

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних і самостійних занять з дисципліни
«Нарисна геометрія та інженерна графіка» до теми:
«АксонOMETричні проєкції»
для студентів технічних спеціальностей
всіх форм навчання

2024 рік

Методичні вказівки до проведення практичних і самостійних занять з дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка» до теми: «АксонOMETричні проєкції» для студентів технічних спеціальностей всіх форм навчання /Укл.М.В.Скоробогата, С.А.Бовкун – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 59 с.

Укладачі: М.В.Скоробогата, старш.викладач
С.А.Бовкун, старш.викладач

Рецензент: О.В.Лютова, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск О.Є.Капустян, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Інтегровані технології
зварювання та моделювання
конструкцій»
Протокол № 9
від “13” травня 2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 9
від “14” травня 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Загальні поняття про аксонометричні проєкції	5
2 Види аксонометричних проєкцій	7
2.1 Прямокутне проєкціювання	8
2.2 Косокутне проєкціювання	9
3. Прямокутні аксонометричні проєкції. Розташування осей	10
3.1 Прямокутна ізометрія	10
3.2 Прямокутна диметрія	11
4 Побудова ізометричної проєкції плоских фігур	12
4.1 Прямокутна ізометрія	12
4.1.1 Спосіб побудови овала в прямокутній ізометрії	19
4.2 Прямокутна диметрія	22
4.2.1 Спосіб побудови овала в прямокутній диметрії.	22
5 Методи побудови аксонометричних проєкцій технічних деталей	23
5.1 Аксонометричне зображення	23
5.2 Виконання розрізів в аксонометричних проєкціях	26
5.3 Алгоритм побудови аксонометрії деталі	28
6. Приклади побудови аксонометричних проєкцій геометричних тіл	31
6.1 Побудова ізометрії точок на поверхні призми	31
6.2 Побудова ізометрії точок на поверхні піраміди	40
6.3 Побудова ізометрії точок на поверхні конуса	42
6.4 Побудова ізометрії точок на поверхні циліндра	50
6.5 Побудова ізометрії точок на поверхні сфери	53
Питання для самоперевірки	57
Використана та рекомендована література	58

ВСТУП

Ці методичні вказівки призначені для студентів, які вивчають курс «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» денної та заочної форми навчання.

Дані методичні вказівки призначені для надання допомоги студентам при виконанні обов'язкових домашніх завдань з курсу нарисної геометрії, інженерної графіки за розділом “Аксонометрія”.

Ці методичні вказівки дають загальну інформацію про аксонометричні проекції, їх різновиди та особливості їх утворення.

В методичних вказівках розміщені приклади побудови аксонометричних зображень деяких многокутників, многогранників, поверхонь обертання. Розглянуті також приклади побудови деяких геометричних тіл. В методичних вказівках надані рекомендації щодо доцільності обрання того чи іншого виду аксонометрії.

Дані методичні вказівки можуть бути використані також при виконанні завдань з цього розділу курсу нарисної геометрії та машинобудівного креслення.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ.

Зображення окремих геометричних форм та різноманітних виробів у прямокутних проекціях, у принципі, повністю відображають їх форму та розміри. Однак поряд зі значними перевагами (простота побудови і можливість розв'язування по ним різні задачі пов'язані із визначенням пропорцій, відстанями між елементами і т. д.) проекційне креслення має один істотний недолік – малу наочність. Створення відповідного уявлення предмета за його прямокутними проекціями потребує розвинутої просторової уяви та певних навичок читання проекційних креслень. Тому в багатьох випадках, коли необхідно більш повно виявити конструктивне рішення, краще уявити положення оригінала в просторі, тоді застосовують наочні зображення. Це має місце в практиці конструювання та проектування, в розробці демонстраційних засобів, а також у навчальній діяльності студента, коли виникає необхідність побудови наочних зображень геометричних тіл, предметів та деталей, які відповідають більш звичному, реальному їх сприйняттю.

У нарисній геометрії з цією метою обґрунтовані та розроблені методи побудови таких наочних зображень, що мають назви аксонометричних проекцій.

Аксонометрія – грецьке слово, що складається із двох частин *ахон* – вісь і *метрео* – вимірюю.

Аксонометричною проекцією фігури називається умовне зображення коли предмет разом із його прямокутною проекцією та осями координати, до яких вона віднесена, проектується на будь-яку площину паралельними променями.

Зміст методу аксонометричного проекціювання полягає в тому, що предмет відносять до деякої системи координат, а потім його разом з системою координат проекціюють паралельними променями на площину аксонометричних проекцій. Напрямок проекціювання вибирають так, щоб він не збігався з жодною з координатних осей. Одержані таким чином проекції називаються аксонометричними і мають властивості наочності та оберненості (рис. 1.1).

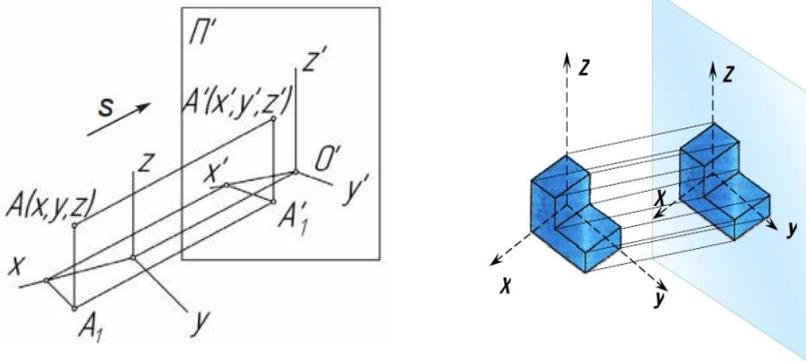


Рисунок 1.1 – Аксонометричне проєкціювання

Якщо напрямок проєкціювання перпендикулярний до площини аксонометричних проєкцій, то аксонометрія — прямокутна, якщо ні, то — косокутна.

На аксонометричних проєкціях можна вимірювати прямолінійні елементи предмета, що паралельні координатним осям.

Побудова аксонометричного зображення предмета виконується за характерними точками з урахуванням властивостей паралельного проєкціювання: в аксонометрії зберігаються паралельність прямих, належність точок прямим та кривим лініям та пропорційність відрізків на одній прямій та паралельних прямих.

Характерні точки будуються за координатами.

З метою використання методу координат в аксонометрії вводяться показники спотворення по осях.

Коефіцієнти спотворення – числа, що показують, у якому відношенні змінюються довжини відрізків, паралельних координатним осям в ортогональних проєкціях, при проєктуванні їх на аксонометричну площину.

Показники спотворення дорівнюють відношенням аксонометричних координат точки до відповідних натуральних координат. Позначимо показник спотворення відрізків паралельних вісі Ox через u , паралельних вісі Oy – через v і паралельних вісі Oz – через w .

Для кожної з осей встановлюються коефіцієнти спотворення:

$$u = x'/x; v = y'/y; w = z'/z.$$

Залежно від співвідношення між показниками спотворення розрізняють:

— ізометрію, якщо показники за всіма осями однакові $u = v = w$;

— диметрію, якщо показники за двома осями однакові, а за третій відрізняється $u = w \neq v$;

— триметрію, якщо показники за всіма осями різні.

Якщо показники спотворення відомі, можна побудувати аксонометричне зображення точки за її натуральними координатами: $x' = ux$; $y' = vy$; $z' = wz$.

Ці ж формули надають можливість визначити натуральні координати точок за їх аксонометричним зображенням.

Показники спотворення зв'язані між собою співвідношенням:

$u^2 + v^2 + w^2 = 2$ — в прямокутній аксонометрії;

$u^2 + v^2 + w^2 = 2 + \text{ctg}^2 \varphi$ — в косокутній аксонометрії,

де φ — кут між напрямом проєкціювання та площиною Π' .

2. ВИДИ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ

Згідно з ГОСТ 2.317-2011, визначено п'ять видів аксонометричних проєкцій: прямокутні ізометрія та диметрія, косокутні фронтальні ізометрія та диметрія та косокутна горизонтальна ізометрія.

На схемі зображено їх структуру.



У залежності від напрямку проєктуючих променів по відношенню до площини проєкцій аксонометричні проєкції поділяються на :

- прямокутні – проєктуючі промені перпендикулярні до площини проєкції;
- косокутні – проєктуючі промені нахилені до площини проєкції.

2.1 Прямокутне проєкціювання

Предмет розміщують так, щоб три його сторони з осями X , Y і Z були нахилені до площини аксонометричних проєкцій під однаковими кутами. Проєкціювання здійснюють паралельними променями, спрямованими перпендикулярно до площини аксонометричних проєкцій. На одержаній аксонометричній проєкції видно три боки предмета, але з деякими спотвореннями (рис. 2.1). Утворену аксонометричну проєкцію називають **ізометричною проєкцією**.

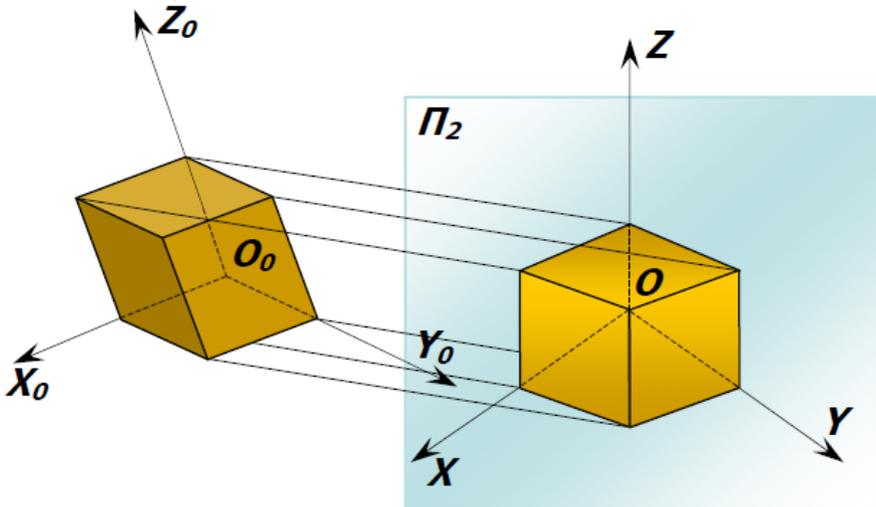


Рисунок 2.1 – Утворення аксонометричної проєкції прямокутним проєкціюванням

2.2 Косокутне проєкціювання

Предмет розміщують так, щоб його передня і задня сторони, а також осі X і Z , з якими він суміщений, були паралельними площині аксонометричних проєкцій. Проєкціювання здійснюють паралельними променями під гострим кутом (меншим за 90°) до площини аксонометричних проєкцій (рис. 2.2). На одержаній аксонометричній проєкції передня сторона предмета зображується в натуральну величину, а ліва і верхня будуть дещо спотвореними. Утворену аксонометричну проєкцію називають **фронтальною диметричною проєкцією**.

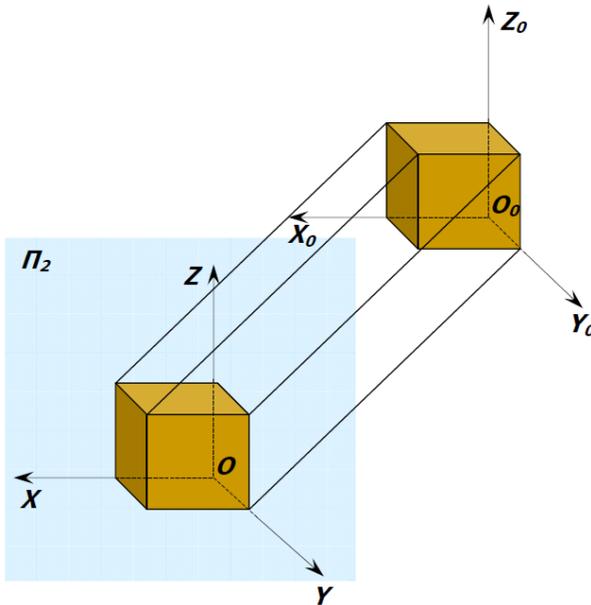


Рисунок 2.2 – Утворення аксонометричної проєкції косокутним проєкціюванням

У навчальній практиці, в основному використовуються прямокутні аксонометричні проєкції.

Для всіх видів аксонометричних проєкцій при побудові зображень слід враховувати, що:

- аксонометричне зображення повинно будуватися на основі креслення предмета виконаного в прямокутних проєкціях;

- вісь Z проектується завжди вертикально;
- всі вимірювання використовуються лише по осям, або паралельно до них;
- всі прямі лінії паралельні між собою або паралельні осям симетрії на прямокутному кресленні, залишаються також паралельними в аксонометрії.

Прямокутні аксонометричні проекції поділяються на *ізометричну* проекцію, що має однаковий масштаб для всіх трьох осей (ізо грецькою «одинаково») та *диметричну* проекцію, що має по двом осям однаків масштаб, а по третій – у два рази менший (ди грецькою «два»).

3. ПРЯМОКУТНІ АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ. РОЗТАШУВАННЯ ОСЕЙ.

3.1 Прямокутна ізометрія

В ізометрії проекції координатних вісей, які називають ізометричними вісями, розташовуються під кутами 120° одна до іншої (рис. 3.1).

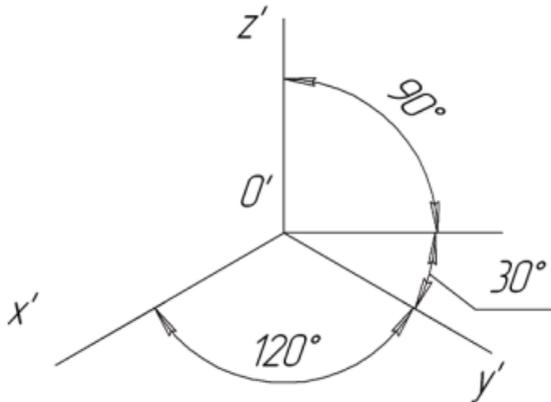


Рисунок 3.1 – Осі ізометричної проекції

Для побудови таких вісей (рис.3.2) на вертикальній прямій, по якій направимо вісь OZ , помітимо точку O і прийемо її за початок аксонометричних вісей. З точки O довільним радіусом R проведемо

дугу, на якій з точки I , не змінюючи розхилу циркуля, зробимо засічки (точки 2 і 3). З'єднаємо точки 2 і 3 з точкою O . Це будуть ізометричні вісі OX і OY . Після побудови вісей допоміжні лінії необхідно видалити.

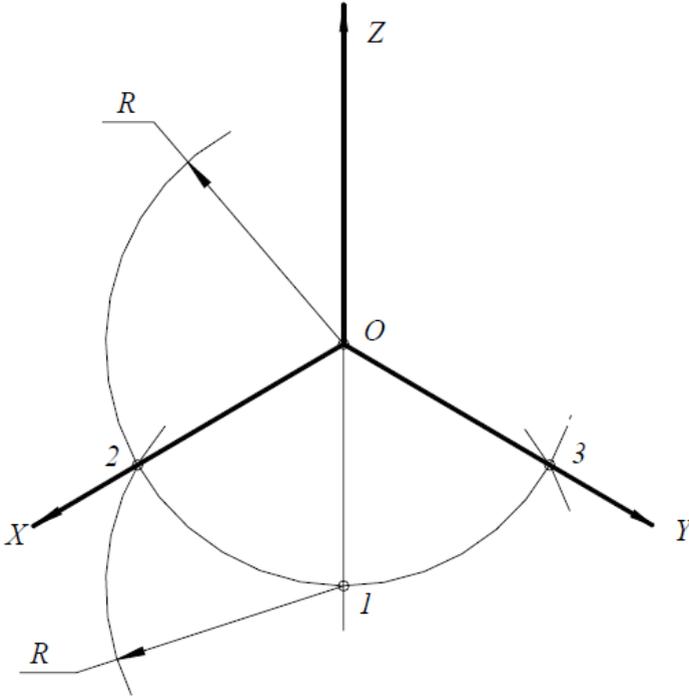


Рисунок 3.2. Побудова ізометричних вісей

3.2 Прямокутна диметрія

Координатні вісі, які в диметрії називаються диметричними, на картинній площині розташовуються так, як показано на рис.3.3.

