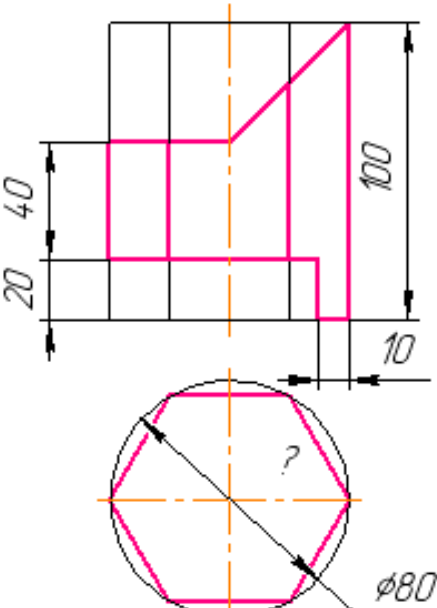
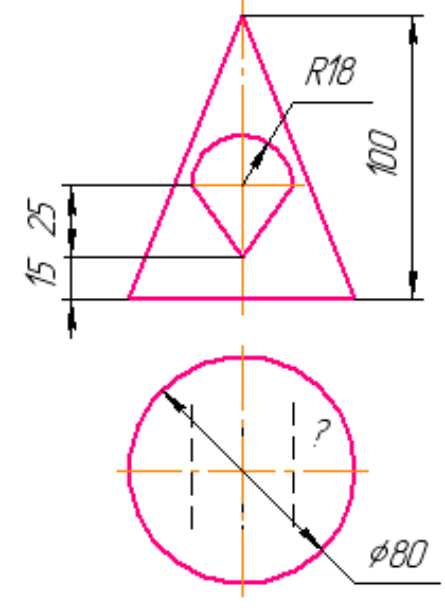
## Продовження таблиці 1

1	<p style="text-align: center;">2</p>  <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">Прямокутна ізометрія</p>	3	 <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">Прямокутна диметрія</p>	5
4	 <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">Прямокутна диметрія</p>	4	 <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">Прямокутна ізометрія</p>	4

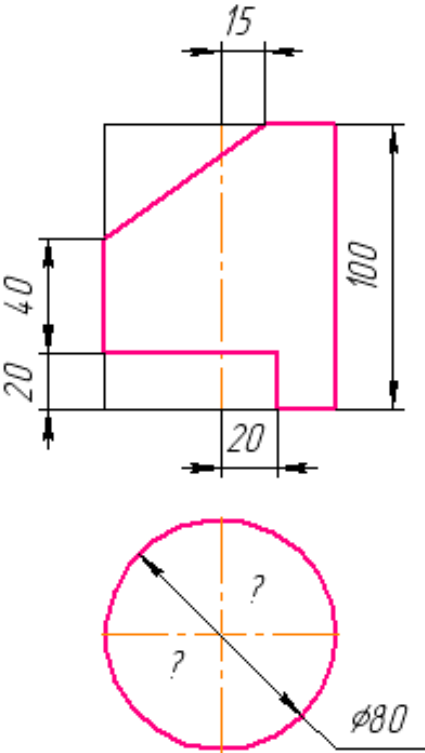
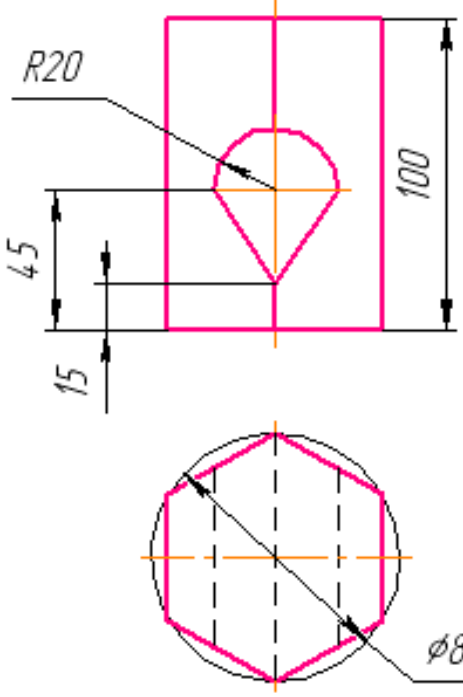
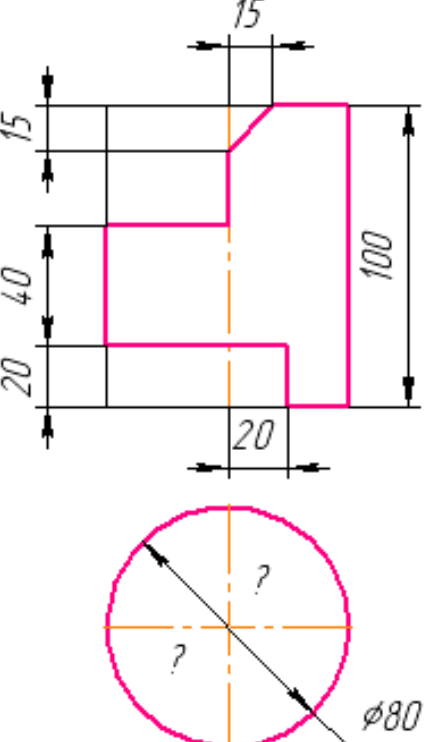
## Продовження таблиці 1

1	<p style="text-align: center;">2</p>	3	<p style="text-align: center;">4</p>	5
5		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
6		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія

## Продовження таблиці 1

1	<p style="text-align: center;">2</p> 	3	<p style="text-align: center;">4</p> 	5
7	<p style="text-align: center;">7</p> 	Прямокутна диметрія	Прямокутна ізометрія	Прямокутна ізометрія
8	<p style="text-align: center;">8</p> 	Прямокутна диметрія	<p style="text-align: center;">8</p> 	Прямокутна ізометрія

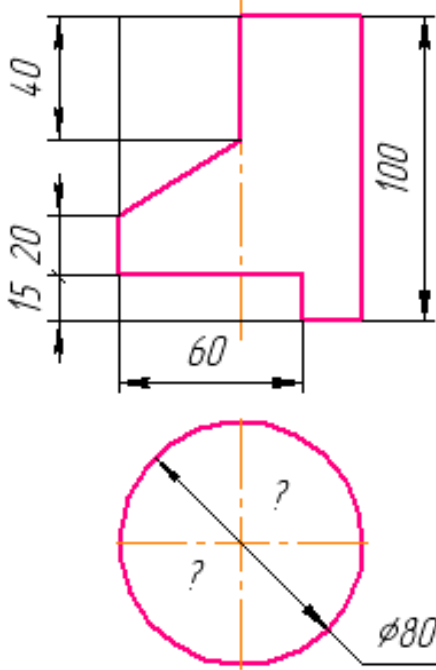
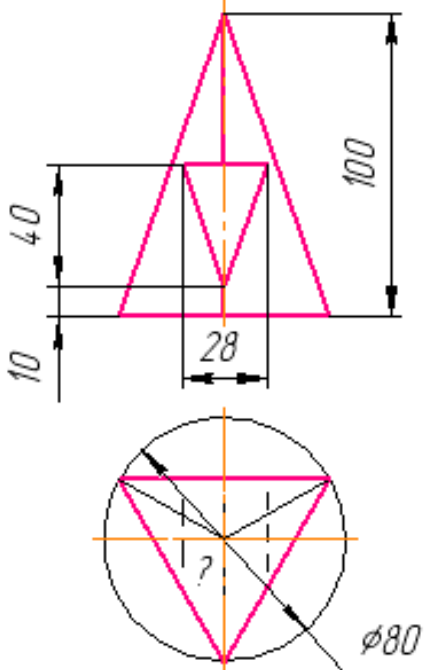
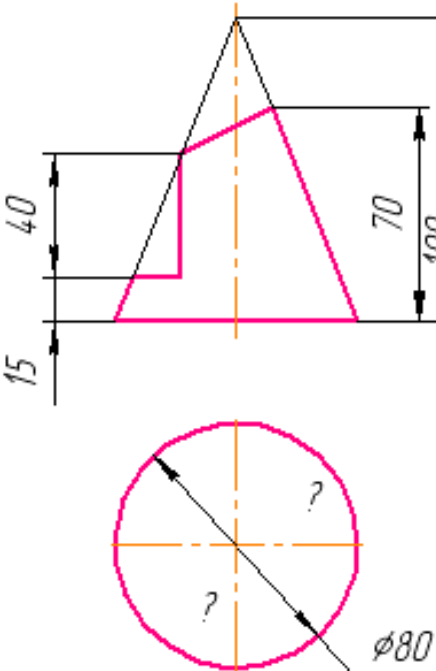
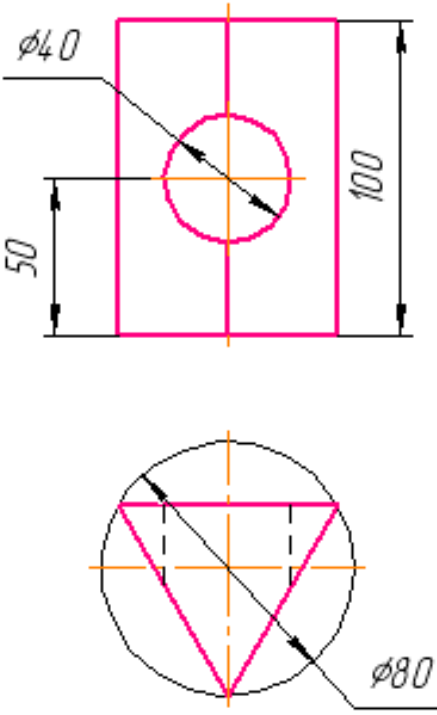
## Продовження таблиці 1

1	<p style="text-align: center;">2</p>  <p style="text-align: right;"><math>\phi 80</math></p>	3	<p style="text-align: center;">4</p>  <p style="text-align: right;"><math>\phi 80</math></p>	5
9	<p style="text-align: center;">10</p>  <p style="text-align: right;"><math>\phi 80</math></p>	Прямокутна ізометрія	Прямокутна ізометрія	Прямокутна диметрія
	Прямокутна диметрія		Прямокутна диметрія	

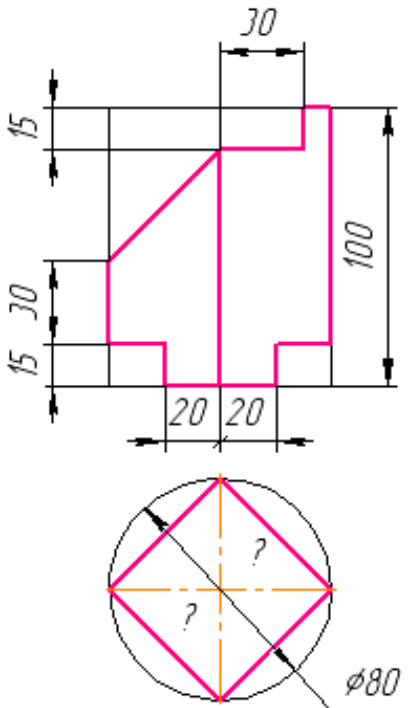
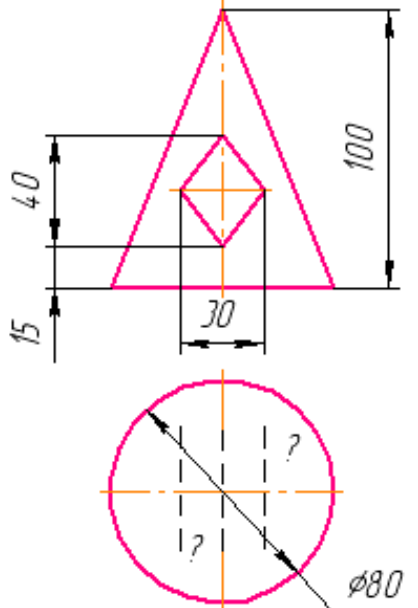
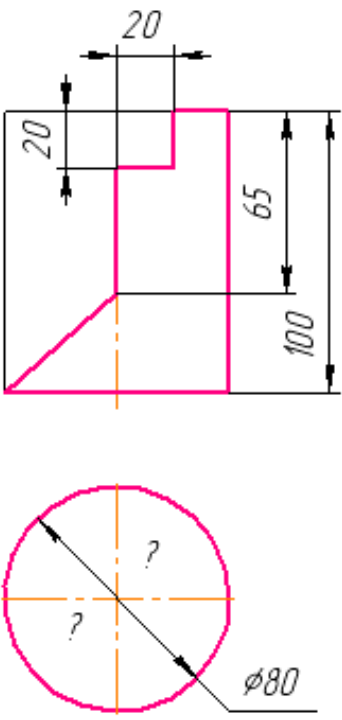
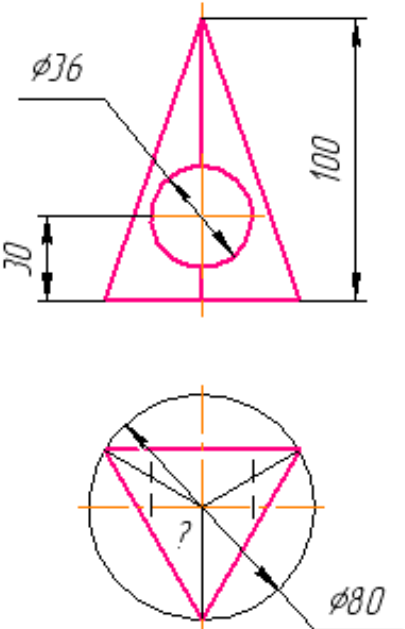




