

# ***Інженерна і комп'ютерна графіка***

## **Лекція 2**

# Тема 11. Зображення: вигляди, розрізи, перерізи. Тривимірне моделювання технічних деталей у SolidWorks.

- Загальні правила виконання креслеників.
- Призначення і розташування виглядів, розрізів, перерізів і виносних елементів на кресленику.
- Тривимірне моделювання технічних деталей у SolidWorks:
  - Робота з ескізами у SolidWorks.
  - Створення основних проекцій деталі у SolidWorks.

# Зображення – вигляди, розрізи, перерізи (ГОСТ 2.305-68)

**Креслення** виробу повинно передавати його форму і розміри, а також містити дані для його виготовлення і контролю.

## Вигляди

**Вигляд** - це зображення, звернене до спостерігача видимою частиною поверхні предмета. На виглядах допускається показувати невидимі частини поверхні предмета штриховими лініями, якщо це дозволяє зменшити число зображень.

# Зображення – вигляди, розрізи, перерізи (ГОСТ 2.305-68)

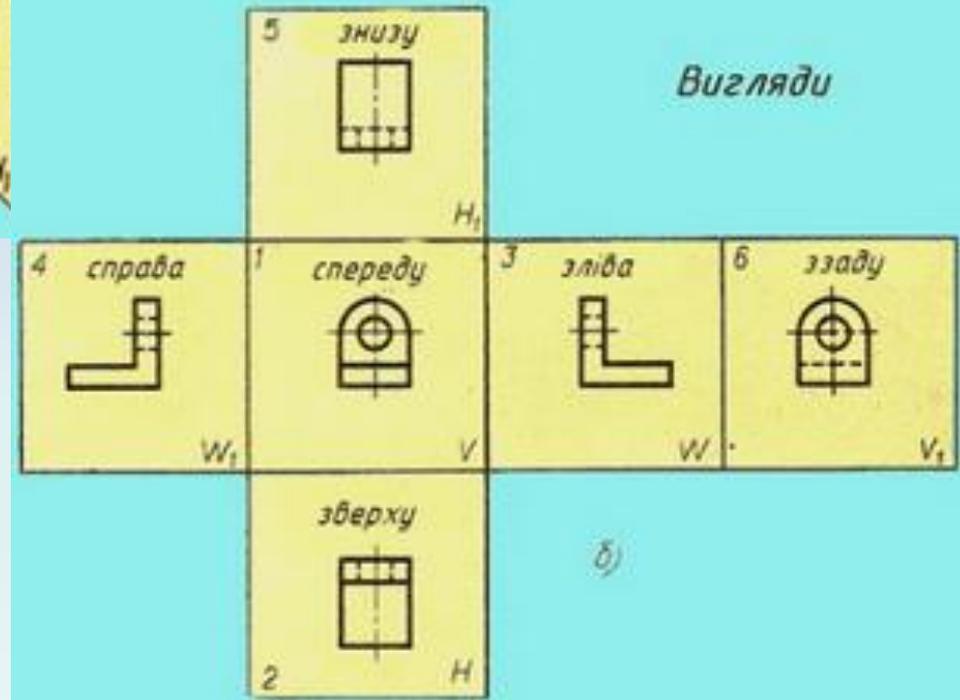
За характером виконання та змістом вигляди поділяють на **основні, додаткові та місцеві**.

**Основними** називають *вигляди*, утворені проєкціюванням предмета на шість граней куба.

Кожний з них має назву залежно від того, на яку із граней куба спроектовано предмет:

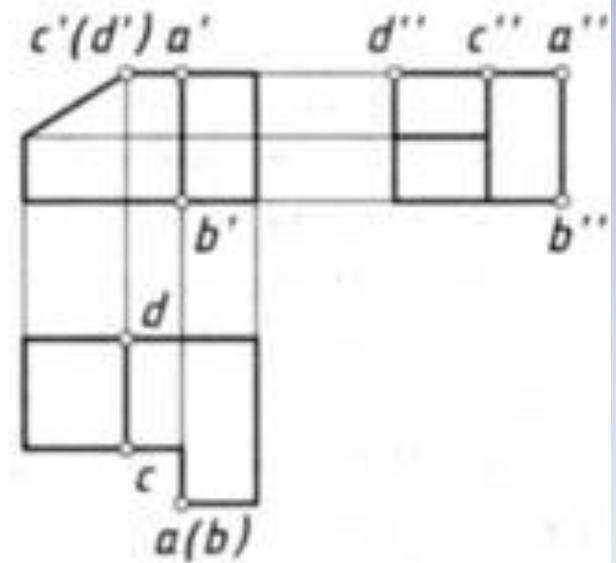
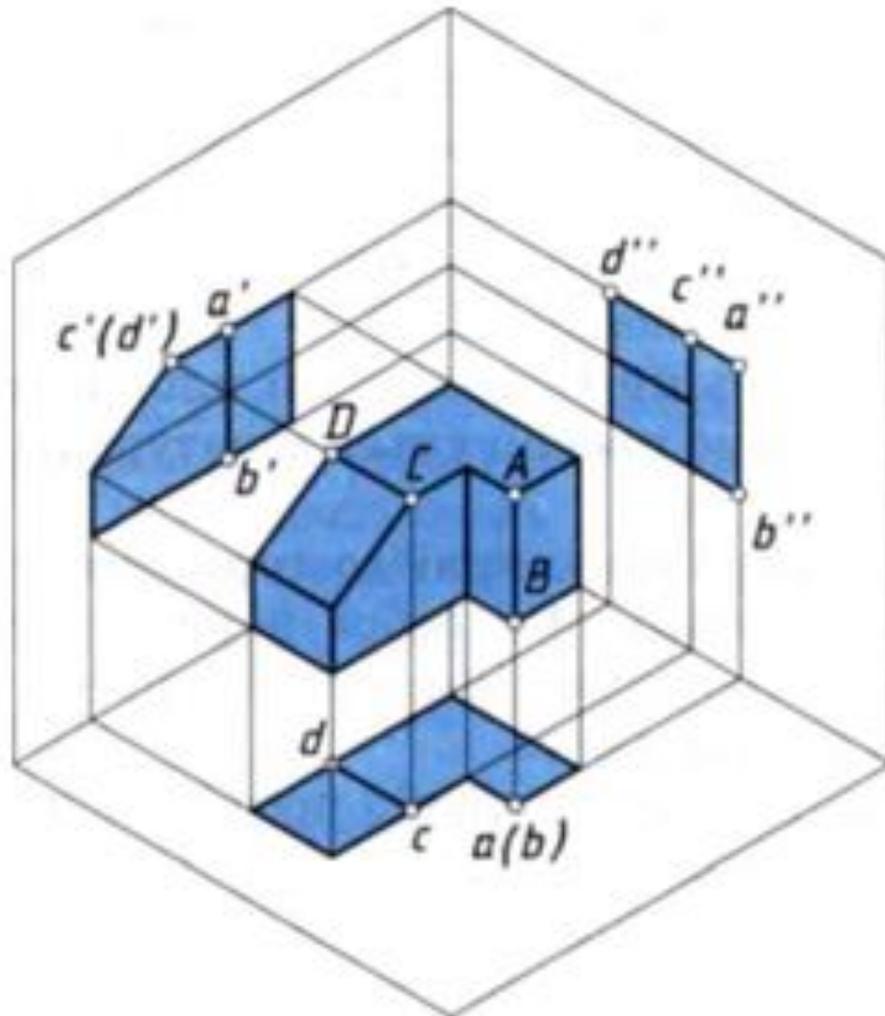
- ▶ *вигляд спереду* (головний вид) – зображення на фронтальній площині проєкцій;
- ▶ *вигляд зверху* – зображення на горизонтальній площині проєкцій;
- ▶ *вигляд ліворуч* – зображення на профільній площині проєкцій;
- ▶ *вигляд праворуч* – зображення на профільній площині проєкцій;
- ▶ *вигляд знизу* – зображення на горизонтальній площині проєкцій;
- ▶ *вигляд ззаду* – зображення на фронтальній площині проєкцій.