Вісь OX складає з горизонтальною лінією кут в $7^{\circ}10'$, а вісь OY – $42^{\circ}25'$. З цього ж рисунку легко зрозуміти і спосіб простої побудови диметричних вісей.

Точка в диметрії будується як і в ізометрії, але координата Y на диметричному зображенні дорівнює половині її дійсного значення.

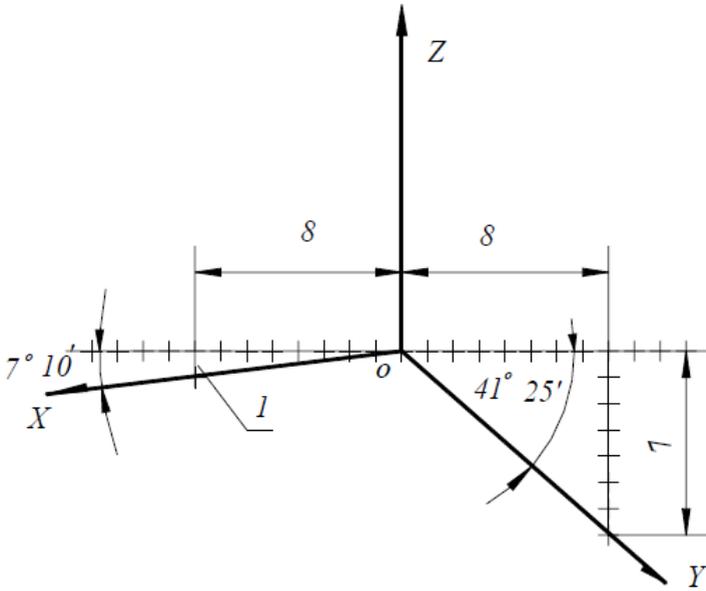


Рисунок 3.3. Побудова диметричних вісей

4 ПОБУДОВА ІЗОМЕТРИЧНОЇ ПРОЕКЦІЇ ПЛОСКИХ ФІГУР

4.1 Прямокутна ізометрія

Відомо, що проекції предмета обмежені лініями, а кожна лінія складається з точок, тому побудову аксонометричних проекцій починають із точок.

Якщо задані ортогональні проекції точок A і B (рис. 4.1), то відомі їх координати x , y , та z .

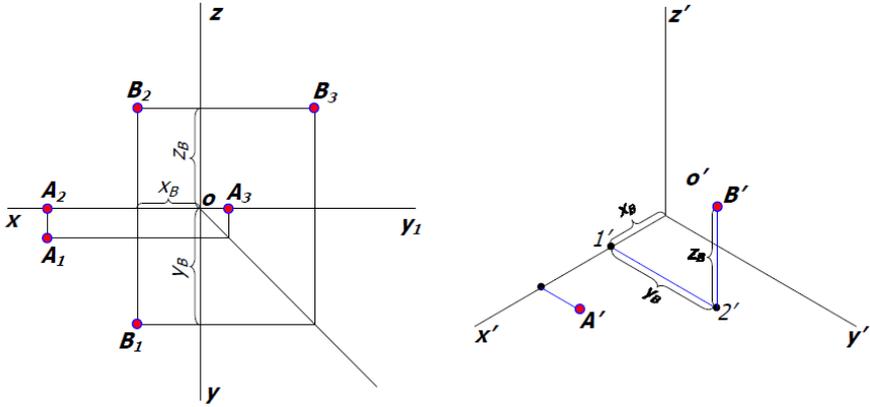


Рисунок 4.1 Побудова ізометричної проєкції точки

Для побудови ізометричної проєкції цих точок:

- проводять осі x , y , z під кутом 120° ;
- від початку координат o' по осі $x'o'$ відкладають відрізок $o'I'$, що дорівнює координаті x_B точки B (координату x_B беремо з комплексного креслення);
- з точки I' проводять пряму, паралельну до осі y' , і на ній відкладають відрізок $I'2'$, що дорівнює координаті y_B точки B ;
- з точки $2'$ проводять пряму, паралельну до осі z' , на якій відкладають відрізок $2'B'$, що дорівнює координаті z_B точки B ;
- отримана точка B' – шукана ізометрична проєкція точки B .

Для побудови ізометричної проєкції точки A достатньо двох координат x_A і y_A . Третя координата z_A дорівнює нулю, оскільки точка A лежить на горизонтальній площині.

Ізометрія відрізка прямої AB може бути побудована за двома точками – кінцями цього відрізка. Знайшовши за координатами ізометрію цих точок, з'єднаємо їх прямою лінією.

По точках може бути виконана ізометрія будь-якої фігури. При цьому розташування фігур стосовно x' , y' і z' може бути різним.

Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксенометричної проєкції використовують дві осі залежно від того, якій площині проєкції паралельна фігура. Якщо вона паралельна площині проєкції Π_1 , використовують осі X і Y , якщо площині Π_2 – осі X та Z , якщо площині Π_3 – осі Y і Z .

Будуючи аксонометричну проекцію квадрата або прямокутника, осі координат доцільно сумістити зі сторонами цих фігур.

На рис. 4.2 показано побудову в ізометрії **квадрата**, що лежить у горизонтальній Π_1 (рис.4.2, а), фронтальній Π_2 (рис.4.2, б) та профільній Π_3 (рис.4.2, в) площинах проекції.

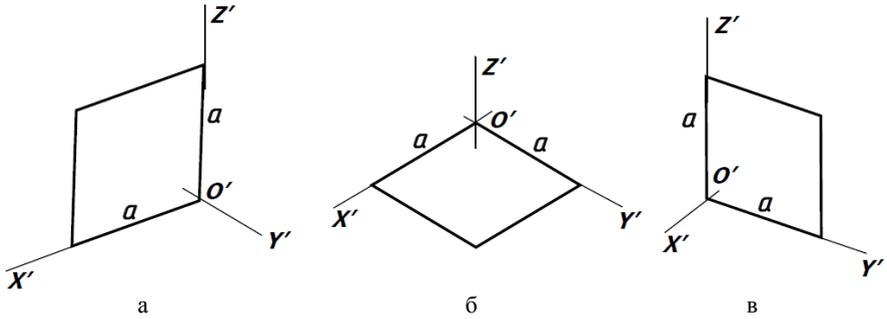


Рисунок 4.2 – Побудова ізометричної проекції квадрата

Побудову ізометричної проекції правильного **п'ятикутника** показано на рис. 4.3.

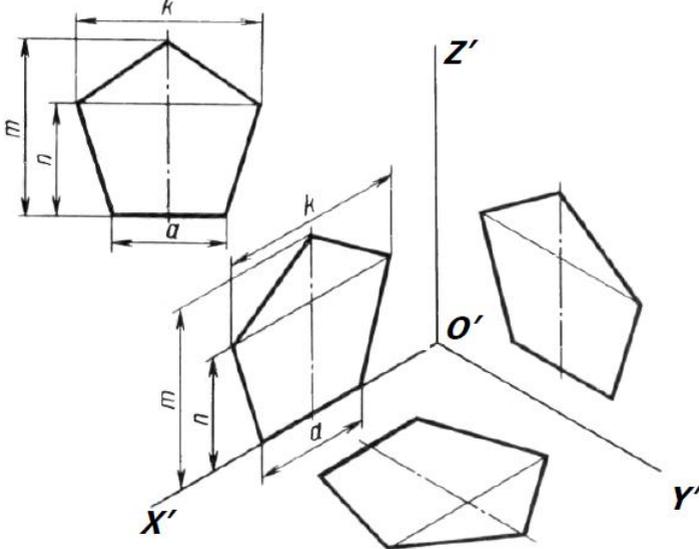


Рисунок 4.3 Побудова ізометричної проекції п'ятикутника

Для спрощення побудови розглянемо п'ятикутники, розташовані на площинах проєкцій Π_1 , Π_2 і Π_3 . Тоді одна з координат вершин п'ятикутника буде дорівнювати нулю й ізометрію кожної вершини можна будувати за двома координатами подібно до побудови точки A .

На рис.4.4 побудовано в ізометрії **правильний шестикутник**, розташований у горизонтальній площині проєкцій Π_1 . Послідовність побудов така:

– побудувати осі $O'X'$ і $O'Y'$;

– відкласти по осі $O'X'$ ліворуч і праворуч від точки O' відрізки $O'A' = OA$

та $O'D' = OD$;

– відкласти по осі $O'Y'$ ліворуч і праворуч відрізки $O'1' = O1$ і $O'2' = O2$;

– через знайдені точки $1'$ і $2'$ провести прямі, паралельні осі $O'X'$, і на них в обох напрямках від точки $1'$ і $2'$ відкласти половину довжини сторони шестикутника;

– сполучити прямими побудовані вершини шестикутника й отримати його ізометричну проєкцію $A'B'C'D'E'F'$.

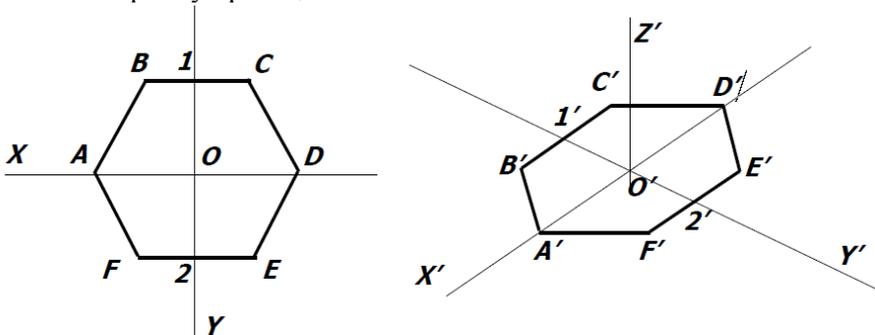


Рисунок.4.4 Побудова ізометричної проєкції правильного шестикутника

В прямокутній аксонометрії **коло** зображується у вигляді еліпса.

Розглянемо випадок, який часто зустрічається на практиці: побудова аксонометрії кіл, розташованих в координатних площинах або в площинах їм паралельних.

Теоретично доведено, що в **ізометрії** велика вісь еліпса для вказаних вище випадків з урахуванням показника спотворення дорівнює **1,22** діаметра зображуваного кола, а мала – **0,7** діаметра (рис. 4.5)

В **диметрії** для кіл, розташованих паралельно горизонтальній та профільній площинам проєкцій, велика вісь еліпса дорівнює **1,06** діаметра кола, мала – **0,35** діаметра, для кола, розташованого в площині паралельній фронтальній площині проєкцій або в ній самій, велика вісь еліпса дорівнює **1,06** діаметра кола, мала – **0,94** діаметра (рис. 4.6)

В будь-якій аксонометрії велика вісь еліпса завжди розташована перпендикулярно до тієї аксонометричної вісі, яка відсутня в площині з зображуваним колом. Мала вісь перпендикулярна до великої.

Якщо коло розташоване у площині, паралельній до горизонтальної площини Π_1 , то велика вісь має бути горизонтальною. А мала вісь **CD** – вертикальною.

Якщо коло розташоване у площині, паралельній до профільної площини Π_3 , то велика вісь еліпса має бути проведена під кутом **90°** до осі **x**.

Якщо коло розташоване у площині, паралельній до фронтальної площини Π_2 , то велика вісь еліпса має бути проведена під кутом **90°** до осі **y**.

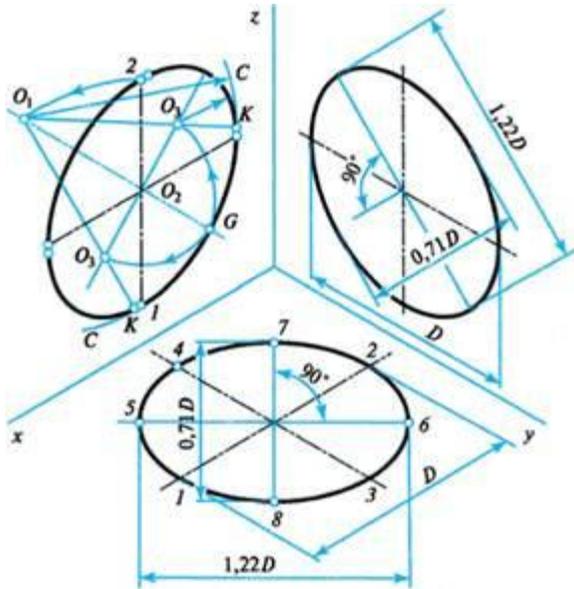


Рисунок 4.5 – Зображення еліпсів в ізометрії

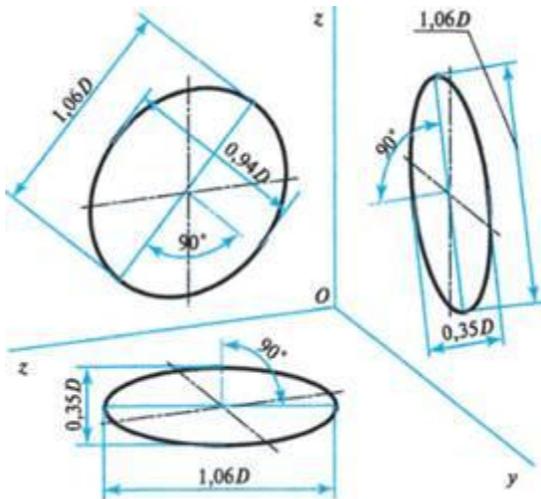


Рисунок 4.6 – Зображення еліпсів в діаметрії

Для побудови аксонометричної проєкції кола – еліпса – спочатку потрібно побудувати паралелограм – аксонометричну

проекцію описаного квадрата, а потім вписати у нього еліпс за вісьма точками (рис. 4.7).

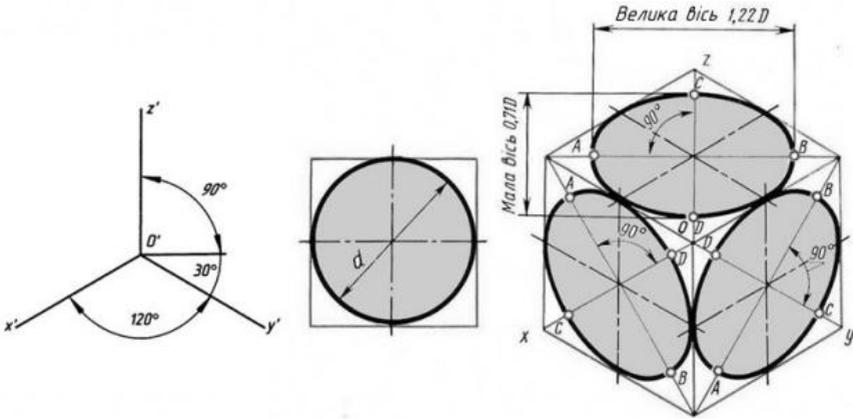


Рисунок 4.7 – Осі та кола в прямокутній ізометрії

Послідовність побудови овалу:

- через точку **O** провести осі **X** та **Y** (рис. 4.8);
- відкласти від точки **O** в чотирьох напрямках відрізки, що дорівнюють радіусу кола;
- через одержані точки та паралельно до осей провести прямі, які утворюють ромб;
- з точок **A** і **B** (вершин тупого кута) між точками **a** та **b**, **c** і **d** провести дві великі дуги овалу радіусом **R = Ad, Ac, Ba, Bb**;
- з'єднати відрізками прямих точки **B** і **a**, **B** і **b**. Точки перетину (**C** та **D**) цих відрізків з діагоналлю ромба – центри двох малих дуг овалу;
- з точок **C** і **D** провести спряження великих дуг овалу радіусами **R1**.

