

Тема 7. Аксонометричні проєкції.

План.

1. Суть і основні положення аксонометричного проєктування.
2. Прямокутна ізометрія.
3. Прямокутна симетрія.
4. Умовності і нанесення розмірів в аксонометрії.

1. Суть і основні положення аксонометричного проєктування.

Комплексні ортогональні проєкції, мають перевагу в тому, що вони проєктуються на площини проєкцій до яких вони паралельні в натуральну величину. Тому їх просто виконувати і легко визначати розміри при виготовленні деталі. Проте комплексні креслення не мають достатньої наочності і тому потрібно мати просторову уяву, щоб відтворити справжню форму деталі. Аксонометричні проєкції порівняно мають істотну перевагу в наочності це видно з приведеного рисунка, на якому показано комплексне креслення і аксонометричне зображення кронштейна (рис. 186).

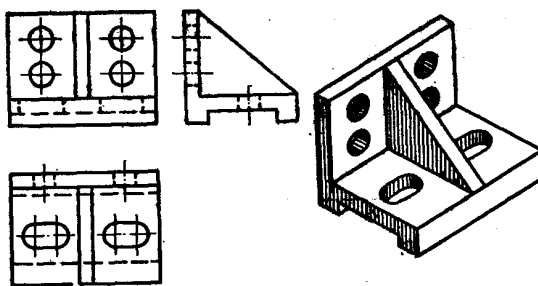


Рис. 186

Слово “аксонометрія” означає вимірювання по осях.

При аксонометричному проєктуванні ми не маємо натурального зображення предмету, тому що осі розташовані під різними кутами і його зображення буде більше або менше від натурального. Для визначення дійсного зображення необхідно визначити коефіцієнт спотворення на даній осі.

Відношення довжини аксонометричної проєкції відрізка координатної осі до довжини самого відрізка цієї осі в натурі називають коефіцієнтом спотворення.

При побудові аксонометричних проєкцій проєктуючі промені можуть бути перпендикулярними або не перпендикулярними до площини аксонометричних проєкцій. У першому випадку вони називаються *прямокутними* аксонометричними проєкціями, а в другому – *косокутними*.

Якщо всі три коефіцієнти спотворення рівні між собою, то така аксонометрія називається *ізометричною* або *ізометрія*. Аксонометрія при двох рівних коефіцієнтах спотворення і третьому, що не дорівнює їм, називається *диметричною* або *диметрія*.

Існують і інші види аксонометричних проєкцій, з якими ви можете ознайомитись в підручнику “Креслення” А. М. Хаскін.

2. Прямокутна ізометрія.

Прямокутну ізометрію, або скорочено, ізометрію, широко використовують у практиці креслення. В ізометричній прямокутній проєкції аксонометричні осі $O'x'$, $O'y'$, $O'z'$ утворюють одна з одною кути 120° , а коефіцієнти спотворення по всіх трьох осях однакові і дорівнюють 0,82. На рис. 187 показано побудову осей прямокутної ізометрії різними методами.

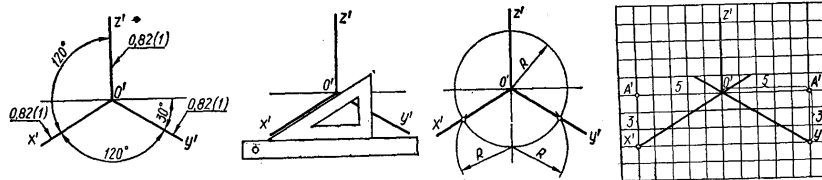


Рис. 187

Так як найпростіша модель або деталь складається з певної кількості плоских геометричних фігур, то ми спочатку навчимося будувати їх аксонометричне зображення.

Побудова ізометричної проєкції багатокутників

Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксонометричної проєкції використовують дві осі залежно від того, якій площині проєкцій фігура паралельна. При паралельності площині Π_1 використовують осі x і y , при паралельності площині Π_2 - x і z , при паралельності площині Π_3 - осі y і z .

Розглянемо побудову в ізометрії правильного шестикутника.

Допустимо, що шестикутник розміщений паралельно площині Π_2 (рис. 104 а, б). Коли плоска фігура має дві взаємно перпендикулярні осі симетрії, то їх доцільно взяти за осі координат. Будуємо осі $O'x'$ і $O'z'$ і відкладаємо по осі $O'x'$ вліво і вправо від точки O' відрізки $O'A' = OA$ і $O'D' = OD$. По осі $O'z'$ угору і вниз від точки O' відкладаємо відрізки $O'1' = O1$ і $O'2' = O2$. Через знайдені точки $1'$ і $2'$ відкладаємо половину довжини сторони шестикутника $1'B' = 1B = 25:2\text{мм}$. Сполучивши побудовані вершини шестикутника дістанемо його ізометричну проєкцію $A'B'C'D'E'F'$. Аналогічним способом, як показано на (рис. 188) будуємо ізометрію цього ж шестикутника, який паралельний площинам проєкцій Π_1 і Π_3 .