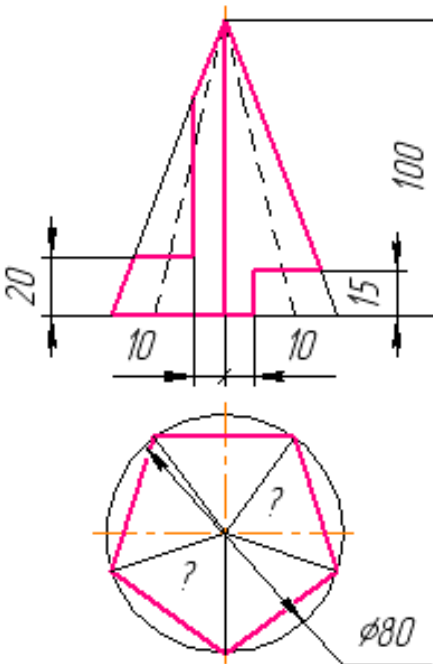
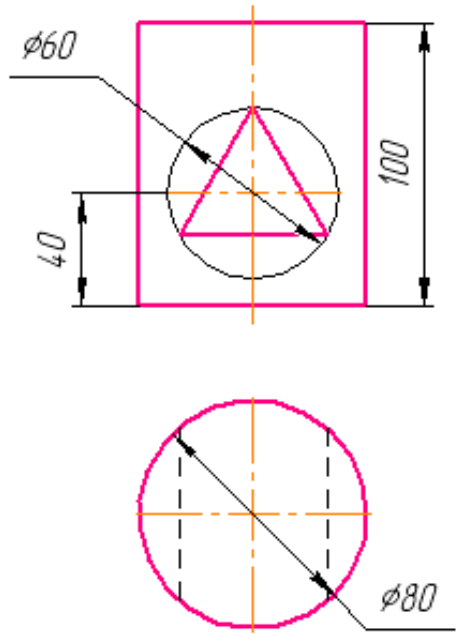
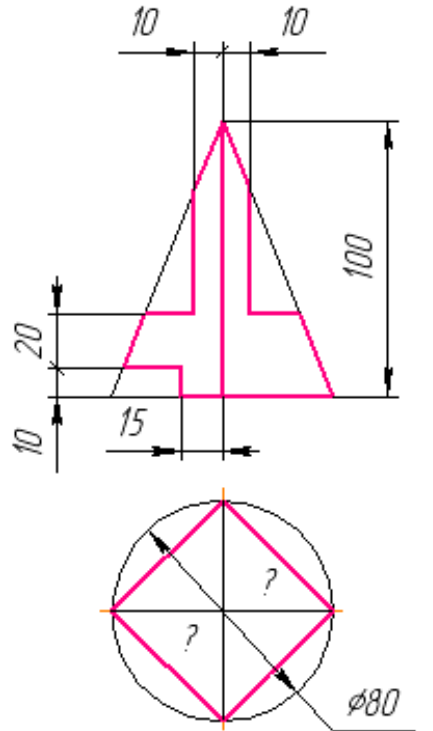
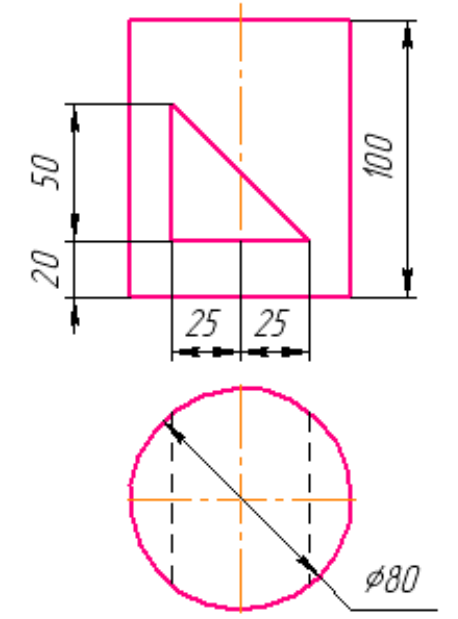
## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
13		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
14		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
15		<p>Прямокутна диметрія</p>		<p>Прямокутна ізометрія</p>
16		<p>Прямокутна диметрія</p>		<p>Прямокутна ізометрія</p>

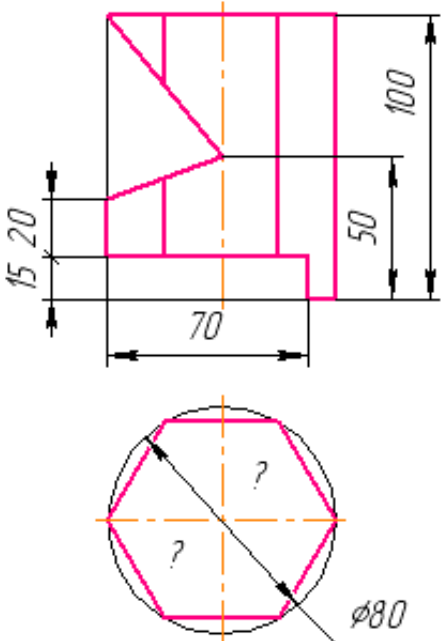
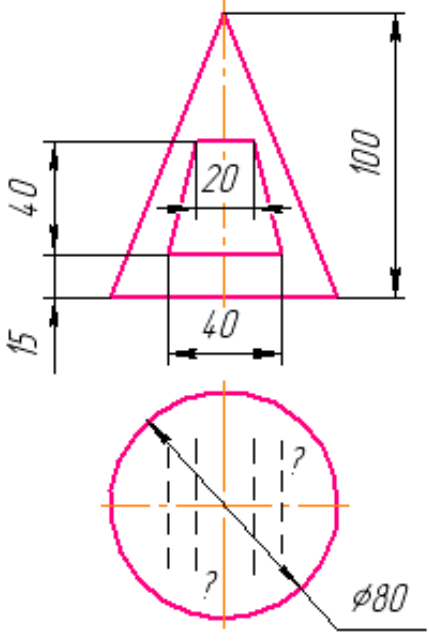
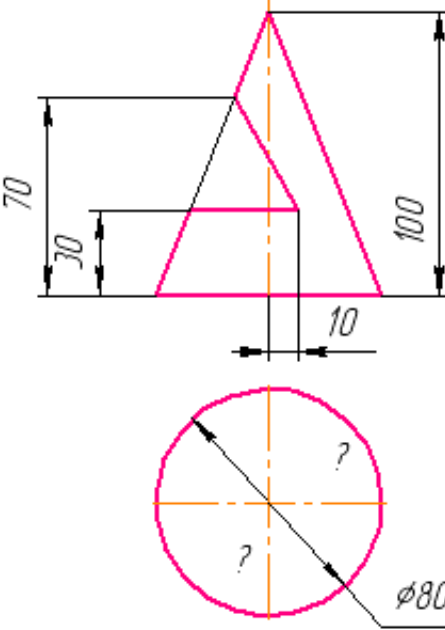
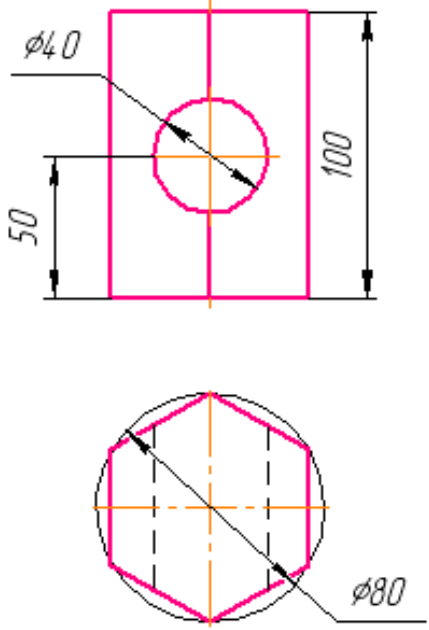
## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
17		Прямокутна ізометрія		Прямокутна диметрія
18		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія

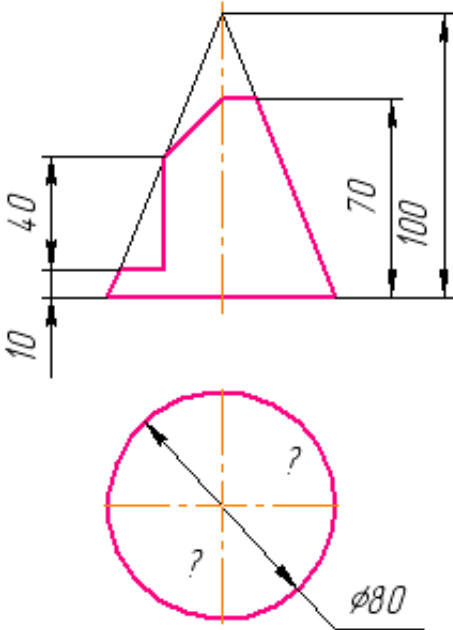
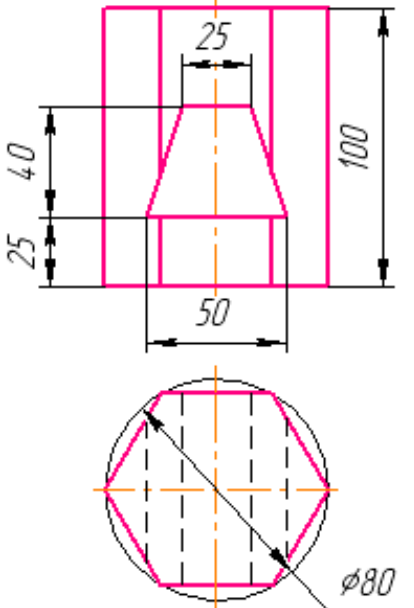
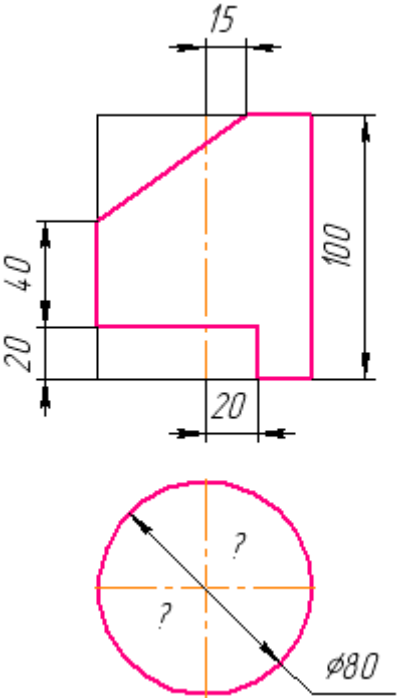
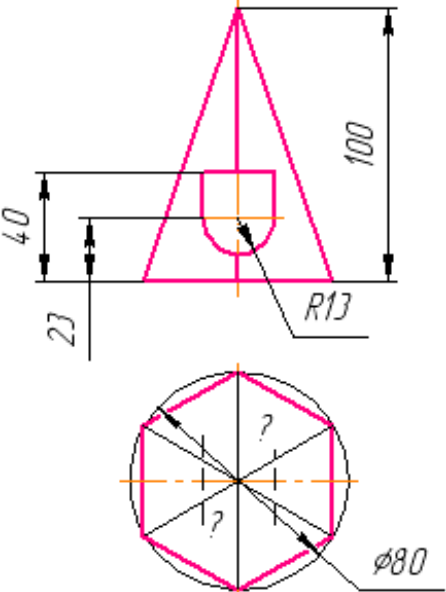
Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
19		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
20		Прямокутна ізометрія		Прямокутна диметрія