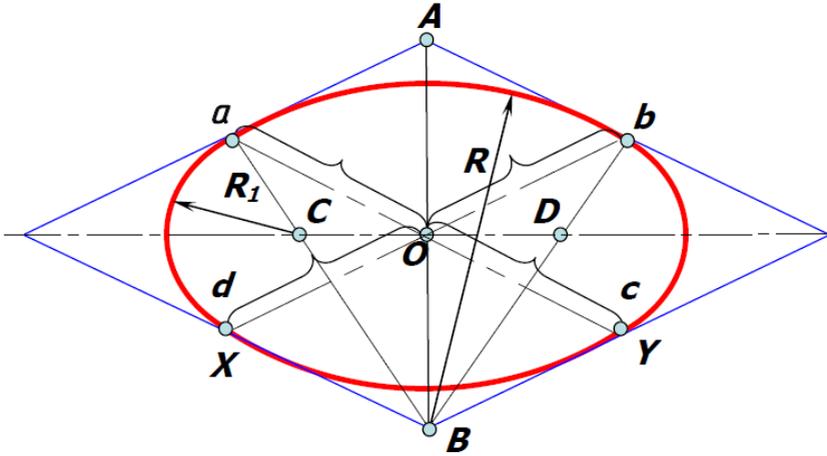


Рисунок 4.8 – Побудова овалу в горизонтальній площині

4.1.1 Спосіб побудови овала в прямокутній ізометрії.

Існує декілька способів побудови овала в ізометрії. Розглянемо один із них.

Овал – фігура двояко симетрична відносно своїх осей. Мала вісь овала співпадає з віссю ізометрії, що не лежить у площині побудови, а велика їй перпендикулярна. Так як овал будується за допомогою дуг кіл, які спрягаються в точках A , B , C і D , побудови вимагають максимальної точності та акуратності, щоб кінцевий результат був коректним. Тому необхідно користуватися гостро заточеним олівцем та грифелем у циркулі.

Побудова овала в горизонтальній площині (рис. 4.9). Креслимо осі ізометрії. Мала вісь овала збігається з віссю Z , а велика їй перпендикулярна. Креслимо коло тим самим радіусом, що у проєкціях. У перетині з осями X , Y одержуємо точки A , B , C і D . З точки 1 на осі Z креслимо дугу кола радіусом $R1$ між точками A і B . З точки 2 – їй симетричну. У перетині радіусів $R1$ з великою віссю овала отримуємо точки 3 і 4 . З цих точок проводимо дуги кіл радіусом $R2$ між точками A , D і B , C .

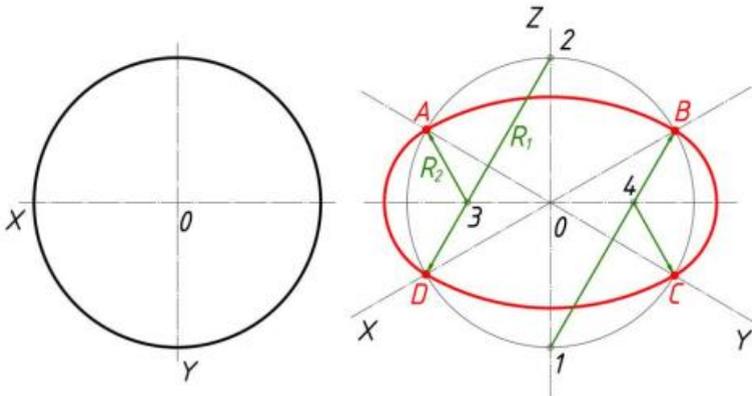


Рисунок 4.9 – Побудова овала в горизонтальній площині

Побудова овала в профільній площині (рис. 4.10). Креслимо осі ізометрії. Мала вісь овала збігається з віссю X , а велика їй перпендикулярна. Креслимо коло тим самим радіусом, що у проєкціях. У перетині з осями Z , Y одержуємо точки A , B , C і D . З точки 1 на осі X креслимо дугу кола радіусом R_1 між точками A і B . З точки 2 – їй симетричну. У перетині радіусів R_1 з великою віссю овала отримуємо точки 3 і 4 . З цих точок проводимо дуги кіл радіусом R_2 між точками A , D і B , C .

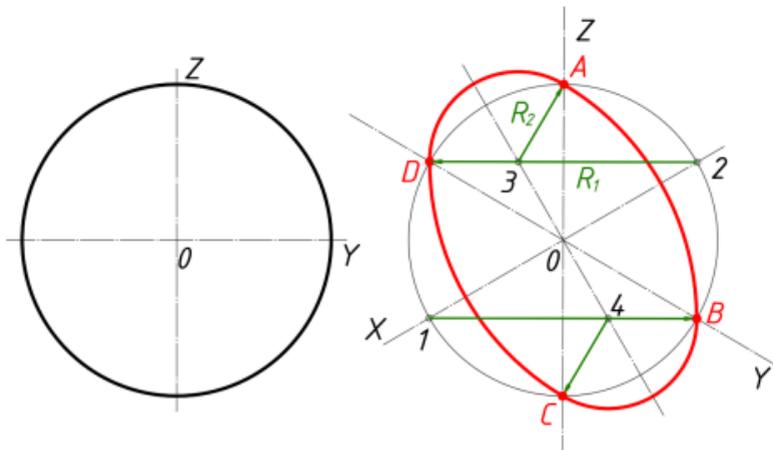


Рисунок 4.10 – Побудова овала в профільній площині

Побудова овала в фронтальній площині (рис. 4.11). Креслимо осі ізометрії. Мала вісь овала збігається з віссю Y , а велика їй перпендикулярна. Креслимо коло тим самим радіусом, що у проєкціях. У перетині з осями Z, X одержуємо точки A, B, C і D . З точки 1 на осі Y креслимо дугу кола радіусом R_1 між точками A і B . З точки 2 – їй симетричну. У перетині радіусів R_1 з великою віссю овала отримуємо точки 3 і 4 . З цих точок проводимо дуги кіл радіусом R_2 між точками A, D і B, C .

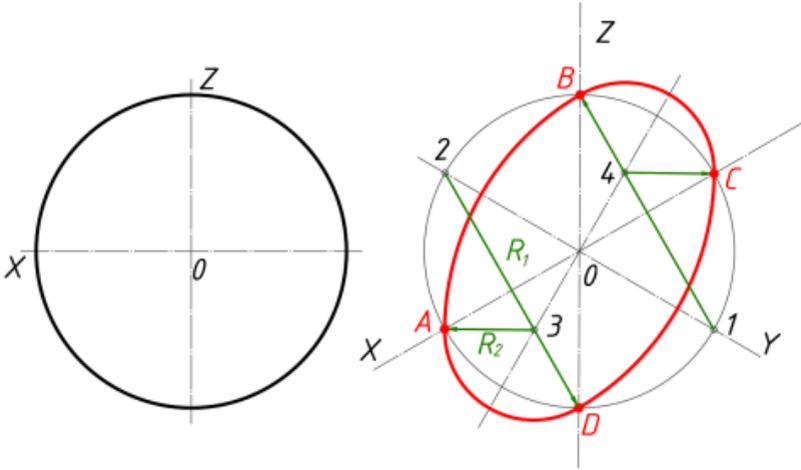


Рисунок 4.11 – Побудова овала в фронтальній площині

Приклад побудови в ізометричній проєкції круглого фланця з чотирма циліндричними отворами і одним трикутним наведено на рис. 4.12.

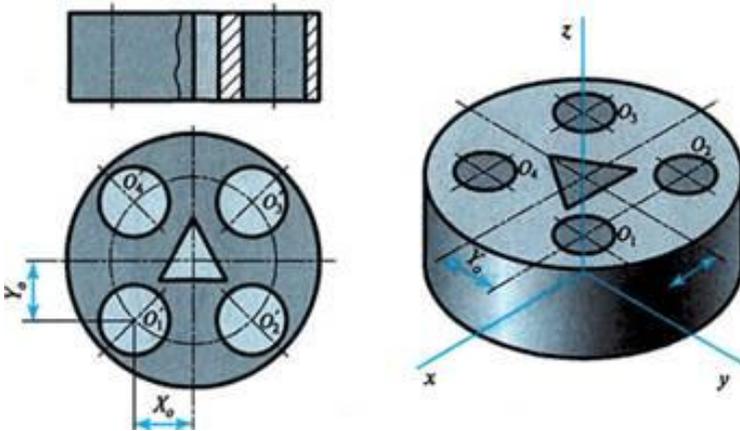


Рисунок 4.12 – Побудова круглого фланця

4.2 Прямокутна диметрія

Аксонетричні зображення, побудовані у прямокутній диметричній проєкції, мають найкращу наочність, проте побудова зображень складніша, ніж у прямокутній ізометрії. При побудові осей прямокутної диметрії користуються ухилами осей (рис. 3.3), що дорівнюють **1:8** (вісь x') і **7:8** (вісь y'). Показники спотворення за осями x' і z' дорівнюють **0,94**, а за віссю y' – **0,47**. Для практичних цілей застосовують приведену диметрію, в якій показники спотворення дорівнюють **1** і **0,5**. Тоді зображення виходить збільшеним у 1,06 рази ($1/0,94 = 0,5/0,47 = 1,06$), тобто аксонетричний масштаб для прямокутної диметрії буде $MA = 1,06:1$.

4.2.1 Спосіб побудови овала в прямокутній диметрії.

Побудова овалів, що зображує коло радіуса R , розташоване в горизонтальній площині, наведена на рис. 4.13, а (вузький овал), а коло, що належить фронтальній площині на рис. 4.13, б (широкий овал).

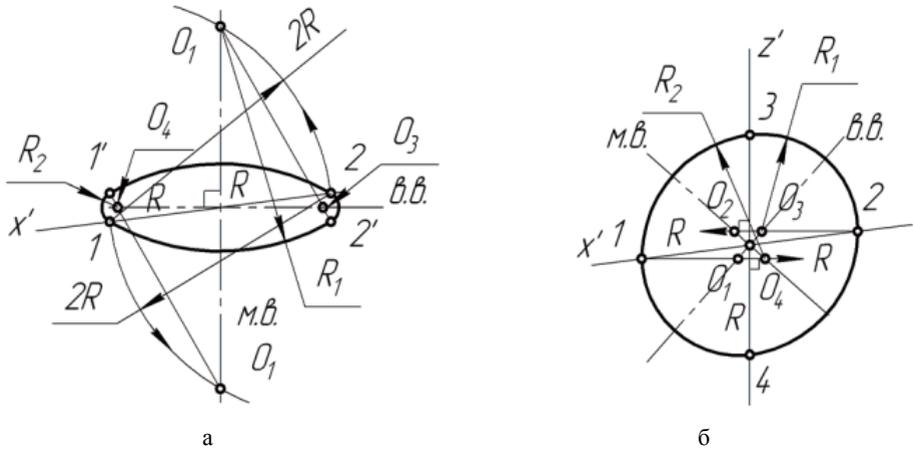


Рисунок 4.13 – Побудова овала в диметрії

5 МЕТОДИ ПОБУДОВИ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ ТЕХНІЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

5.1 Аксонометричне зображення

Приступаючи до побудови аксонометричної проекції об'єкта, слід вибрати вид аксонометрії, який би забезпечив найбільшу наочність зображення. Потім об'єкт пов'язують із системою прямокутних координат, осі якої зазвичай поєднують з осями симетрії об'єкта. Тільки після цього можна розпочати побудову аксонометрії.

Залежно від складності деталі побудову її аксонометрії застосовують кілька способів.

Перший спосіб ґрунтується на використанні вторинних аксонометричних проекцій об'єкта. В цьому випадку беруть ту проекцію деталі, яка дає можливість побудувати її зображення найменшим числом допоміжних ліній.

На рис. 5.1 показано послідовність побудови аксонометрії просторового об'єкта за її вторинною фронтальною аксонометричною проекцією.

На рис. 5.2 за вторинною горизонтальною проекцією.

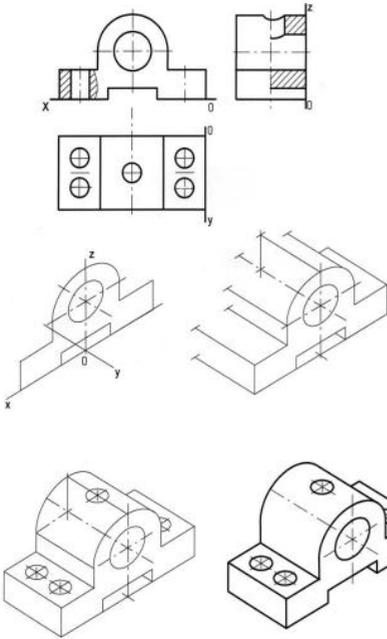


Рисунок 5.1 – Послідовність побудови

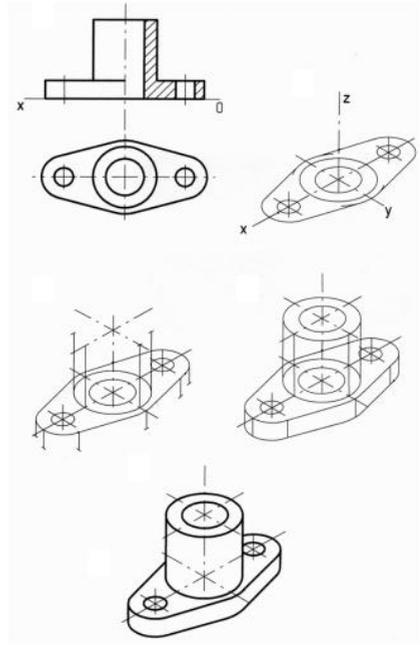


Рисунок 5.2– Послідовність побудови

Другий спосіб заснований на побудові спрощеної форми деталі. Потім проводиться уточнення дійсних контурів, що становлять цю деталь конструктивних елементів (рис. 5.3).

Третій спосіб заснований на тому, що спочатку будують аксонометрію складових деталей найпростіших форм - частин деталі, а потім аксонометрію сполучних ці найпростіші форми елементів. На рис. 5.4 показано послідовність побудови цим способом.

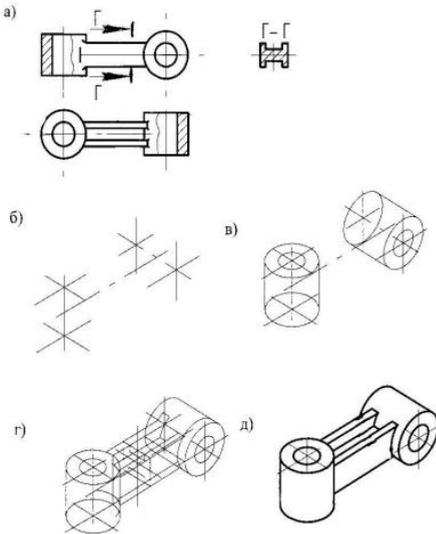


Рисунок 5.3 – Послідовність побудови
побудови

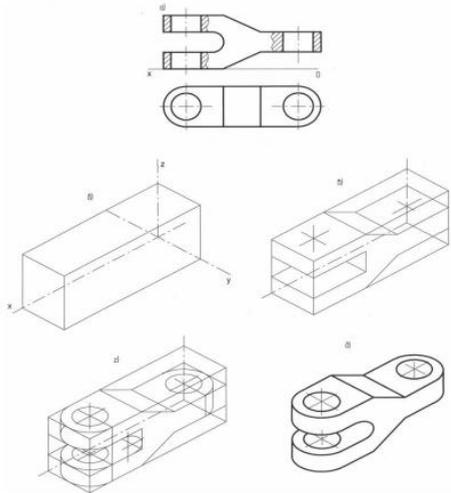


Рисунок 5.4– Послідовність
побудови

В практиці досить часто трапляються випадки побудови аксонометрії складних деталей (рис. 5.5, а) і складальних вузлів (рис. 5.5, б), коли доцільно одночасно застосування розглянутих способів.