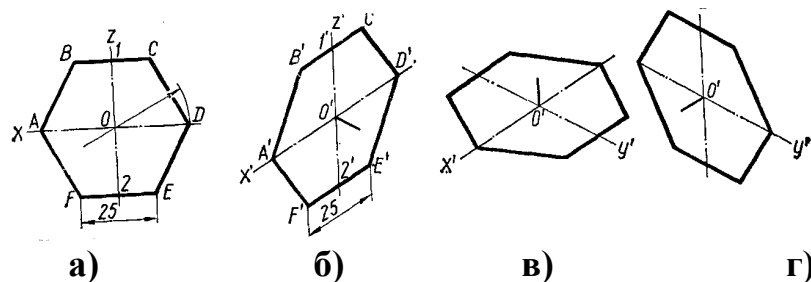


Рис. 188

Побудова ізометричної проєкції кола.

Ізометричними проєкціями кіл, розташованих у площинах проєкцій або в площинах паралельних їм, є еліпси з однаковим співвідношенням осей (рис. 189). Великі осі цих еліпсів дорівнюють $1,22d$, а малі $0,71d$, де d - діаметр зображуваного кола. Напрямок осей еліпсів залежить від положення проєктованого кола. Є таке правило: *в прямокутній аксонометрії велика вісь еліпса завжди перпендикулярна до тієї аксонометричної осі, якої немає в даній площині проєкцій, а мала збігається з цією віссю або паралельна їй.*

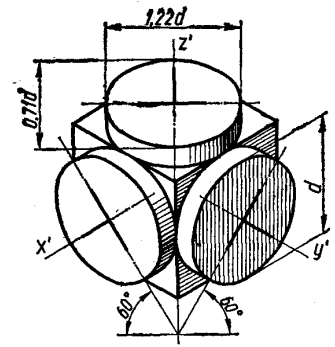


Рис. 189

Наприклад коло лежить у горизонтальній площині проєкцій, проєкується в еліпс, велика вісь якого перпендикулярна до осі $O'z'$, а мала збігається з нею.

В практиці, як правило еліпс замінюється чотирьох центровим овалом, що значно спрощує побудову. Є два способи побудови овалів, що наближено замінюють ізометричну проєкцію кіл.

1-й спосіб (рис. 190 а-в) Будуємо аксонометричні осі $O'x'$ і $O'y'$ і відкладаємо від них від точки O' відрізки, що дорівнюють радіусу заданого кола, тобто 30мм. Через знайдені точки $1' 2' 3' 4'$ проводимо лінії паралельні осям $O'x'$ і $O'y'$, і дістанемо ромб $A'B'C'D'$, який є ізометричною проєкцією квадрата, описаного навколо цього кола. Вершини ромба, які лежать на короткій діагоналі, є центрами для проведення великих дуг овалу. Проводимо велику діагональ ромба $B'D'$ і сполучаємо вершину A' із точками $2'$ і $3'$. Перетин цих ліній з великою діагоналлю ромба визначають два інших центри овалу - O'_1 і O'_2 . Із центрів A' і C' креслимо великі дуги овалу радіусом $R_1=A'2'$, а з центрів O'_1 і O'_2 - малі дуги радіусом $R_2=O'_23'$. На цьому рисунку побудовано ізометричну проєкцію кола, яке лежить у площині проєкцій Π_1 .

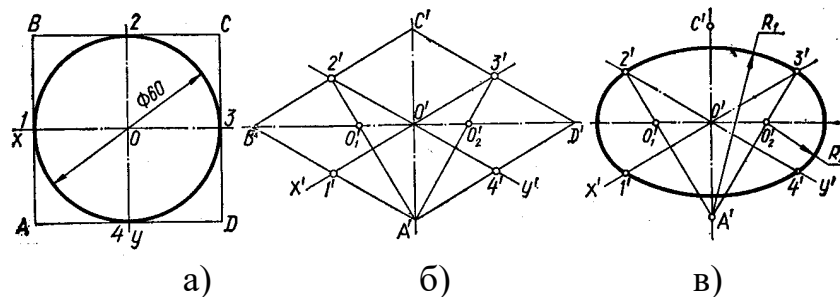


Рис. 190

На рис. 191 а - цим способом побудовано ізометричну проєкцію кола, яке лежить у площині Π_2 , а на рис. 191 б - у площині Π_3 .