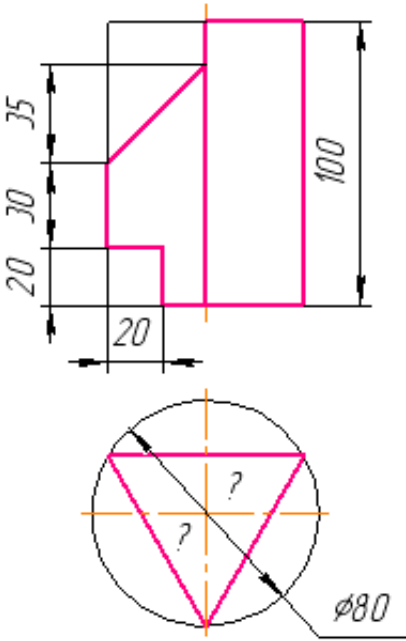
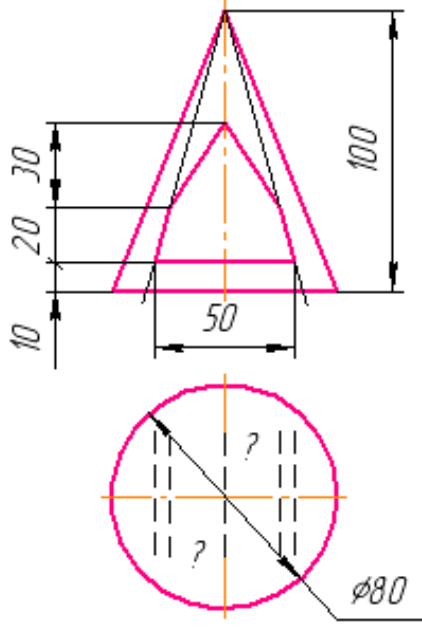
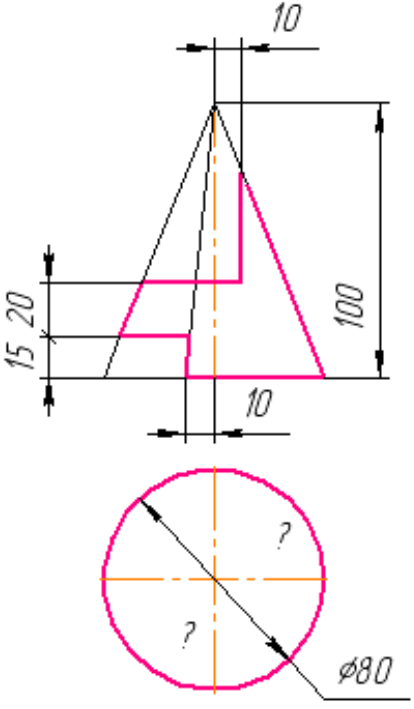
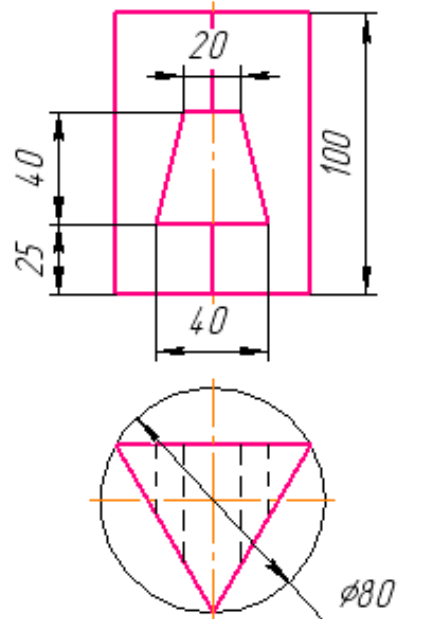
## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
21		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
22		Прямокутна ізометрія		Прямокутна диметрія

## Продовження таблиці 1

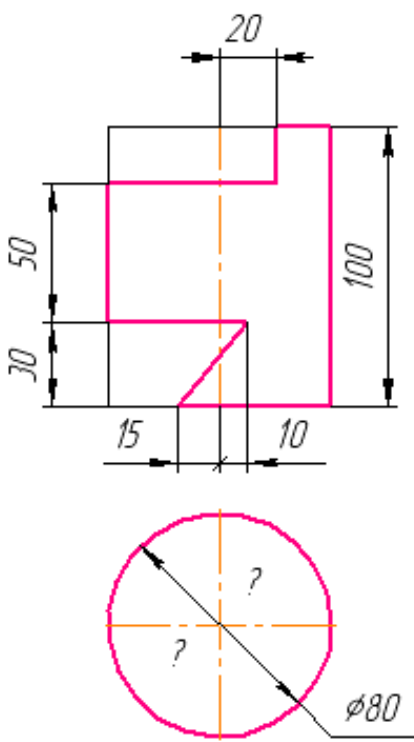
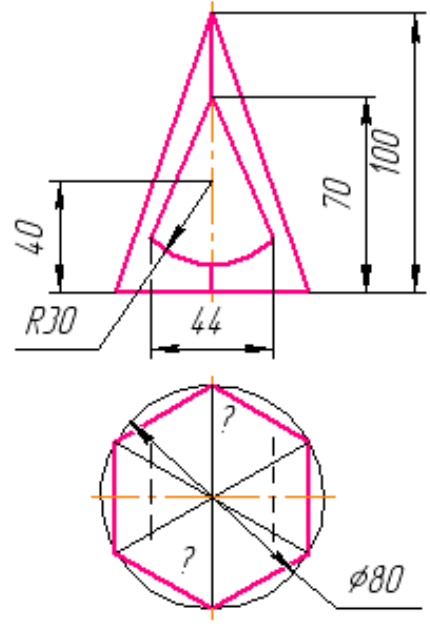
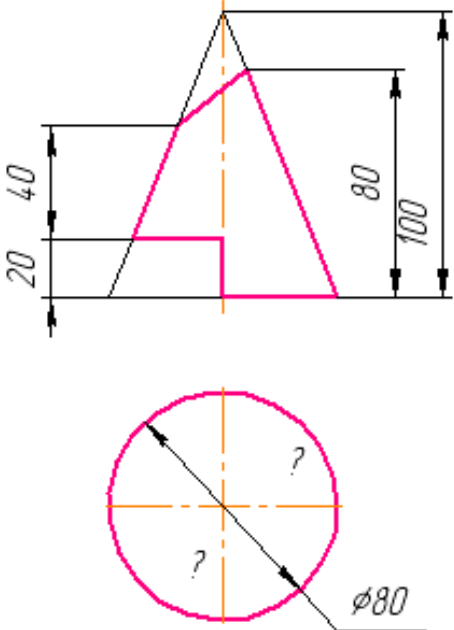
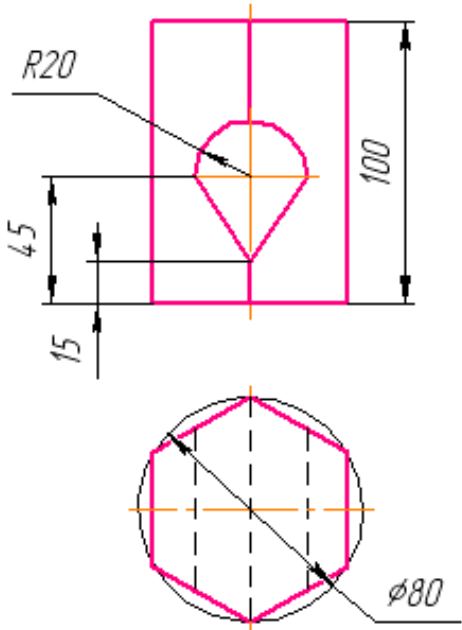
1	2	3	4	5
23		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
24		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
25		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
26		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія



## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
27		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія
28		Прямокутна диметрія		Прямокутна ізометрія

**1-й формат А3** – за даними в таблиці 1 зображеннями головного виду деталі зі зрізами та її виду зверху (який слід побудувати) необхідно побудувати третій вид (зліва), проставити розміри та побудувати аксонометричне зображення деталі (вид аксонометрії вказано в таблиці).

**2-й формат А3** – за даними в таблиці 1 зображеннями головного виду деталі з отвором та виду зверху (який необхідно побудувати) слід побудувати третій вид (зліва), виконати також необхідні розрізи, проставити розміри та накреслити аксонометрію деталі (див. таблицю 1) з вирізом  $\frac{1}{4}$  її частини.

Для виконання завдання необхідно опрацювати:

- ДСТУ ISO 5457:2006 «Розміри та формати» (на заміну ГОСТ 2.301-68);
  - ДСТУ ISO 5455:2005 «Масштаби» (ГОСТ 2.302-68);
  - ДСТУ ISO 128-20:2003 «Основні положення про лінії» (ГОСТ 2.303-68);
  - ДСТУ ISO 3098-0:2006 «Шрифти» (ГОСТ 2.304-81);
  - ДСТУ ISO 12- 30:2005 Основні положення про види (ГОСТ 2.305-68);
  - ДСТУ ISO 128-40:2005 Основні положення про розрізи і перерізи;
  - ДСТУ ISO 128-50:2005 Основні положення про зображення розрізів і перерізів;
  - ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 «Нанесення розмірів»;
  - ДСТУ ISO 5456-3:2006 (ГОСТ 2.317-69) «Аксонометричні зображення»,
- а також матеріал з побудови зображень підручників з інженерної графіки.

## 2.2. Побудова трьох видів і ліній зрізу деталі

Поле кресленика обмежують рамкою, яку проводять суцільними товстими (основними) лініями на відстані 5 мм з трьох сторін від меж формату; зліва лінію рамки проводять на відстані 20 мм. Основний напис розміщують у правому нижньому куті аркуша.

На відстані 70 мм від лівого краю рамки проводять штрих пунктирну вертикальну лінію для головного виду та виду зверху зрізаної деталі.

На відстані 130 мм від верхнього краю рамки проводять суцільну тонку горизонтальну лінію базування головного виду та виду зліва деталі (вона буде співпадати з осями  $x_{12}$  та  $y_3$ ).

На відстані 80 мм від нижнього краю рамки проводять горизонтальну штрих пунктирну лінію, яка буде перетинати вертикальну штрих пунктирну лінію. Точка перетину цих ліній буде центром кола,

яке необхідно накреслити за необхідним розміром для побудови основи багатогранної чи кривої поверхні зрізаної деталі відповідно до варіанту.

Розглянемо *приклад 1* побудови трьох видів і ліній зрізу деталі. На рисунку 2.1 надана пряма шестикутна призма зі зрізами, одержаними внаслідок перерізу поверхні зображеної шестикутної призми горизонтальною та профільною площинами рівня, двома фронтально проєкціуючими площинами.

