

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| 1 Цілі проєкційного креслення . . . . .   | 4  |
| 2 Зміст графічної роботи . . . . .  | 4  |
| 3 Методичні вказівки до застосування виглядів . . . . .                                       | 6  |
| 4 Рекомендації до побудови проєкцій точок,<br>що належать поверхні геометричних тіл . . . . . | 9  |
| 5 Методичні рекомендації до виконання і оформлення розрізів . . . . .                         | 12 |
| 6 Вказівки до побудови похилих перерізів . . . . .  | 15 |
| 7 Деякі вказівки до побудови аксонометричних проєкцій . . . . .                               | 23 |
| Список рекомендованої літератури . . . . .  | 29 |

## 1 ЦІЛІ ПРОЕКЦІЙНОГО КРЕСЛЕННЯ

Проекційне креслення є теоретичною базою машинобудівного креслення. Вивчення розділу "Проекційне креслення" дає можливість студентам набути початкові навички читання креслень, тобто виділяти у технічній деталі складові її геометричні фігури та пізнавати тип зображення.

У результаті вивчення цього розділу і виконання графічної роботи студенти набувають таких знань та вмінь:

- побудування трьох основних виглядів моделі за наочним зображенням, а також за двома проекціями;
- визначення відсутніх проекцій точок, розташованих на поверхнях геометричних фігур;
- виявлення форми моделей на кресленні застосуванням розрізів і оформлення їх відповідно до стандарту;
- будування дійсного вигляду похилого перерізу проекціовальною площиною;
- виконання наочних зображень та розрізів моделей у стандартних аксонометричних проекціях.

Крім того, вивчення студентами проекційного креслення сприяє розвитку у них просторових уявлень, які необхідні кожному технічному працівникові.

## 2 ЗМІСТ ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Графічна робота виконується відповідно до картки індивідуальних завдань. Приклад картки подано на рисунку 1.

Графічна робота виконується на чотирьох аркушах формату А3 (297×420 мм), або на одному аркуші формату А1 (594×841 мм).

Розв'язання задач має бути таким:

- 1 За аксонометрією моделі побудувати її три проекції.
- 2 За двома неповними проекціями геометричних моделей побудувати їхнє креслення (три зображення).
- 3 За двома проекціями моделі технічної форми побудувати третє зображення та аксонометрію з вирізом передньої чверті.



Примітки:

1. На усіх задачах виконати необхідні розрізи.
2. Виконати похилі перерізи проекціовальною площиною за вказівкою викладача.
3. Лінії невидимого контуру на задачах 1 і 4 не показувати, а на задачах 2 і 3 зберегти.
4. При розв'язанні задач 2 і 3 показати побудову деяких характерних точок.
5. На усіх задачах нанести розміри.

### 3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ВИГЛЯДІВ

Для побудови креслень предметів або моделей користуються способом прямокутних проекцій, при цьому предмет розміщують між оком спостерігача і площиною проекцій. Площинами проекцій вважають шість граней порожнистого куба, усередині якого розміщено предмет. Спроекціювавши предмет, куб розрізають по ребрах і розгортають його так, щоб усі грані сумістилися з однією фронтальною площиною (рисунок 2).

Зображення на фронтальній площині проекцій вважають **головним**. Предмет треба розміщувати так, щоб при вдалому використанні поля креслення якнайповніше виявити форму і будову предмета.

Залежно від змісту зображення поділяють на вигляди, розрізи та перерізи.

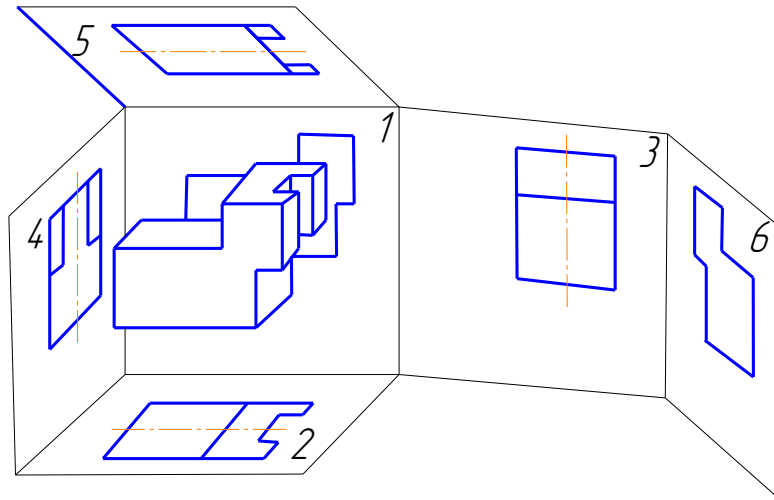
**Виглядом** називають зображення повернутої до спостерігача видимої поверхні предмета. Вигляди поділяють на *основні*, *додаткові* та *місцеві*.

**Основними** називають вигляди, утворені на шести основних площинах проекцій.

За основу побудови креслення предмета беруть вигляд спереду – головний вигляд предмета. При розв'язанні задачі 1 (рисунок 3) вигляд спереду рекомендується вибрати за стрілкою А (рисунок 1)

Кожний із інших виглядів має відносно головного своє певне місце: вигляд *зверху* розміщують під головним, вигляд зліва – праворуч від головного, вигляд *знизу* – зверху над головним, вигляд справа – ліворуч від головного, вигляд *ззаду* – поряд з виглядом справа або зліва .