# Система розташування зображень

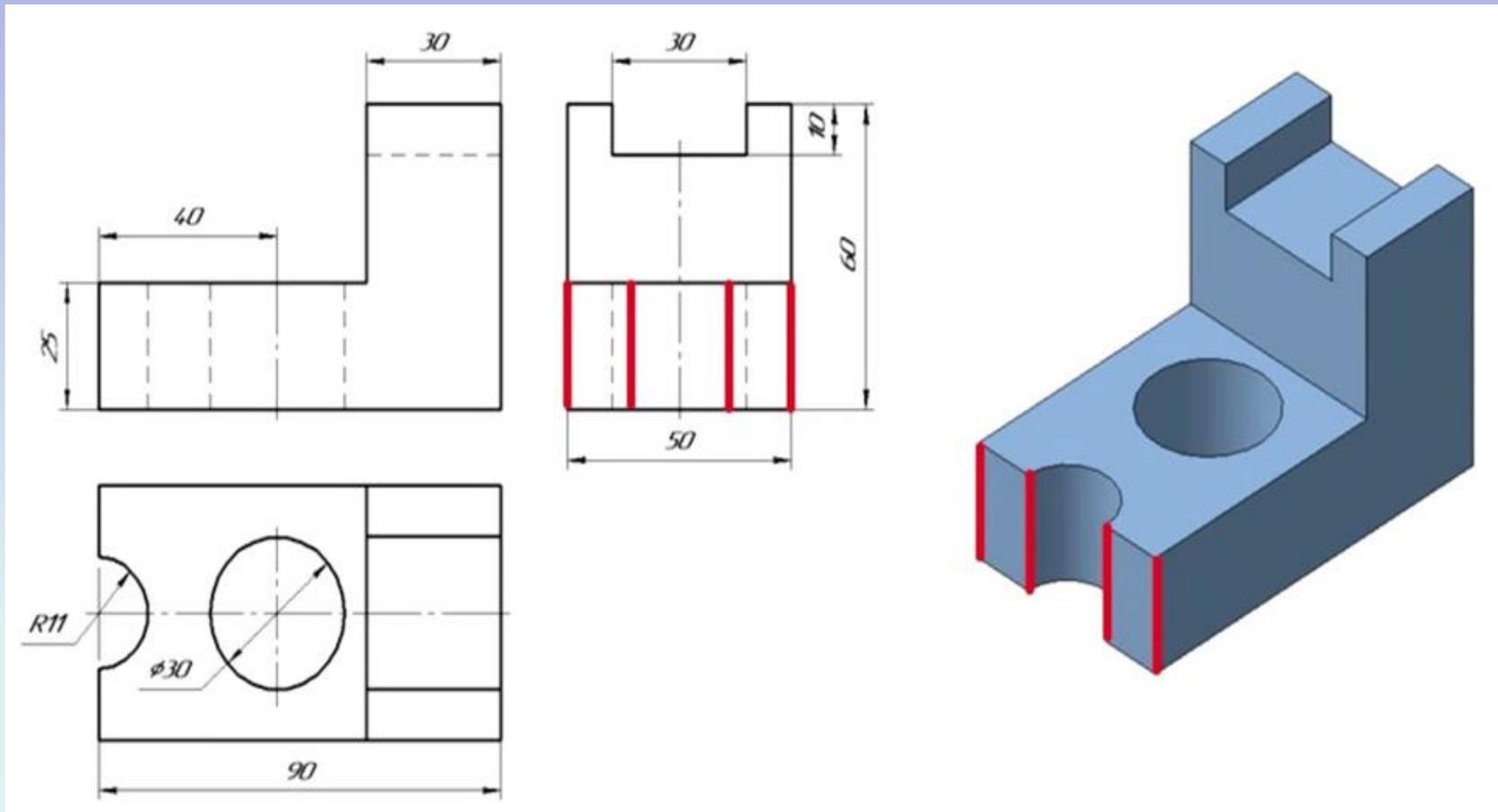


В результаті цих дій утворюється плоский комплексний кресленик

# Утворення комплексного креслення моделі

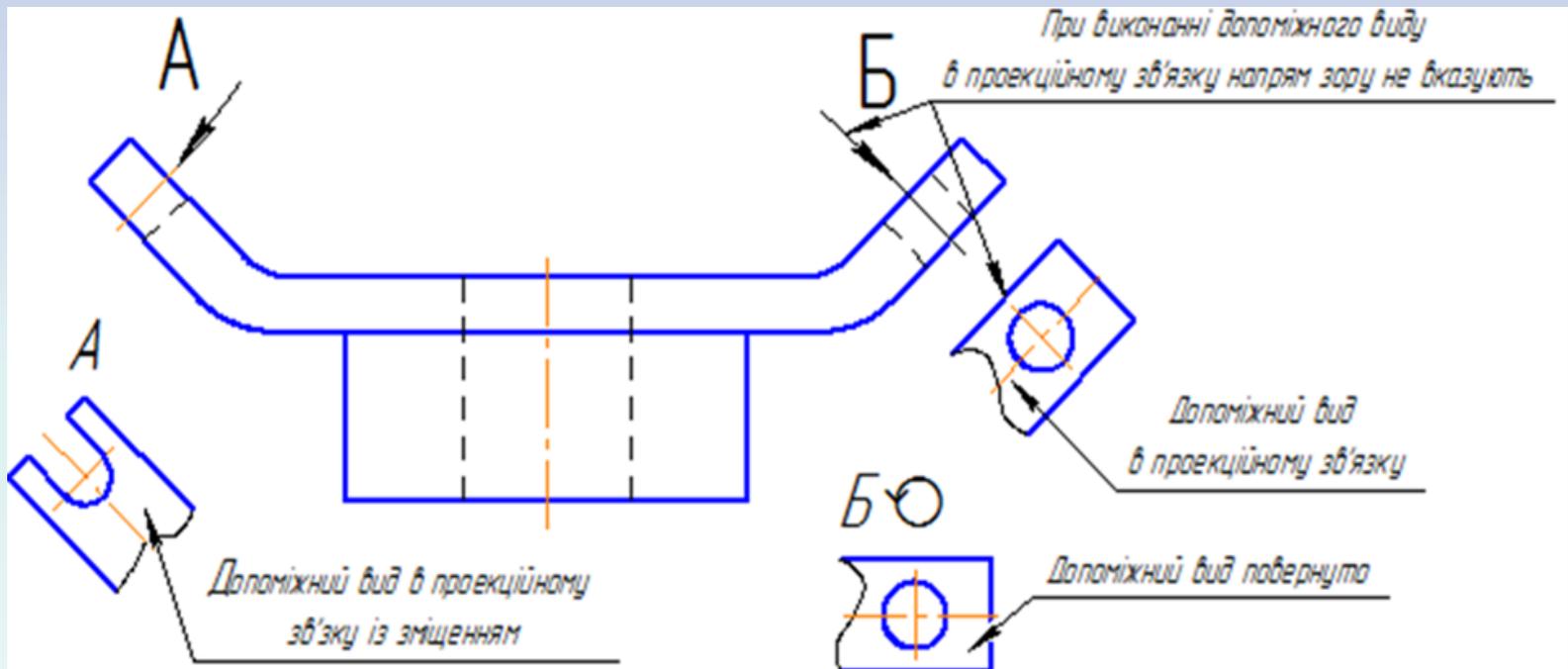


# Комплексний кресленик моделі та її аксонометрія



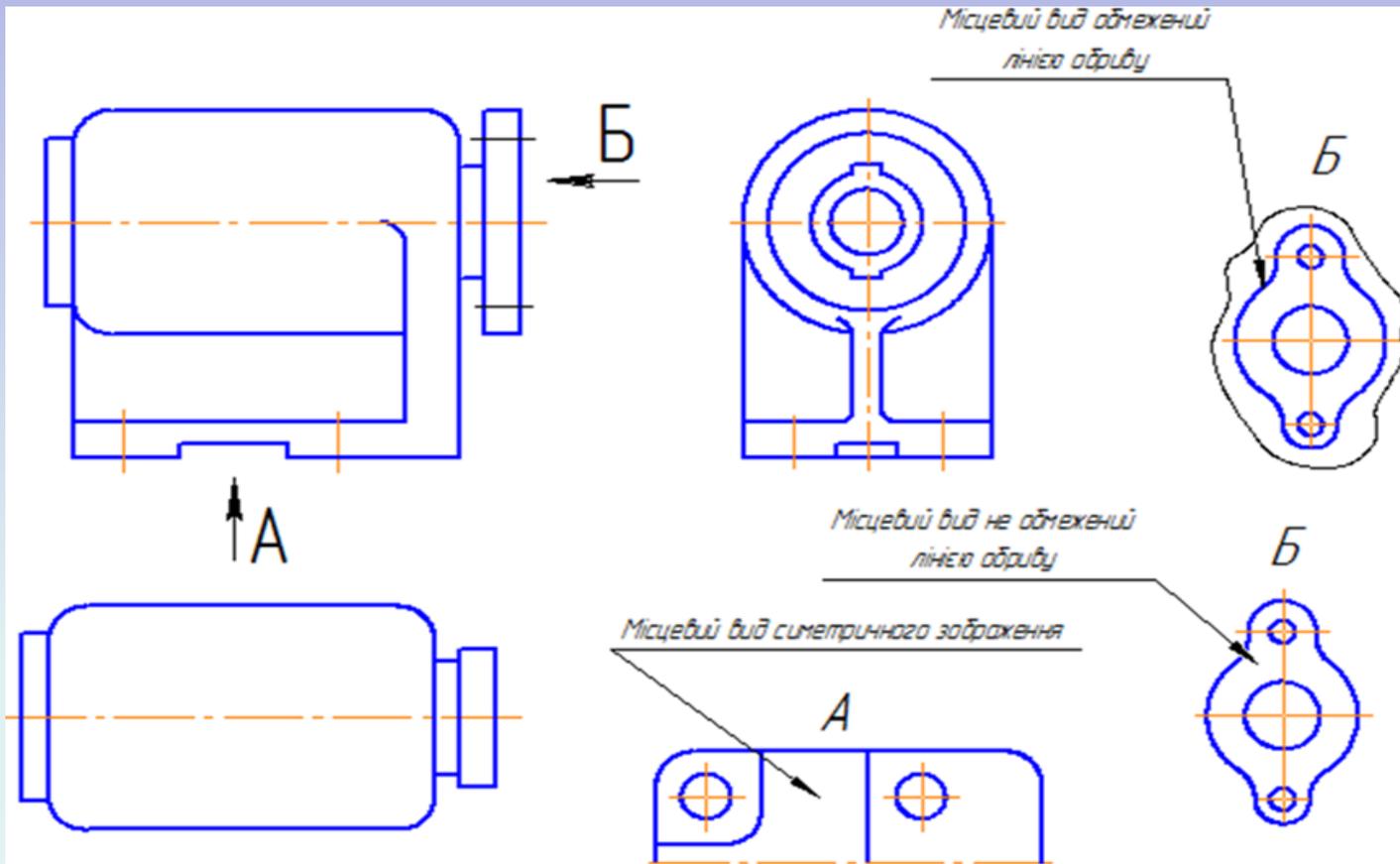
Якщо деталь має елемент, який займає похиле положення відносно основних площин проєкцій, то його проєкції на ці площини проєкцій спотворюються по формі і розмірам самого елемента.

Щоб отримати проєкцію елемента, яка б співпадала за формою і розмірами з самим елементом, то нову площину проєкцій розташовують паралельно площині елемента і перпендикулярно до однієї з основних площин проєкцій. Таке зображення називається **додатковим виглядом**. Додатковий вигляд позначають великою літерою українського алфавіту, а напрямок погляду вказують стрілкою з тієї ж великої літери.



Зображення окремої, обмеженої, частини поверхні предмета називають **місцевим виглядом**.

**Місцеві вигляди** дістають при проєкціюванні на одну з основних площин проєкцій і виконуються вони з метою спрощення кресленика. Місцевий вигляд може обмежуватись лінією обриву, або не обмежуватись



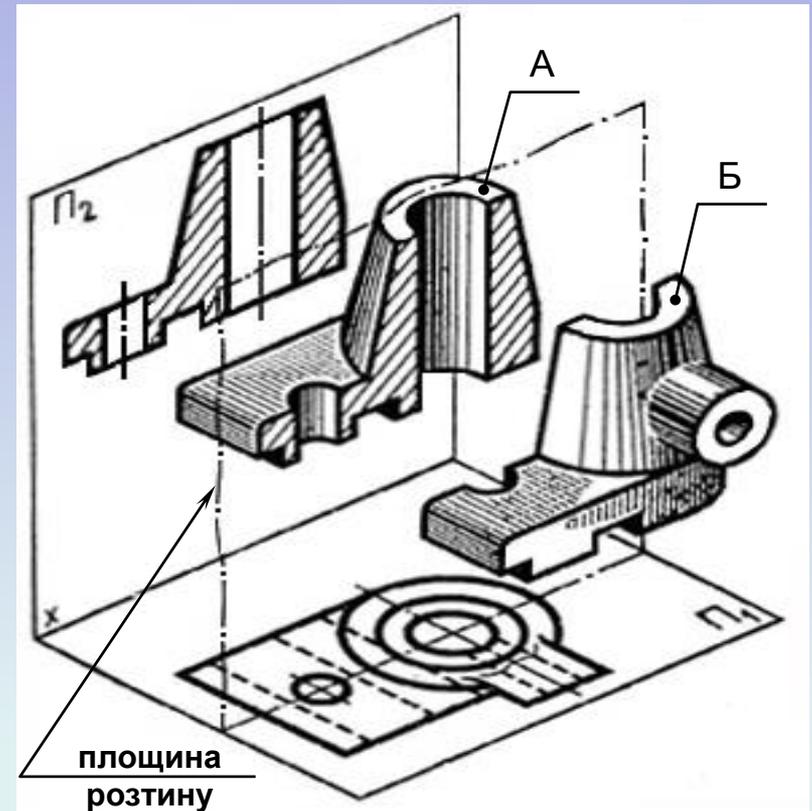
Місцеві вигляди розташовують на вільному полі кресленика, але як можна ближче до зображуваного елемента і відповідно до положення головного зображення.

## 2. Розрізи

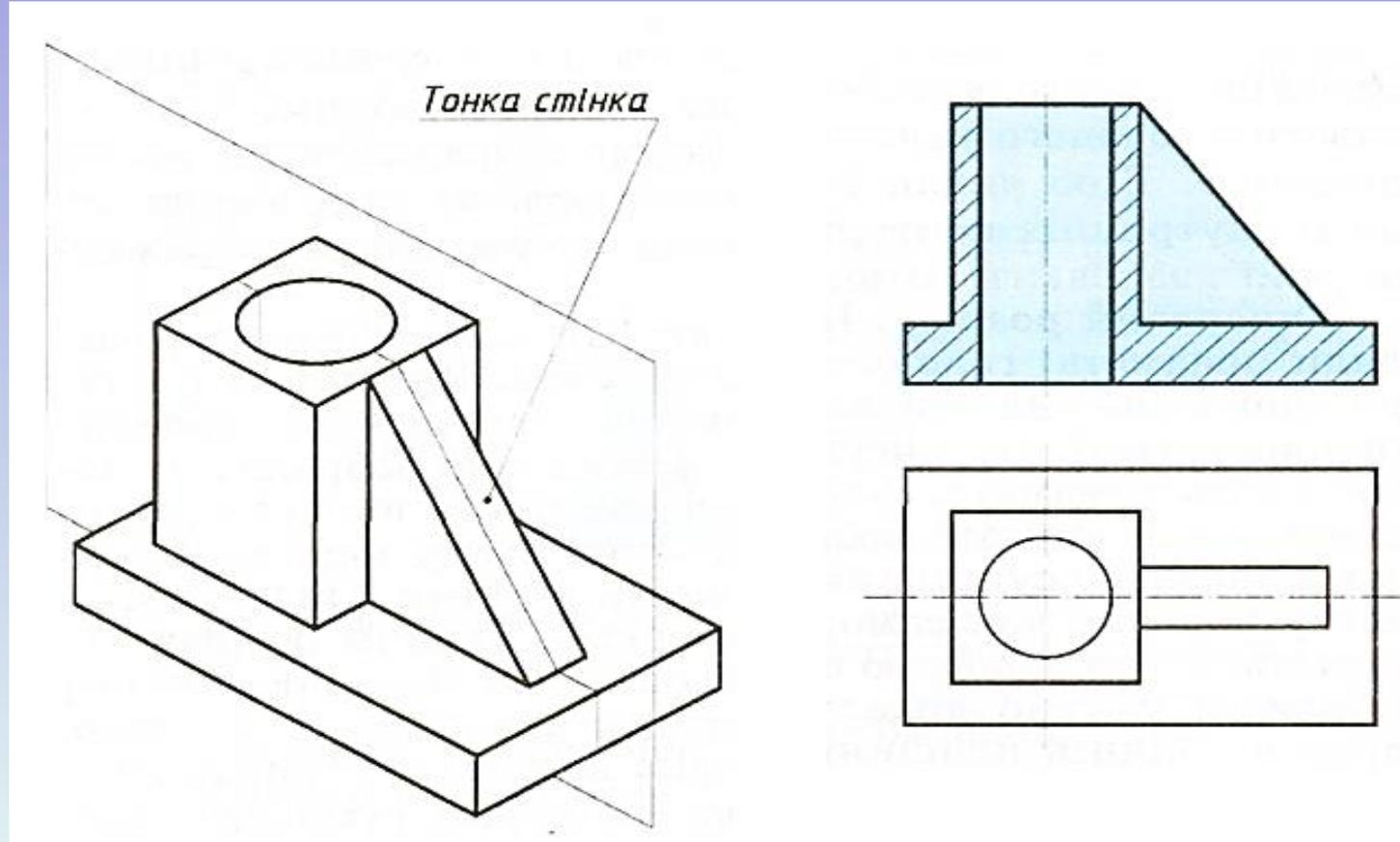
Для з'ясування внутрішньої будови предмета в інженерній графіці користуються способом розрізів.

**Розріз** – це зображення предмета, уявно розітнутого площиною, перпендикулярною до однієї з площин проєкцій, яке будується на площині паралельній площині розтину (ДСТУ 3321-96)

При цьому на розрізі зображують те, що розміщено в січних площинах та за ними



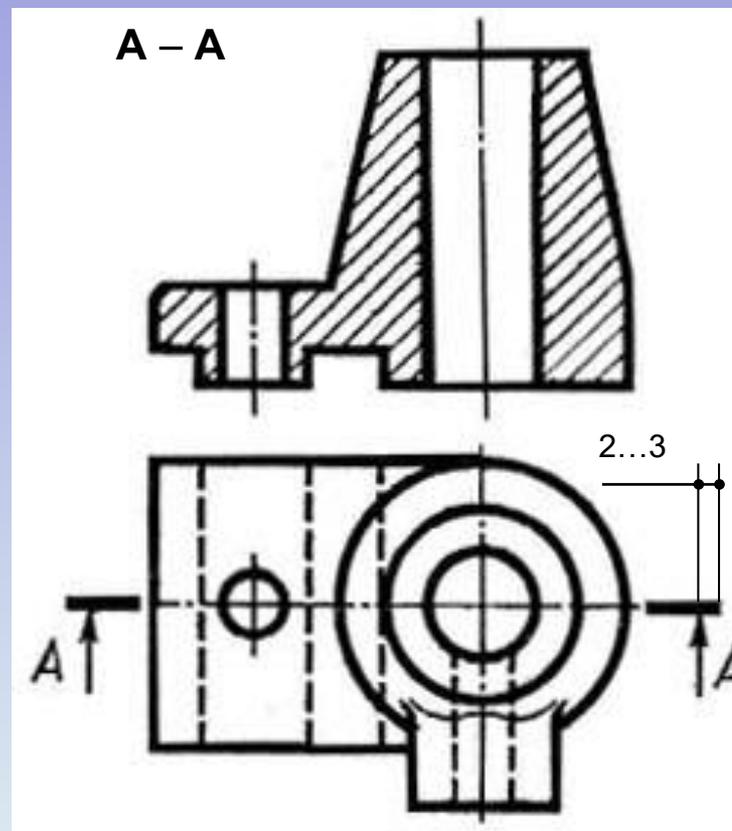
# Розріз предмета вздовж тонкої стінки



Такі елементи деталей, як **тонкі стінки**, **ребра жорсткості** показують в розрізах не заштрихованими у тому випадку, коли розтинальна площина направлена поздовж осі або довгої сторони цих елементів

При позначенні розтину вказують:

- положення січної площини, яке задають лінією перетину (штрихами розімкнутої лінії, які не повинні перетинати контур зображення);
- напрям проектування (стрілками, які зміщені на 2 ... 3 мм від зовнішніх кінців штрихів розімкнутої лінії);
- напис, що позначає розтин (великими літерами українського алфавіту з зовнішньої сторони від стрілок, прямим шрифтом, починаючи з букви А).



Біля розтину наносять напис з тих же букв, розділених тире, наприклад: А - А. Розмір шрифту для позначення розтинів повинен бути в два рази більше, ніж шрифт, що застосовується для нанесення розмірів.

Якщо січна площина розтину збігається з площиною симетрії предмета і паралельна одній з основних площин проєкцій, а розтин розташований в проєкційному зв'язку, то положення розтину не позначають і сам розтину не підписують.

Для зменшення обсягу креслярських робіт допускається на одному зображенні з'єднувати частину вигляду та частину відповідного розтину, розділяючи їх тонкої хвилястою лінією. Якщо з'єднуються половина виду і половина розтину, кожен з яких є симетричною фігурою, то лінією, що розділяє, служить вісь симетрії.

