

**Східноєвропейський національний університет  
імені Лесі Українки  
Інститут мистецтв  
Кафедра образотворчого мистецтва**

**Ярослав Лелик**

**НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ  
КРЕСЛЕННЯ**

Навчальний посібник  
для студентів, що навчаються за напрямом - *6.020205*  
“Образотворче мистецтво”

Денної та заочної форми навчання

Луцьк 2016

УДК 514.18  
ББК 22.151.3  
Л-33

Навчальний посібник

з дисциплін “Нарисна геометрія”, “Креслення” для студентів, що навчаються за напрямом **6.020205 - “Образотворче мистецтво”** денної та заочної форми навчання. Я.Р.Лелик Луцьк: СНУ, 2016. - 120с.

**Рекомендовано до друку науково-методичною радою**

Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки  
(протокол № \_\_\_\_ 2016р.)

**Рецензент: Лесик О.В.** - професор, доктор архітектури, кафедра образотворчого мистецтва, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки .

**Лелик Я.Р.**

**Л-33 Нарисна геометрія, Креслення:** Навчальний посібник до лекційних та практичних занять з дисципліни “Нарисна геометрія”, “Креслення” для студентів, що навчаються за напрямом **6.020205 - “Образотворче мистецтво”** денної та заочної форми навчання.

Видавництво ПрАТ: Волинська обласна друкарня, 2016.- 120с.

Анотація: Навчальний посібник з дисципліни “Нарисна геометрія”, “Креслення” складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напрямку 0202- Мистецтво, спеціальності 6.020205 - “Образотворче мистецтво”

Рекомендовано при вивченні навчальних дисциплін вільного вибору “Нарисна геометрія”, “Креслення” студентам спеціалізації “Художньо-комп’ютерна графіка” .

**УДК 514.18**  
**ББК 22.153.3**

© Лелик Я.Р., 2016  
© Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, 2016

## Вступ.

### РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальних дисциплін “Нарисна геометрія”, “Креслення” складена на основі програми навчальної дисципліни, навчального плану з урахуванням навчального навантаження студента при вивченні навчальної дисципліни вільного вибору студента спеціалізації “Художньо - комп’ютерна графіка”, і містить такі розділи:

## 1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1

| Найменування показників   | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни |                      |
|---|--|--------------------------------------|----------------------|
|   |  | денна/заочна форма навчання          |                      |
| Кількість кредитів <b>14</b>  | 0202-мистецтво   | Вибіркової                           |                      |
|   | 6020205- образотворче мистецтво                                  |                                      |                      |
| Модулів <b>6</b>  | Образотворче та декоративно прикладне мистецтво                  | Рік підготовки                       | <b>1,2,3,4</b>       |
| Змістових модулів <b>7</b>  |  | Семестр                              | <b>2,3,4,5,6,7,8</b> |
| ІНДЗ: <b>€</b>  |  | Лекції                               | <b>50 год.</b>       |
| Загальна кількість годин <b>504</b>   |  | Практичні                            | <b>200 год.</b>      |
| Тижневик годин (для денної форми навчання) аудиторних <b>2</b> самостійної роботи <b>0.84</b> індивідуальної роботи <b>0.83</b> |  | бакалавр                             | Лабораторні          |
|   | Самостійна робота  |                                      | <b>128 год.</b>      |
|   | Індивідуальна робота   |                                      | <b>126 год.</b>      |
|   | Форма контролю: 4,8 - екзамен 3,5,6,7 - залік                    |                                      |                      |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисциплін “Нарисна геометрія”, “Креслення” є набуття студентами знань, умінь і навичок, що необхідні для розуміння принципу дії та будови предмета або окремого елемента за їхніми кресленнями.

1.2. Основними завданнями вивчення дисциплін “Нарисна геометрія”, “Креслення” є навчити студента читати креслення тривимірних об’єктів, що побудовані методом проєкційних зображень; навчити студента самостійно складати креслення елементарних геометричних об’єктів відповідно до існуючих стандартів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

### знати:

- суть методу проєкцій;
- теоретичні основи та способи побудови ортогональних і аксонометричних проєкцій об’єктів простору;
- графічні прийоми рішення задач геометричного конструювання, пов’язаних в основному із визначенням форми, розмірів і взаємного розташування об’єктів за кресленням;
- основні правила виконання креслень та інших видів конструкторської документації за державними стандартами ЄСКД;

### вміти :

- виконувати проєкційні креслення за допомогою креслярських інструментів відповідно до вимог ЄСКД;

- відновлювати в своїй уяві за плоскими проєкційними зображеннями просторові прообрази дійсних чи проєктованих виробів, їх форму, розміри, взаємне положення.  
Будувати робочі креслення технічних виробів відповідно до стандартів ЄСКД.

### **3. Загальні вказівки**

Відповідно до навчального плану, для студентів денної та заочної форми навчання передбачаються лекційні та практичні заняття, спрямовані на оволодіння теоретичними основами «Нарисної геометрії» та «Креслення». Програмою передбачено також виконання графічних робіт.

Формою контролю є заліки та екзамени. До них допускаються студенти, котрі виконали вчасно графічні роботи і захистили їх під час особистої співбесіди.

Вивчаючи інженерну графіку, потрібно виявляти максимальну самостійність у заняттях, уникати механічного запам'ятовування. Теоретичний матеріал краще засвоюється у процесі ритмічної роботи по виконанню графічних робіт.

Для кращого засвоєння матеріалу, потрібно конспектувати основні положення курсу, терміни та інші записи в робочому зошиті, а також відтворювати окремі креслення з підручника.

#### **3.1. Графічні роботи**

Студенти виконують графічні роботи, що являють собою набір креслень, виконаних на креслярському папері, або з використанням ПЕОМ за індивідуальним варіантом і оформлених відповідно до викладених вимог.

Варіант завдання на графічні роботи відповідає порядковому номеру студента в списку групи.

Правильність виконання студентом графічних робіт свідчить про засвоєння основних положень курсу і оволодіння технікою креслення.

Студентам заочної форми навчання графічні роботи варто представити на рецензію строго в терміни, передбачені навчальним графіком. Креслення графічних робіт виконуються на форматі А3(297x420мм), викреслюється титульний лист(додаток 1), скріплюється і відправляється на рецензію поштою або представляється особисто. На перевірку варто представляти графічні роботи тільки в повному обсязі (некомплектні роботи повертаються студенту без перевірки).

Титульний лист графічних робіт оформляється відповідно до ГОСТ 2.304-81.

Кожна з графічних робіт оформляється на форматі А3 з основним написом. Поле креслення обмежується рамкою, товщина якої рівна товщині суцільної основної лінії креслення, на відстані 20 мм від лівої межі аркуша (поле для підшивання) та на відстані 5 мм від інших сторін. У правому нижньому куті незалежно від розмірів сторін поля креслення розміщується основний напис (кутовий штамп) згідно з ГОСТ 2.104-68, за

винятком формату А4, де він розміщується тільки вздовж сторони 210 мм. Розміри та приклад заповнення основного напису див. додаток 2.

#### **3.2. Екзамен та залік з курсу**

Вивчення теоретичних основ «Нарисна геометрія» та «Креслення» завершується екзаменом, або диференційованим заліком. До заліку допускаються студенти, що виконали передбачені робочою програмою графічні роботи і захистили їх. Екзамен, або диференційований залік проводиться у письмовій формі у вигляді модульних завдань з наступною співбесідою. Залікова оцінка вноситься в залікову книжку.

## Розділ 1 «Основні правила оформлення креслеників. Основи проєкціювання»

### 1.1 «Основні правила оформлення креслеників»

#### ФОРМАТИ ГОСТ 2.301-68 (СТ СЕВ 1181-78)

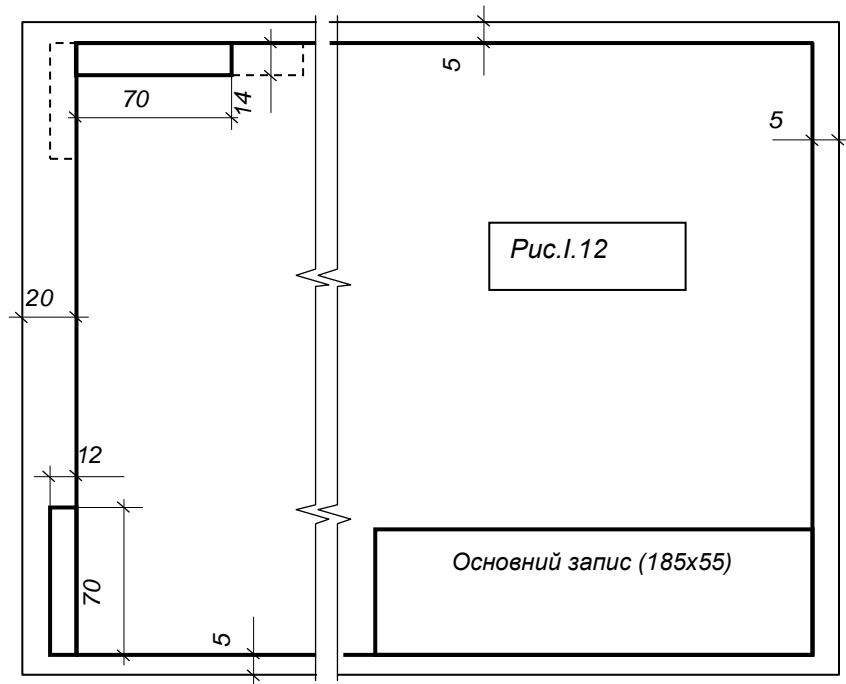
Креслення виконують на листах паперу певного розміру (формату). ГОСТ 2.301-68 (СТ СЕВ 1181-78) встановлює формати листів креслень і інших документів, передбачених стандартами на конструкторську документацію.

Формат листа визначається розміром зовнішньої рамки, виконуваної тонкою лінією. Внутрішня рамка проводиться суцільною основною лінією на відстані 20 мм від лівої сторони зовнішньої рамки і на відстані 5 мм від решти сторін.

Формати поділяються на основні та додаткові. До основних форматів відносять формат з розмірами сторін 1189X841 мм (площа 1м<sup>2</sup>) і інші формати, одержані шляхом послідовного поділу попереднього основного формату на дві рівні частини. Додаткові формати утворюються збільшенням коротких сторін основних форматів в *n* раз, де *n* - ціле число.

| <b>Позначення і розміри сторін основних та додаткових форматів за ГОСТ 2.301-68 (СТ СЕВ 1181-78)</b> |                     |  |  |
|--|---------------------|--|--|
| Основні формати  |                     | Додаткові формати                                    |  |
| Позначення   | Розміри сторін, мм. | Позначення   | Розміри сторін, мм   |
| 1  | 2                   | 3  | 4  |
| <b>A0</b>  | 841X1189            | A0X2<br>A0X3   | 1189X1682<br>1189X2523   |
| <b>A1</b>  | 594X841             | A1X3<br>A1X4   | 841X1783<br>841X2378   |
| <b>A2</b>  | 420X594             | A2X3<br>A2X4<br>A2X5                                 | 594X1261<br>594X1682<br>594X2102   |
| <b>A3</b>  | 297X420             | A3X3<br>A3X4<br>A3X5<br>A3X6<br>A3X7                 | 420X891<br>420X1189<br>420X1486<br>420X1783<br>420X2080                        |
| <b>A4</b>  | 210X297             | A4X3<br>A4X4<br>A4X5<br>A4X6<br>A4X7<br>A4X8<br>A4X9 | 297X630<br>297X841<br>297X1051<br>297X1261<br>297X1471<br>297X1682<br>297X1892 |
| <b>A5</b>  | 148x210             | —  | —  |
| Примітка. Формат A5 допускається застосовувати при необхідності.                                     |                     |  |  |

Кресленик оформлюють рамкою, яку наносять у внутрішньому полі формату, основним написом (кутовий штамп) та додатковими графами (рис.І.12). Рамку і графи виконують суцільною товстою лінією. Кутовий штамп виконується суцільною товстою та суцільною тонкою лініями



Форма 1 (для креслеників будівельних виробів)

|         |     |      |             |        |      |                                 |    |  |                                 |      |         |    |    |
|---------|-----|------|-------------|--------|------|---------------------------------|----|--|---------------------------------|------|---------|----|----|
| 185     |     |      |             |        |      |                                 |    |  |                                 |      |         |    |    |
| 5x11=55 |     |      |             |        |      | (1) Позначення документа        |    |  | 15                              |      |         |    |    |
|         |     |      |             |        |      | (2) Найменування виробу         |    |  | Стадія                          | Маса | Масштаб | 5  |    |
|         | Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата |                                 |    |  | (5)                             | (9)  | (10)    | 15 |    |
|         |     |      |             |        |      |                                 |    |  | 20                              |      |         | 5  |    |
|         |     |      |             |        |      |                                 |    |  | Аркуш                           |      | Аркушів |    | 15 |
|         |     |      |             |        |      |                                 |    |  | (8) Назва проектної організації |      |         | 5  |    |
|         |     |      |             |        |      | (4) Позначення матеріалу деталі |    |  | (8) Назва проектної організації |      |         | 15 |    |
|         |     |      |             |        |      |                                 | 70 |  |                                 | 15   | 15      | 20 | 15 |
|         |     |      |             |        |      |                                 |    |  |                                 |      |         |    | 5  |

Форма 2 (для першого аркуша текстового документу)

|        |        |           |        |      |     |                          |  |    |                                 |       |         |    |    |
|--------|--------|-----------|--------|------|-----|--------------------------|--|----|---------------------------------|-------|---------|----|----|
| 185    |        |           |        |      |     |                          |  |    |                                 |       |         |    |    |
| 5x8=40 |        |           |        |      |     | (1) Позначення документа |  |    | 15                              |       |         |    |    |
|        |        |           |        |      |     | (2) Найменування виробу  |  |    | Стадія                          | Аркуш | Аркушів | 5  |    |
|        | Посада | Прізвище. | Підпис | Дата | (5) |                          |  |    | (6)                             | (7)   | 5       |    |    |
|        |        |           |        |      |     |                          |  |    | (8) Назва проектної організації |       |         | 15 |    |
|        |        |           |        |      |     |                          |  | 70 |                                 |       | 15      | 15 | 20 |

## Масштаби ГОСТ 2.302-68 (СТ СЕВ 1180-78)

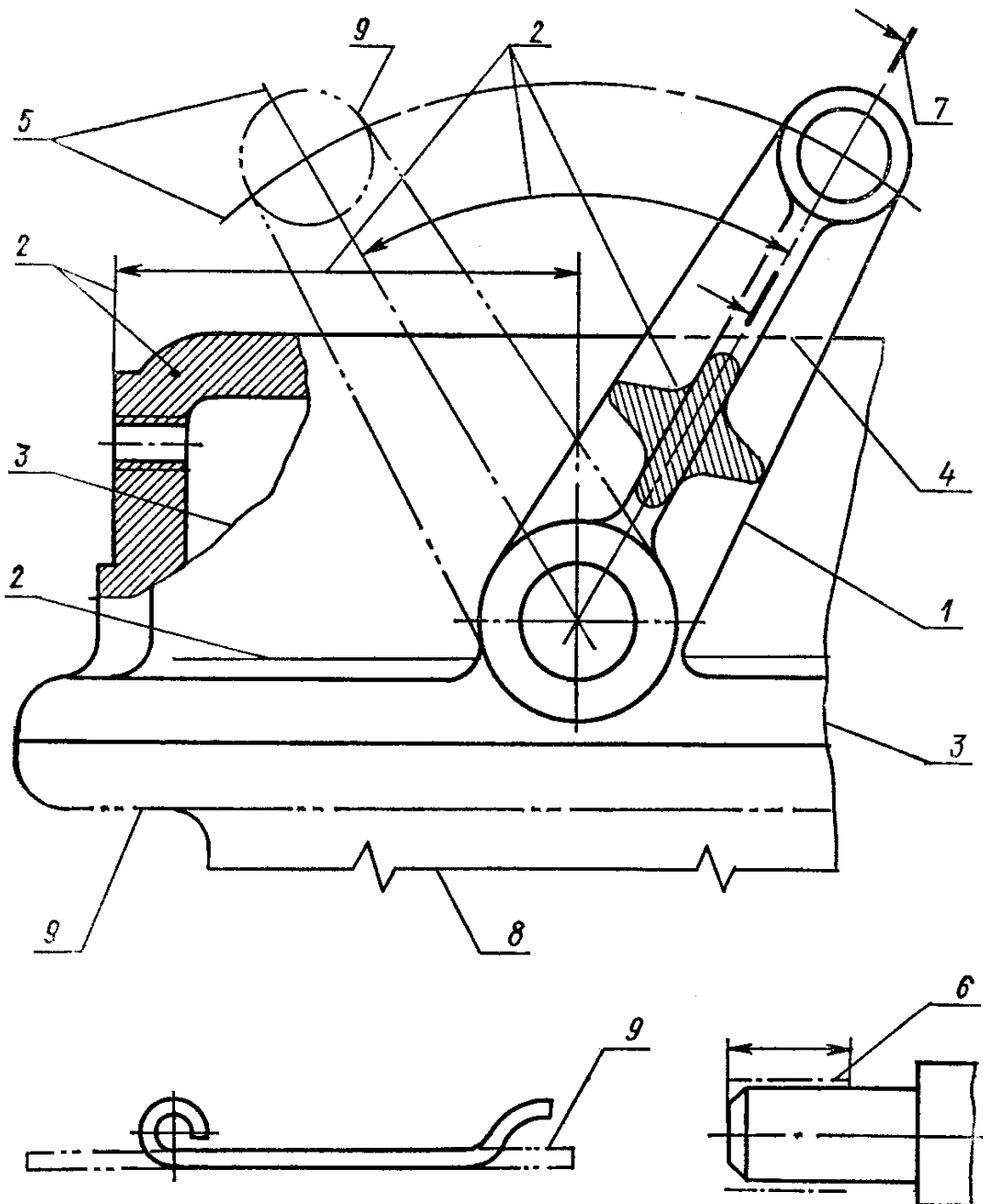
**Масштаб** - це відношення довжин відрізків на кресленні, плані, карті і інших зображеннях до довжин відповідних їм відрізків у натурі.

|                     |   |
|---------------------|---|
| Масштаби зменшення  | 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 |
| Натуральна величина | 1:1   |
| Масштаби збільшення | 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1   |





В необхідних випадках допускається застосовувати масштаб збільшення  $(100n):1$ , де  $n$  - ціле число.

Позначення масштабу складається з букви М і масштабного співвідношення, наприклад: М 2:1; М 1:1; М 1:2. У випадку, якщо масштаб вказують в призначеній для цього графі основного надпису креслення, букву М опускають.

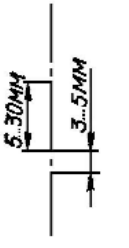
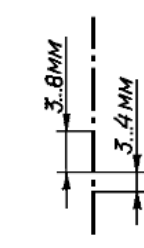


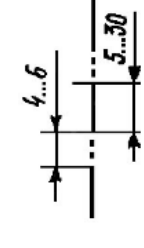
## Лінії. ГОСТ 2.303—68 (СТ СЕВ 1178—78)



### Типи ліній

| № п/п | Назва                     | Зображення   | Товщина лінії  | Основне призначення  |
|-------|---------------------------|--|----------------|--|
| 1     | 2                         | 3  | 4              | 5  |
| 1.    | Суцільна товста - основна |     |                | Лінії видимого контуру.<br>Лінії переходу видимі.<br>Лінії контуру винесеного перерізу.<br>Лінії контуру перерізу, що входять до складу розрізу  |
| 2.    | Суцільна тонка            |   | S (0,6-1,5 мм) | Лінії контуру накладеного перерізу.<br>Лінії розмірні і виносні.<br>Лінії штриховки.<br>Полічки ліній-виносок.<br>Лінії-виноски.<br>Підкреслювання різних написів.<br>Лінії виносних елементів на видах, розрізах і перерізах.<br>Лінії переходу уявні.<br>Осі проєкцій, сліди площин і лінії побудови характерних точок при спеціальних побудовах |
| 3.    | Суцільна хвиляста         |  | S/2 ... S/3    | Лінії обриву.<br>Лінії розмежування виду і розрізу.  |
| 4.    | Штрихова                  |  | S/2 ... S/3    | Лінії невидимого контуру.<br>Лінії переходу невидимі.  |



| 1  | 2                                | 3   | 4             | 5  |
|----|----------------------------------|---|---------------|--|
| 5. | Штрих-пунктирна тонка            |    | S/2 ... S/3   | Лінії осьові і центрові.<br>Лінії перерізів, що є осями симетрії для накладених або винесених перерізів.   |
| 6. | Штрих-пунктирна потовщена        |    | S/2 ... 2/3 S | Лінії, що позначають поверхні, які підлягають термообробці або покриттю.<br>Лінії для зображення елементів, розташованих перед січною площиною («накладена проекція»). |
| 7. | Розімкнута                       |    | S ... 1,5 S   | Лінії перерізів.   |
| 8. | Суцільна тонка із зломами        |    | S/2 ... S/3   | Довгі лінії обриву.  |
| 9. | Штрих-пунктирна з двома крапками |  | S/2 ... S/3   | Лінії згину на розгортках.<br>Лінії для зображення частин виробів в крайніх або проміжних положеннях.<br>Лінії для зображення розгортки, суміщеної з видом.            |

Згідно з ДСТУ ISO 128-23:2005, товщини ліній тонкої, товстої, надтової співвідносяться яких – 1:2:4. Групу ліній, залежно від масштабу кресленника, вибирають з таблиці, товщини ж ліній різного призначення знаходяться в межах обраної групи.

| Група ліній в залежності від масштабу кресленника | Тонка лінія | Товста лінія | Надтова лінія | Лінії графічних символів (знаків) |
|---|-------------|--------------|---------------|-----------------------------------|
| <b>0,25</b>                                       | 0,13        | 0,25         | 0,5           | 0,18                              |
| <b>0,35</b>                                       | 0,18        | 0,35         | 0,7           | 0,25                              |
| <b>0,5</b>  | 0,25        | 0,5          | 1             | 0,35                              |
| <b>0,75</b>                                       | 0,35        | 0,75         | 1,4           | 0,5                               |
| <b>1</b>  | 0,5         | 1            | 2             | 0,7                               |

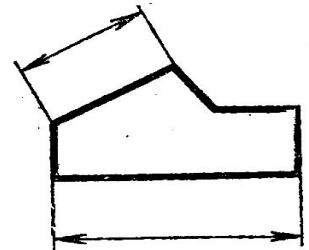
## Нанесення розмірів ГОСТ 2.307-68

Величини елементів виробу визначають розмірами, вказаними на кресленнику за допомогою розмірних та виносних ліній, розмірних чисел.

Лінійні розміри на кресленнях вказують в міліметрах, без позначення одиниць вимірювання.

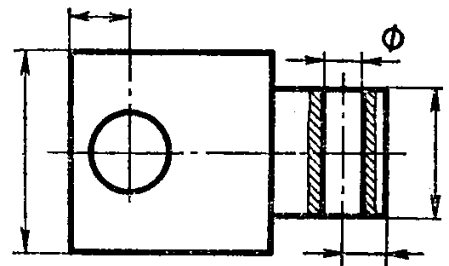
**Розмірні лінії** графічно визначають розміри і положення окремих елементів зображення (виступів, отворів...), а також габаритних розмірів і можуть мати форму як прямої, так і дуги кола. Ці лінії найчастіше зображають повністю і лише в деяких випадках виконують з обривом стрілки з одного боку.

1. Розмірну лінію слід проводити паралельно прямолінійному відрізку елемента деталі, розмір якого вказується

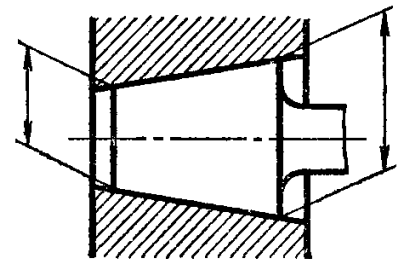


2. Розташовувати її, по можливості, зовні контуру зображення.

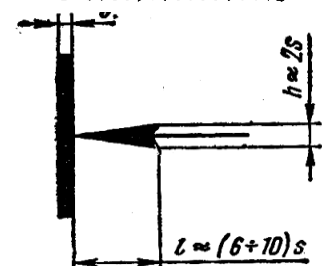
3. Розмірні лінії можна проводити між лініями контуру, осьовими і виносними лініями. При необхідності розмірні лінії допускається проводити безпосередньо до ліній видимого контуру, до осьових і центрових.



4. Використовування ліній контуру, осьових, центрових і виносних ліній як розмірних не допускається.

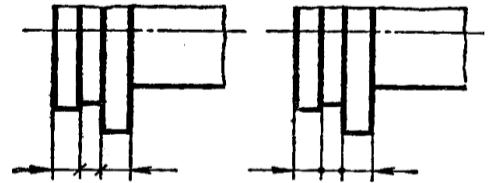


5. У випадках, коли розмірну лінію необхідно змістити убік, то це слідує робити так, щоб розмірна і виносні лінії утворювали разом з розміром, що позначається, паралелограм.

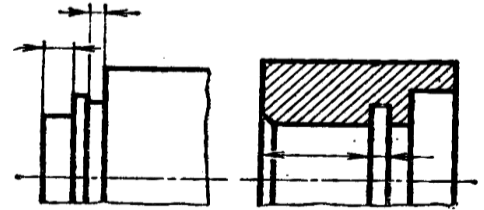


6. Розмірні лінії з обох кінців обмежують стрілками, що упираються у відповідні лінії (наприклад, виносні, осьові або контурні). Форму стрілки, приблизне співвідношення її елементів і товщина лінії видимого контуру слід зберігати на всьому кресленні (кут –  $20^{\circ}$ , довжина – 2,5-3 мм).

7. Якщо стрілки неможливо розмістити на кінцях розмірної лінії, то їх розміщують із зовнішньої сторони виносних і інших відповідних ліній.

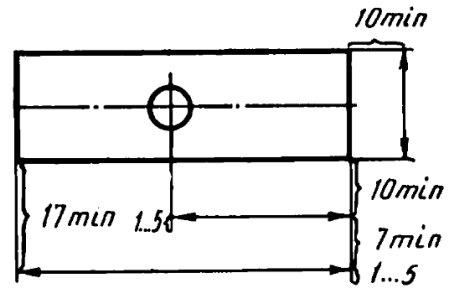


8. У випадку, якщо місця для нанесення стрілок на розмірних лініях, розташованих ланцюжком, недостатньо, то стрілки можна замінити чіткими крапками.



9. Допускається переривати контурну або виносну лінію, що обмежує місце розташування стрілки.

**Виносні лінії** є допоміжними, їх проводять від меж вимірювання, між ними проводять розмірні лінії. Відстань між контуром зображення і першою розмірною лінією – 10 мм, відстань між розмірними лініями – 7 мм.

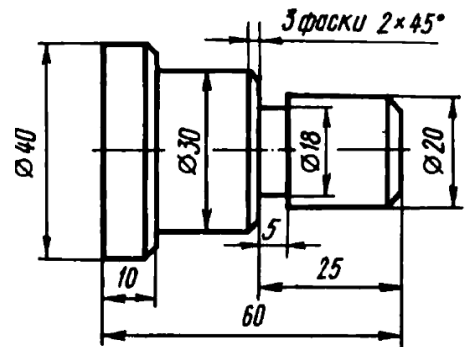


10. Слід, по можливості, уникати перетину розмірних і виносних ліній.

11. Виносні лінії слід проводити перпендикулярно прямолінійному відрізку елемента деталі, розмір якого вказують. Лінії розташовують, по можливості, зовні контуру зображення.

12. Кінці виносних ліній, що виходять за стрілки, повинні бути рівними і однаковими на всьому кресленні і мати довжину 1-3 мм.

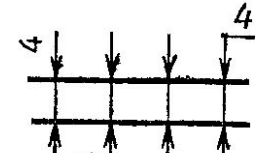
**Розмірні числа** слід, в загальному випадку, наносити над розмірною лінією і по можливості ближче до її середини. Спосіб нанесення розмірного числа при різних положеннях розмірних ліній і стрілок на кресленні вибирають виходячи з найбільшої зручності для читання.



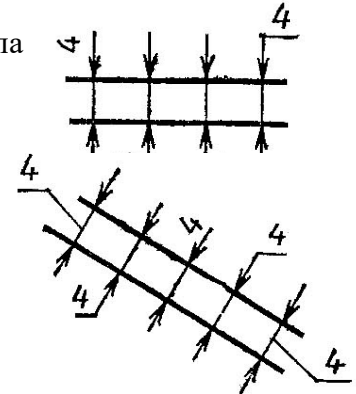
13. Розмірні числа не можна розділяти або перетинати лініями креслення.

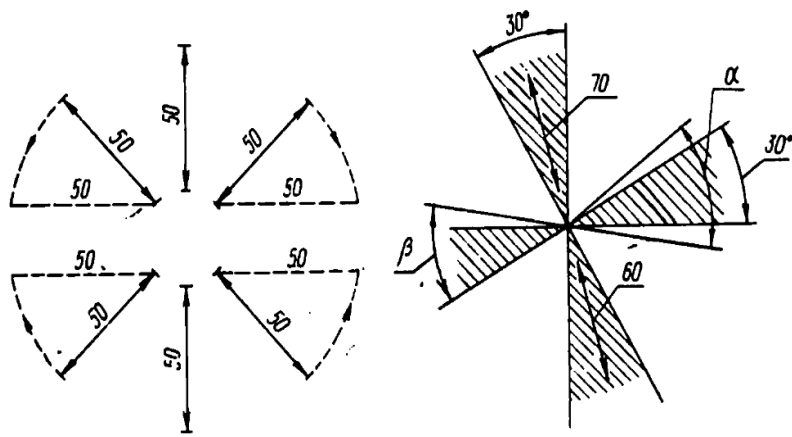
14. Не допускається переривати контурну лінію для розміщення розмірного числа, або проставляти розмірні числа на перетинах розмірних, осьових і центрових ліній. Центрові, осьові і штрихові лінії переривають в місцях, де вони перетинають розмірні числа.

15. Якщо розмірні лінії нахилені, то розмірні числа розташовують на верхній стороні ліній.



16. Якщо для нанесення розмірного числа над розмірною лінією недостатньо місця, або на розмірній лінії бракує місця для стрілок, його проставляють на продовженні розмірної лінії, або на полиці лінії-виноски.



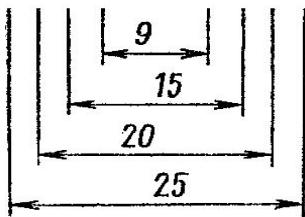
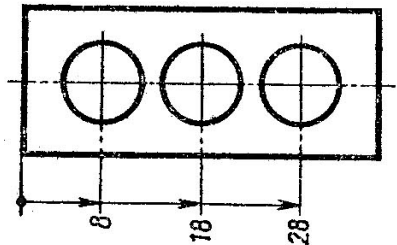


17. Розмірні числа лінійних розмірів при наклонних розмірних лініях наносяться так, щоб при уявному повороті розмірної лінії до найближчого горизонтального, або вертикального положення цифри не оказались би перевернутими.

18. Якщо розмірна лінія розміщується в заштрихованій зоні, то розмірне число слід винести з цієї зони і нанести на полиці лінії-виноски, полиця ж розташовується паралельно основному напису, або перервати штриховку в межах напису.

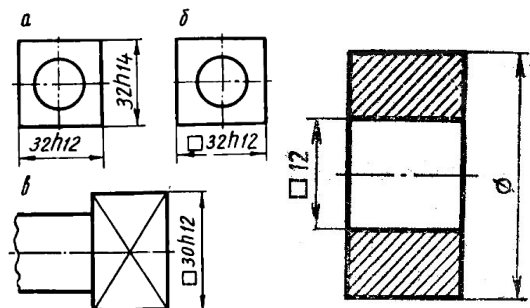


19. Якщо декілька розмірів необхідно нанести від однієї загальної бази, то в цьому випадку проводять загальну розмірну лінію, на початку якої ставлять крапку, направляючи всі стрілки в одну сторону, а розмірні числа наносять біля кінців виносних ліній.

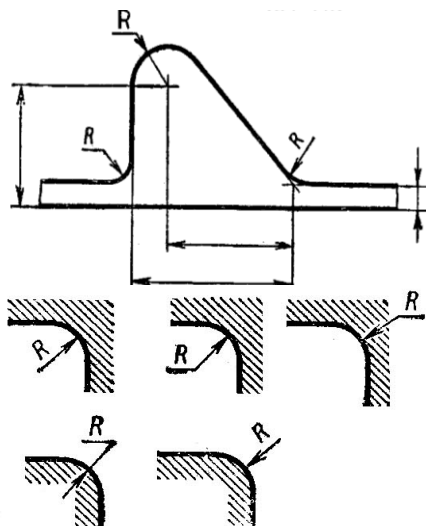


19. На паралельних або концентричних розмірних лініях, розташованих близько одна до одної, розмірні числа розташовують в шаховому порядку.

20. **Квадрат** за відсутності проєкцій, що визначають його конфігурацію, позначають знаком  $\square$ , який наносять перед розмірним числом сторони квадрата. Для зручності читання креслення на проєкції бічної грані проводять

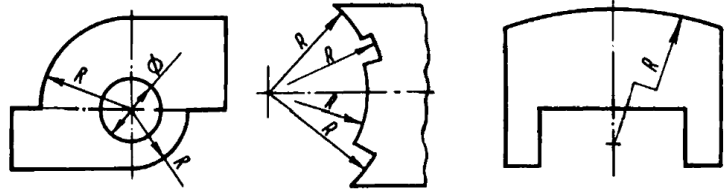


діагональні лінії ( $s/3$  до  $s/2$ ).



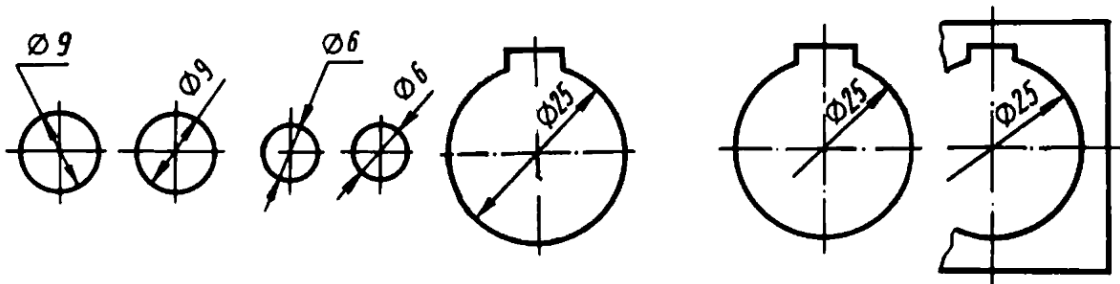
21. **Радіус кола** позначають прописною буквою **R**, яку ставлять перед розмірним числом, що вказує розмір радіуса. Положення центра радіуса дуги зображають хрестиком з тонких ліній. Розміри радіусів зовнішніх і внутрішніх заокруглень наносять або над розмірною лінією, або над полицькою розмірної лінії. При цьому слід уникати збігу розмірних і штрихових ліній. Способи нанесення розмірних чисел при різних положеннях розмірних ліній слід вибирати, виходячи із зручності читання креслення.

22. Якщо центри кількох радіусів співпадають, їх розмірні лінії можна не доводити до центру, крім крайніх.

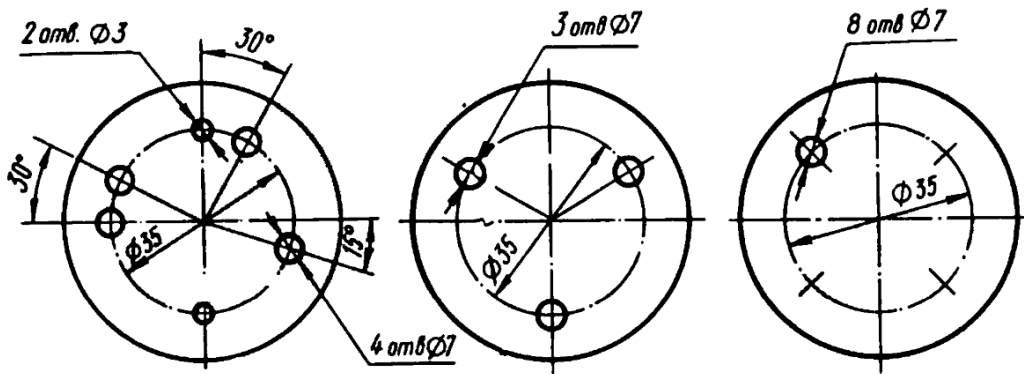


23. Допустимо умовно наблизити центр до дуги і розмірну лінію показати зі зломом під кутом  $90^\circ$ , якщо немає потреби вказати положення центру.

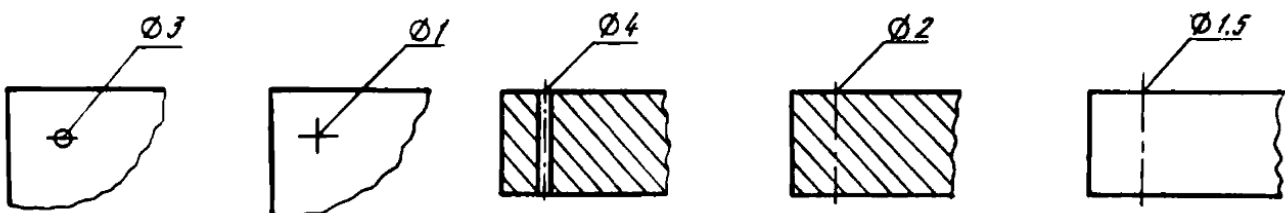
24. **Діаметр кола** позначають знаком  $\varnothing$ , який наносять перед розмірним числом, що вказує розмір діаметра. При нанесенні розміру діаметра всередині кола розмірні числа слід зміщувати з середини розмірних ліній і не допускати їх розміщення в точці перетину осевих ліній. Для позначення діаметра кола допускається проводити розмірні лінії з обривом незалежно від того, повністю зображене коло чи тільки його частина.



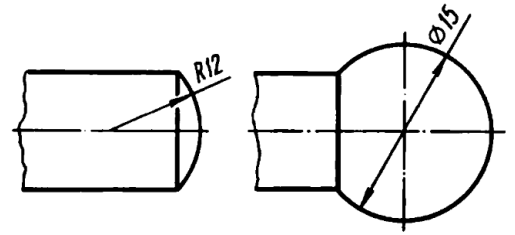
25. Якщо деталь має кілька однакових циліндричних отворів, то їх розмір наносять на одному з них з вказівкою їх загальної кількості



26. Якщо діаметр отвору на зображенні 2 мм і менше, коли відсутні зображення в розрізі і перерізі вздовж осі, якщо нанесення розмірів за загальними правилами ускладнюють читання кресленика, за ДЕСТ2.318-81 допускається спрощене нанесення розмірів отворів.

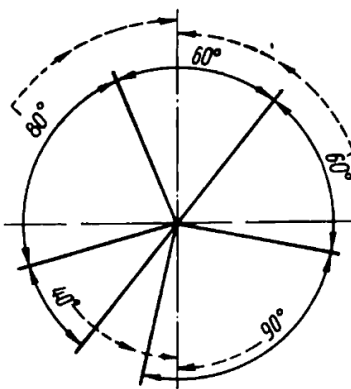
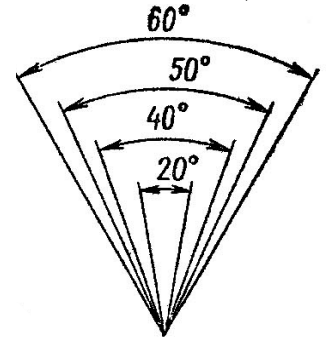


27. **Радіус і діаметр сфери** позначають відповідно знаком  $R$  або  $\varnothing$ , який наносять перед розмірним числом діаметра або радіусу. В разі, коли на кресленнику важко відрізнити сферу від інших поверхонь, допускається додавати слово “сфера”, наприклад, сфера  $\varnothing 12$  або сфера  $R16$ .



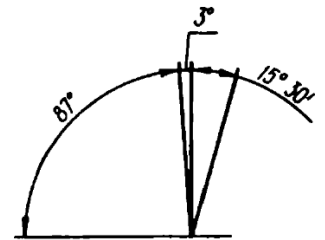
28. **Кутові розміри** вказують в градусах, хвилинах і секундах з позначенням при цьому одиниці вимірювання, наприклад,  $30^{\circ}35'45''$ .

При позначенні розміру кута розмірну лінію слід проводити у виді дуги кола з центром в його вершині, виносними лініями служать при цьому сторони кута.

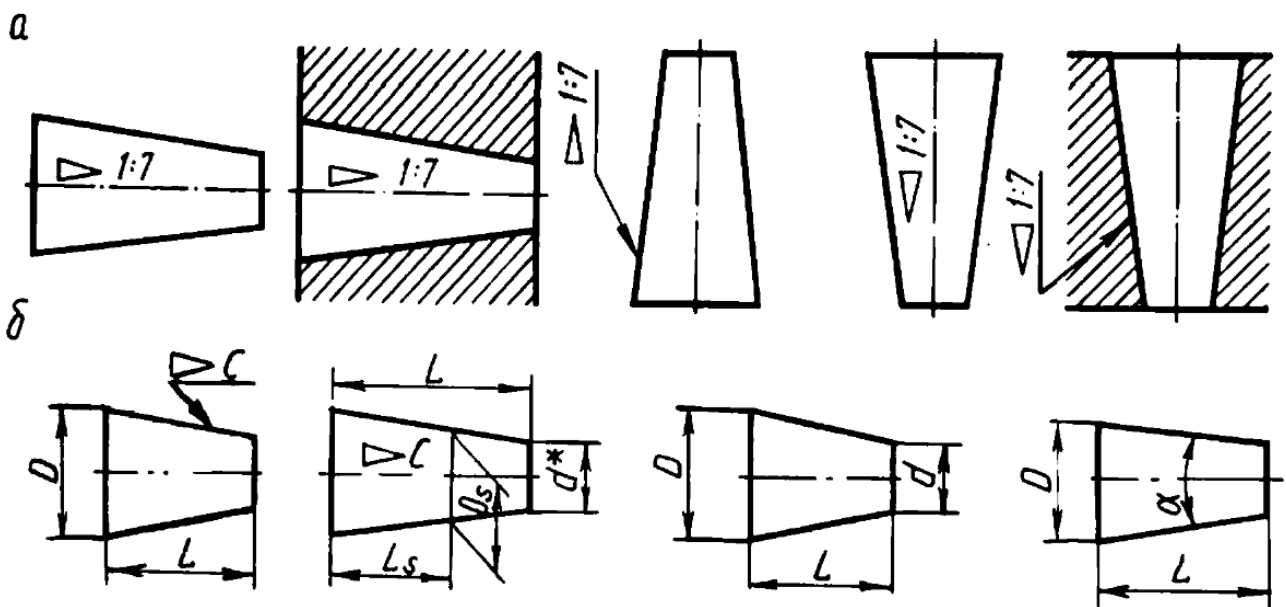


29. Розмірні числа, розташовані вище за горизонтальну осьову лінію, при позначенні величини кута проставляють над розмірною лінією з боку опуклості, розмірні ж числа, розташовані нижче за горизонтальну осьову лінію, проставляють з боку ввігнутості дугових розмірних ліній.

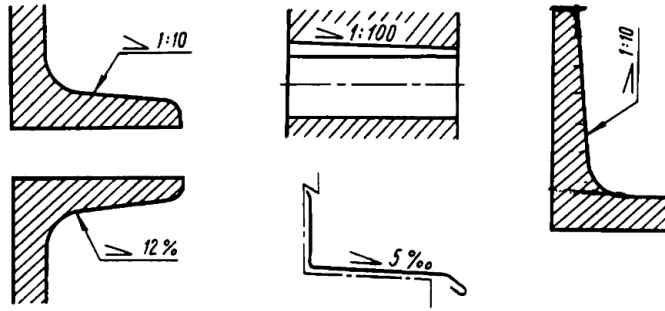
30. Якщо для позначення кутів малих розмірів мало місця для розмірних чисел, їх слід поміщати на полицях ліній-виносок в будь-якій зоні.



31. **Конусність** - відношення різниці діаметрів двох поперечних перетинів конуса до відстані між ними. Умовне позначення конусності – трикутник, гострий кут якого направлений в сторону вершини конуса.

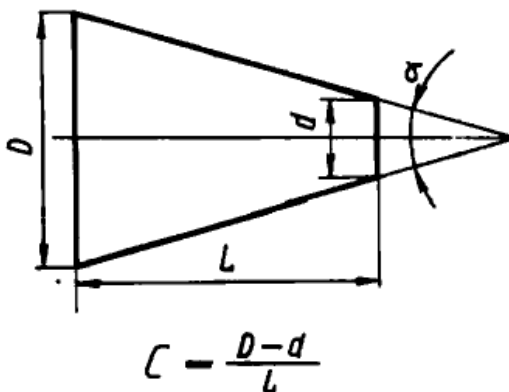


32. **Позначення ухилу.** Перед числовим відношенням, що характеризує нахил даної прямої, до якої-небудь іншої прямої, наносять відповідний знак, причому гострий кут цього знака спрямовують у бік нахилу.



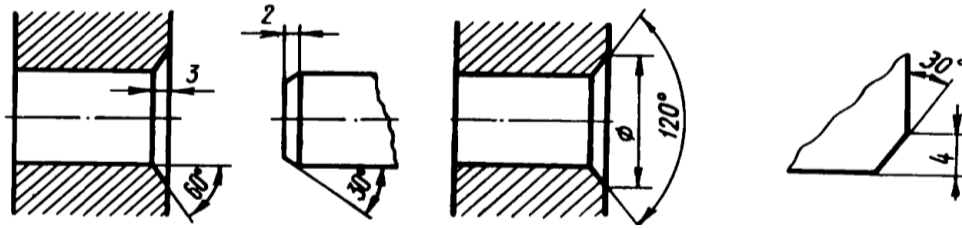
**Нормальные конусности (по ГОСТ 8593—81\*), уклоны и их углы**

| Обозначение | Угол конуса $\alpha$ | Угол уклона $\alpha/2$ |
|-------------|----------------------|------------------------|
|             | Угловые единицы      |                        |
| 1:100       | 34°22,6''            | 17°11,3''              |
| 1:50        | 1°8'45,2''           | 34°22,6''              |
| 1:(30)      | 1°54'34,9''          | 57°17,45''             |
| 1:20        | 2°51'51,1''          | 1°25'55,55''           |
| 1:(15)      | 3°49'5,9''           | 1°54'32,95''           |
| 1:(12)      | 4°46'18,8''          | 2°23'9,4''             |
| 1:10        | 5°49'29,3''          | 2°51'44,65''           |
| 1:(8)       | 7°9'9,6''            | 3°34'34,8''            |
| 1:(7)       | 8°10'16,4''          | 4°5'8,2''              |
| 1:(6)       | 9°31'38,2''          | 4°45'49,1''            |
| 1:5         | 11°25'16,3''         | 5°42'38,15''           |
| 1:(4)       | 14°15'0,1''          | 7°7'30,05''            |
| 1:3         | 18°55'28,7''         | 9°27'44,35''           |

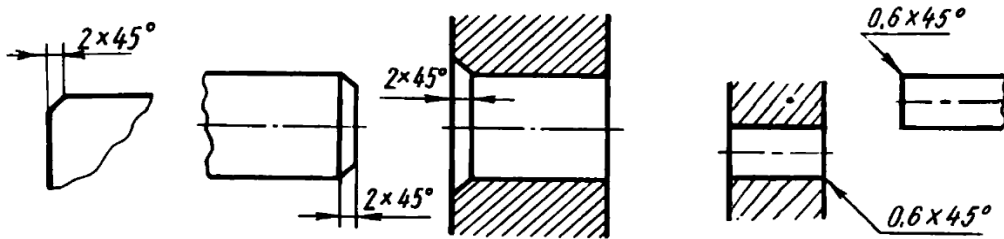


Примітка. При виборі конусності і ухилу слід віддавати перевагу числам без скобок.

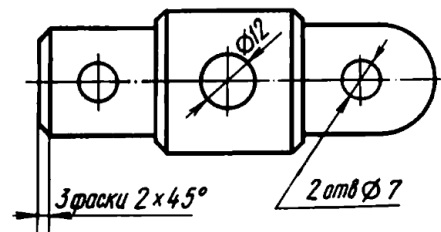
33. **Позначення фасок.** Фасками називають скошені кромки валу, бруска, листа чи отвору. Розміри фаски, виконаної не під кутом  $45^\circ$ , задається двома лінійними розмірами або одним лінійним і одним кутовим розмірами



34. Розмір фаски з кутом  $45^\circ$  наноситься двома цифрами через знак множення, наприклад  $2 \times 45^\circ$  (перше число – висота зрізаного конуса, друге – кут нахилу твірної конуса до його осі в градусах). Фаски малих лінійних розмірів (на кресленнику 1 мм і менше), виконаних під кутом  $45^\circ$ , допускається не зображати. Розміри таких фасок вказують над полками ліній-виносок, проведених від граней.

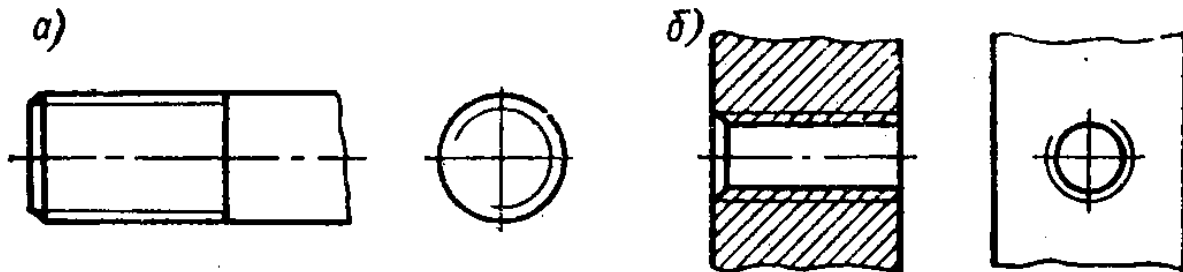


35. Якщо на кресленнику є декілька однакових фасок з кутом  $45^\circ$ , то позначення наносять на одну з них з вказівкою загальної кількості фасок.



36. **Зображення різьби.** ГОСТ 2.311-68 (СТ СЕВ 284-76) встановлює правила зображення і нанесення умовного позначення різьби на кресленнях.

Різьбу на стержні зображають основними (суцільними товстими) лініями по зовнішньому діаметру різьби і суцільними тонкими лініями по внутрішньому діаметру. Різьбу в отворі показують основними лініями по внутрішньому діаметру різьби і суцільними тонкими лініями по зовнішньому діаметру.



На зображеннях, одержаних проектуванням на площину, паралельну осі стержня або отвору, суцільну тонку лінію проводять на всю довжину різьби без збігу. На зображеннях, одержаних проектуванням на площину, перпендикулярну до осі стержня (отвору), суцільну тонку лінію проводять по внутрішньому (зовнішньому) діаметру різьби у виді дуги, приблизно рівної  $3/4$ .



## Стандартний креслярський шрифт. ГОСТ 2.304-81

Написи на кресленнях машинобудівних і будівельних галузей виконують літерами з нахилом під кутом  $75^\circ$  і без нахилу.

Стандарт встановлює два типи шрифту залежно від товщини  $d$  лінії літер

- тип А ( $d = 1/14h$ )
- тип Б ( $d = 1/10h$ ), де  $h$  – висота великих літер.

Розмір шрифту визначається висотою  $h$  великих літер в міліметрах, яка вимірюється на перпендикулярі до основи рядків.

ГОСТ 2.304-81 встановлює наступні розміри шрифту:

**(1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.**

Розмір шрифту 1,8 на кресленнях, виконаних олівцем не рекомендований.

На рис.1.8 літерами позначені параметри шрифту, які визначаються за відношенням до висоти  $h$  великих літер.



Рис.1.8.

$h$  – висота літери;

$g$  – ширина літери;

$d$  – товщина лінії шрифту;

$b$  – мінімальний крок рядків

(висота допоміжної сітки);

$e$  – мінімальна відстань між словами ( $e = 6/10h$ );

Відстань  $a$  між літерами рівна подвійній товщині лінії шрифту ( $a = 2d$ ), а між літерами в складі *ТА, АТ, ТЛ, РА* відстань  $a$  зменшується вдвічі. Мінімальна відстань між словами  $e = 6d$ .

Мінімальна відстань між основами рядків (крок рядків) для шрифту типу А складає  $b = 22/14h$  (або  $22d$ ), а для типу Б –  $b = 17/10h$  (або  $17d$ ).

Висота малих літер шрифту типу Б (без елементів К) складає  $c = 7/10h$ , тобто дорівнює висоті попереднього (меншого) розміру шрифту.

Шрифти виконують на допоміжній сітці, яка утворена допоміжними лініями з кроком  $d$  (рис. 1.10). Крок сітки  $d$  для прямого і похилого шрифту типу А дорівнює  $1/14h$ ; для типу Б –  $1/10h$ ;

Загальна висота сітки для типу А дорівнює  $22/14h$ , вгору та вниз від літер  $4/14h$ ;

Для типу Б висота сітки  $17/10h$ , вгору  $4/10h$  від літер, а вниз  $3/10h$ .

## Залежність параметрів $h$ та $g$ для шрифту типу Б

Таблиця 1.3

| <b>Великі літери та цифри</b>                               |            |            |
|---|------------|------------|
| Елементи шрифту   | Висота $h$ | Ширина $g$ |
| <b>Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Є, Я; 4</b> | $h$        | $6/10 h$   |
| <b>Г, Е, З, С; 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0</b>                   | $h$        | $5/10 h$   |
| <b>А, Д, М, Х, Ю</b>  | $h$        | $7/10 h$   |
| <b>1 ; l</b>  | $h$        | $3/10 h$   |
| <b>Малі літери</b>  |            |            |
| Елементи шрифту   | Висота $c$ | Ширина $g$ |
| <b>а, е, з, и, й, к, л, н, о, п, х, ц, ч, є, я</b>          | $7/10 h$   | $5/10 h$   |
| <b>б, в, д, р, у</b>  | $12/10 h$  | $5/10 h$   |
| <b>с</b>  | $7/10 h$   | $4/10 h$   |
| <b>м, ю</b>   | $7/10 h$   | $6/10 h$   |
| <b>ж, т, щ, ш</b>   | $7/10 h$   | $7/10 h$   |
| <b>ф</b>  | $12/10 h$  | $7/10 h$   |

## Основні параметри та розміри шрифту типу Б

Таблиця 1.4

| <b>Прописні літери та цифри</b>  |            |            |                   |     |     |     |    |
|--|------------|------------|-------------------|-----|-----|-----|----|
| Параметри шрифту   | позначення | відношення | Розмір шрифту, мм |     |     |     |    |
|  |            |            | 5                 | 7   | 10  | 14  | 20 |
| Висота літер та цифр   | $h$        | 10/10h     | 5                 | 7   | 10  | 14  | 20 |
| Ширина літер <b>Г, Е, З, С, l</b><br>Цифр <b>2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0</b>  | $g$        | 5/10h      | 2,5               | 3,5 | 5   | 7   | 10 |
| Ширина цифри <b>1</b>  | $g$        | 3/10 h     | 1,5               | 2,1 | 3   | 4.2 | 6  |
| Ширина літер <b>Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, С, У, Ц, Ч, Ъ, Я, 4</b> | $g$        | 6/10h      | 3                 | 4,2 | 6   | 8,5 | 12 |
| Ширина літер <b>А, Д, М, Х, Ю</b>  | $g$        | 7/10h      | 3,5               | 4,9 | 7,0 | 9,8 | 14 |

|                             |          |       |     |     |     |      |    |
|-----------------------------|----------|-------|-----|-----|-----|------|----|
| Ширина літер <b>Ж, Ф, Ш</b> | <b>g</b> | 8/10h | 4,0 | 5,5 | 8,0 | 10,1 | 16 |
|-----------------------------|----------|-------|-----|-----|-----|------|----|

Продовження таблиці 1.4

|   |          |        |     |      |      |     |    |
|---|----------|--------|-----|------|------|-----|----|
| <b>Малі літери</b>                                  |          |        |     |      |      |     |    |
| Висота літер, крім: <b>б, в, д, р, у, ф</b>         | <b>с</b> | 7/10h  | 3,5 | 5    | 7    | 10  | 14 |
| Висота літер: <b>б, в, д, р, у, ф</b>               | <b>с</b> | 10/10h | 5   | 7    | 10   | 14  | 20 |
| Ширина букв, крім: <b>ж, з, м, с, т, ф, ш, щ, ю</b> | <b>g</b> | 5/10 h | 2,5 | 3,5  | 5    | 7   | 10 |
| Ширина літер: <b>з, с</b>                           | <b>g</b> | 4/10 h | 2,0 | 2,8  | 4    | 5,6 | 8  |
| Ширина літер: <b>м, ю</b>                           | <b>g</b> | 6/10 h | 3,0 | 4,2  | 6    | 8,5 | 12 |
| Ширина літер: <b>т, ж, ф, ш</b>                     | <b>g</b> | 7/10 h | 3,5 | 4,9  | 7    | 9,8 | 14 |
| Відстань між літерами                               | <b>а</b> | 2/10 h | 1,0 | 1,4  | 2    | 2,8 | 4  |
| Відстань між основами рядків                        | <b>в</b> | 17/10h | 8,5 | 12,0 | 17,0 | 24  | 34 |
| Мінімальна відстань між словами                     | <b>с</b> | 5/10 h | 3,0 | 4,2  | 6,0  | 8,4 | 12 |
| Товщина ліній шрифту                                | <b>d</b> | 1/10 h | 0,5 | 0,7  | 1,0  | 1,4 | 2  |

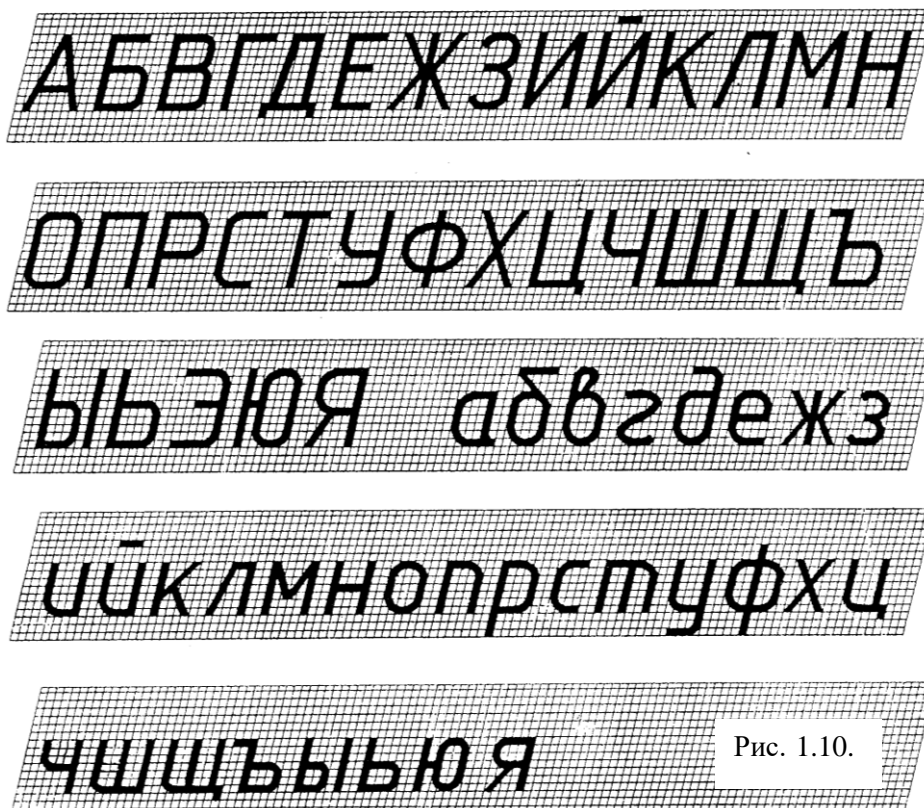
Ширину літер **Ц** і **Щ** дана без «хвостиків»

Всі літери та цифри алфавіту можна поділити на конструктивні групи:

- літери, які вміщують прямолінійні елементи та дуги: **я, ч, и, ш, т, ц, у;**
- літери, які складаються із криволінійних елементів: **з, з;**
- літери, які вміщують елементи літери “О”: **о, а, б, в, д, р, с, е, ф, ю.**

Конструкції малих літер **н, х, м, к, ж, ь, ч, л** аналогічні заголовним літерам.

Наводка літер



При виконанні написів на кресленнях необхідно знати не тільки конструкцію літер та цифр, але і найбільш раціональну послідовність їх наводки. Як правило, наводка вертикальних та похилих елементів виконується рухом зверху вниз, горизонтальних – зліва на право, а заокруглених – вниз і вліво, або вниз і вправо (рис. 1.10).

