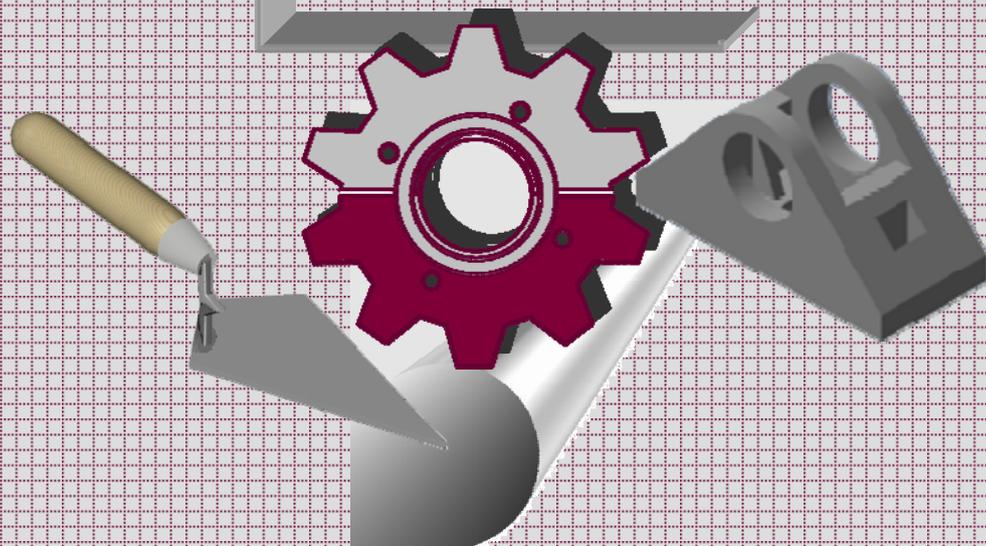


І.В. ВОРОНЦОВА, О.В. ВОРОНЦОВ, І.С. ГОЛІЯД

КРЕСЛЕННЯ



І.В. ВОРОНЦОВА, О.В. ВОРОНЦОВ, І.С. ГОЛІЯД

КРЕСЛЕННЯ

За загальною редакцією Д.Е. Кільдерова

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Київ
2014

ББК

В

УДК

Рецензенти:

В.К. Сидоренко – д. п. н., професор кафедри теорії і методики технологічної освіти, креслення та комп'ютерної графіки Київського національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, член-кореспондент НАПН України;

М.Ф. Юсупова – д. п. н., професор, завідувач кафедри «Інженерна і комп'ютерна графіка» Одеського національного морського університету;

В.М. Манько – д. п. н., професор, головний науковий співробітник лабораторії методик професійної освіти і навчання Інституту професійно-технічної освіти НАПН України ;

В.О. Плоский – д. т. н., професор, завідувач кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури;

Л.О. Гриценко – к. п. н., доцент кафедри теорії та методики технологічної освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Лист Міністерства освіти і науки України
№1/11-632 від 20.01.2014 р.)*

Креслення І.В. Воронцова, О.В. Воронцов, І.С. Голіяд

за заг. редакцією к. п. н., доцента Д.Е. Кільдерова

Навч. Посіб. – Київ: 2014. – 273 с.

Посібник розроблений згідно діючих в Україні стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД), відповідних положень міжнародних стандартів (державних стандартів колишнього СРСР) та у відповідності із специфікою навчальних програм технологічної та професійної освіти.

У посібнику подано відомості про основи технічного креслення: загальні вимоги до виконання й оформлення креслень, утворення та побудову зображень на кресленнях, виконання геометричних побудов. Розглянуто етапи виконання та читання креслень деталей, наведено відомості про виконання й читання складальних креслень, правила виконання та читання схем, а також основні умовні графічні позначення для їх виконання. Стисло поданий матеріал дає можливість конкретизувати та систематизувати знання, виділити головне у кожній темі.

До навчального посібника додається його електронний варіант на компакт-диску, який містить теоретичний матеріал із структурними елементами (анімації, відеоролики), що додають динаміки у графічну інформацію.

Для студентів вищих навчальних закладів II – IV рівнів акредитації професійного й технологічного напрямів та учнів професійно-технічних училищ.

ББК

ISBN

Передмова

Сучасний рівень розвитку висококомеханізованого й автоматизованого виробництва вимагає від виробничника глибоких і міцних знань та практичних навичок. Креслення, як відомо, є міжнародною мовою техніки. За допомогою креслення інженер або технік передає свої задуми, а робітник втілює їх у виріб. При виготовленні окремих деталей машин і механізмів креслення передають їхню форму, містять відомості про матеріали, послідовність складання. Тому рівень професійної підготовки кваліфікованих робітників значною мірою залежить від уміння правильно виконувати й читати креслення. Ефективне і якісне використання сучасної техніки неможливе без доброго розуміння креслень, схем та інших конструкторських документів.

Завданням курсу у навчальних закладах II – IV рівнів акредитації професійного й технологічного напрямів є вивчення теоретичних основ геометричного і проєкційного креслення, машинобудівного та будівельного креслення, а також набуття практичних навичок виконання креслень.

Вивчення креслення розвиває просторову уяву, логічне мислення й прищеплює конструкторські навички майбутнім робітникам.

У посібнику використано Державні стандарти єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) України та відповідні положення міжнародних стандартів (державних стандартів колишнього СРСР). Теоретичні положення курсу ілюстровано рисунками.

Посібник складається з одинадцяти розділів.

У розділах 1 – 7 подано відомості про основи технічного креслення: загальні вимоги до виконання й оформлення креслень, виконання геометричних побудов на кресленнях, утворення та побудову зображень на кресленнях тощо.

У розділі 8 розкрито зміст і особливості виконання креслень окремих деталей. Розглянуто етапи виконання та читання креслень деталей, розміщено довідкові матеріали, необхідні для виконання читання креслень деталей.

У розділах 9 – 10 подано відомості та рекомендації, необхідні для виконання і читання складальних креслень. Розглянуто послідовність виконання та читання складальних креслень, особливості утворення на складальних кресленнях зображень з'єднань деталей.

Одинадцятий розділ розкриває види, зміст і особливості виконання схем.

Наведено рекомендації щодо виконання та читання кінематичних, електричних, гідравлічних і пневматичних схем, приклади читання схем, а також подаються основні умовні позначення елементів кінематичних, електричних, гідравлічних та пневматичних схем, затверджені державними стандартами.

Засвоєння студентами матеріалу посібника сприятиме кращому опануванню ними змісту предметів професійного циклу, розширенню їхнього технічного світогляду та свідомого користування технічною літературою як у навчальній, так і повсякденній діяльності.

1. Вступ до курсу креслення.

1.1. Роль креслень у техніці і на виробництві. Поняття про стандарти на креслення.

За кресленнями

– **будують:**

- житлові будинки;
- заводи;
- дороги;
- мости;
- інженерні споруди...



будівельні креслення

– **виготовляють:**

- машини;
- верстати;
- турбіни...



машинобудівельне креслення

– **збирають і встановлюють обладнання;**

– **креслення, що пояснюють будову машин, вузлів, механізмів використовують під час вивчення багатьох технічних дисциплін.**

1996 р. – наказ Держстандарту України про введення в дію Системи конструкторської документації (ДСТУ 3321:2003) «**Терміни та визначення основних понять**»

Категорії нормативних документів зі стандартизації



Головне призначення СКД ДСТУ 3321:2003 – встановити в організаціях і на підприємствах єдині терміни та визначення основних понять конструкторської документації.

Згідно з прийнятою 1992 р. міждержавною угодою взято до виконання частину чинних стандартів колишнього СРСР, зокрема ЄСКД.

Головне призначення ЄСКД – класифікувати єдині терміни та визначення основних понять конструкторської документації, взаємопов'язані правила і положення щодо порядку виготовлення, оформлення й обігу конструкторської документації, яку розробляють і застосовують організації та підприємства.

Позначення стандартів ЄСКД будується за класифікаційним принципом.

ЄСКД поділена на 10 класифікаційних груп від 0 – 9:

нульова група – загальні положення – ГОСТ 2.001 – 70 і наступні;

перша група – основні положення – ГОСТ 2.101 – 68 та наступні;

друга група – позначення виробів і конструкторських документів – ГОСТ 2.201 – 80 та наступні;

третья група – загальні правила виконання креслень – ГОСТ 2.301 – 68 і наступні;

четверта група – правила виконання креслень виробів машино- та приладобудування – ГОСТ 2.401 – 68 і наступні;

п'ята група – правила обігу конструкторських документів (облік, зберігання, дублювання, внесення змін) – ГОСТ 2.501 – 68 та наступні;

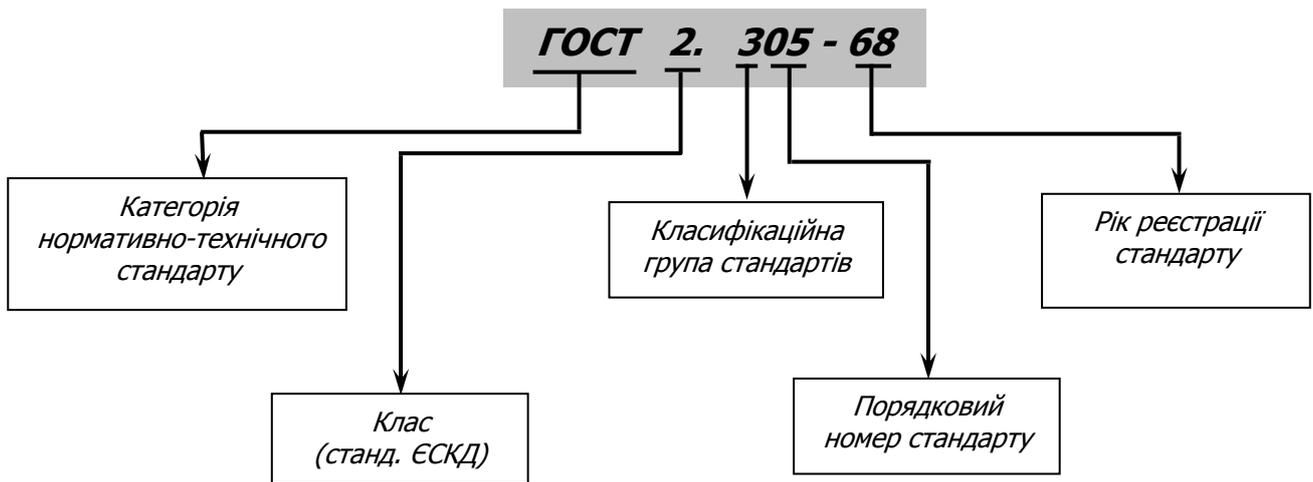
шоста група – правила виконання експлуатаційної і ремонтної документації – ГОСТ 2.601 – 68 та наступні;

сьома група – правила виконання схем – ГОСТ 2.701 – 84 і наступні;

восьма група – правила виконання документів будівельних та суднобудування – ГОСТ 2.801 – 74 і наступні;

дев'ята група – інші стандарти.

Державні стандарти колишнього СРСР (ГОСТ) на території України визнані міждержавними та зберігають таку саму аббревіатуру.



1.2. Креслярські матеріали, інструменти й обладнання

Папір

Креслення виконується на креслярському папері. Папір для креслення має бути цупким, із міцною поверхнею, що дає змогу застосовувати гумку. Найпоширенішим папером для креслення є папір типу ватману.

Олівці

Для виконання креслень використовують олівці прості звичайні та механічні (рис.1).



Рис. 1. Олівці

Графітні стрижні залежно від виду роботи (малювання, креслення) використовують різної м'якості чи твердості. У кресленні, як правило, використовують олівці тверді – марки 3Т, 2Т, Т або 3Н, 2Н ; м'які: – марки М чи В і середні – марки ТМ, F або НВ. Твердими олівцями креслять тонкі лінії, м'які використовують для наведення креслення.

Лінійки

Для виконання креслень необхідно мати набір лінійок: звичайних різної довжини (рис. 2) та прямокутних косинців (рис. 3) із кутами 45–90–45° й 30-90-60°. За допомогою косинців креслять паралельні лінії.

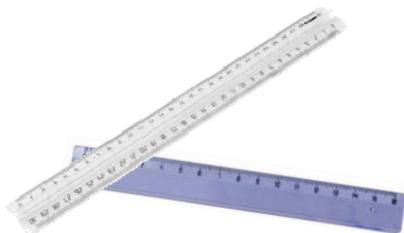


Рис. 2. Лінійки

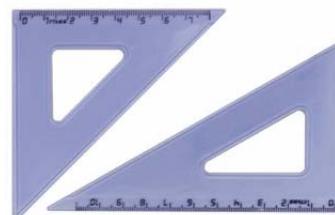


Рис. 3. Косинці

Транспортир призначений для вимірювання і побудови кутів (рис. 4).



Рис. 4. Транспортир

Лекала являють собою фігурні лінійки з криволінійним контуром (рис. 5). Застосовують їх для проведення кривих ліній (лекальних кривих), коли задано ряд точок, які не можна сполучити за допомогою циркуля.



Рис. 5. Лекала

Готовальня – це набір креслярських інструментів, укладених у спеціальний футляр. У ній є такі інструменти: циркуль, циркуль-вимірник, кронциркуль, вимірник (рис. 6) та інші.



Рис. 6. Набір креслярських інструментів
а – циркуль; б - циркуль-вимірник; в – кронциркуль; г - вимірник

Рейсшина - лінійка для проведення паралельних ліній (рис. 7).



Рис. 7. Рейсшина

Гумка

Для витирання ліній проведених олівцем, застосовують м'які гумки (рис. 8).



Рис. 8. Гумка

Кнопками закріплюють на креслярській дошці папір (рис. 9).



Рис. 9. Кнопки

Щоб прискорити процес креслення застосовують універсальний креслярський стіл з механічною рейшиною (кульман) (рис.10). Він складається з підставки, креслярської дошки і механічної рейшини, яку закріплено на дошці.



Рис. 10. Кульман

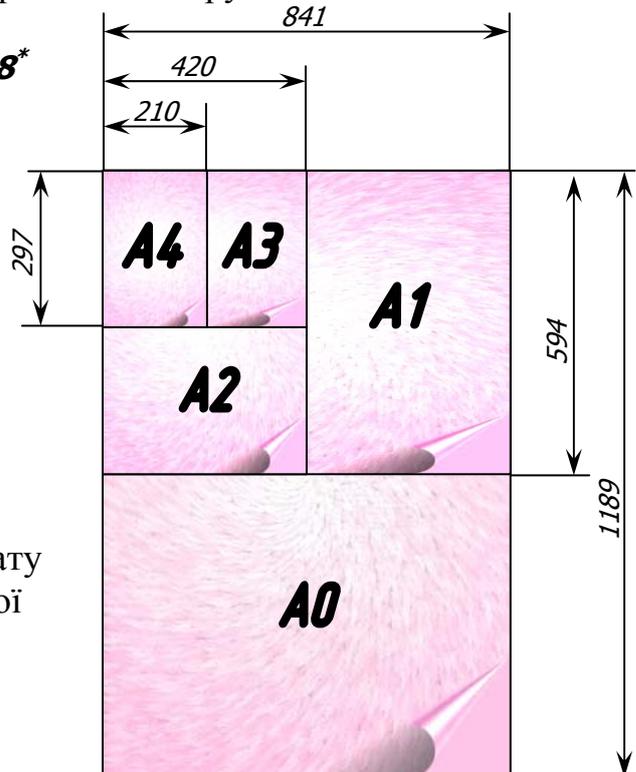
Розділ 2. Загальні вимоги до виконання та оформлення креслень.

2.1. Формати креслень. Рамка креслення. Основний напис, його заповнення.

Формат – це розмір аркуша креслярського паперу.

Таблиця 1. Основні формати ГОСТ 2.301-68*

Позначення формату	Розміри, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297



Формати **A1, A2, A3, A4** – утворені послідовним поділом відповідного формату на дві рівні частини паралельно до меншої сторони (рис. 11).

Припустиме застосування формату **A5 (148x210 мм)**.

Рис. 11. Основні формати

У разі потреби застосовуються **додаткові формати**. Вони утворюються внаслідок збільшення розмірів основних форматів на величину, кратну розмірам формату A4.

Граничні відхилення розмірів сторін форматів:

- до 150 мм – $\pm 1,5$ мм;
- від 150 до 600 мм – ± 2 мм;
- понад 600 мм – ± 3 мм.

Поле креслення на аркуші будь-якого формату обмежене **рамкою**, яку проводять **суцільними товстими (основними) лініями**.

Основний напис розміщують у правому нижньому куті формату (рис. 12), а на форматі А4 внизу вздовж короткої сторони.

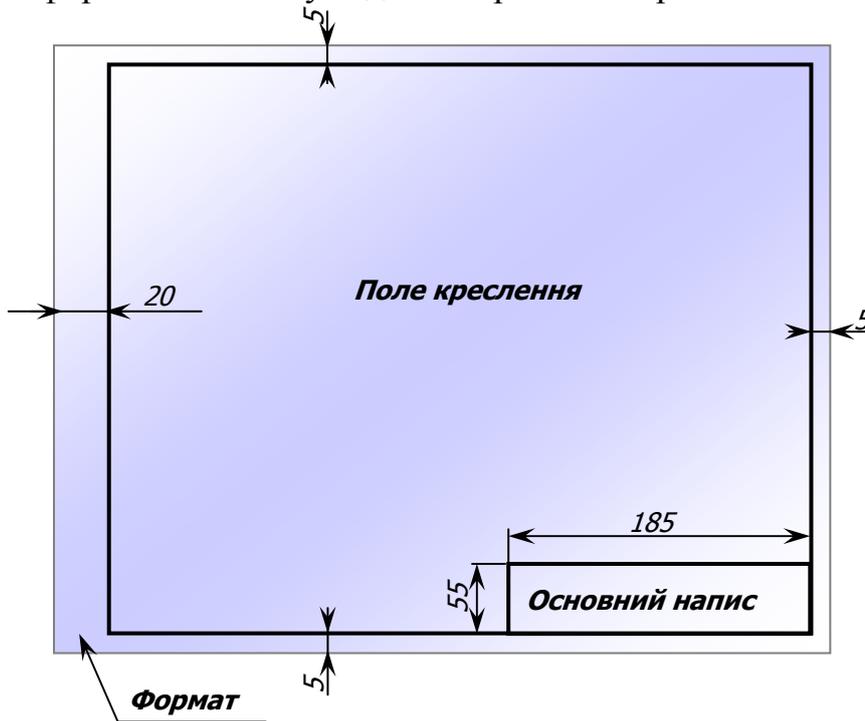


Рис. 12. Оформлення аркуша формату

Кожний аркуш робочого креслення і текстового документа повинний мати основний напис (рис. 13.) і додаткові графи до нього.

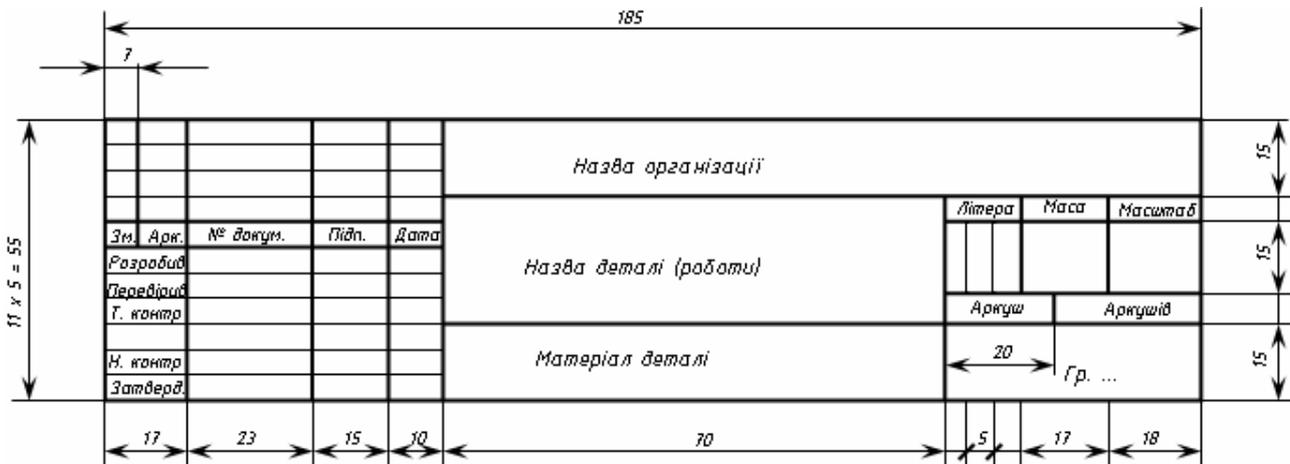


Рис. 13. Основний напис

2.2. Масштаби креслень.

Зображення предмета на кресленні вибирають так, щоб якнайкраще передати його будову і раціонально використати поле креслення. Тому при виконанні креслень предметів їх зображення умовно зменшують або збільшують.

Масштаб – це відношення розмірів об'єкта, зображеного на кресленні, до їх дійсних значень.

Відповідно до **ГОСТ2.302-68*** встановлено такі масштаби:

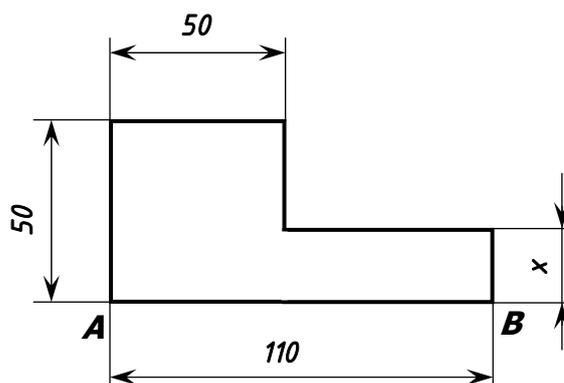
- справжня (натуральна величина) – 1:1;
- масштаби зменшення – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- масштаби збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 (при проектуванні генеральних планів військових об'єктів допускається застосовувати масштаби 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000).

Перевагу слід надавати зображенню предмета в натуральну величину.

Незважаючи на те, в якому масштабі виконано зображення, розміри означають натуральну величину.

Для визначення масштабу, в якому виконано зображення, необхідно:

1. Виміряти лінійкою розмір сторони деталі (наприклад, $AB=55$ мм).
2. Визначити справжню величину однойменної сторони деталі за кресленням ($AB=110$ мм).
3. Визначити масштаб, в якому виконано креслення ($M=55:110$). Отже, масштаб креслення становить **1:2**.



Для визначення справжньої величини відрізка X необхідно:

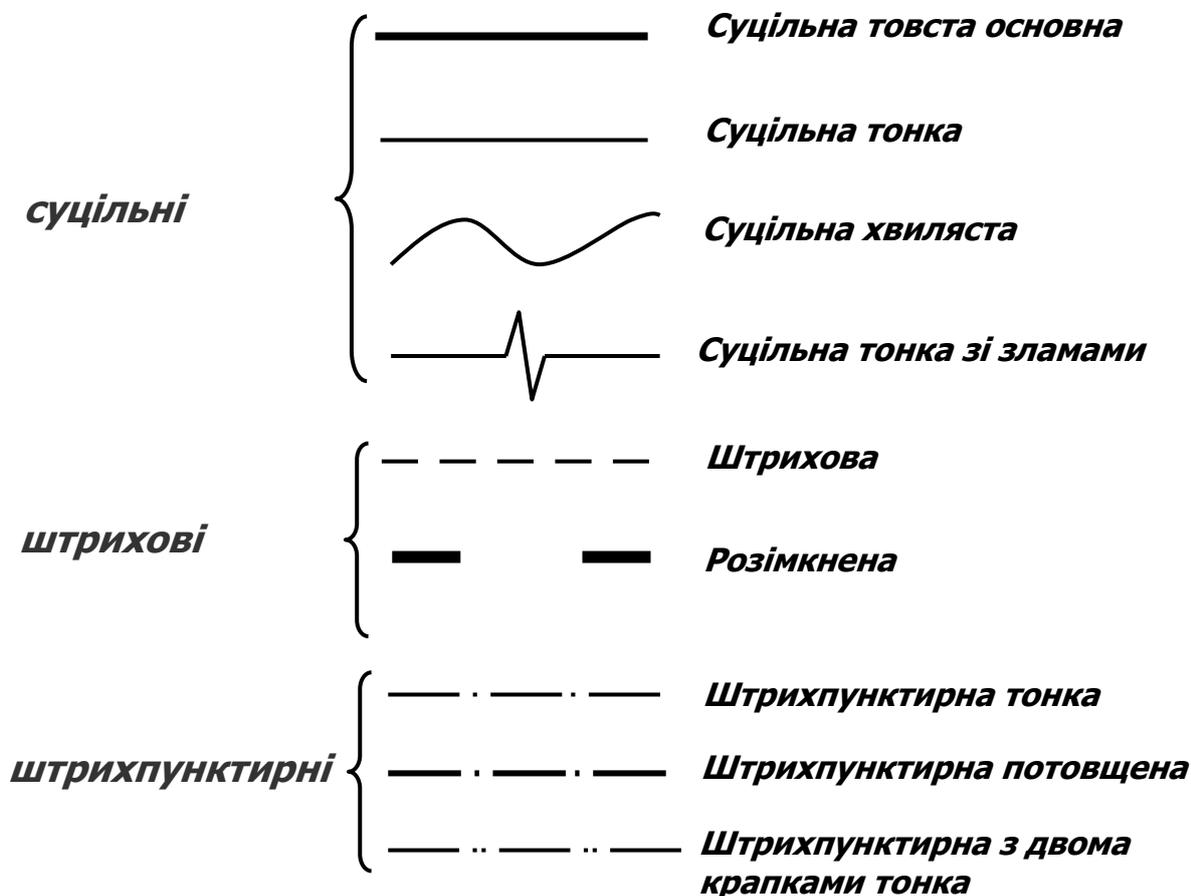
1. Визначити масштаб у якому виконано креслення ($M 1:2$).
2. Виміряти лінійкою величину «x» ($x=12 \text{ мм}$).
3. Знайти справжню величину «x» ($x=12 \times 2=24 \text{ мм}$).

Позначення масштабу може вноситись у призначену для нього графу основного напису або вказуватися на полі креслення біля відповідного зображення.

Масштаб, указаний у призначеній для цього графі основного напису креслення, позначається так: 1:1; 1:2; 4:1 і т.д., а в усіх інших випадках – M1:1; M1:2; M4:1 і т.д.

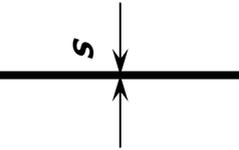
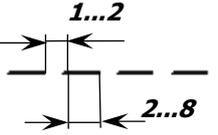
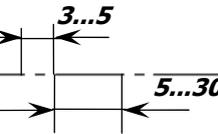
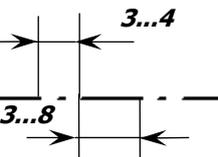
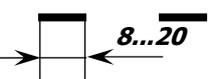
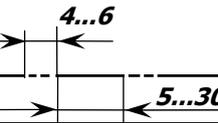
2. 3. Лінії креслення.

Згідно із **СКД ДСТУ 3321:2003** та **ГОСТ 2.303-68*** креслення виконують за допомогою ліній трьох типів:



Назва, начерк, товщина ліній стосовно товщини основної лінії та основні призначення ліній повинні відповідати вказаним у таблиці 2.

Таблиця 2. **Лінії креслення**

№ з/п	Назва	Зображення	Товщина	Призначення
1	Суцільна товста основна		$S = 0,5 - 1,4 \text{ мм}$	Лінії видимих контурів. Лінії переходу видимі. Лінії контурів перерізів (винесених і таких, які входять до складу розрізу);
2	Суцільна тонка		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії контурів накладених перерізів, розмірні та виносні лінії. Лінії штрихування, полиці ліній виноснок і підкреслювання написів.
3	Суцільна хвиляста		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії обриву. Лінії розмежовування вигляду і розрізу.
4	Штрихова		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії невидимого контуру
5	Штрихпунктирна тонка		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Осьові та центрові лінії
6	Штрихпунктирна потовщена		від $\frac{S}{2}$ до $\frac{2S}{3}$	Лінії, що позначають поверхні, які підлягають термообробці або покриттю. Лінії для зображення елементів, розташованих перед січною площиною
7	Розімкнена		від S до $\frac{3S}{2}$	Лінії перерізів
8	Суцільна тонка зі зломом		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Довгі лінії обриву
9	Штрихпунктирна з двома крапками тонка		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії згину на розгортках. Лінії для зображення розгортки. Що суміщена з виглядом

Довжину штрихів у штрихових і штрихпунктирних лініях слід обирати залежно від величини зображення.

У колах діаметром до 12 мм центрові лінії слід виконувати суцільними тонкими.

Товщина ліній одного й того ж типу має бути однакою для всіх зображень на кресленні.

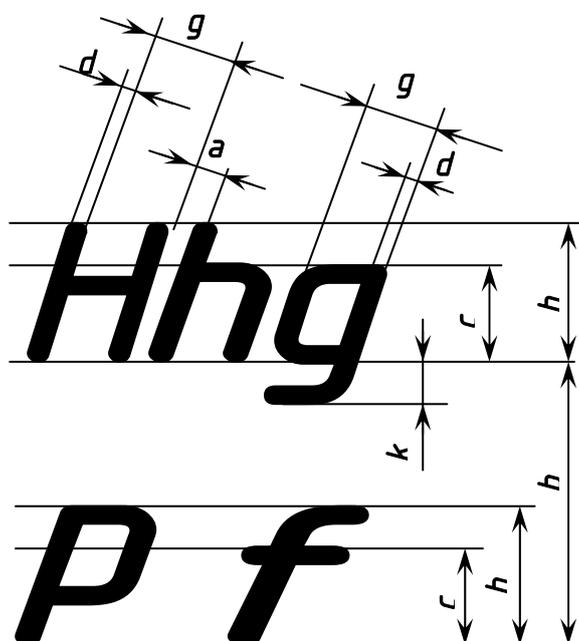
2. 4. Написи на кресленнях.

Усі написи на кресленнях виконуються креслярським шрифтом. Це робить креслення чіткішими й виразнішими, полегшує їх читання.

ГОСТ 2.304-81 встановлює начерки двох видів літер українського та латинського алфавітів.



Розмір шрифту h – це величина, що визначається висотою великих літер, виміряних у міліметрах перпендикулярно до основи рядка.



Висота малих літер c визначається зі співвідношення їхньої висоти (без відростків k) до розміру шрифту та становить $10/14$ (тип А) і $7/10$ (тип Б) висоти великих літер, що приблизно відповідає наступному меншому розмірові шрифту.

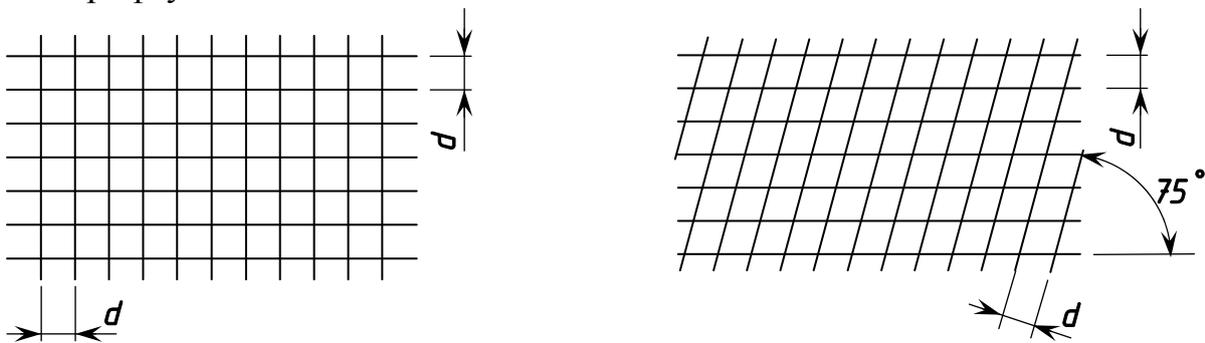
Ширина літери g – найбільша ширина літери, визначається стосовно розміру шрифту або товщини лінії шрифту і має дорівнювати **$0,6h$** чи **$6d$** .

Товщина лінії шрифту d – товщина, що визначається залежно від типу й висоти шрифту.

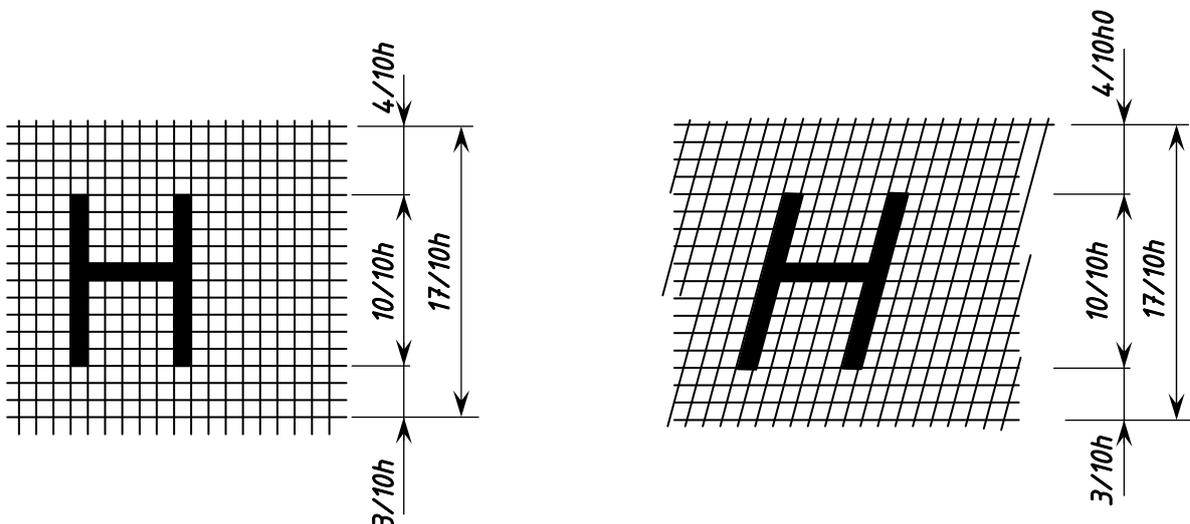
Відстань між літерами a – **$0,2 h$** або **$2d$** , між словами і числами **$0,6h$** чи **$0,6d$** .

Мінімальний крок рядків b (висота допоміжної сітки).

Допоміжна сітка – сітка, що утворюється допоміжними лініями, у які вписуються літери. Крок допоміжної сітки визначається залежно від товщини ліній шрифту **d** .



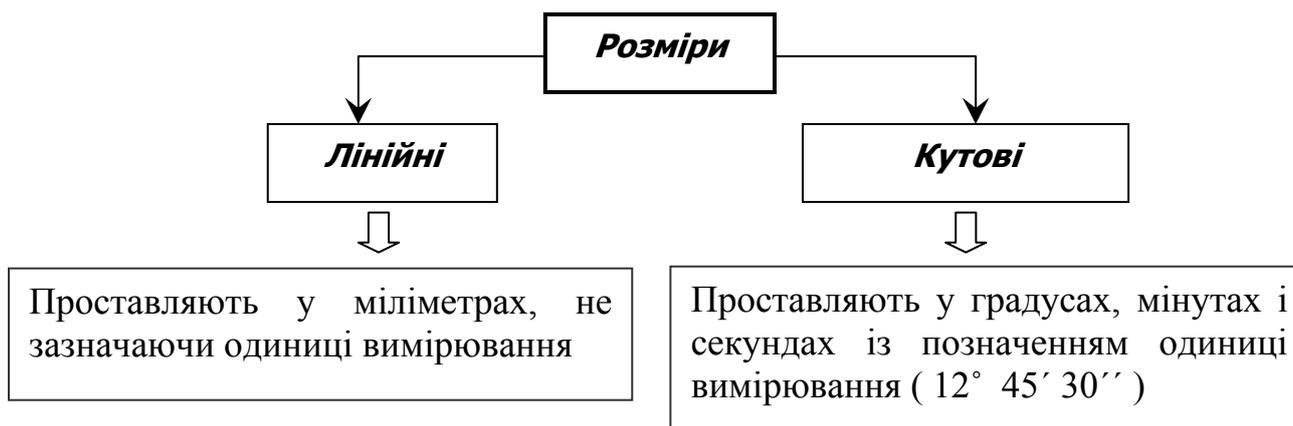
Побудова шрифту в допоміжній сітці



2. 5. Правила нанесення розмірів

Терміни, визначення та правила нанесення розмірів на кресленні викладені в **СКД ДСТУ 3321:2003** і **ГОСТ 2.307-2011**.

I. Основні вимоги



- Основою для визначення величини зображуваного виробу і його елементів є **розмірні числа**, нанесені на кресленні.
- Загальна кількість розмірів на кресленні має бути **мінімальна**, але достатньою для виготовлення й контролю виробу.
- Для розмірних чисел використовують лише **десяткові дроби**. Простий дріб дозволяється застосовувати для розмірів у дюймах, наприклад для позначення трубної та конічної різей.
- Кожний розмір наносять на кресленні лише **один** раз. Повторювати розміри на різних зображеннях або написах не дозволяється.
- Розміри, що характеризують три найбільші виміри предмета – довжину, висоту й ширину (товщину), називають **габаритними**.

II. Нанесення розмірів

- Розміри на кресленнях указують **розмірними числами** й **розмірними лініями**. Якщо треба, проводять і **виносні** лінії. Розмірні та виносні лінії креслять тонкими суцільними лініями.
- Наносячи **розмір прямолінійного відрізка**, розмірну лінію проводять паралельно з цим відрізком, а виносні лінії – перпендикулярно до розмірних (рис. 14).

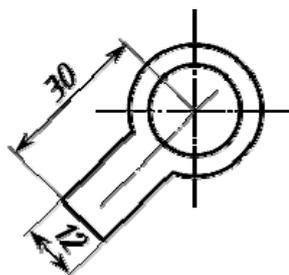


Рис. 14. Нанесення розміру прямолінійного відрізка

- Наносячи **розмір кута**, розмірну лінію проводять у вигляді дуги із центром у вершині кута, виносні лінії радіально (рис. 15).

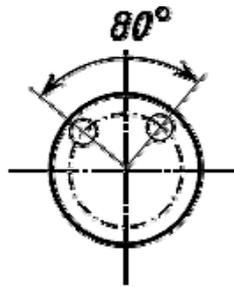


Рис. 15. Нанесення розміру кута

- Наносячи **розмір дуги** кола, розмірну лінію проводять концентрично дузі, а виносні лінії – паралельно з бісектрисою кута, над розмірним числом ставлять знак \frown (рис. 16).

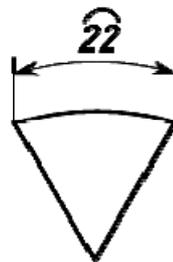


Рис. 16. Нанесення розміру дуги

- Розмірну лінію з обох кінців обмежують стрілками, що впираються у відповідні лінії, крім випадків наведених далі, й при нанесенні лінії радіуса, яка обмежується стрілкою з боку дуги (рис.17).

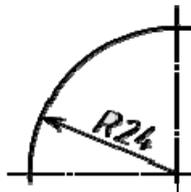


Рис. 17. Нанесення розміру радіуса

- Слід **уникати перетину** розмірних і виносних ліній.
- **Виносні лінії** мають виходити за кінці стрілок розмірної лінії на **1 – 5 мм**.
- **Мінімальна відстань** між паралельними розмірними лініями має становити **7 мм**, а між розмірною лінією і лінією контуру – **10 мм**.
- Наносячи **розмір радіуса**, перед розмірним числом ставлять велику літеру **R**.
- Указуючи **розмір діаметра**, перед розмірним числом ставлять знак \emptyset .
- Розміри **елементів стрілок** розмірних ліній вибирають залежно від товщини ліній видимого контуру і викреслюють їх однаковими на всьому кресленні (рис.18).

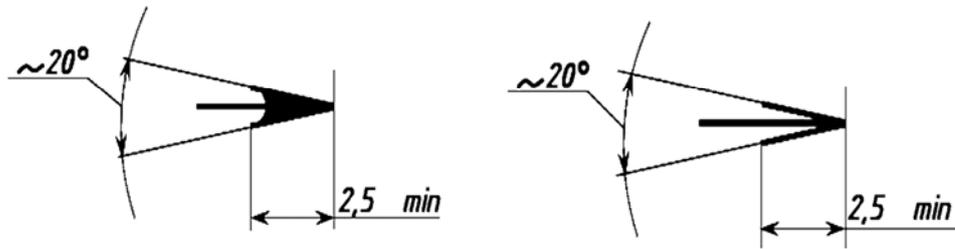


Рис. 18. Розміри елементів стрілок

- Якщо розмірна лінія не дає змоги розмістити на ній стрілки, то лінію продовжують і стрілки наносять із зовнішнього боку від виносних ліній (рис.19).



Рис. 19. Розміщення стрілок зовні виносних ліній
а - для одного розміру; б - для декількох розмірів

- **Розмірні числа** не допускається розділяти або перетинати лініями креслення.
- **Розмірне число** наносять зверху розмірної лінії ближче до її середини, якщо вона розташована горизонтально чи похило, і зліва від неї, якщо вона розташована вертикально (рис. 20).

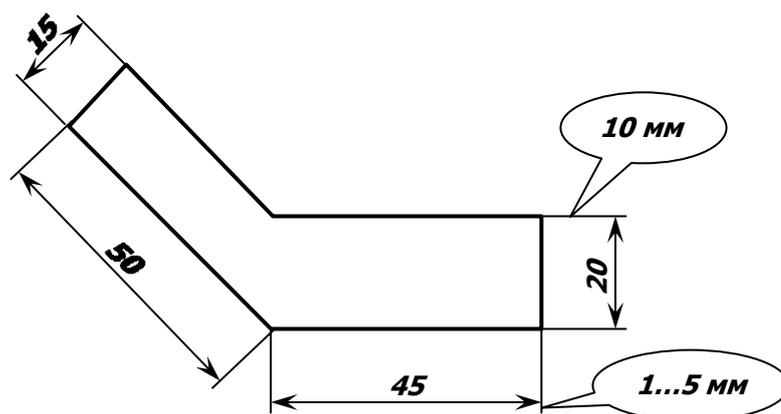


Рис. 20. Нанесення розмірних чисел при різних положеннях розмірних ліній

- **Розміри квадрата** наносять із знаком \square (рис. 21). Висота знака повинна бути такою, як і висота розмірних чисел на кресленні.

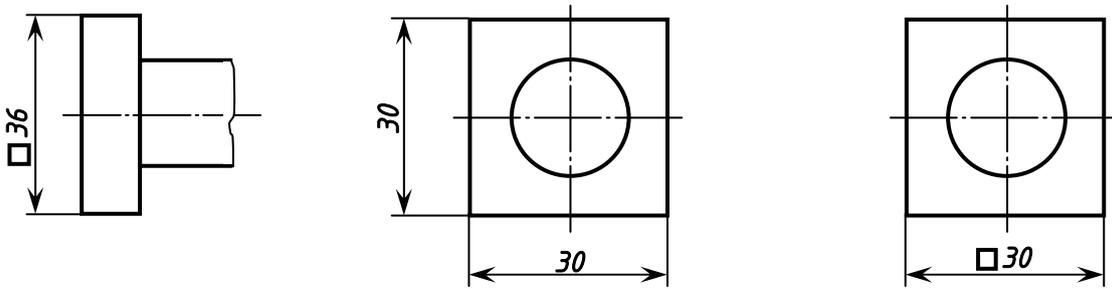


Рис. 21. Нанесення розмірів квадрата

- При розриві зображення розмірну лінію проводять повністю (рис. 22).

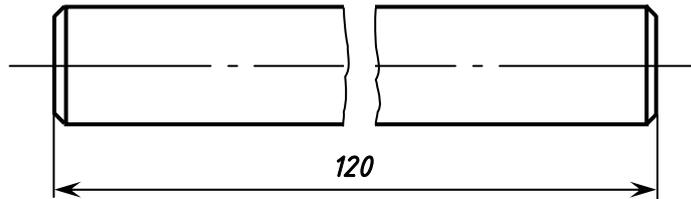


Рис. 22. Нанесення розміру на зображенні з розривом

- Розмірні числа лінійних розмірів при різноманітних нахилах розмірних ліній розміщують, як показано на рис. 23.

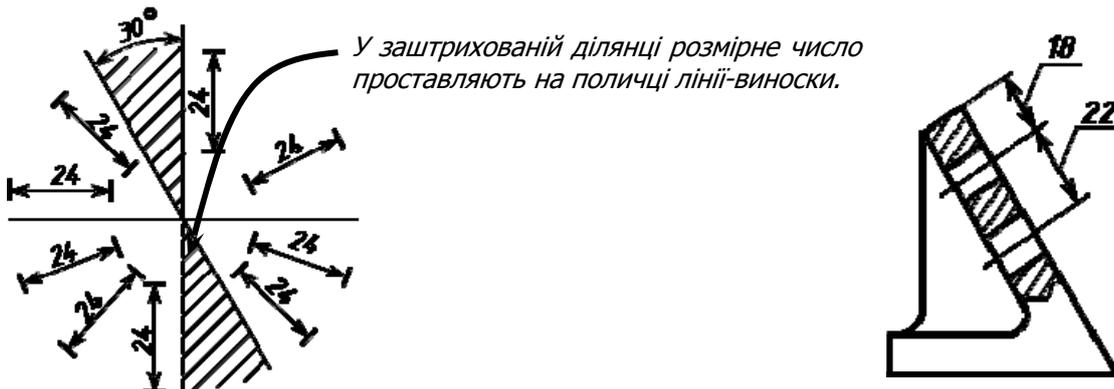
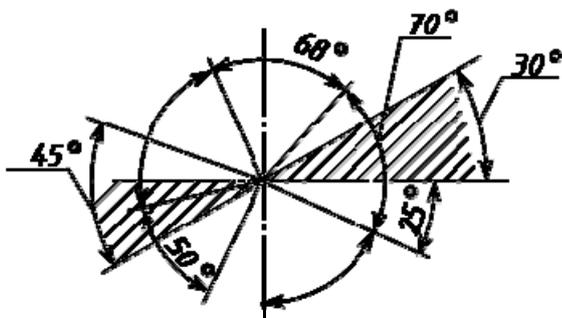


Рис. 23. Нанесення розмірів при різних положеннях розмірних ліній

- Кутові розміри проставляють, як показано на рисунку 24.



У ділянці, розташованій вище від горизонтальної центральної лінії, розмірні числа пишуть над розмірними лініями з боку їх опуклості, а в розташованій нижче від горизонтальної лінії – з боку вгнутості.

Рис. 24. Нанесення кутових розмірів при різному положенні розмірних ліній

- У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії й лінії штрихування переривають (рис. 25).

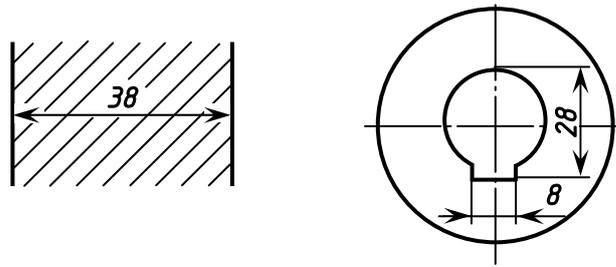


Рис. 25. Нанесення розмірів у місцях перетину з центровими й осьовими лініями та лініями штрихування

- Перед розмірним числом, яке характеризує **конусність**, наносять знак ∇ , гострий кут якого має бути напрямлений у бік вершини конуса (рис. 26).

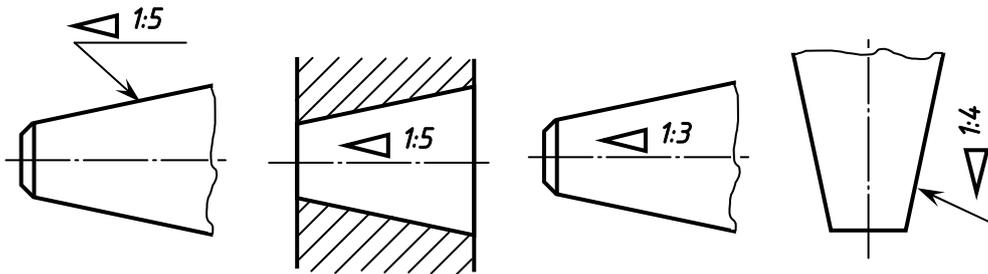


Рис. 26. Нанесення розміру конусності

- Перед розмірним числом **ухилу**, поданим у вигляді відношення або в процентах, ставлять умовний знак ∇ , гострий кут якого має бути напрямлений у бік похилу (рис. 27).



Рис. 27. Нанесення розміру ухилу

- **Розміри фасок** під кутом 45° проставляють, як показано на рис. 28.

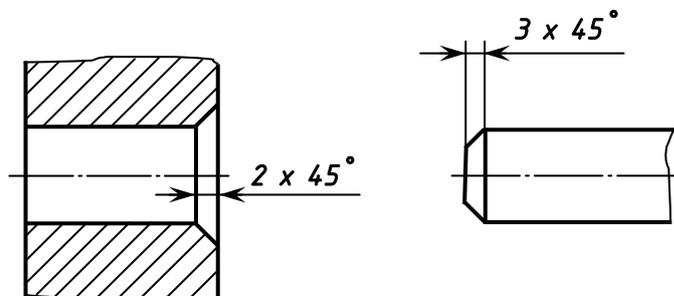


Рис. 28. Нанесення розмірів фасок під кутом 45°

- **Розміри фасок під іншими кутами** вказують лінійними і кутовими розмірами або двома лінійними розмірами (рис. 29).

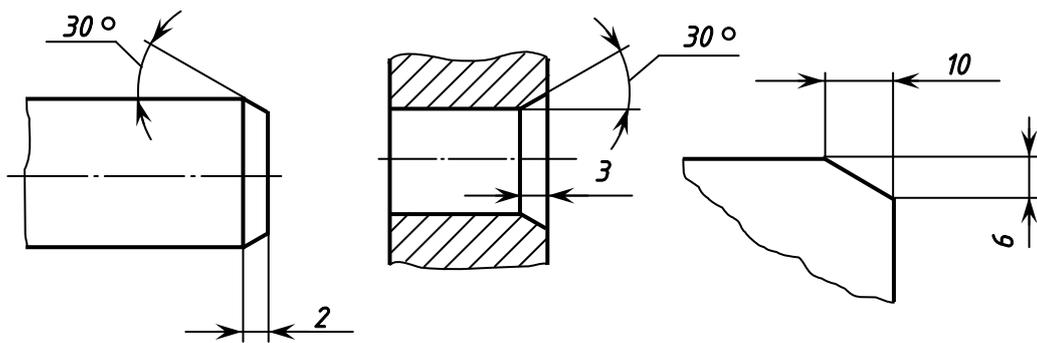


Рис. 29. Нанесення розмірів фасок

- **Розміри кількох** однакових елементів виробу переважно наносять один раз із зазначенням на поличці лінії-виноски кількості цих елементів (рис. 30).

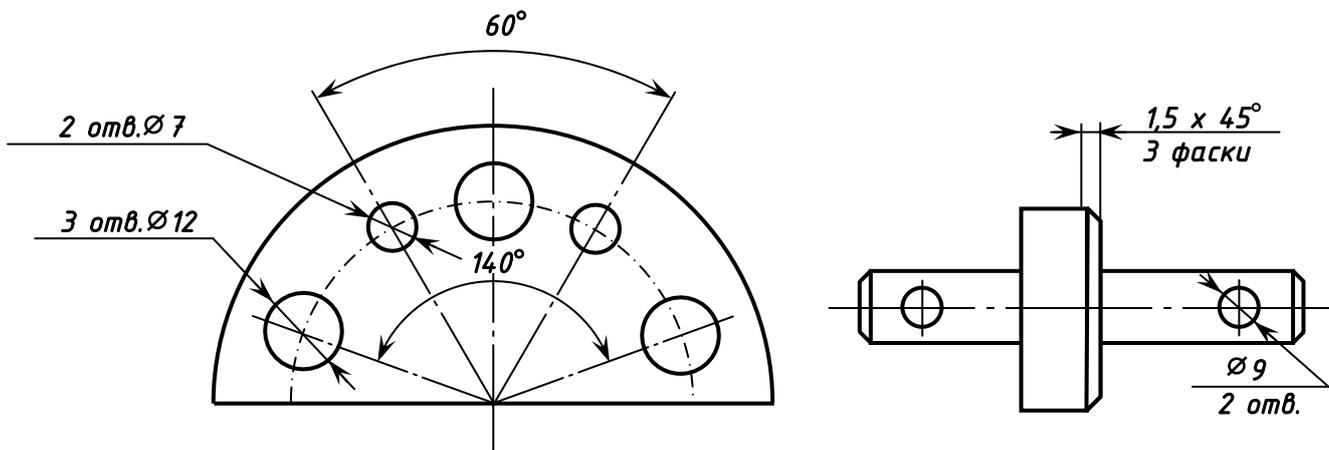


Рис. 30. Нанесення розмірів кількох однакових елементів

- Зображаючи деталь **однією проекцією**, розмір її товщини або довжини слід наносити, як показано на рис. 31.

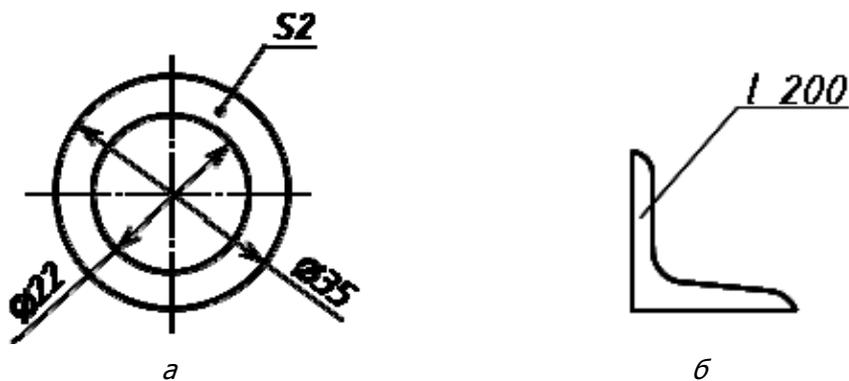


Рис. 31. Нанесення розмірів деталі при зображенні однією проекцією
а – товщини; б - довжини

2. 6. Правила нанесення граничних відхилень

Кожний розмір виготовленої деталі відхиляється від заданого (номінального) розміру в той чи інший бік.

На робочих кресленнях для досягнення взаємозамінюваності деталей на всі розміри, включаючи розміри неспряжуваних поверхонь, призначають граничні відхилення.

Граничні відхилення є основою для визначення точності виготовлення виробу.

Відсутність граничних відхилень на робочих кресленнях ускладнює виготовлення і контроль деталей.

Граничні відхилення розмірів на кресленнях деталей указують одним із трьох способів:

1. Числовими значеннями граничних відхилень (рис. 32).

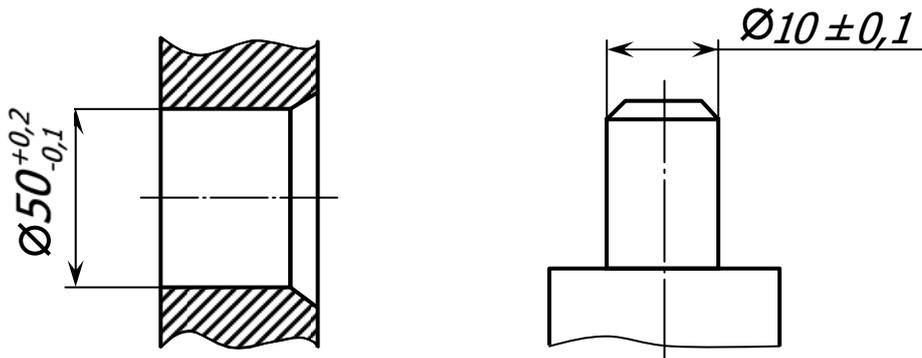


Рис. 32. Позначення граничних відхилень числовим способом

При такому способі значення верхніх і нижніх відхилень проставляють у міліметрах зі своїми знаками безпосередньо після номінальних розмірів.

Позначення граничних відхилень.

- Якщо обидва відхилення мають різні абсолютні значення, то їх розмішують одне над одним (верхнє над нижнім) і пишуть меншими цифрами, ніж ті, які вибрані для номінальних розмірів.
- Якщо обидва відхилення мають однакові абсолютні значення, але різні знаки, то вказують тільки одне відхилення зі знаком \pm . У цьому випадку відхилення пишуть шрифтом, однаковим із розміром шрифту розмірних чисел.

$10^{+0,3}_{-0,4}$

$10 \pm 0,2$

- Відхилення, що дорівнює нулю, не вказують.

80_{-0,012}

(верхнє відхилення дорівнює нулю, а нижнє від'ємне)

2. Умовними позначеннями полів допусків (рис. 33).

На робочих кресленнях поля допусків зовнішніх поверхонь позначають малими буквами латинського алфавіту (*a, b, c, cd, e, ..., x, y, z, za, zb, zc*) із цифровим позначенням квалітету (ступеня) точності (*c5, e7, g8*).

Квалітет – це ступінь градації значень допусків системи.

Поля допусків внутрішніх поверхонь позначають великими буквами латинського алфавіту (*A, B, C, D, CD, E, ..., X, Y, Z, ZA, ZB, ZC*) із цифровим позначенням квалітету точності (*E7, H8, G9*).

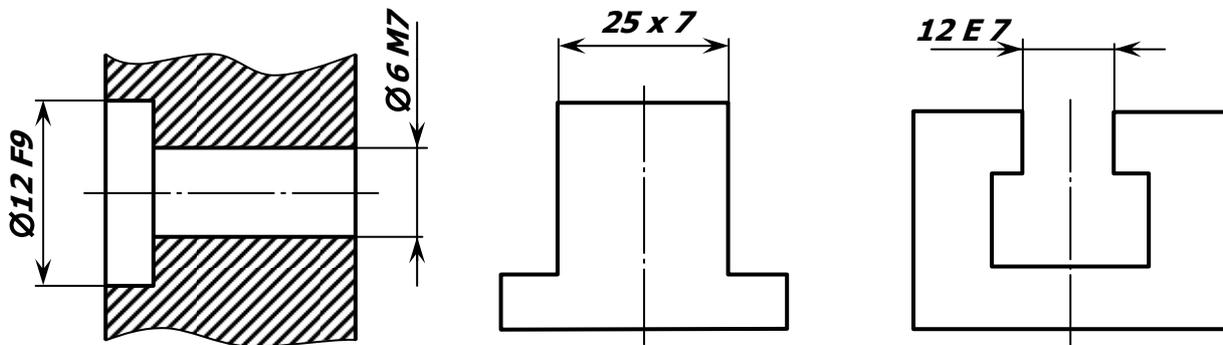


Рис. 33. Позначення граничних відхилень умовними позначеннями полів допусків

3. Умовним позначенням полів допусків разом зі значеннями граничних відхилень (рис. 34).

При такому способі значення граничних відхилень розміщують праворуч від позначення поля допуску в дужках ($\text{Ø } 22 \text{ H7}^{(+0,02)}$, $\text{Ø } 20 \text{ h9}_{(-0,052)}$).

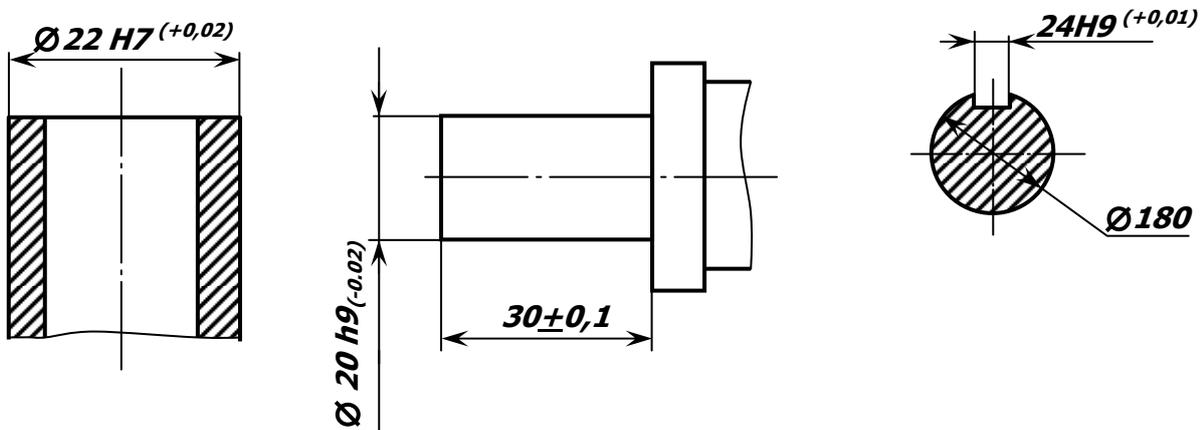


Рис. 34. Позначення граничних відхилень умовними позначеннями полів допусків зі значеннями граничних відхилень

Розміри на кресленні, які не мають позначень граничних відхилень (це може бути при відносно низькій точності обробки від одинадцятого квалітету й грубіше), називають вільними, або розмірами з невказаними допусками.

Для всіх вільних розмірів даної деталі допуски однакової точності вказують спільним записом у технічних вимогах на полі креслення, наприклад: **«Невказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів – h14, решти $\pm IT14/2$ ».**

2. 7. Правила позначення шорсткості поверхонь

Якість виготовлення деталей на металообробних верстатах (токарних, фрезерних, свердлильних, шліфувальних) або на машинах, які обробляють метали тиском (прокатні стани, преси), характеризується шорсткістю поверхні.

Шорсткість поверхні являє собою сліди обробки у вигляді мікро нерівностей (виступів і западин) різної величини і форми (рис. 35). Ці нерівності мають значний вплив на міцність, довговічність і працездатність деталі у виробі.

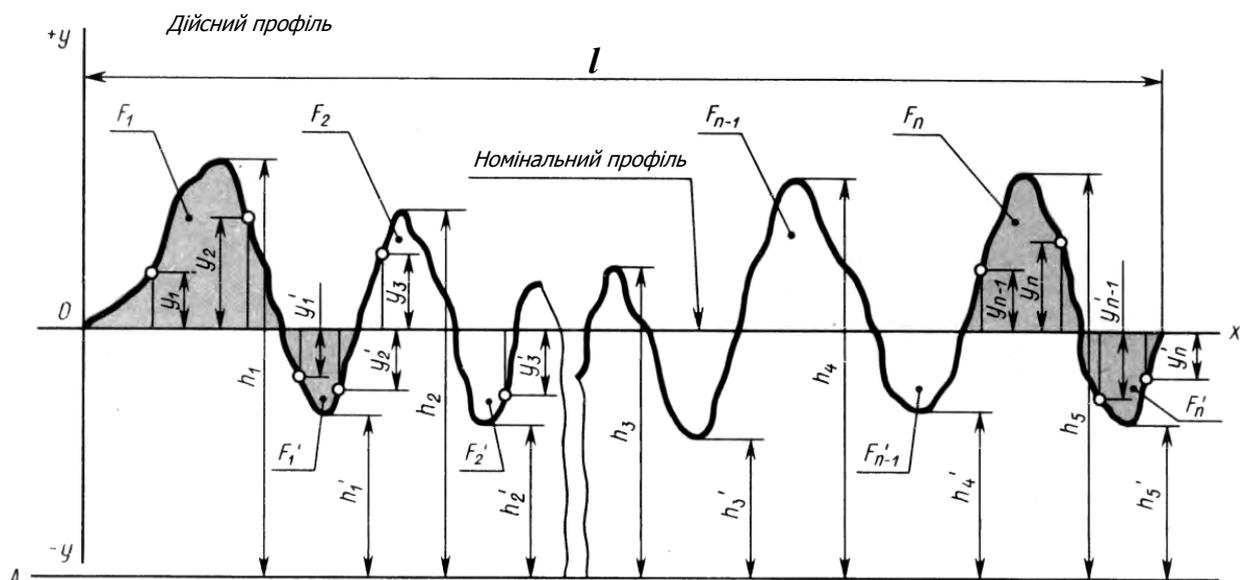


Рис. 35 Схема кількісного оцінювання шорсткості поверхні

Шорсткість поверхні – це сукупність нерівностей, що утворюють рельєф поверхні деталі.

Як приклад на рис. 36 показано шорсткості поверхонь сталі при різних методах обробки.

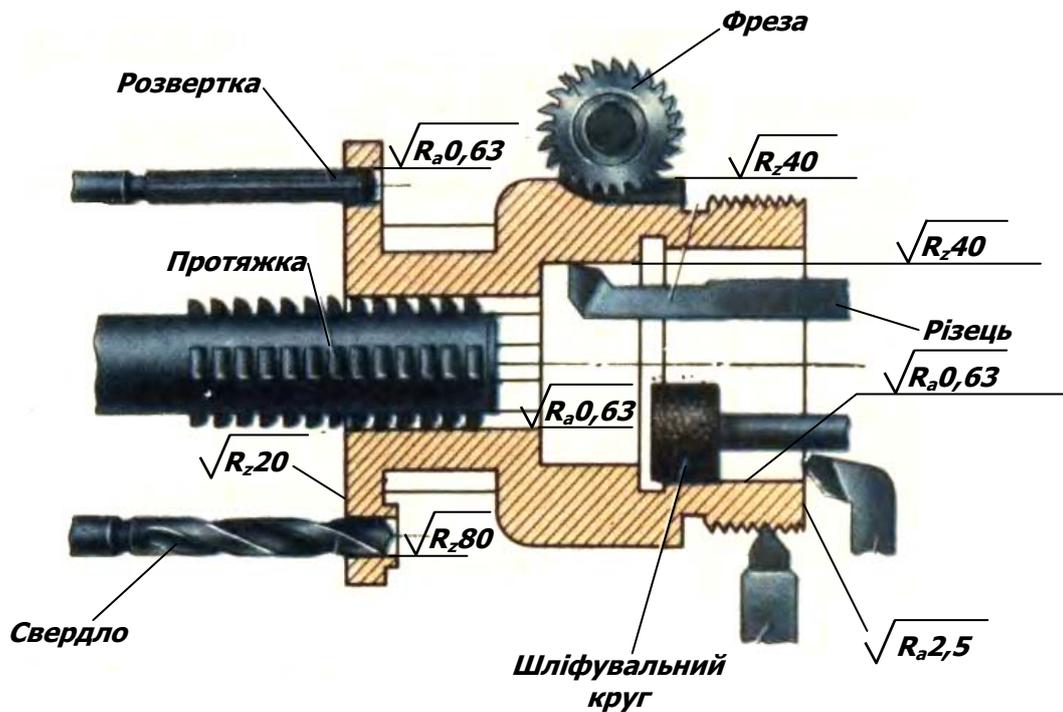


Рис. 36. Шорсткість поверхнь сталі при різних методах обробки

Позначають шорсткість поверхні на кресленнях за допомогою **спеціальних знаків** (рис. 37).

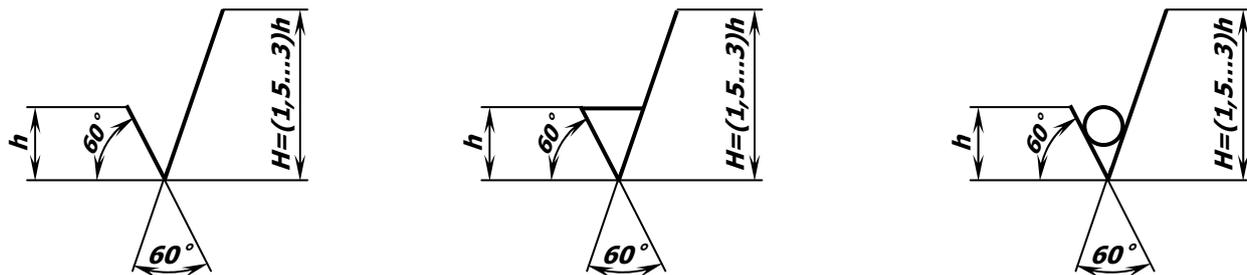


Рис. 37. Умовні знаки для позначення шорсткості поверхнь на кресленнях

Висота ***h*** розміру знака дорівнює висоті розмірних чисел на кресленні. Товщина ліній знаків повинна бути приблизно вдвічі тоншою від суцільної товстої основної лінії на кресленні.

Знак $\sqrt{\quad}$ використовують для позначення шорсткості поверхні, вид обробки якої не встановлюється (цьому знаку завжди віддають перевагу).

Знак $\sqrt{\circ}$ застосовують для позначення шорсткості поверхні тоді, коли ця поверхня обробляється видаленням шару матеріалу (наприклад, гострінням, точінням, фрезеруванням, шліфуванням, шабрінням, поліруванням тощо).

Знаком $\sqrt{\square}$ позначають шорсткість поверхні, яка утворюється без видалення шару матеріалу (наприклад, литтям, куванням, пресуванням, штампуванням, волочінням, прокатом та ін.) або взагалі не обробляється за даним кресленням, тобто залишається у заданому вигляді.

Структуру повного позначення шорсткості поверхні відповідно до **ГОСТ 2.309-73** показано на рис. 38.

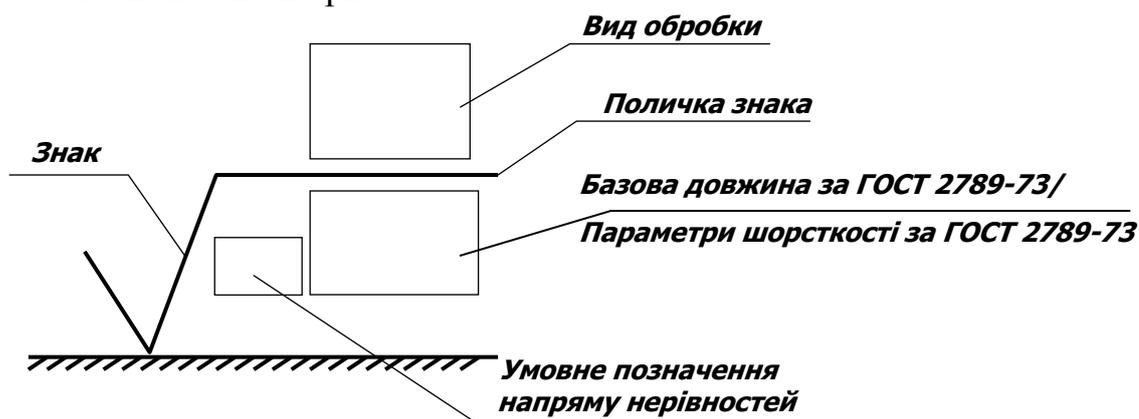


Рис. 38. Структура умовного позначення шорсткості поверхні на кресленні

Кількісне оцінювання шорсткості поверхні проводять за допомогою комплексу з шести параметрів. Для позначення шорсткості поверхонь на кресленнях застосовують два параметри:

- середнє арифметичне відхилення профілю R_a ;
- висота нерівностей профілю за десятьма точками R_z .

(Значення параметрів шорсткості поверхні див. Табл. 3).

Значення параметрів шорсткості поверхонь

Таблиця 3.

Класи шорсткості	Параметри шорсткості		Базова довжина, мм
	R_a	R_z	
1	100	400	8.0
2	50	200	
3	25	100	
4	12.5	50	2.5
5	6.3	25	
6	3.20	12.5	0.8
7	1.60	6.3	
8	0.80	3.2	
9	0.400	1.60	0.25
10	0.200	0.80	
11	0.100	0.40	
12	0.050	0.20	
13	0.025	0.100	0.08
14	0.012	0.050	

Параметри R_a і R_z вимірюються у мікрометрах. Числові значення цих параметрів стандартизовано. Установлено 14 класів шорсткості поверхонь.

Параметр R_a визначають як середнє арифметичне абсолютних відхилень профілю в межах базової довжини l .

Параметр R_z – сума середніх арифметичних абсолютних відхилень точок п'яти найбільших максимумів і п'яти найменших мінімумів у межах базової довжини l .

Класи шорсткості поверхонь при різних видах обробки наведено в табл. 4.

Таблиця 4. **Шорсткість поверхонь при різних видах обробки**

Спосіб обробки		Класи шорсткості													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Шліфування плоске	чистове														
	тонке														
Шліфування	тонке														
	чорнове														
Протягування	чистове														
	тонке														
Слюсарна обробка (обпилювання)															
Полірування															
Хонінгування															
Суперфінішування															
Точіння	чорнове														
	чистове														
	тонке														
Розточування	чорнове														
	чистове														
	тонке														
Підрізування торців	чорнове														
	чистове														
	тонке														
Стругання	чорнове														
	чистове														
Розвірчування	чорнове														
	чистове														
	остаточне														
Свердління	чистове														
	остаточне														
Фрезування торцеве	чорнове														
	чистове														
Фрезування циліндричне	чорнове														
	чистове														

При нанесенні позначень шорсткості треба дотримуватися таких правил:

1. Позначення шорсткості поверхонь розміщують на лініях контуру, виносних лініях або поличках ліній-виносок; коли місця мало дозволяється писати їх на розмірних лініях, їх продовженні чи в розриві виносної лінії (рис. 39).

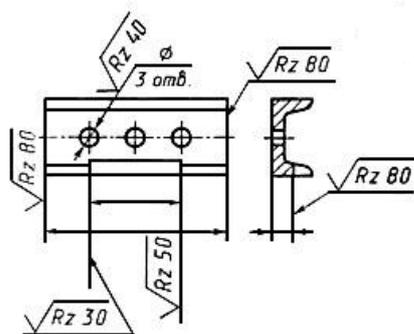


Рис.39. Розміщення знаків умовного позначення шорсткості поверхні

2. Знак шорсткості, що має поличку, розміщують відносно основного напису так, як показано на рис. 40 а, б. Знак, що не має полички, – як на рис. 40 в.

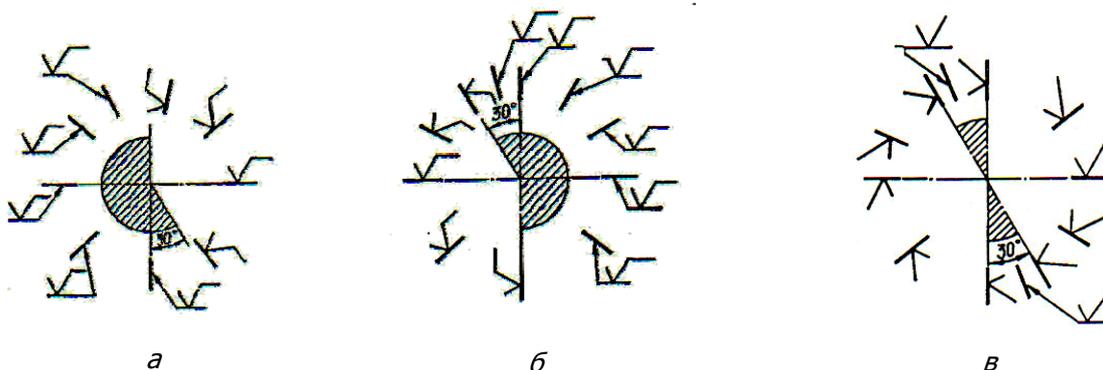


Рис.40. Положення знаків позначення шорсткості поверхні відносно основного напису креслення

Якщо лінія контуру поверхні розташована у заштрихованих зонах, позначення шорсткості проставляють на полиці ліні-виноски.

3. Якщо всі поверхні виробу мають однакову шорсткість, її позначення проставляють у правому верхньому куті креслення, а на зображеннях ніяких знаків не наносять (рис. 41). Розмір і товщина ліній знака, винесеного у правий верхній кут, мають бути у 1,5 рази більші за позначення, нанесені на зображенні.

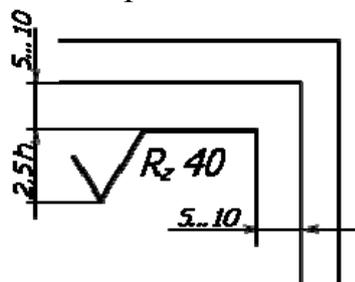


Рис.41. Умовне позначення шорсткості поверхні у випадку коли всі поверхні деталі мають однакову шорсткість

4. Якщо однакову шорсткість має лише частина поверхонь виробу, то позначення цієї шорсткості наносять у правому верхньому куті креслення і поруч проставляють знак $\sqrt{\quad}$ (рис. 42). Це означає, що всі поверхні, на яких не нанесено позначень шорсткості, мають величину шорсткості, проставлену перед знаком $\sqrt{\quad}$. Розміри цього знака такі самі, як і знаків на зображенні.

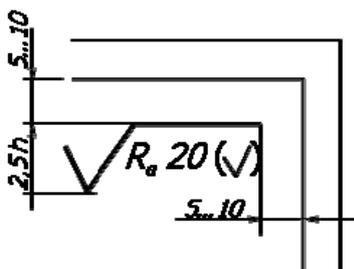


Рис.42. Умовне позначення шорсткості поверхні у випадку, коли частина поверхонь деталі мають однакову шорсткість

5. Якщо частина поверхонь виробу за даним кресленням не обробляються, в правому верхньому куті креслення перед позначенням $\sqrt{\quad}$ наносять знак ∇ (рис. 43).

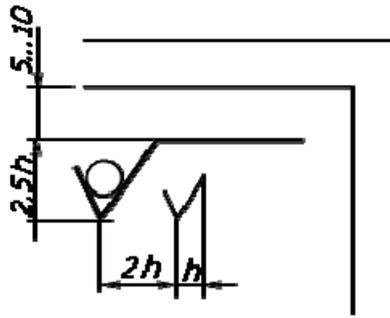
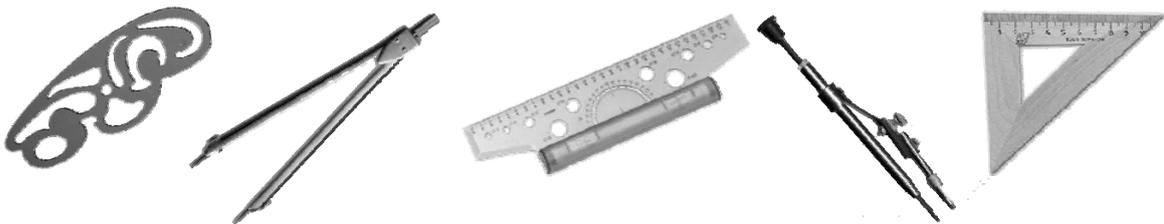


Рис.43. Умовне позначення шорсткості поверхні у випадку, коли частина поверхонь деталі не обробляються за даним кресленням



Запитання до розділів 1, 2

1. Для чого існують єдині правила виконання та оформлення креслень?
2. З яких документів можна дізнатися про правила виконання й оформлення креслень?
3. Що являє собою формат креслення?
4. Як утворюється поле креслення? Для чого воно призначене?
5. На якій відстані від країв аркуша проводять рамку креслення?
6. Які відомості містить основний напис креслення?
7. Де повинний розміщуватись основний напис на форматі А4?
8. Як називаються креслярські інструменти? Для чого вони призначені?



9. Якою лінією на розгортці показують лінію згину?
10. Чому буде дорівнювати товщина штрихпунктирної та розімкненої ліній, якщо товщина суцільної товстої основної лінії становить 1,2 мм?
11. Чим визначається розмір шрифту?
12. Як визначити висоту малих літер шрифту?
13. Чому дорівнює висота малих літер шрифту розміру 20?
14. У яких одиницях указують на кресленнях лінійні, а в яких кутові розміри?
15. На що вказують знаки й літери \varnothing , \square , \triangleleft , \triangle , **R**, **δ**, поставлені перед розмірним числом?
16. Якою лінією проводять на кресленні виносні й розмірні лінії?
17. Що означають записи, зроблені на кресленні: М 1:1; М 2:1; М 1:4?
18. Яку довжину предмета слід зазначати на кресленні, якщо його справжня довжина дорівнює 400 мм, а масштаб зображення 1:2?

19. Унаслідок чого на поверхні деталей утворюється шорсткість?
20. Що називають шорсткістю поверхонь?
21. Скільки встановлено класів шорсткості поверхонь? Чим вони різняться між собою?
22. Як позначають шорсткість, однакову для всіх поверхонь деталі?
23. Якими способами позначають на кресленнях граничні відхилення розмірів?



Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділи 1 і 2.

Розділ 3. Геометричні побудови на кресленнях

3.1. Графічний склад зображень на кресленнях. Складові частини графічного зображення

Контури зображень предметів на кресленнях – це плоскі фігури, утворені прямолінійними та криволінійними відрізками.

Прямолінійні відрізки можуть зображати сторони різних геометричних фігур і бути **паралельними**, **перпендикулярними** чи **утворювати** між собою різні **кути**.

Криволінійні відрізки найчастіше є **дугами кіл** або **лекальних кривих**: еліпса, спіралі Архімеда, евольвенти, параболи та деяких інших.

Побудова фігури контуру зображення на кресленні зводиться до виконання окремих геометричних побудов. Кожна геометрична побудова визначає взаємне положення кількох елементів контуру зображення.

Геометрична побудова є способом розв'язування графічної задачі. Визначення геометричних побудов, необхідних для виконання креслення, називають **аналізом графічного складу зображення**.

В основу цього аналізу покладено розчленування процесу побудови контуру зображення на окремі геометричні побудови.

Найчастіше на кресленнях виконують побудову геометричних фігур, поділ відрізків прямих, кутів і кола на рівні частини, побудову відрізків прямих при заданому їх взаємному розміщенні.

Побудова перпендикулярних прямих:

– Через точку A , що належить прямій (рис. 46):

- 1) із заданої точки A , як із центра провести дугу кола довільним радіусом R до перетину з прямою m ;
- 2) позначити точки перетину 1 і 2 ;
- 3) з точок 1 та 2 , як із центрів, провести дуги кіл довільним радіусом r до взаємного перетину в точці B ;
- 4) провести пряму AB , яка буде перпендикуляром до заданої прямої m .

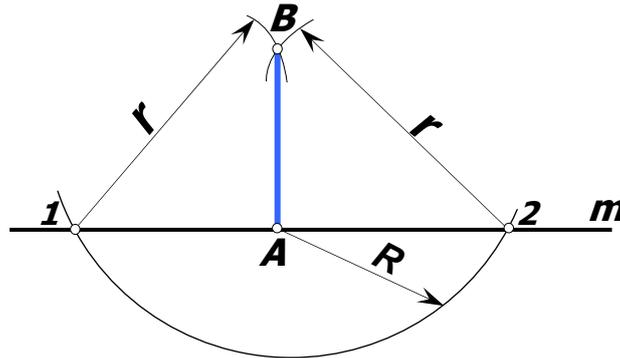


Рис.46. Побудова перпендикуляра з точки, що належить відріzkу прямої

– Через точку K , що лежить поза прямою (рис. 47):

- 1) із точки K , як із центра, довільним радіусом R провести дугу;
- 2) позначити O_1 і O_2 – точки перетину дуги з прямою k ;
- 3) з точок O_1 та O_2 радіусом, більшим за половину відрізка O_1O_2 , провести дуги до взаємного перетину;
- 4) позначити точку перетину дуг – L ;
- 5) провести пряму LK , яка буде перпендикуляром до заданої прямої k .

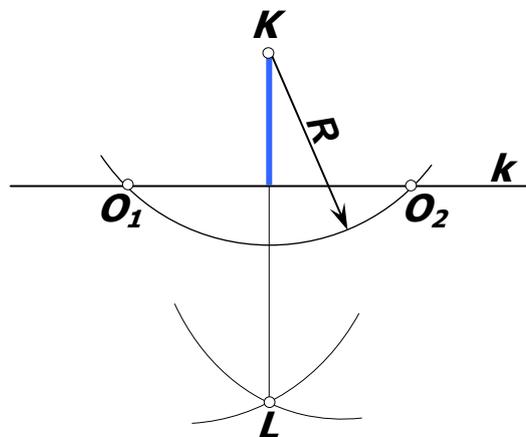


Рис.47. Побудова перпендикуляра з довільної точки відрізка прямої

– **Через кінцеву точку відрізка прямої** (рис. 48):

- 1) з довільної точки **O**, що лежить поза відрізком, провести коло радіусом **R=OA**;
- 2) позначити точку **C** – точку перетину кола з відрізком;
- 3) сполучити точку **O** з точкою **C** і продовжити пряму до перетину з колом;
- 4) позначити точку **D**;
- 5) провести пряму **DA**, яка буде перпендикуляром до відрізка прямої **AB**.

