

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Кафедра дизайну

КРЕСЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВА

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
освітньо-професійної програми **В2.02 «Промисловий дизайн»**
галузь знань **В «Культура та мистецтво»**
спеціальності **В2 «Дизайн»**
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026



УДК 512.2

3-12

До друку

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій Луцького НТУ

Директор бібліотеки _____ С.С. БАКУМЕНКО

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою факультету будівництва, архітектури та дизайну ЛНТУ,
протокол № ___ від «___» _____ 2026 р.

Голова вченої ради КІМК _____ Д.К. АВРАМЕНКО

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри дизайну Луцького НТУ,
протокол № ___ від «___» _____ 2026 р.

Завідувач кафедри Д _____ Н.В. СКЛЯРЕНКО

Укладачі: _____ І.П. ГОЛОВАЧУК, кандидат технічних наук,
доцент кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ.

Рецензент: _____ І.Н. БУРЧАК, кандидат технічних наук, доц.
кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ.

Відповідальний за випуск: _____ Ю.В. КЛЯК, старший викладач
кафедри дизайну ЛНТУ.

3-12

Технічне креслення та перспектива [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми **В2.02 «Промисловий дизайн»** галузі знань **В «Культура та мистецтво»** спеціальності **В2 «Дизайн»** денної та заочної форм навчання/ уклад. І.П. ГОЛОВАЧУК – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 66 с.

Конспект лекцій складений відповідно до діючої програми курсу «Креслення та перспектива» й містить основний теоретичний матеріал

© І.П.ГОЛОВАЧУК

Зміст

Вступ.....	4
Лекція №1.....	5
Лекція №2.....	10
Лекція №3.....	15
Лекція №4.....	19
Лекція №5.....	26
Лекція №6.....	29
Лекція №7.....	32
Лекція №8.....	36
Лекція №9.....	41
Лекція №10.....	48
Лекція №11.....	51
Лекція №12.....	57
Список літератури.....	65

Вступ

Конспект лекцій містить відомості про створення тривимірних об'єктів та сцен, способи нанесення тіней й може бути використаний здобувачами першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми В2.02 "Промисловий дизайн" галузі знань В «Культура та мистецтво» спеціальності В2 «Дизайн» денної та заочної форм навчання для опанування курсу «Креслення та перспектива».

Лекція 1
**ПРЯМОКУТНІ ПРОЕКЦІЇ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ
ТІЛ**

План

1. Історичні відомості.
2. Предмет і задачі інженерної графіки.
3. Методи проєціювання та основні їх властивості.
4. Епюр Монжа.

1. Історичні відомості.

Історія розвитку людського суспільства нерозривно пов'язана з розвитком мистецтва графічного зображення, яке розвивалось й удосконалювалось одночасно з розвитком живопису, архітектури, мореплавства, кораблебудування і т.п.

До перших відомих робіт із геометрії відносять роботи Піфагора (530-510 р. до н.е.), Демокріта (460-370 р. до н.е.) і Платона (428-348 р. до н.е.).

Спираючись на праці своїх попередників, Евклід (365-300 р. до н.е.) у своїх 13 книгах «Початки» створив завершену геометричну систему, яка використовується і в теперішній час.

Французький учений Г.Монж (1746-1818 рр.) уперше систематизував і узагальнив практичні й теоретичні пошуки в галузі зображень просторових форм на площині і дав перший виклад методу виконання креслення у своїй роботі «Нарисна геометрія», яка була видана в 1798 р.

Дані археологічних розкопок, старовинні рукописні книги (їх ілюстрації) та історичні пам'ятники свідчать про самостійність розвитку мистецтва графічних зображень у Київській Русі. Правила будівництва були викладені в "Будівельному статуті" та в Руській Правді (1020 р.) Ярослава Мудрого. Там же були наведені зображення, побудовані за проєкційним принципом.

Професор І.І.Котов (1909-1976 рр.) першим застосував апарат нарисної геометрії до розв'язування прикладних задач у різних галузях техніки. Він розробив також основні принципи застосування ЕОМ у курсі нарисної геометрії, заснувавши московський семінар "Кібернетика графіки".

2. Предмет і задачі інженерної графіки

Навчальна дисципліна "Інженерна та комп'ютерна графіка" включає в себе такі два розділи: "Нарисна геометрія", "Технічне креслення" та "Комп'ютерну графіку".

Нарисна геометрія – це наукова дисципліна, яка вивчає способи побудови точного зображення просторових форм на площині, розглядає

графічні методи розв'язання геометричних задач і розкриває геометричні властивості просторових форм. Такі зображення прийнято називати кресленням.

За допомогою креслення можна передати свої думки, ідеї та уявлення як про існуючі просторові форми, так і про нові, які виникають у процесі творчої праці інженера.

Основні правила та методи побудови зображень і вивчає нарисна геометрія.

Предметом нарисної геометрії є розробка методів побудови та читання креслень, способів розв'язування за допомогою креслень геометричних задач, методів геометричного моделювання, тобто створення проєкцій предмета, який відповідав би наперед заданим геометричним та іншим вимогам, а також побудова зображень предметів та об'єктів деякої конкретної галузі інженерної діяльності.

Тому метою предмету нарисної геометрії є:

- розвиток просторової уяви;
- розвиток здібностей до аналізу та синтезу просторових форм;
- вироблення навиків, необхідних для виконання та читання технічних креслень;
- знайомство з засобами механізації та автоматизації графічних робіт.

Комп'ютеризація всіх форм діяльності, зокрема широке застосування ЕОМ та графопобудовувачів, показала принципову можливість виконання креслень і графічних побудов за допомогою електронних апаратів.

3. Методи проєціювання та основні їх властивості

В основу методу нарисної геометрії покладений метод проєкцій, який дозволяє отримувати відображення просторових фігур на площині або поверхні. Згідно з цим методом будь-якій точці тривимірного простору ставиться у відповідність точка двовимірного простору (площини). Для процесу проєціювання характерні наступні атрибути S – центр проєціювання, Π_i – площина (поле) проєкцій, об'єкт проєціювання та його проєкція на поле Π_i .

Метод проєкцій включає два випадки:

центральне та паралельне проєціювання.

При центральному проєціюванні проєціюючі промені виходять з однієї точки – центра проєціювання S , який знаходиться на визначеній (заданій) відстані від площини проєкцій Π_i .

Для побудови центральної проєкції $A;B_i$ відрізка AB необхідно побудувати проєкції його крайніх точок та з'єднати їх прямою лінією (рис.1.1). При центральному проєціюванні кривої лінії проєціюючі промені утворюють в просторі конічну поверхню, тому цей вид проєціювання має й іншу назву – конічне проєціювання.

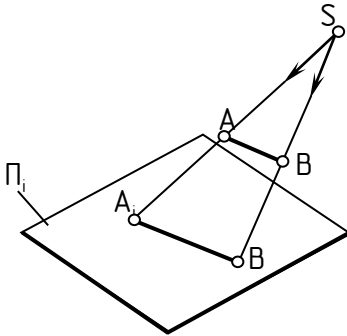


Рис.1.1. Центральне проєціювання

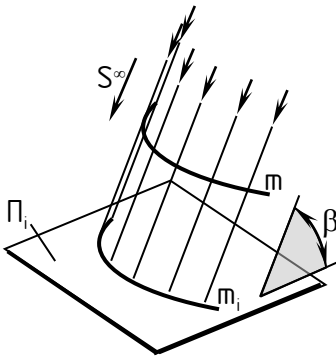


Рис.1.2. Паралельне проєціювання

Однією з особливостей центрального проєціювання є його достатня наочність, оскільки воно відповідає природному зоровому сприйняттю людиною навколишніх предметів, і тому найбільш широке застосування цей вид проєціювання одержав при виконанні перспективних зображень в архітектурі.

Основний його недолік – складність у визначенні дійсних розмірів предмета за його зображенням.

Паралельне проєціювання можна розглядати як частковий випадок центрального, коли центр проєціювання S знаходиться в нескінченності. При цьому проєціюючі промені паралельні між собою (рис.1.2), і тому інша назва цього виду проєціювання – циліндричне проєціювання. При паралельному проєціюванні проєціюючі промені знаходяться під деяким кутом β до площини проєкцій Π_i . Залежно від значення кута β паралельне проєціювання може бути косокутнім ($\beta \neq 90^\circ$) або прямокутним ($\beta = 90^\circ$).

Розглянуті методи проєціювання на одну площину проєкцій дають можливість розв'язувати *пряму задачу*: маючи предмет, знайти його проєкцію. Але вони не дозволяють розв'язати *обернену задачу*: маючи проєкцію, визначити форму та розміри предмета. Наприклад, маючи проєкцію A_i (рис.1.1), не можна визначити положення самої точки A в просторі, оскільки невідома її відстань від площини проєкцій Π_i .

Наявність лише однієї проєкції створює невизначеність зображення. Такі зображення повинні містити додаткові дані, щоб за ними можна було визначити оригінал.

Прямокутні проєкції знайшли найбільш широке застосування

при виконанні технічних креслень, тому що в цьому випадку забезпечується простота графічних побудов і висока точність вимірів.

Основний недолік цього методу – недостатня наочність зображення: для того щоб “побачити” (уявити) предмет, необхідно подумки поєднати його наявні “плоскі” зображення.

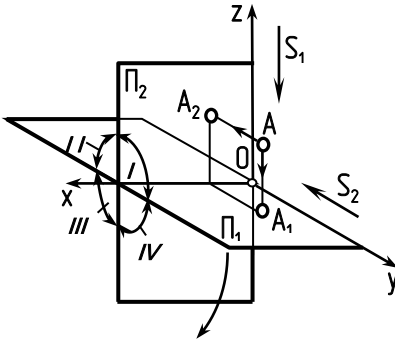


Рис.1.3. Проекціювання точки на дві взаємно перпендикулярні площини

Відповідно площина Π_1 називається горизонтальною площиною проєкцій, а Π_2 – фронтальною площиною проєкцій.

При двох напрямках проєціювання, що прийняті в системі прямокутних проєкцій, довільна точка A зображується парою точок (A_1 – горизонтальна проєкція, A_2 – фронтальна проєкція). Незавжно помітити, що точка простору віддалена від площин проєкцій Π_1 та Π_2 на відстань від осі відповідно до її фронтальної та горизонтальної проєкцій. Креслення, що містить проєкції на двох полях проєкцій, позиційно повне та метрично визначене. Однак, завдяки тривимірності просторової фігури, а також у зв’язку з тим, що по двох зображеннях не завжди просто визначити конструкцію складного об’єкта, його комплексне креслення стає зрозумілішим, коли крім двох основних проєкцій дано ще проєкцію на третю площину. В ролі третьої площини (поля проєкцій) найчастіше вибирають профільну площину проєкцій Π_3 , перпендикулярну до Π_1 та Π_2 (рис.1.4), тому третя проєкція точки A_3 називається профільною. Така модель називається трьохплощинною.

4. *Еюр Монжа*. При побудові комплексного креслення або **епюра Монжа** з трьох прямокутних проєкцій площину Π_2 приймають нерухомою, а площини Π_1 та Π_3 суміщають з нею обертанням навколо осей x та z .

Площини (поля) проєкцій Π_1 , Π_2 та Π_3 , перетинаючись по трьох лініях, задають просторову декартову систему координат (рис.1.4). Точка

Метод прямокутних проєкцій ґрунтується на тому, що предмет за допомогою ортогонального (прямокутного) проєціювання одночасно зображають на декількох взаємоперпендикулярних площинах проєкцій, приєднаних до просторової прямокутної системи координат.

Розглянемо дві взаємно-перпендикулярні площини, які ділять простір на 4 частини, що називаються чвертями або квадрантами (рис.1.3). Така модель називається двохплощинною.

O є початком координат, вісь x - віссю абсцис, вісь y - віссю ординат та вісь z - віссю аплікату. Неважко помітити, що проєкції A_1 та A_2 лежать на одній вертикальній лінії, а проєкції A_2 та A_3 - на одній горизонтальній

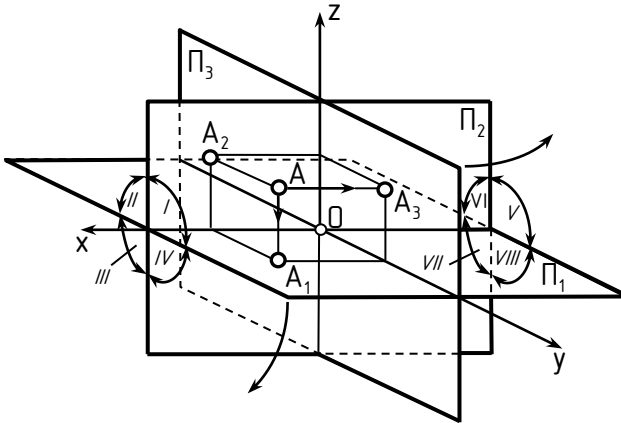


Рис.1.4. Проєціювання точки на взаємно-перпендикулярні площини Π_1, Π_2, Π_3

лінії, які називаються лініями зв'язку.

Розгорнемо просторову декартову систему координат таким чином, щоб площини Π_1 та Π_2 сумістилися з площиною Π_2 (рис.1.5).

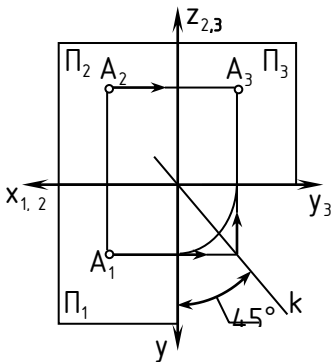


Рис.1.5. Епюр Монжа

Побудуємо бісектрису k кута $y(-z), O, y(-x)$ та зобразимо проєкції точки A в площинах Π_1, Π_2 і Π_3 . Ламана лінія зв'язку, яка з'єднає проєкції A_1 та A_3 складається з двох відрізків (горизонтального та вертикального) з вершиною на бісектрисі кута $y(-z), O, y(-x)$. Частину цієї ламаної інколи замінюють дугою кола. Таким чином, між горизонтальною та профільною проєкціями існує ламана горизонтально-вертикальна лінія зв'язку. Бісектрису k , що є множиною вершин цих ламаних ліній, називають постійною прямою комплексного креслення.

Лекція 2 БАГАТОГРАННІ ПОВЕРХНІ, ЇХ ПЕРЕТИН

План

1. Багатогранники. Зображення багатогранників.
2. Взаємний перетин багатогранних поверхонь.
3. Просторові криві лінії.
4. Криві поверхні. Способи їх утворення.

1. Багатогранники. Зображення багатогранників

Серед багатогранників найбільше поширення мають піраміди та призми.

Пірамідою називають багатогранник, у якого всі грані, крім однієї, мають спільну вершину, що є вершиною піраміди (рис.2.1).

Призма – це багатогранник, обмежений призматичною поверхнею та двома паралельними площинами, в яких лежать основи призми, грані призматичної поверхні називаються гранями призми (рис.2.2). Якщо ребра призми перпендикулярні до її основи, призму називають прямою, коли ця умова не дотримується – похилою.

Призматомом називають багатогранник, всі бічні грані якого – трикутники або трапеції. Основи призматоїда найчастіше паралельні одна одній та є довільними багатокутниками. На рис. 2.2, б показано призматом, нижньою та верхньою основою якого є квадрати.

3. Взаємний перетин багатогранних поверхонь

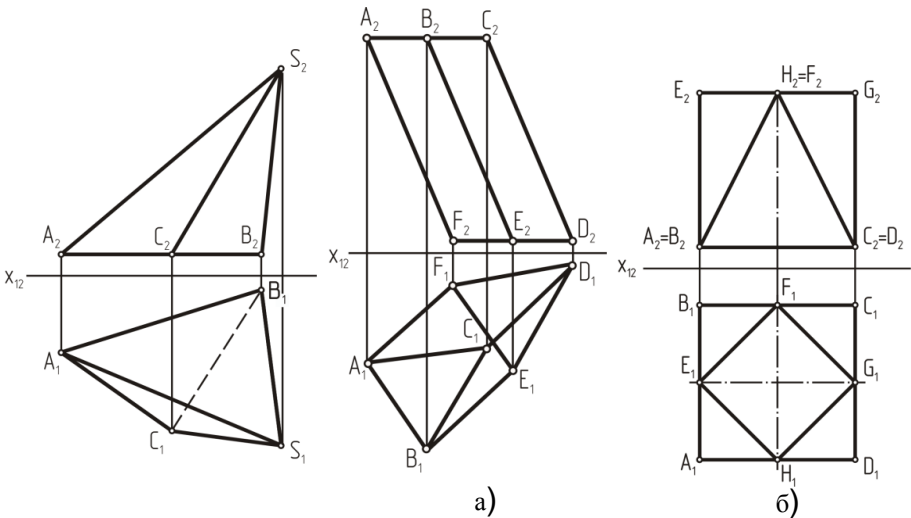


Рис.2.1. Проекції піраміди

Рис.2.2. Проекції призми: трикутної (а) та призматомоїда (б)

При взаємному перетині багатогранників можливі два випадки: врізання та наскрізне проникнення.

В загальному випадку лінії перетину двох багатогранників визначаються шляхом знаходження точок перетину кожного з ребер призми з гранями їх гранями.

На рис.2.3 взаємно перетинаються дві призми: пряма і похила. З розгляду горизонтальних проєкцій призми видно, що має місце наскрізне проникнення. Оскільки призма ABC пряма, то лінії взаємного перетину лежати-муть у горизонтально-проєкціюючих гранях, тобто за горизонтальними проєкціями ліній перетину потрібно побудувати фронтальні.

Спочатку визначимо перетин ребер призми $MM'K'KN'$ з гранями багатогранника $AA'B'CC'$. Так ребра MM' , KK' та NN' перетинаються з гранню $AA'B'B$ в точках 1 , 2 та 3 утворюючи трикутник. Фронтальні проєкції 1_2 , 2_2 та 3_2 якого визначаються за допомогою вертикальних ліній зв'язку проведених з горизонтальних проєкцій 1_1 , 2_1 та 3_1 . Грань $KK'N'N$ перетинається з гранню $BB'C'C$ по відріжку $4-5$, а ребро MM' – з гранню $AA'C'C$ в точці 9 .

Розглянемо перетин ребер AA' , BB' та CC' з гранями призми $MM'K'KN'$. З горизонтальних проєкцій багатогранників видно, що

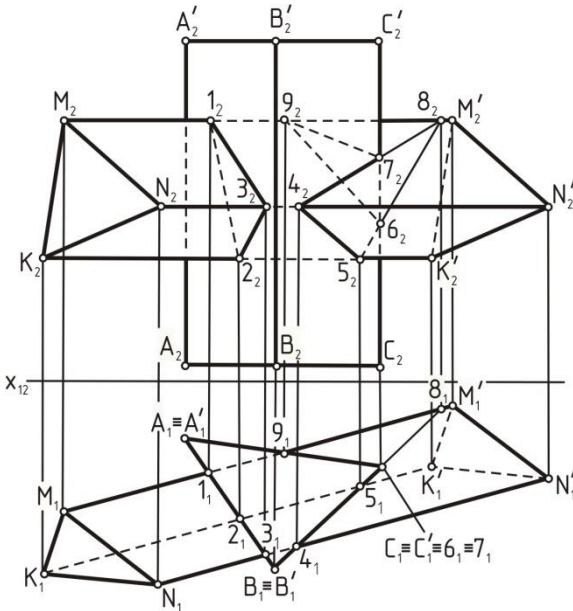


Рис.2.3. Перетин тригранної та чотиригранної призми

перетинається тільки ребро CC' з гранями $MM'NN'$ та $MM'K'K$. Для знаходження точок 6 та 7 продовжимо грань $B'CC'$ до перетину в точці 8 з ребром MM' . На перетині відрізків $8-4$ та $8-5$ з ребром CC' отримаємо шукані точки. З'єднаємо послідовно точки $4, 5, 6, 9, 7$ та 4 отримаємо фігуру перетину призми $MM'K'KN'$ з гранями $B'CC'$ та $AA'CC'$. При визначенні видимості береться до уваги

те, що видимою буде лінія, яка утворилася в результаті перетину двох видимих граней.