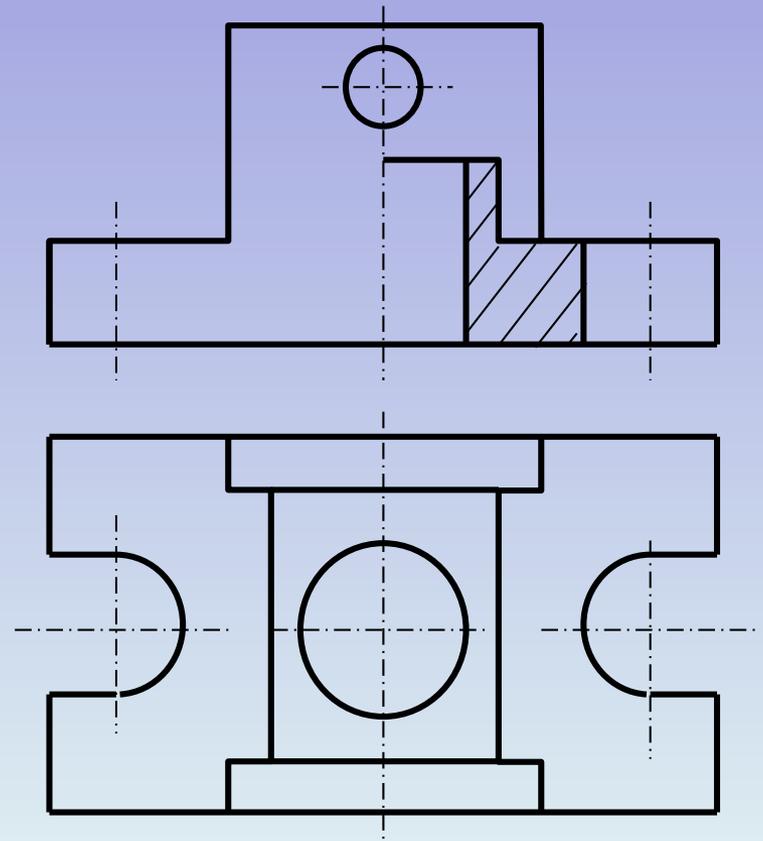
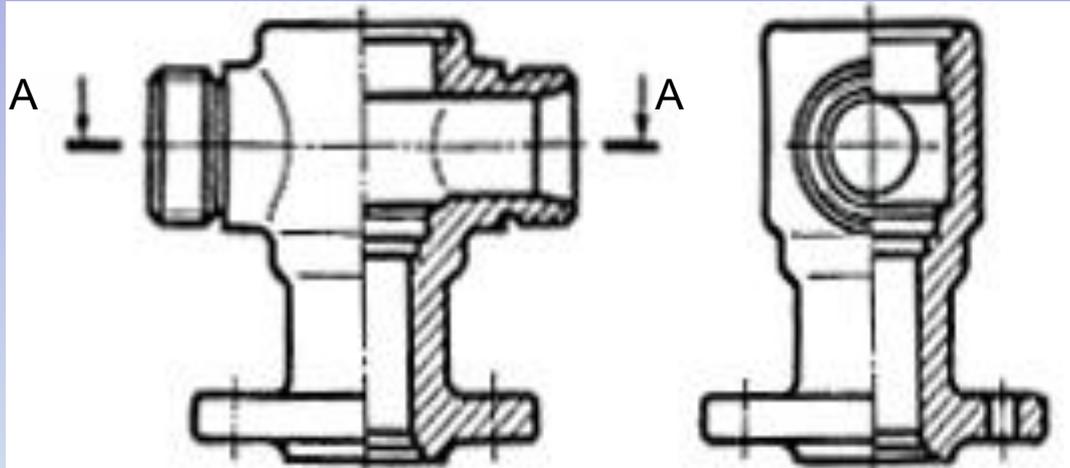


Рис. 1.25

Половина  
фронтального  
розтину

Половина  
виду  
зліва

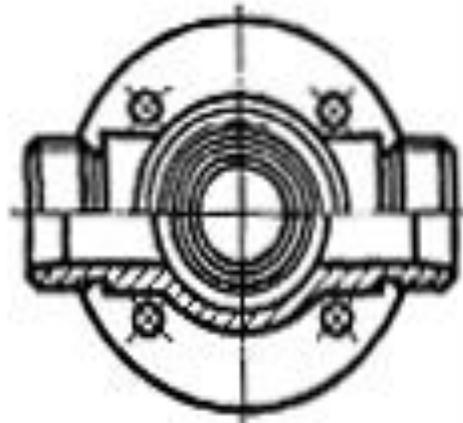


Половина  
виду  
спереду

Половина  
профільного  
розтину

A - A

Половина виду зверху



Половина горизонтального розтину

# Види розрізів

## ● Прості:

утворені внаслідок перетину предмета однією січною площиною

- Вертикальні
- Горизонтальні
- Похилі

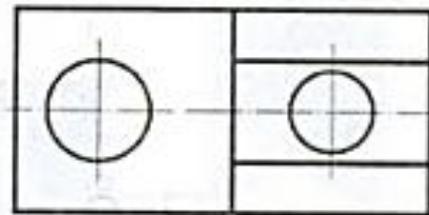
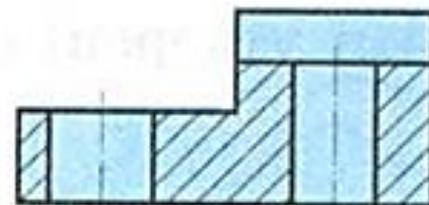
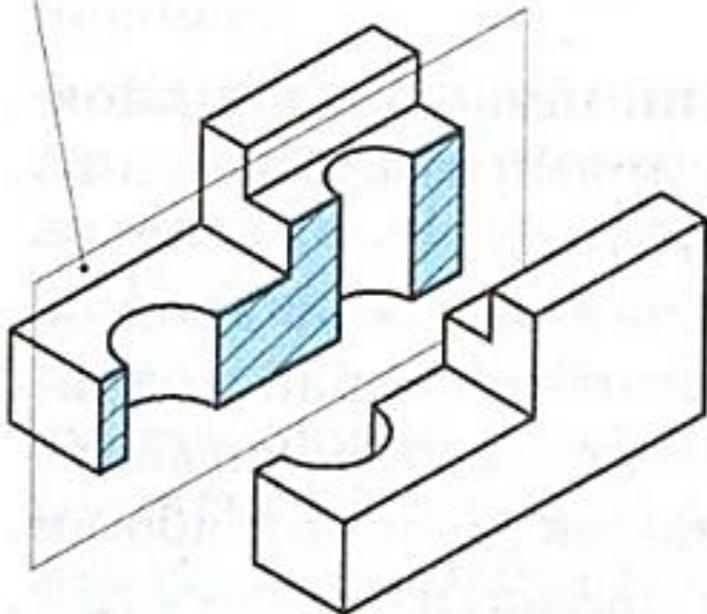
## ● Складні:

утворені двома і більше січними площинами

- Ступінчасті
- Ламані

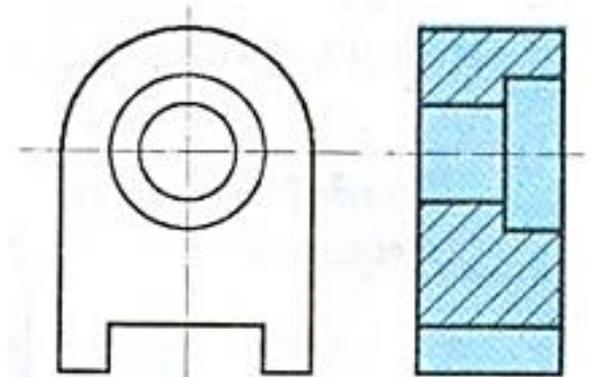
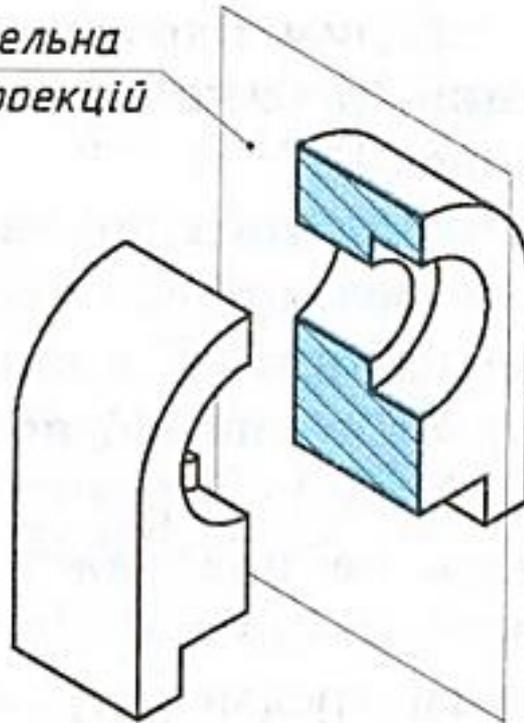
# Фронтальний розріз – січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій

*Січна площина, паралельна фронтальній площині проєкцій*

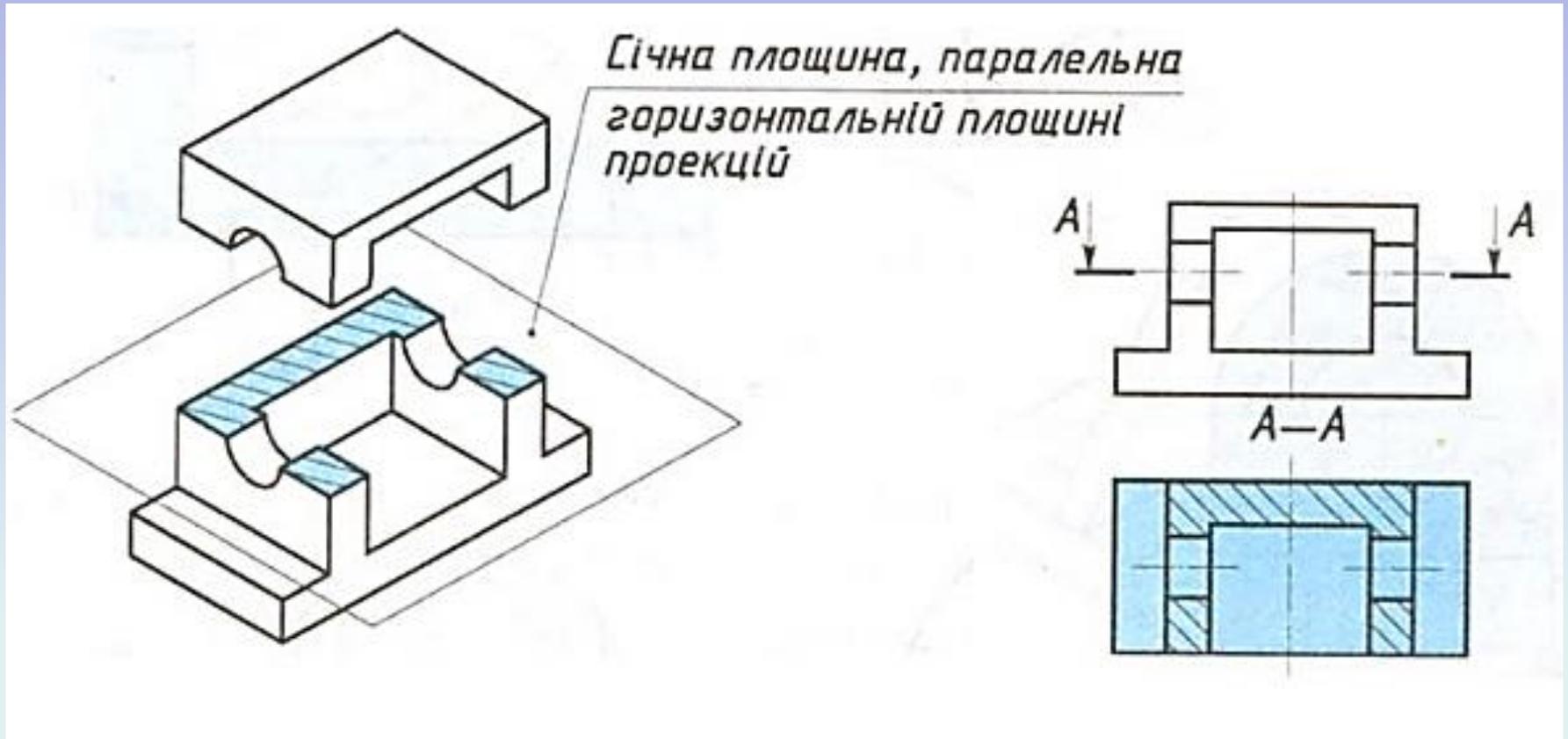


# Профільний розріз – січна площина паралельна профільній площині проєкцій

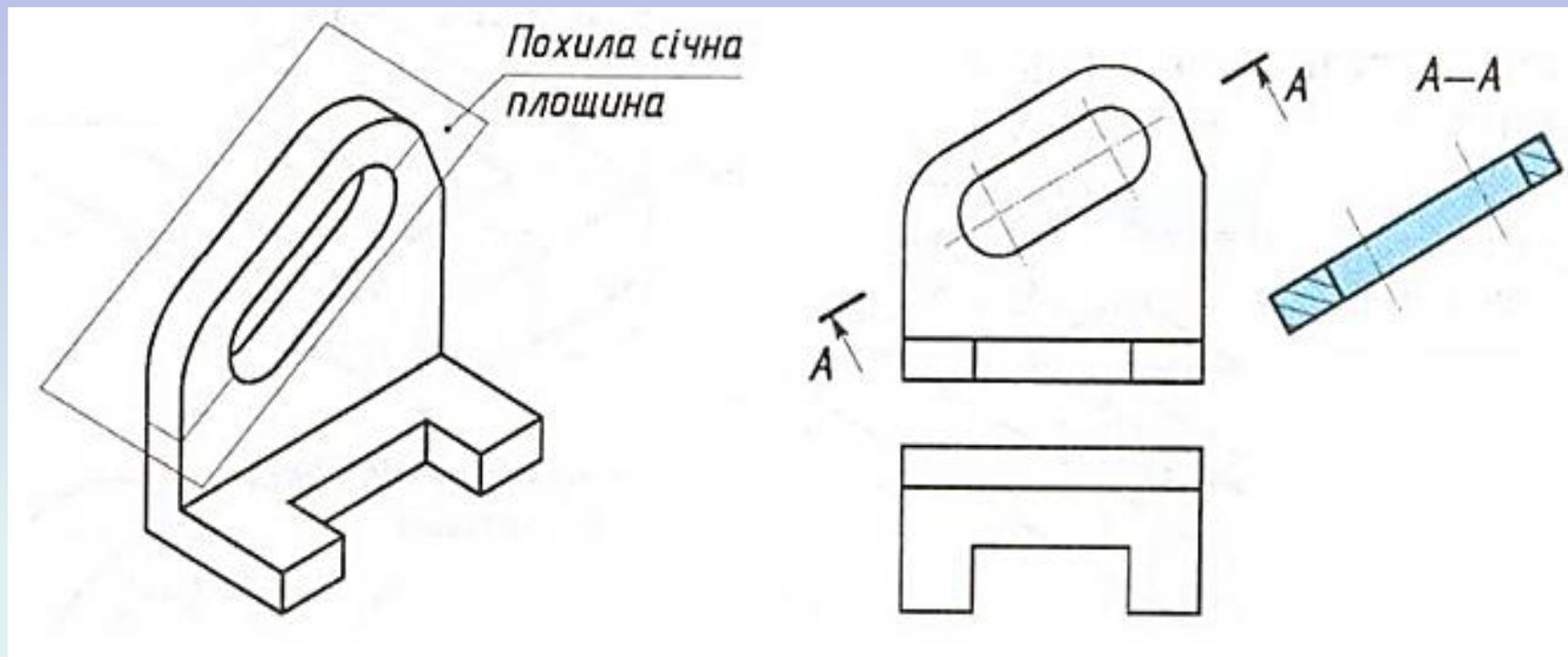
*Січна площина, паралельна профільній площині проєкцій*