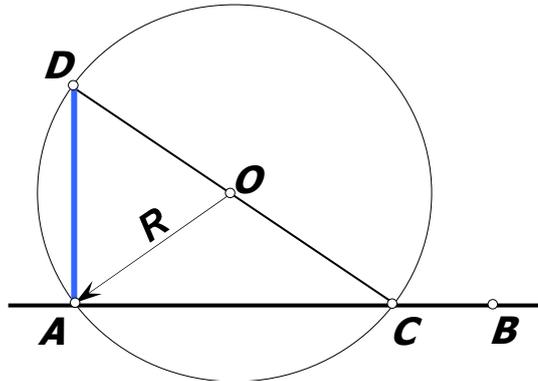


Рис.48. Побудова перпендикуляра через кінцеву точку відрізка прямої

Кут DAC – прямий, як вписаний у коло, і спирається на його діаметр.

3.3. Поділ відрізків на довільну кількість рівних частин

Поділ відрізка на довільну кількість рівних частин (рис. 49).

Щоб графічно поділити відрізок на задану кількість рівних частин, наприклад на сім, необхідно:

- 1) під довільним кутом до **MN** провести допоміжний промінь **t**;
- 2) на промені **t** від точки **M** циркулем відкласти сім рівних частин довільної довжини;
- 3) крайню точку **7** сполучити з точкою **N**;
- 4) за допомогою косинця та лінійки (рейсшини) через точки поділу провести прямі, паралельні **N7**;
- 5) знайдені точки **I, II, III, IV, V, VI** ділять відрізок **MN** на сім рівних частин.

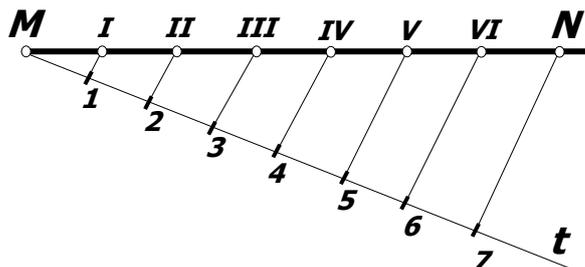


Рис.49. Поділ відрізка на довільну кількість рівних частин

3.4. Побудова кутів різних величин. Поділ кутів на рівні частини

Побудова кута, що дорівнює заданому (рис. 50).

- 1) з вершини A довільним радіусом R провести дугу, яка перетинається зі стороною AC у точці M , а зі стороною AB – у точці N ;
- 2) з точки A_1 прямої A_1B_1 цим самим радіусом провести дугу, котра перетинає A_1B_1 в точці N_1 ;
- 3) радіусом R_1 , що дорівнює величині хорди MN , з точки N_1 , як із центра, провести другу дугу до перетину з дугою радіусом R у точці M_1 ;
- 4) кут $M_1A_1N_1$ дорівнює куту MAN .

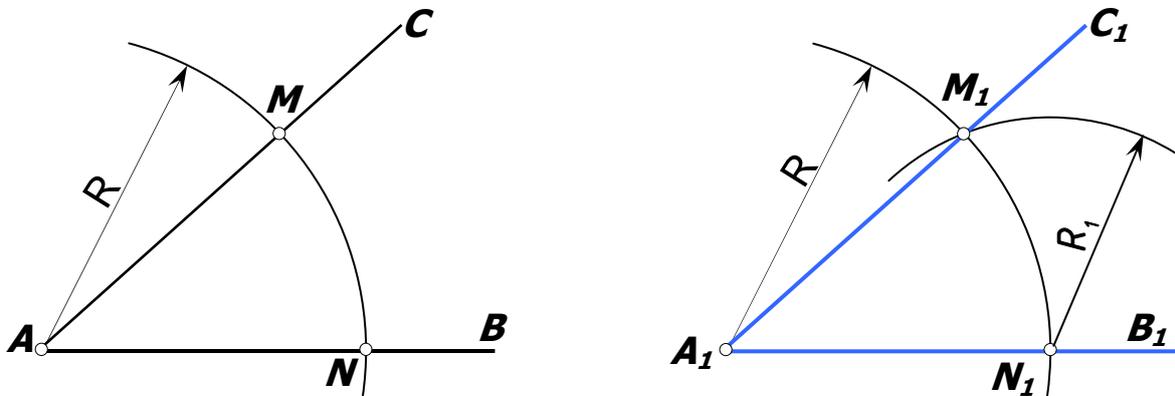


Рис.50. Побудова кута, що дорівнює заданому

За допомогою транспортера будують ті кути, які не можна побудувати косинцем. Вимірюють кути також за допомогою транспортера.

Поділ кутів на рівні частини:

- **Поділ кута на дві рівні частини** (рис. 51).

Щоб поділити кут на дві рівні частини треба:

- 1) з вершини B кута ABC довільним радіусом R провести дугу;
- 2) позначити точки 1 і 2 – точки перетину дуги зі сторонами кута;
- 3) з точок 1 та 2 , як із центрів, зробити дві засічки радіусом, більшим від половини відстані між точками 1 і 2 .
- 4) пряма BD ділить кут ABC на дві рівні частини, тобто є **бісектрисою** цього кута.

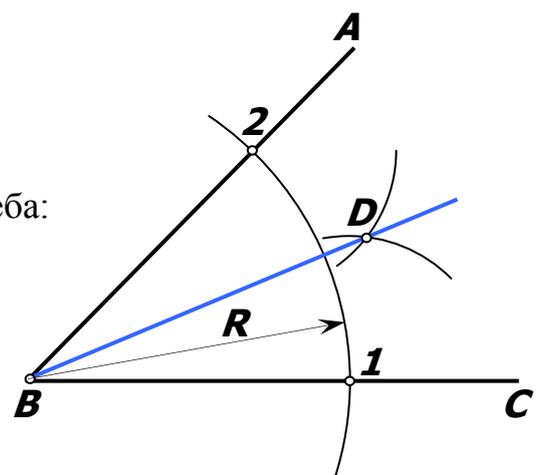


Рис.51. Поділ кута на дві рівні частини

– **Поділ прямого кута на три рівні частини** (рис. 52).

Для поділу прямого кута на три рівні частини треба:

- 1) з вершини прямого кута **A** провести дугу довільного радіуса **R**;
- 2) позначити точки **1** і **2** – точки перетину дуги зі сторонами кута;
- 3) з точок **1** і **2** цим самим радіусом **R** провести дуги до перетину з дугою **1-2** у точках **D** і **E**;
- 4) Провести прямі **AD** та **AE**, які поділять прямий кут на три рівні частини.

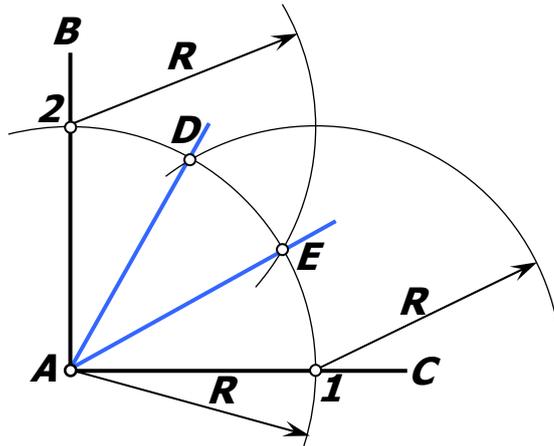


Рис.52. Поділ прямого кута на три рівні частини

3.5. Поділ кола на рівні частин

Поділ кола на три рівні частини (рис. 53).

Щоб поділити коло на три рівні частини треба:

- 1) поставити ніжку циркуля у нижньому кінці вертикального діаметра – точці **D**, і, як із центра, зробити на колі засічки радіусом **R**, що дорівнює радіусу кола;
- 2) позначити точки перетину засічок з колом **M** та **N** – першу і другу точки поділу;
- 3) на протилежному кінці діаметра позначити точку **C** – третю точку поділу.

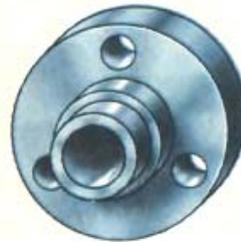
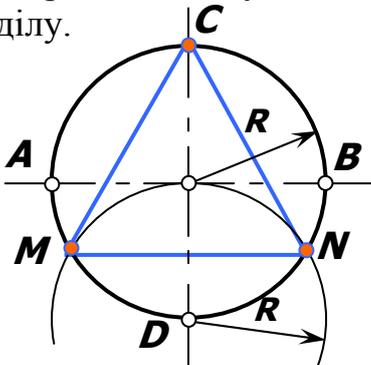


Рис.53. Поділ кола на три рівні частини

Сполучивши точки M, N і C, отримують правильний трикутник.

Поділ кола на чотири рівні частини (рис. 53).

Для поділу кола на чотири рівні частини необхідно(рис. 53 а).

1. Провести два взаємно перпендикулярні діаметри **AB** і **CD**;
2. Точки перетину діаметрів з колом ділять коло на чотири рівні частини.

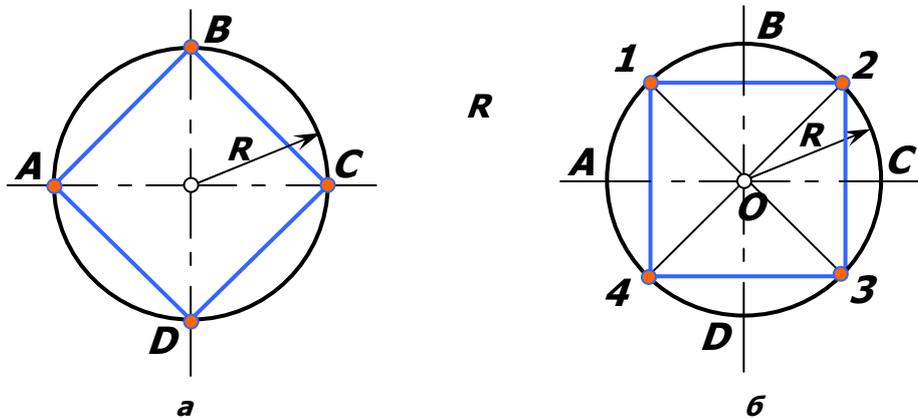


Рис.53. Поділ кола на чотири рівні частини

Для поділу кола на чотири рівні частини необхідно(рис. 53 б).

1. Поділити прямі кути **AOB** і **BOC** на дві рівні частини;
2. Провести бісектриси кутів **AOB** і **BOC**;
3. Точки **1, 2, 3, 4** – точки перетину бісектрис з колом ділять коло на чотири рівні частини.

Сполучивши точки ABCD отримують квадрат.

Поділ кола на п'ять рівних частин (рис. 54).

Для поділу кола на п'ять рівних частин необхідно:

1. Поділити горизонтальний радіус **OB** кола на дві рівні частини;
2. Позначити точку **O₁**;
3. З точки **O₁**, як із центра провести дугу радіуса, що дорівнює відрізку **O₁C**;
4. Позначити точку **K** – точку перетину дуги радіуса **O₁C** з горизонтальним діаметром;
5. З точки **C** радіусом, що дорівнює довжині відрізка **CK** провести дугу до перетину з колом;
6. Позначити точку **2** – точку перетину дуги **CK** з колом. Точки **C** і **2** – перша і друга точки поділу;
7. Відстань між точками **C2** відкласти циркулем по колу і дістати точки **3, 4** і **5**.

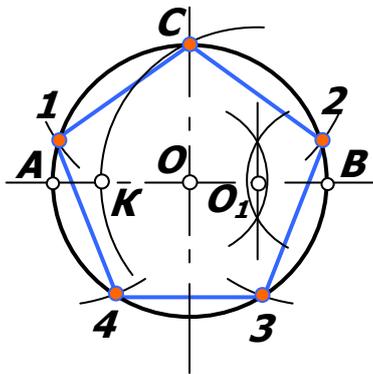


Рис. 55. Поділ кола на п'ять рівних частин

Сполучивши точки $C2345$, отримують правильний п'ятикутник.

Поділ кола на шість рівних частин (рис. 56).

Для поділу кола на шість рівних частин необхідно:

- 1) з точок A та B – кінців горизонтального діаметра провести дуги радіусом кола R ;
- 2) позначити точки $1, 2, 3, 4$ – точки перетину дуг із колом, які і є точками поділу.

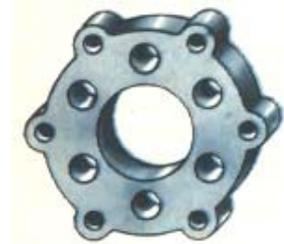
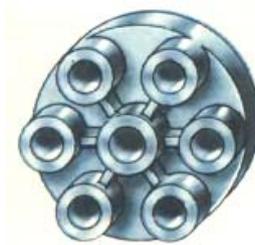
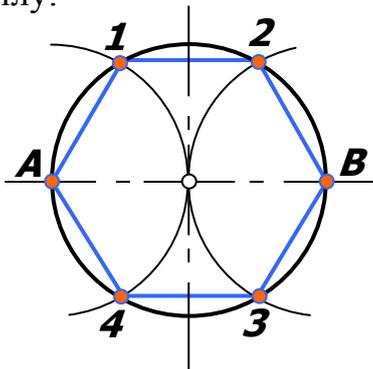


Рис. 56. Поділ кола на шість рівних частин

Сполучивши послідовно точки $A12B34$, отримують правильний шестикутник.

Поділ кола на сім рівних частин (рис. 57).

Для поділу кола на сім рівних частин необхідно:

- 1) поділити горизонтальний радіус OB кола на дві рівні частини;
- 2) позначити точку O_1 ;
- 3) з точки C по колу відкласти довжину відрізка O_1K ;
- 4) позначити точку 1 ;
- 5) точки C і 1 – перша та друга точки поділу;

- б) відстань між точками **C** і **1** відкласти циркулем по колу й дістати точки **2, 3, 4, 5, 6**.

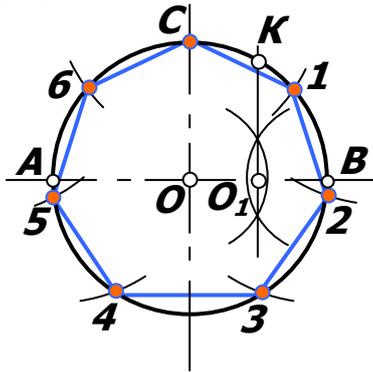


Рис. 57. Поділ кола на сім рівних частин

Сполучивши точки поділу прямими, отримують правильний семикутник.

Поділ кола на вісім рівних частин (рис. 58).

Для поділу кола на вісім рівних частин необхідно:

- 1) провести два взаємно перпендикулярних діаметри **AC** та **BD** які ділять коло на чотири рівні частини;
- 2) поділити дуги кола між точками **A** і **B**, **B** і **C** навпіл за допомогою циркуля;
- 3) через знайдені точки й центр кола провести прямі до перетину з протилежною частиною кола;
- 4) позначити точки **1, 2, 3, 4** – точки перетину прямих із колом, вони і є точками поділу.

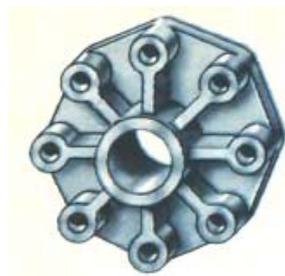
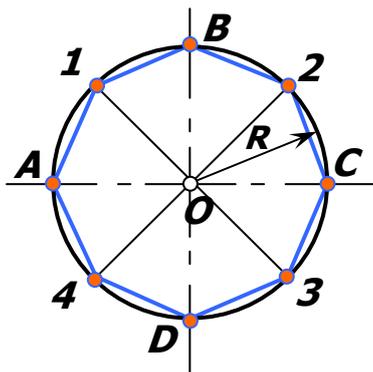


Рис. 58. Поділ кола на вісім рівних частин

Сполучивши точки поділу прямими, отримують правильний восьмикутник.

Поділ кола на будь-яку рівну кількість частин виконують за допомогою **таблиці хорд**. Цей метод ґрунтується на тому, що для поділу кола на певну рівну кількість частин необхідно знати розмір розхилу циркуля, за допомогою

якого на колі слід наносити поділки. Цей розмір визначає величину хорди, що стягує дугу кола між двома сусідніми поділками на ньому.

Розміри хорд для поділу кола на довільну кількість рівних частин розраховують за допомогою коефіцієнтів, наведених у таблиці 5.

Таблиця 5 **Таблиця хорд (коефіцієнтів для поділу кола)**

Кількість поділок	Коефіцієнт k	Кількість поділок	Коефіцієнт k	Кількість поділок	Коефіцієнт k
3	0,86603	19	0,16460	35	0,08964
4	0,70711	20	0,15643	36	0,08716
5	0,58779	21	0,14904	37	0,08481
6	0,50000	22	0,14232	38	0,08258
7	0,43488	23	0,13617	39	0,08047
8	0,38268	24	0,13053	40	0,07846
9	0,34202	25	0,12533	41	0,07655
10	0,30902	26	0,12054	42	0,07473
11	0,28173	27	0,11609	43	0,07300
12	0,25882	28	0,11196	44	0,07134
13	0,23932	29	0,10812	45	0,06976
14	0,22252	30	0,10453	46	0,06824
15	0,20791	31	0,10117	47	0,06679
16	0,19509	32	0,09802	48	0,06540
17	0,18375	33	0,09506	49	0,06407
18	0,17365	34	0,09227	50	0,06279

Довжину хорди, яку відкладають на заданому колі, визначають як добуток діаметра цього кола і величини коефіцієнта k , що відповідає заданій кількості рівних частин на колі, $l = d \times k$

3.6. Спряження

Спряження – це плавний перехід від однієї лінії до іншої, виконаний за допомогою проміжної лінії.

Основні елементи спряження – радіус спряження, центр спряження, точки спряження.

Точки спряження – це точки плавного переходу однієї лінії в іншу (ці точки визначають межу).

Дотикання – це плавний перехід від однієї лінії до іншої.

Зовнішній дотик – центри двох кіл O і O_1 лежать із різних боків від дотичної a (рис. 59). Відстань між центрами дорівнює сумі радіусів кіл $(R+R_1)$.

Внутрішній дотик – центри двох кіл O і O_1 розміщені з одного боку від загальної дотичної (рис. 60). Відстань між центрами дорівнює різниці радіусів ($R - R_1$).

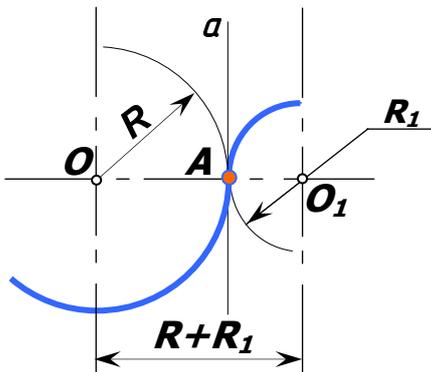


Рис.59 Зовнішній дотик

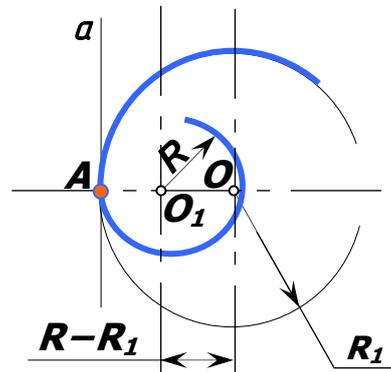


Рис. 60 Внутрішній дотик

Спряження прямих дугою кола (рис. 61)

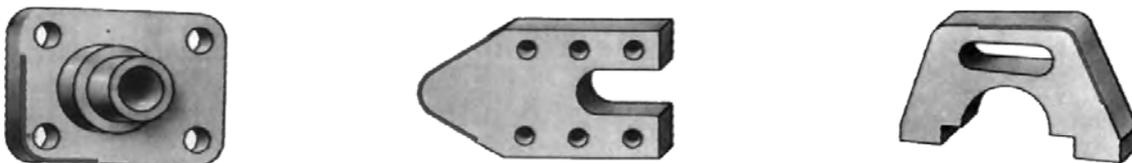


Рис. 61 Спряження прямих дугою кола

Для побудови спряження сторін прямого, гострого або тупого кутів дугою радіуса R (рис. 62) необхідно:

- 1) провести дві допоміжні прямі, паралельні сторонам кута, на відстані радіуса спряження R ;
- 2) точка O перетину цих прямих є центром дуги спряження;
- 3) опустити перпендикуляри із центра O на задані прямі (сторони кута);
- 4) позначити точки спряження A і B ;
- 5) між точками A та B провести дугу спряження радіусом R .

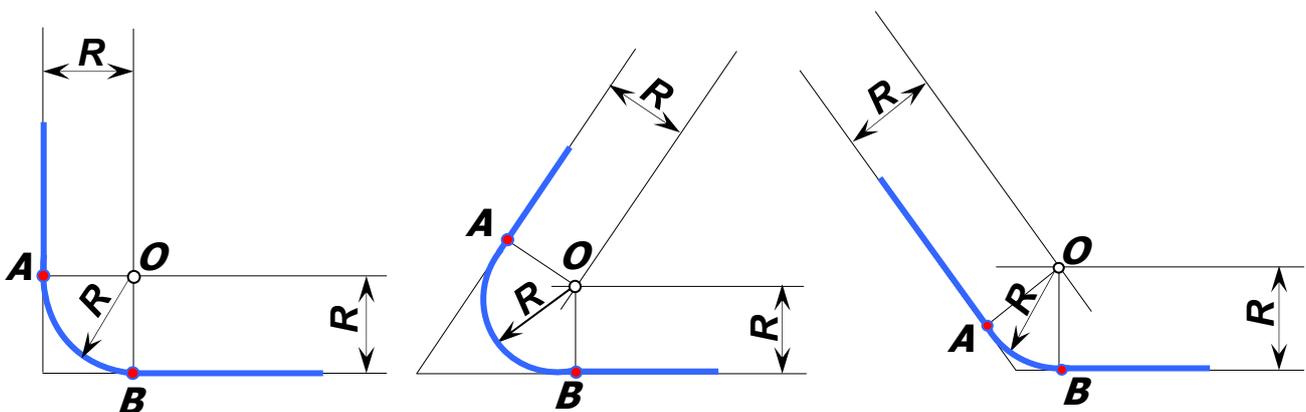


Рис. 62 Спряження прямих дугою кола

Спряження дуг між собою

Розрізняють **три типи** спряжень дуг кола між собою:

- зовнішнє;
- внутрішнє;
- змішане.

Зовнішнє спряження радіусом R двох кіл радіусами R_1 і R_2 (рис. 63):

- 1) провести з центрів O_1 та O_2 допоміжні дуги радіусами $R + R_1$ і $R + R_2$ відповідно;
- 2) позначити точку O – точку перетину двох дуг;
- 3) провести прямі OO_1 та OO_2 ;
- 4) позначити точки A і B – точки перетину заданих кіл із прямими OO_1 та OO_2 (точки спряження);
- 5) між точками A і B з точки O провести дугу радіусом R .

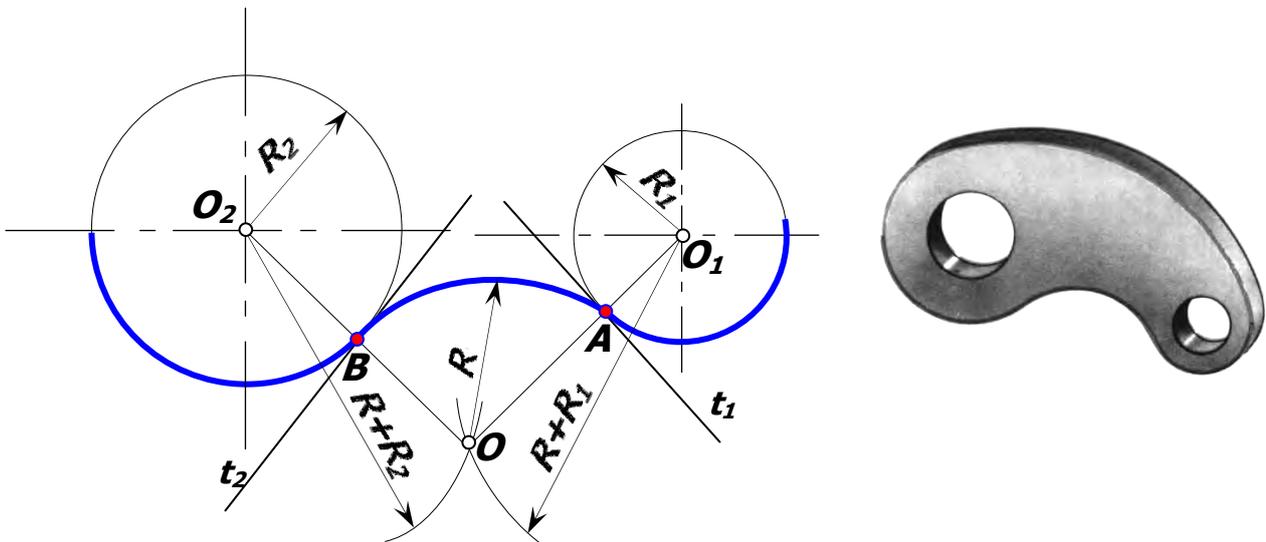


Рис. 63 Побудова зовнішнього спряження двох кіл

При зовнішньому спряженні спряжувальні дуги розташовані із зовнішнього боку дуги спряження та з різних боків дотичних t_1 і t_2

Внутрішнє спряження радіусом R двох кіл радіусами R_1 і R_2 (рис. 64):

- 1) провести з центрів O_1 та O_2 допоміжні дуги радіусами $R - R_1$ і $R - R_2$ відповідно;
- 2) позначити точку O – точку перетину двох дуг;
- 3) провести OO_1 та OO_2 ;
- 4) позначити точки A і B – точки перетину заданих кіл із прямими OO_1 та OO_2 (точки спряження);
- 5) між точками A і B з точки O провести дугу радіусом R .

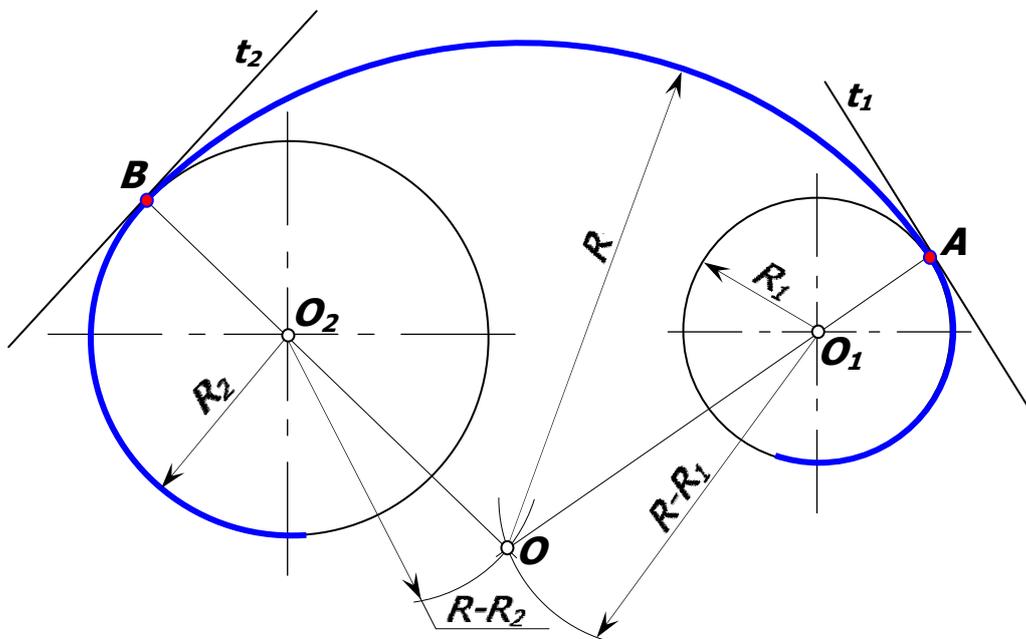


Рис. 64 Побудова внутрішнього спряження двох кіл

При внутрішньому спряженні спряжувані дуги розташовані всередині дуги спряження, тобто дуга спряження та спряжувальні дуги лежать з одного боку дотичних t_1 і t_2 .

Змішане спряження радіусом R двох кіл радіусами R_1 і R_2 :

- Дуга спряження має з дугою радіусом R_2 внутрішнє спряження, а з дугою радіусом R_1 – зовнішнє (рис. 65):

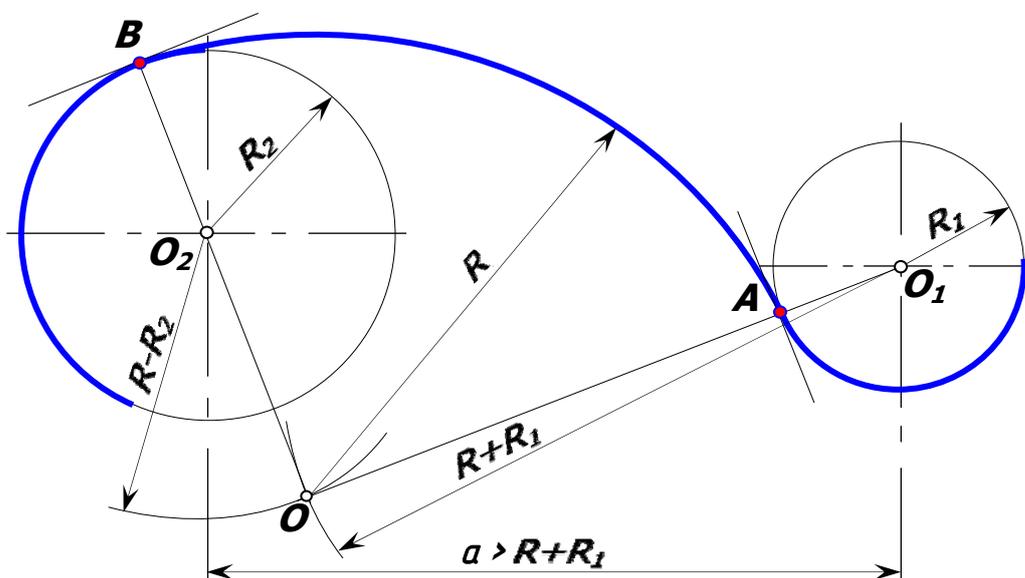


Рис. 65 Побудова змішаного спряження двох кіл

- 1) з центра O_2 провести дугу радіусом $R-R_2$;
- 2) з центра O_1 провести дугу радіусом $R+R_1$;
- 3) позначити точку O – точку перетину двох дуг;
- 4) провести прямі OO_1 і OO_2 ;

- 5) позначити точки **A** та **B** – точки перетину заданих кіл з прямими OO_1 і OO_2 (точки спряження);
- 6) між точками **A** та **B** із точки **O** провести дугу радіусом R .

– Дуга спряження має з дугою радіуса R_2 зовнішнє спряження, а з дугою радіуса R_1 – внутрішнє (рис. 66):

- 1) з центра O_2 провести дугу радіусом $R+R_2$;
- 2) центра O_1 провести дугу радіусом $R-R_1$;
- 3) позначити точку **O** – точку перетину двох дуг;
- 4) провести прямі OO_1 і OO_2 ;
- 5) позначити точки **A** та **B** – точки перетину заданих кіл із прямими OO_1 і OO_2 (точки спряження);
- 6) між точками **A** та **B** із точки **O** провести дугу радіусом R .

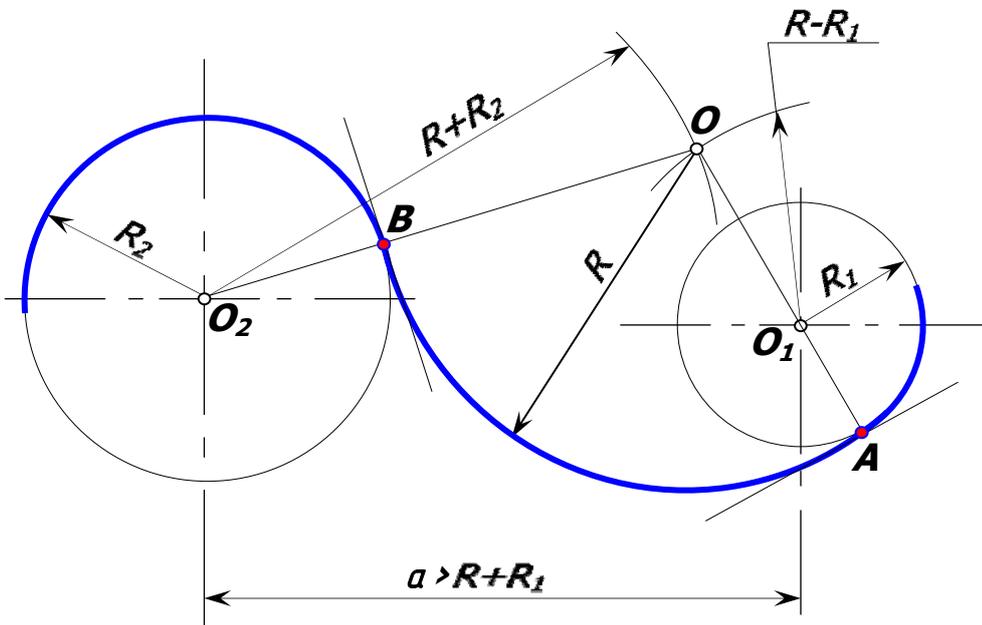


Рис. 66 Побудова змішаного спряження двох кіл

Побудова дотичної до кола через точку, що належить колу (рис. 67):

- 1) провести через точки **O** і **A** пряму;
- 2) відкласти від точки **A** на прямій відрізок $AB = OA$;
- 3) побудувати перпендикуляр CD через точку **A**;
- 4) лінія CD – дотична до кола.

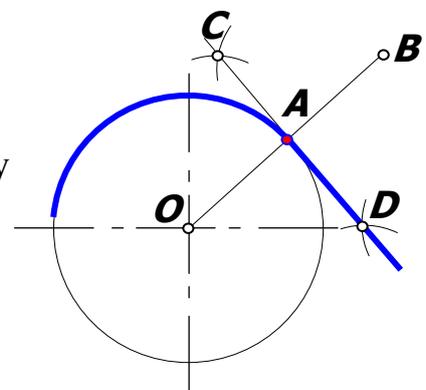


Рис. 67 Побудова дотичної до кола через точку, що належить колу

Побудова дотичної до кола через точку, яка лежить поза колом (рис. 68):

- 1) з'єднати точку **A** із центром кола – точкою **O**;
- 2) розділити пряму **OA** навпіл;
- 3) позначити точку **C**;
- 4) з точки **C** провести коло радіусом $R = CO$;
- 5) позначити точки **K₁** і **K₂**;
- 6) провести прямі **AK₁** та **AK₂** – дотичні до кола.

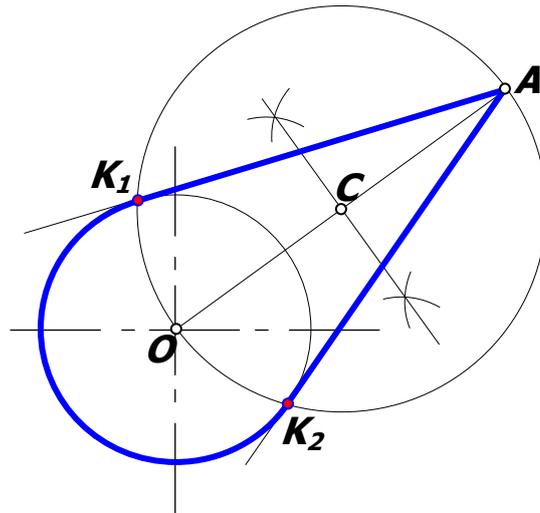


Рис. 68 Побудова дотичної до кола через точку, що лежить поза колом

3.7. Лекальні криві

Лекальні криві – це криві лінії, котрі креслять за допомогою лекал за попередньо знайденими точками.

Лекало – це плоска фігурна лінійка, яка має різну кривизну кромek на ділянках, що плавно переходять одна в одну.

До лекальних кривих належать **еліпс, спіраль Архімеда, евольвента, парабола та деякі інші.**

При перетині площиною всіх твірних конуса (рис. 69,а) утворюється **еліпс.**

При перетині конуса площиною, що паралельна одній із твірних конуса (рис. 68, б), утворюється **парабола.**

При перетині конуса площиною паралельною, до осі конуса (рис. 69, в), утворюється **гіпербола.**

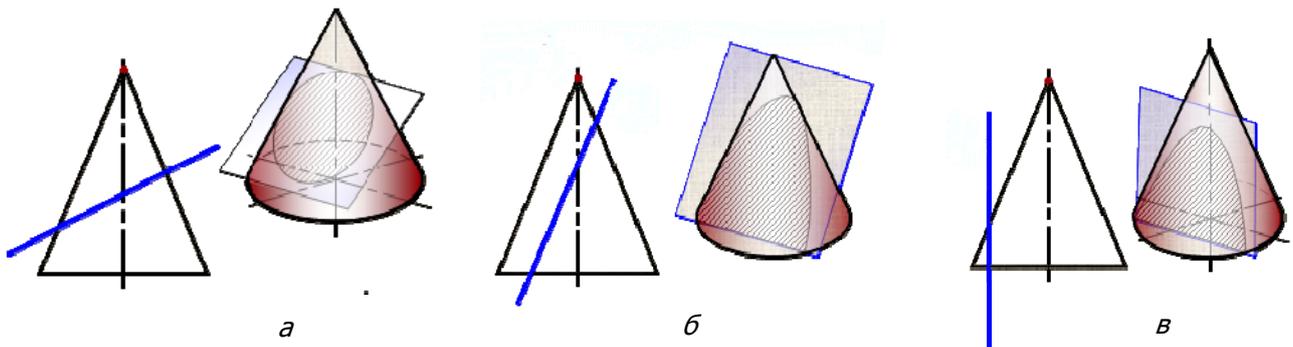


Рис. 69. Перетин конуса площиною

а – що перетинає всі твірні; б – паралельною одній з твірних; в – паралельною до осі

Еліпс – це плоска замкнена крива, що являє собою геометричне місце точок, для яких сума відстаней до двох заданих точок (фокусів) є сталою величиною, що дорівнює великій осі еліпса.

Розмірами, які визначають величину еліпса, є розміри його осей – великої AB і малої CD . За ними виконують побудову еліпса.

Побудова еліпса (рис.70):

- 1) провести два концентричних кола, що мають спільний центр O , діаметр більшого кола дорівнює величині великої осі AB , а меншого – величині малої осі CD (рис. 70, а);
- 2) поділити коло більшого діаметра на рівну кількість частин (12 частин);
- 3) з'єднати точки поділу із центром O . Ці прямі поділять менше коло також на 12 рівних частин (рис. 70 б);

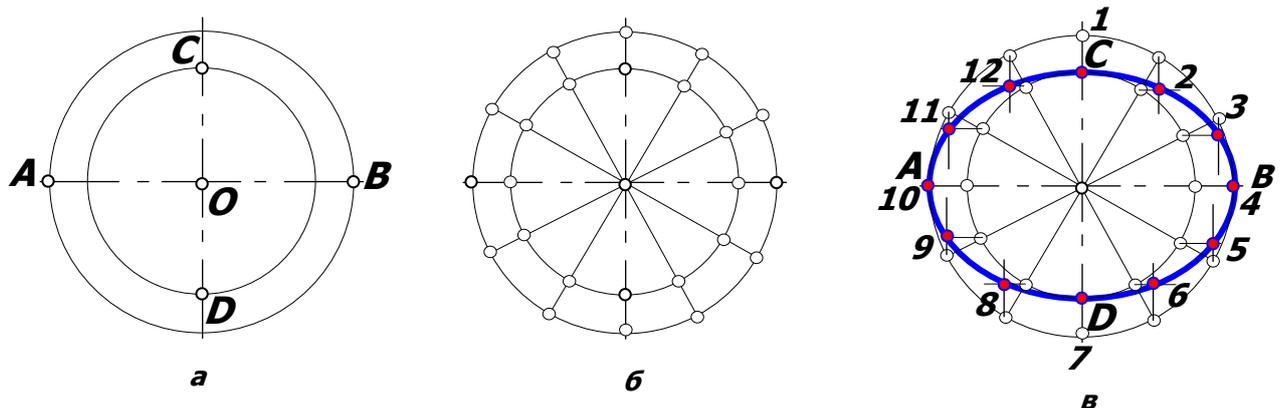


Рис. 69 Побудова еліпса

- 4) з точок поділу на більшому колі (за винятком точок 1, 4, 7 і 10) провести вертикальні відрізки (рис. 70, в);
- 5) з точок поділу на меншому колі провести горизонтальні відрізки до перетину з відповідними їм за номерами вже проведеними вертикальними відрізками;
- 6) з'єднати утворені точки перетину плавною кривою за допомогою лекала;

7) отримана крива – **еліпс**.

Парабола – це незамкнена плоска крива, кожна точка якої однаково віддалена від напрямної прямої (директриси) **KL** і від фокуса **F** (рис. 71).

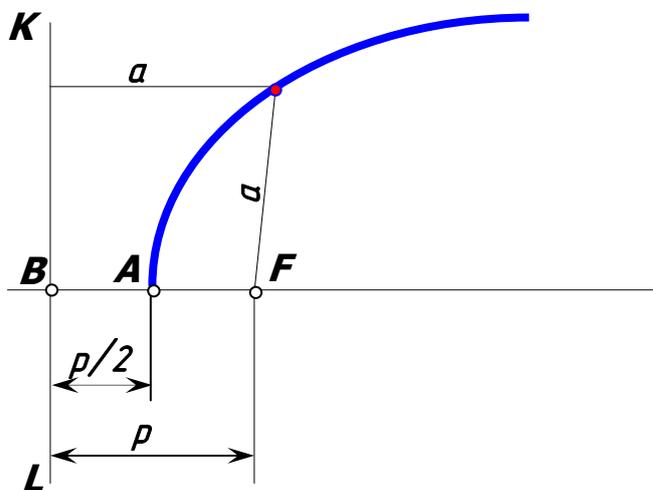


Рис. 71 Парабола

Точка А – вершина параболі.

Пряма В F – вісь параболі.

Фокальний параметр (p) – відстань від фокуса **F** до директриси **KL**.
Вершина параболі міститься на відстані **p/2** від фокуса і директриси.

Побудова параболі (рис. 72)

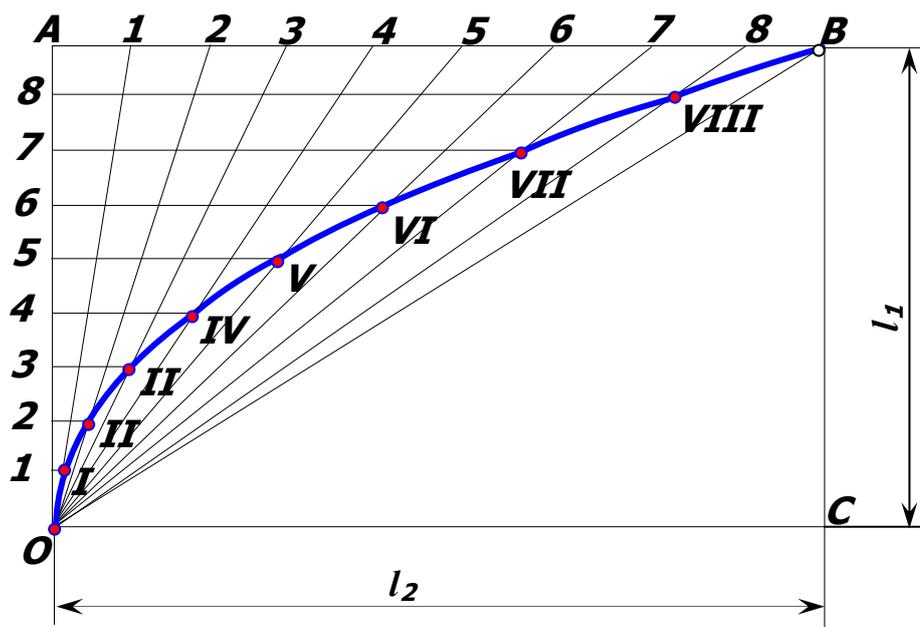


Рис.72 Побудова параболі

- 1) побудувати допоміжний прямокутник $OABC$, довжини сторін якого $OA = l_1$ і $OC = l_2$ визначають положення заданої точки B ,
- 2) поділити сторони OA та AB на однакову кількість рівних частин і пронумерувати точки поділу;
- 3) з'єднати верхній ряд точок з вершиною параболы O , а через ряд лівих точок провести прямі лінії, паралельні до осі параболы;
- 4) точки $I, II, III, IV, V, VI, VII$ і $VIII$ перетину горизонтальних прямих $1, 2, 3, \dots$ з променями $O-1, O-2, O-3$ і т.д. – точки, що належать параболі.

Гіпербола – це незамкнена плоска крива (рис. 73), різниця відстаней будь-якої точки K від фокусів F_1 і F_2 якої – стала величина, що дорівнює відстані між вершинами гіперболи ($F_2K - F_1K = A_1A_2$).

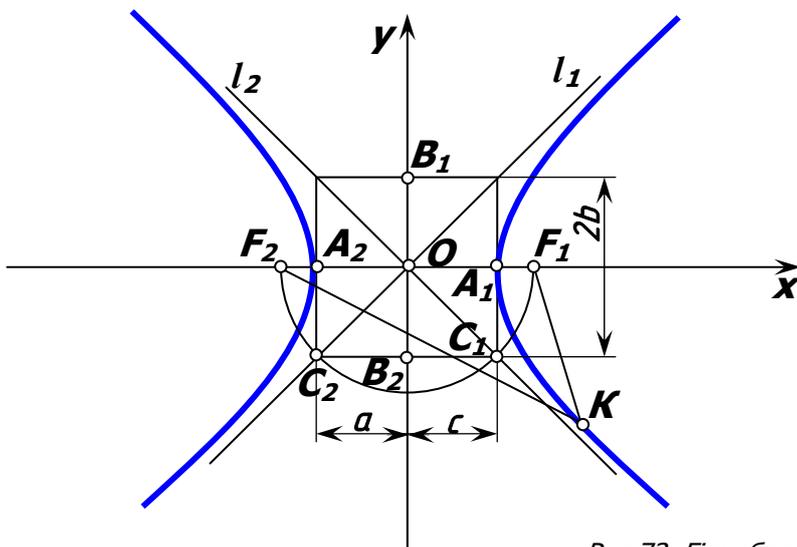
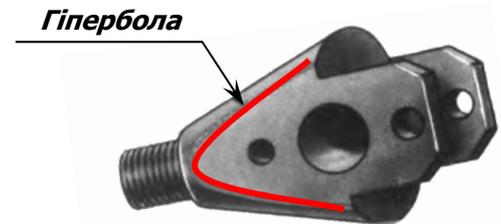


Рис.73 Гіпербола



Гіпербола має **дві осі симетрії** – справжню A_1A_2 та уявну B_1B_2 .

Точки A_1 і A_2 – **вершини гіперболи**.

a – **величина справжньої півосі**, b – **величина уявної півосі**.

Відстань $F_1 F_2$ називається **фокусною** ($F_1 F_2 = 2c$). Точка O – **центр гіперболи**. Прямі l_1 і l_2 , що проходять через центр гіперболи, називаються її **асимптотами**. Асимптоти необмежено наближаються до гілок гіперболи.

Спіраль Архімеда - це плоска крива (рис. 74), яку описує точка, що рівномірно рухається по радіусу кола, яке рівномірно обертається в площині навколо нерухомої точки.

Спіраль Архімеда застосовується у виготовленні деталей машин (кулачків, ексцентриків), кулачкових патронів токарних верстатів та ін.

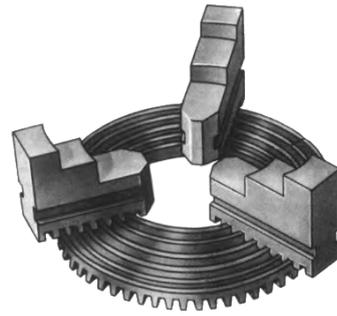
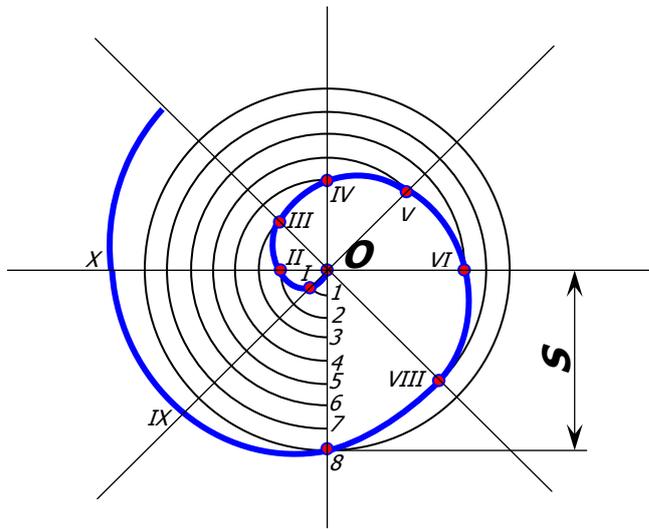


Рис. 74 Спіраль Архімеда

Евольвента - це плоска крива (рис. 74), яка утворюється точкою прямої лінії, що котиться без ковзання по нерухомому колу заданого радіуса. У машинобудуванні профілі зубів коліс і зубонарізний інструмент (фреза) виконані по евольвенті.

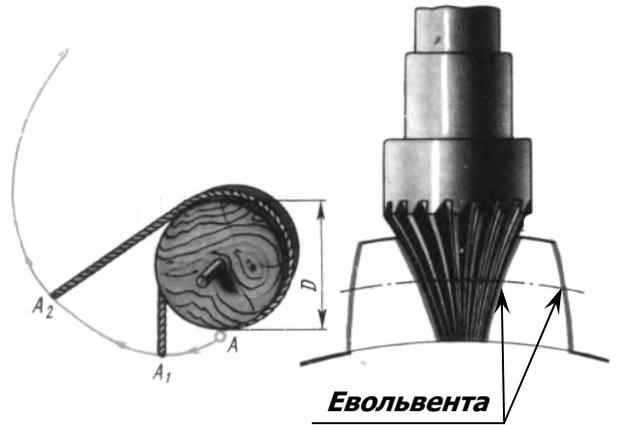
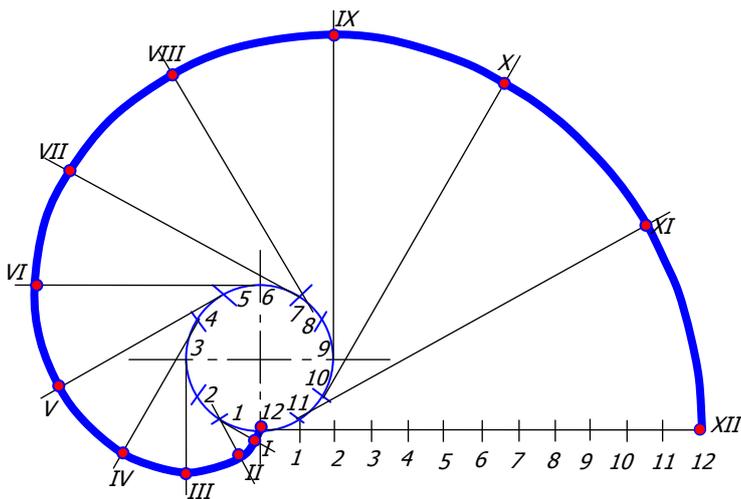


Рис. 75 Евольвента

Синусоїда – плоска крива (рис. 76), яка виражає закон зміни синуса залежно від зміни величини кута.

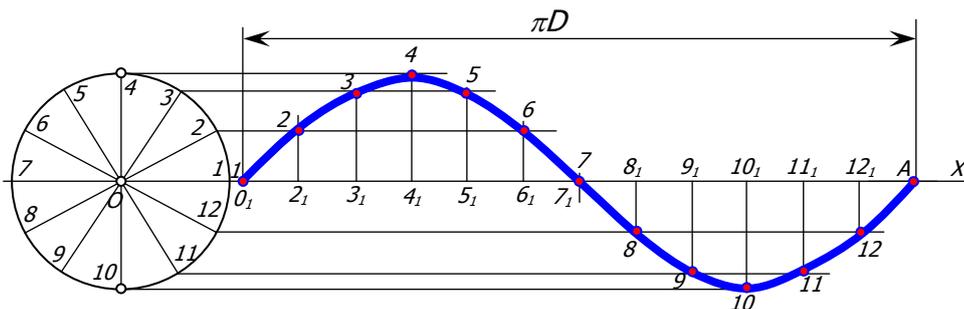


Рис. 76 Синусоїда

Окремі елементи поверхонь технічних деталей відображають на кресленнях лекальними кривими.

3.8. Ухил і конусність

Ухил – це нахил однієї лінії відносно іншої, розташованої горизонтально або вертикально (рис.77).

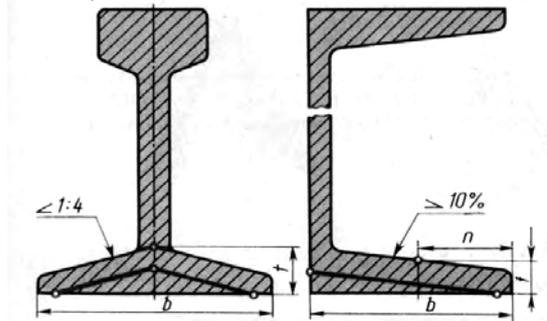


Рис. 77 Ухил

Визначення ухилу

Для визначення ухилу прямої t , що нахилена до горизонтальної прямої l під кутом α (C – точка перетину цих прямих), беруть на прямій t довільну точку A і з неї опускають перпендикуляр на пряму k . Відношення AB/CB , виражене простим дробом або у відсотках, показує ухил прямої t до прямої k (рис.77)

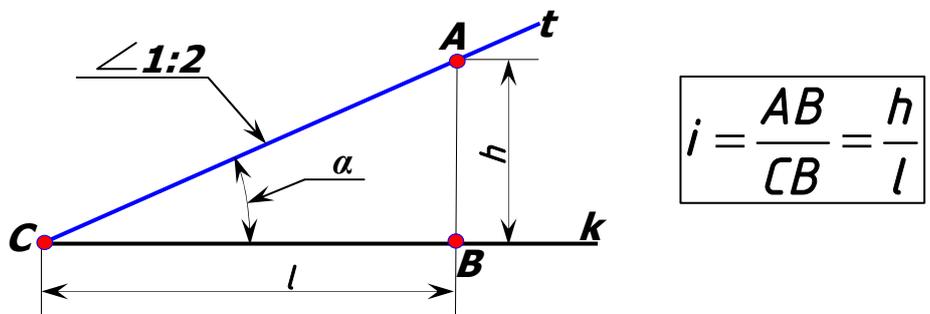


Рис. 78 Визначення ухилу

Ухил позначається на кресленні знаком \angle .

На кресленнях ухили вказують у вигляді числових співвідношень (1:3; 1:5; 1:8; 1:12 і т.д.) або у відсотках (10%, 12%).

Побудова ухилу

Наприклад, 1:5:

- 1) відкласти на горизонтальній прямій (рис. 79) п'ять рівних довільних відрізків a (які утворюють відрізок AB);
- 2) з точки B поставити перпендикуляр BC завдовжки a ;
- 3) сполучити точки C і A ;
- 4) CA – заданий ухил **1:5**.

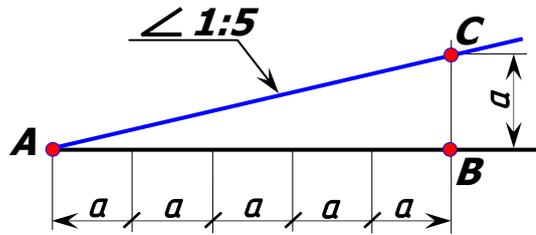


Рис. 79 Побудова ухилу

Наприклад 12%:

- 1) побудувати горизонтальну пряму $MN = 100$ од (рис. 80);
- 2) з точки M поставити перпендикуляр до MN ;
- 3) на перпендикулярі MN відкласти відрізок $MK = 12$ од.;
- 4) сполучити точки K і N й отримати ухил 12% .

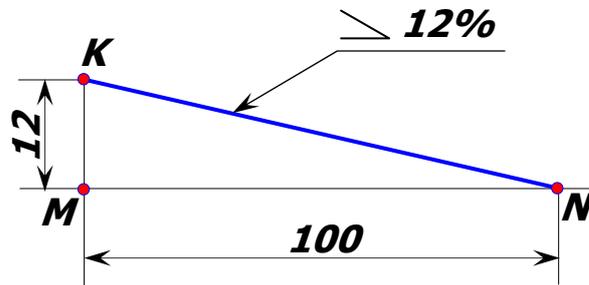
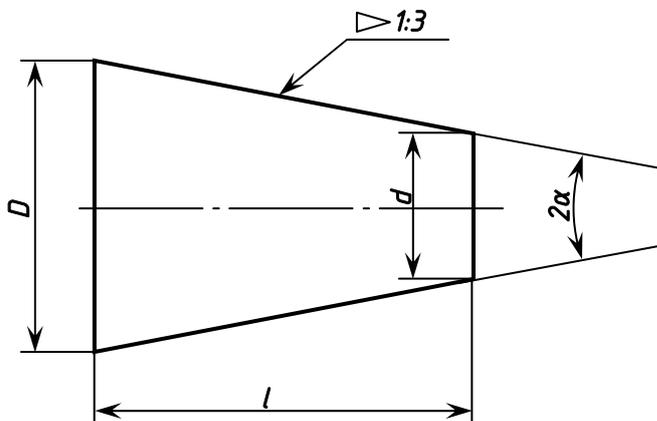


Рис. 80 Побудова ухилу

Конусність – це відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними (рис. 81,82).



Рис. 81 Конусність



$$K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha$$

Рис. 82 Конусність

Якщо конічна поверхня є повним конусом, то конусність визначають як відношення діаметра основи конуса до його висоти.

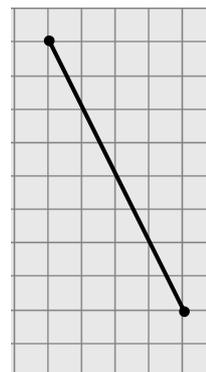
$$K = \frac{D}{l}$$

Конусність позначається на кресленні знаком \triangleright .
На кресленнях конусність вказують у вигляді числових співвідношень або у відсотках.



Запитання до розділу III

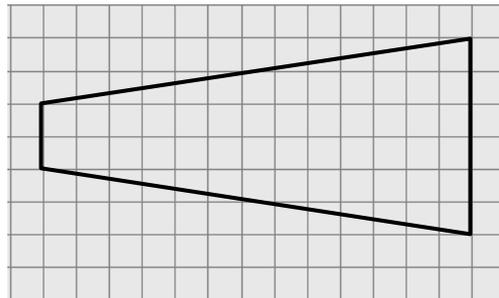
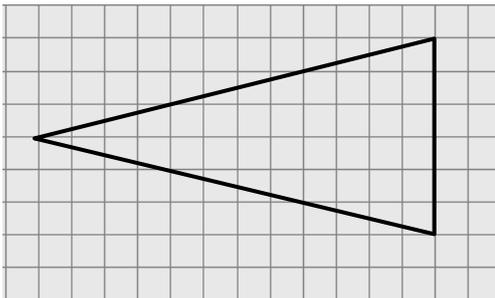
1. Які геометричні побудови ви знаєте?
2. Як називається розчленування процесу побудови контуру зображення на окремі графічні побудови?
3. Які креслярські інструменти застосовують для проведення паралельних і перпендикулярних відрізків прямих?
4. Чи можна графічно поділити на дві рівні частини прямий кут?
5. Чи можна графічно поділити на три рівні частини гострий кут?
6. Чому дорівнює розхил циркуля при діленні кола на три рівні частини?
7. Як здійснюють поділ кола на рівну кількість частин за допомогою таблиці хорд?
8. Що називають спряженням?
9. Що називають дотиканням?
10. Перелічіть основні елементи спряження.
11. У чому полягає відмінність між зовнішнім і внутрішнім спряженням двох дуг кола дугою заданого радіуса?
12. Звідки походить назва лекальних кривих?
13. Яка лекальна крива утворюється при перетині конуса площиною, що паралельна одній із його твірних?
14. Форму якої кривої має профіль зубів зубчастої передачі?
15. Які розміри визначають величину еліпса?
16. Користуючись розмірами клітинок, визначте ухил.



17. Яким знаком позначають конусність на кресленні?
18. Яку криву називають спіраллю Архімеда?
19. Яким розміром задають на кресленні величину евольвенти кола?
20. Яким чином указують конусність і ухил на кресленнях?
21. По формі якої кривої окреслена поверхня зображеного інструмента?



22. Користуючись розмірами клітинок, визначте конусність.



Якщо у вас виникли труднощі, під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 3.

Розділ 4. Утворення зображень на кресленнях

4.1. Методи проєкціювання. Види проєкцій.

Креслення – графічний документ, який передає точні форми та розміри предметів.

Для того щоб правильно складати і читати креслення, потрібно знати не лише правила та особливості їх оформлення, але й методи побудови на кресленні.

В основі побудови креслень лежить метод **проєкціювання**.

Проєкціювання – це процес побудови зображення просторової фігури на площині шляхом проведення через усі її точки уявних променів (прямих) до перетину їх з площиною, яка називається **площиною проєкцій**.

Проєкція – зображення просторової фігури, що дає сукупність точок перетину проведених променів із площиною проєкцій.

Проекційні промені – прямі, за допомогою яких виконують проєціювання.

Залежно від взаємного розміщення проєкційних променів у просторі розрізняють **центральне** і **паралельне** проєціювання.



Центральна проєкція.

Якщо проєкційні промені виходять з однієї точки – **центра проєціювання**, то проєкція називається центральною, а саме проєціювання **центральним** (рис. 83).

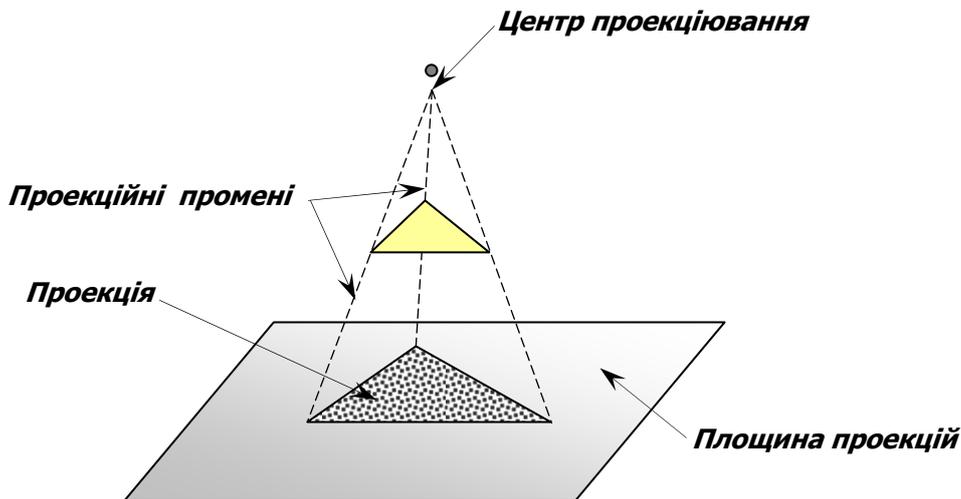


Рис. 83 Центральне проєціювання

Прикладами центральних проєкцій є фотознімки і кінокадри, тіні від предмета, освітленого електролампю, й ін. Центральні проєкції вирізняються великою наочністю, але побудова їх складна.

Цей спосіб використовується в архітектурних і будівельних кресленнях, при зображенні великих інженерних споруд.

Паралельна проєкція

Якщо проєкційні промені паралельні один одному, то проєціювання називається **паралельним**, а отримані проєкції – **паралельними** (рис. 84).

Паралельне проєціювання можна розглядати як окремий випадок центрального, коли центр проєціювання знаходиться у нескінченності.

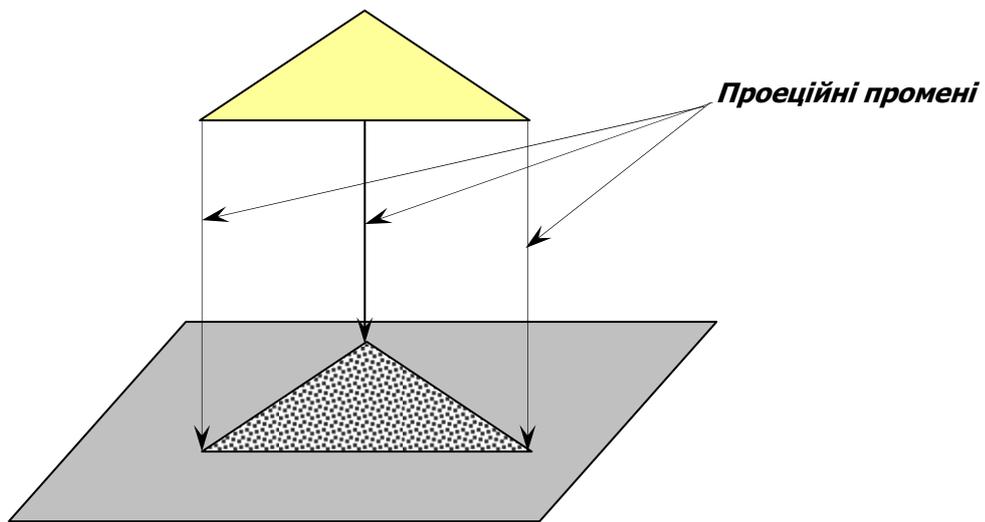


Рис. 84 Паралельне проєціювання

Залежно від кута, утвореного напрямом проєціювання і площиною проєкцій, розрізняють **косокутні** та **прямокутні** паралельні проєкції.

Прямокутне проєціювання – проєційні промені перпендикулярні до площини проєкцій (рис. 85).

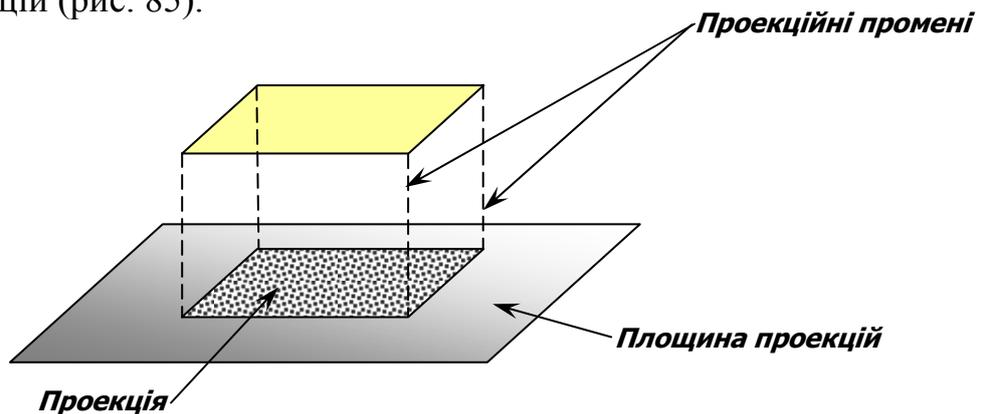


Рис. 85 Прямокутне проєціювання

Косокутне проєціювання – проєційні промені з площиною проєкцій утворюють гострий кут (рис. 86).

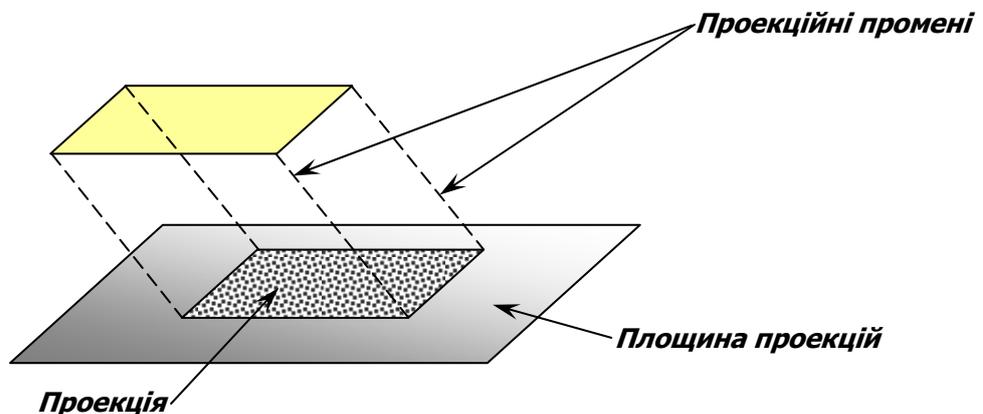


Рис. 86 Косокутне проєціювання

Спосіб **прямокутного проєкціювання** – основний вид зображення предметів для всіх галузей техніки. Уперше він був описаний Гаспаром Монжем у 1799 р. Великою перевагою ортогональних проєкцій, що зумовила їх широке застосування, є простота побудов і вимірювань.

Будь-який предмет складається з окремих елементів – **вершин, ребер, граней** або **відсіків кривих поверхонь**. Щоб навчитися будувати креслення довільного предмета, необхідно навчитися зображати окремі його елементи: вершини (**точки**), ребра (**відрізки прямих**), грані (**відсіки площин**) тощо.

4.2. Площини проєкцій. Осі проєкцій. Проєкціювання точки на три площини проєкцій. Комплексне креслення

При побудові креслень використовується прямокутне проєкціювання на одну, дві або три взаємно перпендикулярні площини.

Оскільки проєкційний промінь при заданому напрямі проєкціювання, проведений через точку, може перетнути площину проєкцій у єдиній точці, то кожній точці простору відповідає певна проєкція її на даній площині.

Через тривимірність просторової фігури її креслення стає яснішим, коли застосовують зображення фігури на трьох площинах проєкцій.

Площина Π_2 розташована вертикально і називається **фронтальною** площиною проєкцій. Площина Π_1 розташована горизонтально і називається **горизонтальною** площиною проєкцій. Третьою вибирають площину, перпендикулярну до площин Π_2 і Π_1 . Вона називається **профільною** площиною і позначається буквою Π_3 (рис. 87).

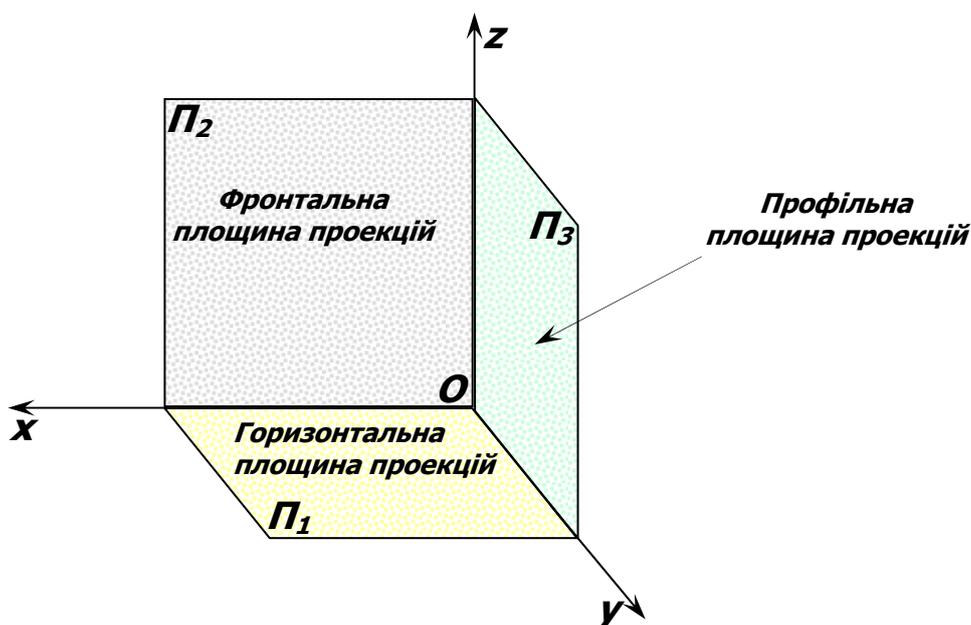


Рис. 87 Площини проєкцій

Три взаємно перпендикулярні площини проєкцій – **горизонтальна Π_1** , **фронтальна Π_2** та **профільна Π_3** – утворюють прямий тригранний кут, ребрами якого є осі проєкцій **OX** – лінія перетину площин **Π_1** і **Π_2** , **OY** – лінія перетину площин **Π_1** та **Π_3** , **OZ** – лінія перетину площин **Π_2** і **Π_3** .

Положення точки у просторі визначається трьома прямокутними проєкціями на три площини.

Проекції точки

Для отримання прямокутних проєкцій точки **A** її проєціюють на площини **Π_1** , **Π_2** , **Π_3** й отримують проєкції точки **A** : горизонтальну – **A_1** , фронтальну – **A_2** , профільну – **A_3** (рис. 88).

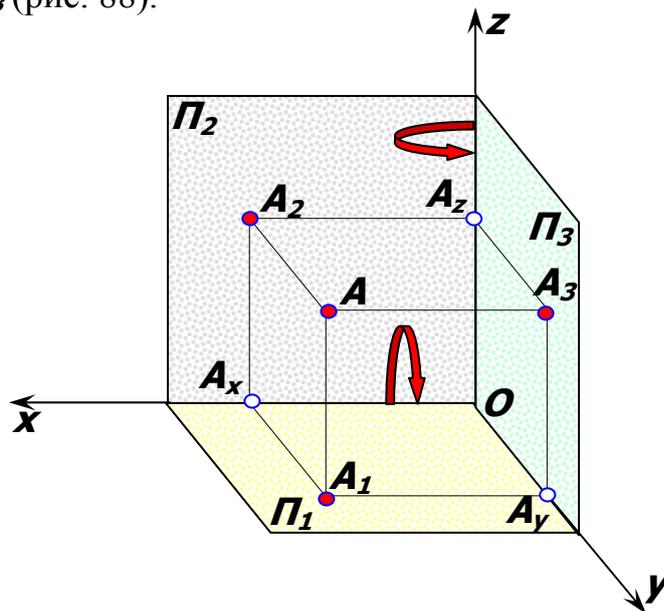


Рис. 88 Проекції точки A

Щоб побудувати креслення предмета, всі три площини проєкцій суміщають в одну площину.

Для цього горизонтальну площину **Π_1** повертають навколо осі **OX** униз на **90°** , а профільну **Π_3** – навколо осі **OZ** вправо на **90°** до суміщення з фронтальною площиною проєкцій. Здобуте таким чином креслення складається з трьох прямокутних проєкцій предмета: **фронтальної, горизонтальної і профільної.**

Утворене плоске креслення з осями проєкцій **OX** , **OY** , **OZ** та побудованими проєкціями **A_1** , **A_2** , **A_3** точки **A** називається **комплексним кресленням точки A** (рис. 89).

Пряма, що сполучає дві проєкції точки на комплексному кресленні, називається **лінією проєкційного зв'язку.**

Проекції **A_1** і **A_2** розміщуються на вертикальній лінії зв'язку.

Проекції **A_2** та **A_3** розміщуються на горизонтальній лінії зв'язку.

Проекції **A_1** і **A_3** розміщуються на лініях зв'язку, що перетинаються на бісектрисі кута **Y_1OY_3** , яка називається **постійною прямою креслення K .**

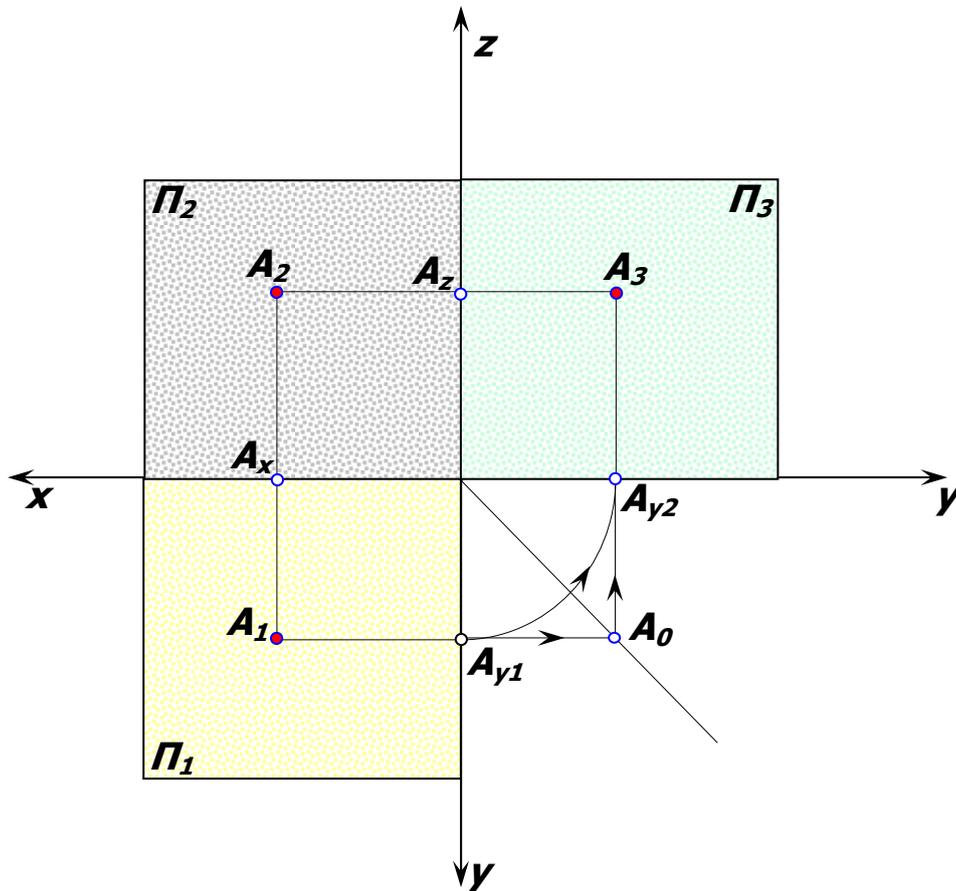


Рис. 89 Комплексне креслення точки A

Відповідно до *СТ СЕВ 362–76* фронтальна проекція називається **основним виглядом**, горизонтальна – **виглядом зверху**, а профільна – **виглядом зліва**.

4.3. Побудова третьої проекції точки за двома відомими її проекціями

У процесі виконання креслення часто виникає потреба будувати третю проекцію деталі за двома відомими. Для цього треба вміти будувати третю проекцію точки за двома відомими. Для такої побудови існує **три** способи.

Проекційний спосіб (рис. 90).

З фронтальної проекції A_2 проводять горизонтальну лінію проекційного зв'язку. З горизонтальної проекції A_1 опускають перпендикуляр на вісь Oy_1 , отримують точку A_{y1} і за допомогою циркуля знаходять на осі Oy_2 положення точки A_{y2} , із цієї точки проводять вертикальну лінію зв'язку до перетину з горизонтальною лінією, проведеною з A_2 . A_3 – профільна проекція точки A .

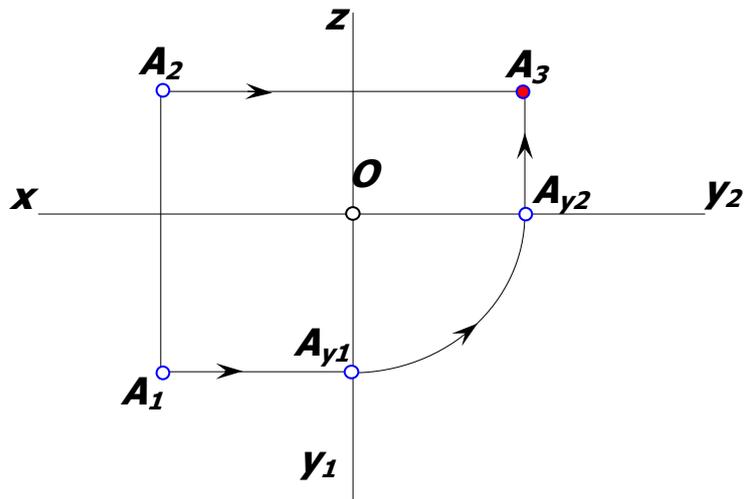


Рис. 90 Побудова третьої проекції точки проекційним способом

Координатний спосіб (рис. 91).

З фронтальної проекції A_2 проводять горизонтальну лінію зв'язку. Вимірюють відстань від A_1 до осі Ox і відкладають цей відрізок на лінії зв'язку праворуч від точки A_z . Отримують профільну проекцію A_3 .

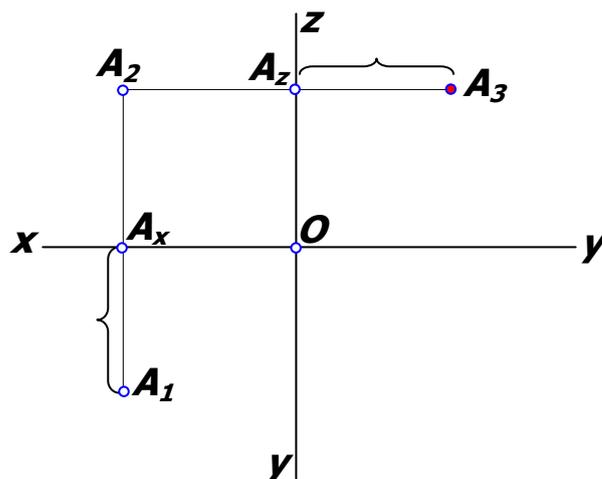


Рис. 91 Побудова третьої проекції точки координатним способом

Спосіб із використанням постійної прямої креслення (рис. 92).

З фронтальної проекції A_2 проводять горизонтальну лінію зв'язку. З горизонтальної проекції A_1 проводять горизонтальну лінію зв'язку до перетину в точці A_0 з постійною прямою K , тобто бісектрисою кута y_1Oy_3 . Проводять з A_0 вертикальну пряму до перетину з горизонтальною лінією, проведеною з точки A_2 . Отримують профільну проекцію A_3 .

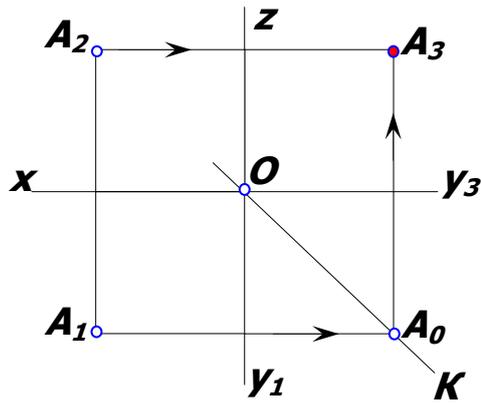


Рис. 92 Побудова третьої проекції точки з використанням постійної прямої креслення

4.4. Побудова проекцій відрізка. Розташування прямої відносно площин проекцій

Пряма лінія (l) визначається двома точками (A і B), що належать їй. Маючи горизонтальні, фронтальні та профільні проекції двох точок A і B та сполучивши їх однойменні проекції прямою лінією, отримаємо проекції відрізка AB : горизонтальну A_1B_1 , фронтальну A_2B_2 , профільну A_3B_3 (рис. 93).

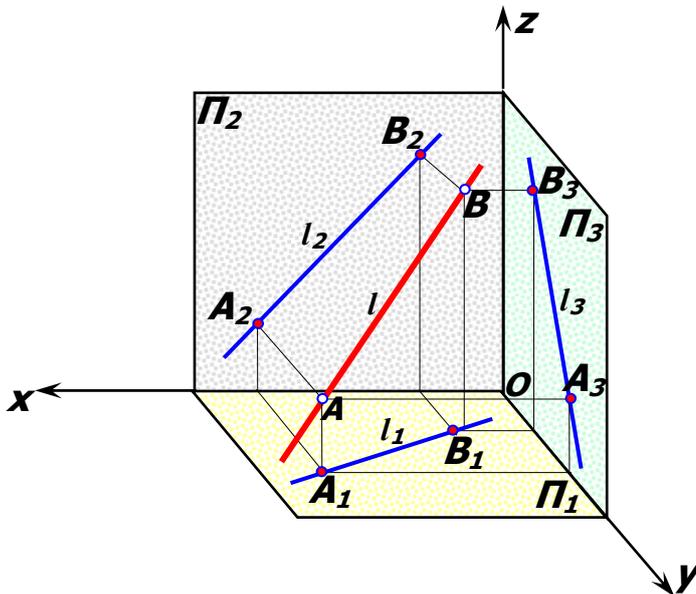


Рис. 93 Проекції відрізка

Комплексне креслення (рис. 94) дає змогу зробити висновок про розташування прямої в просторі. Дивлячись на фронтальну проекцію A_2B_2 , бачимо, що точка B_2 розташована вище, ніж точка A_2 ; це означає, що точка B у просторі розташована вище, ніж точка A . Точка A в просторі розташована далі від фронтальної площини проекцій Π_2 , ніж точка B . Це бачимо з проекції A_1B_1 : точка B_1 розташована ближче до осі OX , ніж точка A_1 . З комплексного креслення робимо висновок, що точка A у просторі розташована далі від Π_3 , ніж точка B .