2. Просторові криві лінії

Просторові криві – це лінії кожна точка яких лежить у просторі. На рис.2.4 показані дві поширені просторові криві: циліндрична спіраль, або геліса (рис.2.4,а), та конічна спіраль (рис.2.4,б). Просторові криві задаються двома проекціями.

Геліса утворюється внаслідок рівномірного руху точки по твірній, яка в свою чергу рівномірно обертається навколо осі. Конічна спіраль також утворюється внаслідок рівномірного руху точки вздовж прямої, яка рівномірно обертається навколо осі. Фронтальна проекція геліси є синусоїдою. Геліса є найкоротшою лінією на циліндрі між двома його точками.

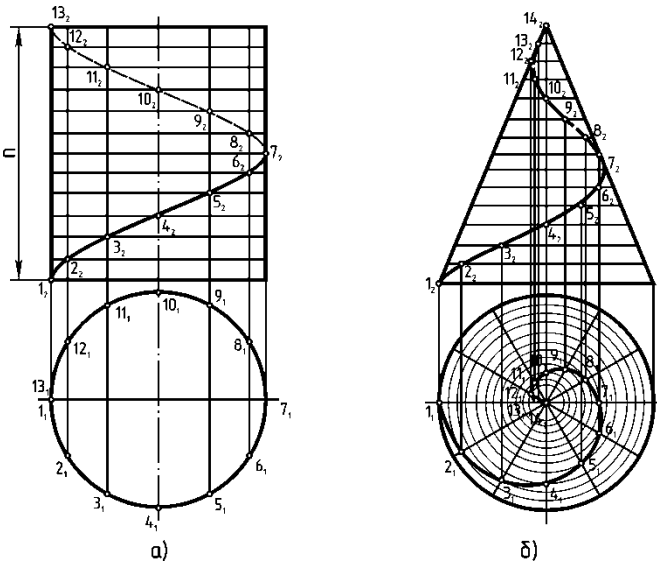


Рис.2.4. Побудова спіралей: циліндричної (а) та конічної (б)

3. Криві поверхні. Способи їх утворення

Криві поверхні широко застосовуються в різних галузях машинобудування, будівництва тощо. Поверхня вважається заданою, якщо відносно будь – якої точки простору можна вирішити читання щодо її належності даній поверхні.

Залежно від способу утворення одну й ту ж поверхню можна віднести до таких класів: кінематичної – утвореної рухом твірної по напрямлених або каркасної – наближено представленої ліній ним чи точковим каркасом.

Лінійчастий гіперboloїд утворюється при русі твірної прямої по трьох мимобіжних напрямних – a, b, c . Для полегшення побудови одну з прямих (a) взято у вертикальному положенні, це дає змогу безпосередньо проводити прямі твірні. Побудову прямих виконано спочатку на горизонтальній проекції. Проведено серію твірних, і визначено точки перетину цих твірних з напрямними b та c . За відповідністю знаходяться фронтальні проекції твірних.

В різних галузях техніки широко застосовуються поверхні з постійною криволінійною твірною, з них можна виділити поверхні обертання. Точки твірної описують навколо осі кола, які називаються паралелями, а криві, одержані в результаті перетину поверхні обертання площинами, що проходять через вісь, називають меридіанами. Паралелі та меридіани утворюють на поверхні обертання ортогональну сітку. Якщо вісь обертання проходить через центр твірного кола, при його обертанні матимемо сферу або ж еліпсоїд обертання (рис.2.8, а). На рис.2.8,б представлено параболоїд обертання.

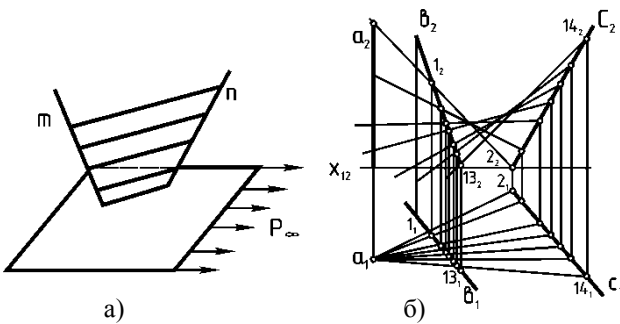


Рис.2.7. Нерозгортвані поверхні: гіперболчний параболоїд (а) та лінійчастий (однопорожнинний) гіперboloїд (б)

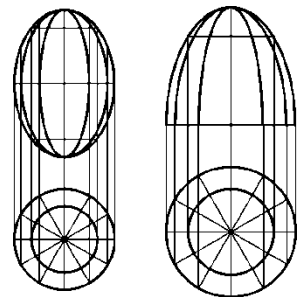


Рис.2.8. Поверхні обертання: еліпсоїд (а) та параболоїд обертання (б)

Лекція 3
РОЗГОРТКИ КРИВИХ ПОВЕРХОНЬ

План

1. Розгортки гранних поверхонь.
2. Розгортки криволінійних розгортуваних поверхонь.
3. Розгортки криволінійних нерозгортуваних поверхонь.

1. *Розгортки гранних поверхонь*

Кожна грань гранної поверхні представляє собою плоску фігуру, визначивши одним із розглянутих вище способів натуральні величини всіх граней необхідно побудувати їх на кресленні в тій чи іншій композиції. Нехай потрібно побудувати розгортку повної поверхні піраміди (рис.3.1). За такого розміщення піраміди на площину Π_1 її основа спроекціюється в натуральну величину. Щоб визначити натуральну

величину бокових граней, потрібно знайти дійсну довжину кожного бокового ребра. Для цього скористуємося обертанням навколо осі i , що проходить через вершину піраміди перпендикулярно площині Π_1 .

Нехай на піраміді дані точки G і D . Потрібно побудувати їх на розгортці та визначити найкоротшу відстань між ними по поверхні піраміди. Так як точка G розміщена на ребрі AS , потрібно при визначенні його натуральної величини повернути й точку G . Тоді відстань від цієї точки до вершини спроекціюється на площину Π_2 в натуральну величину ($S_2'G_2'=SG$). Відклавши отриманий відрізок по прямій AS від точки S , отримаємо шукану точку G . Точку D можна перенести на розгортку за допомогою прямих, які проходять через

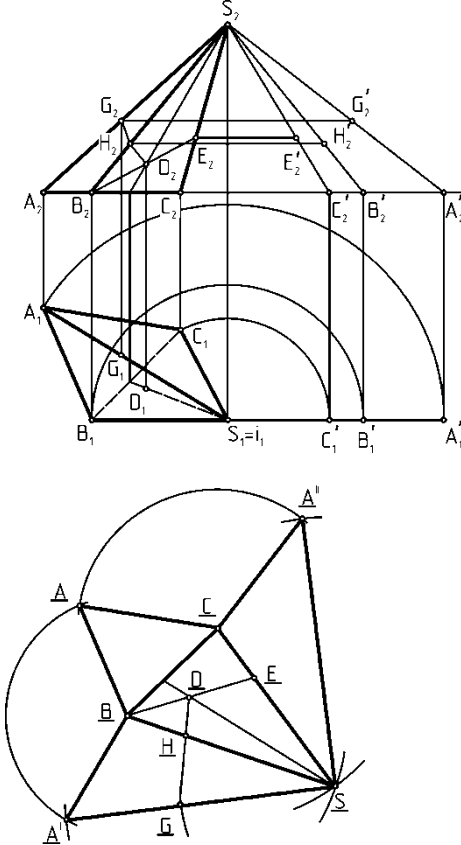


Рис.3.1. Розгортка поверхні піраміди

неї, наприклад **FS** і **BE**. В перетині цих прямих на розгортці знайдемо точку **D**.

2. Розгортки криволінійних розгортуваних поверхонь

Розгортані поверхні можна повністю сумістити з площиною, а нерозгортані поверхні, як лінійчасті, так і криволінійчасті, можна розгорнути на площину лише наближено.

Як відомо, найменшою відстанню між двома точками є пряма. Якщо на поверхні задано дві точки та їх потрібно сполучити найкоротшою лінією, яка має назву геодезичної, то спочатку будують розгортку такої поверхні, наносять на неї дані точки, сполучують їх прямою, а потім результат переносять на поверхню.

На рис.3.2 показано циліндр обертання, його розгорткою буде прямокутник довжиною $2\pi R$ та висотою, що дорівнює висоті циліндра. На розгортці нанесено вісім твірних та дві точки **A** і **B** на двох твірних, які з'єднуються прямою, що перетинає ці твірні, і потім точки перетину повертаються на циліндр й через них проводиться проекція геодезичної.

На рис.3.3 розв'язана задача з поверхнею прямого кругового конуса, розгортка якого являє собою сектор, кут якого α дорівнює $360^\circ \cdot R/L$, де R – радіус основи конуса, а L – його твірна. На розгортку нанесені вісім твірних конуса і зображені дві точки **A** та **B**, які з'єднуються прямою. Точки перетину цієї прямої з твірними поверта-

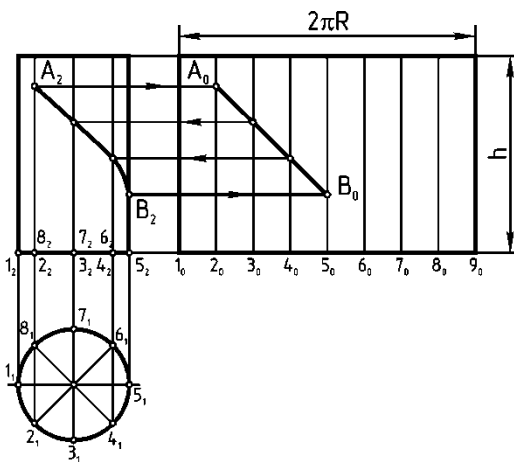


Рис.3.2. Розгортка поверхні циліндра

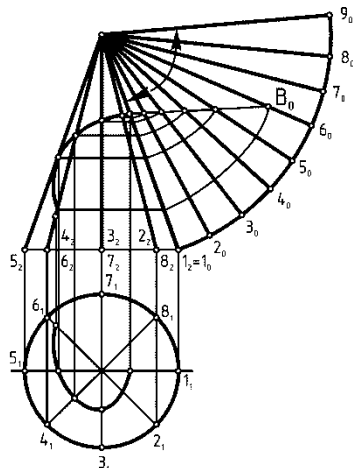


Рис.3.3. Розгортка поверхні конуса

ються зворотньому напрямі на поверхню конуса і через них проводяться проекції геодезичної лінії.

На рис.3.4 показано побудову розгортки похилого еліптичного циліндра, основи якого є колами. Для побудови розгортки розташуємо циліндр паралельно полю Π_2 , щоб його твірні зображалися в натуральну величину. Вписуємо в основу циліндра правильний багатокутник, який є основою призми (на рисунку це восьмикутник). Розрізаємо бічну поверхню по крайній правій твірній і розтягуємо призму. Послідовно будуємо за відомими сторонами всі вісім паралелограмів, що в сумі

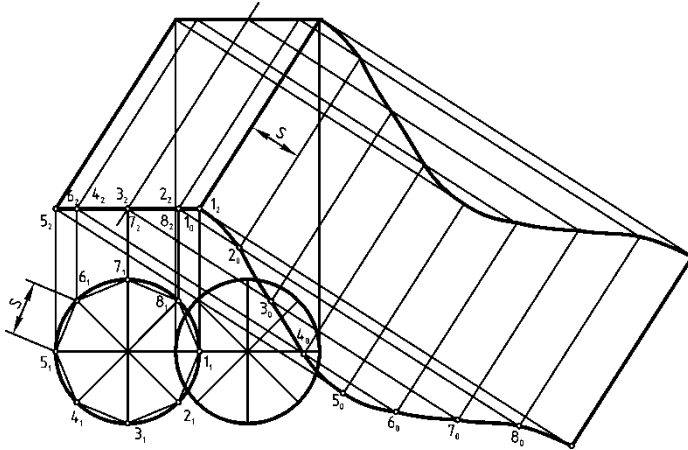


Рис.3.4. Розгортка поверхні похилого еліптичного циліндра

складають бічної поверхні призми. Після побудови всіх паралелограмів через їхні вершини проводяться дві плавні криві, які обмежуватимуть розгортку циліндра.

3. Розгортки криволінійних нерозгортуваних поверхонь.

Нерозгортні поверхні розгортаються наближено. На рис.3.5 показано проєкції сфери. Її поверхня розбита вертикальними площинами на 12 сферичних сегментів. Кожен сегмент замінюється циліндричною поверхнею. Циліндричний сегмент має висоту, що дорівнює половині меридіана, а розміри відрізків фронтально-проєціюючих прямих та сегментів визначаються з кола Π_1 .

Щоб розвернути відкритий тор (його розгортки широко використовуються при виготовленні трубопроводів великих перерізів), можна замінити цю поверхню відсіками декількох конічних і циліндричних поверхонь та площин. На рис.3.6,а половина тора замінена двома напівциліндрами висотою l (внутрішнім і зовнішнім), половинами конусів з вершинами в точках A і B (таких конусів по два з кожної сторони від осі тора) і двома відсіками площин, обмежених на півколами радіусів R' і R'' .

Наближену розгортку половини тора показано на рис.3.6,б.

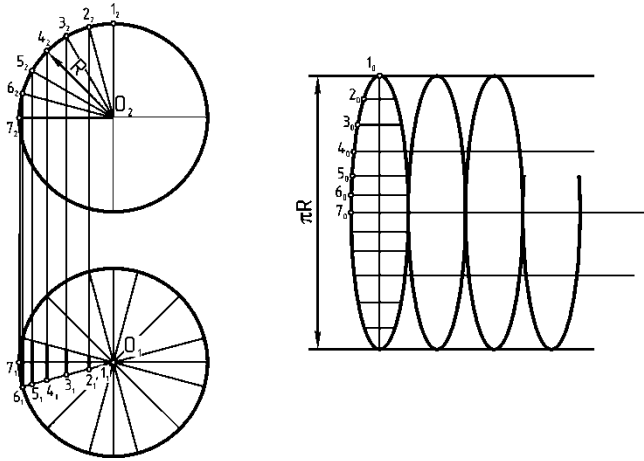


Рис.3.5. Розгортка поверхні сфери

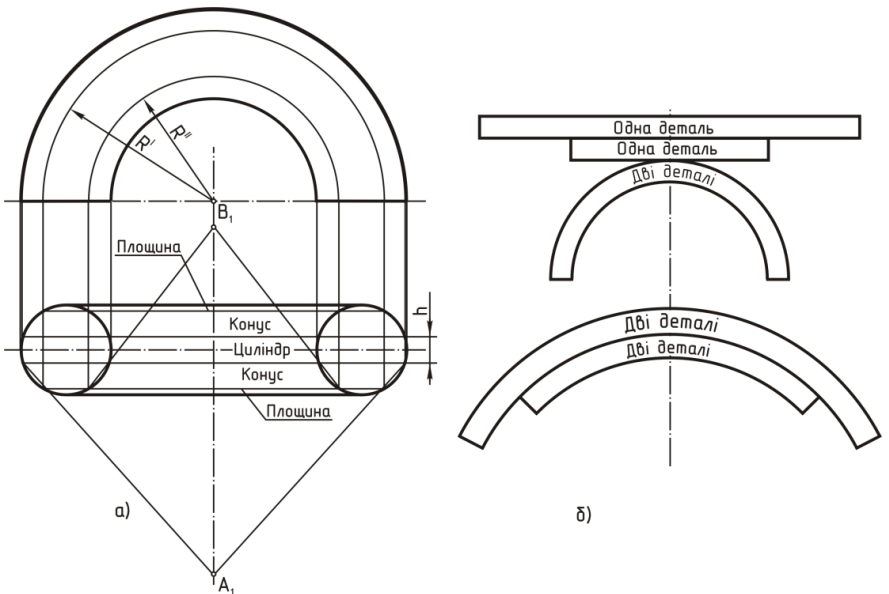


Рис.3.6. Розгортка поверхні тора: а) заміна поверхні тора розгорткованими поверхнями; б) наближена розгортка поверхні тора

Щоб побудувати точку на розгортці нерозгортуваної поверхні, потрібно провести через точку дві лінії, які належать поверхні, котрі можуть точно або наближено відтворити побудовані на розгортці. На перетині цих ліній розміщена шукана точка.

Лекція 4 АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

План

1. Загальні відомості.
2. Побудова аксонометричних проекцій методом координат.
3. Типи аксонометричних проекцій.

1. Загальні відомості.

Аксонометрію об'єкта будують за його ортогональними проекціями, числовими даними і за уявою.

В аксонометрії задаються:

- 1) точка – аксонометричною і вторинною проекціями (рис.4.1,а);
- 2) пряма – аксонометричною проекцією відрізка і вторинною проекцією відрізка – рис.4.1, б;

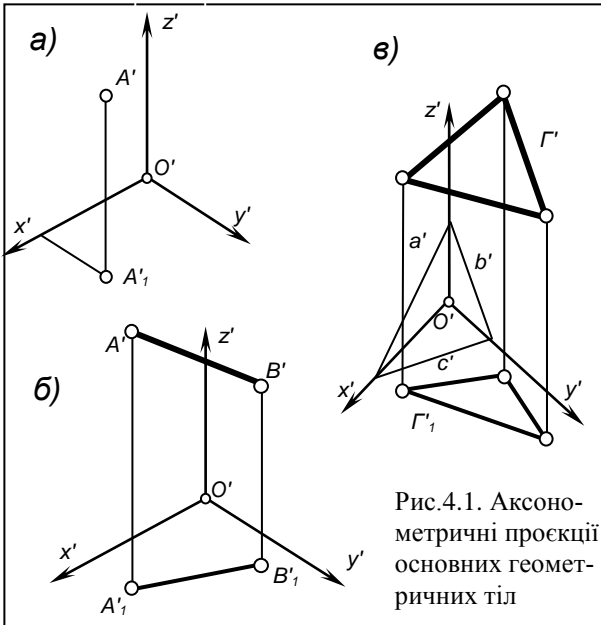


Рис.4.1. Аксонометричні проекції основних геометричних тіл

- 3) площина – аксонометричними та вторинними проекціями: трьох точок, що не належать одній прямій; точки і прямої; двох паралельних прямих; двох прямих, що перетинаються, а також проекціями плоских фігур або слідами площини (рис. 4.1, в).