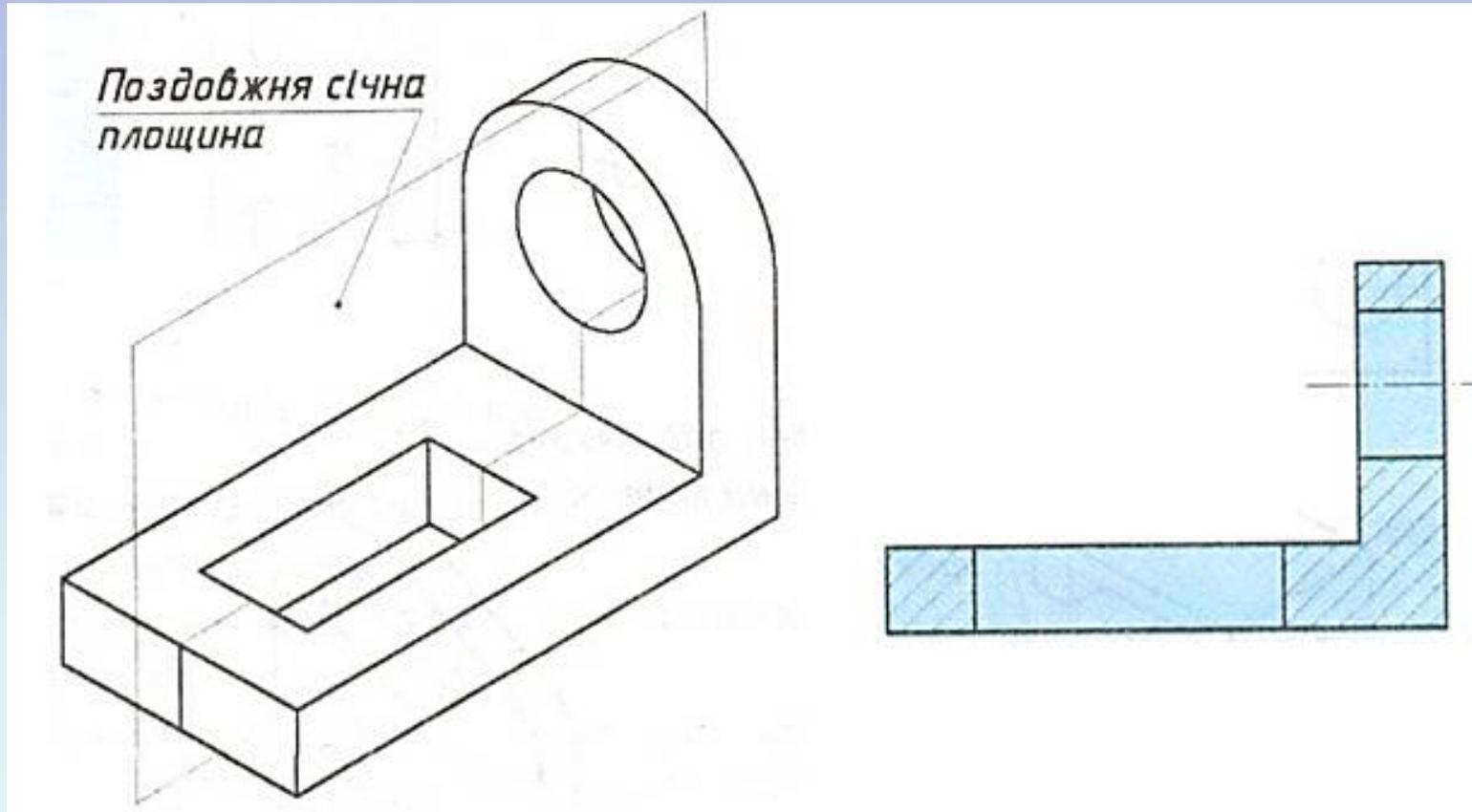
# Горизонтальний розріз – січна площина паралельна горизонтальній площині проєкцій



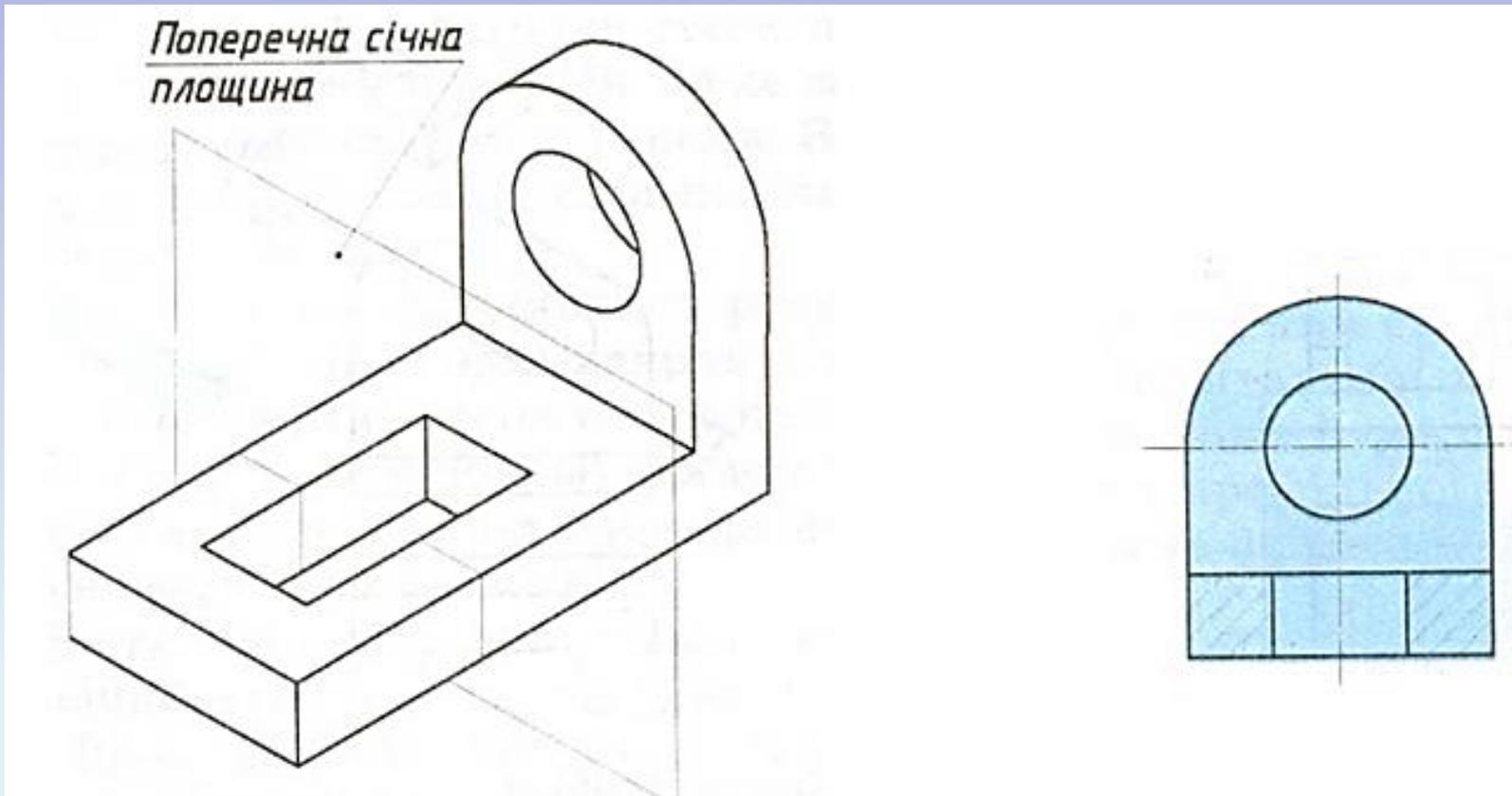
**Похилий розріз** – січна площина розташована під-будь яким (не  $90^\circ$ ) кутом до горизонтальної площини проєкцій



**Поздовжній розріз** – січна площина проходить вздовж довжини або висоти предмета

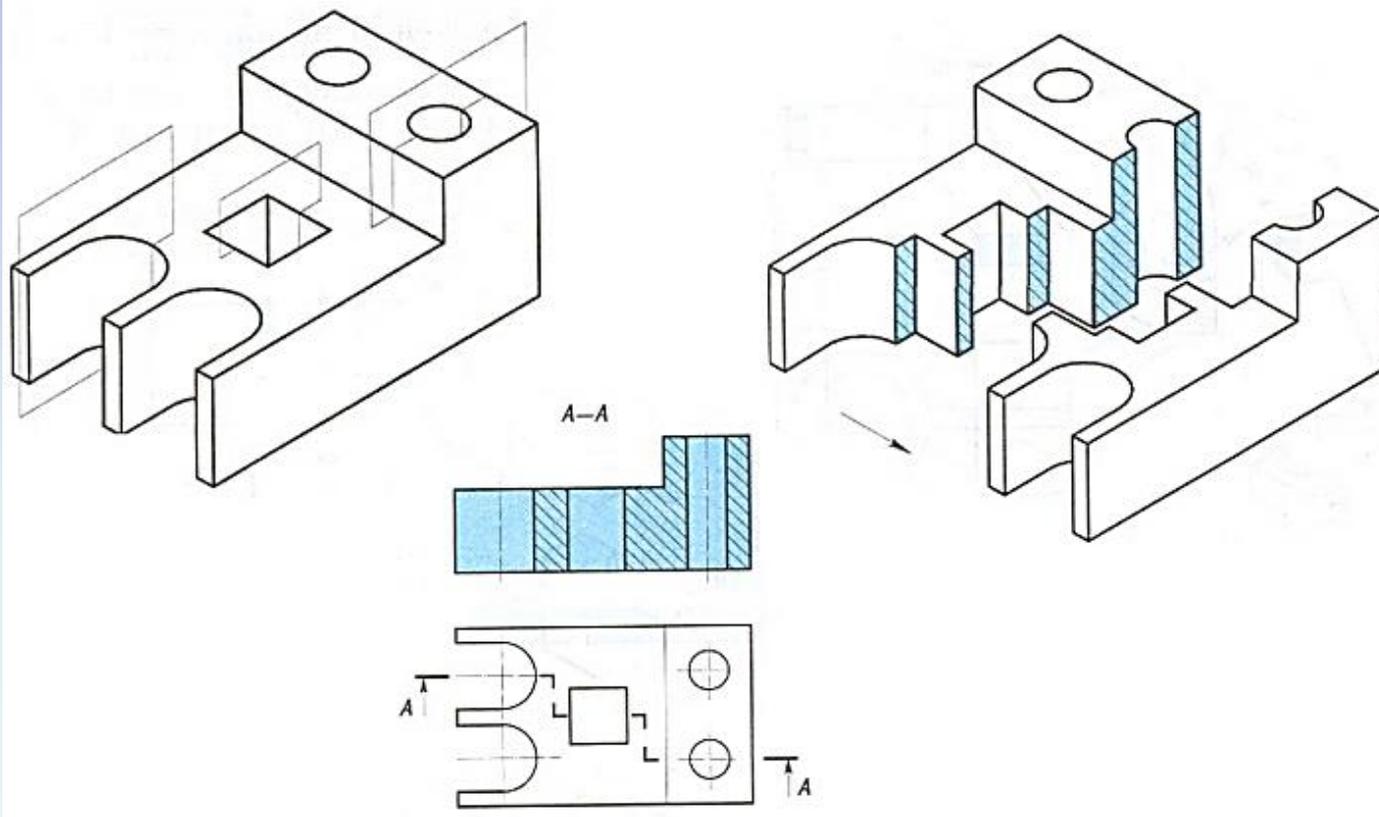


**Поперечний розріз – січна площина проходить перпендикулярно до довжини чи висоти предмета**



# СКЛАДНІ РОЗРІЗИ

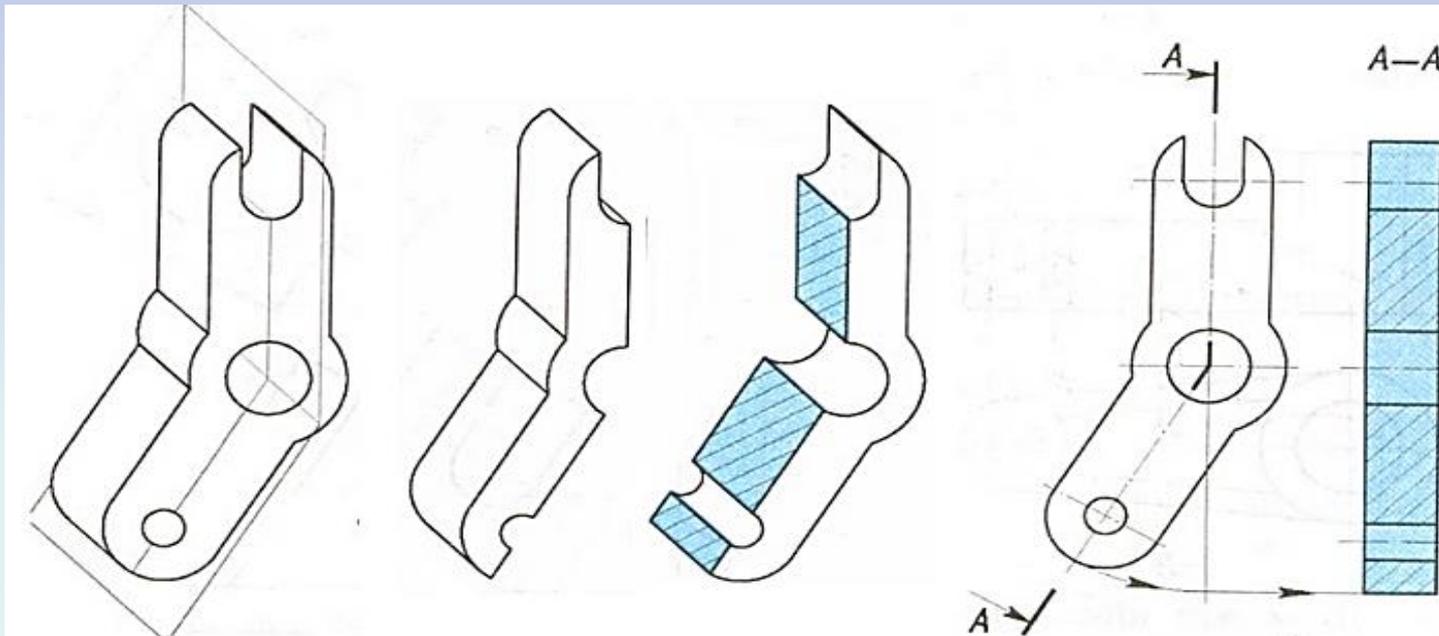
Відповідно до ГОСТ 2.305-68 складні розрізи, утворені двома і більше січними площинами, поділяють на східчасті і ламані. **Східчастий розріз** утворюється декількома паралельними площинами



Зображення, отримані в паралельних січних площинах, поєднують в одній площині без вказівки меж цих площин. При позначенні складних розрізів штрихи розімкнутої лінії проводять і в місцях зламу лінії перетину.

**Ламаний розріз** – утворюється за допомогою площин, що перетинаються, причому деякі з них нахилені до основних площин проєкцій

При побудові ламаного розрізу одну січну площину розташовують паралельно будь-якій основній площині проєкцій, а похилу січну площину повертають до суміщення з першою січною площиною.