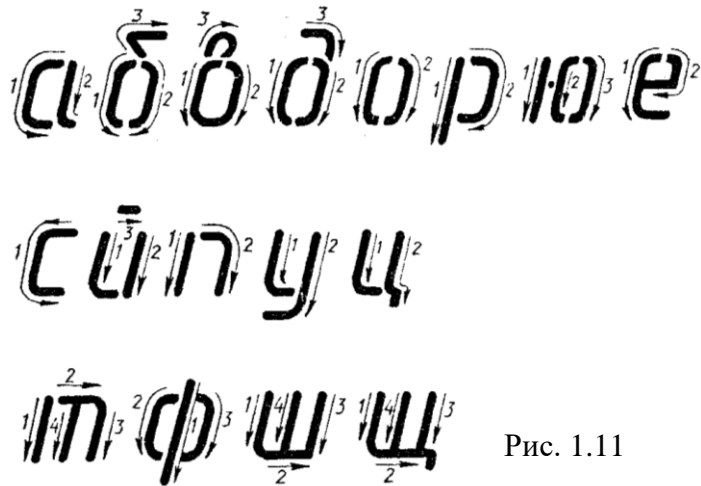


Рис. 1.11

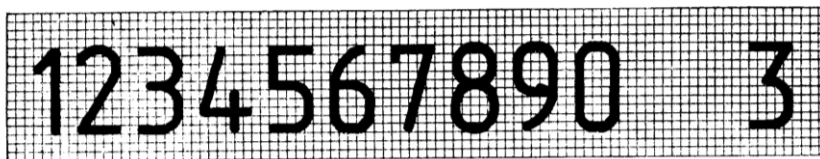


Рис. 1.11. Зображення цифр на допоміжній сітці шрифтом типу Б.



### Питання для самоперевірки:

1. Що називається форматом креслення?
2. Який розмір формату А4?
3. Із скількох форматів А4 складаються формати А2 та А1?
4. Що таке основний напис і де його розміщують на форматі А4?
5. Як розміщені текстові написи на креслениках відносно основного напису?
6. Лінія якої товщини використовується для нанесення рамки формату кресленика?
7. Що називається масштабом креслення?
8. Як масштаб позначають на кресленнях?
9. Назвіть масштаби збільшення і зменшення.
10. Назвіть типи ліній, які використовуються на кресленнях.
11. Яка товщина суцільної основної лінії?
12. Для чого служить на кресленнях суцільна тонка лінія?
13. Яке призначення має суцільна хвиляста лінія?
14. В яких одиницях виміру наносять розмірні числа?
15. Яка товщина виносних та розмірних ліній?
16. В яких випадках розмірні числа наносять на полках ліній-виносок?
17. На якій відстані від лінії контуру деталі проводять розмірні лінії?
18. Як наносять розміри сфери та квадрата?
19. Як позначають на кресленнях нахили та конусність?
20. Основні правила нанесення розміру діаметра кола та радіуса дуги.
21. Як наносять цифри кутових розмірів?
22. Що вказує розмір шрифту?
23. Які розміри шрифтів використовують в кресленні?

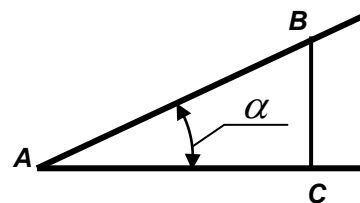
24. Вкажіть співвідношення висоти великих та малих літер.

25. Яка товщина лінії обводки літер та цифр?

## 1.2 «Геометричні побудови»

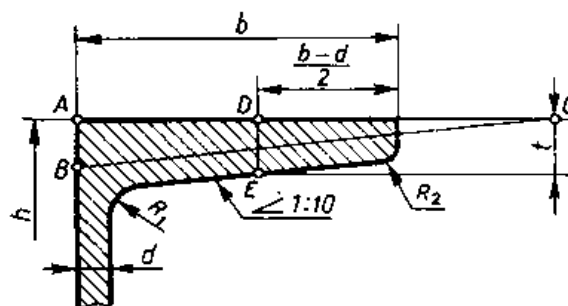
### Побудова ухилу і конусності

**Ухил.** Для визначення ухилу прямої, нахиленої до горизонтальної прямої під кутом  $\alpha$ , беруть на цій прямій довільну точку  $B$  (рис. 13) і з неї опускають перпендикуляр. Відношення катетів  $BC:AC$ , називається уклоном прямої  $AB$



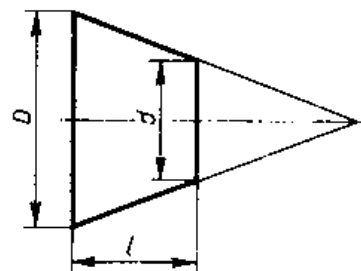
відносно прямої  $AC$ .

Щоб побудувати заданий уклон, наприклад  $1:10$ , на горизонтальній прямій відкладають десять рівних довільних відрізків (рис. 14). Потім з кінця  $A$  горизонтального відрізка встановлюють перпендикуляр  $AB$  завдовжки одного відрізка. Сполучивши точки  $C$  і  $B$ , матимемо лінію, побудовану з уклоном  $1:10$ . Через точку  $E$



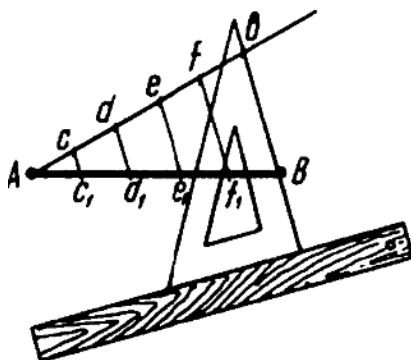
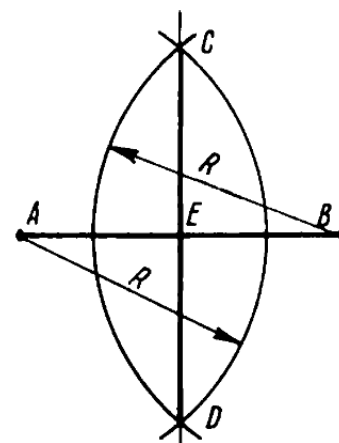
проводять пряму паралельну  $CB$ . Величину уклону можна виразити також у процентах. Показаний на рис. 14 уклон  $1:10$  відповідає уклону  $10\%$ .

**Конусність.** Щоб визначити конусність  $K$  зрізаного конуса (рис. 15), потрібно різницю діаметрів кіл основ  $D - d$  поділити на відстань  $l$  і виразити це співвідношення одиничним дробом або в процентах. Наприклад,  $K = (30 - 22) / 40 = 1:5$  або  $20\%$ . Як видно, числове значення конусності у два рази більше від значення уклону твірної конуса до його осі.



### Поділ відрізка на рівні частини

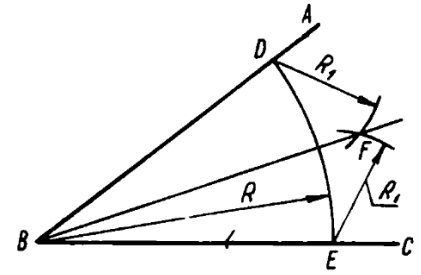
**Поділ відрізка на дві рівні частини.** З кінців відрізка  $AB$ , тобто з точок  $A$  і  $B$ , як з центру описуємо однаковим радіусом дві дуги. Через точки  $C$  і  $D$  перетину дуг проводимо допоміжну пряму, яка перетинає відрізок  $AB$  в точці  $E$ . Точка  $E$  ділить відрізок на рівні частини.



- Щоб поділити відрізок  $AB$ , наприклад на п'ять рівних частин, з кінця  $A$  відрізка  $AB$  проводять пряму під довільним кутом, на якій відкладають п'ять довільних рівних відрізків. Кінець п'ятого відрізка (точку  $\bar{b}$ ) сполучають з точкою  $B$ . Провівши через точки  $c, d, e$  і  $f$  прямі, паралельні прямій  $\bar{b}B$ , поділимо відрізок  $AB$  на п'ять рівних частин.

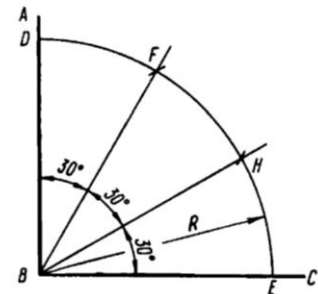
## Поділ кутів на рівні частини

Поділ кута на дві рівні частини. Щоб кут  $ACB$  поділити на дві рівні частини, з точка  $B$  як із центру проводимо дугу довільного радіусу, яка перетинає сторони кута в точках  $D$  і  $E$ . З точок  $D$  і  $E$  проводимо дві нові дуги радіусом  $R_1$  (довільним, але більшим ніж половина хорди  $DE$ ). Перетин цих дуг дає точку  $F$ . Пряма, проведена через точки  $B$  і  $F$  розділила кут  $ABC$  на два рівних кута  $ABF$  та  $FBC$ .



Поділ прямого кута на три рівних кута по  $30^\circ$ .

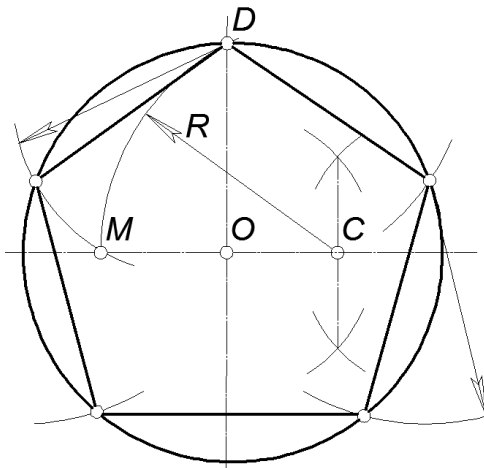
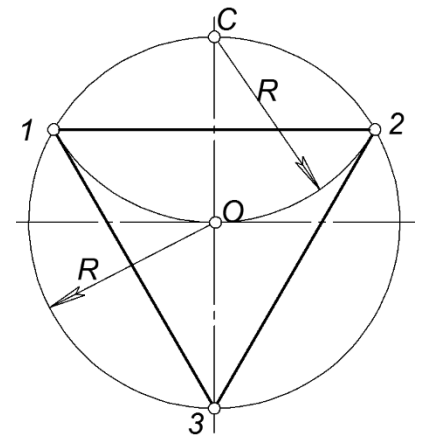
З вершини прямого кута проводять дугу кола довільного радіуса  $R$  до перетину із сторонами кута. З точок перетину  $E$  і  $D$ , як із центрів, тим самим радіусом позначають на дузі, яку провели раніше, точки  $F$  і  $H$ . Прямі, що сполучають ці точки з вершиною прямого кута, поділять його на три рівні частини.



**2.5 Поділ кола на рівні частини** (побудова правильного багатокутників, вписаних в коло).

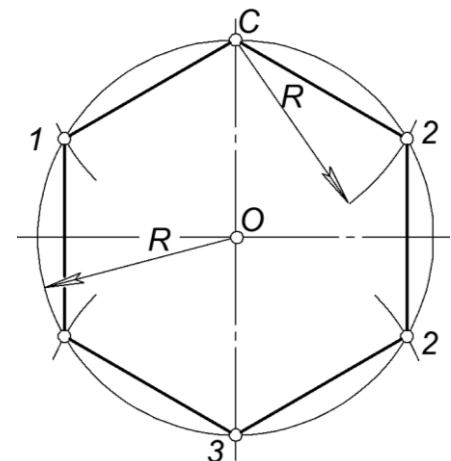
**Поділ кола на три рівні частини** (побудова правильного трикутника, вписаного в коло).

Із точки кола  $C$  (рис. 18) радіусом  $R$  позначають на ньому точки  $1$  і  $2$ . Дуга  $1-2$  і буде третиною довжини кола. Радіусом  $1-2$  з точки  $1$  на колі позначають третю точку  $3$ . Точки  $1$ ,  $2$  і  $3$  поділять коло на три рівні частини. Трикутник  $1-2-3$  - це рівносторонній трикутник, вписаний у коло.



**Поділ кола на п'ять рівних частин** (побудова правильного п'ятикутника, вписаного в коло)

Із середини піврадіуса - точки  $C$ , як із центра, дугою радіуса  $CD$  позначають на діаметрі точку  $M$ . Відрізок  $DM$  дорівнює довжині сторони вписаного правильного п'ятикутника. Побудова вершин п'ятикутника зрозуміла з рисунка.



**Поділ кола на шість рівних частин**

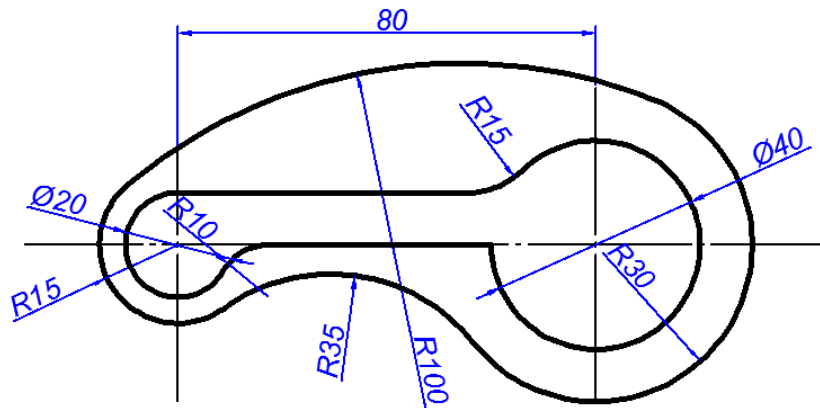
(побудова правильного шестикутника, вписаного в коло)

Сторона правильного шестикутника, вписаного в коло, дорівнює радіусу кола.

## Побудова спряження

Окреслення багатьох технічних форм складається з ліній, що плавно переходять одна в одну

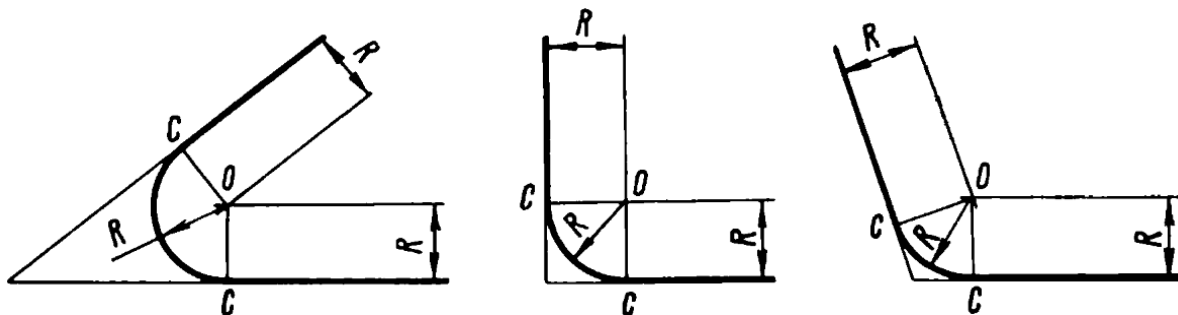
*Плавний перехід від однієї лінії до іншої за допомогою циркульної кривої називається спряженням.* Дуги кіл, за допомогою яких виконується спряження, називають дугами спряження. Щоб побудувати дугу спряження, треба на рисунку знайти її *центр, радіус і точки спряження*, в яких дуга спряження переходить у спряжувані лінії. Маючи один із цих параметрів, решту можна визначати графічно.



З усієї різноманітності спряжень різних ліній ми розглянемо такі основні види спряжень: спряження прямої з дугою кола; спряження двох, довільно розміщених прямих, за допомогою дуги кола; спряження дуг двох кіл за допомогою прямої і спряження дуг двох кіл за допомогою третьої дуги.

### Спряження пересічних прямих ліній за допомогою дуги.

Щоб побудувати спряження двох прямих, що перетинаються дугою заданого радіуса  $R$ , треба визначити геометричне місце центрів кіл, віддалених від прямих на відстані  $R$ . Для цього на відстані  $R$  проводять прямі, паралельні даним, до перетину у точці  $O$ . Дуга радіуса  $R$ , проведена з точки  $O$ , як із центра, і буде дугою спряження. Основи перпендикулярів, опущених з точки  $O$  на прямі, будуть точками спряження.

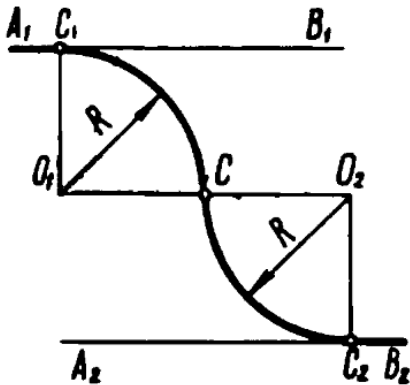
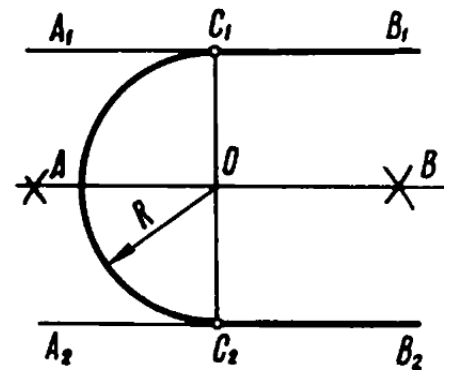


## Спряження паралельних прямих дугою кола

*Спряження паралельних прямих  $A_1B_1$  та  $A_2B_2$  по заданих точках  $C_1$  і  $C_2$ , що лежать на прямій перпендикулярній до  $A_1B_1$  та  $A_2B_2$ .*

Центр спряження  $R$  лежить на однаковій відстані від точок  $C_1C_2$ . Ділимо відрізок  $C_1C_2$  на рівні частини, отримана точка і буде центром спряження  $O$

Якщо на одній з прямих задано точку спряження  $C$  (рис. а), то саме спряження виконують так. Із точки  $C$  опускають перпендикуляр на пряму. Потім ділять відрізок навпіл і з точки  $O$  як із центра проводять дугу спряження радіусом  $R$ .

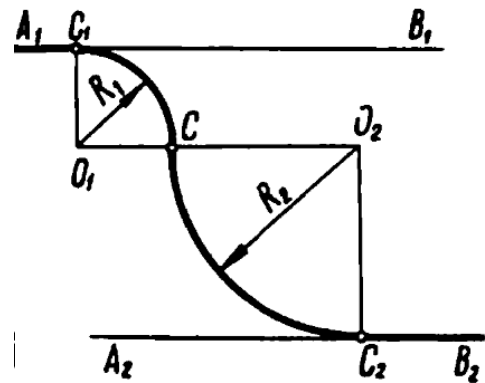


*Спряження паралельних прямих  $A_1B_1$  та  $A_2B_2$  двома однаковими радіусами  $R$  по заданих точках  $C_1$  і  $C_2$ .*

З точок  $C_1$  і  $C_2$  проводимо перпендикуляри до заданих прямих і на них відкладаємо відрізки  $C_1O_1$  і  $C_2O_2$ , що дорівнюють величині радіусу спряження  $R$ . Отримані точки  $O_1$  і  $O_2$  – центри радіусів спряження. Точка спряження двох дуг – точка  $C$ , а прямих і дуг –  $C_1$  і  $C_2$ .

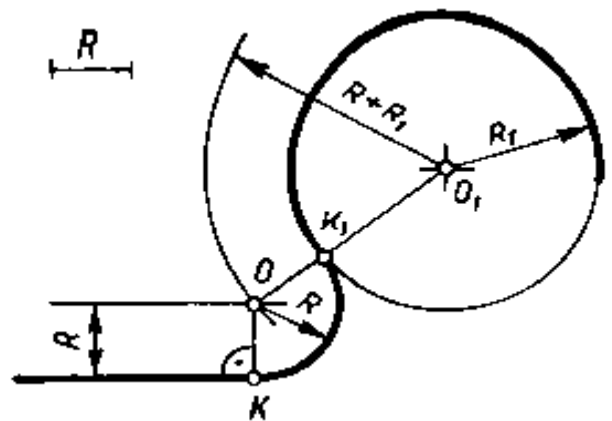
*Спряження паралельних прямих  $A_1B_1$  та  $A_2B_2$  двома різними радіусами  $R_1$  і  $R_2$  по заданих точках  $C_1$  і  $C_2$ .*

Центри спряжень для  $R_1$  і  $R_2$  лежать між  $A_1B_1$  та  $A_2B_2$  на відстані заданих радіусів. Для їх визначення з  $C_1$  і  $C_2$  проводимо перпендикуляри до прямих  $A_1B_1$  і  $A_2B_2$  і на них відкладаємо відрізки, величина яких дорівнює радіусам спряження  $R_1$  і  $R_2$ . Центрами спряжень будуть отримані точки  $O_1$  і  $O_2$ . Точка спряження двох дуг  $C$  знаходиться на лінії центрів  $O_1O_2$ .

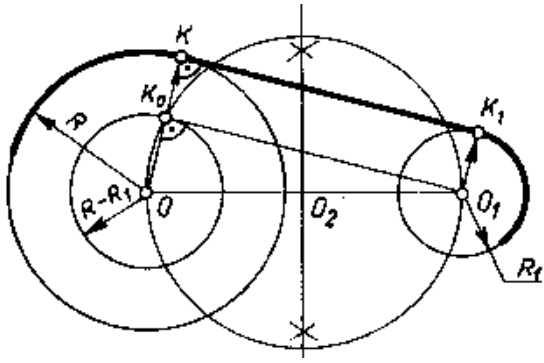


## Спряження дуги кола і прямої за допомогою дуги заданого радіуса

Спряження дуги кола радіуса  $R_1$  і прямої виконують так. Спочатку визначають геометричне місце центрів дуги спряження радіусом  $R$ . Для цього на відстані  $R$  від прямої проводять паралельну їй пряму, а із центра  $O$  радіусом  $R+R_1$  – дугу концентричного кола. Точка  $O$  буде центром дуги спряження. Точку спряження  $K$  матимемо на перпендикулярі, проведеному до прямої з точки  $O$ , а точку  $K_1$  — на прямій, яка сполучає точки  $O_1$  і  $O$ .







**Спряження дуг двох кіл за допомогою прямої**  
зводиться до побудови зовнішньої або внутрішньої дотичної до цих кіл.

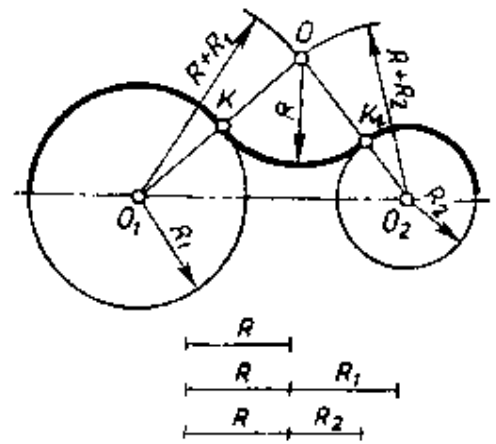
Щоб провести зовнішню дотичну, яка спрягає два кола радіусів  $R$  і  $R_1$ , спочатку сполучають центри цих кіл. Потім відрізок  $OO_1$  поділяють точкою  $O_2$  навпіл, а з точки  $O$  проводять коло радіусом, що дорівнює різниці радіусів заданих кіл  $R-R_1$ . На цьому колі позначають точку  $K_2$ . Продовжують відрізок  $OK_2$  до перетину з колом радіуса  $R$  і дістають точку спряження  $K$ . Сполучають точку  $K_2$  з центром  $O_1$ . З точки  $K$  паралельно прямій  $K_2O_1$  проводять пряму, що спрягає два кола.

З цього кола радіуса  $R$  дістають точку спряження  $K$ . Сполучають точку  $K_2$  з центром  $O_1$ . З точки  $K$  паралельно прямій  $K_2O_1$  проводять пряму, що спрягає два кола.

### Побудова спряження дуг двох кіл дугою заданого радіуса

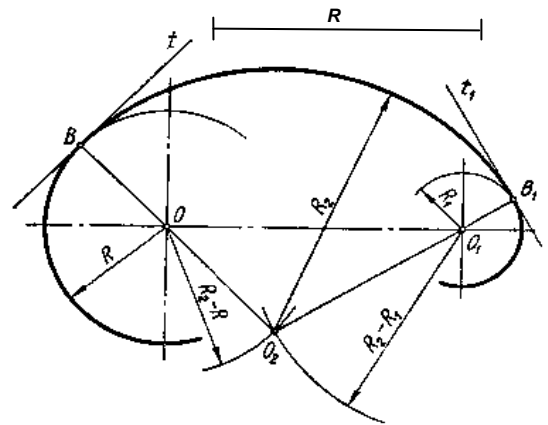
*Зовнішнє спряження дуг двох кіл радіусів  $R_2$  і  $R_1$  за допомогою дуги радіуса  $R$ .*

Із центра  $O_1$  радіусом  $R+R_1$ , а центра  $O_2$  радіусом  $R+R_2$  проводять дуги до перетину в точці  $O$ . Точки спряження  $K$  і  $K_1$  лежатимуть на лініях, які сполучають точку  $O$  з центрами дуг  $O_1$  і  $O_2$ . З точки  $O$ , як із центра, проводять дугу спряження радіусом  $R$ .



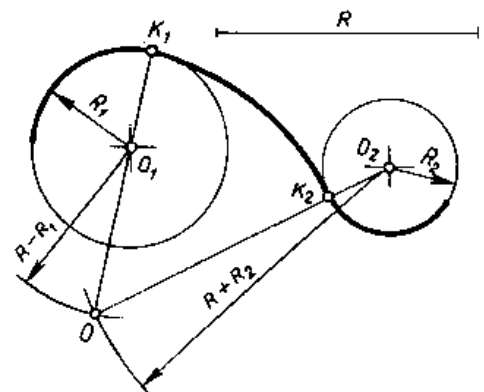
### Внутрішнє спряження дуг кіл за допомогою третьої дуги

Із центра  $O$  проводять дугу, радіус якої дорівнює  $R_2 - R$ , а із центра  $O_1$  - дугу радіусом, що дорівнює  $R_2 - R_1$ . У перетині цих дуг матимемо точку  $O_2$  - центр дуги спряження. Точки спряження  $B$  і  $B_1$  лежать на прямих, які сполучають точку  $O_2$  з центрами заданих кіл  $O$  і  $O_1$ .



### Змішане спряження двох даних дуг кіл третьою

Із центра  $O_1$  проводять дугу радіусом, що дорівнює  $R-R_1$ , а із центра  $O_2$  - радіусом  $R+R_2$ . Перетин проведених дуг визначає центр дуги спряження. Дуга спряження має з дугою радіуса  $R_1$  внутрішнє спряження, а з дугою радіуса  $R_2$  - зовнішнє. Точка  $K_1$  є точкою самодотикання, а точка  $K_2$  - точкою перегину.

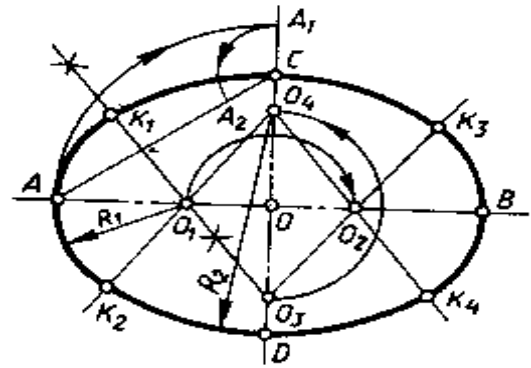


## Побудова коробових кривих

*Плавна опукла крива лінія, що складається з дуг кіл різних радіусів, називається коробовою кривою.*

**Овал** - це фігура, що складається з двох опорних кіл, які внутрішньо спрягаються дугами.

Побудова овалу за двома заданими осями  $AB$  і  $CD$ . На вертикальній осі відкладають відрізок  $OA_1$ , що дорівнює половині великої осі  $AB$ . З точки  $C$ , як із центра, проводять дугу радіусом  $CA_1$  до перетину з прямою  $AC$  у точці  $A_2$ . До середини відрізка  $AA_2$  встановлюють перпендикуляр і позначають точки його перетину з осями овалу  $O_1$  і  $O_3$ . Будують точки  $O_2$  і  $O_4$ , відповідно симетричні точкам  $O_1$  і  $O_3$  відносно осей  $CD$  і  $AB$ . Точки  $O_1$  і  $O_2$  будуть центрами опорних кіл радіуса  $R_1$ , що дорівнює відрізку  $O_1A$ , а точки  $O_3$  і  $O_4$  - центрами дуг спряження радіуса  $R_2$ , який дорівнює відрізку  $O_3C$ .

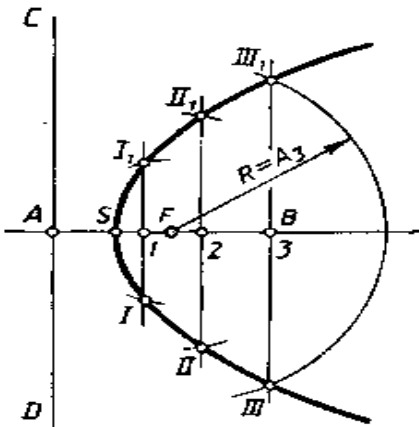
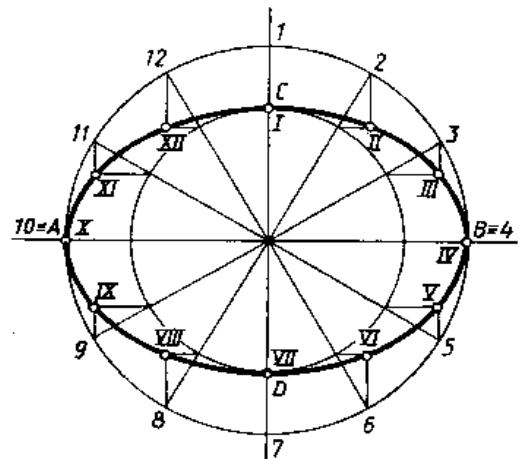


## Побудова кривих другого порядку

*Алгебраїчні криві лінії, що мають у декартовій системі координат рівняння другого степеня, називаються кривими лініями другого порядку.* Ознакою кривої лінії другого порядку є ще й те, що пряма лінія перетинає її у двох точках. Криві лінії другого порядку дістають звичайно внаслідок перетину прямого кругового конуса площиною, а тому їх часто називають конічними перерізами. Якщо січна площина не проходить через вершину і перетинає всі твірні конуса, в перерізі матимемо еліпс, в окремому випадку — коло. Коли січна площина паралельна якійсь одній твірній конуса, то вона перетинає його по параболі, а якщо паралельна двом твірним — у перетині матимемо гіперболу.

## Побудова еліпса за двома його осями

У цій задачі використано властивості еліпса як проєкції кола. Із центра еліпса проводять два кола, діаметри яких відповідно дорівнюють великій і малій осям еліпса. Далі з центра еліпса проводять пучок променів до перетину з колами у точках 1, 2, 3, 4... З точок проводять прямі, паралельні малій та великій осям еліпса. Перетин відповідних пар цих прямих визначає ряд точок. Коли сполучити ці точки плавною кривою, матимемо заданий еліпс.



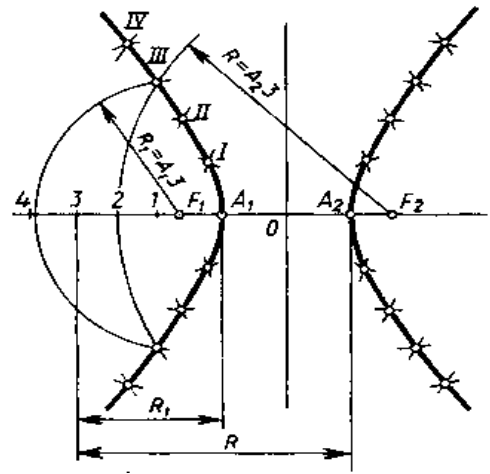
## Побудова параболы за заданими фокусом і директрисою

Через фокус параболы проводять її вісь перпендикулярно до директриси. Поділивши відрізок  $FA$  навпіл, визначають вершину параболы  $S$ . На осі від точки  $S$  у напрямі фокуса позначають ряд довільних точок на відстані, яку поступово збільшують. Через ці точки проводять прямі, паралельні директрисі. Із фокуса, як із центра, проводять дуги кіл радіусами, що дорівнюють відстані між відповідними вертикальними прямими і дирек-

трисою. В перетині дуг кіл з відповідними вертикальними прямими матимемо точки, які належать параболі. Сполучають ці точки плавною кривою і дістають параболу.

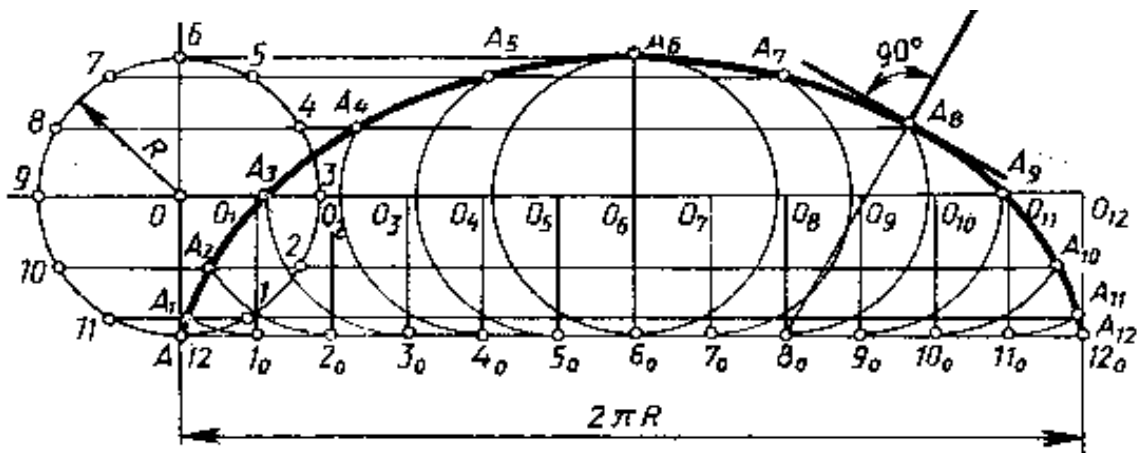
### Побудова гіперболи за фокусами $F_2, F_1$

Із середини фокусної відстані  $F_1F_2$  - точки  $O$  - в обидва боки відкладають довільні рівні відрізки, що визначають вершини гіперболи  $A_1$  і  $A_2$ . Вліво від точки  $F_1$  на дійсній осі позначають довільні точки  $1, 2, 3...$  так, щоб відстані між ними збільшувались з віддаленням від фокуса. Із фокусів  $F_1$  і  $F_2$  радіусами рівними відстаням від вершин гіперболи до намічених точок, і в їх перетині отримують точки гіперболи. Так, для отримання точки 111 із фокуса  $F_2$  проводять дугу радіуса  $R$ , рівного відрізку  $A_23$  до перетину з дугою радіуса  $R_1$ , проведеної з фокуса  $F_1$ . Радіус  $R_1$  рівний відрізку  $A_13$ . Симетричні точки отримують перетином дуг тих же радіусів.



**Побудова циклоїдальних кривих.** Якщо криву лінію отримали внаслідок руху якої-небудь точки за певним законом, її називають кінематичною. Таку криву лінію можна визначити, як траєкторію точки, що належить до деякої рухомої кривої лінії (рухомої центроїди), яка котиться без ковзання по нерухомій кривій лінії (нерухомій центроїді). *Криві лінії, побудовані за допомогою центроїд - дуг кіл, називаються циклоїдальними.*

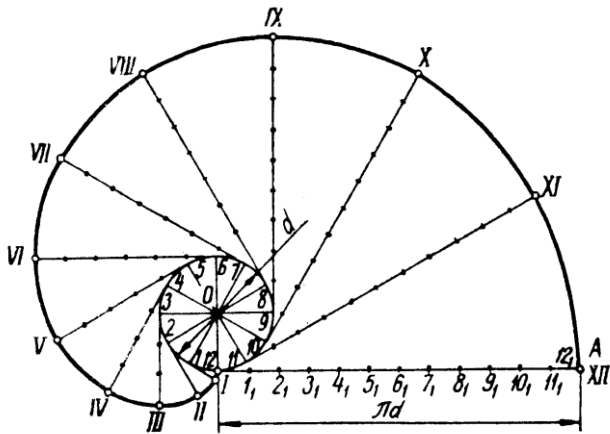
**Побудова циклоїди.** На рисунку показано побудову циклоїди як траєкторії точки  $A$  кола радіуса  $R$ , яке котиться по прямій.



За один оберт рухомої центроїди точка  $A$  зіткнеться з прямою у точці  $A_{12}$ . Щоб визначити цю точку, треба на прямій відкласти відрізок  $AA_{12}$ , що дорівнює довжині кола  $2nR$ . Коло і відрізок -  $AA_{12}$  ділять на довільну кількість рівних частин (наприклад, на 12). З точок поділу відрізка  $AA_{12}$  проводять вертикальні прямі до перетину з прямою, проведеною з точки  $O$  паралельно прямій. Точки  $O_1, O_2, O_3...$  є центрами кола, що котиться. З точок поділу кола проводять прямі, паралельні прямій. Перетин цих прямих з відповідними дугами кіл радіуса  $R$ , проведених із центрів  $O_1, O_2, O_3...$  визначить точки циклоїди.

**Побудова евольвенти (розгортки круга).**

**Евольвентою** називається траєкторія, описувана кожною точкою прямої лінії, перекочуваної по колу без ковзання.



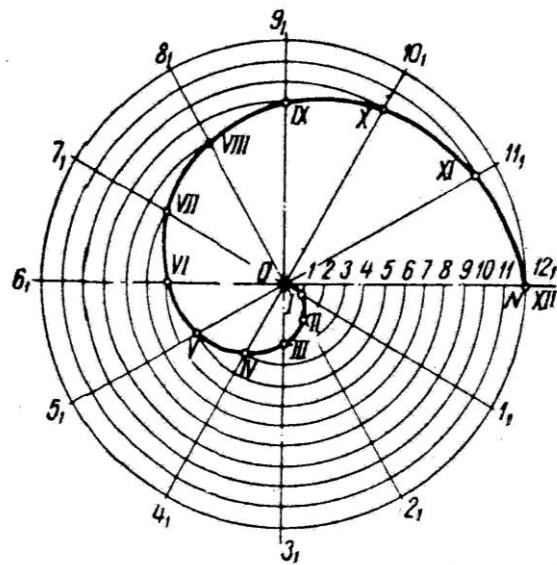
Для побудови евольвенти коло заданого діаметра  $d$  ділять на декілька рівних частин, наприклад на 12. З точок ділення 1, 2, 3, 4 і т.д. проводять дотичні до кола, направлені в одну сторону. На дотичній 12, проведеній через останню точку поділу, відкладають відрізок, рівний довжині кола, і ділять його також на 12 рівних частин.

Відкладаючи на першій дотичній одну частину, на другій - дві, на третій - три і т. д., одержують точки **I, II, III** і т. д., які потім

сполучають і обводять по лекалу плавною кривою.

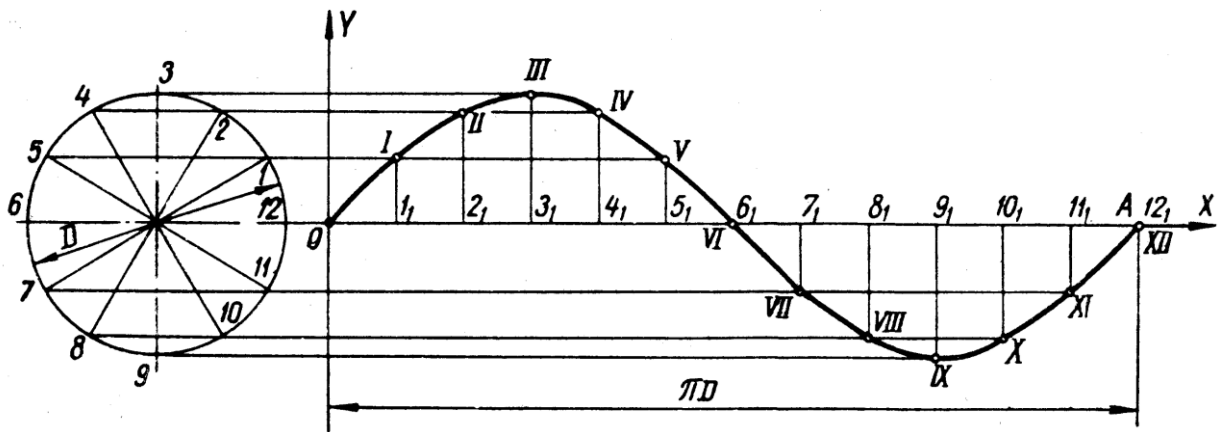
### Побудова спіралі Архімеда.

**Спіраль Архімеда** - траєкторія точки, що рухається з постійною швидкістю від центра кола по радіусу, який рівномірно обертається навколо центра  $O$ . Коло і його радіус  $ON$  ділять на декілька рівних частин, наприклад на 12. З центра кола  $O$  радіусами  $01, 02, 03$  і т.д. проводять дуги кіл до перетину з відповідними радіус-векторами  $01_1, 02_1, 03_1$  і т.д. Точки перетину їх **I, II, III** і т. д., що належать спіралі Архімеда, сполучають плавною кривою і обводять по лекалу.



### Побудова синусоїди.

**Синусоїда** - крива, зображає зміну синуса залежно від центрального кута.



Для побудови синусоїди через центр твірного кола проводять горизонтальну лінію - вісь  $X$ . На осі  $X$  вибирають точку  $O$  (на колі або зовні), через яку проводять вісь  $Y$ . Від

початку координат  $O$  вправо відкладають відрізок  $OA$ , рівний довжині кола -  $\pi D$ . Коло і відрізок  $OA$  ділять на декілька рівних частин, наприклад на 12. Через точки поділу  $1, 2, 3$  і т.д. проводять прямі, паралельні осі  $OX$ , до перетину їх з відповідними прямими, проведеними з точок  $1_1, 2_1, 3_1$ , і т.д. паралельно осі  $OY$ . Одержані точки  $I, II, III$  і т. д., що належать синусоїді, сполучають плавною кривою і обводять по лекалу.

### Питання для самоперевірки:

1. Як поділити відрізок на рівні частини?
2. Як поділити коло на 4, 5, 6, та 8 рівних частин?
3. Що називають спряженням?
4. Як побудувати спряження двох прямих дугою заданого радіусу?
5. Як побудувати з будь якої точки дотичну до кола?
6. Як визначають центр зовнішнього спряження двох кіл?
7. Як визначають центр внутрішнього спряження двох кіл?
8. Які криві називають коробовими?
9. Яка крива називається еліпсом? Назвіть основні елементи еліпса.
10. Як побудувати еліпс за двома його осями?
11. За якими параметрами можна побудувати гіперболу?
12. Яку криву називають циклоїдою?
13. Яка крива називається параболою? Назвіть її основні елементи.
11. Що таке евольвента і як її побудувати за заданим діаметром кола?

### 1.3 «Основи ортогонального проєкціювання»

#### Методи проєкціювання

Для побудови зображення будь-якого об'єкта необхідно мати *геометричний простір та формоутворюючі елементи простору*. *Геометричним простором* сучасна геометрія називає сукупність однорідних об'єктів (фігур). *Формоутворюючими елементами простору* є геометричні фігури, які можна представляти будь-якими множинами точок. Геометричних фігур дуже багато, але до основних можна віднести лише три: точку, пряму і площину, з яких утворюються більш складні фігури.

В основу методу нарисної геометрії покладений метод проєкцій, який дозволяє отримувати відображення просторових фігур на площині або поверхні. Згідно з цим методом кожній точці тривимірного простору ставиться у відповідність точка двовимірного простору (площини) (рис.1.3.1).

$$Ai = Pi \cap SA$$

#### *Елементи проєкціювання:*

$S$  називається центром проєкціювання;

$S$  – проєкціуючим променем;

$Pi$  – площиною проєкцій;

$Ai$  – проєкцією точки  $A$  на площину проєкцій  $Pi$ .

Метод проєкцій включає два випадки: центральне та паралельне проєкціювання.

При центральному проектуванні проєкціюючі промені (рис.І.3.1) виходять з однієї точки – центра проєкціювання  $S$ , який знаходиться на визначеній (заданій) відстані від площини проєкцій  $\Pi_i$ .

Для побудови центральної проєкції  $m_i$  кривої лінії  $m$  необхідно вибрати на цій лінії деяку кількість точок, побудувати їх проєкції і з'єднати відповідною лінією (рис.І.3.2а). При центральному проєкціюванні кривої лінії проєкціюючі промені утворюють в просторі конічну поверхню, тому цей вид проєкціювання має й іншу назву – конічне проєкціювання.

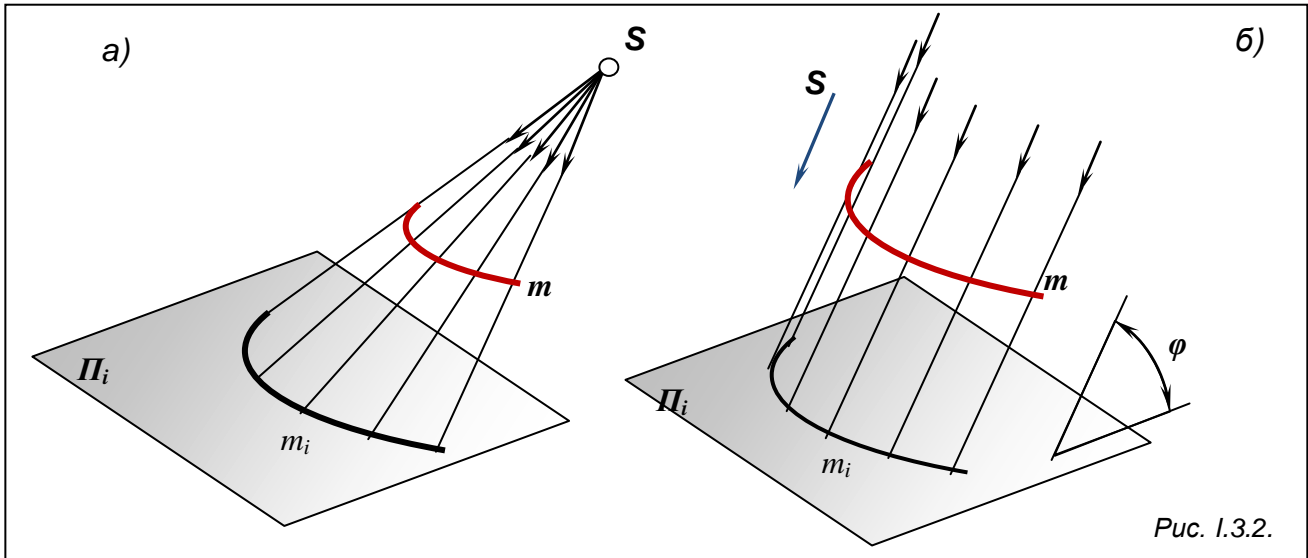


Рис. І.3.2.

### Основні властивості проєкціювання:

1. Проєкцією точки є точка ( $A, B, C, M$  – рис.І.3.3.).

2. Проєкцією прямої є пряма ( $m$  – рис.І.3), в окремому випадку, - точка ( $n$  – рис.І.3.3).

3. Проєкція площини є площина, в окремому випадку, якщо збігається з напрямком проєкціювання, – пряма.

4. Якщо точка належить прямій, то і проєкція точки належить проєкції прямої.

5. Якщо прямі паралельні, то і їх проєкції паралельні між собою.

6. Відношення відрізків прямої дорівнює відношенню проєкцій цих відрізків.

7. Точка перетину проєкцій прямих, що перетинаються, є проєкцією точки перетину цих прямих ( $M$  – рис.І.3/3).

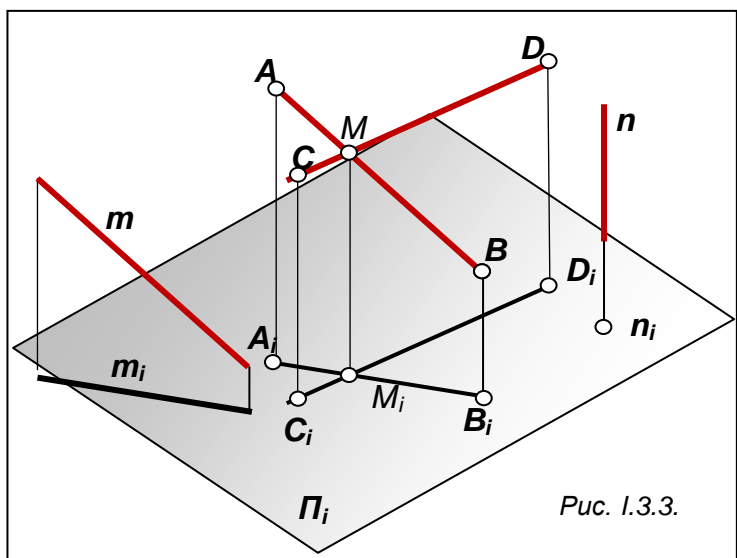


Рис. І.3.3.

Для прямокутного проєкціювання додаються ще наступними властивостями:

1. Проєкція відрізка не може бути більшою самого відрізка.

2. Якщо відрізок паралельний площині проєкцій, то він проєктується на неї в натуральну величину ( $CD$  – рис.І.3).

3. Проєкція геометричної фігури не змінює своєї величини і форми при паралельному переміщенні площини проєкцій.

### Ортогональні проєкції точки. Епюр Монжа.

**Двохплощинна, трьохплощинна системи, епюр Монжа. Проекція точки.**

Метод прямокутних проєкцій ґрунтується на тому, що предмет за допомогою прямокутного проєціювання одночасно зображають на кількох взаємно перпендикулярних площинах проєкцій.

Розглянемо дві взаємно-перпендикулярні площини, які ділять простір на 4 частини, що називаються чвертями або квадрантами (рис.І.3.4). Така модель називається двохплощинною. Відповідно площина  $\Pi_1$  називається горизонтальною площиною проєкцій, а  $\Pi_2$  - фронтальною площиною проєкцій.

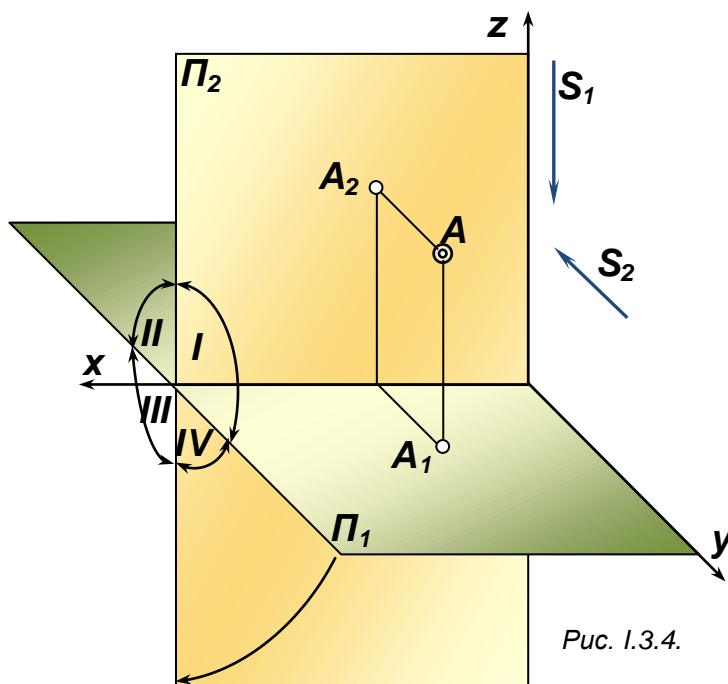


Рис. І.3.4.

При двох напрямках проєціювання, що прийняті в системі прямокутних проєкцій, довільна точка  $A$  зображується парою точок ( $A_1$  – горизонтальна проєкція,  $A_2$  – фронтальна проєкція).

Відстань точки простору ( $A$ ) до площин проєкції  $\Pi_1$  дорівнює відстані її фронтальної проєкції ( $A_2$ ) до осі  $OX$ , а відстань до  $\Pi_2$  – від  $A_1$  до осі  $OX$

Креслення, що має проєкції на двох полях проєкцій, позиційно повне та метрично визначене. Але іноді крім двох основних проєкцій необхідно дати ще проєкцію на третю площину.

В ролі третьої площини (поля проєкцій) найчастіше вибирають **профільну площину проєкцій  $\Pi_3$** , перпендикулярну до  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$  (рис.І.5), тому третя проєкція точки  $A_3$  називається профільною. Така модель називається трьохплощинною.

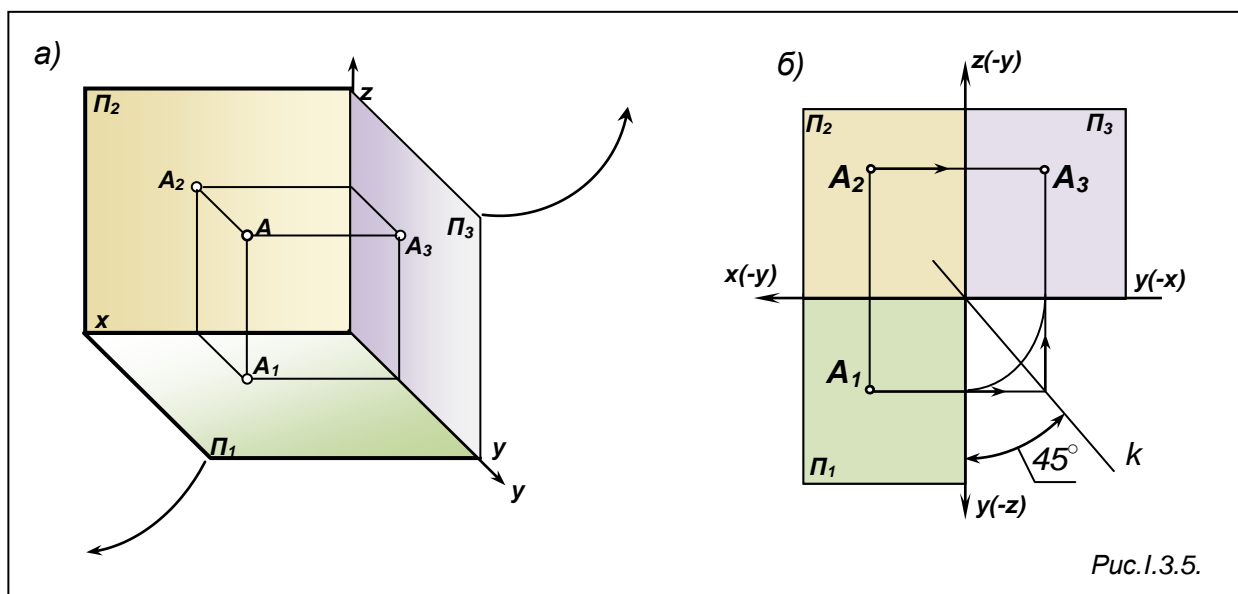


Рис.І.3.5.

При побудові комплексного креслення або **епюра Монжа** з трьох прямокутних проєкцій площину  $\Pi_2$  приймають нерухомою, а площини  $\Pi_1$  та  $\Pi_3$  суміщують з нею обертанням навколо осей  $x$  та  $z$ . Площини /поля/ проєкцій  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  та  $\Pi_3$ , перетинаючись по трьох лініях, задають просторову декартову систему координат (рис.І.5а). Точка  $O$  є початком координат, вісь  $x$  - віссю абсцис, вісь  $y$  - віссю ординат та вісь  $z$  - віссю аплікат. Проєкції  $A_1$  та  $A_2$  лежать

на одній вертикальній лінії, а проєкції  $A_2$  та  $A_3$  – на одній горизонтальній лінії, які називаються **лініями зв'язку**.

Розгорнемо площини, які утворюють просторову декартову систему координат після суміщення їх з площиною  $\Pi_2$  (рис.1.56). Побудуємо бісектрису  $k$  кута  $y(-z)$ ,  $O$ ,  $y(-x)$  та зобразимо проєкції точки  $A$  в площинах  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  і  $\Pi_3$ . 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  $k$  називають постійною прямою комплексного креслення.

## Проекціювання прямих та площин

### Проекції прямої.

По відношенню до площин проєкцій пряма може займати як загальне, так і окреме положення.

Пряма, яка не паралельна жодній з площин проєкцій, називається **прямою загального положення** (рис.2.01).

**Точки перетину прямої з площинами проєкцій називають слідами прямої.** На рис. 9 показаний епюр прямої та знаходження її слідів.