Для побудови вихідних даних зрізаної призми спочатку треба накреслити коло, діаметр якого дорівнює 80 мм. Побудова кола виконується на виді зверху. У разі побудови правильного вписаного шестикутника слід виходити з того, що сторона шестикутника дорівнює радіусу описаного навколо нього кола. Далі з вершин шестикутника проводять вертикальні лінії зв'язку і будують вид спереду призми. Зрізи на виді спереду виконують відповідно вихідним даним згідно варіанту з таблиці 1 (рис. 2.1)

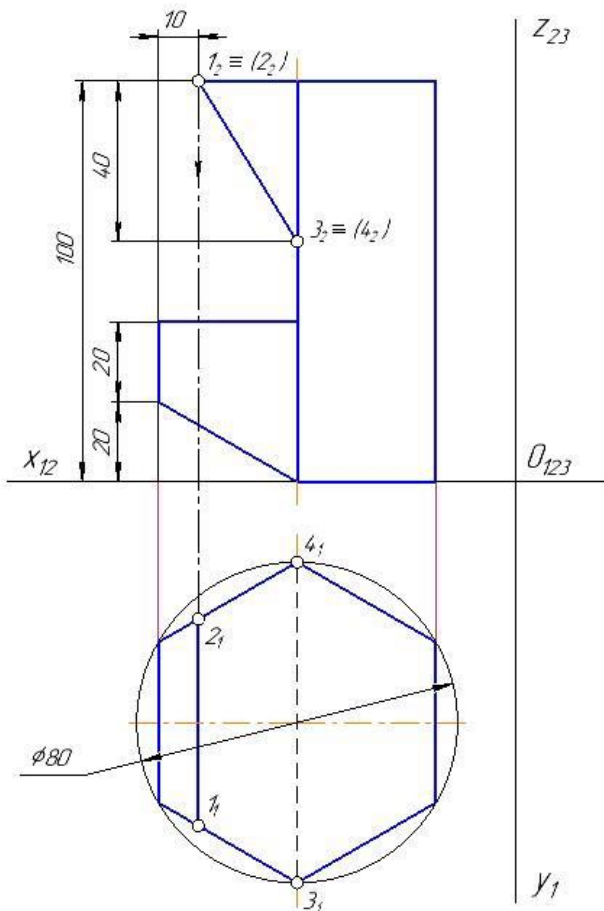


Рис. 2.1. Побудова вихідних даних і добування виду зверху зрізаної призми

Точки лінії зрізу, які лежать на ребрах поверхні, переносимо на відповідні ребра на виді зліва.

Фронтальні проєкції точок 1, 2, 3, 4 нам відомі, тому що січна площина якій вони належать є фронтально проєкціуючою площиною. Горизонтальні проєкції точок 3 і 4 співпадають з проєкціями ребер і не потребують додаткових побудов, а точки 1 і 2 належать верхній основі призми, їх знаходимо за допомогою ліній проєкційного зв'язку.

Інші точки лінії зрізу 5...12 належать вертикальним ребрам призми (рис. 2.2), тому горизонтальні проєкції цих точок також співпадають з проєкціями ребер.

Третій вид призми будемо за допомогою постійної прямої комплексного кресленика і ліній зв'язку.

Точки лінії зрізу  $1$  і  $2$ , які належать граням призми, будуюмо за лініями проєкційного зв'язку за допомогою постійної прямої комплексного кресленника (рис. 2.2).

Розглянемо *приклад 2* побудови трьох видів прямої трикутної піраміди  $SABC$  зі зрізами (рис. 2.3).

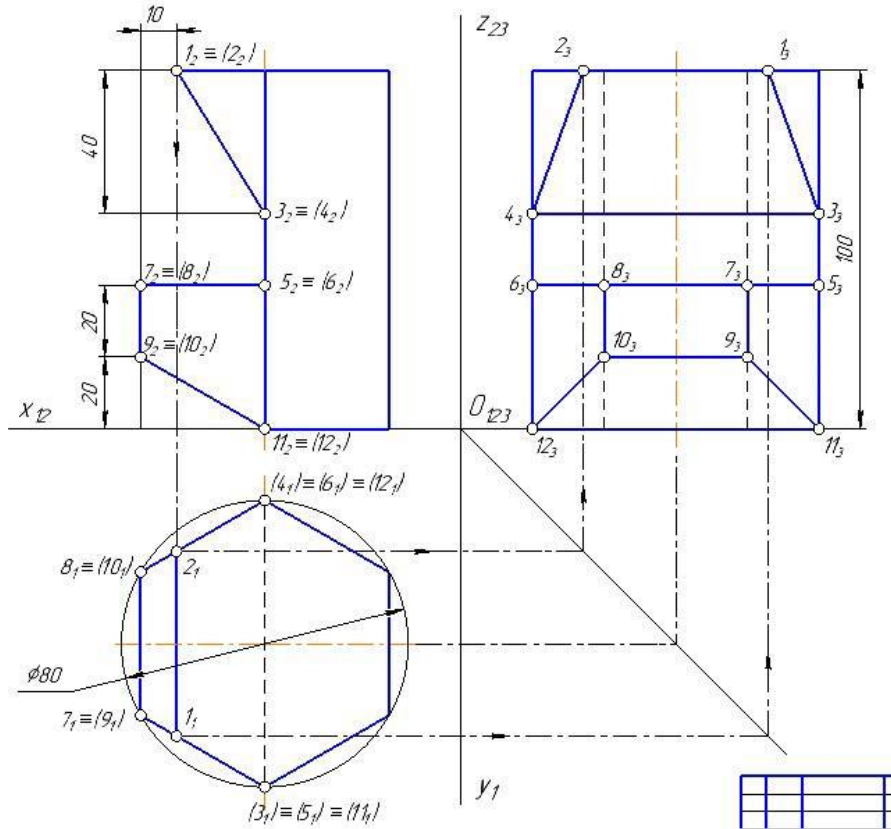


Рис. 2.2. Побудова трьох видів зрізаної призми

Лінії зрізу одержані внаслідок перерізу поверхні піраміди горизонтальною площиною рівня  $\sigma$  і фронтальною проєкціуючою площиною  $\gamma$ . Позначаємо фронтальні проєкції точок лінії зрізу  $1, 2, 3, 4, 5$  на виді спереду.

Площина  $\sigma$  перерізає піраміду по горизонтальному трикутнику  $n$ , який проходить через точку  $1$  на ребрі  $SA$  та точку  $2$  на ребрі  $SB$ . Точки  $1, 2, 3, 4$  належать цьому трикутнику. Лінія  $34$  є результатом перетину площин  $\sigma$  та  $\gamma$ . Горизонтальну проєкцію точки  $5$  на ребрі  $SC$  знаходимо на відповідній проєкції ребра за допомогою вертикальної лінії зв'язку. Послідовно з'єднуємо всі побудовані горизонтальні проєкції точок шуканої лінії зрізу на виді зверху. Наводимо ділянки бічних ребер суцільною товстою лінією до лінії зрізу відповідно до рисунку 2.3. Будуюмо вид зліва піраміди за допомогою постійної прямої комплексного кресленника і ліній проєкційного зв'язку.

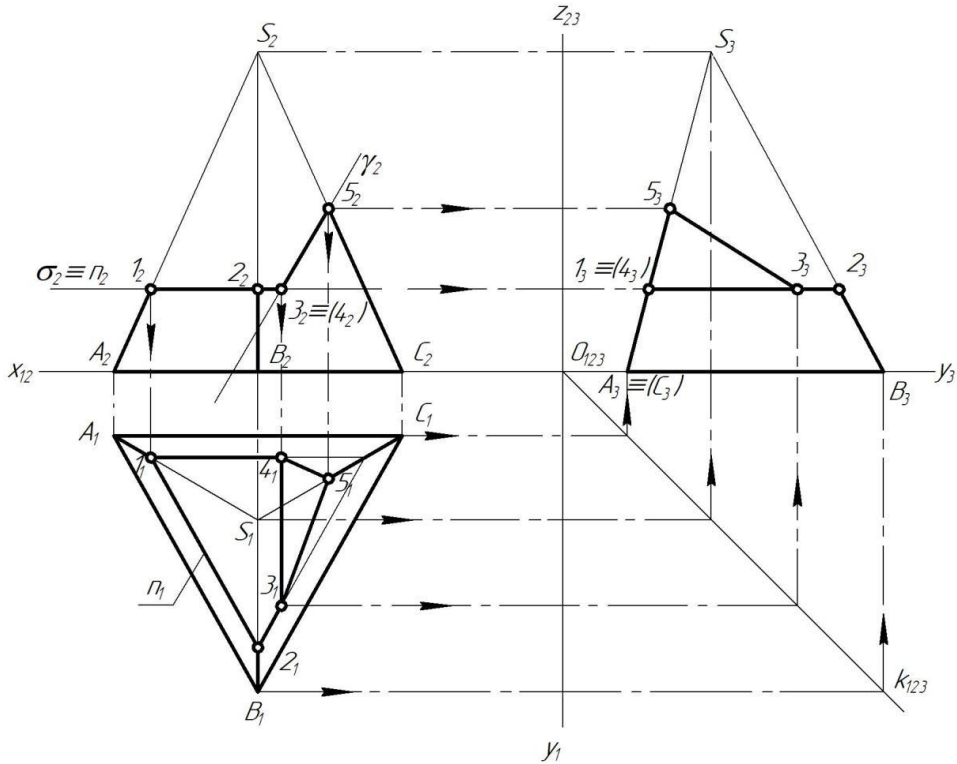


Рис. 2.3. Побудова трьох видів зрізаної піраміди

Приклад побудови трьох видів прямого кругового циліндру зі зрізами, одержаними внаслідок перерізу поверхні фронтальною проєкціуючою площиною  $\beta$  та профільною площиною рівня  $\delta$  наведений на рисунку 2.4.

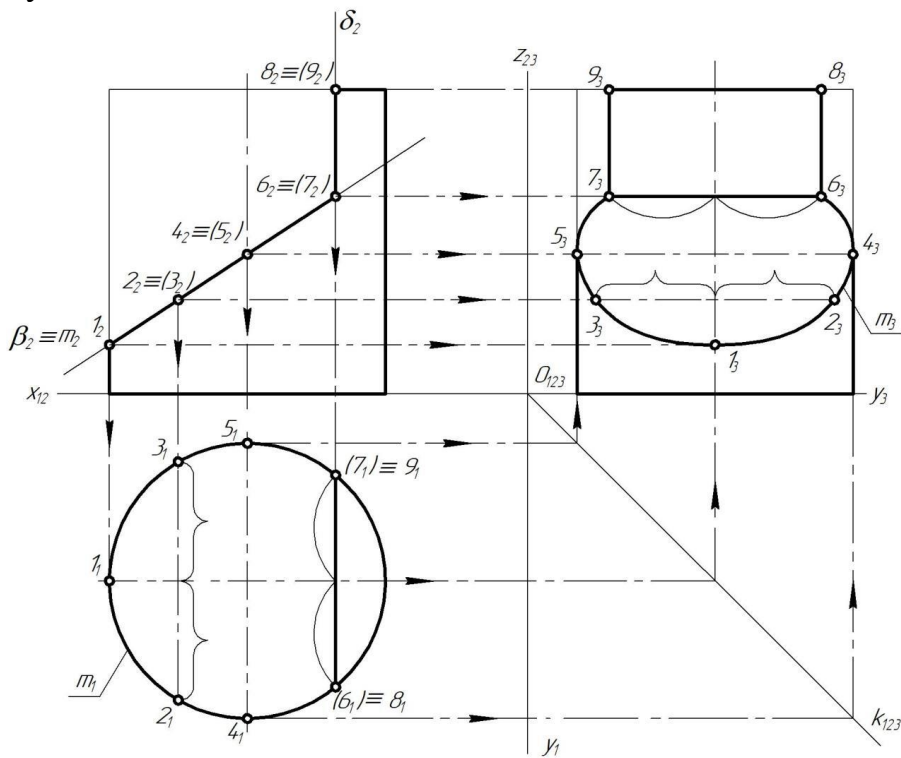


Рис. 2.4. Побудова трьох видів зрізаного циліндра

### 2.3. Побудова аксонометричних проєкцій зрізаних поверхонь

Кожному типу аксонометричних проєкцій відповідають значення приведених показників спотворення по осях і кути  $\alpha$  і  $\beta$  між аксонометричними осями  $y, z'$  та  $z', x'$ :

На рис. 2.5 показано положення аксонометричних осей у прямокутній ізометричній та диметричній проєкціях, наведено коефіцієнти скорочення по осях, а також показане розміщення штриховки в розрізах у різних координатних площинах аксонометрії.