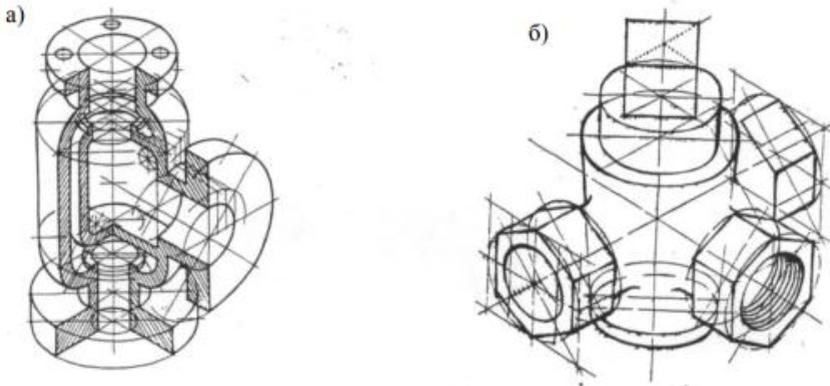


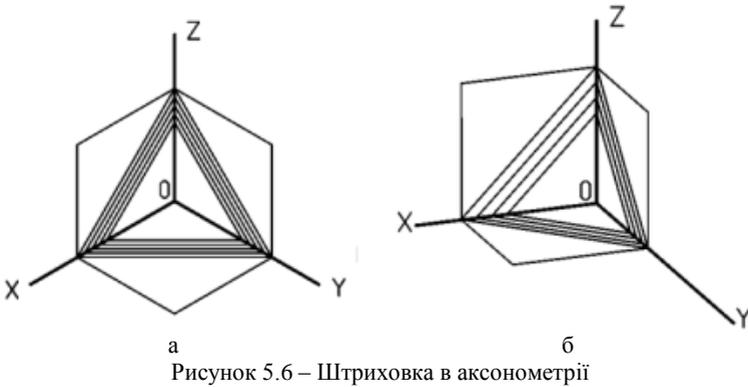
Рисунок 5.5 – Аксонометрія складних деталей і складальних вузлів

5.2 Виконання розрізів в аксонометричних проекціях

Розрізом називається частина зображення предмета, умовно розсіченого площиною (чи кількома площинами). На розрізі показується те, що знаходиться в січній площині і розтошовано за нею.

Лінії штрихування розрізів та перерізів в аксонометричних проекціях наносять паралельно однієї з діагоналей квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах, сторони яких паралельні аксонометричним осям (рис. 5.6).

На рис. 5.6, а показано напрямок штрихування в ізометрії, а на рис. 5.6, б – у диметрії.



На рис. 5.7 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

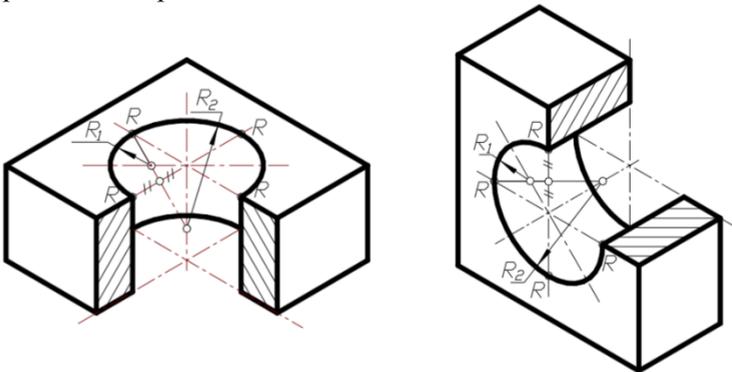


Рисунок 5.7 – Штриховка перерізів в прямокутній ізометрії деталі

Побудова розрізу в аксонометрії може бути зроблено двома способами.

Перший спосіб зводиться до того, що спочатку виконується аксонометричне зображення всієї деталі, потім частина зображення видаляється. Послідовності виконання зображено на рис 5.8.

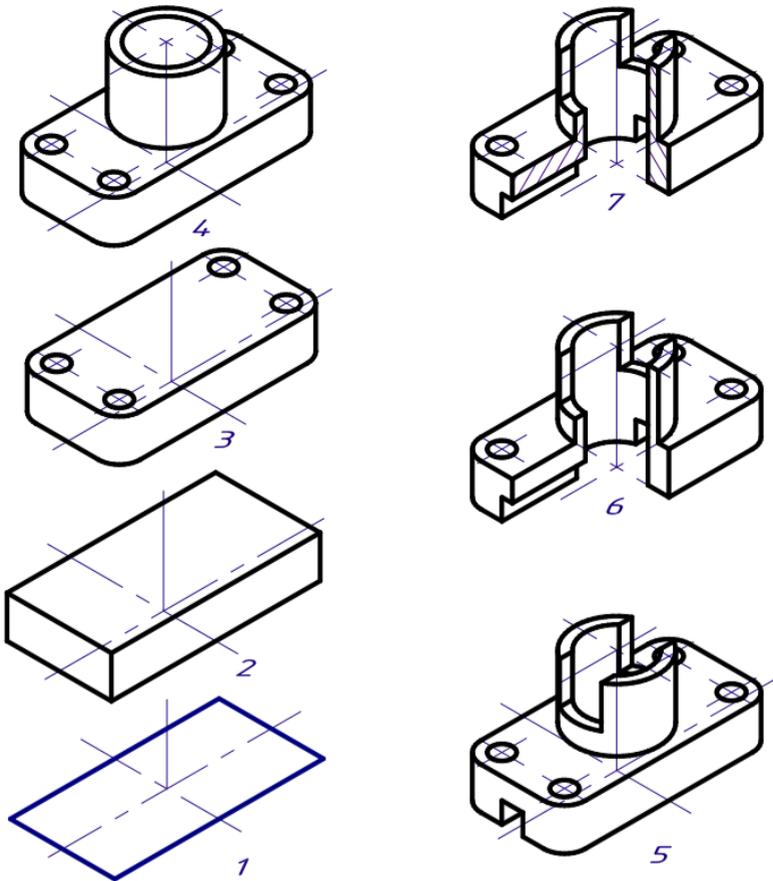


Рисунок 5.8 – Послідовність виконання аксонометричної проекції деталі. Спосіб 1

Другий спосіб побудови розрізу заснований на тому, що спочатку в аксонометрії будують фігуру перерізу, а потім до них

добудовують зображення той частини деталі, яка розташована за січними площинами.

Послідовності виконання зображено на рис 5.9.

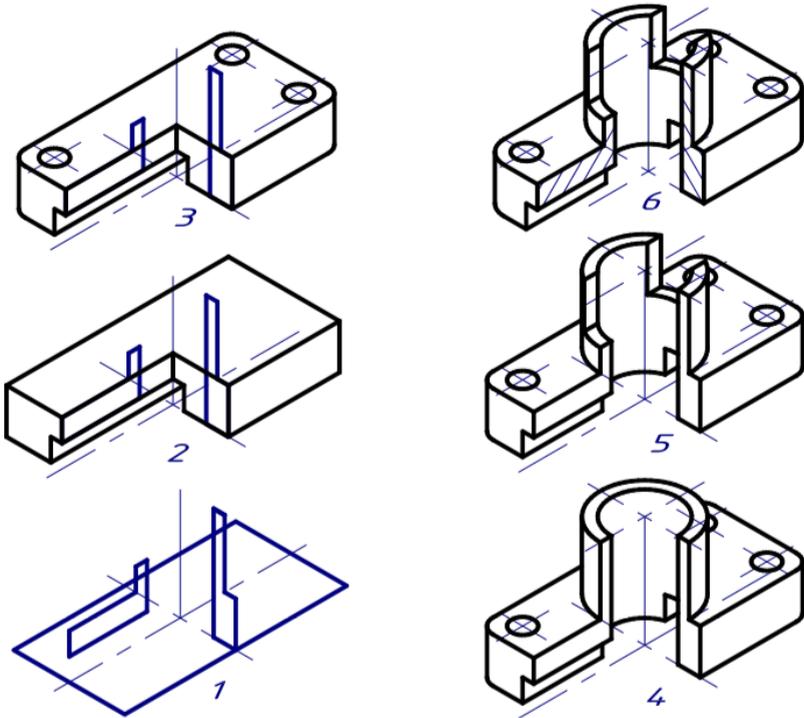


Рисунок 5.9 – Послідовність виконання аксонометричної проекції деталі. Спосіб 2

5.3 Алгоритм побудови аксонометрії деталі

Алгоритм побудови аксонометричної проекції деталі по її ортогональних проекціях наведений на прикладі приведеної прямокутної ізометрії деталі (рис. 5.10).

Передусім слід звернути увагу на те, що спочатку слід віднести зображення деталі до будь-якої системи координат. Потім будують основну геометричну форму деталі — куб (рис. 5.11) та креслять задані отвори та виступи (рис. 5.12).

Наприкінці будують виріз передньої ліві частини деталі координатними площинами (рис. 5.13), та заштриховують перерізи (рис. 5.14).

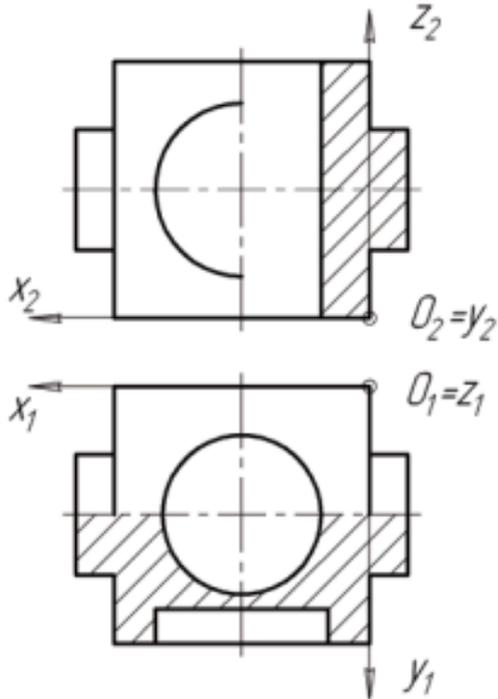


Рисунок 5.10 – Ізометрична проекція деталі

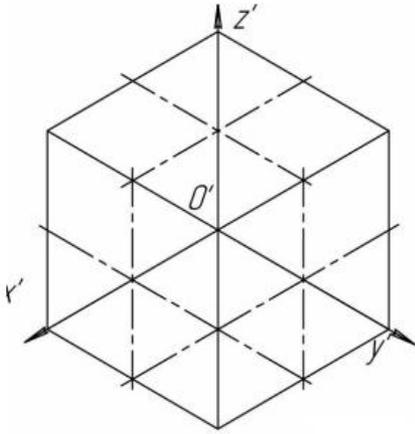


Рисунок 5.11 – Послідовність побудови побудови

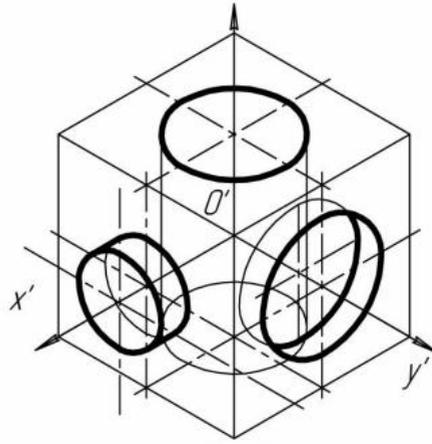


Рисунок 5.12– Послідовність побудови

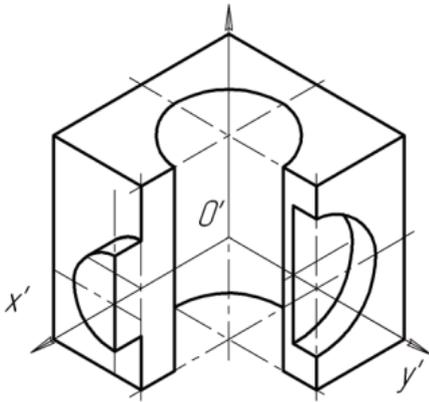


Рисунок 5.13 – Послідовність побудови побудови

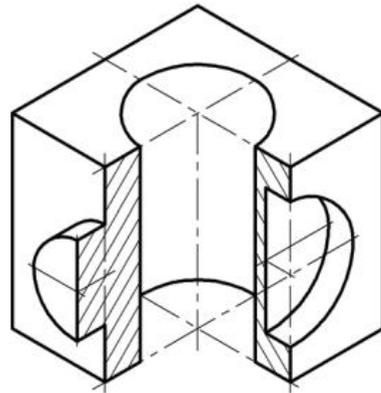


Рисунок 5.14– Послідовність побудови

Слід наголосити на тому, що побудоване наочне зображення деталі — це перш за все, — кресленик, згідно якому мають бути виявлені всі розміри деталі. Тому необхідно стежити за тим, щоб на ізометричному зображенні були позначені штрихпунктирною лінією осі усіх поверхонь обертання.

6. ПРИКЛАДИ ПОБУДОВИ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ.

У цьому розділі надаються методичні вказівки щодо побудови аксонометричних проєкцій геометричних тіл, що зустрічаються у домашніх завданнях, а також приклади побудови ортогональних проєкцій точок, які належать поверхням, за їх аксонометричними проєкціями.

6.1 Побудова ізометрії точок на поверхні призми

Завдання:

- побудувати аксонометричне зображення шестиграної призми з наскрізним отвором.

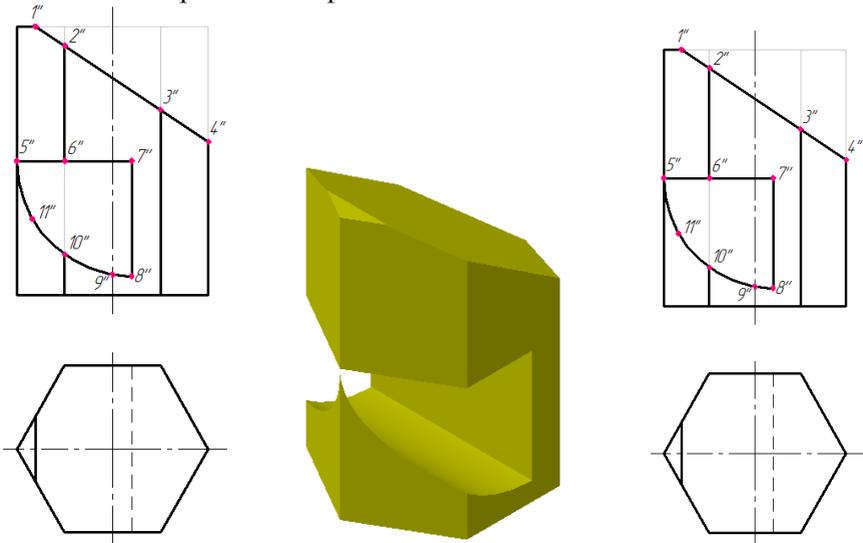


Рисунок 6.1 – Завдання до прикладу «Призма з отвором»

Аксонометричне зображення призми будується у прямокутній ізометрії, аксонометричні осі якої утворюють між собою кут 120° (рис. 6.2).