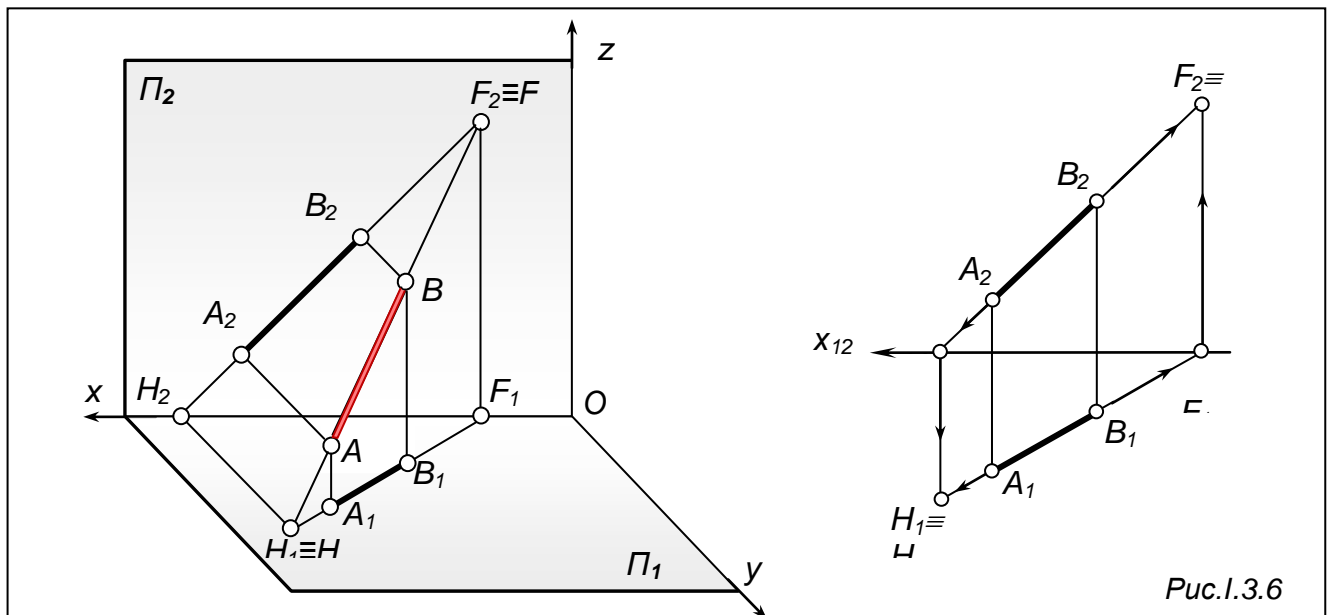


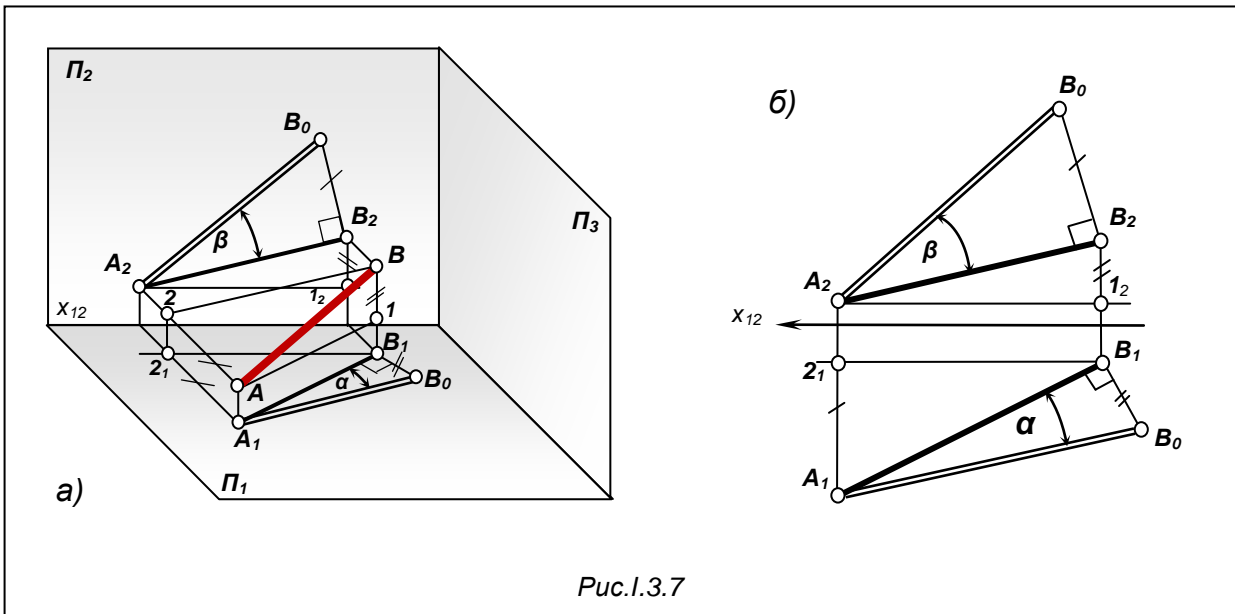
Рис.1.3.6

### Натуральна величина відрізка прямої загального положення.

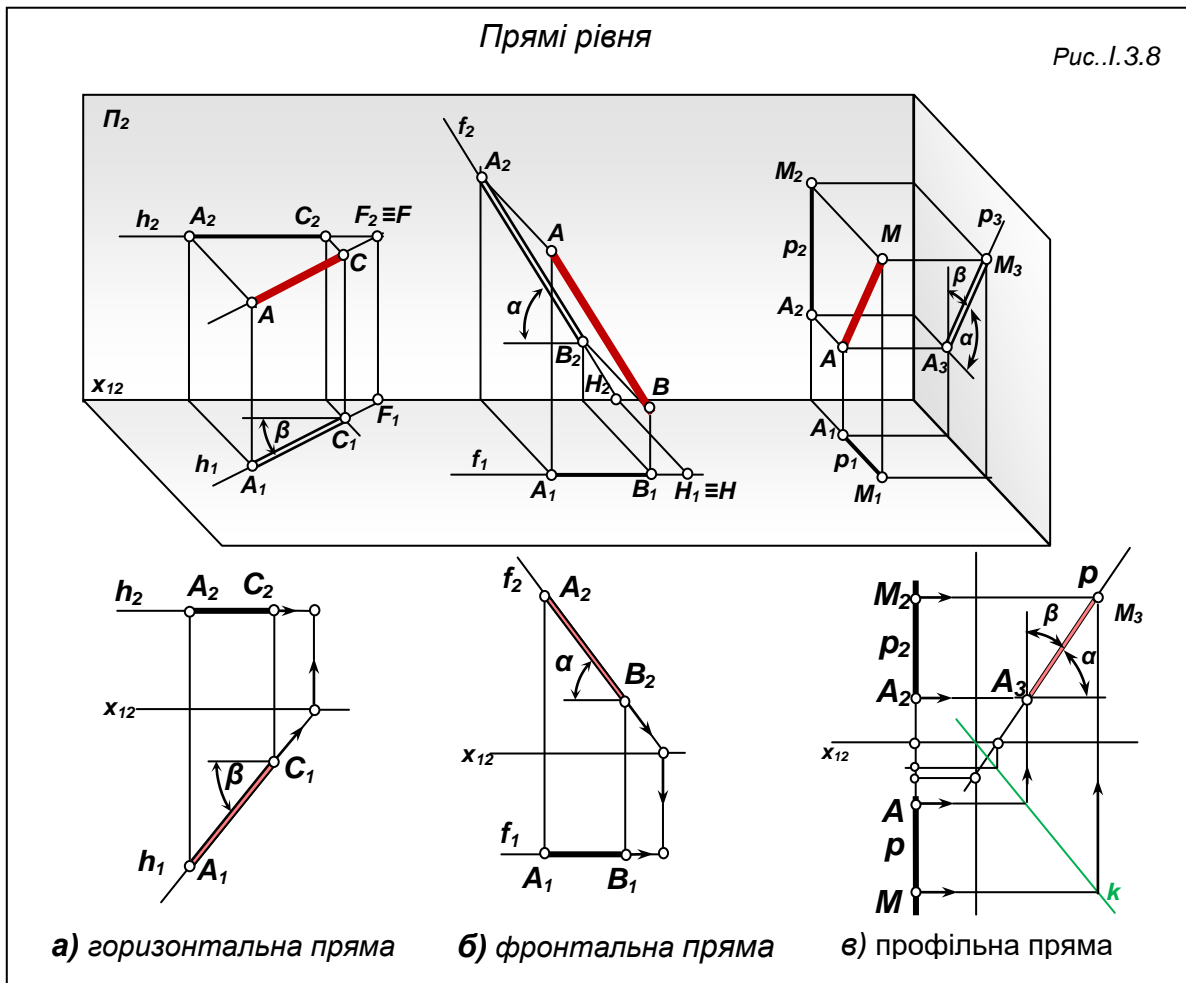
Для визначення натуральної величини відрізка прямої загального положення (рис.2.02) скористаємося методом прямокутного трикутника. Розглянемо трикутник  $AB_1$  (рис.2.02а), який є прямокутним (кут  $B_1A$  – прямий),  $A_1I$  – горизонтальна проєкція відрізка  $AB$  (катет),  $B_1I = Z_B - Z_A$  (катет),  $AB$  – натуральна величина (гіпотенуза). Якщо обернути цей трикутник навколо відрізка  $A_1I$  до положення паралельного  $\Pi_1$ , на горизонтальній проєкції (рис.2.02б) отримаємо прямокутний трикутник  $A_1B_1B_0$ , де  $A_1B_1$  – горизонтальна проєкція відрізка (перший катет),  $B_1B_0 = Z_B - Z_A$  (другий катет),  $A_1B_0$  – шукана натуральна величина відрізка  $AB$  (гіпотенуза). Висновок: **натуральна величина відрізка прямої загального положення – гіпотенуза прямокутного трикутника, один з катетів якого – проєкція, другий катет – різниця координат, що відсутні на проєкції, де проводиться побудова** (при побудові натуральної величини на горизонтальній проєкції –  $Z_B - Z_A$ , на фронтальній проєкції –  $Y_A - Y_B$ ). Натуральна величина на фронтальній проєкції будується аналогічно.



Одночасно визначається і кут  $\alpha$  нахилу прямої до горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$ . Щоб знайти кут нахилу прямої до фронтальної площини проєкцій, відповідну побудову треба виконати на полі  $\Pi_2$ .



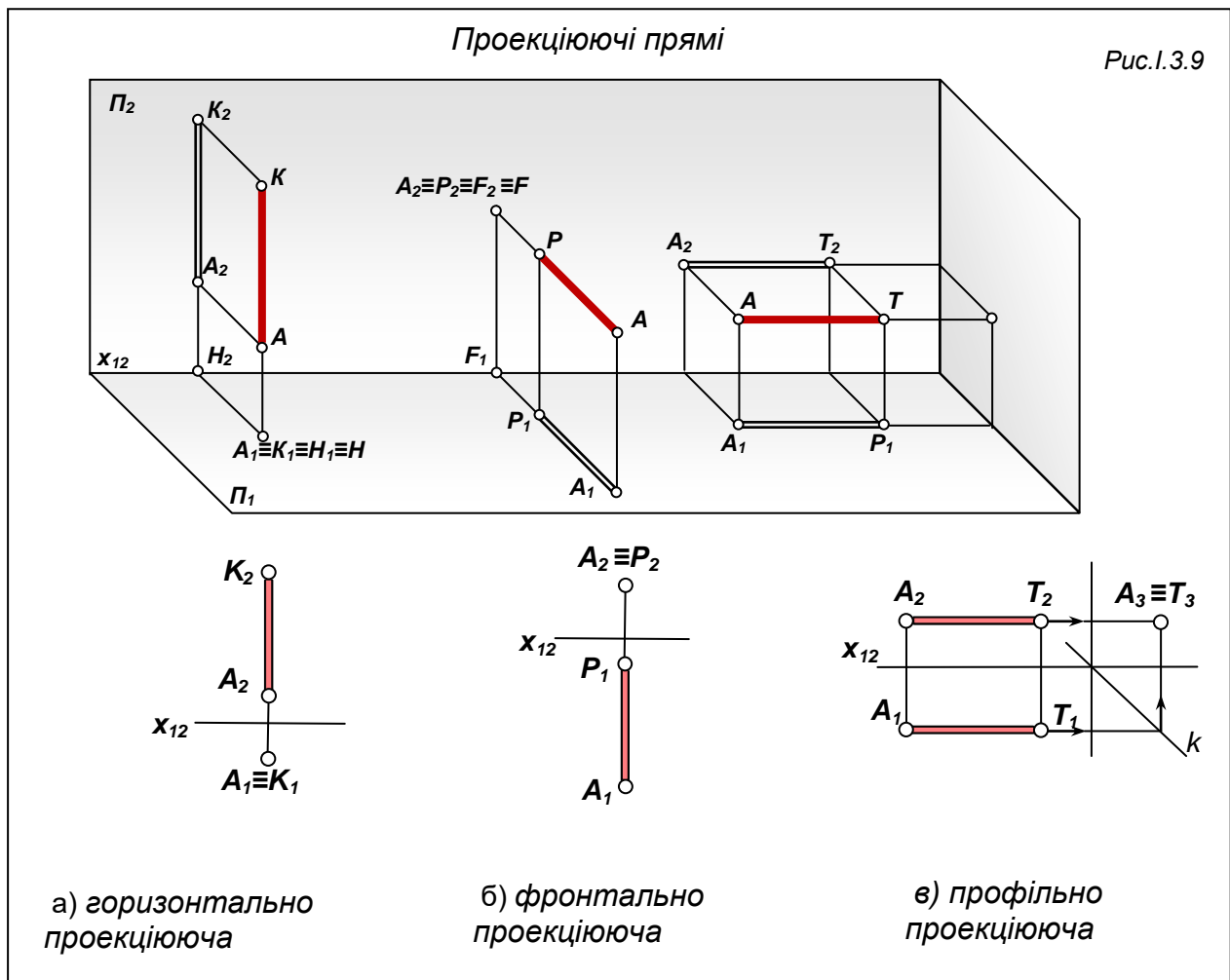
**Прямі окремого положення** – це прямі, які паралельні або перпендикулярні до площин проєкцій.



Прямі, паралельні до однієї з площин проєкцій – **прямі рівня** і називаються горизонтальною (**h**), якщо вона паралельна до горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$ ; фронтальною (**f**), якщо вона паралельна до фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$ ; профільною прямою (**p**), якщо вона паралельна до  $\Pi_3$ . Відрізки прямих зображуються в натуральну величину на площині проєкцій, якій вони паралельні, інша проєкція завжди буде паралельною до осі  $ox, oy, oz$ .

На рис.2.03 представлені наочні зображення та ортогональні проєкції прямих окремого положення. Побудовані також сліди цих прямих, позначені кути нахилу прямих до площин проєкцій. Пряма **AC** (рис.2.03,а) – горизонтальна, оскільки вона паралельна до  $\Pi_1$ , горизонтального сліду (**H**) не матиме, в натуральну величину відрізок проєкціюється на  $\Pi_1$ , кут нахилу прямої до  $\Pi_2$  –  $\beta$ . **AB** (рис.2.03,б) – відрізок фронтальної прямої, в натуральну величину проєктується на  $\Pi_2$ , знаходиться під кутом  $\alpha$  до  $\Pi_1$ , фронтальний слід відсутній. **AM** (рис.2.03,в) – відрізок профільною прямої, натуральна величина його проєктується на  $\Pi_3$ , кут нахилу до  $\Pi_1$  –  $\alpha$ , до  $\Pi_2$  –  $\beta$ .

Прямі, перпендикулярні до площин проєкцій, називають **проєкціюючими**: **AK** (рис.2.04,а) – відрізок горизонтально проєкціюючої або вертикальної, **AP** (рис.2.04,б) – відрізок фронтально проєкціюючої або глибинної, **AT** (рис.2.04,в) – відрізок профільно проєкціюючої або поздовжньої прямої. Такі прямі зображуються точкою на площині проєкцій, до якої вони перпендикулярні. При цьому вони паралельні двом іншим площинам проєкцій, де і знаходяться натуральні величини відрізків цих прямих.



## Проекціювання площини.

Якщо точка є нульовимірною геометричною фігурою, пряма – одновимірною, то площина – двовимірною геометричною фігурою.

Площини в просторі можуть займати загальне положення, окреме положення – площини рівня, або проекціуючі площини.

На рис.2.05 показано площину загального положення, задану двома прямими  $a$  і  $b$ , що перетинаються. **Площини, не паралельні та не перпендикулярні площинам проєкцій, називаються площинами загального положення.**

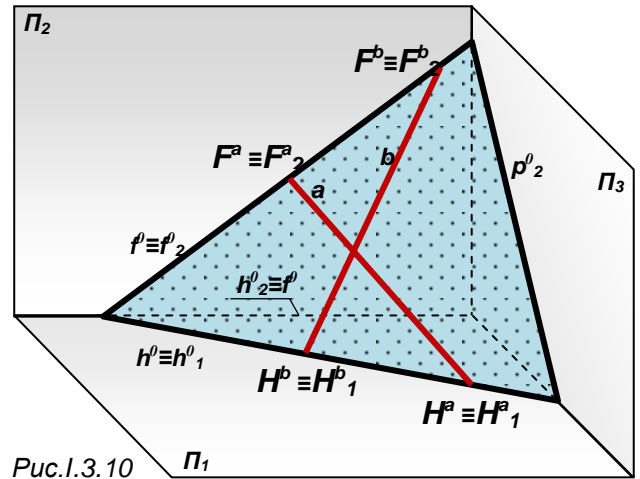
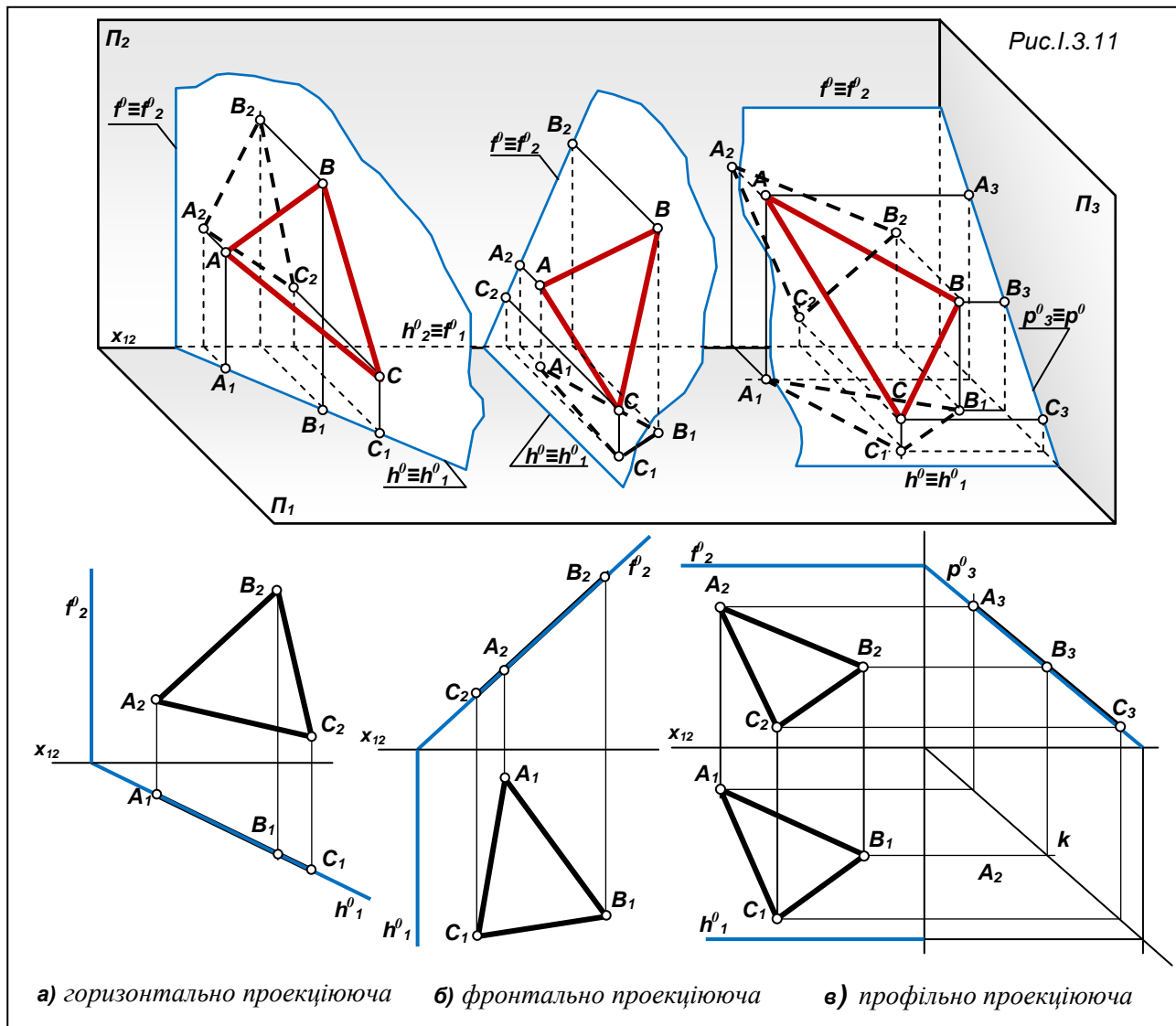


Рис.1.3.10

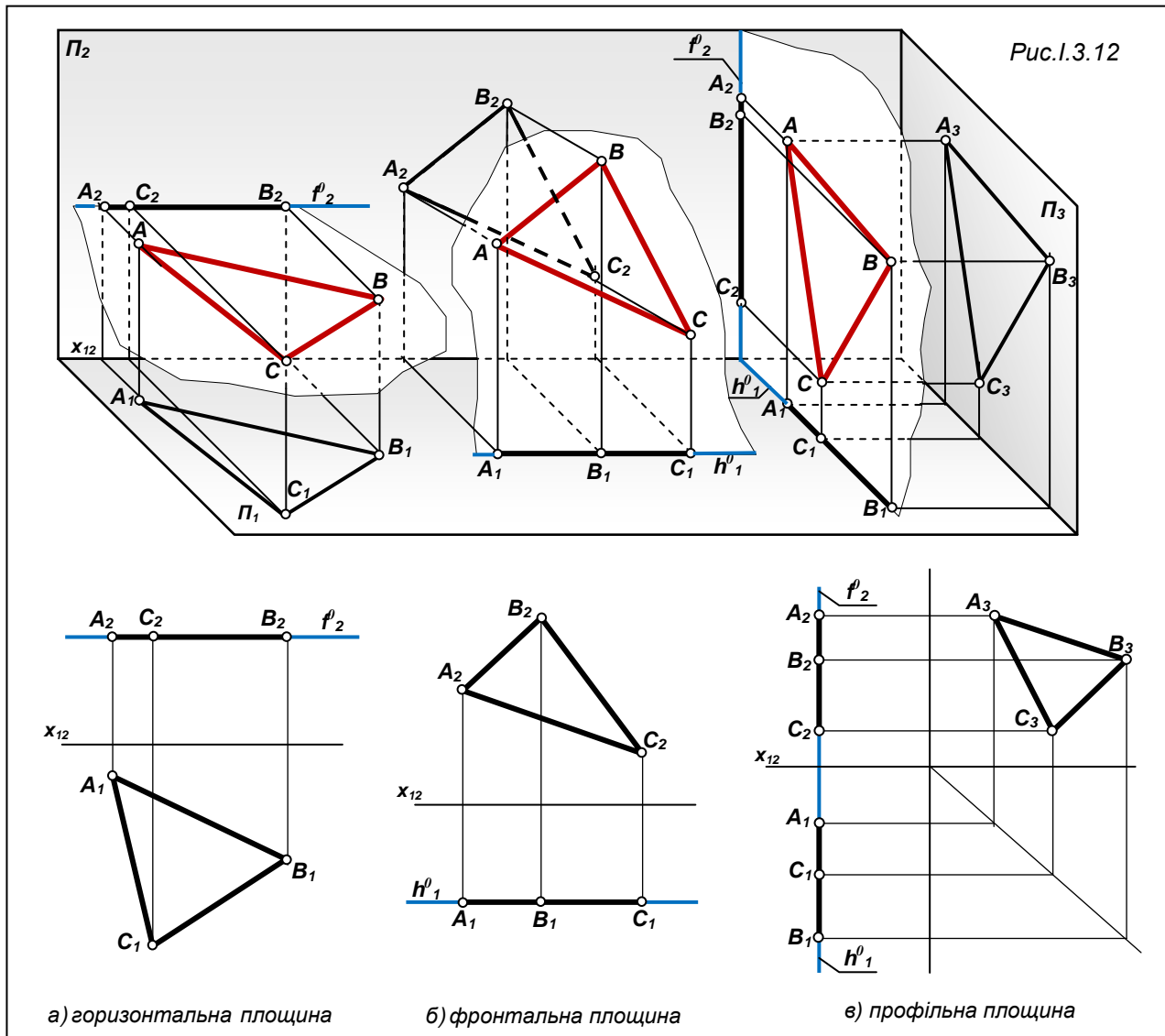
Площини, перпендикулярні площинам проєкцій, є площинами окремого положення і називаються **проекціуючими**.

Площина, перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій, називається **горизонтально проекціуючою** (рис.2.07а). Площина, перпендикулярна до фронтальної площини проєкцій, називається **фронтально проекціуючою** (рис.2.07б). Площина, перпендикулярна до профільної площини проєкцій, є **профільно проекціуючою** (рис.2.07в).



Площини, паралельні площинам проєкцій, називаються *площинами рівня*. Відсіки площин рівня на відповідних площинах проєкцій зображуються в натуральну величину.

Площина, паралельна горизонтальній площині проєкцій (рис.2.08а), називається *горизонтальною площиною*. Площина, паралельна фронтальній площині проєкцій, називається *фронтальною площиною* (рис.2.08б). Площина, паралельна профільній площині проєкцій, – *профільна площина рівня* (рис.2.08в).



### Питання для самоконтролю:

1. Які методи проєкціювання вам відомі?
2. Які основні властивості проєкціювання ви знаєте?
3. Що називають епюром Монжа?
4. Яка пряма на епюрі Монжа називається постійною прямою?
5. Як визначити положення координатних осей, якщо відомі три проєкції точки?
6. Які прямі називаються прямими рівня?
7. Які прямі називаються проєкціюючими прямими?
8. Які площини називаються площинами загального та окремого положення?
9. Які площини називаються площинами рівня?
10. Які площини називаються проєкціюючими?

## 1.4 «Проекціювання багатогранників»

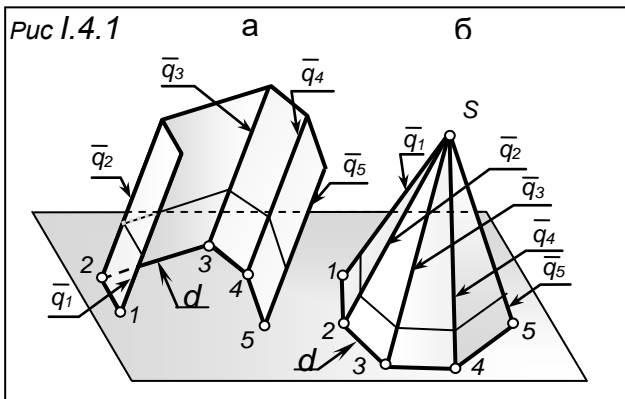
### Задання та зображення багатогранників.

Багатогранник (поліедр) – частина простору, обмежена площинами, що перетинаються. Площини називають гранями, лінії перетину граней (сторони багатокутників) – ребрами, точки перетину ребер – вершинами.

### Утворення гранних поверхонь.

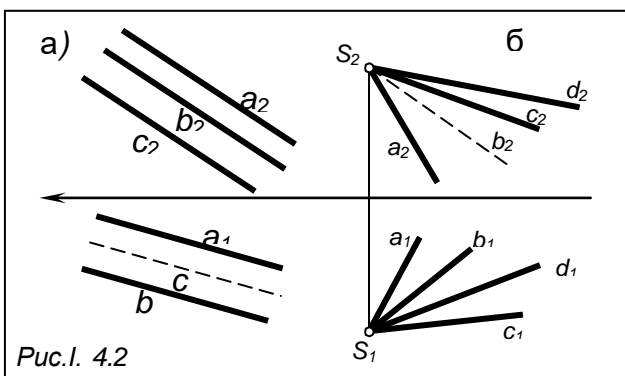
Поверхня – сукупність усіх послідовних положень будь якої прямої, що називається твірною, яка переміщується в просторі за певним законом.

**Призматична бічна поверхня** утворюється рухом твірної  $q$  по ламаній напрямній  $d$ , яка може бути плоскою і просторовою. Послідовно рухаючись по точках  $\overline{1}, \overline{2}, \overline{3}, \overline{4}, \overline{5}$ , твірна



займає положення  $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5$ , при цьому завжди кут нахилу твірних (ребер) залишається незмінним. Тобто ребра призматичної бічної поверхні паралельні між собою (рис.6.01а).

**Пірамідальна бічна поверхня** утворюється послідовним рухом твірної  $q$  по ламаній напрямній  $d$ . Твірна проходить через зафіксовану точку  $S$ , яка називається вершиною (рис.6.01б).



Призматичну поверхню представляють, як частковий випадок пірамідальної, у випадку, коли  $S$  нескінченно віддалена.

В загальному випадку призматична та пірамідальна поверхні представлені на рис.6.02. Якщо вершина обрана невласною точкою (рис.6.02а), одержимо призматичну поверхню з паралельними між собою ребрами. Якщо вершина вибрана в точці  $S$ , отримаємо пірамідальну поверхню.

### Призма, піраміда, призматоїди.

Поліедри – найпростіші просторові форми, які використовуються з давніх часів в будівництві та техніці. З усіх поліедрів, крім правильних, практичне значення мають піраміди, призми та призматоїди.

Пірамідою називають багатогранник, у якого всі грані, крім однієї, мають спільну вершину, яка є вершиною піраміди, а бічні грані - трикутники (рис.6.03а).

Призма – це багатогранник, обмежений призматичною поверхнею та двома площинами, паралельними між собою. Ці площини є основами призми, грані призматичної поверхні називаються бічними гранями призми, а ребра призматичної поверхні – ребрами призми (рис.6.03б). Якщо ребра призми перпендикулярні до її основи, призму називають прямою, якщо ребра нахилені під довільним кутом – похилою.

Призматоїдом називають багатогранник, всі бічні грані якого – трикутники або трапеції. Основи призматоїда найчастіше паралельні одна одній та є довільними багатокутниками. На рис.6.03в показано призматоїд, нижньою та верхньою основою якого є квадрати.

Пірамідальні та призматичні багатогранники можуть бути прямими і похилими, в залежності від положення ребер відносно площини проєкцій вони можуть займати загальне або окреме положення в просторі.

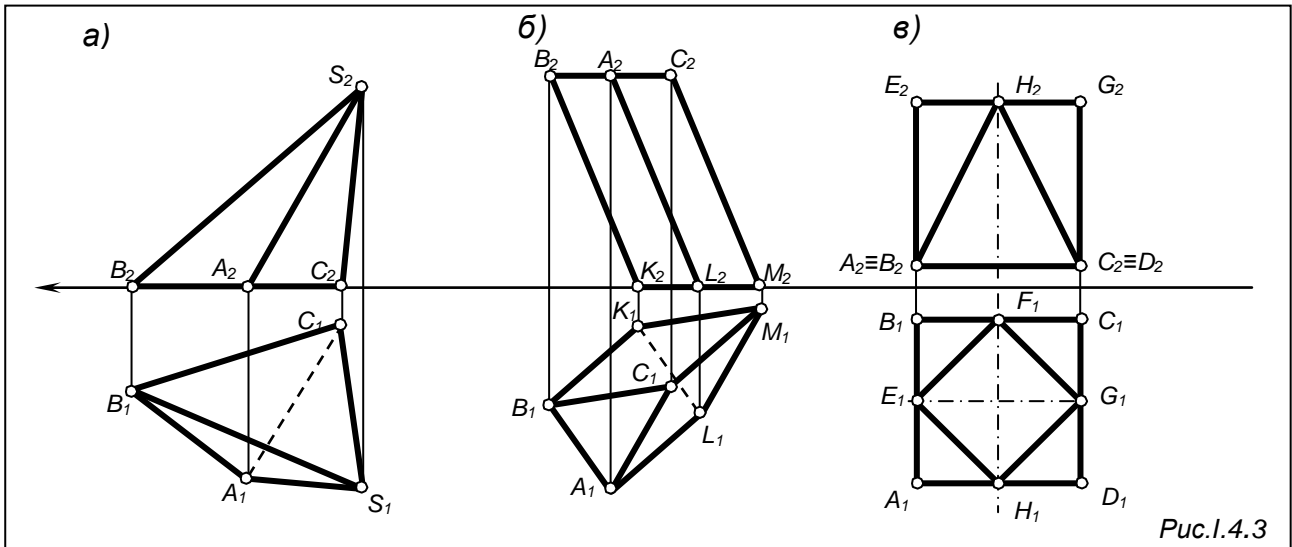


Рис.1.4.3

### Точка на поверхні багатогранників

#### Точка на поверхні піраміди

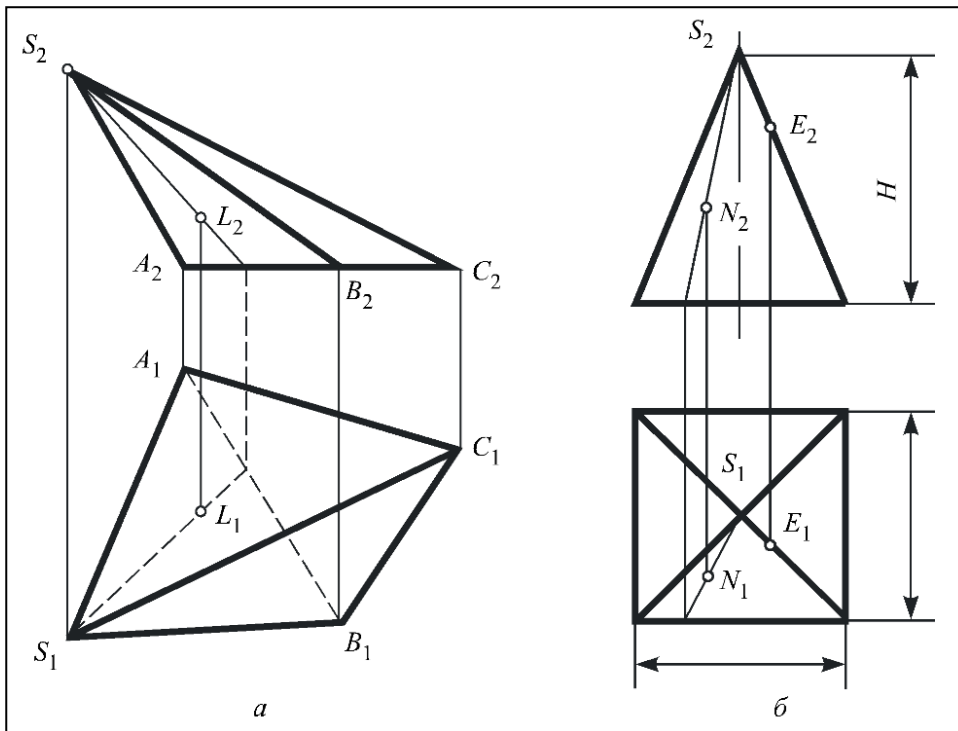


Рис. 1.4.4.

Замкнені ламані  $S_1A_1C_1B_1$  (Рис.1.4.4, а) і  $A_1B_1B_1`C_1`A_1`$  (Рис. 1.4.5, а) є обрисами горизонтальної проєкції багатогранників, а замкнені ламані  $S_2A_2C_2$  (Рис.1.4.4, а) і  $A_2C_2C_2`A_2`$  (Рис. 1.4.5, а) - обриси фронтальною проєкції багатогранників. Обрис проєкції завжди бачимо.

Лінія перетину багатогранника з площиною є плоскою ламаною лінією, вершини якої - точки перетину ребер, а сторони - лінії перетину граней багатогранника з площиною.

## Точка на поверхні призми

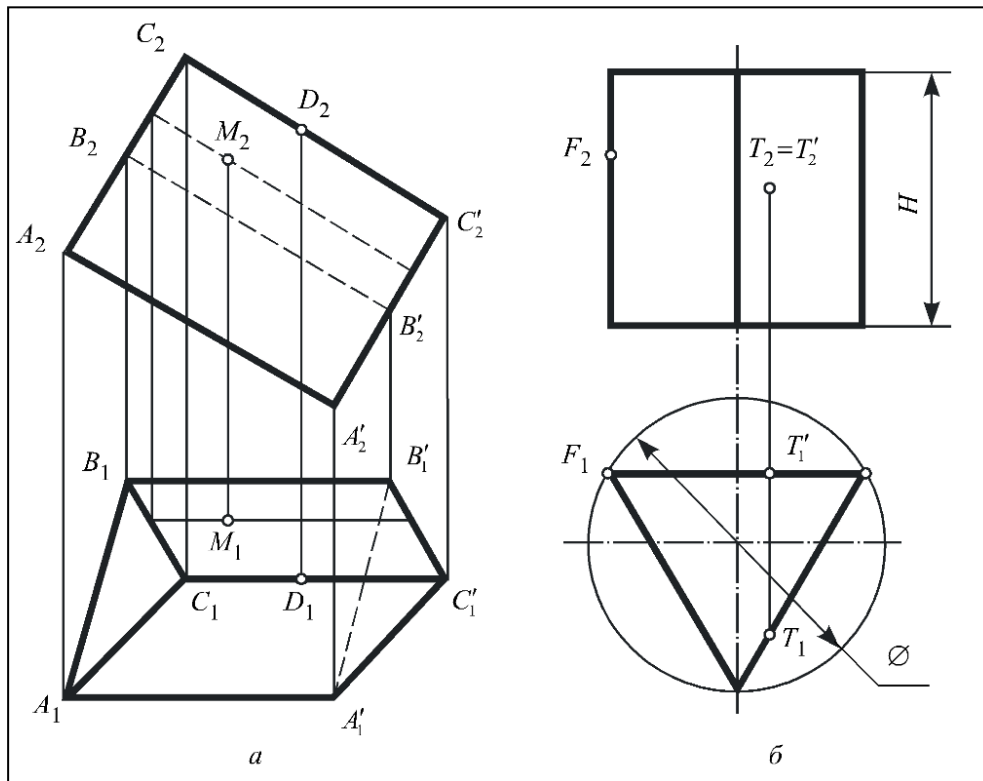


Рис. 1.4.5.

На кресленні (рис. 1.4.5б) горизонтальна проекція призми збігається з проекцією її заснування, оскільки ребра - горизонтально-проекціюючі прямі, а основа призми - фігури паралельні площинам рівня. Поверхня прямої призми відносно площини  $\Pi_1$  є проєціюючою. Грані є горизонтально-проєціюючі площини, тому горизонтальні проєкції точок  $T$ ,  $T'$  збігаються з проєкціями граней. У правильній чотирикутній піраміді, зображеної на рис. 1.4.4.6, основа є горизонтальною площиною рівня. Передня і задня грані - профільно-проєціюючі площини (вони проходять через передній і задній бік основи, які є профільно-проєціюючими прямими), а дві бічні грані піраміді - фронтально-проєціюючі площини. Побудова точок, що належать ребру або грані призми і піраміді, аналогічно побудові точок, що належать прямій лінії площини. Точки та лінії, що належать видимим проєкціям граней на кресленнику, видимі. Якщо проєкція грані невидима, то невидима і відповідна проєкція точки, що належить цій грані (точки на рис.1.4.4.а;  $M_2$  на рис.1.4.5.а;  $T_2$  на рис.1.4.5.б).

## Перетин багатогранників проєціюючою площиною

Січні площини - проєціюючі, перпендикулярні до площин проєкцій, тому на відповідних координатних площинах вони проєкуються в пряму лінію. такі проєкції називають виродженими проєкціями. В таких випадках одна з проєкцій лінії зрізу завжди збігається з виродженою проєкцією допоміжної січної площини.

Задача зводиться до знаходження другої проєкції множини точок, що належать заданій поверхні.

На рис.1.4.6.а показано побудову лінії перетину прямої шестигранної призми з фронтально-проєціюючою площиною. Фронтальні проєкції  $1_2, 2_2, 3_2 \dots$  точок перетину ребер призми з площиною знаходяться в точках перетину фронтальних проєкцій ребер і фронтальної проєкції площини. Горизонтальні проєкції  $1_1, 2_1, 3_1 \dots$  точок збігаються з горизонтальними проєкціями ребер. Таким чином, фронтальна проєкція шуканої лінії - відрізок  $1_2 4_2$ , а горизонтальна проєкція - шестикутник  $1_1 2_1 3_1 4_1 5_1 6_1$ . Профільні проєкції точок знаходяться по лініях зв'язку на профільних проєкціях ребер.

На рис.І.4.6.б побудовано перетин піраміди горизонтальною проекціюючою площиною. на горизонтальній проекції лінія перетину – відрізок  $1_14_1$ . Профільна проекція лінії перетину – чотирикутник  $1_22_34_2$ .

На рис.І.4.6.в побудовано перетин піраміди фронтальною проекціюючою площиною. Кожне ребро піраміди перетинається з січною площиною утворюючи на горизонтальній проекції в перерізі трикутник  $1_1, 2_1, 3_1$ .

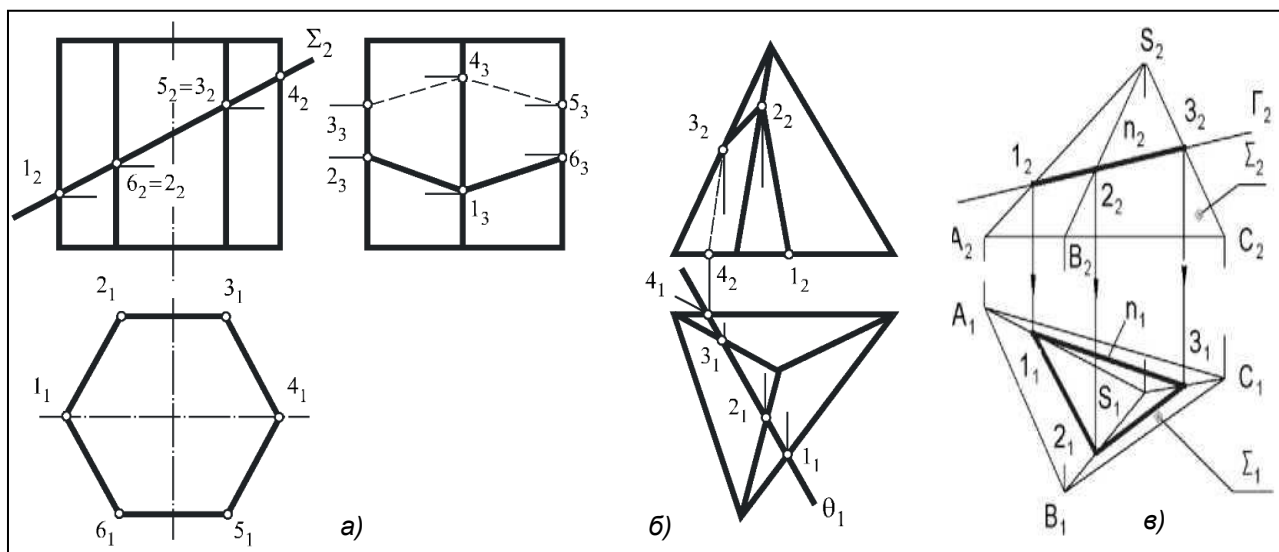


Рис. І.4.6.

На рис. 1.4.7. представлено комплексний кресленик піраміди зрізаної фронтальною проекціюючими площинами.

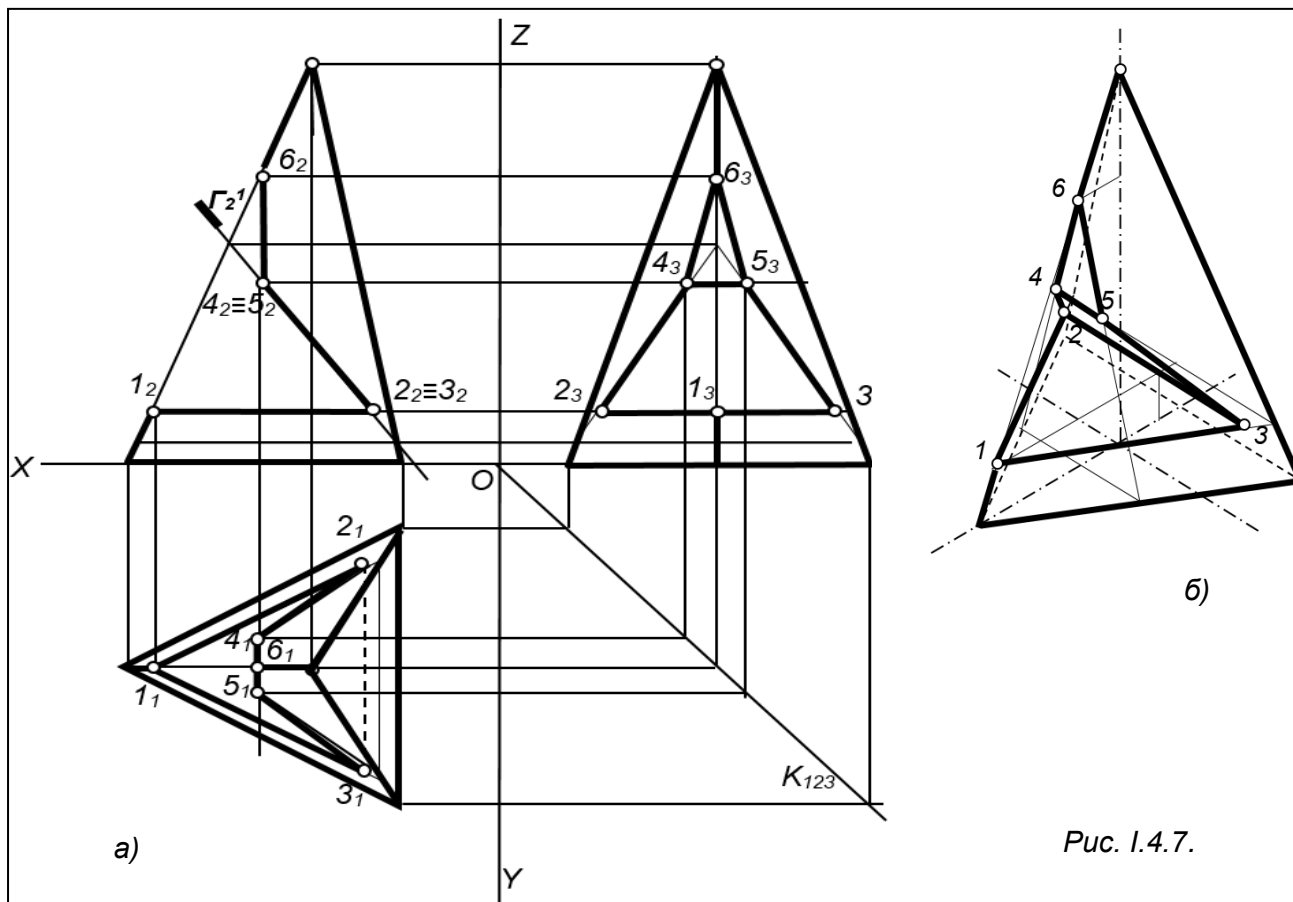


Рис. І.4.7.



## 1.5 «Проекціювання поверхонь обертання»

### Утворення поверхонь обертання

Поверхня обертання утворюється обертанням будь-якої лінії (твірної) навколо нерухомої осі. Залежно від виду твірної (пряма або крива лінія) поверхні обертання можуть бути лінійчатыми (циліндр, конус - рис.1.5.1а, б) і нелінійчатых (сфера, тор - рис.1. 5.1г, д).

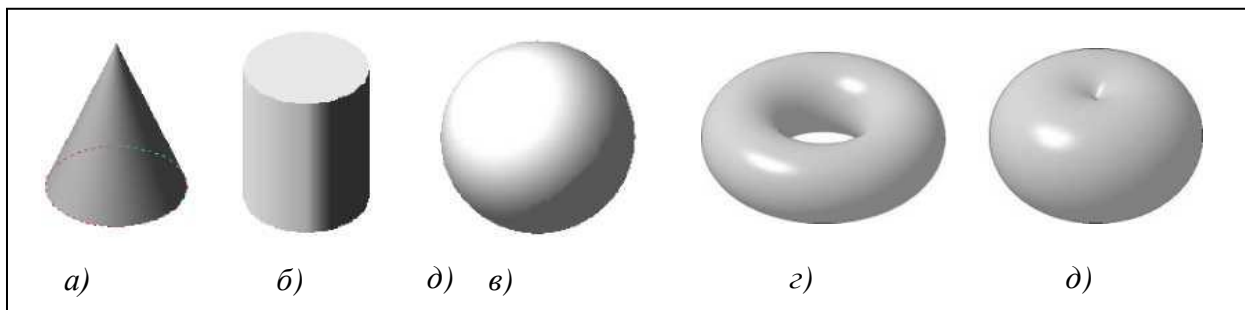


Рис. 1.5.1.

Кожна точка твірної описує коло, площина якого перпендикулярна осі обертання (рис. 24). Ці кола називаються паралелями. Отже, площини, перпендикулярні осі, перетинають поверхню обертання по паралелях. Найбільшу і найменшу паралелі називають відповідно екватором і горлом. Площини, що проходять через вісь поверхні обертання, називають осьовими, а лінії, по яких вони перетинають поверхню, - меридіанами. Фронтальний меридіан називають головним меридіаном, він визначає фронтальний обрис поверхні обертання. Профільний меридіан визначає профільний обрис поверхні обертання.

При проектуванні поверхні на площину проєкцій проєктують промені які торкаються цієї поверхні в точках, що утворюють на ній лінію, яка називається лінією видимого контуру (рис. 25)

Лінія видимого контуру поверхні розділяє її на дві частини: видиму, звернену до спостерігача, і невидиму.

Для наочності на кресленні поверхні будують обриси її проєкцій, які є проєкціями відповідних ліній видимого контуру.

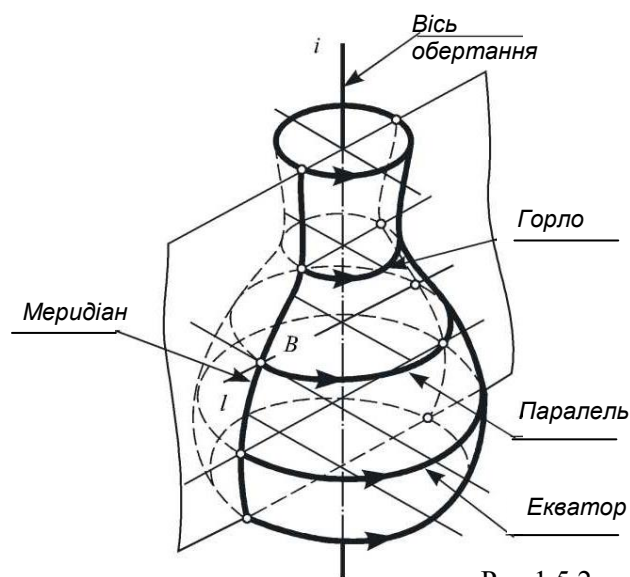


Рис.1.5.2.

### Точка на поверхні обертання

На рис. 1.5.3, а зображений прямий круговий циліндр, що утворений обертанням прямої навколо осі, паралельної твірній. Так як вісь циліндра - горизонтально-проєкціуюча пряма, то поверхня є проєкціуючою відносно площини  $\Pi_1$ , і горизонтальна проєкція поверхні - коло. Горизонтальна проєкція будь-якої точки, що належить поверхні циліндра, належить цьому колу.

Для побудови проєкцій точок, що належать непроєкціуючим поверхням, використовують наступне правило: точка належить поверхні, якщо вона належить будь-якій лінії цієї поверхні. На рис. 1.5.3б вісь циліндра - фронталь. Точка  $K$ , що належить циліндричній поверхні  $\Phi$ , будується за належністю твірної  $l$ .

Проекції точок, що належать видимій на кресленнику частині поверхні циліндра (точка  $A_2$  на рис. 1.5.3,а; точки і  $K_2$  на рис. 1.5.3,б), видимі.

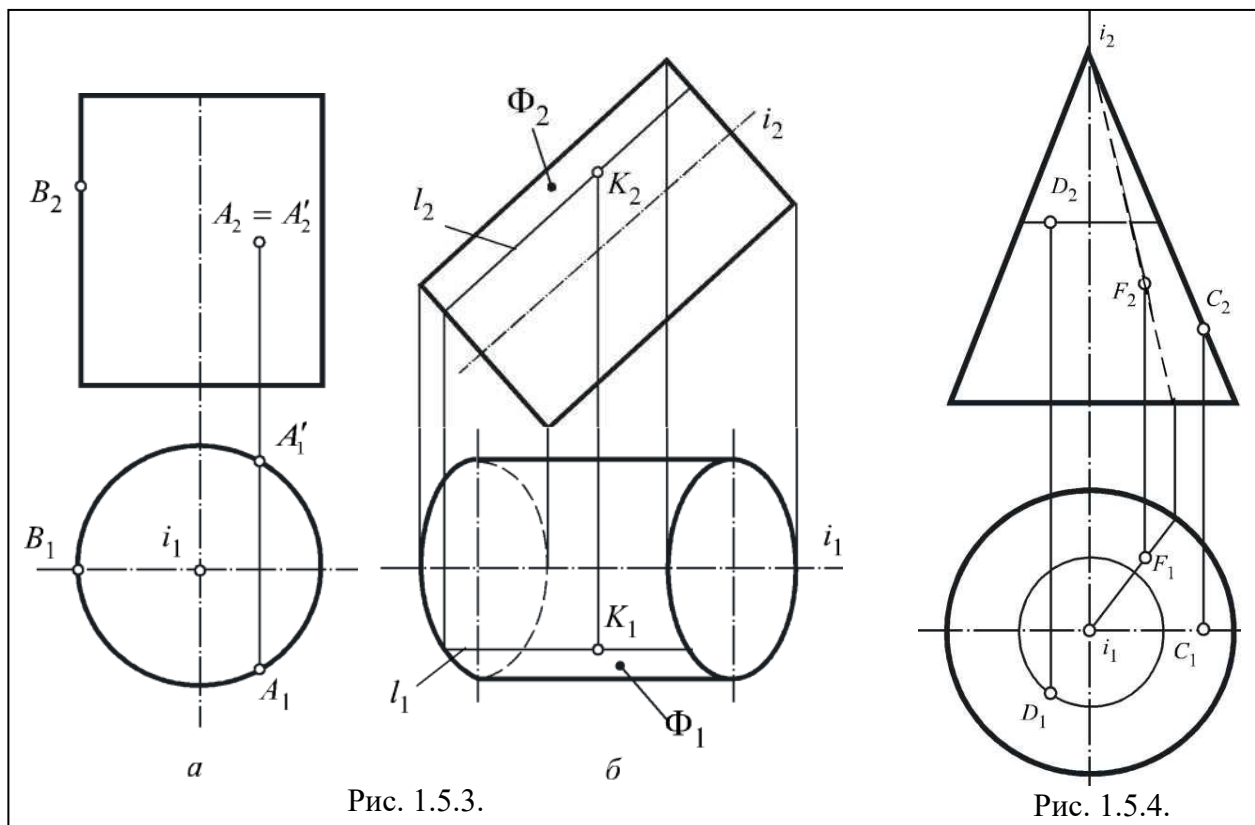


Рис. 1.5.3.

Рис. 1.5.4.

На рис. 1.5.4. зображений прямий круговий конус, утворений обертанням прямої твірної навколо осі, що перетинається з цією твірною. Вісь конуса - горизонтально-проекціуюча пряма. Лінія видимого контуру поверхні конуса відносно площини  $\Pi_2$  (фронтальна її проекція - трикутник, горизонтальна проекція збігається з горизонтальною віссю) розділяє конічну поверхню на видиму, розташовану ближче до спостерігача, і невидиму. Горизонтальна проекція поверхні конуса видима. Проекції точок, заданих на поверхні конуса, будуються по належності твірним або колам. На рис. 1.5.4. горизонтальні

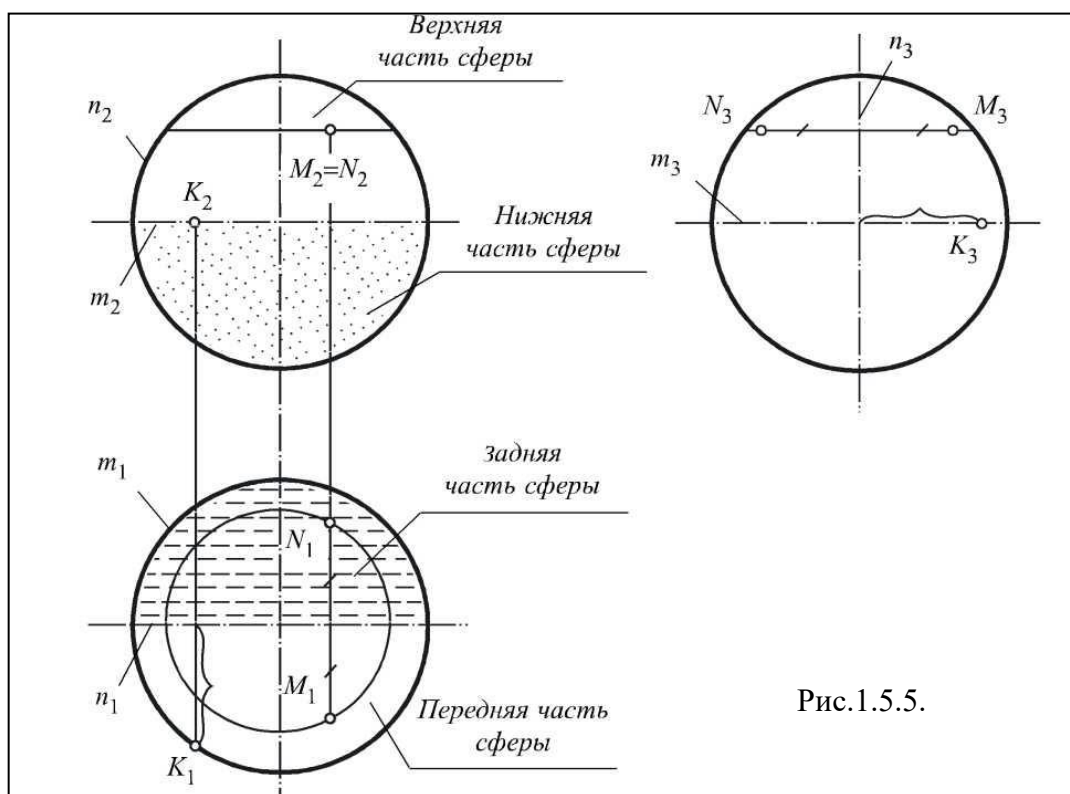


Рис.1.5.5.

проекцій точок  $D, C, F$  видимі, на фронтальні проекції  $C$  і  $D$  видимі,  $F$  - невидима

Сфера утворюється обертанням кола навколо одного з її діаметрів. Обрисом фронтальної проекції сфери є проекція  $\Pi_2$  головного меридіана  $n$ ; обрисом горизонтальної проекції сфери - проекція екватора  $m$  (рис.1.5.5). Межею видимості на сфері відносно площин проекцій є відповідні лінії видимого контуру (див. Рис. 1.5.4). На фронтальній площині проекцій видима передня частина поверхні сфери; на горизонтальній проекції - верхня частина поверхні (рис. 1.5.5). На кресленіку побудова проекцій точок, що належать поверхні сфери, виконується за допомогою паралелей, яким належать точки. На рис. 1.5.5. все проекції точки  $K$  видимі. Фронтальна і горизонтальна проекції точки  $M$ , а також горизонтальна проекція точки  $N$  видимі, а проекції  $N_3$  і  $M_3$  точок  $M$  і  $N$  невидимі

Усі розглянуті вище поверхні обертання: циліндр, конус, сфера - є поверхнями другого порядку. Тор утворюється обертанням кола навколо осі, що лежить в площині кола, але не проходить через її центр.

Вісь обертання тора може перетинати коло (рис. 1.5.6, а), торкатися її (рис. 1.5.6, б) і розміщуватися поза колом (рис. 1.5.6, в). У перших двох випадках тор називається закритим, в останньому - відкритим або кільцем. Тор - поверхня четвертого порядку.

При використанні умовних знаків і написів відповідно до ГОСТ 2.307-68 кількість

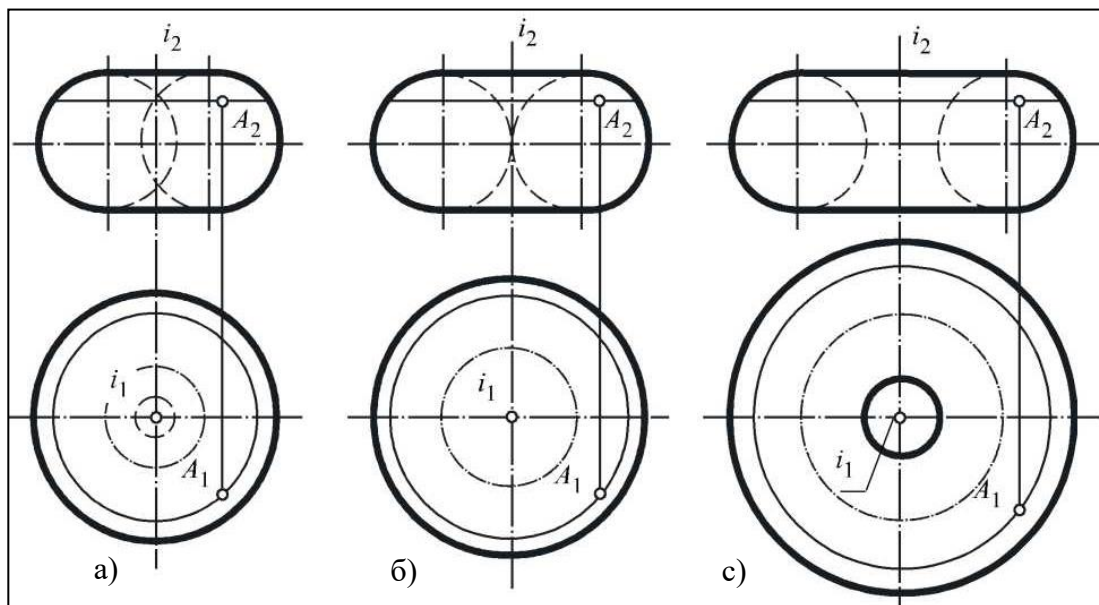


Рис.1.5.6.

проекцій може бути зменшено: знак діаметра  $\Phi$  говорить про те, що зображений предмет є тілом обертання; знак «O» перед позначенням  $K$  або - про те, що поверхня сферична (рис. 1.5.7.). Прямий круговий циліндр і прямий круговий конус задаються діаметром основи і висотою (рис. 1.5.7, а, б); сфера - діаметром або радіусом твірної кола, а тор - діаметрами твірної кола і найбільшою паралелі (рис. 1.5.7, в, г)

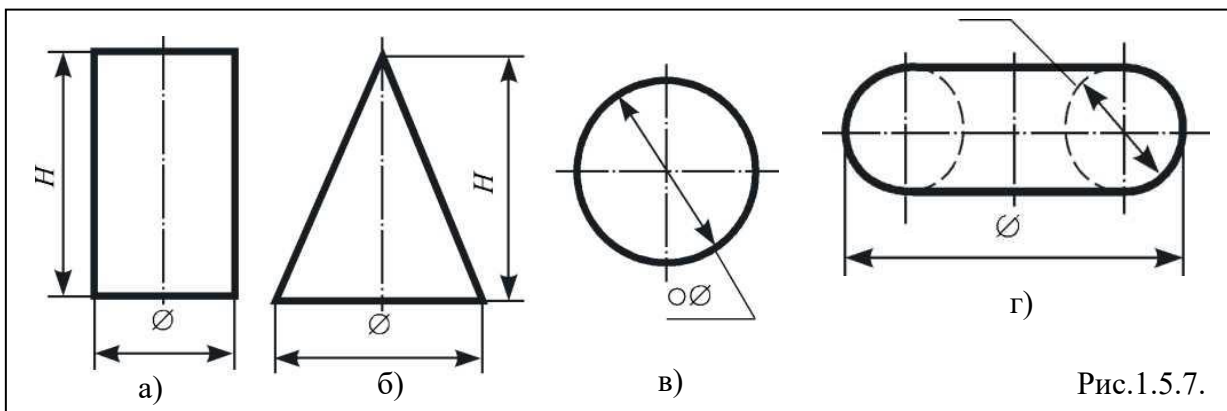


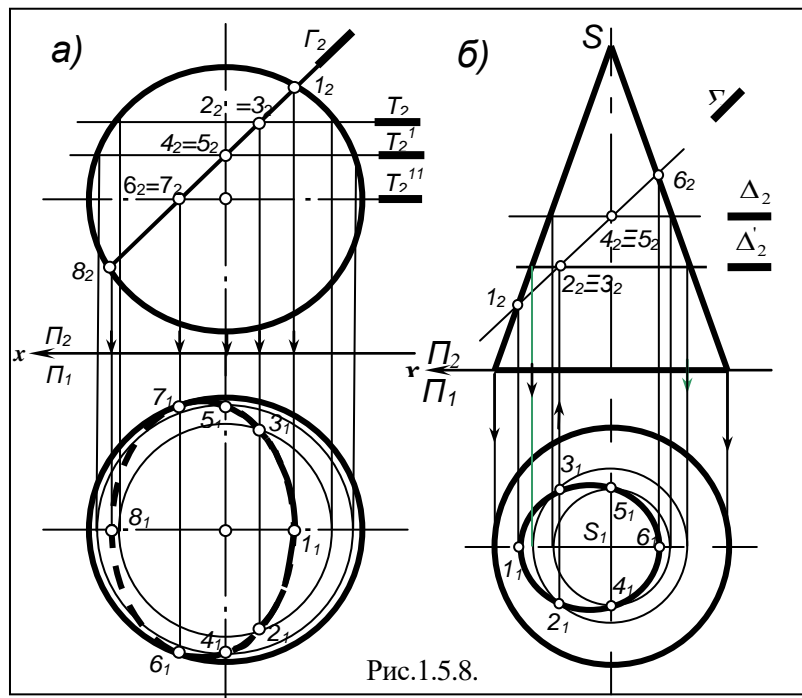
Рис.1.5.7.