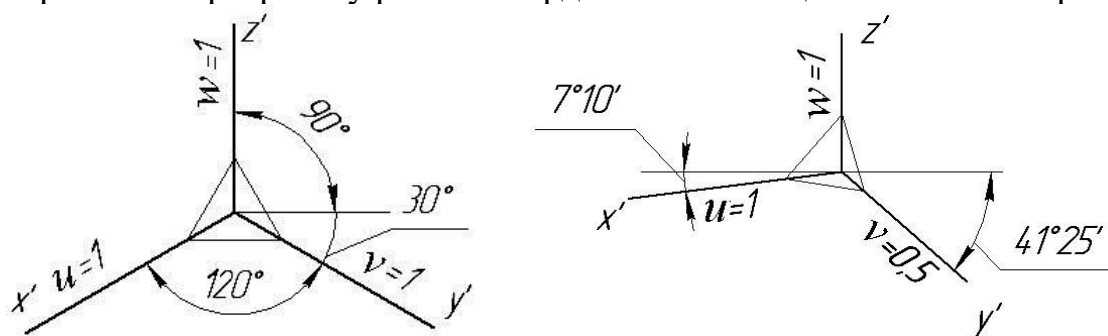


Рис. 2.5. Схема аксонометричних осей координат в ізометрії та диметрії

Найбільш розповсюдженим методом побудови наочних аксонометричних зображень є метод аксонометричних координат точок зображення об'єкту, який передбачає для їх визначення помноження їх натуральних координат по ортогональному кресленнику на відповідний показник спотворення, результат якого відкладається по відповідним аксонометричним осям, інколи із збільшенням.

Конструктивно аксонометрією  $A'$  кожної точки  $A$  об'єкту є кінець триланкової аксонометричної ламаної лінії, довжина ланок якої дорівнює аксонометричним координатам  $x', y', z'$  в їх любій послідовності (рис. 2.6).

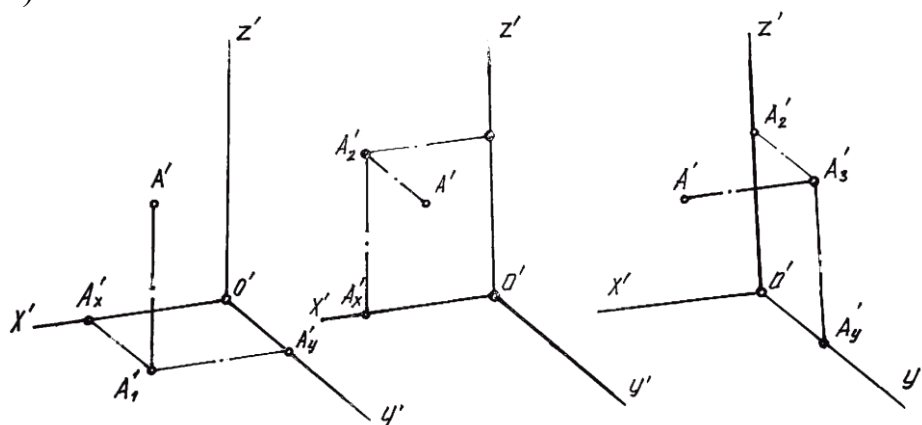


Рис. 2.6. Побудова аксонометрії точки

Аксонометрії  $A_1', A_2', A_3'$  первинних проєкцій  $A_1, A_2, A_3$  точки  $A$  називають *вторинними аксонометричними проєкціями*, а проєкцію  $A'$  її *аксонометрією*. Побудова аксонометрії об'єкту без його вторинної

проекції недопустима. Вторинні проекції об'єкту є фігурами спорідненими відповідно до його ортогональних проекцій.

Побудову аксонометрії зрізаної призми починаємо з креслення аксонометричних осей на вільному місці аркушу. В площині  $x'o'y'$  будуємо аксонометрію основи призми (шестикутник) - фігуру споріднену горизонтальній проекції призми, потім відкладаємо висоту ребер призми і отримуємо її аксонометрію. Приклади побудови аксонометрії шестигранної призми наведені на рисунках 2.7 та 2.8.

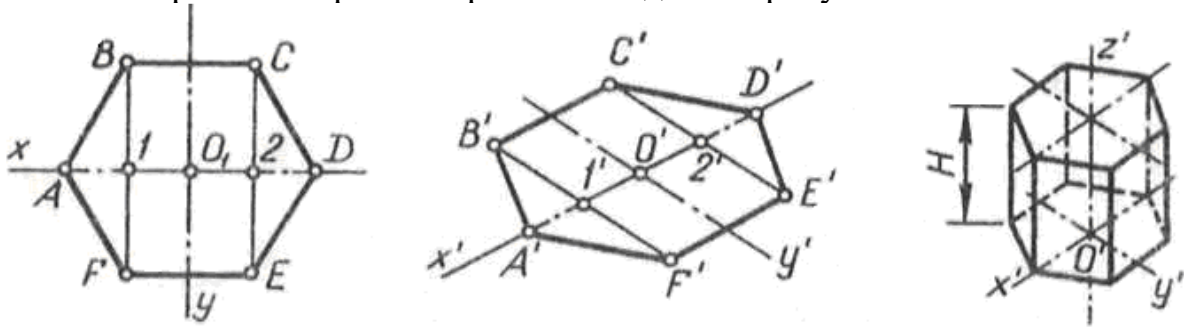


Рис. 2.7. Побудова ізометрії шестигранної призми

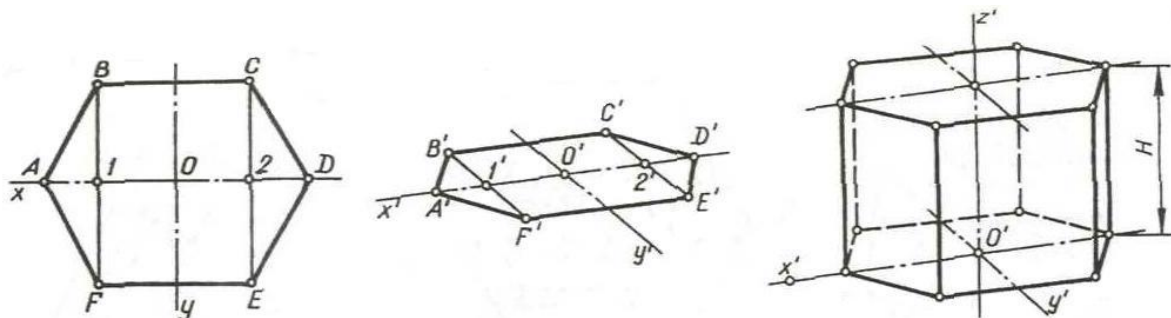


Рис. 2.8. Побудова диметрії шестигранної призми

Для побудови лінії зрізу визначаємо аксонометрію всіх її точок, відкладаючи від вторинної основи призми висоту кожної точки лінії.

Розглянемо побудову ізометрії зрізаної піраміди. Починаємо з побудови аксонометрії основи піраміди (рис. 2.9).

На виді зверху через вершину піраміди  $S$  проводимо дві взаємно перпендикулярні осі  $x$  і  $y$ . Приймаємо ці осі за аксонометричні осі  $x'$  та  $y'$ .

Основу трикутника  $ABC$  починаємо будувати з точки  $B$ , яка лежить на осі  $y$ . Відповідно аксонометрична проекція  $B'$  точки  $B$  буде знаходитись на аксонометричній осі  $y'$ .

Сторона основи піраміди  $AC$  паралельна до осі  $x$  і проходить через точку  $K$ . Через аксонометрію точки  $K'$  проводимо пряму, паралельну аксонометричній осі  $x'$ , і від неї в обидві сторони відкладаємо відстань  $e$ , отримуємо аксонометричні проекції  $A'$  і  $C'$  точок основи піраміди. Будуємо в площині трикутника вторинні проекції точок лінії зрізу.

Відкладаємо на осі  $z'$  висоту  $h$  піраміди за вихідними даними і з'єднуємо вершину  $S'$  піраміди з вершинами основи (рис. 2.10).

Площина горизонтального зрізу паралельна до основи - трикутника  $ABC$ . Знаходимо аксонометричну проекцію  $l'$  точки  $l$  і паралельно сторонам трикутника основи будемо лінію зрізу  $l', 2', 3', 4'$  (рис. 2.11).

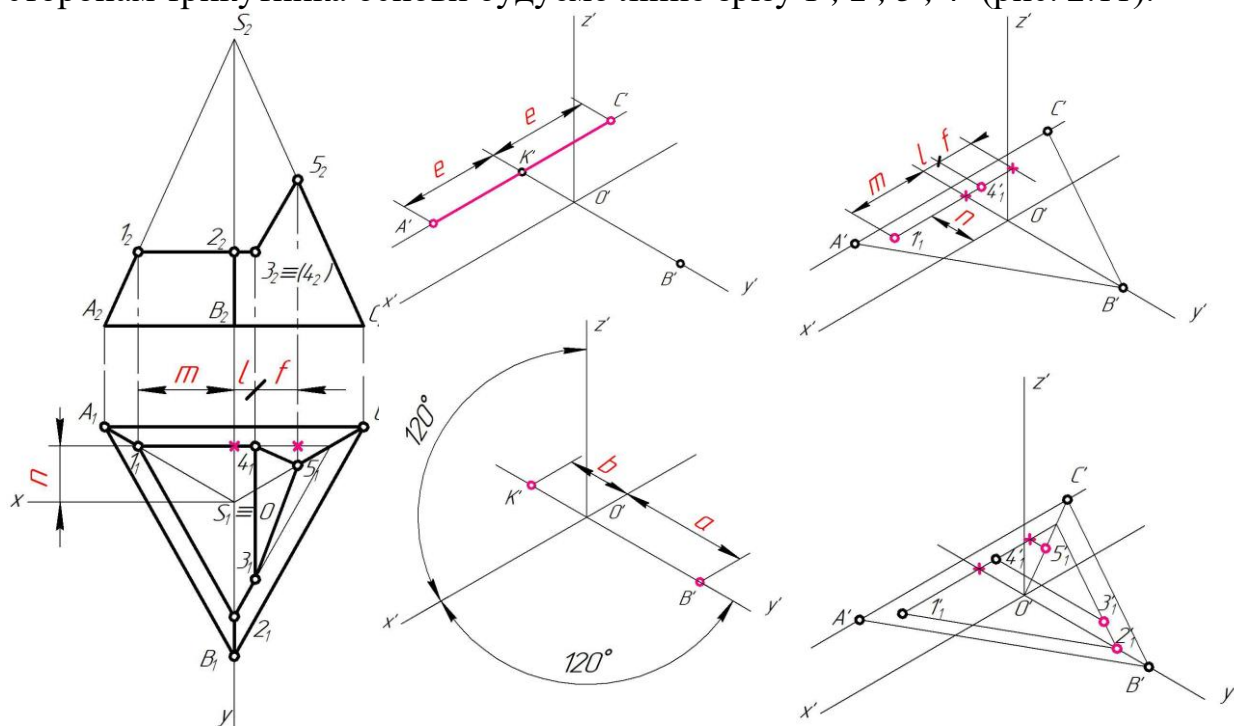


Рис. 2.9. Побудова аксонометрії основи піраміди

Від вторинної проекції  $5_1'$  на лінії зв'язку відкладаємо висоту  $d$ , на якій знаходиться аксонометрична проекція точки  $5'$ . Трикутник  $3'4'5'$  є лінією перетину піраміди фронтально-проекціуючою площиною  $\gamma$ . Приклад побудови трьох видів та аксонометрії зрізаної піраміди (аркуш №1) наведено на рисунку 2.12 .