Починають з побудови нижньої основи призми – шестикутника (рис. 6.3 – 6.7). Верхня основа призми будується підняттям вершин нижньої основи на висоту призми (рис. 6.8 – 6.9).

Побудову ізометрії точок виконують координатним методом (рис. 6.10 – 6.16).

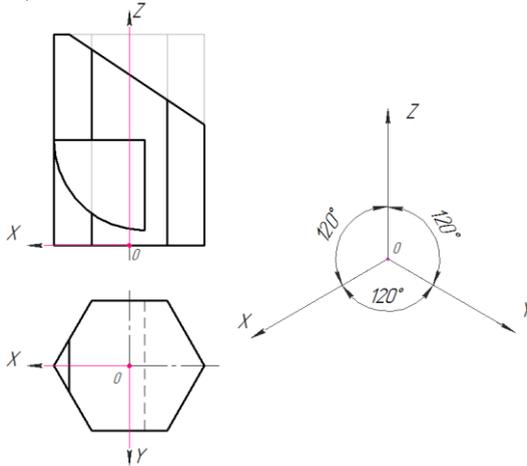


Рисунок 6.2 – Осі у прямокутній ізометрії

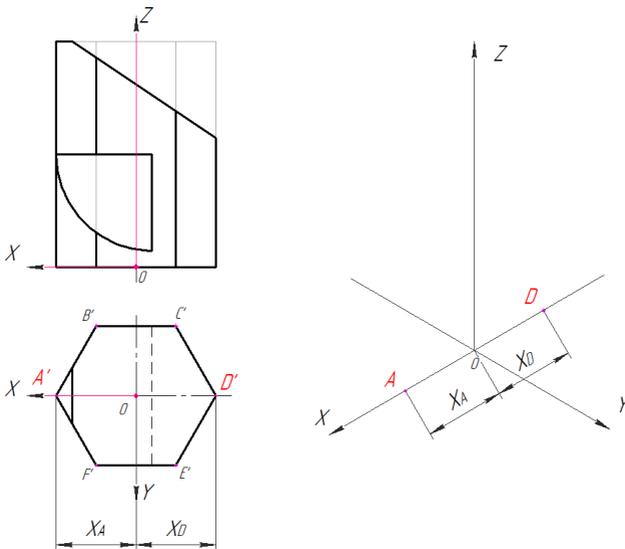


Рисунок 6.3 – Побудова нижньої основи призми – шестикутника

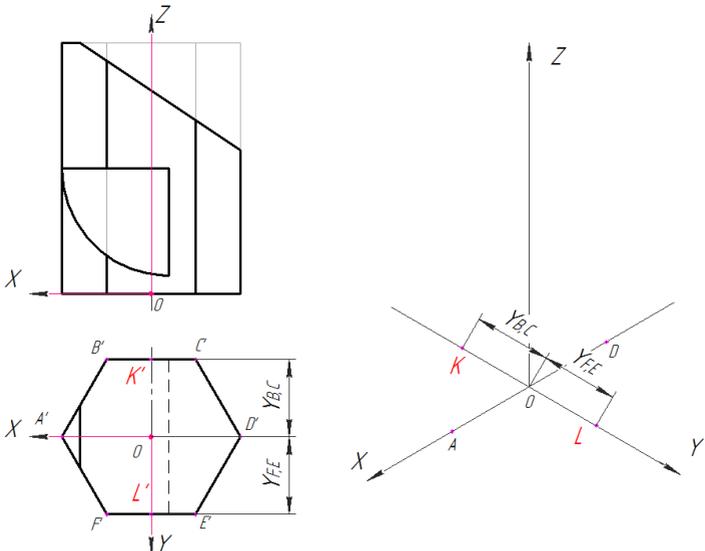


Рисунок 6.4 – Побудова нижньої основи призми – шестикутника

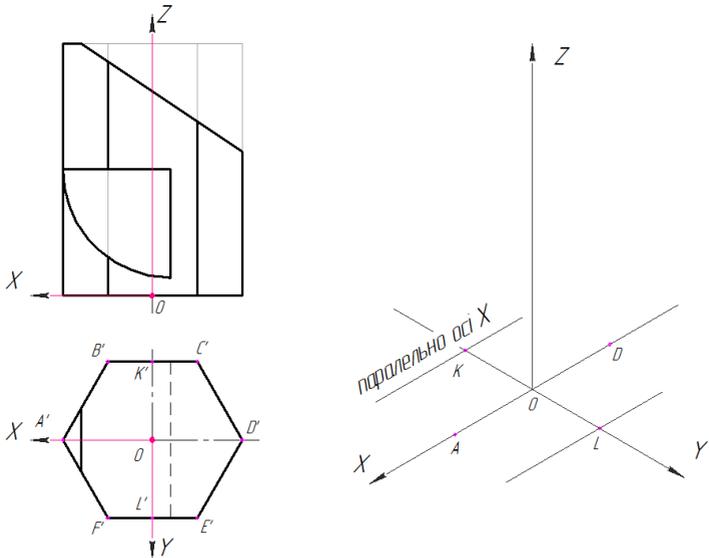


Рисунок 6.5 – Побудова нижньої основи призми – шестикутника

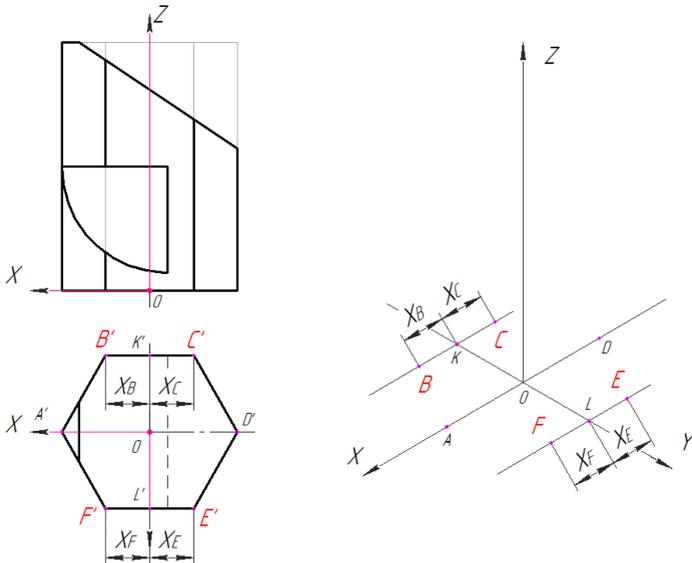


Рисунок 6.6 – Побудова нижньої основи призми – шестикутника

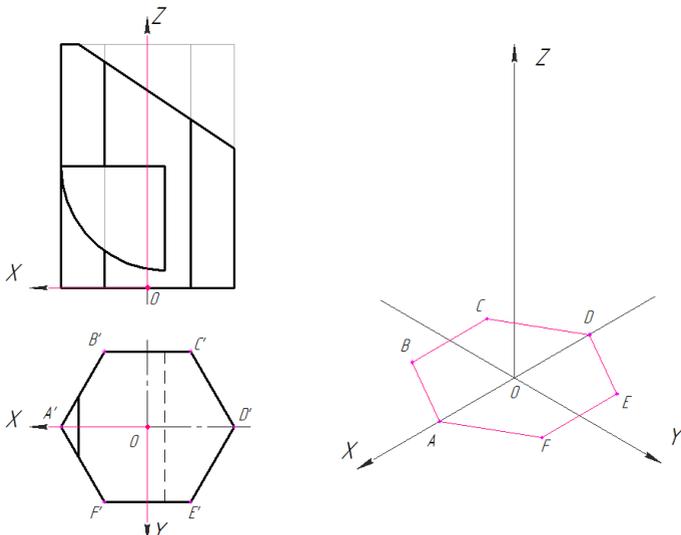


Рисунок 6.7 – Побудова нижньої основи призми – шестикутника

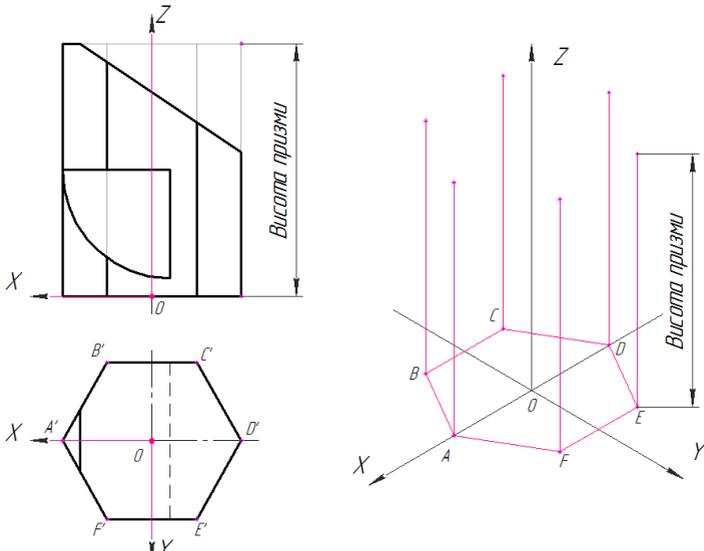


Рисунок 6.8 – Побудова верхньої основи призми

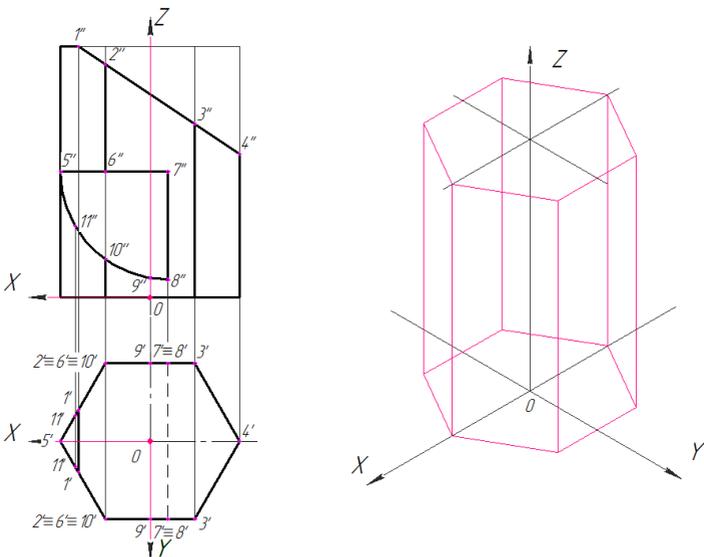


Рисунок 6.9 – Побудова верхньої основи призми

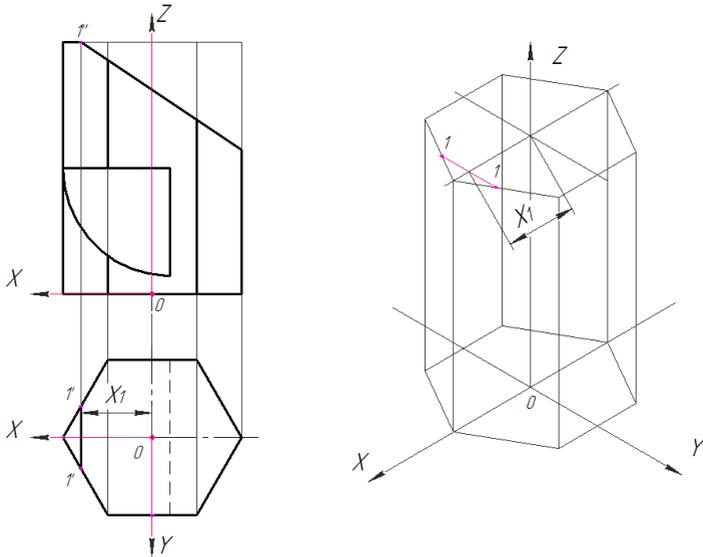


Рисунок 6.10 – Побудова ізометрії точок

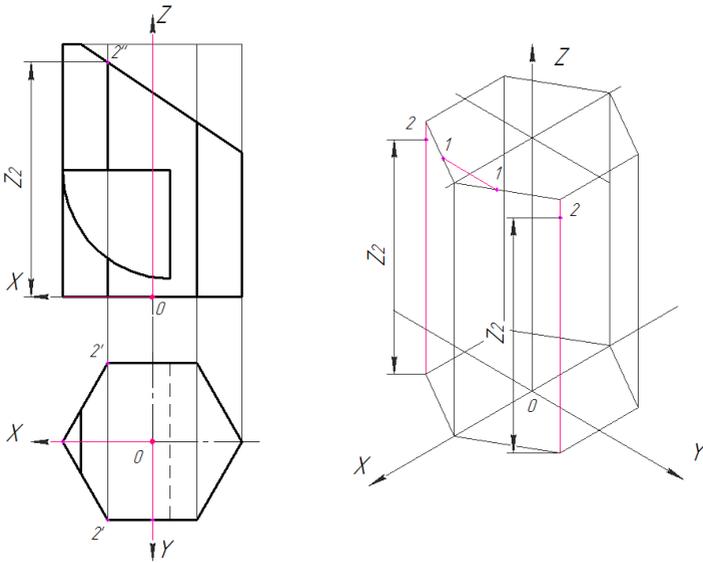


Рисунок 6.11 – Побудова ізометрії точок

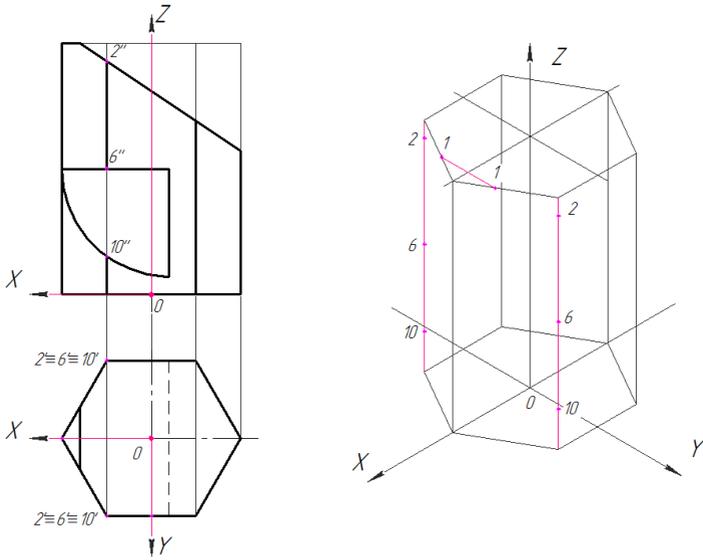


Рисунок 6.12 – Побудова ізометрії точок

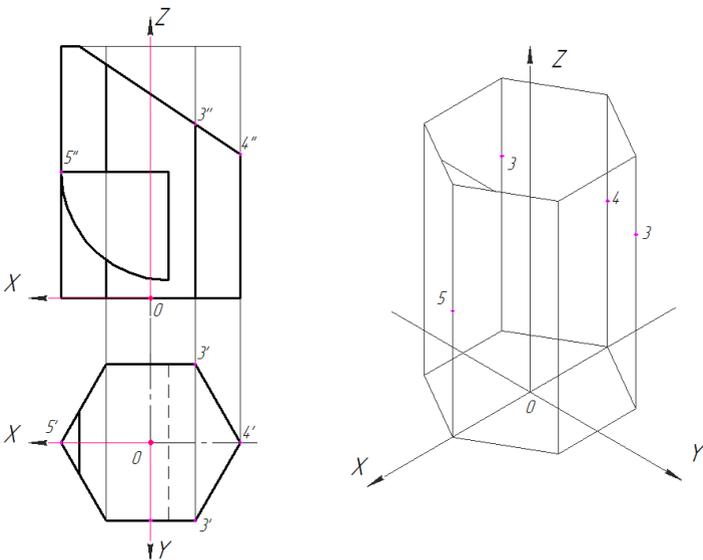


Рисунок 6.13 – Побудова ізометрії точок

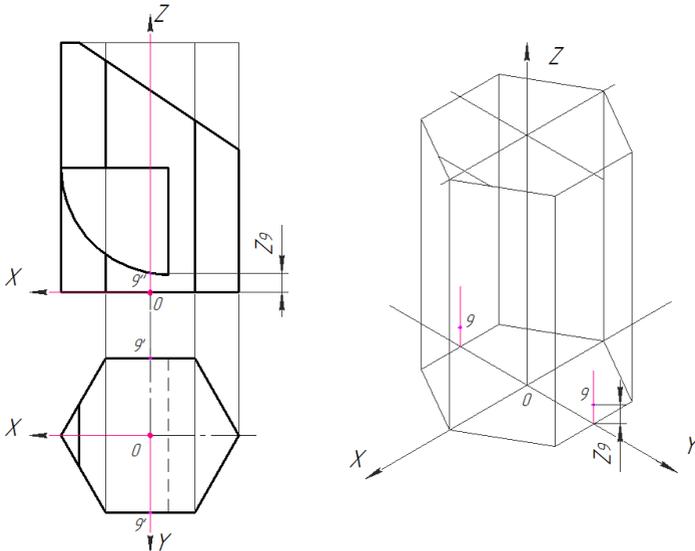


Рисунок 6.14 – Побудова ізометрії точок

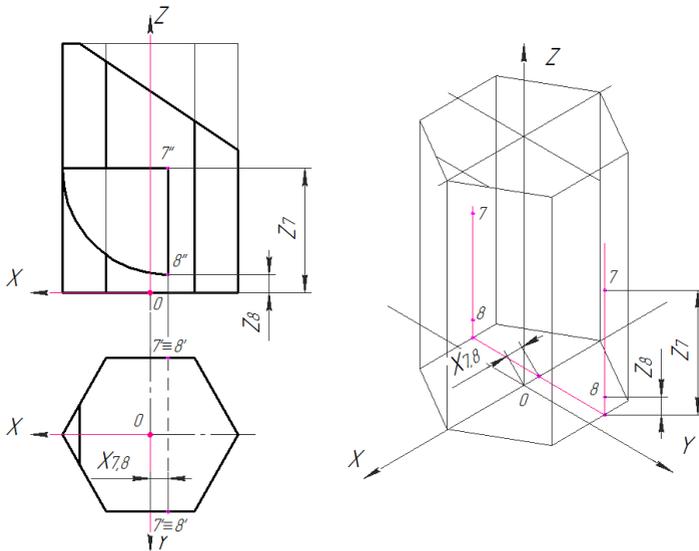


Рисунок 6.15 – Побудова ізометрії точок

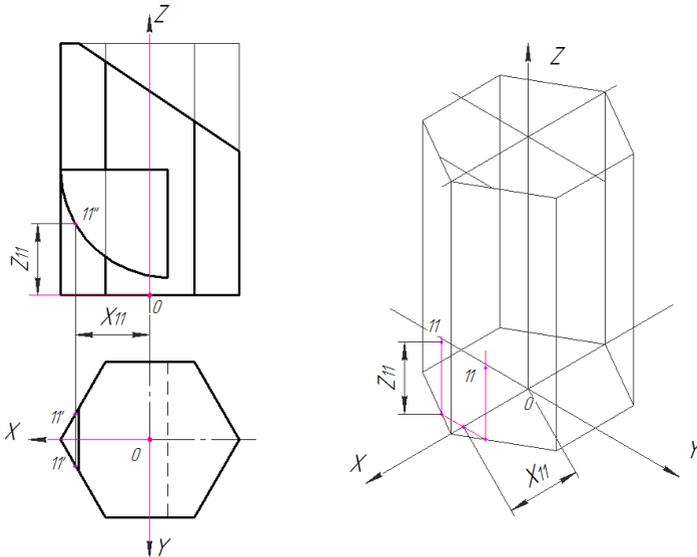


Рисунок 6.16 – Побудова ізометрії точок

Послідовно з'єднують всі отримані точки (рис. 6.17). Невидимі лінії отвору та ребра призми показують штриховою лінією (рис. 6.18).

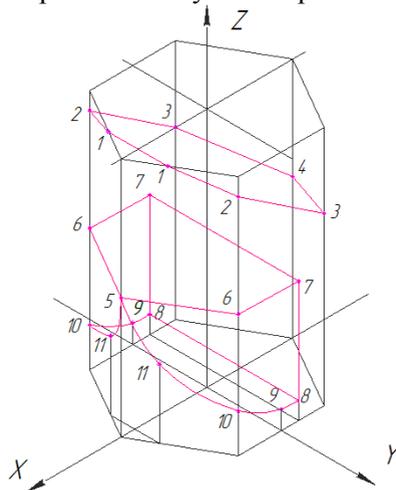


Рисунок 6.17 – Побудова ізометричної проєкції призми

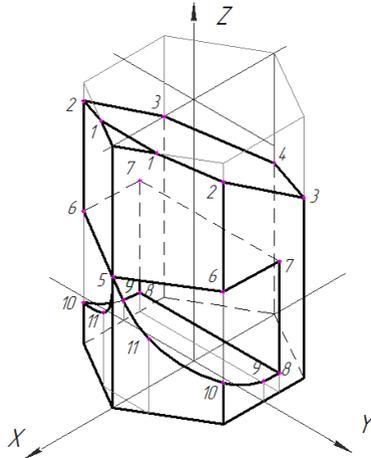


Рисунок 6.18 – Ізометрична проекція призми