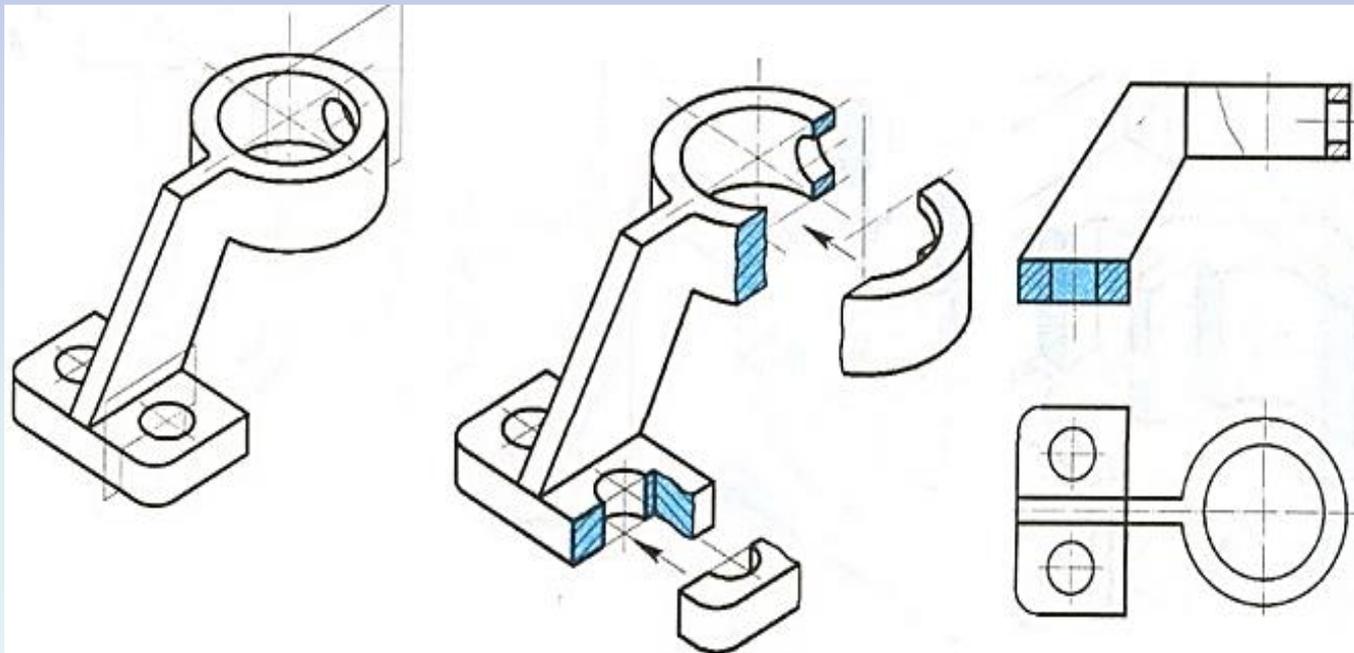


## МІСЦЕВІ РОЗРІЗИ

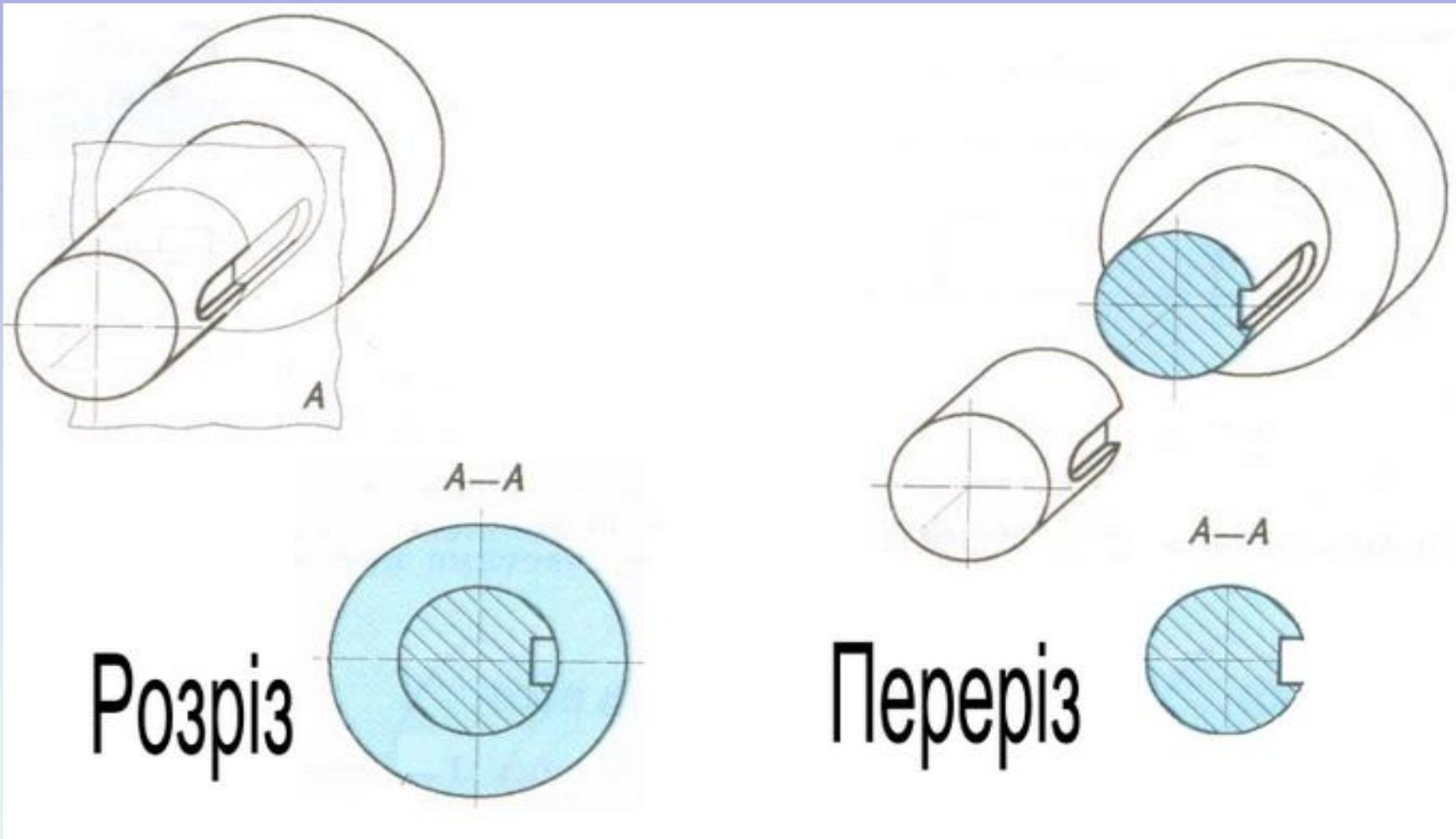
**Місцевий розтин** – розтин, який слугує для виявлення форми предмета лише в окремому, обмеженому місці.

Місцевий розтин відокремлюють від виду суцільною хвилястою лінією.

Ця лінія не повинна збігатися з будь-якими іншими лініями зображення.



# Розріз вміщує переріз



# Перерізи

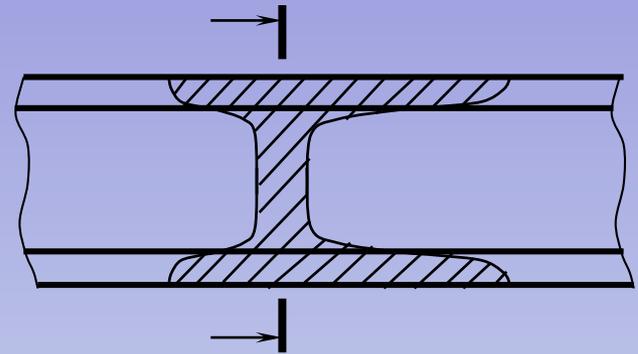
На робочих креслениках крім виглядів і розрізів для виявлення поперечної форми деталі в тому або іншому її місці часто застосовують переріз.

**Переріз** — це зображення плоскої фігури, що утворюється при умовному перетині предмета однією площиною або кількома. При цьому зображується тільки те, що розміщено в січних площинах.

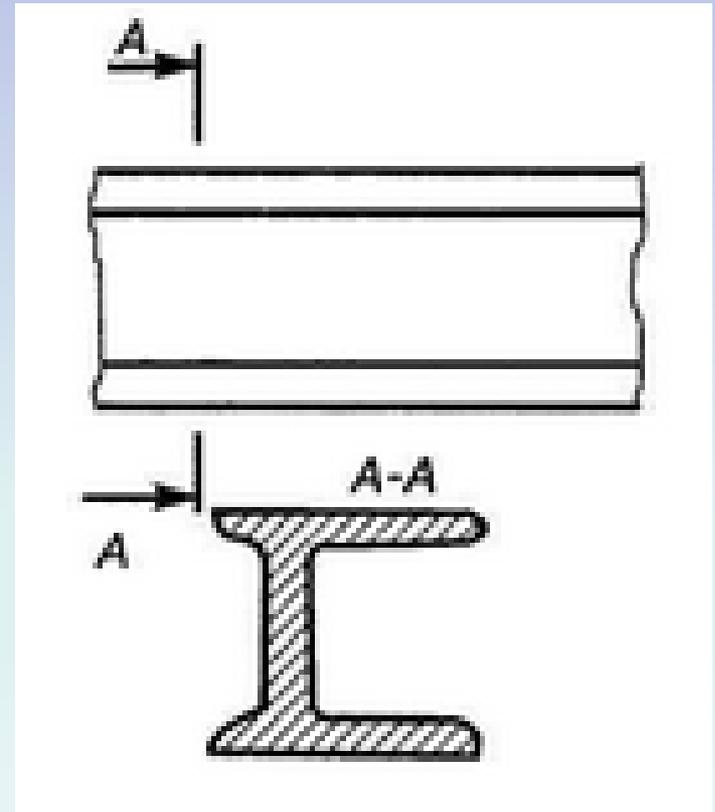
**Перерізи** поділяють на:

- а) винесені, тобто такі, що виконані окремо від основного зображення;
- б) накладені, що розміщуються на самому зображенні предмета. Такі перерізи обводять тонкою суцільною лінією.

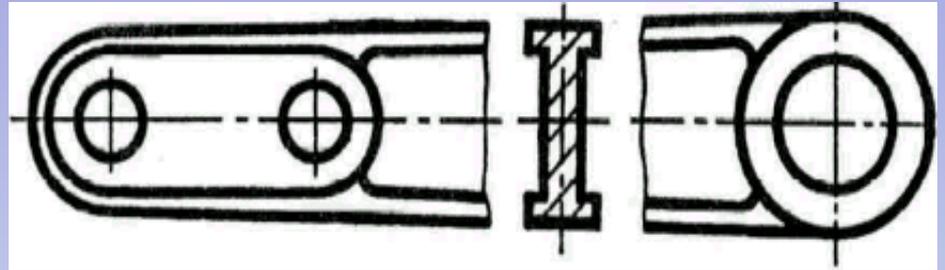
Накладений переріз викреслюють тонкою суцільною лінією і заштриховують під кутом  $45^\circ$  до основного напису креслення. Літерне позначення не пишуть, а лінію перетину зі стрілками наносять тільки при несиметричній формі перетину.



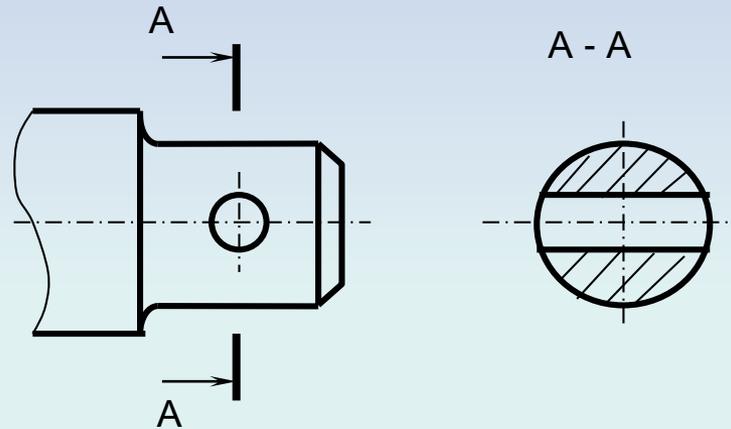
Контур винесеного перерізу викреслюють суцільною основною лінією і заштриховують під кутом  $45^\circ$  до основного напису креслення. Вісь симетрії накладеного або винесеного перерізу вказують штрих-пунктирною тонкою лінією.



Винесені перерізи допускається розташовувати в розриві між частинами одного і того ж виду.

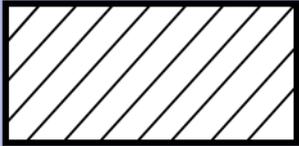


Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, яка обмежує отвір або поглиблення, то контур отвору або поглиблення на перетині показується повністю.



## Штрихування

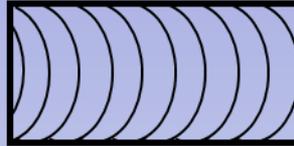
Матеріал, з якого виготовляють виріб, вказують в спеціальній графі основного напису кресленника. Однак для зручності користування креслеником в перерізах наносять штрихування.



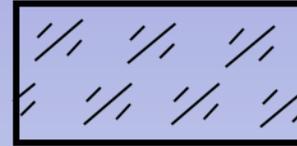
*Метали та тверді сплави*



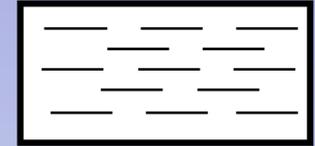
*Пластмаса, гума і т.д.*



*Деревина*



*Скло та інші прозорі матеріали*



*Рідини*

Паралельні лінії штрихування проводять під кутом  $45^\circ$  до рамки креслення або до осі винесеного або накладеного перетину.

Якщо напрямок штрихування збігається з напрямком контурних або осьових ліній, то дозволяється виконувати штрихування під кутами  $30^\circ$  і  $60^\circ$ .

Відстань між лініями штрихування вибирають в межах від 1 до 10 мм в залежності від матеріалу і площі штрихування (для металу рекомендується відстань - 2 ... 4 мм).

Лінії штрихування можна наносити з нахилом вправо або вліво, але обов'язково в одну сторону для всіх розтинів і перетинів однієї і тієї ж деталі.

Вузькі площі перетинів, шириною на кресленні менше 2 мм, допускається зачорнити, залишаючи просвіт між сусідніми деталями.

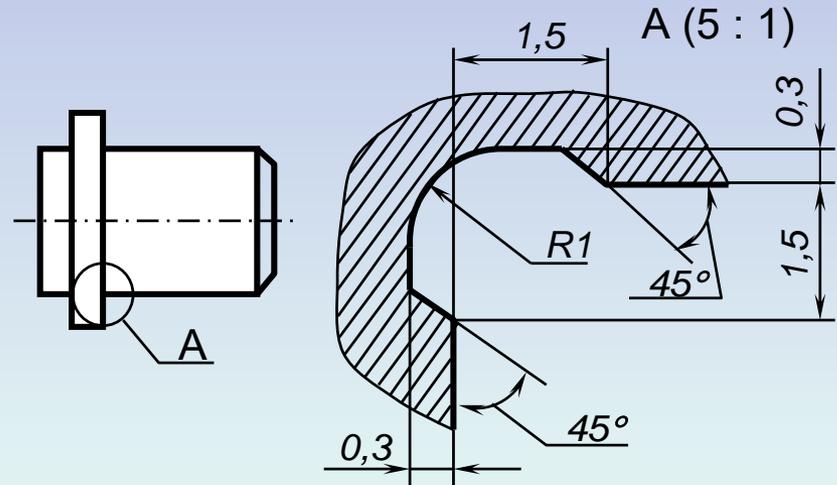
Гвинти, болти, заклепки, шпонки, штифти, кульки, рукоятки, непустотілі вали та ін. при виконанні поздовжнього розтину умовно показують нерозрізаними (НЕ заштриховують), а в поперечному перерізі заштриховують за загальними правилами.

## Виносні елементи

Виносним елементом називається додаткове зображення будь-якої частини предмета, виконане в більшому, в порівнянні з основним зображенням, масштабі.

У вигляді виносних елементів зображують ті частини предмета, які вимагають пояснення форми, розмірів та інших даних (наприклад, проточки під різьбу, канавки для виходу шліфувального круга, галтелі і т.п.). Виносний елемент може відрізнятися від основного зображення за змістом (наприклад, основне зображення може бути видом, а виносний елемент - розтином і навпаки).

Частина предмету головного зображення виділяють замкнутою тонкою суцільною лінією у вигляді кола, овалу і т.п. Від неї проводять лінію-виноску з поличкою, на якій великою літерою українського алфавіту наносять позначення виносного елемента.