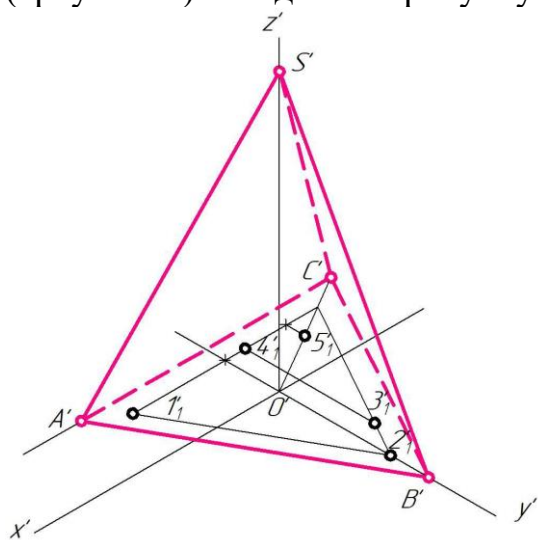


Рис. 2.10. Ізометрія трикутної піраміди

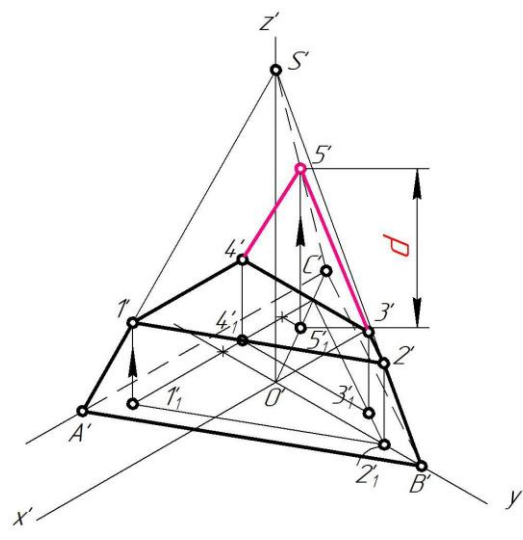
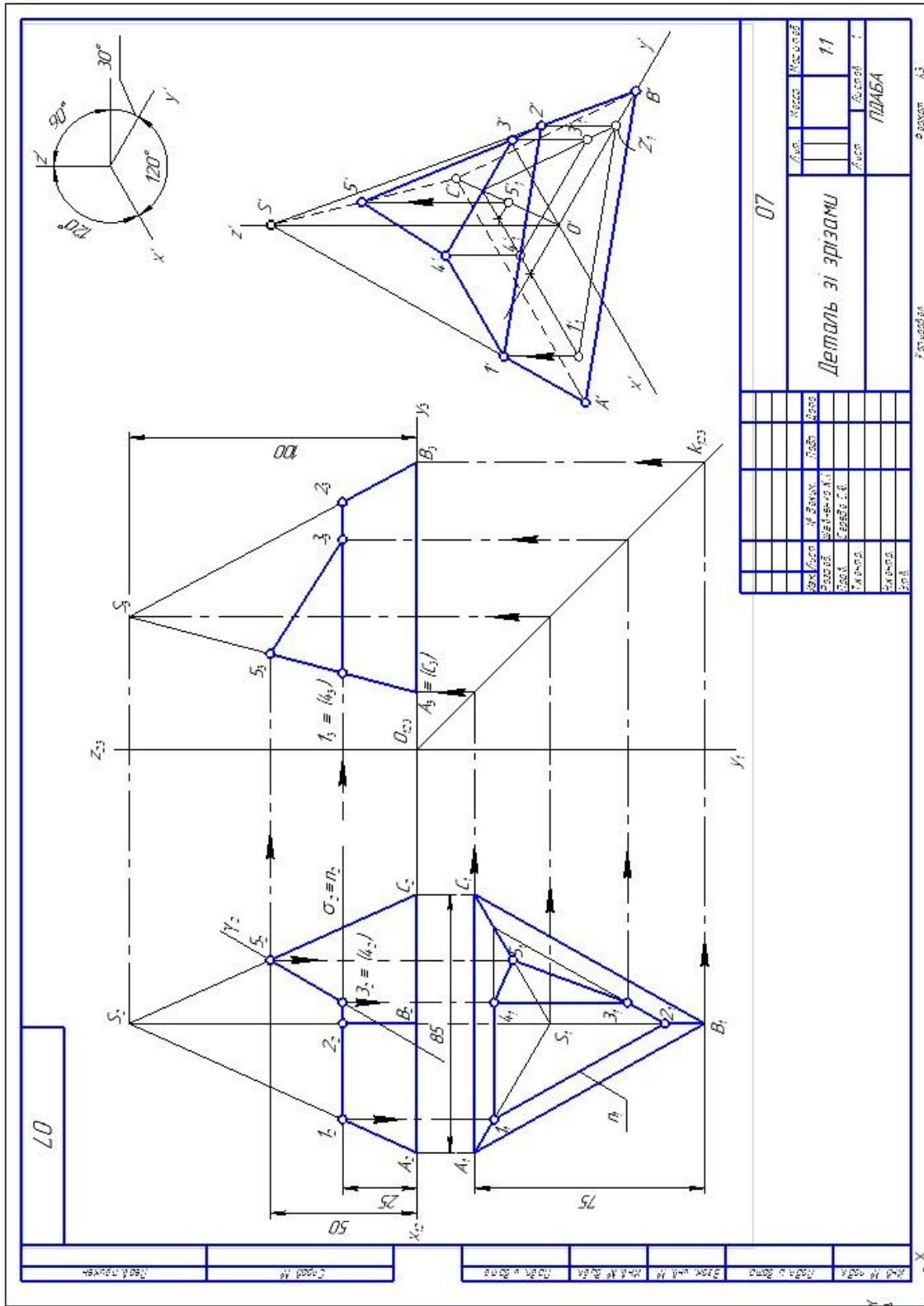


Рис. 2.11. Ізометрія зрізаної піраміди

Приклад побудови трьох видів та аксонометрії зрізаної призми (аркуш №1) наведено на рисунку 2.13 .





07		Лист	Масштаб
Деталь зі зрізаним		Лист	11
		ЛДМБА	
		Формат А3	

Рис. 2.12. Приклад побудови трьох видів і аксонометрії зрізаної піраміди



## 2.4. Побудова трьох видів деталі з отвором

Компоновка другого аркуша виконується аналогічно першому. Побудову трьох видів деталі з отвором починаємо з виконання виду зверху. На горизонтальній площині проєкцій будуємо дві взаємно перпендикулярні лінії, точка їх перетину буде центром кола, яке необхідно накреслити для побудови правильного багатокутника основи деталі з отвором.

На рисунку 2.14 наведено приклад побудови трьох видів чотиригранної прямої призми з отвором та аксонометрії з вирізом  $\frac{1}{4}$  її частини, виконання необхідних розрізів та нанесення необхідних розмірів. Як видно з кресленика, бічна поверхня прямої призми на виді зверху проєкціюється в лінію, яка співпадає з основою призми – квадратом. На головному виді проєкція нижньої основи призми співпадає з віссю  $x_{12}$  тому, що вона розташована на  $\Pi_1$ , бічні ребра знаходимо по лініям зв'язку. Вони будуть мати вигляд вертикальних прямих, довжина яких дорівнює висоті призми. Верхня основа призми на головному виді розташована горизонтально і проходить через верхні кінці бічних ребер.

Як видно із завдання, задана призма має отвір, що утворився в результаті перетину даної поверхні з другою прямою призмою, бічні ребра якої перпендикулярні до  $\Pi_2$ , а в основі такої призми лежить неправильний трикутник. Горизонтальні проєкції точок лінії отвору (ламаної лінії, що належить бічній поверхні призми) співпадають з основою заданої вертикальної призми.

Як видно з кресленика, на виді зверху показано суміщення зображення половини виду призми та її горизонтального розрізу, який виконано за допомогою горизонтальної січної площини  $A-A$ , що розташована на рівні нижньої частини трикутного отвору. Частина поверхні, яка потрапила в січну площину, заштрихована. Напрямок штриховки змінено (не під  $45^\circ$ ), так як в основі лежить квадрат, ребра якого нахилені під кутом  $45^\circ$ . Вид зліва побудовано за допомогою ліній зв'язку та засічок, які використовувалися для побудови ліній зрізу.

З кресленика видно, що вид зліва поверхні з отвором симетричний відносно вертикальної осі, тому показано комбінування зображення частини виду зліва призми та її профільного розрізу. В даному випадку проєкція зовнішнього ребра призми співпадає з віссю симетрії поверхні, тому на кресленику зображення виду збільшене в бік розрізу і відокремлене тонкою хвилястою лінією. На виді ж зверху вид і розріз розташовані (суміщені) інакше. Відмінність в тому, що отвір в призмі (дивись головний вид) не симетричний відносно вертикальної осі поверхні. Суміщення половини розрізу і половини виду виконано відносно горизонтальної осі поверхні.

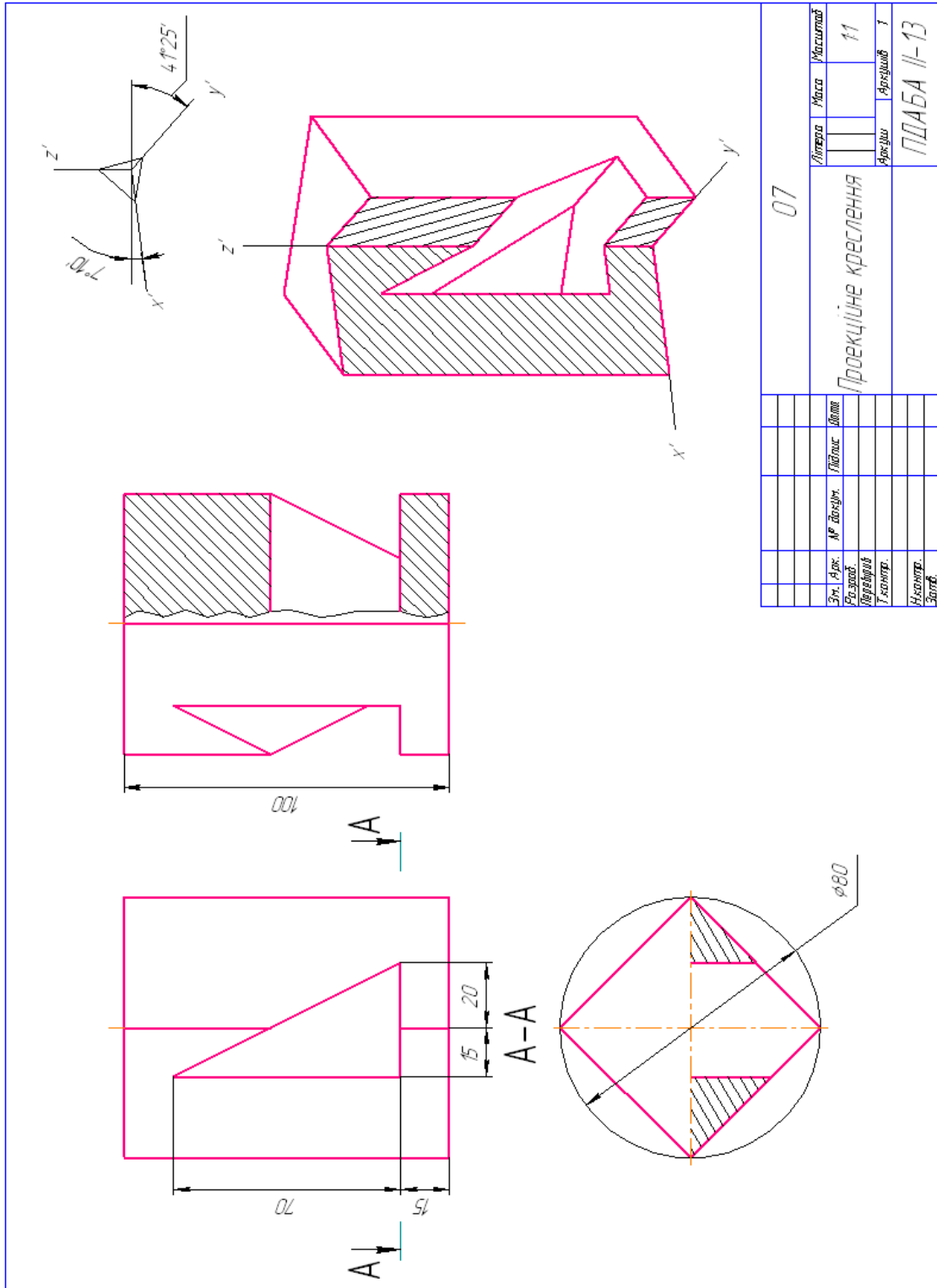


Рис. 2.14. Приклад побудови трьох видів та аксонометрії призми з отвором

## 2.5. Побудова аксонометрії деталі з отвором і вирізом її чверті

Побудову аксонометрії призми починаємо з проведення осей на плані та аксонометричних осей в диметрії.