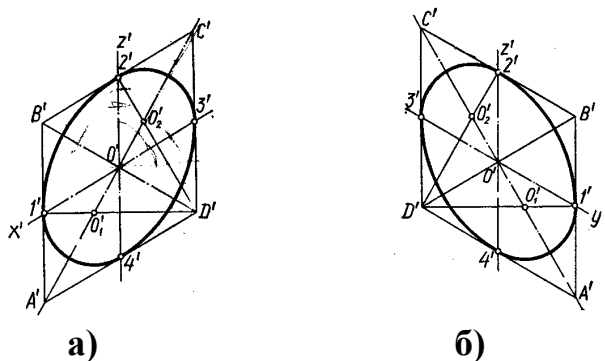


Рис. 191

2-й спосіб полягає в тому, що ми спочатку вираховуємо довжину великої і малої осі овалу будуюмо два кола діаметром АВ (велика вісь) і CD (мала вісь), а потім знаходимо центри і точки спряжень, проводимо побудову (рис. 192).

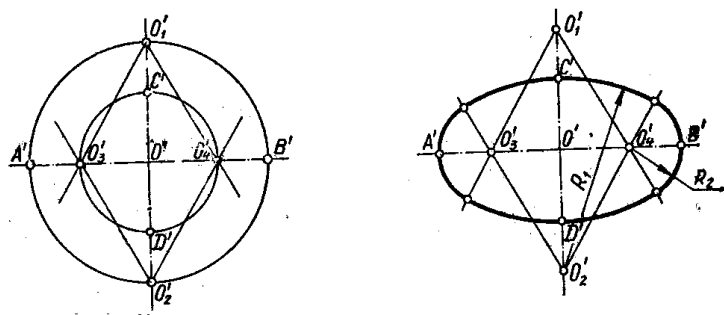


Рис. 192

Побудова ізометричних проєкцій геометричних тіл і деталей.

При побудові ізометричних проєкцій геометричних тіл, геометричне тіло умовно розбивають на плоскі геометричні фігури і проводять їх побудову. А побудову ізометричних проєкцій деталей проводять за принципом розбивки деталі на прості геометричні тіла (рис. 193) і проводять їх побудову.

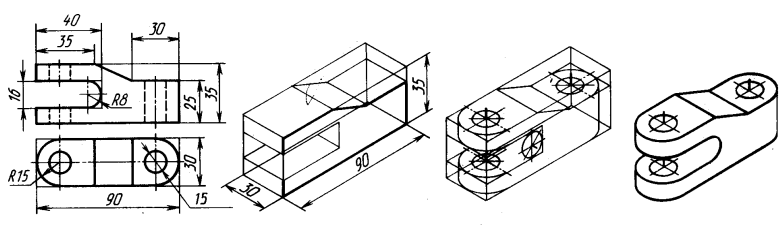


Рис. 193

Для виявлення внутрішньої будови деталі застосовують виріз її 1/4 частини. Розрізи в аксонометричних проєкціях можна будувати двома способами.

Перший спосіб. Спочатку будують в тонких лініях аксонометричну проєкцію, а потім виконують виріз, направляючи дві січні площини по осях x і y (рис. 194), витирають частину

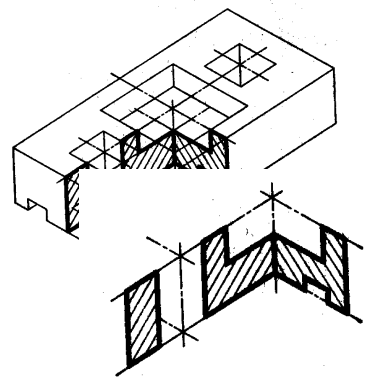


Рис. 195

зображення, після чого заштриховують розріз і наводять зображення основною суцільною лінією.

Другий спосіб. Спочатку будують аксонометричні проєкції фігур перерізу, а потім докреслюють частини зображення предмета, які розташовані за січними площинами (рис. 195).

Другий спосіб спрощує і звільняє креслення від лишніх ліній побудови.

Лінії штриховки перерізу в аксонометричних проєкціях наносять під кутом 60° до горизонтальної прямої або паралельно їй.

3. Прямокутна диметрія.

Прямокутною диметрією називається аксонометрична проєкція з однаковими показниками спотворення по двох осях.