## Перетин кривих поверхонь площиною

При перерізах поверхонь площиною утворюється плоска крива лінія, кожна точка якої є точкою перетину лінії каркаса поверхні з січною площиною. Для побудови точок перерізу можуть бути застосовані способи допоміжних січних площин або способи перетворення проєкцій. Допоміжні січні площини в більшості випадків обираються проєкціуючими, що дає змогу визначити множину точок перетину плоских ліній каркаса поверхні з заданою площиною.

Спосіб перетворення проєкцій дозволяє перевести площину чи поверхню, що перетинаються, в проєкціуюче положення і спростити розв'язання задачі. Отже, обидва способи ґрунтуються на **алгоритмах побудови перерізу поверхні проєкціуючою площиною**.

На рис.1.5.8,а,б показано побудову перерізу сфери та конуса проєкціуючими площинами  $\Gamma$  та  $\Sigma$ . Проєкція на  $\Pi_2$  називається **виродженою**. Одна з проєкцій лінії перерізу поверхні завжди збігається з виродженою проєкцією проєкціуючої січної площини. Отже, побудова лінії перерізу зводиться до знаходження її другої відсутньої проєкції, до визначення другої проєкції множини точок, що належать поверхні, тобто, будується просто за відповідністю. Тому для побудови другої проєкції лінії перерізу досить задати поверхню у вигляді множини простих ліній каркаса. Для побудови точок проведені допоміжні горизонтальні площини.



## Конічні перерізи.

При перетині конуса обертання площинами утворюються криві другого порядку (еліпс, парабола, гіпербола, коло), які ще називають **коніками**:

- Коло, якщо січна площина перпендикулярна до осі обертання (рис. 1.5.9, а);
- Еліпс, якщо січна площина перетинає всі твірні поверхні під кутом до осі (рис. 1.5.9, б);
- Дві твірні (прямі), якщо січна площина проходить через вершину поверхні (рис. 1.5.9, в);
- Парабола, якщо січна площина паралельна тільки одній твірній поверхні (рис. 1.5.92, г);
- Гіпербола, якщо січна площина паралельна двом твірним поверхні (рис.1.5.9, д)

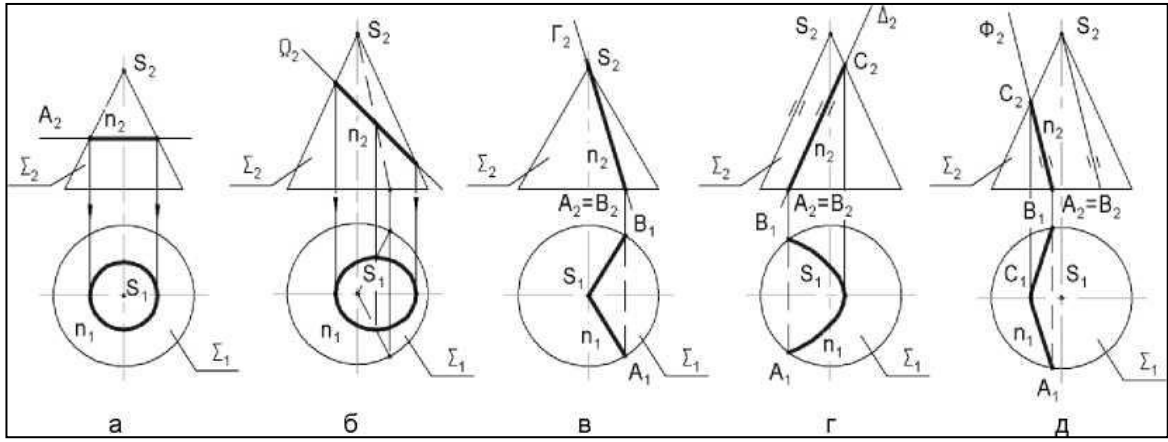


Рис.1.5.9.

### Перерізи циліндру

При перетині циліндру утворюються:

Коло, якщо січна площина перпендикулярна до осі обертання (рис. 1.5.10, а);

Дві твірні (прямі), якщо січна площина перпендикулярна до основи (рис. 1.5.10, б);

Еліпс, якщо січна площина перетинає всі твірні поверхні під кутом до осі (рис. 1.5.10, в);

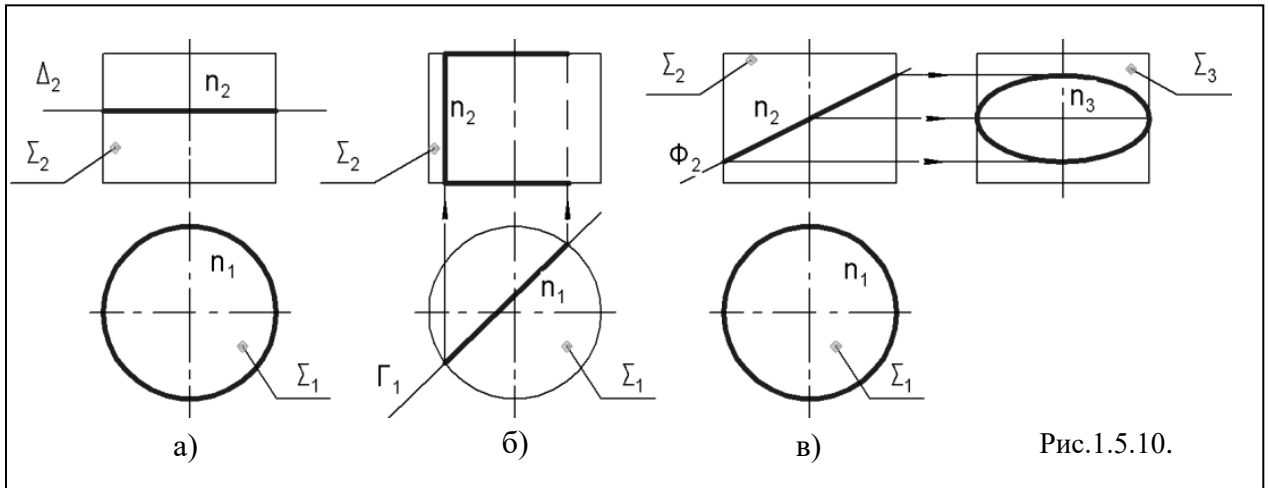


Рис.1.5.10.

### Переріз сфери

При перетині сфери утворюються:

Коло, якщо січна площина перпендикулярна до осі обертання (рис. 1.5.11, а);

Еліпс, якщо січна площина перетинає поверхню під кутом до осі (рис. 1.5.11, б);

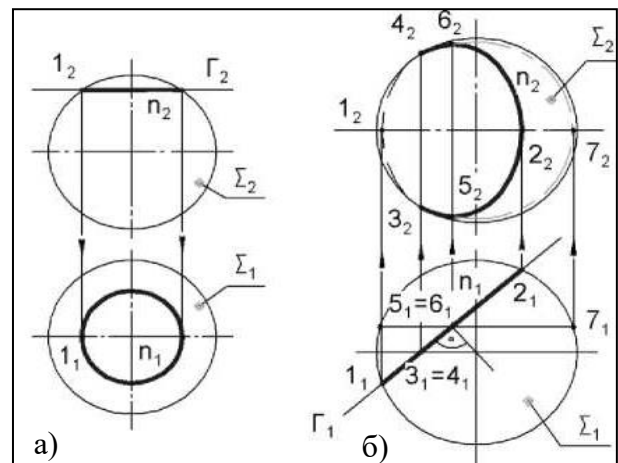


Рис.1.5.11.

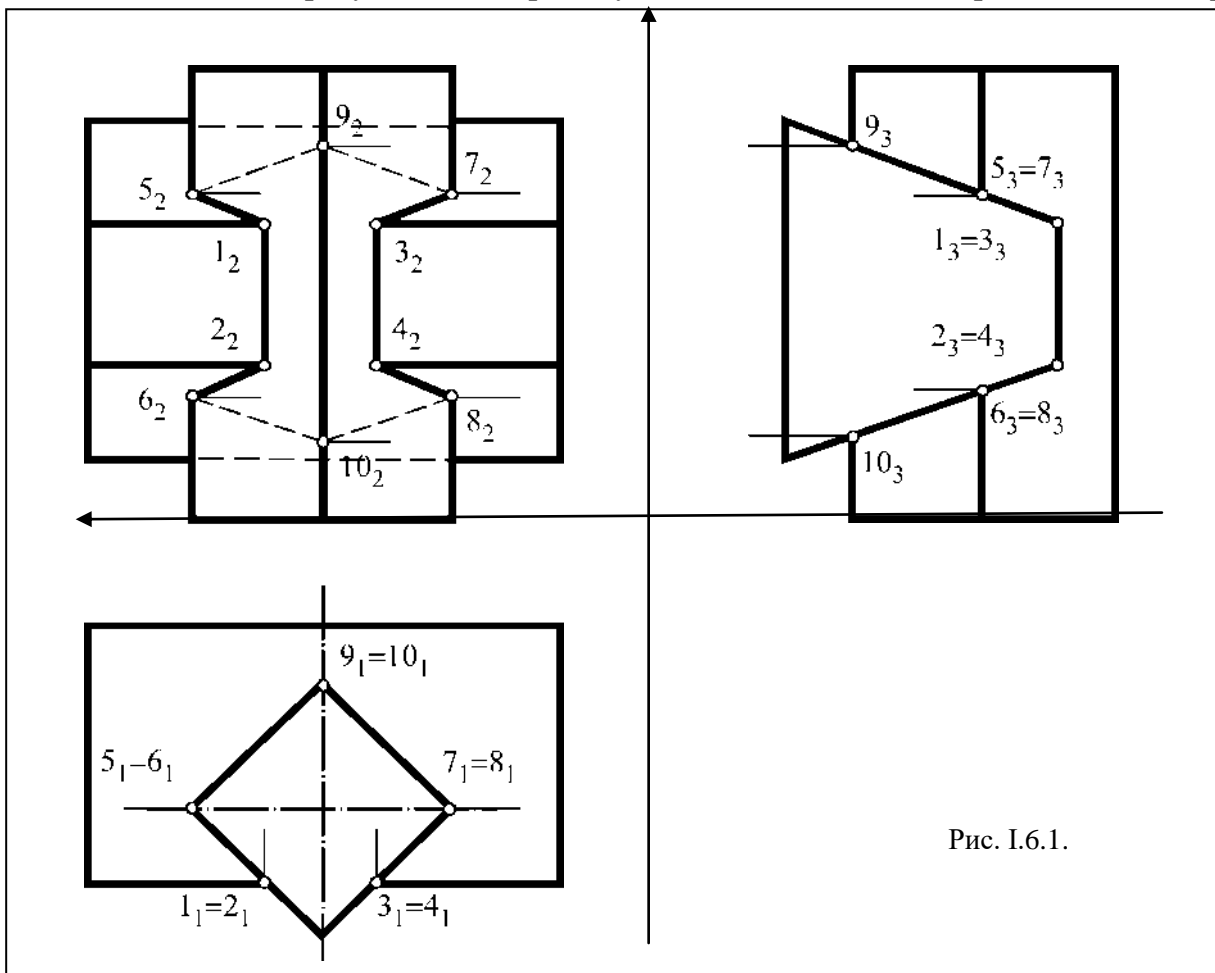
## 1.6 «Взаємний перетин поверхонь»

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

Побудувати лінію перетину двох прямих призм (рис. І.6.1.)

Лінія перетину призм являє собою просторову ламану, оскільки вид перетину - врізання. Поверхня вертикальної призми є горизонтально-проекціуючою, а поверхня горизонтально розміщеної призми - профільно-проеціуючою. Тому горизонтальна і профільна проекції лінії перетину співпадають з відповідними проекціями вертикальної і горизонтальної призм в зонах накладання їх проекцій.

Опорні точки - точки перетину ребер вертикальної призми з гранями горизонтальної (5, 6, 7, 8, 9, 10) і точки перетину ребер горизонтальної призми з гранями вертикальної (1, 2, 3, 4). Відмічаємо їх горизонтальні і профільні проекції, а фронтальні проекції будуємо за умовою приналежності точок відповідним ребрам обох призм. У встановленому раніше порядку з'єднуємо знайдені точки відрізками прямих ліній. Видимі відносно фронтальної площини проекцій відрізки 5-1-2-6 і 7-3-4-8, оскільки вони є результатом перетину видимих відносно  $\Pi_2$  граней заданих призм.



На рис.І.6.2а взаємно перетинаються дві призми: пряма і похила. На горизонтальній проекції призм видно, що це наскрізне проникнення. Оскільки призма  $ABC$  пряма, то лінії взаємного перетину лежатимуть на її горизонтально-проекціуючих гранях. Лишається за горизонтальною проекцією перетину побудувати їх фронтальну проекцію. Трикутник входу 1-2-3 визначається за допомогою вертикальних ліній зв'язку. П'ятикутник виходу визначається трьома точками на ребрах похилої призми та двома точками на вертикальному ребрі, що проходить через  $B$ . Для визначення точок на цьому ребрі грань  $CB$  продовжена до перетину з ребром  $m$  у точці  $9$ , яка разом з точками  $4$  та  $5$  задасть на полі  $\Pi_2$  трикутник. У перетині цього трикутника з ребром, що проходить через точку  $B$ ,

знайдуться визначені точки.

При визначенні видимості береться до уваги те, що видимою буде лінія, яка утворилася в результаті перетину двох видимих граней.

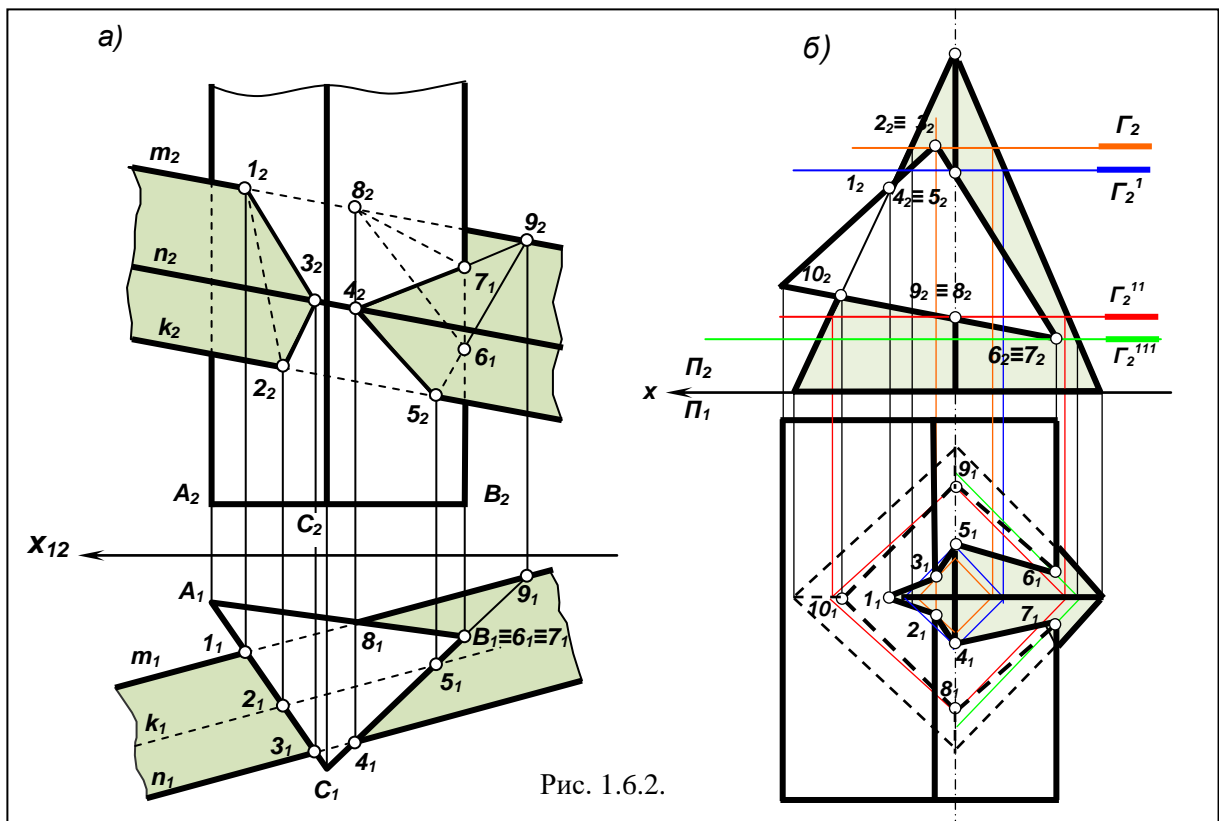
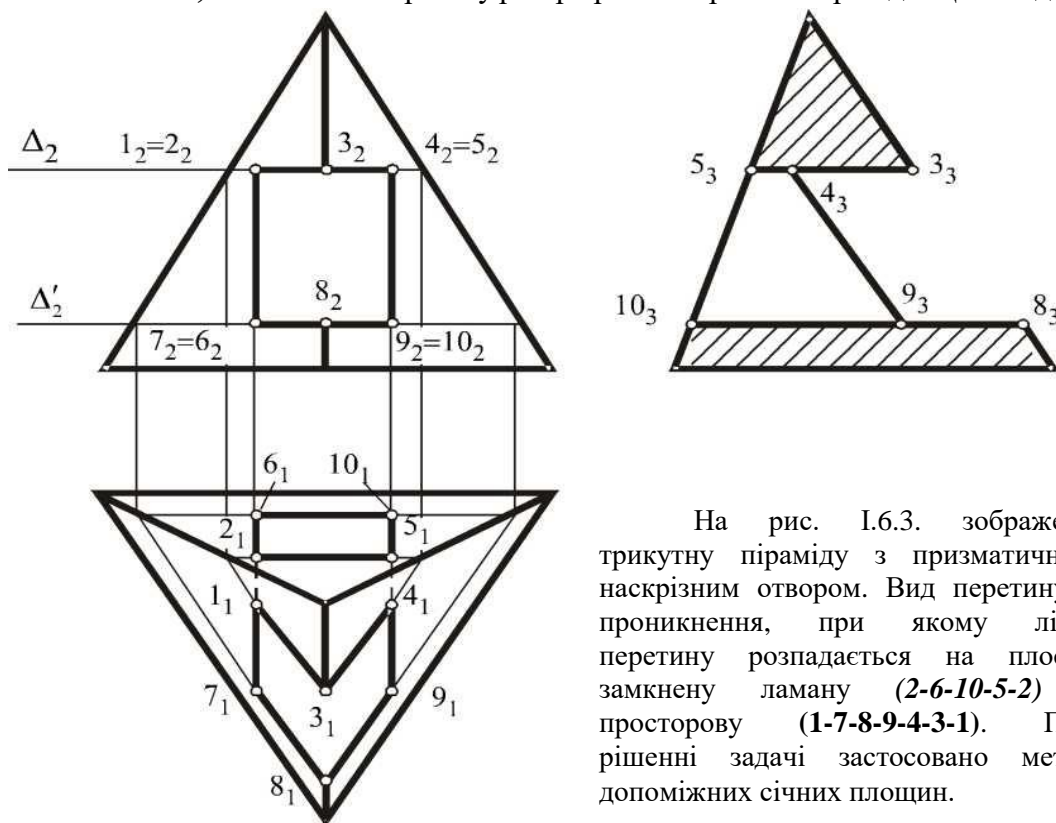


Рис. 1.6.2.

На рис. 1.6.2,б показано положення проєкцій лінії перетину піраміди та призми. Ребра призми фронтально проєкціюєчі. Точки 1, 10, 4=5, 9=8 – це точки перетину ребер піраміди з гранями призми. Точки 2=3, 6=7 – точки перетину ребер призми з гранями піраміди. Це випадок врзання.



На

На рис. 1.6.3. зображено трикутну піраміду з призматичним наскрізним отвором. Вид перетину - проникнення, при якому лінія перетину розпадається на плоску замкнену ламану (2-6-10-5-2) і просторову (1-7-8-9-4-3-1). При рішенні задачі застосовано метод допоміжних січних площин.

рис.1.6.4 побудовано перетин вертикального конуса прямокутною призмою методом допоміжних січних площин.

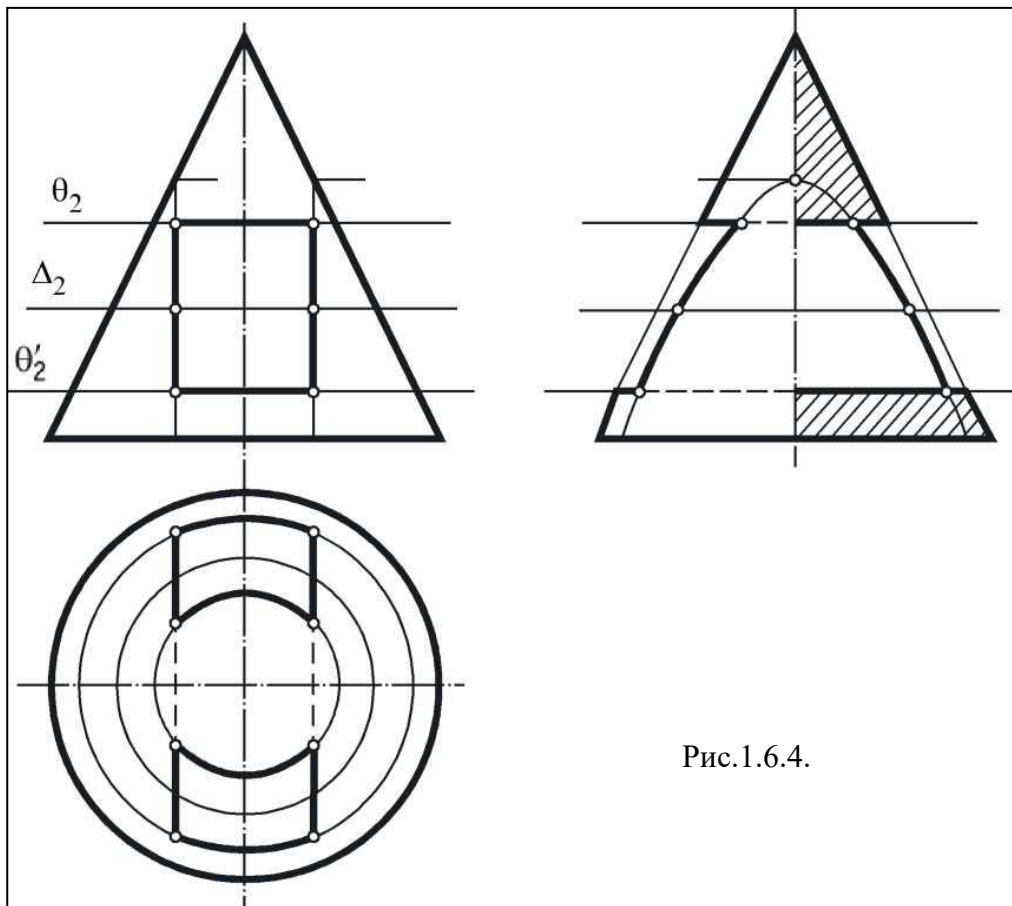


Рис.1.6.4.

На рис. 1.6.5 побудовано перетин вертикального циліндру тригранною призмою методом допоміжних січних площин.

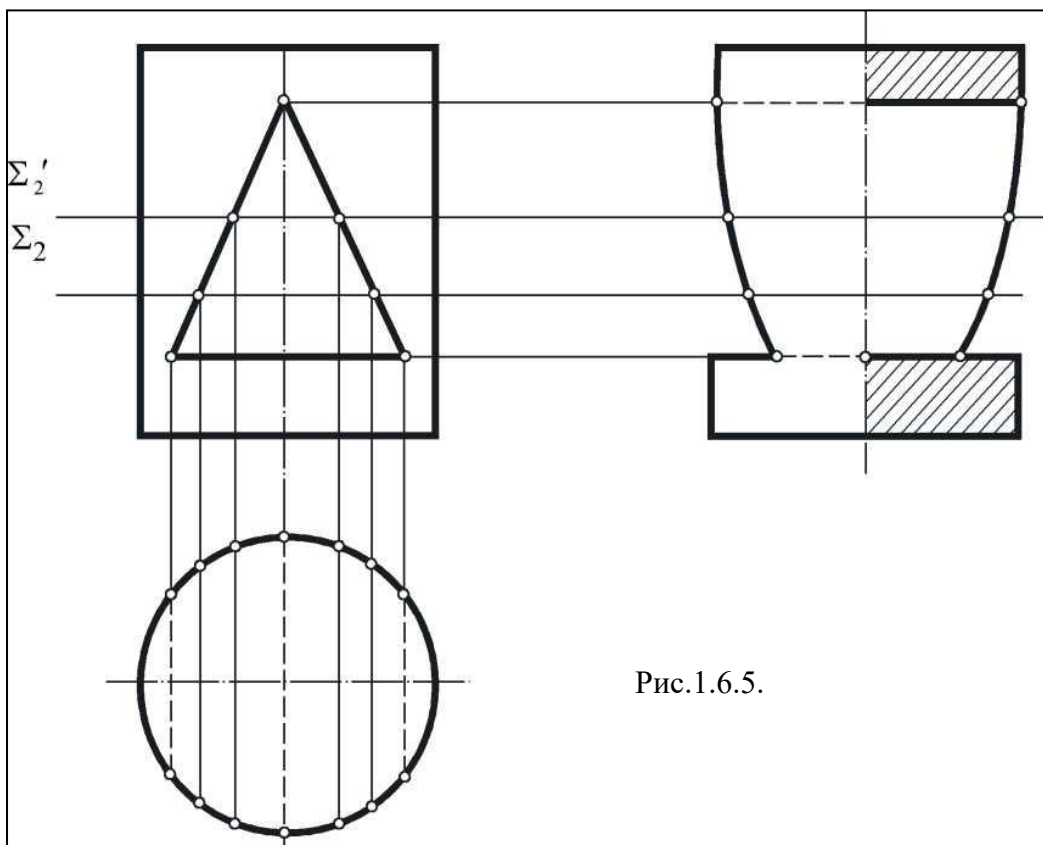
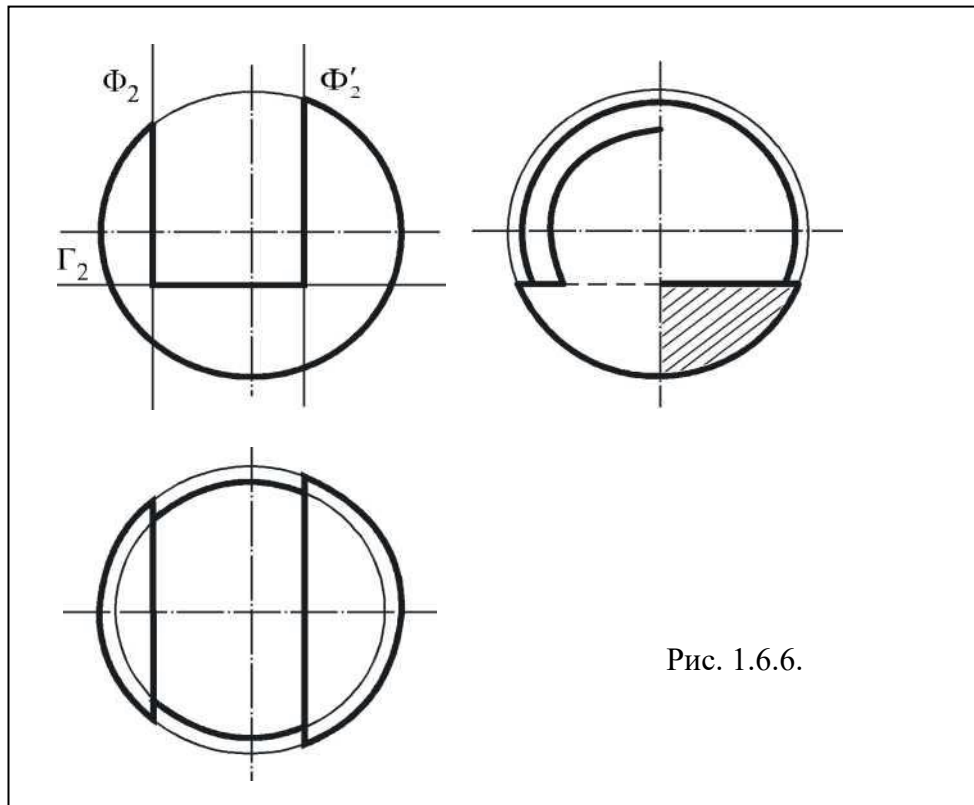


Рис.1.6.5.

На рис. 1.6.6 представлено приклад побудови комплексного кресленика перетину сфери проекціуючими площинами.





#### Питання для самоконтролю:

1. При якій мінімальній кількості граней може утворюватися просторовий кут?
2. Як виглядають проєкції перерізу прямої призми горизонтальною площиною?
3. Як визначити видимість точок перетину двох багатогранних поверхонь?
4. Що таке твірна і напрямна лінії, визначник поверхні?
5. Що називають контуром видимості і обводом поверхні?
6. Яка лінія є перерізом сфери площиною загального положення? Які лінії можуть бути проєкціями цього перерізу?
7. Які лінії утворюються в результаті перерізу поверхні прямого кругового конуса проєкціуючими площинами?
8. Які січні площини доцільно обрати при побудові перерізу поверхні обертання площиною загального положення?
9. Яким способом можна розв'язати задачу побудови точок перетину прямої загального положення з поверхнями циліндра, конуса та сфери?
10. В чому полягає суть способу допоміжних перерізів?

## Розділ 2. «Проекційне, машинобудівне креслення»

### 2. 1. Проекційне креслення. «Зображення: види, розрізи, перерізи»

**Зображення.** Креслення містить зображення, які, залежно від їх змісту, ділять на види, розрізи та перерізи. Зображення предмета дозволяють уявити форми окремих його поверхонь, а також взаємне розташування цих поверхонь. Для визначення величини виробу і його частин на відповідних зображеннях наносять розміри.

Зображення предмета отримують, методом прямокутного проєкціювання, припускаючи, що предмет розташований між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій. За основні площини проєкцій беруть три взаємно перпендикулярні площини 1, 2 і 3, а також паралельні їм площини 4, 5 і 6. Всі перераховані площини проєкцій утворюють грані куба або паралелепіпеда. Грані 1, 2 і 3 беруть відповідно за фронтальну, горизонтальну та профільну площини проєкцій.

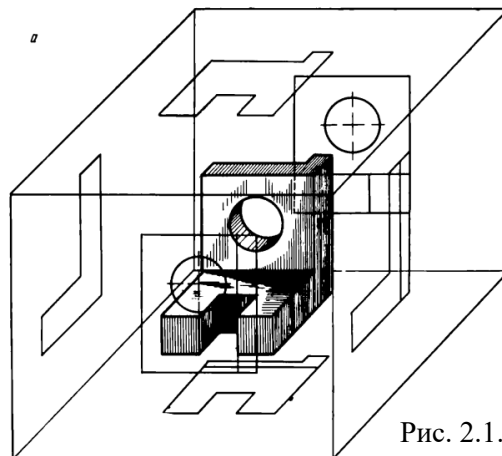


Рис. 2.1.1

Грані куба з розташованими на них зображеннями суміщають в одну площину.

**Зображення на фронтальній площині проєкцій приймають на кресленні як головне.** Предмет розташовують відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб зображення на ній, даючи якнайповніше уявлення про форму і розміри предмета, полегшувало використання креслення при виготовленні виробу.

Практикою конструювання різних деталей встановлені рекомендації до вибору головного виду при зображенні тієї чи іншої деталі залежно від її конструктивних або технологічних особливостей. В ГОСТ 2.305-68 розглядаються основні правила і рекомендації по виконанню зображень на кресленнях.

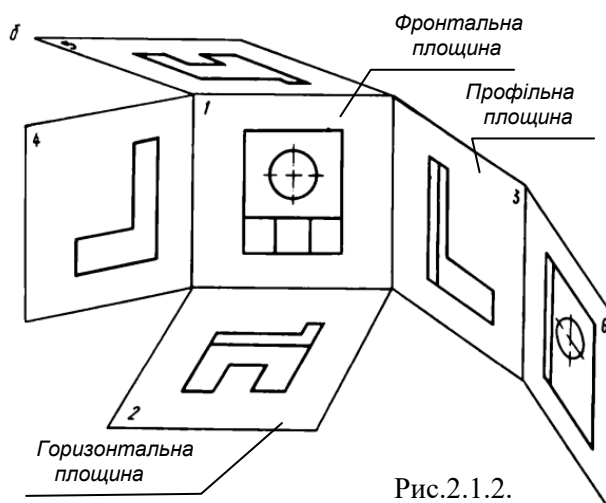


Рис.2.1.2.

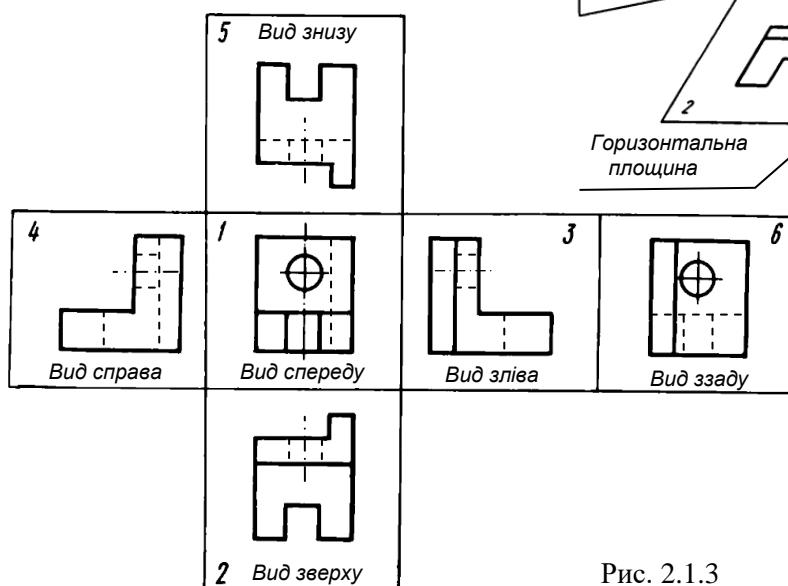


Рис. 2.1.3

## Види

**Видом називається зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.** Невидимі частини поверхні предмета допускається показувати на видах штриховими лініями (рис. 2.1.3). Використання штрихових ліній в окремих випадках дозволяє зменшити кількість необхідних зображень, не порушуючи ясності креслення.

За характером та змістом виконання види поділяють на основні, додаткові і місцеві.

**Основні види - види, одержані на основних площинах проєкцій.** Залежно від площини проєкцій, на якій одержаний основний вид, встановлені відповідні їх назви (рис. 2.1.3): 1 - вид спереду (головний вид); 2 - вид зверху; 3 - вид зліва; 4 - вид справа; 5 - вид знизу; 6 - вид ззаду. Зазвичай в проєкційному кресленні використовують перших три види.

При виборі головного виду слід враховувати, що, окрім ясного уявлення про форму і розміри предмета, він повинен забезпечувати раціональність розміщення решти видів на кресленні.

Основні види розташовують в проєкційному зв'язку між собою. В цьому випадку ніяких написів, що пояснюють назви видів, не дають.

Якщо який-небудь вид розміщений на кресленні зовні проєкційного зв'язку з рештою видів, то над цим видом виконують напис, наприклад **А** (рис. 2.1.4). Одночасно біля пов'язаного з цим видом зображення стрілкою вказують напрям погляду. Над стрілкою проставляють ту ж прописну букву українського алфавіту, що і в написі над видом.

Так само оформляють написи, якщо види знаходяться між собою в проєкційному зв'язку, але відокремлені один від одного якими-небудь зображеннями. Написи над видами виконують також у разі, якщо види розташовані на різних листах. Позначення видів за СТ СЕВ 363-76.

Таблиця 2.1.1.

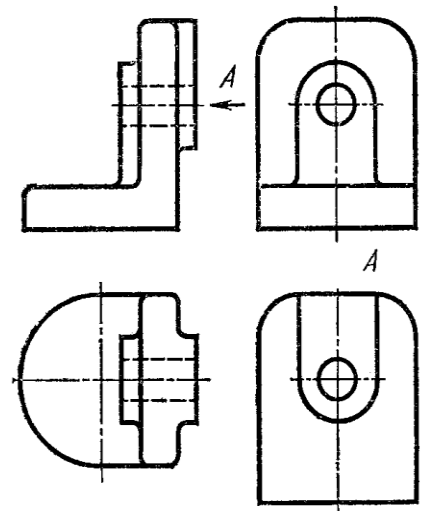


Рис.2.1.4

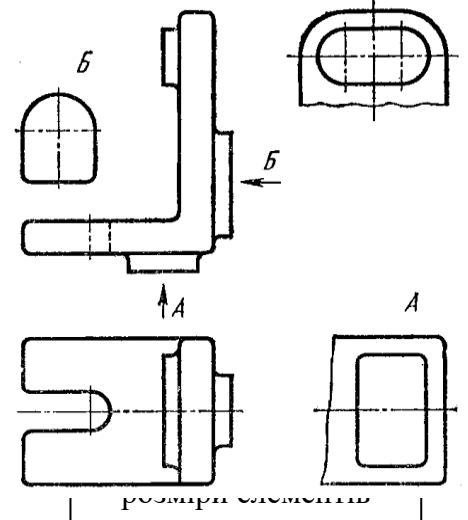
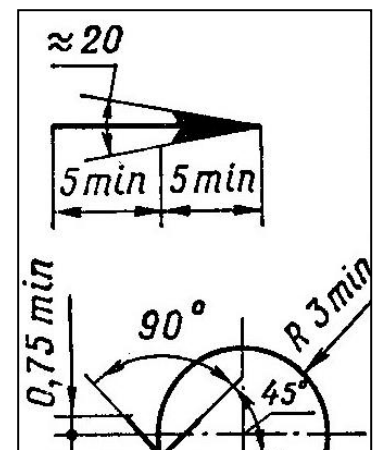


Рис. 2.1.6

### Місцеві види.

Місцевим видом називається зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета.

Якщо місцевий вид розташований в безпосередньому проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, над ним не наносять ніяких пояснюючих написів (місцевий вид, розташований на місці виду зліва на рис. 21..6).

Якщо ж місцевий вид розташований поза проєкційним зв'язком з відповідним йому зображенням, то над ним виконують напис, а на кресленні вказують напрям погляду стрілкою.

Місцевий вид можна обмежувати лінією обриву (вид **А**, рис.2.6) або не обмежувати лінією обриву (вид **Б**, рис.2.1.6).

### Додаткові види.

У випадках, коли на основних видах окремі елементи предмета можуть бути зображені із спотворенням їх форми і розмірів, застосовують додаткові види, одержувані проєкціюванням предмета на площини, непаралельні основним площинам проєкцій (рис. 2.1.7).

Додатковий вид оформляється як місцевий вид, якщо на ньому зображено окреме обмежене місце поверхні предмета. Якщо додатковий вид розташований в безпосередньому проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, ніяких написів на кресленні не додають (рис. 2.1.7, б). Якщо ж додатковий вид розташований без проєкційного зв'язку, то над додатковим видом виконують напис, а у відповідного зображення вказують напрям погляду (рис. 2.1.7, в, г). З можливих розташувань додаткових видів переважно застосовують варіант, наведений на рис. 2.1.7, б.

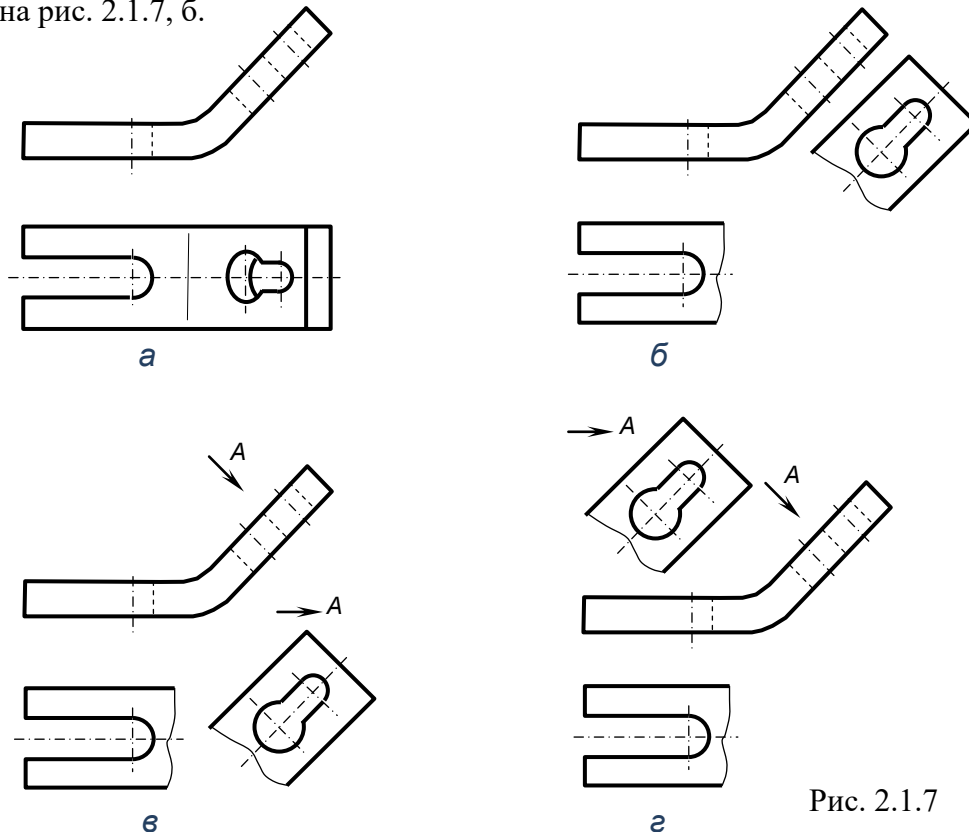


Рис. 2.1.7

**Розгорнутий вид (розгортка).** Його використовують для зображення гнутих предметів, які розгортаються в площину без руйнування деталі. Контури деталі виконують основною лінією, а місця згину – тонкою штрих пунктирною з двома крапками. Розгортку позначають умовним значком  $\mathcal{Q}$  (рис.2.1.8а). Тонкою штрих пунктирною з двома крапками зображають розгортку, виконану суміщеною з видом, ніяких додаткових позначень не роблять (рис. 3.1.8б) .

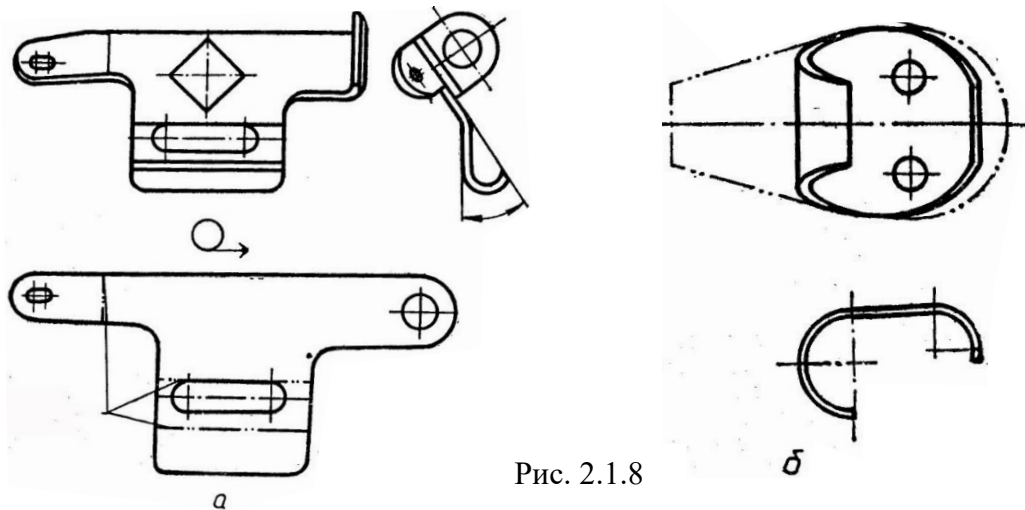


Рис. 2.1.8

## Розрізи

Використання значної кількості штрихових ліній для зображення контурів невидимих поверхонь, може ускладнювати читання креслення. В таких випадках потрібно застосовувати розрізи.

**Розрізом** називають зображення предмета, умовно розітнутого однією або декількома площинами, причому частину предмета, що розташовується між спостерігачем і січною площиною, рахується видаленою, поверхні, що були закриті цією частиною, стають видимими. Розріз є поєднанням перерізу предмета січною площиною із зображенням частин предмета, розташованих за цією січною площиною. Уявний розріз предмета відноситься тільки до конкретного виду і не спричиняє за собою зміни інших зображень того ж предмета.

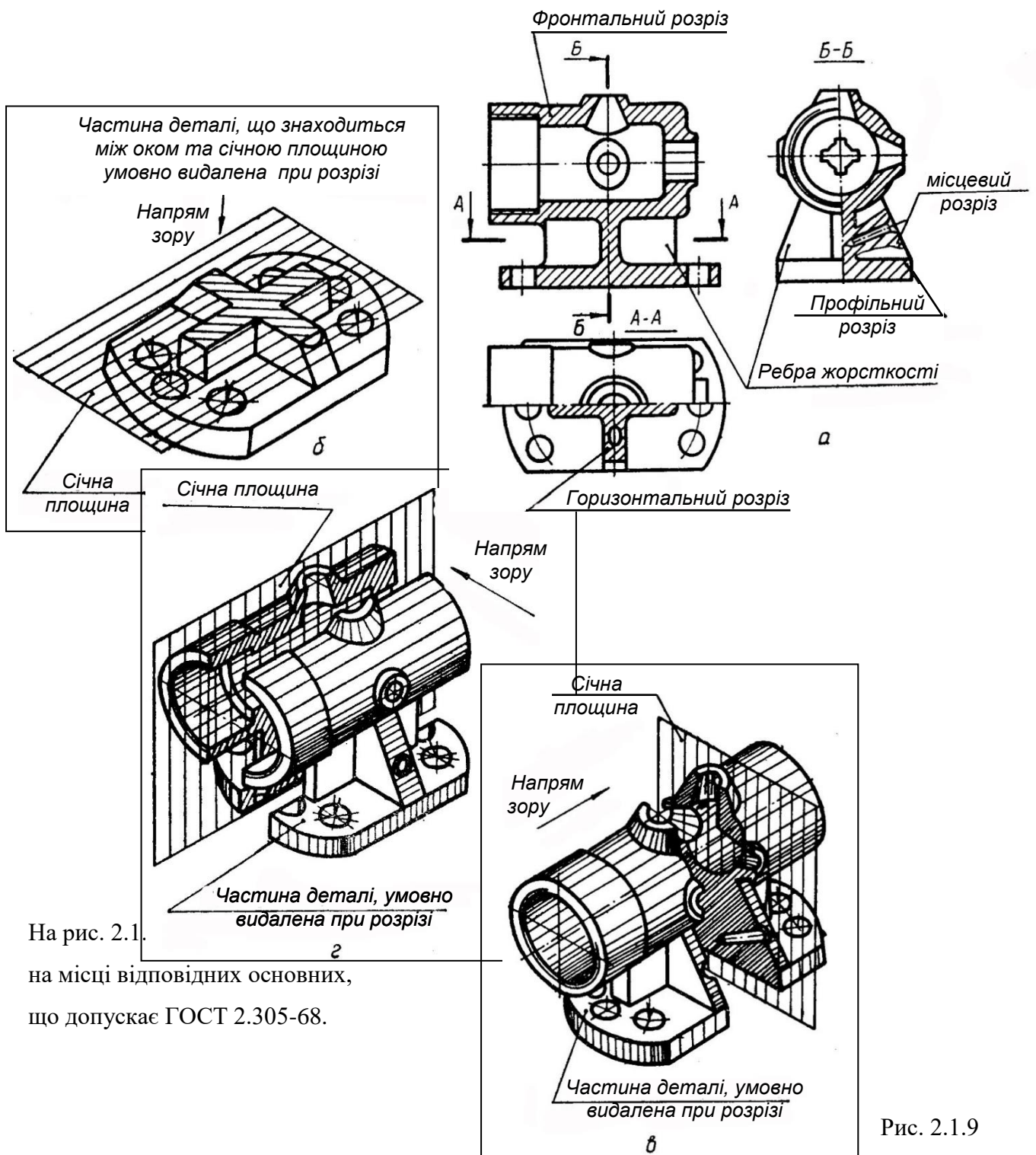
Розрізи називають поздовжніми, якщо січні площини спрямовані вздовж довжини або висоти предмета, та поперечними, якщо січні площини спрямовані перпендикулярно довжині або висоті предмета.

Залежно від числа січних площин розрізи ділять на **прості** (одна січна площина) та **складні** (дві і більше січних площин). Застосовують також місцеві розрізи.

### Прості розрізи

Розрізи, одержані в результаті застосування однієї січної площини, називають простими. Залежно від положення січної площини щодо горизонтальної площини проєкцій розрізи ділять на **горизонтальні** (січна площина паралельна горизонтальній площині проєкцій), **вертикальні** (січна площина перпендикулярна горизонтальній площині проєкцій) і **похилі** (січна площина складає з горизонтальною площиною проєкцій кут, відмінний від прямого кута).

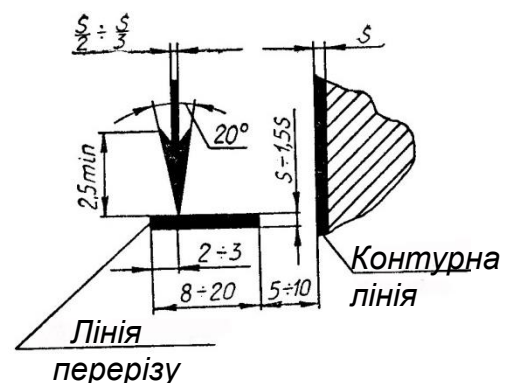
**Вертикальний розріз** називається **фронтальним**, якщо січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій, і **профільним**, якщо січна площина паралельна профільній площині проєкцій.



На рис. 2.1. на місці відповідних основних, що допускає ГОСТ 2.305-68.

Рис. 2.1.9

В загальному випадку положення січної площини вказують на кресленні лінією перерізу, для якої застосовують розізмкнену лінію. Біля стрілок із зовнішньої сторони кінців штрихів лінії перетину наносять прописну букву українського алфавіту, наприклад А. Незалежно від положення штрихів лінії перетину букви завжди наносять у відповідності з основним написом. Над розрізом виконують напис, який складається з відповідних букв,



що позначають положення січної площини, написаних через тире (наприклад: А-А, Б-Б, В-В...).

Якщо зображення розрізу або перерізу повернуто, після чи під буквеним написом ставиться значок  $\odot$  (рис. 2.1.10 б), для розгорнутих розрізів і перерізів –  $\ominus$  (рис. 2.1.16).

Якщо січна площина співпадає з площиною симетрії предмета в цілому, а відповідні зображення розташовані в безпосередньому проекційному зв'язку і не розділені якими-небудь зображеннями, то для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів положення січної площини не позначають, а сам розріз написом не супроводжують (рис. 2.1.9, фронтальний розріз).

### Похили розрізи.

На рис. 2.1.10 для виявлення внутрішніх форм елементів деталі застосований вертикальний розріз, одержаний за допомогою січної площини, непаралельної ні фронтальній, ні профільній площинам проєкцій. Такі розрізи розташовують або в проекційному зв'язку, відповідно до напрямку, вказаного стрілками на лінії перерізу, або в будь-якому місці кресленика (рис. 2.1.10, а), а також повертати до положення, відповідного прийнятому для даного предмета на головному зображенні (рис. 2.1.10 б).

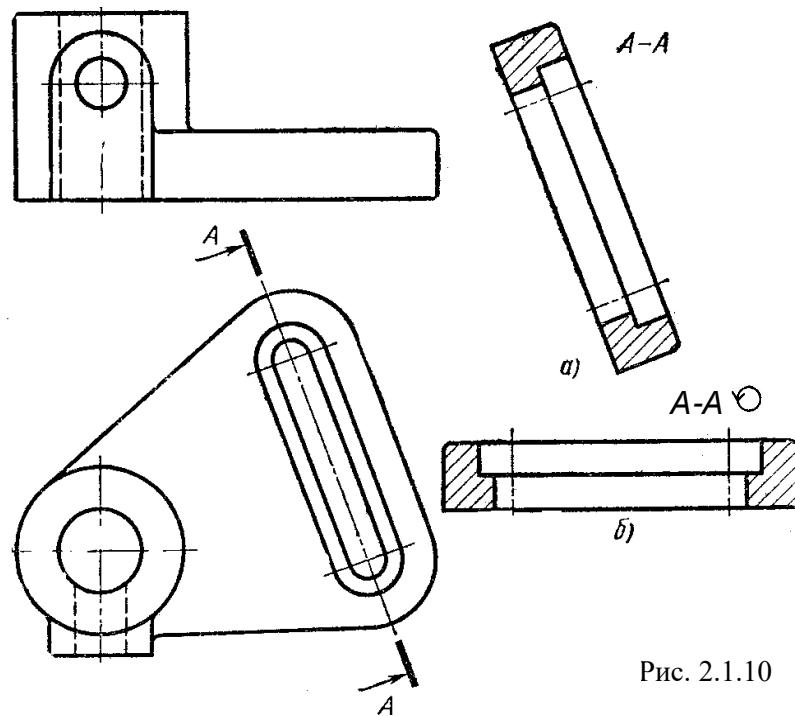


Рис. 2.1.10

### Складні розрізи

Складні розрізи одержують в результаті уявного розрізання деталі декількома січними площинами. Складні розрізи застосовують в тих випадках, коли прості розрізи не дозволяють достатньо просто пояснити форму предмета або його елементів.

**Ступінчаті розрізи.** Складний розріз називається *ступінчастим*, якщо січні площини, що його

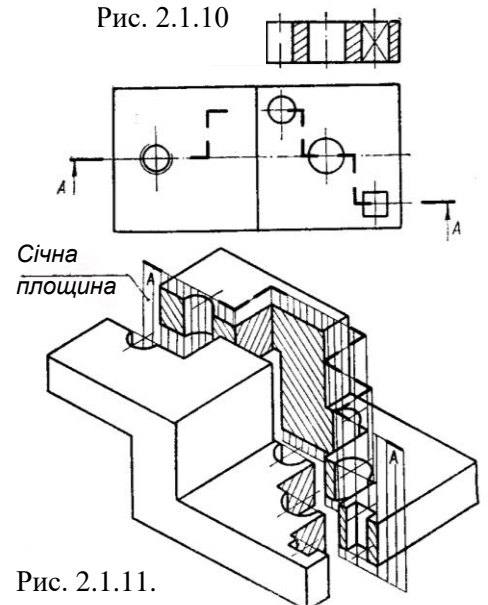


Рис. 2.1.11.

утворюють, паралельні між собою. Положення січних площин позначено на кресленні лінією перетину. На початковому і кінцевому штрихах ставлять стрілки, що вказують напрям погляду. Місця переходу від однієї січної площини до іншої позначають згинами лінії перетину. Згини лінії перетину виконують лініями тієї ж товщини, що і штрихи лінії перетину. Біля початкового і кінцевого штрихів лінії перетину наносять прописну букву (як при позначенні простих розрізів). Над зображенням розрізу виконують напис, який показує за допомогою яких січних площин одержаний цей розріз.

При виконанні ступінчатого розрізу всі паралельні січні площини в думках суміщають в одну, тому на розрізі згини лінії перетину не відображаються (тобто складний розріз оформляється як простий).

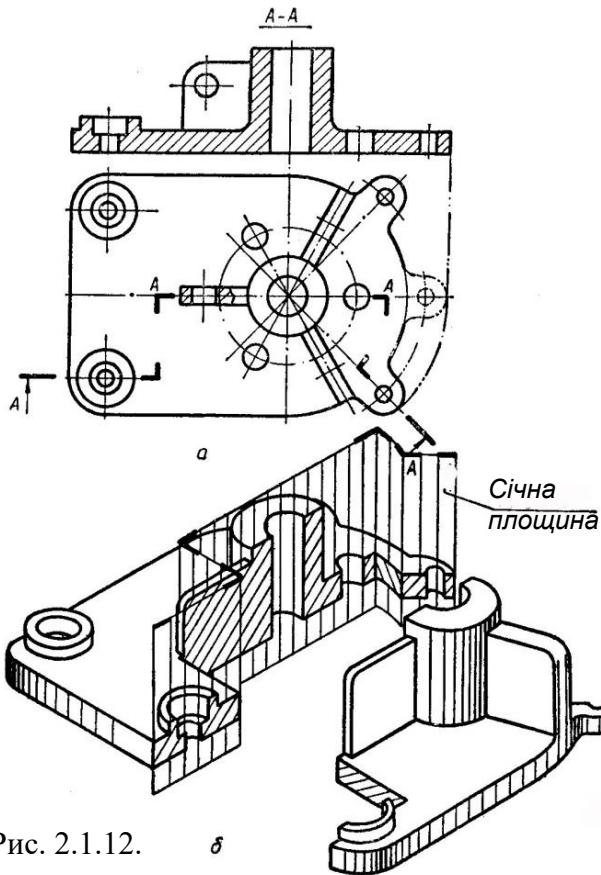


Рис. 2.1.12. б

Залежно від положення січних площин щодо горизонтальної площини проєкцій ступінчаті розрізи можуть бути горизонтальними, вертикальними (фронтальними і профільними) і похилими. На рис. 2.1.11 представлено фронтальний ступінчатий розріз, який розташований на місці головного виду. Такі розрізи допускається розташовувати на будь-якому місці поля креслення.

При складному розрізі, якщо в цьому є потреба, ту ж букву, що і на кінцях штрихів, ставлять в місцях згинів, з зовнішньої сторони кута (рис. 2.1.12).

**Ламані розрізи.** Ламані розрізи утворюють січні площини, що перетинаються між собою. При побудові ламаних розрізів зазвичай одну з січних площин вибирають паралельною одній з основних площин проєкцій, а другу - повертають до поєднання з першою. Коли суміщені площини паралельні площині проєкцій, то ламаний розріз допускається поміщати на місці відповідного виду.

Разом з січною площиною повертають розташований в ній розріз. На рис. 2.1.13 штрихпунктирною лінією показано положення деталі, одержане при умовному повороті перерізу разом з січною площиною. Розріз виконують відповідно до

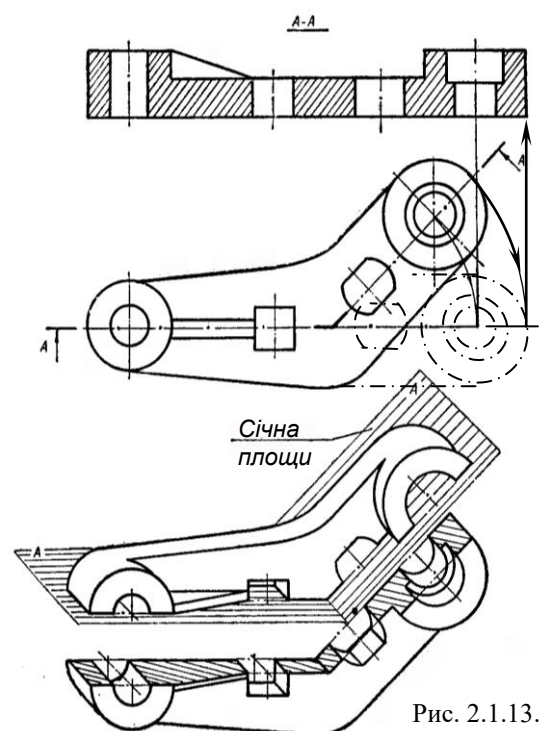


Рис. 2.1.13.