Таким чином, отримуємо уявлення про розташування прямої в просторі: віддаляючись від нас, вона піднімається вгору.

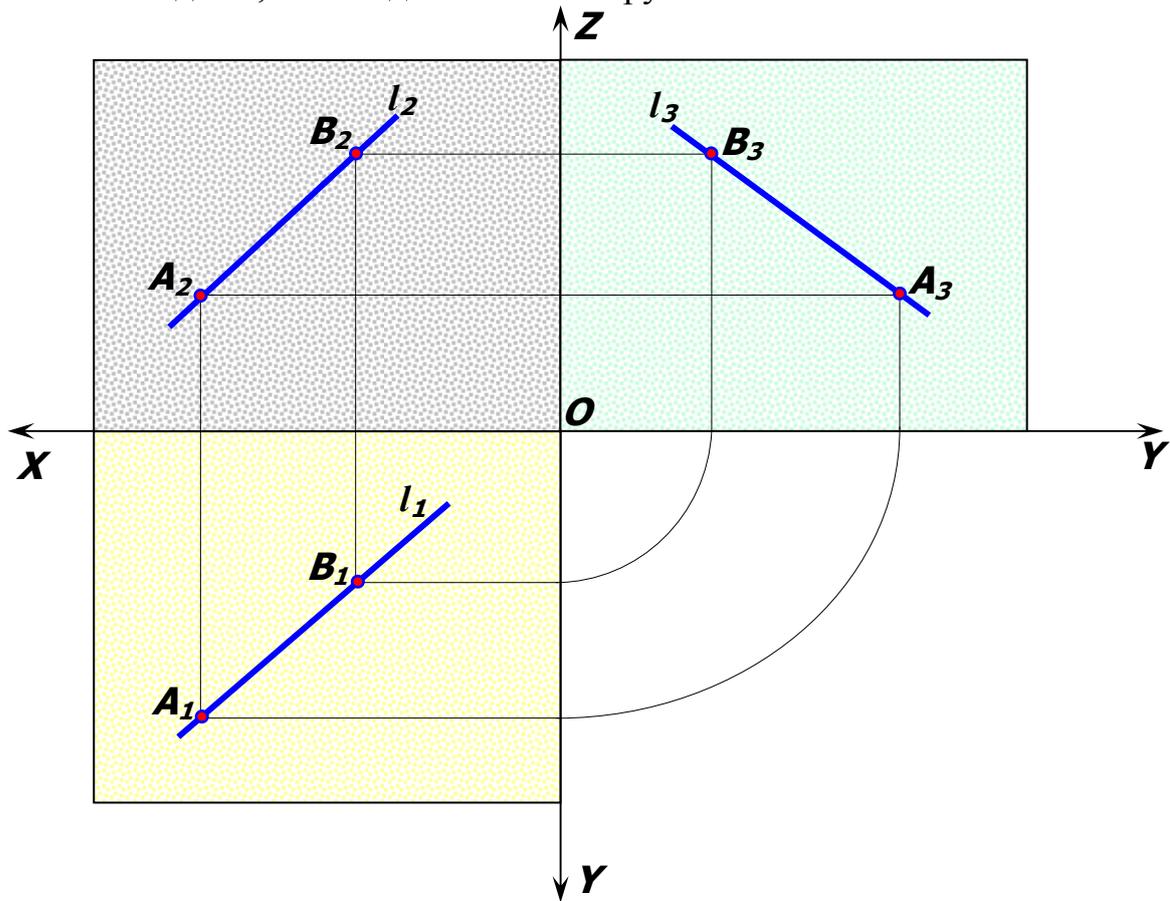


Рис. 94 Комплексне креслення відрізка прямої

Пряма **AB** (рис. 93, 94) не паралельна і не перпендикулярна до жодної площини проєкцій. Така пряма називається **прямою загального положення**. Вона нахилена до всіх трьох площин проєкцій під гострими кутами. **Жодна з проєкцій такої прямої не дорівнює довжині цієї прямої в просторі.**

Якщо точка лежить на прямій, то її проєкції лежать на однойменних проєкціях цієї прямої й на спільній лінії проєкційного зв'язку.

Прямі, **паралельні** або **перпендикулярні** до площин проєкцій, називаються **прямими особливого положення**.

Пряма, паралельна площині проєкцій, називається прямою рівня.

Пряма, перпендикулярна до площини проєкцій, називається проєкційною.

Прямі рівня поділяються на:

– **горизонтальні прямі**, паралельні Π_1 (рис. 95). Фронтальна проєкція такої прямої паралельна осі **OX**, профільна – осі **OY**.

На **горизонтальну** площину проєкцій пряма проєціюється у **справжню величину**;

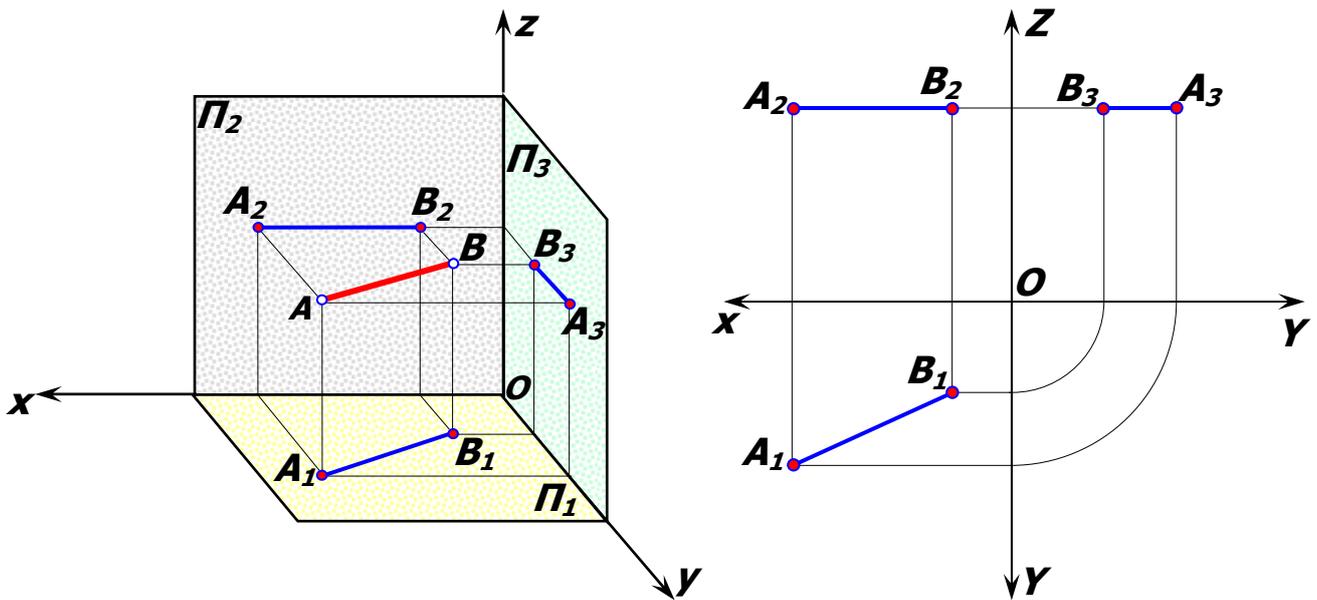


Рис. 95 Комплексне креслення горизонтальної прямої

- **фронтальні прямі**, паралельні Π_2 (рис. 96). Горизонтальна проєкція такої прямої паралельна осі OX , профільна – осі OZ . На **фронтальну** площину проєкцій пряма проєціюється у **справжню величину**;

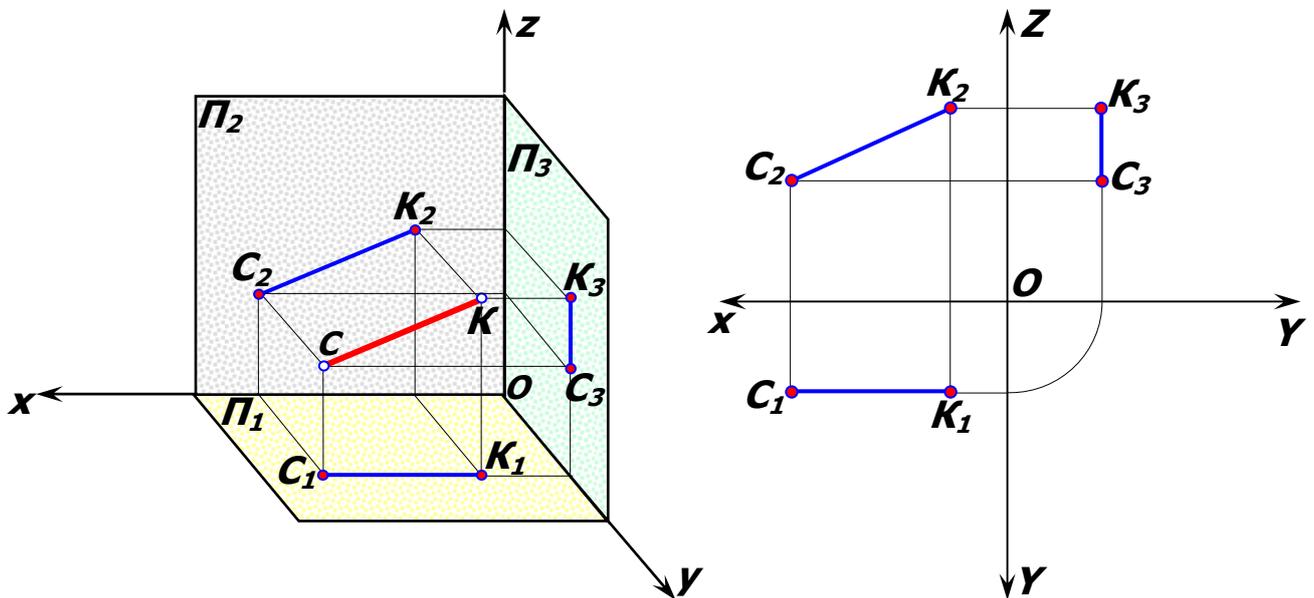


Рис. 96 Комплексне креслення фронтальної прямої

- **профільні прямі**, паралельні Π_3 (рис. 97). Горизонтальна проєкція такої прямої паралельна осі OY , фронтальна – осі OZ . На **профільну** площину проєкцій пряма проєціюється у **справжню величину**.

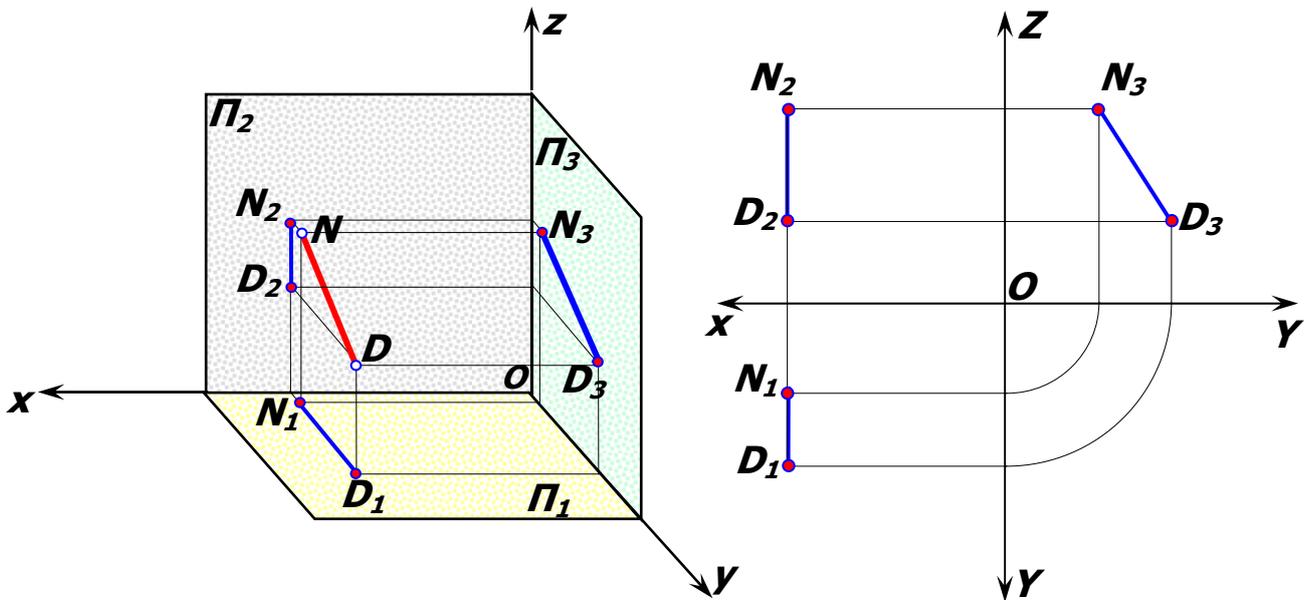


Рис. 97 Комплексне креслення профільної прямої

Проекційні прямі поділяються на:

- **горизонтально-проекційні** (рис. 97), що перпендикулярні до горизонтальної площини проєкцій. **Горизонтальна** проєкція такої прямої вироджується в **точку**. На Π_2 і Π_3 пряма проєціюється у **справжню величину**;

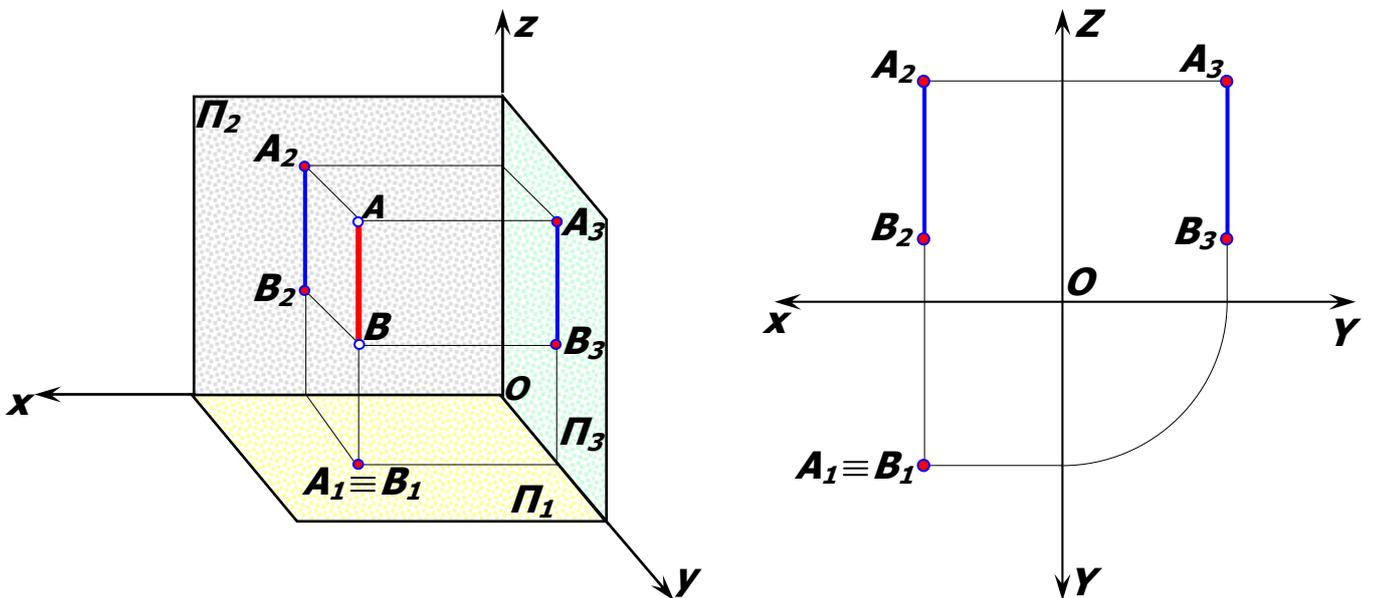


Рис. 98 Комплексне креслення горизонтально-проекційної прямої

- **фронтально-проекційні** (рис. 99), що перпендикулярні до фронтальної площини проєкцій. **Фронтальна** проєкція такої прямої вироджується в **точку**. На Π_1 і Π_3 пряма проєціюється у **справжню величину**;

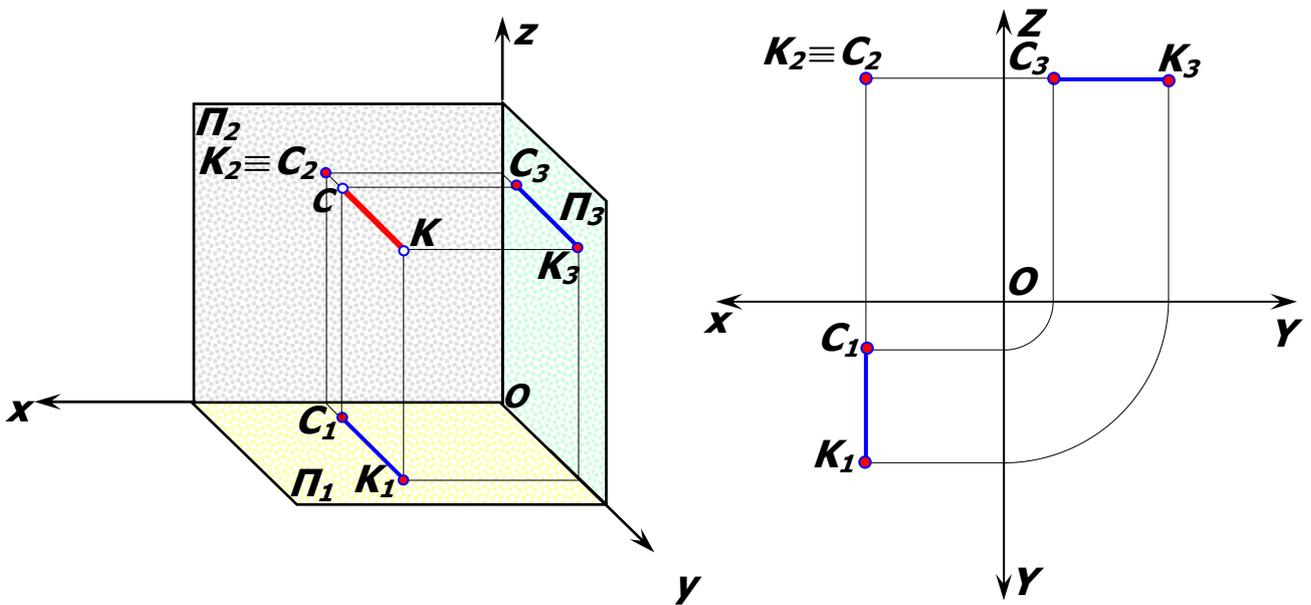


Рис. 99 Комплексне креслення фронтально-проеційної прямої

- **профільно-проеційні** (рис. 100), що перпендикулярні до профільної площини проєкцій. **Профільна** проєкція такої прямої вироджується в **точку**. На Π_1 і Π_2 пряма проєкціюється у **справжню величину**;

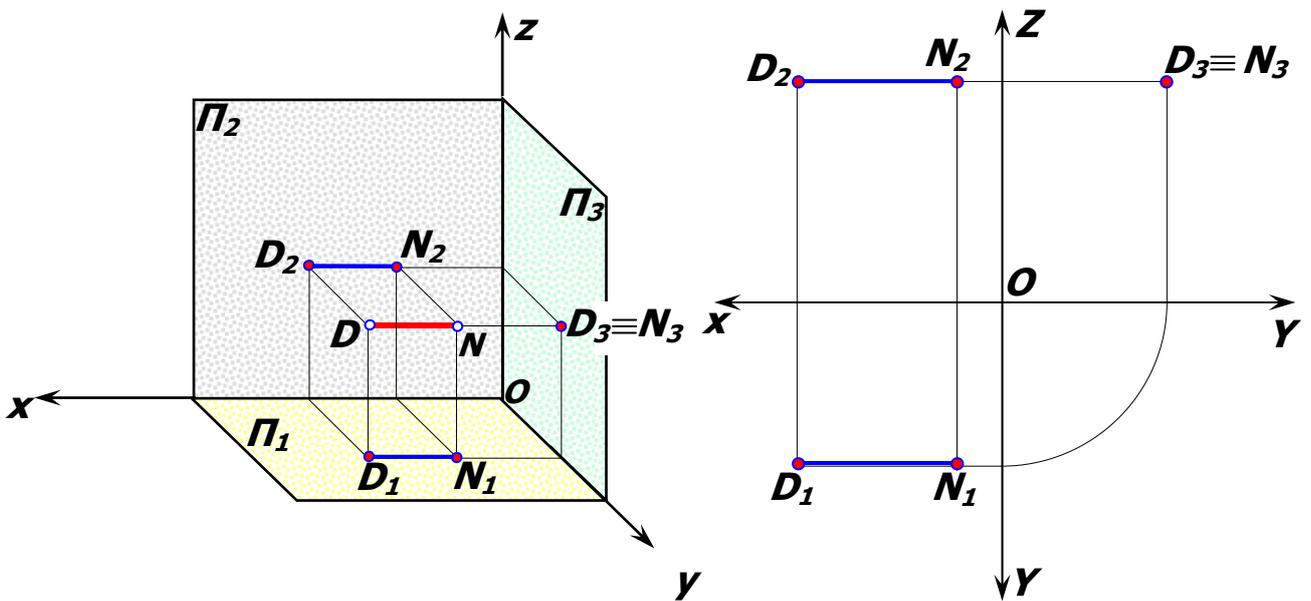


Рис. 100 Комплексне креслення профільно-проеційної прямої

Проекції трикутника

Сполучивши однойменні проєкції трьох вершин трикутника **ABC**, отримаємо проєкції трикутника **ABC**: горизонтальну $A_1B_1C_1$, фронтальну $A_2B_2C_2$, профільну $A_3B_3C_3$ (рис. 101).

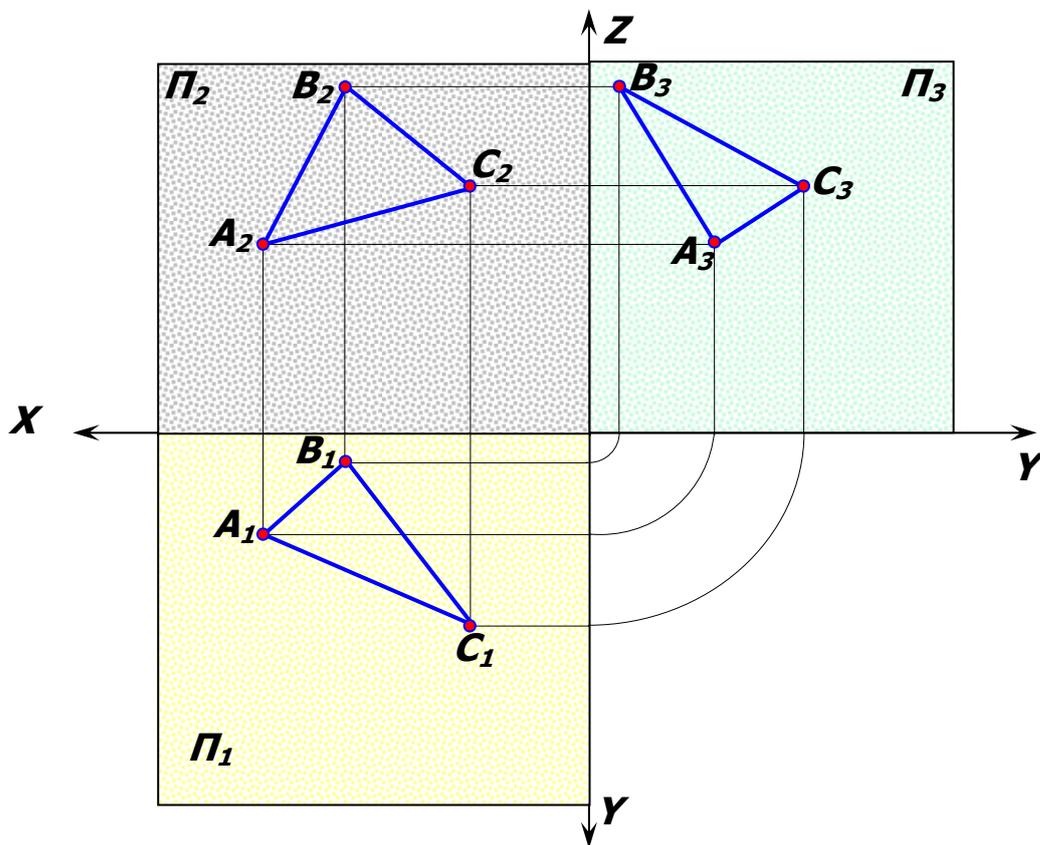


Рис.101 Комплексне креслення трикутника ABC

4.5. Проекціювання площини. Положення площини відносно площин проекцій

Щоб навчитися читати креслення і будувати зображення складних технічних форм, треба вміти аналізувати різні положення площини в просторі.

На комплексному кресленні площина може бути задана:

- **трьома точками**, що не лежать на одній прямій;
- **прямою і точкою**, яка не належить цій прямій;
- **двома перетинними** прямими;
- **двома паралельними** прямими;
- **плоскою фігурою** (трикутником, чотирикутником, колом);
- **слідами. Слід площини** – це пряма, по якій площина перетинає площину проекцій.

За розташуванням у просторі розрізняють площини **загального** й **особливого** положення.

Площини **особливого** положення поділяються на **площини рівня** та **проекційні**.

Площина рівня паралельна одній (перпендикулярна до двох інших) площині проекцій.

Розрізняють **три** види **площин рівня** (рис. 102):

- **горизонтальну**, паралельну горизонтальній площині проєкцій Π_1 (рис. 102,а);
- **фронтальну**, паралельну фронтальній площині проєкцій Π_2 (рис. 102,б);
- **профільну**, паралельну профільній площині проєкцій Π_3 (рис. 102,в).

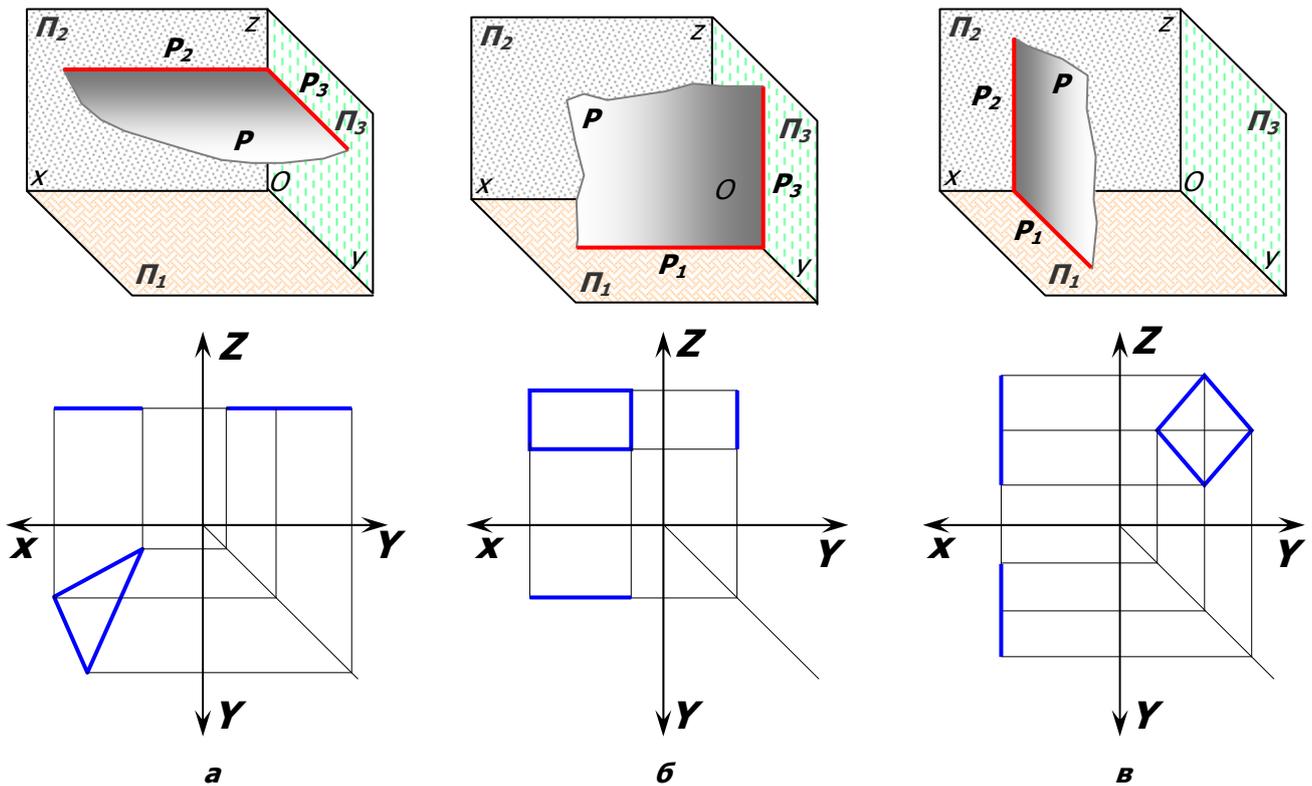


Рис.102 Площини рівня
а – горизонтальна; б – фронтальна; в - профільна

Площина, не перпендикулярна і не паралельна до жодної площини проєкцій, називається **площиною загального положення** (рис. 103).

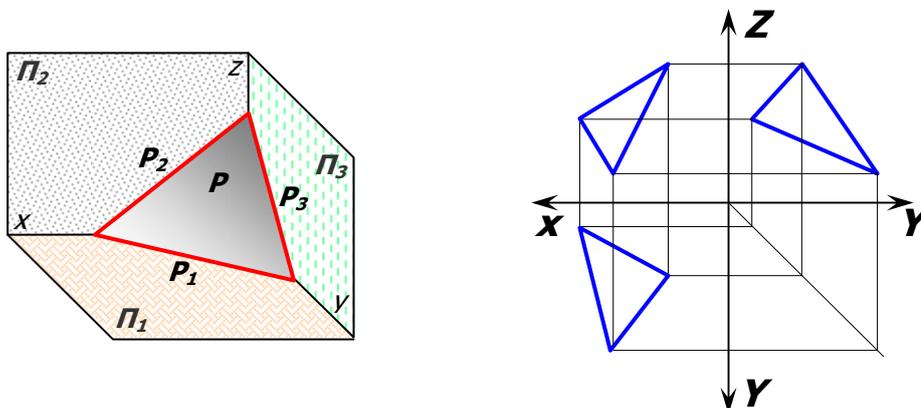


Рис.103 Площина загального положення

Проекційною називається площина, перпендикулярна до однієї з площин проєкцій.

Розрізняють **три** види **проекційних площин** (рис. 104):

- **горизонтально-проекційна**, перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій (рис. 104,а);
- **фронтально-проекційна**, перпендикулярна до фронтальної площини проєкцій (рис. 104,б);
- **профільно-проекційна**, перпендикулярна до профільної площини проєкцій (рис. 104,в).

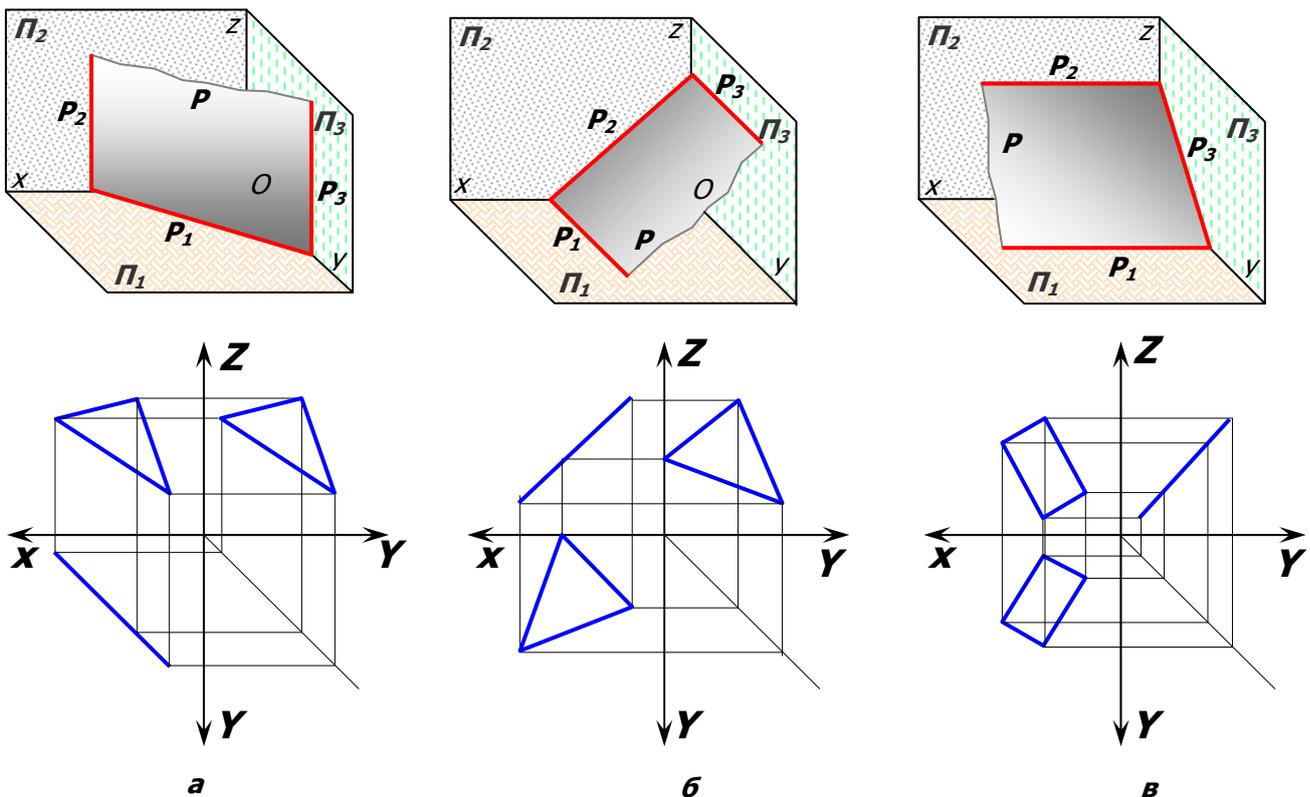


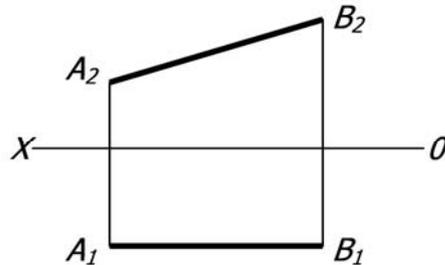
Рис.104 Проекційні площини
а – горизонтально-проекційна; б – фронтально-проекційна ; в – профільно-проекційна



Запитання до розділу IV

1. Що покладено в основу побудови зображень на кресленнях?
2. Що називається проєціюванням?
3. Що називають центром проєціювання?
4. Які існують методи проєціювання?
5. У чому полягає суть центрального проєціювання?
6. На які види поділяють паралельні проєкції?
7. У чому полягає суть паралельного проєціювання?

8. Як називають і як позначають три основні площини проєкцій?
9. Як називаються проєкції A_1B_1 , C_2B_2 , K_3P_3 ?
10. Що називають комплексним кресленням точки та як його дістають?
11. Чим відрізняються між собою центральне і паралельне проєціювання?
12. Як розташовані у просторі фронтальна, горизонтальна та профільна площини проєкцій?
13. Визначте назву прямої AB .



14. Якими графічними об'єктами можна задати площину на комплексному кресленні?
15. Які площини називаються площинами рівня?
16. Яка площина називається площиною загального положення?
17. Якими координатами задають точку, що лежить на площині проєкцій Π_1 ?
18. Задано точки А (45,20,80); В (30,60,40); С (80,45,10). Яка з них найближча до площини проєкцій Π_3 ?
19. Які виміри, або координати, має точка, що лежить у просторі? Що лежить на площині проєкцій Π_2 ? Що лежить на осі проєкцій Oy ?
20. Якими способами можна побудувати третю проєкцію точки за двома її відомими ?



Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 4 .

Розділ 5. Побудова та читання виглядів на кресленнях

5.1. Розташування виглядів на кресленнях. Місцеві та додаткові вигляди

У загальному вигляді креслення будь-якого предмета містить графічні зображення видимих і невидимих його поверхонь. Ці зображення отримують шляхом прямокутного (ортогонального) проєціювання предмета на шість

граней куба (рис.105), при цьому вважається, що предмет розташований між спостерігачем і відповідною гранню куба.

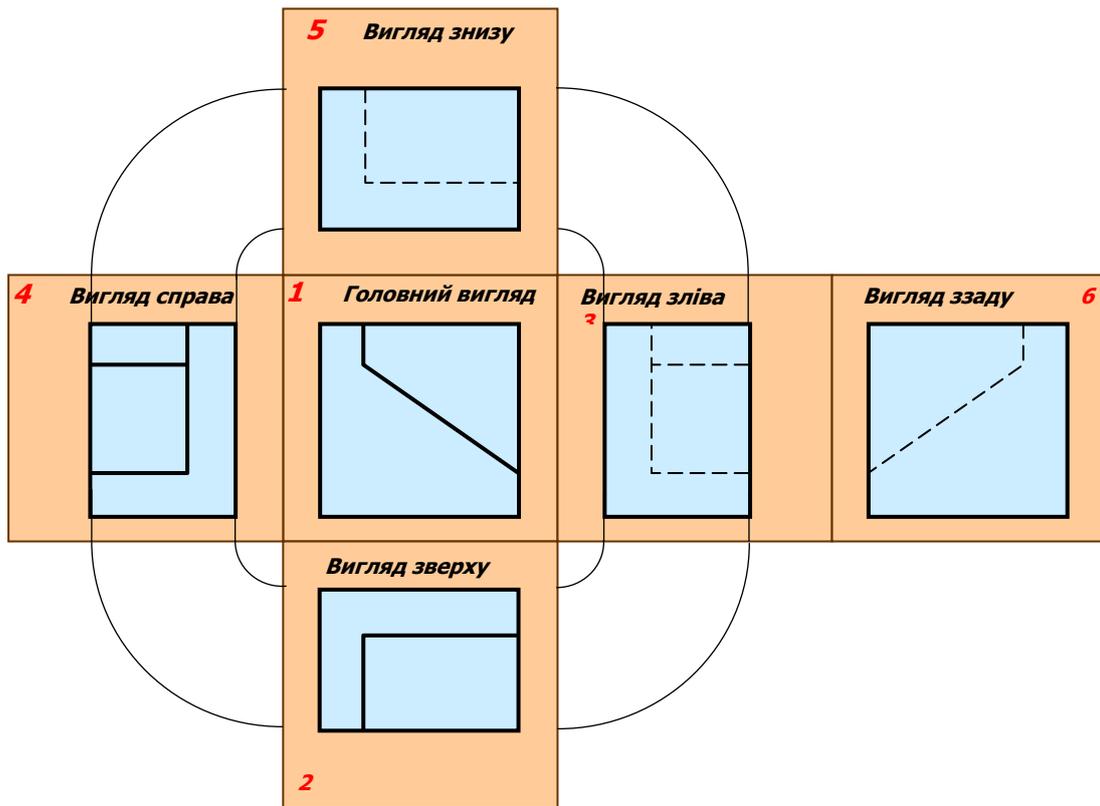


Рис. 105 Проекціювання предмета на грані куба

За основні площини проєкцій беруть шість граней куба. Грані суміщаються з площиною (рис.106). Найуживанішими з цих шести площин є **фронтальна 1**, **горизонтальна 2** і **профільна 3**.

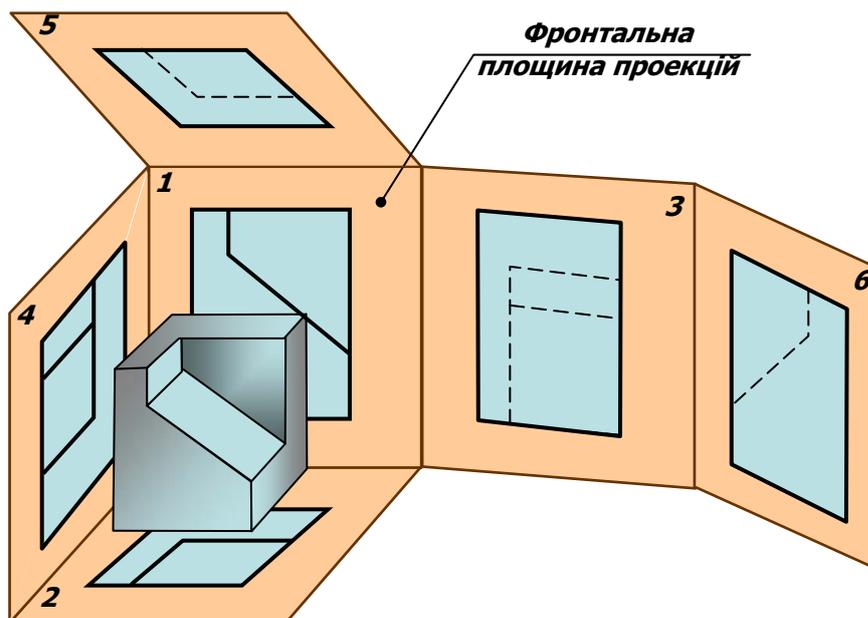


Рис. 106 Основні площини проєкцій

За допомогою цих площин на кресленні можна передати без спотворення розміри предмета в трьох основних напрямках, а саме – висоту, довжину і ширину.

Зображення на **фронтальній** площині проєкцій береться на кресленні за **головне**. Предмет розташовують щодо фронтальної площини проєкцій так, щоб зображення на ній давало повне уявлення про форму та розміри предмета. Правильний вибір головного вигляду зумовлює і мінімальну кількість потрібних зображень.

Вигляд – зображення повернутої до спостерігача видимої поверхні предмета. На вигляді інколи показують штриховими лініями (коли це потрібно) невидимі контури предмета.

Кожний із шести основних виглядів має назву залежно від того, на яку площину проєкцій його спроеційовано (рис.106). Основні вигляди розташовують на полі креслення за правилами проєкційного зв'язку, тобто вигляд зверху міститься під головним, вигляд зліва – праворуч від головного і т. д.

Місцевий вигляд – зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета (рис. 107).

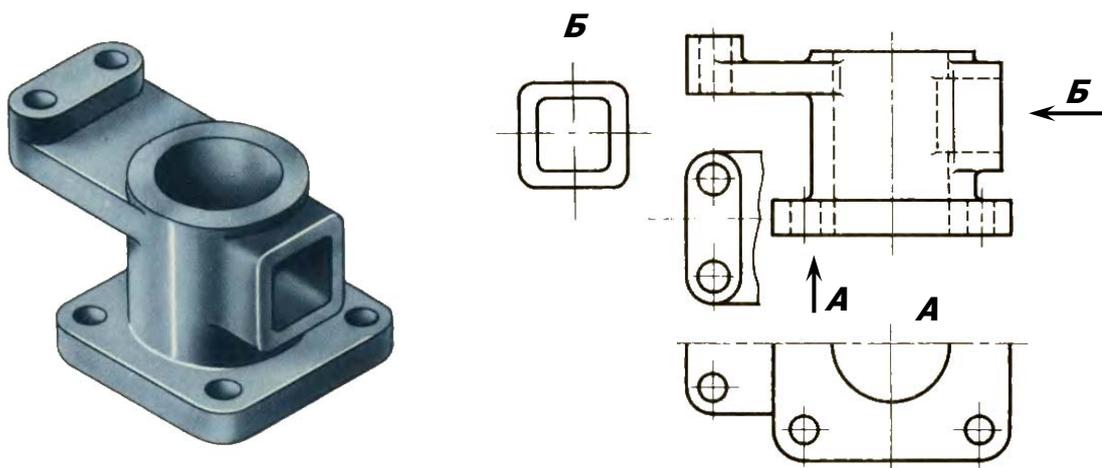


Рис. 107 Місцевий вигляд

Місцевий вигляд має бути позначений на кресленні великою літерою, а біля пов'язаного з місцевим виглядом зображення предмета слід поставити стрілку, яка вказує напрям погляду, з відповідним літерним позначенням (рис. 107).

Якщо місцевий вигляд розташований у безпосередньому проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, стрілку і велику літеру не наносять (рис. 107).

Якщо якусь частину предмета неможливо показати без спотворення форм і розмірів, застосовують **додаткові вигляди**, що утворюються на площинах, не паралельних основним площинам проєкцій (рис. 108).

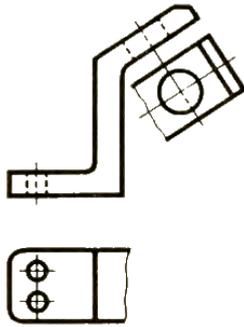


Рис. 108 Додатковий вигляд

Додатковий вигляд відмічають на кресленні так само, як місцевий.

**5.2. Аналіз форми предмета за кресленням.
Проектування деталей, форма яких має вигляд
поєднання основних геометричних тіл**

Деталь будь-якої форми можна уявити як сукупність окремих геометричних тіл. Такими тілами є **многогранники** та **тіла обертання**.

Многогранники – це геометричні тіла, обмежені плоскими **многокутниками** (рис. 109).

Ці многокутники називаються **гранями**.

Лінії перетину граней називаються **ребрами**.

Точки перетину ребер називаються **вершинами**.

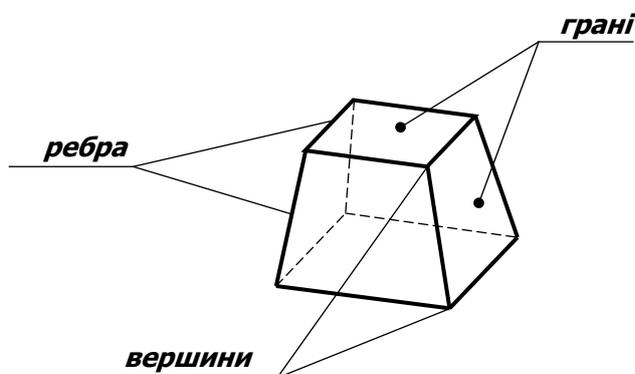


Рис. 109 Многогранник

Тіла обертання обмежені поверхнями, які утворюються в результаті обертання будь-якої лінії навколо нерухомої осі (рис. 110).

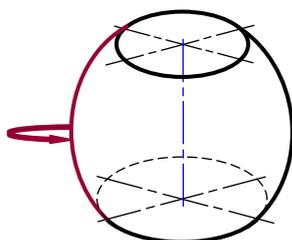


Рис. 110 Тіло обертання

Предмети, що оточують нас, мають форму різних геометричних тіл – циліндра, конуса, кулі, паралелепіпеда, призми, піраміди (рис. 111).

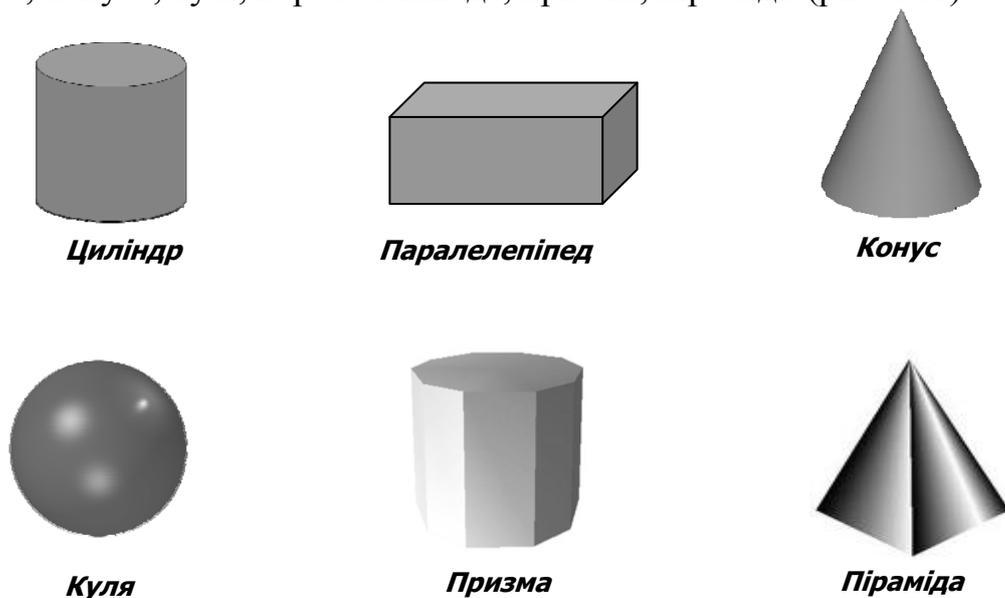


Рис. 111 Геометричні тіла

Багато предметів мають складнішу форму, утворену поєднанням частин чи сукупністю геометричних тіл (рис. 112).

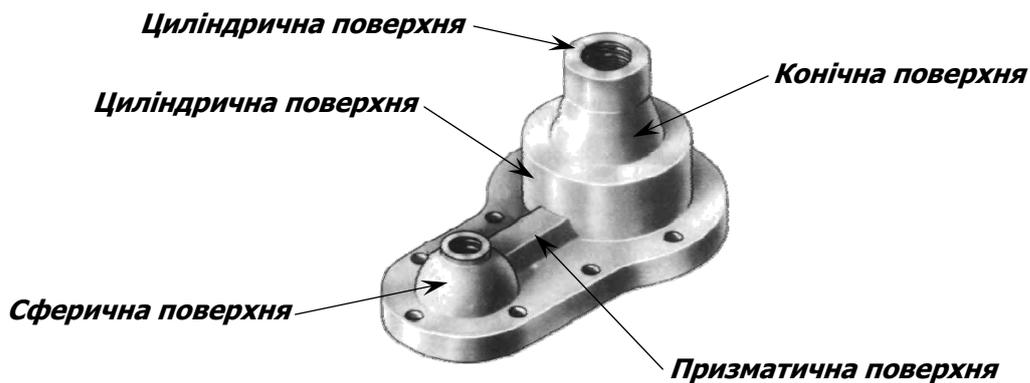


Рис. 112 Деталь, утворена поєднанням частин геометричних тіл

Деталь, зображену на рис. 113 можна розчленувати на різні геометричні тіла, поверхні яких перетинаються між собою по будь-яким прямих, дугах кіл або кривих лініях.

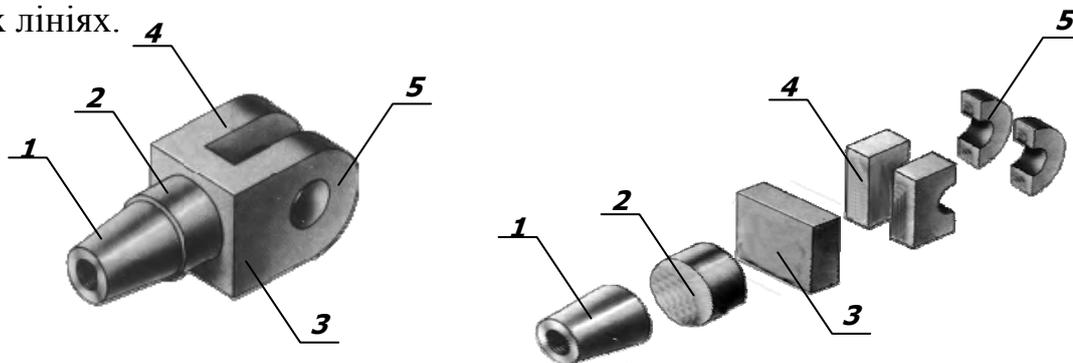


Рис. 113 Розчленування деталі на геометричні тіла

Уявно розділивши деталь (рис. 113) на окремі геометричні тіла отримаємо:

- 1 – зрізаний конус з отвором;
- 2 – прямий коловий циліндр;
- 3 – прямокутний паралелепіпед;
- 4 – два прямокутних паралелепіпеда з отворами;
- 5 – дві половини циліндра з порожнинами.

Уявне розчленування предмета на геометричні тіла чи їх складові частини, з яких він складається, називають **аналізом геометричної форми предмета**.

Для проведення аналізу геометричної форми предмета за його кресленням потрібно знати, які зображення мають основні геометричні тіла (рис. 114). Тому, виконуючи креслення деталі, необхідно засвоїти методи проєціювання геометричних тіл, а також точок і ліній, розташованих на поверхні цих тіл.

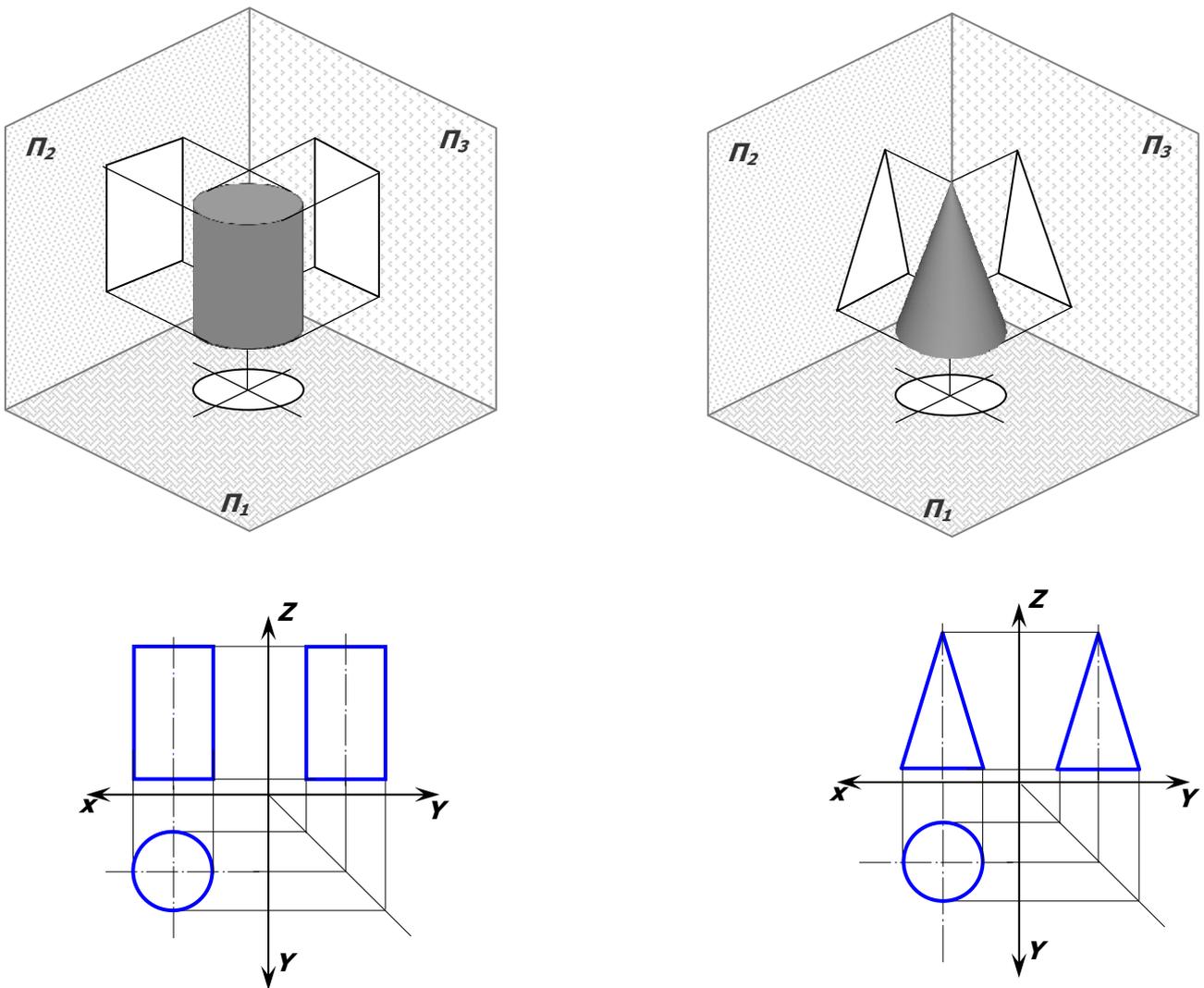


Рис. 114 Зображення геометричних тіл

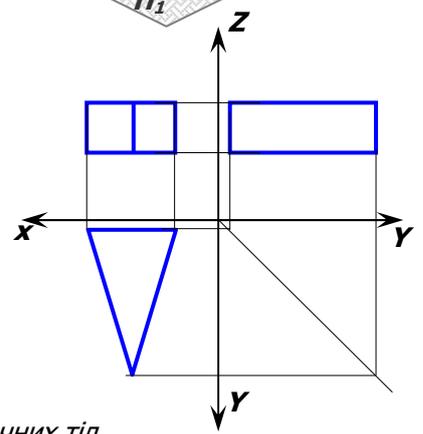
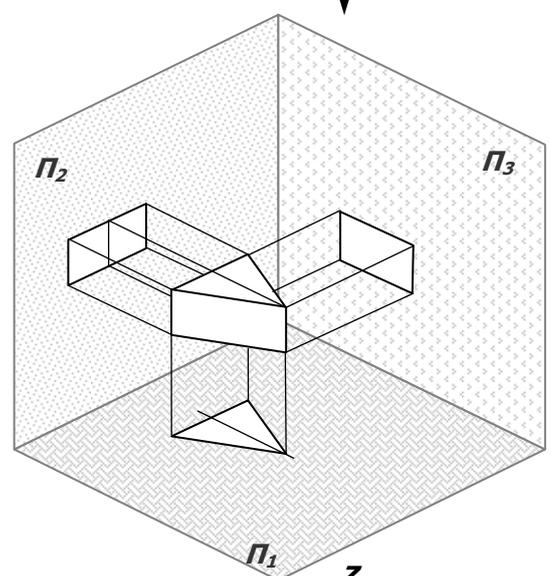
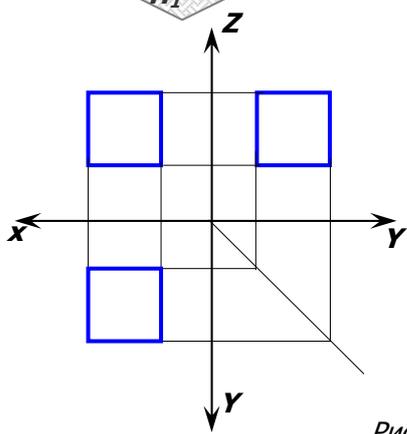
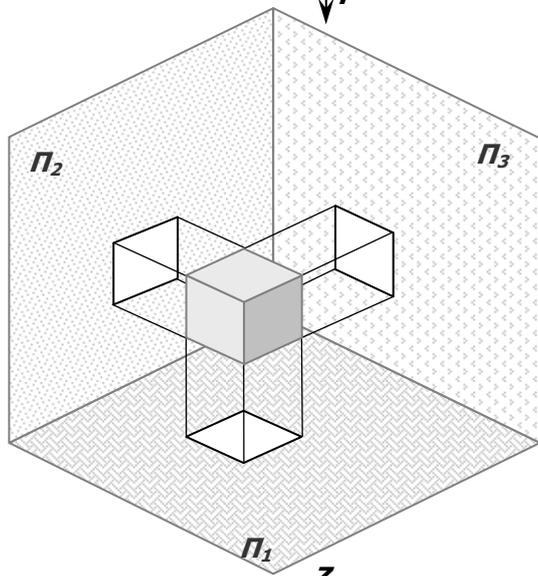
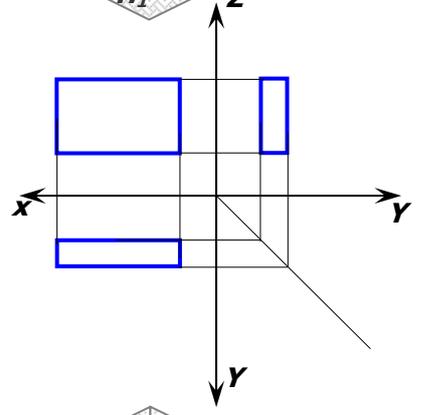
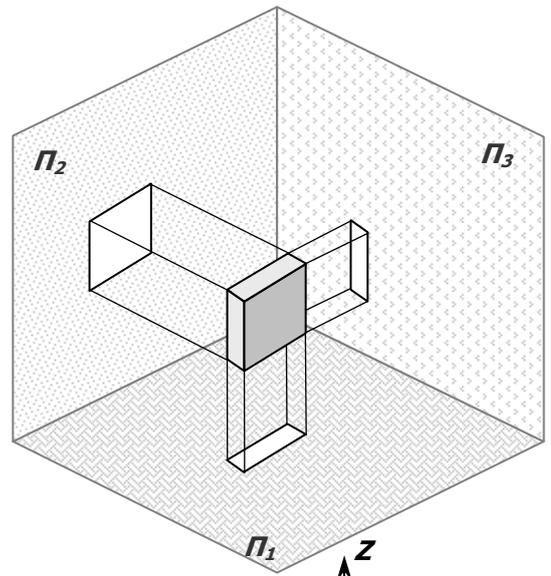
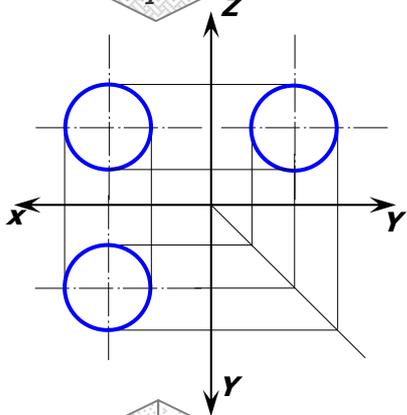
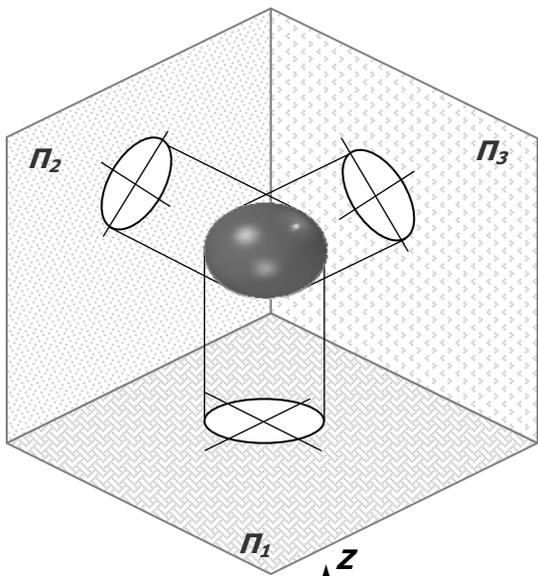


Рис. 114 Зображення геометричних тіл

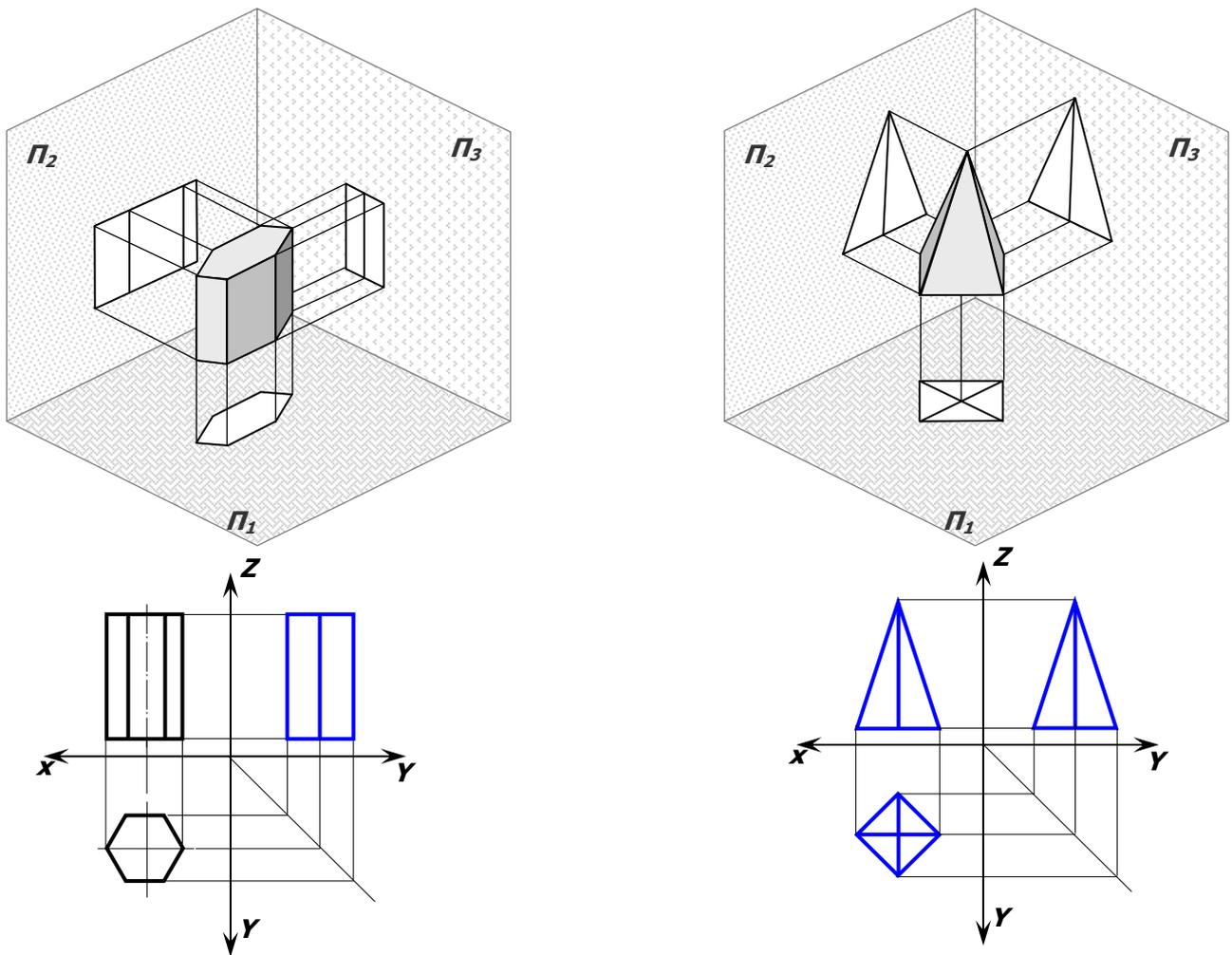


Рис. 114 Зображення геометричних тіл

5.3. Проекції точок на поверхні предмета

Щоб краще уявляти за кресленням форму окремих частин предмета, необхідно вміти знаходити на всіх його зображеннях проекції окремих точок.

Спосіб знаходження проекцій точок залежить від того, на поверхні якого предмета і на якому з його елементів (ребрі чи грані) лежить задана точка. Коли точка задана на якомусь елементі поверхні предмета, то її проекції повинні знаходитися на проекціях цього елемента. Отже, спочатку слід знайти проекції елементів, на котрих задано точки, а потім і проекції точок.

Для побудови проекцій точки **A** (рис. 115), спочатку слід знайти фронтальну проекцію похилого ребра, а потім провести вертикальну лінію проекційного зв'язку з точки **A₂** до перетину з горизонтальною проекцією ребра і горизонтальну лінію проекційного зв'язку до перетину з профільною проекцією ребра та отримати відповідно точки **A₁** і **A₃**.

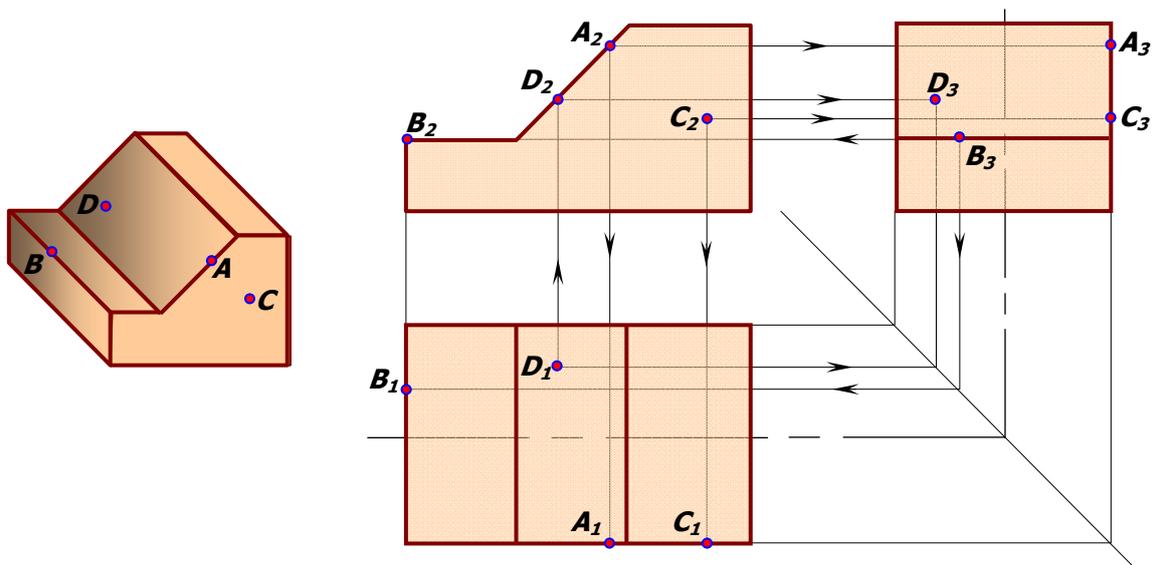


Рис. 115 Побудова проєкцій точок на зображенні предмета

Точку **B** задано на ребрі, яке перпендикулярне до фронтальної площини проєкцій і паралельне горизонтальній та профільній площинам проєкцій. Знайшовши профільну проєкцію ребра, на ній будують проєкцію **B₃** точки **B**, а потім, провівши лінії проєкційного зв'язку, на фронтальній і горизонтальній проєкціях ребра знаходять точки **B₁** та **B₂** (побудову показано стрілками).

Щоб за однією проєкцією точок **C** і **D**, які лежать на гранях предмета, знайти інші, треба спочатку відшукати проєкції цих граней, а потім за допомогою ліній проєкційного зв'язку побудувати проєкції точок, які повинні розміщуватися на проєкціях граней.

Точка **C** знаходиться на вертикальній грані, паралельній до фронтальної площини проєкцій і перпендикулярній до горизонтальної та профільної площин проєкцій. Її горизонтальна **C₁** і профільна **C₃** проєкції будуть розташовані відповідно на горизонтальній та профільній проєкціях грані (побудову показано стрілками).

Точку **D** задано на похилій грані предмета. Ця грань проєкціюється на фронтальну площину проєкцій у вигляді відрізка прямої. На вигляді зверху вказано горизонтальну проєкцію **D₁** точки **D**. Фронтальну проєкцію **D₂** будують, провівши вертикальну лінію проєкційного зв'язку до перетину з фронтальною проєкцією грані, а профільну **D₃** – провівши лінії проєкційного зв'язку з точок **D₁** і **D₂** (побудову показано стрілками).

Приклади побудови проєкцій точок на круглих поверхнях показано на рис. 116, 117.

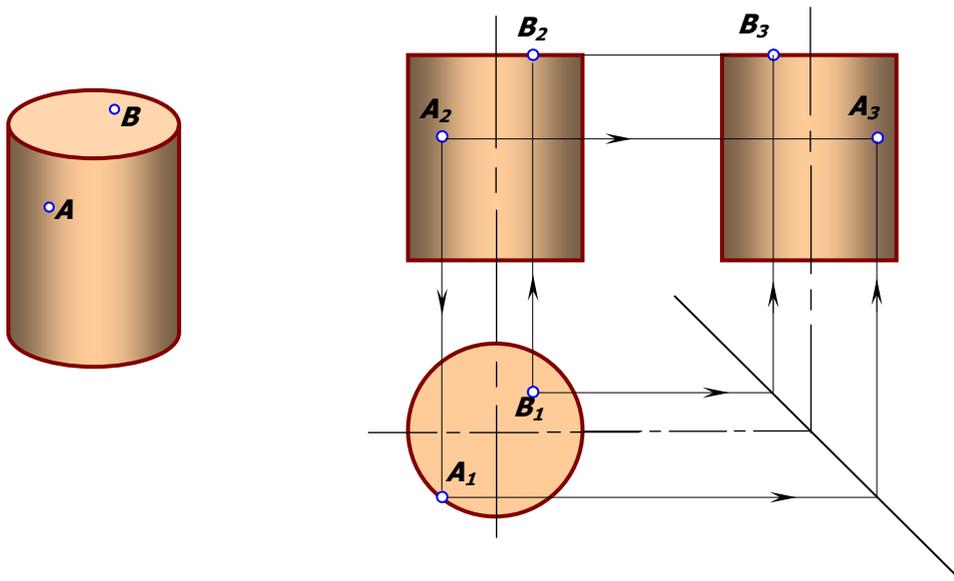


Рис. 116 Побудова проєкцій точок на поверхні циліндра

На поверхні циліндра задано точки A і B (рис. 116). Точка A знаходиться на його бічній поверхні й задана своєю фронтальною проєкцією A_2 , а B – на верхній основі та задана горизонтальною проєкцією B_1 .

Щоб знайти горизонтальну проєкцію A_1 точки A , слід урахувати, що сама точка лежить на поверхні циліндра, горизонтальна проєкція якого – коло. Тому й проєкція точки, що лежить на цій поверхні, буде перебувати на колі. Профільну проєкцію A_3 дістають на перетині ліній проєкційного зв'язку, проведених від точок A_1 і A_2 .

Для знаходження фронтальної та профільної проєкцій точки B достатньо провести лінії проєкційного зв'язку до перетину з відрізками прямих, що зображають фронтальну і профільну проєкції верхньої основи циліндра.

На бічній поверхні конуса (рис. 117) розміщена точка A , задана своєю фронтальною проєкцією A_2 .

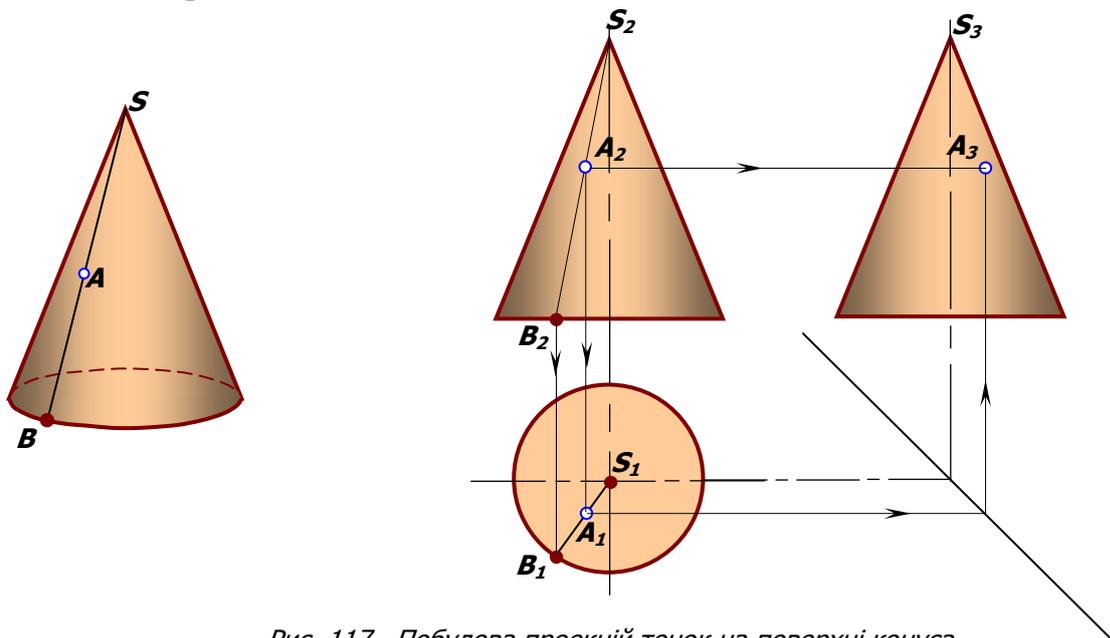


Рис. 117 Побудова проєкцій точок на поверхні конуса

Щоб знайти відсутні проекції точки **A**, потрібно виконати такі побудови:

- для знаходження горизонтальної проекції від проекції вершини конуса **S₂** через проекцію **A₂** провести допоміжну пряму;
 - на перетині цієї прямої з проекцією основи конуса отримати точку **B₂**;
 - знайти горизонтальні проекції точок **B** і **S** ;
 - на відрізку прямої, що з'єднує точки **B** та **S**, побудувати точку **A₁**;
- профільна проекція **A₃** лежить на перетині ліній проекційного зв'язку, проведених з точок **A₁** і **A₂**.

5.4. Побудова проекцій геометричних тіл із вирізами

Геометричні тіла можуть бути суцільними й з отворами, виїмками тощо. Проекції контурів цих отворів будують за допомогою характерних точок, які потім з'єднують лініями.

Тригранна призма з наскрізним отвором циліндричної форми (рис. 118)

Побудову починають із фронтальної проекції, на якій обидві основи призми збігаються й зображуються рівностороннім трикутником. Циліндричний отвір зображується у вигляді кола.

Потім будують горизонтальну і профільну проекції призми. На цих двох проекціях циліндричний отвір показано лініями невидимого контуру – штриховими лініями.

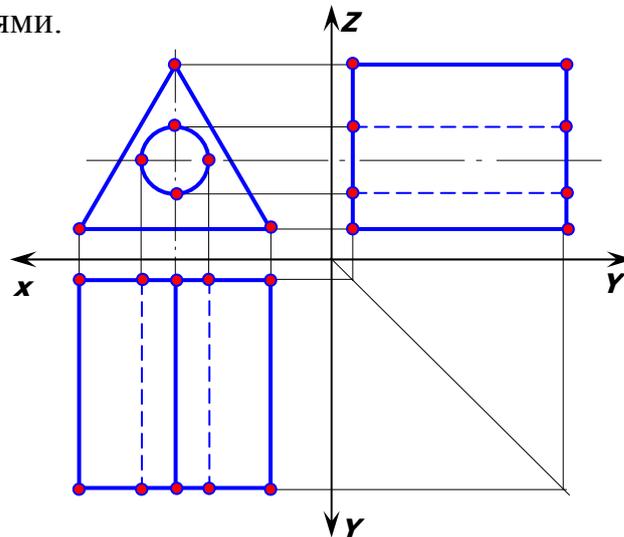


Рис. 118 Побудова проекцій призми

На практиці деталі машин мають складні отвори й вирізи, побудова яких на кресленнях потребує особливих прийомів, а саме: застосування допоміжних прямих і фігур – багатокутників (рис. 119) або кіл (рис. 120), що лежать у площинах паралельних до основи геометричних тіл, та вміння побудови проекцій ліній, що лежать на конічній, циліндричній, сферичній поверхнях тощо.

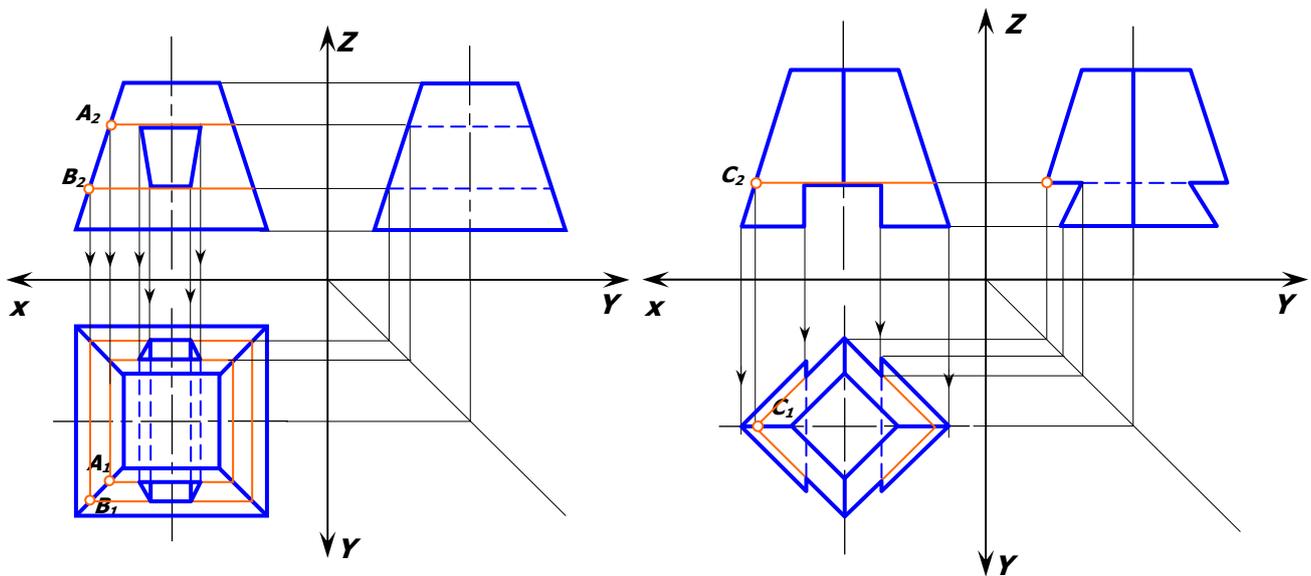


Рис. 119 Побудова проєкцій отворів й вирізів із застосуванням допоміжних багатокутників

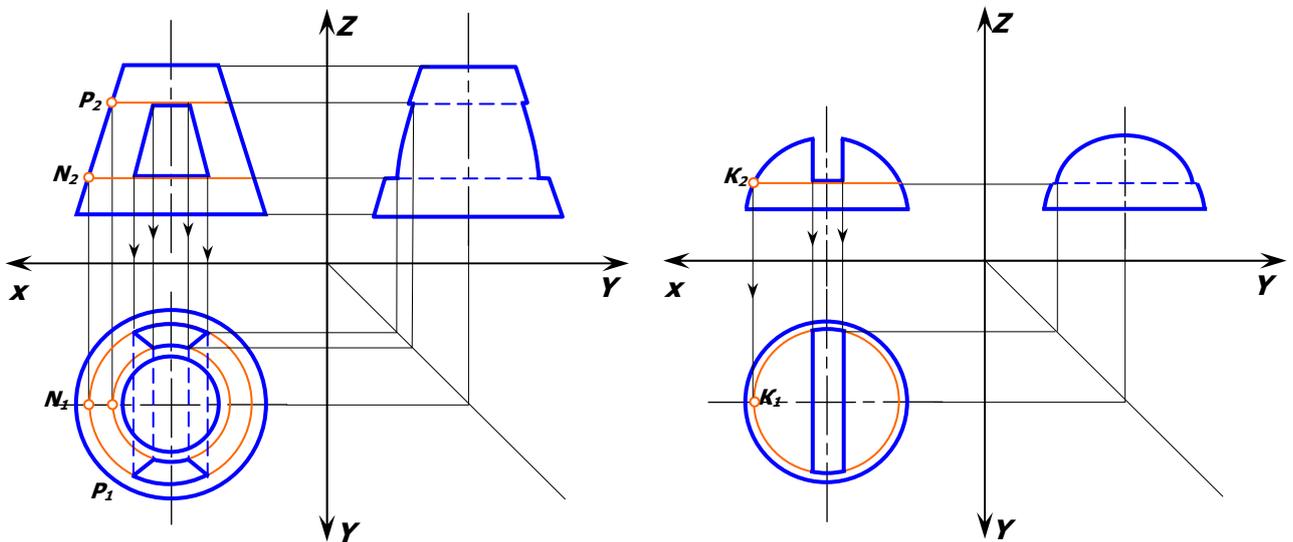


Рис. 120 Побудова проєкцій отворів й вирізів із застосуванням допоміжних кіл

5.5. Способи визначення натуральної величини відрізка прямої лінії та плоскої фігури.

У кресленні доводиться визначати справжні розміри фігури (наприклад, фігури перерізу тіла площиною) або її окремих елементів (наприклад, визначення справжніх величин ребер піраміди для побудови розгортки її поверхні).

Фігура, розміщена паралельно будь-якій площині проєкцій, проєкціюється на неї у справжню величину. Перетворення проєкцій дає змогу перевести задану фігуру із загального положення в особливе щодо площин проєкцій. Це досягається, зокрема **способом заміни площин проєкцій** і **способом обертання**.