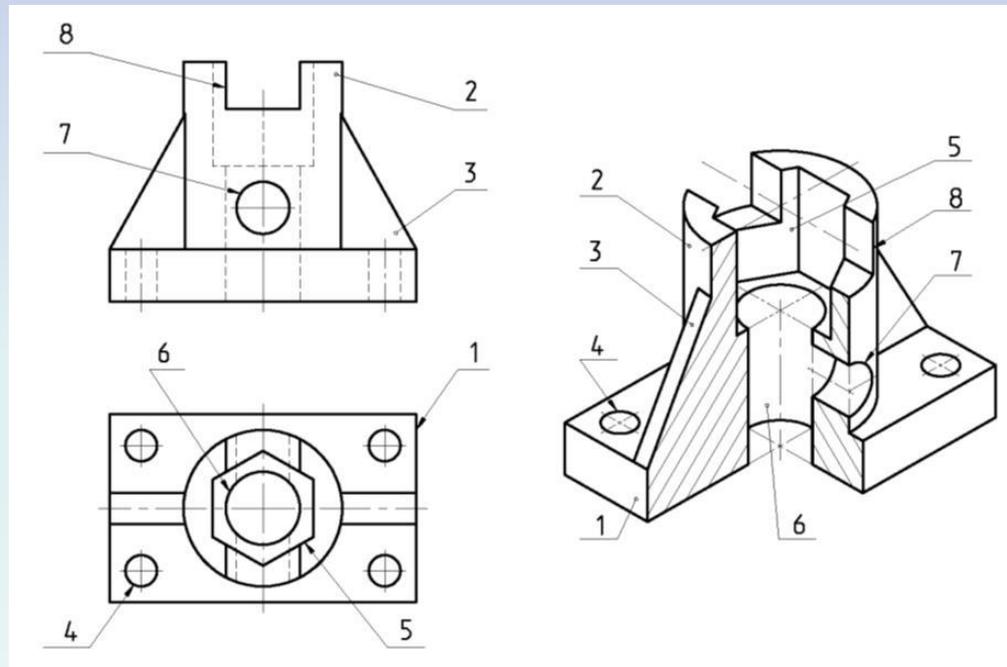


Рекомендується виносний елемент розташовувати ближче до зображуваної частини предмета. У виносного елемента слід вказати цю ж літеру і масштаб по типу А (5: 1), на якому у вигляді виносного елемента зображена канавка для виходу шліфувального круга.

# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

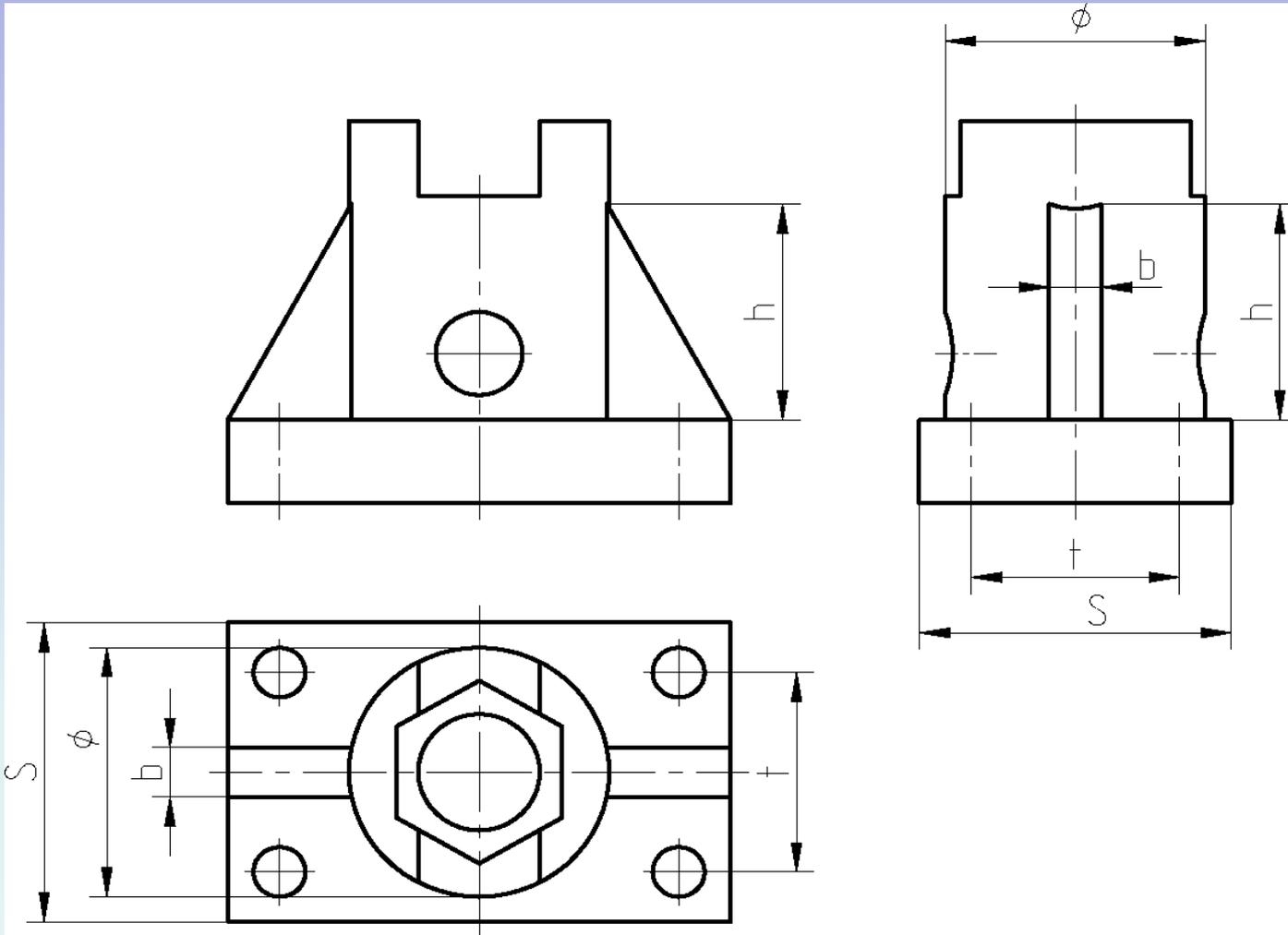
1. Подумки модель розбиваємо на прості складові її геометричні тіла і визначаємо, які поверхні їх обмежують. Зовні модель утворюють: чотиригранна призма 1; вертикальний циліндр 2 і дві тригранні призми 3 (ребра жорсткості), що прилеглі до призми 1 і циліндру 2.

У призмі 1 по куткам виконано чотири наскрізні циліндричні отвори 4. В циліндрі 2 є три отвори: вертикальний шестигранний призматичний 5; вертикальний циліндричний 6, виконано поперечні прорізи (пази) у формі чотирикутної призми 8.



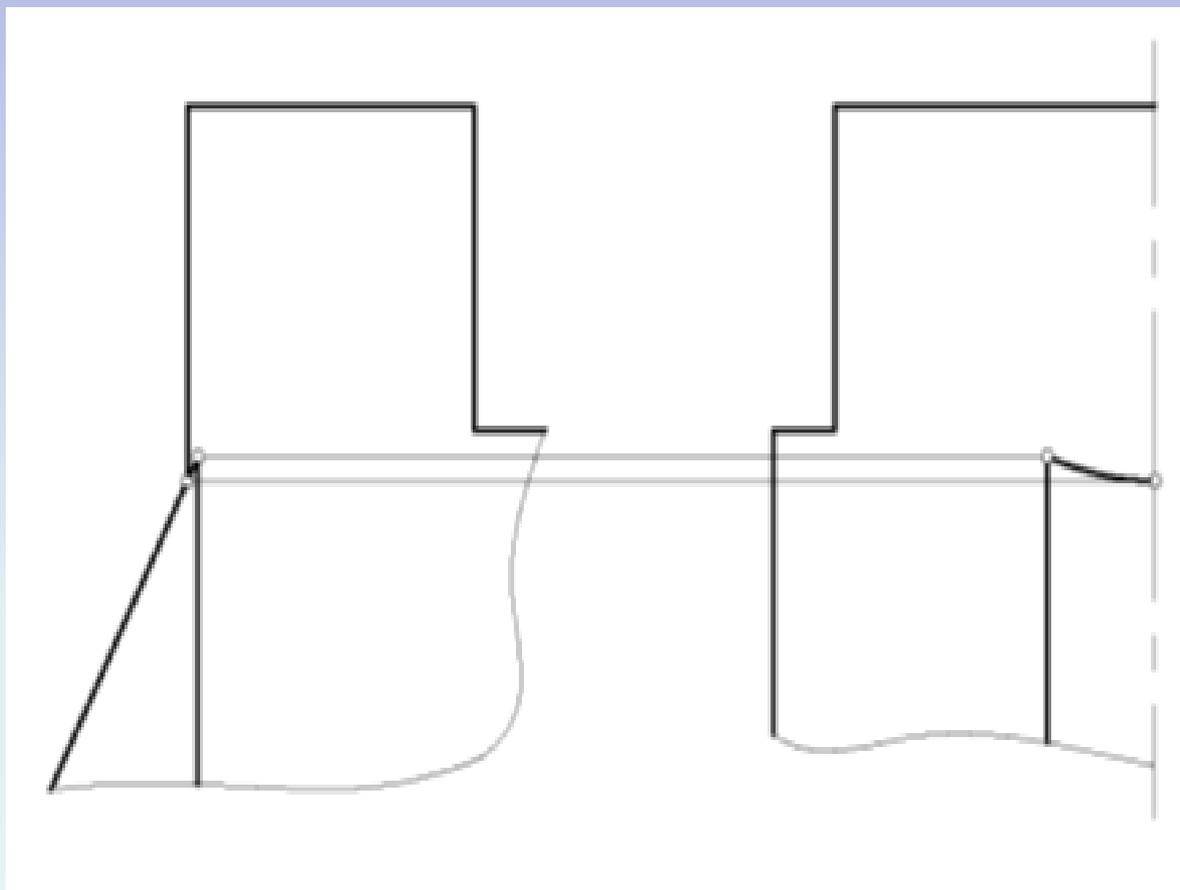
# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

2. За двома видами будуємо третій вид геометричних тіл, що обмежують зовні поверхню моделі



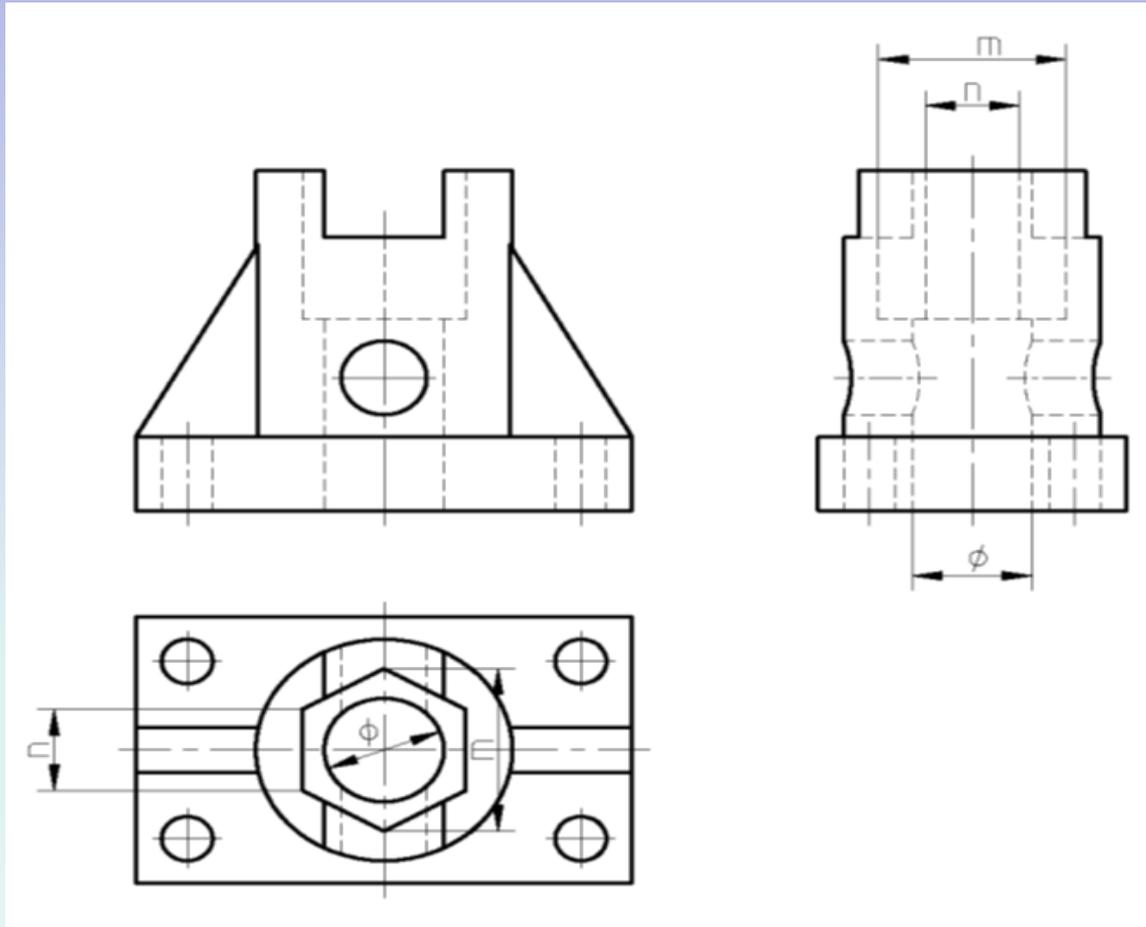
# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

3. Ребро жорсткості 3 перетинається із зовнішнім циліндром 2 по кривій лінії (частини еліпса)



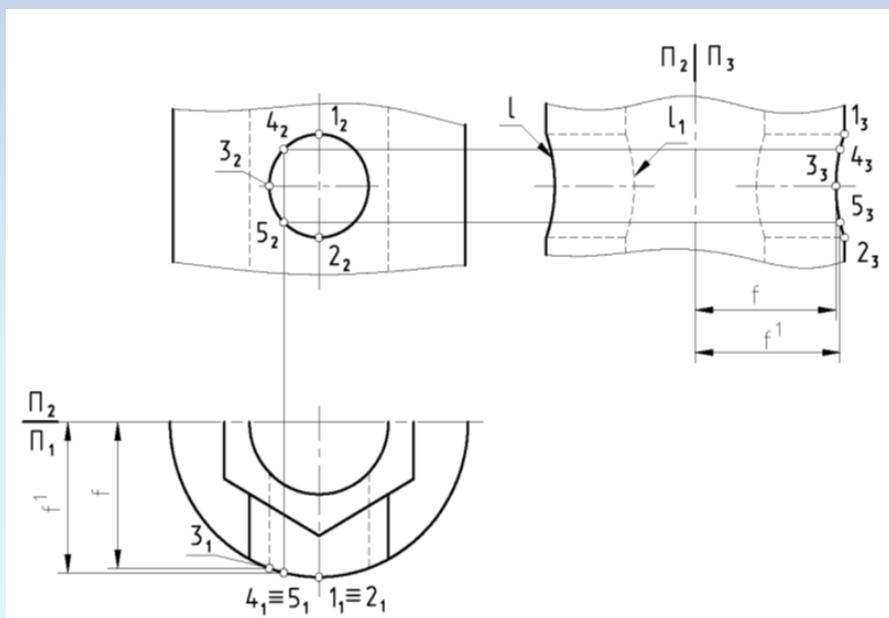
# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

4. Далі на виді зліва будуюмо проєкції геометричних тіл, що обмежують внутрішню поверхню моделі (отворів і пазів).



## Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

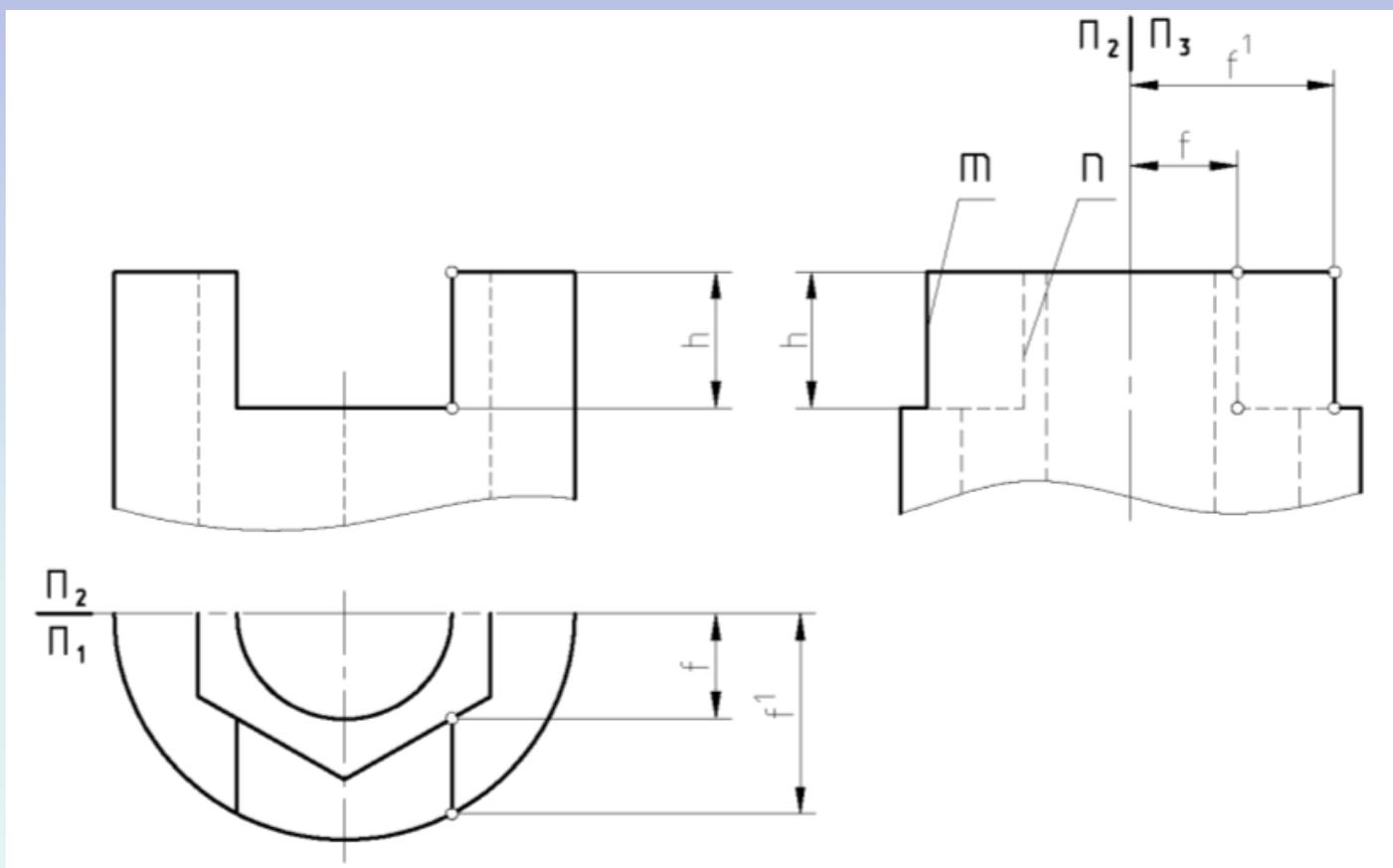
5. Горизонтальний циліндричний отвір 7 у перетині з і зовнішнім циліндром 2 і внутрішнім циліндром 6 утворюють просторові криві лінії  $l$  і  $l_1$ . Для побудови на виді зліва проекції лінії  $l$  відмічаємо на виді спереду опорні точки 1, 2, 3 і дві проміжні – 4 і 5. Далі знаходимо горизонтальні проекції цих точок, враховуючи їх належність двом циліндрам.



За двома проекціями (фронтальною і горизонтальною) знаходимо профільні проекції цих точок і з'єднуємо їх плавною кривою лінією. Проекції лінії  $j_1$  будуюмо аналогічно.

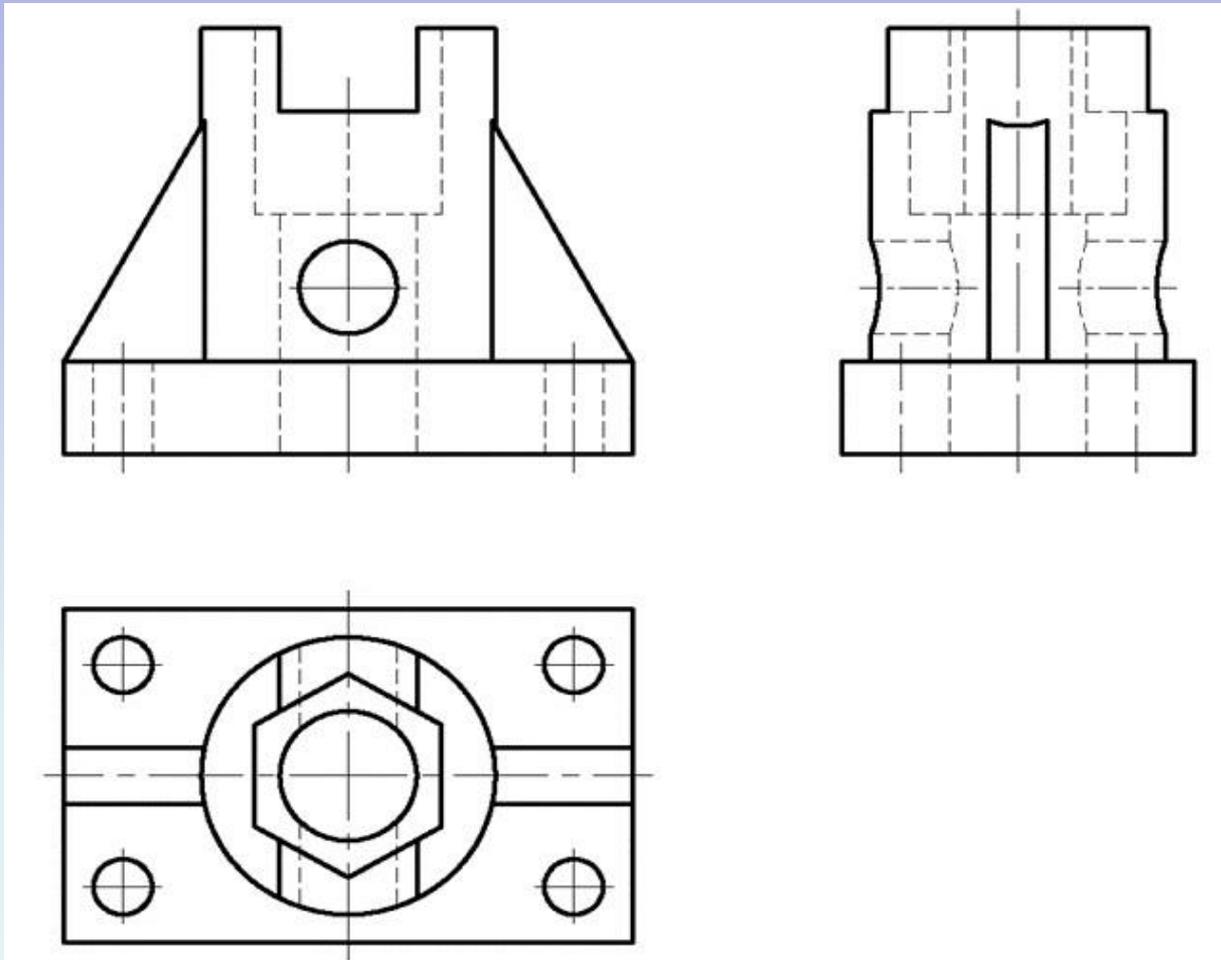
## Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

6. Горизонтальний паз 8 перетинається із зовнішнім циліндром 2 по прямій  $m$  і з внутрішнім шестигранним призматичним отвором 5 – по прямій  $n$ .



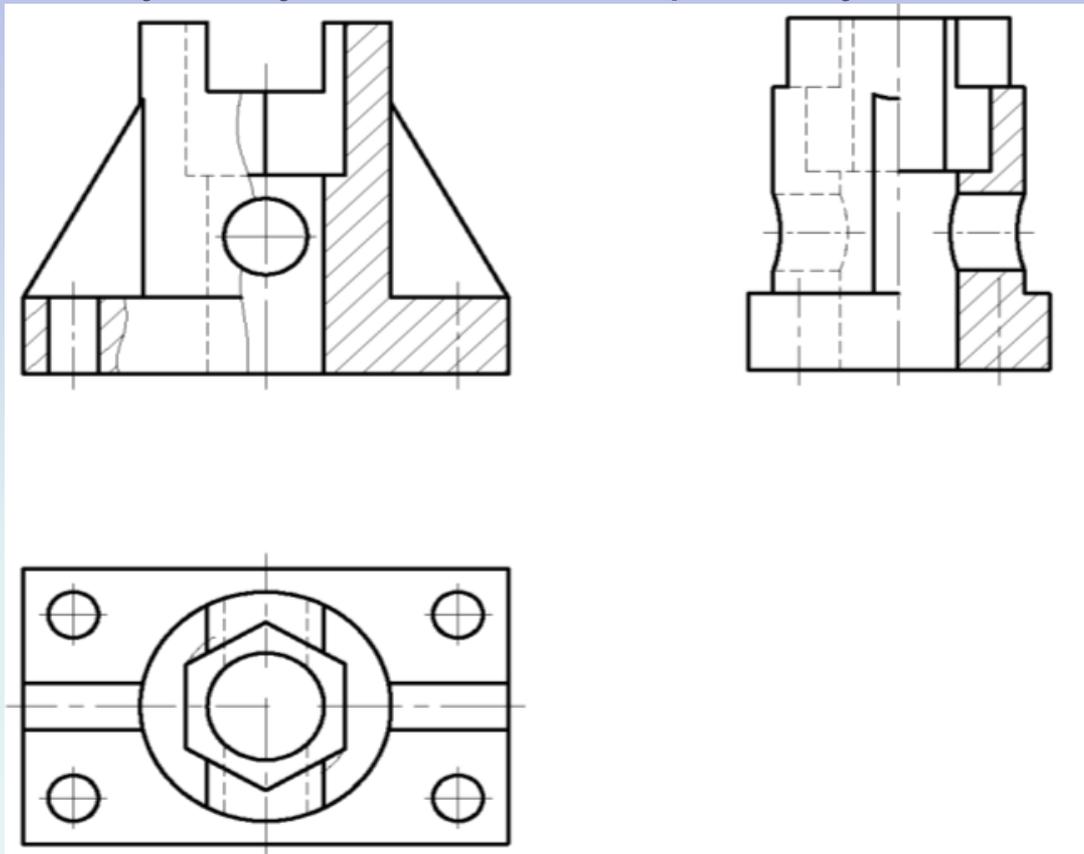
# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

7. Повністю виконавши усі побудови отримаємо три види моделі



# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

8. Далі будуюмо фронтальний і профільний розтини у відповідності з стандартом ГОСТ 2.305-2008. Так як, зображення виду спереду і виду зліва, фронтального і профільного розтинів є симетричними фігурами, поєднуємо половину виду з половиною розтину.



## Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

На головному зображенні вид відокремлюємо від розрізу суцільною хвилястою лінією, так як проекція ребра шестиграної призми співпадає з осьовою лінією зображення.

На фронтальному розрізі контур ребра жорсткості обмежуємо суцільною товстою лінією і **ребро не штрихується**, так як розтинальна площина направлена поздовж цього елемента.

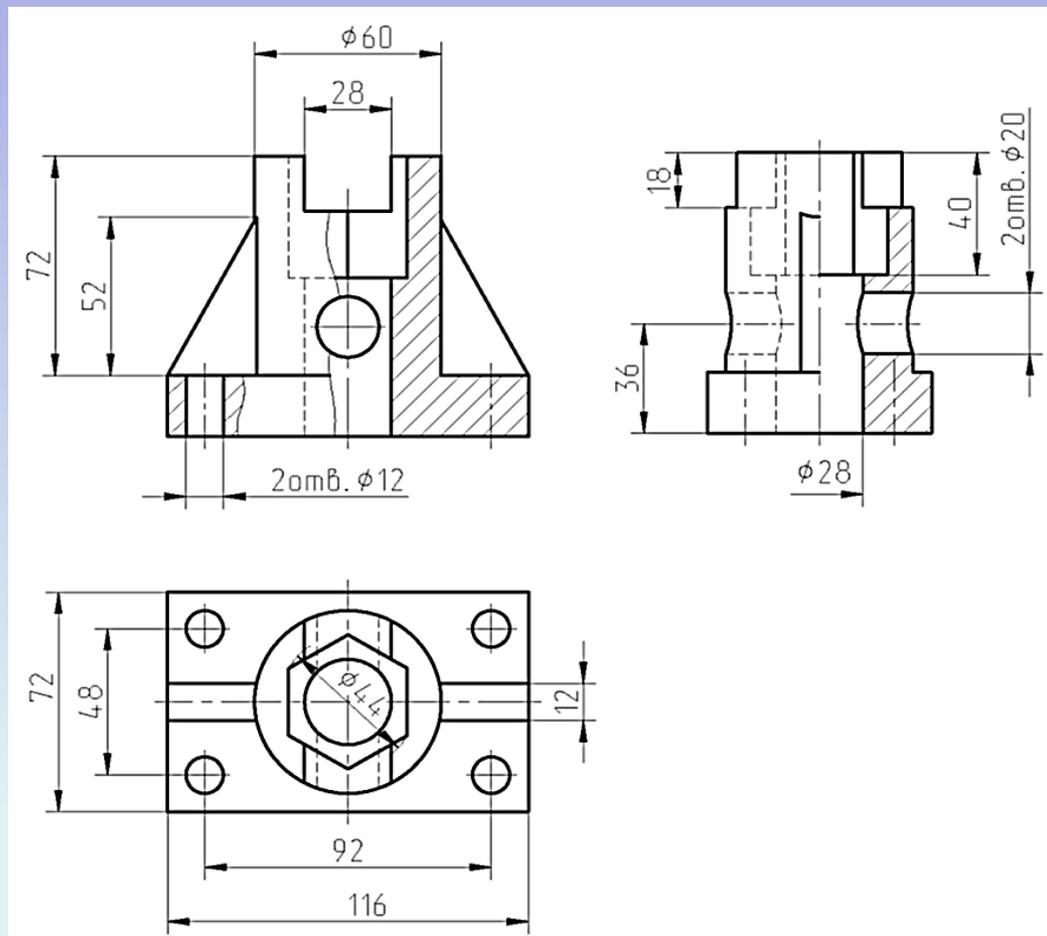
Вертикальні отвори в основі деталі показуємо місцевим розрізом на вигляді спереду.

Фронтальний і профільний розрізи не позначаємо, так як розтинальна площина співпадає з площинами симетрії моделі.

# Алгоритм побудови кресленика моделі з простими розтинами

9. На всіх зображеннях проставляємо розміри у відповідності з стандартом ГОСТ 2.307-2011 при цьому розміри, що визначають зовнішню форму моделі, вказуємо зі сторони видів, а розміри, які відносяться до внутрішніх поверхонь - зі сторони розрізів.