*a*



*б*

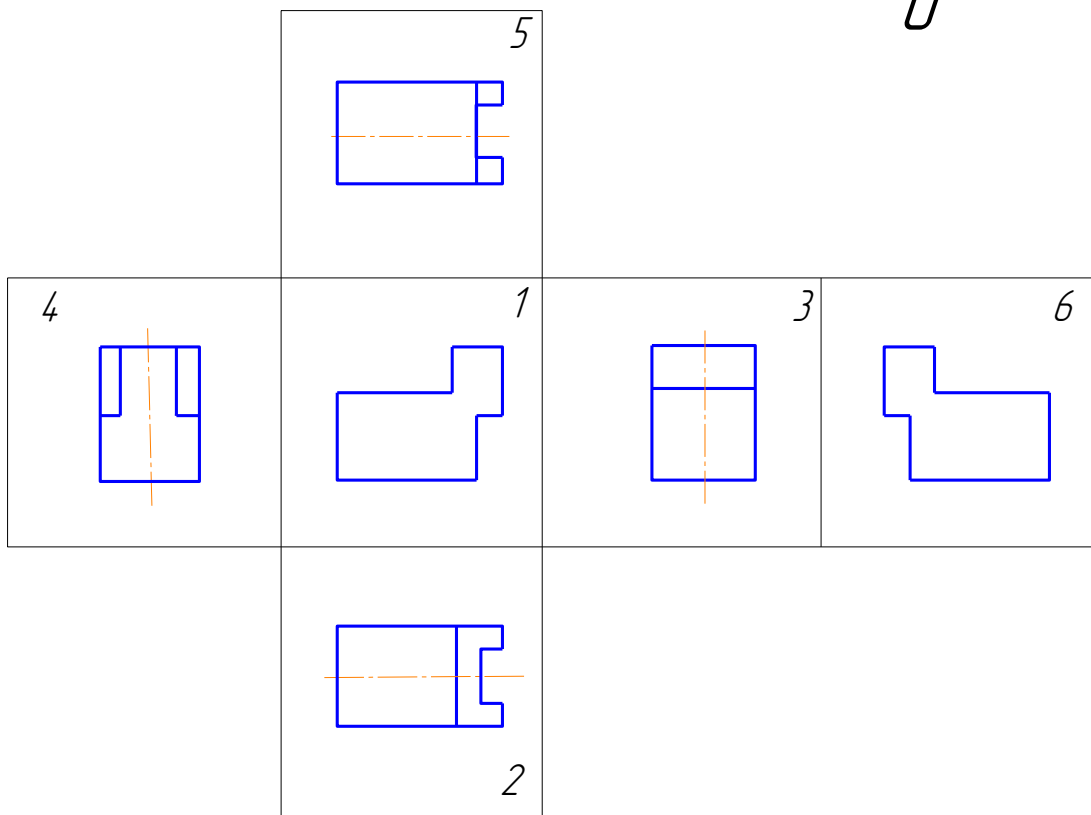


Рисунок 2 – Розташування основних виглядів

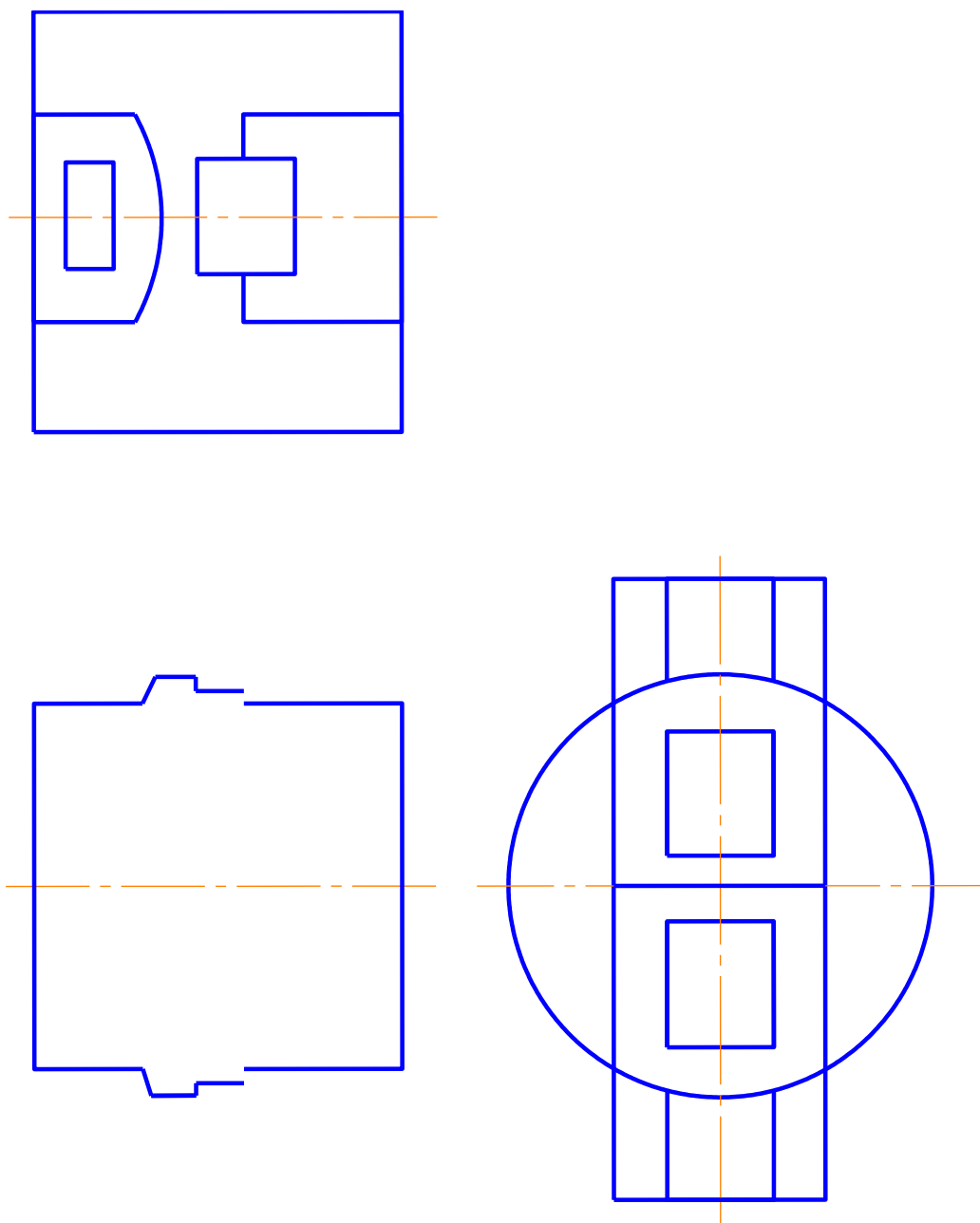


Рисунок 3 – Побудова трьох виглядів моделі

При виконанні завдань із проєкційного креслення студенти використовують тільки перші три вигляди:

- вигляд спереду – фронтальна проєкція;
- вигляд зверху – горизонтальна проєкція;
- вигляд зліва – профільна проєкція.

#### **4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПОБУДОВИ ПРОЄКЦІЙ ТОЧОК, ЩО НАЛЕЖАТЬ ПОВЕРХНЯМ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ**

Розв'язування проєкційних задач обов'язково містить побудову проєкцій окремих геометричних тіл. Передусім необхідно з'ясувати та запам'ятати, як проєкціюються на площинах проєкцій прості геометричні тіла (призма, піраміда, циліндр, конус, сфера) і зокрема їх елементи – вершини, ребра, грані, твірні, граничні лінії.

Правила побудови відсутніх проєкцій точок, розташованих на поверхні визначаються такими положеннями відомими із геометрії.

*Правило 1.* Точка розташована на поверхні, якщо вона лежить на лінії, що належить цій поверхні, наприклад рисунки 4 *в, г, е*. При цьому на лінійчастих поверхнях за таку лінію доцільно використовувати прямолінійну твірну. У випадках криволінійних поверхонь такою лінією є контур найпростішого перерізу поверхні проєкціовальною площиною, що проходить через цю точку.

*Правило 2.* Точка лежить у площині, якщо вона розташована на прямій, яка належить цій площині. Це положення використовується, якщо необхідно знаходити відсутню проєкцію точки, розташованої на грані багатогранника.

*Правило 3.* Якщо точка належить прямій, то її проєкції знаходяться на однойменних проєкціях прямої, наприклад, коли точка знаходиться на ребрі багатогранника.

*Правило 4.* Для знаходження проєкцій точки, нанесеної на поверхні предмета, необхідно визначити характер цієї поверхні, знайти проєкції поверхні на усіх виглядах, а потім уже знаходити проєкції заданої точки.

Визначення проєкцій точок, які лежать на поверхні призми, показано на рисунку 4 *а*.

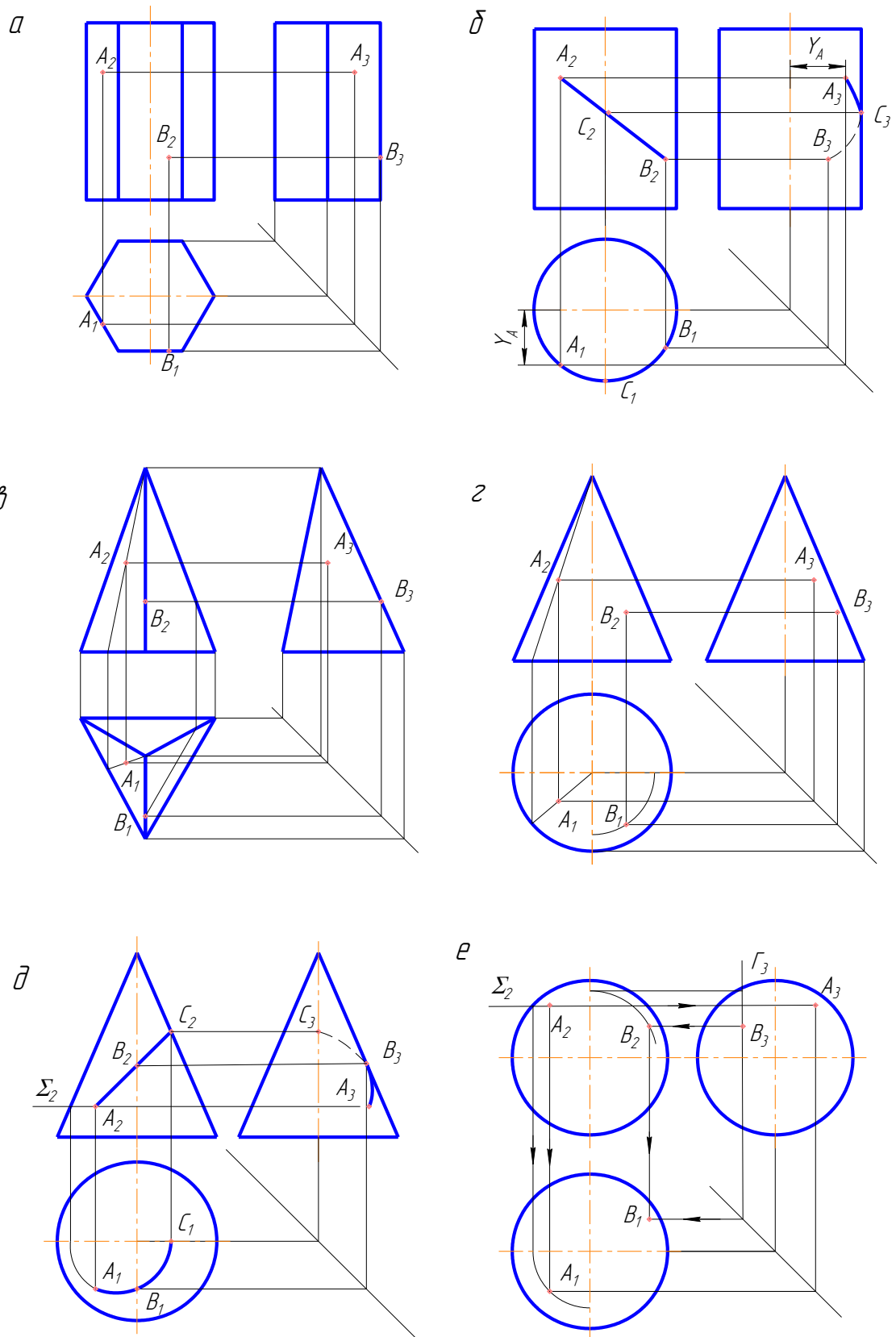


Рисунок 4 – Побудова проєкцій точок і ліній, розташованих на поверхнях геометричних тіл



Задані фронтальні проекції  $A_2$  і  $B_2$  точок  $A$  і  $B$ , що лежать на гранях призми. Грань, на якій знаходиться точка  $A$ , – горизонтально-проекціувальна, а грань, на якій знаходиться точка  $B$ , – фронтальна. Кожна з цих граней на горизонтальну площину проєкціюється відрізком прямої. Отже, горизонтальні проекції  $A_1$  і  $B_1$  точок знаходяться на цих відрізках. Профільні проекції  $A_3$  і  $B_3$  точок визначають побудовою за допомогою сталої прямої креслення.

На рисунку 4 б задана фронтальна проекція лінії, що лежить на циліндричній поверхні. Поверхня циліндра проєкціувальна, тобто горизонтальна проекція її є коло. Через це горизонтальна проекція лінії  $ABC$  збігається з контуром цього кола. Координатним способом або за допомогою сталої прямої креслення визначають профільні проекції точок і сполучають їх плавною кривою. Частина лінії  $C_3B_3$  невидима, тому що вона лежить на невидимій половині поверхні циліндра.

На передній лівій грані піраміди (рисунок 4 в) знаходиться точка  $A$ , притому мається на увазі, що задана її фронтальна проекція  $A_2$ . Горизонтальна проекція знайдена за допомогою допоміжної прямої, що проходить через вершину і належить грані. Горизонтальну проекцію  $B_1$  точки  $B$ , що знаходиться на профільному ребрі, можна знайти двома способами: або за допомогою допоміжної прямої, що належить грані, або використувати раніше знайдену профільну проекцію  $B_3$ .