Спосіб заміни площин проєкцій

Суть способу полягає в **уведенні додаткових площин** проєкцій таким чином, щоб плоский геометричний образ, не змінюючи розташування в просторі, опинився в якомусь **особливому** положенні (зокрема, в положенні рівня чи проєкційному) в новій системі площин проєкцій. Тобто положення точок, ліній, плоских фігур у просторі залишається незмінним, а задана система площин проєкцій доповнюється іншими, які утворюють із базовими площинами або між собою систему взаємно перпендикулярних площин.

У разі заміни фронтальної площини проєкцій Π_2 на нову площину Π_4 , перпендикулярну до Π_1 горизонтальна проєкція точки D_1 не змінюється (рис. 121). Щоб визначити нову фронтальну проєкцію D_4 , треба з горизонтальної проєкції опустити перпендикуляр на нову вісь Ox_1 і відкласти від точки O відрізок z_A .

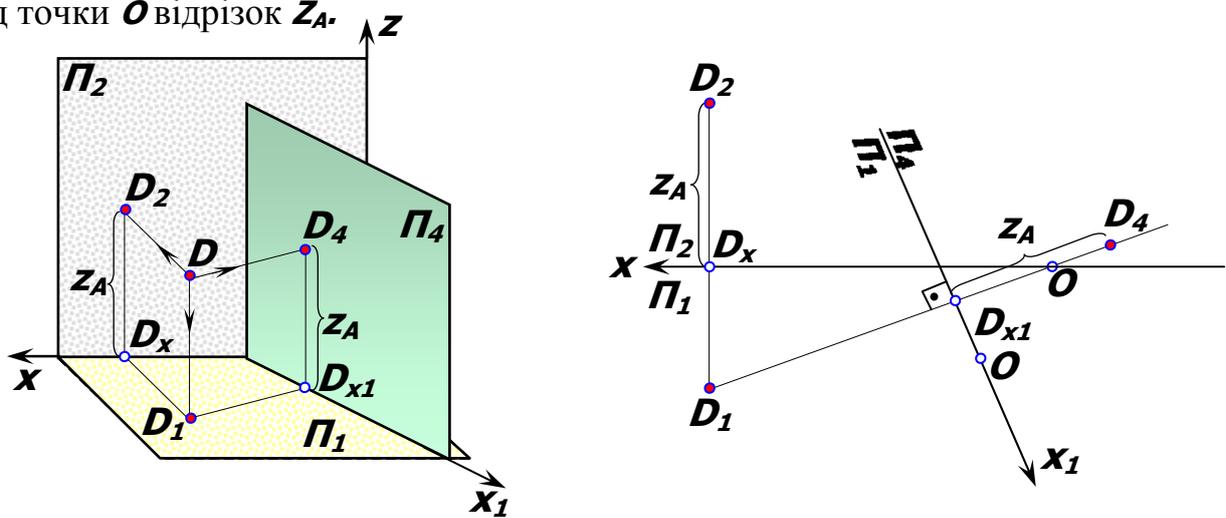


Рис. 121 Побудова проєкції точки при заміні фронтальної площини проєкцій новою площиною

Щоб знайти **справжню величину відрізка** прямої: замінюють фронтальну площину проєкцій Π_2 на нову Π_4 так, щоб Π_4 була паралельною відріzkу AB і перпендикулярна до Π_1 (рис. 122). При цьому нова вісь $Ox_1 \parallel A_1B_1$. На площину Π_4 відрізок спроектується у справжню величину A_4B_4 .

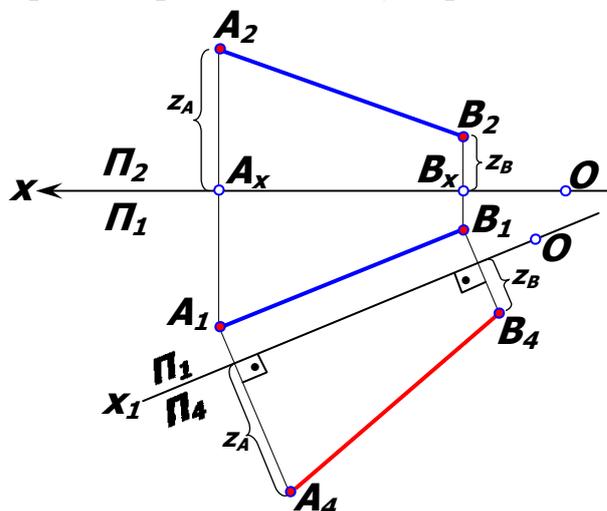


Рис. 122 Визначення справжньої величини відрізка

Щоб побудувати **справжню величину плоскої фігури**, яка займає проекційне положення, треба нову площину проєкцій вводити паралельно площині плоскої фігури. При цьому на нову площину плоска фігура спроекціюється у справжню величину, оскільки вона буде переведена в площину рівня.

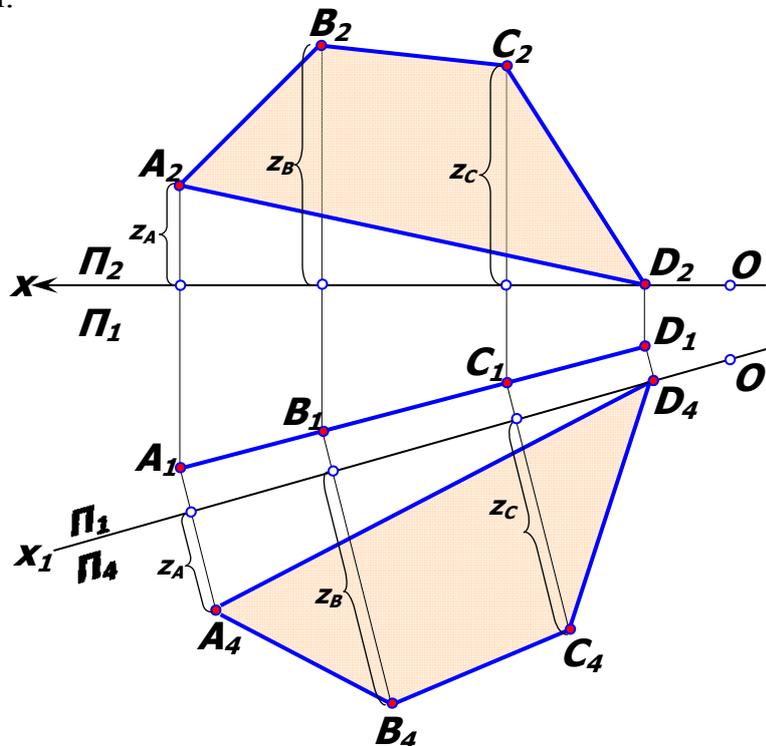


Рис. 123 Визначення справжньої величини чотирикутника

На рис. 123 визначено справжню величину чотирикутника **ABCD**, який займає горизонтально-проекційне положення. Фронтальну площину проєкцій **П₂** замінено на нову **П₄**, паралельну площині чотирикутника; при цьому нова вісь **OX₁** паралельна горизонтальному сліду проєкції площини чотирикутника. **A₄B₄C₄D₄** – справжня величина чотирикутника.

Спосіб обертання навколо осі, перпендикулярної до площини проєкцій

Суть цього способу полягає в тому, що задана **точка, лінія чи плоска фігура обертаються навколо осі** до необхідного положення відносно якоїсь площини проєкцій. Якщо обертається фігура або тіло, то кожна їх точка переміщуватиметься по колу.

Основні елементи обертання такі (рис. 124):

- **вісь обертання** – пряма (l), навколо якої обертається точка;
- **площина обертання** (Φ), перпендикулярна до осі обертання (якщо вісь обертання перпендикулярна до площини проєкцій Π_1 , то площина обертання буде горизонтальною; якщо вісь обертання перпендикулярна до Π_2 , то площина обертання буде фронтальною);

фронтальній площині Φ (Φ_1 – горизонтальний слід площини). Центр обертання – точка O (O_1, O_2). Фронтальна проекція відрізка займе положення $C_2D_2' // OX$. Горизонтальна проекція D_1 точки D переміщуватиметься по прямій, паралельній осі OX , і займе положення D_1' . Отже, $D_1'C_1$ – справжня величина відрізка, тому що відрізок CD став горизонтальним CD' (C_1D_1', C_2D_2'). Кут β – кут нахилу прямої CD до площини проєкцій Π_2 .

Визначити справжню величину ребра AB призми (рис. 126) можна, обертаючи точку B навколо осі l , що перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій Π_1 , або обертаючи точку B навколо осі l , що перпендикулярна до фронтальної площини проєкцій Π_2 .

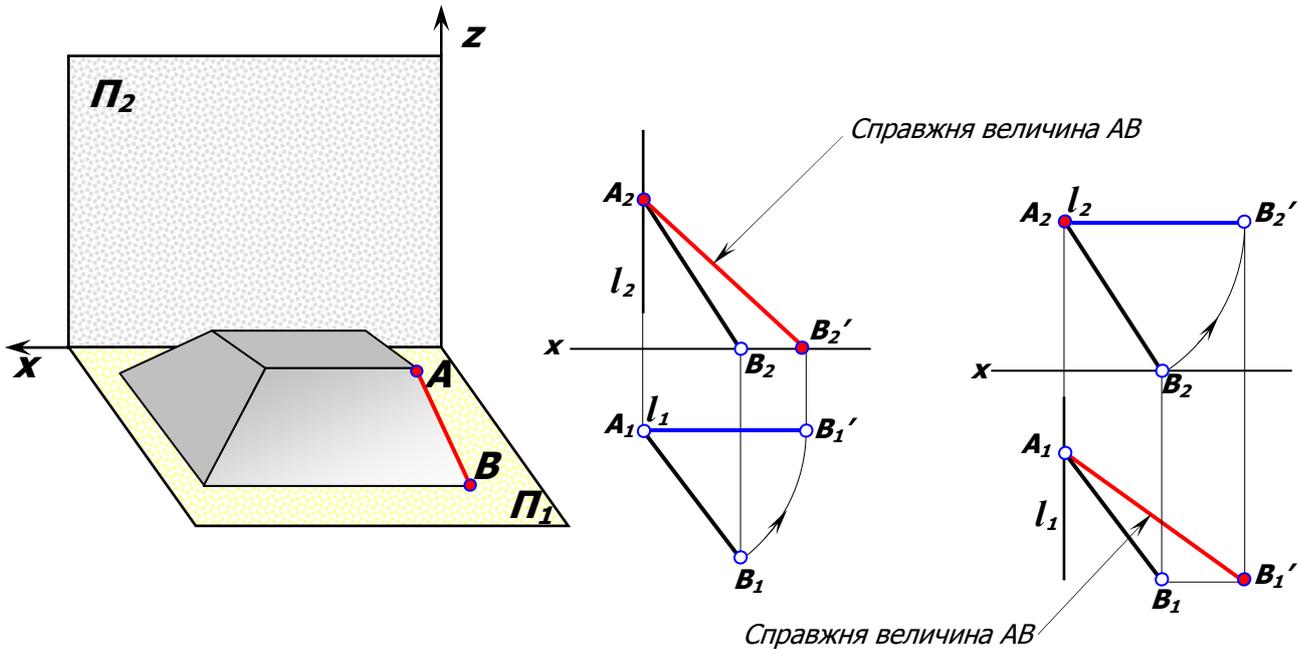


Рис. 126 Визначення справжньої величини ребра призми

На рис. 127 визначено справжню величину чотирикутника $ABCD$, який лежить у фронтально-проєкційній площині. Для цього досить обернути чотирикутник навколо осі i , перпендикулярної до площини проєкцій Π_2 , до положення, паралельного горизонтальній площині проєкцій. Вісь обертання проведена через вершину D чотирикутника.

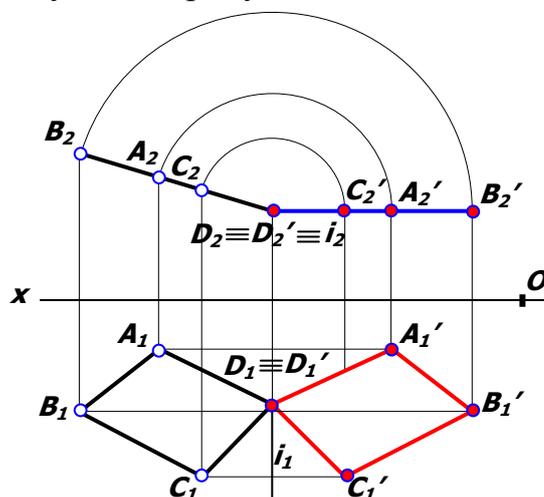


Рис. 127 Визначення справжньої величини чотирикутника

5.6. Розгортки поверхонь

Багато деталей, таких як елементи вентиляційних каналів, трубопроводів, водостоків, кожухів і огорожень рухомих частин машин, виготовляють із листових матеріалів за їх розгортками.

Розгортка поверхні об'ємного предмета – це плоска фігура, яка утворюється, коли поверхню розрізати вздовж якоїсь лінії та сумістити з площиною креслення.

Розгортка поверхні **многогранника** є **пласкою фігурою**, утвореною при суміщенні з площиною креслення всіх граней многогранника у послідовності їх розташування на многограннику. Тому **побудова розгортки** поверхні **многогранника** полягає в **послідовній побудові всіх його граней**.

Розгортка поверхні прямокутного паралелепіпеда – це плоска фігура, складена з контурів бічних граней: чотирьох прямокутників і двох однакових чотирикутників основ (рис. 128).

Для побудови розгортки паралелепіпеда необхідно:

- 1) на горизонтальній прямій послідовно відкласти чотири відрізки, що дорівнюють сторонам основи чотирикутника – $b+a+b+a$;
- 2) з кінців кожного відрізка провести перпендикуляри, довжина яких дорівнює висоті паралелепіпеда – h ;
- 3) через кінцеві верхні точки перпендикулярів провести другу горизонтальну пряму;
- 4) до будь-якої зі сторін однієї з бічних граней призми добудувати контури основ – два прямокутники з розмірами сторін a і b кожний (їх добудовано до сторони a).

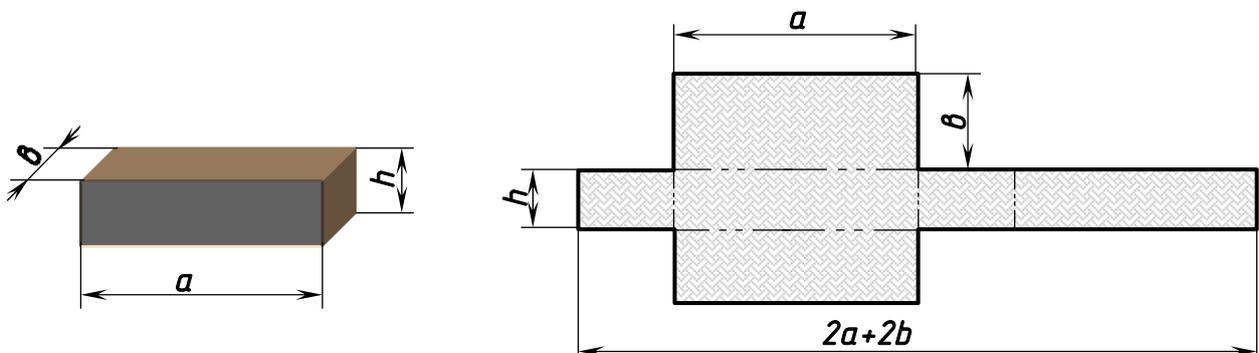


Рис. 128 Розгортка поверхні прямокутного паралелепіпеда

Розгортка поверхні куба складається з шести однакових між собою квадратів (рис. 129). Розмір сторони кожного квадрата дорівнює величині ребра куба a . Послідовність побудов розгортки така сама, як і розгортки поверхні паралелепіпеда.

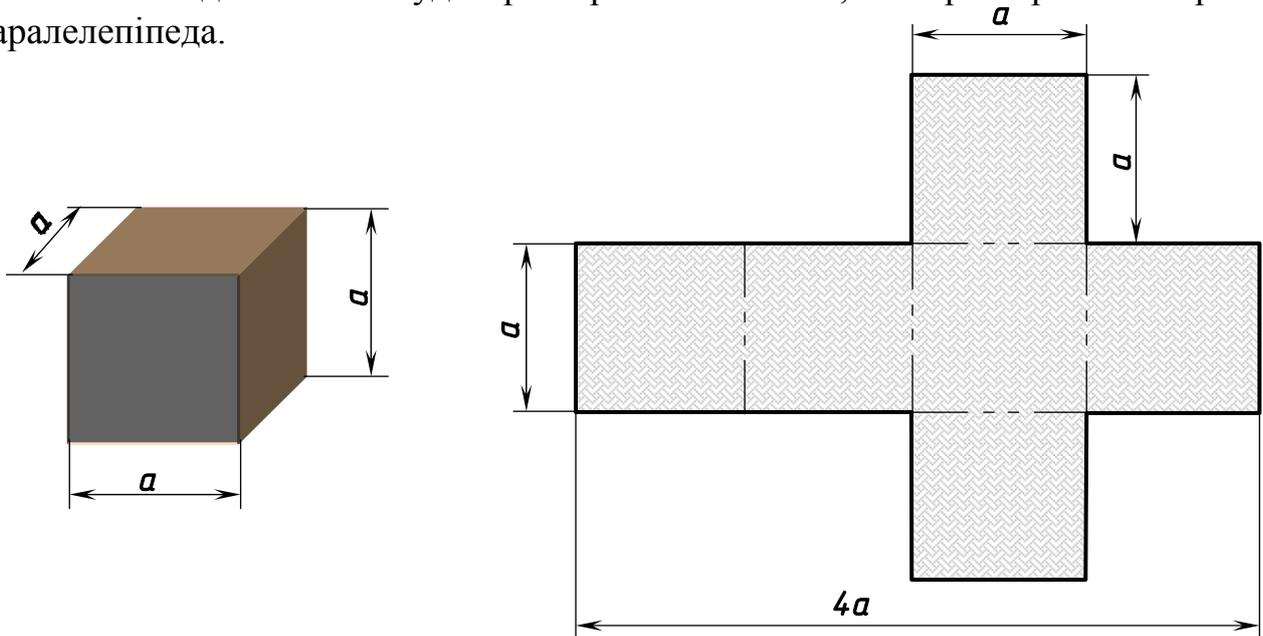


Рис. 129 Розгортка поверхні куба

Розгортка поверхні прямої призми – це плоска фігура, складена з контурів бічних граней – прямокутників і двох однакових багатокутників основ (рис. 130).

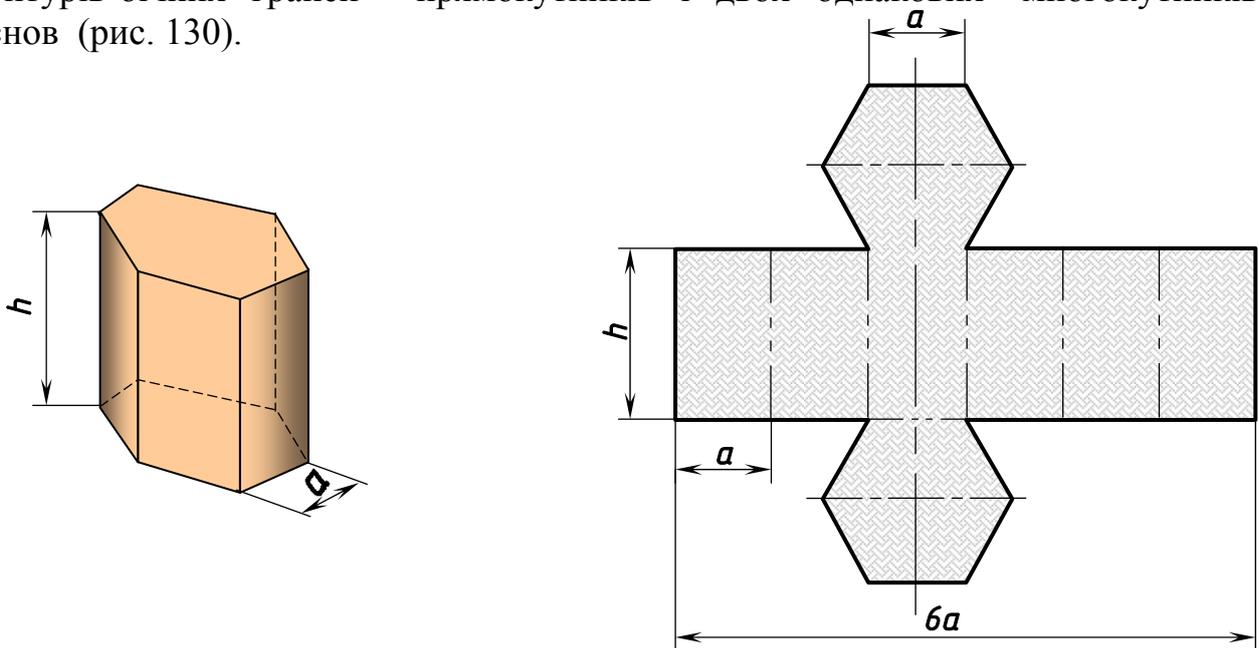


Рис. 130 Розгортка поверхні прямої призми

Для побудови розгортки прямої призми необхідно:

- 1) на горизонтальній прямій послідовно відкласти шість відрізків, що дорівнюють стороні основи шестикутника – $6a$;
- 2) з кінців відрізків провести перпендикуляри, довжина яких дорівнює висоті призми h ,

- 3) через кінцеві верхні точки перпендикулярів провести другу горизонтальну пряму. Утворений прямокутник ($h \times ba$) є розгорткою бічної поверхні призми;
- 4) до менших сторін однієї з бічних граней призми добудувати контури основ – два шестикутники зі стороною a кожний.

Розгортка поверхні правильної піраміди – це плоска фігура, складена з бічних граней: рівнобедрених чи рівносторонніх трикутників і правильного багатокутника основи (рис. 131).

Для побудови розгортки правильної піраміди необхідно:

- 1) побудувати основу піраміди за розміром сторони a ;
- 2) побудувати за допомогою циркуля методом засічок чотири рівнобедрені трикутники – бічні грані піраміди, для чого:
 - перший трикутник добудовують до верхньої сторони квадрата основи. Для цього розхилом циркуля, що дорівнює довжині бічного ребра l піраміди, проводять з обох кінців сторони квадрата – точок **1** і **2** дуги до їх перетину в точці **S**,
 - ліворуч від побудованого трикутника – першої з бічних граней піраміди добудовують наступну. Для цього проводять дві дуги до їх перетину в точці **3** (першу дугу проводять з точки **S** розхилом циркуля, що дорівнює довжині бічного ребра l піраміди, другу дугу проводять з точки **1** розхилом циркуля, що дорівнює довжині сторони основи піраміди a .)
- 3) послідовно праворуч від першого трикутника добудувати ще два трикутники – третю і четверту бічні грані піраміди.

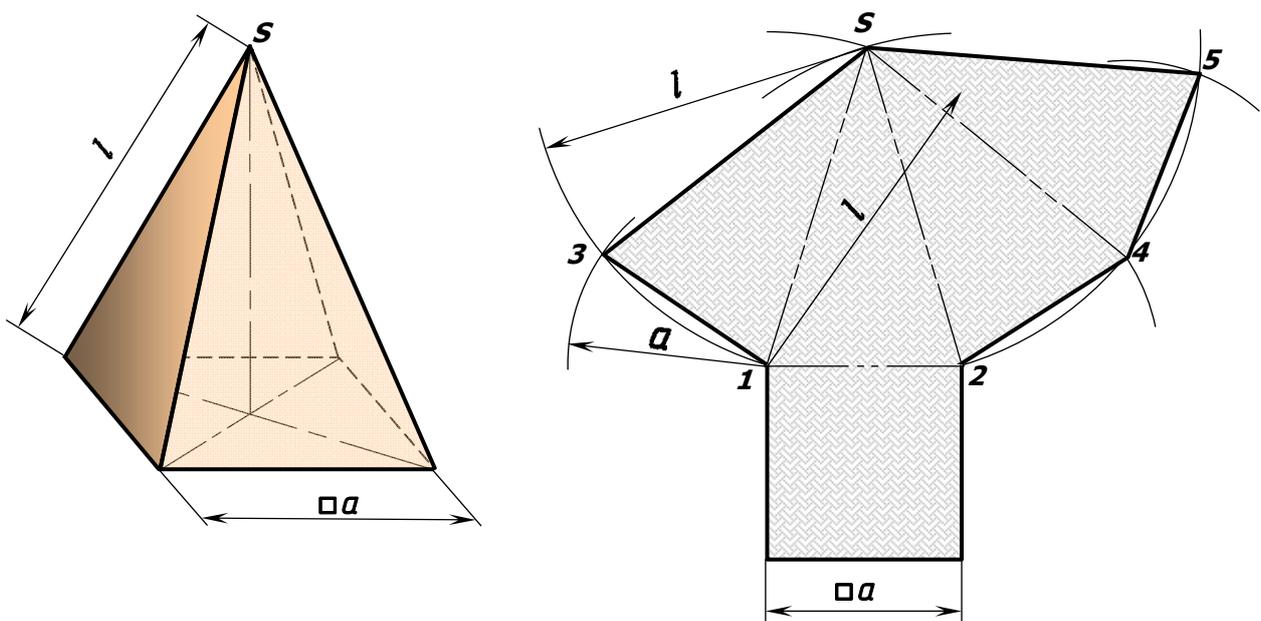


Рис. 131 Розгортка поверхні піраміди

Розгортка поверхні прямого кругового циліндра – це плоска фігура, утворена з прямокутника, в який розгортається його бічна поверхня, і двох кіл – основ циліндра діаметром d (рис. 132).

Для побудови розгортки прямого кругового циліндра необхідно:

- 1) на горизонтальній прямій відкласти відрізок, що дорівнює довжині кола основи πd ;
- 2) з кінців відрізка провести перпендикуляри, довжина яких дорівнює висоті циліндра h ;
- 3) через кінцеві верхні точки перпендикулярів провести другу горизонтальну пряму. Утворений прямокутник ($\pi d \times h$) є розгорткою бічної поверхні циліндра;
- 4) на одній вертикальній осі до кожної зі сторін бічної поверхні циліндра добудувати контури основ – два кола діаметром d кожний.

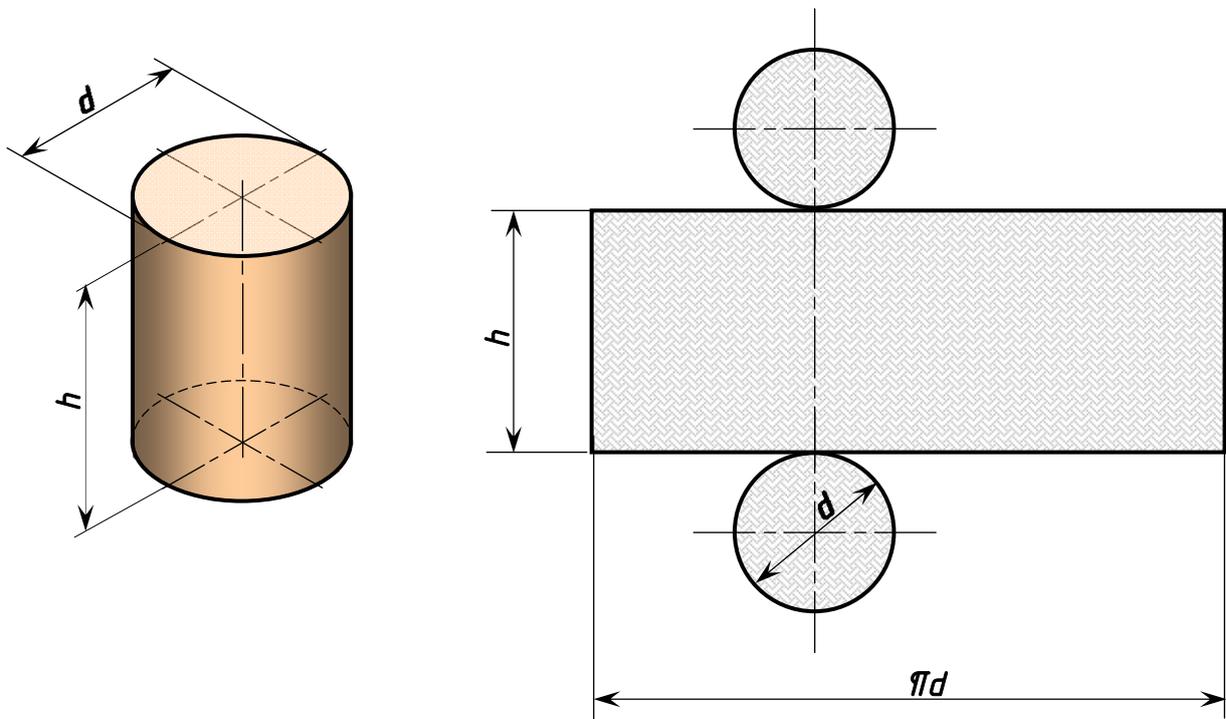


Рис. 132 Розгортка поверхні циліндра

Розгортка поверхні прямого кругового конуса – це плоска фігура, утворена круговим сектором з кутом при вершині α , в який розгортається його бічна поверхня, і колом – основою конуса діаметром d (рис. 133).

Для побудови розгортки прямого кругового конуса необхідно:

- 1) провести вертикальну осьову лінію.
- 2) з точки, взятої на осі, як із центра провести дугу радіусом R , який дорівнює довжині твірної l конуса. Якщо довжина твірної невідома, то її

можна розрахувати за теоремою Піфагора на основі розмірів радіуса кола ($d/2$) основи і висоти конуса h ,

- 3) побудувати кут при вершині сектора, який розрахувати за формулою $\alpha = (360^\circ \times R) / l$, де R – радіус кола основи конуса, а l – довжина твірної його бічної поверхні;
- 4) до утвореного сектора добудовують коло із центром на осьовій лінії та діаметром, що дорівнює діаметру основи конуса.

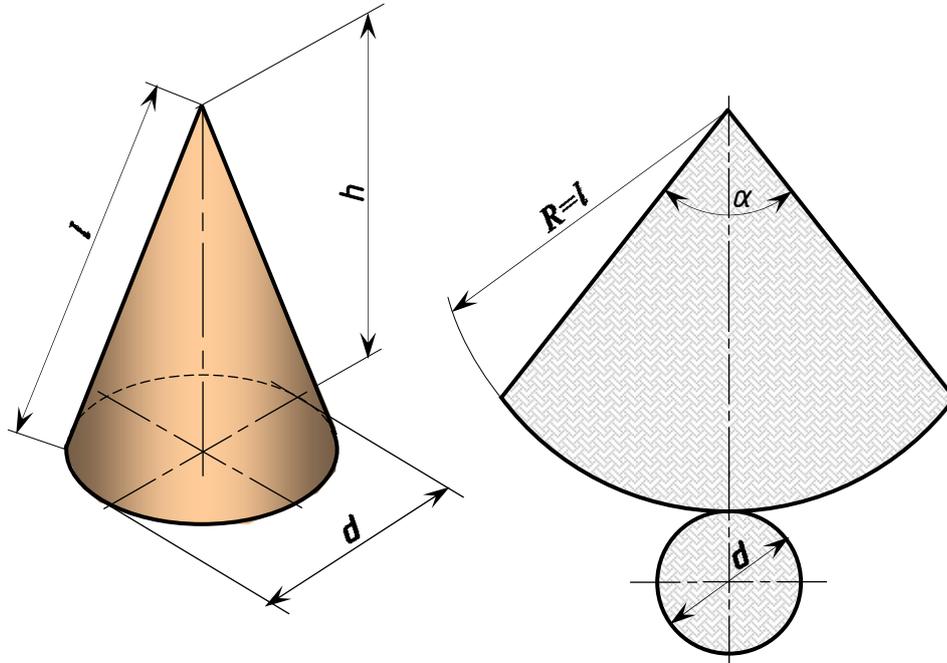
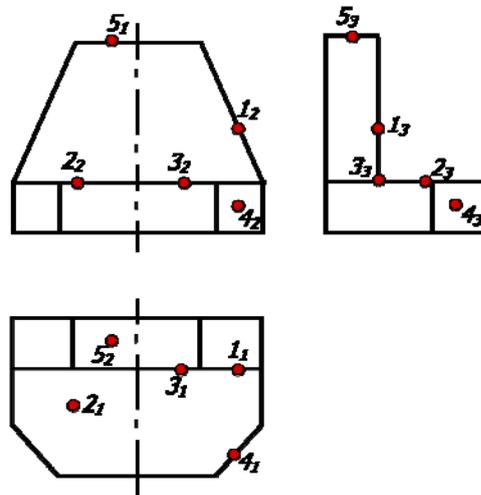
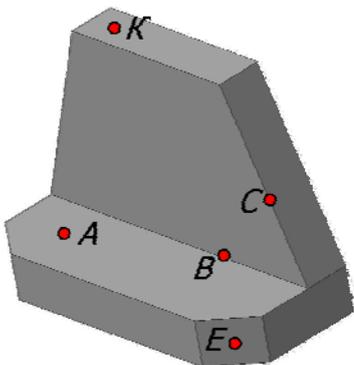


Рис. 133 Розгортка поверхні конуса



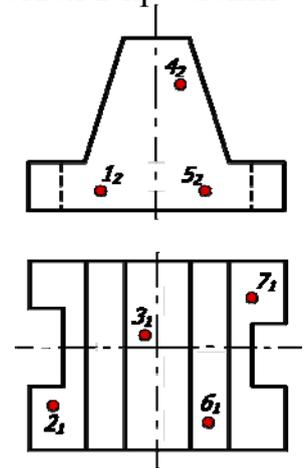
Запитання до розділу V

1. Як називається процес уявного розчленування предмета на геометричні тіла, що утворюють його поверхню?
2. На рисунку подано наочне зображення предмета. Визначте, якими цифрами на виглядах позначені проєкції кожної з точок, заданих на наочному зображенні буквами.



3. Які геометричні тіла можуть утворювати поверхню предмета?

4. Чим відрізняються проекції циліндра і конуса? Конуса і кулі?
5. Для яких геометричних тіл за наявності розмірів можна обмежитись однією проекцією?
6. Назвіть основні елементи призми.
7. Як визначити проекції точок, що лежать на поверхні піраміди?
8. Яке тіло називається циліндром?
9. У яких геометричних тіл всі проекції однакові?
10. Назвіть способи перетворення проекцій, які застосовуються в кресленні?
11. Які основні елементи способу обертання?
12. На рисунку зображено два вигляди предмета з нанесеними на них проекціями точок. Яка з цих точок найнижча? Найвища? Яка з точок найдалша від нас? Найближча до нас? Яка з точок міститься на похилій грані предмета?
13. Що називають розгорткою поверхні об'ємного предмета?
14. Як утворюється розгортка многогранника?
15. У яку фігуру розгортається бічна поверхня прямого кругового циліндра? Конуса?



Якщо у вас виникли труднощі, під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ V.

Розділ 6. Перерізи та розрізи

6.1. Зображення. Компонування зображень на кресленнях

Основне **призначення** будь-якого **креслення** – дати якнайповніше уявлення про форму зображеного на ньому предмета.

Зображають предмети на кресленнях за допомогою **виглядів, перерізів і розрізів**. Уміле та вдале застосування виглядів, перерізів і розрізів дає змогу відобразити на кресленні форму будь-якого предмета.

Вигляди, перерізи й розрізи – це основні елементи креслення, які взаємно доповнюють один одного на кресленні та між якими є багато спільного, оскільки в основі їх утворення лежить спосіб прямокутного проєціювання.

Призначення виглядів, перерізів й розрізів – відобразити на кресленнях форму предметів.

Узагальнено вигляди, перерізи й розрізи називають **зображеннями**. Таким чином, виконання креслення зводиться до побудови на ньому зображень.

Які будуть ці зображення і скільки їх буде на кресленні залежить від складності форми предмета.

У найпростіших випадках для повного уявлення про форму предмета достатньо одного зображення (вигляду, розрізу або їх поєднання) з нанесеними відповідними умовними знаками та написами.

За **головне** на кресленні приймають зображення, утворене на фронтальній площині проєкцій. Ним може бути вигляд, розріз або їх поєднання. Інші зображення на кресленні займають певне місце відносно головного.

Головне зображення має давати найповніше уявлення про форму і розміри предмета та визначатися таким його положенням відносно фронтальної площини проєкцій, при якому буде забезпечена найменша кількість зображень на кресленні.

Для предмета, показаного на рис. 134, за головне вибрано зображення за напрямом стрілки **Б**, оскільки для повного уявлення про форму предмета досить двох зображень. Якщо головне зображення вибрати за напрямом стрілки **А**, то для показу форми предмета на кресленні необхідно застосувати три зображення.

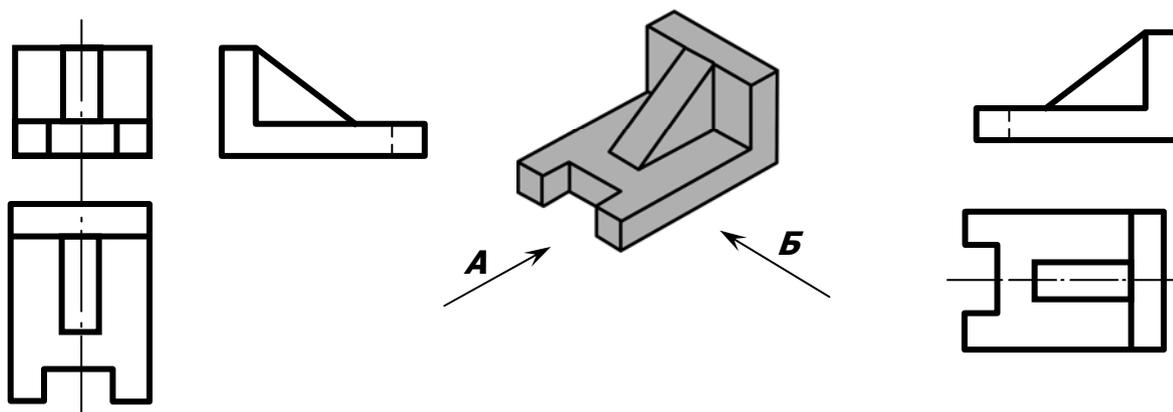


Рис. 134 Вибір головного вигляду

Усі зображення слід раціонально розміщувати на полі креслення. Завдяки цьому креслення буде зручним для читання, а його площа якнайповніше і рівномірно використана.

Розміщення зображень на полі креслення називають **компонуванням креслення**.

До компоновання креслення приступають після того, як визначено, які зображення необхідно креслити, скільки їх буде та які габаритні розміри вони матимуть.

Для раціонального розміщення зображень на полі креслення необхідно правильно визначити проміжки між зображеннями і рамкою креслення та між самими зображеннями. Проміжки мають бути рівномірними і достатніми для нанесення розмірів та необхідних умовних позначень на кресленні.

Одержавши числові значення проміжків, розмічають на полі креслення габаритні прямокутники. Далі розмічають осі симетрії й виконують побудову контурів зображень предмета.

6.2. Умовності та спрощення на кресленнях

Виразність креслення забезпечується не тільки вдалим вибором необхідних зображень, а й скороченням їх графічного складу. Це досягається застосуванням різних умовностей та спрощень на кресленнях.

Для того щоб зробити креслення більш простими і зрозумілими, а також з метою економії часу при виконанні креслення, ГОСТ 2.305-68 встановлює такі умовності та спрощення:

- Якщо вигляд, розріз чи переріз є симетричною фігурою, допускається викреслювати половину зображення або трохи більше половини зображення з проведенням в останньому випадку лінії обриву (рис.135);

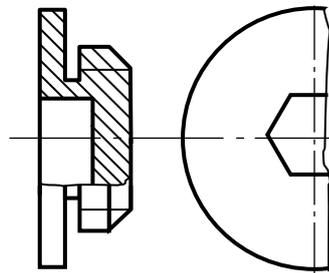


Рис. 135 Зображення симетричних предметів

- Якщо предмет має кілька однакових, рівномірно розташованих елементів, то на його зображенні показують один – два елементи (наприклад, один отвір) (рис. 136,а), а решту елементів показують спрощено або умовно (рис. 136,б).

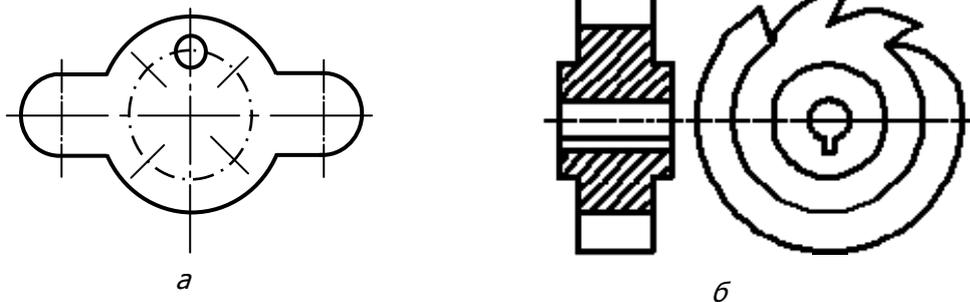


Рис. 136 Умовне зображення елементів предмета однакової форми

- Якщо потрібно виділити на кресленні плоскі поверхні предмета, на них проводять діагоналі суцільними тонкими лініями (рис. 137).

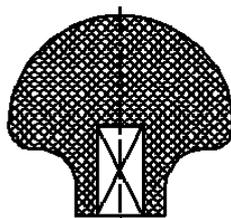


Рис. 137 Умовне позначення плоских поверхонь

- Плавний перехід від однієї поверхні до іншої зображують умовно суцільною тонкою лінією, яка не доходить до контуру зображення (рис.138,а), або зовсім не показують (рис.138,б).

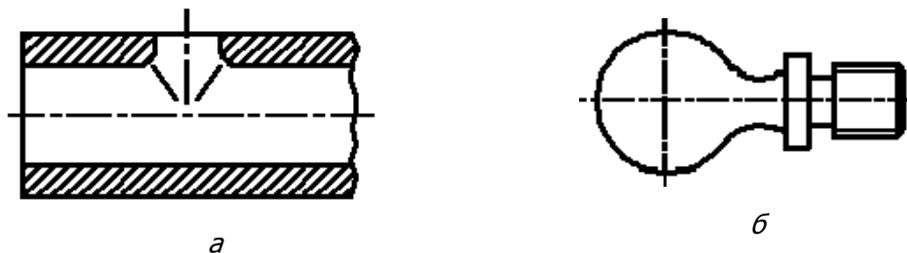


Рис. 138 Зображення плавного переходу від однієї поверхні до іншої

- На кресленнях предметів із суцільною сіткою, плетенням, орнаментом, рельєфом і т.д. допускається зображувати ці елементи частково, з можливим спрощенням (рис.139).

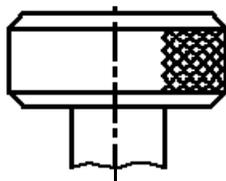


Рис. 139 Спрощене зображення рельєфу поверхні предмета

- Такі деталі, як болти, гвинти, шпильки, заклепки, вали при поздовжньому розрізі показують не переріжаними;
- Довгі предмети (або елементи), що мають постійний чи закономірно змінний переріз (вали, фасонний прокат та інші), допускається зображувати з розривом (рис.140).

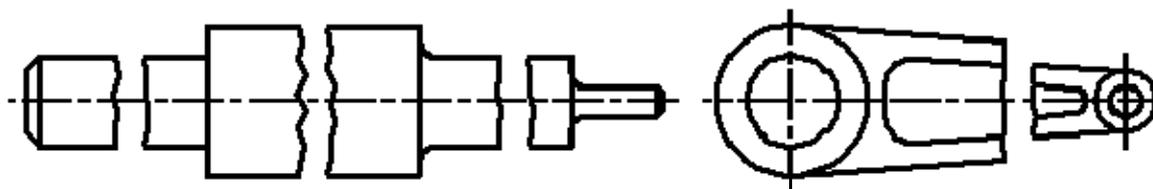


Рис. 140 Умовний розрив на зображенні предмета

6.3. Перерізи. Класифікація перерізів

На кресленнях зображують предмети за допомогою виглядів. Але трапляються такі предмети або їх частини, форму яких важко визначити тільки за допомогою виглядів. Для точнішого виявлення форми предметів використовують перерізи.

Найчастіше перерізи застосовують для того, щоб показати поперечну форму предметів (руків'їв, гайкових ключів, слюсарних інструментів, деталей

із прокату різного профілю) та форму отворів, заглибин, зрізів, вирізів на поверхнях округлих деталей.

Переріз – це плоска фігура, утворена січною площиною при умовному перерізі деталі, причому зображають лише те, що міститься в січній площині (частину деталі, розташовану за січною площиною, не зображують).

Фігуру перерізу креслять у тому ж масштабі, що й вигляд, до якого належить переріз.

Площину перерізу проводять перпендикулярно до тієї чи іншої площини проєкцій і **позначають розімкненою** лінією, як при розрізах (рис.141).

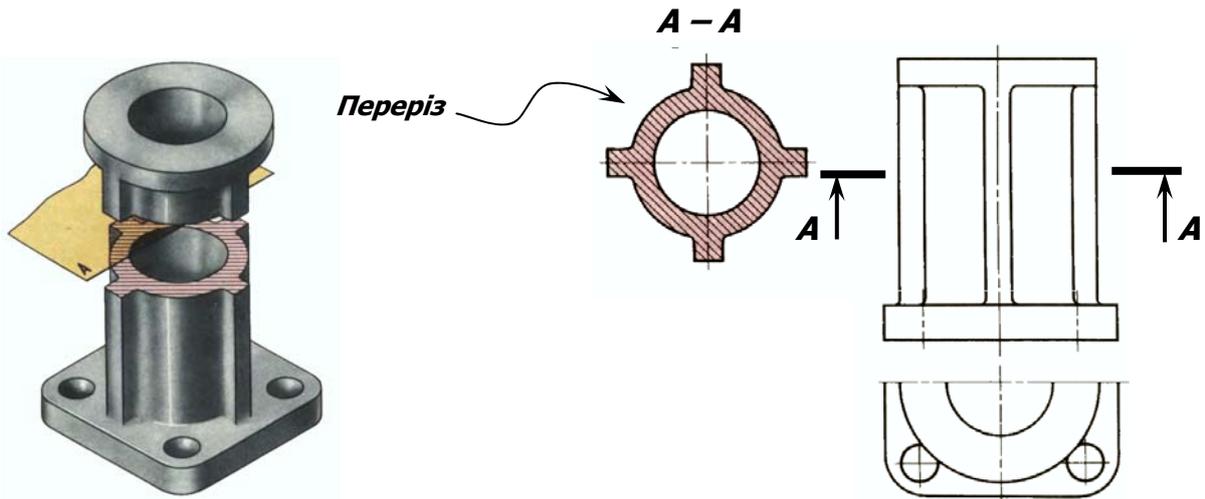
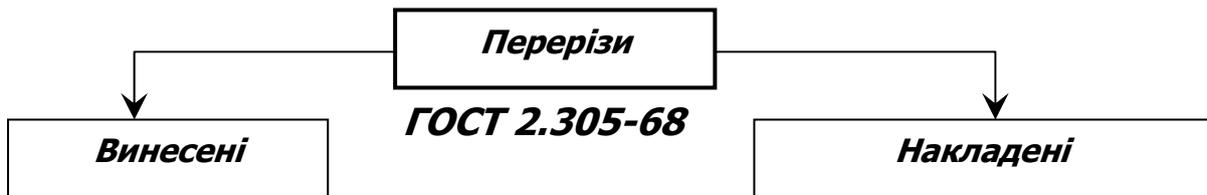


Рис. 141 Утворення перерізу

Щоб зобразити фігуру перерізу у справжню величину, її повертають на 90°; тоді площина фігури перерізу паралельна площині проєкцій.

Перерізи бувають:



Винесений переріз – це переріз, який зображують поза контуром зображення (рис. 142).

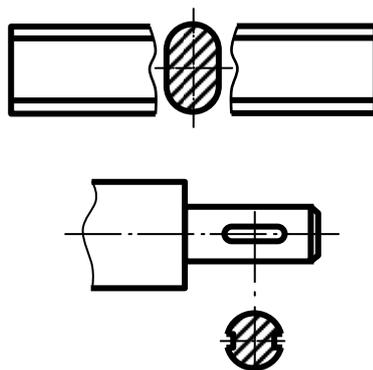


Рис. 142 Винесений переріз

Накладений переріз – це переріз, розташований безпосередньо на зображенні (рис. 143).

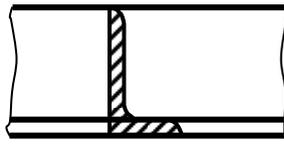


Рис. 143 Накладений переріз

Позначення перерізів.

- Якщо **фігура перерізу симетрична** та її вісь збігається з лінією перерізу, стрілки й літерні позначення не проставляють (рис.144,а,б).

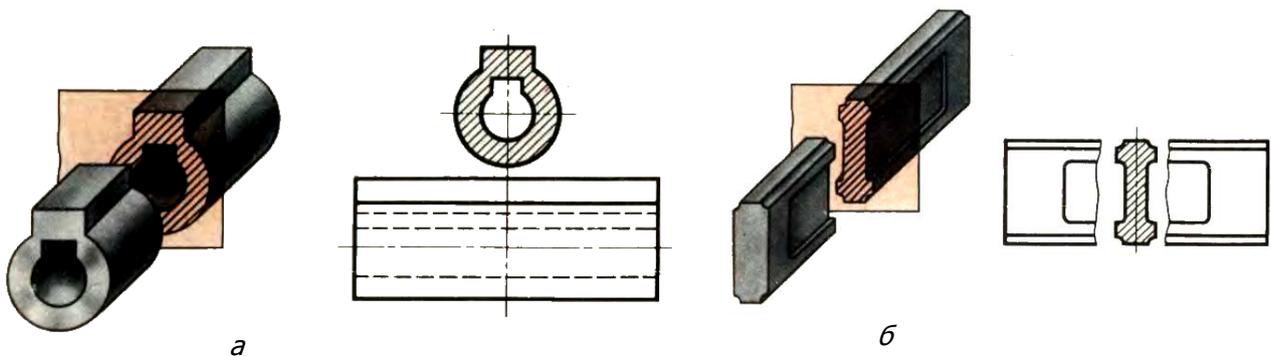


Рис. 144 Винесений переріз, фігура якого симетрична

Винесені перерізи допускається розташовувати у розриві між частинами одного й того самого вигляду (рис.144 б). Умовний розрив предмета на вигляді обмежують тонкою хвилястою лінією.

- Для **несиметричних перерізів**, розміщених у розриві, вказують лінію перерізу за допомогою розімкненої прямої зі стрілками, але без позначень літерами (рис. 145).

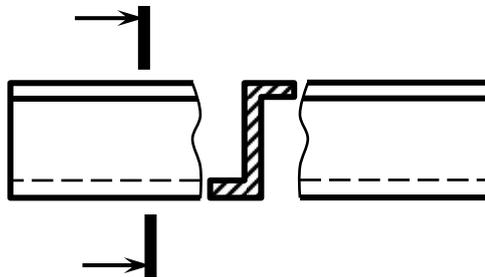


Рис. 145 Винесений переріз у розриві вигляду, фігура якого несиметрична

- Якщо **переріз** розміщують **на довільному місці**, то місце перерізу визначають розімкненою лінією, позначеною літерами, а напрямок суміщення січної площини вказують стрілками. Зображення перерізу супроводжується написом на зразок А – А (рис. 146).

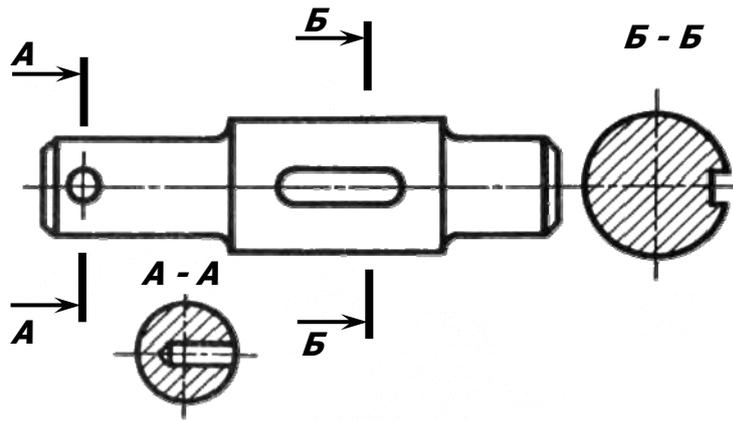
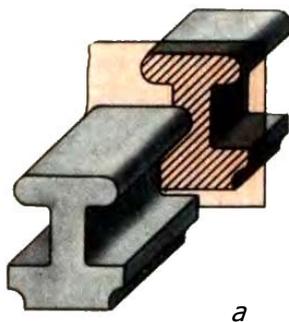


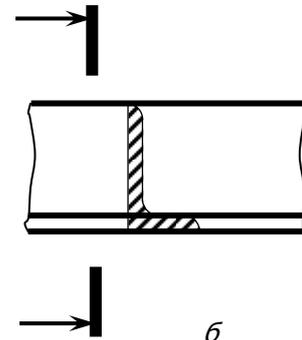
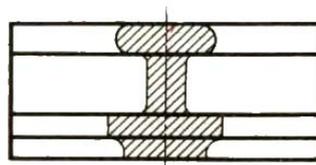
Рис. 146 Позначення винесеного перерізу

Накладений переріз розміщують на самому вигляді, до якого він належить, і саме там, де проходить січна площина. **Контур накладеного перерізу проводять тонкою суцільною лінією.**

- При виконанні накладеного симетричного перерізу лінію перерізу не проводять і ніяких позначень не виконують (рис. 147,а).
- Для несиметричних накладених перерізів лінію перерізу проводять у вигляді розімкненої лінії зі стрілками, але літерами не позначають (рис. 147,б).



а



б

Рис. 147 Накладений переріз предмета

- Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або заглиблення, контур отвору чи заглиблення у перерізі показують повністю (рис.148).

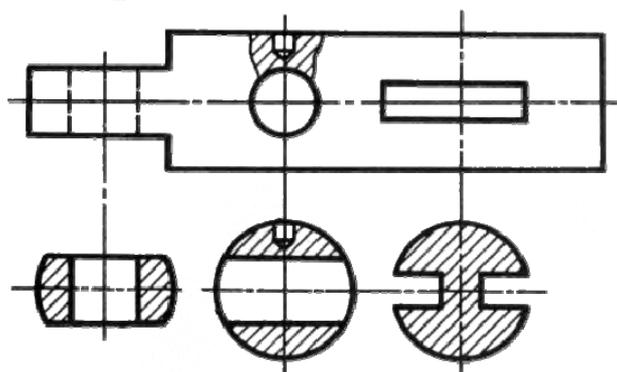


Рис. 148 Зображення отворів й заглиблень у перерізах

Щоб креслення було виразнішим, фігуру перерізу виділяють штриховкою у вигляді паралельних ліній. Штриховку наносять суцільними тонкими лініями під кутом 45° до рамки креслення або до ліній контуру зображення чи до його осі (рис. 149).

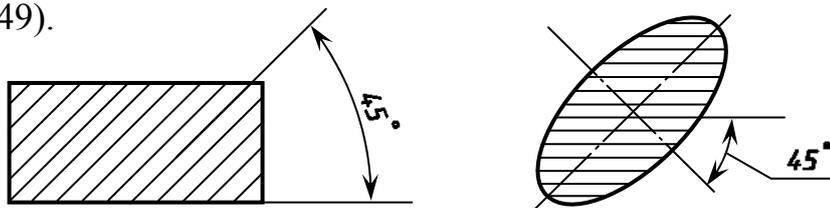


Рис. 149 Проведення ліній штриховки під кутом 45°

Допускається проводити лінії штриховки під кутом 30° або 60° , якщо під кутом 45° вони збігаються за напрямом з лініями контуру чи з осевими лініями (рис. 150).

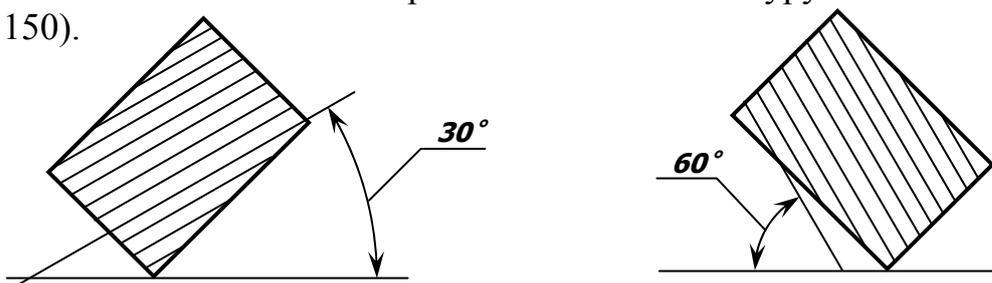


Рис. 150 Проведення ліній штриховки під кутом 30° та 60°

Штриховка перерізів не лише надає кресленню виразності, а й показує умовно, з якого матеріалу виготовлено предмет. Застосовують різні види штриховок, які відповідають певним матеріалам. Штриховки перерізів для деяких матеріалів наведено в табл. 5. Їх називають **умовними графічними позначеннями матеріалів на кресленнях**.

Таблиця 5 **Графічні позначення матеріалів на перерізах ГОСТ 2.306-68***

	Метали і тверді сплави		Деревина
	Неметалеві матеріали		Скло і світлопрозорі матеріали
	Каміння природнє		Рідини
	Кераміка і силікатні матеріали		Засипка з будь-якого матеріалу
	Бетон		Грунт природній
			Сітка

6.4. Розрізи. Класифікація розрізів.

Велика кількість деталей мають складну внутрішню будову, тому на кресленні може бути багато штрихових ліній, які перетинаються між собою і з суцільними основними контурними лініями, що ускладнює читання креслень. Щоб якнайчіткіше показувати на кресленнях обриси внутрішніх контурів предметів, застосовують зображення, які називають **розрізами**.

Розріз – зображення, на якому деталь умовно розрізана січною площиною, причому частина деталі, розташована перед січною площиною, умовно усунута, а зображена та частина деталі, що міститься в січній площині й поза нею (рис. 151).

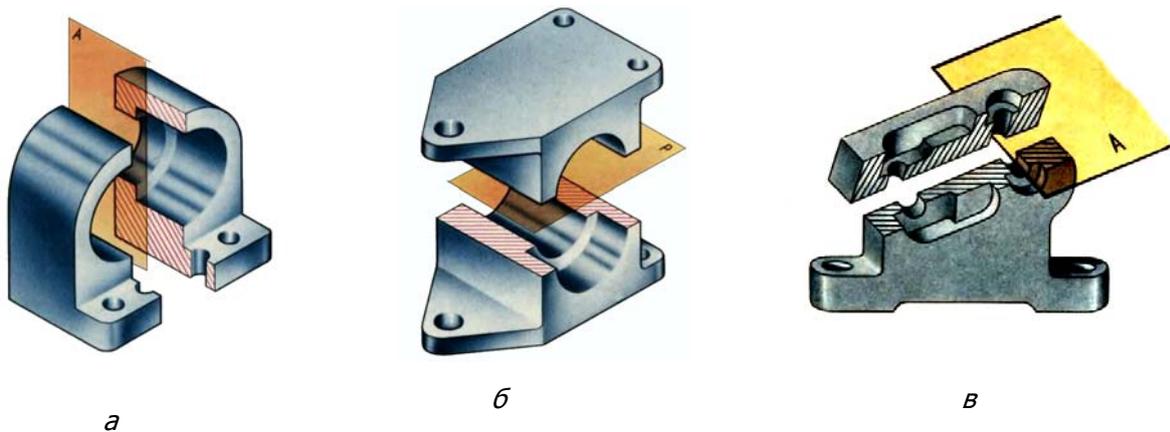


Рис. 151 Утворення розрізів
а – вертикального;
б – горизонтального;
в - похилого

На розрізі лінії **невидимого** контуру стають **видимими** і зображуються не штриховими, а **суцільними основними лініями**. Місце розрізу матеріалу деталі покривають штрихуванням (рис. 152,а,б), що унаочнює зображення й полегшує читання креслень. Місця, де січна площина проходить по порожнинах, не покривають штрихуванням.

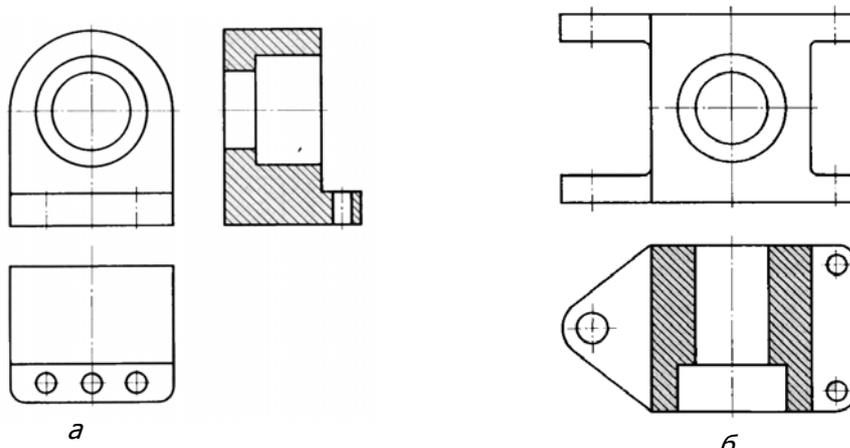


Рис. 152 Штрихування розрізів

Утворення перерізів і розрізів відбувається однаково. Проте між ними є **відмінність**: переріз являє собою тільки ту фігуру, яка безпосередньо розміщена в січній площині, а на розрізі, крім фігури перерізу, показують ще й те, що розташоване за січною площиною. Тому **розріз вміщує переріз**.

Розріз може бути утворений **однією** або **кількома** січними площинами. Залежно від кількості січних площин розрізи поділяють на **прості** та **складні**.

Простий розріз – розріз, утворений унаслідок перетину предмета однією січною площиною.

Залежно від положення січної площини щодо горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на **вертикальні** (фронтальні та профільні) (рис. 151,а), **горизонтальні** (рис. 151,б) та **похилі** (рис. 151,в).

Вертикальний розріз – розріз, утворений січною площиною, яка перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій.

Вертикальна січна площина може бути по-різному розташована відносно фронтальної і профільної площин проєкцій. Залежно від цього розрізняють **фронтальні** та **профільні** вертикальні розрізи.

Фронтальний розріз – розріз, утворений вертикальною січною площиною, яка паралельна до фронтальної площини проєкцій.

Профільний розріз – розріз, утворений вертикальною січною площиною, яка паралельна до профільної площини проєкцій.

Горизонтальний розріз – розріз, утворений січною площиною, паралельною горизонтальній площині проєкцій.

Похиллий розріз – розріз, утворений січною площиною, що розташована під будь-яким (але не прямим) кутом до горизонтальної площини проєкцій.

Залежно від положення січної площини відносно двох основних вимірів предмета (довжини й висоти) розрізи поділяють на **поздовжні** й **поперечні**.

Поздовжній розріз – розріз, утворений січною площиною, що проходить уздовж довжини або висоти предмета.

Поперечний розріз – розріз, утворений січною площиною, яка проходить перпендикулярно до довжини чи висоти предмета.

У всіх розглянутих випадках прості **розрізи утворені січними площинами, які умовно повністю розрізають предмети** для показу їх внутрішньої будови. Такі розрізи називають **повними**.

Місцеві розрізи застосовують на кресленнях суцільних деталей, які містять невеликі заглиблення чи отвори. Тому достатньо умовно розрізати тільки ту частину деталі, яка вимагає додаткового виявлення її форми.

Місцевий розріз – розріз, що служить для виявлення будови предмета лише в окремому, обмеженому місці (рис. 153).

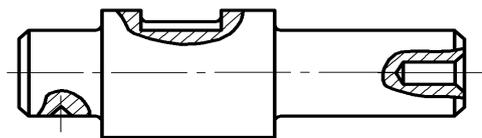


Рис. 153 Місцеві розрізи

На вигляді місцевий розріз виділяють суцільною хвилястою лінією, яка не повинна збігатись із будь-якими іншими лініями зображення (рис.153).

Позначення розрізів

- Якщо під час виконання на кресленні розрізу **січна площина збігається з площиною симетрії** предмета, розріз розміщують на місці одного з виглядів (рис. 154).

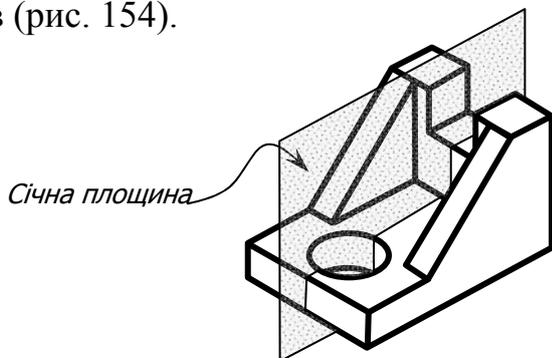


Рис. 154 Січна площина збігається з площиною симетрії

Фронтальний розріз розміщують на місці головного вигляду, профільний – на місці вигляду зліва, горизонтальний – на місці вигляду зверху. При цьому положення **січної площини** на кресленні **не вказують** і **сам розріз не позначають** (рис. 155). Так само ніяких позначень не мають і місцеві розрізи.

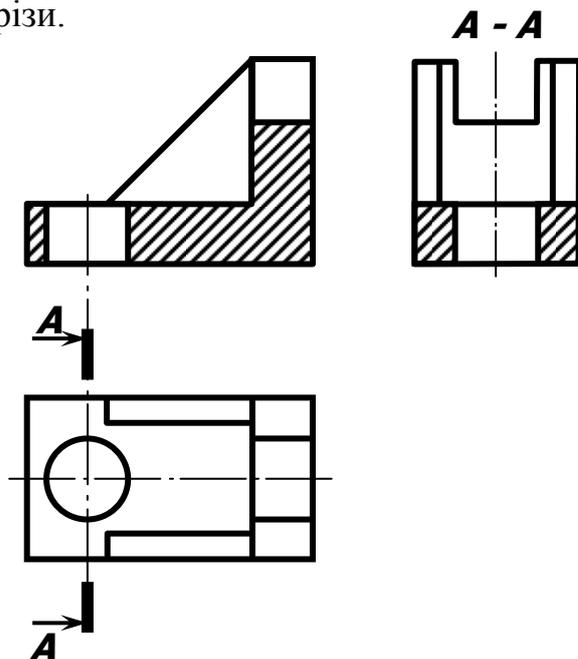


Рис. 155 Позначення розрізів

- Якщо під час виконання розрізу січна площина не збігається з площиною симетрії предмета (рис. 156), її положення позначають розімкненою лінією зі стрілками, що вказують напрям погляду (рис. 155). Зі зовнішнього боку стрілок пишуть однакові великі літери українського алфавіту. Сам розріз позначають тими ж літерами через тире.

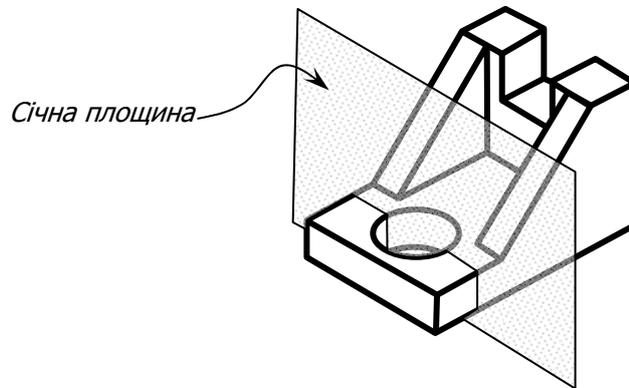


Рис. 156 Січна площина не збігається з площиною симетрії

6.5. Складні розрізи

Деякі предмети мають таку внутрішню будову, яку неможливо показати на розрізі за допомогою однієї січної площини. У таких випадках застосовують розрізи, утворені за допомогою кількох січних площин.

Складні розрізи – розрізи, утворені двома і більше січними площинами.

Залежно від положення січних площин складні розрізи поділяють на **ступінчасті й ламані**.

Ступінчастий розріз – це складний розріз, утворений кількома паралельними січними площинами (рис. 157).

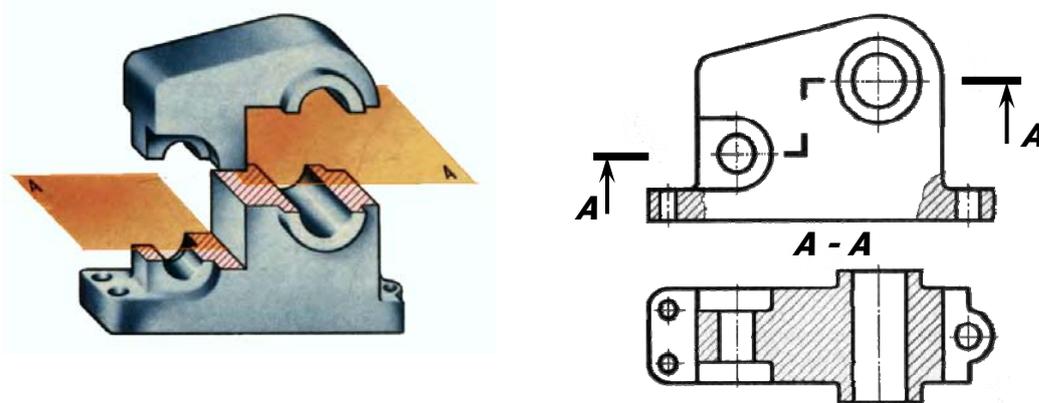


Рис. 157 Ступінчастий розріз

Ламаний розріз – це розріз, утворений за допомогою площин, які перетинаються (рис. 158).

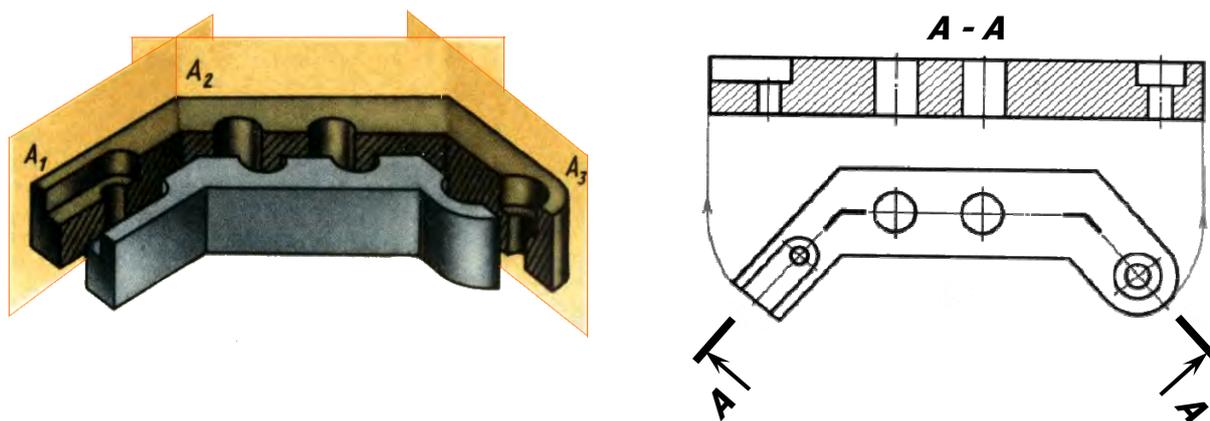


Рис. 158 Ламаний розріз

При ламаних розрізах січні площини умовно повертають до суміщення в одну площину. При повертанні січної площини елементи предмета, розташовані за нею, викреслюють так, як вони проєціюються на відповідну площину, з якою виконується суміщення.

Положення січних площин вказують розімкненою лінією, яка має не тільки початковий та кінцевий штрихи, а й позначення місць переходів між окремими січними площинами (рис. 157, 158). До початкового і кінцевого штрихів ставлять стрілки, які показують напрям погляду.

6.6. Поєднання вигляду з розрізом

Для раціонального скорочення кількості зображень на кресленнях вдаються до поєднання двох зображень: частини вигляду з частиною відповідного розрізу. Тоді замість двох окремих зображень – вигляду та розрізу на кресленні одержують одне зображення: поєднання частин вигляду і розрізу.

Якщо поєднуються половина вигляду і половина розрізу, кожний із яких є симетричною фігурою, то лінією розділу є вісь симетрії (рис.159).

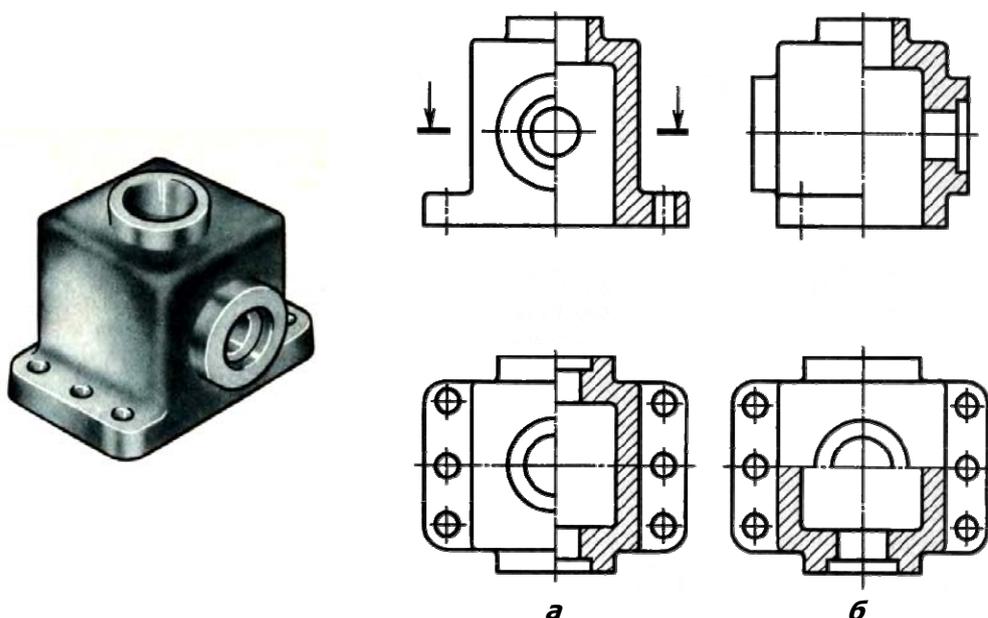


Рис. 159 Поєднання половини вигляду з половиною розрізу

Частину розрізу розміщують праворуч (рис. 159,а) або знизу від осі симетрії (рис. 159,б), що розділяє частину вигляду з частиною розрізу.

Поєднані в одному зображенні частину вигляду і частину відповідного розрізу розділяють суцільною хвилястою лінією, яку проводять від руки (рис. 160). Частину розрізу, як правило, розміщують праворуч від частини вигляду.

Лінії невидимого контуру на з'єднаних частинах вигляду і розрізу не показують.

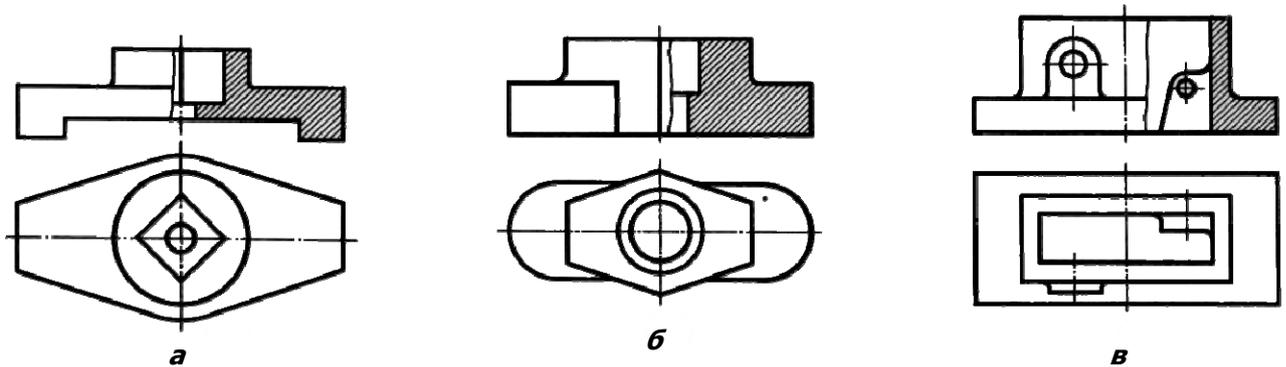


Рис. 160 Поєднання частини вигляду з частиною розрізу

Якщо з віссю симетрії збігається проекція будь-якої лінії, наприклад ребра, то вигляд від розрізу відокремлюється суцільною хвилястою лінією, яка проводиться ліворуч (рис. 160,а) або праворуч (рис. 160,б) від осі симетрії.

Якщо елемент поверхні предмета, що збігається з віссю симетрії, розміщений в отворі, на кресленні показують більш як половину розрізу (рис. 161,а). Якщо такий елемент перебуває зовні, то показують більш як половину вигляду (рис. 161,б).

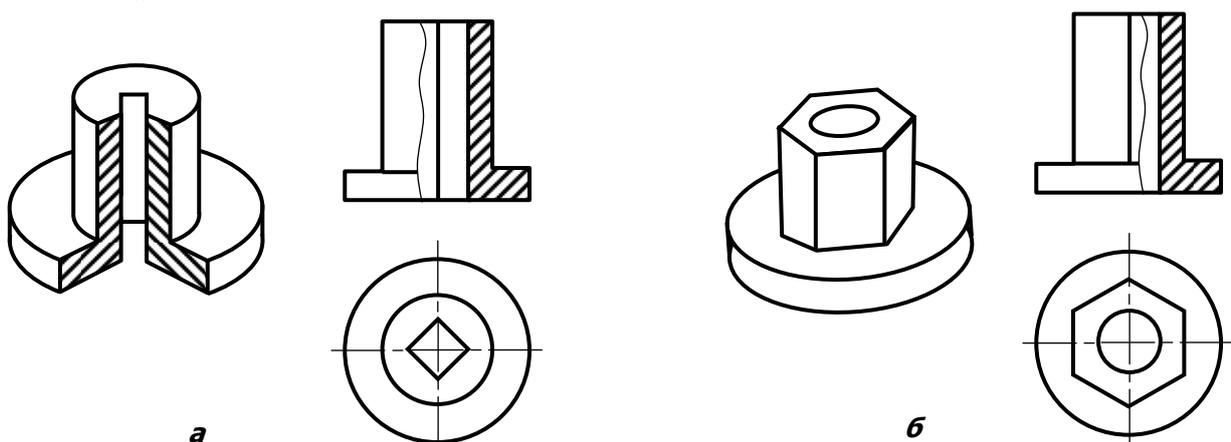


Рис. 161 Поєднання частини вигляду з частиною розрізу для симетричних зображень

При нанесенні розмірів розмірні лінії, що стосуються елемента внутрішньої частини предмета (наприклад, отвору), проводять трохи далі від осі та обмежують стрілкою тільки з одного боку (рис. 162). Розмір зазначають повний.

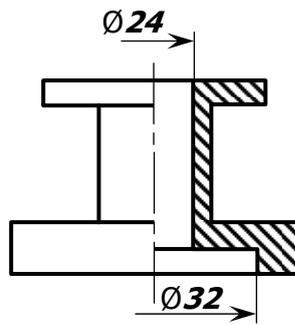


Рис. 162 Нанесення розмірів внутрішньої частини предмета

Доцільно розміри зовнішніх частин предмета наносити з боку вигляду, а внутрішніх – з боку розрізу.

6.7. Виносні елементи

Виносний елемент – це додаткове, переважно збільшене зображення частини предмета, призначене для з'ясування його форми, розмірів, шорсткості поверхні та інших даних.

Виносний елемент може мати подробиці, не показані на відповідному зображенні (рис. 163, а, б), і може відрізнятися від нього змістом (наприклад, зображення є виглядом, а виносний елемент – розрізом) (рис. 163, в).

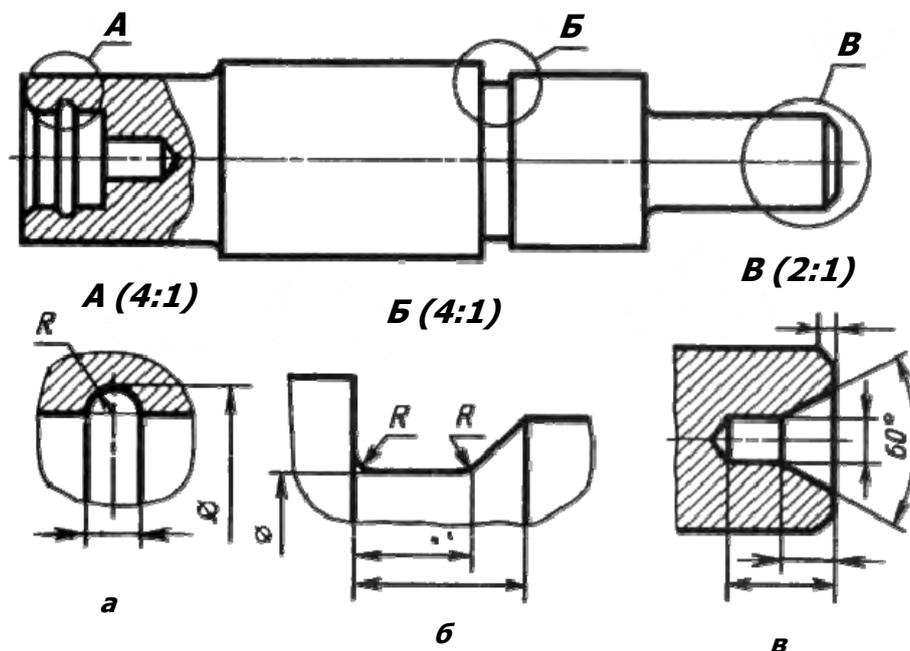


Рис. 163 Виносні елементи

Виносний елемент треба розміщувати якомога ближче до відповідного місця на зображенні.

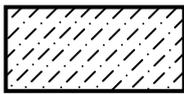
Застосовуючи **виносний елемент**, відповідне місце на вигляді, розрізі чи перерізі предмета **обводять замкненою суцільною тонкою лінією** – колом,

овалом тощо. Від цієї лінії проводять тонку **лінію-виноску з поличкою**, на якій **літерою** позначають виносний елемент і **масштаб** зображення.

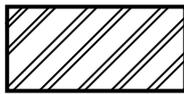


Запитання до розділу 6

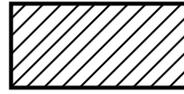
1. Для чого застосовують перерізи на кресленнях?
2. Яке зображення називають перерізом?
3. Які бувають перерізи за їх розміщенням на кресленні?
4. Чим відрізняються між собою винесений і накладений перерізи?
5. Якою лінією вказують положення січної площини на кресленні?
6. Яке зображення називають розрізом?
7. Чим відрізняється розріз від перерізу?
8. Яка частина предмета уявно видаляється під час виконання розрізу?
9. Чим відрізняються між собою фронтальний, профільний і горизонтальний розрізи?
10. Використовуючи умовні графічні позначення зображені на рисунку назвіть матеріали.



a



б

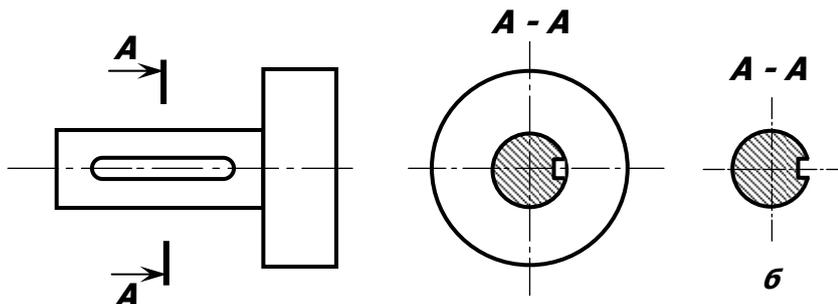


в



г

11. Для чого на кресленнях застосовують складні розрізи?
12. Залежно від чого складні розрізи поділяють на ступінчасті та ламані?
13. Який розріз називають простим?
14. На яких розрізах не роблять позначень?
15. Яке із зображень поданих на рисунку, являє собою переріз, а яке розріз?



16. Що називають компонованням креслення?
17. Для чого на кресленнях застосовують умовності та спрощення?
18. Який елемент називається виносним?
19. Яким вимогам повинне відповідати головне зображення на кресленні?
20. Який розріз називають ступінчастим? Який – ламаним?



Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 6.