положення деталі, показаного штрих-пунктирною лінією (при виконанні ламаного розрізу, додаткові побудови штрих-пунктирною лінією не виконують). Напрямок повороту січної площини не повинен обов'язково співпадати з напрямком погляду, вказаного стрілкою на штрихах лінії перетину. Приклад ламаного розрізу (під кутом  $90^\circ$ ), напрямком повороту якого не співпадає з напрямком погляду (рис. 2.1.15).

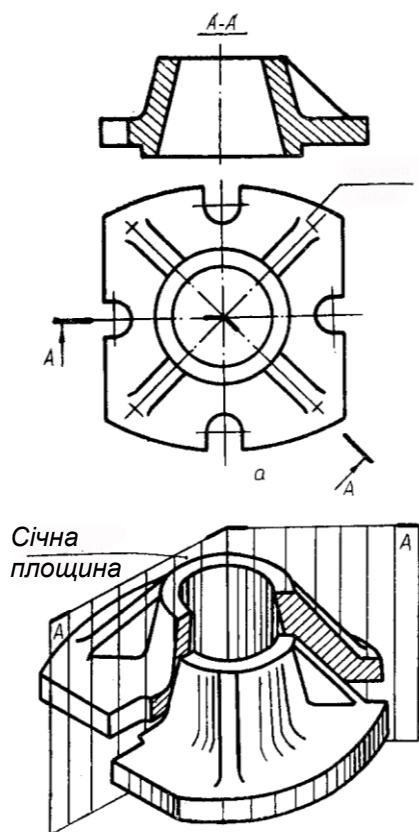


Рис.2.1.14.

Частини предмета, розташовані за січною площиною, зображають на розрізі так, як вони проектується на відповідну площину, до поєднання з якою проводиться поворот січної площини.

**Розгорнутий розріз.** Приклад зображення та позначення розгорнутого розрізу представлено на рис. 2.1.16.

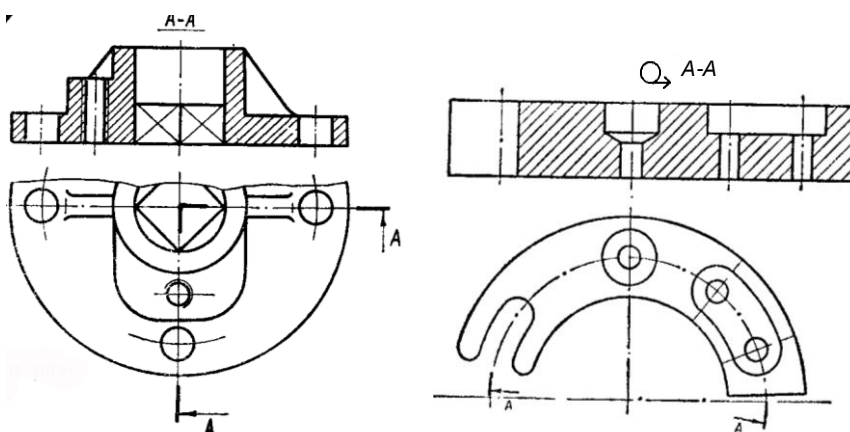


Рис.2.1.15.

Рис. 2.1.16.

**Похилий розріз.** У ряді випадків особливості конструкції тієї чи іншої деталі можуть бути виявлені зображенням похилого розрізу. Похилий розріз здійснюється січною площиною, нахиленою до горизонтальної площини проєкцій під кутом, відмінним від  $90^\circ$ . На рис. 2.1.17 конструктивні особливості деталі виявлено похилим розрізом А-А. Похилий розріз будують і розташовують на кресленні відповідно до напрямку, вказаного стрілками на лінії перетину (рис. 2.1.17, а).

Похилий розріз допускається розташовувати в будь-якому місці креслення (рис. 2.1.17, б).

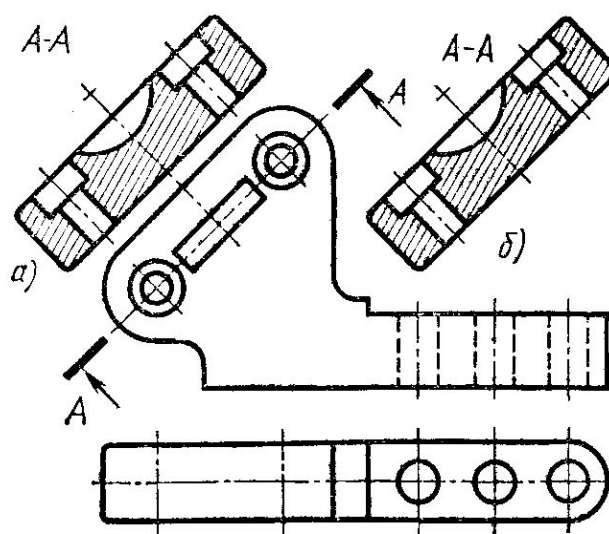


Рис.2.1.17.

**Місцеві розрізи** - розрізи, призначені для виявлення конструктивних особливостей предмета в окремому, обмеженому місці.

Місцевий розріз виділяють на виді суцільною хвилястою тонкою лінією, яка не повинна співпадати з якими-небудь іншими лініями зображення (рис. 2.1.18 2.1.19).

Якщо місцевий розріз виконують на частині предмета, що є тілом обертання (циліндричні елементи на рис. 2.1.25), то такий розріз можна відділити від виду штрих-пунктирною лінією, що є зображенням осі цієї частини предмета.

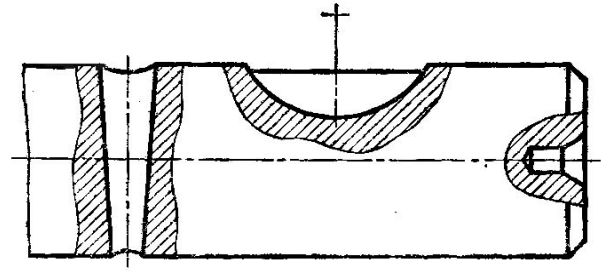


Рис.2.1.18.

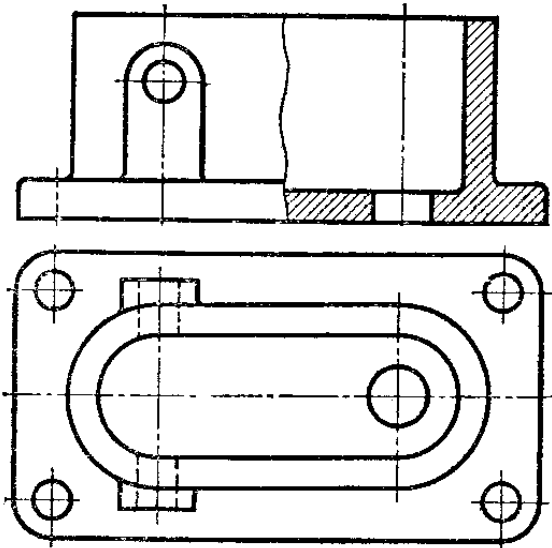


Рис.2.1.19.

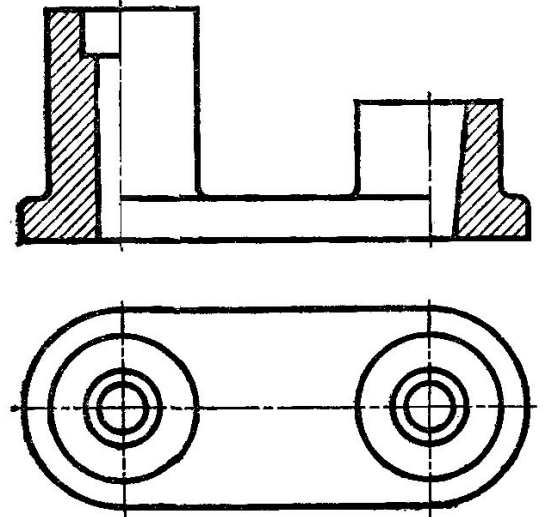


Рис.2.1.20.

## Перерізи

**Перерізом** називається зображення фігури, що виходить при уявному розрізі предмета однією або декількома площинами. На перерізі показують тільки те, що розташоване безпосередньо в січній площині.

На рис. 2.1.21 зображена деталь, що складається з циліндричних елементів, сполучених середньою частиною. Для пояснення форми середньої частини виконаний розріз (рис. 2.1.21,а). Зображення на розрізі частини деталі, розташованої за січною площиною, не дає додаткових відомостей про конструкцію деталі, тому з метою скорочення графічної роботи замість розрізу можна зобразити тільки переріз А - А (рис. 2.1.21, б).

За формою перерізи ділять на **симетричні** (рис. 2.1.22) і **несиметричні** (рис. 2.1.23), а за характером виконання на кресленні - на **накладені** (рис. 2.1.22, а і 2.1.23, а) і **винесені** (рис.

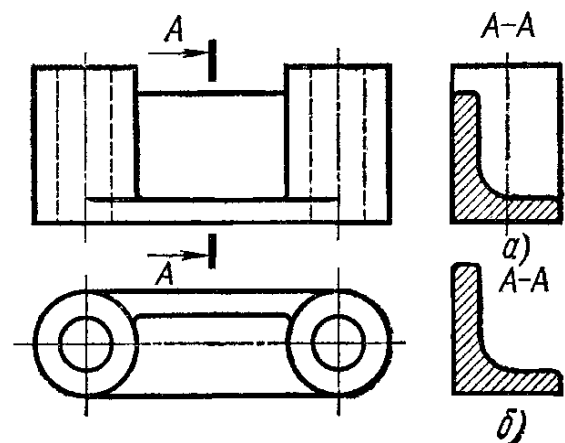


Рис. 2.1.21

2.1.22, в, г і 2.1.23, в). Перевагу слід віддавати винесеним перерізам. Винесені перерізи допускається розташовувати в розриві між частинами одного і того ж виду (рис. 2.1.22, б).

Контур винесеного перерізу зображають суцільними основними лініями, а контур накладеного перерізу - суцільними тонкими лініями, причому контур зображення в місці

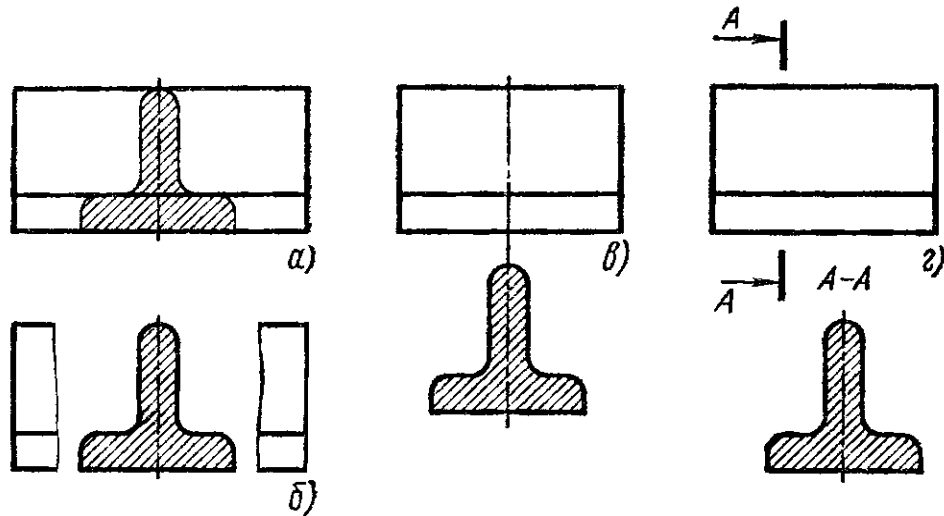


Рис. 2.1.22

розташування накладеного перерізу не переривають. В загальному випадку положення січної площини вказують на кресленні лінією перерізу, на якій наносять стрілки, вказуючи напрям погляду і позначають однаковими прописними літерами українського алфавіту, при цьому над перерізом виконують напис, що складається із тих же літер (рис. 2.1.21 б, 2.1.22 г і 2.1.23 в).

Для несиметричних перерізів, накладених (рис. 2.1.23 а) або розташованих в розриві (рис. 2.1.23, б), проводять лінію перерізу із стрілками, але буквами її не позначають. Вісь симетрії винесеного або накладеного симетричного перерізу вказують штрих-пунктирною тонкою лінією (рис. 2.1.22). Накладені симетричні перерізи зображають без нанесення лінії

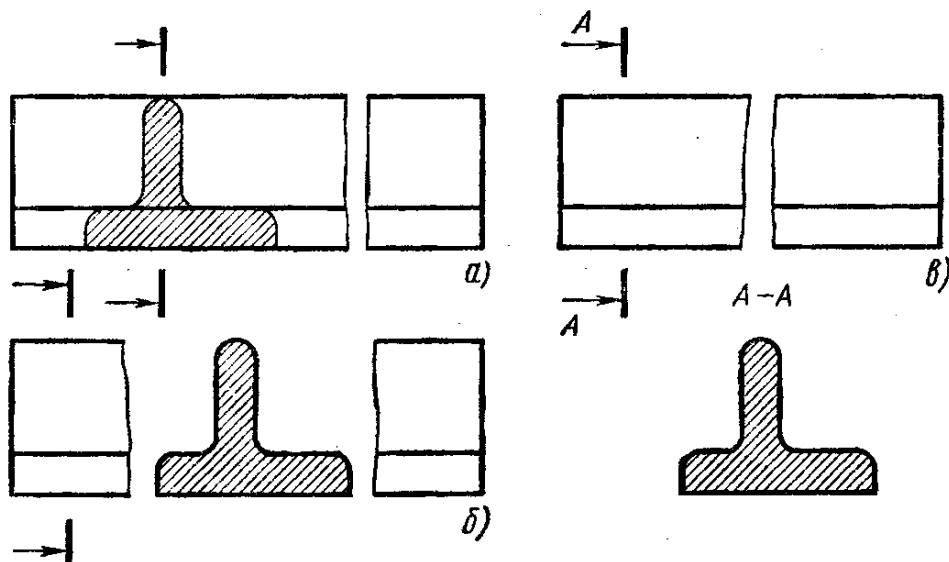


Рис. 2.1.23.

перерізу (рис. 2.1.22 а). Симетричний винесений переріз, розміщений в розриві (рис. 2.1.22 б), також показують без нанесення лінії перетину. Лінію перетину не проводять і в тому випадку, коли винесений симетричний переріз розташований в безпосередній близькості від зображення, а вісь симетрії перетинає контури зображення (рис. 2.1.22 в).

Як правило, за побудовою і розташуванням на кресленні переріз повинен відповідати напряму погляду, вказаному стрілками на штрихах лінії перерізу (рис. 2.1.24 А-А). Допускається розташовувати переріз в будь-якому місці поля креслення, а також з поворотом, додаючи в написі над ним слово "повернуто" (рис. 2.1.24 Б-Б).

Для декількох однакових перерізів, що відносяться до одного предмета, лінії перерізу позначають однією буквою і викреслюють один переріз (рис. 2.1.24). Якщо при цьому січні площини розташовані під різними кутами, то знак "☉" не наносять (рис. 2.1.24 В-В).

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або заглиблення, то контур отвору або заглиблення в перерізі показують повністю (два ліві перерізи на рис. 2.1.25). Якщо січна площина проходить через наскрізний некруглий отвір і переріз виходить тим, що складається з окремих самостійних частин, то замість перерізу слід

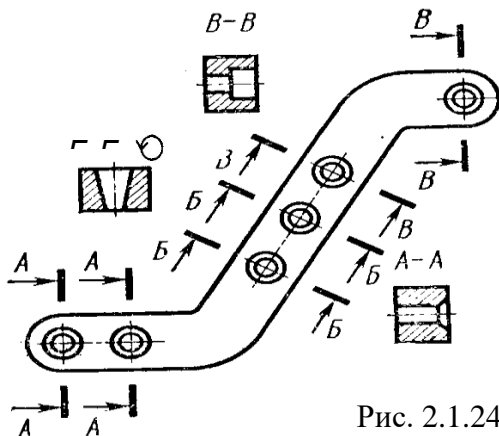


Рис. 2.1.24 .

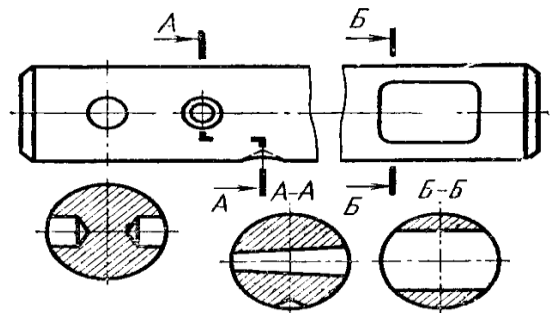


Рис. 2.1.25.

виконувати розріз (рис. 2.1.25, Б-Б). Переріз можна виконувати декількома січними площинами (рис. 2.1.25, А-А).

#### Деякі умовності при виконанні розрізів.

При оформленні розрізів, необхідно враховувати вимоги ДЕСТ 2. 305-68, СТ СЕИ 362-76, СТ СЕВ 363-76.

1. Якщо зображення (вид, розріз або перетин) є симетричною фігурою, допускається викреслювати половину зображення (рис. 2.1.26, вид зверху) або трохи більш половини з лінією обриву (рис. 2.1.26, вид зліва).

2. Такі елементи, як спиці, тонкі стінки, ребра жорсткості і т.п., не заштриховують, якщо січна площина спрямована уздовж осі або довгої сторони цього елемента (рис. 2.1.27). Якщо в подібних елементах є отвір або заглиблення, роблять місцевий розріз (вухко на рис. 2.1.27).

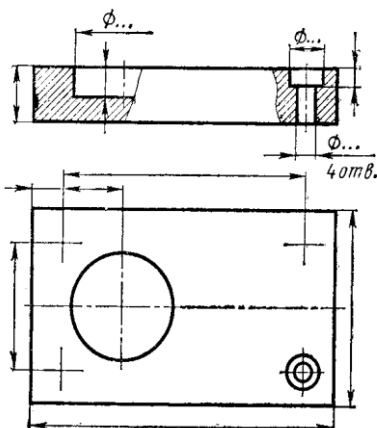


Рис.2.1.2

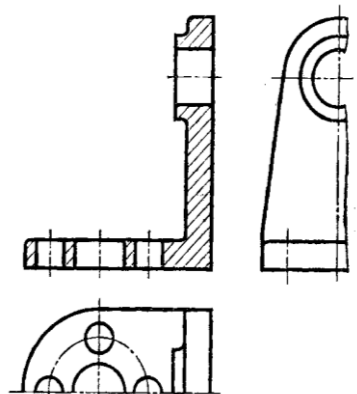


Рис. 2.1.26.

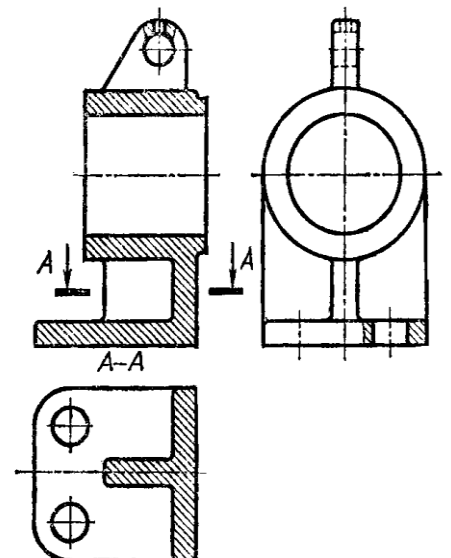


Рис. 2.1.27.

Якщо предмет має декілька однакових елементів (наприклад, чотири отвори на рис. 2.1.28), розташування яких зрозуміле з креслення, то на зображенні допускається показувати один-два таких елементи.

3. Плавний перехід від однієї поверхні до іншої (за рахунок спеціально передбачених заокруглень) показують умовно уявною лінією переходу, суцільною тонкою лінією (рис. 2.1.29 а). Уявні лінії переходу можна зовсім не показувати на зображеннях, якщо при цьому не порушується уявлення про форму предмету (рис. 2.1.29 б). Умовні та спрощені лінії перерізу (переходу) повинні за своєю формою наближатися до ліній, які виходять при точній їх побудові.

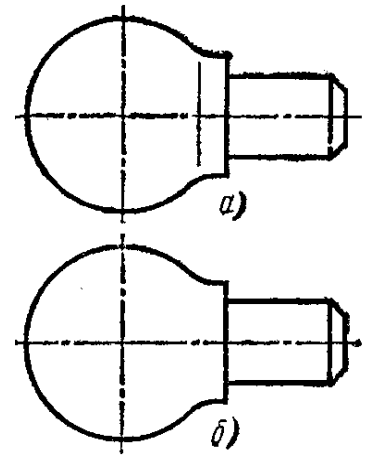


Рис.2.1.29

4. Якщо не вимагається точної побудови ліній перетину поверхонь, то на видах і розрізах ці лінії допускається зображати спрощено. Наприклад, замість лекальних кривих проводять дуги кола і прямі лінії (рис. 2.1.30).

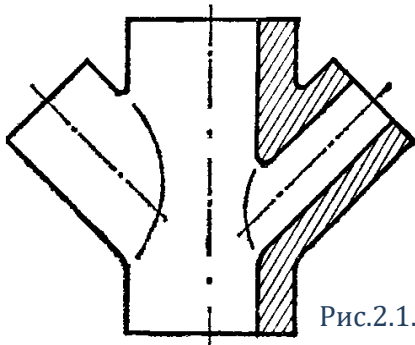


Рис.2.1.30.

5. У тих випадках, коли нахил або конусність не виразні, проводять тільки одну лінію (вид зверху на рис. 2.1.31 а), відповідну меншому розміру елемента з нахилом або меншій основі конуса. Якщо в наведеному прикладі є заокруглення, то проводять суцільні тонкі лінії відповідно до рис. 2.1.31 б.

Наведені на рис.

2.1.31 геометричні побудови на кресленнях не виконуються.

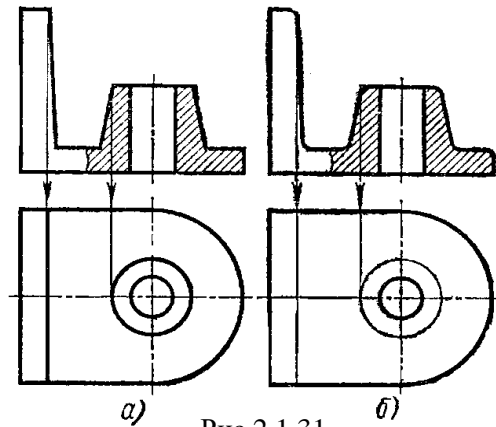


Рис.2.1.31.

6. Пластини, а також елементи деталей (отвори, фаски, пази, заглиблення і т.п.) розміром (або різницею в розмірах) на кресленні 2 мм і менше зображають з відступом від масштабу, прийнятого для всього зображення, у бік збільшення. Незначну конусність або нахил допускається для наочності зображати збільшеними.

7. Коли для двох розрізів використовують одну і ту ж січну площину (рис. 2.1.32), то стрілки, що вказують напрям погляду,

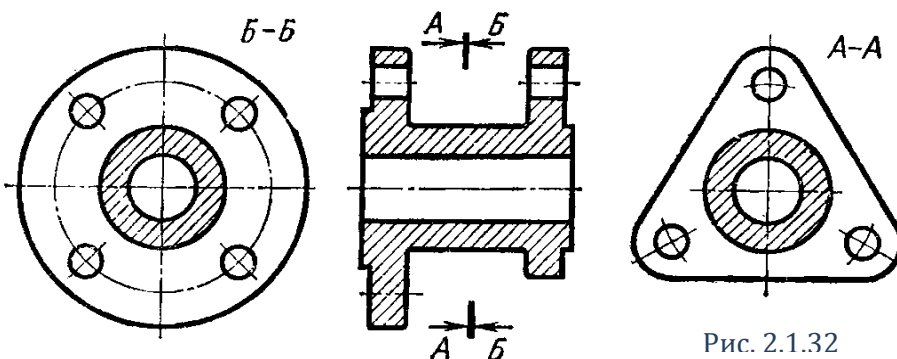


Рис. 2.1.32

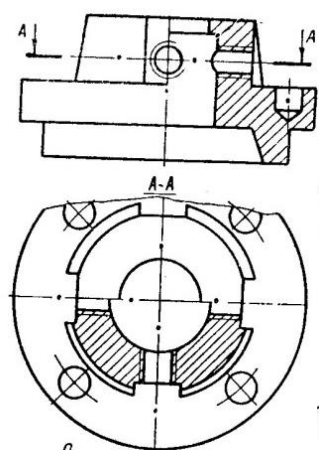


Рис.2.1.33

наносять на одній лінії.

8. Якщо частини виду і розрізу суміщені, і є симетричними фігурами, то їх відділяють один від одного віссю симетрії зображень (рис. 2.1.33). Частину зображення, що є розрізом, звичайно зображають справа (рис. 2.1.33, фронтальний розріз) або знизу (рис. 2.1.33, горизонтальний розріз) відносно осі симетрії, що розділяє зображення.

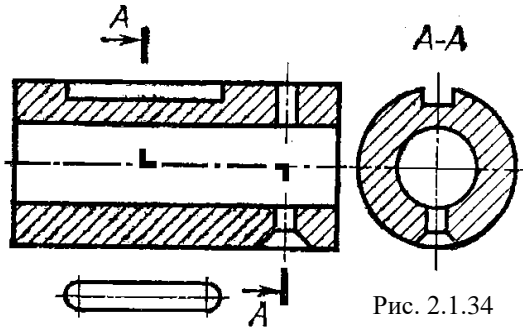


Рис. 2.1.34

9. Якщо січна площина співпадає з віссю симетрії деталі, то положення січної площини на розрізі не позначають (рис. 2.1.33, фронтальний розріз).

10. При зображенні пазів шпонок, а також отворів допускаються спрощення, подібні

приведеним на рис. 2.1.34; лінії перерізу не будують, контур паза показують як місцевий вид (без лінії обриву).

11. Суміщати розріз і вид можна, якщо симетричний не весь предмет, а лише його частина, яка є тілом обертання (рис. 2.1.35).

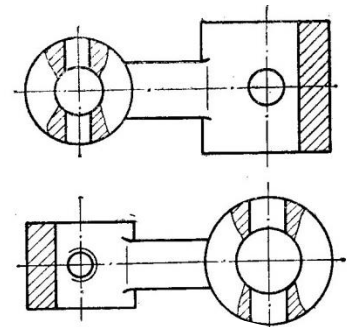


Рис.2.1.35.

12. Частину виду і частину відповідного розрізу допускається суміщати на одному зображенні, розділяючи їх суцільною хвилястою лінією (рис.2.1.35, 2.1.36, 2.1.37).

13. Якщо з віссю симетрії зображення співпадає яка-небудь лінія, наприклад, проекція ребра (на виді – рис. 2.1.36; в розрізі – рис. 2.1.37), то вид від розрізу відділяють суцільною хвилястою лінією, що проводиться лівіше або правіше за вісь симетрії.

14. На частинах виду і розрізу, що сполучаються, звичайно не проводять штрихові лінії, відповідні невидимим контурам.

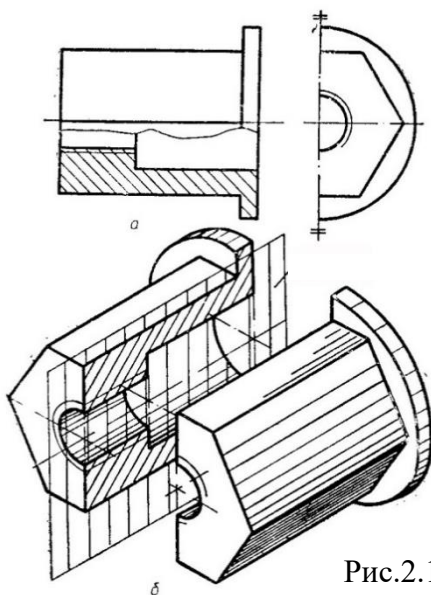


Рис.2.1.36.

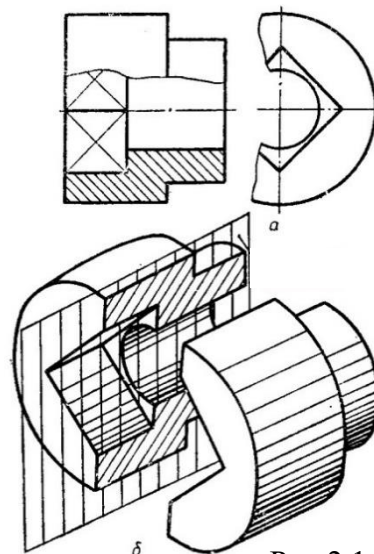


Рис.2.1.37

15. В разі необхідності виділення на кресленні плоских поверхонь предмета на їх зображеннях проводять діагоналі суцільними тонкими лініями (рис. 2.1.37).

16. Частини деталей, які є суцільними об'ємами, слід показувати нерозрізаними. В цьому випадку межею між розрізом і видом є хвиляста лінія розриву (рис. 2.1.38).

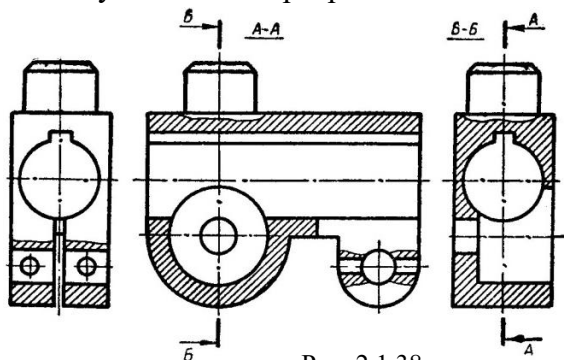


Рис. 2.1.38.

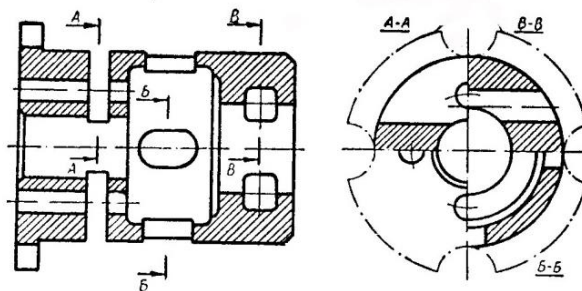


Рис.2.1.39.

17. Допускається об'єднувати чверть виду з четвертями трьох розрізів чи половини одного розрізу і четвертинами других, при умові, що кожне з цих зображень симетрично (рис. 2.1. 39).

### Виносні елементи

Виносний елемент є окремим зображенням якої-небудь частини предмета, що потребує додаткових пояснень (форми, розмірів і ін.). На рис. 2.1.40 представлені приклади виконання виносних елементів (канавок для виходу шліфувального круга і проточок для виходу різьбонарізного інструменту).

Виносні елементи зазвичай виконують із збільшенням. При зображенні виносного елемента відповідне місце на основному виді позначають суцільною тонкою лінією (у виді кола) і позначають римською цифрою (відповідно порядковому номеру виносного елемента) на полиці лінії-виноски. Над виносним елементом виконують напис, що складається з відповідної римської цифри та масштабу, в якому виконаний виносний елемент (якщо масштаб відрізняється від масштабу, вказаного в основному написі).

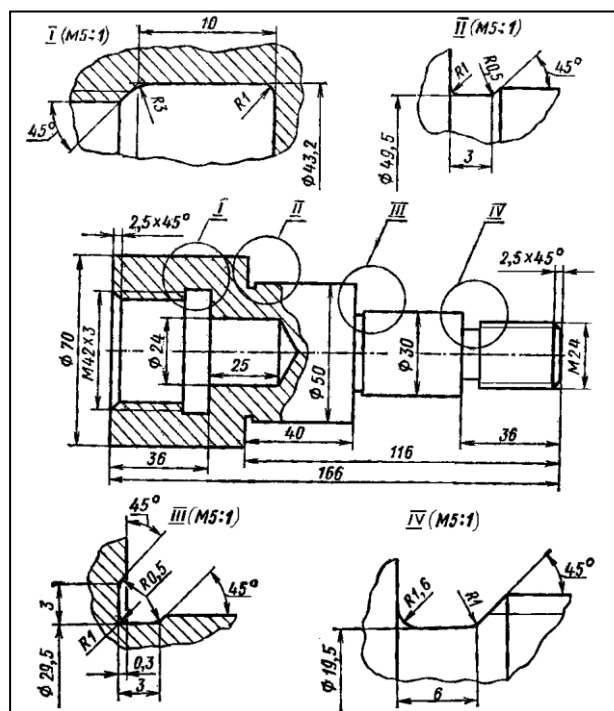


Рис.2.1.40.

Виносний елемент може містити подробиці, не вказані у відповідному зображенні, а також відрізнятися за змістом (наприклад, зображення може бути видом, а виносний елемент - розрізом і навпаки). Виносний елемент розташовують, по можливості, ближче до відповідного місця на зображенні предмета.

## Питання для самоперевірки:

1. Який спосіб проектування використовують в кресленні?
2. Що називається видом і як класифікують види?
3. Назвіть основні види.
4. Як розміщені основні види на кресленнях?
5. В яких випадках і як позначають основні види?
6. Які види називають додатковими та місцевими?
7. Що називають розрізами та для чого їх виконують на кресленнях?
8. В чому різниця між розрізом та перерізом?
9. Як класифікують розрізи?
10. В яких випадках додатково позначають прості розрізи?
11. Які розрізи називають ступінчатими, ламаними?
12. В яких випадках виконують місцеві розрізи?
13. В яких випадках використовують виносні елементи?
14. Коли вид суміщається з розрізом?

## 2. 2 «Машинобудівне креслення. Різьба та різьбові з'єднання»

### Різьби. Види різьби та зображення її на рисунках.

В усіх галузях промисловості найбільш поширеними є різьбові з'єднання. Розглянемо основні стандартні терміни та визначення приведені в ДЕСТ 11708-82.

Різьба – це поверхня утворена при гвинтовому русі плоского контуру (за годинниковою або проти годинникової стрілки) по бічній поверхні (внутрішній або зовнішній) прямого кругового циліндру або прямого кругового конуса.

### Класифікація різьби

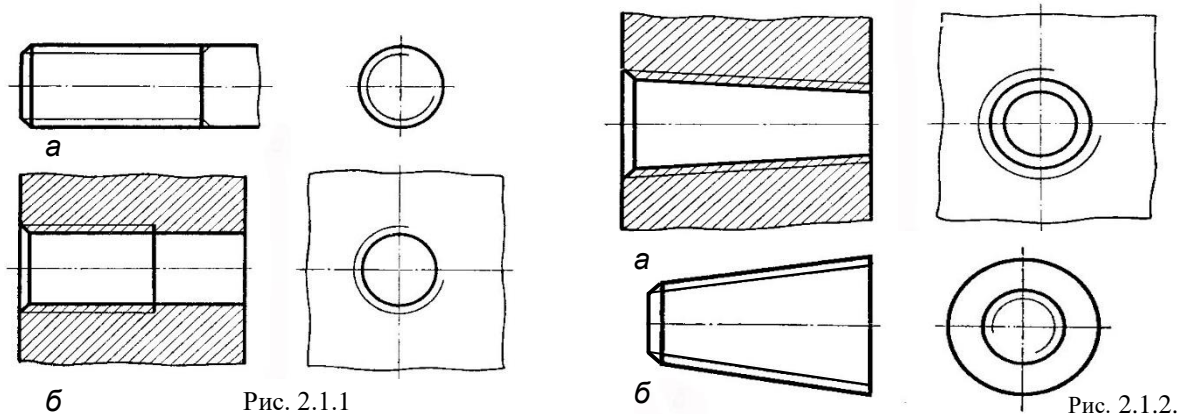
Таблиця 2.2.1

|                           |   |   |  |        |        |
|---------------------------|---|---|--|--------|--------|
| За формою поверхні        | Циліндричні – нарізуються на внутрішній або зовнішній поверхні циліндра.  |   | Конічні – нарізуються на внутрішній або зовнішній поверхні конуса.   |        |        |
| За характером поверхні    | Зовнішня – утворена на зовнішній круглій поверхні циліндру або конуса   |   | Внутрішня – утворена на внутрішній бічній поверхні отворі циліндру або конуса (в отворі)   |        |        |
| За профілем різьби        | Трикутні  | Трапецевидні  | Прямокутні   | Круглі | Упорні |
| За напрямом різьби        | Права – різьба, утворена контуром, що обертається за рухом годинниковою стрілкою і переміщується по осі у напрямі від спостерігача. |   | Ліва (ЛН) – різьба, утворена контуром, що обертається проти руху годинниковою стрілкою і переміщується по осі у напрямі від спостерігача.  |        |        |
| За числом гвинтових ниток | Однозаходні – утворені одним виступом різьби (однією гвинтовою ниткою)  |   | Багатозаходні – утворені двома або більше виступами з рівномірно розміщеними заходами (кількома гвинтовими нитками)  |        |        |
| За основним призначенням  | Кріпильні – використовують для роз'ємних нерухомих з'єднань (доли, гвинти, гайки, шпильки)  | Кріпильно-ущільнюючі – використовують як для з'єднання деталей так і для створення герметичності (трубні з'єднання) | Ходові (різьби для передач руху) – використовують для рухомого з'єднання деталей (черв'ячна передача, гвинти вантажопідйомні механізми, ходові гвинти металорізальних верстатів) . |        |        |



### Зображення та позначення різьби на рисунках (ДЕСТ 2.311-68).

Умовне позначення циліндричної зовнішньої різьби показано на рис. 2.2.1,а внутрішньої циліндричної – рис. 2.2.1б, зовнішньої конічної – рис.2.2.2а, внутрішньої конічної – рис.2.2.2б.



**Різьба трапецеїдальна** має профіль правильної рівнобічної трапеції з кутом  $\alpha=30^\circ$ .

Оскільки трапецеїдальна різьба належить до ходових різьб, що застосовуються для передачі руху, вона може бути одно- і багатозаходовою. Приклади зображення і позначення трапецеїдальної різьби показані на рисунку 2.23.

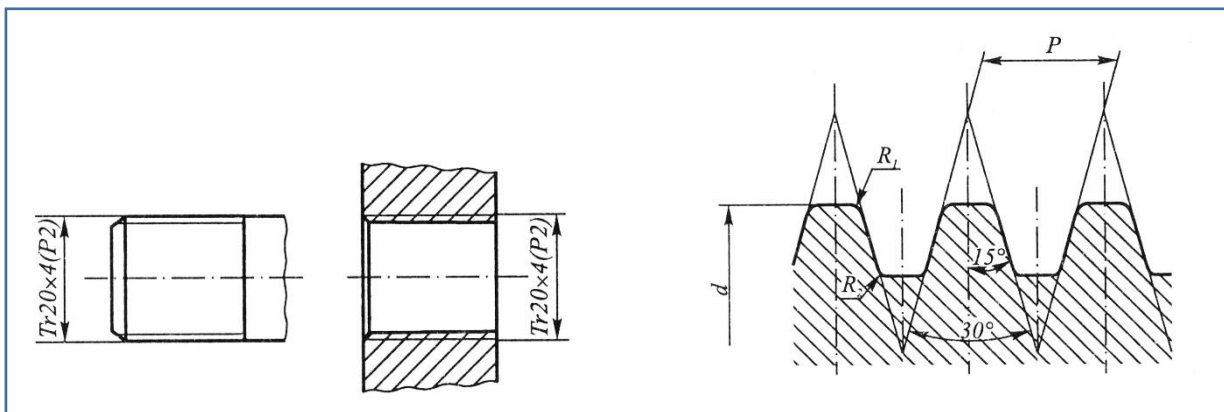


Рис.2.2.3.

Для багатозаходової різьби в структуру позначення входить значення ходу і кроку. Наприклад, трапецеїдальна двозаходова різьба з номінальним діаметром 24 мм, ходом 4 мм і кроком 2 мм позначається так:  $Tz24 \times 4(P2)$ . Профіль трапецеїдальної різьби встановлює ГОСТ 9484-81, діаметри і кроки однозаходової трапецеїдальної різьби - ГОСТ 24737-81, основні розміри - ГОСТ 24737-81, допуски - ГОСТ 9562-81. Основні розміри, ходи і допуски багатозаходової трапецеїдальної різьби встановлює ГОСТ 24739-81.

**Різьба упорна** регламентована ГОСТ 10177-82 і має профіль нерівнобічної трапеції.

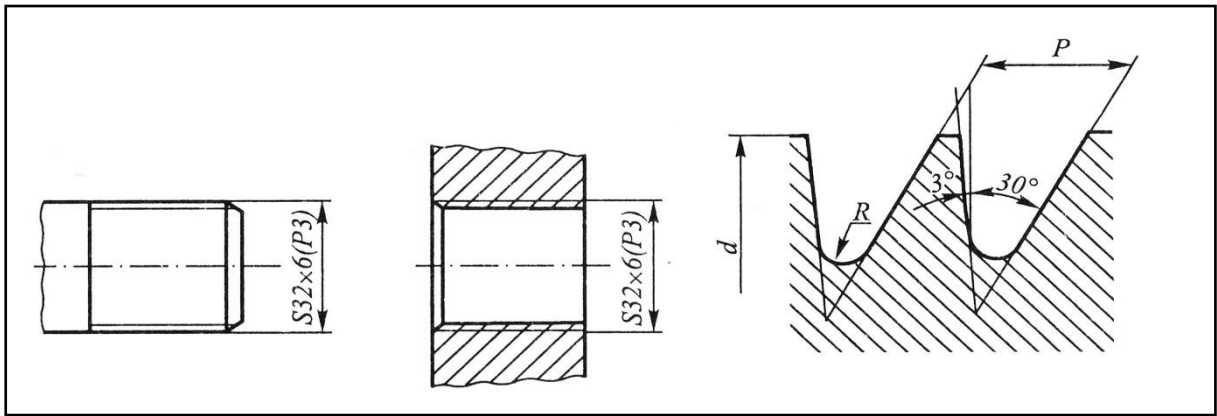


Рис.2.2.4.

Стандартизований ряд номінальних діаметрів починається з 10 мм і такий же, як у трапецеїдальної різьби. Приклад зображення і позначення упорної багатозаходової різьби показаний на. Якщо різьба однозаходова, структура позначення спрощується. Наприклад, упорна однозаходова різьба з номінальним діаметром 32 мм і кроком 3 мм позначається **S 32x3**.

**Різьба прямокутна** (квадратна) має прямокутний профіль. Прямокутні різьби нестандартизовані, позначень не мають, і тому всі параметри різьби повинні бути задані на кресленні; як правило, це виконують за допомогою виносного елемента. Зображення прямокутної різьби показано на рис.2.2.5.

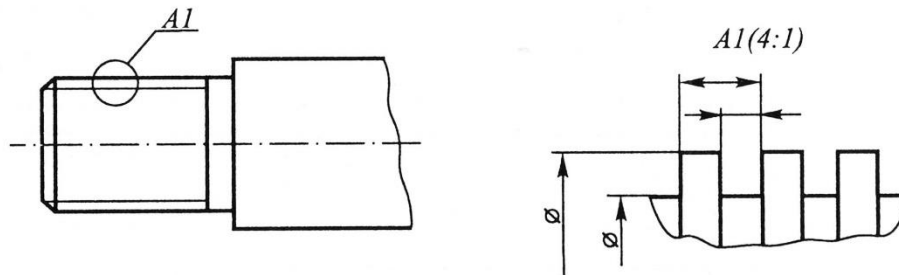


рис.2.2.5.

**Різьби метричні** мають профіль рівностороннього трикутника з кутом  $\alpha=60^\circ$ .

Щоб позначити метричну різьбу треба знати її номінальний діаметр і крок.

Номінальний діаметр слід уточнити, звіривши його зі стандартизованим рядом. Значення кроку входить у позначення різьби тільки у тому випадку, якщо цей крок дрібний для обраного номінального діаметра. Приклад позначення метричної різьби з великим і дрібним кроками показано на рис.2.2.6.

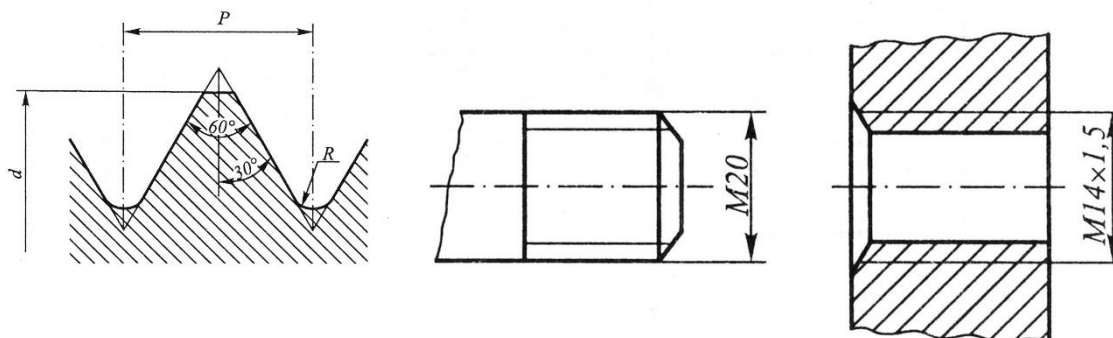


Рис.2.2.6.

## Різьбові з'єднання

З'єднання широко застосовуються у машинобудуванні для складання механізмів та машин завдяки таким якостям, як універсальність, висока надійність, здатність витримувати високі навантаження, порівняно малі розміри, простоту виготовлення та ін.

### Класифікація з'єднань деталей



### Рухомі та нерухомі з'єднання деталей.

Нерухомі – з'єднання, в яких деталі не можуть рухатись одна відносно одної.

Рухомі – використовуються для передачі крутного моменту а механізмах (шпонкові та шліцьові з'єднання).

### Рознімні з'єднання.

З'єднання, в процесі яких складання та розбирання різьбових деталей здійснюється без їх пошкодження називають роз'ємними.

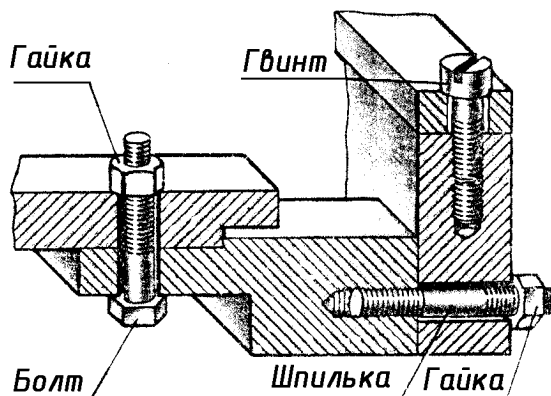
#### 1.1.6 Класифікація рознімних з'єднань .



При складанні машин та механізмів окремі їх деталі здебільшого з'єднують між собою за допомогою різьбових кріпильних виробів: болтів, шпильок, гвинтів.

Різьбові з'єднання можна поділити на два типи:

1. З'єднання, які здійснюються без застосування спеціальних з'єднуючих частин;
2. З'єднання, які здійснюються за допомогою з'єднувальних деталей: болтів, гвинтів, шпильок і ін.



Основним елементом всіх різьбових з'єднань є різьба.

На рисунку показано з'єднання деталей болтом, гвинтом та шпилькою. Кресленники роз'ємних з'єднань виконують з застосуванням рекомендованих стандартів на спрощення та умовності.

Рис.2.2.7.

### Трубні з'єднання.

У трубопровідних системах з'єднання здійснюють з використанням труб та спеціальних деталей – фітингів.

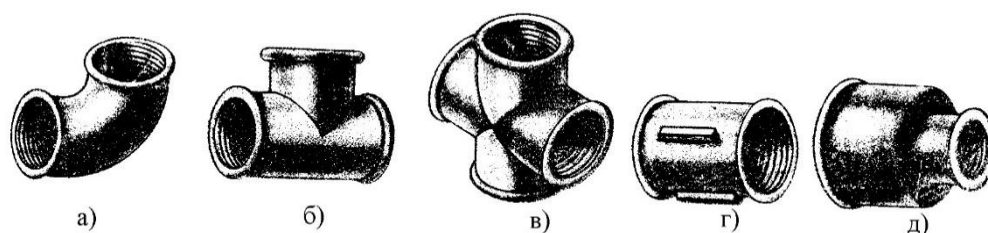


Рис.2.2.8.

Різбові з'єднання широко застосовуються в машинобудуванні завдяки таким якостям, як універсальність, висока надійність, здатність витримувати високі навантаження, порівняно малі розміри, простоту виготовлення та ін.

### Стандартні кріпильні вироби.

#### Болт

Болт – циліндричний стержень, на одному кінці якого знаходиться головка, а на другому - різьба для нагвинчування

Болти розрізняються за формою та розмірами головки, формою стержня, точністю виготовлення і т. ін. Найбільш широко застосовують болти з шестигранною головкою підвищеної, нормальної або грубої точності (класів точності А, В, С); з нормальною або зменшеною головкою; з великим або малим кроком різьби, які виготовляють в одному або декількох виконаннях.

На рис. 2.2.9 дано зображення болта з шестигранною головкою за ГОСТ 7798-70.

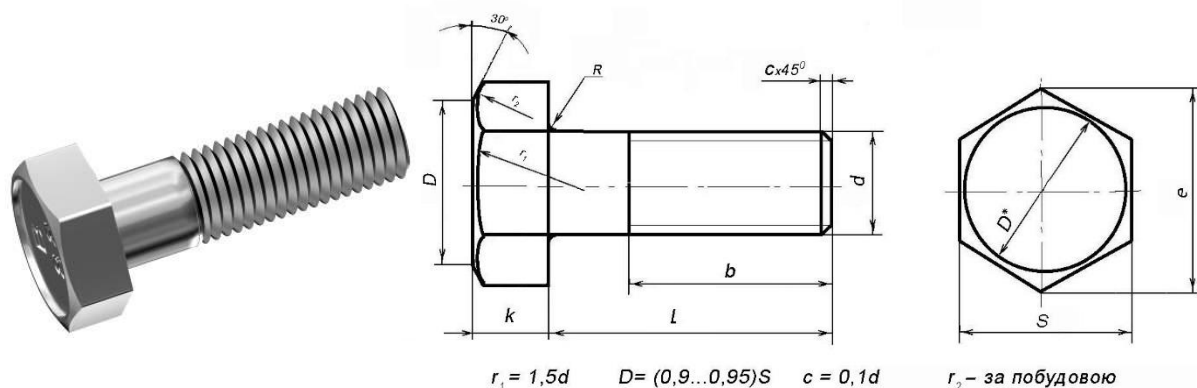


Рис 2.2.9.

#### Шпилька.



Шпилька являє собою кріпильну деталь у вигляді циліндричного стержня з різьбою на обох кінцях.

Шпильки виготовляють по ГОСТ 22032-76 ... ГОСТ 22043-76 класом точності А і В, діаметром різьби 2...48 мм та довжиною 10...300 мм.

де:  $l$  – довжина шпильки без вгвинчуваного кінця називається номінальною.  $b$  – довжина гаєчного кінця (без збігу).  $b1$  – довжина різьби, включаючи збіг, вгвинчуваного кінця шпильки.

Шпильки служать для скріплення деталей роз'ємних з'єднань. Кінець шпильки, вгвинчований в одну із деталей, що з'єднуються, називається посадочним. На другий, на який встановлюється друга деталь, нагвинчується гайка.

Довжиною шпильки вважають величину  $l$ , на яку насаджується з'єднувана деталь і нагвинчується гайка. Розмір шпильки в залежності від номінального діаметра різьби і довжини посадочного кінця регламентується ГОСТ 22032-76 ... ГОСТ 22043-76.

Шпильки виготовляють двох типів:



Рис.2.2.10.

виконання 1 - з однаковими номінальними діаметрами різьби і гладкої частини стержня, виконання 2 - з номінальними діаметрами різьби, більшими від номінального діаметра гладкої частини стержня. Довжина  $b1$  вгвинчуваного кінця шпильки залежить від матеріалу деталі, в яку вгвинчується шпилька. Для деталей із сталі, бронзи, латуні шпильки виконуються за ГОСТ 22032-76  $b1 = d$  - діаметру різьби шпильки.

Для деталей із ковкого і сірого чавуну шпильки виготовляються за ГОСТ 22034-76,  $b1 = 1.25d$ . Для деталей з легких сплавів шпильки виконуються за ГОСТ 22038-76,  $b1 = 2d$ .

### Гайка.

Гайкою називається деталь, яка має отвір з різьбою для нагвинчування на болт або шпильку.

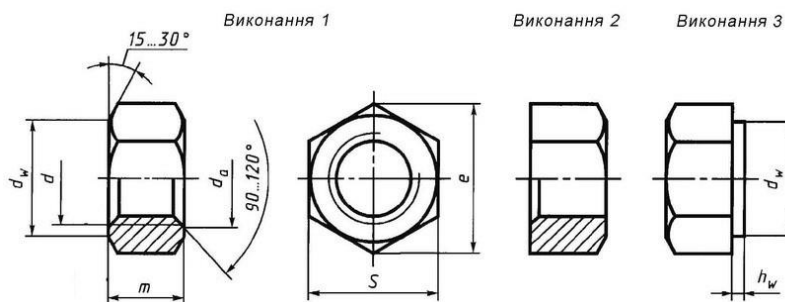


Рис.2.2.11.

Гайки розрізняються за формою, характером виконання, точністю виготовлення і кроком різьби.

Найчастіше застосовуються шестигранні гайки нормальної точності (ГОСТ 5915-70). Існують гайки шестигранні, шестигранні прорізні, коробчаті, крильчаті, круглі, гайки-барашки, ковпачкові і інші.

Гайки виготовляють з високою, нормальною і грубою точністю з позначенням класів точності.

Гайки виконуються з двома конічними фасками, однією фаскою, з однією фаскою і виступом з одного кінця.

### Шайба.

Шайби – сталеві диски незначної товщини, які підкладають під гайки або головки болтів для охорони матеріалу від задирав та для збільшення опорної поверхні.

Розрізняють шайби круглі, стопорні, пружинні і ін.

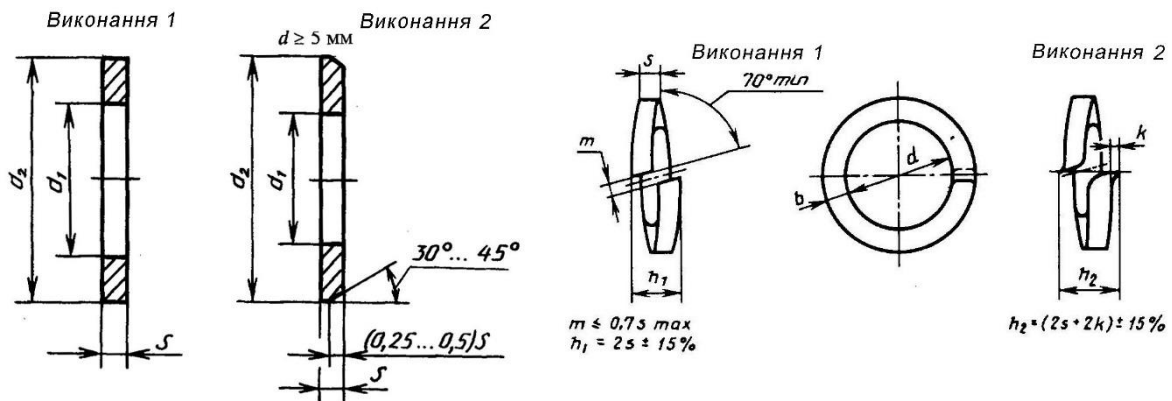


Рис.2.2.12.

## Гвинти

Кріпильні **гвинти** служать для роз'ємного з'єднання деталей і являють собою циліндричний стержень з різьбою для вгвинчування в одну із з'єднуваних деталей.

За призначенням гвинти поділяються на кріпильні (рис.2.2.13) та установочні (рис. 2.2.14).

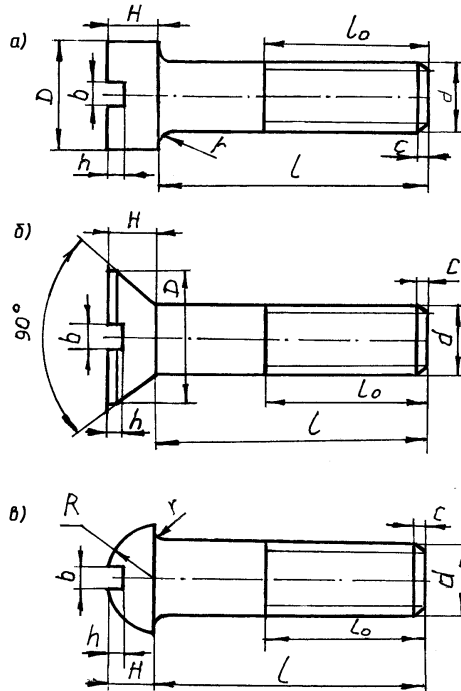


Рис. 2.2.13

В будь-яких типах установочних гвинтів головки відсутні, а стержень нарізаний повністю і має натискний кінець різної форми (рис. 2.2.15, рис. 2.2.16). Кінець стержня входить у відповідне заглиблення деталі.

Перед установкою гвинта у виробках просвердлюють отвір з урахуванням величини його кінця.

Приклади позначення гвинтів:

**Гвинт А М8-6q x 50.48 ГОСТ 1491-80;**

Вони виготовляються зі шліцом ( $b \times h$ ) під викрутку:

- з циліндричною головкою, ГОСТ 1491-80 (рис. 2.2.13,а),

- напівпотаємною головкою, ГОСТ 17475-80 (рис. 2.2.13, б),

- напівкруглою головкою, ГОСТ 17473-80 (рис. 2.2.13,в).

**Установочні гвинти** застосовуються коли при збиранні машини одну деталь потрібно зафіксувати відносно другої (рис. 2.2.14).

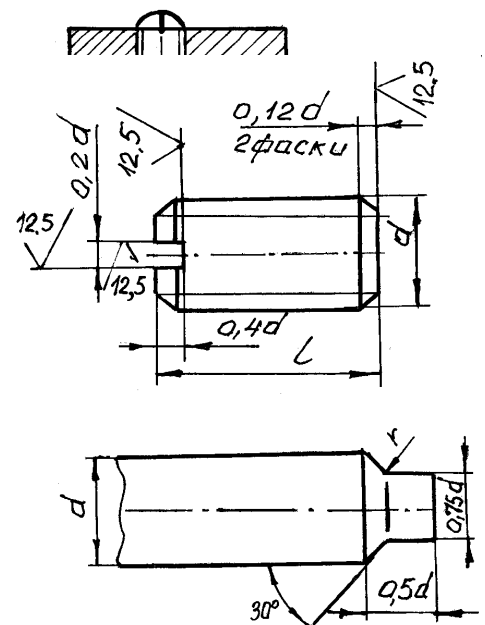


Рис. 2.2.16

Гвинт В2М8 х 1-8q х 50.48.016 ГОСТ 17475-80; (А, В-класи, 2-виконання.)

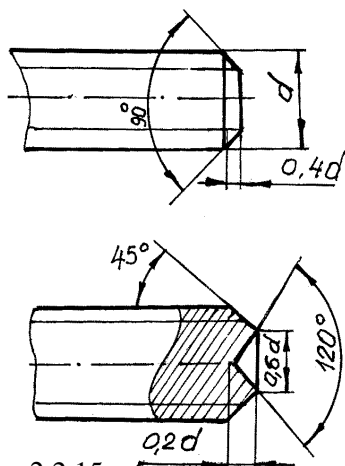


Рис. 2.2.15

## Різьбові з'єднання деталей

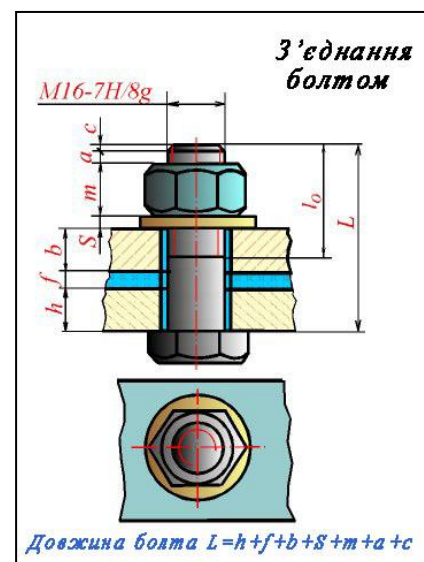
### З'єднання болтом

З'єднання болтом містить болт, шайбу та гайку (рис.2.2.17).

Розрізняють два випадки з'єднання (рис. 2.1.18):

- а) діаметр отвору більший від діаметра стержня болта  $d_h > d$ ;
- б) номінальні діаметри отвору і болта рівні  $d_h = d$ .

Звичайно болт вставляють з зазором в отвір і з'єднання здійснюється затягуванням гайки. Величину  $d_h$  вибирають залежно від потрібної точності складання з ГОСТ 11284-75. Так, наприклад, залежно від потрібної точності складання, для номінального діаметра стержня болта, гвинта або шпильки:  $d = 10\text{мм}$   $d_h = 10,5; 11$ ; або  $12\text{мм}$ , для  $d = 12\text{мм}$   $d_h = 13; 14; 15\text{мм}$ , для  $d = 16\text{мм}$   $d_h = 17; 18; 19\text{мм}$ , для  $d = 20\text{мм}$   $d_h = 21; 22; 24\text{мм}$ .