За ГОСТом у кресленні застосовують прямокутну диметрію, в якій вісь $O'z'$ розміщена вертикально, вісь $O'x'$ нахилена під кутом $7^\circ 10'$, а вісь $O'y'$ - під кутом $41^\circ 25'$ до горизонтального напрямку. Коефіцієнт спотворення по осях x' і z' дорівнює 0,94, а по осі y' - 0,47. За стандартом застосовують так звану збільшену диметрію з коефіцієнтами $p = r = 1$ і $q = 0,5$, тобто по осях x' і z' або по напрямках, їм паралельних, відкладають справжні розміри, а по осі y' розміри скорочують удвоє. Величина зображення при цьому дорівнює $1/0,94 \approx 1,06$.

Для побудови осей диметрії використовують два способи:

1-й спосіб. За допомогою транспортира або відкладанням однакових відрізків по горизонтальних і вертикальних прямих (рис. 196).

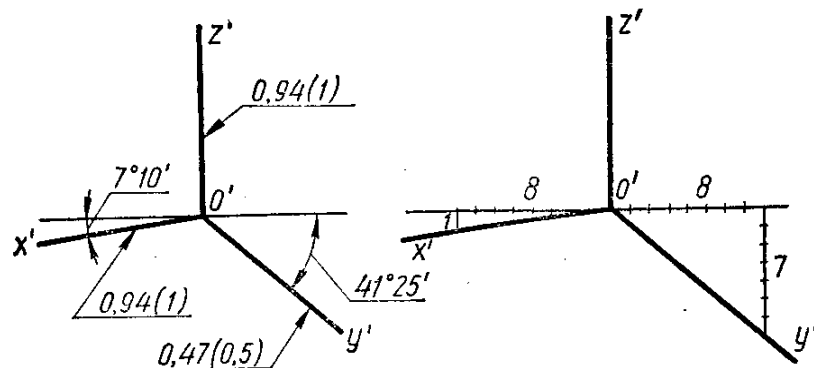


Рис. 196

2-й спосіб. За допомогою циркуля (рис. 197), відкладаємо на вертикалі від точки O' у гору два відрізки однакової довжини, а вниз - один такий відрізок. З точки O' радіусом $R_1 = O'A'$ проводимо дугу кола до перетину в точці B' з дугою, переведемо з центра A' радіусом $R_2 = A'D'$. Пряма $O'B'$ - це напрям аксонометричної осі x' . Третю дугу радіусом $R_3 = B'A'$ проводимо з центра B' до

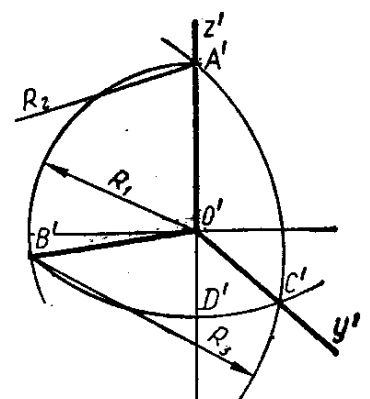


Рис. 197

перетину з дугою радіуса R_2 в точці C' . Пряма $O' C'$ - пряма осі y' диметрії.

Побудова диметричних проєкцій багатокутників.

Побудова диметричних проєкцій багатокутників, які показані на рис. 198, проводиться так само, як і в ізометрії тільки розміри по осі y' зменшуються в два рази.

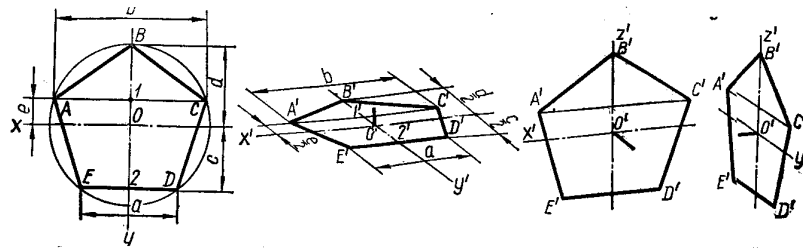


Рис. 198

Побудова кола в диметрії.

Диметричною проєкцією кіла є еліпс, який на практиці замінюється в чотирьох центровий овал. Велика вісь цих овалів у всі площинах проєкцій є однакою, вона дорівнює $1,06d$. Величина малої осі є різна для площин Π_1 і Π_3 вона становить $0,35d$, а для площини Π_2 $0,95d$. Правило розташування цих осей таке, як і в ізометрії (рис. 199).