6.2 Побудова ізометрії точок на поверхні піраміди

АксонOMETричне зображення піраміди побудоване в прямокутній ізометрії відповідно ДСТУ ГОСТ 2,317:2014.

Завдання:

- побудувати аксонOMETричне зображення піраміди з наскрізним отвором.

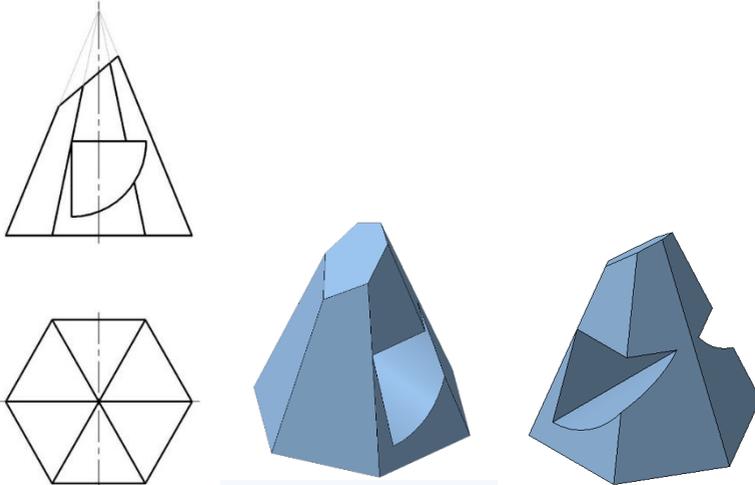


Рисунок 6.19 – Завдання до прикладу «Піраміда з отвором»

Побудова ізометричної проекції шестикутника (основи піраміди) приведена на рис. 6.3-6.7.

Для побудови вершини піраміди з точки перетину ізометричних осей відкладено висоту піраміди. Цю точку з'єднано з вершинами шестикутника.

Побудова ізометрії точок виконана координатним методом.

Розглянута побудова ізометрії точок **5** і **7** (рис. 6.20).

Відповідні координати для побудови взяті з ортогональних проекцій креслення. На осі **OX** відкладені координати x точок **5** і **7**. Через отримані точки проведені прямі, паралельні осі **OY**. На цих прямих відкладені координати y точок **5**, **7**. Через отримані точки проведені прямі паралельні осі **OZ**, на яких відкладені координати z точок **5**, **7** (рис. 6.20).

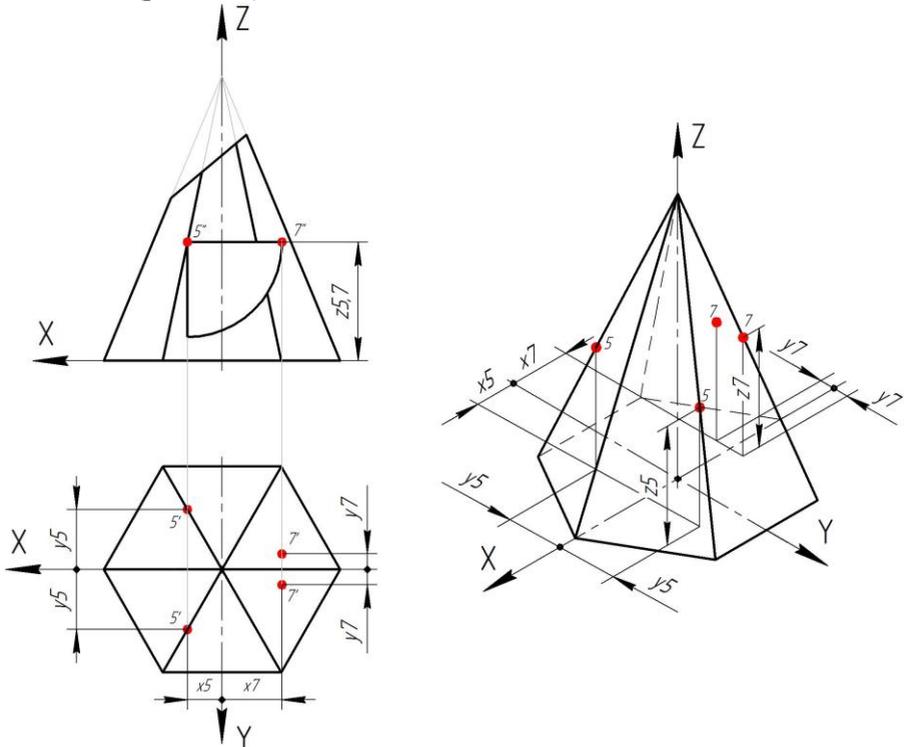


Рисунок 6.20 – Побудова ізометрії точок

Всі інші точки знайдені аналогічно.

Послідовно з'єднані всі отримані ізометричні проєкції точок. Невидимі лінії отвору та елементів піраміди показані штриховою лінією (рис. 6.21).

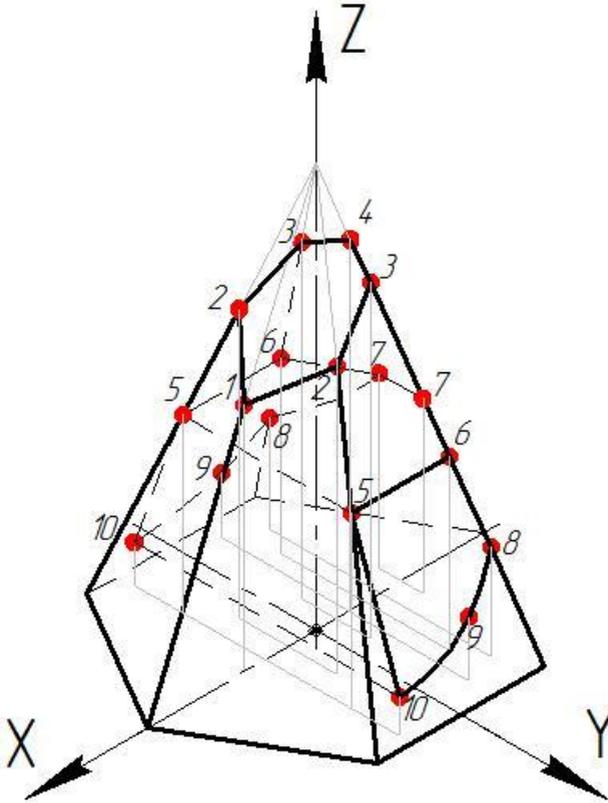
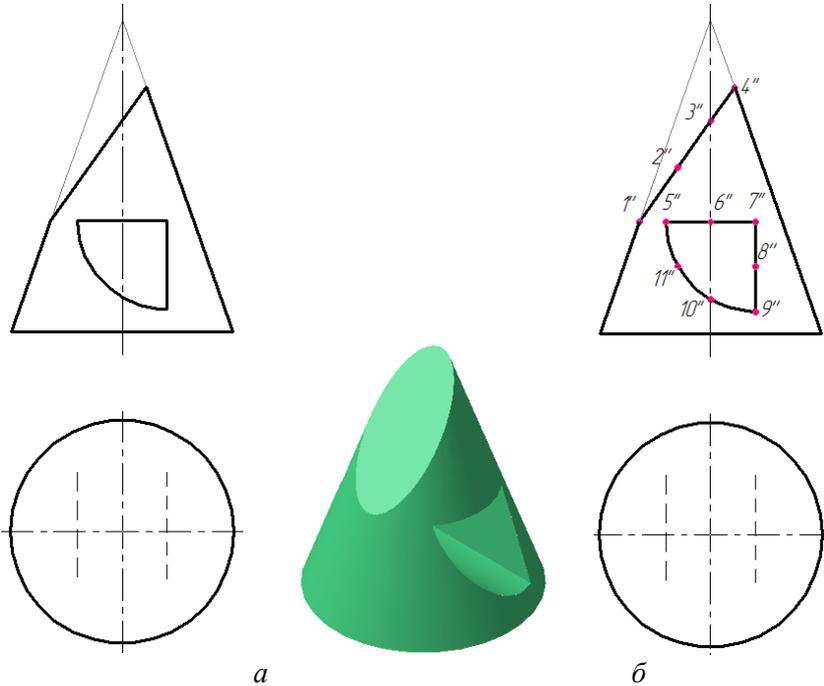


Рисунок 6.21 – Ізометрична проєкція піраміди

6.3 Побудова ізометрії точок на поверхні конуса

Завдання:

- побудувати аксонометричне зображення конуса з наскрізним отвором.



a *б*
Рисунок 6.22 – Завдання до прикладу «Конус з отвором»

АксонOMETричне зображення конуса будується у прямокутній ізометрії, аксонOMETричні осі якої утворюють між собою кут 120° відповідно ДСТУ ГОСТ 2.317:2014.

Починають з побудови основи конуса. В ізометрії коло проектується у вигляді еліпса. Послідовність побудови еліпса показана на рисунках 6.23, 6.24).