Для аксонометричних проекцій залишаються справедливими властивості по-

зиційного відношення геометричних пар в ортогональних проекціях. Наприклад:

- аксонометричні проекції паралельних прямих і їх вторинні проекції залишаються паралельними;
- точка перетину аксонометричних і вторинних проекцій прямих належить одній лінії зв'язку, у випадку з мимобіжними прямими ці точки належать різним лініям зв'язку;
- якщо точка належить площині, то вона належить прямій, що лежить у цій площині;
- пряма належить площині, коли дві її точки належать площині;
- пряма паралельна площині, якщо вона паралельна будь-якій прямій площини;
- паралельні площини мають відповідно паралельні прямі.

2. Побудова аксонометричних проекцій методом координат.

Аксонометрія об'єкта може бути побудована за табличними даними, отриманими в результаті розрахунків, тощо. Інженери, архітектори та дизайнери можуть зобразити деякі форми в процесі творчого пошуку в аксонометрії. При цьому виникає зворотна задача - відтворити ортогональні проекції об'єкта за його аксонометричним зображенням.

Побудову аксонометрії геометричного тіла за його ортогональними проекціями розглянемо на прикладі, показаному на рис.4.2.

Необхідно побудувати аксонометрію правильної піраміди з

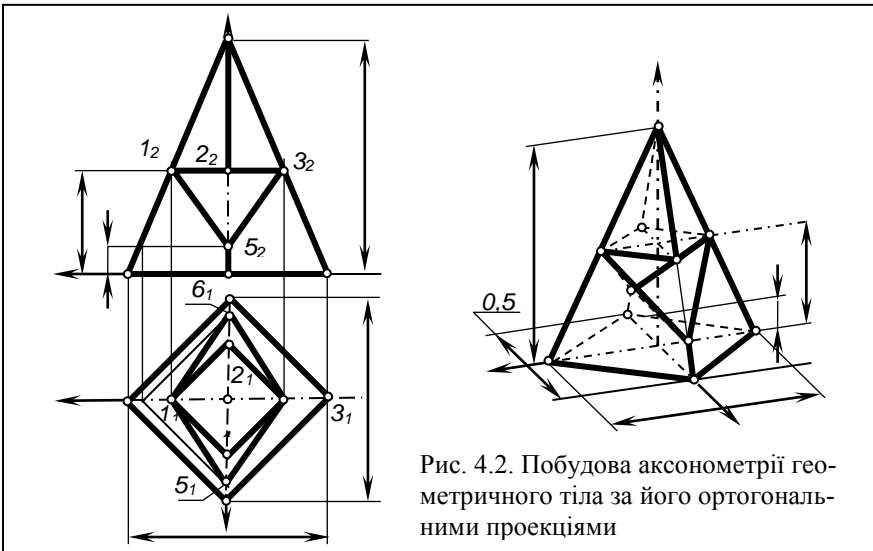


Рис. 4.2. Побудова аксонометрії геометричного тіла за його ортогональними проекціями

отвором методом координат.

Побудову виконаємо в такій послідовності:

1) оскільки основою піраміди є квадрат з вершинами на горизонтальній і вертикальній осях, то для забезпечення наочності зображення доцільно звернутись, наприклад, до прямокутної диметрії;

2) наносимо ортогональні осі на горизонтальній і фронтальній проєкціях, будуємо диметричну проєкцію осей;

3) будуємо об'єм піраміди без отвору;

4) для побудови отвору на осі z відкладаємо відрізок z_c і на заданій висоті будуємо переріз піраміди: на ребра піраміди наносимо лінії горизонтальних перетинів площинами, розміщеними на певних, вибраних відстанях від горизонтальної координатної площини;

5) зображення доповнюється необхідними лініями і графічно оформлюється.

3. Типи аксонометричних проєкцій.

ГОСТ 2.317-69 (СТ СЕВ 1979-79) встановлює правила виконання прямокутних і косокутних аксонометричних проєкцій. Прямокутні проєкції діляться на ізометричні та диметричні, косокутні – на фронтальні ізометричні, горизонтальні ізометричні і фронтальні диметричні.

Прямокутна ізометрія. Кут між осями в ізометрії – 120° (рис.4.3). Коефіцієнт спотворення по осях x , y , z рівний $0,82$; як правило, його округляють до 1. Кола, що лежать в площинах, паралельних площинам проєкцій, проєктуються на ці площини в еліпси. Великі осі еліпсів на Π_1 , Π_2 , Π_3 перпендикулярні відповідно до осей z , y , x . Якщо коефіцієнт спотворення по осях прийняти рівним 1, то великі осі еліпсів рівні $1,22$, а малі – $0,71$ від діаметра кола.

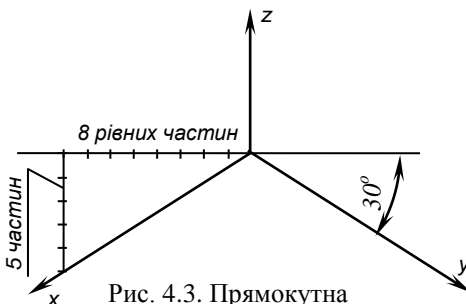


Рис. 4.3. Прямокутна ізометрія

В аксонометричних проєкціях кола проєкціюються на основні площини у вигляді еліпсів, які зручно замінити овалами.

На рис. 4.4 наведено спрощену побудову овалів за заданим діаметром кола при різному його положенні відносно площин проєкцій.

Овал будують наступним чином: з центру O_I проводять прямі паралельні до двох аксонометричних осей, в яких знаходиться коло; з точки O_I проводимо велику вісь овалу, яка в площині кресленника перпендикулярна до третьої аксонометричної осі, а перпендикулярно ве-

ликій осі проводимо малу вісь;будуємо коло заданого діаметру D та відмічаємо точки перетину кола з осями – точки O_2 і O_3 , m і m_1 ; з точок O_2 і O_3 проводимо дуги mm і m_1m_1 радіусами $R=O_2m=O_3m_1$; сполучаємо точку O_3 з точками m_1 та з точок перетину O_4 і O_5 проводять дуги $r=O_4m=O_5m$.

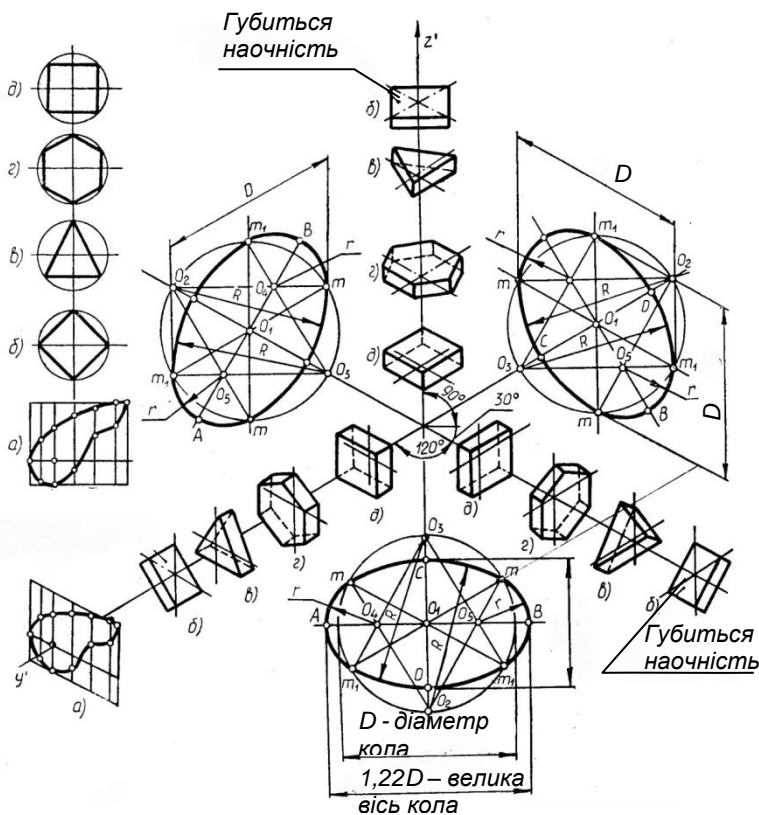


Рис. 4.4. Спрощена побудова овалів за заданим діаметром кола при різному його положенні відносно площин проєкцій

Прямокутна диметрія. Розміщення осей в прямокутній диметрії показано на рис. 4.5 коефіцієнти спотворення по осі $y = 0.47$, а по осі x і z $k = 0.94$. Але, як правило, симетричну проєкцію виконують без спотворення по осях x і z , тобто коефіцієнти спотворення по цих осях приймають рівними одиниці, а по осі y коефіцієнт спотворення 0.5.

Якщо коефіцієнт спотворення по осях x і y взятий рівним 1, то великі осі еліпсів рівні 1,06 від діаметра кола, мала вісь еліпса на Π_2 рівна 0,95, а еліпсів на Π_1 і Π_3 - 0,35 від діаметра кола.

Побудова еліпсів в диметрії, як і в ізометрії, також замінюється овалами (рис. 4.6).

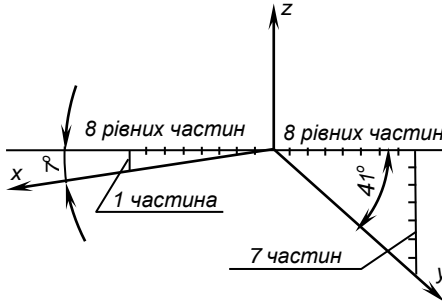


Рис. 4.5. Прямокутна диметрія

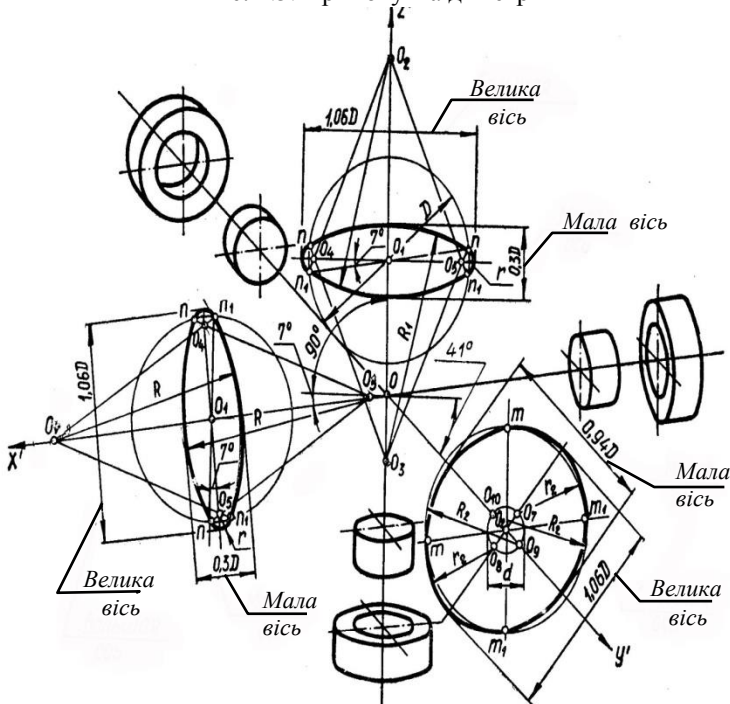


Рис. 4.6. Побудова еліпсів в диметрії

Розглянемо побудову овалу, паралельного до горизонтальної площини проєкцій (xoy). Порядок побудови: визначаємо положення центра O_1 , через нього проводять прямі паралельні аксонометричним осям і велику ось овалу, перпендикулярну осі z ; з центру овалу проводять кола заданого діаметру D , яка відмічає на осі, паралельній до ox , точки n і n_1 ; з центру O_1 вздовж осі oz відкладаємо відрізки рівні діаметру $O_1O_2 = O_1O_3 = D$; з точок O_2 і O_3 радіусами $R_1 = O_2n_1 = O_3n$ проводять дуги nn і n_1n_1 до перетином з колом діаметром D ; з'єднуючи точки O_2 і O_3 з точками n і n_1 на перетині з великою віссю, отримують точки O_4 і O_5 , з яких радіусом $r = O_4n = O_5n$ проводять дуги, що замикають овал.

Овал паралельний до фронтальної площини проєкцій (xoz) будують наступним чином: визначають положення центру овалу, через який проводять прямі паралельні аксонометричним осям, і велику вісь овалу перпендикулярну до осі y ; з центру овалу проводять допоміжні кола $d = 0/2D$ і відмічають точки перетину O_7, O_8, O_9, O_{10} ; з точок O_9, O_{10} проводять дуги mm і m_1m_1 радіусу $R = O_{10}m_1$, а з точок O_8, O_7 — дуги радіуса $r = O_7m$.

Косокутна диметрія. При виконанні фронтальної косокутної диметрії, елементи деталі, що лежать в площинах паралельних до фронтальної площини проєкцій, проєкціюються на аксонометричну площину без спотворення. Кола, розміщені в горизонтальній і профільній площинах проєкціюються у вигляді еліпсів, і замінюються овалами, як і в прямокутній симетрії.

Штрихування в аксонометричних проєкціях

Лінії штрихування перетинів в аксонометричних проєкціях наносять паралельно одній з діагоналей квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах, сторони яких паралельні аксонометричним осям, відстань між лініями штрихування в кожному перетині повинна бути різною.

В аксонометричних проєкціях, на відміну від прямокутних, ребра жорсткості, спиці та інші тонкостінні елементи деталі на розрізах штрихуються.

При великих площах перетинів і при вказуванні профілю ґрунту допускається наносити позначення лише по контуру перетину вузькою смужкою рівномірної ширини.

Вузькі площі перетинів завтовшки менше 2 мм показують зачорненими, залишаючи прояснення між суміжними перетинами не менше 0,8 мм.

Слід знати, що при обраному виді аксонометрії наочність виробу залежить від правильного розташування його відносно осей, які зазвичай орієнтуються по основних видах комплексного кресленика.

При виборі виду аксонометрії необхідно враховувати умови: не можна використовувати ізометрію для призматичних і пірамідальних форм, з квадратом в основі (рис. 4.7 б). в таких випадках краще обрати прямокутну симетрію (рис. 4.7 в); не слід використовувати прямокутну диметрію для зображення сфери, так як, буде важко викреслити еліпси; найменшому спотворенню має підлягати сторона деталі, що дає найбільш повну характеристику виробу; якщо довжина деталі значно перевищує її ширину і висоту, то вздовж довжини розміщують вісь без спотворень.

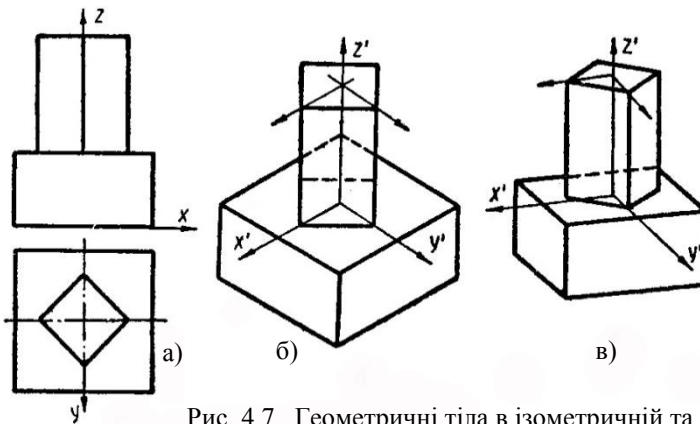


Рис. 4.7. Геометричні тіла в ізометричній та симетричній системах координат

Лекція 5 ТИПИ ЗОБРАЖЕНЬ

План

1. Види.
2. Розрізи.
3. Перерізи.

1. Види.

Зображення. Згідно зі стандартом ГОСТ 2.305 – 68 зображення поділяються на види, розрізи та перерізи.

Видом називається зображення звернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. Види, які знаходяться у прямому проєкційному зв'язку, не надписуються (рис.5.1). В іншому випадку напрям проєціювання показують стрілкою. Над стрілкою та над побудованим видом наносять одну й ту ж велику літеру українського алфавіту.

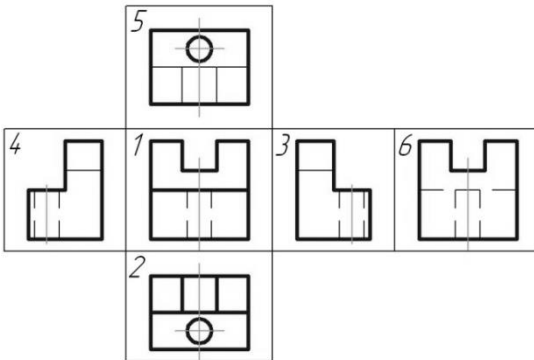
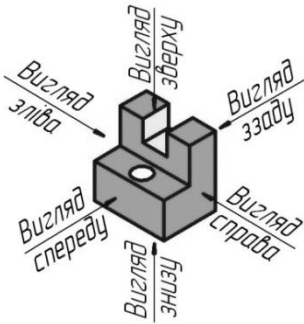


Рис.5.1. Види: 1 – спереду (головний); 2 – зверху; 3 – справа; 4 – зліва; 5 – знизу; 6 – ззаду

Основні види надписуються в таких випадках: а) якщо вони не мають безпосереднього проєкційного зв'язку з головним видом; б) якщо вони відділені від головного іншим зображенням; в) якщо вони розміщені на іншому аркуші. *Додатковим видом* називають зображення, яке утворюється на площинах не паралельних до основних площин проєкцій (рис.5.2).

2. Розрізи.

Розрізом називається зображення предмета, уявно перерізаного однією або кількома площинами. В розрізі показують все, що знаходиться у

січній площині та за нею. За необхідності окремі елементи, що знаходяться перед січною площиною, показують штрих-пунктирною потовщеною лінією. Розрізані елементи предмета виділяються штриховою лінією.

Положення січної площини розрізу показують на кресленні розі-мкненою лінією; початковий та кінцевий її штрихи не повинні перетинати контур відповідного зображення. Напрямок погляду показують стрілками, які розміщені на відстані 2...3 мм від зовнішніх кінців штрихів. Січну площину позначають двома однаковими літерами української абетки. Розріз позначають написом, що складається з двох літер, наприклад: „А – А”.

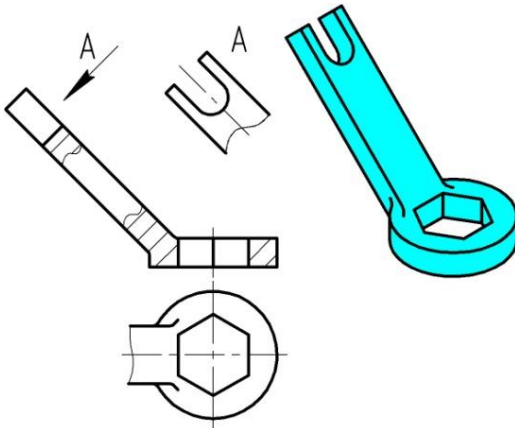


Рис.5.2. Додатковий вид

Січну площину не показують і простий розріз не позначають, якщо розріз має прямий проєкційний зв'язок з іншими зображеннями, а січна площина збігається з площиною симетрії об'єкта. Дозволяється поєднувати половину виду та половину розрізу, лінією їх поділу є вісь симетрії (рис.5.3).