Розділ 7. Аксонометричні проєкції. Технічний рисунок

7.1. Утворення аксонометричних проєкцій

Для зображення на площині будь-якого предмета використовують:

- звичайний малюнок (рис. 164,а);
- спосіб перспективного зображення, заснований на методі центрального проєціювання (рис.164,б);
- креслення в ортогональних проєкціях (рис. 164,в);
- аксонометричні проєкції (рис. 164,г).

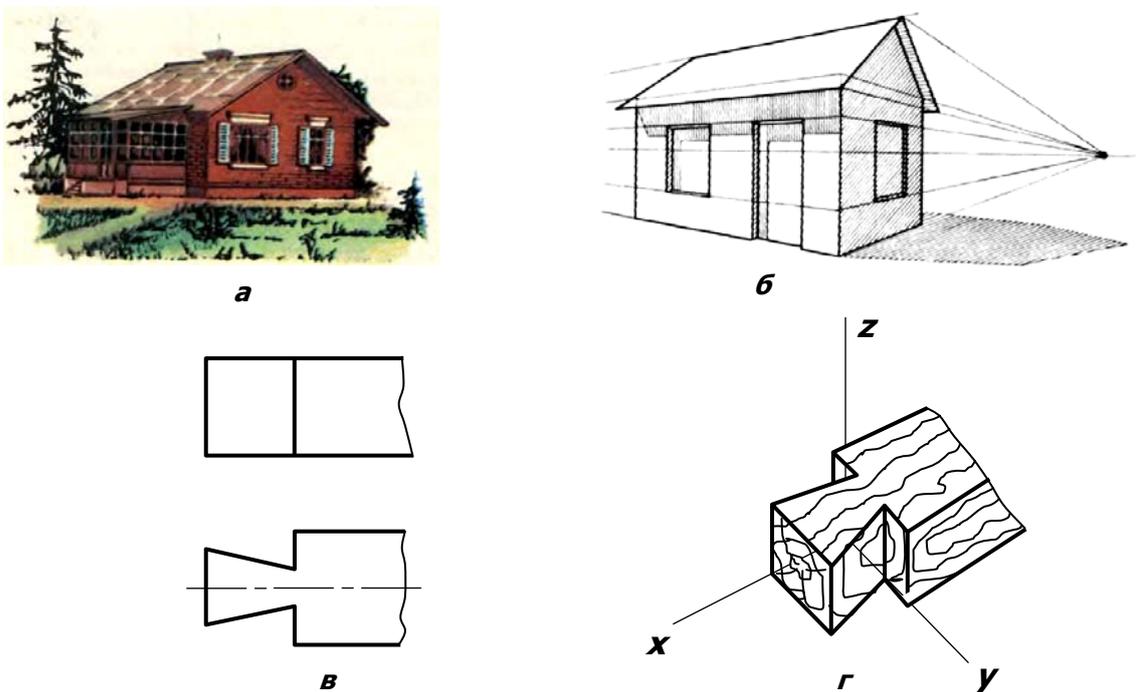


Рис. 164 Види зображень предмета на площині

Відомо, що зображення видимих сторін предмета на кресленні – вигляди утворюються послідовним проєціюванням предмета на площини проєкцій. Але отримане у такий спосіб зображення дає уявлення про форму предмета тільки з одного боку. Щоб створити уявлення про форму предмета в цілому, потрібно проаналізувати і порівняти між собою окремі вигляди. Створення цілісного уявлення про предмет за його виглядами на кресленні – завдання досить складне.

Предмет можна спроеціювати на площину проєкцій і так, щоб на утвореному зображенні було видно декілька його сторін (рис. 164,г). Утворене таким чином зображення називають **наочним**. За ним уявити форму предмета легше, ніж за окремими виглядами.

Щоб одержати наочне зображення, предмет певним чином розміщують відносно координатних осей x , y і z та разом із ними проєціюють його на довільну площину – **площину аксонометричних проєкцій** (рис. 165).

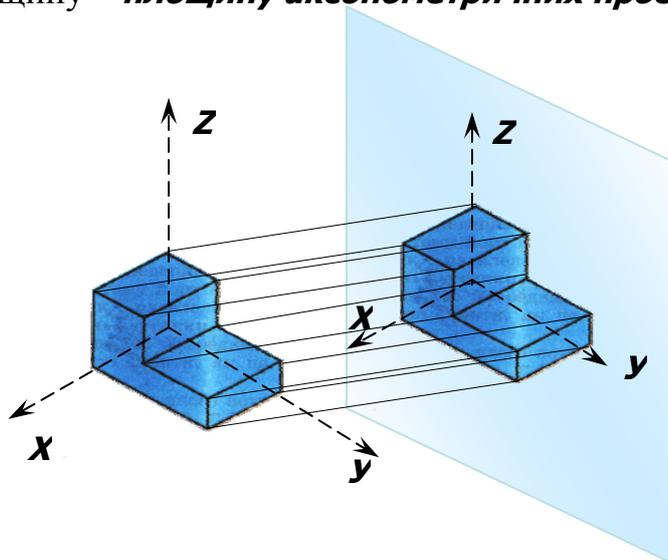


Рис. 165 Утворення аксонометричної проєкції предмета

Проекції координатних осей називають **аксонометричними осями**.

Зображення предмета на площині називають **аксонометричною проєкцією**.

Аксонометричною проєкцією називається зображення предмета разом із координатними осями на площині, отримане паралельним проєціюванням, напрям якого не збігається з напрямом координатних осей, що орієнтують спроектований предмет.

Аксонометричні проєкції мають властивості паралельних проєкцій:

- якщо прямі лінії паралельні між собою у просторі, то паралельні і їх проєкції на аксонометричних зображеннях;
- довжина паралельних відрізків прямих однаково змінюється у процесі проєціювання (якщо у просторі відрізки однакові, то й на аксонометричному зображенні ці відрізки також однакові).

7.2. Види аксонометричних проєкцій

Залежно від положення координатних осей, а значить і самого предмета, відносно площини аксонометричних проєкцій утворюються різні аксонометричні проєкції.

Існує безліч аксонометричних проєкцій, але кожна з них відрізняється певним розташуванням аксонометричних осей і відповідними коефіцієнтами спотворення.

Коефіцієнти спотворення – числа, що показують, у якому відношенні змінюються довжини відрізків, паралельних координатним осям в ортогональних проекціях, при проектуванні їх на аксонометричну площину.

Аксонометричні проекції можуть бути **прямокутними**, якщо отримані проєціюванням, напрям якого перпендикулярний до аксонометричної площини проекцій, і **косокутними** при напрямі проєціювання, не перпендикулярному до аксонометричної площини.

Косокутне проєціювання

Предмет розміщують так, щоб його передня і задня сторони, а також осі **X** і **Z**, з якими він суміщений, були паралельними площині аксонометричних проєкцій. Проєціювання здійснюють паралельними променями під гострим кутом (меншим за 90°) до площини аксонометричних проєкцій (рис. 166).

На одержаній аксонометричній проєкції передня сторона предмета зображується в натуральну величину, а ліва і верхня будуть дещо спотвореними. Утворену аксонометричну проєкцію називають **фронтальною диметричною проєкцією**.

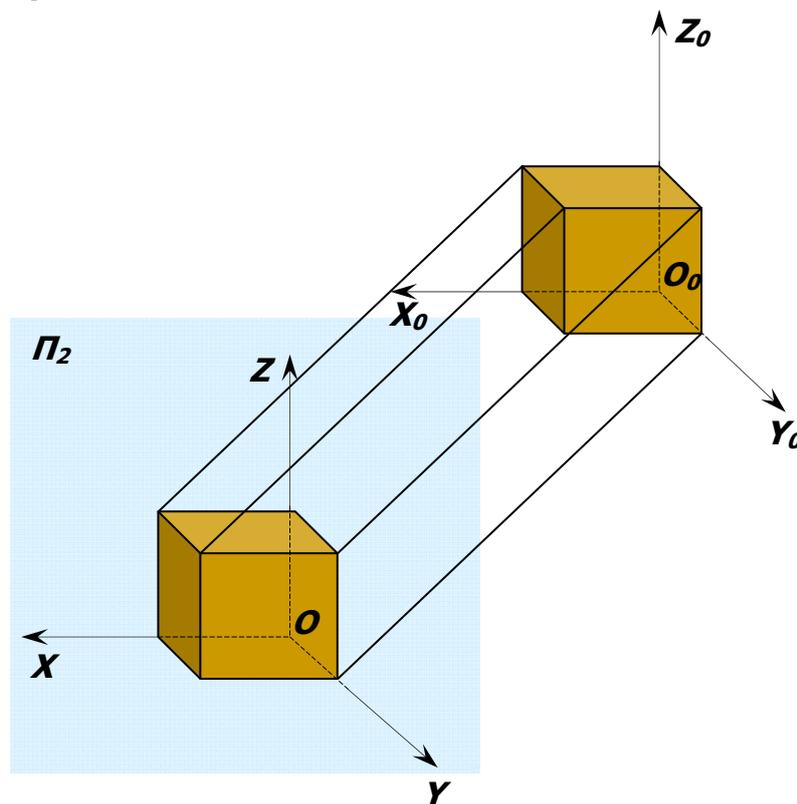


Рис. 166 Утворення аксонометричної проєкції косокутним проєціюванням

Прямокутне проєціювання

Предмет розміщують так, щоб три його сторони з осями **X**, **Y** і **Z** були нахилені до площини аксонометричних проєкцій під однаковими кутами. Проєціювання здійснюють паралельними променями, спрямованими перпендикулярно до площини аксонометричних проєкцій. На одержаній

аксонометричній проекції видно три боки предмета, але з деякими спотвореннями (рис. 167). Утворену аксонометричну проекцію називають **ізометричною проекцією**

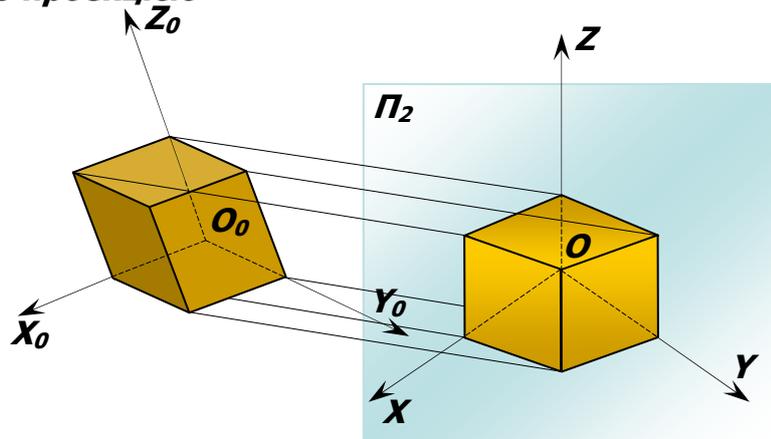


Рис. 167 Утворення аксонометричної проекції прямокутним проєціюванням

ГОСТ 2.317–69 (СТ СЕВ 1979–79) рекомендує застосовувати **два види прямокутних аксонометричних проекцій**: – **ізометричну** і **диметричну** та **три види косокутних аксонометричних проекцій**: – **фронтальну ізометричну**, **горизонтальну ізометричну** і **фронтальну диметричну**.

7.3. Прямокутні аксонометричні проекції. Положення осей. Коефіцієнти спотворення по осях

Прямокутна ізометрична проекція

Розташування ізометричних осей показано на рис. 168,а. Вони розташовані одна відносно іншої під однаковим кутом, що дорівнює 120° .

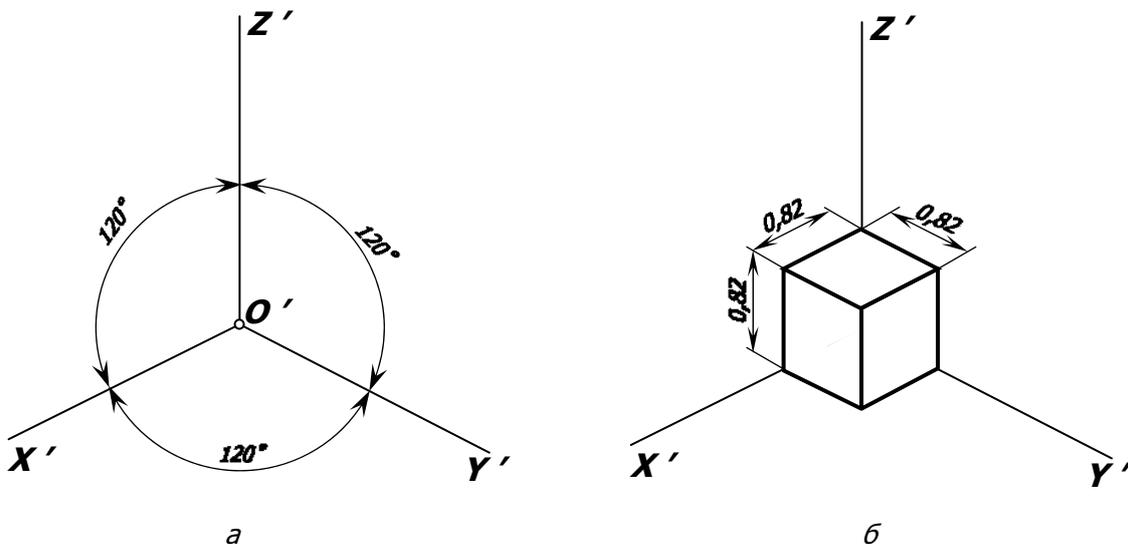


Рис. 168 Осі ізометричної проекції

Для побудови осей ізометрії можна використати такий спосіб (рис.169) на горизонтальній прямій, що проходить через точку O' відкладають в обидва боки від O' п'ять однакових відрізків. З кінцевих точок цих відрізків по вертикалі відкладають по **три** поділки. Сполучивши знайдені точки з точкою O' , отримують аксонометричні осі $O'X'$ і $O'Y'$.

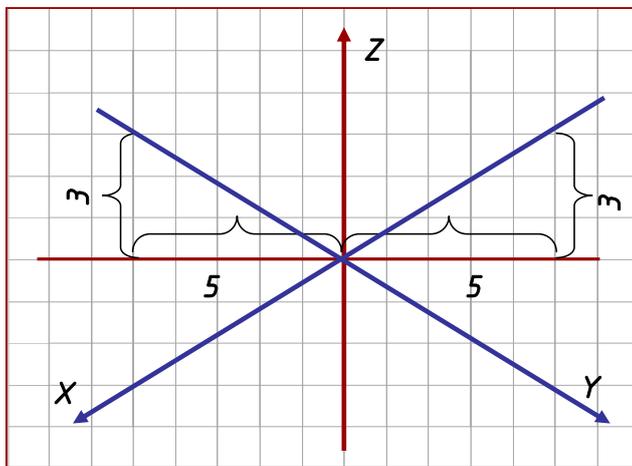


Рис. 169 Побудова осей ізометричної проекції

Коефіцієнти спотворення по осях X' , Y' , Z' дорівнюють 0,82 (рис.168,б).

На практиці коефіцієнти спотворення приймають рівними **одиниці**, що спрощує переклад натуральних координат в ізометричні, полегшує і прискорює процес побудови (рис. 170).

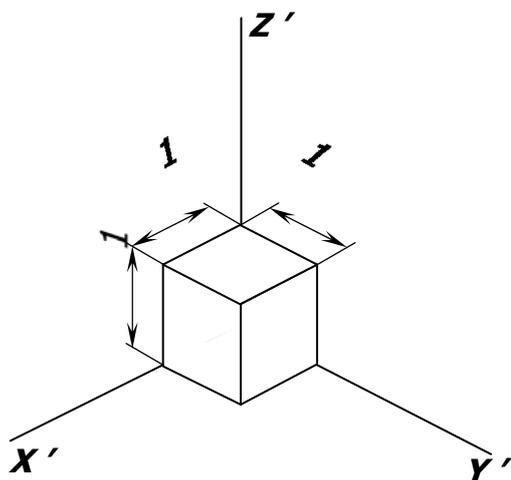


Рис. 170 Прямокутна ізометрична проекція

Прямокутна диметрична проекція

Розташування осей в прямокутній диметрії показано на рис.171,а.

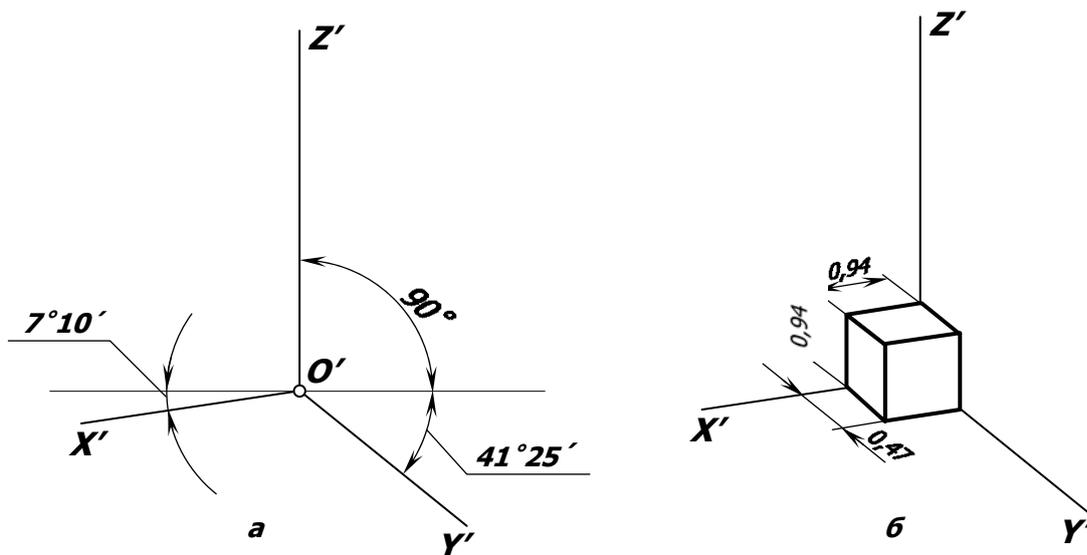


Рис. 171 Осі диметричної проєкції

Для побудови осей диметрії можна використати такий спосіб (рис.172) на горизонтальній прямій, що проходить через точку O' , відкладають в обидва боки від точки O' вісім однакових відрізків. З кінцевих точок цих відрізків по вертикалі відкладають **ліворуч одну** поділку, а **праворуч – сім** таких поділок. Сполучивши знайдені точки з точкою O' , отримують аксонометричні осі $O'X'$ і $O'Y'$.

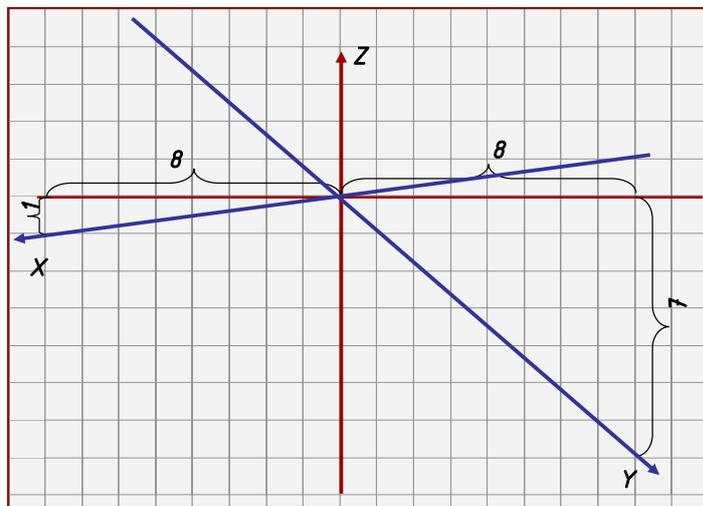


Рис. 172 Побудова осей диметричної проєкції

Коефіцієнт спотворення по осях $X'Z'$ дорівнює **0,94**, а по осі Y' – **0,47** (рис. 171,б).

Для спрощення побудови рекомендується диметричну проєкцію виконувати без спотворення по осях X' і Z' , **застосовуючи коефіцієнт спотворення, що дорівнює одиниці**, а по осі Y' – **коефіцієнт спотворення 0,5** (рис. 173).

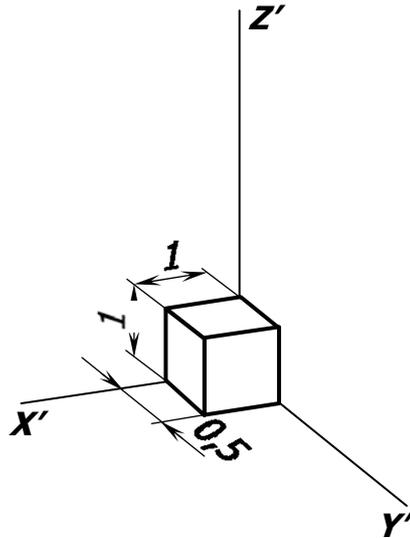


Рис. 173 Прямокутна симетрична проекція

7.4. Побудова ізометричної проекції плоских фігур

Відомо, що проекції предмета обмежені лініями, а кожна лінія складається з точок, тому побудову аксонометричних проекцій починають із точок.

Якщо задані ортогональні проекції точок **A** і **B** (рис. 174), то відомі їх координати **x**, **y**, та **z**.

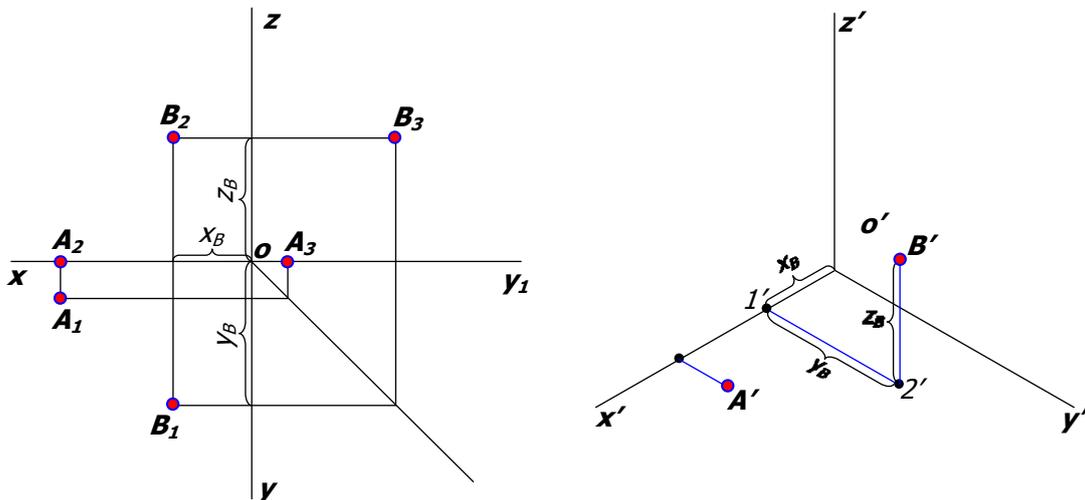


Рис. 174 Побудова ізометричної проекції точки

Для побудови ізометричної проекції цих точок:

- 1) проводять осі **x**, **y**, **z** під кутом **120°**;
- 2) від початку координат **o'** по осі **x'o'** відкладають відрізок **o'1'**, що дорівнює координаті **x_B** точки **B** (координату **x_B** беремо з комплексного креслення);

- 3) з точки $1'$ проводять пряму, паралельну до осі y' , і на ній відкладають відрізок $1'2'$, що дорівнює координаті y_B точки B ,
- 4) з точки $2'$ проводять пряму, паралельну до осі z' , на якій відкладають відрізок $2'B'$, що дорівнює координаті z_B точки B ,
- 5) отримана точка B' – шукана ізометрична проекція точки B .

Для побудови ізометричної проекції точки A достатньо двох координат x_A і y_A . Третя координата z_A дорівнює нулю, оскільки точка A лежить на горизонтальній площині.

Ізометрія відрізка прямої AB може бути побудована за двома точками – кінцями цього відрізка. Знайшовши за координатами ізометрію цих точок, з'єднаємо їх прямою лінією.

По точках може бути виконана ізометрія будь-якої фігури. При цьому розташування фігур стосовно x', y' і z' може бути різним.

Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксонометричної проекції використовують дві осі залежно від того, якій площині проекції паралельна фігура. Якщо вона паралельна площині проекції Π_1 , використовують осі X і Y , якщо площині Π_2 – осі X та Z , якщо площині Π_3 – осі Y і Z .

Будуючи аксонометричну проекцію квадрата або прямокутника, осі координат доцільно сумістити зі сторонами цих фігур.

На рис. 175 показано побудову в ізометрії **квадрата**, що лежить у горизонтальній Π_1 (рис.175,а), фронтальній Π_2 (рис.175,б) та профільній Π_3 (рис.175,в) площинах проекції.

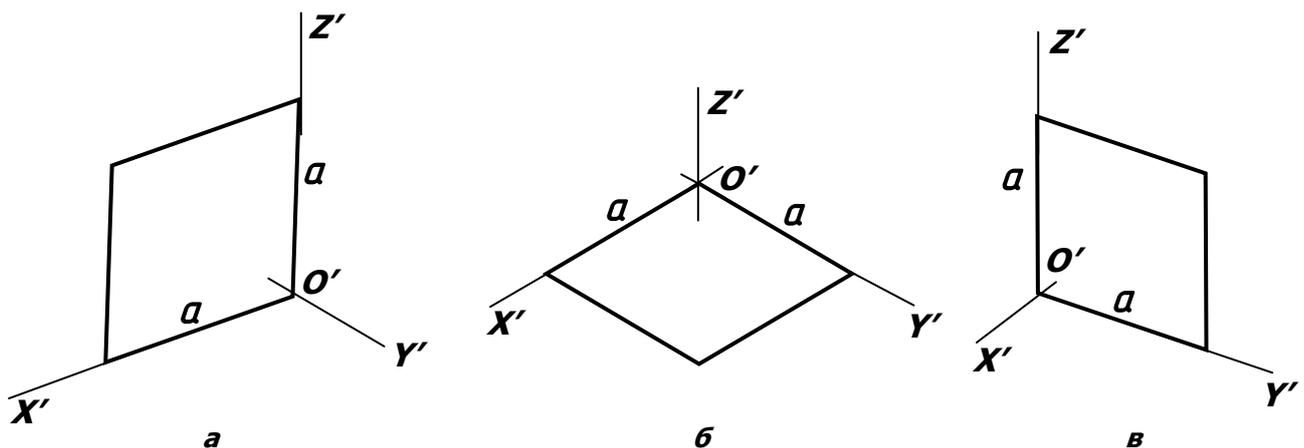


Рис.175 Побудова ізометричної проекції квадрата

Побудову ізометричної проекції правильного **п'ятикутника** показано на рис. 176. Для спрощення побудови розглянемо п'ятикутники, розташовані на площинах проекцій Π_1 , Π_2 і Π_3 . Тоді одна з координат вершин п'ятикутника

буде дорівнювати нулю й ізометрію кожної вершини можна будувати за двома координатами подібно до побудови точки **A**.

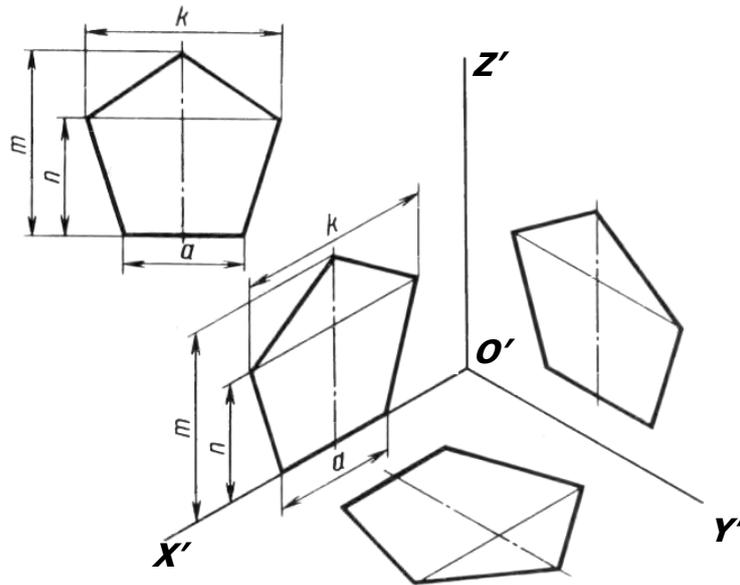


Рис.176 Побудова ізометричної проєкції п'ятикутника

На рис.177 побудовано в ізометрії **правильний шестикутник**, розташований у горизонтальній площині проєкцій Π_1 . Послідовність побудов така:

- побудувати осі $O'X'$ і $O'Y'$;
- відкласти по осі $O'X'$ ліворуч і праворуч від точки O' відрізки $O'A' = OA$ та $O'D' = OD$;
- відкласти по осі $O'Y'$ ліворуч і праворуч відрізки $O'1' = O1$ і $O'2' = O2$;
- через знайдені точки $1'$ і $2'$ провести прямі, паралельні осі $O'X'$, і на них в обох напрямках від точки $1'$ і $2'$ відкласти половину довжини сторони шестикутника;
- сполучити прямими побудовані вершини шестикутника й отримати його ізометричну проєкцію $A'B'C'D'E'F'$.

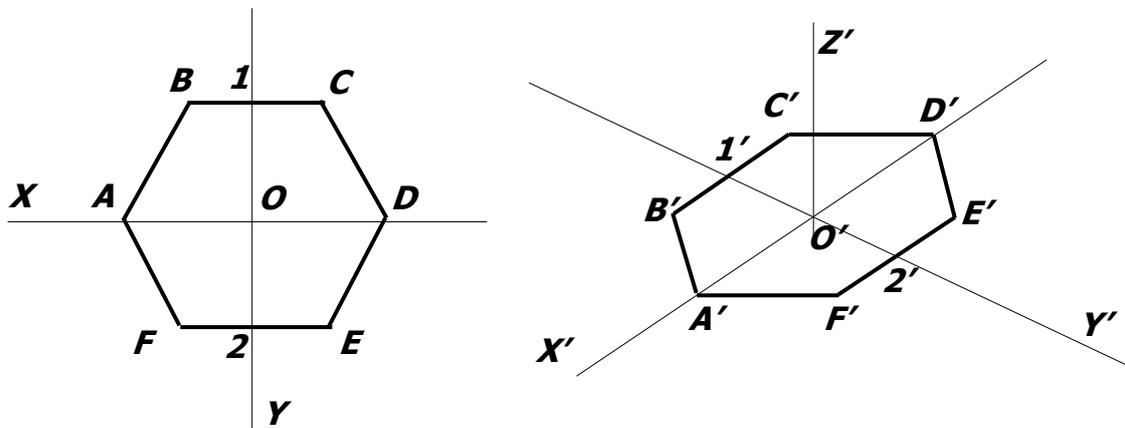


Рис.177 Побудова ізометричної проєкції правильного шестикутника

Слід звернути увагу на те, що в ізометрії, як і на комплексному кресленні, протилежні сторони шестикутника мають бути паралельні між собою.

7.5. Побудова диметричної проекції плоских фігур

Усі відрізки прямих ліній предмета, які були паралельні осям X , Y і Z на комплексному кресленні, залишаються паралельними відповідним осям і в диметричній проекції. Довжини відрізків прямих, у напрямку осей X і Z відкладають без спотворення, а по осі Y із скороченням вдвічі. На рис. 178 показано, як змінюється зображення фігури у диметричній проекції в залежно від того, на якій з площин проекцій розташована фігура.

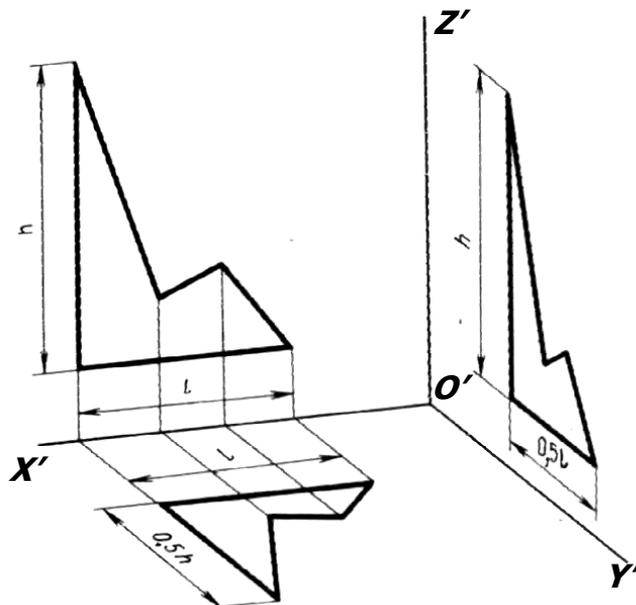


Рис.178 Диметрична проекція фігури

На рис. 179 побудовано квадрат зі стороною a , що лежить у горизонтальній Π_1 (рис. 179,а), фронтальній Π_2 (рис. 179,б) та профільній Π_3 (рис. 179,в) площинах проекцій. Послідовність побудови така ж, як і в ізометрії, лише по осі $O'Y'$ відкладають половину справжнього розміру сторони квадрата, тобто $a/2$.

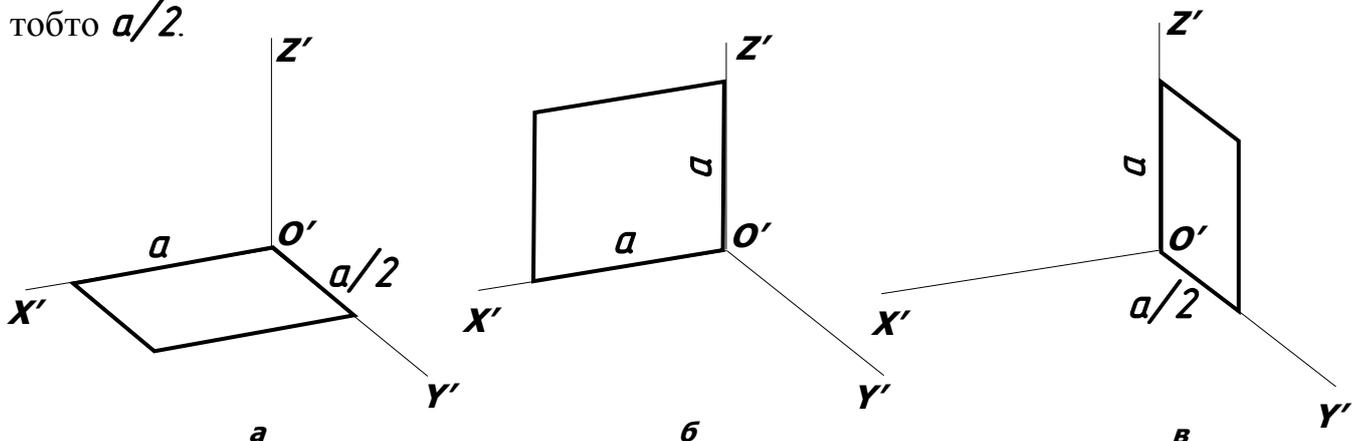


Рис.179 Побудова диметричної проекції квадрата

7.6. Аксонометричні проєкції об'ємних предметів.

Прямокутні ізометричні проєкції тіла, обмеженого площинами, наприклад правильної шестигранної призми (рис. 179), виконують у такій послідовності:

- 1) провести аксонометричні осі X', Y' і Z' ;
- 2) побудувати основу призми. Якщо основа призми – правильний багатокутник (шестикутник), то побудову вершин основи за координатами можна спростити, проводячи одну з осей координат через центр основи. На рис. 180 осі X', Y' і Z' проведені через центри правильних шестикутників;
- 3) з вершин шестикутника основи провести прямі, паралельні осям X', Y' або Z' (для кожної призми, що розглядається).
- 4) на цих прямих від вершин основи відкласти висоту призми й отримати ізометрію шести точок 1 – 6 вершин другої основи призми;
- 5) з'єднати точки 1 – 6 й отримати ізометричну проєкцію призми.

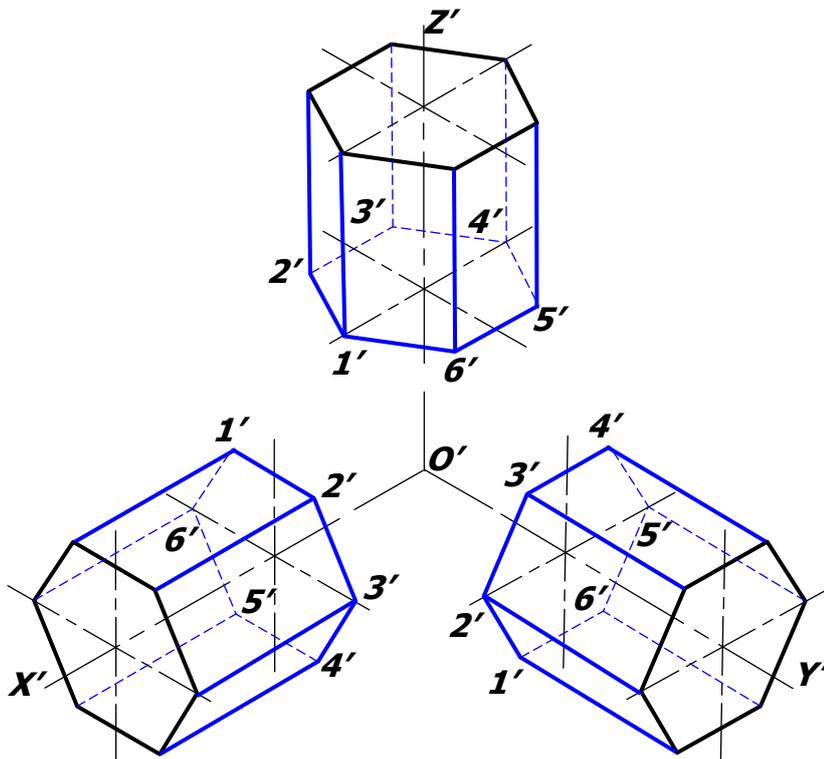


Рис.180 Побудова ізометричної проєкції правильної шестигранної призми

Ізометрію правильної піраміди виконують у тій же послідовності, спочатку будують основу і висоту, а потім проводять ребра.

Побудову ізометрії неправильної п'ятигранної піраміди за комплексним кресленням (рис. 181) виконують у такій послідовності:

- 1) визначити координати всіх точок основи;

- 2) за двома координатами x і y побудувати ізометрію п'яти точок – вершин основи піраміди (наприклад, ізометрія точки A будується таким чином: по осі x' від початку координат відкласти координату $X_A=A_2D_2$; від її кінця провести пряму, паралельну осі y' , на якій відкласти другу координату цієї точки $Y_A=A_2A_1$);
- 3) побудувати висоту піраміди й отримати точку S' – вершину піраміди;
- 4) з'єднати точки $A'B'C'D'E'$ з точкою S' і отримати ізометрію піраміди.

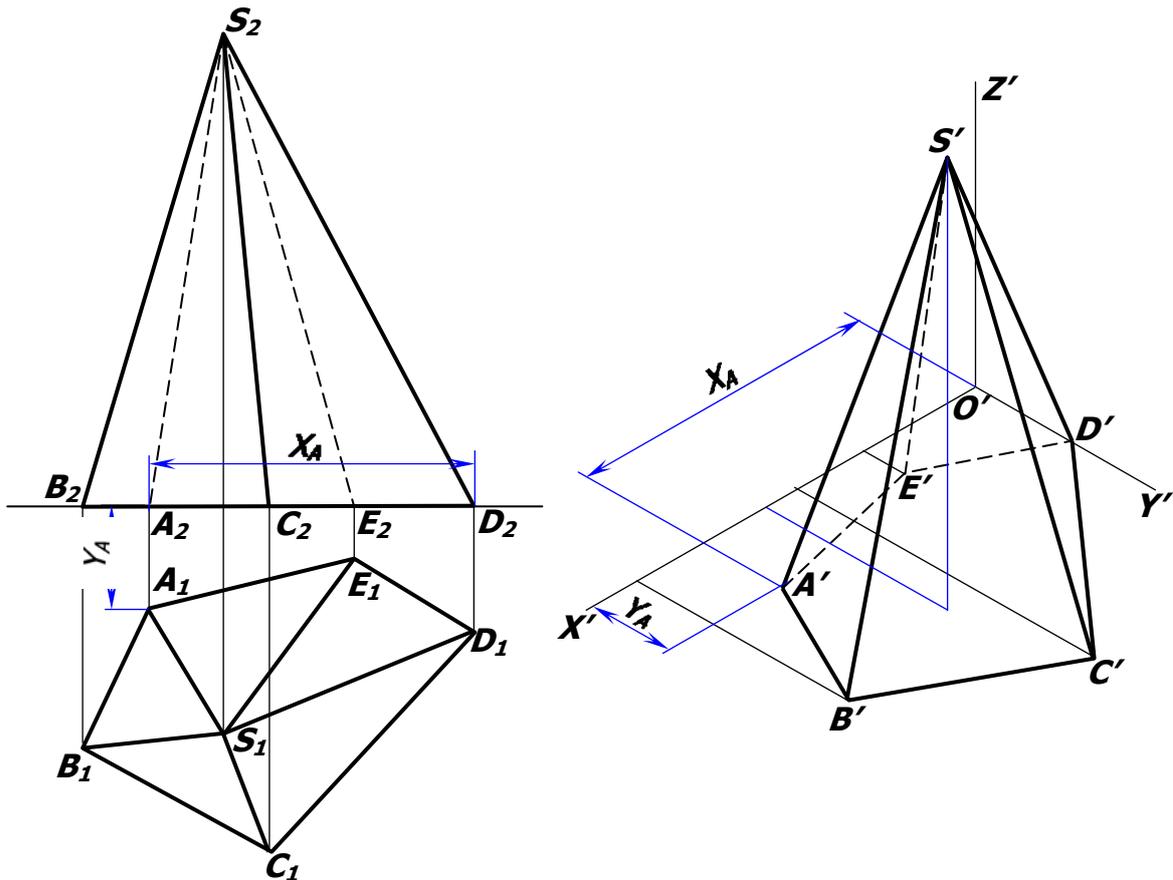


Рис.181 Побудова ізометричної проекції піраміди

7.7. Аксонометричні проекції кіл

Кола на контурах зображень круглих частин предмета мають спотворений вигляд: вони набувають форми еліпсів. Величина спотворення кіл на аксонометричних зображеннях визначається видом аксонометрії і положенням у просторі площини кола – чи є вона фронтальною, горизонтальною або профільною (рис. 182).

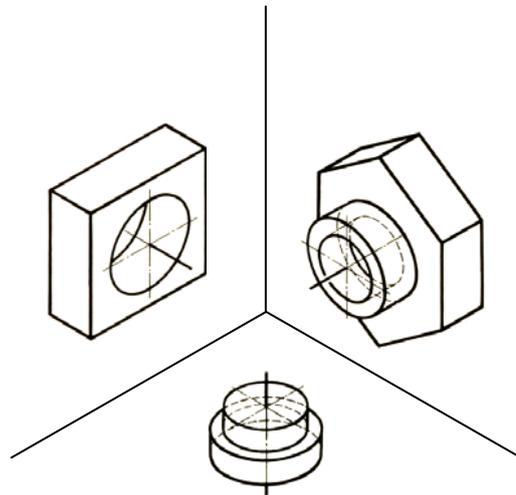


Рис.182 Зображення кіл на аксонометричних проекціях

Ізометрична проекція кола

Якщо побудувати ізометричну проекцію куба із вписаними в його грані зображеннями кіл діаметра D , то квадратні грані куба будуть зображуватися у вигляді ромбів, а кола – у вигляді еліпсів (рис. 183).

Треба запам'ятати, що мала вісь CD кожного еліпса завжди повинна бути перпендикулярна до великої осі AB .

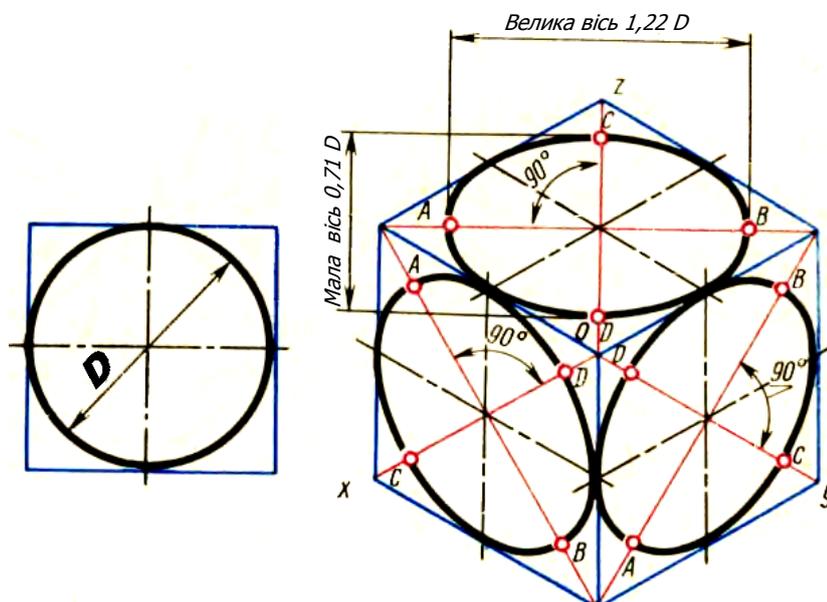


Рис.183 Зображення в ізометричній проекції кіл, вписаних у грані куба

Якщо коло розташоване у площині, паралельній до горизонтальної площини Π_1 , то велика вісь AB має бути горизонтальною. А мала вісь CD – вертикальною.

Якщо коло розташоване у площині, паралельній до профільної площини Π_3 , то велика вісь еліпса AB має бути проведена під кутом 90° до осі x .

Якщо коло розташоване у площині, паралельній до фронтальної площини Π_2 , то велика вісь еліпса AB має бути проведена під кутом 90° до осі y .

У всіх випадках **велика вісь** еліпсів спрямована вздовж **великої діагоналі ромбів**.

При побудові ізометричної проєкції кола довжина великої осі береться рівною **1,22** діаметра **D** зображуваного кола, а довжина малої осі еліпса – **0,71D**.

Щоб спростити побудови, на аксонометриях замість еліпсів креслять простіші, але дуже схожі на них овали.

Послідовність побудови овалу:

- 1) через точку **O** провести осі **X** та **Y** (рис. 184);
- 2) відкласти від точки **O** в чотирьох напрямках відрізки, що дорівнюють радіусу кола;
- 3) через одержані точки та паралельно до осей провести прямі, які утворюють ромб;
- 4) з точок **A** і **B** (вершин тупого кута) між точками **a** та **b**, **c** і **d** провести дві великі дуги овалу радіусом **R = Ad, Ac, Ba, Bb**;
- 5) з'єднати відрізками прямих точки **B** і **a**, **B** і **b**. Точки перетину (**C** та **D**) цих відрізків з діагоналлю ромба – центри двох малих дуг овалу;
- 6) з точок **C** і **D** провести спряження великих дуг овалу радіусами **R1 = Ca (Db)**

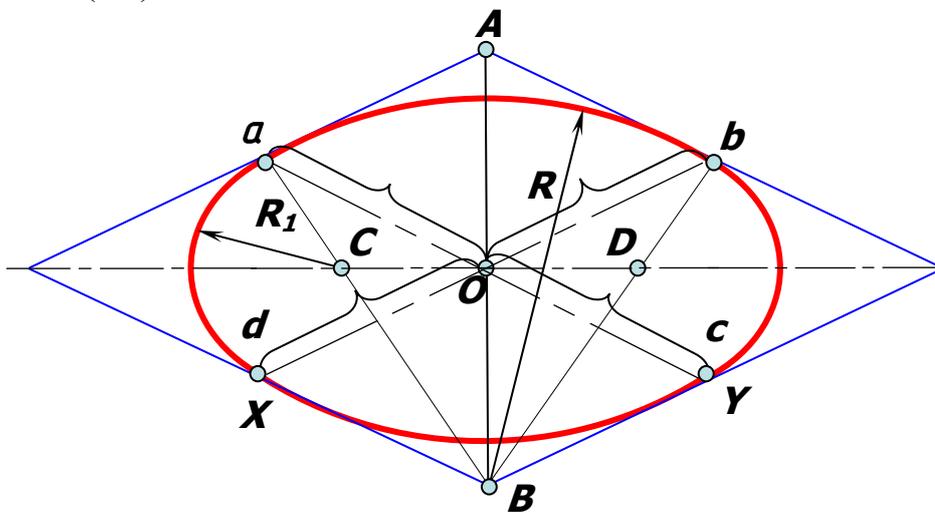


Рис.184 Побудова овалу в горизонтальній площині

Побудова овалу за двома заданими осями

- 1) дано: вісь **AB** – велика вісь овалу; вісь **CD** – мала вісь овалу (рис. 185);
- 2) з точки **O** провести дугу **R1 = OA** до перетину з віссю **CD** й одержимо точку **A1**;
- 3) провести пряму **AC**;
- 4) з точки **C** провести дугу **R2 = A1C** до перетину з прямою **AC** у точці **A2**;

- 5) поділити відрізок AA_2 навпіл і через його середину встановити перпендикуляр до перетину з великою і малою півсями у точках O_1 і O_3 . O_1 і O_3 – центри дуг;
- 6) знайти точки O_2 і O_4 – центри дуг, що лежать симетрично на лініях великої і малої осей відносно центра овалу O ,
- 7) провести прямі O_3O_2 , O_4O_1 й O_4O_2 ;
- 8) з центрів O_1 і O_2 провести дуги $R_3=O_1A=O_2B$ до перетину в точках E, F, H і N з прямими O_3O_1 , O_3O_2 , O_4O_1 й O_4O_2 ;
- 9) з центрів O_3 і O_4 описати дуги радіусом $R_4=O_3F=O_4E=O_3H=O_4N$.

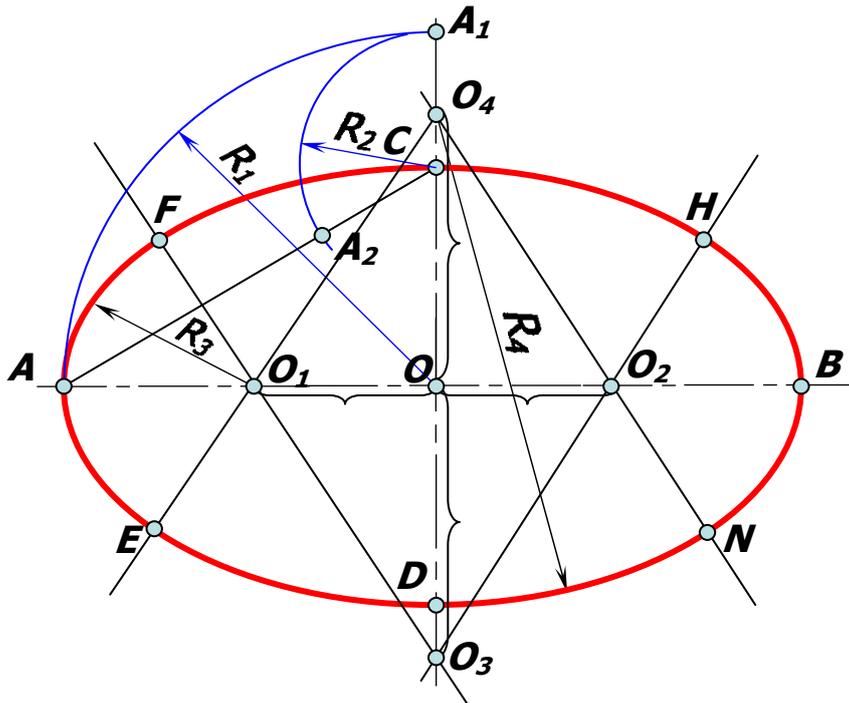


Рис.185 Побудова овалу за двома осями

Диметрична проекція кола

Кола в диметричній проекції зображуються у вигляді еліпсів. Велика вісь еліпсів AB у всіх випадках дорівнює $1,06D$, де D – діаметр кола. Малі осі CD еліпсів, розташованих на площинах, паралельних до профільної та горизонтальної площин, дорівнюють $0,35D$, а на площинах, паралельних до фронтальної площини дорівнюють $0,95D$ (рис. 186).

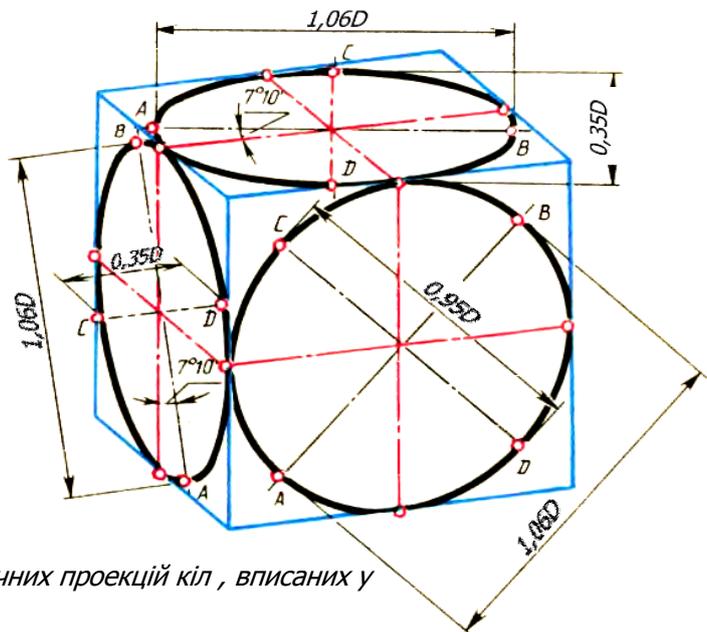


Рис.186 Зображення диметричних проекцій кіл, вписаних у грані куба

У диметричній проекції кола – еліпси замінюють овалами. Побудову овалів можна виконати за двома осями.

7.8. Косокутні проекції

Фронтальна ізометрична проекція

Положення аксонометричних осей наведено на рис. 187,а. Допускається застосовувати фронтальні ізометричні проекції з кутом нахилу осі Y 30° і 60° (рис. 187, б, в)

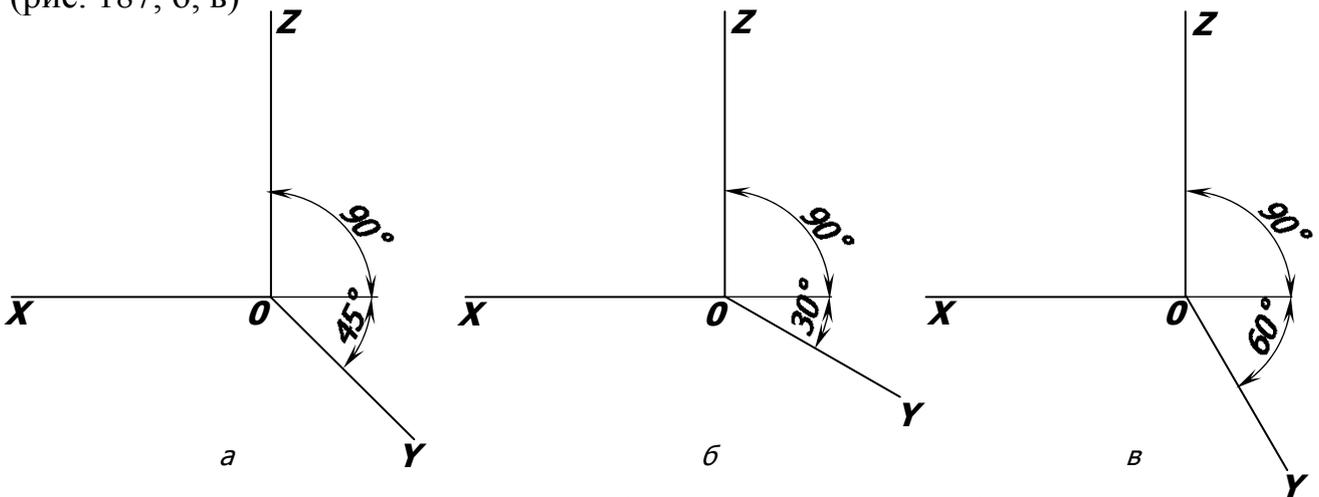


Рис.187 Положення осей у фронтальній ізометричній проекції

Фронтальну ізометричну проекцію виконують без спотворення по осях X, Y, Z .

Кола, що лежать у площинах, паралельних до **фронтальної** площини проєкцій, проєціюються на аксонометричну площину у **коло** тог ж діаметра, а кола, що лежать у площинах, паралельних до **горизонтальної** і **профільної** площин проєціюються в еліпси (рис. 188).

Велика вісь еліпсів дорівнює **1,3**, а мала – **0,54** діаметра кола.

Для побудови еліпсів гострі кути між прямими, що паралельні аксонометричним осям і проходять через центри еліпсів, ділять навпіл, проводячи бісектриси цих кутів.

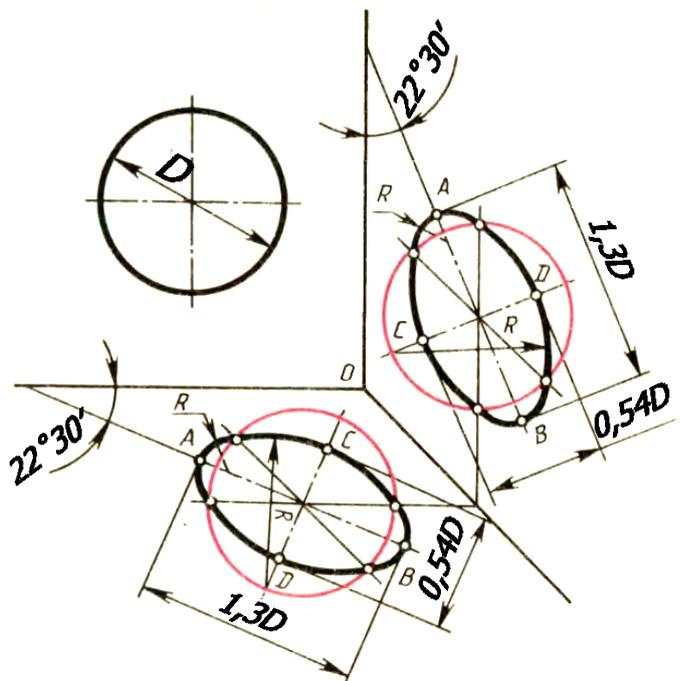


Рис. 188 Побудова кіл у фронтальній ізометричній проекції

Великі осі еліпсів **AB** спрямовані по бісектрисах, малі осі **CD** перпендикулярні великим (рис.188). Для спрощення побудов еліпси замінюють овалами.

Горизонтальна ізометрична проекція

Положення аксонометричних осей наведено на рис. 189,а. Допускається застосовувати горизонтальні ізометричні проекції з кутом нахилу осі у 45° і 60° , зберігаючи кут між осями X і Y 90° (рис. 189, б,в)

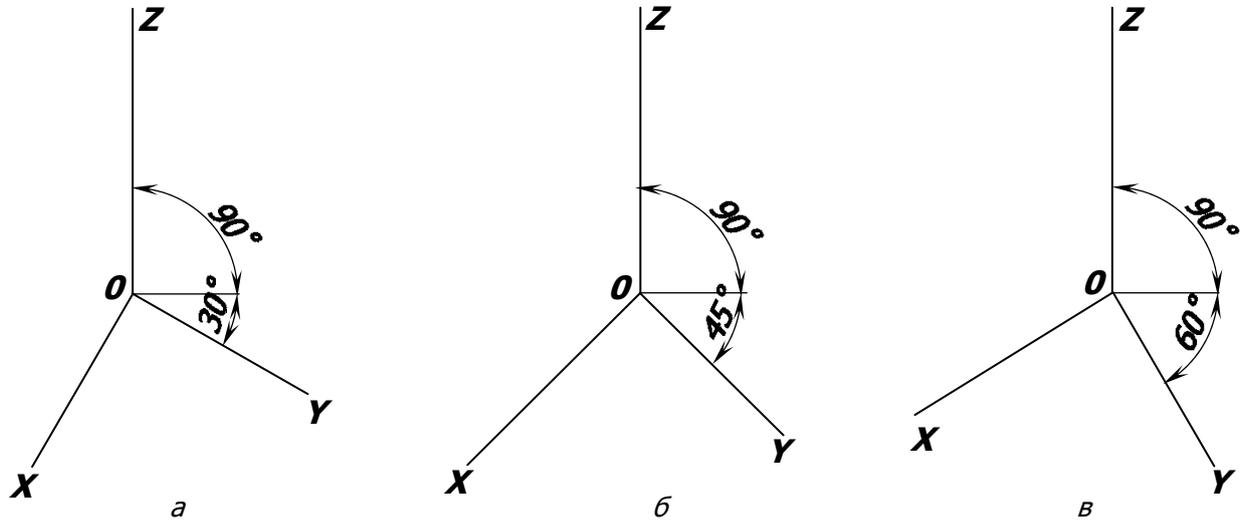


Рис.189 Положення осей у горизонтальній ізометричній проекції

Горизонтальну ізометричну проекцію виконують без спотворення по осях X, Y і Z .

Кола, що лежать у площинах, паралельних до **горизонтальної** площини проєкцій, проєціюються на аксонометричну площину проєкцій у **коло 2** того ж діаметра, а кола, що лежать у площинах, паралельних до **фронтальної** і **профільної** площин проєкцій, – в **еліпси** (рис. 190).

Велика вісь еліпса **1** дорівнює **1,37**, а мала вісь – **0,37** діаметра кола.

Велика вісь еліпса **3** дорівнює **1,22**, а мала вісь – **0,71** діаметра кола.

Для спрощення побудов еліпси заміняють овалами.

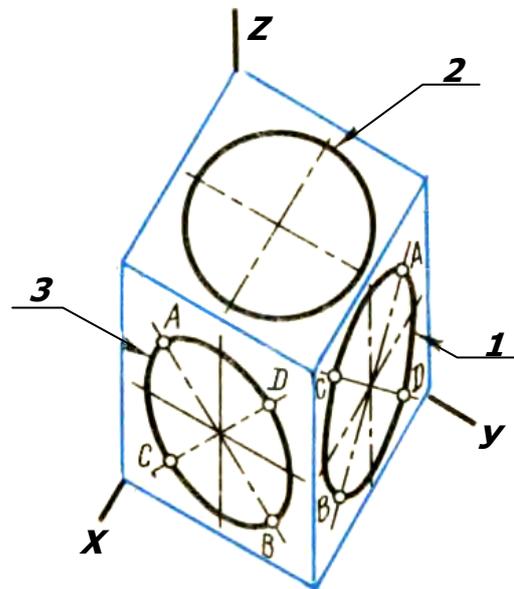


Рис.190 Побудова кіл у горизонтальній ізометричній проекції

Фронтальна диметрична проекція

Положення аксонометричних осей наведено на рис. 191,а. Допускається застосовувати фронтальні диметричні проекції з кутом нахилу осі Y - 30° і 60° (рис. 191, б, в).

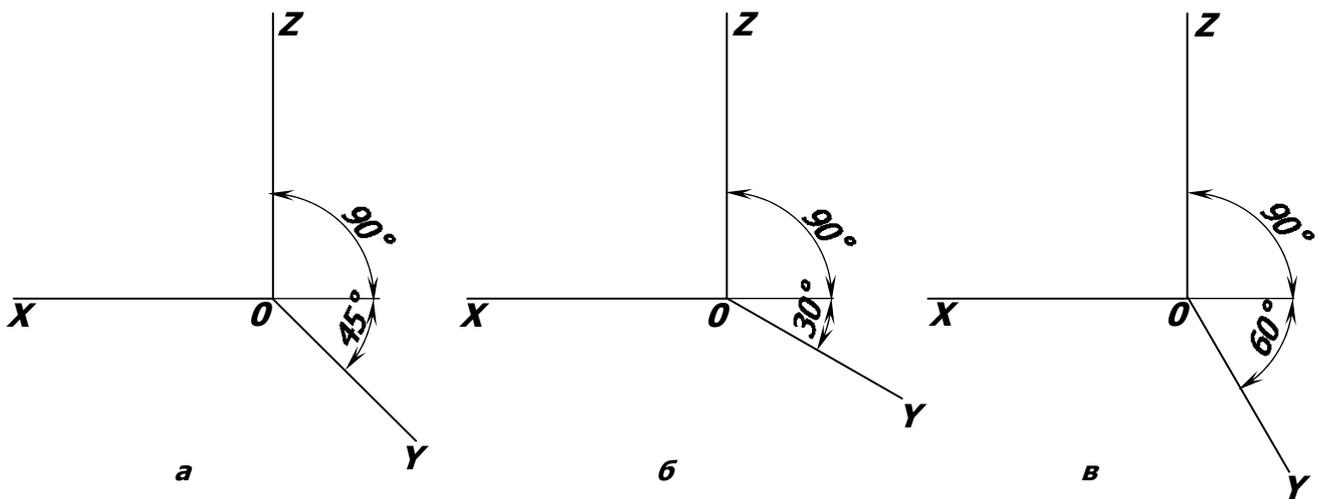


Рис.191 Положення осей у фронтальній диметричній проекції

Коефіцієнт спотворення по осі **Y** дорівнює **0,5**, а по осях **X** і **Z** – **1**.

Кола, що лежать у площинах, паралельних до **фронтальної** площини проєкцій, проєціюються на аксонометричну площину проєкцій у **коло 2** того ж діаметра, а кола, що лежать у площинах, паралельних до **горизонтальної** та **профільної** площин проєкцій, – в **еліпси 1** і **3** (рис. 192).

Велика вісь еліпсів **2** та **3** дорівнює **1,07**, а мала вісь – **0,33** діаметра кола.

Для спрощення побудов еліпси заміняють овалами.

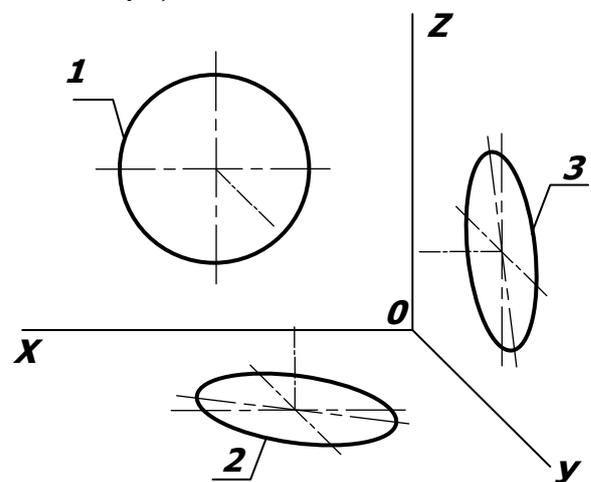


Рис. 192 Побудова кіл у фронтальній диметричній проекції

7.9. Умовності та нанесення розмірів на аксонометричних проєкціях

Лінії штрихування перерізів в аксонометричних проєкціях наносять паралельно до однієї з діагоналей проєкцій квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах і сторони яких паралельні аксонометричним осям (рис. 193).

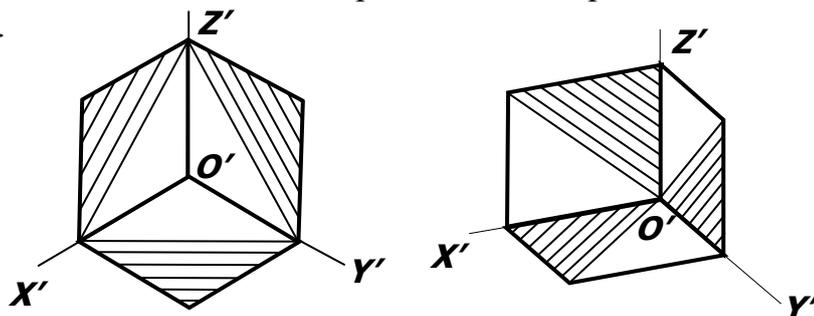


Рис. 193 Нанесення ліній штрихування в аксонометричних проєкціях

При нанесенні розмірів виносні лінії проводять паралельно до аксонометричних осей, розмірні лінії – паралельно відрізку, що вимірюється (рис. 194).

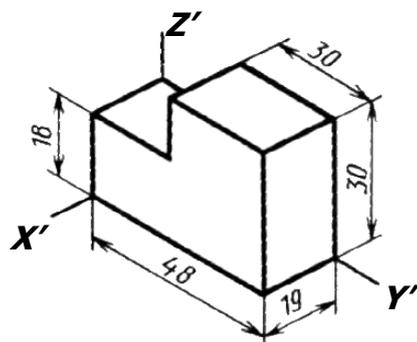


Рис.194 Нанесення розмірів в аксонометричних проекціях

В аксонометричних проекціях спиці маховиків та шківів, ребра жорсткості й подібні елементи штрихують так як показано на рис. 195,а.

Профіль різьби дозволяється зображувати повністю або частково (рис.195,б).

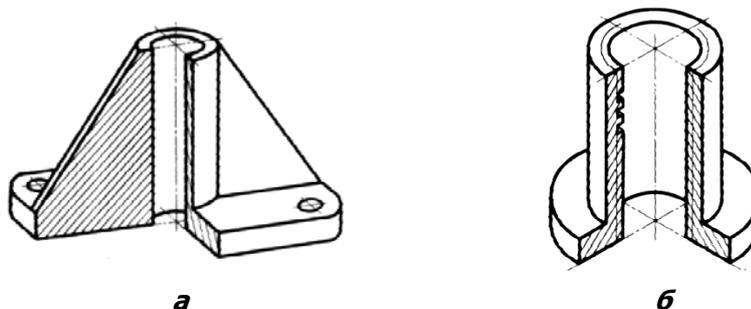


Рис. 195 Штрихування деталей в аксонометричних проекціях

7.10. Технічний рисунок

Технічний рисунок – це аксонометричне зображення предмета, виконане від руки, з додержанням його пропорцій у розмірах на око.

Технічними рисунками користуються тоді, коли потрібно швидко і зрозуміло показати на папері форму предмета.

Під час виконання технічних рисунків додержуються тих самих правил, що й під час побудови аксонометричних проекцій: під тими ж кутами розміщують осі, розміри відкладають уздовж осей або паралельно їм.

Для кращого виявлення об'ємності предмета на технічних рисунках наносять штриховку. При цьому передбачається, що світло падає на предмет зліва зверху. Освітлені поверхні залишаються світлими, а затінені заштриховують, причому штриховка тим густіша, чим темніша поверхня. Затінені сторони штрихуються у вигляді сітки, точок або прямих ліній (рис. 196).

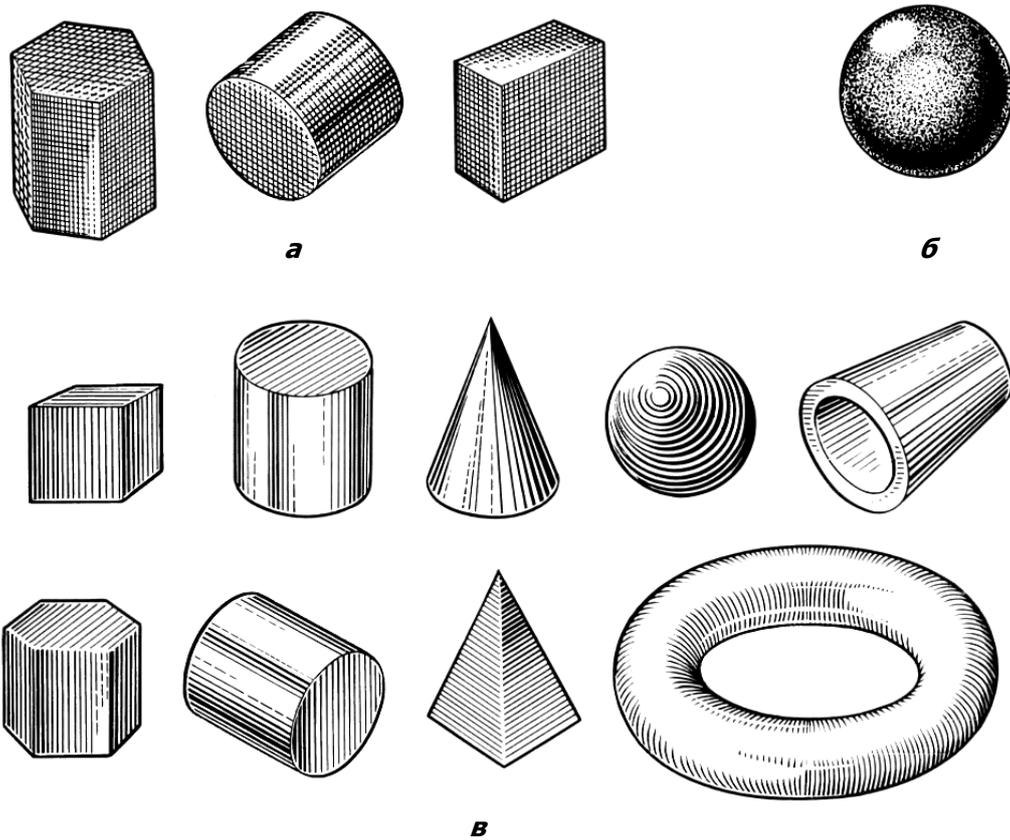


Рис. 196 Нанесення штриховки на технічних рисунках

Для показу внутрішніх обрисів предметів на технічних рисунках застосовують розрізи. Обриси розрізу збігаються з головними осями предмета. Причому лінії розрізу викреслюються як лінії видимого контуру. Найчастіше розрізи виконують із вирізом четвертої частини предмета. Розрізані поверхні предмета штрихують у протилежних напрямках.

Розміри на технічних рисунках не наносять, тому що за ними вироби не виготовляють, а лише застосовують для пояснення форми предмета.

Виконання рисунка моделі або деталі починають із побудови габаритних обрисів, які виконують від руки тонкими лініями (рис. 197,а). Потім модель (деталь) умовно розбивають на окремі геометричні елементи і послідовно їх викреслюють та виконують виріз четвертої частини (якщо потрібно)(рис. 197,б). Після чого виконують штрихування поверхонь деталі (рис. 197,в).

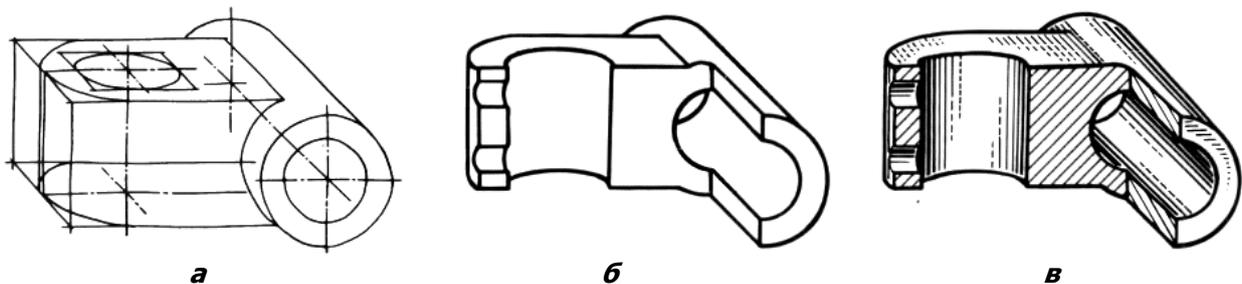
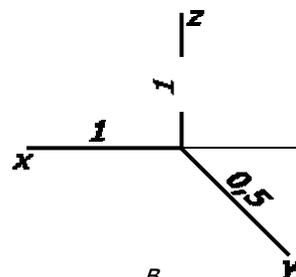
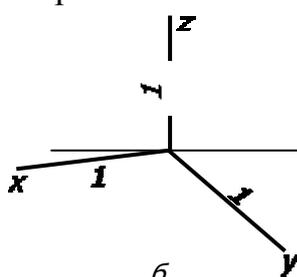
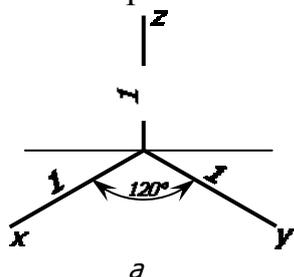
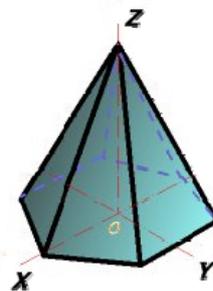


Рис.197 Послідовність виконання технічного рисунка

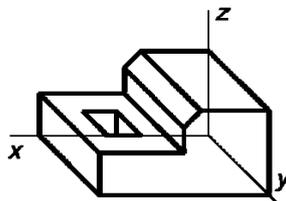


Запитання до розділу VII

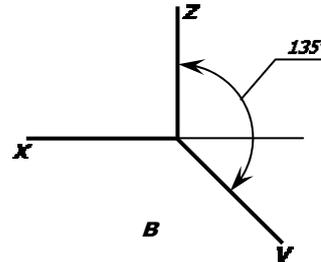
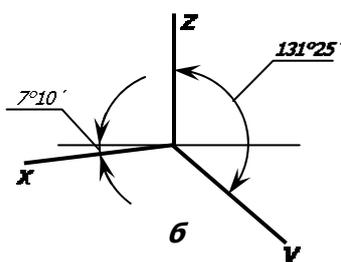
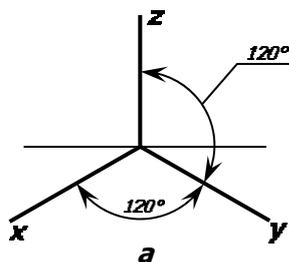
1. Яка проекція називається аксонометричною?
2. Назвіть види аксонометричних проекцій.
3. Яка аксонометрична проекція піраміди зображена на рисунку?
4. Як розташовані координатні осі у прямокутній ізометрії?
5. Які коефіцієнти спотворення для прямокутної диметрії?
6. Як розташовані координатні осі у прямокутній диметрії?
7. Скільки існує видів прямокутних аксонометричних проекцій, а скільки косокутних?
8. Визначте і вкажіть, на якому рисунку правильно позначені коефіцієнти спотворення по аксонометричних осях?



9. При побудові яких аксонометричних проекцій по осі **OY** відкладають половину справжнього розміру предмета?
10. Визначте, у якій аксонометричній проекції зображено деталь?



11. Визначте, осі яких аксонометричних проекцій зображені на рисунку?



12. Чим відрізняється технічний рисунок від аксонометричного зображення?
13. Який рисунок називається технічним?
14. З чого починають виконання технічного рисунка?
15. Яким чином підсилюють враження про об'ємність предмета на технічному рисунку?



Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 7.

Розділ 8. Креслення деталей.

8.1. Деталь та її елементи

Деталь – це виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням та маркою матеріалу без застосування складальних операцій.

Деталі бувають дуже різноманітні: корпус, кришка, важіль, вал, вісь, маховик, втулка, фланець і багато-багато інших.

Складальними операціями не вважаються місцеве зварювання, паяння, склеювання, зшивання тощо, виконані на одній суцільній частині матеріалу (наприклад, деталю слід вважати трубку, спаяну або зварену з листа металу), а також захисні або декоративні покриття.

Класифікація деталей:

○ **залежно від приналежності.**

- взаємопов'язані;
- самостійні.

Взаємопов'язані деталі є складовими частинами інших виробів (наприклад, зубчасте колесо, пружина, гайка, гвинт тощо).

Самостійні деталі не входять до складу інших виробів (наприклад, гайковий ключ, кернер);

○ **за функціонуванням та застосуванням у різних виробках:**

- типові;
- оригінальні.

Типові деталі використовують у виробках найрізноманітнішого призначення (болти, шпильки, гвинти, гайки, шайби, шплінти, шпонки, пружини, зубчасті колеса, вали, осі, деталі підшипників ковзання, муфти тощо).

Оригінальні деталі створюються тільки для певного виробу і, як правило, їх немає в інших виробках.

За **формою** будь-яка **деталь** – це **поєднання поверхонь** геометричних тіл (циліндричних, конічних, сферичних, тороїдальних, призматичних та інших) і **конструктивних елементів**.

Конструктивний елемент – це частина деталі, яка має певне призначення.

До найбільш поширених елементів деталей належать (рис.198):

- **бобишка** – низький циліндричний або конічний виступ, який може бути використаний як опорна поверхня головки болта;
- **буртик** – суцільне кільцеве потовщення на валу (плоскі поверхні буртика називають заплечиками);
- **галтель** – криволінійна поверхня плавного переходу від меншого перерізу вала до більшого;

- **лиска** – плоский зріз на круглій поверхні деталі;
- **проточка** – кільцевий жолобок на валу або в отворі, потрібний, наприклад, для виходу різьбонарізного інструмента чи для інших технологічних цілей;
- **ребро жорсткості** – тонка стінка, найчастіше трикутної форми, для підсилення жорсткості конструкції;
- **торець** – поперечна грань круглого стрижня чи бруска;
- **фаска** – конічний або плоский вузький зріз гострих кромek деталей;
- **шліц** – паз у вигляді прорізу чи канавки на валу або в отворі, а також проріз на головці гвинта під викрутку;
- **шпонкова канавка** – заглиблення на валу або проріз в отворі під шпонку.

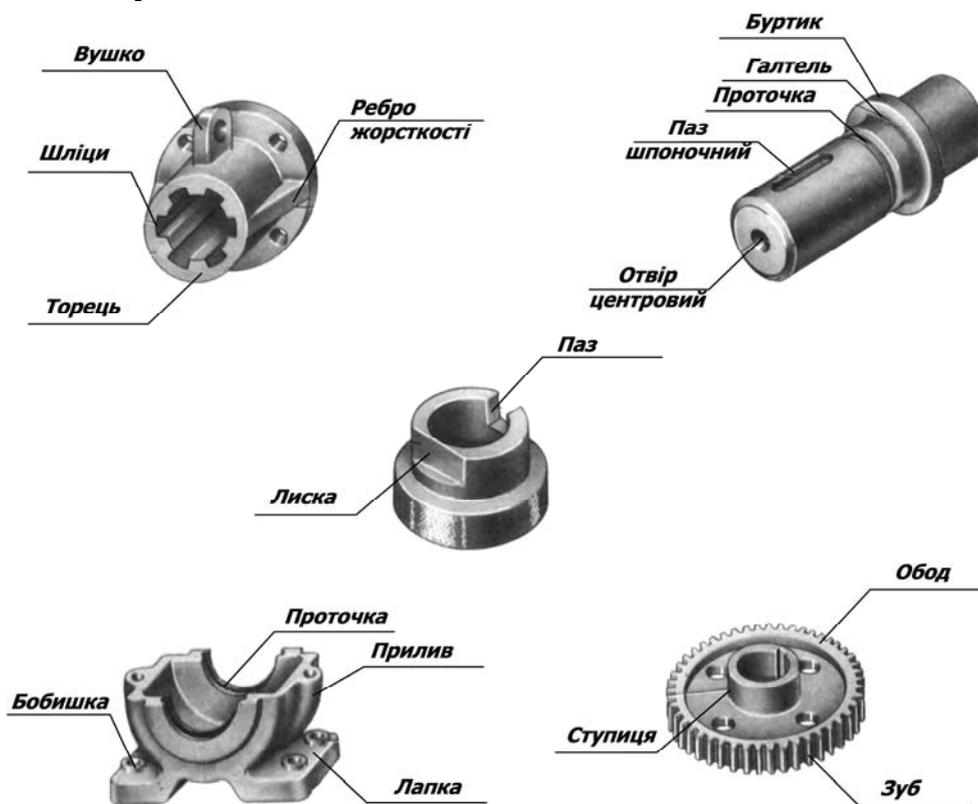


Рис.198 Елементи деталей

8.2. Зміст робочих креслень деталей

Креслення деталі – це графічний документ, що містить зображення деталі та дані, необхідні для її виготовлення і контролю.

Робоче креслення деталі – основний технічний документ, за яким на виробництві виготовляють складові елементи будь-якого виробу.

Робоче креслення має містити:

- мінімальну, але достатню кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів, виносних елементів), які повністю розкривали б форму деталі;
- необхідні розміри з граничними відхиленнями;
- вимоги до шорсткості поверхонь деталі;
- позначення граничних відхилень форми і розміщення поверхонь деталі;
- основні відомості про матеріал деталі та його стан, термічну обробку, покриття, які наносять на деталь перед складанням тощо;
- окремо виділені технічні вимоги.