Для визначення проекцій точок або ліній, що лежать на поверхні конуса (рисунки 4 г, 4 д), використовують твірні або коло, що лежать на поверхні конуса (точка  $B$ ). Ці кола утворюються в перерізі прямого кругового конуса площинами, які паралельні його основі.

Проекції точок, що лежать на поверхні сфери, знаходять за допомогою кіл (паралелі сфери), здобутих перетином її площинами рівня. Припустимо, що задані фронтальна проекція точки  $A$  і профільна проекція точки  $B$  (рисунок 4 е). Горизонтальна проекція  $A_1$  побудована за допомогою кола, знайденого в перетині площиною  $\Sigma$  ( $\Sigma_2$ ), а фронтальна проекція  $B_2$  за допомогою кола, одержаного в перерізі фронтальною площиною  $\Gamma$  ( $\Gamma_3$ ).

При побудові окремих відрізків ліній, розташованих на поверхні геометричних тіл, потрібно чітко уявити характер цих ліній: прямі, коло, еліпси, гіперболи, параболи. Це дає можливість при розв'язанні задачі контролювати правильність і точність побудови.

Більш докладно про побудову точок та ліній на поверхнях геометричних тіл можна прочитати в [4, с.54-66].

## 5 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ РОЗРІЗІВ

На кресленнях деталей, якщо використовувати тільки вигляди, часто невидимі існуючі такі її елементи, як отвори, порожнини, виїмки і інше. Їх форма може бути зображена лініями невидимого контура, тобто штриховими лініями. Однак при великій кількості штрихових ліній особливо, якщо вони перекривають одна одну, читання креслення ускладнено. Щоб цього запобігти, для повного виявлення форми внутрішніх контурів предметів на кресленнях застосовують розрізи. Визначення, класифікація та позначення розрізів є в стандарті (ГОСТ 2.305-68-пп.3.1...3.14)

**Розрізом** називають зображення предмета, умовно розітнутого однією, або кількома площинами. На розрізі показують те, що розміщено в січній площині і за нею.

Слід пам'ятати, що розріз є умовним зображенням, бо при виконанні розрізів тільки уявно проводять січну площину і уявно відкидають частину предмета, розміщену між спостерігачем і січною площиною. Умовне розсічення предмета стосується тільки зображуваного розрізу і не змінює інших зображень того самого предмета.

Розрізи класифікують за декількома ознаками:

- залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяють на горизонтальні, фронтальні та профільні, похилі і вертикальні;
- залежно від кількості січних площин розрізи поділяють на прості – утворені однією січною площиною та складні – утворені за допомогою двох і більше січних площин. Складні розрізи поділяються на ступінчасті (січні площини паралельні) і ламані (січні площини перетинаються);
- залежно від положення січної площини відносно основних вимірів предмета розрізи поділяють на поздовжні і поперечні. Розріз називається поздовжнім, якщо січна площина спрямована вздовж довжини або висоти предмета і поперечним, якщо січна площина спрямована перпендикулярно до довжини або висоти предмета;
- залежно від повноти виконання розрізи поділяють на повні і місцеві. Повний розріз розкриває внутрішню будову предмета по всьому перетину, а місцевий розріз виявляє внутрішню будову деталі лише в окремому, обмеженому місці.

Фронтальні, горизонтальні і профільні прості розрізи найчастіше розміщують на місці відповідних основних виглядів (наприклад, рисунок 5 а).

Лінія, що показує положення січної площини, називається лінією перерізу. Це розімкнена лінія з початковим і кінцевим штрихами, на яких нанесено стрілки, що показують напрям погляду (рисунок 5 б).

Товщину штрихів розімкненої лінії беруть від  $s$  до  $1,5s$ , де  $s$  – товщина лінії видимого контуру. Штрихи не повинні перетинати контур відповідного зображення. Стрілки наносять тонкими лініями на відстані 2-3 мм від кінця штриха. На початку і в кінці лінії перетину ставлять однакові великі букви (кирилиці). Букви мають бути більшого розміру, ніж цифри розмірних чисел на тому самому кресленні. Наносять їх біля стрілок з боку зовнішнього кута.

Біля розрізу роблять напис, що складається з тих самих великих букв, через тире.

Коли деталь проєкціюється у вигляді симетричної фігури, можна поєднати в одному зображенні половину вигляду з половиною відповідного розрізу. Лінією поділу їх є вісь симетрії фігури, тобто штрих-пунктирна тонка лінія (рисунки 5 б, 6 а).

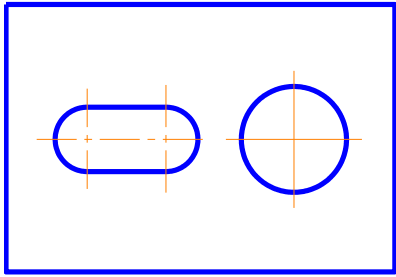
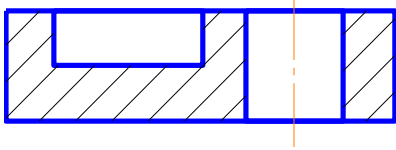
Якщо контурна лінія креслення (наприклад, проєкція ребра багатогранника) збігається з віссю симетрії, що може призвести до непорозуміння, межу між виглядом і розрізом роблять хвилястою лінією обриву (рисунки 6 а, 6 б).

У випадку, коли січна площина збігається з площиною симетрії всього предмета, а відповідні розрізи розміщені на одному аркуші в проєкційному зв'язку і не розділені якимись іншими зображеннями, то для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів положення січної площини не позначають і сам розріз не супроводять написом (рисунок 5а).

Внутрішні обриси деталі на розрізі позначають суцільними основними лініями, як і контур предмета. Те, що попадає в січну площину, називають перерізом і виділяють штрихуванням. Місце, де січна площина проходить через порожнини, не заштриховують. Штрихування виконується паралельними прямими лініями під кутом  $45^\circ$  до контурної або осьової лінії з однаковою відстанню між ними (рекомендується брати рівним 2 мм).

Якщо січна площина направлена вздовж осі або довгої сторони таких елементів, як спиці маховиків, шківів, зубчастих коліс, тонких стінок, ребер

*a*



*δ*

*A-A*

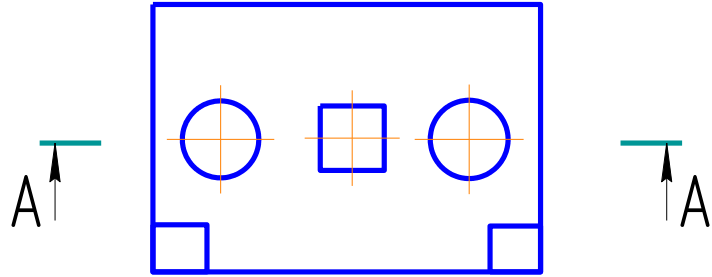
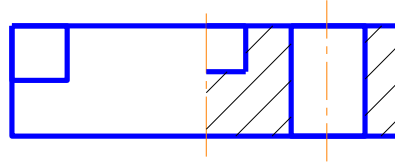
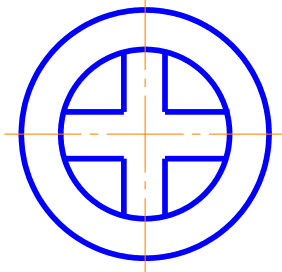
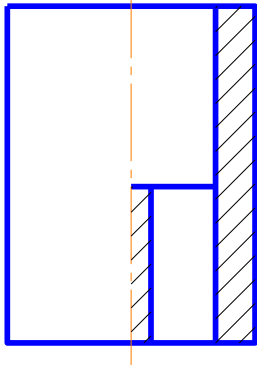
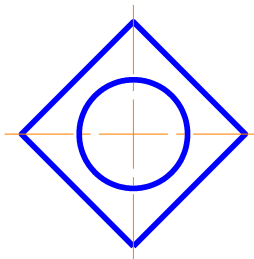
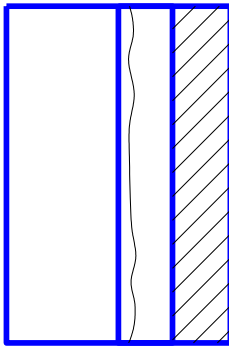


Рисунок 5 – Приклади виконання фронтального розрізу

*a*



*δ*



*β*

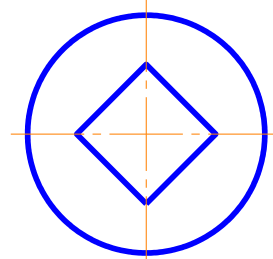
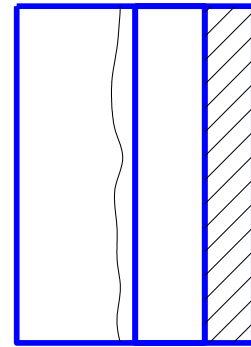


Рисунок 6 – Приклади поєднання частини вигляду з частиною відповідного розрізу

жорсткості (рисунок 6 а) тощо, то такі елементи не штрихують і відокремлюють від основної частини предмета суцільною основною лінією. У поперечному розрізі (а також при розрізі в аксонометрії) ці деталі показують розсіченими і штрихують за загальними правилами.

На рисунках 7, 8, 9 показано остаточне виконання задач 1, 2 і 3 з виконанням необхідних розрізів.

## 6 ВКАЗІВКИ ДО ПОБУДОВИ ПОХИЛИХ ПЕРЕРІЗІВ

Для виявлення внутрішніх і зовнішніх форм зображуваних предметів в тому або іншому місці крім розрізів застосовують перерізи.

**Перерізом** називають зображення фігури, яке утворюється в розтині деталі однією або кількома площинами. На відміну від розрізу у перерізі показують лише те, що є в січній площині (рисунок 10 б). Частина деталі, розташовану за січною площиною, у перерізі не показують.