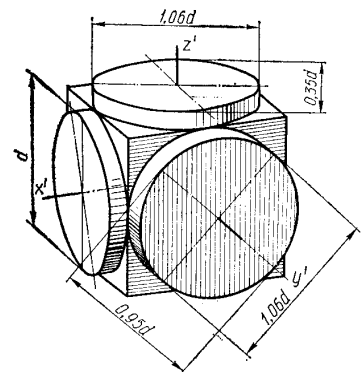


Рис. 199

Розглянемо побудову овалу, що замінює проєкцію кола, розміщеного в площинах Π_1 і Π_3 (рис. 200). Через точку O - початок аксонометричних осей - проводимо дві взаємно перпендикулярні прямі і відкладаємо на горизонтальній прямій величину великої осі $A'B' = 1,06d$, а на вертикальній - величину малої осі $C'D' = 0,35d$. З центра O будуємо коло заданого діаметра, з цього центра вгору і вниз відкладаємо величину діаметра кола і отримуємо точки O_1 і O_2 - центри для радіуса великої дуги $R_1=O_1D$, $R_2=O_2C$. Будуємо ці дуги до перетину з колом в цих місцях отримуємо точки n . Центри O_1 і O_2 з'єднуємо з точкою n і на великій осі AB отримуємо центри O_3 O_4 з цих центрів радіусом $R_1 = O_3 n$ і $R=O_4 n$, проводимо малу дугу овалу.

1. У чому перевага аксонометричних проєкцій порівняно з комплексними?
2. Як класифікуються аксонометричні проєкції?
3. Способи побудови осей прямокутної ізометрії.
4. Способи побудови осей прямокутної диметрії.
5. Правило розташування великої і малої осі овалу в аксонометричних проєкціях.
6. Як зображується різьба в аксонометричних проєкціях?

Тема 8. Поверхні та тіла.

План.

1. Загальні положення.
2. Призма.
3. Піраміда.
4. Циліндр.
5. Конус.
6. Куля (сфера).

1. Загальні положення.

Щоб накреслити складну технічну деталь, треба навчитись будувати проєкції простих геометричних тіл, з яких складаються деталі – призми, циліндрів, конусів тощо.

Зобразити і прочитати креслення геометричного тіла означає:

1. Вміти за розмірами побудувати його проєкції.
2. Вміти визначити ребра, грані, вершини, твірні тощо.
3. Проаналізувати їх розташування відносно площин проєкцій.
4. Показати видимі і не видимі його елементи на кожній із проєкцій.
5. Знаходити проєкції точок, що лежать на поверхні тіла.
6. Проставляти розміри.

2. Призма.

Призмою називається многогранник, що утворюється перерізом призматичної поверхні двома паралельними площинами.

Основні елементи призми зображені на рис. 202.

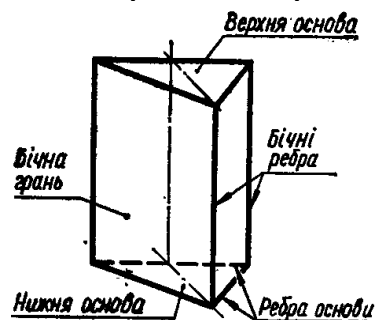


Рис. 202

Призми бувають правильні, якщо в основі лежить правильний багатокутник і не правильні, якщо в основі лежить неправильний багатокутник.

Призма називається прямою, ребра якої перпендикулярні до основи (рис.203 б, в) і похила, коли вони не перпендикулярні (рис. 203 а).

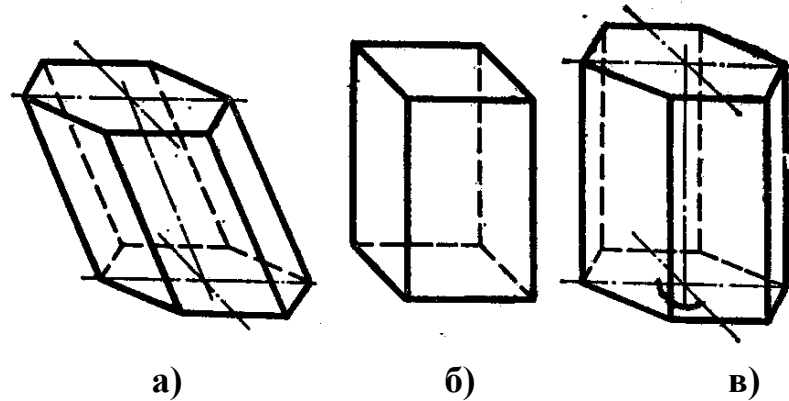


Рис. 203

Побудова проєкцій призми на комплексному кресленні (рис. 204).