Залежно від кількості січних площин розрізи поділяють на прості (одна площина) та складні (декілька пло-

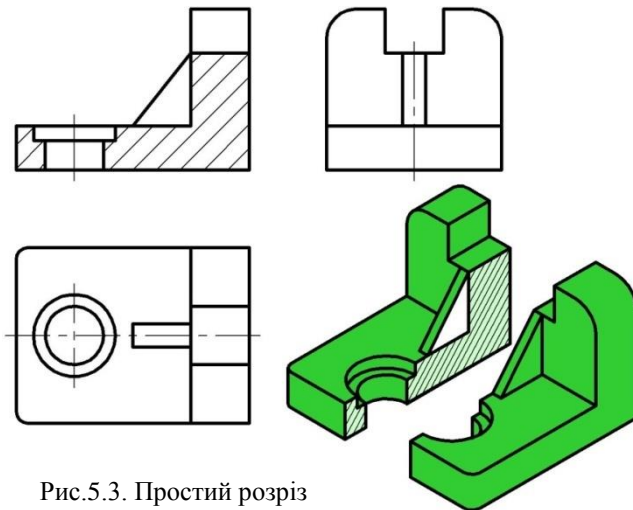


Рис.5.3. Простий розріз

щин) (рис.5.4).

Спиці зубчатих коліс, маховиків, шківів, тонкі стінки ребер жор-

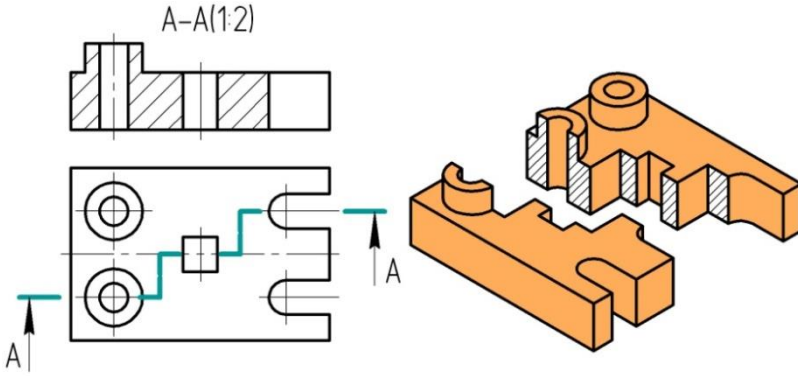


Рис.5.4. Складний розріз

сткості тощо, показують не заштрихованими, якщо січна площина направлена вздовж осі або довгої сторони такого елемента, і відділяють від основної частини об'єкта суцільною основною лінією (рис.5.3).

3. Перерізи.

Перерізом називається зображення фігури, яке міститься безпосередньо в уявній січній площині. Перерізи поділяються на винесені і накладені. Поначення перерізів аналогічне до розрізів. У випадку, коли фігура перерізу симетрична, то положення січної площини позначають осьюовою лінією, а зображення перерізу розміщують безпосередньо на продовженні цієї лінії і не надписують (рис.5.5). Винесеним перерізам надається перевага. Контур накладеного перерізу зображають суцільною тонкою лінією, при цьому контур зображення в місці розташування накладеного перерізу не переривають.

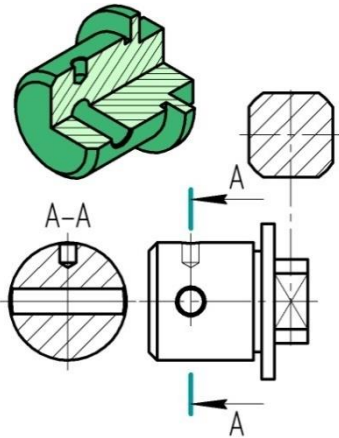


Рис.5.5. Переріз

Лекція 6 ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

План

1. Побудова перпендикуляра до прямої, кута, що дорівнює заданому та поділ кола на рівні частини.
2. Дотичні прямі та кола.
3. Циркульні спряження.

1. Побудова перпендикуляра до прямої, кута, що дорівнює заданому та поділ кола на рівні частини.

Під геометричними побудовами розуміють точне графічне розв'язання деяких геометричних задач за допомогою заданого набору креслярських інструментів.

Для побудови перпендикуляра до прямої, який проходить через точку O необхідно (рис.6.1): 1) провести з точки O коло довільного радіуса r_1 ; з точки прямої A та B , перетину кола радіуса r_1 з прямою m проведено дві дуги довільним радіусом $r_2=r_1$ до взаємного перетину в точках C і D . Провівши пряму через точки C і D , ми отримаємо перпендикуляр до прямої m .

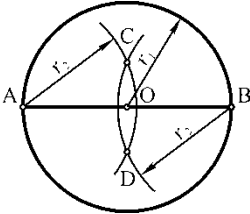


Рис.6.1. Визначення середини відрізка

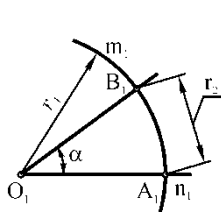


Рис.6.5. Побудова подібного кута

Для побудови $\angle A_2O_2B_2$ (рис.6.5), що дорівнює заданому α , з вершини O_1 кута $A_1O_1B_1$ і з точки O_2 довільним радіусом r_1 проводять дуги m_1 і m_2 . На дузі m_2 з точки A_2 перетину дуги m_2 з променем o_2n_2 роблять засічку радіусом $r_2=A_1B_1$. Кут $A_2O_2B_2$ є шуканим.

Для побудови вершин вписаного в коло правильного п'ятикутника (рис.6.6) з середини C відрізка OB проводять дугу AD радіуса AC . Відрізок AD дорівнює довжині сторони шуканого п'ятикутника.



Рис.6.6. Побудова вписаного правильного п'ятикутника

2. Дотичні прямі та кола.

Дотичною t до кола m у точці A називається пряма, що проходить через точку A перпендикулярно до радіуса OA (рис.6.7).

Дотичними називаються два кола m і n , які мають одну дотичну в спільній точці A (рис.6.7).

Необхідну та достатню сукупність умов для побудови дотичних фігур дозволяє обчислити параметричний аналіз. Єдина пряма визначається на площині двома параметрами, а єдине коло – трьома.

Наприклад, для побудови кола дотичного до прямої t необхідно 2 параметри, а саме: точку дотику та центр кола або ж точку дотику та радіус. Для проведення дотичної t до кола m через зовнішню точку N (рис.6.8) достатньо побудувати прямий кут NMO , вершина M якого належить колу m . Як відомо, вписаний в коло кут, що спирається на діаметр дорівнюватиме 90° . Тому на відрізку ON , як на діаметрі, будують коло n , яке перетинається з колом m у шуканій точці M дотику. Пряма MN є дотичною до кола m .

На рис.6.9 побудовано коло n , що дотикається до кола m у точці M і проходить через задану точку N . Центр S шуканого кола, з одного боку, належить a , що проходить через середину відрізка MN , а з іншого – прямій b , що з'єднує центр O з точкою дотику M . Центр S визначається як точка перетину прямих a і b .

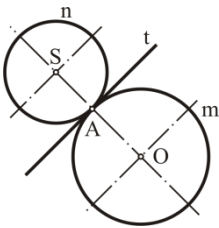


Рис.8.7. Побудова дотичної до кола в точці

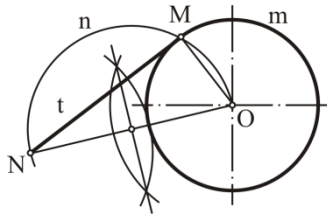


Рис.6.8. Побудова дотичної до кола через будь-яку зовнішню точку

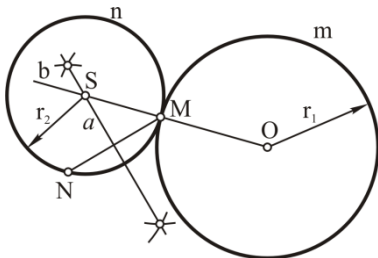


Рис.6.9. Побудова кола дотичного до заданого в точці та яке проходить через довільну точку

ється як точка перетину прямих a і b .

3. Циркульні спряження.

Циркульними спряженнями називають гладкі з'єднання дуг кіл і відрізків прямих у різних сполученнях.

Спряження застосовуються для побудови складних криволінійних контурів різноманітних машинобудівних виробів і т. п.

На рис.6.10 показано спряження двох дуг кіл m і n відповідно радіусів r_1 і r_2 відрізком MN прямої. Для цього з центра S більшого кола радіусом $r_2 - r_1$ (при зовнішньому спряженні) і проводять дотичну OB до цього кола. Точка спряження N будується на перетині прямої BS з колом n , а для визначення точки спряження M через центр O проводимо пряму OM пара-

лельно BS до перетину з колом m . На рис.6.11 показано спряження двох заданих прямих a і b дугою кола радіуса r . Визначимо центр спряження (центр дуги спряженого кола) і точки спряження (точки дотику). Для цього проведемо паралельно прямим a і b на відстані r прямі m і n . Точка O перетину їй буде центром спряження (кола). Точки A і B спряження визначаються з умови $AO \perp a$ і $OB \perp b$.

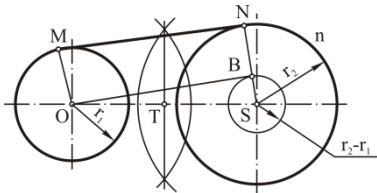


Рис.6.10. Побудова спряження двох кіл пря-

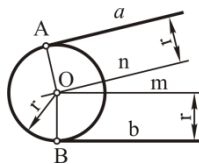


Рис.6.11. Побудова спряження двох прямих дугою заданого радіуса

На рис. 6.12 показано побудову спряження дуги кола радіуса r_1 і відрізка прямої a дугою кола радіуса r_2 . Центр S дуги спрягаючого кола будується як точка, рівновіддалена від заданих кола m і прямої a . На відстані r_2 від прямої a проводять паралельну їй пряму b , на якій з центру O роблять засічку радіусом $r_2 - r_1$ при зовнішньому спряженні. Точка S є центром спряження. Через центр S проводять перпендикуляр до прямої a . Де N є точкою спряження на прямій a . Точка спряження M визначається в результаті перетину кола m з прямою,

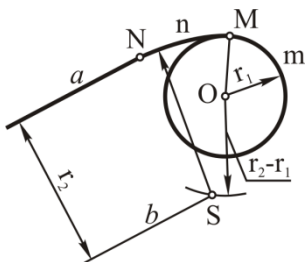


Рис. 6.12. Побудова спряження кола з прямою

що з'єднує центри O і S .

Лекція 7
**ГРАДАЦІЯ СВІТЛА ТА ТІНІ.
СПОСОБИ ПЕРЕДАЧІ СВІТЛОТІНІ**

План

1. Загальні поняття.
2. Умовні засоби передачі об'єму за допомогою відтінення.

1. Загальні поняття.

Світлотінь на малюнку зображується тоном (tonos – грец.) – відтінок кольору або світлотіні. Технічний рисунок завжди виконується на монохромному (однокольоровому) фоні, що значно спрощує розв'язання завдання.

У технічному рисуванні прийнята умовна градація світла та тіні: відблиск, світло, напівтінь, рефлекс, власна тінь, падаюча тінь. Звичайно падаюча тінь на технічному рисунку не показують.

Світло - частина поверхні, зверненої до джерела світла.

Відблиск - найсвітліша частина на освітленій поверхні об'єкта, яка особливо яскрава на полірованій поверхні.

Напівтінь - менш (помірно) освітлена частина на поверхні, в цьому місці відбувається послідовний перехід від світла до тіні.

Тінь власна - частина на поверхні, яка не освітлюється прямими променями.

Рефлекс - відображення світла від поверхні інших об'єктів у неосвітленій частині об'єкта. Це найбільша ділянка тіні.

Падаюча тінь - тінь, яку відкидає об'єкт на площину проєкцій, або на поверхні інших об'єктів.

Перехід від темної частини до світлої на кривій поверхні відбувається поступово від рефлексу до тіні, потім до напівтіні та далі до світла.

Основні положення в правилах тонування поверхонь такі:

1. Освітлені частини об'єктів з віддаленням від глядача стають темнішими, а затемнені – освітлюються.
2. Контраст світла та тіні на об'єктах, розташованих ближче до джерела світла, різкіший, ніж на об'єктах, віддалених від нього.

Графічне представлення світлотіні на поверхні тіла наведено на рис. 7.1. Хорда АВ основи конуса і циліндра поділяється на чотири

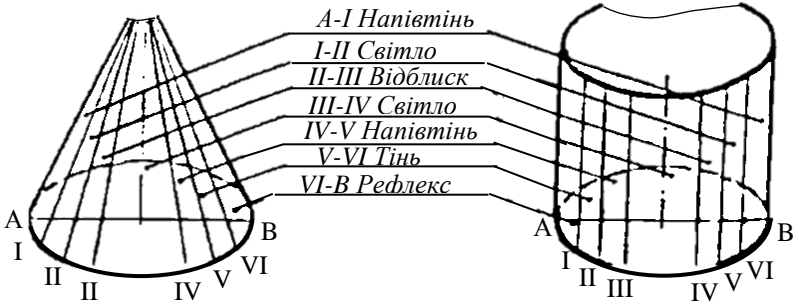


Рис. 7.1. Графічне представлення світлотіні на поверхні

довільних частини. Цей поділ переноситься на овал контура тіл, потім зліва і справа частина хорди і овала ще поділяються кожна на три довільні частини. Сім умовних зон, які отримано, наводять градацію світлотіні на поверхнях обертання конуса та циліндра.

Освітлення сфери (рис. 7.2) характеризують відблиск, два рефлекси в тіньовій частині — зверху справа або знизу. Цей рефлекс утворюється від площини, на якій розташована сфера. Далі визначається власна тінь у формі еліпса, який є перерізом сфери площиною, що проводиться через точку О перпендикулярно до променя світла. Для розподілу елементів світлотіні застосовуються допоміжні побудови.

Радіус АО поділяється на 8 рівних частин. Радіус ОВ - на три рівні частини. Потім будується п'ять еліпсів, малі осі яких послідовно є відрізками: 1-3; А-5; 2-8; 4-9; 1-10. Розміри великих осей двох малих еліпсів приймають у відношенні 2:1, а останні вписуються в контур сфери. Таким чином будуються світлотіньові зони сфери. Між цими зонами можна побудувати на око кілька проміжних еліпсів.

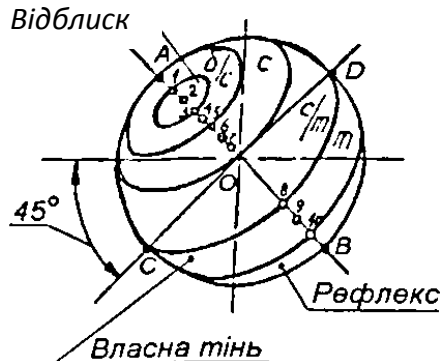


Рис. 7.2. Освітлення сфери

2. Умовні засоби передачі об'єму за допомогою відтінчення.

Для надання рисунку найбільшої наочності та виразності в тех-

нічному рисуванні застосовуються умовні засоби передачі об'єму за допомогою відтіннення.

Спочатку на зображенні тонкими лініями наносять межу елементів світлотіні. Найбільш поширеними способами відтіннення на технічних рисунках є: лінійне штрихування (рис. 7.3, а), шрафірування (б), точкове відтіннення (в), тушування (г), а також відмивання аквареллю або тушшю та розпилювання фарби аерографом.

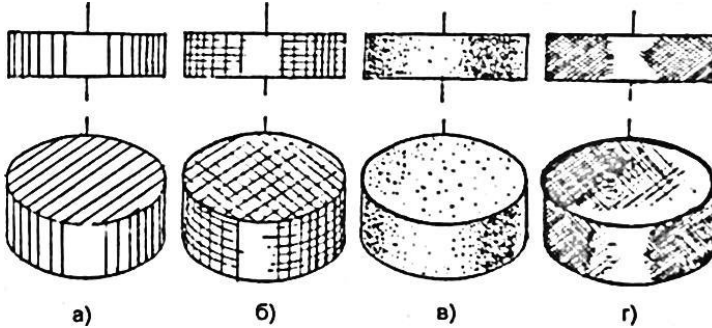


Рис. 7.3. Способами відтіннення на технічних рисунках

Залежно від насиченості тону штрихування наносять лініями різної частоти і товщини.

Вибір потрібного визначеного напрямку і кількості штрихів сприяє швидкому правильному уявленню об'ємної форми об'єкта. Різне насичення частини рисунка штрихами прискорює уявлення форми всього об'єкта та його частин. Нанесення більшої чи меншої кількості штрихів у одних місцях створює різний тон на рисунку, тобто визначаються і зображуються тональні відношення частин об'єкта.

Напрямок і характер нанесених штрихів слід узгодити з формою предмета, як показано на рис. 7.4 а та б). Варіант (а) більш відповідає уявленню об'ємності об'єкта гранних форм і методики відтіннення поверхонь.

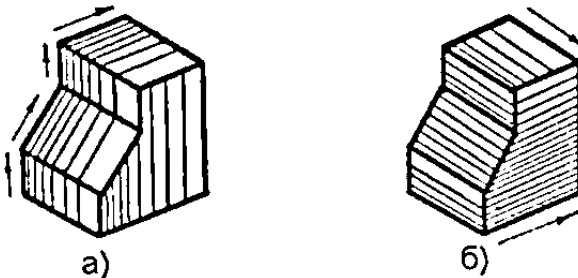


Рис. 7.4. Узгодження напрямку нанесених штрихів з формою предмета

У випадку рисування об'єктів із криволінійними формами (рис. 7.5) можна одночасно застосовувати: криві та прямі штрихи (а) та (в), або тільки прямі (б).

Одну і ту ж модель можна штрихувати по-різному, але в остаточному оформленні рисунок уявлення форми і об'єму не повинно бути різним.

На поверхнях граничних об'єктів штрихи проводяться паралельно осям або за напрямом нахилу площини. На вертикальних площинах наносяться вертикальні штрихи. На освітлених гранях штрихи наносяться більш тонкими лініями, на темних товщими зі зменшенням відстані між штрихами. Відстань між штрихами приймають від 1 до 3 мм. Оскільки світло падає на об'єкт зверху, то усі горизонтальні поверхні повинні відтінятися світліше, ніж вертикальні. Після перевірки паралельності штрихів їх обводять більш яскравими лініями різної товщини,

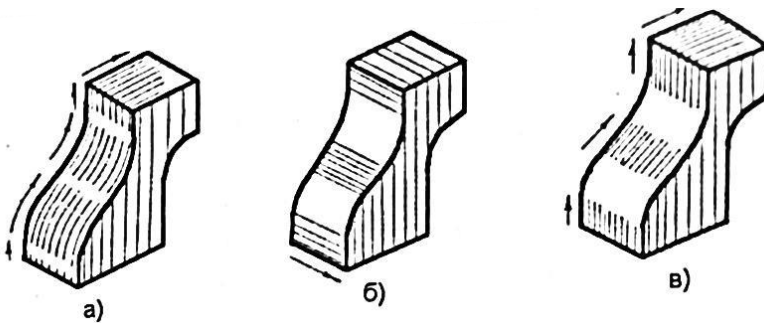


Рис. 7.5. Нанесення штрихів на тілах, що містять криволінійні елементи

як показано на схемі.