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, яка обмежує круглі отвори або заглибини (циліндричні, конічні, кульові), то контур такої заглибини або отвору показують повністю, тобто переріз виконують як розріз, бо зображують лінії, яких немає в січній площині (рисунок 10 в).

Перерізи, що не входять до складу розрізів, поділяють на винесені і накладені.

Винесені перерізи виконують окремо від відповідного зображення і обводять їх суцільною основною лінією.

Накладені перерізи розміщують на самому зображенні предмета і обводять їх тонкою суцільною лінією.

У проєкційному кресленні при виконанні графічної роботи студенти будують дійсну величину похилого перерізу.

Пропонуються такі рекомендації послідовності побудови дійсної величини похилого перерізу:

- уявити форму геометричних тіл, що розсікаються і приблизну фігуру перерізу;
- провести вісь майбутнього перерізу (бажано паралельно лінії перерізу) (рисунки 11 а, 12 а, б, в). Якщо у перерізі виходить несиметрична фігура, то за лінію виміру можна взяти будь-яку пряму (рисунок 11 в);

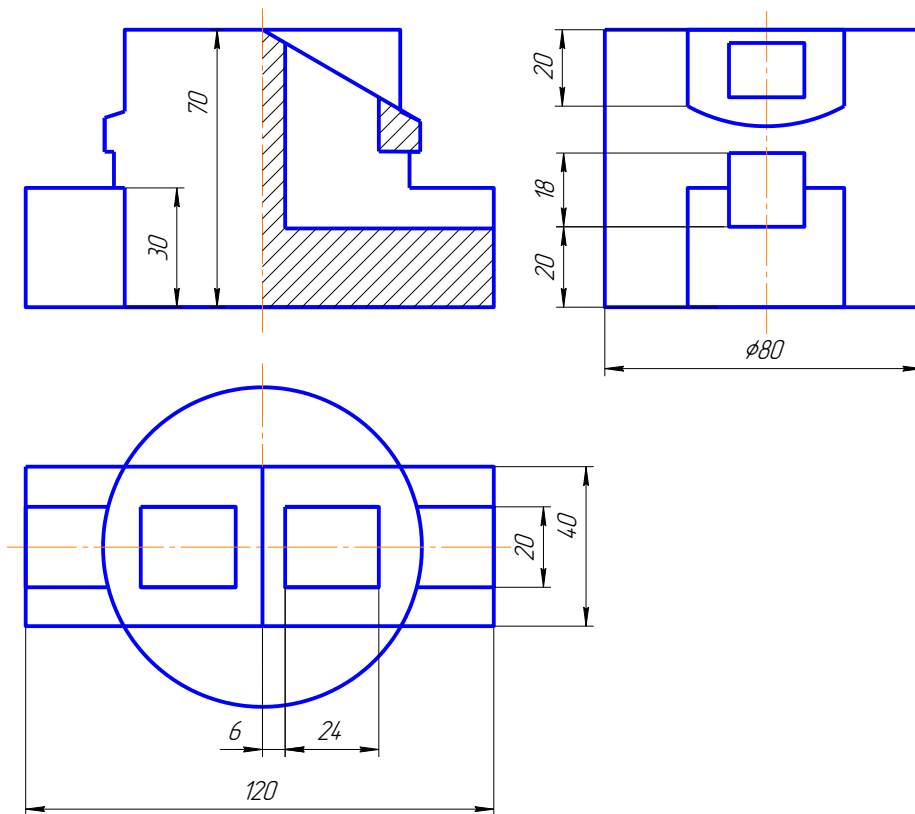


Рисунок 7 – Побудова фронтального розрізу

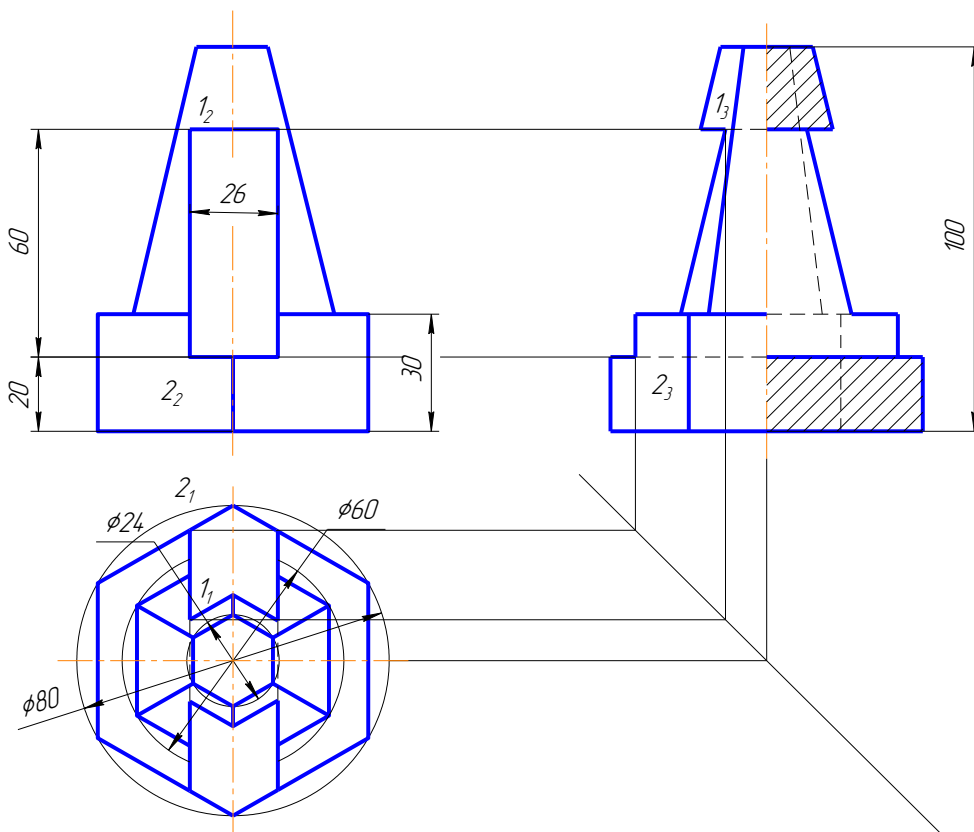


Рисунок 8 – Побудова профільного розрізу

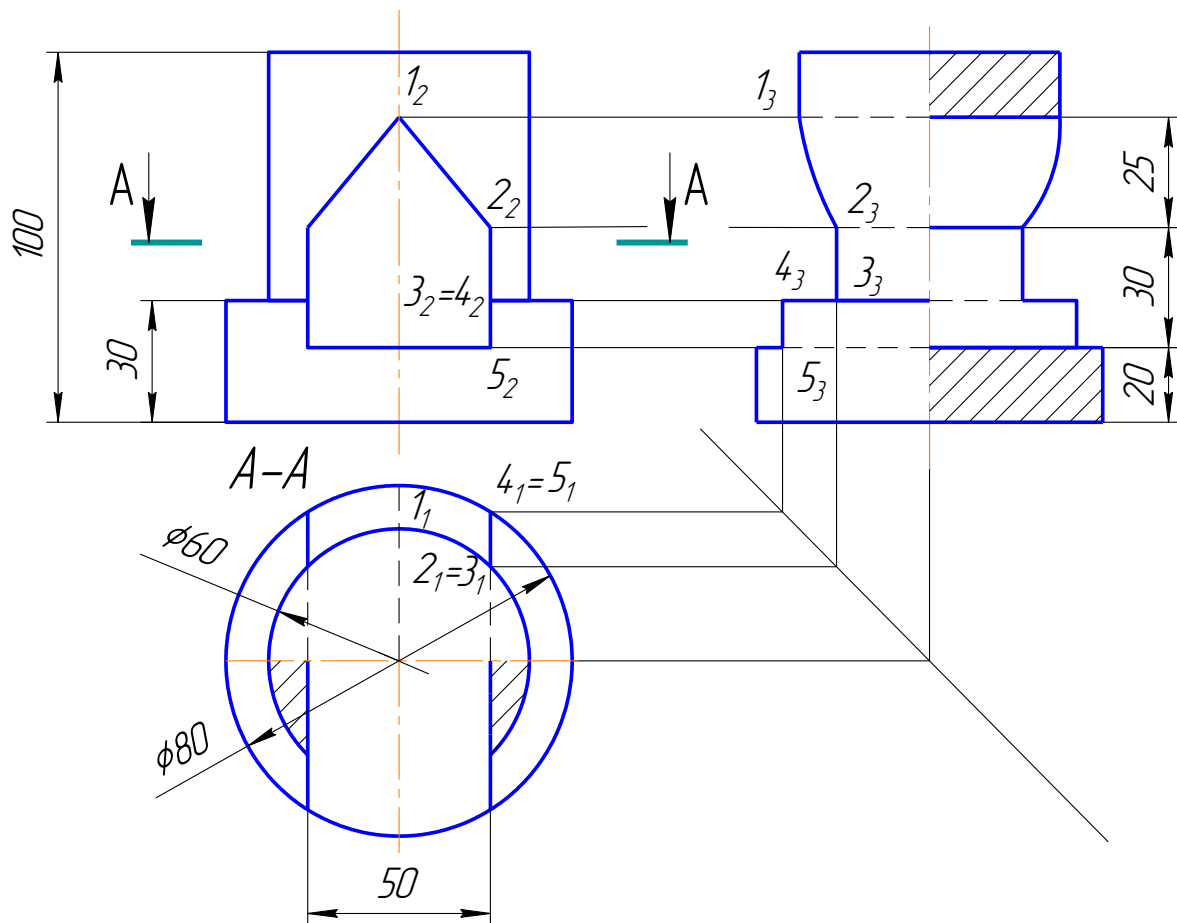


Рисунок 9 – Побудова розрізів на прикладі задачі 3

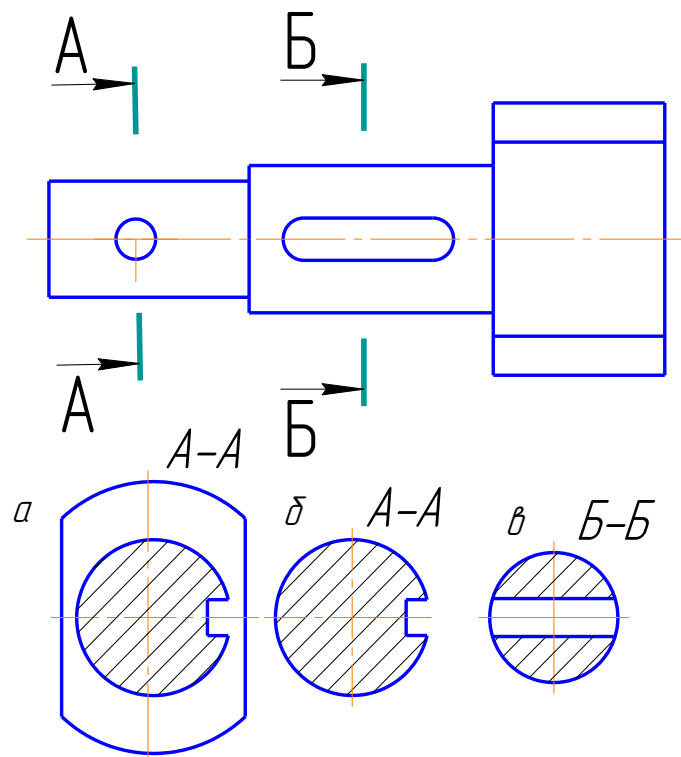


Рисунок 10 – Розрізи і перерізи

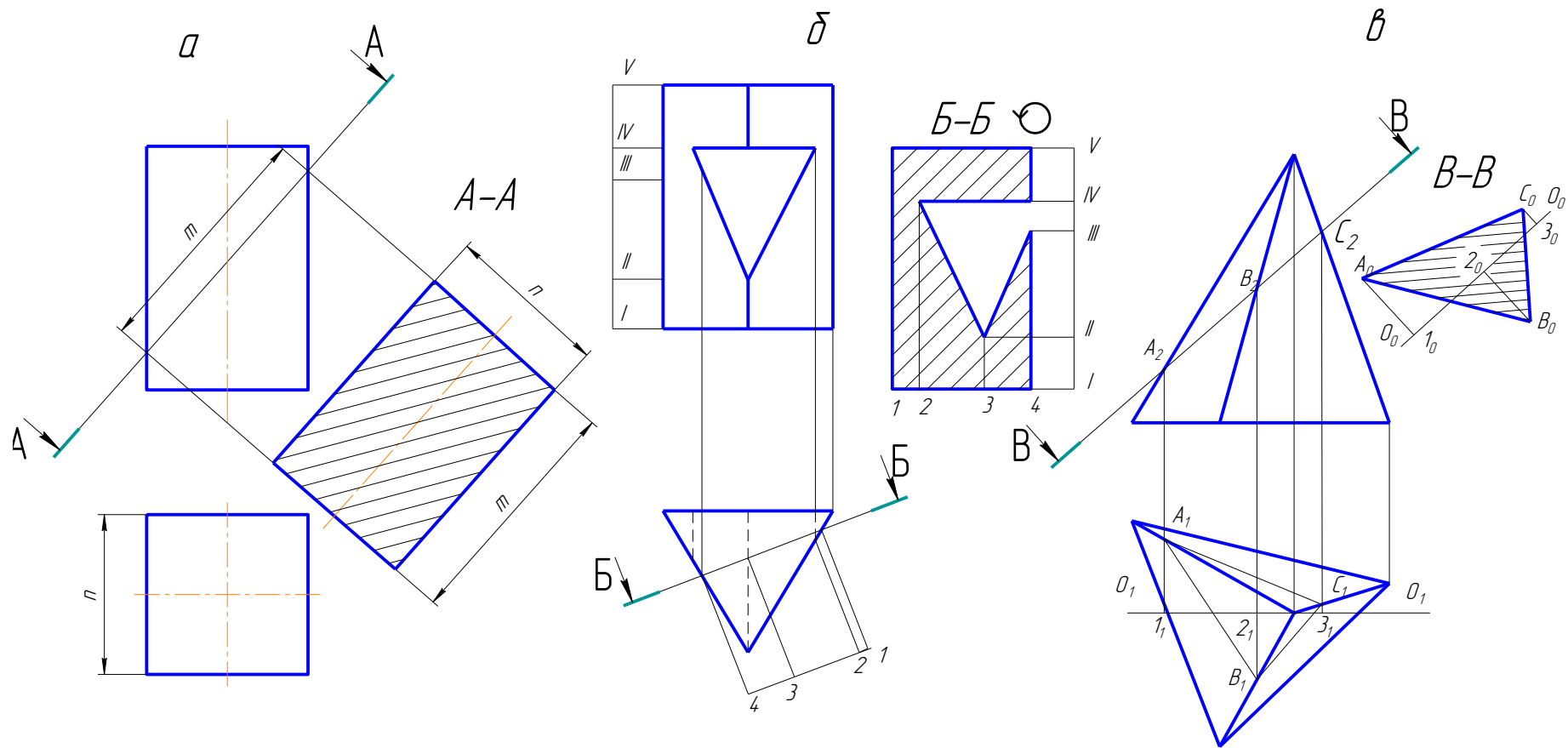


Рисунок 11 – Побудова неспотвореного зображення перерізу багатогранників



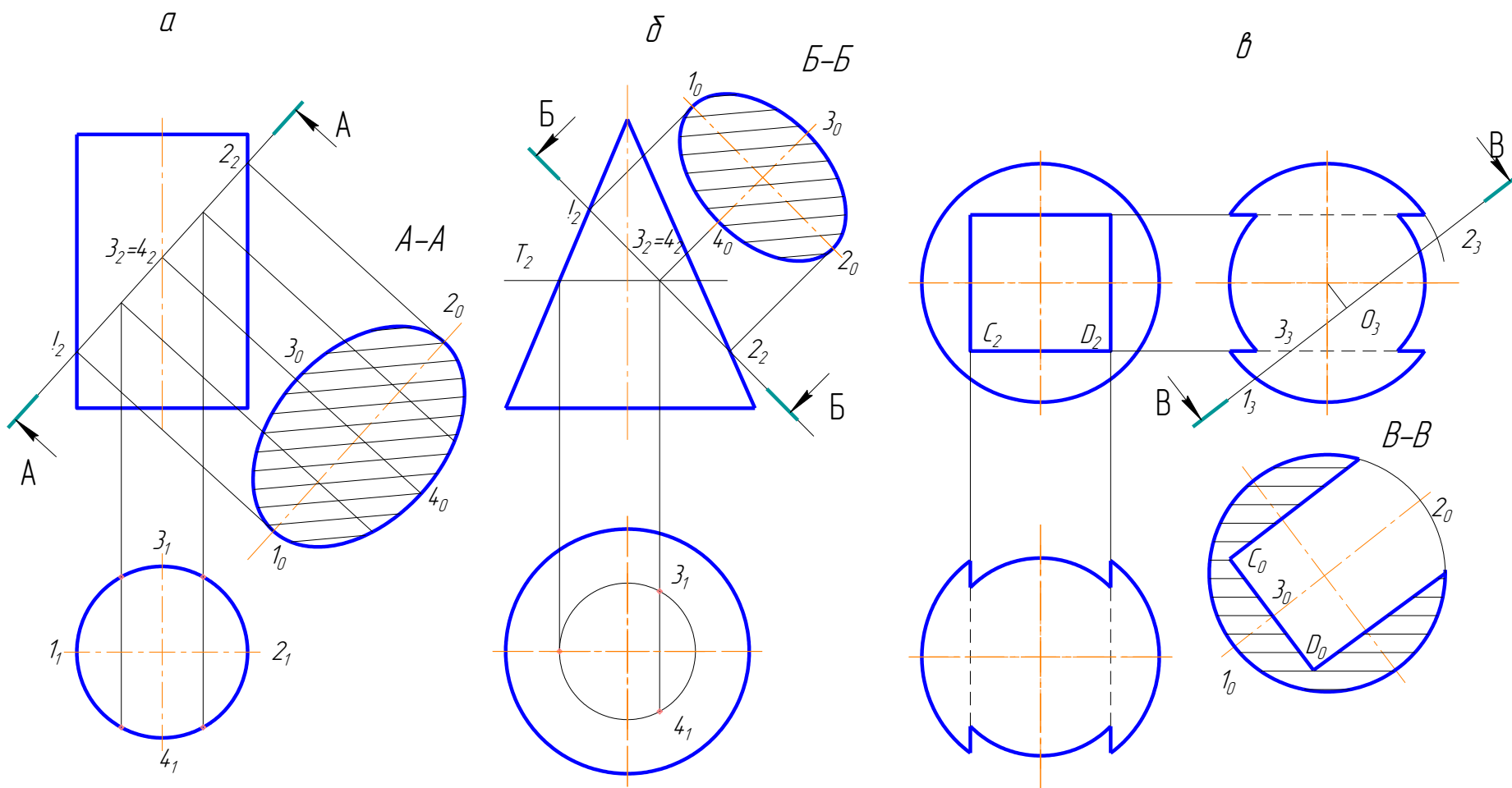


Рисунок 12 – Побудова неспотвореного зображення перерізу тіл обертання


- знайти характерні точки (вершини багатокутника, центри дуг кіл, осі еліпсів) і при необхідності, проміжні точки;
- контур фігури побудованого перерізу обвести лініями видимого контуру, при цьому предмет вважати нерозрізаним. Якщо січна площина проходить через некруглу порожнину і переріз розпадається на окремі частини (рисунок 13), то між ними провести тонку лінію контуру фігури перерізу цього тіла.