Основні вимоги до робочих креслень деталей

1. На кожну деталь виконують окреме креслення на аркушах форматів за ГОСТ 2,301-68. Назву виробу в основному написі записують у називному відмінку і в однині. Якщо назва деталі складається з кількох слів, то на першому місці має стояти іменник, наприклад: «Гайка накидна».
2. В основному написі показують умовне позначення матеріалу, яке складається з назви матеріалу, його марки та номера стандарту, наприклад: «Сталь 20 ГОСТ 1050-88», «Ст3 ГОСТ 380-71», «Бр. ОЦС 3-12-5 ГОСТ 6713-79».
3. Якщо за конструктивними або експлуатаційними вимогами деталей треба виготовити із сортового матеріалу певного профілю і розмірів (листової сталі, прокату, стрічки тощо), такий матеріал записують в основному написі за стандартами на відповідний сортамент.
4. Маса деталі проставляють в основному написі в кілограмах, не зазначаючи одиниці вимірювання.
5. Масштаб зображення на робочих кресленнях вибирають за ГОСТ 2.302-68.
6. Робочі креслення у більшості випадків виконують на всі деталі виробу. Допускається не виконувати окремих креслень на такі деталі:
 - виготовлені відрізанням під прямим кутом фасонного або сортового матеріалу;
 - виготовлені різанням по колу або по прямокутному периметру листового матеріалу;
 - нерознімних з'єднань (зварних, паяних та ін.), якщо конструкція деталей проста і не потребує більше трьох-чотирьох розмірів, які проставляються на складальному кресленні. Дані, потрібні для виготовлення і контролю деталей, на які не виконують робочі креслення, показують на складальних кресленнях виробу та в специфікації.
7. На робочих кресленнях застосовують умовні позначення, встановлені відповідними стандартами. Ці позначення пишуть без будь-яких пояснень на кресленні та без посилання на номер стандарту.

8. На робочому кресленні проставляють розміри і позначення шорсткості поверхонь, які деталь має мати перед складанням виробу. Розміри і шорсткість поверхні, що досягаються додатковою обробкою в процесі складання виробу або після нього, показують на складальному кресленні.

8.3. Загальні відомості про різьби

Поширеним елементом багатьох деталей є різьба.

Різьба – поверхня, утворена під час гвинтового руху плоского контуру по циліндричній або конічній поверхні.

Утворюється різьба при гвинтовому переміщенні плоского контура по циліндричній чи конічній поверхні.

Класифікація різьб:

- залежно від форми поверхні, на якій нарізана різьба – **циліндричні** (рис. 199, а) та **конічні** (рис. 199, б) ;



Рис. 199 Форми поверхонь, на яких нарізана різьба

- залежно від розташування різьби на поверхні стрижня або отвору – **зовнішні** (рис. 200, а) та **внутрішні** (рис. 200, б);

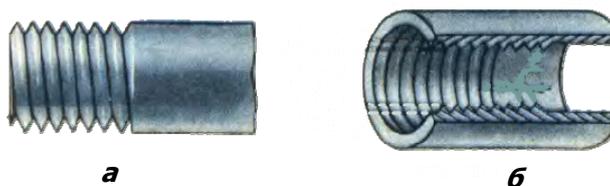


Рис. 200 Розташування різьби на поверхні стрижня

- залежно від форми профілю – **трикутного** (рис.201, а), **прямокутного** (рис. 201, б), **трапецеїдального** (рис. 201, в), **круглого** та інших профілів;

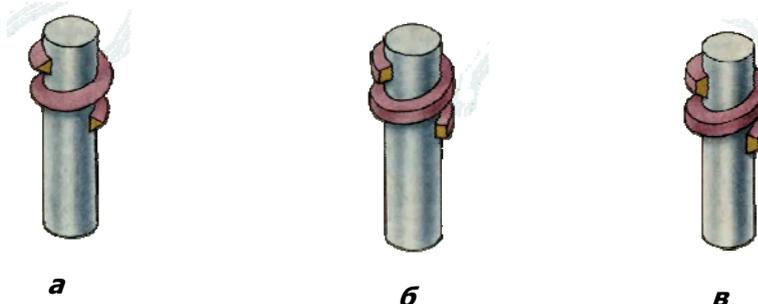
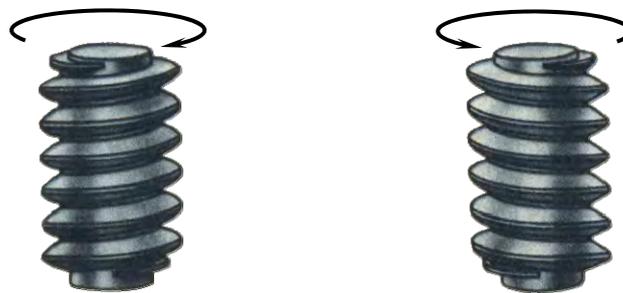


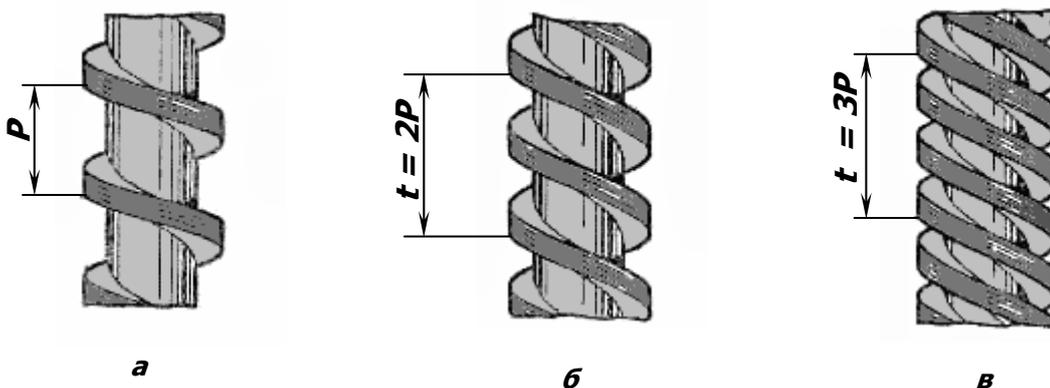
Рис. 201 Форма профілю різей

- залежно від експлуатаційного призначення – **кріпильні, кріпильно-ущільнювальні, ходові, спеціальні** та інші, (кріпильна різь забезпечує повне і надійне нерухоме з'єднання деталей при статичних і динамічних навантаженнях та різних температурних режимах; кріпильно-ущільнювальна різьба має забезпечити герметичність з'єднання при різних температурних режимах; ходова різьба служить для перетворення обертального руху на прямолінійний зі сприйняттям великих зусиль при порівняно малих швидкостях);
- залежно від напрямку гвинтової поверхні – **праві** (рис. 202,а) та **ліві** (рис. 202,б) різьби, (**права** різьба утворена контуром, який обертається за ходом годинникової стрілки і переміщується вздовж осі в напрямку від спостерігача; **ліва** різьба утворена контуром, що обертається проти ходу стрілки годинника і переміщується вздовж осі в напрямку від спостерігача);



а б
Рис. 202 Утворення лівої і правої різьби

- за кількістю заходів різьби поділяють на **однозахідні** (рис. 203,а) та **багатозахідні: дво-** (рис. 203,б). **тризахідні** (рис. 203, в)



а б в
Рис. 203 Утворення одно західної, дво- і тризахідної різьб

Основні параметри різьб:

- **крок різьби (P)** – відстань між сусідніми однойменними бічними сторонами профілю в напрямку, паралельному осі різьби (рис. 203);
- **хід різьби (t)** – відстань між найближчими однойменними бічними сторонами профілю, які належать одній і тій же гвинтовій поверхні, в напрямку, паралельному осі різьби (рис.203).

- **хід різьби** – величина відносного осевого переміщення гвинта (гайки) за один оберт;
- **зовнішній діаметр різьби** (d – для стрижня, D – для отвору) – діаметр уявного циліндра, описаного навколо вершин зовнішньої різьби або западин внутрішньої різьби чи навколо вершини внутрішньої різьби (рис. 203);
- **внутрішній діаметр різьби** (d_1 – для стрижня, D_1 – для отвору) – діаметр уявного циліндра, вписаного у западини зовнішньої різьби або у вершини внутрішньої різьби (рис. 204);
- **середній діаметр різьби** (d_2 – для стрижня, D_2 – для отвору) – діаметр уявного співвісного з різьбою циліндра, який перетинає витки різьби так, що ширина виступу різьби та ширина западини рівні (рис. 204).

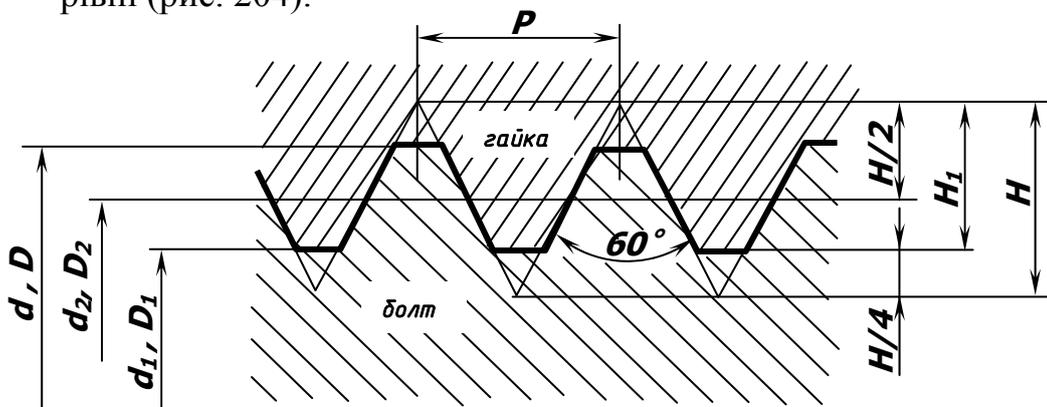


Рис. 204 Основні параметри стандартизованих різьб

8.4. Форма і типи різьб

Метрична різьба – основний тип кріпильної різьби. Профіль різьби визначений ГОСТ 915-81 і є рівностороннім трикутником із кутом профілю 60° (рис. 205).

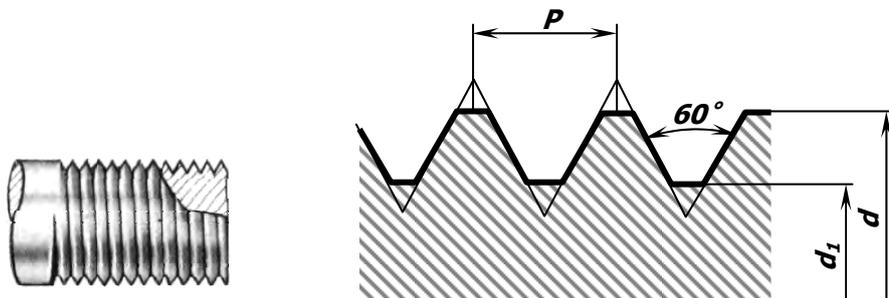


Рис. 205 Зображення і профіль метричної різьби

Основними параметрами метричної різьби є номінальний діаметр (d , D) і крок різьби P . Розміри різьби задаються в міліметрах.

Метричні різьби бувають з **великим** (основним) та **дрібним** кроком. Ці різьби за профілем подібні, але для одних і тих же діаметрів вони мають різні значення кроку. Визначено три ряди діаметрів метричної різьби від 1 до 600 мм. Кожному номінальному розмірові різьби з великим кроком відповідає декілька дрібних кроків.

Різьби з дрібним кроком застосовуються у тонкостінних з'єднаннях для збільшення їх герметичності, для здійснення регулювання у приладах точної механіки й оптики, з метою запобігання самовідгвинчуванню деталей.

Трубна циліндрична різьба. Профілем трубної циліндричної різьби згідно з ГОСТ 6357-81 (рис. 206) є рівнобедрений трикутник з кутом при вершині 55° і заокругленими вершинами та западинами. Профілі зовнішньої та внутрішньої різьби збігаються, що забезпечує герметичність у з'єднаннях цієї різьби. Застосовується переважно в трубопроводах.

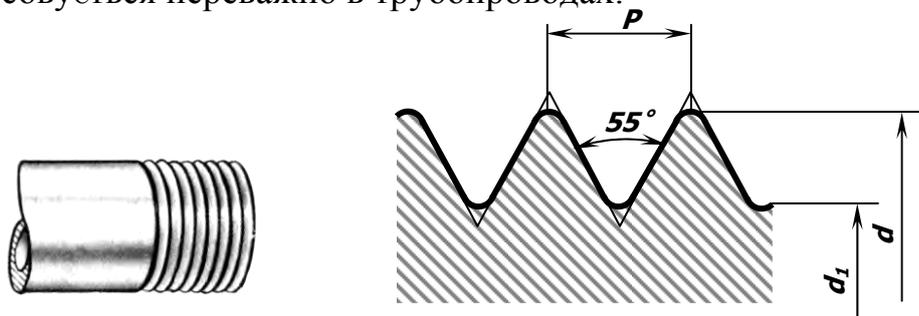


Рис. 206 Зображення і профіль трубної циліндричної різьби

Трубна конічна різьба (ГОСТ 6311-81) – застосовується у з'єднаннях труб при великих тисках і температурі, коли вимагається підвищена герметичність з'єднання, наприклад, для нарізних з'єднань паливних, мастильних, водяних та повітряних трубопроводів, машин і верстатів. Кут профілю – 55° , конусність – 1:16 (рис. 207).

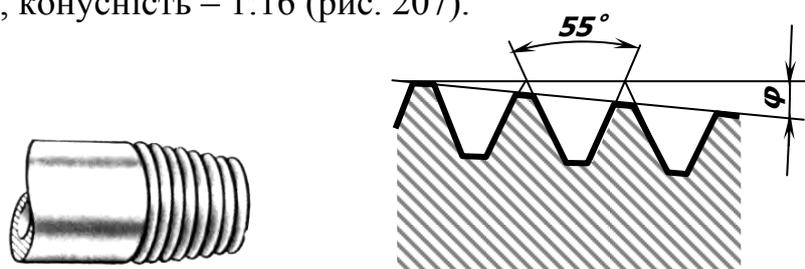


Рис. 207 Зображення і профіль трубної конічної різьби

Оскільки діаметр конічної різьби безперервно змінюється, то її розмір відносять до перерізу в основній площині (приблизно посередині довжини зовнішньої різі). У цьому перерізі діаметр конічної різьби дорівнює діаметру трубної циліндричної. Збіг в основній площині розмірів трубної і конічної різьб із розмірами трубної циліндричної дає змогу з'єднати трубну циліндричну різьбу із зовнішньою трубною конічною різьбою.

Трапецеїдальна різьба стандартизована для діаметрів від 10 до 640 мм з кроками від 2 до 48 мм. Для кожного діаметра різьби стандарт передбачає переважно три різні кроки. Профіль різьби відповідно ГОСТ 9484-81 має форму рівнобічної трапеції з кутом між її боковими сторонами 30° (рис. 208).

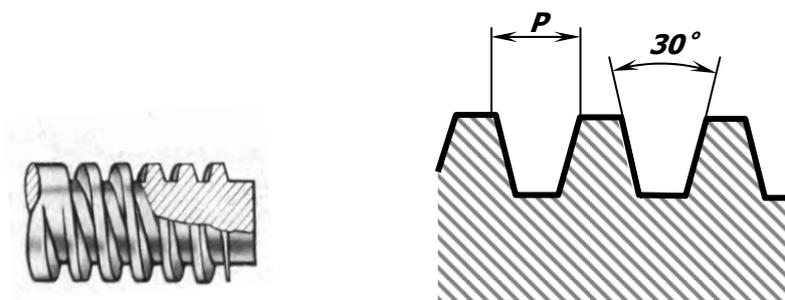


Рис. 208 Зображення і профіль трапецеїдальної різьби

Трапецеїдальна різьба може бути одно- та багатозахідна, права та ліва. Основні розміри однозахідної різьби – згідно з ГОСТ 24737-81; діаметри і кроки однозахідної різьби – відповідно до ГОСТ 24738-81; діаметри, кроки та заходи багатозахідної різьби – згідно ГОСТ 24739-81.

Застосовується трапецеїдальна різьба для передавання рухів і зусиль (у деталях механізмів для перетворення обертального руху в поступальний при значних навантаженнях).

Упорна різьба. Профіль різьби відповідно до ГОСТ 10177-82 – нерівнобічна трапеція з кутом робочої сторони 3° і неробочої 30° (рис. 209). Упорна різьба характеризується високою міцністю. Гвинтова пара з упорною різьбою має високий коефіцієнт корисної дії.

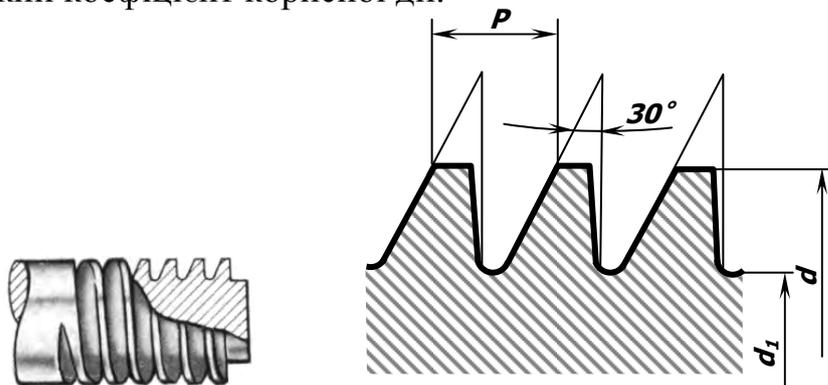


Рис. 209 Зображення і профіль упорної різьби

Застосовується упорна різьба у вантажних гвинтах для передавання зусиль, які діють в одному напрямку (у домкратах, пресах тощо).

Прямокутна різьба (рис. 210) використовується у з'єднаннях, де не має бути самовідгвинчування під дією прикладеного навантаження (у домкратах, пресах тощо). Оскільки профіль цієї різьби не стандартизований, то на кресленні наводять усі дані, потрібні для її виготовлення.

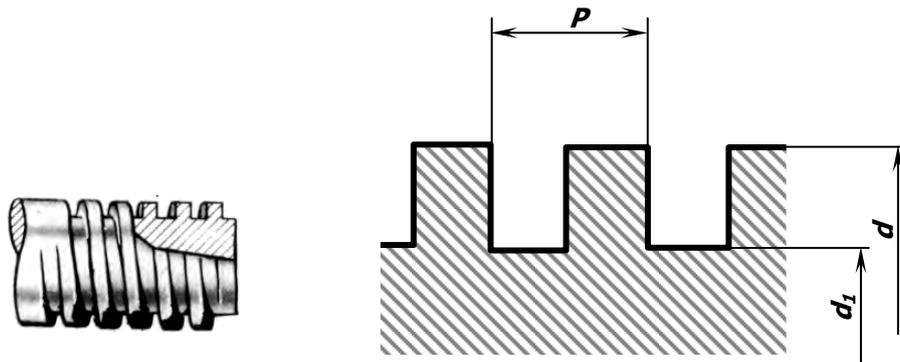


Рис. 210 Зображення і профіль прямокутної різьби

Метрична конічна різьба із кутом профілю 60° і конусністю 1:16 згідно з ГОСТ 25229-82 має в основній площині однакові розміри з метричною різьбою (ГОСТ 9150-81), тому, як трубна конічна, може утворювати з'єднання зовнішньої конічної різьби з внутрішньою циліндричною. З'єднання такого типу має забезпечувати вгвинчування конічної різьби на глибину не менше $0,8 l$ (l – довжина різьби без збігу).

Дюймова різьба – сьогодні не існує стандарту, який би регламентував основні розміри дюймової різьби. Застосування дюймової різьби в нових розробках заборонено. Профіль дюймової різьби подано на рис. 211. Дюймова різьба використовується при ремонті обладнання, оскільки експлуатуються деталі з такою різьбою. Основні параметри дюймової різьби: зовнішній діаметр, виражений у дюймах (1 дюйм = 25,4 мм), і кількість кроків на дюйм довжини нарізаної частини деталі.

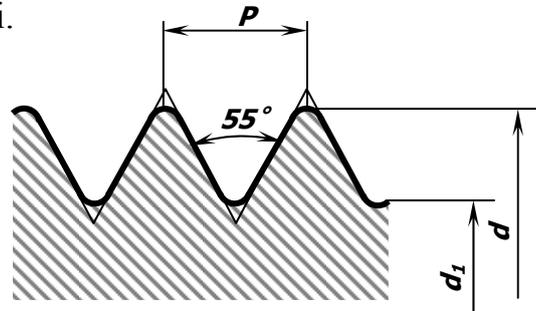


Рис. 211 Зображення і профіль дюймової різьби

Конічна дюймова різьба – на відміну від трубної конічної різьби має кут профілю 60° . Параметри і розміри визначені ГОСТ 6111-52. Використовується для діаметрів від $1/16''$ до $2''$ при кількості кроків на дюйм від 27 до 11,5. Застосовується у з'єднаннях паливних, мастильних, водяних і повітряних трубопроводів, машин і верстатів при невеликих тисках.

8.5. Зображення різьби на кресленнях

Зображувати різьбу такою, як ми її бачимо, дуже складно. Тому на кресленнях це роблять спрощено – умовно. Незалежно від профілю різьби її умовне зображення завжди однакове.

Різьбу зображують:

- на стрижні – суцільними основними лініями по зовнішньому діаметру різьби та суцільними тонкими лініями – по внутрішньому діаметру (рис. 212, а, б);

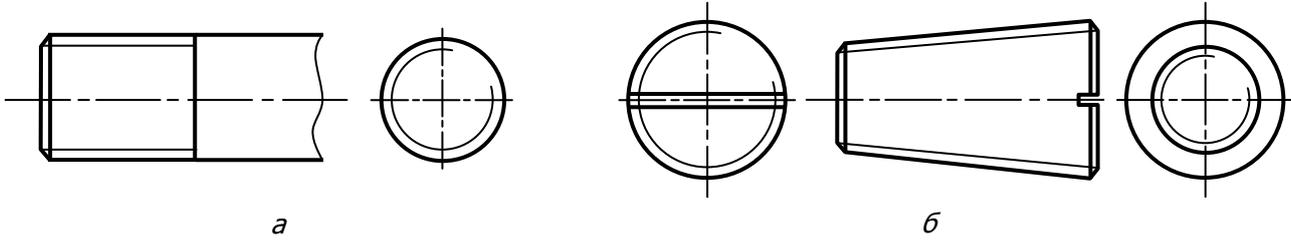


Рис. 212 Зображення різьби на зовнішній поверхні

- в отворі – суцільними основними лініями по внутрішньому діаметру різьби та суцільними тонкими лініями – по зовнішньому діаметру (рис. 213, а, б);

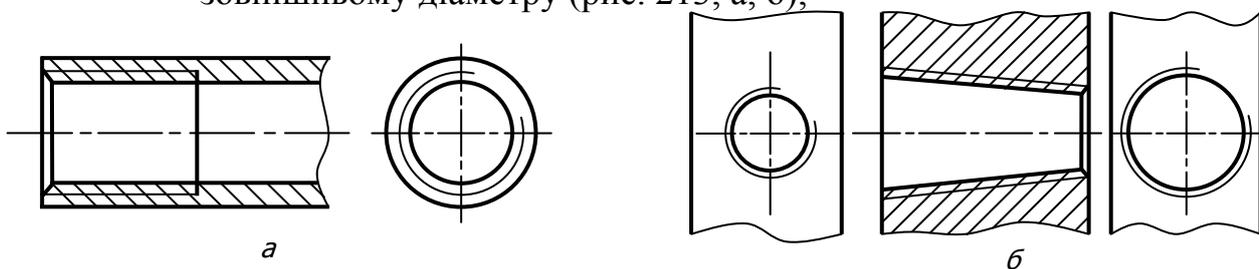


Рис. 213 Зображення різьби на внутрішній поверхні

На зображеннях, отриманих проєкціюванням на площину, паралельну осі стрижня, суцільну тонку лінію по внутрішньому діаметру різьби проводять на всю довжину без збігу, а на виглядах, отриманих проєкціюванням на площину, перпендикулярну до осі стрижня, по внутрішньому діаметру різьби проводять дугу, що приблизно дорівнює 3/4 кола, розімкнену в будь-якому місці.

На розрізах, паралельних осі отвору, суцільну тонку лінію по зовнішньому діаметру різьби проводять на всю довжину різьби без збігу, а на зображеннях, отриманих проєкціюванням на площину, перпендикулярну до осі отвору, по зовнішньому діаметру різьби проводять дугу, що приблизно дорівнює 3/4 кола, розімкнену в будь-якому місці.

Зображаючи різьбу, суцільну тонку лінію наносять на відстані не менше 0,8 мм від основної лінії й не більше за величину кроку різьби.

Лінію, що визначає межу різьби, наносять на стрижні та в отворі з різьбою в кінці повного профілю різьби. Межу різьби проводять до лінії зовнішнього діаметра різьби й зображують суцільною основною або штриховою лінією, якщо різьба показана як невидима.

Штрихування в розрізах і перерізах виконують до лінії зовнішнього діаметра різьби на стрижнях та до лінії внутрішнього діаметра в отворі, тобто в обох випадках до суцільної основної лінії.

Суцільна тонка лінія зображення різьби на стрижні має перетинати лінію межі фаски.

Основними конструктивними елементами різьби є (рис. 214):

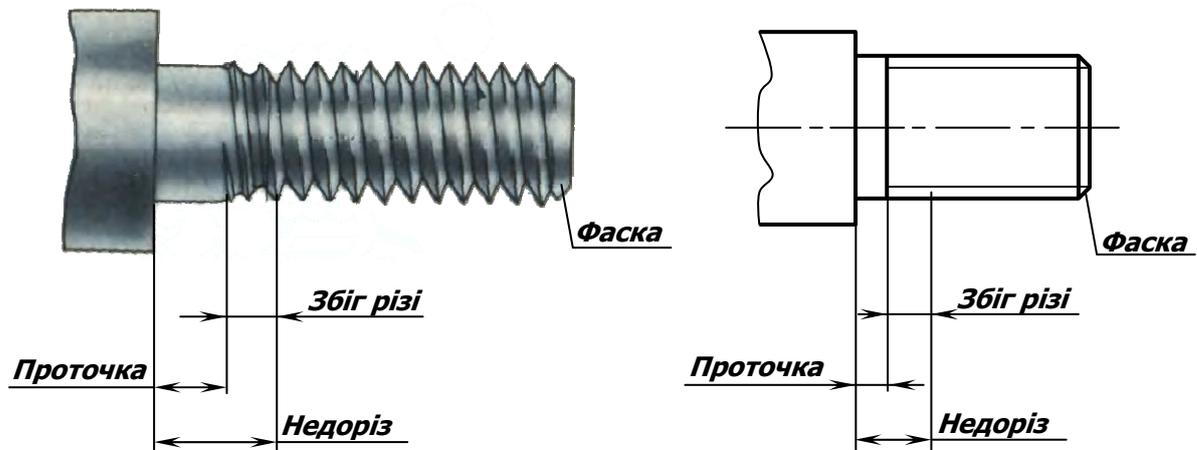


Рис. 214 Конструктивні елементи різьби

- **збіг різі** – частина різі неповного профілю, яку отримують з технологічних причин у зоні переходу різьби виробу до ненарізаної поверхні;
- **проточка різьбова** – кільцевий жолобок на стрижні або кільцева виточка в отворі, що виконуються перед різьбонарізанням для виходу різьбонарізного інструменту;
- **недоріз** – частина виробу, яка включає збіг і недовід різьби; під недовідом різьби розуміють величину ненарізаної частини деталі між кінцем збігу й опорною поверхнею деталі;
- **фаска** – зрізаний у вигляді зрізаного конуса край циліндричного стрижня або отвору. Фаска забезпечує зручність спряження деталей, сприяє ліквідації гострого краю.

8.6. Позначення різьби

Позначення різьби на кресленнях, крім конічних і трубної циліндричної, здебільшого відносять до її зовнішнього діаметра, наносячи значення над розмірною лінією, на її продовженні або на поличці лінії-виноски (рис. 215).

Позначення конічних різей і трубної циліндричної наносять лише на поличці лінії-виноски.

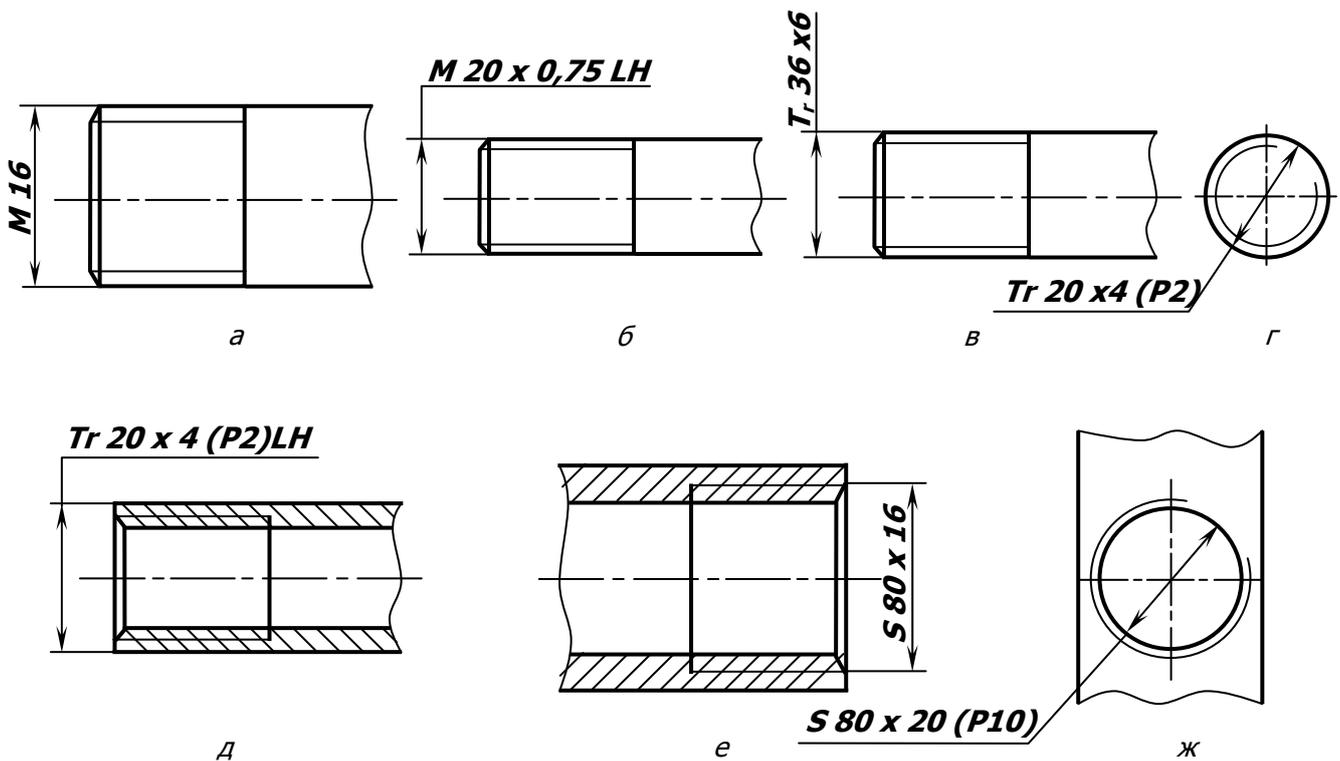


Рис. 215 Приклади позначення різьби на кресленнях

Стандарти на розміри різьби передбачають також її умовне позначення, в якому вказується:

1) літерне позначення для типу різьби: **M** – метрична; **G** – трубна циліндрична; **R** – конічна зовнішня; **R_c** – конічна внутрішня; **K** – конічна дюймова; **T_r** – трапецеїдальна; **S** – упорна;

2) номінальний діаметр різьби;

3) крок (якщо різьба може мати різний крок при одному й тому ж діаметрі); вказується лише дрібний крок;

4) умовне позначення поля допуску або класу точності. Передбачено чотири основні відхилення для зовнішньої різьби, які позначаються літерами **h, g, e, d** і два для внутрішньої різі – **H, G**.

Для зовнішнього діаметра різі стрижня визначені **4-й, 6-й і 8-й ступінь точності** і відповідно для внутрішнього діаметра різьби отвору – **5-й, 6-й і 7-й ступінь точності**. Позначення поля допуску діаметра різьби складається із цифри, що вказує ступінь точності, й літери, яка означає основне відхилення (наприклад, 6h, 6g, 6H).

При позначенні **лівої** різьби після умовного позначення ставлять **LH**.

Приклади умовного позначення різьби:

- **M16** (рис. 215,а) – метрична різьба із зовнішнім діаметром 16 мм і великим кроком;
- **M 20 x 0,75 LH** (рис. 215,б) – ліва метрична різьба із зовнішнім діаметром 20 мм та дрібним кроком $P=0,75$ мм;
- **Tr 36 x 6** (рис. 215,в) – трапецеїдальна різьба з номінальним діаметром 36 мм і кроком 6 мм;
- **Tr 20 x 4 (P2)** (рис.215,г) – трапецеїдальна різьба з номінальним діаметром 20 мм, ходом 4 мм, кроком 2 мм; **Tr 20 x 4 (P2)HL** (рис. 215, д) – ліва трапецеїдальна різьба із номінальним діаметром 20 мм, ходом 4 мм, кроком 2 мм;
- **S 80 x 16** (рис. 215,е) – упорна різьба з номінальним діаметром 80 мм і кроком 16 мм;
- **S 80 x 20 (P10)** (рис. 215,ж) – двозахідна упорна різьба із кроком 10 мм і номінальним діаметром 80 мм.

Позначення трубної циліндричної різьби (рис. 216) відносять не до діаметру, а умовно позначають розміром у дюймах, що дорівнює внутрішньому діаметру D_y (умовний прохід, мм) труби, на якій нарізають різьбу. Крок цієї різьби прийнято виражати кількістю ниток (витків) на один дюйм і не вказувати його в позначенні різьби.

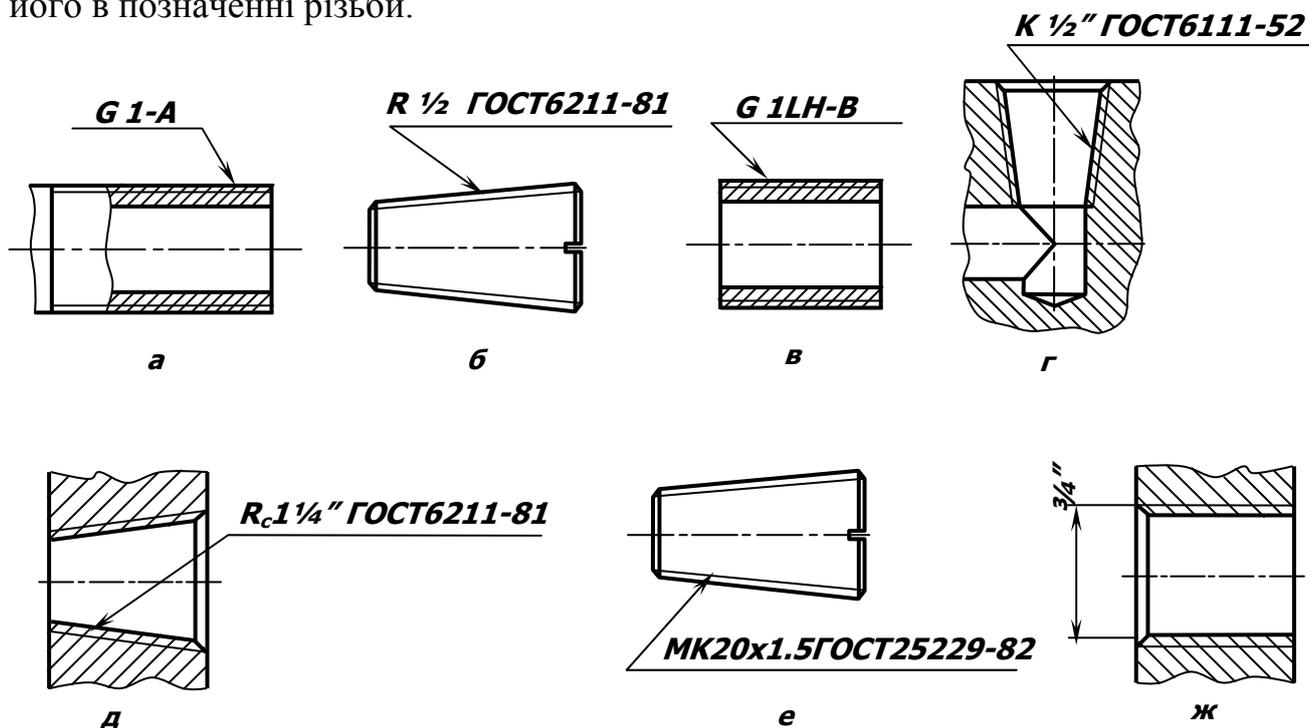


Рис. 216 Умовні позначення трубної різьби

Приклади умовного позначення трубної різьби:

- **G 1-A** – трубна циліндрична різьба, виконана на трубі з внутрішнім діаметром $D_y=25,4$ мм (1 ") класу точності А (рис. 216, а);

- **R 1/2" ГОСТ 6211-81** – зовнішня трубна конічна різьба (рис. 216, б);
- **G 1 LH-B ГОСТ 6111-52** – ліва трубна циліндрична різьба, виконана на трубі з внутрішнім діаметром $D_y=25,4$ мм (1") класу точності В (рис. 216, в);
- **K 1/2"** – конічна дюймова різьба (рис. 215, г);
- **R_c 1 1/4 ГОСТ 6211-81** – внутрішня трубна конічна різьба (рис. 216, д);
- **МК 20x1.5 ГОСТ 25229-82** – метрична конічна різьба (рис. 216 е);
- **3/4"** – дюймова різьба (рис. 216 ж).

8.7. Креслення пружин

Пружина – деталь, яка сприймає і віддає механічну енергію за рахунок сил пружності внаслідок деформації.

Призначені пружини для поглинання ударних навантажень або створення постійного тиску між деталями у механізмах.

Залежно від виду робочих навантажень розрізняють пружини:

- стискування (рис. 217, а);
- розтягування (рис. 217, б);
- кручення (рис. 217, в).

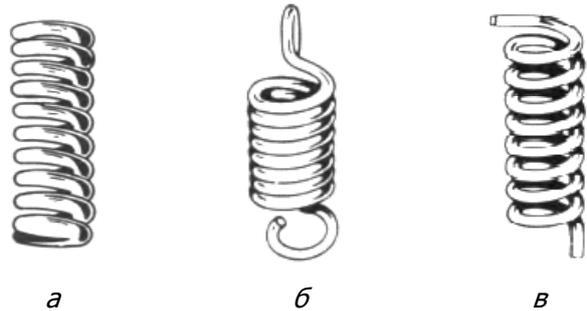


Рис. 217 Види пружин

За формою пружини бувають:

- циліндричні (218, а);
- конічні (218, б);
- тарілчасті (218, в);
- пластинчасті типу ресор (218, г);
- спіральні (218, д) та деякі інші.

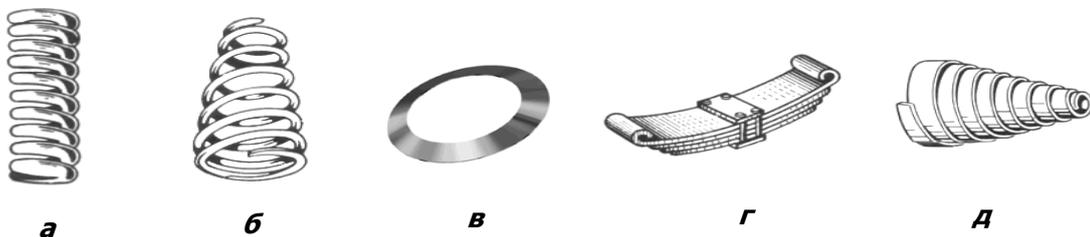


Рис. 218 Форми пружин

Виготовляють пружини різних конструкцій з дроту (круглого і прямокутного перерізу), стрічкової сталі та деяких інших матеріалів. Найбільш поширені циліндричні гвинтові пружини.

Зображають пружини на кресленнях умовно. Для зображення всіх видів гвинтових пружин застосовують вигляди або розрізи.

Витки пружини зображають прямими лініями, що з'єднують відповідні ділянки їх контурів. Креслення гвинтової пружини розміщують так, щоб його вісь була паралельною до основного напису. Зображають пружини тільки з правим навиванням. Дійсний напрямок навивання вказують у технічних вимогах.

Викреслюють пружини у неробочому (вільному) стані. Якщо пружина має більше ніж чотири витки, то на її кресленні показують 1–2 витки з кожного кінця, не беручи до уваги опорні витки у пружин стискування і зачепів у пружин розтягування. Решту витків не зображають. Замість них проводять осові лінії через центри перерізів витків по всій довжині пружини (рис. 219).

Наочне зображення пружини	Умовне зображення		
	на вигляді	у розрізі	схематичне

Рис. 219 Зображення на кресленнях пружин

На кресленнях пружин вказують технічні вимоги, обов'язковими пунктами яких повинні бути:

- напрям навивання пружини (правий чи лівий);
- кількість робочих витків;
- повна кількість витків;
- розміри для довідок.

8.8. Креслення деталей механічних передач

Передачі – це пристрої, що передають енергію (рух) від ведучої ланки (джерела енергії або руху) до веденої (виконавчих механізмів).

Передачі бувають:

- електричні;
- пневматичні;
- гідравлічні;
- механічні;
- комбіновані (наприклад, гідромеханічні).

Механічна передача перетворює швидкість і відповідно змінює обертовий момент між суміжними ланками або всього механізму чи машини в цілому.

За допомогою деяких механічних передач перетворюють обертовий рух на поступальний або інший, змінюють напрям руху тощо.

Механічні передачі класифікують за такими ознаками:

- **за принципом передавання руху:**
 - тертям (фрикційні й пасові);
 - зачепленням (зубчасті, черв'ячні, гвинтові, ланцюгові);
- **за способом взаємодії деталей:**
 - з безпосереднім контактом тіл обертання (фрикційні, зубчасті, черв'ячні, гвинтові);
 - з гнучким зв'язком (пасові, ланцюгові).

Фрикційна передача утворюється двома міцно притиснутими один до одного циліндричними або конічними котками (роliками) за допомогою спеціальних пристроїв (рис. 220, а). Передавання руху між котками відбувається за рахунок сил тертя, які утворюються внаслідок притискання одного котка до іншого.

Пасова передача утворюється двома шківками і пасом, що охоплює шківки (рис. 220, б). Форма обода шківки залежить від форми поперечного перерізу паса – плоского, трапецеїдального (клинового), круглого.

Ланцюгова передача утворюється двома зірочками і ланцюгом, що охоплює зірочки (рис. 220, в).

Зубчаста передача утворюється двома зубчастими колесами (рис. 220, г). Принцип дії передачі ґрунтується на зачепленні зубчастих коліс, коли зуби одного з них входять у западини іншого. Обертання від одного колеса до іншого передається за рахунок тиску зуба одного колеса на зуб іншого.

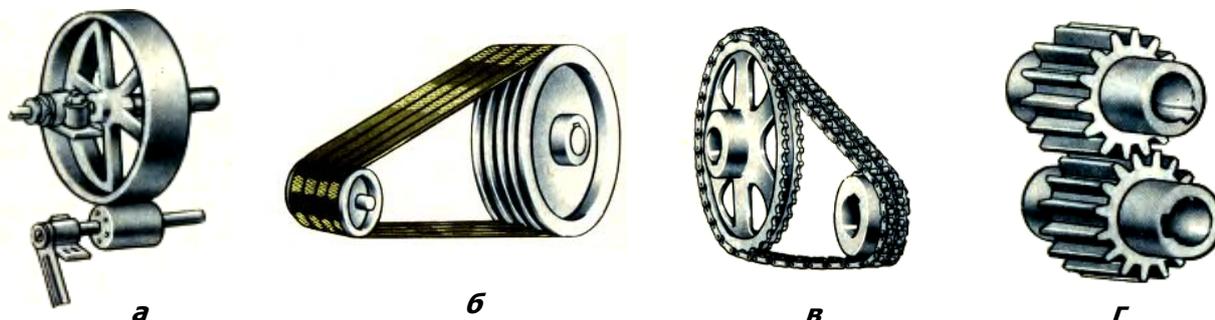


Рис. 220 Види механічних передач

Зубчасте колесо, від якого передається обертання, називають **ведучим**, а те, що сприймає рух, – **веденим**.

Менше з двох коліс спряженої пари називають **шестірнею**, а більше – **колесом**.

Коли **кількість зубців** обох коліс **однакова**, то **ведуче** колесо називають **шестірнею**, а **ведене** – **колесом**.

Класифікація зубчастих коліс:

- **за зовнішньою формою** зубчасті колеса можуть бути циліндричними (рис. 221, а, б, в, г) і конічними (рис. 221, д, е, є, з, і);

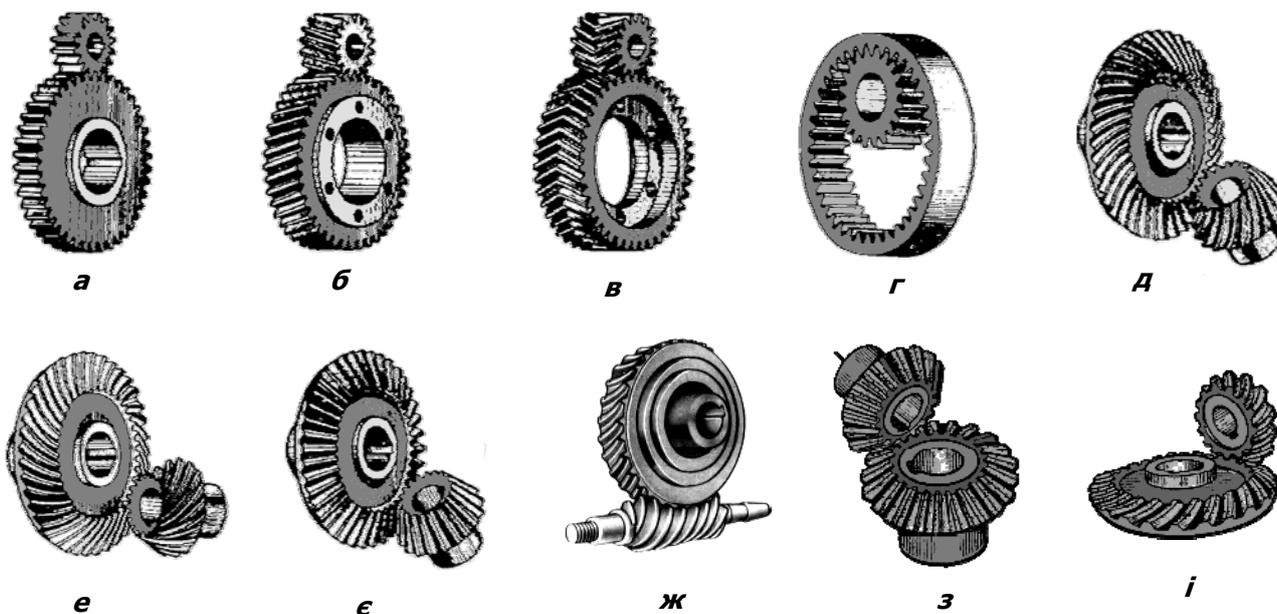


Рис. 221 Типи зубчастих коліс

- **за напрямом зубців** розрізняють прямозубі (рис. 221, а, г, є, з), косозубі (рис. 221, б), шевронні (рис. 221, в) і криволінійні (рис. 221, д, е, і) зубчасті колеса;
- **за типом зачеплення** – із зовнішнім (рис. 221, а, б, в) або внутрішнім (рис. 221, г) зачепленням;
- **за способом передачі руху.**
 - між паралельними валами (за допомогою циліндричних зубчастих коліс зі зовнішнім чи внутрішнім зачепленням – рис. 221, а, б, в, г);
 - між валами, осі яких перетинаються під будь-якими кутами (за допомогою конічних зубчастих коліс – рис. 221, з, і);
 - між мимобіжними валами (за допомогою черв'ячних – рис. 221, ж та гвинтових передач – рис. 221, д, е, є.).

Окремими видами зубчастих передач є **рейкові** передачі й **храпові механізми** (рис. 222).

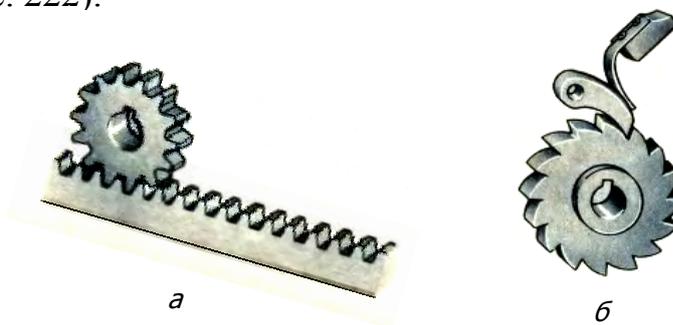


Рис. 222 Окремі види зубчастих передач

Рейкова передача призначена для перетворення обертового руху на поступальний. Вона складається з циліндричного зубчастого колеса і зубчастої рейки (рис. 222, а).

Храповий механізм складається із зубчастого колеса із зубами особливої форми, яке називають храповиком, і собачки, що входить своїм загостреним кінцем у западини між зубами храповика (рис. 222, б). Цей механізм допускає обертання вала, на якому закріплено храповик, тільки в один бік; зворотному обертанню заважає собачка.

Креслення циліндричного зубчастого колеса.

Основним елементом зубчастого колеса є зуб (рис. 223). Робочі (бічні) поверхні зубів переважної більшості зубчастих коліс окреслені евольвентою.

Сукупність зубів на ободі зубчастого колеса утворює **зубчастий вінець**. Через диск або спиці обід з'єднується з маточиною, в якій є отвір для кріплення колеса на валу.

Конструкції зубчастих коліс можуть бути досить різноманітними, але всі вони мають однотипні, спільні для всіх коліс елементи.

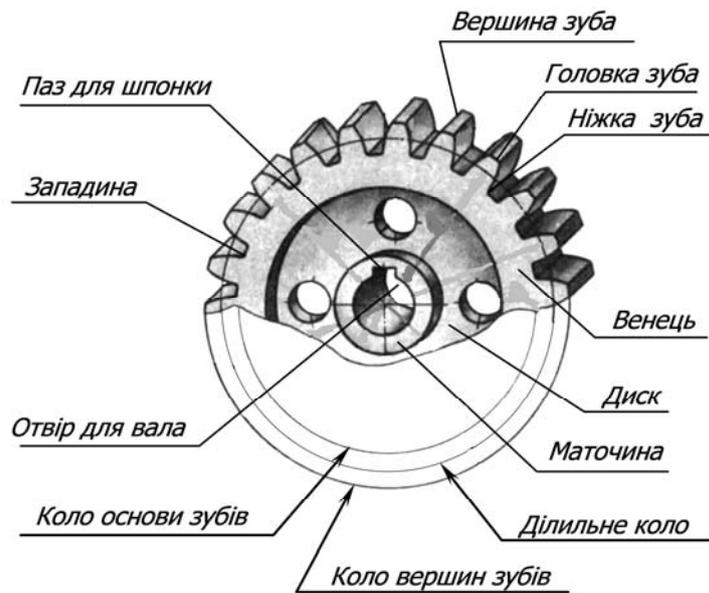


Рис. 223 Загальний вигляд циліндричного зубчастого колеса

До **основних елементів** зубчастого колеса належать (рис.224):

- ділильний діаметр d – одне з двох діаметрів кіл спряжених зубчастих коліс, яке дотикається в точці (її називають полюсом зачеплення) і перекочується одне по одному без ковзання;
- діаметр кола вершини зубів d_n – діаметр кола, що обмежує вершини зубів;
- діаметр кола западин d_f – діаметр кола, що проходить через основи западин зубів;
- крок зубів P – відстань між однойменними профільними поверхнями сусідніх зубів, виміряна по дузі ділильного кола;
- висота зуба h – відстань між колами вершин і западин зубів;
- висота головки зуба h_a – відстань між ділильним колом колеса і колом вершин зубів;
- висота ніжки зуба h_f – відстань між ділильним колом колеса і колом западин;
- товщина зуба – S ;
- ширина западин – e ;
- ширина зуба – b .

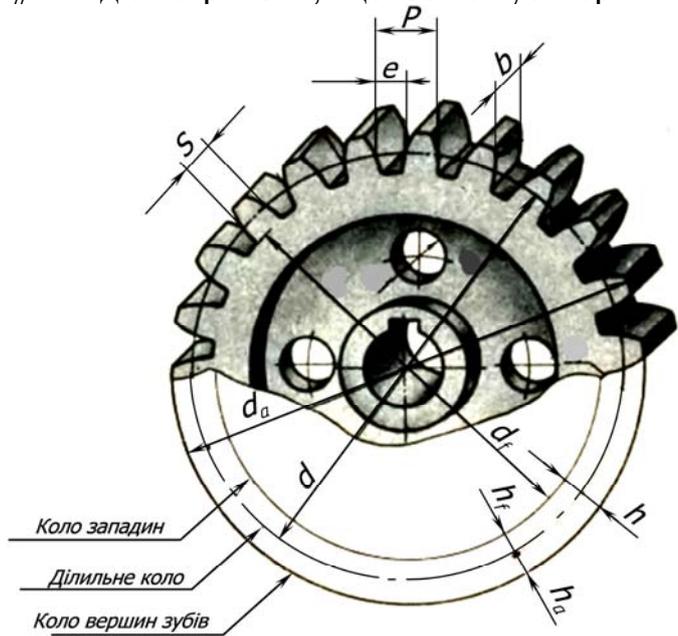


Рис. 224 Основні параметри циліндричного зубчастого колеса

Основний параметр будь-якого зубчастого колеса – це **модуль**, який є довжиною діаметра ділильного кола (мм), що припадає на один зуб колеса. Числові значення модулів стандартизовані. Модуль m і кількість зубів z належать до основних характеристик зубчастих коліс. Усі інші їх елементи можуть бути виражені через них.

На кресленнях зубчасті колеса (рис. 225) зображують умовно. Зокрема замість точного викреслювання елементів кожного зуба показують тільки їх розташування за допомогою поверхонь, що проходять через вершини та основи зубів, і твірних цих поверхонь, а також ділильних поверхонь та їх твірних.

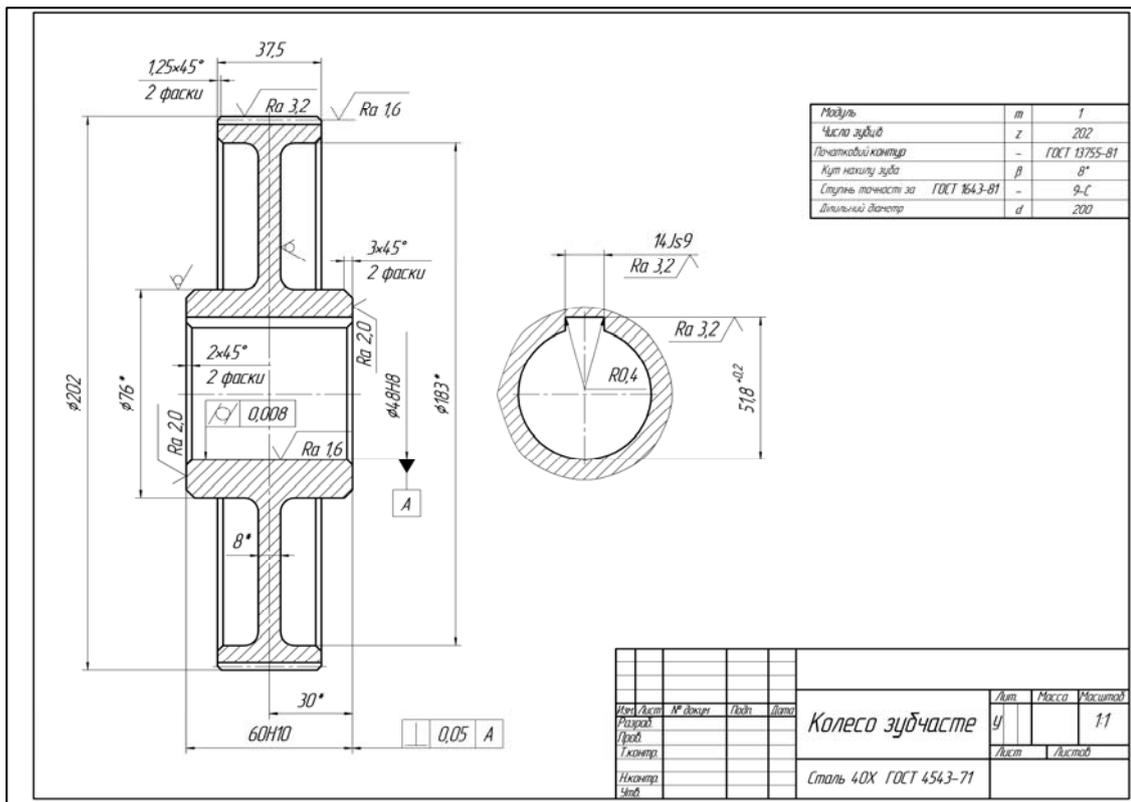


Рис. 225 Зразок креслення циліндричного зубчастого колеса

На кресленні циліндричного зубчастого колеса виконують **два** зображення: **головне**, що є повним фронтальним розрізом колеса січною площиною, яка проходить уздовж осі, й **вигляд зліва**. Якщо маточина зубчастого колеса має просту будову (схожа на диск) та її форму повністю розкриває головне зображення, то повний вигляд зліва не викреслюють. У цьому разі зображують тільки контури отвору для вала разом із шпонковим пазом чи шліцами.

На **осьовому розрізі** зубчастого колеса **зуби** завжди показують **нерозсіченими і незаштрихованими**.

Зображення профілю зуба на кресленні не показується, тому що профілювання зубів виконується стандартними різальними інструментами. Але за необхідності на кресленні за допомогою місцевого розрізу або вигляду може бути показаний робочий профіль зуба зубчастого колеса.

Зображення зубчастого колеса на кресленні доповнюють необхідними розмірами з допусками, відхиленнями форми і розташування поверхонь, позначеннями шорсткості поверхонь.

Обов'язковими розмірами на кресленні зубчастого колеса є:

- діаметр кола вершин зубів;
- ширина зубчастого вінця;
- розміри фасок або радіуси заокруглень на торцевих кромках циліндра вершин колеса;
- діаметр отвору під вал;
- розміри, що визначають будову маточини колеса.

Основні розміри вказують з відповідними граничними відхиленнями.

У правому верхньому куті креслення на відстані 20 мм від верхньої лінії рамки розмішують таблицю параметрів, у якій зазначають необхідні для виготовлення і контролю дані про зубчастий вінець. Розміри таблиці параметрів показані на рис. 225.

У технічних вимогах на кресленні зубчастого колеса вказують дані, що стосуються термічної обробки, довідкові розміри та граничні відхилення, не нанесені на зображеннях.

Креслення деталей черв'ячної передачі.

Черв'ячна передача утворюється **черв'яком** і **черв'ячним колесом**.

Черв'як – це гвинт з різьбою, утвореною на його поверхні. Розрізняють черв'яки праві та ліві (залежно від напрямку гвинтової лінії) і за кількістю заходів.

На кресленні черв'яка може бути декілька зображень (рис. 226). Головне зображення – це вигляд, утворений проєкціюванням черв'яка на площину, паралельну до його осі. Доповнюють головне зображення перерізами та виносними елементами, які додатково розкривають конструктивні особливості окремих елементів черв'яка (канавок, пазів тощо).

До **обов'язкових розмірів** на кресленні черв'яка належать:

- діаметр циліндра виступів;
- довжина нарізаної частини гвинтової поверхні;
- радіуси заокруглень витків.

Решту параметрів вказують у таблиці параметрів.

На кресленні черв'ячного колеса виконують два зображення: головне, що є повним фронтальним розрізом колеса січною площиною, яка проходить вздовж його осі, й вигляд зліва. Якщо маточина зубчастого колеса має просту будову та її форму повністю розкриває головне зображення, то повний вигляд зліва не викреслюють. У цьому разі зображують тільки контури отвору для вала разом із шпонковим пазом чи шліцами (рис. 227). Додатково на кресленні може бути показаний контур зуба черв'ячного колеса.

На кресленні черв'ячного колеса вказують:

- діаметр кола вершин у середній площині зубчастого вінця;
- найбільший діаметр зубчастого вінця;
- ширину зубчастого вінця;
- відстань від середньої площини зубчастого вінця до базового торця;
- радіус викружки поверхні виступів;
- фаски або радіуси заокруглень кромek зубів;
- шорсткість відповідних поверхонь.

У таблиці параметрів разом з даними про модуль і кількість зубів наводять відомості про спряжений черв'як (тип черв'яка, кількість витків, напрям лінії витка), міжосьову відстань тощо.

8.9. Нанесення розмірів на робочому кресленні деталі

Конструкцію будь-якої технічної деталі можна уявити як поєднання поверхонь геометричних тіл і поверхонь конструктивних елементів, які послідовно створюють у процесі її механічної обробки. У машинобудуванні всі операції технологічного процесу умовно зводять до певних циклів. Вони передбачають поділ механічних операцій обробки на заготівельні, формоутворюючі й операції з обробки поверхонь конструктивних елементів деталей. Тому всі **розміри** на робочому кресленні також умовно **поділяють** на **три** групи:

- **габаритні розміри**, тобто найбільші розміри довжини, ширини (або товщини чи діаметра), висоти;
- **розміри поверхонь геометричних тіл**, що утворюють форму деталі;
- **розміри поверхонь конструктивних елементів** деталі.

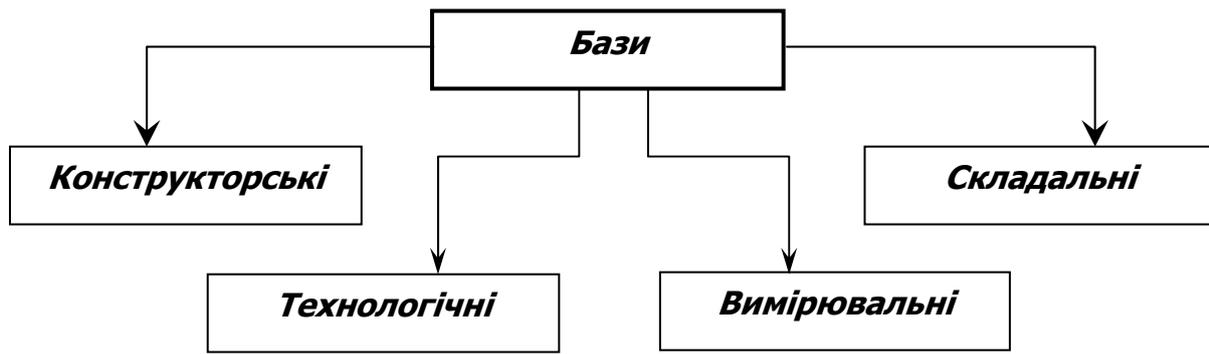
Габаритні розміри визначають розміри її заготовки і потрібні також для компонування зображень деталі на полі креслення.

Нанесення розмірів поверхонь геометричних тіл, що утворюють форму деталі, вимагає врахування технології обробки деталі та можливості простого і зручного контролю розмірів оброблених поверхонь. Розміри слід наносити так, щоб їх зручно було контролювати, а робітник під час виготовлення деталі за кресленням не здійснював ніяких додаткових підрахунків, а користувався тільки тими розмірами, які нанесені на кресленні.

Перед нанесенням розмірів вибирають **базу**.

Бази – це поверхні або лінії на зображеннях деталі, від котрих буде здійснюватись обмірювання у процесі її обробки. Базою може бути опорна чи бічна поверхня деталі, вісь симетрії або центрона лінія.

Залежно від призначення бази поділяють:



Конструкторська база – це поверхня, яка визначає положення деталі при її з’єднанні з іншими деталями у виробі.

Технологічна база - це поверхня, відносно котрої здійснюється вимірювання розмірів у процесі виготовлення деталі.

Вимірювальна база визначає відносне положення заготовки чи деталі і засобів вимірювання.

У навчальному процесі найчастіше для правильного нанесення розмірів на кресленнях деталей застосовують технологічні бази.

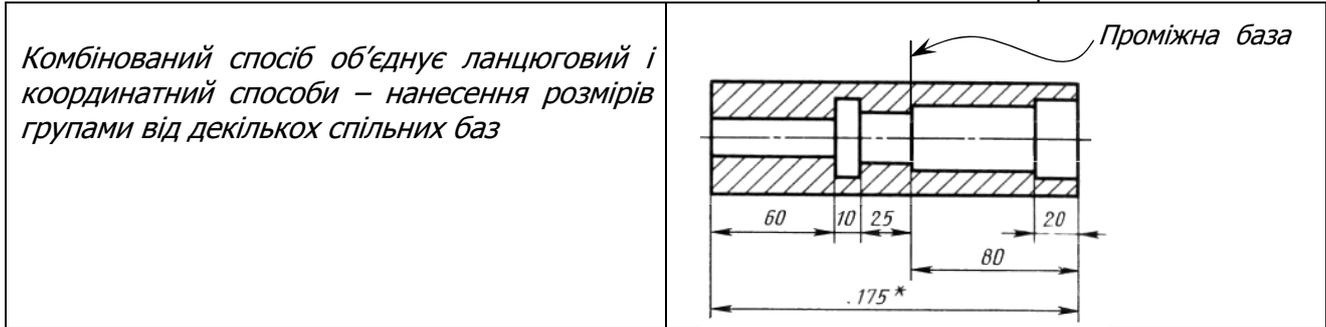
Розрізняють три методи нанесення розмірів від баз (табл. 6)



Методи нанесення розмірів від баз

Таблиця 6

Назва методу	Графічна ілюстрація методу
<p>Координатний метод полягає в нанесенні розмірів від бази так, що кожен розмір є координатою елемента відносно бази.</p>	
<p>Ланцюговий метод полягає в послідовному розміщенні розмірів – ланцюгом. При цьому ставлять габаритний розмір, а остаточний розмір ланцюга опускають.</p>	



При нанесенні розмірів на технічних деталях, що мають різні конструктивні елементи (фаски, канавки, уступы, плоскі грані тощо) слід дотримуватися двох умов:

- правильно нанести розміри самих конструктивних елементів;
- правильно вказати координуючі розміри, які будуть визначати положення на кресленні кожного конкретного конструктивного елемента відносно зображення основної або додаткової бази.

Розміри фасок під кутом 45° наносять, як показано на рис. 228, а. Розміри фасок під іншими кутами вказують лінійними і кутовими розмірами (рис. 227,б) або двома лінійними (рис. 228,в).

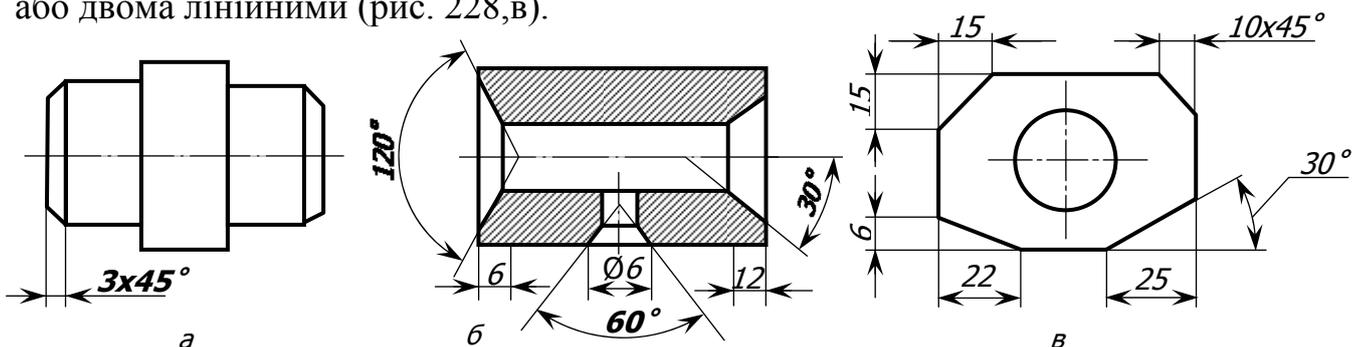


Рис. 228 Нанесення розмірів фасок

Якщо деталь має декілька однакових фасок на циліндричній чи конічній поверхні різного діаметра, то розмір фаски наносять тільки один раз із зазначенням кількості (рис. 229,а). Дозволяється вказувати розміри не показаної на кресленні фаски під кутом 45° , розмір якої в масштабі креслення 1 мм і менше, на поличці лінії-виноски, що проведена від грані (рис. 229, б,в).

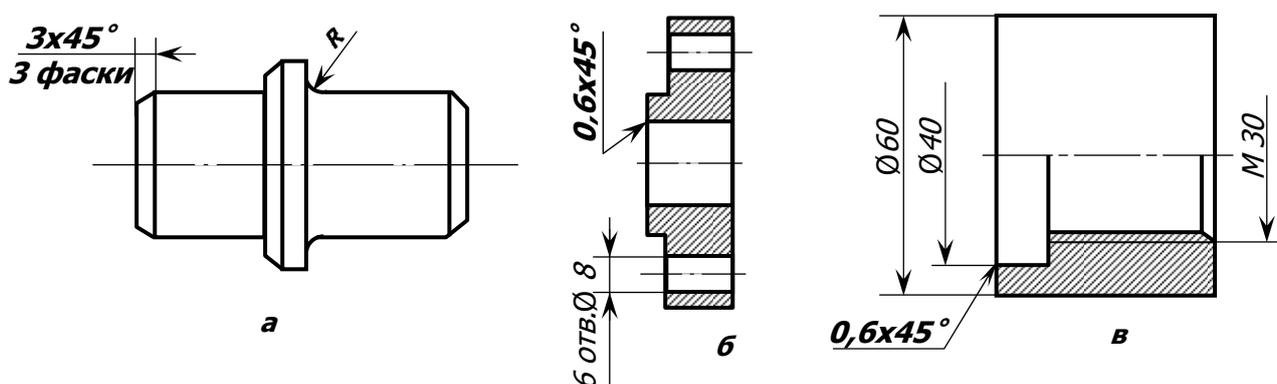


Рис. 229 Нанесення розмірів фасок

При зображенні деталі на одному вигляді розмір її товщини наносять, як показано на рис. 230.

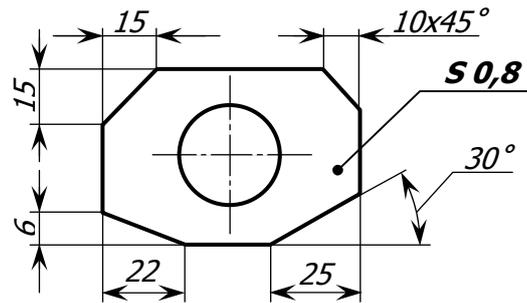


Рис. 230 Нанесення розміру товщини деталі

Приклад нанесення розміру радіуса й діаметра показано на рис. 231,а.

Розміри діаметрів циліндричного виробу складної конфігурації наносять, як показано на рис. 231,б

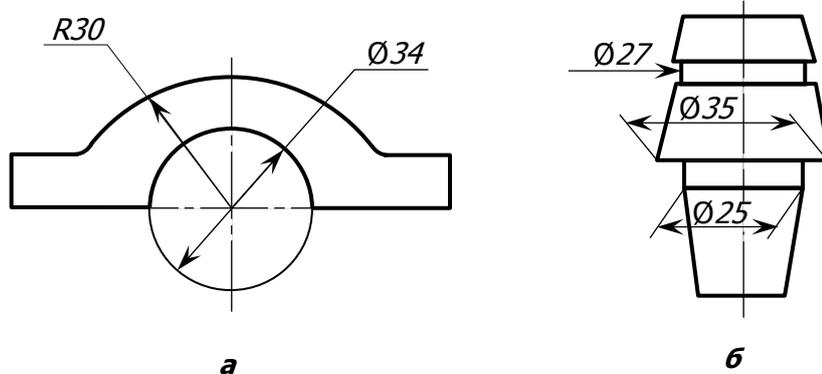


Рис. 31 Нанесення розмірів:

а – радіуса й діаметра; б – діаметрів циліндричного виробу

Розміри наскрізних та глухих отворів наносять на їх зображенні у поздовжньому розрізі.

Розміри, що належать до одного й того ж конструктивного елемента, наприклад до отвору (рис. 232) або пазу (рис. 233) тощо наносять тільки в одному місці. Розміщують їх тільки на тому зображенні, де геометрична форма даного елемента показана найбільш повно і зрозуміло.

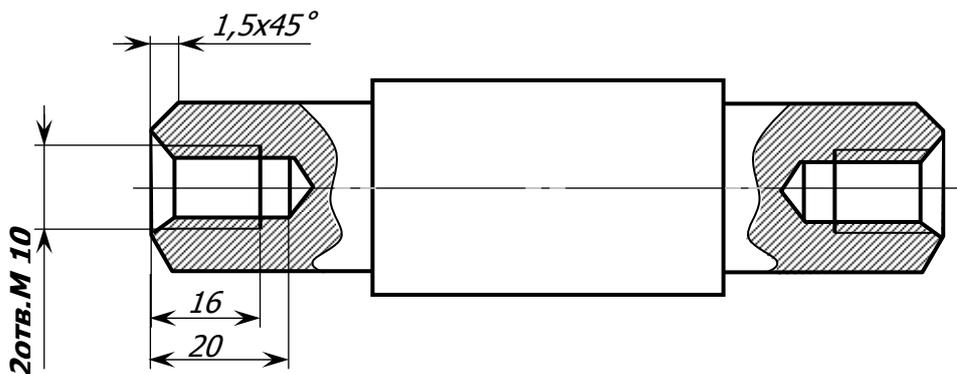


Рис. 232 Нанесення розмірів отвору

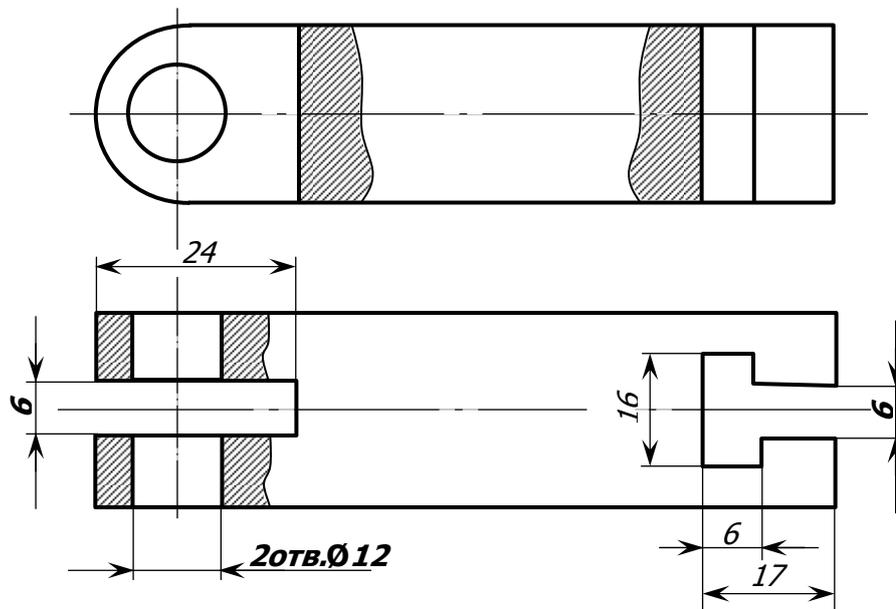


Рис. 233 Нанесення розмірів отвору

8.10. Ескізи деталей

Ескіз – креслення тимчасового користування, виконане від руки, яке містить зображення деталі та всі дані, потрібні для її виготовлення.

Ескіз рекомендується виконувати на міліметровому папері або на аркуші в клітинку, бо це полегшує дотримання проєкційного зв'язку, паралельності ліній, симетричності тощо.

Ескізи виконують за всіма вимогами, які ставляться до робочих креслень. Послідовність виконання ескізу деталі з природи можна поділити на дві стадії: **підготовчу** та **основну**.

Підготовча стадія ескізу:

- 1) ознайомлення з деталлю, встановлення її назви та призначення, виявлення матеріалу, з якого її виготовлено;
- 2) аналіз геометричної форми, вивчення конструктивних особливостей (рис. 234, а);

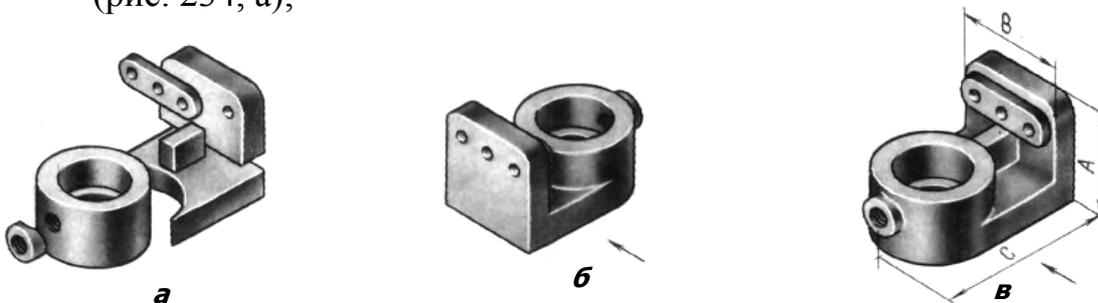


Рис. 234 Етапи підготовчої стадії виконання ескізів

- 3) визначення робочого положення деталі у виробі;
- 4) вибір головного зображення (рис. 234, б);

- 5) визначення необхідної кількості зображень на ескізі (виглядів, розрізів, перерізів і виносних елементів);
- 6) визначення приблизного масштабу та вибір формату (рис. 234, в);
- 7) приготування необхідних інструментів і матеріалів.

Основна стадія ескізу:

- 1) на вибраному форматі проводять рамку, розмічають і креслять основний напис;
- 2) визначають положення зображень (проводять осі симетрії, осі наявних у деталі отворів);
- 3) компонують зображення на полі ескізу (тонкими лініями розмічають габаритні прямокутники – зовнішні контури зображень) (рис. 235);

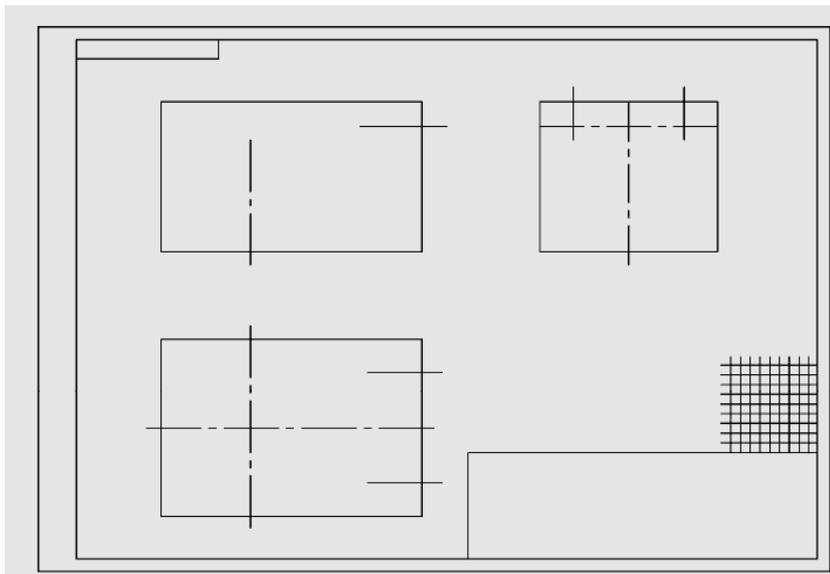


Рис. 235 Компонування зображень на полі ескізу

- 4) наносять центрові та осьові лінії, контури конструктивних елементів і зовнішніх контурів деталі (рис. 236);

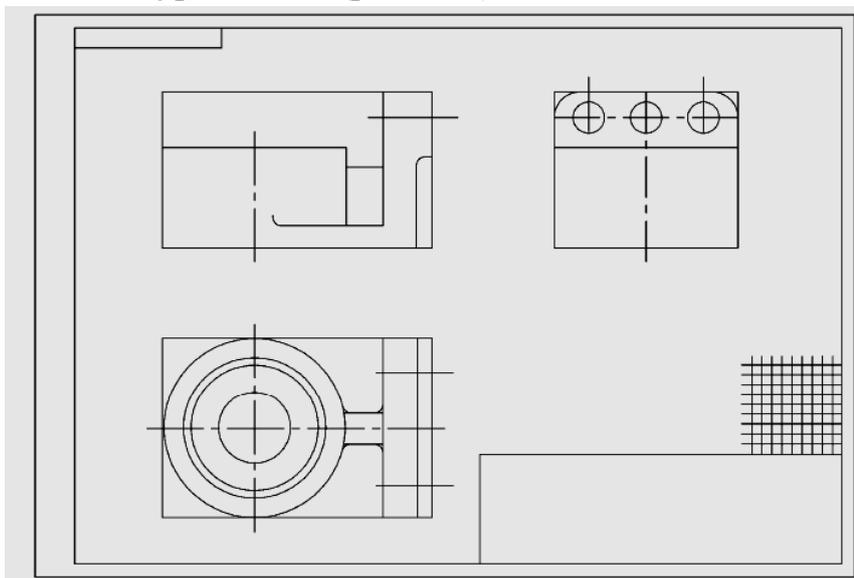


Рис. 236 Нанесення центрових та осьових ліній, контурів конструктивних елементів

5) виконують необхідні розрізи та перерізи (рис. 237);

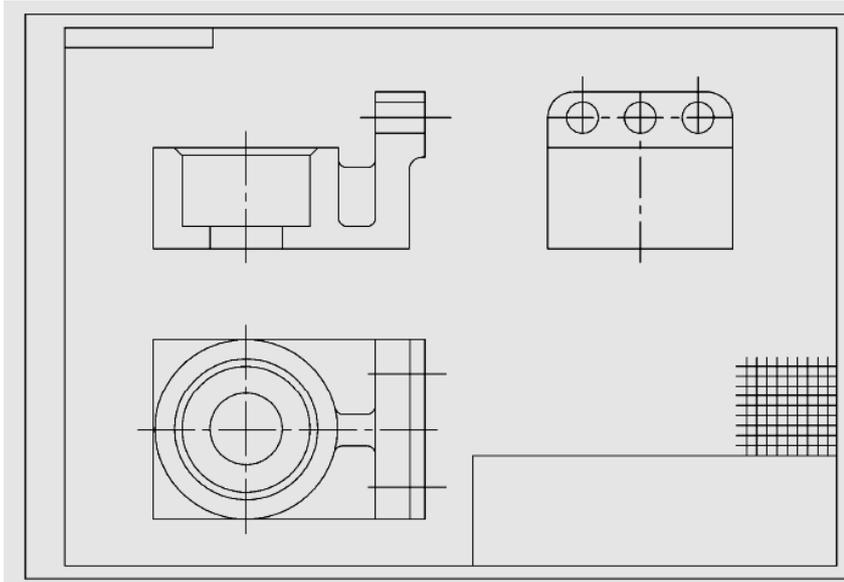


Рис. 237 Нанесення виносних й розмірних ліній

6) наносять виносні й розмірні лінії

7) обмірюють деталь і наносять розмірні числа;

8) наносять умовні позначення шорсткості поверхонь (рис. 238);

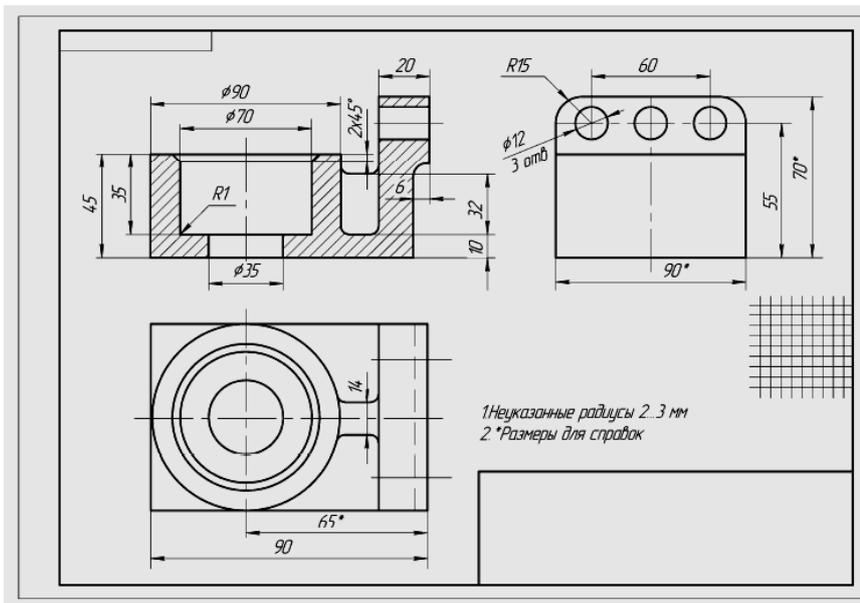


Рис. 238 Нанесення умовних позначень шорсткості поверхонь

9) обводять видимі контури, виконують штриховку розрізів і перерізів;

10) заповнюють основний напис.