При виконанні складальних креслень машин, коли необхідно зображати багато болтових з'єднань, болт викреслюють спрощено по умовних відношеннях розмірів залежно від діаметра різьби, як показано на рис. 2.2.18, а. Залежно від величини номінального діаметра  $d$  вибирають параметри  $l_0 = 2d + 2p$ ,  $d_1 = d - 2p$ ,  $p$  – крок різьби.

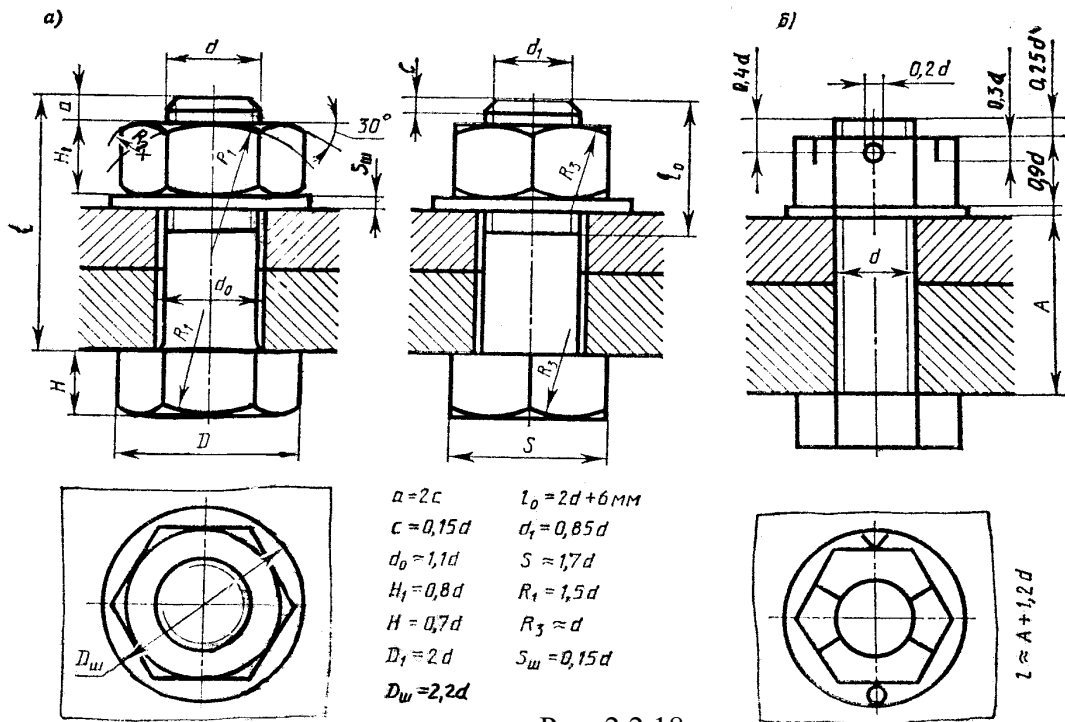


Рис. 2.2.18.

За розмірами, які вибрано з відповідних стандартів, зображення кріпильних виробів будують на робочих кресленнях, за якими їх виготовляють.

На рис. 2.2.18,б подано спрощене зображення з'єднання без фасок, зазорів, різьба показана на всьому стержні, на виді зверху різьба не показана.

### З'єднання шпилькою

На рис. 2.2.20,а зображено з'єднання шпилькою, побудоване за стандартними розмірами кріпильних деталей. На учбових кресленнях з'єднання шпилькою зображують так, як на рис. 2.2.18,б.

Гніздо під шпильку спочатку висвердлюють, потім виконують фаску і нарізають різьбу, глибину свердління можна розрахувати:  $l_2 = 1.25d + 6p$  ( $p$  - крок різьби), а нарізування різьби  $l_3 = l_1 + K + a$ ,  $l_3 = 1.25d + 2p$ ,  $K$  - запас різьби повного профілю в гнізді,  $a$  - недоріз:  $a = 4p$ .

Дно гнізда має конічну форму з кутом  $120^\circ$  (розмір умовний).  $a = 6p$ ,  $p$  - крок різьби.  $l_2$  - глибина гнізда,  $l_2 = a + l_1$ ;  $l_1 = d$  для сталі;  $l_1 = 1.25d$  чавуну;  $l_1 = 2d$  для алюмінію.

Номинальна довжина  $l$  шпильки розраховується за формулою:

$$l = d_3 + H + S + K,$$

де:  $H$  - висота гайки;  $S_w$  - товщина шайби;

$K$  - запас різьби на виході з гайки;  $K = 0.25d$ .

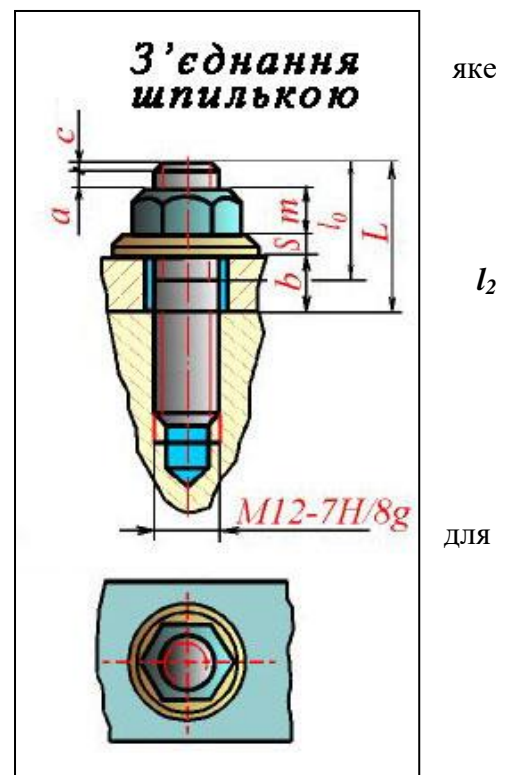


Рис.2.2.19



Розраховану номінальну довжину порівнюють зі стандартною. Згідно з ГОСТ 22034-76, ГОСТ 22038-76 довжини  $l$  шпильок: ... 30, (32), 35, (36), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, і ін.

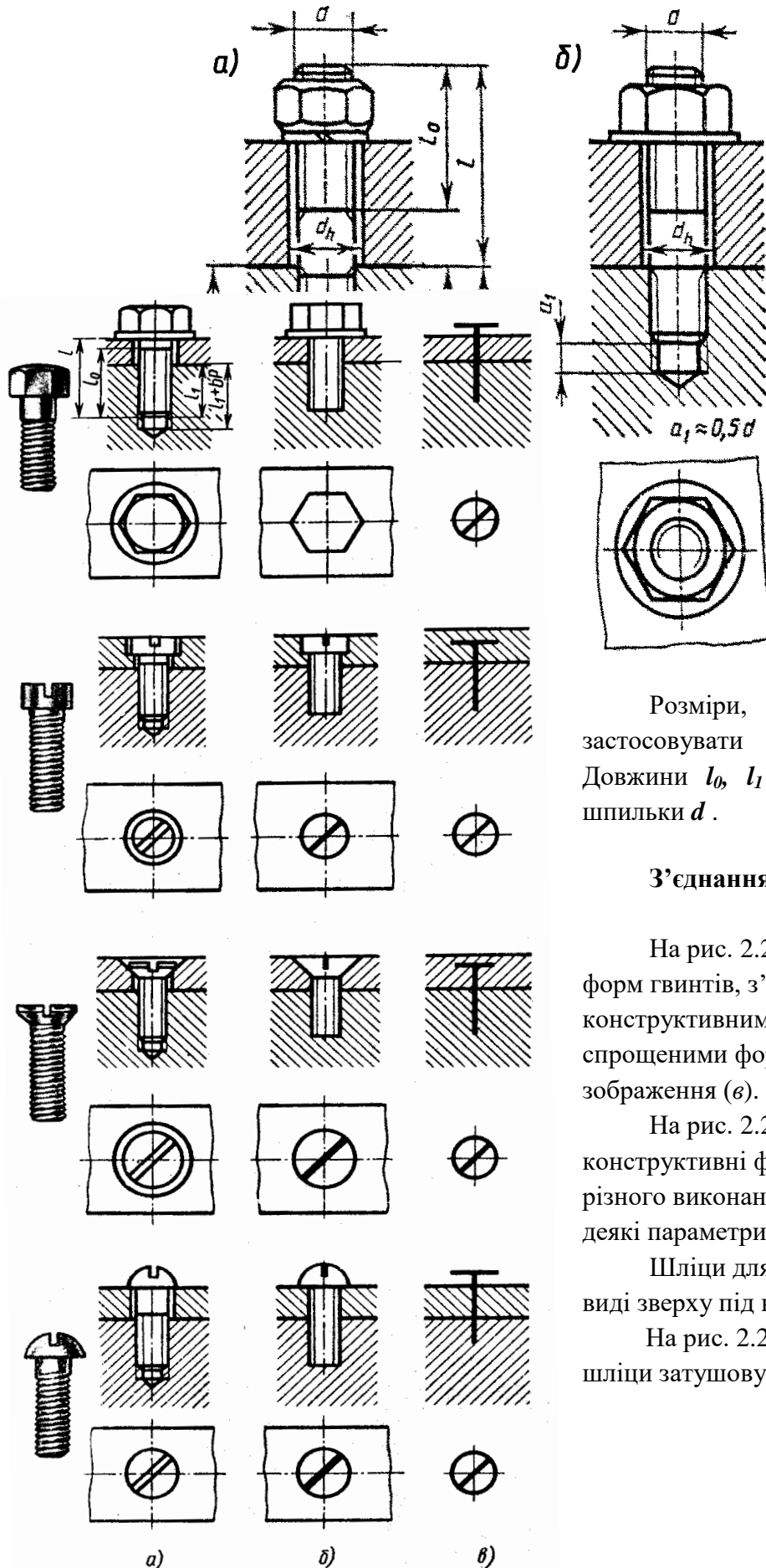


Рис. 2.2.20

Розміри, подані в дужках, застосовувати не рекомендується. Довжини  $l_0$ ,  $l_1$  обирають за діаметром шпильки  $d$ .

### З'єднання гвинтами

На рис. 2.2.22 дано зображення форм гвинтів, з'єднання гвинтами за конструктивними розмірами (а), спрощеними формами (б) і схематичне зображення (в).

На рис. 2.2.23 показано конструктивні форми кріпильних гвинтів різного виконання і призначення і вказані деякі параметри з'єднань.

Шліці для викруток показують на виді зверху під кутом  $45^\circ$ .

На рис. 2.2.22,б,в та рис. 2.2.23,б,в,г шліці затушовуються.

Рис. 2.2.22

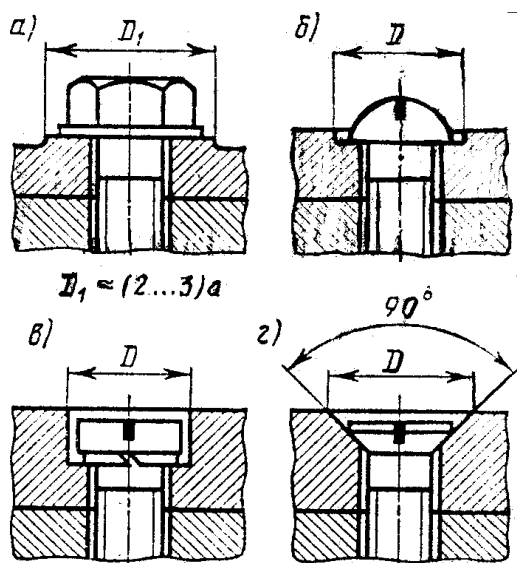


Рис. 2.2.23

### Трубне з'єднання

З'єднання водопровідних і газопровідних труб здійснюють за допомогою з'єднувальних різьбових виробів - **фітингів**.

Трубопровід складається з труб і фітингів. Для з'єднання труб в системах опалення, водопроводу та газопроводу з робочою температурою  $t^{\circ}$  не більше  $175^{\circ}\text{C}$  використовують фітинги з ковкого чавуну з цинковим покриттям або без покриття. Як трубопровід застосовують сталеві труби за ГОСТ 3262-75, на обох кінцях яких нарізана трубна циліндрична різьба з основним параметром – діаметром умовного проходу  $D_y$ .

На рис. 2.2.25, а, б послідовно подано наочне зображення та креслення з'єднання труби і муфти з умовним проходом  $D_y = 25\text{мм}$ , якому за стандартами відповідає трубна циліндрична різьба  $G1''$ .

У з'єднання труб входять труби (табл. 2.2.24).

Спочатку з таблиць за значенням  $D_y$  вибирають параметри труб та фітингів.

Креслення трубного з'єднання виконується без спрощень, тобто викреслюють всі елементи: бортики, ребра, фаски, тощо. В поздовжніх розрізах трубних з'єднань в отворі показують тільки ту частину різьби, яка не закрита різьбою стержня (рис. 2.2.26).

Рис.2.2.24

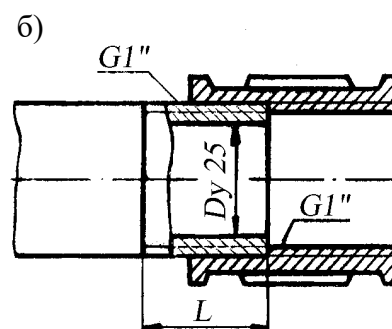
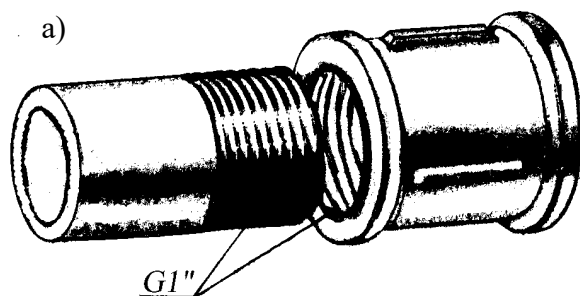
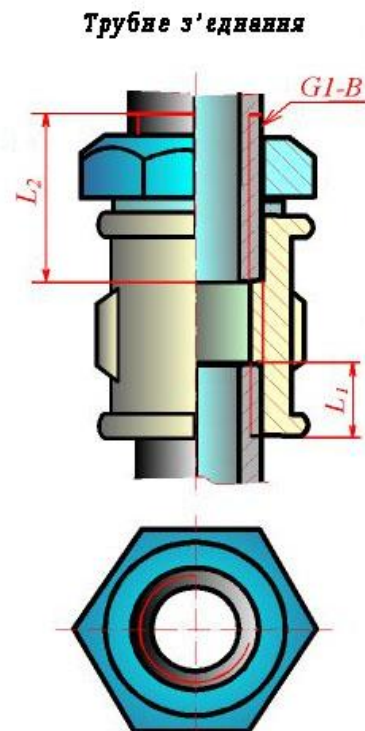


Рис.2.2.25

З'єднання в трубопроводі повинні бути герметичними, щоб виключити можливість просочування рідини або газу, які надходять по трубах. Для ефективної роботи трубопроводу різьбу в з'єднаннях ущільнюють прядивом, яке заздалегідь просочують суриком, потім фітинг спеціальним ключем нагвинчується на трубу.

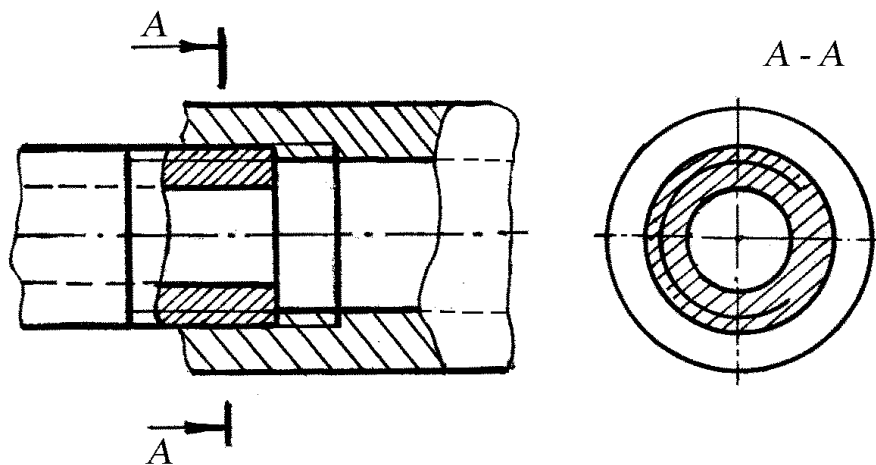


Рис. 2.2.26

На рис. 2.227 - 2.2.30 показано зображення видів трубних з'єднань:

- а) дві труби, трійник, контргайка;
- б) дві труби, пряма муфта, контргайка;
- в) дві труби, перехідна муфта, контргайка;
- г) дві труби, кутник.

Зображення виконані з фронтальним і профільним розрізами. Різьба на з'єднаннях позначена літерою **G**, одиниці виміру – дюйми (знак " не ставиться).  $D_y = 1'' = 25\text{мм}$ .

### Приклади виконання фітингових з'єднань

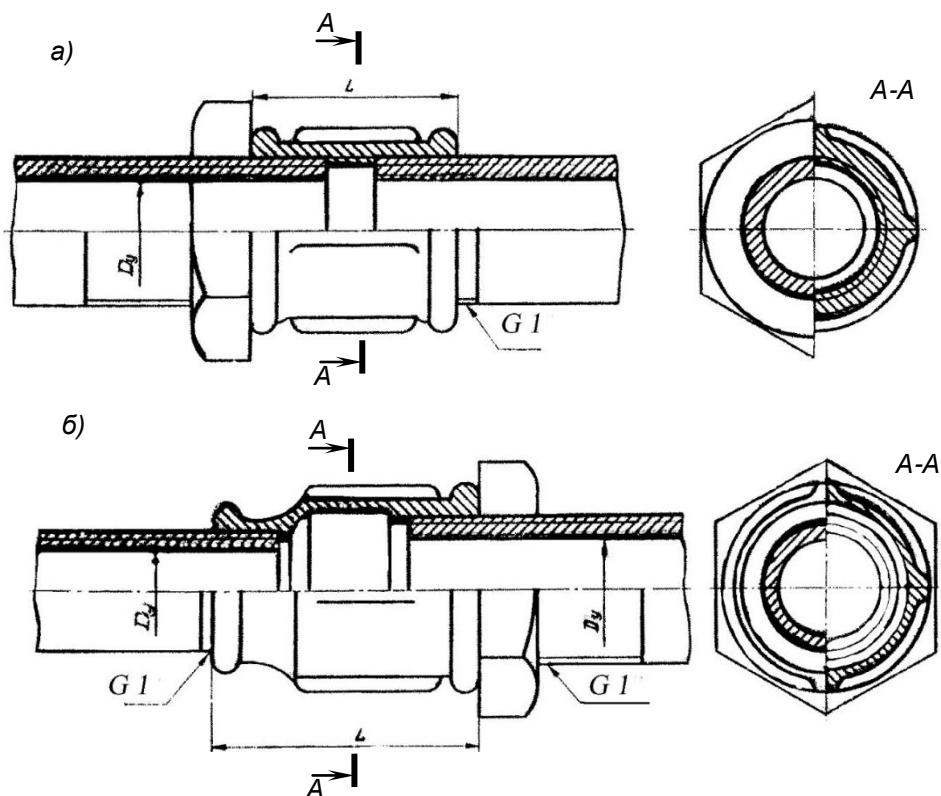


Рис. 2.2.27. Приклад виконання кресленика трубного з'єднання муфтою *а* – прямої, *б* – перехідної

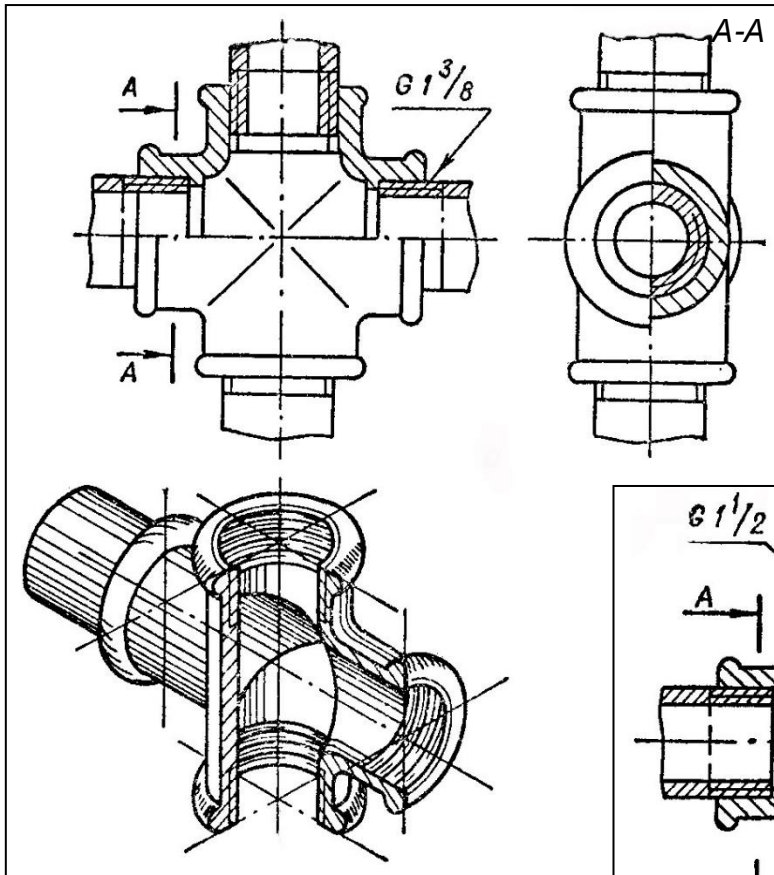


Рис. 2.2.28. Приклад виконання кресленика трубного з'єднання за допомогою крестовини

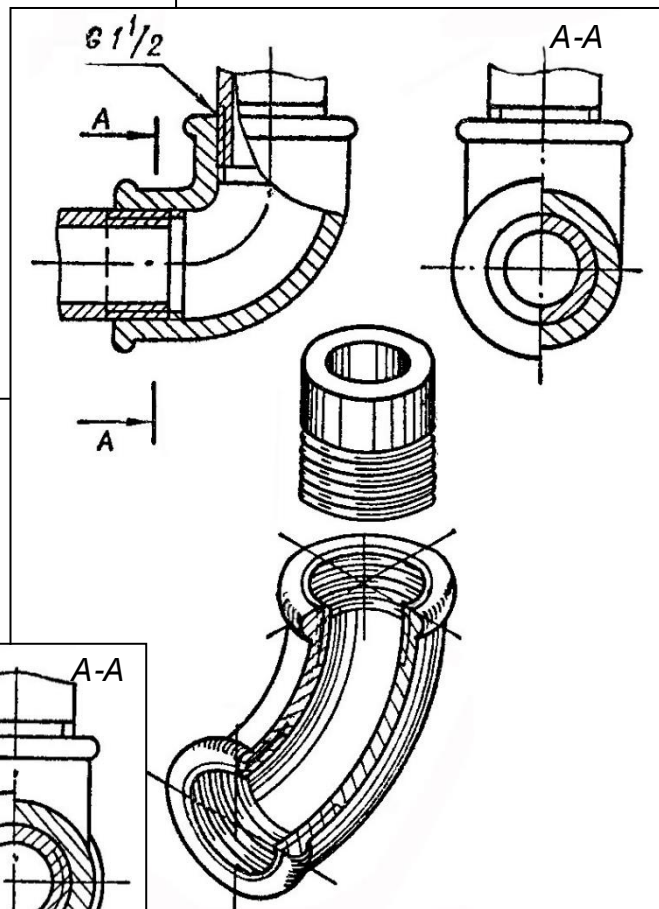


Рис. 2.2.29. Приклад виконання кресленика трубного з'єднання за допомогою кутника

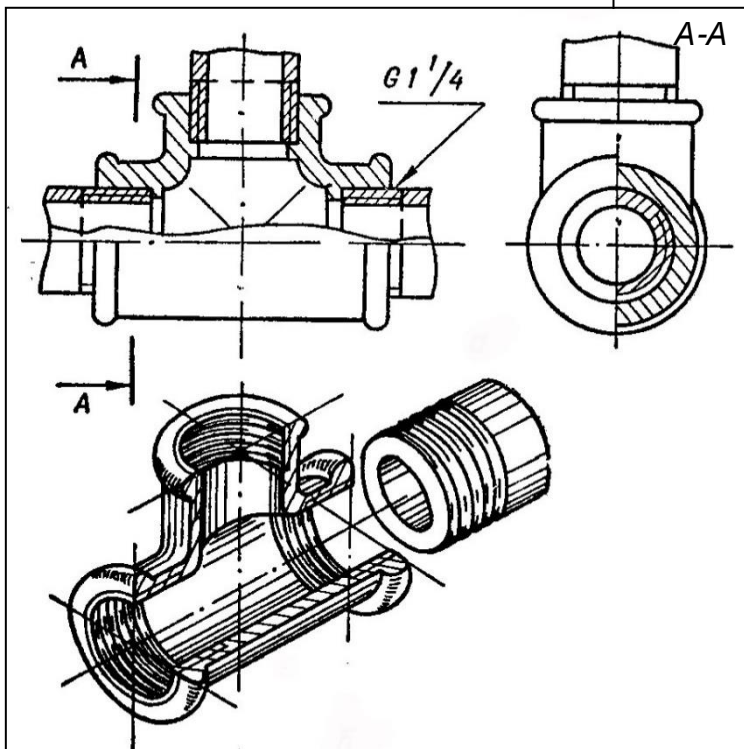


Рис. 2.2.30. Приклад виконання кресленика трубного з'єднання за допомогою трійника

### Питання для самоперевірки:

1. Що називають різьбою?
2. Як класифікують різьбу за формою поверхні?
3. Як класифікують різьбу за характером поверхні?
4. Що називають профілем різьби, які профілі існують?
5. Як класифікують різьбу за напрямком гвинтової лінії?
6. Як класифікують різьбу за числом гвинтових ниток?
7. Як класифікують різьбу за призначенням?
8. Зображення та позначення різьби на рисунках?
9. Назвіть основні параметри різьби.
10. Назвіть основні технологічні елементи різьби.
11. Назвіть стандартні кріпильні вироби.
12. Які з'єднання називають різьбовими?
13. Які деталі містить болтове з'єднання?
14. Які спрощення використовують при зображенні болтових з'єднань?
15. Які деталі містить гвинтове з'єднання?
16. Які деталі містить шпилькове з'єднання?
17. Які деталі містить трубне з'єднання?
18. Які фітинги існують та де використовуються?

## 2.3 Робочі кресленики та ескізи деталей»

Робочі кресленики і ескізи деталей широко використовуються у виробничій практиці. Щоб навчитися читати і правильно оформляти ці кресленики, потрібно ознайомитися з їх призначенням, вимогами, що до них ставляться, особливостями їх оформлення.

Виконання робочих креслеників деталей і особливо ескізів не тільки допомагає закріпити теоретичну основу цього розділу курсу, але й сприяє поглибленню навичок читання креслеників.

### Вимоги до робочих креслеників деталей

Робочий кресленик виконують або під час проектування на основі складального кресленика, або за ескізом, який виконали з натури.

Робочі кресленики кожної деталі слід виконувати на окремому аркуші стандартного розміру, на якому мають бути нанесені рамка і основний напис (кутовий штамп 185x55). На робочому рисунку деталь зображають з тими розмірами, знаками шорсткості, вказівками щодо термообробки і покриття, які вона повинна мати при надходженні на складання. Отже, якщо деталь фарбують після складання механізму, то на робочому кресленику деталі місця покриття не зазначають.

**Кількість видів** має бути мінімальною, але достатньою для того, щоб можна було повністю визначити форму деталі та проставити всі необхідні розміри. Виконання додаткових і місцевих видів і перерізів та місцевих розрізів дозволяє застосувати меншу кількість основних видів і повних розрізів. Як правило деталі зображають не менше як у двох видах. Виключення є деталі, повну уяву про форму яких дає застосування спеціальних знаків і написів ( $\square$ ,  $R$ ,  $\Phi$ ). Такі деталі можна зображати на одній проекції (рис.2.3.1). Це прості втулки, вали, гвинти, пластинки...

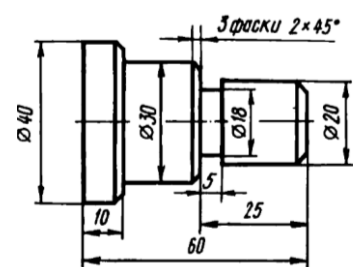


Рис.2.3.1

**Головним видом деталі** називається зображення на фронтальній площині проекцій. Головний вид повинен давати найповнішу уяву про форму і розміри деталі з найкращим

використанням поля рисунка. Вибираючи головний вид, слід враховувати положення деталі при обробці або у процесі роботи у механізмі.

Вісь деталей, що обробляються на токарному верстаті, розміщують горизонтально. Це такі деталі, як осі, втулки, вали, шпиндель...

Проекції деталей, заготовки яких виготовляють литтям, у головному вигляді розміщують так, як вони розміщуються в процесі складання, або під час розмічання в розмічальній плиті. При цьому основна оброблена площина займає горизонтальне положення. Такими деталями є корпуси, кришки, фланці...

### Виконання робочих креслеників деталі

**Робоче креслення деталі** - конструкторський документ, який містить зображення деталі та іншу необхідну інформацію для її виготовлення та контролю. Ця інформація містить розміри, умовні позначення, написи, таблиці і т. п. Таким чином, робоче креслення деталі складається із графічної та текстової частин. До текстової частини креслення деталі відносять:

1. основний напис;
2. технічні вимоги (розташовуються над основним написом);
3. знаки шорсткості;
4. таблицю параметрів, при необхідності, специфічних деталей (наприклад, шліцьових виробів, зубчатих коліс, пружин і т. п.).
5. *Примітка.* На кресленнях студентів перших курсів навчання дозволяється не вказувати допуски форми та розташування поверхонь, граничні відхилення розмірів, покриття, термообробку та інші технічні вимоги. Обов'язковою вимогою є позначення чистоти обробки (шорсткості) поверхонь деталі та марки матеріалу, з якого вона виготовлена.
6. Зразок виконання робочого креслення деталі наведений на рис. 2.3. 2, рис. 2.3.3ж

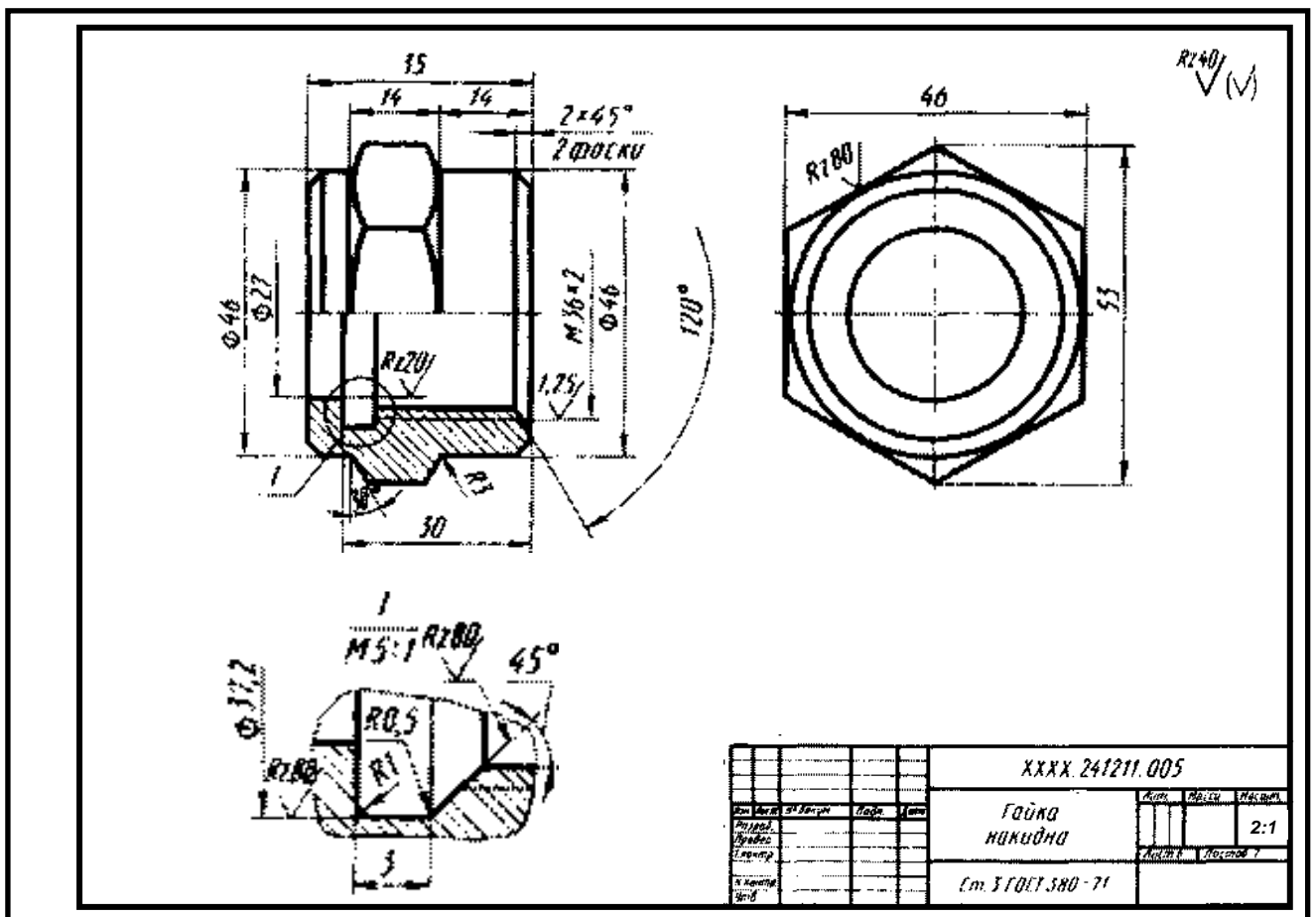


Рис. 2.3.2

### Правила виконання ескізів деталей.

**Ескіз** - креслення виробу, виконане без використання креслярських інструментів і

точного дотримання стандартних масштабів. При виконанні ескізу необхідно зберігати геометричні пропорції виробу і його окремих елементів. На ескізі мають бути усі необхідні дані для виготовлення деталі, розміри наносяться натуральні.

Ескіз виконується на міліметровому папері, або листі в клітинку стандартного формату.

Виконання ескізу деталі поділяють на 8 послідовних операцій:

1. аналіз геометрії зовнішніх і внутрішніх поверхонь виробу, визначення поверхонь, якими деталь стикається із поверхнями спряжених з нею деталей;
2. визначення необхідної та достатньої кількості зображень (видів, розрізів, перерізів і т. п.);
3. компоновання листа згідно з визначеною кількістю зображень із вибором головного виду деталі, підбір формату, викреслювання рамки формату та основного напису;
4. побудова тонкими лініями вибраних зображень деталі, виконання необхідних розрізів, перерізів без нанесення штрихування і перевірка правильності виконання ескізу;
5. вибір конструктивних та технологічних баз деталі, проведення необхідних виносних та розмірних ліній без нанесення числових значень розмірів. Нанесення умовних символів чистоти обробки поверхонь;
6. обмір деталі вимірювальними інструментами, нанесення розмірних чисел вимірних ділянок. Нанесення значень чистоти обробки поверхонь;
7. наведення ліній видимого контуру деталі, штрихування розрізів, перерізів;
8. заповнення основного напису.

Перші дві операції є підготовчими до виконання ескізу деталі. На цьому етапі студент застосовує знання та вміння побудови зображень просторових предметів на площині.

Виносні та розмірні лінії проводять відносно базових поверхонь, відносно яких визначається положення окремих елементів деталі під час її виготовлення, або експлуатації. Послідовність виконання операцій показана на рисунках 2.3.3 а,б,в. Кінцевий результат зображення деталі у виді ескізу наведений на рис. 2.3.3 е. Ескіз деталі дозволяє виконати її *робочий кресленик*, який відрізняється від ескізу лише тим, що виконується креслярськими інструментами у стандартному масштабі згідно з ГОСТ 2.302-68.

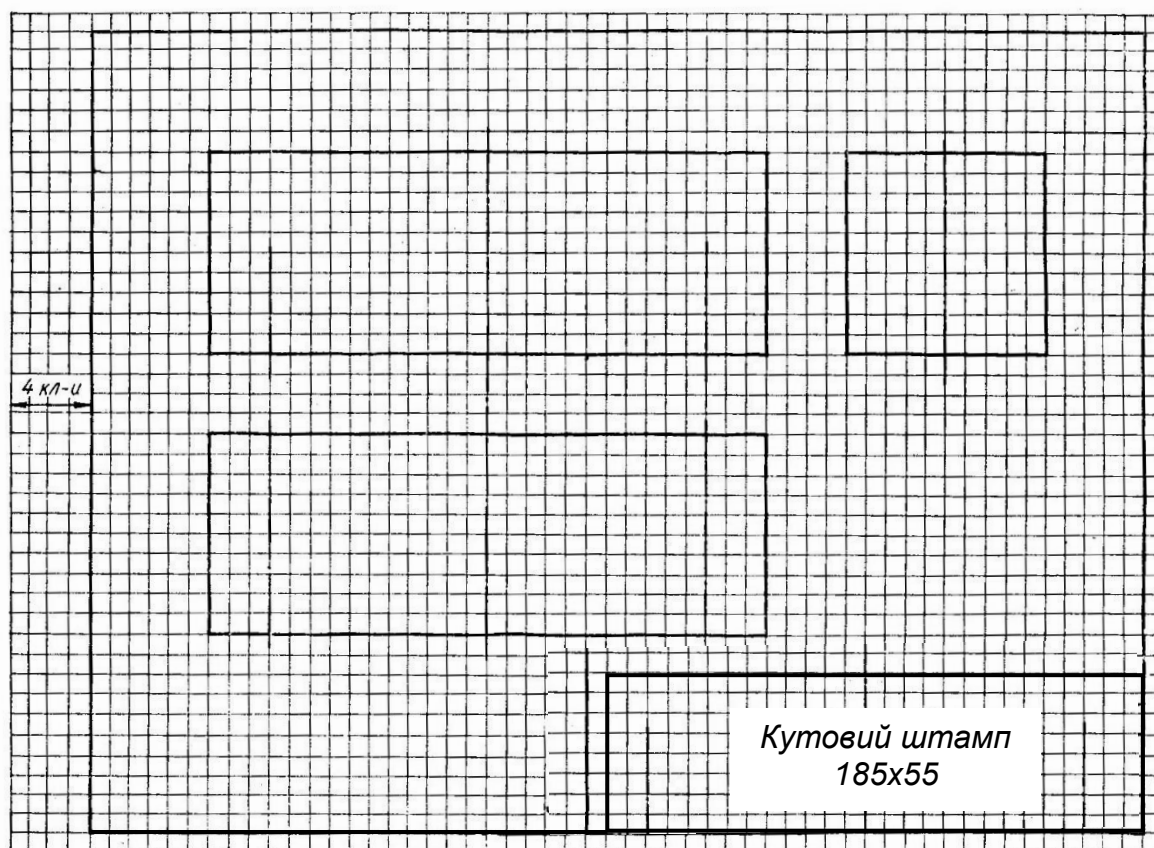


Рис. 2.3.3 а

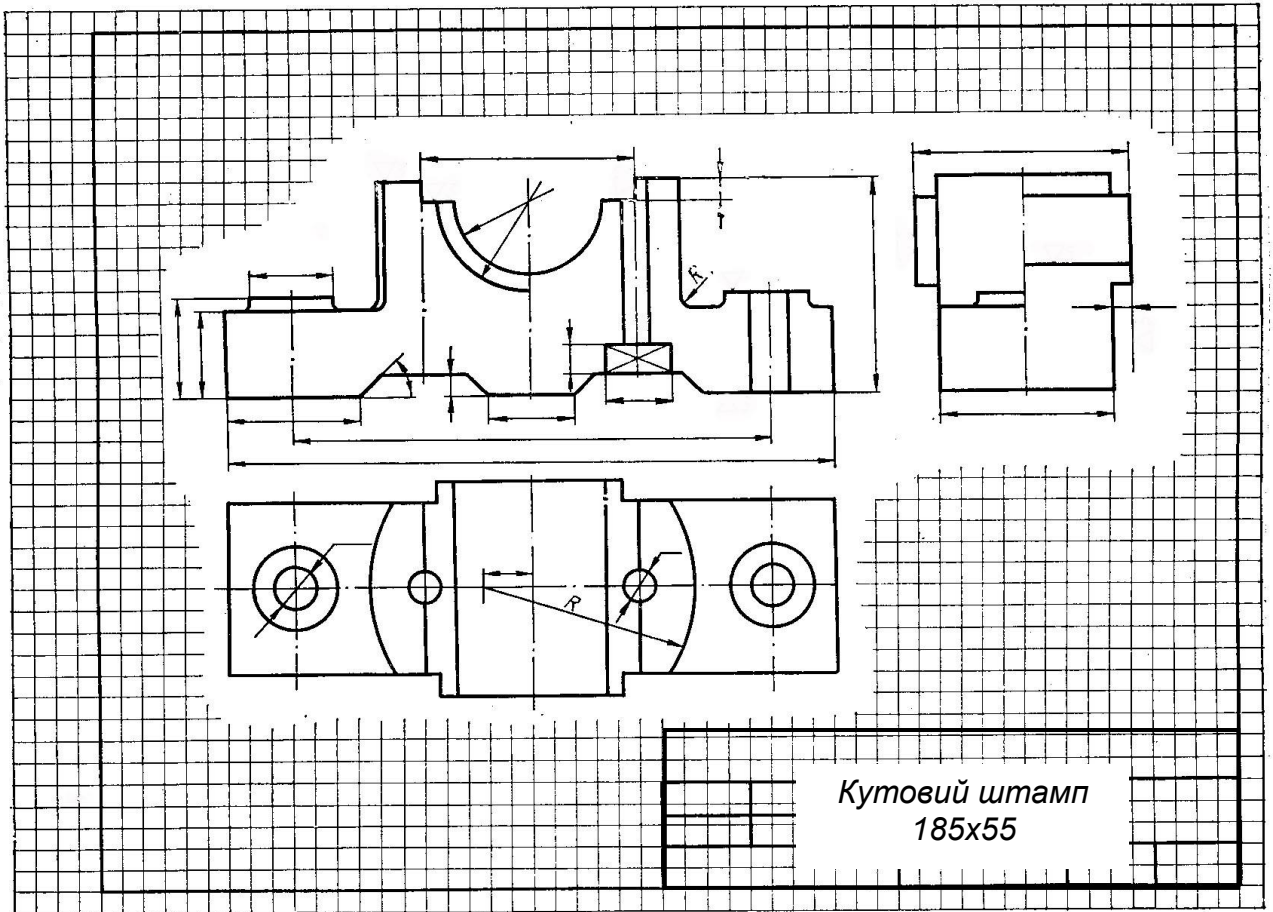


Рис. 2.3.3 г

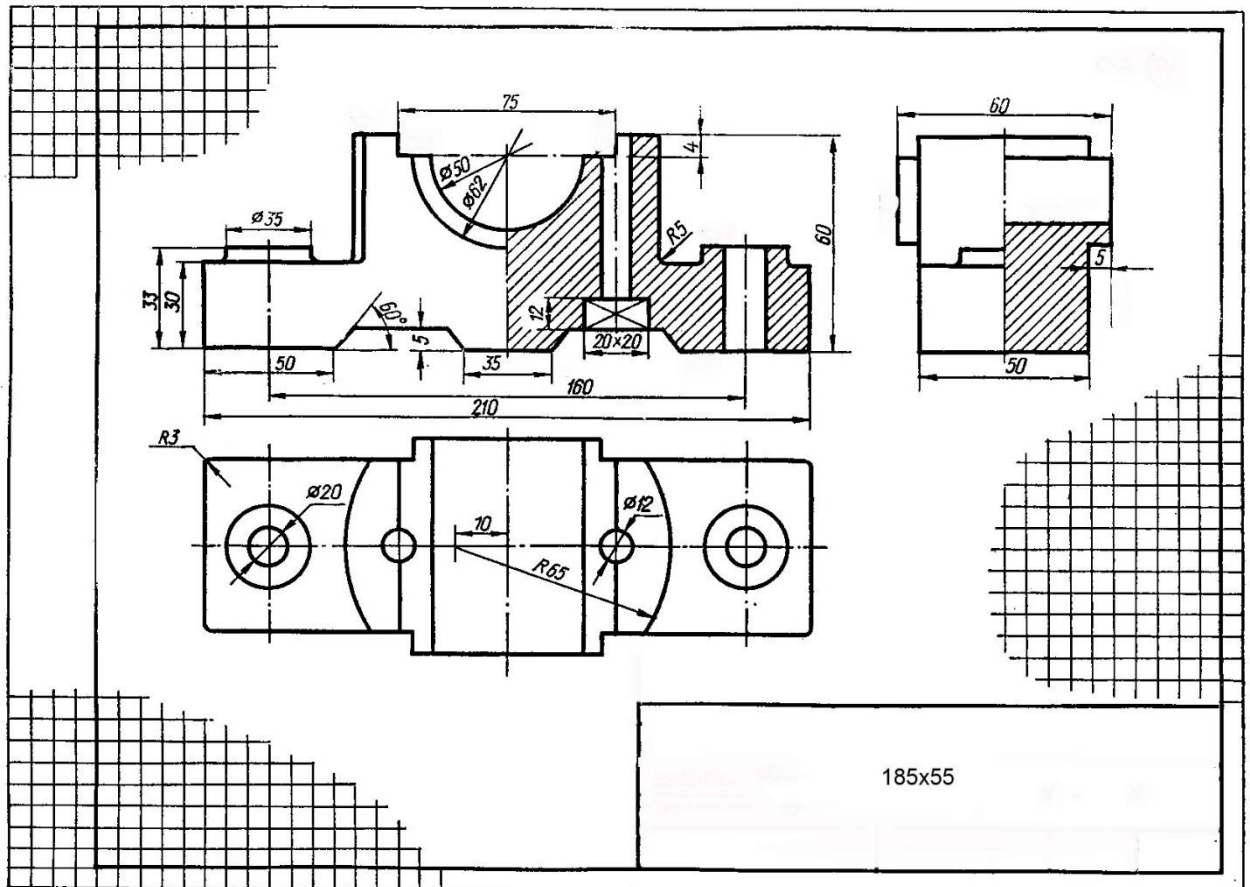


Рис. 2.3.3 д



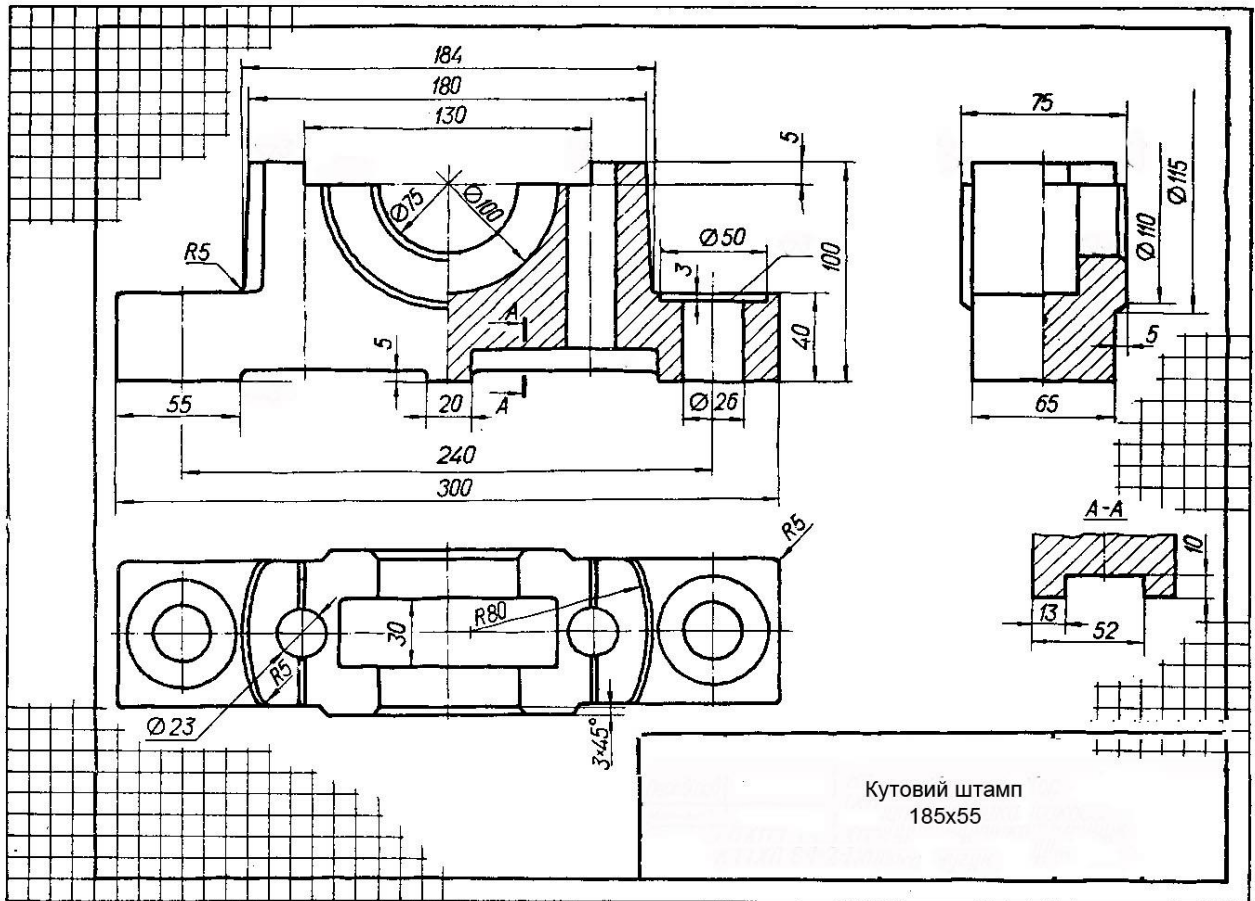


Рис. 2.3.3 е

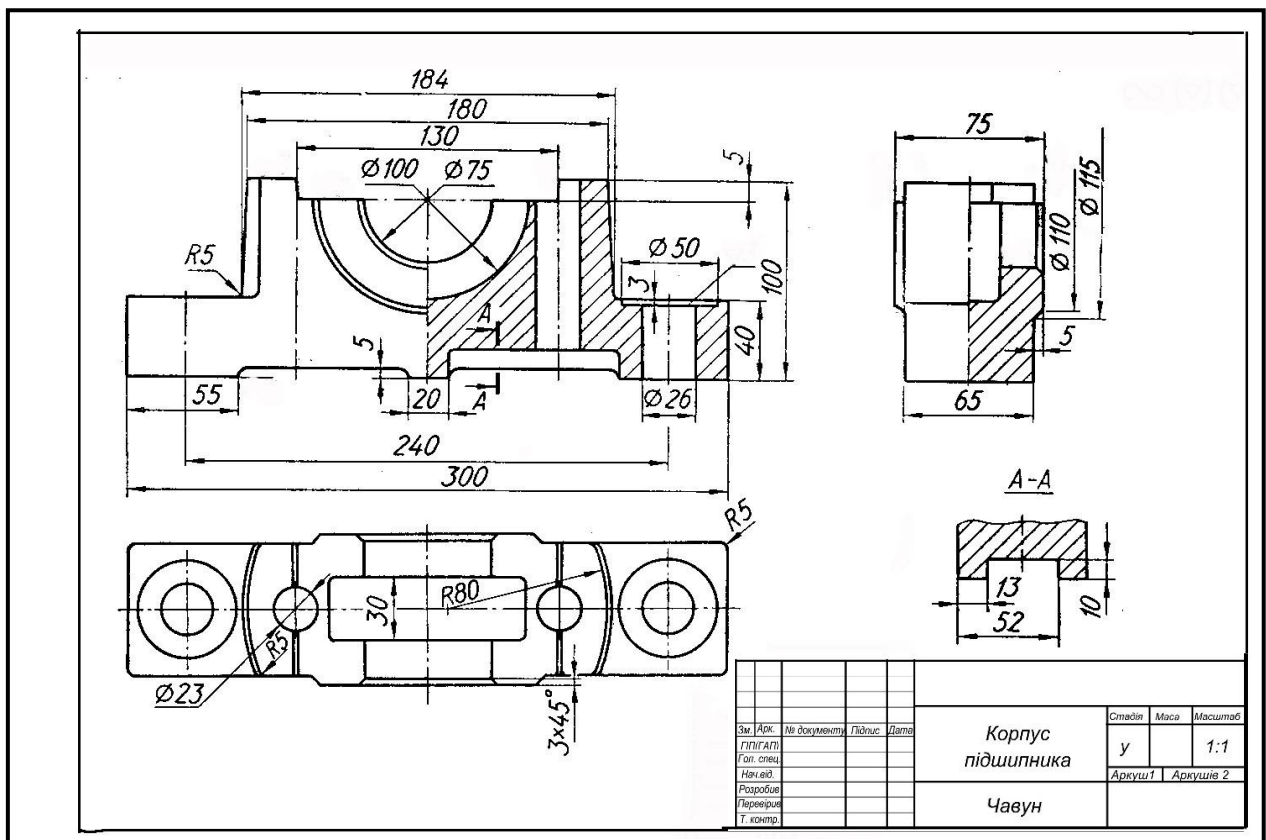


Рис. 2.3.3 ж. Робочий кресленик деталі



- Виконання аксонометрії деталі від руки без використання інструментів

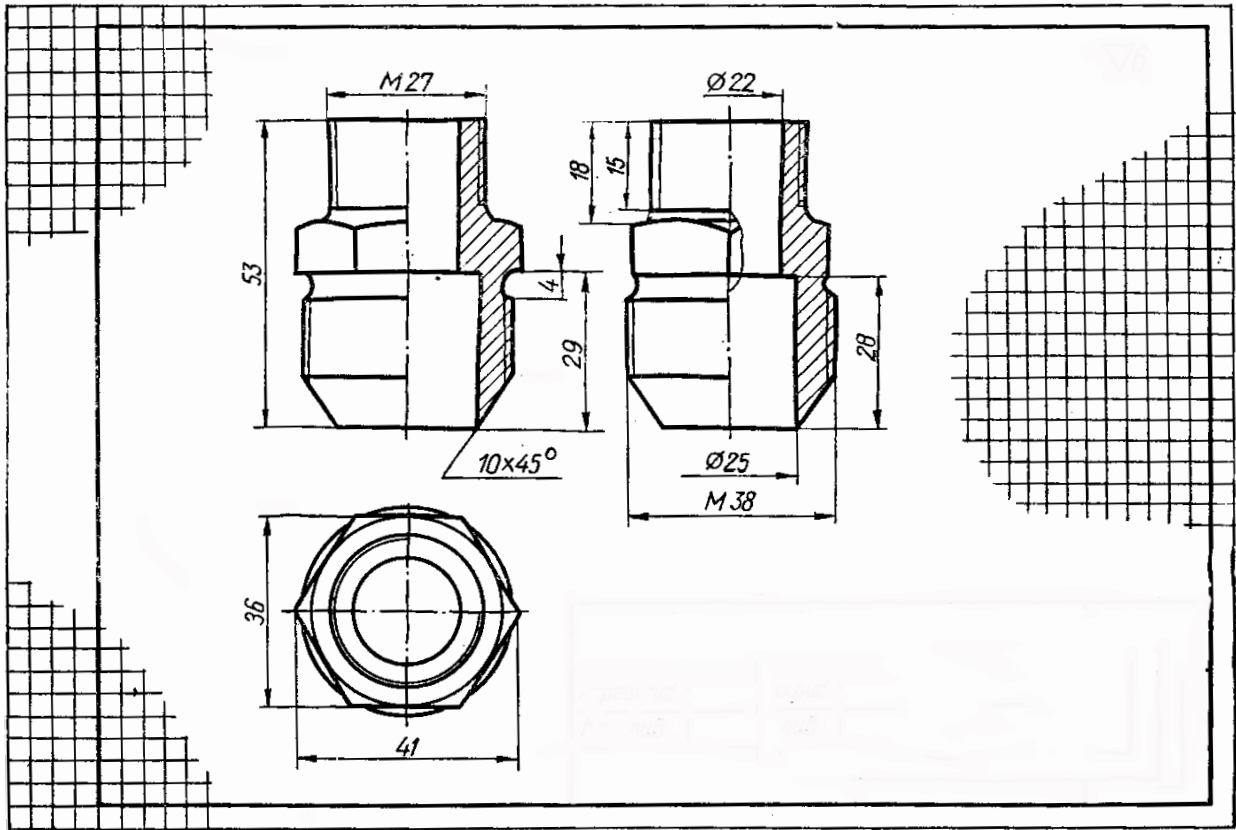


Рис. 2.3.4. Ескіз деталі ізометрія якої виконується

Порядок виконання:

Дія 1. Викреслювання осей без допомоги інструментів

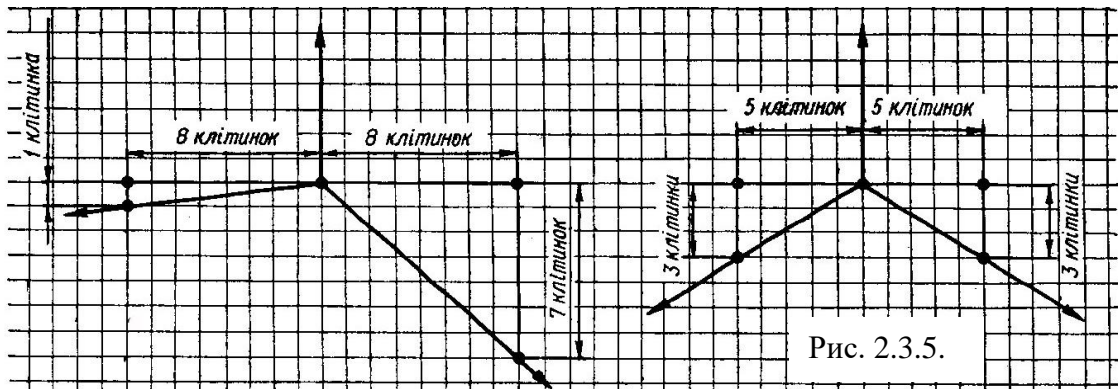


Рис. 2.3.5.

Дія 2. Побудова еліпсів від руки: а) на осях відкладаємо відрізки, що дорівнюють радіусам кола; б) відрізками, паралельними до осей  $X$  та  $Y$ , будуємо ромб; в) вписуємо верхню та нижню частини еліпсу; г) вписуємо праву та ліву частини еліпсу;

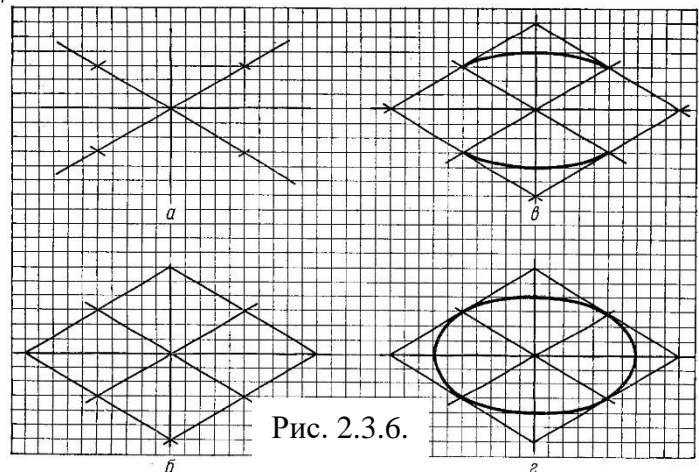
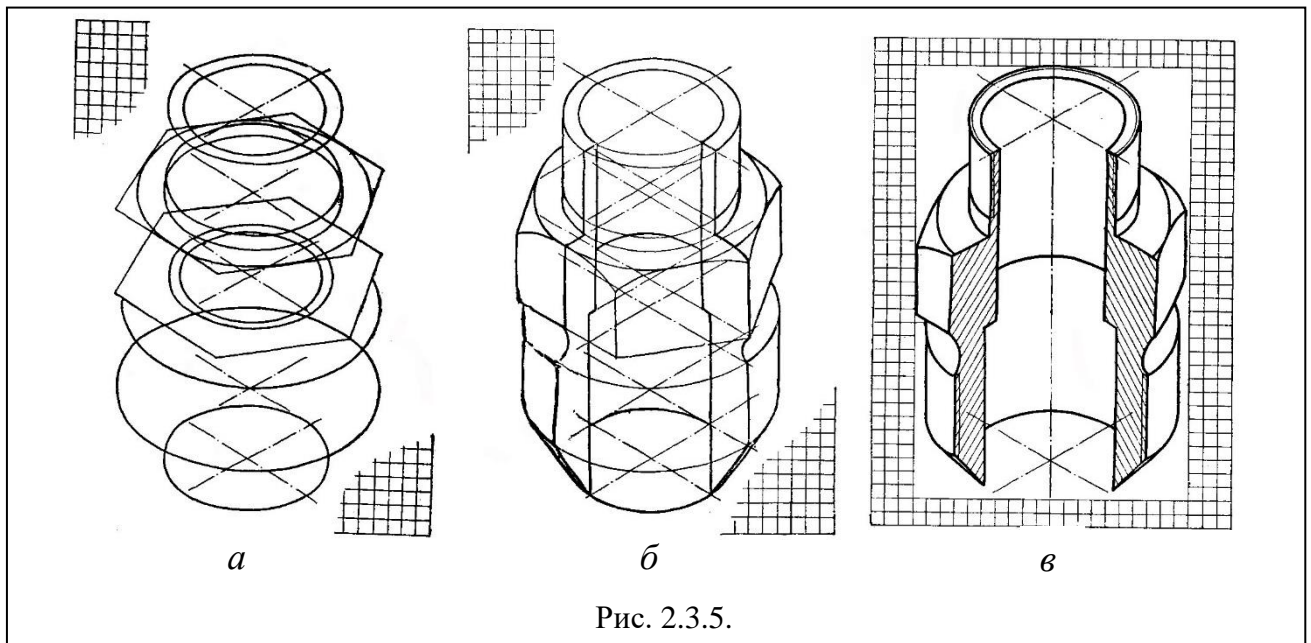


Рис. 2.3.6.