Розглянемо декілька прикладів побудови дійсного вигляду похилих перерізів.

На рисунку 11 *a* показана побудова перерізу прямої чотирикутної призми. Оскільки кути між гранями прямі, то у перерізі фронтально-проекціовальною площиною одержимо прямокутник.

Довжина цього прямокутника **m** дорівнює розміру фронтальної проекції перерізу, яка являє собою пряму лінію. Ширина його **n** дорівнює ширині горизонтальної проекції перерізу яка збігається з проекцією усієї призми.

На рисунку 11 *б* розглядаються побудови вертикального перерізу горизонтально-проекціовальною площиною прямої трикутної призми з наскрізною трикутною порожниною.

При побудові будь-якого перерізу слід пам'ятати, що в перерізі завжди виходить плоска фігура, яка має два виміри. Один вимір є у натуральній величині на одній проекції, другий вимір – на другій проекції. У даному випадку перерізом призми буде прямокутник, ширина якого 1-4 дорівнює величині горизонтальної проекції перерізу, довжина – висоті призми I-V. Проекції перерізу наскрізної порожнини побудовані за характерними точками, знайденими в перетині горизонтальних і вертикальних ліній. Переріз вертикальною площиною рекомендується повертати до положення відповідного головному вигляду, тому при позначенні такого перерізу поряд з написом **A-A** додають знак .

На рисунку 11 *в* показано побудову перерізу фронтально-проекціовальною площиною трикутної піраміди. У перерізі буде трикутник, тому що перетинаються усі ребра піраміди. Побудову перерізу виконуємо у такій послідовності:

- знаходимо горизонтальну проекцію перерізу  $A_1B_1C_1$ ;
- через горизонтальну проекцію вершини піраміди проведемо горизонтальну лінію  $O_1O_1$  і до неї із точок  $A_1$ ,  $B_1$  і  $C_1$  проведемо вертикальні лінії  $A_11_1$ ,  $B_12_1$  і  $C_13_1$ ;

- на вільному місці креслення проводимо лінію  $O_0O_0$ , паралельно лінії перерізу **В-В**;
- із довільно вибраної на цій лінії точки  $1_0$  відкладаємо відрізки  $A_01_0=A_11_1$ ,  $B_02_0=B_12_1$  і  $C_03_0=C_13_1$ .

Сполучаємо одержані точки  $A_0B_0C_0$  і штрихуємо під кутом  $45^\circ$  до  $O_0O_0$  та підписуємо.

На рисунку 12а побудовано натуральну величину перерізу фронтально-проекціовальною площиною циліндра обертання. Переріз являє собою повний еліпс, велика вісь якого 12 дорівнює відрізку сліда січної площини, що міститься між твірними циліндра ( $1_02_0=1_12_1$ ). Мала вісь 34 проходить через середину великої осі, перпендикулярно до неї і дорівнює діаметру циліндра ( $3_04_0=3_14_1$ ). Побудувавши декілька проміжних точок, сполучаємо їх плавною кривою.

На рисунку 12б побудована натуральна величина перерізу фронтально-проекціовальною площиною **Б-Б** прямого кругового конуса. Перерізом маємо еліпс тому, що січна площина перетинає усі твірні конуса і нахилена до осі під кутом, більшим за кут нахилу твірної до осі.

Велика вісь 12 еліпса дорівнює відрізку сліда січної площини, що міститься між крайніми твірними конуса ( $1_02_0=1_22_2$ ). Мала вісь 34 проходить через середину великої осі, перпендикулярно до неї і дорівнює хорді кола, яке одержимо в перерізі конуса горизонтальною площиною ( $3_04_0=3_14_1$ ).

Проміжні точки перерізу можна визначити як точки, що належать поверхні конуса, за аналогією з точками 3 і 4.

На рисунку 12в наведено приклад побудови натуральної величини перерізу кулі з призматичним отвором профільно-проекціовальною площиною **В-В**. Переріз кулі – круг, діаметр якого дорівнює відрізку слідів січної площини, що міститься між точками перетину контуру профільної проекції сфери з лінією перерізу **В-В** ( $1_02_0=1_22_2$ ). Контур перерізу призматичної порожнини побудовано за розмірами, які взяті із профільної проекції (довжина) і фронтальної проекції (ширина):  $1_03_0=1_33_3$ ,  $C_0D_0=C_2D_2$ .

На рисунку 13 показано побудову натуральної величини перерізу фронтально-проекціовальною площиною комбінованого тіла, поданого у задачі 2.

Побудову перерізу виконуємо в такій послідовності:

- проводимо вісь симетрії перерізу паралельно сліду січної площини;

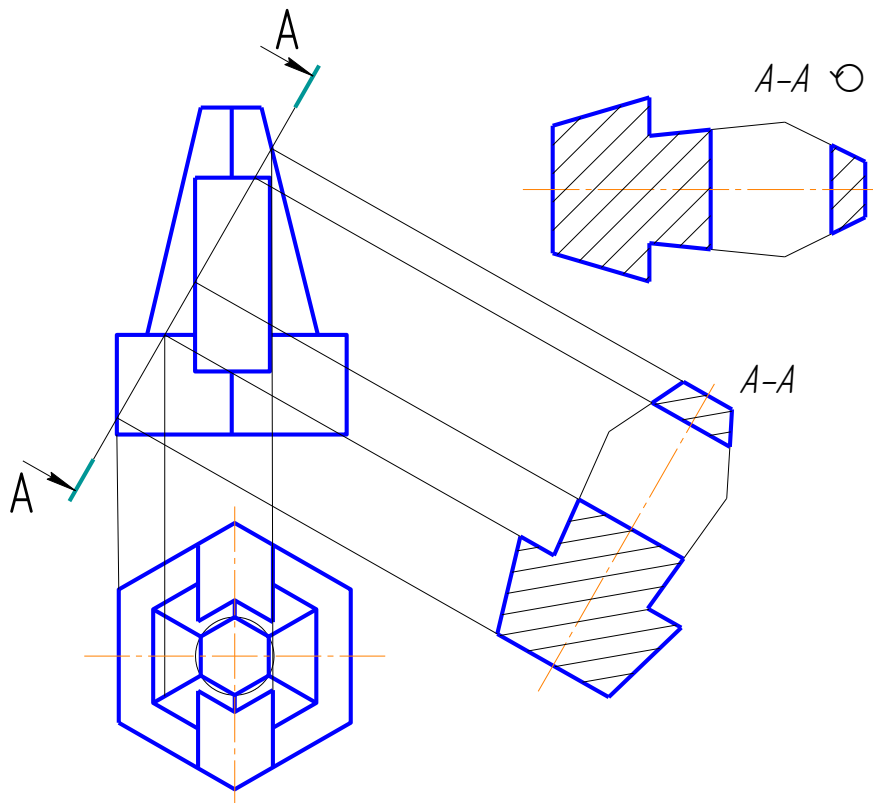


Рисунок 13 – Побудова похилого перерізу (задача 2)

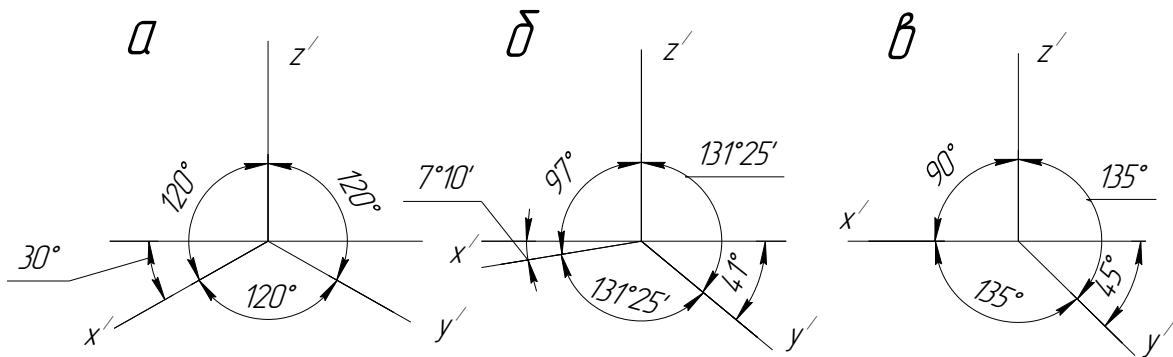


Рисунок 14 – Розташування аксонометричних осей

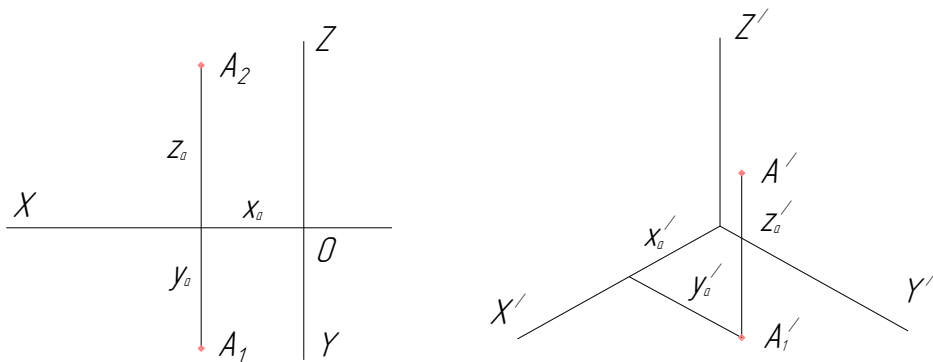


Рисунок 15 – Аксонометрична проекція точки

- будуємо переріз піраміди (тонкою лінією);
- будуємо переріз призми;
- проводимо лінії перерізу призматичного отвору;
- обводимо суцільною основною товстою лінією контури перерізу комбінованого тіла.