Треба побудувати три проєкції правильної трикутної призми, що стоїть на площині Π_1 , основа вписана в коло діаметром 50 мм, висота 48мм.

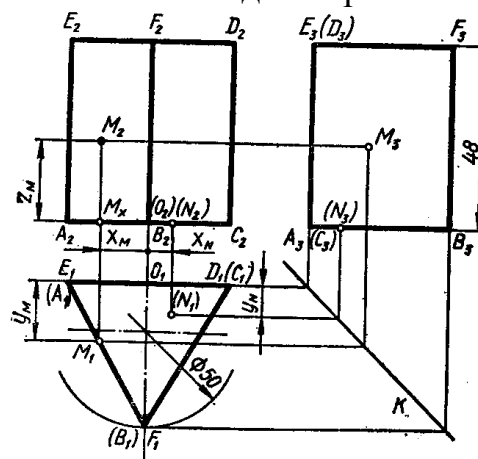


Рис. 204

На площину Π_1 призма проєктується рівностороннім трикутником, який є проєкцією нижньої і верхньої основи. Сторони трикутника є проєкціями бічних граней.

На площину Π_2 призма проєктується у вигляді прямокутника, величина якого дорівнює грані паралельній площині Π_2 , а висота 48 мм (з умови). Переднє ребро проєктується в пряму лінію, яка ділить прямокутник на дві рівні частини.

На площину Π_3 призма проєктується у вигляді прямокутника. Величина якого буде меншою за натуральну величину бічної грані призми. Профільна проєкція призми побудована за допомогою постійної лінії К.

Визначення проєкцій точок, що лежать на поверхнях призми.

На рис. 204 задано проєкцію M_2 точки, яка лежить на лівій бічній грані призми. Ця грань перпендикулярна до площини Π_1 і проєктується на неї відрізком $A_1 B_1$. Отже горизонтальна проєкція M_1 точки лежить на цьому

відрізку. Проекцію M_3 знайдено за допомогою постійної лінії K . На цьому самому рисунку побудовано фронтальну проекцію невидимої точки N , яка лежить на нижній основі призми. Побудова зрозуміла з креслення.

Побудова аксонометричного зображення призми:

1. Проводять осі прямокутної диметрії і будують зображення нижньої основи призми (рис. 205 а). Відкладають по осі x відрізки $O'A'$ і $O'C'$, що дорівнюють відповідно O_1A_1 і O_1C_1 по осі y відкладають половину висоти основи дістають вершину B' . Сполучаючи точки A', B', C' , дістають зображення нижньої основи.
2. З вершин основи проводять прямі паралельні осі z (рис. 205 б) і відкладають на них відрізки, що дорівнюють висоті призми.
3. З'єднавши ці точки отримаємо верхню основу і аксонометричне зображення призми (рис. 205 в)

На аксонометричне зображення переносять зображення точок M і N . Роблять це способом координат. Цю побудову чітко видно з рис. 205 в.

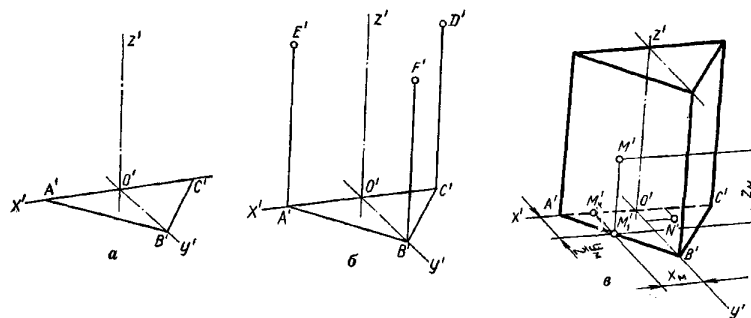


Рис. 205

3. Піраміда.

Пірамідою називається многогранник одна грань якого (основа) є многокутник, а бічні грані – трикутники, що мають спільну точку – вершину пірамідам іди.

Основні елементи піраміди показані на рис. 206.

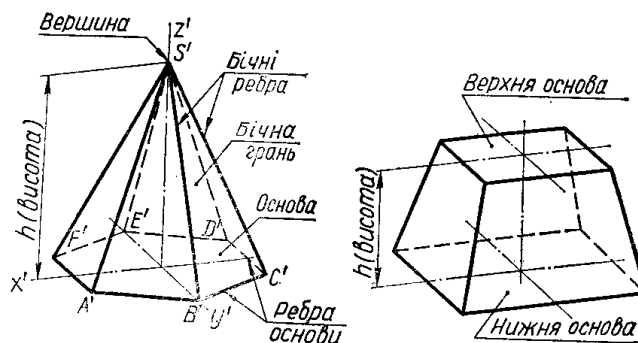


Рис. 206

Побудова проєкцій піраміди на комплексному кресленні.