Для власних тіней відстань між штрихами повинна бути меншою від товщини штрихів. Для напівтіні і рефлексу вона приймається більше від товщини штрихів у два, чотири рази. Освітлені поверхні і білк не штрихуються. Перехід від одного тону до іншого виконується штрихами з поступовим зменшенням або збільшенням відстані і товщини штрихів. Правильне накладання штрихів дає чітке уявлення про всі нахили і скруглення на поверхнях об'єкта, що рисується, тоді як невдале штрихування перекручує уявлення форми і розмірів об'єкта.

Тон повинен плавно переходити від білого до темного без помітних меж елементів світлотіні.

Товщина штрихів визначається залежно від бажаної насиченості

тону. Необхідно уникати широких проміжків, тим самим виключаючи пістрявість зображення. Штрихування лініями змінної товщини є більш складною роботою і застосовується у тих випадках, коли потрібно надати рисунку деяку художність.

Лекція 8 НАНЕСЕННЯ СВІТЛОТІНИ НА ГРАНІ ТА КРИВОЛІНІЙНІ ПОВЕРХНІ

План

1. Нанесення світлотіни на гранних поверхнях.
2. Світлотіни на криволінійних поверхнях.
3. Шрафірування.

1. Нанесення світлотіни на гранних поверхнях.

При нанесенні штрихів на грані об'єкта слід трохи затемнити ближчу до глядача частину грані і висвітлити віддалену частину. Верхні і ліві грані повинні бути більш світлими, ніж нижні і праві. Розподіл світлотіни на поверхні куба наведено на рис. 8.1. Напрямок променів світла і їх вторинних проєкцій показано на рис. 8.1, а. Умовну схему поділу трьох граней на 10 частин наведено на рис. 8.1, б. Горизонтальна грань куба освітлена рівномірно, але зона 6 віддалена від глядача і більш затемнена. Найсвітлішою плямою є зона 1. Однак зони 1, 2, 3 освітлено однаково, але завдяки контрасту їх світла з правої грані куба зона 1 більш світла, а менше - зони 2, 3. У зоні 4 освітлення посилюється — це рефлекс. Зони 7, 8 найтемніші. Посилюється рельєфність куба. В зоні 9, 10 яскраво виявлений рефлекс від горизонтальної площини. Штрихи на гранях нанесено відповідно до правил розподілу світлотіни в цілому.

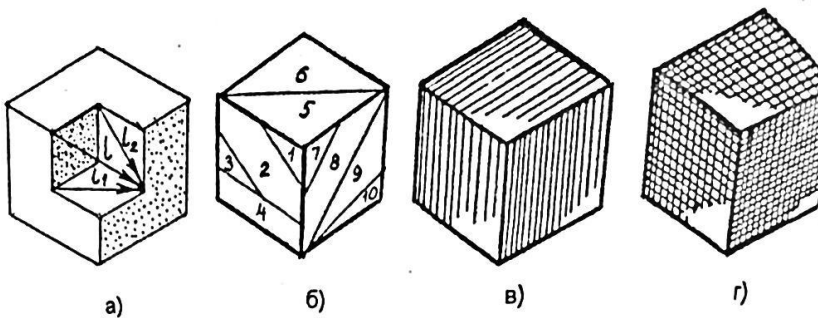


Рис. 8.1. Розподіл світлотіни на поверхні куба

На вертикальних гранях штрихи вертикальні, на верхній грані - паралельні осі X. Об'ємність на зображеннях куба (рис. 8.1, в та г) оформлено відповідно штрихуванням і шрафіруванням.

На рис. 8.2 наведено зони розподілу тіні на гранях піраміди:

- 1) темна напівтінь;
- 2) світла напівтінь;
- 3) темна напівтінь;
- 4) світла напівтінь;
- 5) тінь;
- 6) ослаблена тінь.

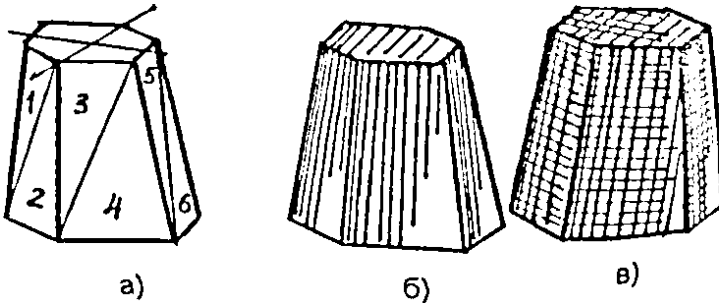


Рис. 8.2. Зони розподілу тіні на гранях піраміди

Штрихи на бічних гранях піраміди нанесено як лінії нахилу граней.

На верхній грані штрихи проводяться паралельно X або Y. Верхню грань можна не штрихувати, як показано на рисунках моделей (рис. 8.3, а та б).

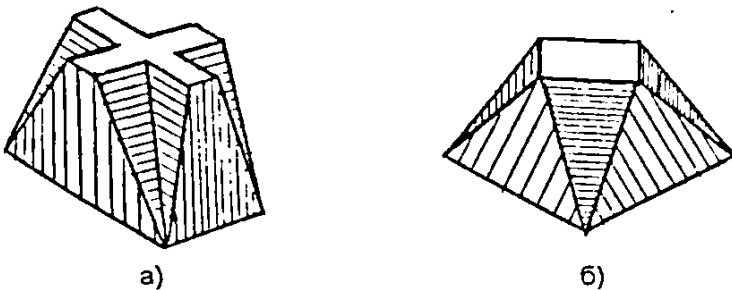


Рис. 8.3. Штрихування верхньої грані

На рис. 8.4 показано шість світлотіньових рисунків моделі в ізометрії при різному розташуванні її на осях.

2. Світлотіні на криволінійних поверхнях.

На рис. 8.5 наведено зображення циліндрів, розташованих вздовж осей X, Y, Z — однаковість розподілу світлотіні циліндрів і відповідно однакове штрихування їх поверхні. Відношення елементів світлотіні змінюється та білки зміщуються.

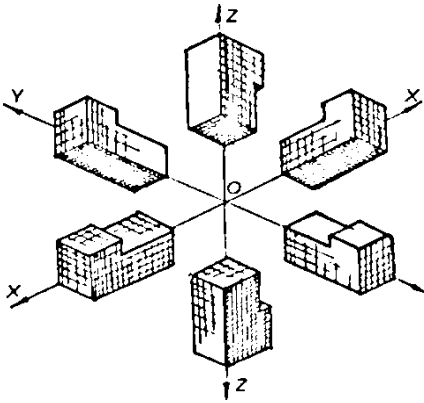


Рис. 8.4. Світлотіньові рисунки моделі в ізометрії при різному розташуванні її на осях

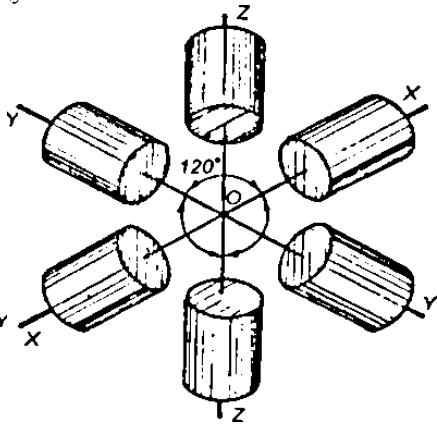


Рис. 8.5. Світлотіні циліндрів, розташованих вздовж осей координат

Штрихування бічної поверхні циліндра виконується за схемою (рис. 8.6, а та б). Розташування тіні на зовнішній і внутрішній поверхнях такого циліндра визначається по осях. Внутрішню поверхню циліндра

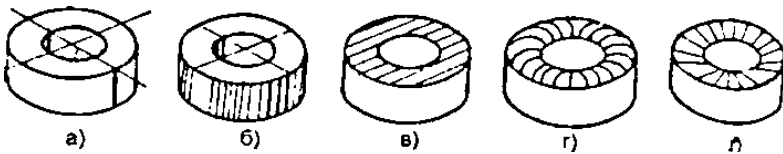


Рис. 8.6. Штрихування бічної поверхні циліндра

штрихують за таким же принципом, як і зовнішню, але білік і напівтон, власна тінь і рефлекс відповідно переміщуються на протилежні зони поверхні. Штрихування верхньої основи циліндра виконується відповідно до його форми: в) для площини; г) для опуклої поверхні – штрихування дугами; г) для вигнутої поверхні, кінчна, штрихи проводяться по твірних конуса.

Технічний рисунок циліндрів у косокутній диметрії наведено на рис. 8.7, а) основа циліндра належить горизонтальній площині; б)

профільній.

Штрихування поверхонь порожніх циліндра і конуса в ізометрії з вирізом 1/4 частини виконується так, як зображено на рис. 8.8, на якому основа тіл належить горизонтальній площині. На зображенні показано штрихування зовнішньої і внутрішньої поверхонь тіл.

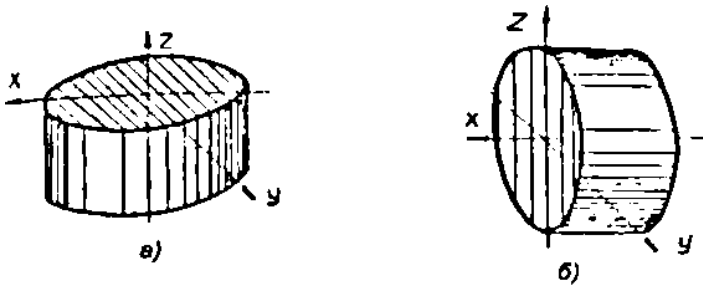


Рис. 8.7. Технічний рисунок циліндрів у косокутній диметрії

Залежно від розташування геометричних тіл відносно координатних площин змінюється напрям штрихування відповідно до положення твірних.

Аналізуючи приклади на рис. 8.9, де наведено зображення порожніх циліндрів в ізометрії та косокутній диметрії з різним розташуванням основи тіла, можна визначити однаковий варіант штрихування.

Нанесення світлотіні на комбінованих поверхнях проводиться відповідно до форми елементів поверхонь.

Більш складні сполучення криволінійних поверхонь деталей кругових форм вимагають визначної графічної основи виявлення їх об'ємності. Такою основою є теорія побудови дуг овалів в аксонометричній проекції як показано: для опуклої форми деталей на рис. 8.10, а,

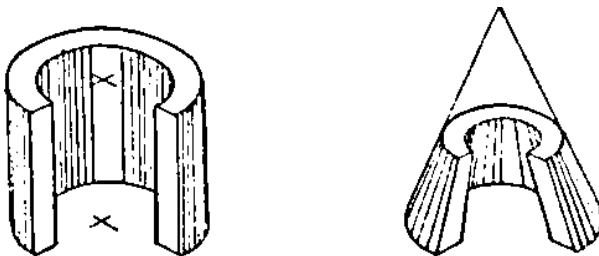


Рис. 8.8. Штрихування поверхонь порожніх циліндра і конуса в ізометрії з вирізо чверті

та для ввігнутої – рис. 8.10, б. Лінію, яка визначає межу двох форм об'єкта, можна не показувати. Форма досягається за рахунок кривини

штрихів (в, г, г). Лінійне штрихування дає змогу вільно та швидко визначати форму й відповідне відношення окремих елементів в деталі і в цілому всієї деталі.

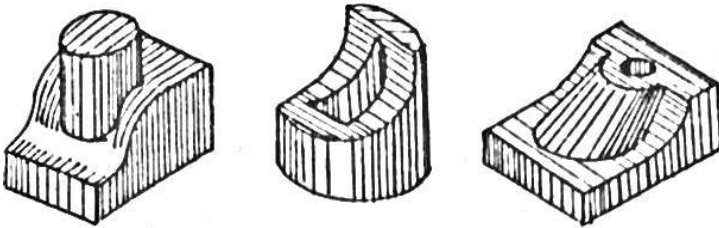


Рис. 8.9. Зображення порожніх циліндрів в ізометрії та ко-сокутній диметрії

Для уявлення форми елементів у деталях застосовується прямо-лінійне штрихування, яке наноситься за правилами градації світлотіні на поверхнях проектних геометричних форм.

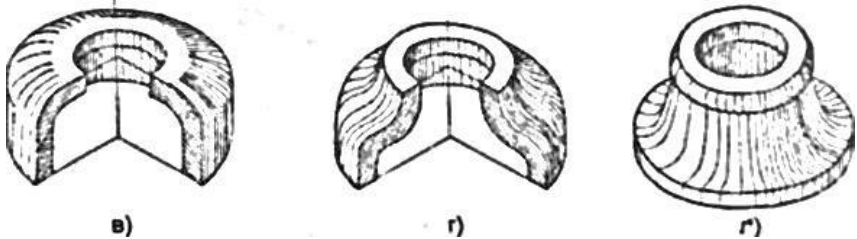


Рис. 8.10. Побудова дуг овалів в аксонометричній проекції для деталей опуклої форми

3. Шрафірування.

Шрафірування – це штрихування сіткою. Відтіннення об'єму способом шрафірування вимагає найбільшої акуратності та точності виконання. На прикладі гранної моделі (рис. 8.11) можна визначити порядок нанесення тіні сіткою.

Спочатку на гранній поверхні наносять штрихи паралельно осям або Y (а). Потім рисують вертикальні штрихи на бічних гранях. Штри: обводять чітко з поступовим переходом до світлих місць об'єкта. Горизонтальні площини А можуть бути світлішими від вертикальних, розташованих у тінювих зонах об'єкта. На похилій площині штрихи наносяться паралельно контурним лініям. Площина В знаходиться в тіні.

Введення штрихів другого напрямку (б) дає сітку в зонах світлотіні.

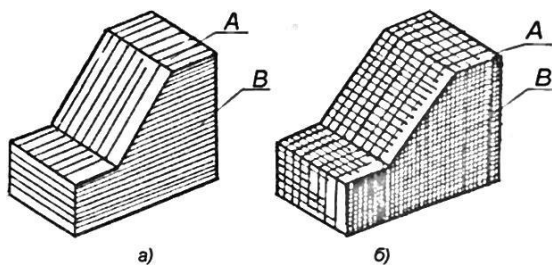


Рис. 8.11. Нанесення тіні сіткою

Лекція №9
**ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВИ УМОВНИХ АРХІТЕКТУР-
НИХ ОБ'ЄКТІВ**

План

1. Основні вимоги до побудови перспективних зображень.
2. Вибір положення точки зору.
3. Послідовність побудови фронтальної та косокутної перспектив.

1. *Основні вимоги до побудови перспективних зображень.*

На зображення об'єктів в перспективі впливає правильний вибір елементів картини: лінії горизонту **hh**, головної точки картини, дистанційної відстані **P-D**.

Уразі якщо розглядається побудова перспективи різноманітних просторових фігур, без врахування існуючої залежності між розмірами картини і відстані від неї до точки зору, тому іноді отримують спотворені зображення. В той час, як головна задача перспективних зображень – створення правдивого враження про властивості предмета: його форми, розміри і пропорції. А для цього відстань від точки зору до картини не може бути випадковою.

Поле зору називається перетин конуса, утвореного променями зору, площиною, перпендикулярною до головного променя картини **CP** (рис. 9.1, б та в). Поле зору необмежене в глибину, але обмежене по ширині і висоті. Кут, утворений двома крайніми променями зору, обмежувачими видимий простір в будь-якій площині, що перетинає конус зору, називається кутом зору. Кут зору вгору від **CP** дорівнює 45° , а вниз від **CP** – 65° ; кожен з бокових кутів по – 70° . Тому поле зору має форму неправильного кола, розтягнутого по ширині, але для простоти уяви вважатимемо його правильним. Величина ясного поля зору визначається кутом 28° при **CP=2AB**. Звідки випливає, що точка зору **C** повинна бути віддалена від картини **K** приблизно на подвійну її висоту.

Для побудови зображень окремих предметів і композицій на вулиці приймають кут зору в межах $28-37^{\circ}$, а для інтер'єрів – до 53° .

Картина **ABED** завжди повинна вписуватися в поле зору, незалежно від її форми. Для картини прямокутної форми діагональ її буде дорівнювати діаметру основи конуса. Тому відстань від картини до ока необхідно брати не менше діагоналі картини, тоді отримаємо кут 53° . Якщо розмір діагоналі подвоїти, то кут зору дорівнюватиме 28° .

Якщо кут зору лежить в межах $53^{\circ} - 60^{\circ}$, то об'єкт в перспективі

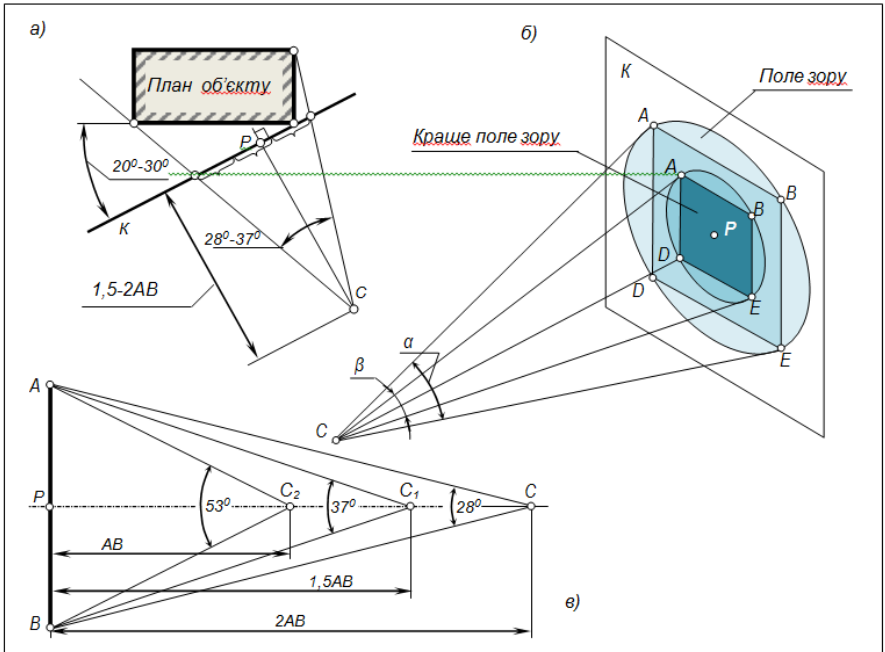


Рис. 9.1. Поле зору

має сильний ракурс. Цей кут рекомендується для довгих і низьких об'єктів. Якщо кут рівний $28^\circ - 37^\circ$, він може бути рекомендований для високих об'єктів. На рис. 9.2 дано схематичне зображення перспективи об'єкта при різних значеннях кутів зору. Необхідно зауважити, що при виборі точки зору звертається увага не тільки на віддалення її від об'єкта, але і на положення точки зору відносно об'єкта. *Вибір положення точки зору.*

На рис. 9.3 можна схематично прослідкувати за зміною перспективного зображення об'єкта при різних положеннях точки зору **C**:

- 1) показує вигляд збоку, частина основного фасаду схована;
- 2) добре розкрито основний фасад, а бічні – зовсім невидимі;
- 3) зображуються обидва фасади однакової ширини, перспектива не реальна;
- 4) вигляд вдалий, бо з цієї точки зору композиція будинку найбільш розкрита.