## 7 ДЕЯКІ ВКАЗІВКИ ДО ПОБУДОВИ АКСОНОМЕТРИЧНИХ ПРОЕКЦІЙ

Метод прямокутного проєкціювання на декількох площинах проєкцій, найбільш поширений у техніці, має низку позитивних якостей: простота побудови, неспотворені розміри, що дозволяє досить легко визначати розміри і виготовити предмет на виробництві.

Проте ортогональні проєкції не мають достатньої наочності, бо в них просторові форми предмета набувають умовного зображення. Треба мати досить розвинуте просторове уявлення, щоб за цими проєкціями відтворити в уяві справжню форму предмета. Аксонометричні проєкції мають істотну перевагу – наочність. При цьому предмет відносять до системи координатних осей і проєкціюють його разом з цими осями на обрану площину аксонометричних проєкцій.

Правила побудови аксонометричних проєкцій вивчаються в курсі нарисної геометрії. Аксонометричні проєкції, що застосовують на кресленнях, встановлює ГОСТ 2.317-69.

На рисунку 14 показано розташування аксонометричних осей трьох найчастіше уживаних стандартних видів аксонометрії:

- *прямокутної ізометрії (14 а);*
- *прямокутної диметрії (14 б);*
- *косокутної (фронтальної) диметрії (14 в).*

Коефіцієнт (показник) спотворення по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  у ізометрії становить 0,82, але для спрощення побудови його прирівнюють до 1.

В диметрії коефіцієнт спотворення по осі  $y$  становить 0,47, а по осям  $x$  і  $z$  – 0,94 (1). Диметричну проєкцію виконують без спотворення по осям  $x$  і  $z$  і з коефіцієнтом спотворення 0,5 по осі  $y$ .

На рисунку 15 зображена точка в ортогональних проєкціях і в аксонометрії. Розташування осей в прямокутних проєкціях повинно відповідати аксонометричним осям. Вимірявши величину координат точки  $A$  в пря-

могутній системі координат, відкладаємо їх на відповідних аксонометричних осях, у даному випадку, ізометричних осях без спотворення, тобто  $X'_A = X_A$ ,  $Y'_A = Y_A$ ,  $Z'_A = Z_A$ . Координати  $X'_A$ ,  $Y'_A$  визначають положення горизонтальної вторинної проекції  $A'_1$ , а координатна ламана  $X'_A Y'_A Z'_A$ , визначає аксонометричну проекцію  $A'$  точки  $A$ .

Проекція прямої є пряма і положення прямої визначається двома точками, тому для побудови аксонометричної проекції прямої достатньо побудувати зображення двох її точок.

На рисунку 16 наведені приклади побудови аксонометричних проекцій плоских фігур. Побудова плоских багатокутників зводиться до виявлення аксонометричних проекцій їх вершин, котрі потім сполучаються між собою прямими. Паралельність прямих в аксонометрії зберігається. Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксонометричної проекції використовують дві осі залежно від того, якій площині проекцій фігура паралельна. За паралельності площині  $\Pi_1$  використовують осі  $x$  і  $y$ , при паралельності площині  $\Pi_2$  –  $x$  і  $z$ , при паралельності площині  $\Pi_3$  –  $y$  і  $z$ . Подробиці побудови подані на рисунку 16.

Аксонометрична проекція кола – еліпс. На практиці еліпс замінюють овалом, що звичайно спрощує побудову.

Розглянемо побудову чотирицентрового овалу, що наближено замінює ізометричну проекцію кола, розміщеного в горизонтальній площині (рисунок 16) Будуємо аксонометричні осі  $o'x'$  і  $o'y'$  і відкладаємо на них від точки  $O'$  відрізки, що дорівнюють радіусу заданого кола, тобто  $AB=12=43=d$ . У площині  $x'o'y'$  окреслимо ромб, на діагоналях котрого розташовані велика і мала осі овалу. Приймавши точку  $A$  за перший центр, описуємо дугу кола радіуса  $R_1$ , що проходить через точки 2 і 3. Із точки  $B$ , як із другого центра описуємо дугу того самого радіуса, що проходить через точки 1 і 4. Проведена дуга радіуса  $R_1$  перетинає вісь  $z'$  у точці  $E$ . Змірявши циркулем відстань  $O'E$  і відклавши її на великій осі овалу по обидва боки від точки  $O'$ , одержуємо точки  $C$  і  $D$ , які є другою парою центрів для малих дуг овалу радіуса  $R_2$ . Пряма, що проходить через точки  $A$  і  $C$ , перетинає дугу  $3E2$  у точці  $M$ , яка стає точкою спряження для дуг радіусів  $R_1$  і  $R_2$  ( $R_2=MC$ ). Аналогічно знаходимо усі чотири точки спряження.

При побудові кола у диметрії (рисунок 16) проводимо вісь  $x'$  під кутом  $7^\circ 10'$  до лінії горизонту, вісь  $y'$  під кутом  $41^\circ 25'$ , а вісь  $z'$  – вертикально.

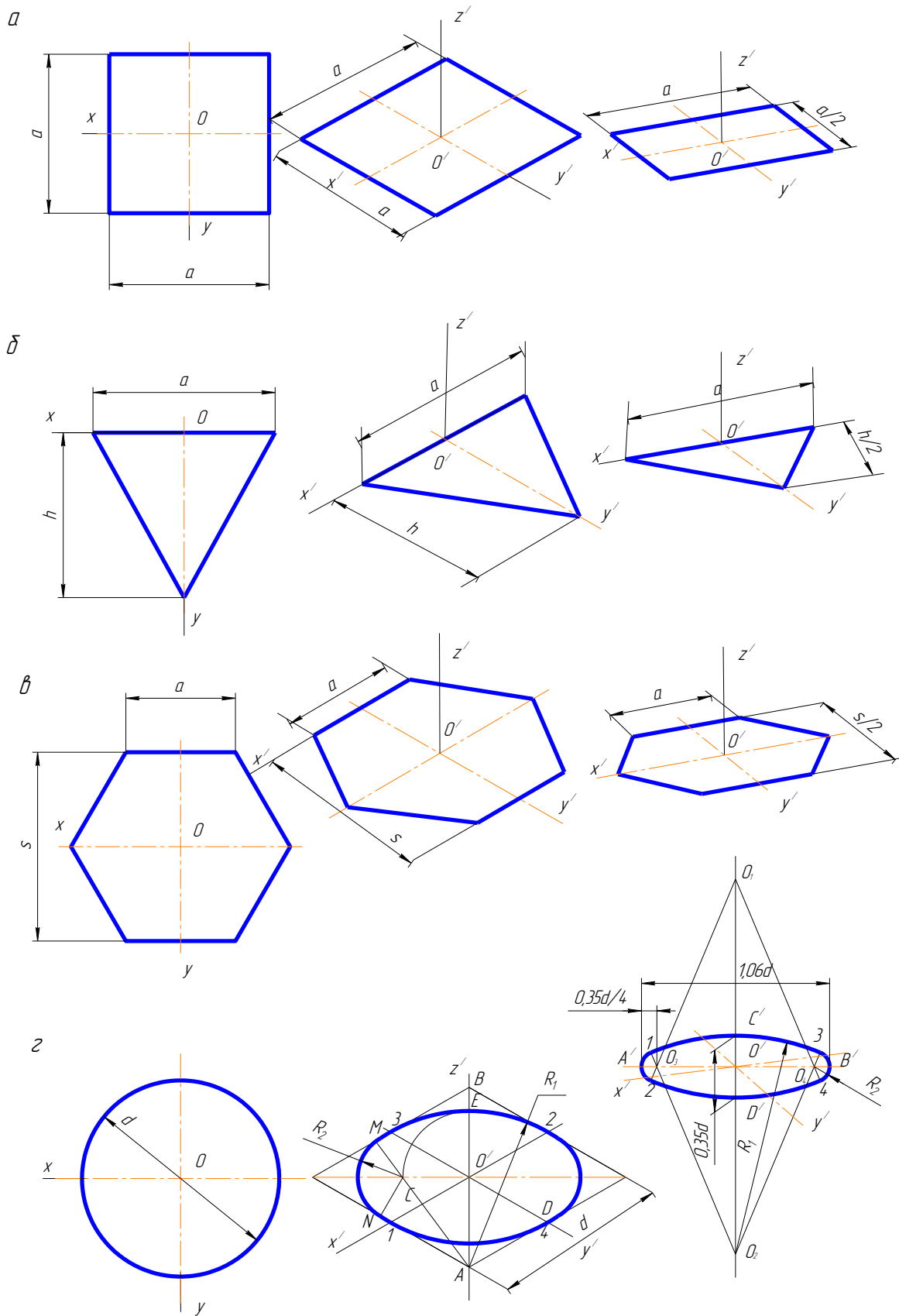


Рисунок 16 – Аксонометричні проєкції плоских фігур

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  $C'D' = 0.35d$ . По вертикалі вгору і вниз від точки  $O'$  відкладаємо відрізки  $O'O_1$  і  $O'O_2$ , що становлять за величиною велику вісь овалу, тобто  $O'O_1 = O'O_2 = A'B'$ . Точки  $O_1$  і  $O_2$  є центрами дуг овалу. Щоб знайти центри  $O_3$  і  $O_4$ , відкладаємо на горизонтальній прямій від точок  $A'$  і  $B'$  відрізки  $A'O_3$  і  $B'O_4$ , які становлять  $1/4$  величини малої осі, тобто  $\frac{C'D'}{4}$ . З точки  $O_2$ , як із центра радіусом  $R_1$ , що дорівнює відрізку  $O_2C'$  проводимо дугу овалу до перетину в точках 1 і 3 з лініями центрів  $O_2O_3$  і  $O_2O_4$ . Точки 1 і 3 є точками спряження дуг овалу. Аналогічно проводимо дугу з центра  $O_1$ . З точок  $O_3$  і  $O_4$  проводимо дуги овалу радіусом  $R_2 = O_3A' = O_4B'$ .