На завершення перевіряють ескіз. Незважаючи на допустимі спрощення при виконанні ескізів, лінії на ескізі мають бути рівними та чіткими, а всі написи і позначення – акуратними.

8.11. Вимірювальні інструменти та способи обмірювання деталей.

Під час виконання ескізів предмети обмірюють різними вимірювальними інструментами.

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

Металевою лінійкою вимірюють лінійні розміри деталі з **точністю** до **1 мм** (рис. 239).

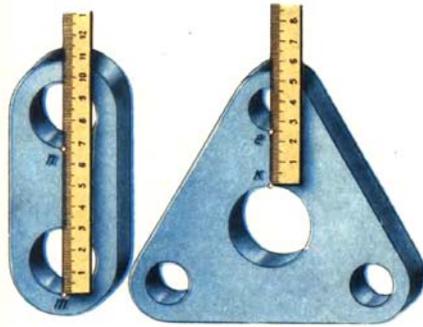


Рис. 239 Вимірювання лінійних розмірів

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 (рис. 240).

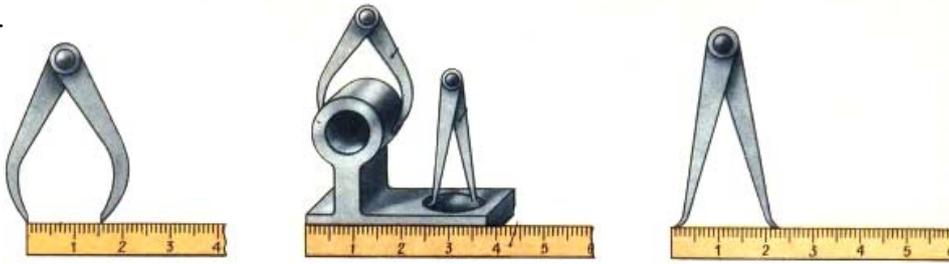


Рис. 240 Вимірювання діаметрів кронциркулем і нутроміром

Довжину деталі, яка має ступінчасту форму, вимірюють лінійкою і косинцями (рис. 241).

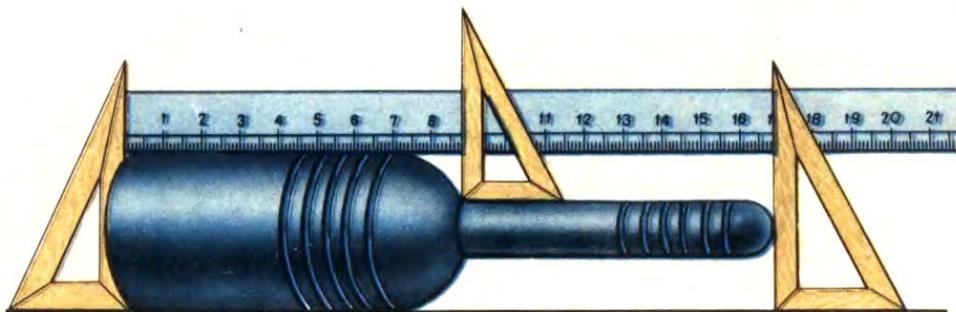


Рис. 241 Вимірювання довжини деталі, що має ступінчасту форму

Лінійкою і кронциркулем можна вимірювати товщину дна й стінки деталі (рис. 242).

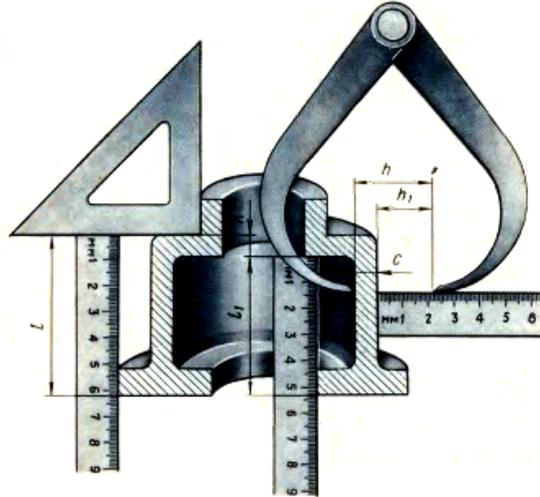


Рис. 242 Вимірювання товщини дна й товщини стінки деталі

Описані способи вимірювань кронциркулем, нутромірором і лінійкою не дають високої точності й застосовуються, головним чином, у навчальному процесі. У виробничій практиці лінійні розміри з **точністю від 0,1 до 0,02 мм** вимірюють **штангенциркулем** (рис. 243, а).

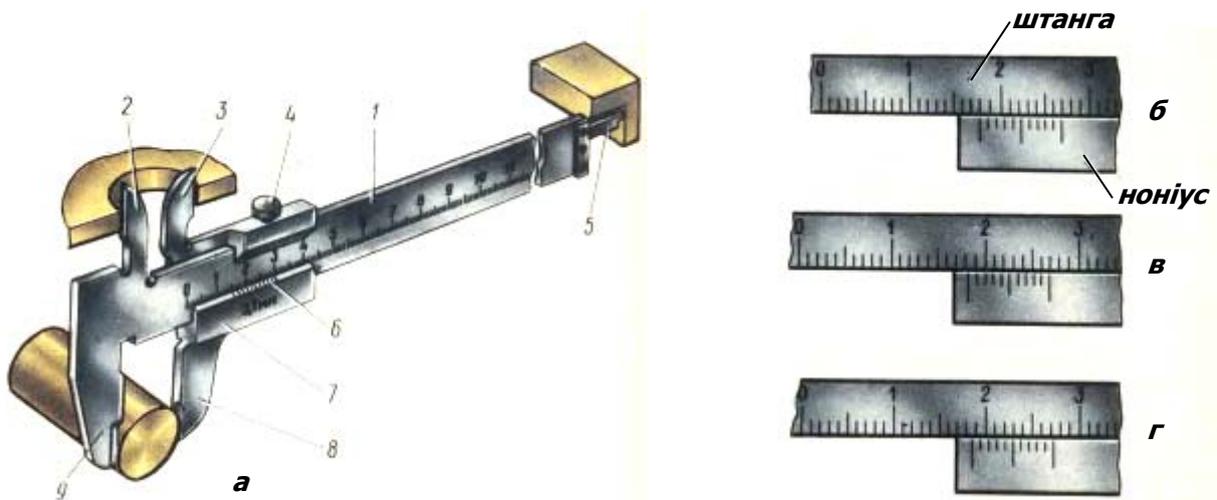


Рис. 243 Вимірювання розмірів деталі штангенциркулем

Штангенциркуль складається зі сталеві лінійки (штанги) з нанесеними на ній міліметровими поділками. Штанга закінчується вимірювальними губками 2 і 9, розташованими до неї під прямим кутом. На штангу надіта рамка 7 з іншими вимірювальними губками 3 і 8. Рамка пересувається по штанзі й може закріплюватися на ній у будь-якому місці гвинтом 4. На нижній скошеній частині рамки є шкала 6 з поділками – ноніус. Коли губки дотикаються одна до одної, нульові поділки штанги 1 та шкали ноніуса 6 збігаються.

Деталь, розмір якої треба виміряти, легко затискають між губками, рамку з ноніусом закріплюють на шкалі гвинтом 4 і по шкалі штанги та ноніуса проводять відлік.

На шкалі ноніуса відстань між поділками дорівнює 0,9 мм. Отже, десять поділок шкали ноніуса дорівнюють дев'ятьом поділкам штанги.

У пазу штанги універсального штангенциркуля вільно ковзає вузька лінійка 5 глибиноміра. Один кінець цієї лінійки жорстко з'єднаний із рамкою. При зімкнутих положеннях губок торець глибиноміра збігається з торцем штанги. Під час вимірювання глибини отвору штанга торцем впирається в торець деталі. При переміщенні рамки торець глибиноміра переміщується до контакту з дном отвору в деталі. Глибиномір дає змогу також виміряти висоту уступу деталі.

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. 243, б). Якщо справжній діаметр деталі дорівнює 18,1 мм, то нульова поділка шкали ноніуса буде зсунута праворуч на 0,1 мм і перша поділка шкали ноніуса збігатиметься з дев'ятнадцятою поділкою штанги (рис. 243, в). Якщо діаметр деталі 18,4 мм, четверта поділка ноніуса збігатиметься з двадцять другою поділкою штанги (рис. 243, 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.

Радіуси заокруглень і галтелей **вимірюють** набором **радіусних шаблонів** (рис. 244, а). Під час вимірювання шаблони прикладають до деталі й проглядають місце контакту на просвіт. За відсутності зазору радіус закруглення дорівнює вказаному на шаблоні (рис. 244, б).

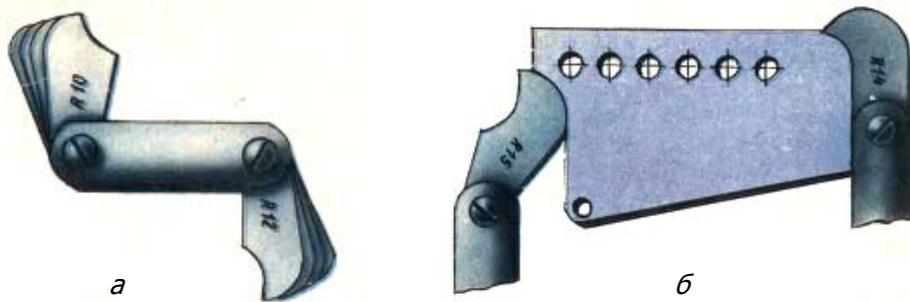


Рис. 244 Вимірювання радіусів округлень набором радіусних шаблонів

Більш точне вимірювання (з **точністю до 0,01 мм**) зовнішніх поверхонь деталей виконують **мікрометром** (рис. 245)

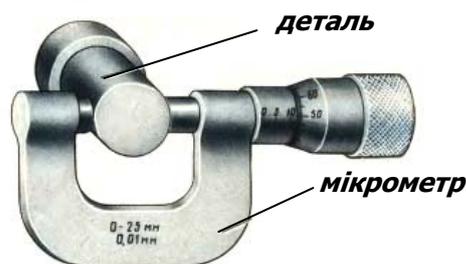


Рис. 245 Вимірювання розмірів мікрометром

Зовнішній діаметр різьби вимірюють штангенциркулем, а крок різі – **різьбоміром** (рис. 246).



Рис. 246 Різьбомір

8.12. Відображення на робочих кресленнях відомостей про матеріал деталі

Деталі машин і механізмів, різні пристрої та споруди виготовляють із різноманітних металів чи неметалевих матеріалів.

До **металів** належать: сталі, чавуни, кольорові метали і їх сплави.

До **неметалевих** матеріалів належать природні матеріали (деревина, глина, пісок тощо) та штучні матеріали (скло, бетон, гума, пластмаси й інші).

На кресленнях деталей застосовують два види позначень матеріалів: **літерно-цифрове**, що характеризує його марку, яке записують у графу «Матеріал» основного напису, та **графічне**, спільне для груп однорідних матеріалів (метали, неметалеві матеріали, бетони тощо), яке застосовують лише на зображеннях деталі переважно в розрізах і перерізах.

Марки та призначення вуглецевої сталі звичайної якості подано у таблиці 7, вуглецевої якісної конструкційної сталі – у таблиці 8, інструментальної сталі – у таблиці 9, легованої сталі – у таблиці 10, сірого чавуну – в таблиці 11, ковкого чавуну – в таблиці 12, деяких неметалевих матеріалів – у таблиці 13.

Марки та призначення вуглецевої сталі звичайної якості (ГОСТ 380-71)

Таблиця 7

Марка	Призначення
Ст0	Будівельні конструкції: огороження, перила, кожухи, невідповідальні болти, шпильки, шайби
Ст1	Маловідповідальні металеві конструкції, водяні, парові та газові труби, що застосовуються при відповідно невеликих тисках, тощо
Ст2	Парові труби, ланцюги зварні й пластинчасті, валики, осі, шайби тощо
Ст3	Балки та резервуари, що працюють під тиском, котли, відкидні болти, гайки, шайби, шплінти, заклепки, валики, важелі, муфти, скоби, стяжки тощо
Ст4	Відкидні болти, гайки-баранці, вали й осі передач, тяги, стріли кранові тощо
Ст5	Вали й осі приводів та вантажопідіймальних механізмів; вагонні осі, муфти, пальці кривошипів, зубчасті колеса великих діаметрів; осі ходових коліс, блоків, барабанів тощо
Ст6	Ковані катки кранів, вали та зубчасті колеса, які сприймають великі статичні навантаження; гальмівні стрічки; встановлювальні гвинти тощо

**Марки та призначення вуглецевої якісної конструкційної сталі
(ГОСТ 1050-88)**

Таблиця 8

Марка	Призначення
Сталь 10	Деталі, виготовлені холодним штампуванням, трубки, прокладки, кріпильні вироби, ковпачки. Деталі, які підлягають цементації та не вимагають високої міцності серцевини (втулки, валики, копіри, упори, зубчасті колеса, фрикційні диски)
Сталь 15 Сталь 20	Малонавантаженні деталі (валики, пальці, упори, копіри, осі, шестерні). Тонкі деталі, які працюють на стирання, важелі, гаки, траверси, вкладиші, болти, стяжки та ін.
Сталь 30 Сталь 35	Деталі, які зазнають невеликих напружень (осі, шпинделі, зірочки, тяги, траверси, важелі, диски, вали)
Сталь 40 Сталь 45	Деталі, від яких вимагається підвищена міцність і які підлягають термічній обробці (колінчасті вали, шатуни, розподільні вали, маховики, зубчасті колеса, шпильки, храповики, плунжери, шпинделі, фрикційні диски, муфти, зубчасті рейки та ін.)
Сталь 50 Сталь 55	Зубчасті колеса, прокатні валки, штоки, вали, ексцентрики, малонавантажені пружини й ресори тощо
Сталь 60	Високоміцні деталі з пружинними властивостями (прокатні валки, ексцентрики, шпинделі, пружинні кільця, пружини, пружини амортизаторів)

Марки та призначення інструментальної сталі (ГОСТ 1435-74)

Таблиця 9

Марка	Призначення
У7	Молотки, столярний інструмент
У7А	Зубила, викрутки, центри токарних верстатів
У8	Пуансони, різці по міді, кернери
У8А, У8 Г	Пуансони, різці по міді, кернери, губки лещат
У9, У9А	Кернери, зубила
У10, У11, У12, У13	Різці, свердла, мітчики, фрези та ін.

Марки та призначення легованої сталі (ГОСТ 4543-71)

Таблиця 10

Марка	Призначення
15Х	Деталі, що підлягають цементуванню, поршневі пальці
20Х	Деталі, які підлягають цементуванню, кулачкові муфти, колінчасті вали, конічні зубчасті колеса
30Х, 35Х, 38Х	Вали коробок швидкостей, зубчасті колеса диференціалів, шатуни,
40Х, 45Х	Деталі з великою зносостійкістю – зубчасті колеса коробок швидкостей, ресори
12ХН2	Шатуни, колінчасті вали
12ХН3А	Важконавантаженні деталі, які працюють при знакозмінних динамічних навантаженнях, черв'ячні колеса, зубчасті колеса, вали
20ХН3А	Термічно оброблені деталі, що працюють у важких експлуатаційних умовах

Марки та призначення сірого чавуну (ГОСТ 1412-85)

Таблиця 11

Марка	Призначення
СЧ 10	Тонкостінні виливки тверді або середньої твердості: блоки, барабани, корпуси підшипників, підставки, стійки тощо
СЧ 15	Виливки середньої твердості: зубчасті колеса, черв'ячні колеса, ролики
СЧ 18	Кожухи, корпуси, кришки, підшипники, втулки
СЧ 20	Масивні виливки: великі черв'ячні та зубчасті колеса, картери, станини
СЧ 25	Особливо відповідальні виливки, арматура, деталі апаратів і машин
СЧ 30	Виливки особливо складної конфігурації з різкими переходами в перерізах при мінімальній товщині перерізів 6 – 8 мм, поршневі кільця, муфти, клапани, кулачки
СЧ 40	Корпуси pomp, великі колінчасті вали, катки, зірочки, колеса підймальних кранів
СЧ 45	Барабани, циліндри, кришки, зубчасті колеса, поршневі кільця машин, колінчасті вали

Деякі марки та призначення ковкого чавуну (ГОСТ 1215-79)

Таблиця 12

Марка	Призначення
КЧ 37-12, КЧ 35-10, КЧ 33-8, КЧ 30-6	Частини арматури, з'єднувальні частини труб, важелі, рукоятки, пластинчасті ланцюги, шків, колодки, муфти, кулачки, гайки-баранці, контргайки

Деякі неметалеві матеріали та їх застосування

Таблиця 13

Матеріал	Марка	ГОСТ	Призначення
Вініпласт	ВН, ВП, ВД, ВНЕ	9639-71	Хімічна апаратура, деталі автомобільної, фото- й електропромисловості тощо
Гетинакс	ОН, ОНТ, ТНТ	2718-74	Втулки підшипників, маховички, трубки, кришки
Текстоліт	ПТК, ПТ, ПТ-1	5-78	Втулки, кільця, шестерні, ролики
Пароніт	ПОН, ПНБ, П, ПЕ	481-80	Застосовується для виготовлення прокладок
Фторопласт-4Д	Ш, Л, Е, Т	14906-77	Манжети, прокладки, сидла клапанів, вкладиші підшипників
Гума листовая технічна	КЩ, Т, М	7338-65	Клапани, прокладки, ущільнення

Приклади умовного позначення:**Ст3 ГОСТ 380-71;****сталь 20 ГОСТ 1050-88;****сталь У8 ГОСТ 1435-74;**

виливка 20Л – I ГОСТ 977-75 – виливка з конструкційної легованої сталі звичайного призначення (I- перша група – звичайного призначення; II – друга

група – відповідального призначення; III – третя група – особливо відповідального призначення);

СЧ 20 ГОСТ 1412-85 – сірий чавун (20 – число, що характеризує межу міцності на розтяг);

КЧ 35-10 ГОСТ 1215-79 – ковкий чавун (35 – межа міцності на розтяг (кг/мм^2), 10 – відносне видовження (%));

Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79 – бронза олов'яна ливарна, яка містить 3% олова, 12% цинку і 5% свинцю, решта – мідь;

ЛАЖМц 66-6-3-2 ГОСТ 17711-80 – латунь ливарна, яка містить 66% алюмінію, 3% заліза, 2% марганцю, решта – цинк.

На кресленнях деталей, які підлягають термічній та іншим видам обробки, вказуються показники властивостей матеріалів. До таких показників належать:

- твердість за Роквелом (**HRA, HRB, HRC_e**);
- твердість за Брінелем (**HB**);
- твердість за Вікерсом (**HV**);
- межа міцності (**σ_B**);
- межа пружності (**σ_Y**) та ін.

Ділянки поверхні деталі, що підлягають обробці, вказують штрихпунктирною потовщеною лінією (рис. 247,а). За необхідності проставляють розміри, які визначають межі обробки поверхні (рис. 247,б).

Величину глибини оброблюваного шару і твердості матеріалу на кресленнях вказують граничними значеннями «від...до», наприклад:

« h 0,7...0,9 мм, 40...46 HRC_e ».

Якщо поверхня виробу підлягає одному виду обробки, то відомості про неї записують у технічних вимогах. Вид термічної обробки вказують відповідним написом, наприклад:

«Цементувати h 0,7...0,9 мм, 58...62 HRC_e »;

«Азотувати h 0,3...0,5 мм, 800...940 HB».

Якщо ж більша частина поверхні виробу підлягає одному виду обробки, а решта поверхонь – іншому або їх не обробляють, то в технічних вимогах може бути зроблений запис такого типу:

«40...45 HRC_e, крім поверхні А».

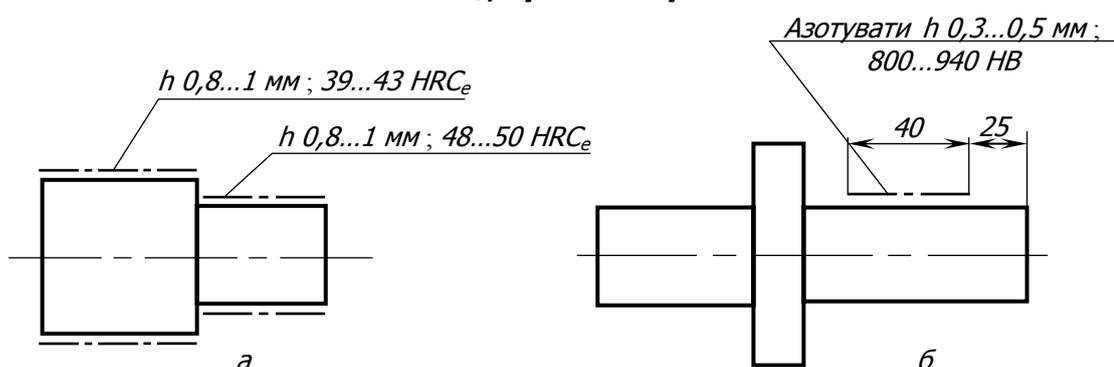


Рис. 247 Позначення поверхонь, що підлягають хіміко-термічній обробці

8.13. Текстова частина робочого креслення

Крім зображень, розмірів та інших відомостей, робоче креслення може містити:

- текстову частину, що включає технічні вимоги і технічну характеристику деталі;
- таблиці з різними параметрами;
- написи з позначеннями зображень й інших елементів креслення.

Технічні вимоги розміщують над основним написом у вигляді колонки шириною не більше 185 мм. Вимоги, споріднені за своїм характером, групують у такій послідовності:

- 1) до матеріалу деталі, термообробки і до властивостей матеріалу готової деталі із зазначенням матеріалів-замінників;
- 2) до розмірів, граничних відхилень розмірів, форми та розташування поверхонь, маси тощо;
- 3) до якості поверхонь і вимог до їх остаточної обробки, покриття тощо;
- 4) до умов та методів випробувань;
- 5) до вказівок про маркування і таврування;
- 6) до правил транспортування та зберігання;
- 7) до особливих умов експлуатації;
- 8) до посилання на інші документи, що містять технічні вимоги, які поширюються на даний виріб, але не вказані на кресленні.

Текстову частину, написи і таблиці включають до складу креслення тоді, коли наявні в них дані, вказівки та пояснення неможливо або недоцільно відобразити графічно чи умовними позначеннями.

Зміст тексту і написів на кресленні повинний бути якнайкоротшим і точним. У написах не допускаються скорочення слів, за винятком загальноприйнятих чи встановлених стандартами.

Біля зображень на поличках ліній-виносок наносять тільки короткі написи, які мають безпосереднє відношення до зображень предмета, наприклад, вказівки про кількість конструктивних елементів (фасок, отворів, канавок тощо), якщо їх не занесено в таблицю.

8.14. Позначення граничних відхилень форми і розташування поверхонь

Дійсні поверхні деталі, утворені механічною обробкою, мають відхилення від теоретичної (заданої кресленням) форми, а також **відхилення від взаємного розташування поверхонь** даної деталі.

Відхилення форми і розташування поверхонь деталі не повинні виходити за певні межі, які залежать від функцій деталі у виробі. Допустимі значення відхилень стандартизовано.

Граничні відхилення форми й розташування поверхонь указують на кресленнях **умовними позначеннями**.

Кожне умовне позначення включає:

- знак відхилення;
- числове значення відхилення;
- буквене позначення (А, Б, В...) бази відхилення (за необхідності).

Знаки умовних позначень наведено у таблиці 14.

Умовні позначення допусків форми і розташування поверхонь Таблиця 14

Група допусків	Допуск	Знак
Форми	Прямолінійності	—
	Площинності	
	Круглості	
	Циліндричності	
	Профілю поздовжнього перерізу	
Розташування	Паралельності	//
	Перпендикулярності	
	Нахилу	
	Співвісності	
	Симетричності	
	Позиційності	
	Перетину осей	
Форми і розташування	Радіального або торцевого биття, а також биття у заданому напрямі	
	Повного радіального або торцевого биття	
	Форми заданого профілю	
	Форми заданої поверхні	

Умовне позначення граничного відхилення форми чи розташування поверхонь вписують у **прямокутну рамку**.

Рамка для позначення **відхилення форми** складається з **двох** частин (рис. 248,а), а для **відхилення розташування поверхонь** – з **трьох** частин (рис. 248,б).

До **першої частини** рамки в обох випадках заносять **знак відхилення**, до **другої** – числове **значення відхилення** в міліметрах. **Третя** частина рамки призначена для **буквеного позначення бази** чи поверхні, з якою пов'язаний допуск відхилення.

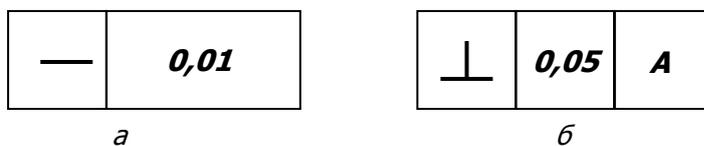


Рис. 248 Рамки для умовного позначення відхилень форми і розташування поверхонь

Рамка виконується **суцільною тонкою** лінією. Висота цифр, букв і знаків, які заносяться у рамку, повинна відповідати розміру шрифту розмірних чисел на кресленні. Рамку **з'єднують** з елементом, до якого належить відхилення, суцільною **тонкою лінією зі стрілкою** на кінці (рис. 249). **Напрямок** з'єднувальної лінії повинний відповідати напрямку вимірювання відхилення. З'єднувальна лінія може бути прямою чи ламаною і проводитися від будь-якої частини рамки.

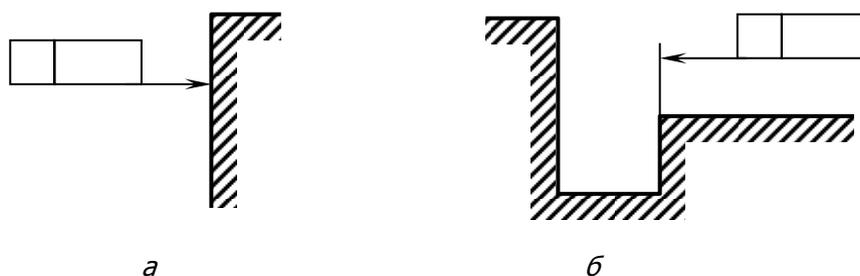


Рис. 249 З'єднання рамок з контурами зображень поверхонь

Бази позначають зачорненим трикутником, основа якого має бути розташована на контурі (рис. 250,а) або на виносній лінії від контуру базового елемента (рис. 250,б). Трикутник має бути рівностороннім, висотою, що приблизно дорівнює висоті шрифту розмірних чисел на кресленні. Якщо базовий елемент з'єднати з рамкою незручно, то базу позначають великою літерою українського алфавіту (А, Б, В...). Цю літеру вміщують у квадратну рамку, яку з'єднують виносною лінією із зачорненим трикутником і вказують у третій частині рамки (рис. 250,в).

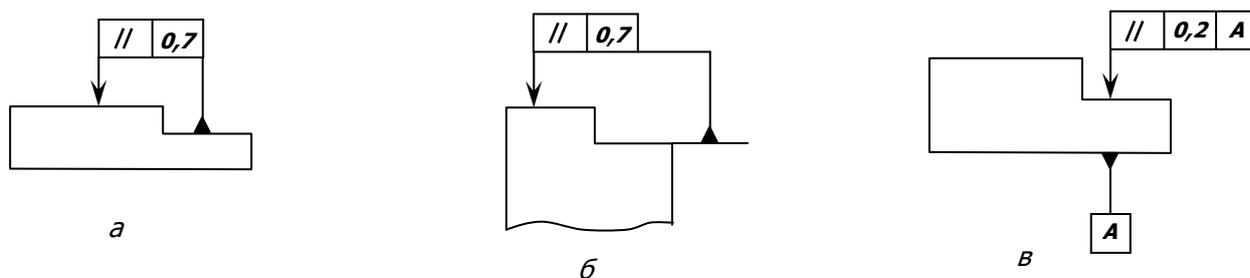


Рис. 250 Позначення бази вимірювання відхилення

Величина граничного відхилення, зазначена в рамці, стосується всієї поверхні. Коли допустиме відхилення стосується обмеженої ділянки довжини

чи поверхні, то ця ділянка довжини має бути вказана після величини відхилення через похилу лінію. Тоді позначення типу **0,1/100** буде означати, що відхилення у межах **0,1 мм** має бути забезпечене на частині поверхні деталі довжиною **100 мм**.

8.15. Виконання робочого креслення деталі за ескізом

Рекомендується така послідовність виконання робочого креслення (рис. 251):

1. Проаналізувати ескіз деталі, вибрати формат робочого креслення. (При цьому слід пам'ятати, що масштаб зображення залежить від розмірів і складності форми деталі). За ГОСТ 2.302-68 вибрати масштаб зображення. (Перевагу надавати масштабу 1:1).

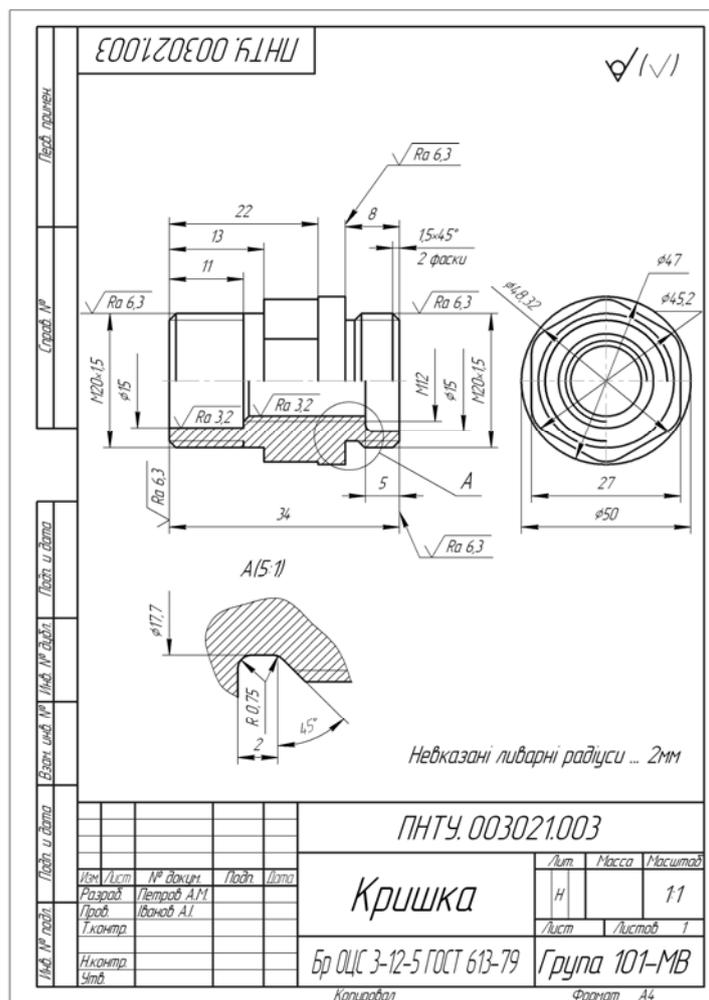


Рис. 251 Робоче креслення деталі

2. Накреслити на креслярському аркуші рамку й основний напис.
3. Скласти остаточну схему компонування креслення, тобто намітити місця основних і додаткових зображень, технічних вимог, площу, потрібну для нанесення розмірів.

4. Провести осі симетрії, центрові лінії, викреслити тонкими лініями видимий контур зображення, намітити невидимий контур, виконати розрізи, перерізи, виносні елементи.
5. Провести виносні й розмірні лінії.
6. Уважно перевірити виконану побудову й усунути зайві допоміжні лінії. Обвести видимий контур зображення суцільною основною лінією. Заштрихувати розрізи і перерізи.
7. Проставити розмірні числа, нанести знаки шорсткості поверхні.
8. Заповнити основний напис, записати технічні вимоги.

8.16. Читання креслень деталей

Читання креслення полягає у з'ясуванні просторової форми деталі за її плоским зображенням та у визначенні її розмірів, шорсткості поверхонь й інших даних, що містить креслення.

Читання креслень рекомендовано виконувати у такій послідовності.

1. Прочитати основний напис креслення:
 - назву виробу;
 - назву і марку матеріалу, з якого треба виконати виріб;
 - масштаб зображення;
 - позначення креслення та інші відомості.
2. Визначити кількість зображень:
 - яке зображення є головним;
 - яке зображення є виглядом зверху, зліва тощо.
3. Розглянути наявність розрізів, перерізів, обривів і виносних елементів на деталі.
4. Розглянути вигляди, що знаходяться у проекційному зв'язку та спробувати визначити форму деталі (циліндрична, призматична, пірамідальна тощо). Для цього необхідно проаналізувати зображення, визначивши із яких геометричних тіл складається деталь, після чого об'єднати одержані дані у єдине ціле.
5. Визначити за кресленням:
 - габаритні розміри деталі та розміри її елементів;
 - розташування отворів, виступів, западин. *(При цьому звернути увагу на знаки \emptyset , R , \square , розташовані перед розмірними числами. Знак \emptyset означає, що даний елемент деталі має форму тіла обертання;*

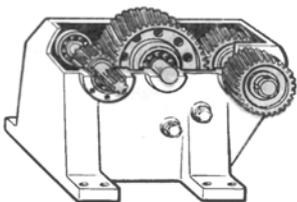
- знаком \square визначають квадратні елементи деталі; літера **R** ставиться перед розмірним числом радіуса);
- наявність різьби.

6. Установити, яка повинна бути шорсткість поверхонь деталі та способи їх оброблення. Якщо на поверхні, що розглядають, відсутні знаки шорсткості, то треба шукати позначення шорсткості у правому верхньому куті креслення.

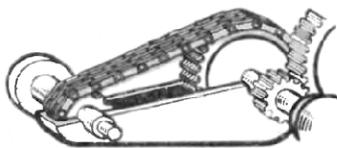


Запитання до розділу 8

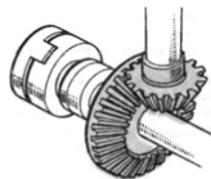
1. Що називається деталлю?
2. На основі яких ознак відрізняють деталь від інших видів виробів?
3. Які елементи деталей належать до конструктивних?
4. У чому полягає відмінність між типовими й оригінальними деталями?
5. Яке призначення робочого креслення деталі?
6. Про що можна дізнатися з основного напису робочого креслення?
7. Як утворюється різьба на поверхні деталі?
8. За якими ознаками класифікують різьби?
9. Які існують типи різьб залежно від їх призначення?
10. Яку форму може мати профіль різьби?
11. Назвіть основні параметри різьб.
12. У яких випадках до позначення різьби не включають її крок?
13. Які основні конструктивні елементи різьби?
14. Для чого призначені пружини?
15. Яку форму можуть мати пружини?
16. У якому стані викреслюють пружину?
17. Які дані повинні містити креслення пружин?
18. Яка передача називається механічною?
19. Які види передач зображені на рисунках?



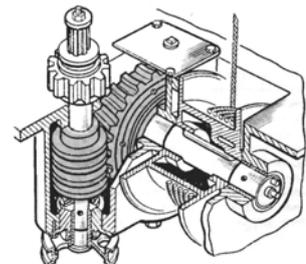
a



б



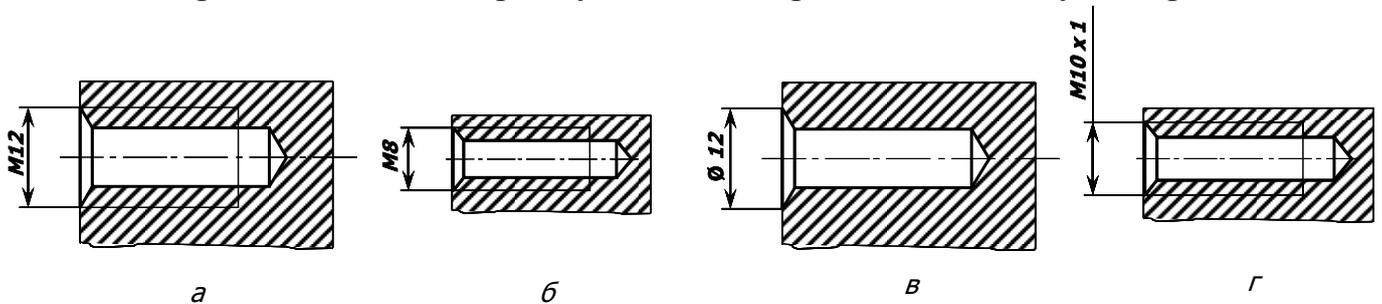
в



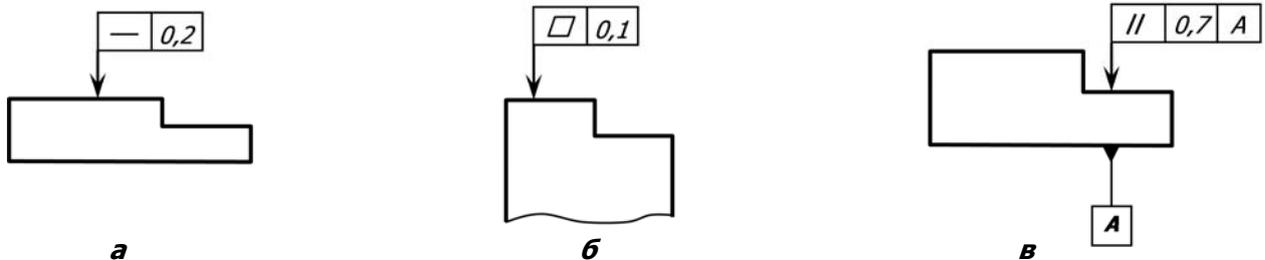
г

20. За якими ознаками класифікують механічні передачі?

21. Яке зубчасте колесо називається ведучим?
22. Для чого призначена рейкова передача?
23. Для чого призначений храповий механізм?
24. Які розміри є обов'язковими на кресленні зубчастого колеса?
25. На які групи поділяють розміри на робочому кресленні?
26. Що називається базою? Які види баз застосовують при нанесенні розмірів?
27. Яке креслення називають ескізом?
28. Назвіть стадії виконання ескізу?
29. Чим ескіз відрізняється від креслення?
30. Яким інструментом можна виміряти діаметр отвору деталі?
31. Які розміри вимірюють штангенциркулем?
32. Укажіть, на якому з наведених зображень отвір не має різьби. На якому із зображень позначено різьбу з великим кроком, а на якому – з дрібним?



33. Де на кресленні зазначають марку матеріалу, з якого виготовлено зображену деталь?
34. Яким інструментом вимірюють радіус заокруглень?
35. Про що можна дізнатися з технічних вимог на кресленні деталі?
36. Що включає умовне позначення відхилення форми і розташування поверхонь?
37. Що означають позначення на зображеннях?



38. Для чого призначена третя частина рамки умовного позначення відхилення розташування поверхонь?
39. Яка послідовність читання креслення деталі?

40. До якої лінії доводять штриховку різьби, зображеної в розрізі?
41. Якою лінією зображають на кресленні деталі межу різьби?
42. Яким інструментом вимірюють крок різьби?



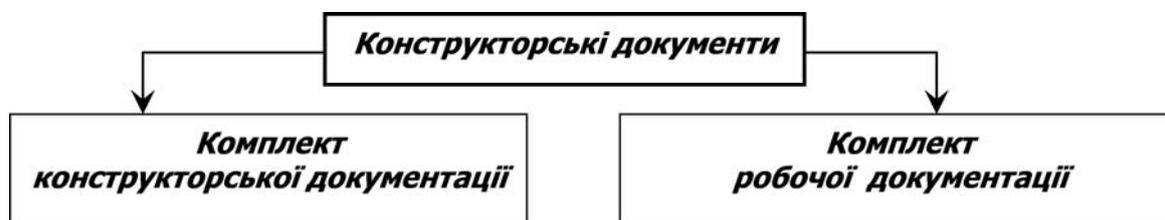
Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 8 .

Розділ 9. Складальні креслення

9.1. Призначення та зміст складального креслення

Складальна одиниця – виріб, складові частини якого з'єднуються між собою на виробництві складальними операціями (згинчуванням, клепаанням, зварюванням, пресуванням тощо). До таких виробів належать, наприклад, верстат, трактор, автомобіль, зварна або армована конструкція, телевізор тощо.

На складальну одиницю створюється конструкторська документація. Конструкторські документи за стадією розроблення поділяються:



До складу **комплекту конструкторської документації** входить креслення загального вигляду.

Комплект робочої документації містить складальне креслення.

Креслення загального вигляду – це документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його основних складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Відомостей, необхідних для складання (чи виготовлення) такої контролю виробу, таке креслення не містить.

Складальне креслення – це документ, який містить зображення складальної одиниці й інші дані, потрібні для її виготовлення і контролю.

Конструкцію складальної одиниці утворюють деталі, з яких вона складається, а також з'єднання цих деталей.

За складальними кресленнями виконують робочі креслення деталей, а потім використовують їх у стадії підготовки до виробництва, розроблення технологічної документації, контролю й приймання готових виробів.

Складальне креслення повинне містити :

- 1) зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розташування і взаємозв'язок складових частин та забезпечує можливість складання й контролю складальної одиниці;
- 2) розміри, граничні відхилення та інші параметри і вимоги, які мають бути виконані чи проконтрольовані за даним складальним кресленням;
- 3) вказівки про характер спряження і методи його виконання, якщо точність спряження забезпечується в процесі складання виробу;
- 4) вказівки про спосіб з'єднання нерознімних частин виробу (зварних, паяних та ін.);
- 5) номери позицій складових частин виробу;
- 6) основні характеристики виробу (якщо є потреба).

9.2. Зображення на складальних кресленнях

Складальні одиниці зображуються на кресленнях **виглядами, розрізами і перерізами**. Найбільше на складальних кресленнях міститься розрізів. Застосування розрізів на складальних кресленнях зумовлено конструктивними особливостями форми деталей складальних одиниць.

Залежно від впливу форми деталі на вибір зображення всі деталі можна умовно поділити на три групи:

перша група – деталі, для з'ясування форми яких немає потреби застосовувати розрізи (вісь, шток, болт);

друга група – деталі, для з'ясування форми котрих треба застосовувати розріз. Це деталі, які мають внутрішні порожнини;

третья група – деталі, у яких для з'ясування форми однієї частини їхньої поверхні немає потреби застосовувати розріз, а для іншої така потреба існує. У цьому випадку застосовують місцевий розріз.

Вигляди на складальних кресленнях, що розміщені у проєкційному зв'язку, не позначаються і не надписуються. Додаткові вигляди і вигляди, розміщені поза проєкційним зв'язком, позначають стрілкою та буквами «А», «Б», «В» і т.д.

Прості та складні розрізи позначають розімкненою лінією зі стрілками і буквами, «А - А», «Б - Б», «В - В» тощо. Прості розрізи із січною площиною, що проходить через вісь симетрії виробу та зображення яких розміщені на місці

відповідних виглядів, не позначаються. Місцеві розрізи обмежують суцільною хвилястою лінією.

Штриховка однієї деталі (чи однакових деталей) на всіх її зображеннях виконується з нахилом 45° в один бік і однаковою відстанню між лініями штриховки. На зображеннях суміжних деталей штриховку урізноманітнюють, змінюючи напрям її нахилу та відстань між лініями штриховки або зсуваючи лінії однієї деталі відносно іншої (рис. 252). Елементи, товщина яких на кресленні 2 мм і менше, у розрізах і перерізах зачорнюють незалежно від виду матеріалу.

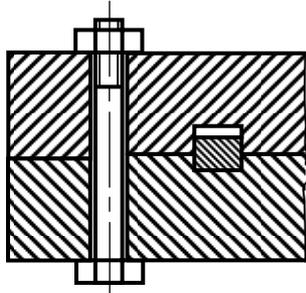


Рис. 252 Штриховка суміжних деталей у розрізах

9.3. Умовності та спрощення на зображеннях складальних креслень

Зображення на складальних кресленнях виконують зі спрощеннями, передбаченими для всіх видів креслень, а також із деякими додатковими умовами і спрощеннями, визначеними для складальних креслень.

Частини виробу, що переміщуються, на складальних кресленнях зображають у **робочому положенні**. Під робочим положенням розуміють таке положення робочих органів, що забезпечує їм виконання основних функцій (робочим положенням крана є таке положення отвору в його пробці, яке забезпечить рух рідини, газу чи повітря по трубах).

Дозволяється не зображати на будь-якому вигляді складального креслення окремі деталі, які заважають розумінню конструктивних особливостей інших деталей (кришки, кожухи, маховички, руків'я тощо). У таких випадках над відповідним зображенням складального креслення виконують напис: «Маховичок поз. 6 не показаний».

Коли на складальному кресленні є розрізи та перерізи, а січні площини проходять уздовж осей гвинтів, болтів, шпильок, заклепок, непорожнистих валів, шпинделів, шатунів, важелів тощо, то їх **зображують нерозсіченими**. Нерозсіченими на складальних кресленнях показують також гайки, шайби і кульки.

Кріпильні різьбові з'єднання зображають зі спрощеннями, прийнятими для цих видів з'єднань (рис. 253, II, IV).

На складальному кресленні **дозволяється не зображати** фаски, заокруглення, галтелі (рис. 253, III), але тільки в тому випадку, коли вони не мають конструктивного призначення. Дозволяється не зображати проточки, заглиблення, виступи, насічку та інші дрібні елементи, а також зазори між стрижнем і отвором (рис. 253, II).

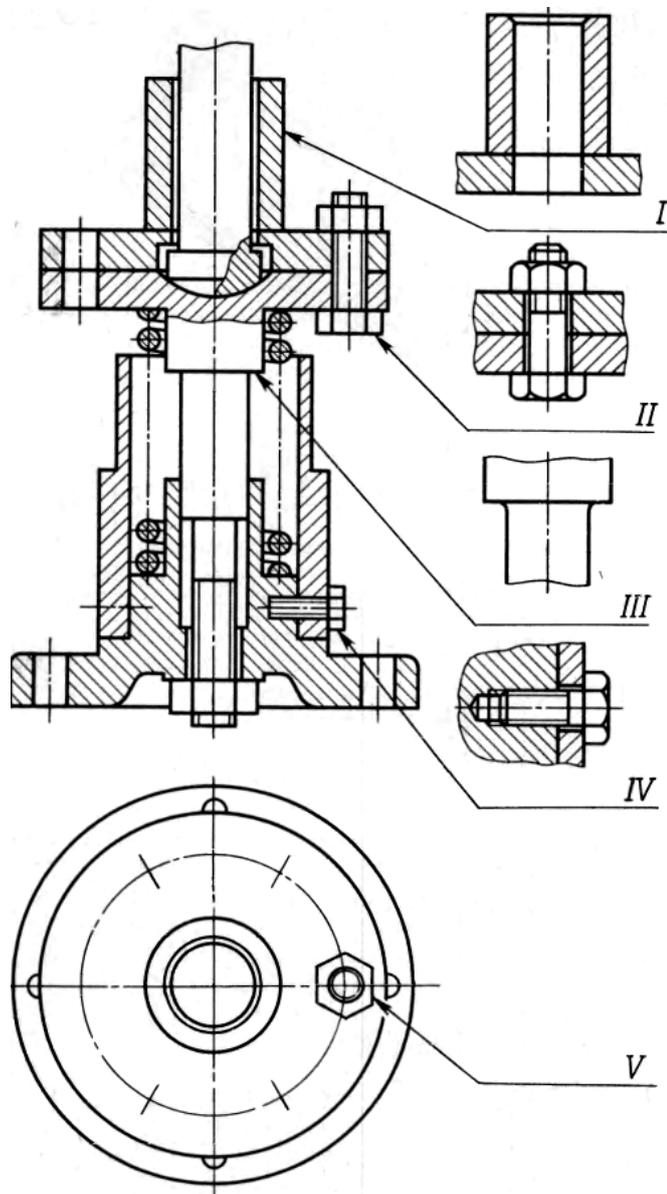


Рис. 253 Умовності та спрощення на складальному кресленні

Пружину дозволяється зображати нерозсіченою, а також у розрізі лише поперечними перерізами витків. Якщо діаметр дроту пружини 2 мм і менше, то перерізи зачорнюють.

Зварний, паяний та клеєний виріб у зібраному вигляді з іншими виробами у розрізах і перерізах штрихують як монолітний предмет в один бік із зображенням межі між деталями цього виробу суцільними товстими основними лініями (рис. 253, I).

Якщо складальна одиниця має **кілька однакових** рівномірно розміщених деталей (чи їхніх комплектів), то зображають тільки одну-дві деталі (один-два комплекти), а решту показують умовно чи спрощено (рис. 253, V), записавши у специфікацію їхню кількість.

9.4. Розміри на складальних кресленнях

Розміри, які наносяться на складальних кресленнях, поділяють на **дві** групи:

- **виконавчі** – розміри, котрі повинні бути виконані чи проконтрольовані за даним складальним кресленням;
- **довідкові** – розміри, які не підлягають виконанню за даним кресленням і наносяться для більшої зручності користування кресленням.

До **першої групи** розмірів належать:

- монтажні розміри, що визначають взаємне розміщення деталей у виробках (сюди зараховують і монтажні зазори);
- розміри елементів деталей, які виконуються у процесі чи після складання (механічною обробкою після зварювання, клепання, паяння, пресування);
- розміри спряжених елементів деталей, які зумовлюють характер з'єднання (посадки) (спряжений розмір із граничними відхиленнями діаметра циліндра і поршня);
- розміри, які характеризують експлуатаційні параметри виробу й положення окремих елементів конструкції (хід поршня, клапана двигуна, важеля).

До **другої групи** розмірів належать:

- габаритні розміри, що визначають граничні зовнішні обриси виробу (висота, довжина і ширина виробу чи його найбільший діаметр);
- установлювальні та приєднувальні розміри, які визначають величини елементів, за котрими даний виріб установлюють на місці монтажу (розміри центрових кіл на фланцях, за якими розміщені отвори та діаметри отворів під болти, відстані між отворами кріплення, приєднувальні розміри різьб тощо);
- характерні розміри, які конструктор вважає за потрібне вказати на кресленні (розміри плечей важелів та руків'їв, діаметри штурвалів, розміри профілю спеціальної різьби, діаметри отворів і трубопроводів, по яких переміщується робоче тіло, тощо).

На кресленнях складальних одиниць наносять ті розміри, які повинні бути виконані та проконтрольовані за даним складальним кресленням, тобто всі виконавчі розміри, включаючи розміри для виконання нерознімних з'єднань. Із групи довідкових розмірів зазначають установлювальні, приєднувальні, габаритні, а з характерних – деякі розміри, що визначають технічні характеристики складальної одиниці.

На складальних кресленнях виробу для всіх розмірів спряжених елементів деталей, як рухомих, так і нерухомих, як правило, позначають характер з'єднання (посадку). Для цього наносять номінальний розмір, який належить як до отвору, так і до вала, а праворуч від номінального розміру за допомогою простого дробу позначають посадку з'єднання: у чисельнику – поле допуску та квалітет точності для отвору, а в знаменнику – поле допуску і квалітет точності для вала. Ці відомості потрібні робітнику для ретельного виконання з'єднання, а також під час ремонту виробів.

9.5. Номери позицій і специфікація

На складальному кресленні всі складові частини виробу нумерують відповідно до номерів позицій, зазначених у специфікації складальної одиниці.

Номери позицій наносять на полички ліній-виносок, які проводять від зображень складових частин виробу. Один кінець ліній-виносок, що перетинають лінію контура, закінчується крапкою, інший – поличкою. У тих випадках, коли зображення складової частини невелике, зачорнене у перерізі (зображення прокладки) чи показується лінією (пружина з тонкого дроту), лінію-виноску закінчують стрілкою (рис. 254).

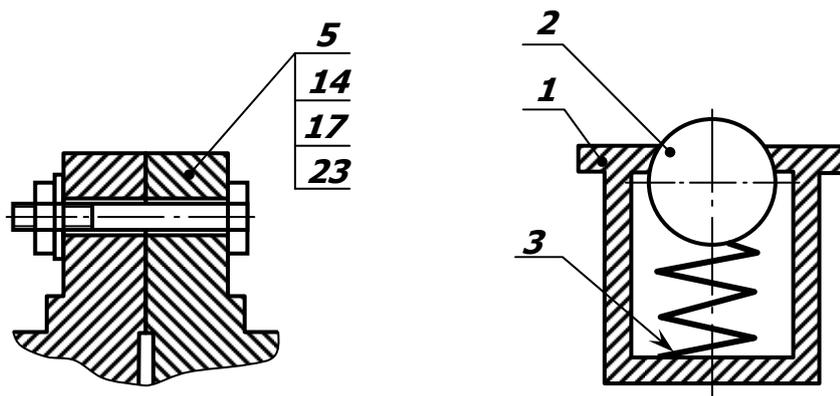


Рис. 254 Номери позицій на складальному кресленні

Номери позицій указують на тих зображеннях, на яких відповідні складові частини проєціюються як видимі, як правило, на основних виглядах чи розрізах. Розміщують номери позицій паралельно до основного напису креслення поза контуром зображення і групують у стовпчик (по вертикалі) чи рядок (по горизонталі) на одній лінії (рис. 254).

У разі потреби виконують спільну лінію-виноску з вертикальним розміщенням номерів позицій для групи кріпильних деталей, які належать до одного і того ж місця кріплення (рис. 253).

Кожне складальне креслення супроводжують специфікацією.

Специфікація – це документ, який визначає вміст складальної одиниці.

Потрібна специфікація для виготовлення, комплектування конструкторських документів і планування запуску у виробництво складових частин складальної одиниці.

Специфікація має вигляд таблиці, до якої заносять номери позицій, позначення робочих креслень деталей, що входять до складальної одиниці. Виконують її на окремих аркушах формату **A4** за формою і розмірами (рис. 255).

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
6	6	8	70	63	10	22

Рис. 255 Специфікація

Специфікація складається з таких розділів:

- документація;
- комплекси;
- складальні одиниці;
- деталі;
- стандартні вироби;
- інші вироби;
- матеріали;
- комплекти.

Назви розділів записують у вигляді заголовків у графі «Найменування» і підкреслюють суцільною тонкою лінією. Нижче кожного заголовка залишають вільний рядок, а в кінці кожного розділу – не менше одного рядка для можливих додаткових записів.

У графах специфікації містяться такі відомості:

Графа «Формат» – позначення форматів, на яких виконано креслення складових частин виробу. Цю графу заповнюють для розділів «Стандартні вироби» і «Матеріали».

Графа «Зона» – позначення зон, у котрих розміщені певні складові частини виробу. Її заповнюють лише для креслень, у яких поле розділене на зони.

Графа «Позиція» – містить порядкові номери складових частин, котрі безпосередньо входять до специфікованого виробу, в послідовності запису їх до специфікації. Для розділу «Документація» цю графу не заповнюють.

Графа «Позначення» – позначення конструкторських документів на деталі, що входять до складу виробу. Не заповнюють цю графу для розділів «Стандартні вироби» і «Матеріали».

Графа «Кількість» – відомості про кількість складових частин, які входять до однієї складальної одиниці виробу, а для матеріалів – відомості про кількість матеріалу на один виріб.

Графа «Примітка» – додаткові відомості про вироби, документи і матеріали, які записані у специфікацію.

9.6. Послідовність виконання складального креслення

Складальне креслення виконується у такій послідовності:

1. Ознайомлення з виробом.
2. Розподіл складових частин виробу по розділах специфікації та надання їм позначень.
3. Виконання ескізів деталей, які повинні бути зроблені під час виготовлення виробу (на деталі, котрі можна віднести до «стандартних виробів», ескізи не виконують).
4. Виконання специфікації та складального креслення виробу.

Розглянемо напрямний блок (рис. 256,а). Послідовність виконання складального креслення напрямного блока така:

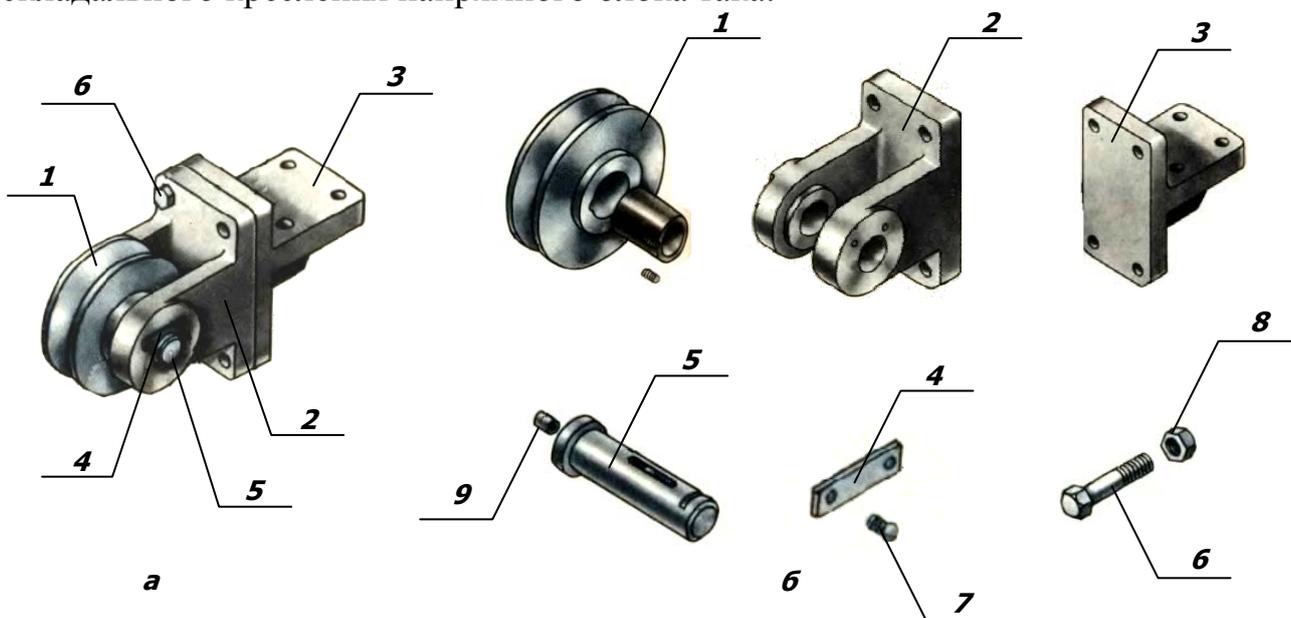


Рис. 256 Направний ролик

1. *(Ознайомлення з виробом).* Складальна одиниця встановлюється на одній із металоконструкцій підйомного крана і служить для направлення троса. Трос входить у жолобок ролика й огинає ролик під певним кутом. Ролик 1 вільно обертається на осі 5, яка нерухомо закріплена у вушках вилки 2 планкою 4. Планка 4 входить у проріз осі 5 і кріпиться до вилки 2 двома гвинтами 7. Для змащування осі 5 ролика 1 призначена прес-маслянка 9, через яку по циліндричних каналах до осі 5 на поверхню тертя подається мастило. Вилка 2 з'єднана чотирма болтами 6 і гайками 8 з кронштейном 3, який також кріпиться болтами до металоконструкції крана.

2. *(Розподіл складових частин виробу по розділах специфікації та надання їм позначень.)* Складові напрямного блока (рис. 256,б) повинні бути розподілені за розділами специфікації:

- «Ролик» являє собою складальну одиницю, яка вміщує ролик і запресовану в нього втулку. Тому «Ролик» належить до розділу специфікації «Складальні одиниці»;
- складові частини «Вилка», «Кронштейн», «Планка» і «Вісь» належать до розділу «Деталі». На кожну із цих складових частин виконується ескіз;
- складові частини: болти, гайки, маслянка належать до розділу «Стандартні вироби».

На складальному кресленні в умовах навчального закладу рекомендовано згідно з позначеннями всього виробу присвоїти позначення і складовим частинам.

Якщо індекс підйомного крана ПКО2, то позначення його буде ПКО2.00.00.00; одна зі складових підйомного крана – блок напрямний – з номером 06 позначається ПКО2. 06.00.00; одна з деталей блока напрямного – планка з номером 04 позначається ПКО2.06.00.04; одна зі складальних одиниць блока напрямного – ролик із запресованою у нього втулкою – з номером 01 позначається ПКО2.06.01.02. На рис. 257 наведена схема складових частин блока напрямного на які повинні бути виконані креслення та ескізи.

3. Виконання ескізів деталей. Ескізи виконуються відповідно до вимог і правил, на аркушах стандартного формату. Розташування зображень на ескізах повинне бути зручним при користуванні й при виготовленні деталей.

4. Виконання специфікації та складального креслення блока напрямного (рис. 258).

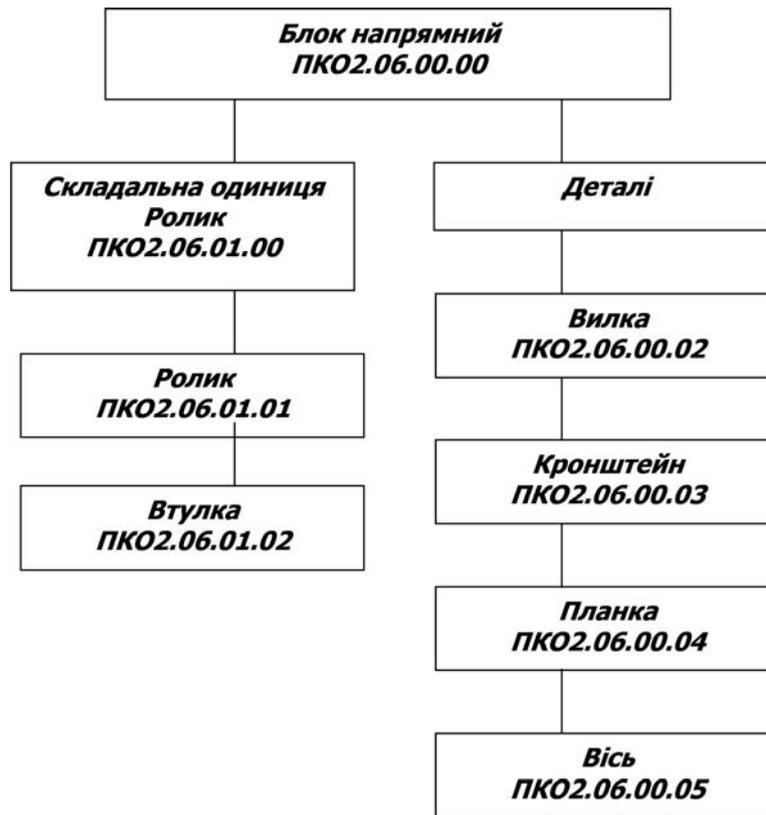


Рис. 257 Схема складових частин блока напрямного

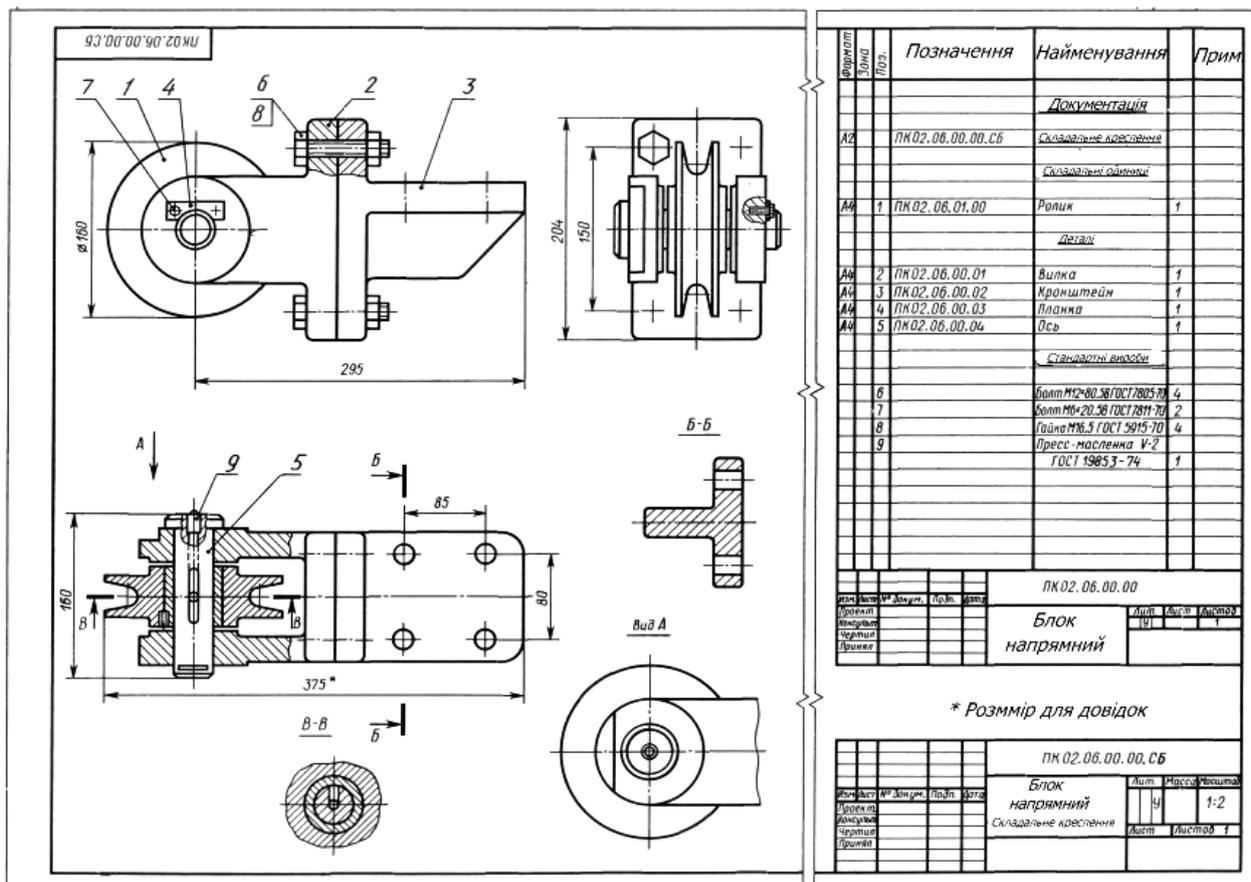
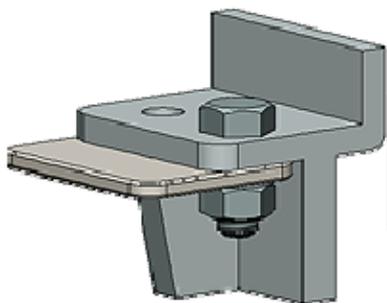


Рис. 258 Складальне креслення блока напрямного

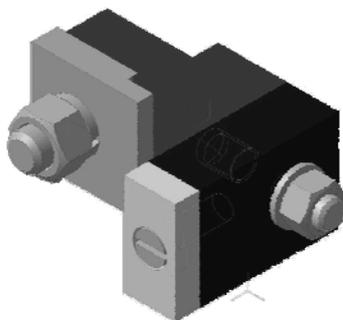


Запитання до розділу 9

1. Що являє собою складальне креслення?
2. Чому на складальному кресленні не наносять розмірів деталей, що входять до складу зображеного на ньому виробу?
3. Що таке номери позицій і для чого їх указують на складальних кресленнях?
4. Що повинне містити складальне креслення?
5. Скільки складових частин містить виріб?



6. Які групи розмірів наносять на складальному кресленні?
7. Що називають специфікацією? Для чого вона призначена?
8. Які дані заносять у специфікацію та у якій послідовності?
9. Як штрихують суміжні деталі на складальних кресленнях?
10. Що являє собою складальна одиниця?
11. Чим відрізняється креслення загального вигляду від складального креслення?
12. Які дані містить складальне креслення?
13. Як позначаються вигляди на складальних кресленнях?
14. Які умовності та спрощення застосовують на складальних кресленнях?
15. У якій послідовності виконується складальне креслення?
16. Назвати стандартні деталі, що входять до складу виробу.



Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 9 .

Розділ 10. Зображення з'єднань деталей на складальних кресленнях

10.1. Загальні відомості про з'єднання деталей

Під час складання будь-якого виробу (автомобіля, металорізального верстата, радіоприймача, фотоапарата, велосипеда тощо) головним видом робіт є виконання різних з'єднань деталей.

Складання двох чи декількох деталей можна виконати у вигляді **нерухомого** чи **рухомого** з'єднання їх.

Крім того, з'єднання деталей у виробі можуть бути **нерознімними** чи **рознімними**.

Характерною особливістю рознімних з'єднань є те, що вони допускають розбирання і повторне складання з'єднаних деталей без їх руйнування і пошкодження.

До головних видів рознімних з'єднань деталей належать:

- **різьбові з'єднання**, які одержують нагвинчуванням однієї деталі на іншу чи за допомогою стандартних деталей з різьбою;
- **шпонкові з'єднання**, що утворюються за допомогою деталей певної форми, які входять одночасно у паз вала та у паз обхоплюючої його деталі;
- **зубчасті (шліцьові) з'єднання**, що утворюються шляхом спряження втулок з валами за допомогою виступів на валу і западин такого ж профілю у втулці;
- **з'єднання за допомогою штифтів**, котрі утворюються деталями циліндричної або конічної форми, які забезпечують точну фіксацію взаємного розміщення спряжуваних деталей.

Характерною особливістю нерознімних з'єднань є відсутність можливості роз'єднати їх без руйнування чи значного пошкодження з'єднаних деталей.

До головних видів нерознімних з'єднань деталей належать:

- **з'єднання заклепками** – металевими стрижнями з головками, які вставляються в отвори з'єднаних деталей і розклепуються у цьому положенні;
- **зварні з'єднання**, де жорсткий зв'язок між деталями виникає внаслідок плавлення металу;

- **з'єднання паянням**, коли деталі у нагрітому стані скріплюються одна з одною за допомогою додаткового легкоплавкого сплаву (припою);
- **клеюві з'єднання**, які утворюються за допомогою тонкого шару швидко твердіючого складу (клею).

До нерознімних з'єднань також зараховують **з'єднання запресовуванням, розвальцьовуванням** чи **завальцьовуванням, з'єднання зшиванням, посадки з натягом** та ін. Останнім часом часто використовують комбіновані нерознімні з'єднання – **клеєварні** й **клеєзаклепкові**.

10.2. Болтове з'єднання

Болт – циліндричний стрижень, на одному кінці якого є головка, а на іншому – різьба для нагвинчування гайки (рис. 259).



Рис. 259 Болт

Залежно від **призначення** та умов роботи болти виконують із **шестигранними** (найбільш поширені), **півкруглими** і **потайними** головками.

За **ступенем точності** виготовлення болти поділяють на болти **нормальної, підвищеної** та **грубої точності**, які відрізняються класами шорсткості (чистоти) поверхні різьби, циліндричного стрижня й опорної площини головки.

Для стандартних болтів застосовують метричну різьбу з великим і дрібним кроком. Частіше використовується великий крок.

Болти із шестигранними головками нормальної та підвищеної точності виготовлення мають від трьох до п'яти виконань (рис. 260):

- виконання 1 – без отвору під шплінт (рис. 260, а);
- виконання 2 – з отвором під шплінт (рис. 260, б);
- виконання 3 – з двома отворами в головці під кріплення дротом головок групи болтів (рис. 260, в).

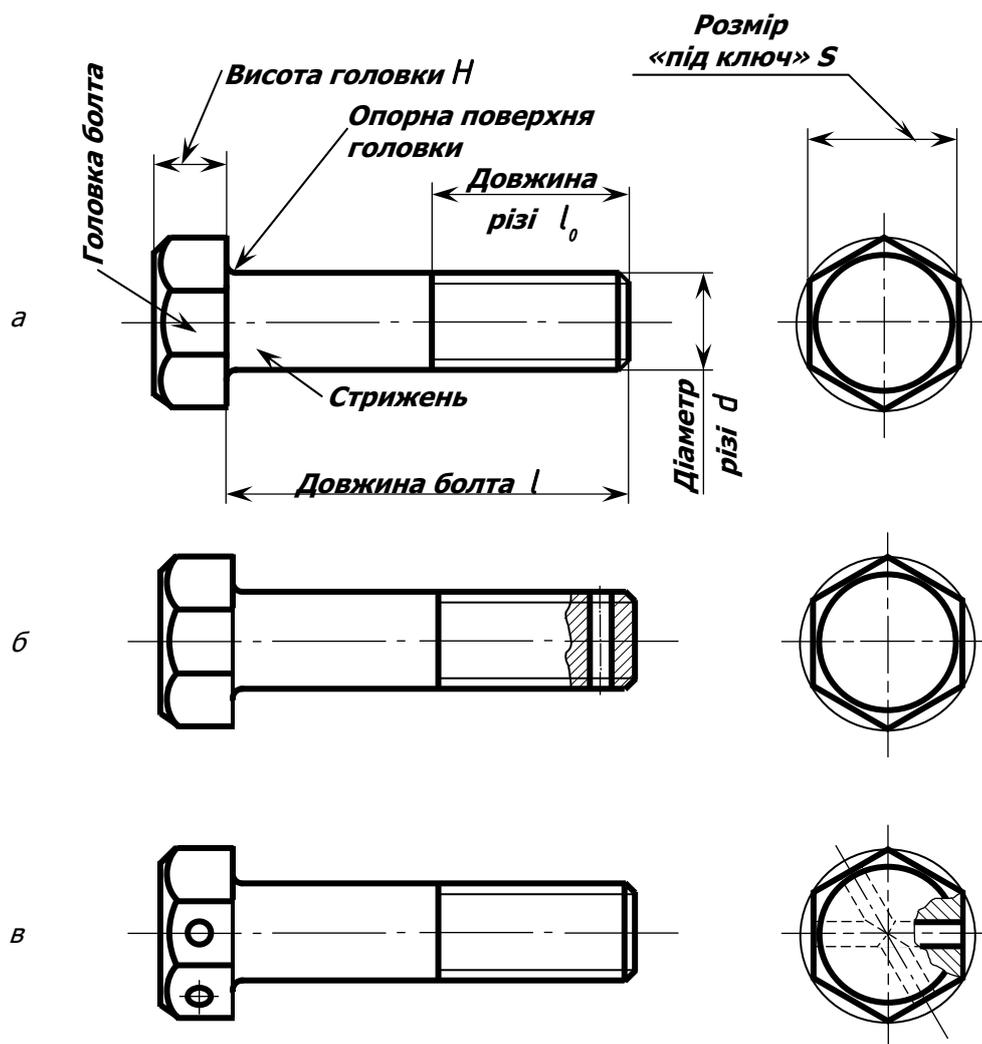


Рис. 260 Болти з шестиграними головками

Структура умовного позначення болтів:

- назва;
- варіанти виконання (виконання 1 не вказують);
- діаметр метричної різьби;
- дрібний крок різьби (великий не вказують);
- позначення поля допуску різьби (поле допуску 8g не вказую);
- довжина болта;
- клас міцності або група матеріалу;
- позначення виду покриття;
- товщина покриття (мкм);
- номер стандарту на конструкцію і розміри болта.

Наприклад: **Болт М12 х 60. 56 ГОСТ 7798-70** (болт із шестигранною головкою (нормальної точності) з діаметром різьби 12 мм, довжиною 60 мм, великим кроком різьби, поле допуску 8g, без покриття, клас міцності 5.6, виконання 1). **Болт 2М12 х 1,25 – 6g х 60. 46. 084 ГОСТ 7798-70** (болт із

шестигранною головкою (нормальної точності) з діаметром різьби 12 мм, з дрібним кроком різьби $P=1,25$ мм, поле допуску 6g, довжиною 60 мм, клас міцності 4.6, покриття 08, товщина покриття 4 мкм, виконання 2).

Позначення поля допуску, яке визначає розміри зазорів між різьбою на стрижні та в отворі (гайці), складається із цифри, що показує ступінь точності виготовлення, і літери, яка означає основне відхилення. Для болтів визначені поля допусків: 6g – середній та 8g – грубий клас точності. В умовному позначенні поле допуску 8g не вказується.

Для болтів із вуглецевих і легованих сталей визначено 12 класів міцності. Кожному класу стандарт рекомендує відповідні марки сталі, деякі з них наведені у таблиці 15; види та умовні позначення захисних покриттів – у таблиці 16, а стандарти на конструкцію і розміри болтів – у таблиці 17.

Деякі класи міцності болтів

Таблиця 15

Клас міцності	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6
Марка сталі	Ст3	Сталь 20	Сталь 10	Сталь 30 Сталь 35	Ст3кп2	Сталь 35 Сталь 45

Види та умовні позначення захисних покриттів

Таблиця 16

Позначення	Вид покриття	Позначення	Вид покриття
00	Без покриття	05	Оксидне
01	Цинкове з хромуванням	06	Фосфатне
02	Кадмієве з хромуванням	07	Олов'яне
03	Багатошарове: мідь – нікель	08	Мідне
04	Багатошарове: мідь – нікель – хром	09	Цинкове

Стандарти на конструкцію та розміри болтів

Таблиця 17

Болти	Стандарт
1	2
Болти з шестигранною головкою: класу точності В (виконання 1 - 4)	ГОСТ 7798-70
Болти з шестигранною головкою: класу точності А (виконання 1 - 4)	ГОСТ 7805-70
Болти з шестигранною головкою: класу точності С (виконання 1)	ГОСТ15589-70
Болти з шестигранною зменшеною головкою: класу точності В (виконання 1 - 5) класу точності А (виконання 1 - 5) класу точності С (виконання 1 ,2)	ГОСТ7796-70 ГОСТ7808-70 ГОСТ15591-70
Болти з шестигранною зменшеною головкою для отворів з-під розвертки (клас точності А)	ГОСТ 7817-80
Болти з шестигранною зменшеною головкою і напрямним підголовком: класу точності В (виконання 1 - 5) класу точності А (виконання 1 - 5) класу точності С (виконання 1 ,2)	ГОСТ 7795-70 ГОСТ 7811-70 ГОСТ 15590-70
Болти з шестигранною головкою і діаметром різі понад 48 мм (клас точності В)	ГОСТ 10602-94

1	2
Болти з шестигранною головкою і діаметром різі понад 48 мм (класи точності В, А)	ГОСТ 18125-72
Болти з півкруглою головкою з вусом (клас точності С)	ГОСТ 7783-81
Болти зі збільшеною півкруглою головкою (клас точності С) : З вусом З квадратним підголовком	ГОСТ 7801-81 ГОСТ 7802-81
Болти з потайною головкою (клас точності С): З вусом З квадратним підголовком	ГОСТ 7785-81 ГОСТ 7786-81
Болти зі збільшеною потайною головкою і квадратним підголовком (клас точності С)	ГОСТ 17673-81
Болти шинні (клас точності С)	ГОСТ 7787-81
Болти відкидні (виконання 1,2,3)	ГОСТ 3033-79
Рим-болти	ГОСТ 4751-73

Відкидні болти (ГОСТ 3033-79) застосовують для швидкого затискання і звільнення деталі в різноманітних пристроях.

Рим-болти (ГОСТ 4751-73) застосовують для підняття та опускання важких деталей, наприклад електродвигунів (рис. 261).



Рис. 261 Рим-болти

Болтове з'єднання утворюється з'єднанням двох (чи декількох) деталей за допомогою болта, гайки і шайби (рис. 262). Болт вставляють в отвір з'єднувальних деталей із зазором. З'єднання здійснюється затягуванням гайки.

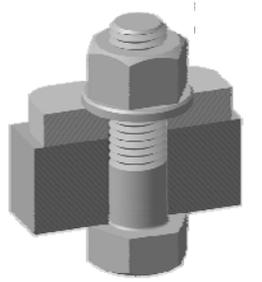


Рис. 262 Болтове з'єднання

Конструктивне зображення болтового з'єднання показано на рис. 263. Креслення болтового з'єднання виконують за відносними розмірами, які визначаються умовними співвідношеннями із зовнішнім діаметром болта.

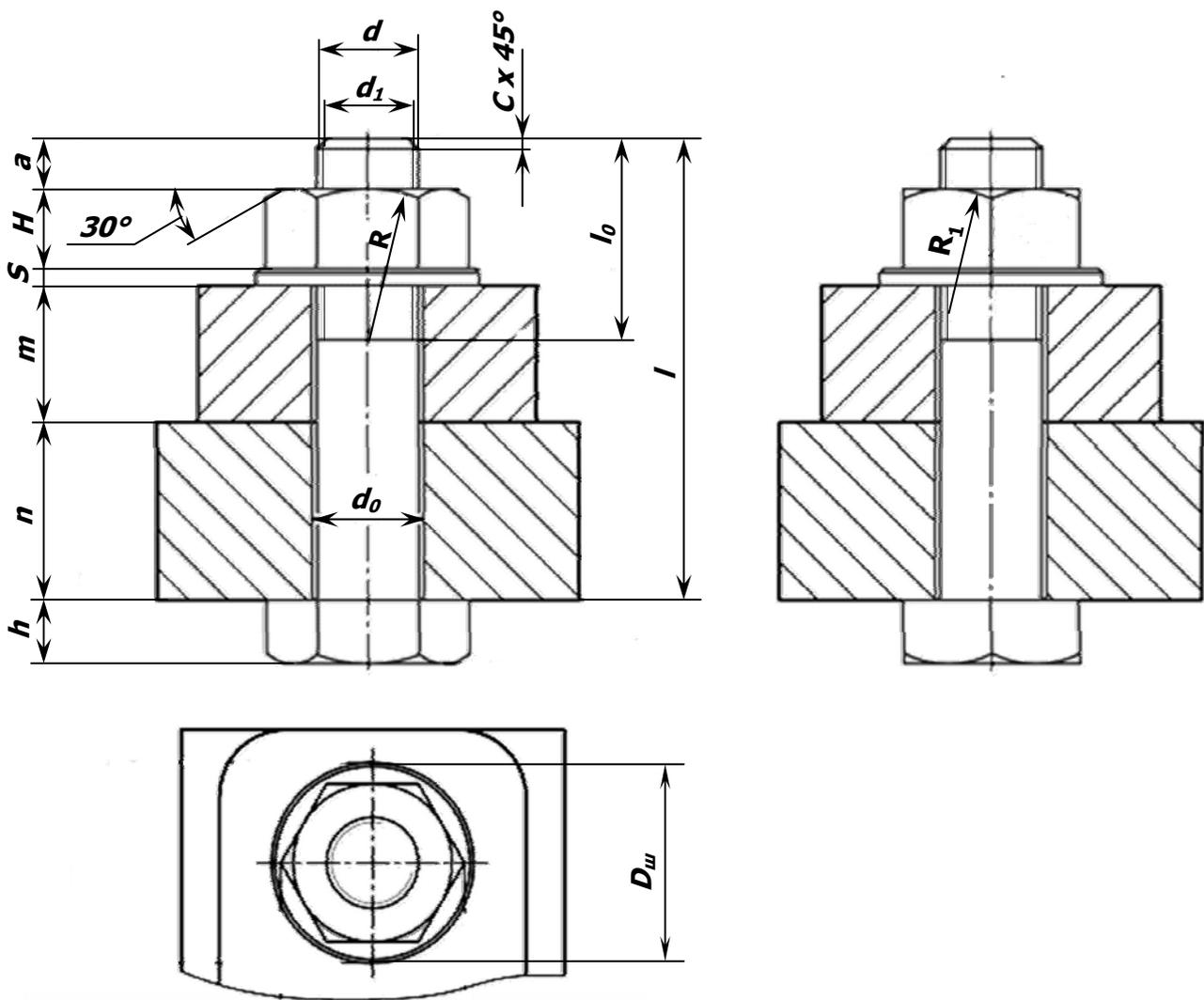


Рис. 263 Конструктивне зображення болтового з'єднання

Щоб накреслити болтове з'єднання. Треба знати діаметр отвору в деталях, що підлягають з'єднанню, та їх товщини. Виходячи з діаметра отвору d_0 у з'єднуваних деталях, визначають діаметр болта, враховуючи співвідношення між цими діаметрами:

$$d_0 = 1.1d; \quad d_1 = 0.85d; \quad H = 0.8D;$$

$$D_{ш} = 2.2d; \quad D = 2d; \quad h = 0.7d$$

$$R = 1.5d; \quad S = 0.15d; \quad c = 0.15d$$

$$R_1 = d; \quad a = (0.25 \dots 0.5)d; \quad l_0 = 2d + 6$$

Наприклад, якщо отвір у деталях має розмір $d_0 = 17 \text{ мм}$, то болт матиме діаметр $d = 16 \text{ мм}$. Визначивши діаметр болта, добирають довжину болта l , яка складається із суми товщин m і n з'єднувальних деталей, товщини шайби S , висоти гайки H і розміру a (запас різі на виході болта з гайки).