Треба побудувати три проєкції піраміди, в основі якої лежить прямокутник із сторонами 32 мм, 54 мм і висотою 50 мм (рис. 207).

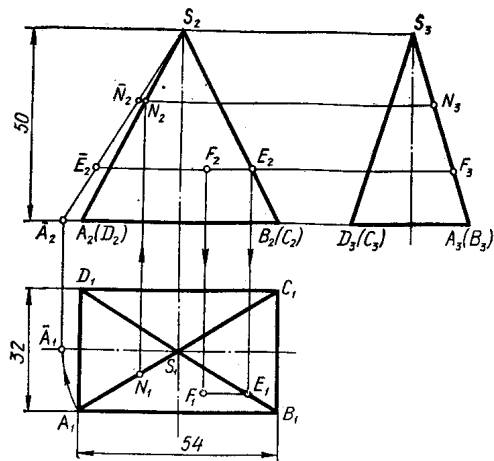


Рис. 207

Горизонтальна проекція піраміди є прямокутником, поділеним діагоналями на трикутники. За формою і розмірами цей прямокутник дорівнює основі піраміди. Трикутники є проекціями бічних граней піраміди. Трикутник $A_2S_2B_2$ є проекцією передньої видимої грані піраміди. На площині Π_3 піраміда зображується також трикутником з основою 32 мм і висотою 50 мм. Трикутник $D_3S_3A_3$ є проекцією лівої бічної грані.

Визначення проекцій точок, що лежать на поверхні піраміди.

На рис. 207 задано горизонтальну проекцію N_1 точки, яка лежить на ребрі AS . Виходячи з умови, що точка лежить на прямій, коли її проекції лежать на однойменних проекціях цієї прямої, проводять вертикальну і горизонтальну лінії зв'язку і знаходять фронтальну N_2 і профільну N_3 проекції.

Задано також фронтальну проекцію F_2 точки, яка лежить на передній грані ASB . Горизонтальну проекцію F_1 можна знайти двома способами. Перший полягає в тому, що використовують збиральні властивості грані ASB . На площині Π_3 ця грань зобразиться відрізком A_3S_3 . Провівши з F_2 лінію зв'язку, знаходять профільну проекцію F_3 і за двома проекціями визначають горизонтальну проекцію F_1 . При другому способі через задану точку в площині грані ASB проводять допоміжну пряму (рис.207). Фронтальна проекція F_2E_2 цієї прямої проведена паралельно A_2B_2 , тому й горизонтальна її проекція F_1E_1 піде паралельно A_1B_1 . Опустивши з F_2 лінію зв'язку до перетину з E_1F_1 , знаходять горизонтальну проекцію F_1 точки F .

Побудова аксонометричного зображення піраміди.

На рис. 208 піраміду побудовано в прямокутній диметрії. Проводять аксонометричні осі x, y, z . Побудову починають з основи піраміди, відкладаючи по осі x довжину прямокутника, тобто 54 мм, а по осі y – половину ширини прямокутника, тобто 16 мм. Основа піраміди зобразиться у вигляді паралелограма. З точки O по осі z відкладають висоту піраміди (50 мм) і знайдену проекцію S

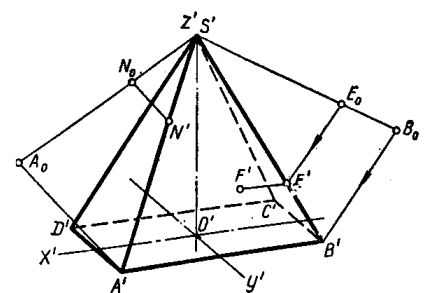


Рис. 208

вершини сполучають з вершинами А, В, С, D, основи. Невидимі ребра наводять штриховою лінією. Для зображення в диметрії точок N і F використовують правило пропорційного ділення відрізка. З точки S' під довільним кутом проводять, пряму, на якій відкладають відповідно відрізки $S'N_0 = S_2N_2$ і $N_0A_0 = N_2A_2$. Точку A_0 сполучають з A' , а з точки N_0 проводять пряму N_0N' , паралельну A_0A' . Точка N' шукана проекція точки. Аналогічно знаходять точку E' . З точки E' проводять пряму $E'F'$ паралельну $A'B'$ і відкладають відрізок $E'F' = E_1F_1$.

4. Циліндр.