Горизонт може бути нормальним (а), високим (б), низьким (в). На рис. 9.4 зображена схема можливого розташування лінії горизонту. Висотою нормального горизонту прийнята величина $h_n = 1,7$ м. Висока лінія горизонту (з пташиного польоту) $h_{nm} = 1000$ м і більше. При високому і низькому розміщенні горизонту віддалі від точки зору до об'єкта повинна бути збільшеною, щоб перспективне зображення не було спотвореним.

Перспектива з високим горизонтом використовується для зображення значних просторів – кварталів, заводських територій... Перспективи з низьким горизонтом будуються при зображенні будинків, розміщених на горі, коли спостерігач знаходиться значно нижче будівлі. До перспективи з горизонтом, який збігається з основою картинної площини, звертаються дуже рідко. Таке зображення можна отримати, коли глядач лежить на землі. Обираючи лінію горизонту, необхідно пам'ятати, що вона не може співпадати з проекцією горизонтальних площин об'єкта. У такому разі, ці площини проєкціюватимуться у лінію.

3. *Послідовність побудови фронтальної та косокутної перспектив.*

В практиці архітекторів, художників, декораторів, скульпторів, дизайнерів, будівельників, проєктантів та ін. звичайно застосовуються класичні методи побудови перспективи: прямокутних і

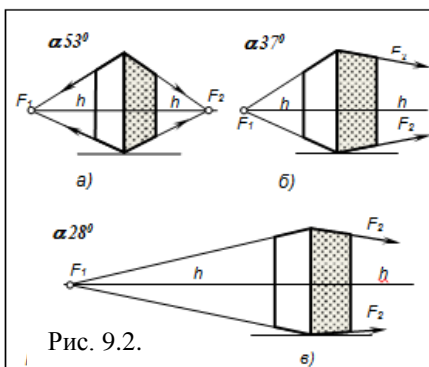


Рис. 9.2.

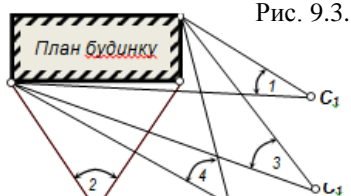


Рис. 9.3.

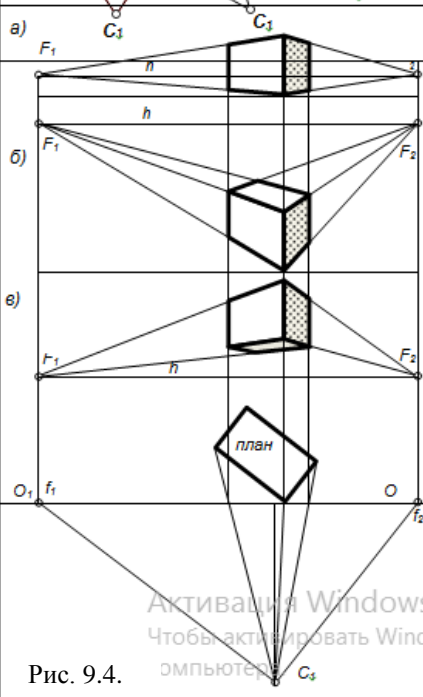


Рис. 9.4.

косокутних координат (Ж. Дезарга-Адемара); слідів променів, слідів променевих площин (А. Дюрера), малої і великої картини, архітекторів (Ф. Брунелеско, Гвідо Убальді, Андреа Поццо), сітки (Л.Альберті).

Ми розглядатимемо: метод прямокутних і косокутних координат (Ж. Дезарга- Адемара); метод архітекторів та методи сітки.

У 1636 р. Дезарг написав невеликий твір під заголовком «Загальний метод зображення предметів у перспективі» (Париж, 1636). У цій роботі він уперше застосовує метод координат для побудови перспективних масштабів. В якості однієї з осей він вибирає лінію перетину картинної (К) та предметної площини (Н), другою віссю служить перпендикуляр до предметної площини, що лежить в картинній площині, а третьою – перпендикуляр до картинної площини, що лежить в предметній. Отже, картинна і предметна площині служать двома координатними площинами, а третя до них перпендикулярна. На осях координат наносяться масштаби широт, висот і глибин, при цьому останній дається в перспективі.

Якщо дві грані об'єкта паралельні картині, перспектива має назву **фронтальної**.

Фронтальна перспектива може бути:

центральною, якщо головний промінь **С1Р0** проходить через центр плану;

бічною, якщо головна точка **Р** зміщена вліво або вправо;

Якщо план об'єкту завчасно розміщується на предметній площині під довільним кутом до картини, перспектива називається **кутовою**.

Фронтальна центральна перспектива представлена на рис. 9.4.

Метод прямокутних координат передбачає застосування числових або лінійних координат. На рис. надано координати вершин об'єкта в ортогональних проєкціях. Побудова перспективи об'єкта виконується за планом і фасадом.

Фронтальна бічна перспектива представлена на рис.9.5.

Фронтальна бічна перспектива будується аналогічно з різницею зміщення точки **Р** вліво або вправо.

Побудова кутової перспективи (рис. 9.6) виконується за планом і фасадом, або за планом і вертикальними відмітками (на межі картини задаються висоти вертикальних ребер). План об'єкту завчасно розміщується на предметній площині під довільним кутом до картини.

Вибирається розміри картини **К**, лінія горизонту **hh**, головна точка **Р** картини, суміщена точка зору **Ск** (**PD=PCк**).

При точці **Ск** будується прямий кут, сторони якого паралельні сторонам плану об'єкта. Точки збігу **F1, F2** знаходяться на перетині сторін **СкF1, СкF2** з лінією горизонту **hh** (паралельність показано знаком //).

Спочатку проводяться прямі із слідів прямих на основі картинної площини в точки сходу **F1, F2**, в перетині яких будується перспектива плану об'єкта. Величина ребер в перспективі визначається за масштабом висот. Ті похилі ребра, що направлені вгору (8-17 та 13-14), прямують в точку збігу **Fнебо**; ті, що вниз (5-16 та 11-12) – в точку збігу **Fземлі**. Всі точки знаходяться на одній вертикалі і $F_{неб} \cdot F_2 = F_2 \cdot F_{зем}$.

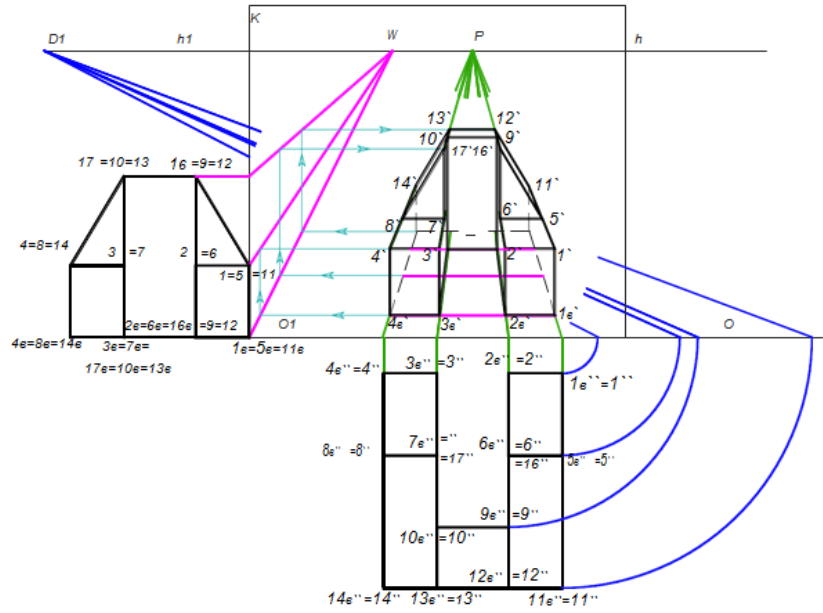


Рис. 9.4. Фронтальна центральна перспектива

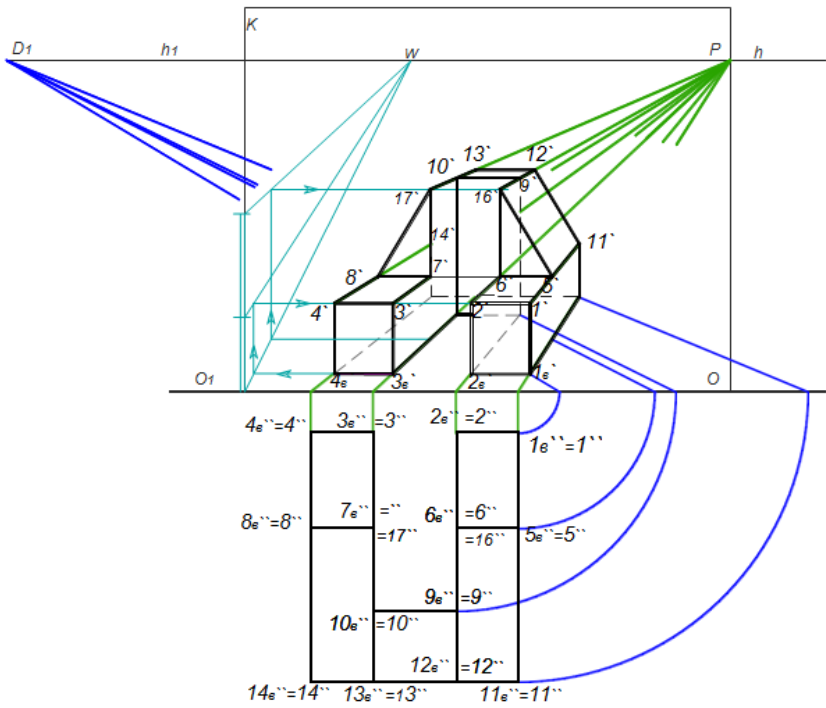
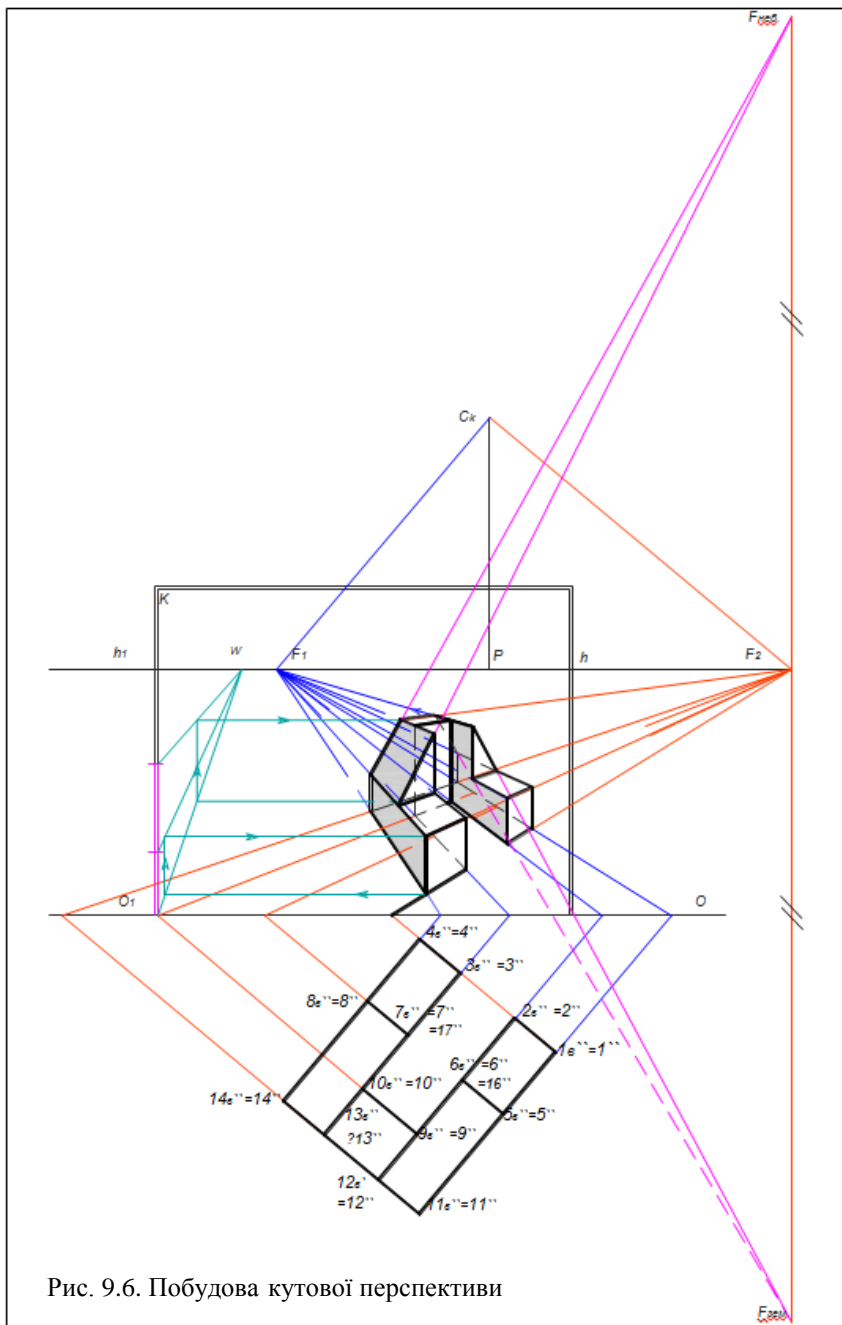


Рис. 9.5. Фронтальна бічна перспектива



Лекція 10
**ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВИ АРХІТЕКТУРНИХ
ОБ'ЄКТІВ МЕТОДОМ АРХІТЕКТОРА**

План

1. Загальні відомості.
2. Метод архітектора.

1. Загальні відомості.

Метод архітекторів найбільш популярний в практиці архітектурного проєкціювання. Його особливості: а) використовується дві або одна точки збігу; б) положення вертикалей виявляється перетином з основою картини проєкціюючих променів, що проходять через основу точки зору; в) вертикальні відрізки можна будувати з використанням точок збігу шляхом переміщення їх в плані до суміщення з картиною і зворотною дією на зображення.

2. Метод архітектора.

На рис.10.1, побудова перспективи виконується за допомогою двох точок збігу. На плані об'єкта виконуються допоміжні побудови. Через будь-яке ребро проводиться основа картинної площини O_1O під кутом $20^{\circ}-30^{\circ}$ до лінії головного фасаду. Перпендикулярно до O_1O проводимо головний промінь картини, який повинен знаходитись в середині плану (p_{ϕ}). На

головному промені довільно обирається проєкція точки зору C_1 і кут зору за умови, що відстань до картини буде дорівнювати $C_1p = (1,5 \dots 2)I-5$, де відрізок $I-5$ є полем зору. З точки C_1 проводимо прямі лінії паралельно до сторін плану, на основі картини O_1O знаходимо точки збігу f_1f_2 .

З точки C_1 проводимо промені зору в точки плану – $C_1I_p, C_13_p, \dots, C_19_1$, які перетинають картину в точках $I_0, 3_0, 4_0, \dots, 9_0$. З точок $5_1, 8_1$ проводимо прямі, паралельні C_1F_2 , знаходимо точки A_0, B_0 .

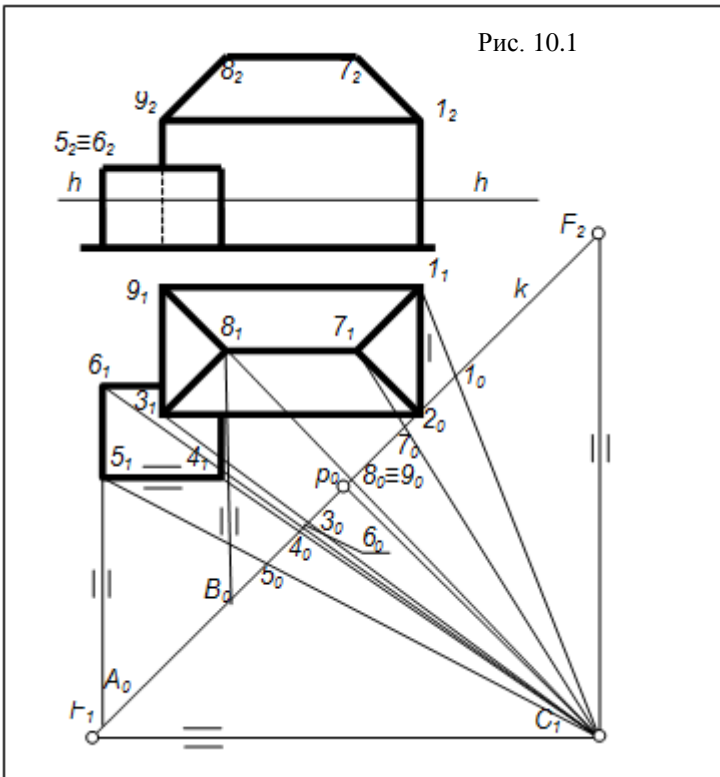
Другий етап – побудова перспективного зображення рис.10. 2 б та в. В довільно обраному місці проводимо горизонтальну пряму, яка є основою картинної площини, та позначимо її O_1O . На цій прямій відкладаємо точки $I_0, 3_0, 4_0, \dots, 9_0, f_1, f_2, p_{\phi}$ відстані між якими в два рази збільшені, щоб отримати перспективне зображення в масштабі 2:1. З кожної з цих точок проводимо вертикальні прямі (вертикальні сліди променевих площин).

Лінія горизонту може бути обрана довільно. На рис. 10.2, а побудована перспектива з нормальною лінією горизонту, на рис. 10.2, б – з високою лінією горизонту. На лінію горизонту hh з основи картини

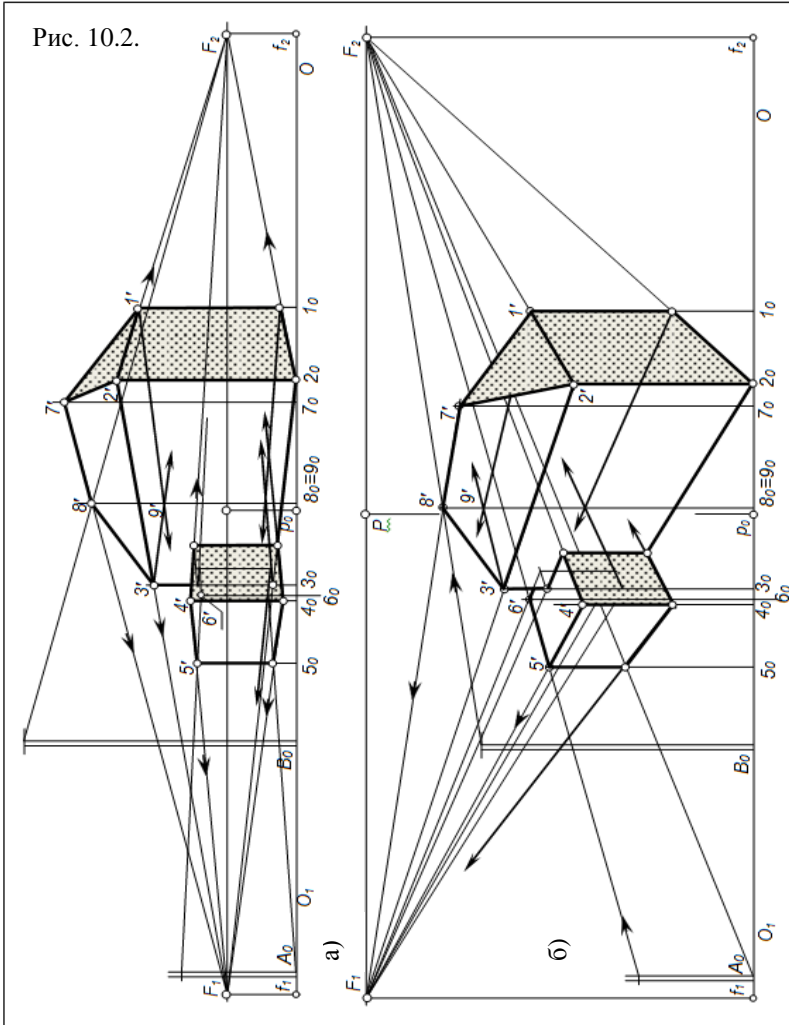
O_1O переносимо точки f_1, f_2, p_o і отримуємо F_1, F_2, P_o .