10. На всіх видах прибираємо невидимі лінії, остаточно оформлюємо кресленик.



# Тривимірне моделювання технічних деталей у SolidWorks

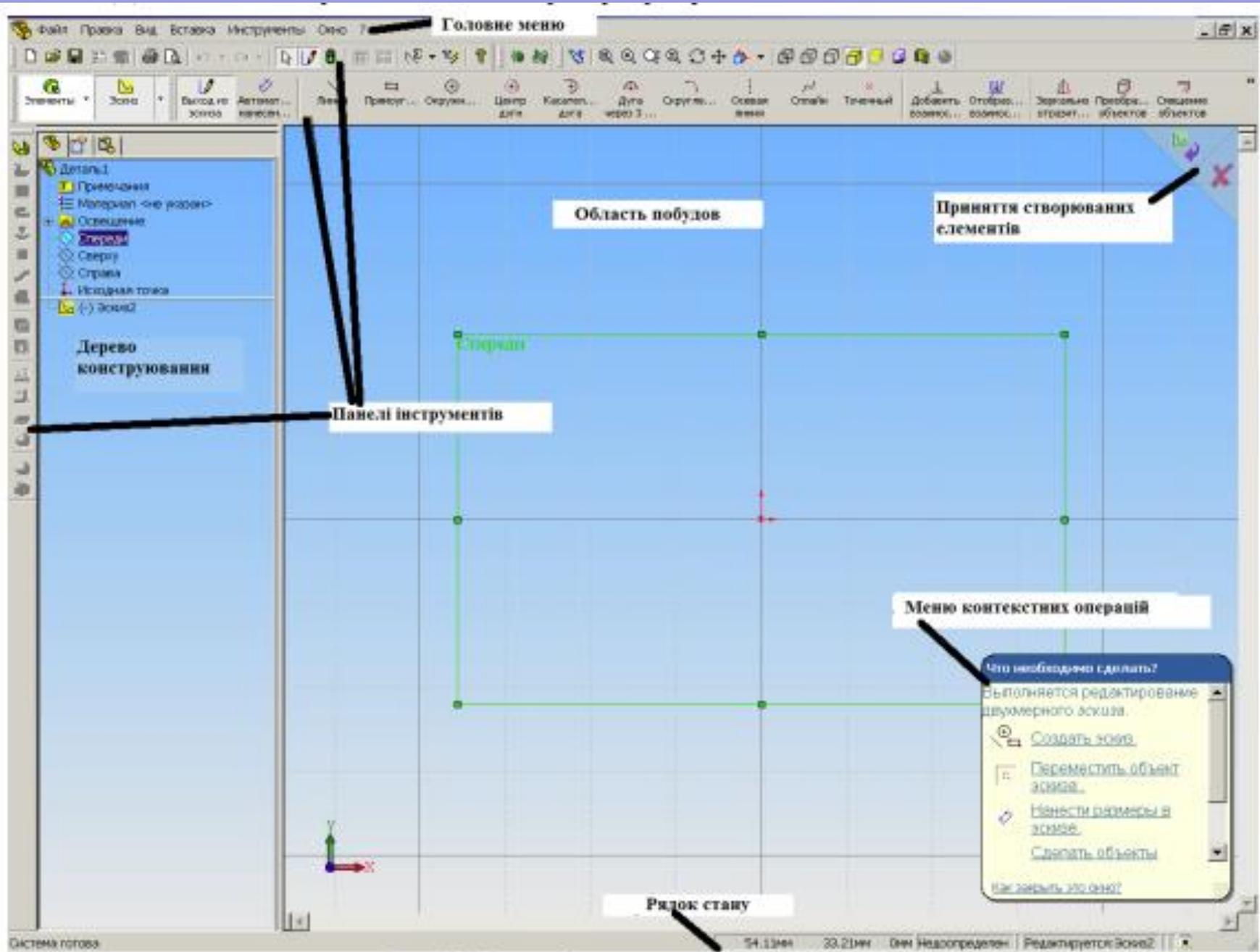
## *Панелі інструментів*

Стрічка стану головного вікна програми SolidWorks залежно від типу активного документу надає інформацію щодо:

- ім'я активного документа чи короткий опис пункту меню, або конструктивного елемента, на якому в даний час знаходиться курсив миші;
- поточні координати розташування курсиву;
- стан ескізу: перевизначено, визначено не повністю або повністю визначено.

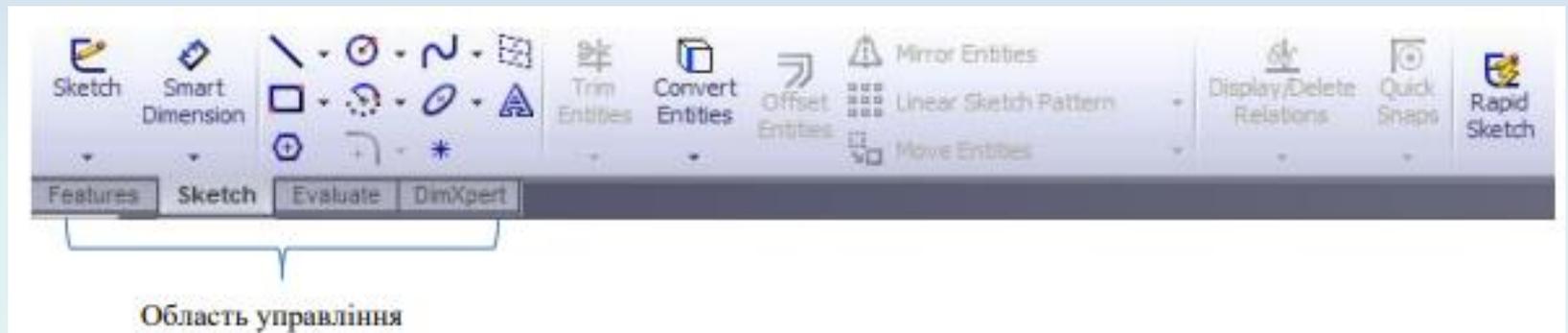
# ***Склад головного меню***

1. Файл (File) – виконання операцій з файлами.
2. Виправлення (Edit) – виконання операцій з об'єктами.
3. Вид (View) – зміна способу відображення об'єктів.
4. Вставка (Insert) – вставка об'єктів з інших програм.
5. Інструменти (Tools) –настроювання системи, інструменти для побудови.
6. Вікно – перехід між вікнами, зміна розташування вікон.
7. Допомога – одержання довідки про програму.



# CommandManager (Диспетчер задач)

CommandManager – це контекстна панель, яка оновлюється автоматично в залежності від панелі інструментів, до якої потрібен доступ. За умовчанням вона має вбудовані панелі інструментів у залежності від типу документа. Якщо натиснути кнопки в області управління CommandManager вона оновлюється і відображає панель інструментів. Наприклад, якщо натиснути кнопку Sketch (Ескіз) в області управління, у CommandManager з'являться інструменти ескізу.



# Взаємозв'язки ескізу

За допомогою інструментів на панелі інструментів "**Взаимосвязи эскиза**" можна наносити розміри та визначати об'єкти ескізу. На панелі інструментів "**Взаимосвязи эскиза**" і в меню **Інструменти**, **Размеры** містяться інструменти для нанесення розмірів і додавання та видалення геометричних взаємозв'язків. Кнопки на панелі інструментів мають не для всіх елементів меню.

1.  **Размер** - створює розміри. Тип розміру (між точками, лінійний, радіальний або кутовий) визначається вибраним елементом. При виборі **Інструменти**, **Размеры** можна вибрати тип розміру: паралельний, горизонтальний або вертикальний. При натисканні на інструмент **Розмір** можна натиснути правою кнопкою миші в графічній області і вибрати тип розміру в контекстному меню.
2.  **Добавить взаимосвязи** - створює геометричні взаємозв'язку (наприклад, дотичних або перпендикулярність) між об'єктами ескізу або між об'єктами ескізу і площинами, осями, кромками, кривими або вершинами.

3.  **Отобразити/Сховати взаємозв'язки** - відображає взаємозв'язки, які були призначені для об'єктів ескіза вручну чи автоматично, а також дозволяє видалити взаємозв'язки, які більше не потрібні. Можна також виправити об'єкти за допомогою заміни визначеного посилання.
4.  **Знайти рівні** відображає лінії дуги однакової довжини або радіусу, а також дозволяє створити між об'єктами взаємозв'язку рівної довжини та радіуса. ПОРАДА: Коричневі лінії формування показують, що взаємозв'язок додано автоматично; сині лінії формування показують, що взаємозв'язки не були додані.

Геометричні взаємозв'язки складаються з набору логічних операцій (правил), які визначають відношення (наприклад, торкання або перпендикулярність) між елементами ескізу моделі, площинами, осями, ребрами й вершинами. Відношенням можна пов'язати один елемент ескізу з іншим елементом ескізу або з ребром, гранню, вершиною, початком координат, площиною і т.д.

Ввести геометричний взаємозв'язок можна двома способами:

- використати автоматичні взаємозв'язки;
- вручну визначити взаємозв'язки між елементами ескізу.

### **Автоматичні взаємозв'язки**

Ескізне середовище Solidworks підтримує автоматичні взаємозв'язки між елементами ескізу. Це гарантує, що правила, що визначають взаємозв'язки між елементами, будуть автоматично застосовуватися при побудові ескізу. Автоматичні взаємозв'язки можуть також застосовуватися в режимі інтерактивного креслення.

## **Додавання взаємозв'язків**

Накласти взаємозв'язку на елементи ескізу можна вручну. При цьому можна вибирати із шістнадцяти типів геометричних взаємозв'язків, перерахованих нижче.

**Взаємозв'язок Horizontal (Горизонтальність).** Цей взаємозв'язок перетворює виділений сегмент лінії в горизонтальний. Якщо виділено дві крапки, вони будуть вирівняні горизонтально.

**Взаємозв'язок Vertical (Вертикальність).** Цей взаємозв'язок перетворює виділений сегмент лінії у вертикальний. Якщо виділено дві крапки, вони будуть вирівняні вертикально.

**Взаємозв'язок Collinear (Колінеарність).** Застосування цього взаємозв'язку приводить до того, що два виділені елементи розміщуються уздовж однієї лінії.

**Взаємозв'язок Coradial (Корадіальність).** Результатом застосування цьому взаємозв'язку будуть дві дуги, дві окружності або дуга й окружність рівні радіуси, що мають, і загальний центр.

**Взаємозв'язок Perpendicular (Перпендикулярність).** Два виділені сегменти ліній стають перпендикулярними один одному.

**Взаємозв'язок Parallel (Паралельність).** Два виділені сегменти ліній стають паралельними один одному.

**Взаємозв'язок Tangent (Торкання).** Результатом застосування цьому взаємозв'язку до виділеного сегмента лінії, дуги, сплайну, окружності або еліпса стане торкання іншої дуги, окружності, сплайну або еліпса.

**Взаємозв'язок Concentric (Концентричність).** Для двох виділених дуг, окружностей, крапки й дуги, крапки й окружності або дуги й окружності цей взаємозв'язок означає сполучення їх центрів.

**Взаємозв'язок Midpoint (Середня крапка).** Поміщає виділену крапку в положення середньої крапки зазначеної лінії.

**Взаємозв'язок Intersection (Перетинання).** Поміщає виділену точку в місце перетинання двох виділених елементів ескізу.

**Взаємозв'язок Coincident (Збіг).** Якщо цей взаємозв'язок застосувати до двох точок, вони стануть співпадаючими, а якщо до точки й лінії або точки й дуги — точка буде лежати на цій лінії або дузі.

**Взаємозв'язок Equal (Рівність).** Застосовується для того, щоб зробити два виділені сегменти лінії рівними по довжині. При накладенні цього взаємозв'язку на дві дуги, два кола або дугу й коло їх радіуси стають рівні.

**Взаємозв'язок Symmetric (Симетрія).** Зв'язок симетрії розташовує виділені елементи симетрично щодо зазначеної осі симетрії, так щоб вони перебували на однаковій відстані від неї.

**Взаємозв'язок Fix (Прив'язка).** Закріплює положення виділеного елемента щодо системи координат поточного ескізу. Положення кінцевих крапок закріплених ліній, дуг, кіл, сплайнів і еліптичних сегментів можна вільно міняти в межах елемента ескізу, якому вони належать.

**Взаємозв'язок Pierce (Прокол).** У результаті застосування цього взаємозв'язку побудована точка переноситься на виділену вісь, ребро або лінію в тому місці, де вони «проколюють» площину побудови. Ця точка може бути кінцевою точкою якого-небудь елемента ескізу.

**Взаємозв'язок Merge Points (Злити точки).** Використовується для об'єднання двох виділених точок або кінцевих точок.

# Основні принципи побудови деталей у SolidWorks

У SolidWorks існує кілька базових прийомів, використовуючи які можна створити тривимірні деталі. Ці прийоми можуть бути альтернативними або доповнювати один одного в процесі проектування складної деталі. Програма SolidWorks надає конструкторові практично необмежені можливості для втілення своїх задумів.





# Панель інструментів FEATURES (Елементи)



Обертання є розповсюдженим способом побудови твердого тіла. Ця команда запускається натисканням кнопки **Revolved Boss/Base (Повернута бобышка/ основание)**, розташованої на панелі інструментів **Features(Елементи)**. При виконанні цієї команди ескіз повертається навколо заданої вісі, а простір, що описує контур ескізу в результаті обертання, заповнюється матеріалом твердого тіла. При цьому ескіз деталі, сформованої методом обертання, обов'язково повинен складатися з контуру деталі й осі повороту. Обертання контуру навколо вісі може здійснюватися на будь-яку бажану величину кута, аж до 360.

**Linear pattern (Линейный массив)"Лінійний масив"**. Потримаєте курсор миші над елементами керування менеджера властивостей для того, щоб довідатися призначення кожного елемента. Лінійний масив призначений для створення подібних геометричних об'єктів, розташованих на прямій, або на площині. Лінійний масив здійснює копіювання обраних об'єктів через певну відстань.

Існує кілька обов'язкових вимог для побудови тіл обертання в SolidWorks:

- ескізу деталі повинен бути замкненим;
- на ескізі повинна бути зображена вісь обертання;
- контур ескізу не повинен перетинати вісь обертання;
- ескіз деталі повинен розташовуватися лише в одній півплощині щодо осі обертання.

Існують деталей складної конфігурації, які можна створити, лише використовуючи команду **Бобышка/Основание по сечениям** або **Виріз по сечениям**. Основний принцип побудови елементів по перетинах полягає в плавному з'єднанні профілів перетинів деталі, які розташовуються на різних площинах.

Профіль являє собою замкнений і непересічний ескіз на деякій площині. Обов'язкова умова: площини із профілями повинні бути розташовані на деякій відстані друг від друга, паралельно або під кутом

Також для побудови тривимірних моделей часто використовують команду **Swept Boss/Base (Витягнута бобышка/Основание по траектории)**. Типовим прикладом таких деталей є вигнуті труби. Для побудови труби як елемента по траєкторії необхідно намалювати два ескізи: замкнений профіль, який для труби має вигляд окружності, і ескіз траєкторії (лінію вигину труби).

Витягування елемента по перетинах активізується кнопкою **Lofted Boss/Base (Бобышка/основание по сечениям)** на панелі інструментів **Features (Елементи)** й дозволяє проектувати деталі шляхом створення плавних переходів між профілями (перерізами). Профілі являють собою ескізи, розташовані в різних площинах. Ці площини можуть бути паралельними, так і під кутом один відносно одного.

Далі буде...  
Дякую за увагу!