Циліндром називається тіло, обмежене циліндричною поверхнею і двома паралельними площинами (основами).

Основні елементи циліндра показані на рис. 209.

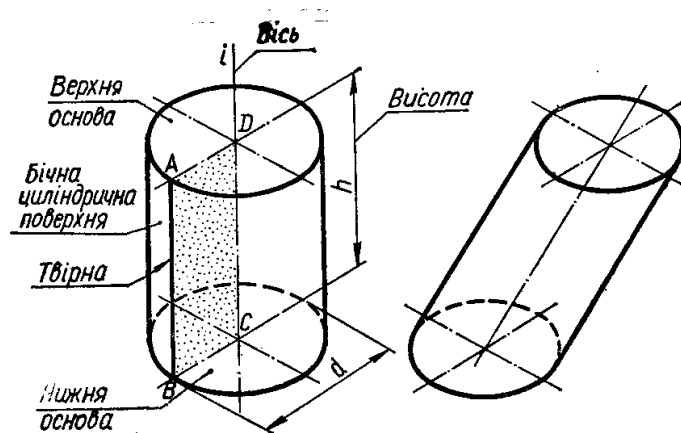


Рис. 209

Побудова проєкцій циліндра на комплексному кресленні.

Треба побудувати проєкції прямого кругового циліндра, діаметр основи якого дорівнює 40 мм, а висота 50 мм. Вісь циліндра перпендикулярна до площини Π_1 (рис. 210).

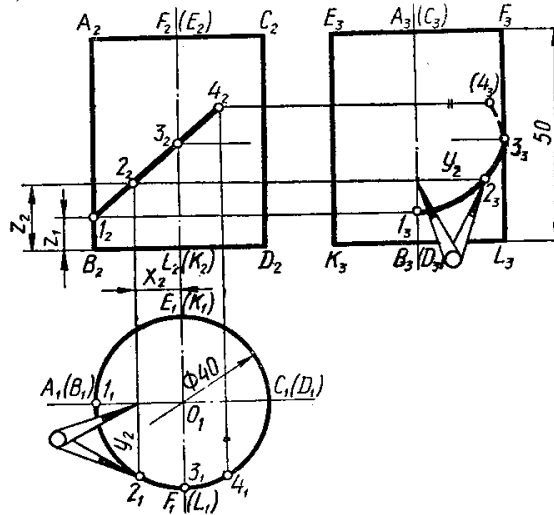


Рис. 210

На горизонтальну площину циліндр проєкується у вигляді круга діаметром 40 мм, на площини Π_2 і Π_3 – у вигляді прямокутників, висота яких дорівнює висоті циліндра (50 мм), а ширина – діаметру основи (40 мм).

Знаходження проєкцій точок, що лежать на поверхні циліндра.

Замість однієї точки побудуємо проєкцію лінії, що лежить на бічній поверхні циліндра. Беремо на цій лінії ряд точок (рис.210). Характерними є крайні точки 1, 4 і точки 1, 3, що лежать на обрисних твірних. Точка 2 – проміжна, або випадкова. Горизонтальні проєкції всіх цих точок збігаються з проєкцією поверхні циліндра (з колом), що обмежує основу циліндра. Координатним способом знаходять профільні проєкції цих точок і сполучають їх плавною кривою. Частина кривої $3_3 4_3$ буде не видимою, бо вона лежить на не видимій половині циліндра – за обрисною твірною.

Побудова аксонометричного зображення циліндра.

На рис. 211 циліндр зображено в прямокутній ізометрії. Проводять аксонометричні осі x, y, z і будують зображення нижньої основи циліндра. Коло проєкується в еліпс, який замінюється овалом. З точки O по осі z відкладають висоту циліндра і будують верхню основу циліндра. Проводять дотичні до кінців великих осей овалів і дістають зображення циліндра в ізометрії. Побудову проєкцій точок на аксонометричному зображенні проводять, відкладаючи координату x до перетину з овалом нижньої основи і координату z . З'єднуємо точки плавною кривою.

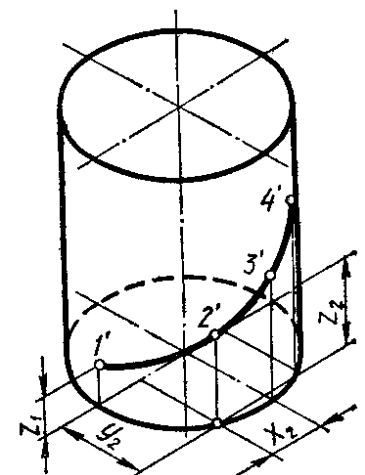


Рис. 211