Дія 3. Будуємо ізометрію усіх еліпсів та шестикутників, наперед позначивши їх положення на вертикальній осі деталі.

Дія 4. Викреслюємо очертання деталі, побудувавши дотичні до відповідних еліпсів. Креслимо ребра шестикутної призми та фаску. Будуємо лінію, що відділяє четверту частину деталі, яку необхідно вирізати.

Дія 5. Обводимо товстою лінією всі видимі контури деталі, які залишились після видалення чверті. Тонкою суцільною заштриховуємо тіло деталі, що знаходиться в січних площинах (звертаємо увагу на напрямок штриховки).



#### • Вимірювальні інструменти та способи вимірювання

Для наближеного визначення розмірів застосовують **металеву лінійку, кронциркуль і нутромір**.

Металевою лінійкою вимірюють лінійні розміри деталі з точністю до 1 мм.

Кронциркулем вимірюють розміри зовнішніх, а нутроміром – внутрішніх поверхонь деталей.

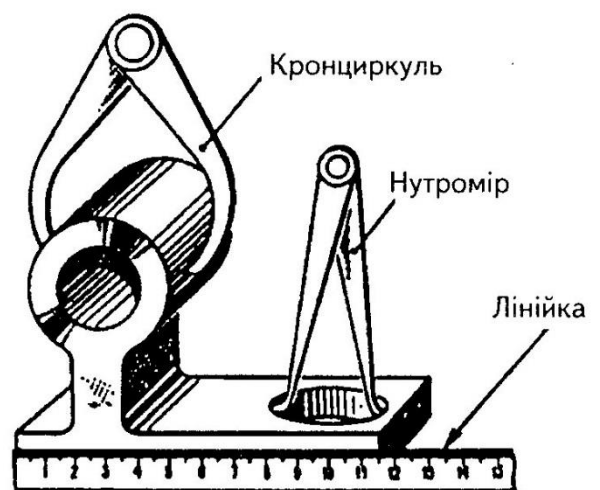
Під час вимірювань кронциркуль і нутромір треба тримати у площині, перпендикулярній до вимірювальної довжини.

Після вимірювання кінці ніжок нутроміра або кронциркуля, не змінюючи їх положення, прикладають до металевої лінійки й визначають числове значення розміру в міліметрах.

На рис. 2.3.6 показані способи вимірювання діаметра циліндричної частини деталі кронциркулем, діаметра отвору в основі деталі нутроміром і довжини основи металевою лінійкою.

Ці ж інструменти можна використовувати для визначення відстані між осями отворів. Якщо отвори однакового діаметра, то лінійкою вимірюють відстань  $mn$ , яка дорівнює міжосьовій відстані.

При вимірюванні діаметра циліндричної деталі, наприклад, вала або осі, ця деталь охоплюється губками 9 і 8 штангенциркуля. Якщо, наприклад, нульова поділка ноніуса точно збігається з вісімнадцятою поділкою штанги, діаметр дорівнює 18,0 мм (рис. 2.3.10, б). Якщо справжній діаметр деталі дорівнює 18,1 мм, то нульова поділка шкали ноніуса буде



зеунута праворуч на 0,1 мм і перша поділка шкали ноніуса збігатиметься з дев'ятнадцятою поділкою штанги (рис. 2.3.10, в). Якщо діаметр деталі 18,4 мм, четверта поділка ноніуса збігатиметься з двадцять другою поділкою штанги (рис. 2.3.10, г).

Отже, щоб виміряти розмір штангенциркулем, треба визначити за лінійкою штанги ціле число міліметрів, а за шкалою ноніуса – число десятих часток міліметра. Число десятих часток міліметра дорівнює номеру поділки ноніуса, яка збігається з якоюсь поділкою штанги.

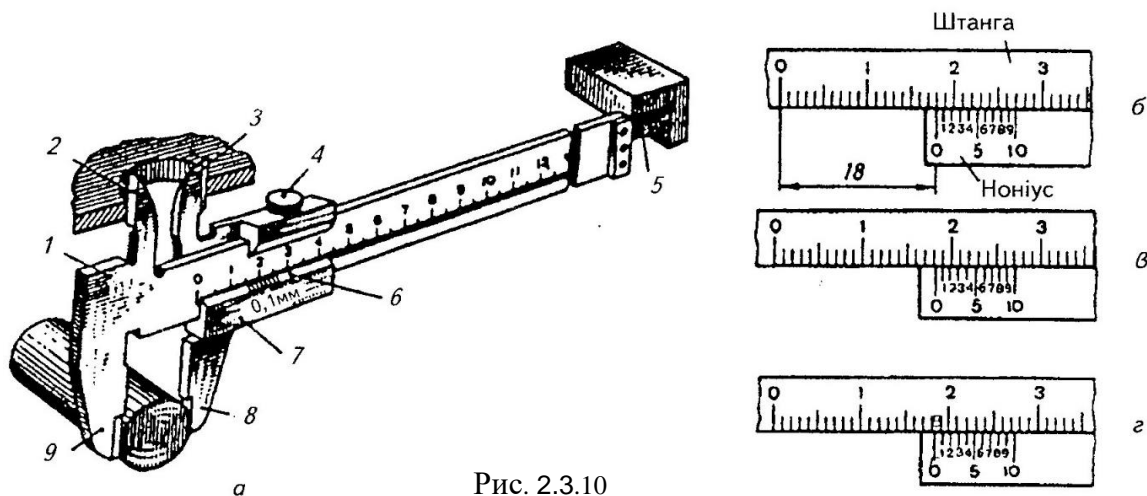


Рис. 2.3.10

Радіуси закруглень і галтелей вимірюють набором радіусних шаблонів (рис. 2.3.11, а).

Під час вимірювання шаблони прикладають до деталі і проглядають місце контакту на просвіт. За відсутності зазору радіус закруглення дорівнює вказаному на шаблоні (рис. 2.3.11, б).

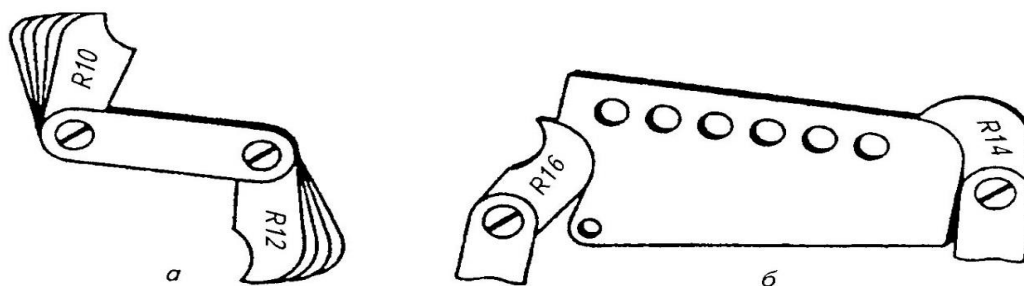


Рис. 2.3.11

#### Питання для самоконтролю:

1. Що називають робочим креслеником деталі?
2. Які розміри, знаки шорсткості, вказівки щодо термообробки і покриття зображають на робочому рисунку деталі?
3. Яким чином визначають кількість видів на робочому кресленику?
4. Чи бувають деталі для яких достатньо одного виду?
5. Який вид називають головним видом деталі?
6. Що називають ескізом деталі?
7. Вкажіть послідовність виконання ескізу.
8. Які існують правила нанесення розмірів на ескізах.
9. Які вимірювальні інструменти застосовують при виконанні ескізів для наближеного визначення розмірів деталей?

## 2.4 «Машинобудівне креслення. Виконання складальних креслеників»

Складальне креслення – документ, який містить зображення складальної одиниці та інші дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю.

У навчальних умовах для складальної одиниці виконують такі конструкторські документи: креслення із зображеннями складальної одиниці (рис. 2.4.2), робочі креслення (рис. 2.4.4, 2.4.5) або ескізи (табл. 2.4.1) із зображеннями її деталей і специфікацію (рис. 2.4.3).

Конструкцію складальної одиниці утворюють деталі, з яких вона складається, а також з'єднання цих деталей (рис. 2.4.1, 2.4.2).

Виконання креслень складальної одиниці ґрунтується на розумінні й призначенні складальної одиниці, її структури та її конструкції, форм зв'язку між деталями, конструкцій деталей тощо.

Складальне креслення містить:

а) зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розміщення та взаємний зв'язок окремих його частин;

б) розміри та інші параметри і вимоги, які виконують і контролюють під час складання виробу, вказівки про спосіб з'єднання частин виробу;

в) номери позицій складових частин виробу;

г) основні характеристики виробу;

д) габаритні, встановлювальні, приєднувальні, а також довідкові розміри.

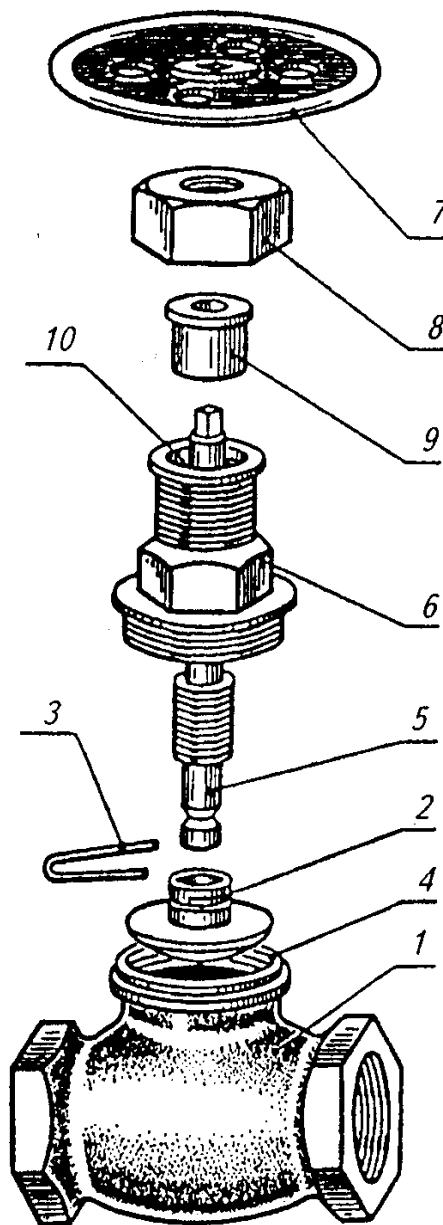
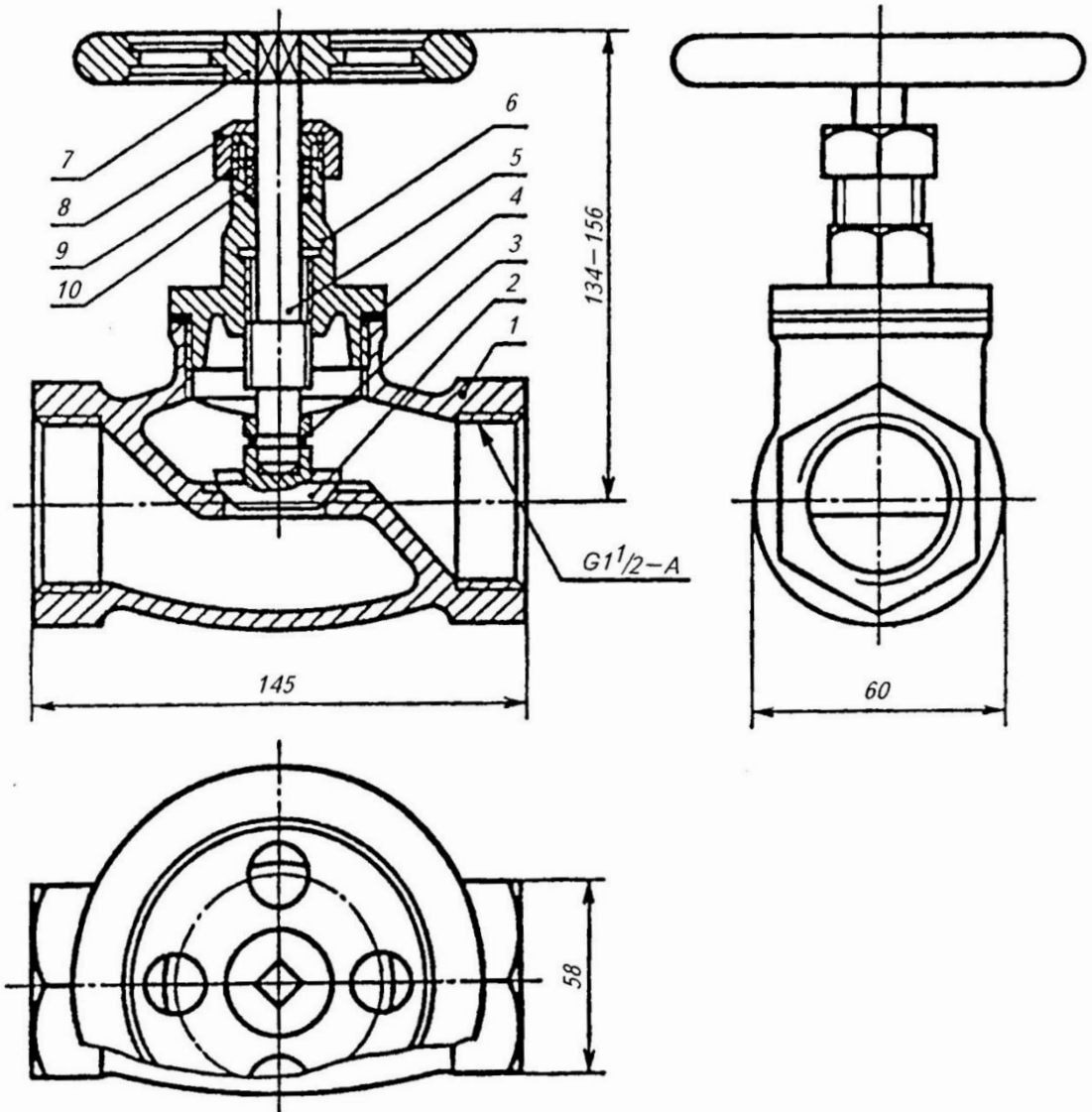


Рис. 2.4.1. Вентиль

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – дріт;  
4 – кільце; 5 – шток; 6 – штуцер;  
7 – маховик; 8 – гайка натискна;  
9 – втулка; 10 – набивка прядиво.



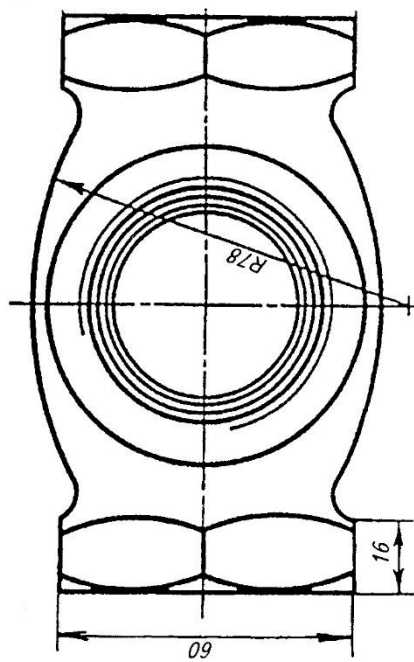
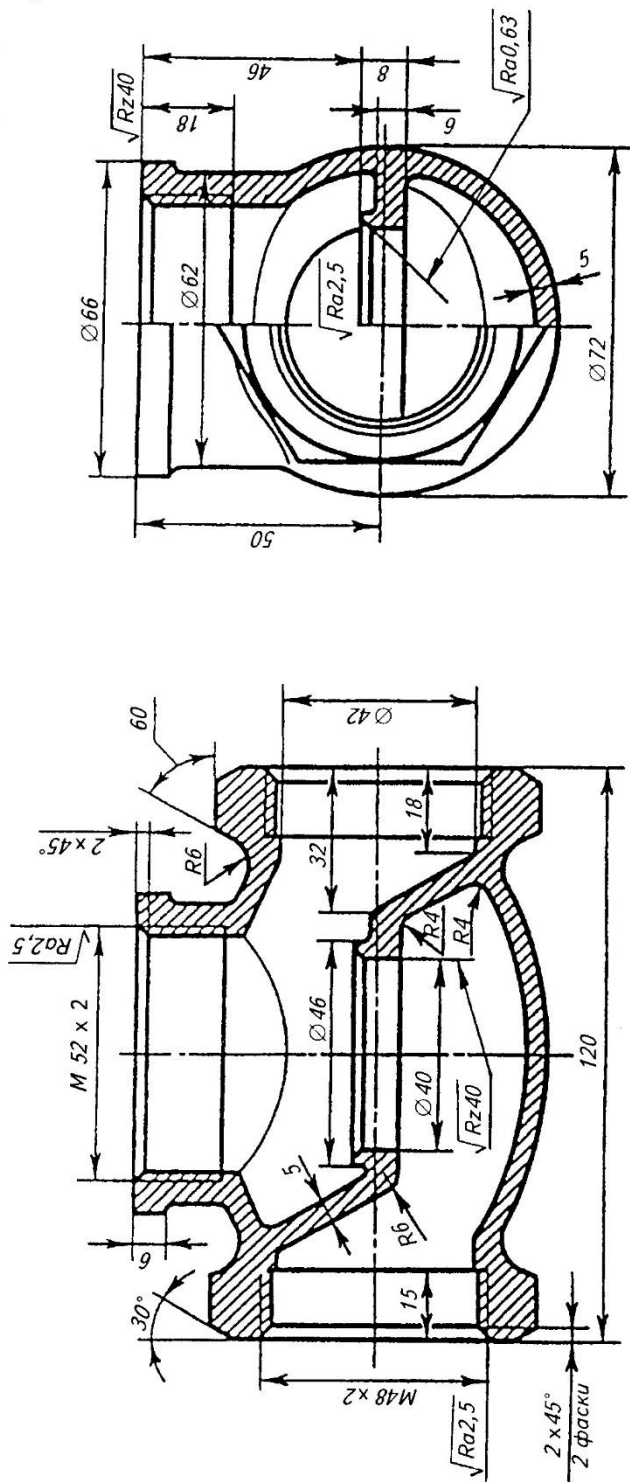
|           |      |           |       |      |                        |                    |           |            |
|-----------|------|-----------|-------|------|------------------------|--------------------|-----------|------------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 01.00.00.СК</b> |                    |           |            |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата | <b>Вентиль</b>         | Літера             | Маса      | Масштаб    |
| Креслив   |      | Ткачук    |       |      |                        |                    |           | <b>1:2</b> |
| Перевірив |      | Василишин |       |      |                        | Аркуш              | Аркушів 1 |            |
| Т. контр. |      |           |       |      |                        | <b>ЛНТУ БДН-11</b> |           |            |
| Н. контр. |      |           |       |      |                        |                    |           |            |
| Затвердив |      |           |       |      |                        |                    |           |            |

Рис. 2.4.2





А (V)

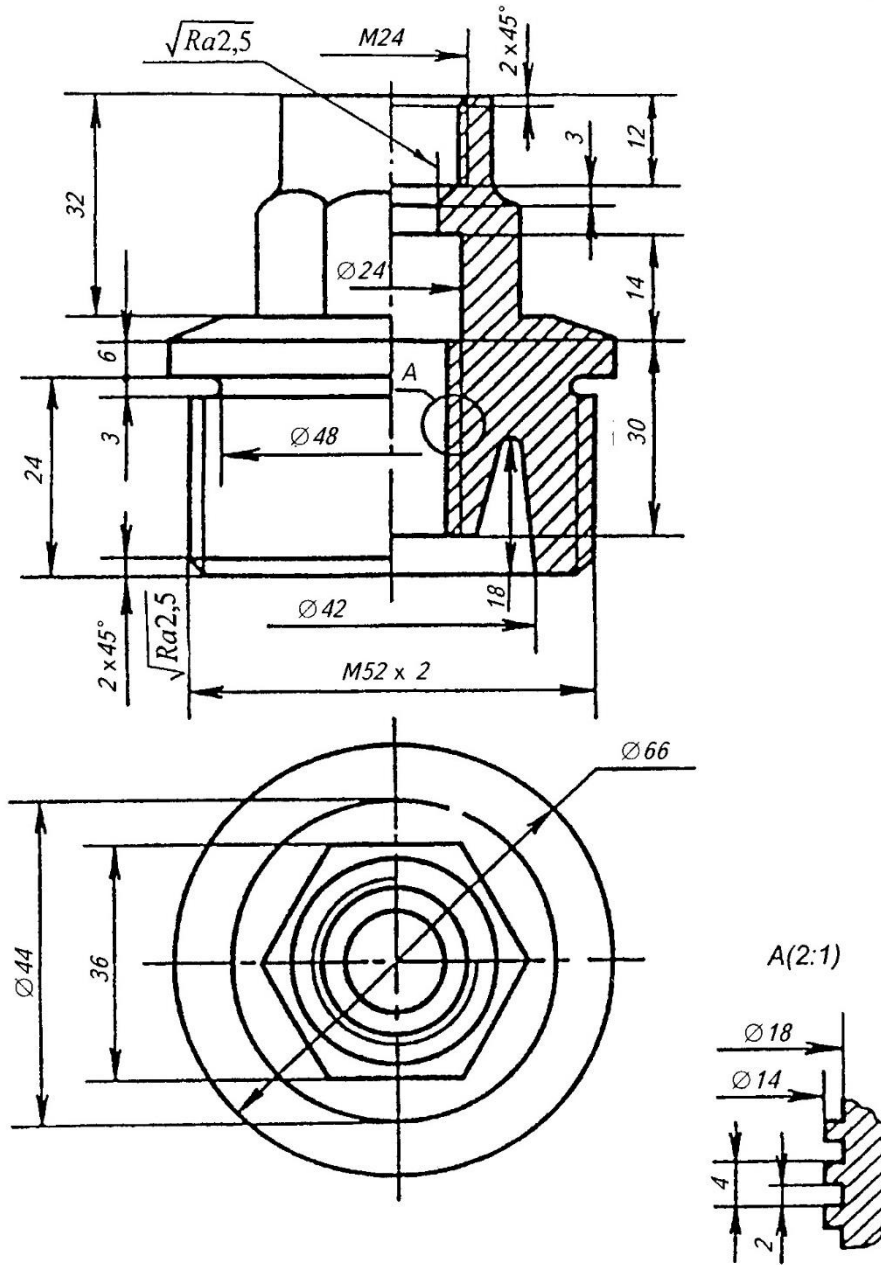


Не вказані радіуси заокруглень R2

| МБК 03.00.01   |           |             |       |
|----------------|-----------|-------------|-------|
| Літера         | Маса      | Масштаб     | 1:2   |
|                |           |             |       |
| Корпус         |           | Аркушів 1   |       |
| Бр. ОЦС 3-12-5 |           | ГОСТ 614-70 |       |
| Зм.            | Арк.      | № докум.    | Підп. |
|                |           | Петрук      |       |
| Креслив        | Перевірив | Василишин   |       |
| Т. контр.      |           |             |       |
| Н. контр.      |           |             |       |
| Затвердив      |           |             |       |

Рис. 2.4.4

$\sqrt{Rz40(\checkmark)}$



|           |      |           |       |      |                       |           |            |
|-----------|------|-----------|-------|------|-----------------------|-----------|------------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 03.00.02</b>   |           |            |
|           |      |           |       |      | <b>Кришка</b>         |           |            |
|           |      |           |       |      |                       |           |            |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                       |           | <b>1:1</b> |
|           |      |           |       |      |                       |           |            |
| Креслив   |      | Іванчук   |       |      |                       |           |            |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                       |           |            |
| Т. контр. |      |           |       |      | Аркуш                 | Аркушів 1 |            |
|           |      |           |       |      | <b>Бр. ОЦС 3-12-5</b> |           |            |
|           |      |           |       |      | <b>ГОСТ 614-70</b>    |           |            |
| Н. контр. |      |           |       |      |                       |           |            |
| Затвердив |      |           |       |      |                       |           |            |

Рис. 2.4.5

## Послідовність виконання складального креслення

Після досконалого вивчення виробу переходять безпосередньо до складання ескізів, виконуючи їх за правилами, викладеними в попередній лекції. У табл. 2.4.1 подано наочні зображення та ескізи деталей виробу "Вентиль", складальне креслення якого представлено на рис. 2.4.2. Конструкція складальної одиниці, деталі, з яких вона складається, а також з'єднання цих деталей представлено на рис. 2.4.1.

Наведемо лише деякі вимоги, які слід враховувати, виконуючи ескізи для складальних креслень.

1. Вибір головного вигляду деталі на ескізі не слід пов'язувати з розміщенням її у виробі, наприклад, деталі 2, 5, 9 у табл. 2.4.1.

2. Кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів) і їх розробка мають бути настільки повні, щоб за ними можна було виконати складальне креслення.

3. На ескізах спряжених деталей слід витримати однакові розміри, бо інакше скласти виріб буде неможливо.

4. Для спряжених поверхонь переважно беруть однакові знаки шорсткості.

Перевіряючи зроблені ескізи щодо правильності виконання зображень, нанесення розмірів, шорсткості, умовних позначень тощо, виконують складальне креслення:

а) вибирають потрібну й достатню кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів), які розкривають конструкцію виробу на складальному кресленні;

б) залежно від складності виробу та його габаритних розмірів визначають масштаб креслення й обирають формат паперу відповідно до ГОСТ 2.301-68. Наносять рамку і виділяють місце для основного напису;

в) проводять осі симетрії й намічають габаритні прямокутники для розміщення окремих зображень;

г) наносять контур основної деталі виробу, причому побудову бажано вести одночасно на всіх намічених зображеннях; разом з виглядом деталі виконують і потрібні її розрізи;

д) інші деталі креслять приблизно в тій самій послідовності, в якій їх приєднують; на складальному кресленні виконують розрізи, перерізи, виносні елементи і т.ін.;

е) перевіряють зроблене креслення, обводять лінії видимого і невидимого контурів, заштриховують розрізи та перерізи;

є) проводять виносні та розмірні лінії, проставляють розмірні числа;

ж) заповнюють основний напис;

з) на окремому аркуші (аркушах) виконують специфікацію виробу;

і) наносять позиції деталей виробу на креслення.

Кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів) залежить від складності конструкції і має бути мінімальна, але достатня для повного уявлення про будову виробу. Навчальне складальне креслення найчастіше виконують у двох або трьох основних зображеннях, застосовуючи місцеві й додаткові вигляди, прості, складні та місцеві розрізи, перерізи тощо.

|                 |  |
|-----------------|--|
| <p>Деталь 2</p> |  |
| <p>Деталь 3</p> |  |
| <p>Деталь 5</p> |  |

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| <p>Деталь 6</p> |                 |
| <p>Деталь 7</p> |                 |
| <p>Деталь 8</p> |                 |
| <p>Деталь 9</p> | <p>креслень</p> |

1. Місця стику суміжних деталей викреслюють однією лінією (товщина ліній не подвоюється). Зазор між деталями до 2 мм у масштабі креслення рекомендується не показувати.

2. На складальних кресленнях з метою спрощення допускається не показувати:

а) фаски, галтелі, проточки, накатки, насічки та інші дрібні елементи;

б) кришки, маховики і т.ін., якщо треба показати закриті ними складові частини виробу. У цьому випадку відповідне зображення має супроводжуватись написом, наприклад: Кришка поз. 5 не показана, Маховик поз. 3 знятий;

в) видимі складові частини виробів або їх елементи, розташовані за пружиною.

3. Рухомі деталі, які займають в експлуатаційних умовах у виробі різні положення і спрягаються з нерухомими деталями, зображуються в крайніх положеннях штрихпунктирною лінією з двома точками.

4. Такі деталі, як болти, гвинти, шпонки, штифти, заклепки, шпинделі, рукоятки, вали суцільні, у поздовжньому розрізі на складальних кресленнях зображуються нерозсіченими і відповідно незаштрихованими.

5. На всіх розрізах і перерізах складальних креслень виробів, для одних і тих же деталей, при нанесенні графічних позначень матеріалів для металів і твердих сплавів, штриховка має бути спрямована в один і той же бік.

6. На стику поверхонь двох деталей, що дотикаються, нахил лінії штриховки слід вибирати для однієї деталі – праворуч, для другої – ліворуч.

Перерізи, ширина яких на рисунку становить менше 2 мм, допускається зачорнювати.



Рис. 2.4.6

### Розміри на складальних кресленнях

На складальному кресленні виробу наносять:

1. Габаритні розміри, які характеризують висоту, довжину і ширину виробу або його найбільший діаметр. Якщо якийсь із цих розмірів змінний унаслідок переміщення рухомих деталей механізму, то на кресленні показують розміри граничних положень рухомих частин (див. рис. 2.4.3).

2. Монтажні розміри, які потрібні для правильного поєднання між собою деталей, розміщених у виробі у безпосередньому зв'язку.

3. Установлювальні розміри, що визначають величину елементів, за якими виріб установлюють на місце його монтажу або приєднують до іншого виробу.

4. Експлуатаційні розміри, які показують деякі розрахункові та конструктивні характеристики виробу.

Розміри окремих деталей або їх елементів на складальному кресленні не проставляють.

### Номери позицій

На складальному кресленні всі складові виробу нумерують відповідно до номерів позицій, нанесених у специфікації виробу, тобто за правилами ГОСТ 2.108-68 спочатку заповнюють специфікацію, а потім з неї переносять на креслення відповідні номери позицій. Номери позицій слід проставляти на тому зображенні, на якому деталь проєкціюється як видима, віддаючи перевагу основним виглядам або розрізам, розміщеним на їх місці.

Номери позицій проставляють на поличках ліній-виносок, які заходять на зображення деталі і закінчуються точкою.

Лінії-виноски і полички виконують тонкими суцільними лініями, причому лінії-виноски не мають перетинатись між собою і, якщо можливо, не бути паралельними лініям штриховки розрізів і перерізів.

Розміщують номери позицій паралельно основному напису креслення поза контуром зображення, зазвичай групуючи їх у рядок або в колонку.

Номер позиції проставляють на кресленні переважно лише один раз. Цифри для номерів позицій мають бути на один-два розміри більші за розмір шрифту розмірних чисел.

Дозволяється проводити спільну лінію-виноску з вертикальним розташуванням номерів позицій для групи кріпильних деталей рис.2.4.7).

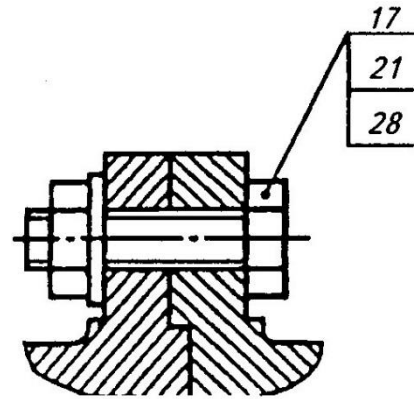


Рис.2.4.7

### Специфікація

Специфікація – документ, який визначає склад складальної одиниці, комплексу або комплексу, потрібний для виготовлення конструкторських документів і для запускання виробу у виробництво.

| Формат  | Зона     | Поз.  | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |
|---|----------|-------|-------------|--------------|------|------------|----------|----------|-------|------|--------|------|--------|---------|--|--|--|--|---|---|-------|--|--|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|
| 6   | 6        | 8     | 70          | 63           | 10   | 22         |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1"> <tr> <td>Изм/Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td>Литера</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>И.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Чтв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |          |       |             |              |      |            | Изм/Лист | № докум. | Подп. | Дата | Литера | Лист | Листов | Разраб. |  |  |  |  | 1 | 2 | Пров. |  |  |  |  |  |  | И.контр. |  |  |  |  |  |  | Чтв. |  |  |  |  |  |  |
| Изм/Лист  | № докум. | Подп. | Дата        | Литера       | Лист | Листов     |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |
| Разраб.   |          |       |             |              | 1    | 2          |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |
| Пров.   |          |       |             |              |      |            |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |
| И.контр.  |          |       |             |              |      |            |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |
| Чтв.  |          |       |             |              |      |            |          |          |       |      |        |      |        |         |  |  |  |  |   |   |       |  |  |  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |      |  |  |  |  |  |  |

На кожен складальну одиницю виконують специфікацію на окремих аркушах формату А4. Основний напис специфікації відрізняється від основного напису креслення і виконується згідно з ГОСТ 2.104-68.

Запис виробів, які зазначаються у розділах «Складальні одиниці» і «Деталі», заповнюють у алфавітному порядку поєднання початкових індексів організацій-розробників і далі в порядку зростання цифр, що входять в позначення

В розділ «Стандартні вироби» записують вироби, застосовані по наступним категоріям стандартів: державним, республіканським, галузевим і стандартам підприємства. У межах кожної категорії стандартів записи виробляють по групах виробів, об'єднаних за їх функціональним призначенням (кріпильні вироби, електротехнічні вироби і т. п.); в межах групи - в алфавітному порядку найменувань виробів; в межах кожного найменування - в порядку зростання позначень стандартів, а в межах кожного позначення стандарту - в порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу.

В розділ «Матеріали» вносять всі матеріали, що безпосередньо входять в виріб що специфікується в послідовності, яка визначена ГОСТ 2.108-68.

В графі «Формат» вказують формати документів, позначення яких заносять в графу "Позначення".

В графі "Поз." Вказують порядкові номери складових частин специфікованого виробу відповідно до послідовності їх запису в специфікації. Номери позицій не надають документам, що приводиться в розділі «Документація».

В графі «Кіл.» Вказують кількість складових одиниць на один виріб. У розділі «Документація» цю графу не заповнюють.

Допускається суміщення специфікації зі складальним кресленням за умови їх розміщення на форматі А4. Такому суміщеному документу привласнюють позначення основного конструкторського документа.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Які кресленики називають складальними?
2. Що крім зображень, мають складальні кресленики?
3. Чим керуються, вибираючи кількість та зміст зображень на складальному кресленнику?
4. Назвіть всі умовності і спрощення на складальних кресленниках.
5. Які розміри проставляють на складальних кресленниках?
6. Як наносять номери позицій на складальних кресленниках
7. Де наносять технічну характеристику виробу на складальних кресленниках і з чого вона складається?
8. Де розміщують технічні вимоги на складальному кресленнику і з чого вона складається?
9. Які графи містить специфікація?
10. Які форми основних написів застосовують при оформленні специфікації?



## 1.5 Читання та деталювання складальних креслеників»

### Читання складальних креслень

*Прочитати складальний кресленик* — означає зрозуміти призначення, будову, принципи роботи зображеного виробу. При цьому з'ясовують взаємодію, способи з'єднання та форму кожної деталі.

Послідовність читання складального креслення передбачає п'ять основних етапів:

*Ознайомлення з виробом.* За основним кресленням з'ясовують назву виробу, масштаб зображення, за описом і технічними умовами — його призначення та принципову будову.

*Читання зображень.* Визначають, які є на кресленні вигляди, розрізи, перерізи та яке призначення кожного зображення.

*Вивчення складових виробу.* За специфікацією з'ясовують назви, а за кресленням — форму, взаємне розташування та призначення складових частин виробу. Зображення деталей спочатку знаходять на і ому вигляді, на якому вказаний номер позиції, а потім на решті виглядів. Як відомо, з'ясуванню форми деталі сприяють однаковий нахил і густина штрихування зображення однієї й тієї ж деталі.

*Вивчення конструкції виробу.* З'ясовують характер з'єднання деталей між собою. Якщо є рухомі з'єднання, то визначають, які деталі переміщуються та по яких поверхнях здійснюються спряження їх з іншими деталями. Для різних з'єднань знаходять усі кріпильні деталі.

*Визначення послідовності складання та розбирання виробу* — завершальний етап читання креслення.

Чільне місце при читанні складального креслення належить вивченню форми кожної деталі як основного засобу з'ясування усіх інших питань, пов'язаних з читанням креслення.

Щоб уявити форму деталі, зображеної на складальному кресленні, треба визначити всі її вигляди, розрізи та перерізи на кресленні. При цьому обов'язково слід зіставити контури деталі на всіх її зображеннях.

Для аналізу креслення складальної одиниці треба вміти знаходити межі зображень деталей, визначити, якими поверхнями дотикаються деталі, як вони з'єднуються. Якщо є часткові зображення деталі, то слід уявити форму її частин, закритих іншими деталями, і, виконуючи креслення, відновити відповідні лінії.

Креслення суміжних поверхонь деталей складальної одиниці можуть містити різну за повнотою інформацію.

Залежно від цього можна виокремити три групи зображень.

*Перша група.* Зображення деталі містить достатньо відомостей, за якими можна зрозуміти форму деталі. Це найперше характер зображення контуру деталі, який дає змогу здогадатись про форму зовнішньої та внутрішньої поверхонь, вісь симетрії, однакове штрихування, різні умовності, спрощення, тобто ті, що зосереджені лише на одному зображенні деталі. Для нескладних деталей цих відомостей цілком досить.

*Друга група.* Зображення деталі не містить достатньої кількості відомостей для визначення форми деталі, тобто форма деталі не може бути однозначно визначена. У цьому випадку виникає потреба в додатковому джерелі інформації; це може бути або друге основне, або додаткове зображення цієї ж деталі. Потрібна інформація може бути й на суміжних зображеннях інших деталей.

*Третя група.* Зображення деталі на складальному кресленні містять усі відомості які дають змогу зрозуміти її форму. Але існує надлишкова інформація про форму деталі, яка

пов'язана з потребою пояснити форму якоїсь іншої деталі на складальному кресленні. Така особливість властива усім складальним кресленням.

Розглянемо приклад читання складального креслення "Клапана" (рис. 2.5.1 і 2.5.2).

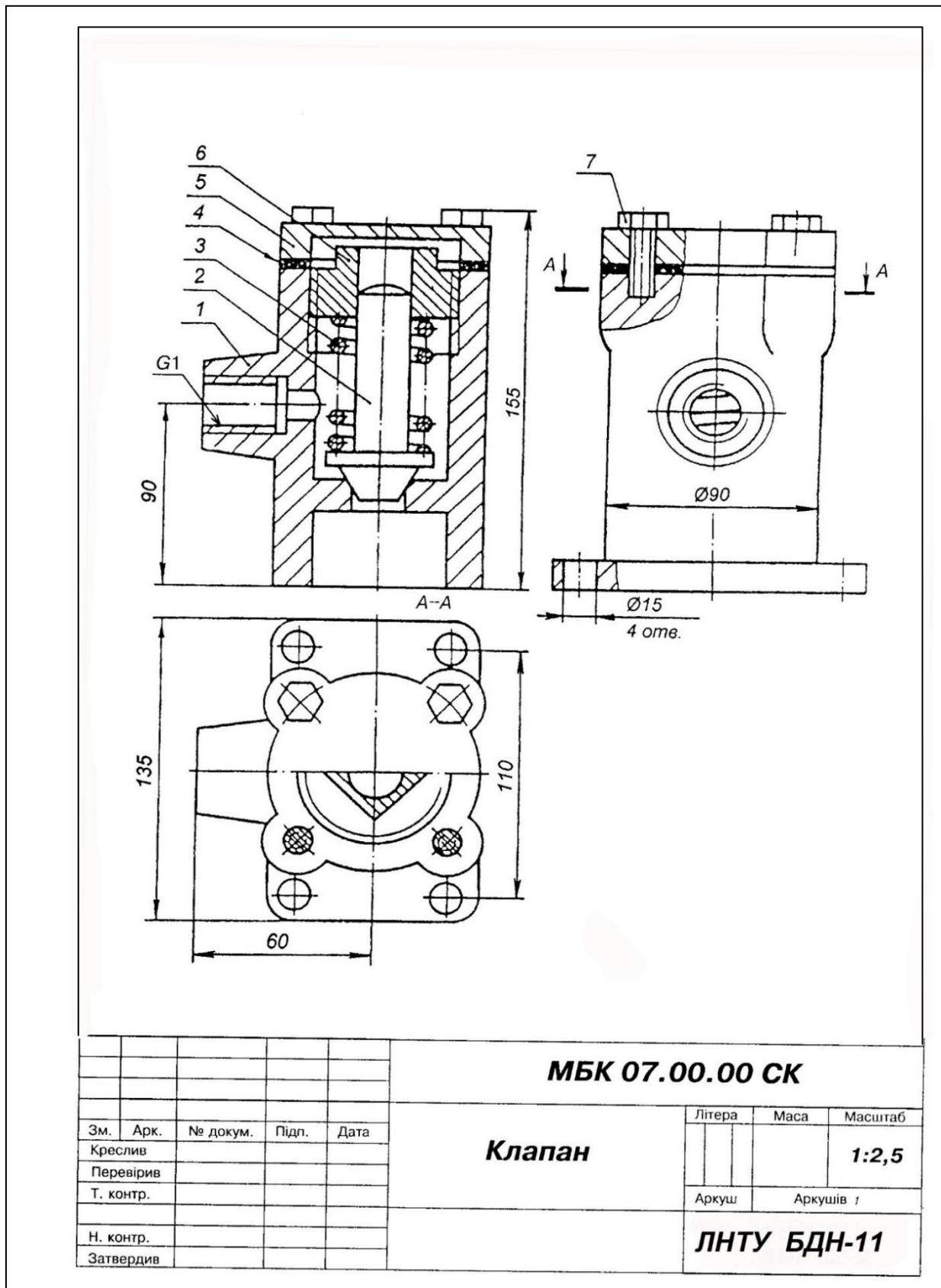


Рис. 2.5.1



За назвою (це видно з основного напису) та загальним уявленням про будову виробу можна з'ясувати, що клапан призначений для спускання з магістралі рідини чи газу, якщо тиск перевищує норму.

На складальному кресленні міститься три зображення: фронтальний розріз, вигляд зверху, суміщений із половиною горизонтального розрізу, та вигляд зліва з двома місцевими розрізами. Зі специфікації (рис. 2.5.2) бачимо, що виріб складається з шести оригінальних деталей та чотирьох стандартних болтів.

Корпус 1 показано на фронтальному розрізі, виглядах зліва та зверху. Фланець з чотирма отворами діаметром 15 мм у нижній частині корпусу призначений для приєднання його до іншого виробу. Отвір з різь у лівій частині корпусу служить для приєднання спускної магістралі. Різь в отворі — трубна циліндрична розміром 1 дюйм (G1). Місцевий розріз на вигляді зліва свідчить про те, що в корпусі є нарізні отвори під болти М8 для закріплення кришки 5. Герметичність з'єднання кришки з корпусом забезпечується прокладкою 4.

Форма золотника 2 повністю визначається його головним виглядом на кресленні.

Криївка 5 показана на всіх зображеннях креслення. Вигляд зверху визначає її зовнішні контури, на фронтальному розрізі показані її внутрішні обриси. На верхньому місцевому розрізі вигляду зліва показаний отвір під кріпильні болти 7.

Пружина 3 і гайка 6 показані на розрізі. Додатково форма верхньої частини гайки пояснюється за допомогою горизонтального розрізу А-А.

Гайка 6 загвинчується у корпус 1 за допомогою різі. Під час загвинчування гайки зусилля через пружину 3 передається на золотник 2, який притискується робочою конічною поверхнею до відповідної конічної поверхні на корпусі. Клапан відкривається, якщо перевищується тиск у магістралі, до якої він приєднаний. При цьому золотник, стискаючи пружину, переміщується вгору і відкриває прохід рідини чи газу до отвору з трубою різь. Регулювання тиску, при якому має спрацювати клапан, здійснюється за допомогою гайки 6. Загвинчування та відгвинчування гайки здійснюється її призматичною частиною.

### **Деталювання складальних креслень**

Деталюванням називається виконання робочих креслень деталей виробу (складальної одиниці) за складальним кресленням. характер і послідовність деталювання складального креслення показано на рис. 2.5.3.

Процес деталювання складального креслення виконують за такими етапами:

1. Вивчають складальну одиницю прочитавши її креслення.
2. Визначають деталі, креслення яких треба виконати. Деталювання починають із простих за формою деталей.
3. Знаходять і аналізують зображення призначеної для деталювання деталі, яка міститься на кресленні, визначають її головне зображення, кількість і склад потрібних зображень. Слід нагадати, що кількість зображень має бути мінімальна, але достатня для повного уявлення про форму і розміри деталі. Кількість і склад зображень деталі на робочому кресленні можуть і не відповідати зображенням на кресленні складальної одиниці.
4. Обирають масштаб зображень. При деталюванні не обов'язково дотримуватися одного і того ж масштабу для всіх деталей. Дрібні деталі, а також складної форми, зображають у більшому масштабі.
5. Обирають погрібний формат аркуша паперу для виконання креслення, наносять рамку й основний напис.
6. Виконують зображення деталі. На кресленні деталі зображують і ті її елементи, які на складальному кресленні не показують або показують спрощено, наприклад, фаски, галтелі. Розміри цих конструктивних елементів визначають не за складальним кресленням, а за відповідними стандартами на ці елементи.
7. Наносять на кресленні розміри, позначення шорсткості поверхонь та інші дані.
8. Перевіряють креслення й остаточно його оформляють.

Під час деталювання складальних креслень виникають деякі ускладнення при визначенні справжніх розмірів елементів деталей, потрібних для креслення та для нанесення на готові креслення деталей, а також при переведенні розмірів зображень із одного масштабу в інший.



Рис. 2.5.3

Розглянемо деякі випадки.

1. Креслення, що деталюють, і креслення деталі мають масштаб  $M1:1$ . У цьому випадку справжні розміри всіх елементів деталі вимірюють за складальним кресленням і безпосередньо використовують на кресленні деталі.

2. Креслення, що деталюється, має масштаб, який відрізняється від  $M1:1$ , а креслення деталі виконується в масштабі, який відрізняється від масштабу креслення, що деталюють, і від  $M1:1$ . У цьому разі справжні розміри елементів деталі знаходять як результат ділення розмірів цих елементів, виміряних на складальному кресленні, на його масштаб. Далі справжні розміри множать на масштаб робочого креслення деталі й отримують розміри для виконання зображень на ньому.

3. Найскладніший випадок — це коли креслення, що деталюють, є друкарською (або якоюсь іншою) копією, на якій масштаб зображень не відповідає зазначеному в основному написі. Тоді треба спочатку з'ясувати масштаб копії, далі визначити обчисленням справжні розміри елементів деталей, перемножити ці розміри на масштаб робочого креслення деталі й будувати зображення.

Для отримання дійсних розмірів застосовують **масштабний коефіцієнт**.

Масштабний коефіцієнт  $k_m$  складального креслення визначається за наступною формулою:

$$k_m = \frac{P_D}{P_K},$$

де  $P_D$  - дійсний розмір (в міліметрах) одного із елементів виробу, заданий на складальному кресленні;

$P_K$  - розмір (в міліметрах) цього ж елемента, виміряний на кресленні за допомогою лінійки.

Дійсні розміри деталі (в міліметрах) визначаються з вищенаведеної формули:

$$P_D = k_m \times P_K.$$

Щоб уникнути великої кількості обчислень, у навчальному процесі слід використовувати **графічний спосіб**, застосовуючи пропорційний (кутовий) масштаб.

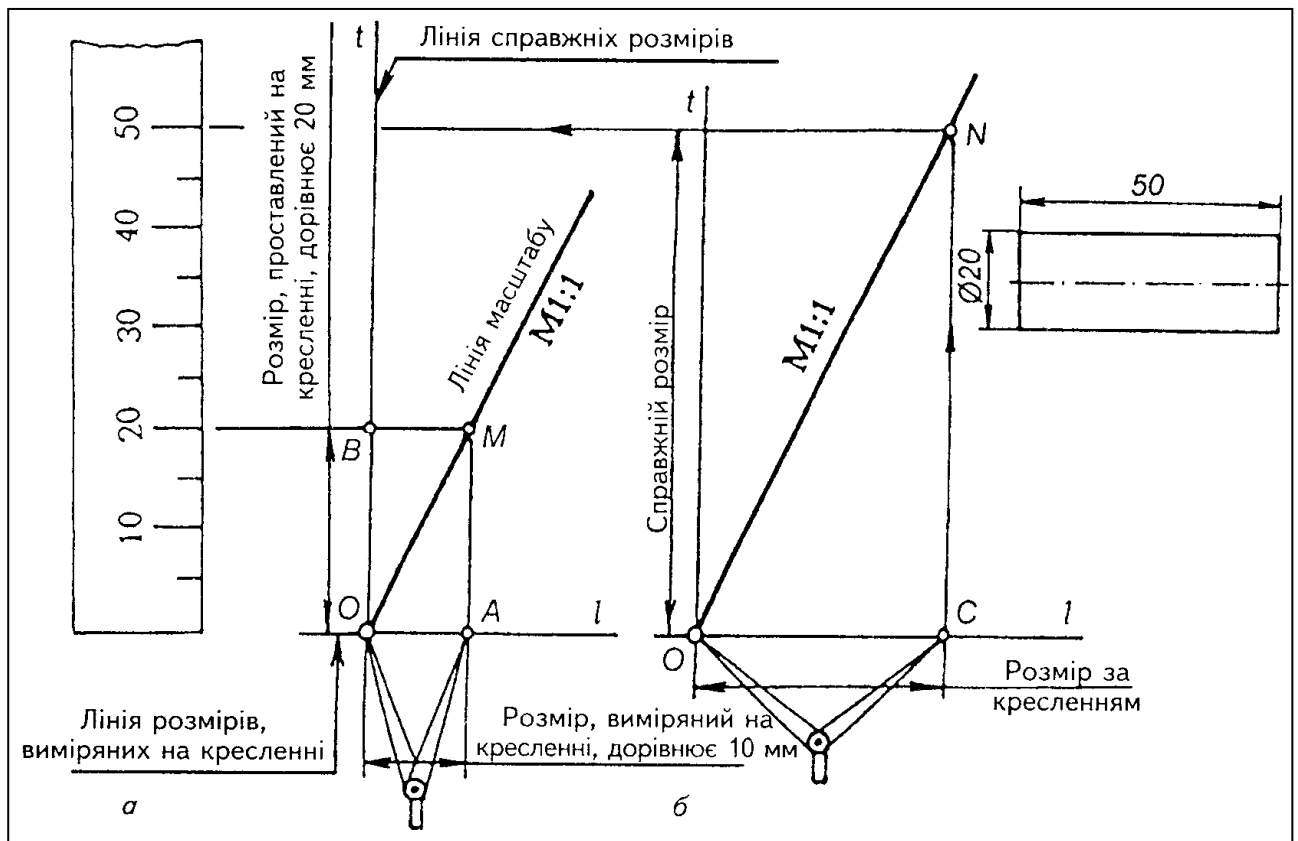


Рис. 2.5.4

На аркуші міліметрового паперу проводять дві взаємно перпендикулярні прямі  $l$  і  $t$  (рис. 2.5.4, а), які перетинаються в точці  $O$ . На горизонтальній прямій від точки  $O$  праворуч циркулем-вимірювачем відкладають довжину відрізка  $OA$  10 мм, виміряну на кресленні, а на вертикальній прямій  $OB = 20$  мм — справжній розмір цього ж відрізка, що визначений розмірним числом. Проводячи через точки  $A$  і  $B$  взаємно перпендикулярні прямі, на їх перетині отримуємо точку  $M$ . Пряма  $OM$  є лінією масштабу  $M1:1$  і дає змогу визначити справжні розміри решти елементів цього креслення: вимірявши циркулем-вимірювачем розмір потрібного елемента на кресленні, що деталюють (рис. 2.5.4, б), відкладають його від точки  $O$  на прямій  $l$  (рис. 2.5.4, б) через точку  $C$  проводять вертикальну пряму до перетину з лінією масштабу. Відрізок цієї прямої від  $C$  до лінії масштабу визначає справжній розмір потрібного елемента (у цьому випадку 50 мм).

Проставляючи розміри на робочих кресленнях, слід враховувати, що багато елементів деталей мають стандартні розміри.

У табл. 2.5.1 подано ряди нормальних розмірів.

## Ряди нормальних розмірів

Таблиця 2.5.1

| Ряди нормальних лінійних розмірів |         |         |     |         |      |     |     |
|-----------------------------------|---------|---------|-----|---------|------|-----|-----|
| 1-й ряд                           | 2-й ряд | 3-й ряд |     | 4-й ряд |      |     |     |
| 1,0                               | 1,2     | 1,1     | 1,4 | 1,05    | 1,15 | 1,3 | 1,5 |
| 1,6                               | 2,0     | 1,8     | 2,2 | 1,7     | 1,9  | 2,1 | 2,4 |
| 2,5                               | 3,2     | 2,8     | 3,6 | 2,6     | 3,0  | 3,4 | 3,8 |
| 4,0                               | 5,0     | 4,5     | 5,6 | 4,2     | 4,8  | 5,3 | 6,0 |
| 6,3                               | 8,0     | 7,1     | 9,0 | 6,7     | 7,5  | 8,5 | 9,5 |
| 10                                | 12      | 11      | 14  | 10,5    | 11,5 | 13  | 15  |
| 16                                | 20      | 18      | 22  | 17      | 19   | 21  | 24  |
| 25                                | 32      | 28      | 36  | 26      | 30   | 34  | 38  |
| 40                                | 50      | 45      | 56  | 42      | 48   | 53  | 60  |
| 63                                | 80      | 71      | 90  | 67      | 75   | 85  | 95  |
| 100                               | 125     | 110     | 140 | 1,5     | 120  | 130 | 150 |
| 160                               | 200     | 180     | 220 | 170     | 190  | 210 | 240 |
| 250                               | 320     | 280     | 360 | 260     | 300  | 340 | 380 |
| 400                               | 500     | 450     | 560 | 420     | 480  | 530 | 600 |
| 630                               | 800     | 710     | 900 | 670     | 750  | 850 | 950 |
| 1000                              |         |         |     |         |      |     |     |

Перевагу слід віддавати числам першого ряду, потім – другого, третього і, нарешті, четвертого.

| Ряд нормальних діаметрів загального призначення |      |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|---|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,5   | 3,0  | 11 | 21 | 35 | 52 | 78  | 105 | 155 | 210 | 310 | 410 |
| 0,8   | 3,6  | 12 | 22 | 36 | 55 | 80  | 110 | 160 | 220 | 320 | 420 |
| 1,0   | 4,0  | 13 | 23 | 38 | 58 | 82  | 115 | 165 | 230 | 330 | 430 |
| 1,2   | 4,5  | 14 | 24 | 40 | 60 | 85  | 120 | 170 | 240 | 340 | 440 |
| 1,5   | 5,0  | 15 | 25 | 42 | 62 | 88  | 125 | 175 | 250 | 350 | 450 |
| 1,8   | 6,0  | 16 | 26 | 44 | 65 | 90  | 130 | 180 | 260 | 360 | 460 |
| 2,0   | 7,0  | 17 | 28 | 45 | 68 | 92  | 135 | 185 | 270 | 370 | 470 |
| 2,2   | 8,0  | 18 | 30 | 46 | 70 | 95  | 140 | 190 | 280 | 380 | 480 |
| 2,5   | 9,0  | 19 | 32 | 48 | 72 | 98  | 145 | 195 | 290 | 390 | 490 |
| 2,8   | 10,0 | 20 | 34 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 |

Розміри під гайковий ключ вибирають із ряду нормальних розмірів: 3,2; 4; 5,5; 7; 8; 10; 12; 14; 17; 19; 24; 27; 30; 32; 36; 41; 46; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100.

Розміри фасок вибирають залежно від кута фаски: для кутів 45°; 60° -- 0,5; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 15,0; для кутів 30° — 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 15,0.

Значення конусностей вибирають із ряду нормальних конусностей: 1:3; 1:5; 1:7; 1:8; 1:10; 1:12; 1:15; 1:20; 1:30; 1:50; 1:100; 1:200.

У табл. 2.5.2 подано рекомендовану шорсткість деяких поверхонь, які найчастіше трапляються в деталях.

### Рекомендована шорсткість деяких поверхонь

Таблиця 2.5.2

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Поверхні деталей</b> | <b>Рекомендована шорсткість</b> |
|-------------------------|---------------------------------|

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Опорні поверхні корпусів, кронштейнів, кришок, стійок тощо   | $\sqrt{R_z 80} - \sqrt{R_z 10}$     |
| Отвори під кріпильні деталі  | $\sqrt{R_z 80} - \sqrt{R_z 20}$     |
| Поверхні деталей з ходовою та упорною різзю  | $\sqrt{R_a 2,5} - \sqrt{R_a 0,63}$  |
| Посадочні поверхні отворів та валів для нерухомих з'єднань: штифтів, втулок, шпонок тощо           | $\sqrt{R_a 2,5} - \sqrt{R_a 0,63}$  |
| Посадочні поверхні отворів та валів для рухомих з'єднань: циліндрів, клапанів, поршнів, золотників | $\sqrt{R_a 2,5} - \sqrt{R_a 0,16}$  |
| Привалкові поверхні корпусів, плит, планок, кришок   | $\sqrt{R_a 5} - \sqrt{R_a 1,25}$    |
| Рукоятки, маховики, штурвали   | $\sqrt{R_a 0,32} - \sqrt{R_a 0,16}$ |
| Пази, канавки, проточки  | $\sqrt{R_z 20} - \sqrt{R_z 10}$     |

### Питання для самоконтролю:

1. Що означає прочитати складальний кресленик?
2. Назвіть п'ять основних етапів читання складальних креслеників.
3. Що називають складальною одиницею?
4. Що називають деталюванням складального кресленика?
5. За якими етапами виконують деталювання складального кресленика?
6. Якими методами користуються для визначенні справжніх розмірів елементів деталей, необхідні для виконання робочих креслеників, а також при переведенні розмірів зображень із одного масштабу в інший?



## Розділ 3 «Елементи будівельного креслення. Схеми. Технічні кресленики штучних споруд з мережею»

### 3.1 «Будівельне креслення»

**Масштаби.** Співвідношення лінійних розмірів зображення предмета до його дійсних розмірів називають масштабом зображення. Зображення на будівельних креслениках планів, розрізів, фасадів, конструкцій, деталей громадських, промислових та сільськогосподарських будівель виконуються в масштабах, встановлених ГОСТ 2. 302–68\*, з урахуванням вимог ГОСТ 21.501–80\* (табл.І.1).

Відповідно до ГОСТ 21.101–79 на будівельних креслениках масштаби можна позначити наступним чином: при записі у відповідній графі основного надпису за типом 1:100 і т. ін. (якщо на кресленнику всі зображення виконані в одному масштабі); написати, наприклад, М1:10 під назвою зображення над креслеником виду або вузла.