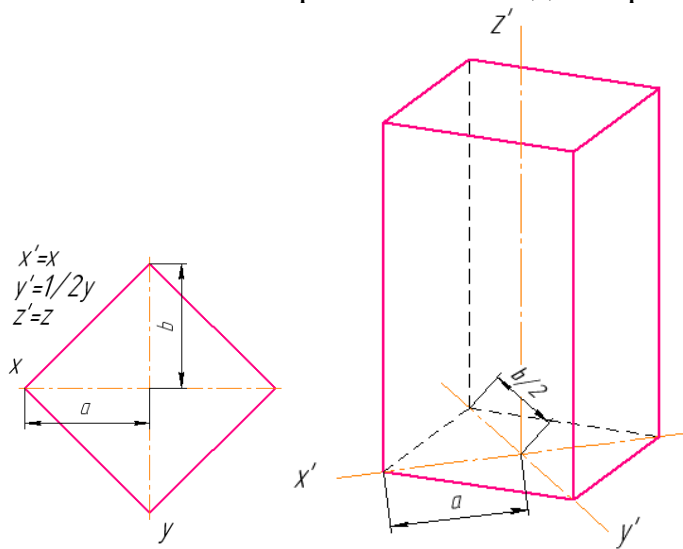


Рис. 2.15. Побудова диметрії призми  
прикладі наведені на рис. 2.16.

В площині  $\Pi_{y'}$  відкладаємо відстані до вершин квадрату основи по осі  $x'$  -  $a$ , по осі  $y'$  -  $b/2$  з урахуванням показника 0,5 спотворення. Відкладаємо по вертикальним ребрам, що проведені через вершини основи, висоту призми і отримуємо аксонометрію призми (рис. 2.15). Після цього приступаємо до вирізу чверті призми з отвором,

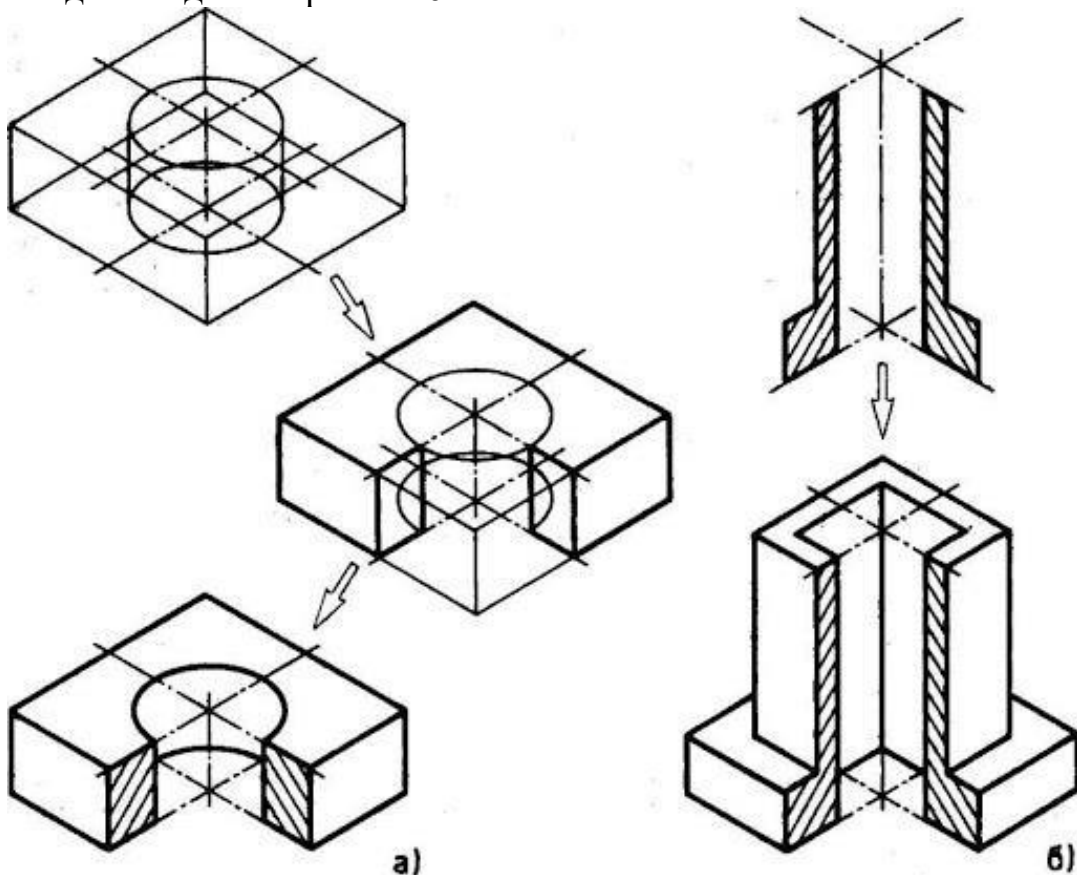


Рис. 2.16. Послідовність побудови ізометрії деталей  
з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини

Виконання аксонометрії деталі з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини можна також розпочинати з побудови зображення розрізу, а потім добудувати до нього зображення решти деталі, що за січною площиною (рис. 2.16б).

В машинобудівному кресленні при побудові аксоно-метричних проєкцій деталі дуже часто доводиться вдаватися до побудови зображень кіл, рис. 2.17.

Ізометричними проєкціями кіл, розміщених у площинах проєкцій або в паралельних їм площинах, є еліпси з однаковими співвідношеннями осей (рис. 2.17).

Великі осі еліпсів в ізометрії дорівнюють  $1,22 D$ , а малі –  $0,71 D$ , де  $D$  – діаметр зображуваного кола.

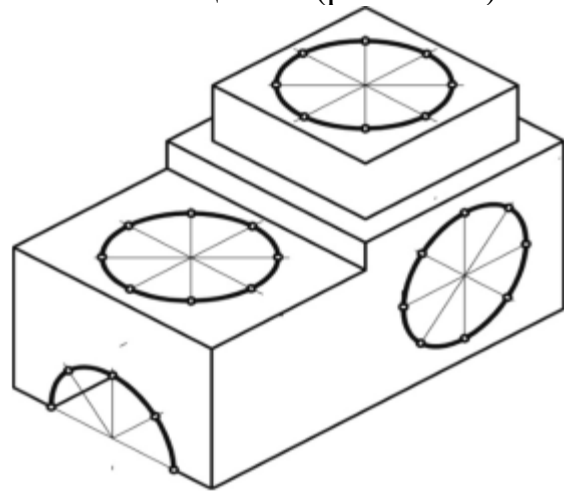


Рис. 2.17. Деталь з циліндричними отворами

Напрямок осей еліпса залежить від положення кола і визначається за правилом: *велика вісь еліпса завжди перпендикулярна до тієї аксонометричної осі, якої немає у площині заданого кола, а напрямок малої осі збігається з напрямком цієї осі* (рис. 2.18а).

На практиці прийнято замінювати еліпси в ізометрії овалами, що значно спрощує побудову. Існує ряд способів побудови овалу за заданими осями, найпростіший спосіб показано на рис. 2.18б.

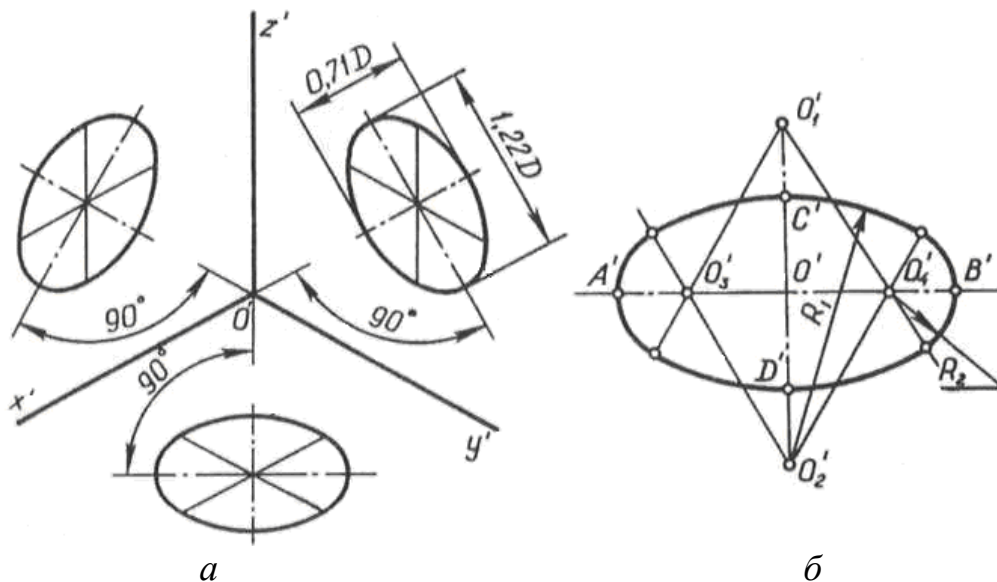


Рис. 2.18. Побудова ізометрії кола

Через точку  $O'$  - початок аксонометричних осей (центр еліпса) проведемо дві взаємно перпендикулярні прямі (осі еліпса). З точки  $O'$ , як із центра, на горизонтальній осі еліпса відкладемо в обидва боки по половині малої осі еліпса, тобто по  $0,71D/2$ , а в напрямку малої осі -

аналогічно по половині великої, тобто по  $1,22D/2$ . На напрямку малої осі знаходимо центри  $O'_1$  і  $O'_2$  на відстані  $O'O'_1 = A'O'$ , а на великій -  $O'_3$  і  $O'_4$  поділом великої осі на 4 частини. Ці точки будуть центрами спряження дуг овалу. Проведемо прямі  $O'_1O'_3$ ,  $O'_1O'_4$ ,  $O'_2O'_3$  та  $O'_2O'_4$ , на яких розміщені точки спряження дуг овалу. Дві дуги радіусом  $R_1 = O'_2C'$  опишемо з центрів  $O'_1$  і  $O'_2$ , а дві радіусом  $R_2 = O'_4B'$  - з центрів  $O'_3$  і  $O'_4$ .

Для побудови ізометрії кола можна застосувати ще один спосіб. Спочатку потрібно побудувати паралелограм - аксонометричну проекцію описаного квадрата, а потім вписати у нього овал, який буде зображенням даного кола в ізометрії (рис. 2.19).