Побудову перспективи починаємо з ребра 2, оскільки воно лежить в картинній площині і буде проєкціюватися в натуральну величину. На вертикалі з точки 2_o відкладаємо збільшену в два рази висоту ребра будинку, з'єднуємо верхню та нижню точки ребра, з фокусами F_1, F_2 . Проведені лінії $2_oF_2, 2'F_2$ при перетині з вертикаллю з точки 1_o визначають перспективу ребра що проходить через точку 1, оскільки, ребро 1_1-2_1 паралельне до C_1F_2 . Прямі $2_oF_1, 2'F_1$ при перетині з вертикаллю 3_o визначають перспективу ребра 3, оскільки ребро 2_1-3_1 паралельне до C_1F_1 . Аналогічно будується невидиме ребро 9.

Таким чином побудована перспектива будинку без даху. Щоб побудувати перспективу даху, на вертикалі з точки B_o відкладаємо відрізок, вдвічі більший за висоту точки 8_o , та відправляємо верхню його точку в F_2 . Оскільки на плані пряма 8_oB_o паралельна до C_1F_2 , в перспективі вона йде в фокус F_2 . При перетині проведеної прямої з вертикаллю в точці $8'_o$ отримуємо $8'_o$, перспективу точки 8. Коньок даху



8-7 на плані паралельний до C_1F_1 , тому, щоб побудувати $7'$ – перспективу точки 7 , треба знайти точку перетину променя $8'F_1$ з вертикаллю 7_0 . Залишається сполучити точку $8'$ з $3'$, $9'$, а точку $7'$ з $1'$, $2'$ та отримати перспективу даху.



Перспективу прибудови починаємо будувати з ребра 5 , яке прив'язане до фокуса F_2 прямою 5_1A_0 . На вертикалі A_0 відкладаємо відрізок, що дорівнює висоті ребра 5 , збільшеній в два рази. Верхню і нижню точку цього відрізка сполучаємо з F_2 і на вертикалі 5_0 отриму-

емо точку $5'$ та її первинну проєкцію. Отриманий відрізок і буде перспективою ребра 5 . Оскільки ребро $4-5$ та його вторинна проєкція паралельні C_1F_1 , в перспективі ребро направлене в точку збігу F_1 до перетину з вертикаллю 4_0 . Перспектива ребра 6 будується через фокус F_2 .

Лекція №11 ПЕРСПЕКТИВА ІНТЕР'ЄРУ

План

1. Вступ.
2. Фронтальна перспектива.
3. Кутова перспектива.
4. Методом гомології.

1. Вступ.

Інтер'єром називають внутрішній вид приміщення в цілому, або окремі його частини.

Для побудови зображень перспективи інтер'єру та розміщенню в них меблів, необхідно знати і вміти користуватися на практиці перспективними масштабами глибини, ширини і висоти, масштабом ділення.

При побудові перспективи важливим питанням є компоновка кресленника та визначення основних елементів перспективного анарату: лінія горизонту, головна точка картини, дистанційні точки, та кут зору. Картина має бути розміщена в найкращому полі зору, тобто кут зору має знаходитись в межах $28^\circ - 53^\circ$.

Лінія горизонту може бути піднята на будь яку висоту від основи картини. Якщо її підняти високо (рис. 11.1, а), то глядач побачить більшу частину підлоги та верхні площини предметів: столешні, верхні площини полок камодів та шаф. Буде складатися враження збільшеної площі підлоги. Якщо лінію горизонту значно опустити (рис. 11.1, г), то таким чином можна створити враження монументальності приміщення, тобто найбільш випукло будуть виглядати колони, стеля, ліпнина, плафони... Таким чином взаємності від характеру композиції картини обирається висота лінії горизонту.

2. Фронтальна перспектива.

Перспектива, у якій одна стіна паралельна до картини, називається фронтальною.

Взаємності від вибору положення головної картини **P** перспектива називається:

фронтальною центральною, якщо точка **P** знаходиться в центрі картини, зображення ділиться на рівні частини, симетричні відносно

головної лінії картини Pp (рис. 11.1, б).

фронтальною бічною, коли головна точка картини P зміщена відносно середини зображення. Якщо точка P зміщена вправо – ліва стіна буде більшою за праву (рис. 11.1, а); при зміщенні точки P вліво – навпаки буде збільшена права стіна (рис. 11.1, в та г).

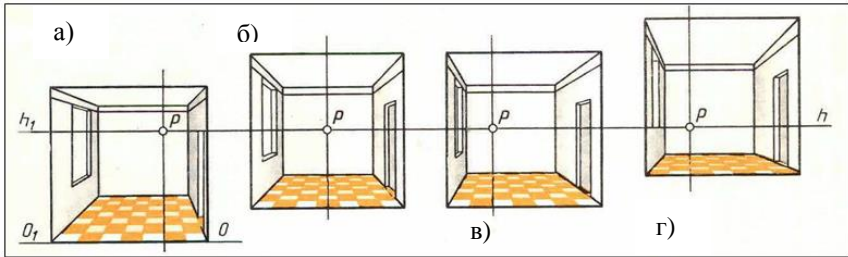


Рис. 11.1.

При побудові фронтальної перспективи користуються точками P , $Ск$, D . Для зручності розміщення предметів в інтер'єрі пропонується розбити підлогу на квадрати. При побудові перспективи меблів слід враховувати габаритні розміри. Спочатку ліпше побудувати огортуючі поверхні предметів у вигляді паралелепіпедів, а потім вже перспективу з уточненням конкретної форми кожного предмету.

3. *Кутова перспектива.*

Кутовою перспективою називають зображення інтер'єру чи об'єкту, коли площина стін розміщена під довільним кутом до картини.

У залежності від положення головної точки картини, увага акцентується на ліву стіну (рис. 11.2, а), на праву стіну (рис. 11.2, в), або інтер'єр є симетричним тоді стіни знаходяться у рівних умовах.

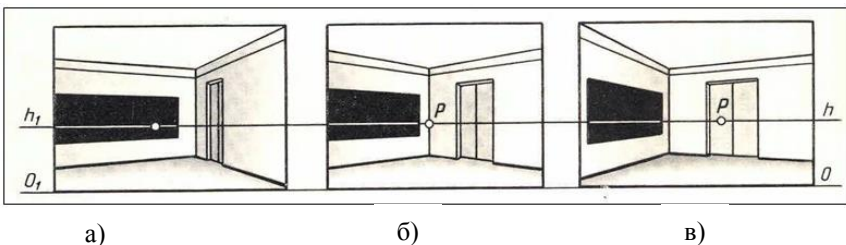


Рис. 11.2.

Щоб побудувати перспективу кута кімнати, необхідно вміти користуватися перспективним масштабом ділення для прямих загального положення. Розбивка підлоги на квадратні метри, яку будують для зручності розміщення предметів, виконується за допомогою масштабних точок $M1$ і $M2$. Не слід використовувати дробові точки сходу та

дробові дистанційні точки.

Метод для побудови перспективи обирається під конкретний інтерес з міркування простоти виконання та індивідуальних особливостей об'єкту.

Перспективу можна побудувати за описом методом прямокутних координат, методом суміщеної предметної площини з картинною, методом суміщення в поєднанні з координатним методом, методом гомології, методом архітектора. Метод поєднання в комплексі з координатним методом застосовують також для вирішення обернених задач, коли потрібно визначити натуральні розміри предметів, заданих в перспективі, в тому числі при аналізі картин художників.

Для зручності побудови перспективи всю підлогу кімнати можна розбити на квадрати. По сітці квадратів простіше визначити місце розташування дверей, вікон, меблі. При великих площах приміщень і насиченості їх предметами обстановки, необхідно оптимально вибирати величину квадратів – при занадто дрібній сітці відбувається захащення креслення лініями, при дуже великій – важко встановити точне місце розташування предметів, особливо, якщо вони розташовані під довільними кутами.

4. Методом гомології.

(Гомологія (грец.) – згода, узгодженість). Розглянемо побудову центральної фронтальної перспективи методом гомології (рис. 11.3). Цей метод зручно застосовувати для побудови перспективи інтер'єру з предметами, розташованими під довільним кутом і коли одна з точок сходу розташована далеко за картинної площиною. На картині задана лінія горизонту, головна точка P і суміщена точка зору C_k . План кімнати дано у суміщенні предметної площини з картинною. У кімнаті на фронтальній стіні розташоване вікно, на правій стіні двері з двома напіврозкритими стулками. З лівої стіни стоїть шафа з антресоллю. По середині кімнати знаходиться стіл, вільно розташований по відношенню до стін кімнати. Знайдемо глибину кімнати. Для цього внесемо точку A , що позначає кут кімнати, на основу картини і отримаємо точку a_0 . Оскільки стіни кімнати перпендикулярні, точку a_0 слід з'єднати з точкою P , і визначимо напрямок плінтуса. З суміщеної точки зору C_k проведемо промінь в точку A , який перетне пряму a_0P в точці A . Побудуємо фронтальну стіну кімнати. Для визначення висоти кімнати скористаємося масштабом висот.

Цим же способом побудуємо перспективне зображення шафи.

Для побудови відкритих стулок дверей на плані креслимо півколо, що визначає траєкторію руху стулок і задамо кут, на який вони відкриті. Визначимо ширину дверного отвору, з'єднавши точки CT з суміщеною точкою зору S_k . Кінець стулки проєкцію точки B на

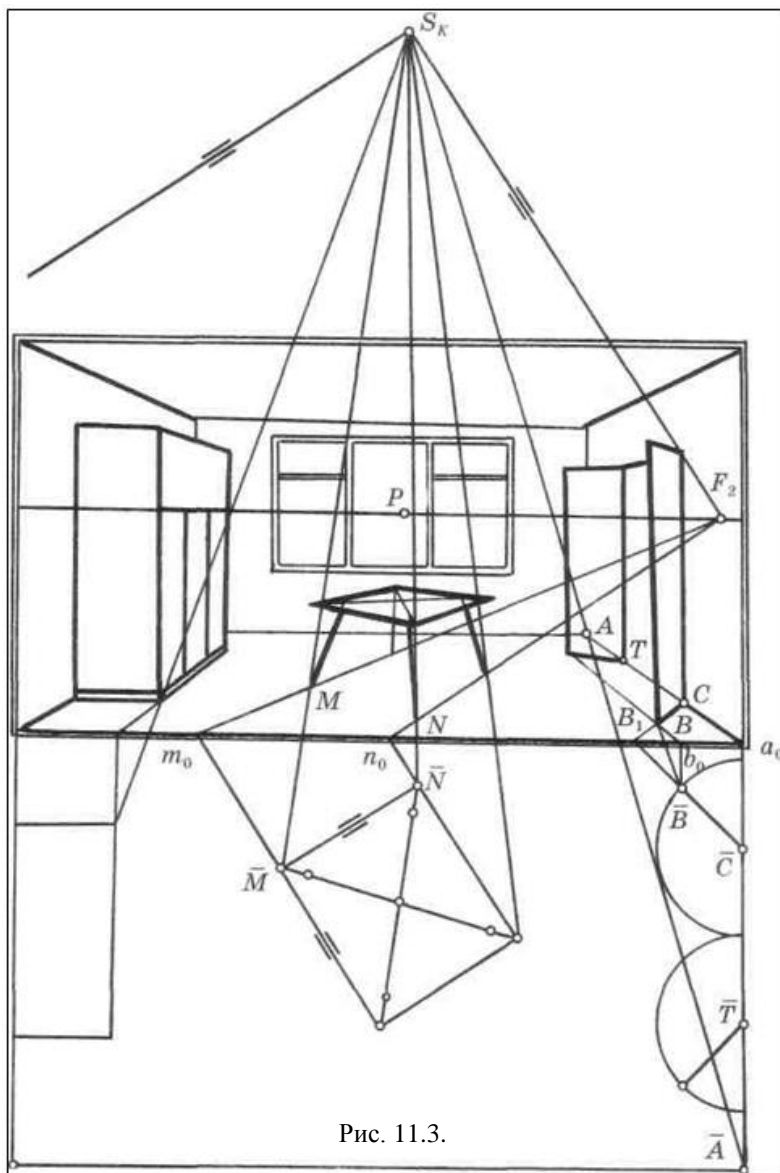


Рис. 11.3.

предметній площині, суміщеній з картинною, перенесемо на основу картини. Отриману точку b_0 з'єднаємо глибинною прямою з точкою Р. Відрізок **CB** продовжимо до перетину з лінією горизонту щоб отримати точку сходу для верхнього торця стулки. Аналогічно будемо другостулку.

Для побудови столу скористаємося точкою сходу F_2 , яка знаходиться в межах аркуша. При суміщеній точці зору побудуємо прямий кут зі сторонами, паралельним сторонам столу. Знайдемо точки m_0 і n_0 і з'єднаємо їх з точкою сходу F_2 .

Поетапна побудова відкритих дверей (рис. 11.4) у фронтальному інтер'єрі. Двері **Aa** відкриті під довільним кутом, двері **Bb** – під кутом 45° .

Будуємо перспективу четвертої частини кола та визначаємо положення дверних стулків. Шукаємо точки сходу для горизонтальних прямих, що обмежують двері зверху і знизу. Для дверей на лівій стіні, яка відкрита під довільним кутом: в точці q' продовжуємо відрізок прямої, що визначає положення дверного полотна, до перетину з лінією горизонту **hh₁** та отримуємо точку F_1 ; для дверей на правій стіні: точкою сходу буде точка D_2 , оскільки двері відкриті під кутом 45° .

Докреслюємо стулки дверей. З точки Q' проводимо пряму в **F1** до перетину з вертикаллю, піднятою з точки **1'**. З точки **E'** проводимо пряму в **D2** до перетину з вертикаллю, піднятою з точки **2'** (рис. 4.05, а-в). Знаходимо дистанційні точки. Користуючись масштабом ширини, визначаємо положення дверних прорізів на бічних стінах та за допомогою масштабу висоти, намічаємо їх висоту.

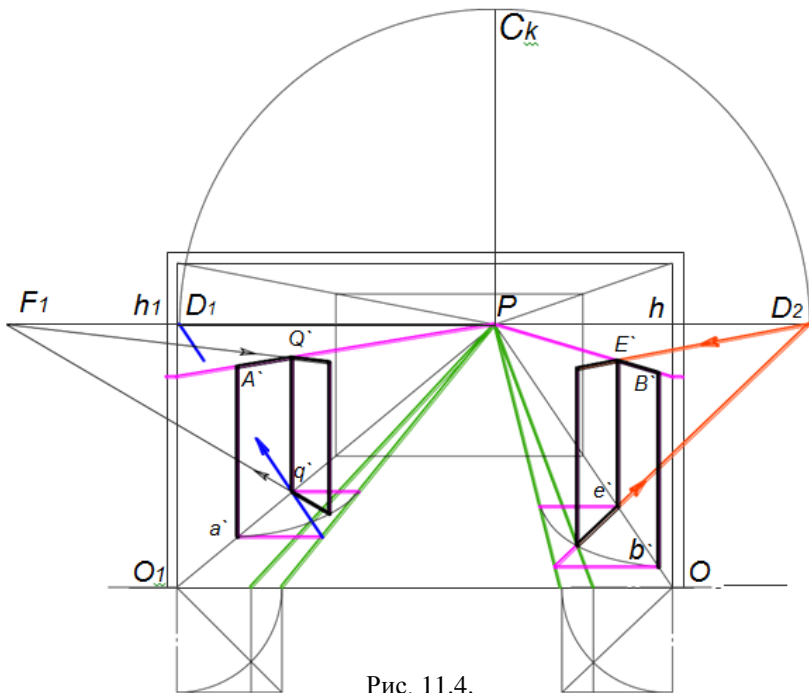


Рис. 11.4.

Лекція 12

ТІНІ В ОРТОГОНАЛЬНИХ ПРОЕКЦІЯХ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

План

1. Тіні в ортогональних проекціях.
2. Тіні прямих часткового положення, плоских фігур та геометричних тіл.
3. Побудова тіней від предметів у інтер'єрі при штучному освітленні.

1. Тіні в ортогональних проекціях.

Тінь точки. Для побудови падаючої тіні від точки на площину чи поверхню через точку проводять промінь паралельно прийнятому напрямку світлових променів та визначити точку перетину його з площиною чи поверхнею. Так тінь від точки на площину є точка перетину променя з найближчою на її шляху площиною.

На епюрі (рис. 12.1) через проєкції точок проведені відповідні проєкції променів та побудовані сліди на площини проєкцій. В першому випадку – це фронтальний слід, а другим слідом буде горизонтальний.

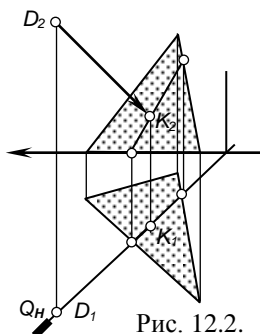


Рис. 12.2.

Перший слід – це реальна тінь точки A , а другий – уявна тінь.

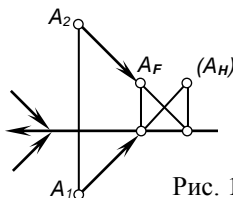


Рис. 12.1.

Для побудови падаючої тіні від точки на площину загального положення (рис. 12.2) треба через точку провести світловий промінь та знайти перетин його з площиною трикутника. Оскільки світловий промінь – пряма лінія, рішаємо I позиційну задачу.

Для побудови падаючої тіні прямої лінії на площину досить побудувати тіні двох її точок (рис. 12.3). Тінь прямої є пряма, що з'єднує тіні точок (рис. 12.3, а). На рисунку 51, б реальні тіні опинилися на різних площинах проєкцій. Це означає, що тінь прямої розміщена на двох площинах проєкцій і буде мати *точку зламу*. Ці точки не з'єднуються прямою. Необхідно побудувати уявну тінь точки D . На рис. 12.3, в побудовано тінь від прямої на довільну площину.