Геометричні тіла на відміну від плоских фігур мають три виміри, а тому при побудові їхніх аксонометричних проєкцій використовують усі три осі. На рисунку 17 наведена ізометрія і диметрія порожнистого призматичного тіла.

При виконанні розрізів в аксонометрії рекомендується вирізати передню чверть. Якщо в ортогональних проєкціях штрихування розрізів виконується під кутом  $45^\circ$  до основних ліній креслення, то при проєкціюванні на площину аксонометричних проєкцій ці кути спотворюються. Лінії штрихування розрізів і перерізів в аксонометричних проєкціях наносять паралельно одній з діагоналей проєкцій квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах і сторони яких паралельні аксонометричним осям (рисунк 17а, б)

Використовуючи вивчені правила побудови проєкцій елементарних фігур, студенти креслять аксонометрію технічної деталі, що подається у задачі 4. Приклад виконання такої задачі показано на рисунку 18.

Детально методику креслення аксонометричної проєкції плоских фігур, у тому числі овалів, а також моделей технічних форм можна вивчити за літературою [4, с. 94-103], [5, с.44-49].



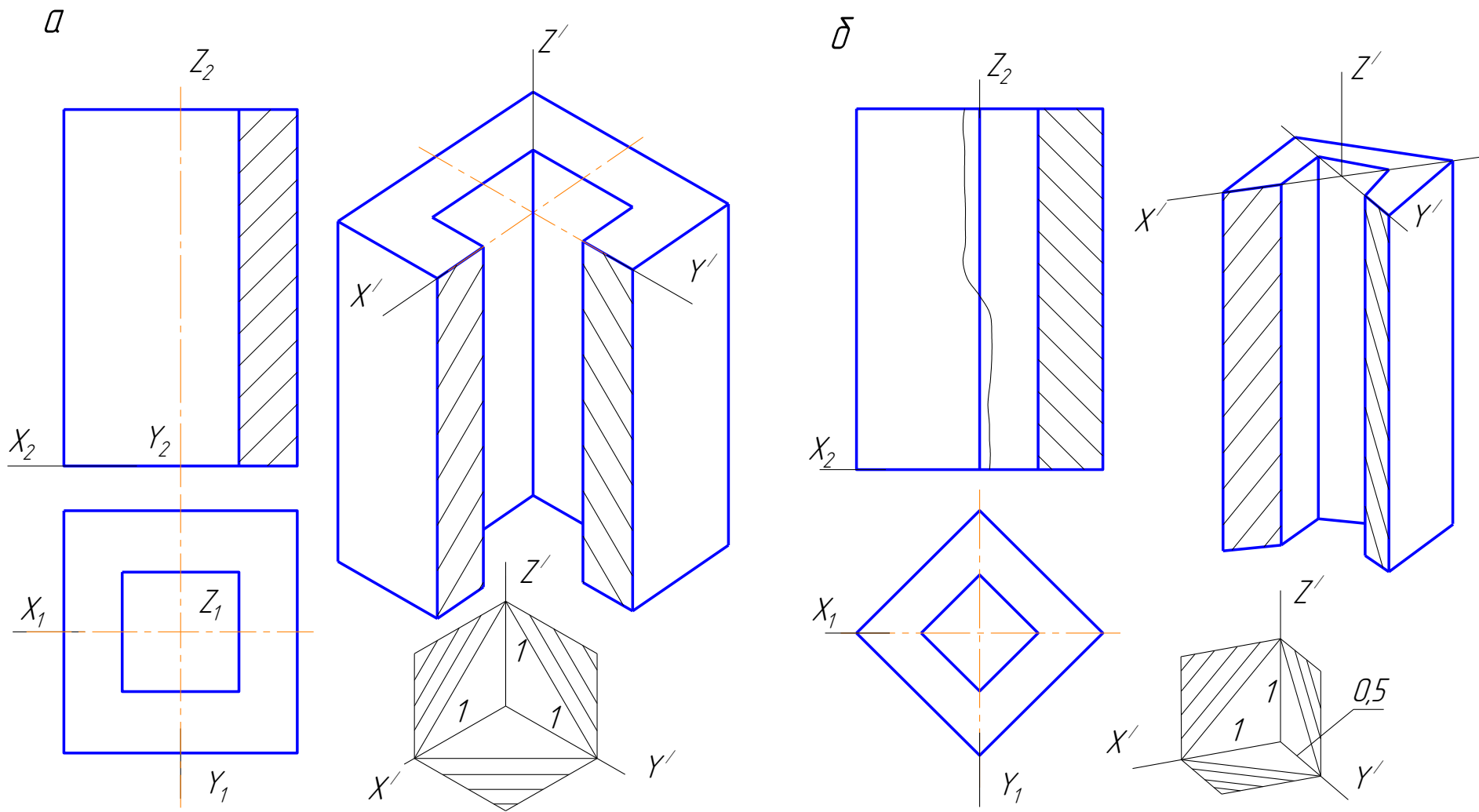


Рисунок 17 – Штрихування розрізів в аксонометрії

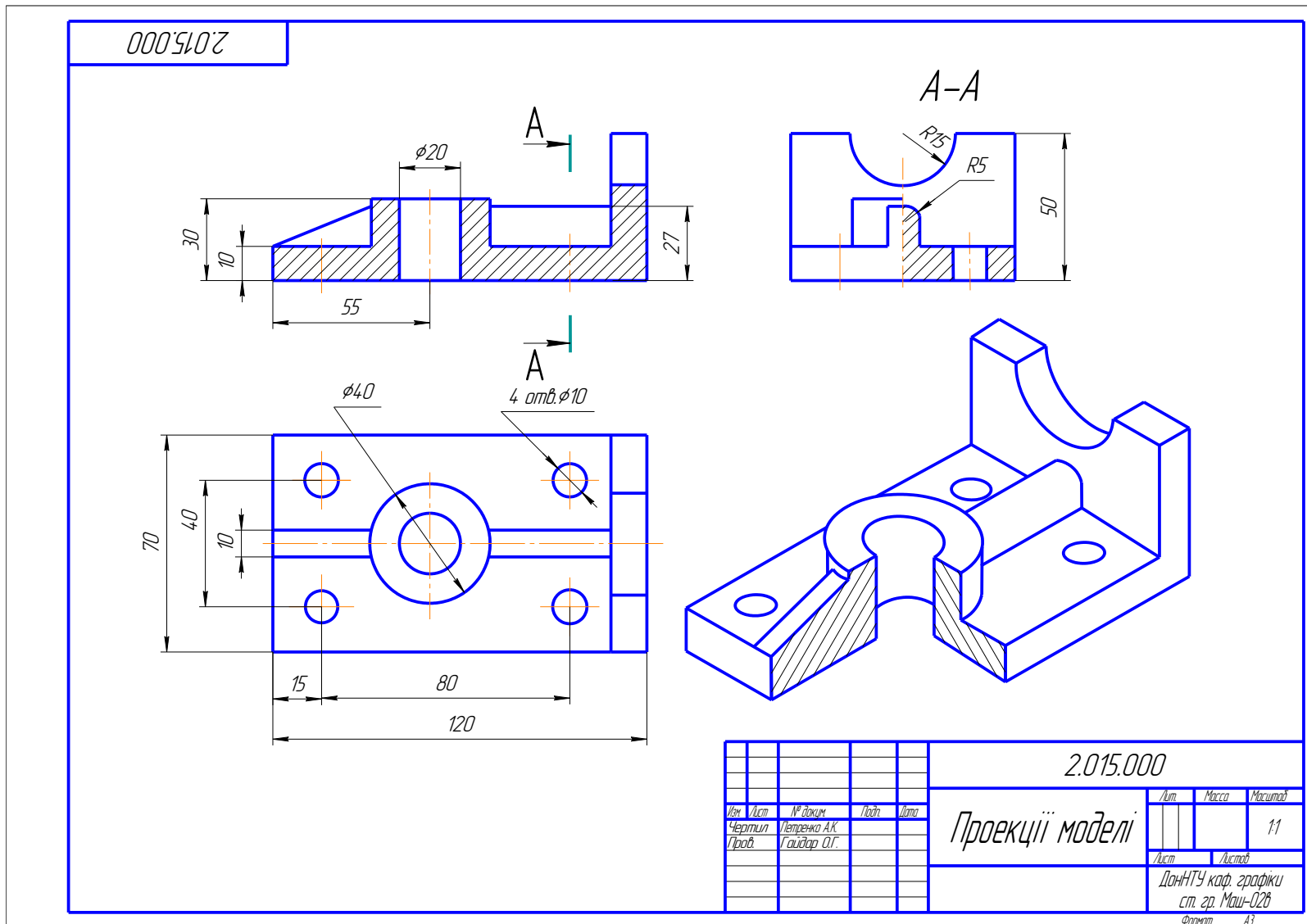


Рисунок 18 – Приклад виконання задачі 4

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения. – Введ. 01.01.71. – М.: Изд-во стандартов. – 1984. – 24 с.
2. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник /В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Вища школа, 2001. – 350 с.: іл.
3. А.М. Хаскін. Креслення. – К.: Вища школа, 1972. – 396 с.: іл.
4. Машиностроительное черчение: Учебн. пособие для вузов /Под ред. Г.П. Вяткина. – М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.: ил.
5. Машиностроительное черчение: Учебн. пособие для втузов /С.А. Фролов, А.В. Воинов, Е.Д. Феоктистова. – М.: Машиностроение, 1981. – 304 с.: ил.
6. Методические рекомендации по применению наглядных пособий на занятиях по проекционному черчению /Сост. А.П. Целковская. – Киев: РНМКпоССО, 1982. – 60 с.: ил.

## Додаток А

Варіанти карток завдань