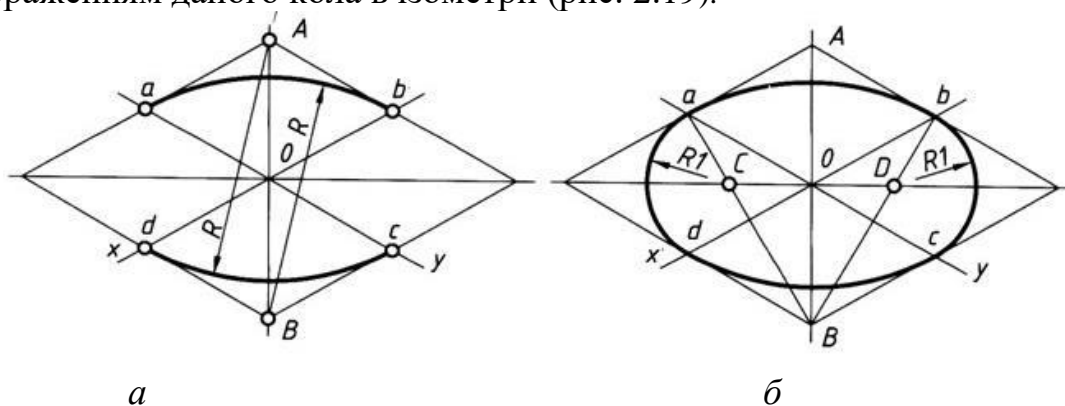


Рис. 2.19. Побудова овалу як ізометрії кола

Для цього на осях  $x$  і  $y$ , відкладають від точки  $O$  в чотирьох напрямках відрізки, які дорівнюють радіусу кола. Через отримані точки  $a, b, c, d$  проводять прямі (паралельно осям), які утворюють ромб. Його сторони дорівнюють діаметру кола. З вершин тупих кутів (точок  $A$  і  $B$ ) описують між точками  $a$  і  $b$ , а також  $c$  і  $d$  дуги радіусом  $R$  ( $R = Ba$  або  $R = Bb$ ), рис.2.19а. Центрами малих дуг будуть точки  $C$  і  $D$  перетину діагоналей ромба з прямими  $Ba$  і  $Bb$ , рис. 2.19б.

Розташування великої та малої осей в диметрії таке ж як і в ізометрії. Довжина великої осі для всіх еліпсів однакова і дорівнює  $1,06D$ , де  $D$  – діаметр зображуваного кола. Довжина малої осі різна: для горизонтального і профільного еліпсів –  $0,35D$ , для фронтального –  $0,95D$ .

На практиці еліпси замінюють чотирьох центровими овалами (рис. 2.20.) Для побудови овалу, що лежить у горизонтальній площині, проводимо дві взаємно перпендикулярні прямі й відкладаємо на горизонтальній прямій довжину великої осі еліпса  $A'B' = 1,06D$ , а на вертикальній – довжину малої осі  $C'D' = 0,35D$ , рис. 2.20а.

Від точки  $O'$  перетину осей відкладаємо по вертикалі відрізки  $O'O_1$  і  $O'O_2$ , які дорівнюють довжині великої осі еліпса  $A'B'$ , тобто  $1,06D$ . Щоб одержати ще два центри –  $O_3$  та  $O_4$ , відкладаємо на горизонтальній прямій від точок  $A'$  і  $B'$  відрізки  $A'O_3$  і  $B'O_4$ , що дорівнюють  $1/4$  довжини малої осі  $C'D'$ . З точки  $O_1$  радіусом, що дорівнює відрізку  $O_1D'$  описуємо

дугу овалу до перетину в точках 1 і 2 з лініями центрів  $O_1O_3$  та  $O_1O_4$ . Точки 1 і 2 є точками спряження дуг овалу. Аналогічно проводимо дугу з центра  $O_2$ . З точок  $O_3$  та  $O_4$  проводимо замикальні дуги овалу радіусами  $O_3A'$  та  $O_4B'$ .

На рисунку 2.20б показано побудову овалу, який замінює зображення в диметрії кола, що лежить у фронтальній площині  $\Pi_2$ . Для цього на осях  $x'$  і  $z'$  будемо ромб зі стороною  $D$ . На великій осі ромба відкладемо розмір великої осі еліпса  $A'B'=1,06D$ , а на меншій – розмір малої осі  $C'D'=0,95D$ . З точок  $E'$  і  $F'$  – середин вертикальних сторін ромба – проведемо горизонтальні прямі до перетину з діагоналями в точках  $O_1, O_2, O_3$  та  $O_4$ , які будуть центрами овалу. З точок  $O_1$  та  $O_2$  опишемо дуги радіусом  $R_1=O_1C'$ , а з точок  $O_3$  та  $O_4$  – радіусом  $R_2=O_3B'$ . Точками спряження цих дуг будуть середини сторін ромба  $E', M', F', N'$ .

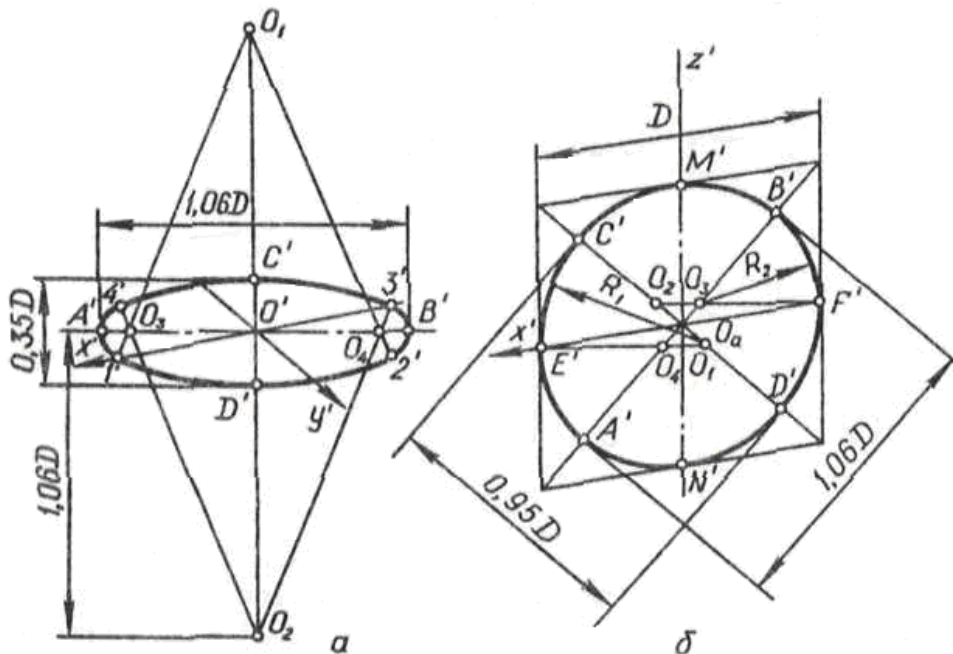


Рис. 2.20. Побудова кола в прямокутній диметрії

На рисунку 2.21, 2.22 наведені приклади виконання аксонометрії технічних деталей з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини.

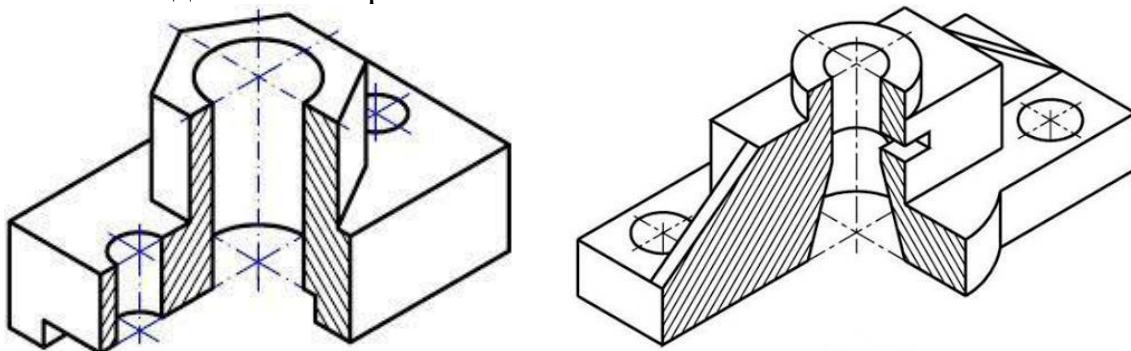


Рис. 2.21. Приклади виконання технічних деталей в ізометрії.



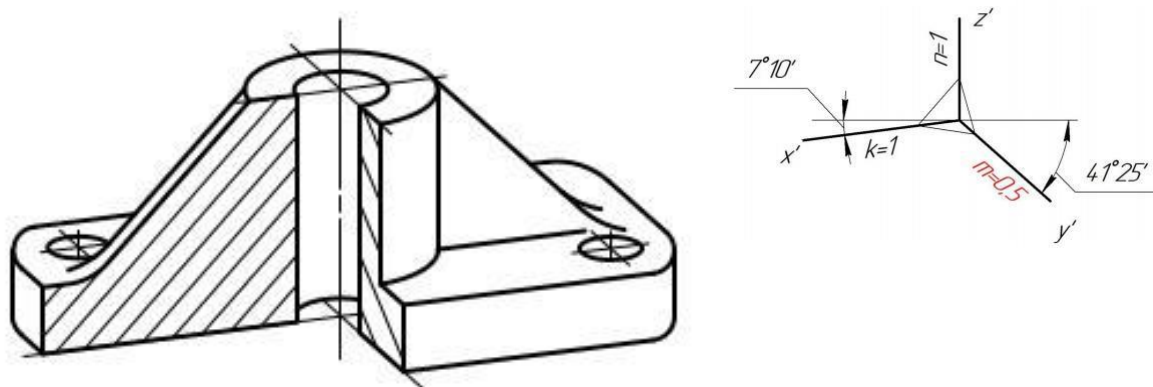


Рис. 2.22. Напря́м штриховки у прямокутній диметрії

### Рекомендована література

1. Коваленко Б. Д. Інженерна та комп'ютерна графіка. Навч. посіб.

/ Коваленко Б. Д., Ткачук Р. А., Серпученко І. Г. -К.: Каравела, 2008.- 512с.

2. Михайленко В. Є. Інженерна графіка: підручник /Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. За ред. Михайленко В. Є. - К.: Каравела, 2008. - 272 с.

2. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник /Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. За ред. В. Є. Михайленка. - К.: Каравела, 2010. - 360 с. Режим доступу: <https://goo.su/c3Jp0MI>

3. Головчук А. Ф. Інженерна та комп'ютерна графіка: Навч. посіб. /Головчук А. Ф., Кепко О. І., Чумак Н. - К.: Центр учбової літератури, 2010. - 160 с. Режим доступу: <https://goo.su/p3fE0FM>

4. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Навч. посіб. /[Макаров В. І., Шевченко В. Г., Макаренко М. Г. та ін..]-К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006.–152с.

5. Михайленко В. Є. Інженерна графіка: підручн. для студ. вищих закл. освіти / Михайленко В. Є., Ванін В. В. , Ковальов С. М.- 3-є вид. - К.: Каравела, 2004. - 288 с. Режим доступу: <https://goo.su/HhNWzn>

6. Інженерна графіка: Довідник / [Богданов В. М., Верхола А. П., Коваленко Б. Д. та ін.; За ред. Верхоли А. П.] - К.: Техніка, 2001. – 268 с.: іл.

7. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 3321:2003 – [Чинний від 2004-10-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 55 с. — (Національний стандарт України).

8. ДСТУ ISO 128-30:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види (ISO 128-30:2001, IDT).

9. ДСТУ ISO 128-40:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи (ISO 128-40:2001, IDT)

10. ДСТУ ISO 128-50:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів і перерізів (ISO 128-50:2001, IDT).

11. ДСТУ ISO 5456-3:2006 Кресленики технічні. Методи проєкціювання. Частина 3. Аксонометричні зображення (ISO 5456-3:1996, IDT).