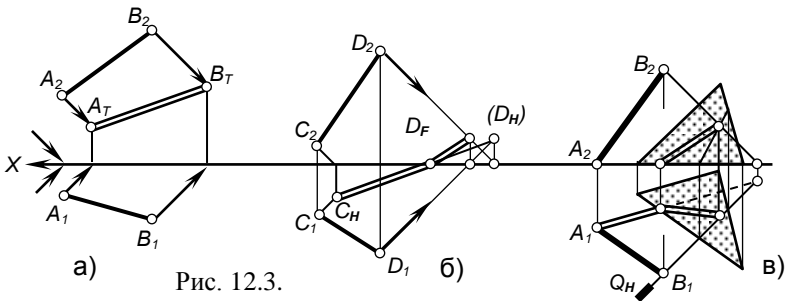


Рис. 12.3.

2. Тіні прямих часткового положення, плоских фігур та геометричних тіл.

Тінь відрізка прямої, перпендикулярної до площини проєкцій, співпадає з проєкцією променя на цю площину (рис. 12.4, а).

Тінь відрізка прямої, паралельної до площини проєкцій, рівна й паралельна самому відрізку (рис. 12.4, б).

Тінь відрізка горизонтальної прямої, розміщеної під кутом 45° до фронтальної площини, розміщена на цій площині з уклоном 1:2 (рис.12.4, в).

Тінь відрізка горизонтальної прямої, паралельної променевій площині, в залежності від положення, чи співпадає з проєктуючим слідом площини, чи розміщена перпендикулярно до осі проєкцій, як в даному прикладі (рис. 12.4, г).

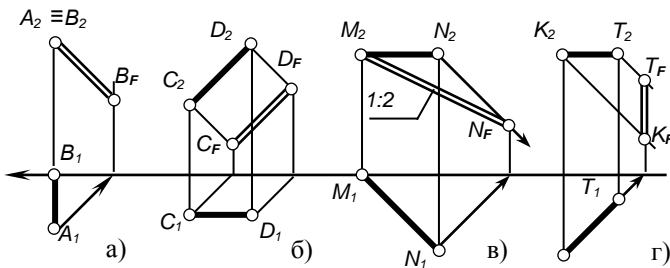


Рис.12.4.

Вид тіні від плоскої фігури залежить як від її форми та положення в просторі, так і від форми поверхні, на яку падає тінь.

Тінь від плоскої фігури на паралельну їй площину, подібна самій фігурі (рис.53 а,б). Для побудови тіні від плоского багатокутника достатньо побудувати тіні від його вершин та з'єднати їх, враховуючи уявні та реальні тіні від точок (рис. 53 в).

При побудові тіней від геометричних тіл використовуються правила, представлені вище. Основні архітектурні форми будівель та

об'єктів інтер'єру представляють собою поєднання простих поверхонь: призм (рис. 54 а,б), пірамід (рис. 54 в), циліндрів (рис. 54 г) та конусів

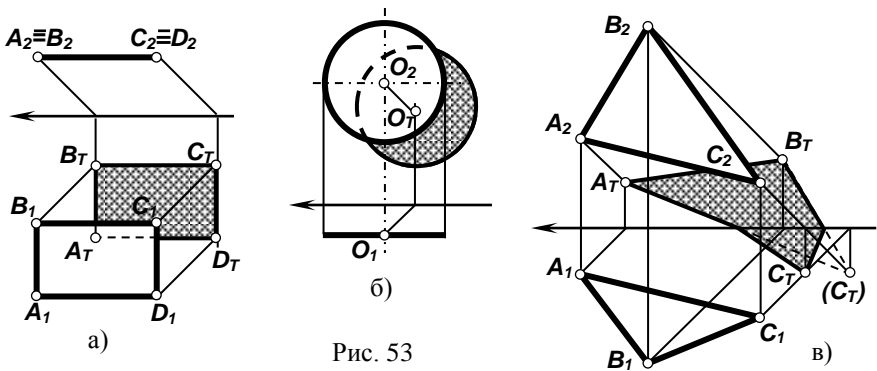


Рис. 53

(рис. 54 д). Розглянемо побудову тіней від цих поверхонь (рис. 54).

Метод променевих перерізів: Метод заснований на головних позиційних задачах нарисної геометрії – це задачі на точку перетину прямої з площиною чи поверхнею і на перетин поверхні площиною.

Побудова падаючої тіні від плоскої фігури на поверхню обер-тання.

Світлові промені, проходячи через контур фігури, утворюють призматичну променеву площину, яка при перетині поверхні обер-тання виявляє контур падаючої тіні.

При побудові тіней розглядаються два види освітлення: приро-дне – паралельне (світло сонця та місяця) та штучне – центральне (світло факелу, свічки, лампи).

При штучному освітленні, коли джерело світла знаходиться близько від об'єкту, торкаючись предмета, світлові промені утворюють пірамідальну або конічну поверхні. Тому штучне джерело освітлення називають точковим, факельним, центральним. Як кожна точка в просторі на картині вона визначається перспективі самою точкою ти її вторинною проекцією (рис. 54) Штучне джерело освітлення використовується для побудови тіней в інтер'єрі. Якщо предмет освітлюється кількома джерелами, будують окремо кожна з тіней, при цьому падаючі тіні накладаються одна на другу. Місця накладання тіней називають повною тінню, не співпадаючі частини називають напівтіннями.

Інтенсивність освітлення залежить від кута світлових променів, найінтенсивніша тінь досягається у випадку, коли вони перпендику-лярні до предмету. Також інтенсивність освітлення залежить від сила світла та відстані від джерела до предмету.

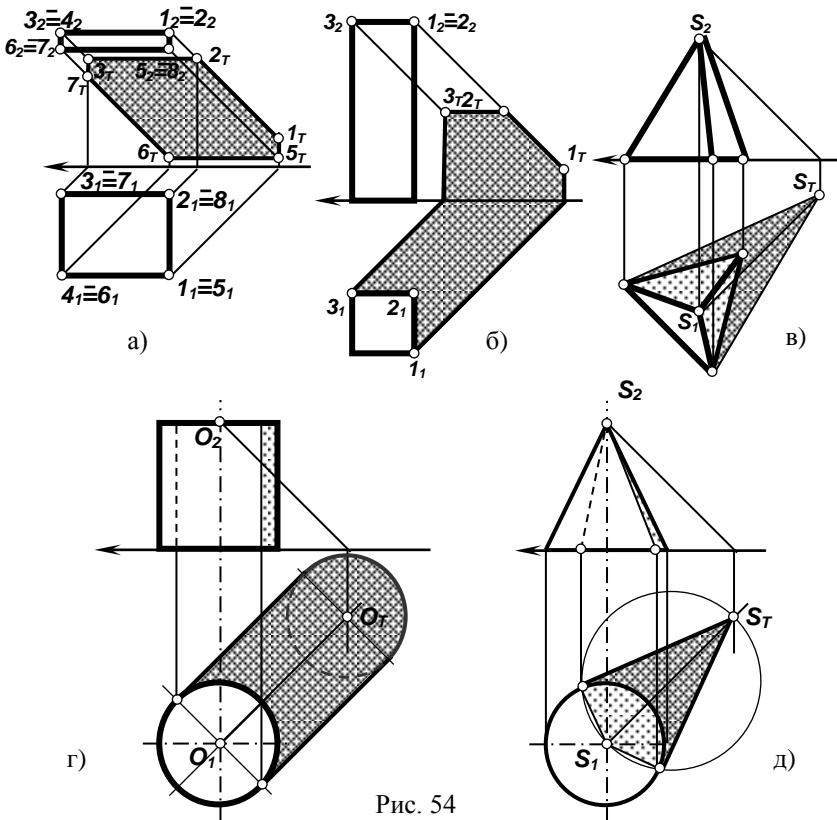


Рис. 54

На поверхнях багатогранників густішою тінью буде в місцях ближчих до джерела, на межі світла і тіні. Падаючі тіні темніші біля контурів основи, при віддаленні вони світлішають.

Власні тіні зображають світлішими, оскільки вони освітлюються світлом відбитим від інших предметів (рефлекс).

3. Побудова тіней від предметів у інтер'єрі при штучному освітленні.

На рис. 55 а джерело світла знаходиться перед предметом зліва (тінь віддаляється), рис. 55 б – за предметом справа (тінь наближається), рис. 55 в – побудовано тінь від двох джерел світла.

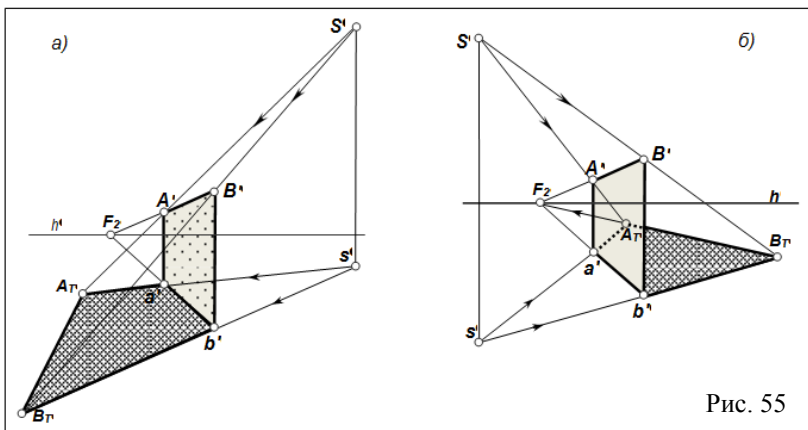


Рис. 55

Побудова тіней від предметів в інтер'єрі має свою особливість, яка полягає в тому, що світлові точки (джерело світла) S та її основи (вторинну проекцію) s проєкціюють на стіни кімнати, тобто будують проєкції світлової точки та її основи на кожній стіні кімнати. Побудовані проєкції світлової точки та її основи дають можливість зображати перспективу падаючих тіней на стінах кімнати.

Оскільки предмети меблів найчастіше мають прямокутну форму, то побудову тіней будемо виконувати від найбільш простої форми, тобто паралелепіеда. Побудувавши перспективу паралелепіеда, завжди можна у нього вписати складнішу форму предмета, наприклад: стіл, стілець, шафа, книжкову полицю і т.п.

Побудуємо власні та падаючі тіні від паралелепіеда (Рис. 56).

Побудуємо проєкцію точки S та її вторинну проєкцію s на правій стіні кімнати, тобто визначимо точки C'' і c'' . Верхня основа паралелепіеда позначимо літерами $ABEQ$. Побудуємо падаючі тіні від ребер A і Q . Падаюча тінь від ребра A зобразиться відрізком aAT а тінь від ребра Q - відрізком qQT . Відрізок qQT буде невидимий, він перекривається гранню паралелепіеда. Побудуємо падаючу тінь від фронтально розташованої грані паралелепіеда. Падаюча тінь від ребра AB будується за допомогою проєкції світлової точки s , тобто точки c'' , на правій стіні кімнати. Через точку C'' та вершину B проведемо проєкцію світлового променя до перетину з підлогою в точці BT . Падаюча тінь $ATBT$ буде паралельна ребру AB . Інші падаючі тіні від паралелепіеда будуть невидимими.

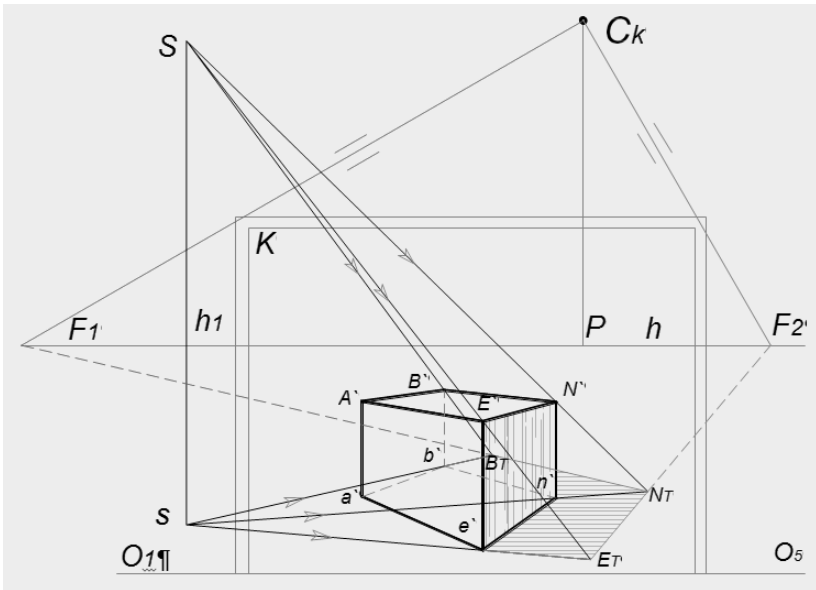


Рис. 56

Побудова власних і падаючих тіней від двох паралелепіпедів, розташованих в інтер'єрі (рис. 57).

Кожен з паралелепіпедів можна розглядати як спрощену форму предмета меблів. Наприклад, паралелепіпед, зображений на стіні, нагадує книжкову полицю, а інший паралелепіпед - стіл. Обидва предмета сильно збільшені з тією метою, щоб наочніше показати побудову тіней від предметів в інтер'єрі.

У даному прикладі зображена ліва стіна кімнати. Світлова точка S та її вторинна проекція s знаходяться праворуч від предметів, тому, тінь від них буде спрямована вліво. Побудуємо проекцію світлової точки та її вторинної проекції на лівій стіні кімнати, тобто отримаємо точки S' та s' . Позначимо ребра паралелепіпедів, розташованих на стіні, точками AB і EN . Побудуємо від цих ребер падаючі тіні. З точки S проведемо світловий промінь через вершину A (SA). З точки S' проведемо проекцію цього променя, тобто пряму $S'a'$, до перетину з променем з CA в точці AT . Аналогічним чином побудуємо падаючі тіні від ребра EN . Отримані на стіні точки AT і NT , BT і FT з'єднаємо прямими. Таким чином зобразимо на стіні падаючу тінь від паралелепіпедів. Власна тінь вийшла лише на фронтально розташованій грані паралелепіпедів.

Для побудови тіней від паралелепіпедів, що стоїть на підлозі, необхідно побудувати проекцію світлової точки та її основи на фронтальній стіні кімнати, потім приступити до побудови падаючих тіней.

Ребра паралелепіпеда позначимо літерами LQ і QR . Падаюча тінь від ребра QR буде переломлюватися на стіні, тому спочатку треба побудувати падаючу тінь на підлозі, а потім будувати її тінь на стіні. З побудови видно, що падаюча тінь QT RT буде паралельна ребру QR і спрямована в точку, сходу P . Побудова тіні на стіні від паралелепіпеда виконується за допомогою світлових променів, проведених через ребро QR і його проекцію на підлозі, які перетинаються з вертикальними прямими, що проходять через точки перетину падаючої тіні зі стіною в точках RT і QT .

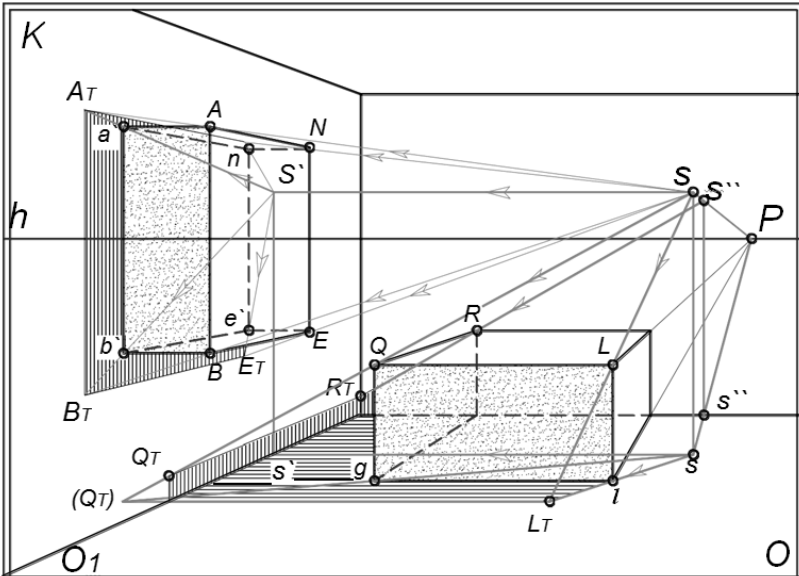


Рис. 57

Питання для самоконтролю

1. Яким чином визначають кількість видів на робочому кресленнику?
2. Чи бувають деталі для яких достатньо одного виду?
3. Який вид називають головним видом деталі?
4. Що називають ескізом деталі?
5. Вкажіть послідовність виконання ескізу.
6. Які існують правила нанесення розмірів на ескізах.
7. Які вимірювальні інструменти застосовують при виконанні ескізів для наближеного визначення розмірів деталей?
8. Яку тінь називають власною, падаючою?
9. Що являють собою тіні від точки, прямої, відсіку площини? Які геометричні задачі розв'язуються при побудові тіней?
10. Побудувати точок зламу тіні від прямої. У яких випадках тінь від лінії матиме точку зламу?
11. Як виглядають падаючі тіні від прямих рівня, проєктуючих прямих ?
12. У чому полягає загальний порядок побудови падаючої тіні в перспективі? Як задають елементи такої схеми для природного освітлення?
13. Які окремі випадки положення сонця відносно глядача використовують, будуючи тіні в перспективі?
14. До яких основних операцій зводиться побудова падаючої тіні від точки, прямої?
15. Що називають полем зору?
16. Що називають кутом зору?
17. Що називають інтер`єром?
18. Яка перспектива предмету називається фронтальною?
19. Яка перспектива предмету називається центральною фронтальною і яка бічноюфронтальною?
20. Що називають кутовою перспективою?
21. В яких межах обирають кут зору при побудові інтер`єру?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерна графіка: підручник для студентів вищих закладів освіти / В.Є.Михайленко, В.В.Ванін, С.М.Ковальов; За ред. В.Є.Михайленка. – Львів: Піча Ю.В.; К.: „Каравела”; Львів: „Новий світ – 2000”, 2002. – 336 с.
2. Зупарова Л. Б. Аналитико-синтетическая переработка информации: Учебник / Л. Б. Зупарова, Т. А. Зайцева; Под ред. Ю.Н. Стоярова. — М.: ФАИР, 2007. — 400 с.
3. Інженерна та комп’ютерна графіка. Головачук І.П. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення денної та заочної форм навчання. Луцьк 2019.
4. Нарисна геометрія, інженерна та комп’ютерна графіка. Головачук І.П. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт для студентів на пряму підготовки 6.050403 «Інженерне матеріалознавство» денної та заочної форм навчання. Луцьк 2011.
5. Засоби програмування комп’ютерної графіки. Головачук І.П. Електронний засіб навчального призначення для студентів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення денної та заочної форм навчання. Луцьк 2019.

Креслення та перпектива [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми **В2.02 "Промисловий дизайн"** галузі знань **В Культура та мистецтво** спеціальності **В2 Дизайн** денної та заочної форм навчання/уклад. І.П. ГОЛОВАЧУК. – Луцьк : ЛНТУ, 2026. – 66 с.

Комп'ютерний набір
І.П. ГОЛОВАЧУК

Редактор
І.П. ГОЛОВАЧУК

Підп. до друку «___» _____ 2022 р. Формат 60×84/16. Папір офс.
Гарн. Таймс. Ум. друк . арк. 2,25.
Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75.
Друк – ВІ та П ЛНТУ