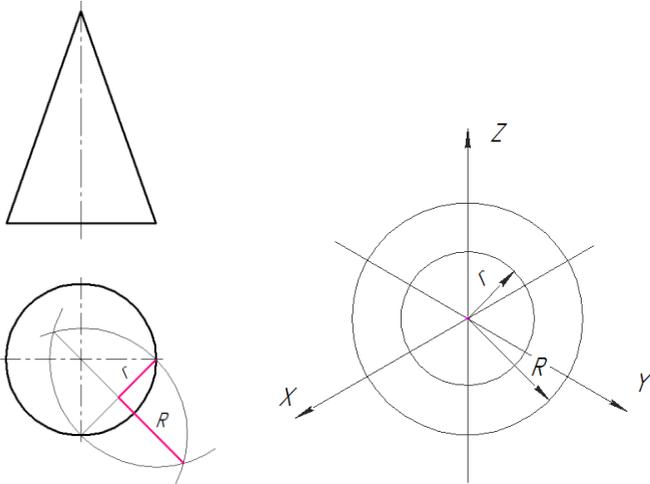


Рисунок 6.23 – Послідовність побудови еліпса

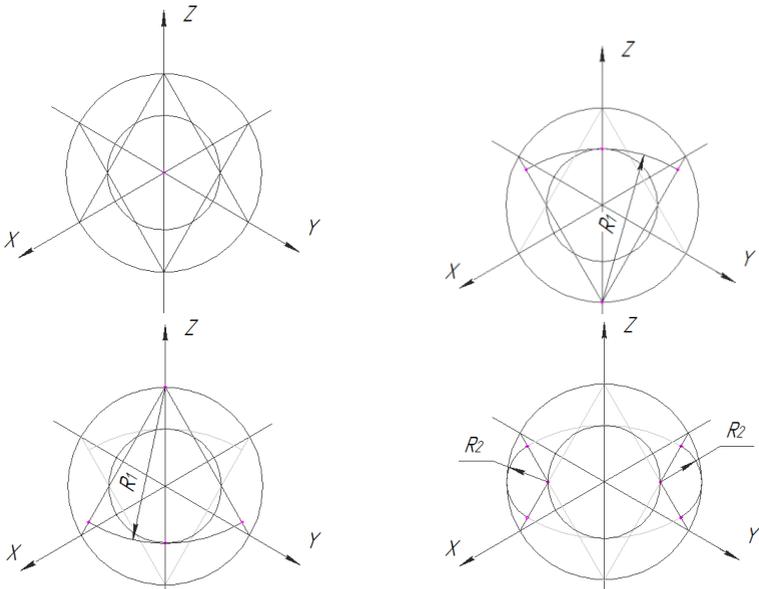


Рисунок 6.24 – Послідовність побудови еліпса

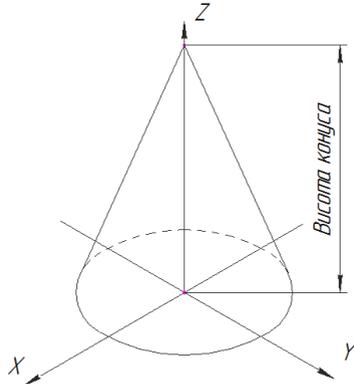


Рисунок 6.25 – Ізометрична проекція конуса

З точки центру еліпса по осі Z відкладають висоту конуса та з отриманої вершини проводять дотичні лінії до основи конуса (рис 6.25).

Побудову ізометрії точок виконують координатним методом (рис 6.26 – 6.32).

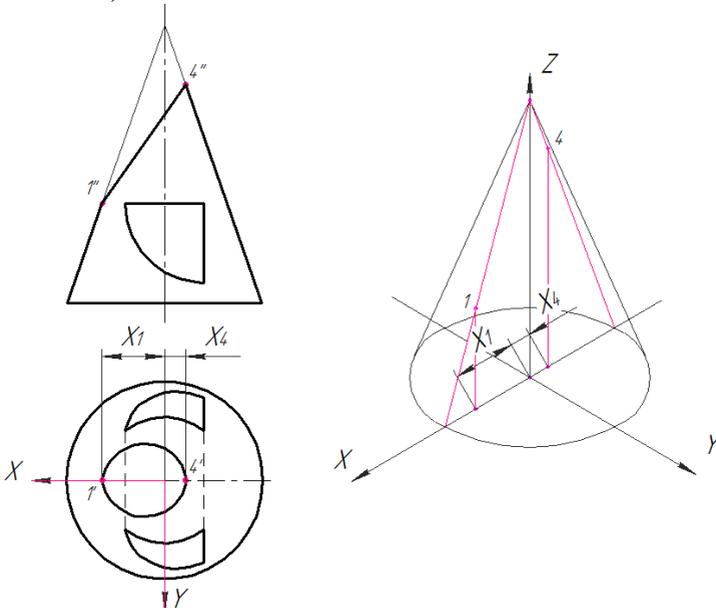


Рисунок 6.26 – Побудова ізометрії точок

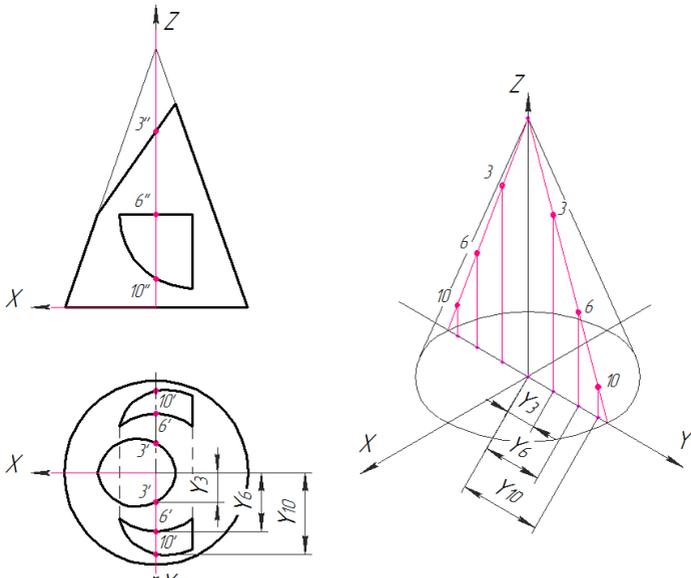


Рисунок 6.27 – Побудова ізометрії точок

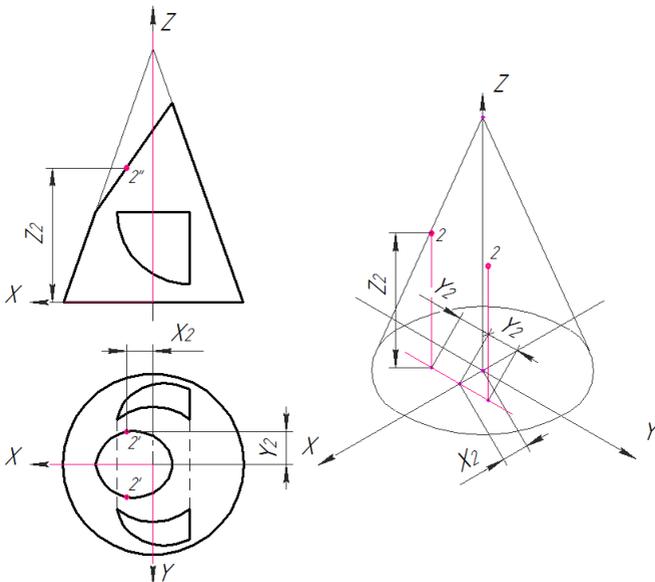


Рисунок 6.28 – Побудова ізометрії точок

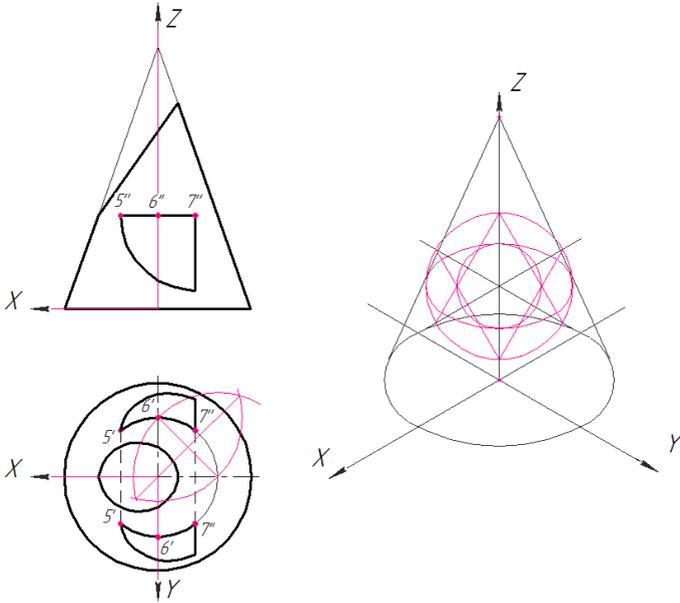


Рисунок 6.29 – Побудова ізометрії точок

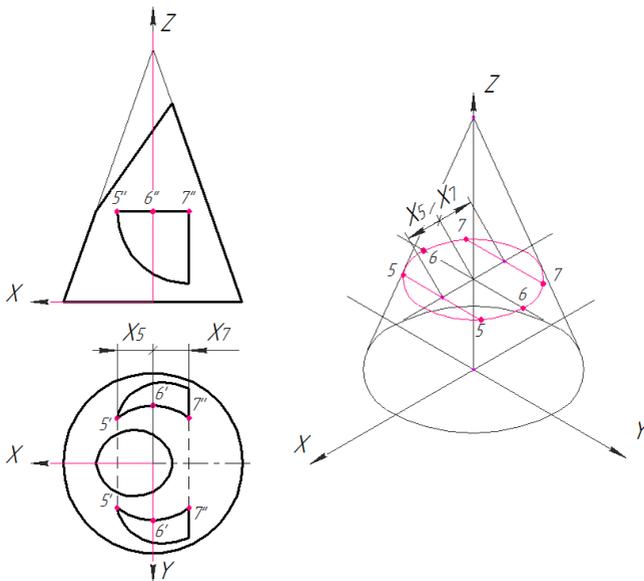


Рисунок 6.30 – Побудова ізометрії точок

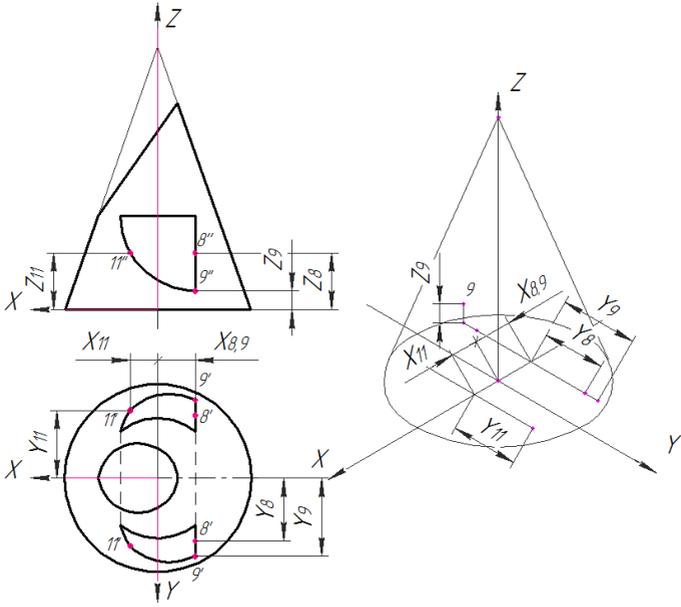


Рисунок 6.31 – Побудова ізометрії точок

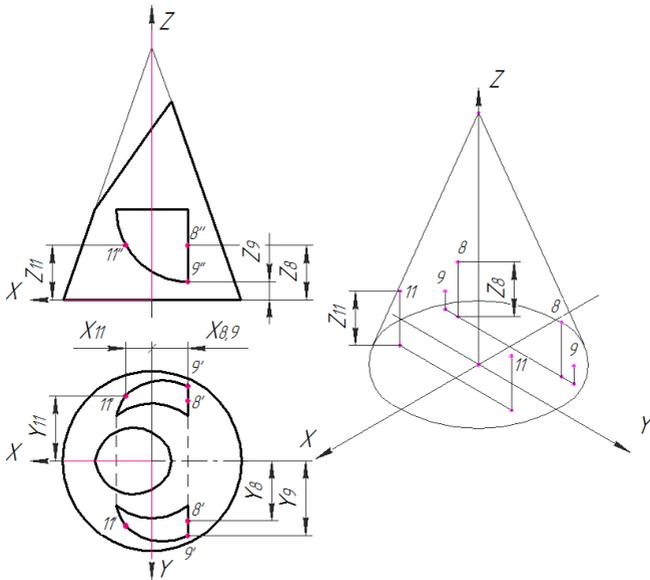


Рисунок 6.32 – Побудова ізометрії точок

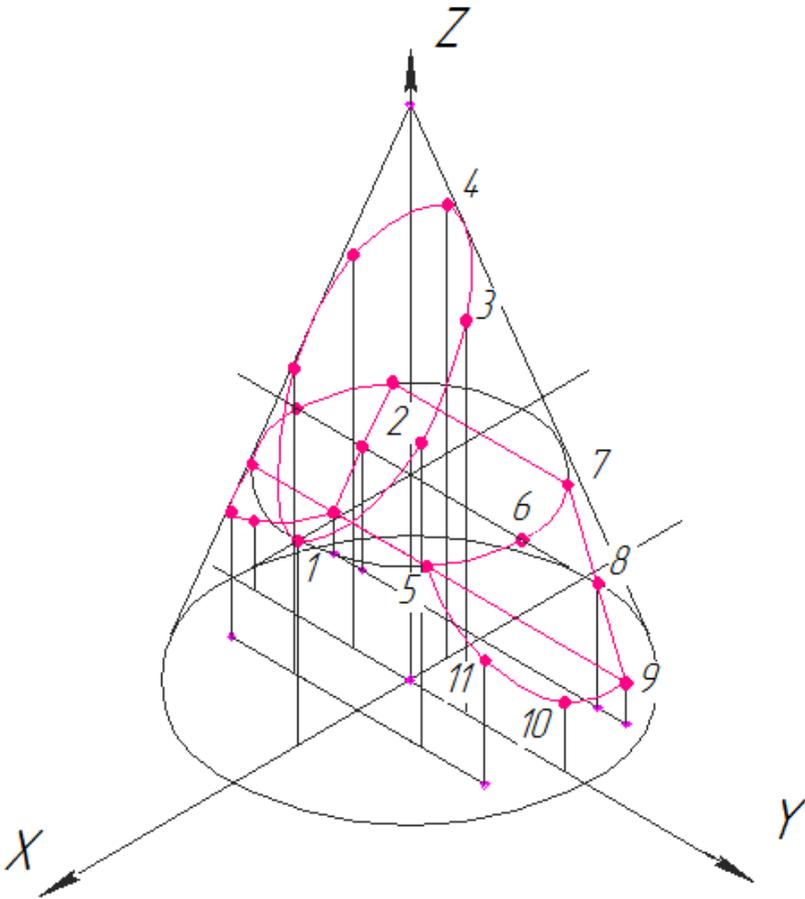


Рисунок 6.33 – Побудова ізометрії точок

Послідовно з'єднують всі отримані ізометричні проєкції точок (рис 6.33).

Невидимі лінії отвору та основи конуса показують штриховою лінією (рис 6.34).

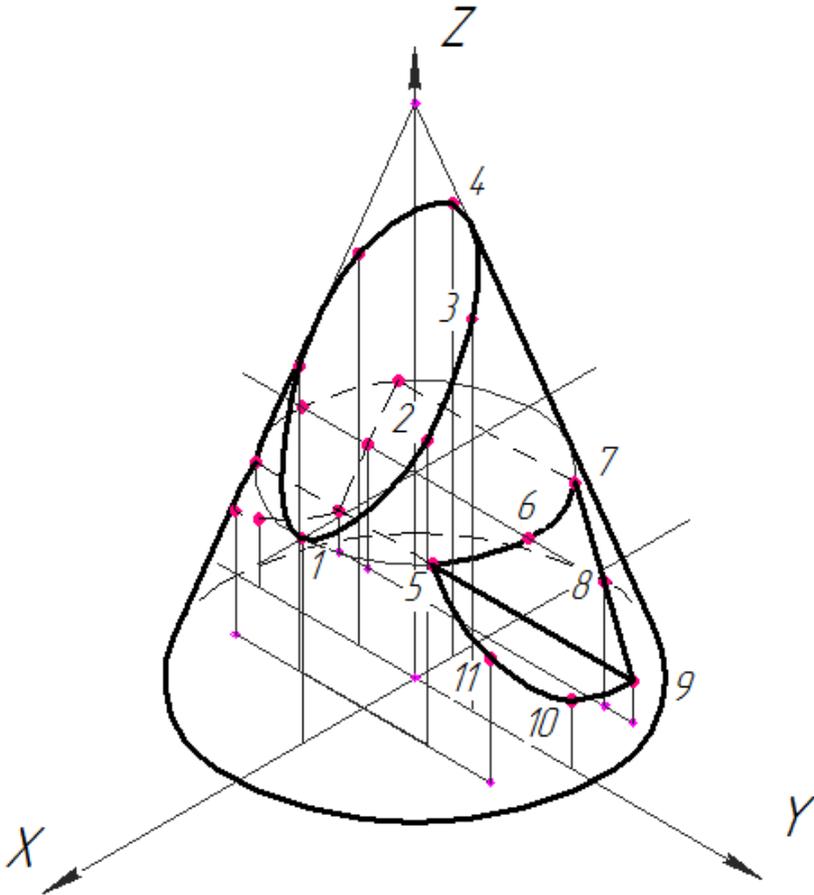


Рисунок 6.34 – Ізометрична проекція конуса

6.4 Побудова ізометрії точок на поверхні циліндра

АксонOMETричне зображення циліндра побудовано в прямокутній ізометрії відповідно ДСТУ ГОСТ 2,317:2014.