Таблиця №3.1.1

| Найменування                                     | Масштаби зображення        |                                      |
|--|----------------------------|--------------------------------------|
|  | Основний                   | Допустимий при насиченому зображенні |
| Плани поверхів (крім технічних), розрізи, фасади | 1:100, 1:200, 1:400, 1:500 | 1:50                                 |
| Плани дахів, підлоги, технічних поверхів         | 1:500, 1:800, 1:1000       | 1:200                                |
| Фрагменти планів, фасадів                        | 1:100                      | 1:50                                 |
| Вузли  | 1:10, 1:20                 | 1:5                                  |

#### Лінії

**Типи ліній,** їхні позначки і розміри елементів ліній, основні правила їх використання визначені у ISO 128-20.

Приклади використання типів ліній на креслениках планів і розрізів (рис. 3.1.1, 3.1.2)

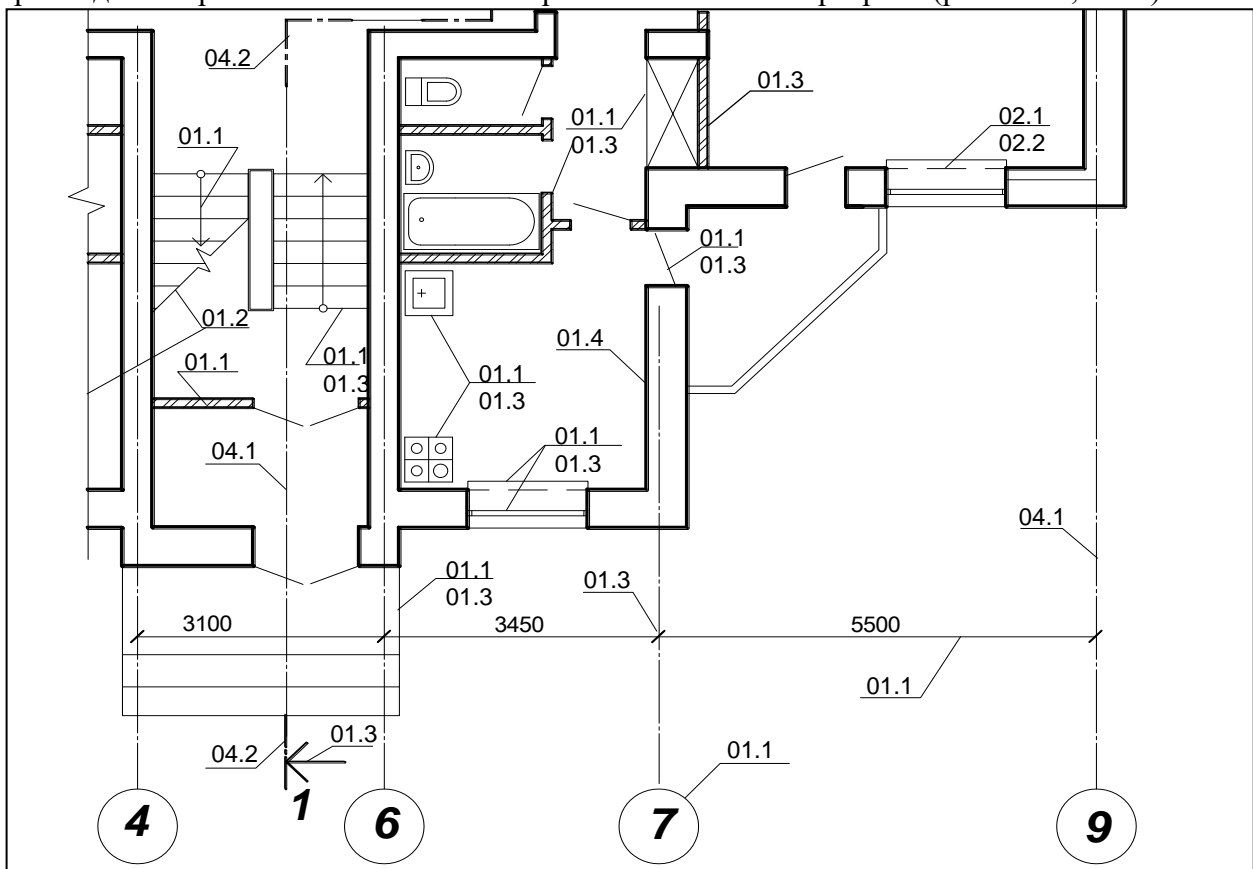


Рис. 3.1.1

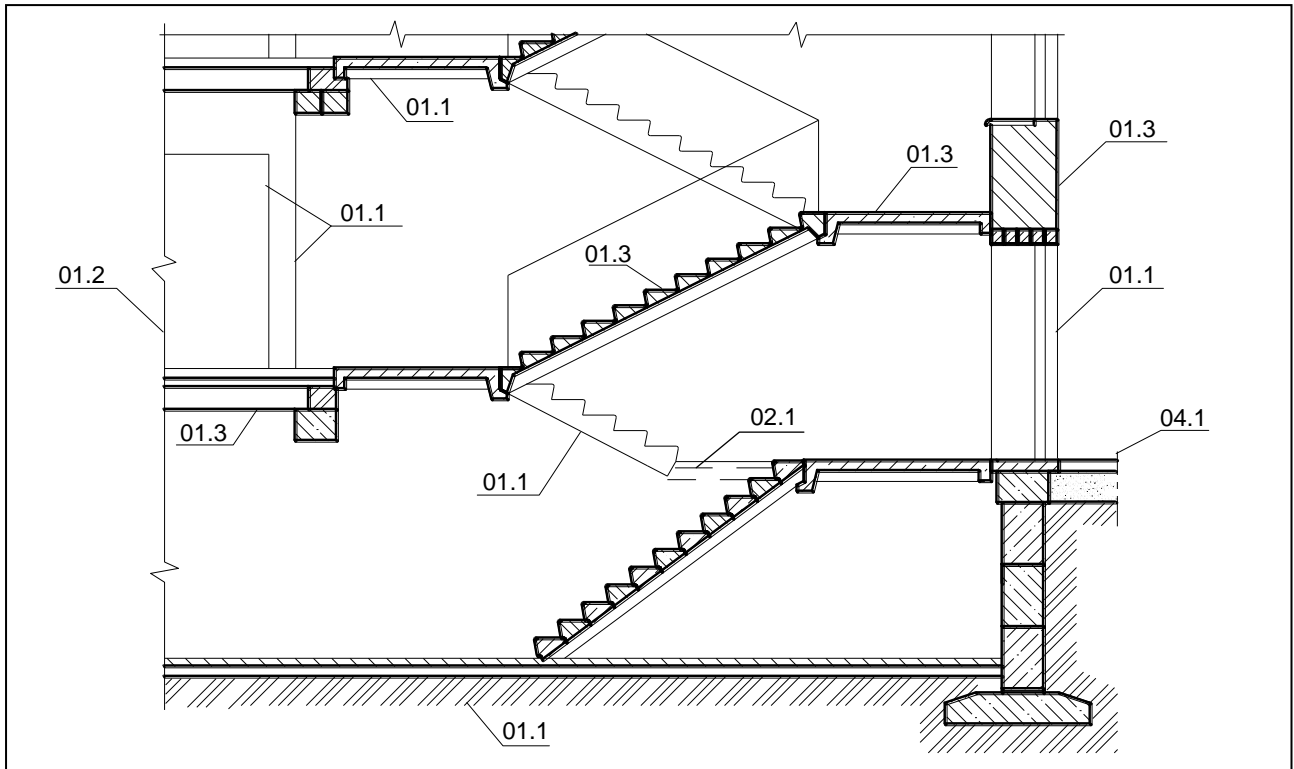


Рис. 3.1.2.

**Розміри** на будівельних кресленнях наносять відповідно до ГОСТ 2.307 0 68\* з урахуванням вимог системи проектної документації для будівництва ГОСТ 21.105–79.

**Лінійні розміри** в міліметрах на будівельних кресленнях наносять у вигляді замкнутого ланцюжка без одиниць виміру. Розмірні лінії обмежуються засічками довжиною 2 – 4 мм, проведеними під кутом  $45^{\circ}$  (рис. 3.1.3,а). Товщина лінії засічки дорівнює товщині основної лінії даного креслення. Розмірні лінії виступають за крайні виносні лінії на 1 – 3 мм. Розмірне число розмірене над розмірною лінією на відстані 0,5 – 1 мм.

При нестачі місця для засічок на розмірних лініях у вигляді ланцюжків засічки замінюються точками (рис. 3.1.3,б).

Розмірну лінію в будівельному кресленні закінчують стрілочкою при встановленні розмірів радіуса, діаметра, кута чи при нанесенні розмірів від встановленої бази на одній розмірній лінії.

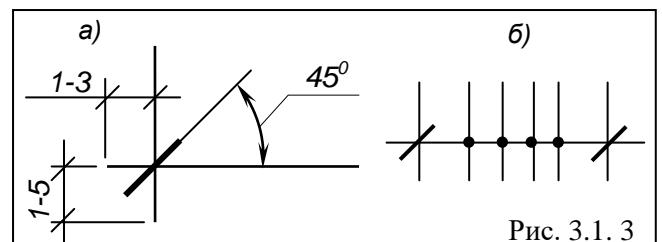
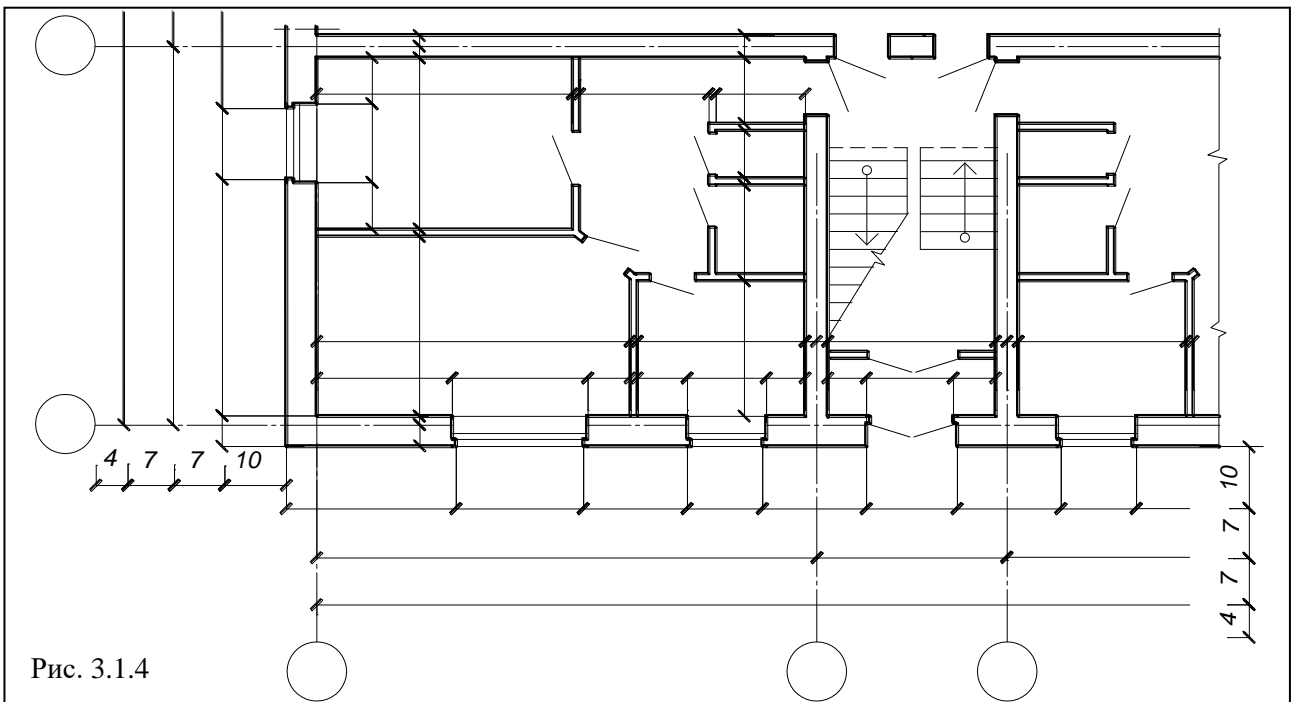


Рис. 3.1.3

Першу розмірну лінію як внутрішніх, так і зовнішніх розмірів віддаляють від контурів стін на 10-15 мм. Наступні розмірні лінії розміщують на відстані не менше 7 мм. Маркувальні кружечки координатної осі віддалені на 4 мм від останньої розмірної лінії.

Зовнішні розміри (за габаритами плану) здебільшого розміщують знизу і зліва, але в разі необхідності можна розміщувати зі всіх сторін плану. Зовнішні розміри складаються з трьох ланцюжків: перший – розміри між віконними, дверними прорізами і простінками та прив'язка простінок до координатних осей; другий – відстань між координатними осями з прив'язкою крайніх осей до зовнішніх граней стін; третій – відстань між крайніми координатними осями (рис. 3.1.4).

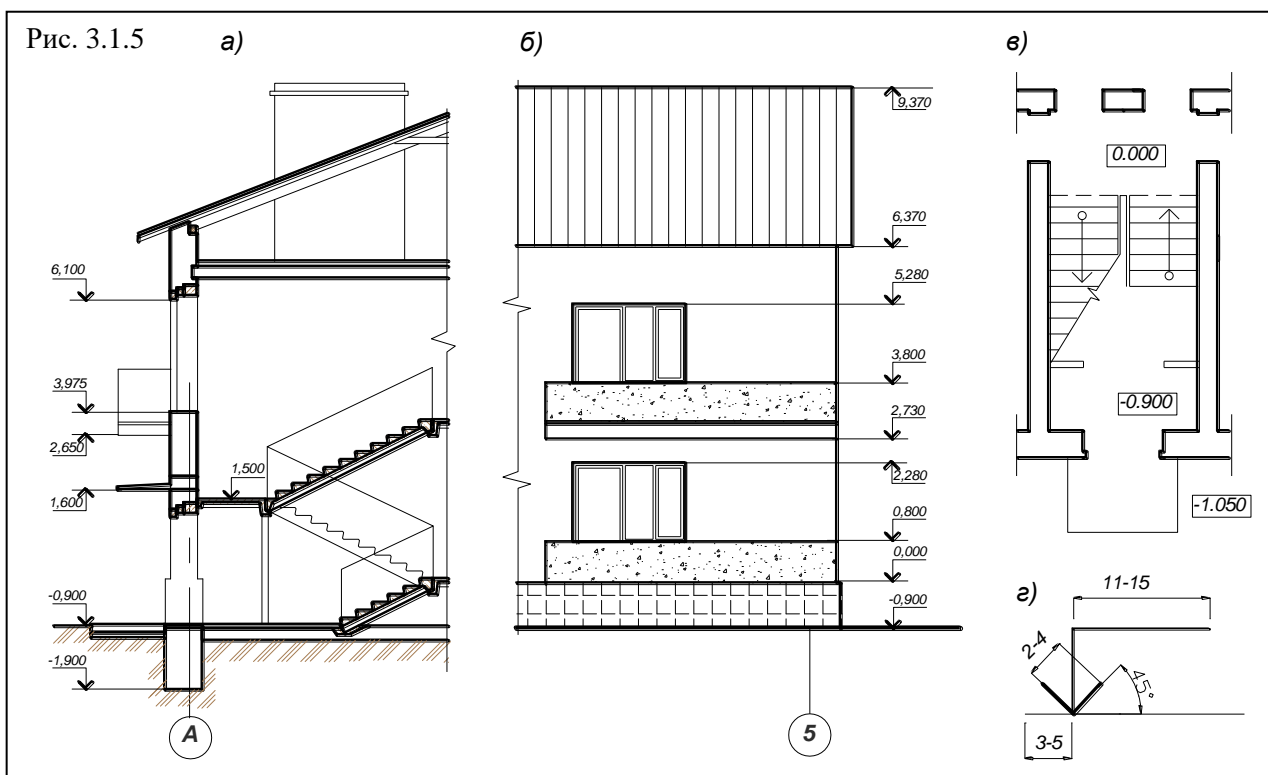
Внутрішні розмірні лінії (у габаритах плану) визначають: прив'язку внутрішніх стін та перегородок до координатних осей; товщину стін і перегородок; прив'язку віконних та дверних прорізів до несучих стін і перегородок; відстань між перегородками. При симетричному плані, розміри наносять на одній половині (рис. 3.1.4).



**Позначки.** На креслениках фасадів, розрізів та в деяких випадках на планах вказують позначки рівня в метрах з трьома десятковими знаками.

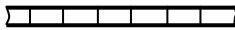

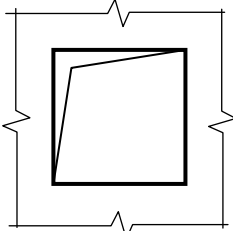

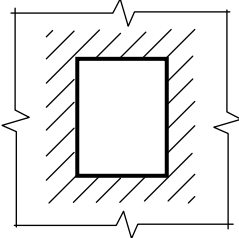

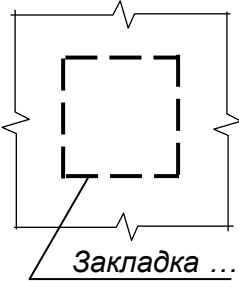
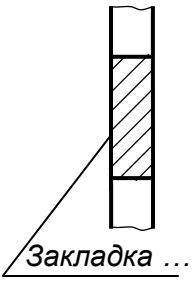
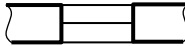

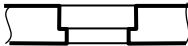

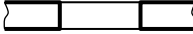
Умовно за нульову позначку 0,000 для будинку приймають рівень чистої підлоги 1-го поверху. Від прийнятої нульової позначки відраховують позначки інших рівнів. Позначки нижче умовної нульової позначаються зі знаком «мінус» (наприклад – 0,750), позначки вище нульової – без знаку.

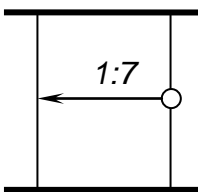
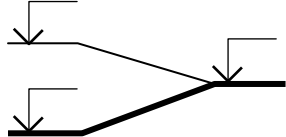

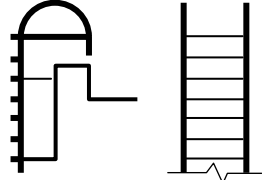
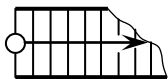
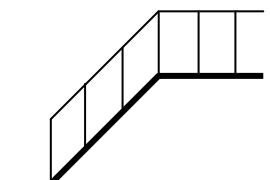
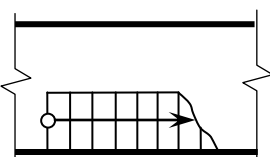
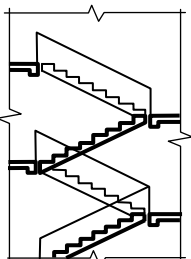
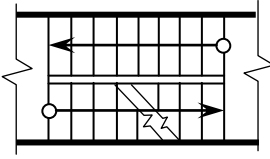
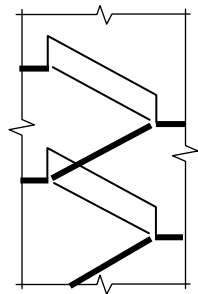
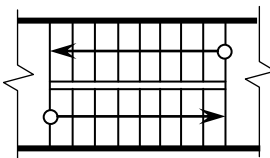
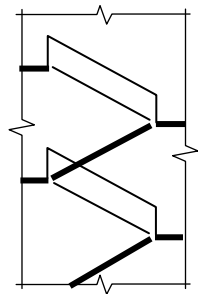
Позначки (крім планів) розміщують на виносних лініях фасадів та розрізів та позначають умовним знаком. Стрілку обводять основною лінією, а поличку – суцільною тонкою (рис.3.1.5г). На креслениках планів будинку позначки наносять в прямокутнику або на поличці лінії-виноски. Перед числом ставлять знак «+», або «-» для відміток відповідно вище або нижче нульової (рис. 3.1.5в).



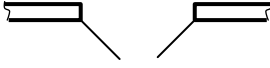
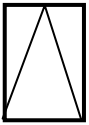
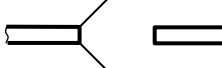

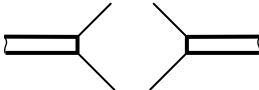

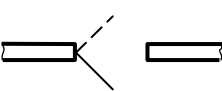
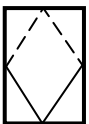
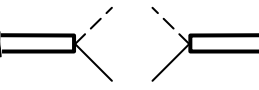
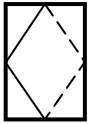

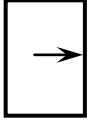

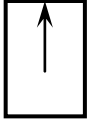
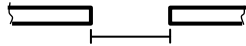
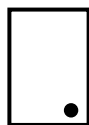
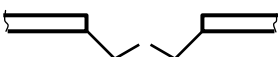

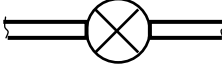
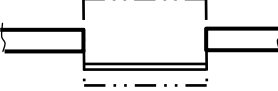
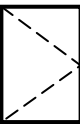
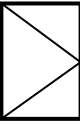


**3.2 Умовні графічні зображення будівельних конструкцій .**  
 ДСТУ Б А.2.4-7-95 (ГОСТ 21.501 -93).

Таблиця 3.1.2

| Найменування  | Зображення   |   |
|---|--|---|
|   | На плані   | В розрізі   |
| <p><b>1. Перегородки із склоблоків</b><br/> <i>Примітка.</i><br/>                     На креслениках в масштабі 1:200 і менше допускається позначення всіх видів перегородок однією суцільною лінією</p>                    |    |    |
| <p><b>2. Прорізи</b><br/>                     2.1 Проріз, що проектується без заповнення</p>  |    |    |
| <p>2.2. Проріз, який належить пробити в існуючій стіні, перегородці, покритті, перекритті</p>   |   |   |
| <p>2.3 Проріз в існуючій стіні, перегородці, покритті, перекритті, який належить закласти<br/>                     Примітка.<br/>                     В пояснювальному написі замість крапок вказують матеріал закладки</p> |  |  |
| <p>2.4. Прорізи<br/>                     а) без чверті</p>  |  |  |
| <p>б) з чвертю</p>  |  |  |
| <p>в) в масштабі 1:200 і менше, а також для креслеників елементів конструкцій заводського виготовлення</p>  |  |  |

| Найменування   | Зображення  |  |
|--|---|--|
|  | На плані  | В розрізі  |
| <p><b>3. Пандус</b><br/>Примітка.<br/>Уклон пандуса вказують на плані у відсотках (наприклад, 10.5%) або у вигляді відношення висоти і довжини (наприклад 1:7).<br/>Стрілкою на плані показано напрям спуску</p> |    |   |
| <p><b>4. Сходи</b><br/>4.1. Сходи металеві:<br/>а) вертикальні</p>   |    |   |
| <p>б) горизонтальні</p>  |    |   |
| <p>4.2. Сходи:<br/>а) нижній марш</p>  |  | <p>В масштабі 1:50 і більше</p>   |
| <p>б) проміжний марш</p>   |  | <p>В масштабі 1:100 і менше, а також для схем розміщення елементів збірних конструкцій</p>  |
| <p>в) верхній марш</p>   |  |   |
| <p><b>Примітка.</b><br/>Стрілкою показано напрям підйому маршу</p>   |   |  |

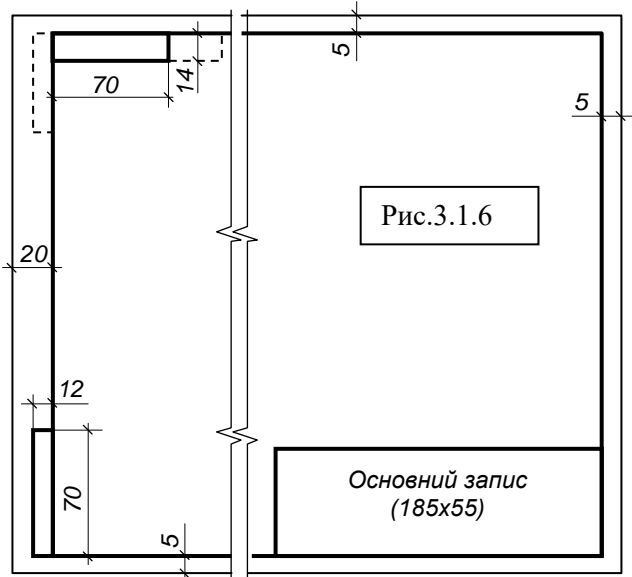
| Найменування   | Зображення  | Найменування  | Зображення  |
|--|---|---|---|
| <b>5. Двері, ворота</b>                                      |   |   |   |
| 5.1. Двері одностулкові                                      |    | 12.3. Рама з нижнім підвішуванням, що відчиняються всередину  |    |
| 5.2. Двері двостулкові                                       |    | 12.4. Те саме, що відчиняються назовні  |    |
| 5.3. Двері подвійні одностулкові                             |    | 12.5. Рама з верхнім підвішуванням, що відчиняються всередину   |    |
| 5.4. Те саме, двостулкові                                    |    | 12.6. Те саме, що відчиняються назовні  |    |
| 5.5. Двері одностулкові з хитним полотном (права або ліва)   |    | 12.7. Рама з середнім підвішуванням горизонтальним  |   |
| 5.6. Двері двостулкові з хитними полотнами                   |    | 12.8. Те саме, вертикальним   |  |
| 5.7. Двері (ворота) розсувні одностулкові                    |  | 12.9. Рама розсувна   |  |
| 5.8. Двері (ворота) розсувні двостулкові                     |  | 12.10. Рама з підйомом  |  |
| 5.9. Двері (ворота) підйомні                                 |  | 12.11. Рама глуха   |  |
| 5.10. Двері складчасті                                       |  | 12.12. Рама з боковим або з нижнім підвішуванням, що відчиняється всередину                               |  |
| 5.11. Двері, що обертаються                                  |  |   |   |
| 5.12. Ворота підйомно-поворотні                              |  |   |   |
| <b>6. Рами віконні</b>                                       |   |   |   |
| 6.1. Рами з боковим підвішуванням, що відчиняються всередину |  | <i>Примітка.</i><br>Вершину знака (зображеного штрихами) направляти до обв'язки, на яку не навішують раму |   |
| 6.2. Те саме, що відчиняються назовні                        |  |   |   |

### Формати креслеників.

Кресленики виконуються на аркушах креслярського паперу, формат яких визначено ГОСТ 2.301-68. Згідно зі стандартом встановлено п'ять основних форматів креслеників: А4(210х297); А3(297х420); А2(420х594); А1(594х841); А0(841х1189).

При виконанні кресленика довгу бік аркуша зазвичай розміщують горизонтально, але, за необхідності, довга сторона може займати вертикальне положення. Формат А4 розміщується лише вертикально.

Розміри аркушів креслярського паперу дещо перевищують розміри стандартних форматів. Тому перед виконанням кресленика на аркуші паперу наносять межі формату, а після закінчення роботи зайві смуги обрізають. Кресленик оформлюють рамкою, яку наносять у внутрішньому полі формату, основним написом (кутовий штамп) та додатковими графами (рис.3.1.6). Рамку і графи виконують суцільною товстою лінією. Кутовий штамп виконується суцільною товстою та суцільною тонкою лініями.



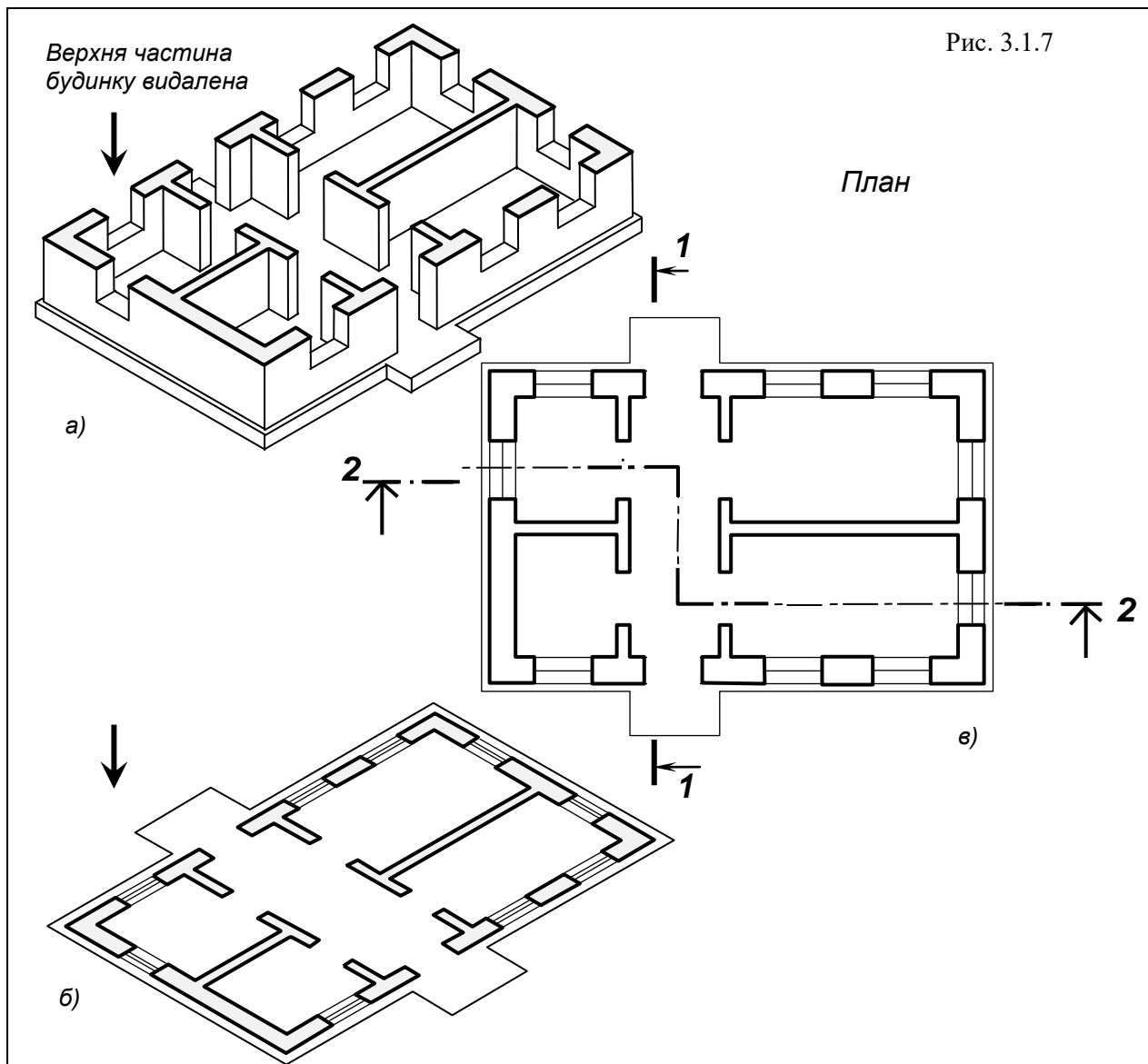
**Основний напис будівельних креслеників** виконується відповідно до ГОСТ 21.103-78. В лівій частині основного напису вказують: посади (можливі скорочення, наприклад ГП – головний інженер проекту; арх. – архітектор...), далі прізвища виконавців, підписи і дати. В графі 1 (Позначення документа) в учбовому кресленнику можна вказати скорочену назву навчального закладу. В графі 2 (Найменування підприємства, в склад якого входить будівля, або виробу) можна вказати розділ дисципліни, що вивчається, марку комплекту, до якого відноситься кресленик, номер варіанта, рік виконання. В графі 3 (Найменування будівлі) пишуть назву будинку, кресленик якого виконується. В графі 4 (Найменування зображень) вказують найменування зображень, розміщених на даному аркуші, у точній відповідності з найменуваннями, вказаними над ними в полі кресленника. Специфікації, таблиці, текстові вказівки не вказують. В графі 5 (Стадія проектування) ставиться умовне позначення стадії проектування будівлі: П – проект, РП – робочий проект, Р – робоча документація, учбовий кресленик можна позначити літерою У – учбовий. Графа 6 – порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графа не заповнюється). Графа 7 – загальна кількість аркушів. Графа 8 – назва організації, що розробляє проект, в учбовому кресленнику – назва групи. Графа 9 – розрахункова маса виробу. Графа 10 – масштаб зображення.

Форма 1 (для креслеників будівель та споруд)

|         |     |      |             |        |                               |                            |  |  |                                 |       |         |    |    |    |    |
|---------|-----|------|-------------|--------|-------------------------------|----------------------------|--|--|---------------------------------|-------|---------|----|----|----|----|
| 185     |     |      |             |        |                               |                            |  |  |                                 |       |         |    |    |    |    |
|         |     |      |             |        | (1) Позначення документа      |                            |  |  |                                 | 15    |         |    |    |    |    |
|         |     |      |             |        | (2) Найменування підприємства |                            |  |  |                                 | 10    |         |    |    |    |    |
| 5x11=55 | Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата                          | (3) Найменування будівлі   |  |  | Стадія                          | Аркуш | Аркушів | 5  |    |    |    |
|         |     |      |             |        |                               |                            |  |  | (5)                             | (6)   | (7)     | 10 |    |    |    |
|         |     |      |             |        |                               | (4) Найменування зображень |  |  | (8) Назва проектної організації |       |         | 15 |    |    |    |
|         |     |      |             |        |                               |                            |  |  |                                 |       |         | 15 | 15 | 20 | 15 |
|         | 7   | 10   | 23          | 15     | 10                            |                            |  |  |                                 |       |         | 70 |    |    | 15 |

### 3.3 Теоретичні основи та загальні правила виконання креслеників плану

План – це зображення розрізу будівлі, отримане при його розтині уявною горизонтальною площиною, розташованою в межах дверних та віконних прорізів кожного поверху (700-800мм від рівня підлоги), і спроекційоване на горизонтальну площину проєкцій. При цьому частина будівлі, розміщена між оком глядача та січною площиною, видаляється.



На плані показано розташування капітальних стін, перегородок, колон, сходів, вікон та дверей, при пічному опаленні вказують печі, що дає повну інформацію про архітектурно-планувальне рішення будівлі, розміри окремих приміщень, виявляє форму споруди.

Якщо деякі елементи споруди знаходяться вище (антресолі) або нижче (ніші для батареї опалення) січної площини, на плані їх зображують штриховими лініями.

Санітарно-технічне обладнання, вентиляційні та димові канали креслять на плані в тому ж масштабі, що й стіни.

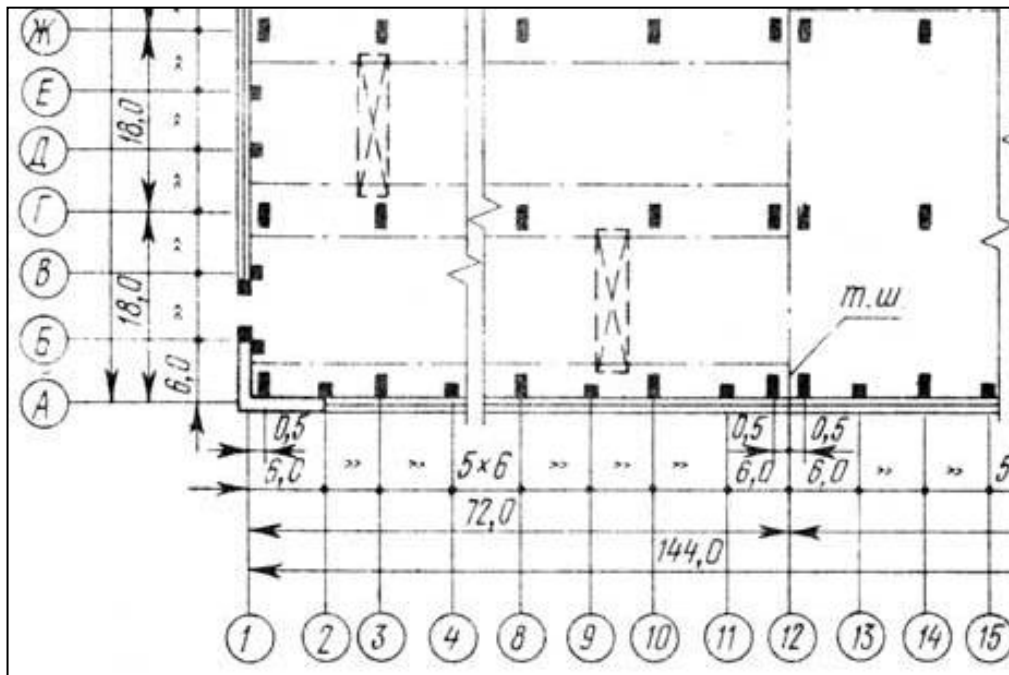
Якщо планування приміщень на всіх поверхах однакове, крім плану першого поверху, виконують план другого та називають його планом типового поверху.

В промислових будинках горизонтальні січні площини проводять на рівні окремих елементів, площадок, поверхів та називають їх за числовими значеннями даного рівня, за типом – план на позначці 5.000.



### 3.4 Координаційні осі на будівельних кресленнях

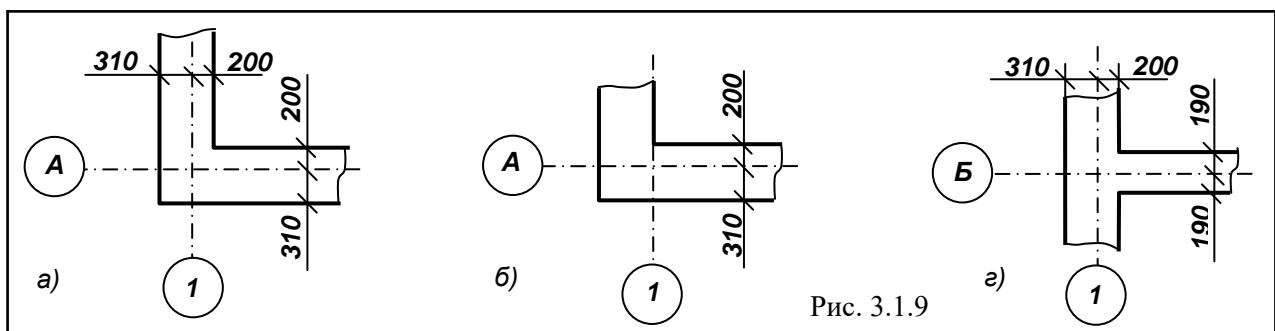
**Координаційні осі.** Будинок або споруди в плані розчленовують осьовими лініями на ряд елементів. Ці лінії, що визначають розташування основних несучих конструкцій (стін і колон), називають поздовжніми та поперечними координаційними осями. Відстань між координаційними осями в плані будинку називають кроком. Переважно в плані напрямок кроку може бути поздовжнім або поперечним. Відстань між поздовжніми координаційними осями будинку, який відповідає прольоту основної несучої конструкції перекриття або покриття, називають прольотом. Для визначення взаємного розташування елементів будинку застосовують сітку координаційних осей його несучих конструкцій (рис. 3.1.8). Координаційні осі наносять штрих-пунктирними лініями й позначають марками в кружках діаметром 6...12 мм.



Для маркування координаційних осей використовують арабські цифри й прописні букви, за винятком букв **З, В, О, Х, Б**. Розмір шрифту для позначення координаційних осей повинен бути на один-два номери більше, ніж розмір шрифту чисел на тому ж аркуші.

Цифрами маркують осі по стороні будинку з більшою кількістю координаційних осей. Послідовність маркування осей ухвалюють з ліва на право і знизу нагору. Маркування осей, як правило, розташовують по лівій та нижній сторонам плану будинку

В будинках з несучими поздовжніми стінами торцеві стіни, на які не спираються панелі



перекриття, мають нульову прив'язку, (рис. 3.1.9,б по осі **1**), тобто внутрішня грань стіни суміщена з координаційною віссю. Поздовжні зовнішні несучі стіни, на яких лежать панелі або балки перекриття, мають прив'язку 150 або 200 мм (рис. 3.1.9,а по осі **А**). У внутрішніх несучих стінах геометрична вісь симетрії стіни суміщена з координаційною віссю (рис. 3.1.9,г по осі **Б**).

### 3.5 Приклад поетапного виконання кресленика плану житлового будинку.

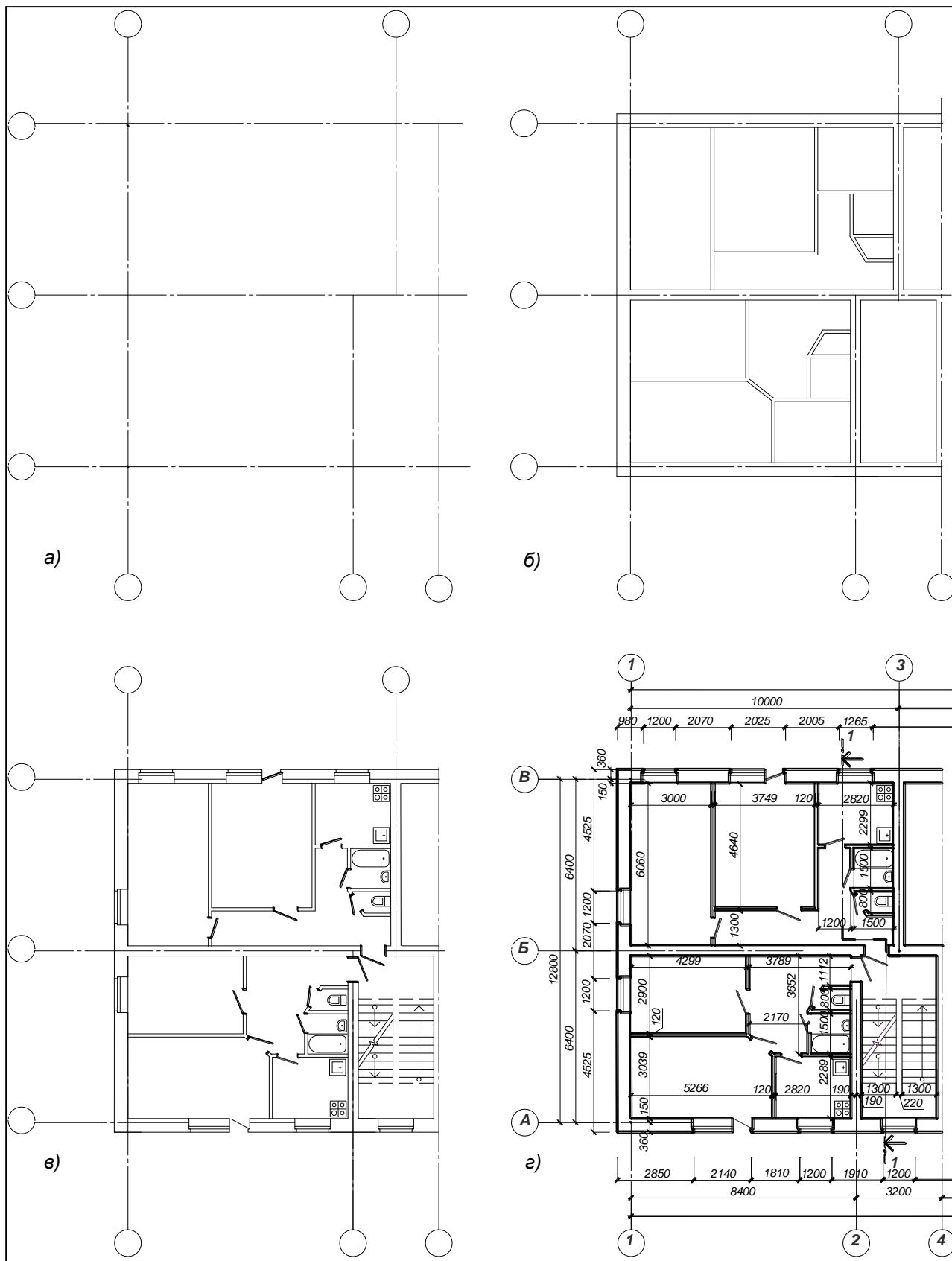


Рис. 3.1.10

Найменування приміщень та їх площу наводять в експлікації з відповідною їх нумерацією на плані. Номери приміщень проставляють на плані в колах діаметром 6-8 мм.

### 3. 6 Теоретичні основи та загальні правила виконання розрізів

Розрізом називають зображення будівлі, уявно розрізаної вертикальною січною площиною, – видалена частина, що знаходиться між оком глядача і січною площиною та спроекційована на фронтальну чи профільну площину проєкцій (рис. 3.1.11,а). Положення січних площин вказується на плані будинку.

Розрізи виконують по важливих конструктивних та архітектурних частинах будинку. Розріз називають поперечним, якщо вертикальна січна площина перпендикулярна до поздовжніх несучих стін (розріз *1-1* рис. 3.1.11,б), якщо вертикальна січна площина паралельна поздовжнім несучим стінам будинку, розріз називають поздовжнім (розріз *2-2* рис. 1.11в). Іноді для виконання розрізу використовують кілька січних площин, такі розрізи називають ступінчастими.

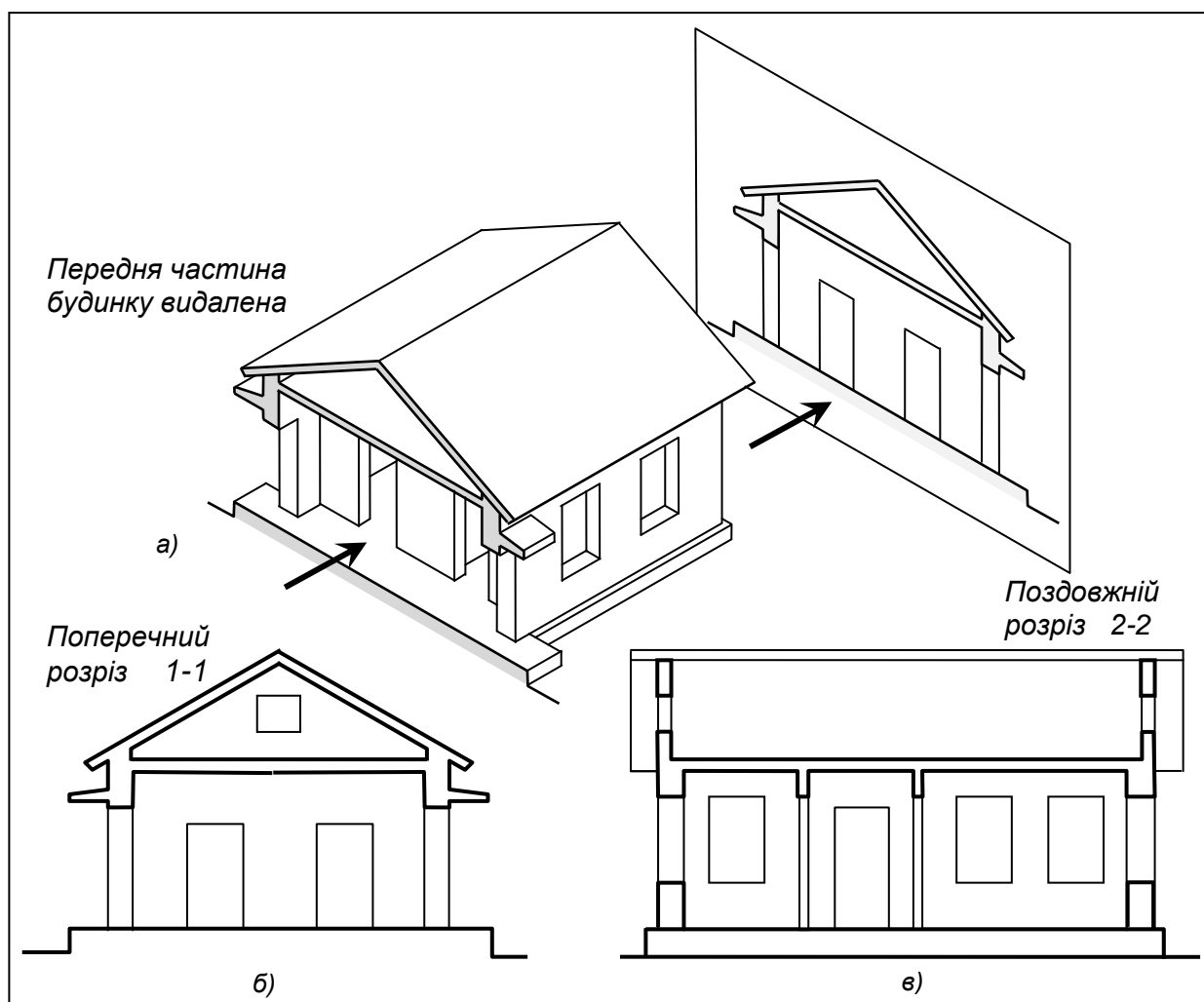


Рис. 3.1.11

Положення січних площин позначають на плані поверхів будівлі за ДСТУ ISO 128-44:2005. Сліди січних площин позначають довгоштрихово-пунктирною тонкою лінією, на кінцях та в місцях зміни напрямку – довгоштрихово-пунктирною товстою лінією. Стрілки для зазначення напрямку погляду креслять суцільною товстою лінією, біля них ставлять цифри або прописні літери для найменування розрізу. В робочих креслениках напрям зору для розрізів приймають, як правило, на плані – знизу вгору та справа наліво.

У поздовжніх розрізах, незалежно від положення січної площини на плані, дах будинку в межах горища показують розсіченим по гребню, а в поперечних – у центральній частині.

При створенні розрізів слід враховувати, що січні площини не проводять по колонах, вздовж прогонів та балок перекриття, по кроквах. Колони, перегородки, прогони, балки та крокви в поздовжньому напрямку показують нерозрізаними, а в поперечному перерізі всі ці елементи, за винятком колон, зображують розрізаними.

В будівельних креслениках видимі лінії контурів елементів, що не потрапили в січну площину, виконують суцільною тонкою лінією, а ті, що розрізаються, – суцільною товстою.

Назву плану, розрізу, фасаду вказують над зображенням і не підкреслюють. Коли на аркуші розміщено одне зображення, його назву наводять лише в основному написі кресленика.

Архітектурним розрізом називають розріз, на якому не показані конструктивні елементи будинку. Такі розрізи складаються на початковій стадії проектування для визначення висот приміщень, вікон, дверей, карнизів та інших архітектурних елементів будівлі.

На стадії розробки робочих креслень виконують конструктивні розрізи, на яких показують конструктивні елементи (фундаменти, перекриття, крокви) та їх спряження.

На розрізах показують: координаційні осі будинку, відстані між осями, загальні розміри будинку між крайніми осями; позначки рівня землі, чистих підлог, основних площадок, глибину занурення фундаменту; розміри прорізів і ділянок стін між ними, висотні позначки низу і верху прорізів; матеріали та товщину конструкцій покриття та перекриття вказують на «етажерках»; в промислових будинках – підкранові колії і крани, рейкові колії внутрішнього транспорту; сходові клітки, труби зведених вентиляційних та димових каналів.

### 3.7 Приклад поетапного виконання кресленика розрізу житлового будинку.

Рис. 3.1.12

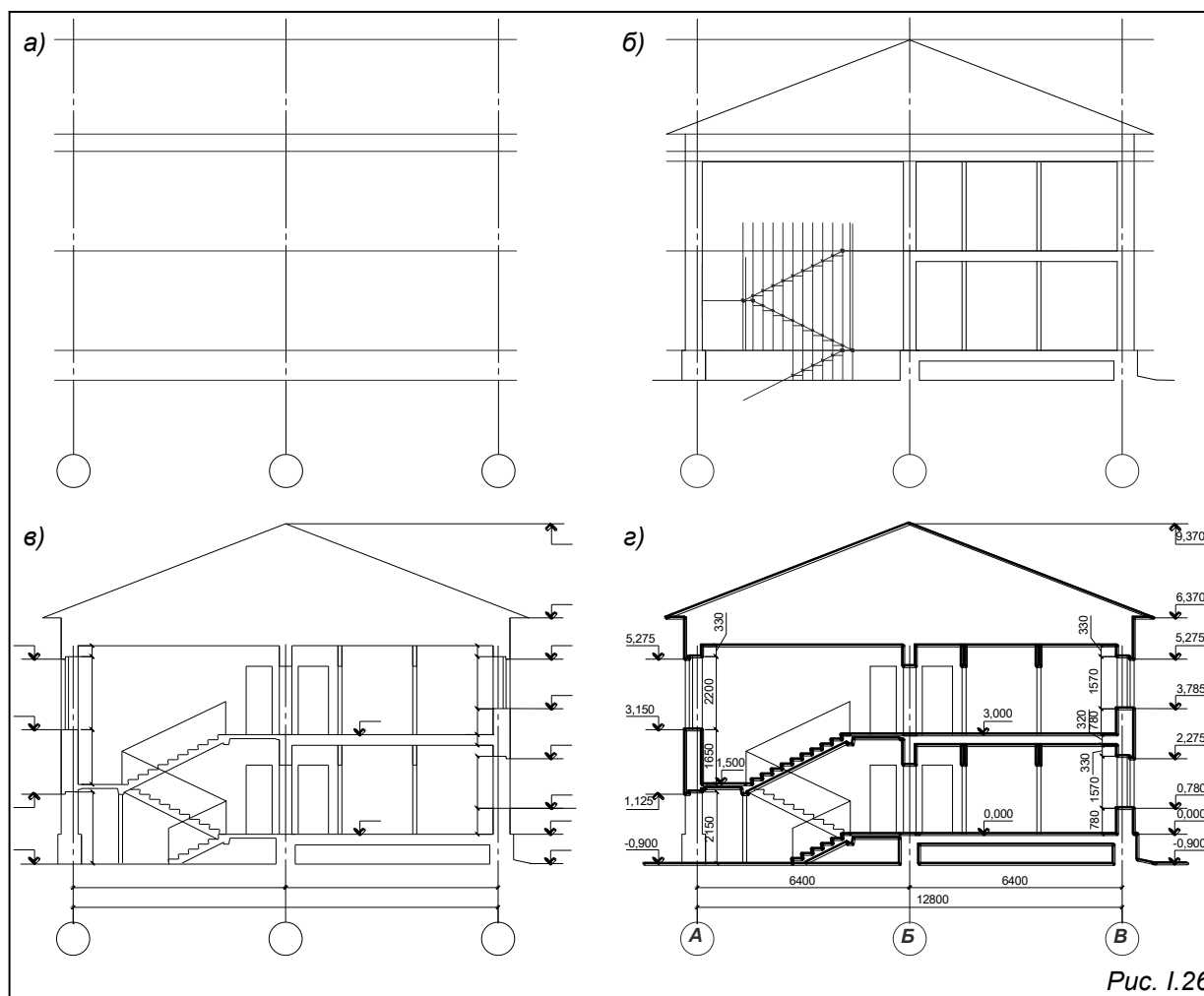


Рис. 1.26

**Питання для самоконтролю до теми «Правила оформлення будівельних креслеників» :**

1. Які масштаби використовують при виконанні будівельних креслень?
2. Які типи ліній використовують для зображення будівельних креслеників?
3. Під яким кутом проводять обмежувальні засічки на розмірних лініях?
4. Які розміри називають внутрішніми, а які зовнішніми?
5. Із скількох ланцюжків складаються зовнішні розміри? Яка відстань від контурів стін до першої розмірної лінії, між розмірними лініями?
6. Який діаметр має кружечок для маркування координаційних осей?
7. На яких креслениках проставляють позначки рівня у вигляді стрілки з поличкою. В яких одиницях і з якою кількістю десяткових знаків вказують позначки рівня?
8. Як позначають вікна і двері на креслениках планів, розрізів?

**Питання до самоконтролю до теми «Теоретичні основи та загальні правила виконання креслеників»:**

1. Що називають планом будинку? Назвіть послідовність побудови плану.
2. Які плани виконують, якщо в будинку всі поверхи однакові?
3. Що називають прив'язкою, які прив'язки цегляних стін існують?
4. Прив'язка віконних та дверних прорізів до несучих стін і перегородок відноситься до зовнішніх чи внутрішніх розмірів?
5. Відстань між координаційними осями з прив'язкою крайніх осей до зовнішніх граней стін відноситься до зовнішніх чи внутрішніх розмірів?
6. Що називають розрізом будинку, які розрізи Ви знаєте?
7. Розкажіть послідовність побудови розрізу.
8. Який архітектурно-конструктивний елемент будівлі прийнято позначати позначкою 0,000?
9. Які розміри наносять на розрізі?

## 12. Список використаних джерел

1. Інженерна та комп'ютерна графіка / [ Михайленко В. Є., Найдиш В. М., Підкоритов А. М., Скидан І. А.].– К.: Вища школа, 2001.–271с.
2. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка/ В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов / за ред. В.Є. Михайленка.– 3-тє вид.– К.: Каравела,2004.– 344 с.
3. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка / за ред. А.П. Верхоли.– К.: Каравела, 2005.– 304 с.
4. ПустюльгаС.І. Нарисна геометрія/ Клак Ю.В., Самостян В.Р. / за ред. В.Костюхіна.– Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010.–112 с.
5. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD /[В.В.Ванін ,В.В.Перевертун, Т.М.Надкернична]. – Київ “Каравела” 2006-335 с.
6. Гордєєва Є. П. Перспектива. Збірник завдань / Є. П.Гордєєва, Я. Р. Лелик – Луцьк: «Волинська обласна друкарня», 2003. – 185 с.
7. Лелик Я.Р. Нарисна геометрія. Робочий зошит. / Я. Р. Лелик. – Луцьк: «Волинська обласна друкарня». 2013. – 48 с.
8. Інженерна графіка . Курс лекцій для студентів спеціальності 5.05010201 І 62 «Електропостачання» денної форми навчання/ укладач В.В. Нікуліна – Луцьк: ТК Луцького НТУ, 2014. – 127 с.

## ЗМІСТ

|  |            |
|--|------------|
| <b>Вступ</b> .....   | <b>3</b>   |
| <b>Розділ 1 «Основні правила оформлення креслеників. Основи проєкціювання.»</b>  |            |
| <b>1. 1 «Основні правила оформлення креслеників»</b> .....   | <b>5</b>   |
| Формати. Масштаби. Лінії. Нанесення розмірів. Креслярські шрифти.  |            |
| <b>1. 2 «Геометричні побудови»</b> .....   | <b>21</b>  |
| Побудова ухилу і конусності. Поділ відрізка на рівні частини.<br>Поділ кутів на рівні частини. Поділ кола на рівні частини.<br>Побудова спряження. Побудова коробових кривих. Побудова кривих другого порядку. |            |
| <b>1. 3 «Основи ортогонального проєкціювання»</b> .....  | <b>28</b>  |
| Методи проєкціювання. Основні властивості проєкціювання.<br>Ортогональні проєкції точки. Епюр Монжа. Проєкціювання прямих та площин.   |            |
| <b>1. 4 «Проєкціювання багатогранників»</b> .....  | <b>37</b>  |
| Задання та зображення багатогранників. Точка на поверхні багатогранників. Перетин багатогранників проєкціюючою площиною.   |            |
| <b>1. 5 «Проєкціювання поверхонь обертання»</b> .....  | <b>41</b>  |
| Утворення поверхонь обертання. Точка на поверхні обертання.<br>Перетин кривих поверхонь площиною.<br>Конічні перерізи. Перерізи циліндру. Переріз сфери  |            |
| <b>1. 6 «Взаємний перетин поверхонь»</b> .....   | <b>46</b>  |
| Взаємний перетин багатогранників.<br>Взаємний перетин граней поверхонь та поверхонь обертання.   |            |
| <b>Розділ 2. «Проєкційне, машинобудівне креслення»</b>   |            |
| <b>2.1 «Проєкційне креслення»</b> .....  | <b>50</b>  |
| Зображення: види, розрізи, перерізи. Виносні елементи.   |            |
| <b>2.2 «Машинобудівне креслення. Різьба та різьбові з'єднання»</b> .....   | <b>64</b>  |
| Різьби. Класифікація різьби. Види різьби. Зображення її на рисунках.<br>Стандартні кріпильні вироби.Різьбові з'єднання   |            |
| <b>2. 3 «Робочі кресленики та ескізи деталей»</b> .....  | <b>77</b>  |
| Вимоги до робочих креслеників деталей. Виконання робочих креслеників деталі.<br>Правила виконання ескізів деталей. Вимірювальні інструменти та способи вимірювання   |            |
| <b>2.4 «Виконання складальних креслеників»</b> Послідовність виконання.....  | <b>85</b>  |
| складального креслення. Деякі особливості викреслювання складальних креслень.<br>Номери позицій. Специфікація  |            |
| <b>2. 5 «Читання та деталювання складальних креслеників»</b> .....   | <b>97</b>  |
| Читання складальних креслеників. Деталювання складальних креслеників.  |            |
| <b>Розділ 3 «Елементи будівельного креслення.</b>  |            |
| <b>3.1 «Будівельні кресленики»</b> .Масштаби. Лінії. Розміри. Позначки.....  | <b>105</b> |
| <b>3.2 Умовні графічні позначення на будівельних креслениках</b> .....   | <b>108</b> |
| <b>3.3 Теоретичні основи та загальні правила виконання креслеників плану</b> .....   | <b>112</b> |
| <b>3. 4 Координаційні осі на будівельних креслениках.</b> .....  | <b>113</b> |
| <b>3. 5 Приклад поетапного виконання кресленика плану житлового будинку</b> .....  | <b>114</b> |
| <b>3. 6 Теоретичні основи та загальні правила виконання розрізів.</b> .....  | <b>115</b> |
| <b>3. 7 Приклад поетапного виконання кресленика розрізу житлового будинку.</b> .....   | <b>117</b> |
| <b>Список використаних джерел</b> .....  | <b>118</b> |
| <b>Зміст</b> .....   | <b>119</b> |

Навчально - методичне видання

Автор: **Лелик Ярослав Романович.**

**Нарисна геометрія  
Креслення**

Навчальний посібник  
для студентів , що навчаються за напрямом - 6.020205  
«Образотворче мистецтво»

Друкується в авторській редакції

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2016р. Формат 60x84/16.  
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк.6,95.  
Тираж \_\_\_\_\_ прим. Зам \_\_\_\_\_

ПрАТ "Волинська обласна друкарня"  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3955 від 14.01.2011 р.

Друк та політурні роботи ПрАТ "Волинська обласна друкарня"  
43025 м. Луцьк, проспект Волі, 27, Тел.(0332)24-25-07.