Завдання:

- побудувати аксонOMETричне зображення циліндра з наскрізним отвором.

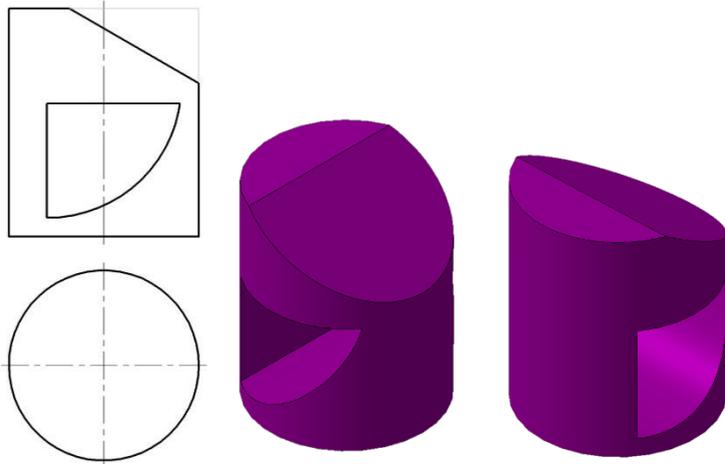


Рисунок 6.35 – Завдання до прикладу «Циліндр з отвором»

На ізометричних осях будується нижня основа циліндра (еліпс). Побудова ізометричної проекції кола (еліпс) приведена на рис. 6.23-6.24. З точки перетину ізометричних осей нижньої основи відкладено висоту циліндра та побудована верхня основа.

Побудова ізометрії точок виконана координатним методом.

Розглянута побудова ізометрії точки I .

Відповідні координати для побудови обрані з ортогональних проекцій креслення. Потім на осі OX відкладена координата x точки I . Через цю точку проведена пряма, паралельна осі OY до перетину з основою циліндра (еліпс). Через отримані точки проведені прямі паралельні осі OZ , на яких відкладена висота, координати z точки I (рис 6.36).

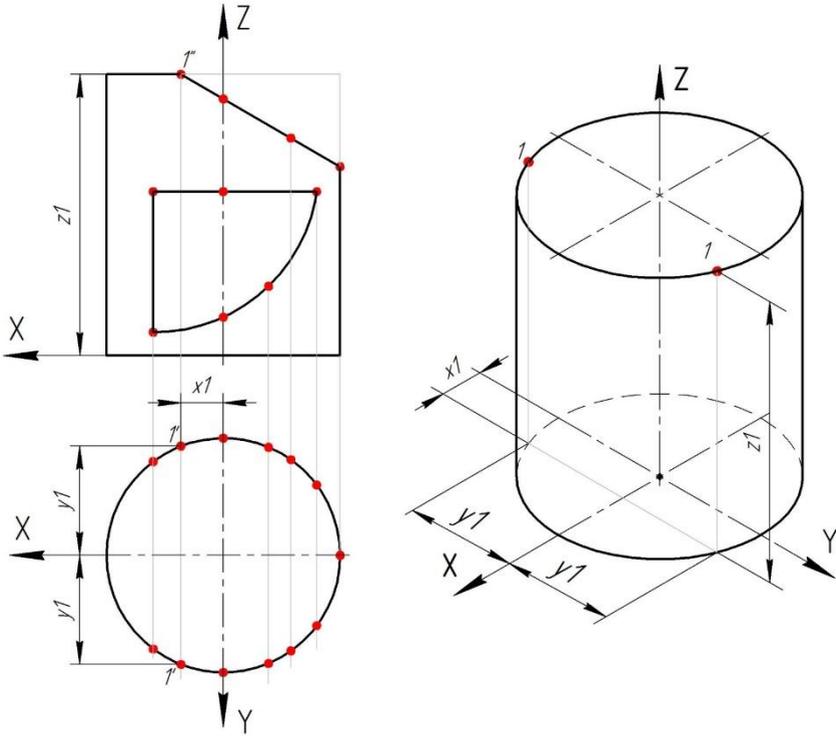


Рисунок 6.36 – Побудова ізометрії точок

Всі інші точки знаходять аналогічно.

Послідовно з'єднують всі отримані ізометричні проєкції точок.

Невидимі лінії отвору циліндра показують штриховою лінією (рис. 6.37).

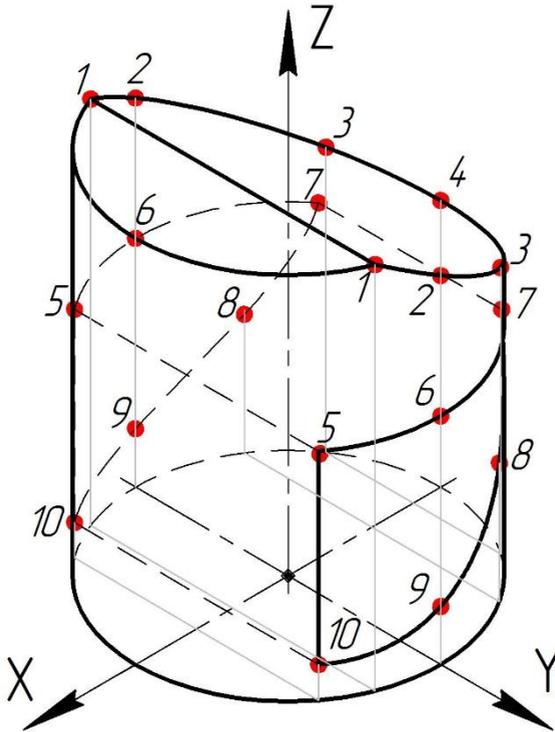


Рисунок 6.37 – Ізометрична проекція циліндра

6.5 Побудова ізометрії точок на поверхні сфери

Завдання:

- побудувати аксонометричне зображення сфери з наскрізним отвором.

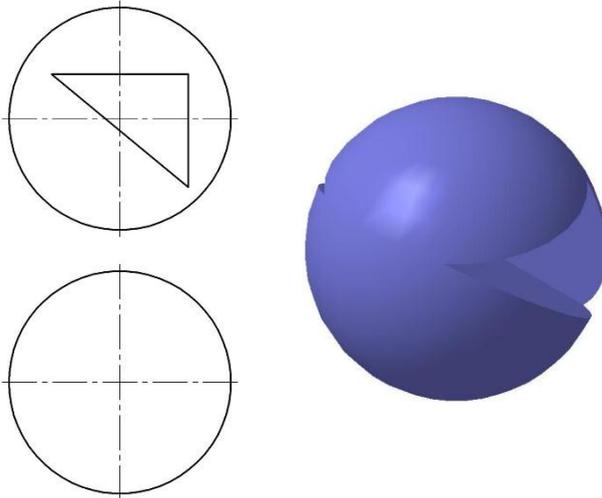


Рисунок 6.38 – Завдання до прикладу «Сфера з отвором»

АксонOMETричне зображення сфери побудовано в прямокутній ізометрії відповідно ДСТУ ГОСТ 2.317:2014.

Сфера в прямокутній ізометрії зображується колом, діаметр якого дорівнює $I,22$ істинного діаметра сфери.

Побудова ізометрії точок виконана координатним методом.

Розглянута побудова ізометрії точки I .

Відповідні координати для побудови обрані з ортогональних проєкцій креслення. На осі OX відкладені координати x точки I . Через отриману точку проведена пряма, паралельна осі OY . На цій прямій відкладена координата y точки I . Через отриману точку проведена пряма паралельна осі OZ , на якій відкладена висота (zI).

Всі інші точки знайдені аналогічно, враховуючи знаки координат z (рис. 6.39).

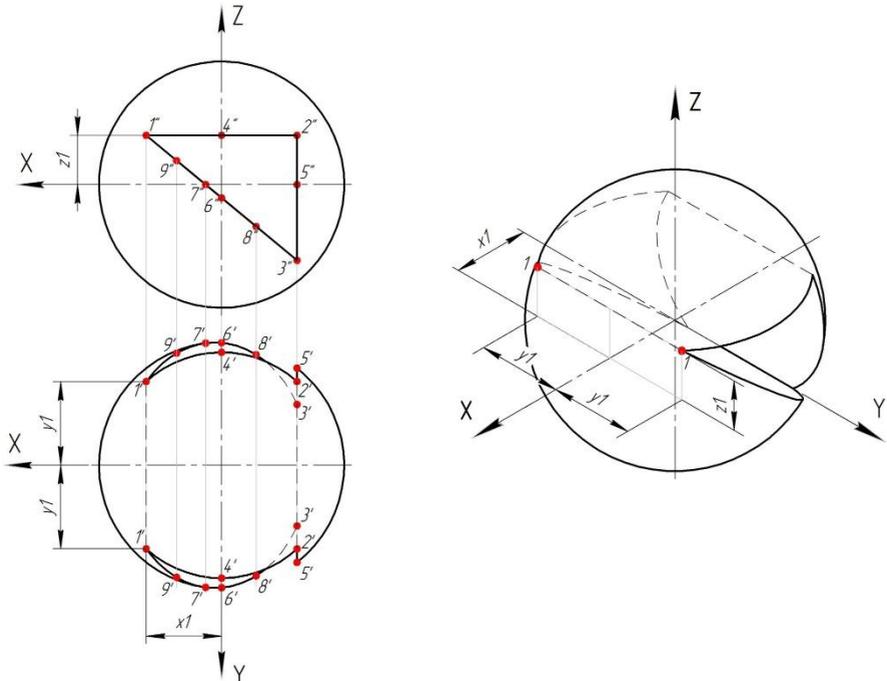


Рисунок 6.39 – Побудова ізометрії точок

Послідовно з'єднані всі отримані ізометричні проєкції точок. Невидимі лінії отвору циліндра показані штриховою лінією (рис 6.40).

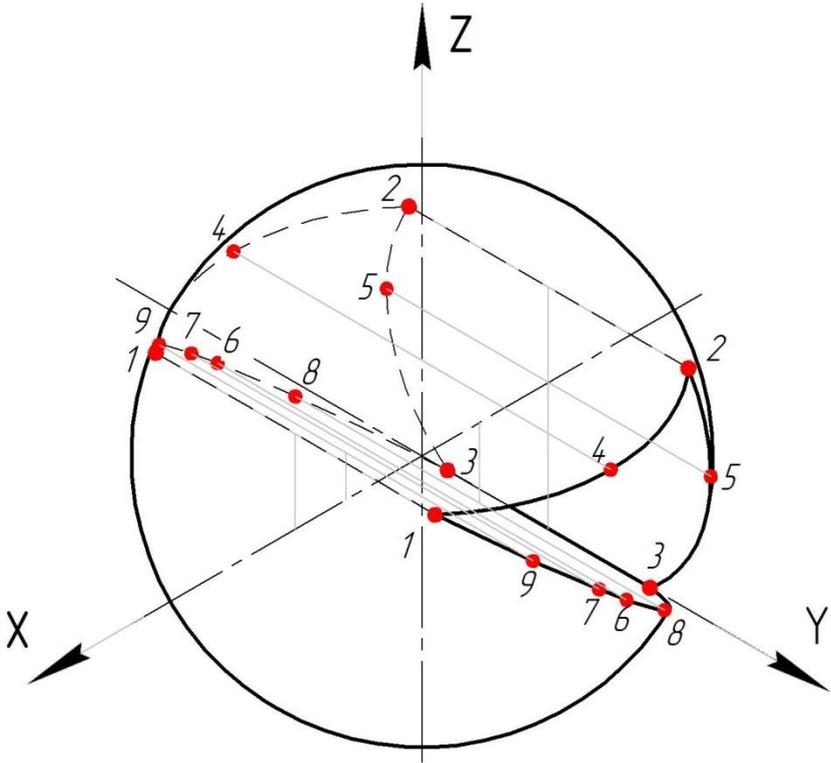


Рисунок 6.40 – Ізометрична проєкція сфери

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Для чого потрібні наочні зображення предметів?
2. Назвіть способи побудови наочних зображень?
3. Що таке аксонометрія?
4. Як одержують аксонометричне креслення?
5. Яку проекцію називають вторинною?
6. Що таке коефіцієнт спотворення в аксонометрії?
7. Які види аксонометрії ви знаєте?
8. Чим характеризується прямокутна ізометрія?
9. Який масштаб зображення в стандартній прямокутній ізометрії?
10. Як побудувати ізометрію кола?
11. Чим характеризується прямокутна диметрія?
12. Який масштаб зображення в стандартній прямокутній диметрії?
13. Як побудувати диметрію кола?
14. Які ви знаєте правила щодо визначення напрямку великої осі еліпса в ізометрії та диметрії?
15. Чому дорівнюють велика і мала еліпса осі в ізометрії та диметрії?

ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Чермних І.О., Нестеренко В.І., Краєвська О.О, Адашевська І.Ю., Сілічев А.В. Основи інженерної графіки з елементами професійного конструювання: підручник. Київ: Кондор, 2020. 240°с.
2. Бовкун С.А., Скоробогата М.В., Корнієнко О.Б. Нарисна геометрія. Поверхні: навч.посіб. Запоріжжя, 2020. 134 с.
3. Лютова О.В., Скоробогата М.В., Бовкун С.А. Вплив технологічних особливостей виготовлення деталей на методику нанесення розмірів: навч.посіб. Запоріжжя, 2018. – 88 с.
4. Бажміна Е.А., Шаломєєв В. А. Практичні роботи з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки. Частина 1: навч. посіб. Запоріжжя, 2016. 66 с.
5. Гавров Є.В. Елементи нарисної геометрії: курс лекцій. Запоріжжя, 2004. 181 с.
6. Антонович Є.А., Василишин Я.В., Фольта О.В. Нарисна геометрія. Практикум: навч. посібник. / під заг. ред. Є.А. Антонович. Львів: Світ, 2004. 528 с.
7. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / під заг. ред. В.Є. Михайленко. Київ: Каравела, 2010. 360 с.
8. Михайленко В.Є., Євстіфєєв М.Ф., Ковальов С.М., Кашенко О.В. Нарисна геометрія: підручник / під заг. ред. В.Є. Михайленко. Київ: Видавничий дом «Слово», 2013. 304 с.
9. Хаскін А.М. Креслення: підручник. Київ: Вища школа, 1976. 436 с.
10. ДСТУ ISO 128-30:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види. Київ, 2006. 8с.
11. ДСТУ ISO 128-34:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних креслениках. Київ, 2007. 17 с.
12. ДСТУ ISO 128-40:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи. Київ, 2007. 11 с.

13. ДСТУ ISO 128-44:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних кресленнях. Київ, 2006. 13 с.

14. ДСТУ ISO 128-50:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів і перерізів. Київ, 2006. 10 с.

15. ДСТУ ISO 129 – 1:2007 «Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи». Київ, 2010. 29 с.