Для визначеного діаметра болта **16 мм** та при товщині з'єднувальних деталей, наприклад $m=30$ мм і $n=45$ мм, довжина болта дорівнюватиме $l=30+45+(0,15 \times 16)+(0,8 \times 16)+0,25 \times 16=75+2,4+12,8+4=94,2$ мм.

Знайдену довжину болта зіставляють із рядом довжин ГОСТ 7798-70 і вибирають найближче більше, воно дорівнює **95 мм**. Далі обчислюють решту розмірів. Після того як усі розміри знайдені, починають креслити болтове з'єднання.

Умовне зображення болтового з'єднання у розрізі та на вигляді показано на рис. 264.



Рис. 264 Умовне зображення болтового з'єднання

Послідовність креслення болта (діаметром M24) за розмірами стандарту

Номінальний діаметр різі	Крок різі	d_1	S	H	D	r	Різниця $l-l_0$	Відношення l/l_0 l_0 – довжина різі
24	3	24	36	15	41,6	1,5	7	48/48

1. Провести коло діаметром $D=41.6$ мм (рис. 265).
2. Вписати в коло правильний шестикутник, відстань між двома протилежними гранями якого визначає розмір «під ключ» $S=36$ мм.
3. Провести коло діаметром $D_1=(0,9-0,95)S$.
4. На головному вигляді й вигляді зверху виконати зображення болта з контурним обрисом граней головки болта висотою $H=15$ мм. На торцевій поверхні головки (на вигляді спереду) відкласти діаметр $D_1=33$ мм.
5. З крайніх точок A і B провести лінії під кутом 30° до торця головки до перетину з ребрами в точках C та D ;
6. Пряма, що проходить через точки C і D перетинає на вигляді зверху ребра головки болта в точках E, E', E'' .
7. На зображенні кожної грані через знайдені точки провести дуги кіл. Дуга середньої грані на головному вигляді проводиться радіусом $R=3/4D$ через точки F та F' , на своєму продовженні вона перетинає крайні ребра граней у точках M і N .

8. Сполучити точки **M** та **N** прямою лінією і визначити розташування центрів посередині крайніх граней головки, з яких провести дуги радіусом **R₁**.

9. На вигляді зверху через точки **E**, **E'**, **E''** провести дуги радіусом **R₂ = 0,5D**.

10. Навести побудови.

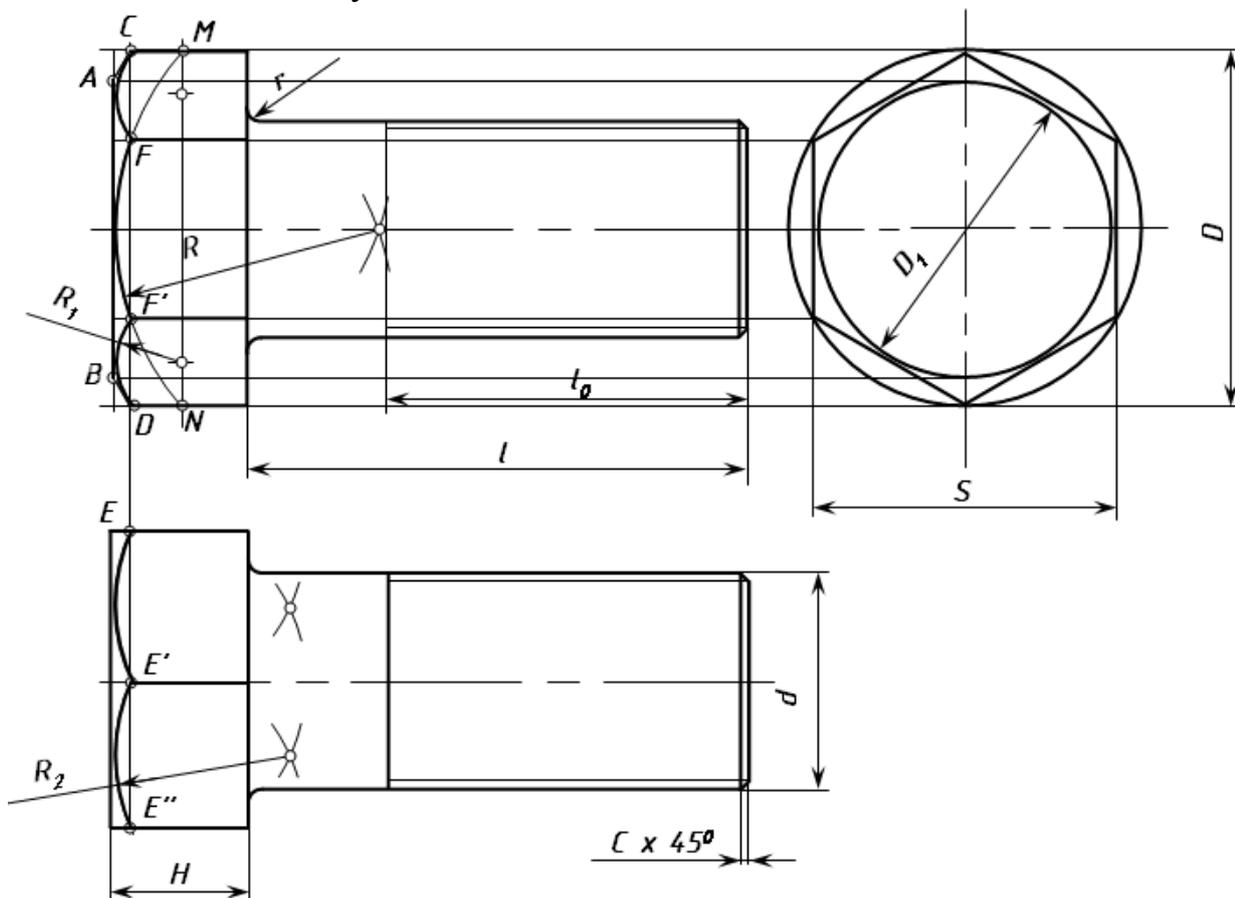


Рис. 265 Креслення болта

10.3. Гвинтове з'єднання

Гвинт – циліндричний стрижень, на одному кінці якого нарізана різьба, а на іншому є головка.

За **призначенням** гвинти для металу поділяють на **кріпильні** (рис. 266, а) та **встановлювальні** (натискні, регулювальні та ін.) (рис. 266, б).



Рис. 266 Типи гвинтів

Кріпильний гвинт – деталь, яка служить для рознімного з'єднання і являє собою циліндричний стрижень з різьбою для вгвинчування в одну зі з'єднувальних деталей і головкою різної форми.

Форма головки може бути **циліндрична** за ГОСТ 1491-80 (рис. 267, а), **півкругла** за ГОСТ 17473-80 (рис. 267, б), **потайна** за ГОСТ 17475-80 (рис. 267, в), **півпотайна** за ГОСТ 17474-80 (рис. 267, г), **з циліндричною головкою і шестигранним заглибленням для ключа** за ГОСТ 11738-72.

Різьба може бути по **всій довжині** або лише **на кінці стрижня**.

Гвинти виготовляють з метричною різьбою великого і дрібного кроку з полями допуску **8g** і **6g**. Виняток становлять гвинти діаметром від 1 до 6 мм, для яких застосовують різь тільки з великим кроком.

Визначальними розмірами для всіх гвинтів є **діаметр різьби** та **довжина**. За довжину більшості кріпильних гвинтів беруть довжину їх стрижня (без головки). Для гвинтів з потайною головкою довжина включає довжину стрижня і висоту головки (рис. 267, в).

Усі гвинти для металу виготовляють класів точності **A** (підвищеної точності) і **B** (нормальної точності).

Установлювальні гвинти від кріпильних відрізняються тим, що їх стрижень нарізаний повністю і має натискний кінець, який входить у відповідне заглиблення деталі.

Структура умовного позначення гвинтів:

- назва;
- клас точності
- виконання (виконання 1 не вказують);
- діаметр різьби;

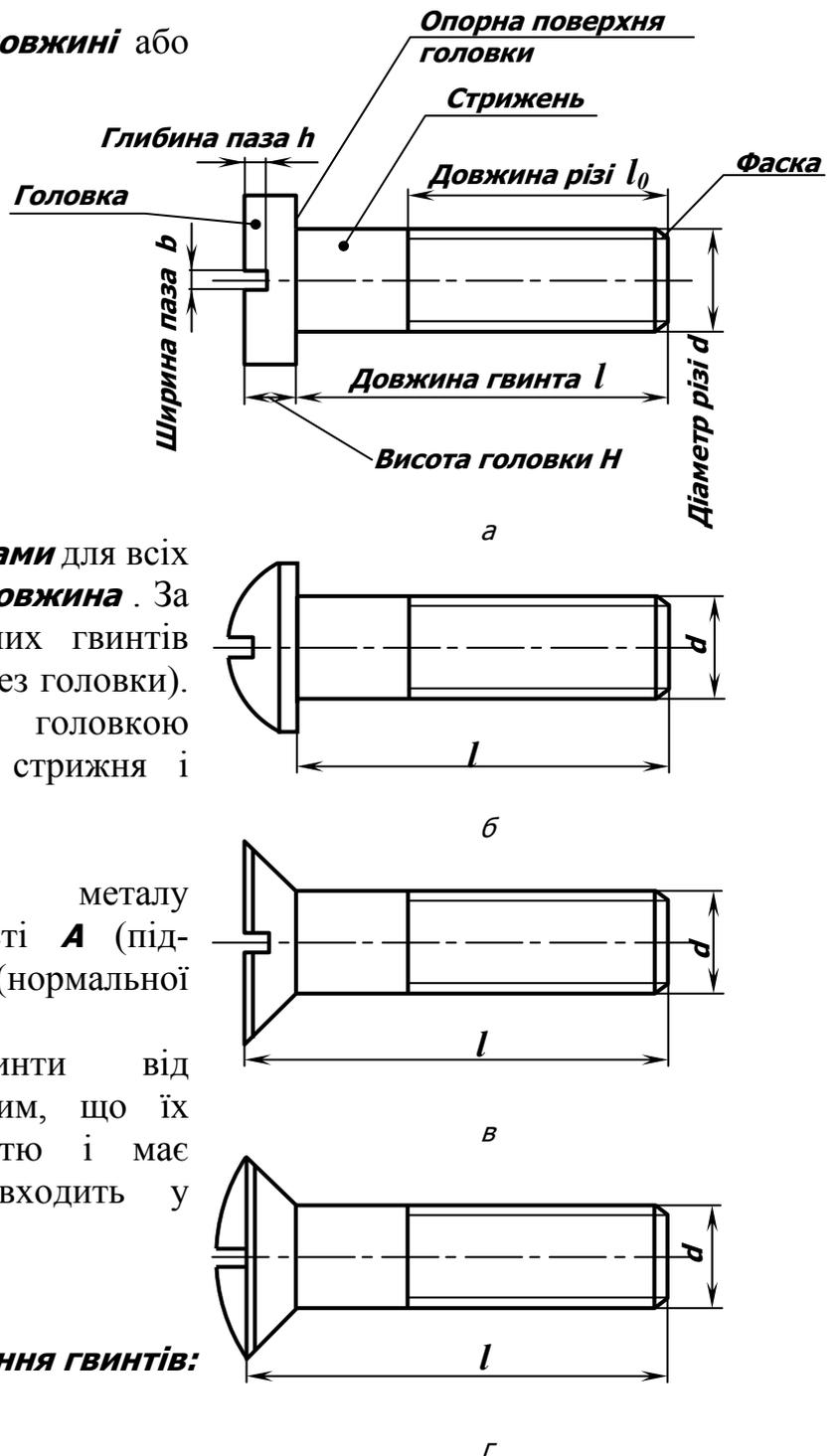


Рис. 267 Типи гвинтів

- крок різьби (вказують лише для різьби з дрібним кроком);
- поле допуску різьби (поле допуску 8g не вказують);
- довжина гвинта;
- клас міцності понад 8.8;
- позначення виду покриття;
- товщина покриття;
- номер розмірного стандарту.

Наприклад, **Гвинт А2М12х1,25 – 6g х 50.109.40Х.019 ГОСТ 1491-80** (гвинт з циліндричною головою (підвищеної точності), виконання 2, діаметр різі 12 мм, крок різьби дрібний 1,25 мм, поле допуску різьби 6g, довжина гвинта 50 мм, клас міцності 10.9, сталь 40Х, покриття 01, товщина покриття 9 мкм, ГОСТ 1491-80); **Гвинт АМ10х35.58 ГОСТ 17473-80** (гвинт з півкруглою головою, виконання 1, клас точності А, діаметром різьби 10 мм, з великим кроком різьби, з полем допуску 8g, довжиною 35 мм, клас міцності 5.8, без покриття).

Гвинти можна викреслювати за розмірами, визначеними залежно від діаметра різьби d (рис. 268).

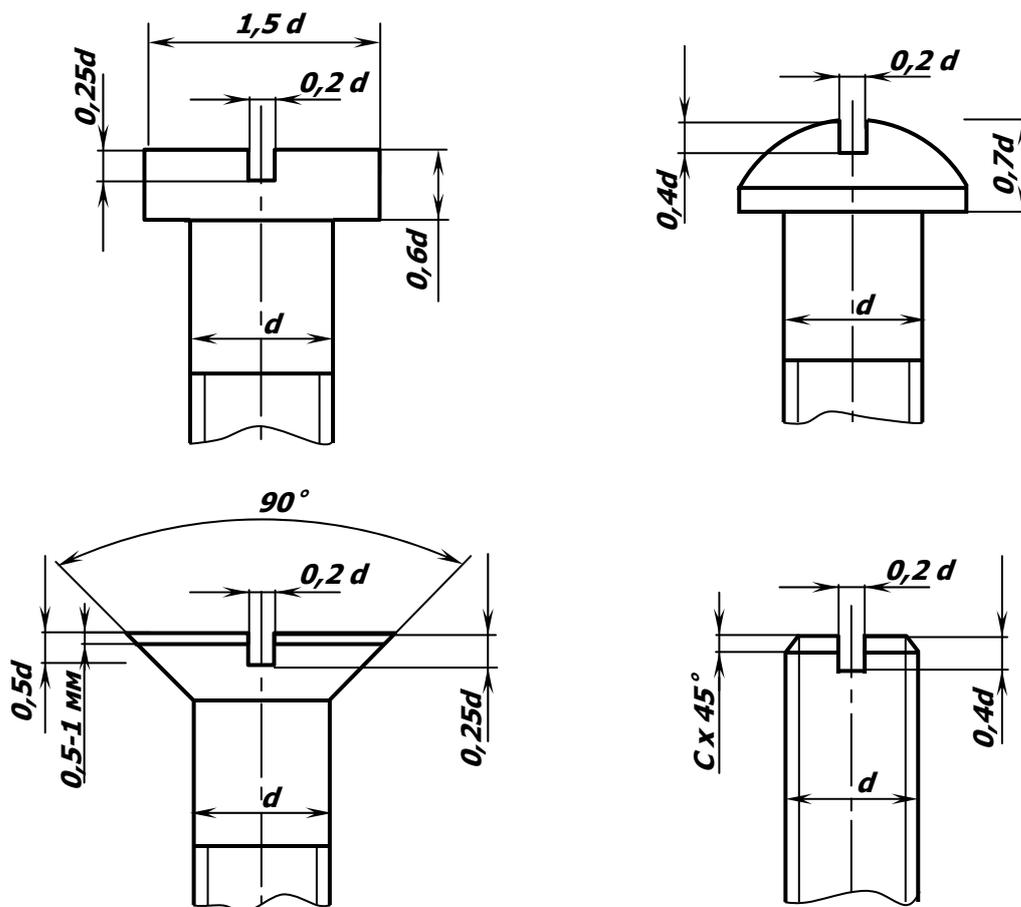


Рис. 268 Креслення гвинтів

Гвинтове з'єднання застосовують для скріплення двох і більше деталей. Гвинт вставляють у гладкий циліндричний отвір у приєднувальній деталі й загвинчують в отвір з різьбою базової деталі. Нарізний отвір під гвинт може бути глухим чи наскрізним.

На рис. 269 показане **конструктивне** зображення нарізного з'єднання деталей кріпильним гвинтом із циліндричною головкою. При конструктивному зображенні гвинтового з'єднання показують зазор між гвинтом і отвором у приєднувальній деталі, а також кінець глухого різьбового отвору, під гвинтом. Лінія межі різьби на гвинті має бути вищою від лінії рознімання деталей на 2 – 3 кроки. Інакше не буде змоги здійснити затягування з'єднання.

Спрощені зображення гвинтових з'єднань креслять за умовними співвідношеннями розмірів. Обчислюючи розміри з'єднань, виходять із зовнішнього діаметра різьби гвинта.

Спрощені зображення гвинтових з'єднань мають такі особливості:

- фаску на кінці стрижня гвинта не показують;
- різьбу умовно показують уздовж усієї довжини стрижня гвинта;
- зазор між стрижнем гвинта і стінкою отвору з'єднувальної деталі не зображують;
- межу різьби повного профілю в глухому отворі на розрізі не показують; різьбу умовно доводять до дна отвору, яке зображають плоским на рівні торця стрижня;
- на виглядах, утворених проєкціюванням на площину, паралельну осі гвинта, шліц під викрутку завжди зображають по осі гвинта. На виглядах, утворених проєкціюванням на площину, що перпендикулярна до осі гвинта, шліц зображують під кутом 45° до рамки креслення.

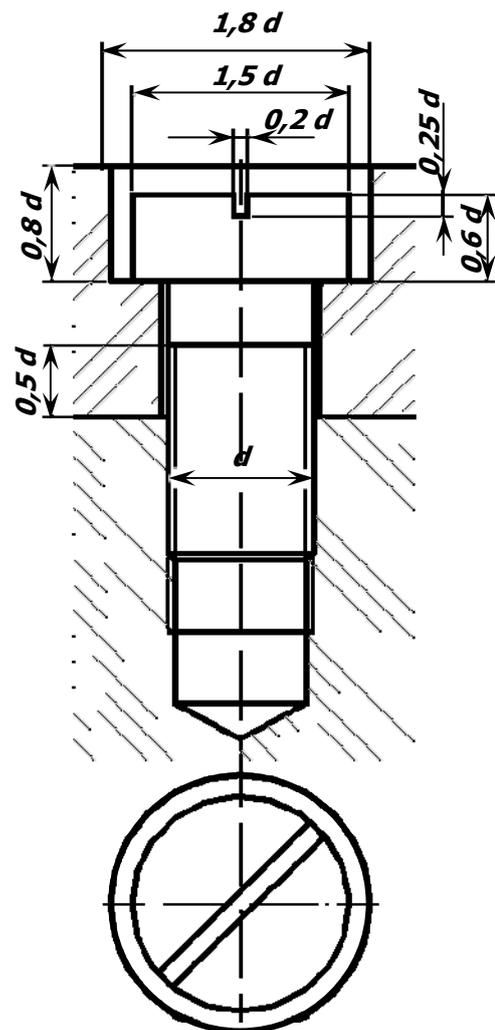


Рис. 269 З'єднання деталей гвинтом

На рис. 270 показано **умовне** зображення гвинтового з'єднання у розрізі та на вигляді.

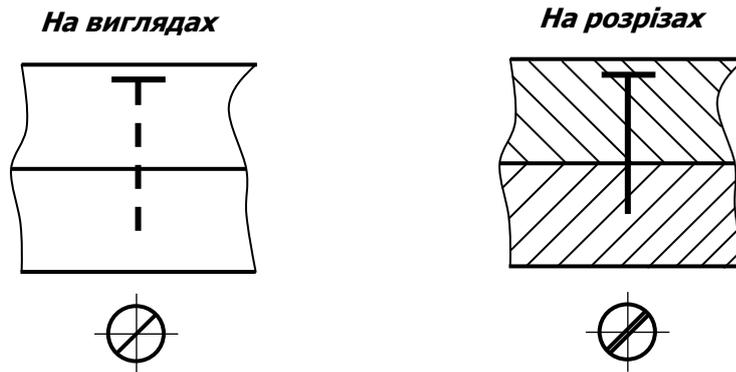


Рис. 270 Умовне зображення гвинтового з'єднання

10.4. Шпилькове з'єднання.

Шпилька – деталь, що являє собою стрижень, який має на одному кінці різьбу (посадочну) для загвинчування в одну зі з'єднувальних деталей, а на іншому – різьбу (стяжну) для нагвинчування гайки (рис. 271).

Залежно від призначення шпильки довжина її посадочного нарізного кінця дорівнює (не менше):

- $l_1 = d$ – для нарізних отворів у сталевих, бронзових і латунних деталях за ГОСТ 22032-76 для шпильок нормальної точності й за ГОСТ 22033-76 – для шпильок підвищеної точності;
- $l_1 = 1,25d$ – для нарізних отворів у деталях із ковкого та сірого чавуну за ГОСТ 22034-76 для шпильок нормальної точності й за ГОСТ 22035-76 для шпильок підвищеної точності;
- $l_1 = 2d$ – для деталей із легких сплавів за ГОСТ 22038-76 для шпильок нормальної точності й за ГОСТ 22039-76 для шпильок підвищеної точності.

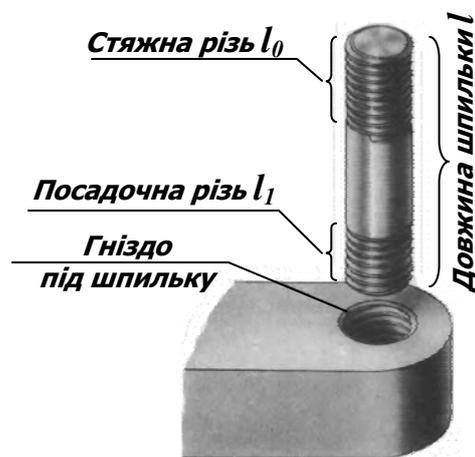


Рис. 271 Шпилька

Шпильки виготовляють з метричною різьбою як з великим, так і з дрібним кроком, з однаковими нормальними діаметрами d різьби і гладкої

частини (виконання 1 рис. 272, а). Допускається виготовляти шпильки з d_1 , що приблизно дорівнює середньому діаметру різьби (виконання 2 – рис. 272, б).

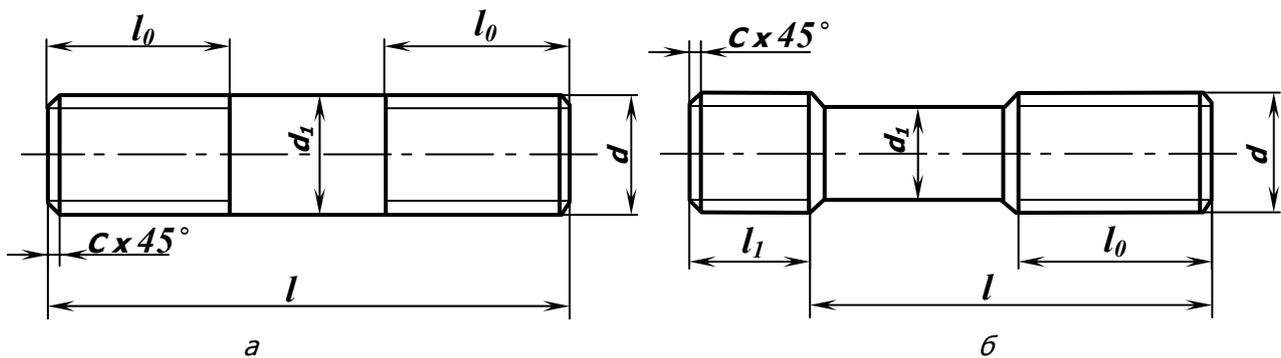


Рис. 272 Конструкція шпильок

Шпильки виготовляють для деталей із нарізними отворами з діаметром різьби від 2 до 48 мм нормальної і підвищеної точності.

Довжина шпильки l – довжина частини шпильки без посадочного нарізного кінця l_1 .

Довжину стяжного кінця шпильки беруть $2d + 6$ (при $l \leq 120$ мм) або вибирають з таблиці відповідно до стандарту.

Структура умовного позначення шпильок:

- назва;
- діаметр різьби;
- крок різьби (вказують лише для різі з дрібним кроком);
- поле допуску різьби (поле допуску 8g не вказують);
- довжина шпильки;
- клас точності
- виконання (виконання 1 не вказують);
- клас міцності;
- позначення виду покриття;
- товщину покриття;
- номер розмірного стандарту.

Наприклад, **Шпилька M20-6gx100.109.017 ГОСТ 22034-76** (шпилька нормальної точності, діаметр різьби M20, з великим кроком, з полем допуску 6g, довжиною 100 мм, класу міцності 10.9, з покриттям 01 товщиною 7 мкм);

Шпилька M24x110.56 ГОСТ 22034-76 (шпилька нормальної точності. Діаметр різьби M24, з великим кроком, з полем допуску 8g, довжиною 110 мм, класу міцності 5.6, без покриття).

Шпилькове з'єднання – утворюється за допомогою шпильки, посадочний кінець якої загвинчують у глухий отвір з різьбою однієї з деталей; на стяжний кінець шпильки одягають приєднувану деталь, потім шайбу і нагвинчують гайку, яка й притискує деталі одну до одної.

Конструктивне та **спрочене** зображення шпилькового з'єднання в разі потреби виконують за умовними співвідношеннями розмірів. Головним розміром в умовних співвідношеннях є зовнішній діаметр різьби шпильки.

Виконуючи креслення шпилькового з'єднання, слід пам'ятати, що довжина l_1 посадочного кінця шпильки залежить від її діаметра і матеріалу деталі, в отвір якої загвинчується шпилька; довжина посадочного кінця шпильки до робочої довжини не входить. Тому довжина l шпильки складається з товщини n приєднуваної деталі, товщини шайби S , висоти гайки H та розміру a (запас різьби на виході шпильки з гайки). Наприклад, для шпильки діаметра $d = 16$ мм при товщині приєднуваної деталі $n = 42$ мм довжина шпильки має бути така:

$$42 + (0,15 \times 16) + (0,8 \times 16) + (0,25 \times 16) = 42 + 2,4 + 12,8 + 4 = 61,2 \text{ мм.}$$

Беруть найближче більше стандартне значення довжини – **65 мм**. Цій довжині відповідає стандартна довжина стяжного кінця шпильки $l_0 = 38$ мм. Далі обчислюють решту розмірів, потрібних для виконання креслення.

Конструктивне зображення шпилькового з'єднання показано на рис. 273.

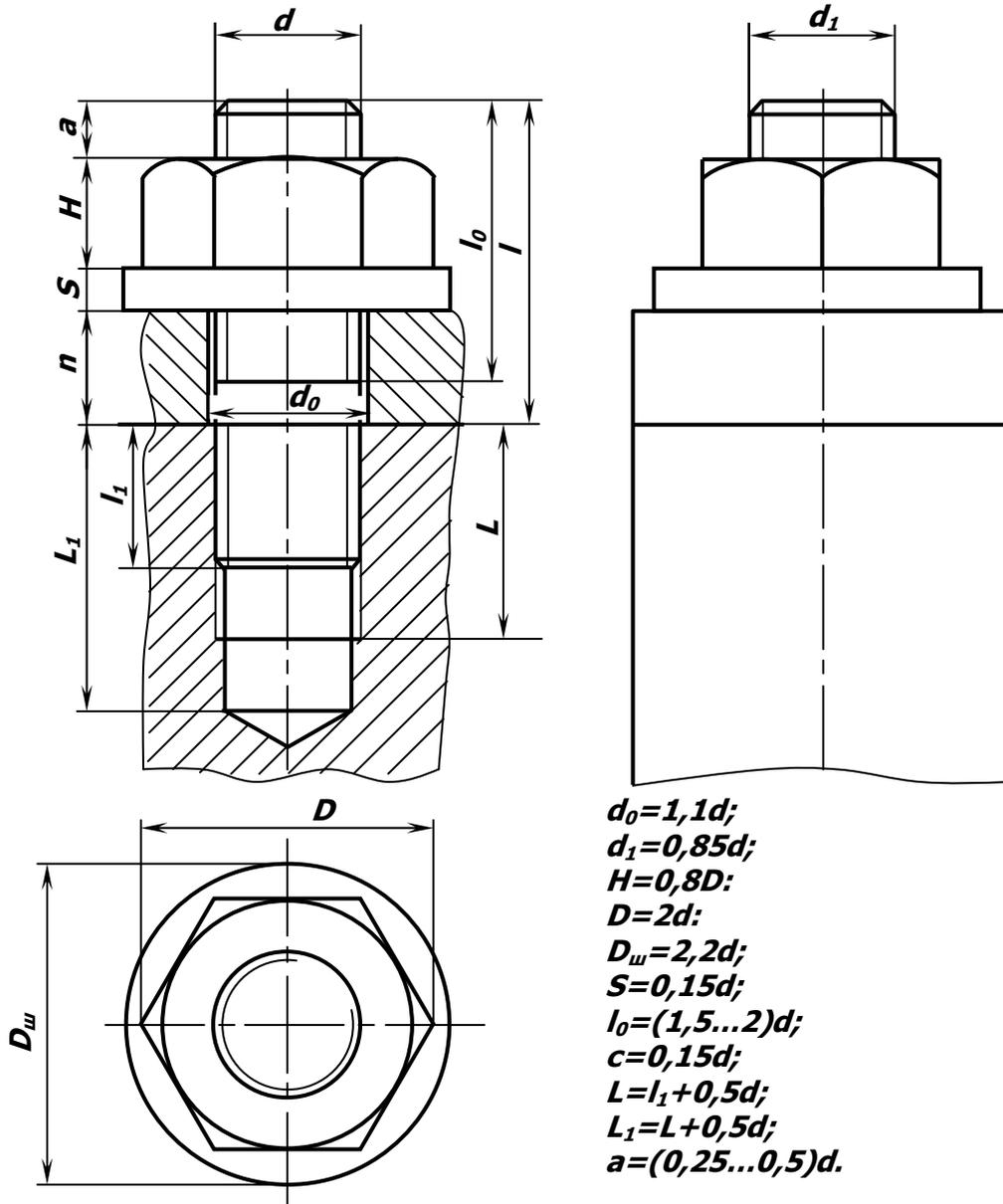


Рис. 273 Конструктивне зображення шпилькового з'єднання

$$l_1 = \begin{cases} d - \text{для сталевих деталей}; \\ (1,25 \dots 1,6)d - \text{для чавунних деталей}; \\ (2 \dots 2,5)d - \text{для деталей з легких сплавів}. \end{cases}$$

При конструктивному зображенні шпилькового з'єднання лінію межі різьби посадочного кінця шпильки умовно суміщають з лінією рознімання деталей.

У нижній частині глухого отвору, не закритого шпилькою, суцільні товсті основні лінії зображення різьби шпильки переходять у суцільні тонкі лінії зображення різьби отвору. Кріпильні деталі на кресленні з'єднання зображають нерозсіченими.

Спрощене шпилькове з'єднання має такі особливості:

- фаски на кінці стрижня шпильки, фаски на гайці та шайбі не показують;
- різьбу умовно показують уздовж усієї довжини стрижня шпильки, межу різьби зображують лише на тому кінці шпильки, що загвинчується;
- на вигляді з торця різь на шпильці не показують;
- зазор між стрижнем шпильки і стінкою отвору з'єднуваної деталі не зображують;
- межу різьби повного профілю в глухому отворі на розрізі не показують; різьбу умовно доводять до дна отвору, яке зображують плоским на рівні торця стрижня.

Умовне зображення шпилькового з'єднання у розрізі та на вигляді показано на рис. 274.

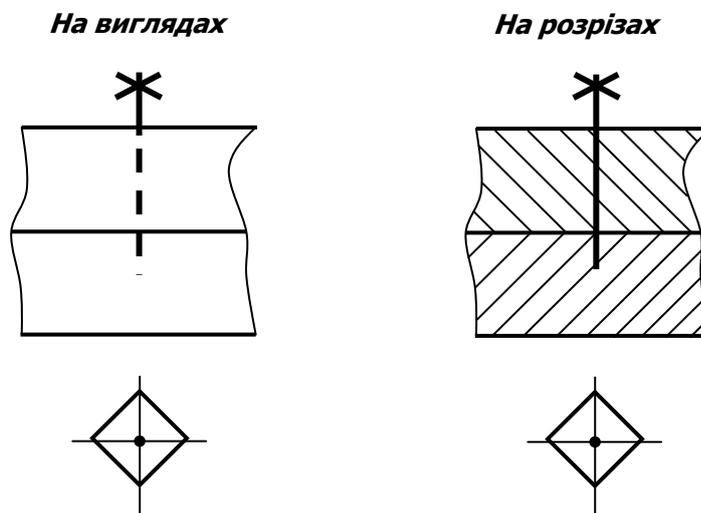


Рис. 274 Умовне зображення шпилькового з'єднання

10.5. Трубне з'єднання

Для з'єднання труб, а також коли треба змінити напрям або діаметр труби, застосовують з'єднувальні фасонні частини (фітинги) – **кутики** (рис. 275, а), **трійники** (рис. 275, б), **хрестовини** (рис. 275, в), **муфти** (пряма рис. 275, г; перехідна рис. 275, д), та ін.

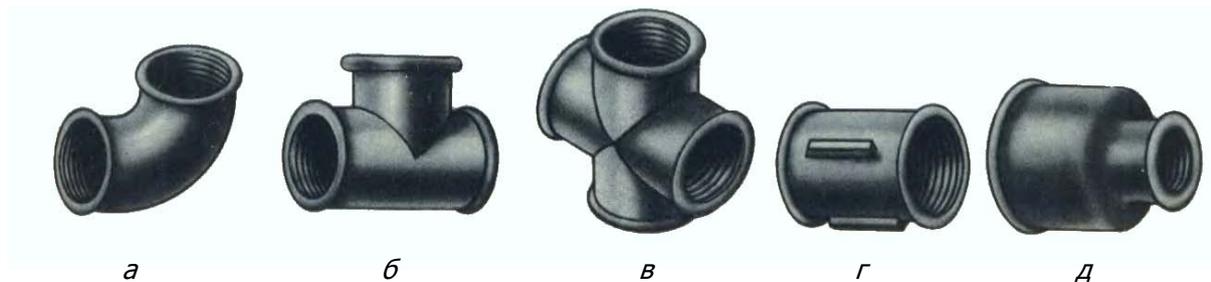


Рис. 275 Фітинги для трубних з'єднань

Номінальний внутрішній діаметр трубопроводу називається **УМОВНИМ ПРОХОДОМ D_y** з'єднуваних частин арматури і трубопроводів (рис. 276).

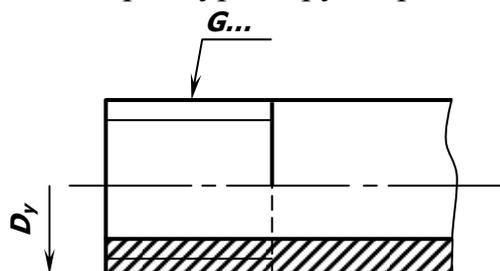


Рис. 276 Зображення трубопроводу

Величина умовного проходу D_y приблизно дорівнює внутрішньому діаметрові труби. Маючи D_y , користуючись стандартом, визначають розміри труби і з'єднувальних частин.

Кутики служать для нарізного з'єднання труб під кутом 90° , мають наскрізний отвір, на обох кінцях якого нарізана трубна циліндрична різьба.

Трійником можна з'єднувати відразу три труби

Структура умовного позначення фітингів:

- назва деталі;
- знак покриття;
- діаметр умовного проходу в міліметрах;
- номер стандарту.

Наприклад:

Муфта коротка 32 ГОСТ 8954-75 (муфта пряма коротка за ГОСТ 8954-75, не оцинкована, $D_y=32$ мм);

Муфта довга 40 ГОСТ 8954-75 (муфта пряма довга без покриття за ГОСТ 8954-75, $D_y=40$ мм);

Муфта коротка Ц-32 ГОСТ 8955-75 (муфта пряма коротка за ГОСТ 8954-75, оцинкована, $D_y=32$ мм);

Кутик Ц-40 ГОСТ 8946-75 (кутик прямий із цинковим покриттям, умовний прохід 40 мм за ГОСТ 8946-75);

Кутик 40 ГОСТ 8946-75 (кутик прямий, без покриття, умовний прохід 40 мм за ГОСТ 8946-75);

Трійник Ц-32 ГОСТ 8948-75 (трійник прямий з цинковим покриттям, умовний прохід 32 мм за ГОСТ 8948-75).

Трубне з'єднання – це з'єднання труб трубопроводів за допомогою фітингів (рис. 277).

Фітингами можна з'єднувати відразу кілька труб (дві, три чи чотири), робити відгалуження чи перехід з одного діаметра труби на інший. Залежно від будови фітинга труби можуть з'єднуватися по прямій лінії (прямими муфтами) і під прямим кутом (кутиками, трійниками, хрестовинами).



Рис. 277 Трубні з'єднання

На рис. 278 показано креслення трубного з'єднання, здійсненого прямою короткою муфтою.

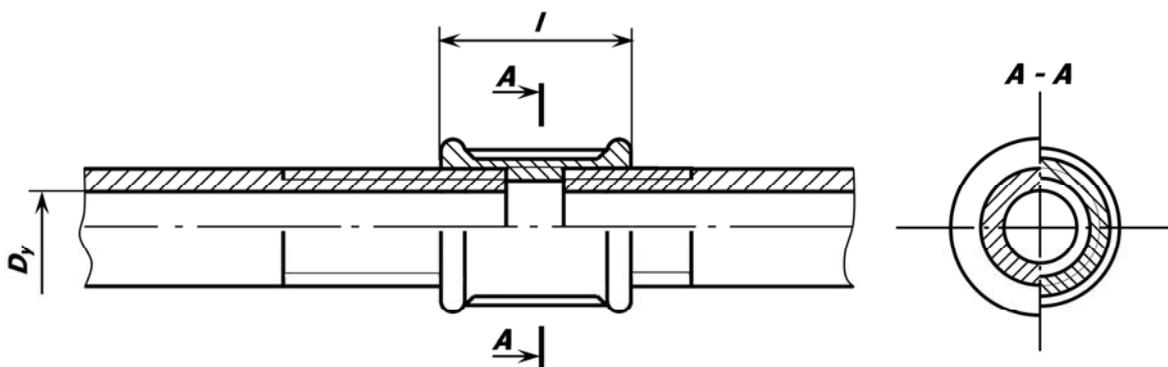


Рис. 278 Зображення трубного з'єднання прямою муфтою

На рис. 279 показане трубне з'єднання здійснене за допомогою прямого кутика.

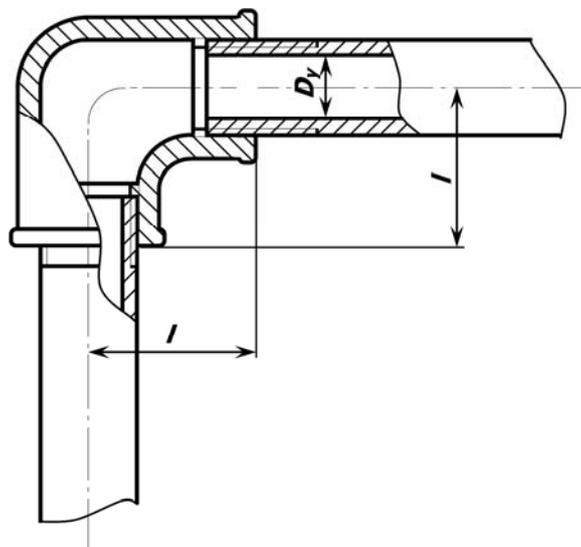


Рис. 279 Зображення трубного з'єднання за допомогою прямого кутика

Трубні з'єднання виконують як конструктивні з'єднання, без спрощень. Креслять усі елементи з'єднувальних частин – буртики, фаски, ребра тощо, користуючись розмірами, вказаними у відповідних стандартах. Різьба з'єднувальних частин виконується згідно з ГОСТ 6357-81, а збіги, проточки та фаски різьби – за ГОСТ 1054-80.

10.6. Шпонкове з'єднання.

Шпонка – деталь машин і механізмів видовженої форми, призначена для з'єднання вала з деталлю, насадженою на нього (рис. 280, а).

Шпонки застосовують для передавання обертового моменту від однієї деталі (вала) до іншої (втулки) (рис. 280, б).



Рис. 280 Шпонка

- За формою шпонки бувають:
- клинові (рис. 281, а);
 - призматичні (рис. 281, б);
 - сегментні (рис. 281, в);
 - тангенціальні;
 - циліндричні.

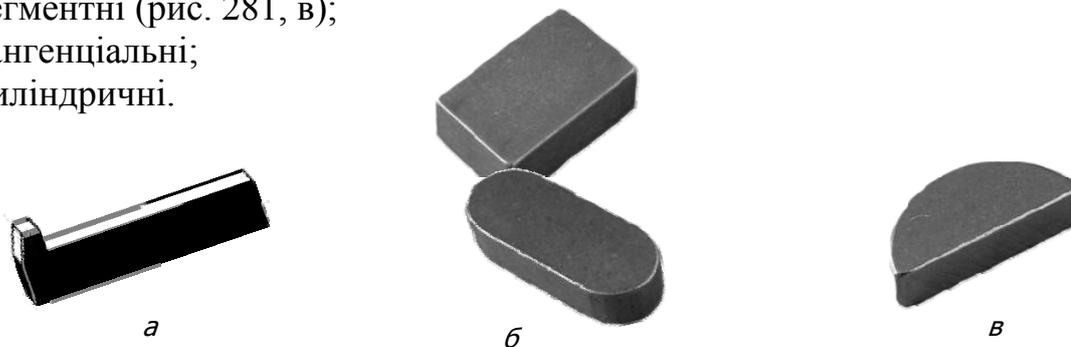


Рис. 281 Форми стандартних шпонок

Найбільш поширеними є призматичні шпонки за ГОСТ 23360-78 і сегментні шпонки за ГОСТ 24071-80.

Призматичні шпонки мають форму видовженого паралелепіпеда, один або обидва кінці якого можуть бути заокруглені (рис. 281, б). Фаски зняті по всьому контуру верхньої та нижньої граней шпонки.

Сегментні шпонки мають форму сегмента круга заданої товщини. Фаски зняті по всьому контуру передньої і задньої граней шпонки (рис. 281, в).

Структура умовного позначення шпонок:

- назва;
- вид виконання (виконання 1 не вказують);
- розміри перерізу шпонки (*bхh*);
- довжина (*l*) (для призматичних шпонок);
- номер стандарту на розміри.

Наприклад, **Шпонка 2 – 10х8х30 ГОСТ 23360-78** (призматична шпонка виконання 2, шириною 10 мм, висотою 8 мм і довжиною 30 мм);

Шпонка 5х10 ГОСТ 24071-80 (сегментна шпонка виконання 1, товщиною 5 мм, висотою 10 мм);

Шпонкові з'єднання – з'єднання призначені для сполучення (за допомогою шпонки) вала з розташованими на ньому деталями (зубчастими колесами, шківками, маховиками тощо). При цьому шпонка служить для передавання обертального моменту з однієї деталі на іншу.

Щоб утворити шпонкове з'єднання, на валу і в отворі деталі, з'єднуваної з валом, роблять пази – шпонкові канавки. Частина шпонки заходить у паз вала, частина – в паз деталі (рис. 282). Шпонки і пази для них стандартизовані. Розміри шпонок і пазів вибирають із довідкових таблиць залежно від діаметра вала.

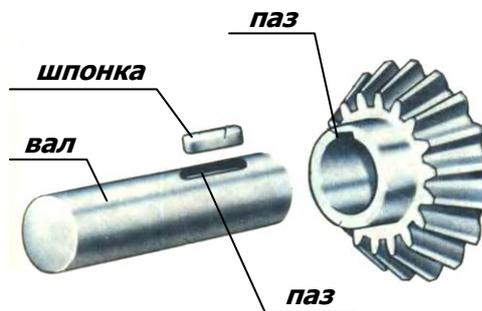


Рис. 282 Шпонкове з'єднання

З'єднання шпонками на кресленнях показують двома зображеннями. На місці вигляду спереду зображують поздовжній розріз з'єднання (вздовж осі вала і з'єднуваної з ним деталі). Оскільки вали на поздовжніх розрізах зображують нерозсіченими, щоб виявити форму шпонки і шпонкового паза, на зображенні вала роблять місцевий розріз, на якому шпонка показується нерозсіченою. Поздовжній розріз доповнюють поперечним розрізом, який розміщують на місці вигляду зліва. На цьому розрізі всі три деталі з'єднання (вал, втулку, шпонку) зображують розсіченими.

Зображення шпонкового з'єднання за допомогою призматичної шпонки наведено на рис. 283, а, сегментної шпонки – на рис. 283, б.

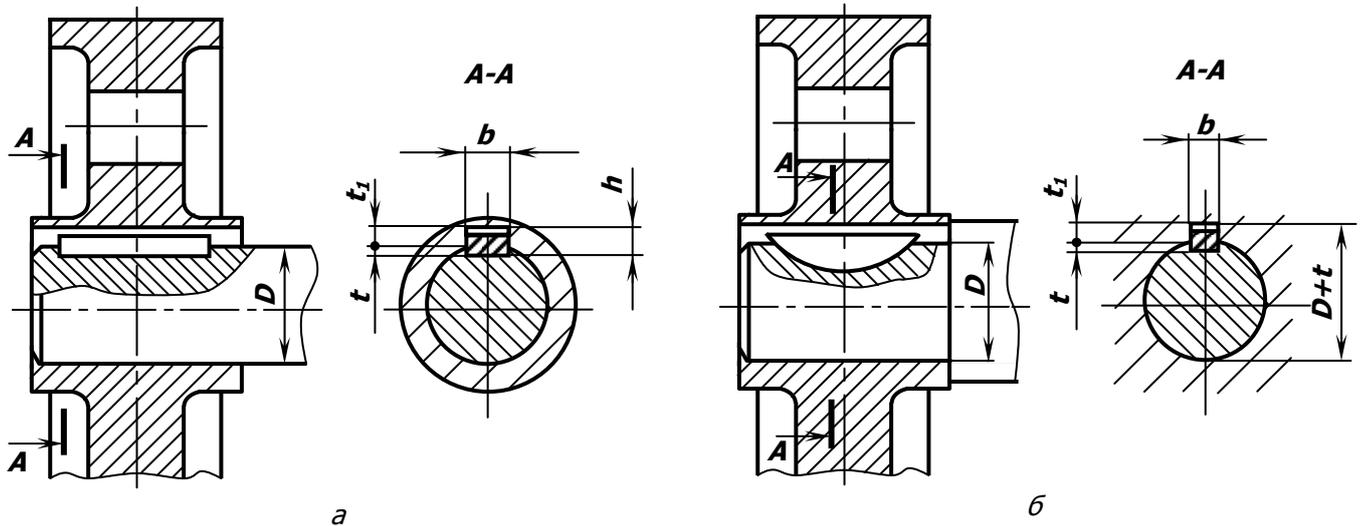


Рис. 283 Зображення шпонкового з'єднання

Між дном паза втулки (колеса, шків) і верхньою гранню шпонок зображають невеликий зазор, який дорівнює 0,2 – 0,3 мм. На кресленні цей зазор показують дещо збільшеним.

10.7. Шліцьове з'єднання

До шліцьових належать з'єднання на зразок «вал – втулка» (спряжених між собою) без застосування допоміжних деталей за допомогою шліців (пазів), виконаних на валу, і виступів (зубців) в отворі втулки (рис. 284).

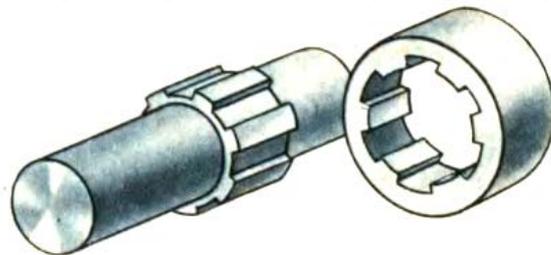


Рис. 284 Деталі шліцьового з'єднання

Шліцьові з'єднання використовуються для передавання великих крутних моментів та потужностей, а також у конструкціях, у яких деталі переміщуються вздовж осі вала.

Шліцьові з'єднання виготовляють із зубами **прямобічного** (рис. 285, а), **евольвентного** (рис. 285, б), **трикутного** (рис. 285, в) профілів. Стандартизованими є з'єднання з прямобічними (ГОСТ 1139-80) та евольвентними шліцами (ГОСТ 6033-80).

Профіль **прямобічного** шліцьового з'єднання будується так, щоб товщина зубів у перерізі вала приблизно дорівнювала їх товщині по дузі ділительного кола.

Кількість зубів переважно приймається парною, що полегшує виготовлення і контроль шліцьових валів і отворів.

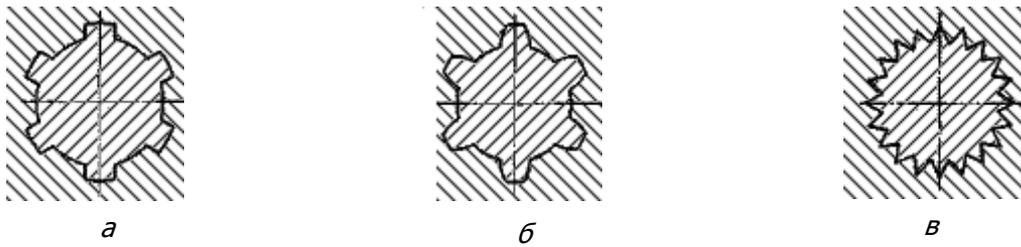


Рис. 285 Форми профілів шліців

З'єднання з прямобічними шліцами розрізняють за способом центрування втулки відносно вала:

- по зовнішньому діаметрові D (рис. 286, а);
- по внутрішньому діаметрові d (рис. 286, б);
- по бічних гранях шліців b (рис. 286, в).

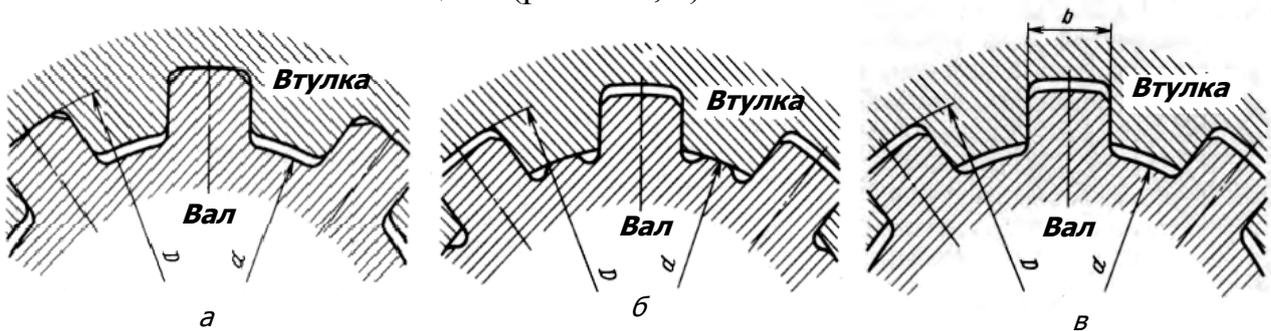


Рис. 286 Способи центрування шліцьових з'єднань

Згідно з ГОСТ 2.409-74 на кресленнях шліцьові з'єднання та їх елементи зображають так (рис. 287):

- коло і твірні поверхонь вершин зубів на валу та в отворі – суцільною основною лінією, а западини – суцільною тонкою лінією (рис. 287, а);
- у поздовжньому розрізі суцільною основною лінією зображають твірні поверхонь як вершин, так і западин. У поперечному розрізі коло западин викреслюється суцільною тонкою лінією (рис. 287, б);
- межу між зубами повного профілю і збігом, а також між шліцьовою й нешліцьовою поверхнею викреслюють тонкою лінією (рис. 287, в);

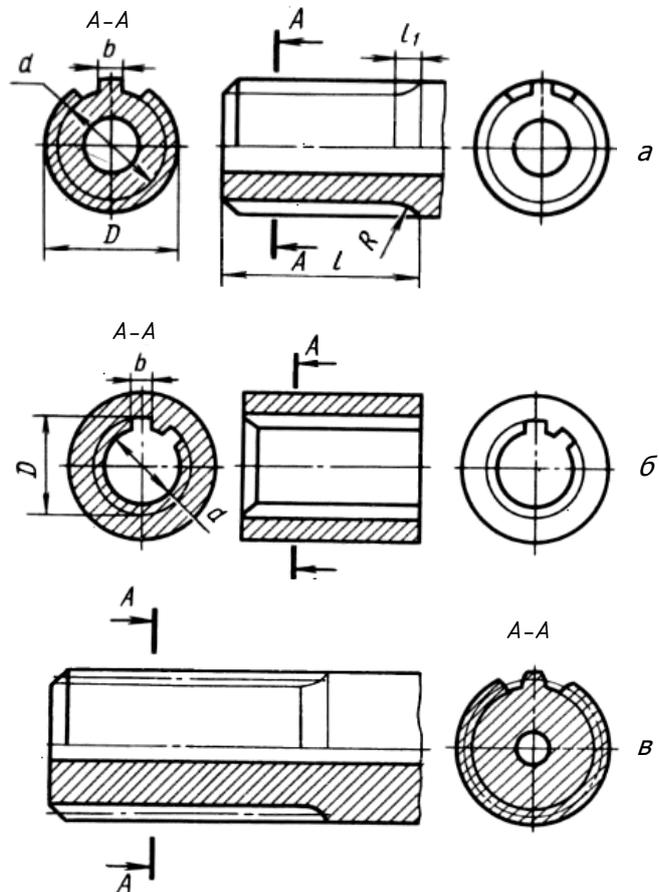


Рис. 287 Зображення деталей шліцьового з'єднання

**Структура умовного позначення шліцьових з'єднань
з прямобічним профілем зубців:**

- літера, що відповідає прийнятій системі центрування (**D, d** чи **b**);
- кількість зубів **z**;
- внутрішній діаметр **d**;
- зовнішній діаметр **D**;
- ширина зуба **b**;
- позначення посадок елементів з'єднання.

Наприклад,

$d-8x36 (H7/e8)x40(H12/a11)x7(D9/f8)$ –

з'єднання шліцьових вала та втулки з кількістю зубів $z=8$, внутрішнім діаметром $d=36$ мм, зовнішнім діаметром $D=40$ мм, шириною зуба $b=7$ мм, із центруванням по внутрішньому діаметрові, з посадками: по діаметру центрування $H7/e8$, по зовнішньому діаметрові $H12/a11$ і по розміру $b - D9/f8$;

$D-8x46x54(H8/h7)x9(F10/h9)$ – з'єднання шліцьових вала та втулки з кількістю зубів $z=8$, внутрішнім діаметром $d=46$ мм, зовнішнім діаметром $D=54$ мм, шириною зуба $b=9$ мм, із центруванням по зовнішньому діаметрові. З посадками: по діаметру центрування $H8/h7$ і по розміру $F10/h9$;

$b-6x28x32(H12/a11)x7(D9/h8)$ – з'єднання шліцьових вала та втулки з кількістю зубів $z=6$, внутрішнім діаметром $d=28$ мм, зовнішнім діаметром $D=32$ мм, шириною зуба $b=7$ мм, із центруванням по бічних сторонах зубів, з посадками по зовнішньому діаметрові $H12/a11$ і по поверхні центрування – $D9/h8$.

В **евольвентному** з'єднанні бічні сторони профілю зубів окреслені евольвентою.

Переваги такого з'єднання полягають у більш досконалії технології виготовлення через можливість застосування досконалішого інструменту, підвищеній міцності за рахунок поступового потовщення зубів, а також через відсутність гострих кутів при основі зубів, кращому центруванні спряжених елементів.

Тому евольвентні шліцьові з'єднання застосовуються для передавання значних крутних моментів.

**Структура умовного позначення шліцьових з'єднань
з евольвентним профілем зубців:**

- номінальний діаметр з'єднання **D**;
- модуль **m**;
- позначення посадки з'єднання.

Наприклад, **$50x2x9H/9g$** (з'єднання з номінальним діаметром $D=50$ мм модуля $m=2$ мм з центруванням по бічних сторонах зубів по посадці $9H/9g$);

$35xH7/g6x1,25$ (з'єднання з номінальним діаметром $D=35$ мм модуля $m=1,25$ мм із центруванням по зовнішньому діаметрові по посадці $H7/g6$).

Трикутні з'єднання використовують для передавання незначних крутних моментів.

10.8. З'єднання за допомогою штифтів

Штифт – це гладкий стрижень циліндричної (рис. 288,а) або конічної (рис. 288,б) форми для жорсткого з'єднання деталей чи для забезпечення точного встановлення деталей при повторному складанні.

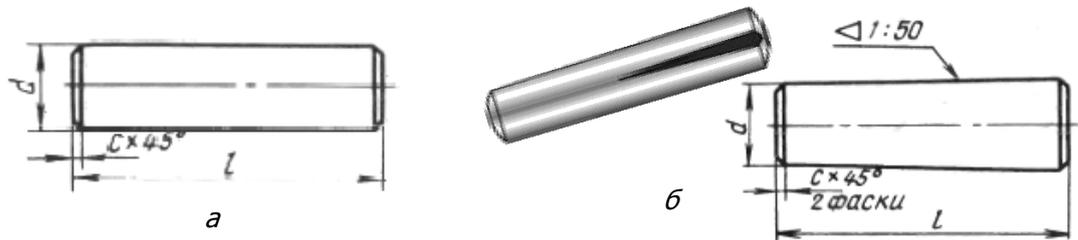


Рис. 288 Зображення штифтів

Штифти утримуються у з'єднанні силами тертя.

Конічні штифти мають конусність 1:50. Великий діаметр конічних штифтів визначають за формулою: $d_1 = d + L/50$, де d – менший діаметр штифта (вказується в умовному позначенні штифта); L – довжина штифта.

Структура умовного позначення штифта:

- назва;
- діаметр штифта, мм (у конічного штифта – менший);
- тип штифта (для циліндричного визначається позначенням поля допуску);
- довжина, мм.

Наприклад, **Штифт 10h8x60ГОСТ 3128-70** – штифт циліндричний, діаметр 10 мм, тип 2 (поле допуску h8), довжина 60 мм;

Штифт 2-12x55 ГОСТ 3129-70 штифт конічний, виконання 2, менший діаметр 12 мм, довжина 55 мм.

За допомогою штифтів утворюють з'єднання двох деталей, якщо потрібно забезпечити передавання крутного моменту чи осьового зусилля від однієї деталі до іншої (рис. 289) або зафіксувати одну деталь відносно іншої.

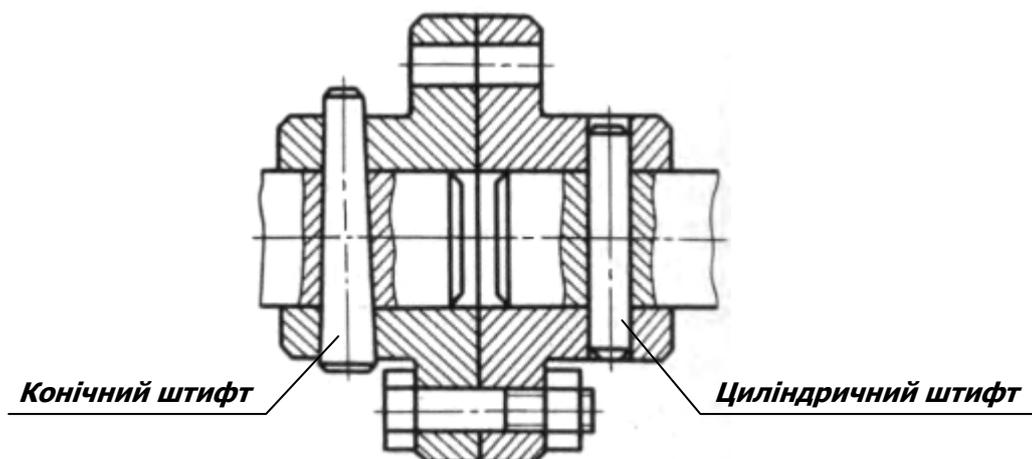


Рис. 289 З'єднання за допомогою штифтів

Отвір під штифт свердлять одночасно в усіх деталях, які підлягають з'єднанню. Цим досягається високий ступінь взаємної фіксації з'єднаних деталей. Штифт вставляють в отвір здебільшого шляхом запресовування. Діаметр і довжину штифтів вибирають залежно від товщини деталей, що з'єднуються, та умов роботи з'єднання.

10.9. З'єднання за допомогою шплінтів

Шплінт – деталь, що унеможливує самовідкручування гайки в нарізному з'єднанні (рис. 290).

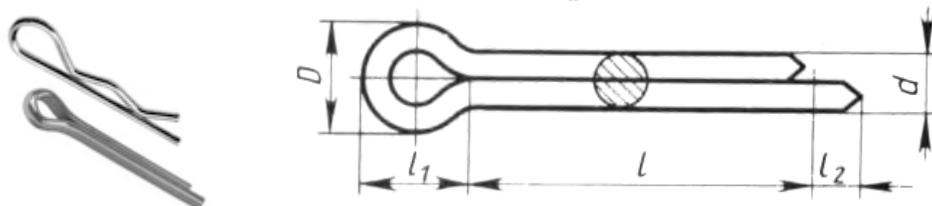


Рис. 290 Шплінт

Виготовляється шплінт із м'якого сталевого дроту півкруглого перерізу, який утворює при згинанні кільцеву петлю і круглий стрижень.

Шплінт закладають в отвір на нарізному кінці болта виконання 2 при закрученій гайці й відгинають півкруглі кінці в різні боки (рис. 291).

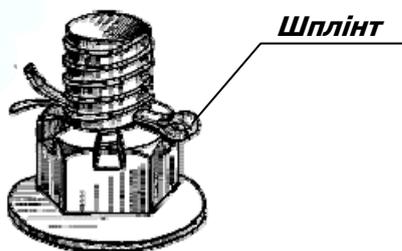


Рис. 291 Встановлення шплінта

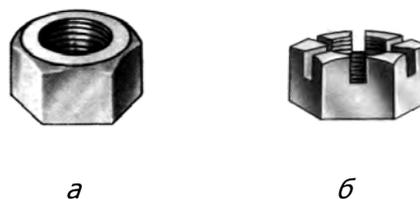


Рис. 292 Гайки під шплінти

Під шплінт використовують прорізні (рис. 292, а) і корончасті (рис. 292, б) гайки.

За діаметр шплінта умовно приймають діаметр отвору в нарізному стрижні.

Структура умовного позначення шплінта:

- назва;
- умовний діаметр (діаметр отвору під шплінт у кріпильній деталі);
- довжина шплінта, мм;
- марка матеріалу;
- вид покриття та розмір його товщини, мкм.

Наприклад, **Шплінт 5x28.2.019 ГОСТ 397-79** – шплінт з умовним діаметром 5 мм, довжиною 28 мм, матеріал групи 2, покриття 01, товщиною 9 мкм); **Шплінт 4x22.00 ГОСТ 397-79** – шплінт з умовним діаметром 4 мм, довжиною 22 мм, матеріал групи 00, без покриття.

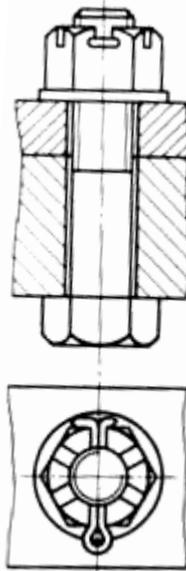


Рис. 293 З'єднання за допомогою шплінта

Зразок з'єднання з використанням шплінта показано на рис. 293. Щоб показати форму шплінта на з'єднанні, використовують місцеві розрізи, січні площини яких проходять через осі отворів під шплінти.

10.10. Зварні з'єднання

Зварювання – це процес створення нерознімного з'єднання шляхом місцевого нагрівання деталей до розплавленого стану із застосуванням чи без застосування механічного зусилля.

Джерелом тепла для зварювання може бути: електрична дуга, газовий палик, струм високої частоти, тертя деталей між собою, промінь світла тощо.

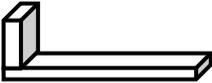
Деталі, з'єднані між собою за допомогою зварювання, утворюють нерознімні з'єднання, які входять до складу виробу у вигляді складальної одиниці.

Зварні з'єднання класифікують за такими ознаками:

- **типом зварювання** – зварні з'єднання, виконані зварюванням плавленням (електродугове, газове) чи зварюванням тиском (контактне, тертям тощо);
- **способом зварювання** – зварні з'єднання, виконані електродуговим або контактним зварюванням;
- **ступенем механізації процесу зварювання** – виконані автоматичним, напівавтоматичним та ручним зварюванням;
- **взаємним розміщенням зварюваних деталей** (див. табл. 18).

**Характеристика зварних з'єднань залежно від
взаємного розміщення зварюваних деталей**

Таблиця 18

Зварне з'єднання	Загальний вигляд з'єднання	Спосіб утворення з'єднання
Стикове (С)		<i>Деталі зварюються торцями</i>
Таврове (Т)		<i>При зварюванні торець однієї деталі з'єднується з бічною поверхнею іншої</i>
Кутове (У)		<i>Зварювані деталі розташовані під кутом одна до одної</i>
Внапусток (Н)		<i>Бічні поверхні зварюваних деталей трохи перекривають одна одну</i>

Зварний шов – це частина зварного з'єднання, утворена шляхом наплавлення металу в місці з'єднання.

Зварні шви класифікують за характером зварних з'єднань і за особливостями виконання. Залежно від цього зварні шви поділяють за такими ознаками:

- **за взаємним розміщенням зварюваних частин** – стикові (стикове з'єднання) та кутові (кутове, таврове і напусткове з'єднання);
- **за протяжністю** – безперервні (суцільні), переривчасті та точкові:
 - безперервний** зварний шов не має проміжків по довжині й може бути замкнутим (рис. 294, а) чи розімкнутим (рис. 294, б);
 - переривчастий** зварний шов складається з однакових по довжині ділянок з рівними проміжками між ними (рис. 294, в);
 - точковий** шов є різновидом переривчастого шва і складається з однакових заварених ділянок у вигляді кружечків. Переривчасті та точкові шви можуть бути ланцюговими і шаховими;
 - ланцюговий шов** – це двосторонній переривчастий шов таврового з'єднання, у якого проміжки розміщені з обох боків стінки один проти одного (рис. 294, г);
 - шаховий шов** – це двосторонній переривчастий шов таврового з'єднання, у котрого проміжки з одного боку стінки розміщені напроти заварених ділянок другого його боку;

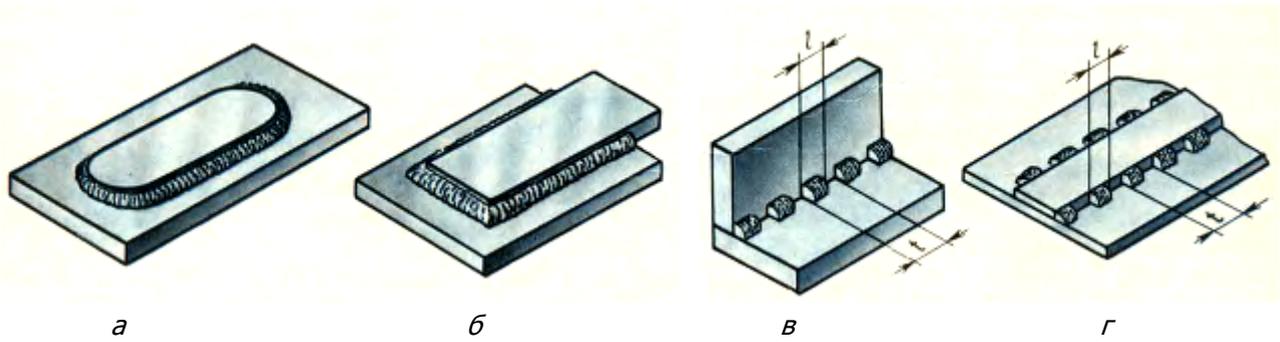


Рис. 294 Види зварних швів

- **за зовнішньою формою** – посилені й ослаблені.

Посилення зварного шва характеризується підвищенням частини металу шва над поверхнею зварюваних деталей (рис. 295, а, величина g) чи опуклістю шва (рис. 295, б, величина g). **Ослаблення** шва характеризується відстанню між площиною, яка проходить через видимі лінії сплавлення шва з основним металом, та поверхнею зварного шва, виміряною у місці найбільшої ввігнутості шва (рис. 295, в, величина m).

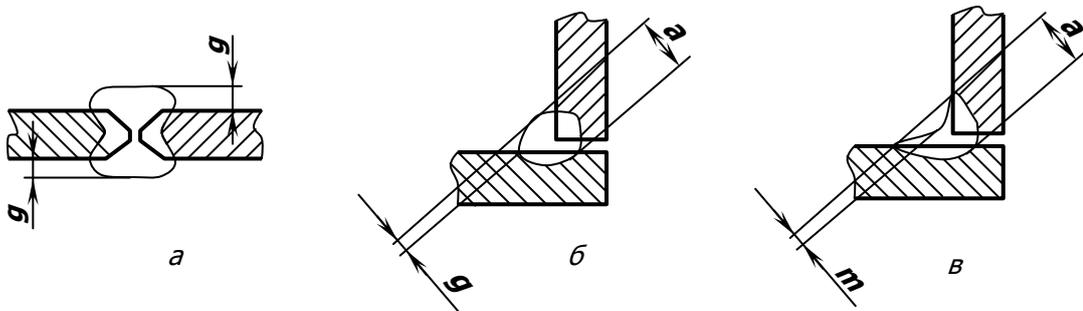


Рис. 295 Форма та розміри зварних швів

Для оцінювання зовнішньої форми кутових зварних швів використовують дві величини: **товщину шва** і **катет шва**.

Товщина шва – це найбільша відстань a (рис. 295, б, в) від поверхні кутового шва до точки максимального проплавлення основного металу.

Катет шва – це найкоротша відстань від поверхні однієї зі зварюваних деталей до межі кутового шва на поверхні другої зварюваної деталі (величина k , рис. 296, а, б);

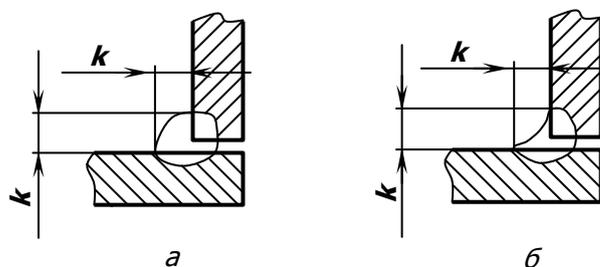


Рис. 296 Катети зварних швів

- **за формою підготовлених кромок** – зварні шви **без скосу кромки** (рис. 297, а), **зі скосом однієї кромки** (рис. 297, б), **з двома скосами кромки** (рис. 297, в). Форма підготовки кромки залежить від товщини зварюваних деталей, положення шва у просторі та інших даних;

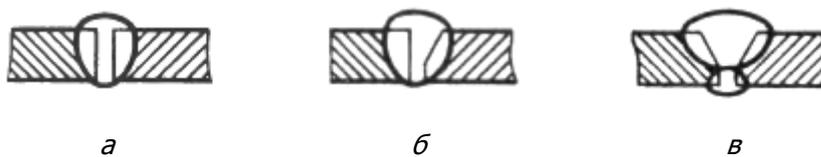


Рис. 297 Форми підготовлених кромки зварюваних деталей

- **за характером виконання** – однобічні (рис. 298, а) і двобічні (рис. 298, б.).



Рис. 298 Способи виконання зварних швів

Згідно з ГОСТ 2.312-72 шов зварного з'єднання незалежно від способу зварювання умовно **зображають**:

- видимий – суцільною основною лінією (рис. 299, а);
- невидимий – штриховою лінією (рис. 299, б).



Рис. 299 Зображення зварних швів

При цьому за лицьовий бік однобічного шва беруть той бік, з якого виконують зварювання. За лицьовий бік двобічного шва з несиметрично підготовленими кромками беруть той, з якого виконують зварювання основного шва. За лицьовий бік двобічного шва з симетрично підготовленими кромками можна брати будь-який бік.

Видиму поодинокую зварну точку незалежно від способу зварювання умовно зображають знаком «+», який виконують суцільними товстими лініями (рис. 300).

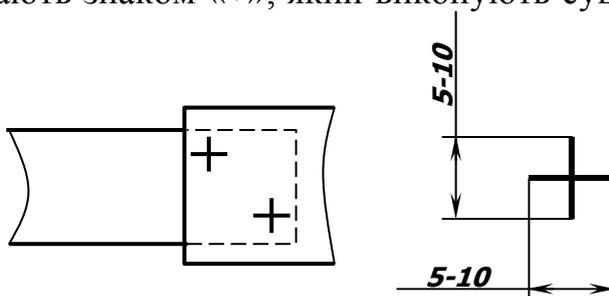


Рис. 300 Зображення точок

Щоб показати місце розташування зварного шва з'єднання, до зображення шва проводять лінію-виноску, яка закінчується односторонньою стрілкою. Перевагу надають проведенню лінії-виноски до зображення видимого шва. До лінії-виноски, проведеної до умовного зображення шва, приєднують горизонтальну поличку, на якій розміщують умовне позначення шва згідно з ГОСТ 2.312-72. Якщо лінія-виноска проведена до **видимого** зображення шва, то його позначення наносять **на поличці**, а якщо до **невидимого** – то позначення наносять **під поличкою**.

Структура умовного позначення зварного шва (рис. 301):

- 1) допоміжні знаки шва по замкнутій лінії та монтажного шва (табл. 19);
- 2) позначення стандарту на типи та конструктивні елементи швів зварних з'єднань (табл. 20);
- 3) літерно-цифрове позначення шва за стандартом на типи і конструктивні елементи швів зварних з'єднань (табл. 21);
- 4) умовне позначення способу зварювання за стандартом, наприклад, Р – ручне, А – автоматичне (табл. 22). Дозволяється не позначати;
- 5) знак « Δ » і розмір катета шва в міліметрах відповідно до стандарту на типи та конструктивні елементи швів зварних з'єднань (наприклад, Δ **5**). Знак виконують суцільними тонкими лініями. Висота знака має бути однаковою з висотою цифр, що входять у позначення шва;
- 6) для переривчастого шва – розмір довжини проварюваної ділянки, знак «/» чи «**Z**» і розмір кроку (наприклад, **5/50, 5Z60**). Для поодинокі зварної точки – розмір розрахункового діаметра точки (наприклад, **5**);
- 7) допоміжні знаки (табл. 19);
- 8) шорсткість механічної обробки поверхні.

Позначення **шорсткості** механічної обробки поверхні шва наносять на поличці або під поличкою лінії виноски після умовного позначення шва.

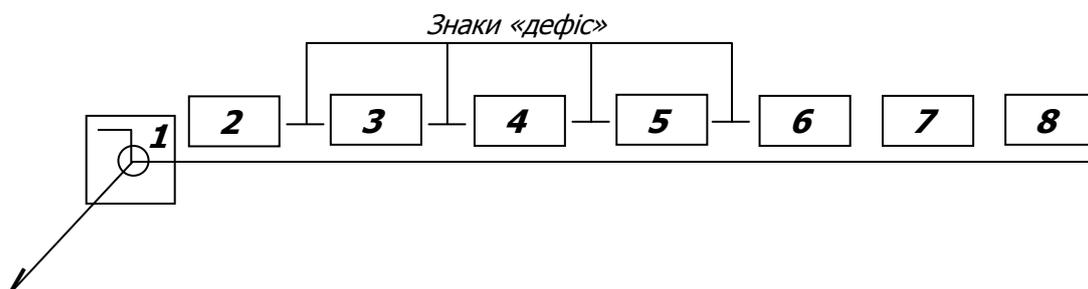


Рис. 301 Структура умовного позначення шва зварного з'єднання

Ураховуючи те, що умовне позначення стандартного шва дає повну його характеристику, на поперечних перерізах зварних швів підготовку кромки під зварювання, зазор між ними та контур шва не зображують.

Якщо на зварному з'єднанні є **однакові шви**, то умовне позначення їх на кресленні наносять біля зображення одного шва. На похилій частині лінії виноски від цього шва пишуть кількість швів і номер, присвоєний цій групі

швів. А від зображень решти однакових швів проводять лише лінії-виноска з поличками, на яких указують порядковий номер, присвоєний усім однаковим швам (рис. 302).

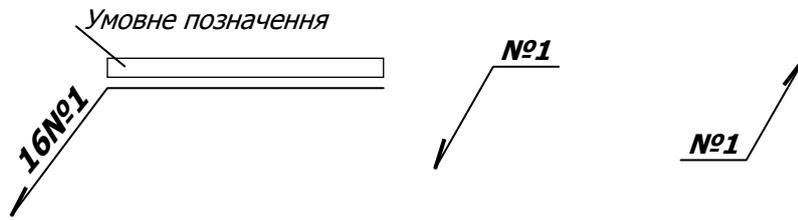


Рис. 302 Умовне позначення однакових зварних швів

Допоміжні знаки шва

Таблиця 19

Допоміжний знак	Значення допоміжного знака	Розташування допоміжного знака відносно полички лінії виноска, проведеної від зображення шва	
		з лицьового боку	зі зворотного боку
	Шов по замкненій лінії. Діаметр знака 3-5 мм		
	Шов по незамкненій лінії		
	Шов переривчастий чи точковий з ланцюговим розташуванням. Кут нахилу лінії 60°		
	Шов переривчастий чи точковий з шаховим розташуванням		
	Підсилення шва зняти		
	Напливи і нерівності шва обробити з плавним переходом до основного металу		
	Шов виконати під час монтажу виробу		

Види зварювання

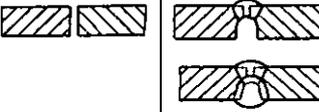
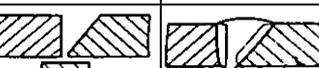
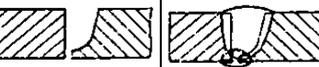
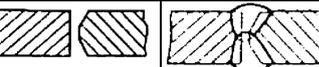
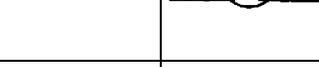
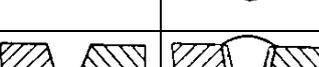
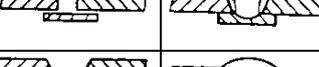
Таблиця 20

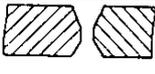
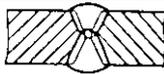
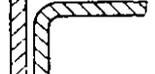
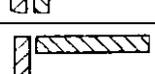
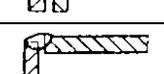
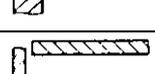
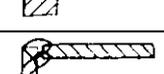
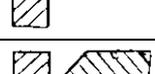
Вид зварювання	Літерне позначення	Номер стандарту
Ручне електрозварювання	Р	ГОСТ 5264-80
Автоматичне під флюсом	АФ	ГОСТ8713-79
Напівавтоматичне під флюсом	ПФ	ГОСТ8713-79
Електродугове в захисних газах	ІН, ІП, УП	ГОСТ14771-76
Електрозаклепкове	ЕФЗ, ЕУЗ	ГОСТ14776-79
Електрошлакове	ШЕ, ШМ, ШП	ГОСТ15164-78
Контактне: точкове роликове шовне	Кт Кр Кш	ГОСТ15878-79 ГОСТ15878-79 ГОСТ15878-79

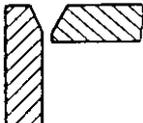
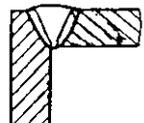
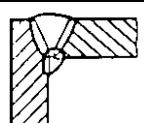
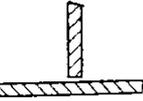
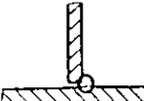
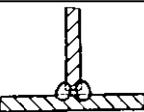
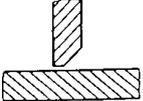
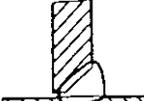
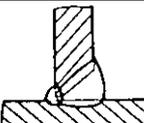
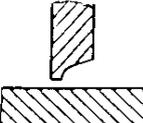
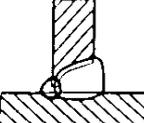
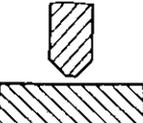
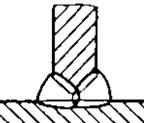
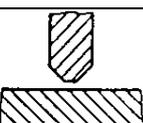
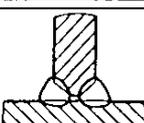
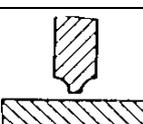
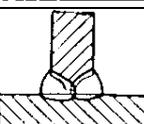
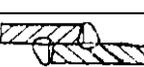
Класифікація літерно-цифрових позначень зварних швів залежно від форми підготовлених країв за ГОСТ 5264-80

Таблиця 21

Тип з'єднання	Форма підготовлених країв	Характер зварного шва	Форма поперечного перерізу		Товщина зварюваних деталей, мм	Умовне позначення з'єднання
			підготовлених країв	зварного шва		
1	2	3	4	5	6	7
Стикове	З відбортовкою країв	Одnobічний			1-4	C1
					1-12	C28
	З відбортовкою однієї кромки	Одnobічний на знімальній підкладці			1-4	C3
						C2
	Без скосу країв	Одnobічний на залишковій підкладці			1-4	C4
						C5
		Одnobічний замковий			1-4	C6
		Двobічний			2-5	C7

1	2	3	4	5	6	7
	Без скосу кромки	Двобічний Двобічний			6-12	C42
	Зі скосом однієї кромки	Однобічний			3-60	C8
		Однобічний на знімальній підкладці				C9
		Однобічний на залишковій підкладці				C10
		Однобічний замковий				C11
		Двобічний				C12
	З криволінійним скосом однієї кромки	Двобічний			15-100	C13
	З ламаним скосом однієї кромки	Двобічний				C14
	З двома симетричними скосами однієї кромки	Двобічний			8-100	C15
	З двома симетричними криволінійними скосами однієї кромки	Двобічний			30-120	C16
	З двома симетричними скосами однієї кромки	Двобічний			12-100	C43
	Зі скосом кромки	Однобічний			3-60	C17
		Однобічний на знімальній підкладці				C18
	Зі скосом кромки	Однобічний на залишковій підкладці			6-100	C19
		Однобічний замковий			3-60	C20
		Двобічний				C21
	Зі скосом кромки	Двобічний			8-40	C45
		Двобічний				
	З криволінійним скосом кромки	Двобічний			15-120	C23
	З ламаним скосом кромки	Двобічний				C24

1	2	3	4	5	6	7
	З двома симетричними скосами кромки	Двобічний			8-120	C25
	З двома симетричними криволінійними скосами кромки	Двобічний			30-175	C26
	З двома симетричними ламаними скосами кромки	Двобічний			30-75	C27
	З двома несиметричними скосами кромки	Двобічний			12-120	C39
		Двобічний				C40
Кутове	З відбортовкою однієї кромки	Однобічний			1-4	У1
		Однобічний			1-12	У2
		Однобічний			1-6	У4
	Без скосу кромки	Однобічний			1-30	У5
		Однобічний				
		Двобічний			2-8	У6
		Двобічний			2-30	
	Зі скосом однієї кромки	Однобічний			3-60	У7
		Двобічний				8-100
	Двобічний					

1	2	3	4	5	6	7
	Зі скосом кромки	Однобічний			3-60	У9
		Двобічний				У10
	Без скосу кромки	Однобічний			2-10	Т1
		Двобічний				Т2
Таврове	Зі скосом однієї кромки	Однобічний			3-60	Т6
		Двобічний				Т7
	З криволінійним скосом однієї кромки	Двобічний			15-100	Т2
	З двома симетричними скосами однієї кромки	Двобічний			8-100	Т8
		Двобічний			12-100	Т9
	З двома симетричними криволінійними скосами однієї кромки	Двобічний			30-120	Т5
На-пусткове	Без скосу кромки	Однобічний			2-60	Н1
		Двобічний				Н2

Приклади позначення зварних швів:

а) шов стикового з'єднання зі скосом однієї кромки, однобічний на знімальній підкладці. Виконаний дуговим ручним зварюванням під час

монтажу виробу. Підсилення знято з обох боків. Шорсткість шва: з лицьового боку – R_z20 , зі зворотного боку – R_z80 (рис. 303, а).

б) поодинокі точки напусткового з'єднання, виконані контактним точковим зварюванням. Розрахунковий діаметр точки 5 мм (рис. 303, б).

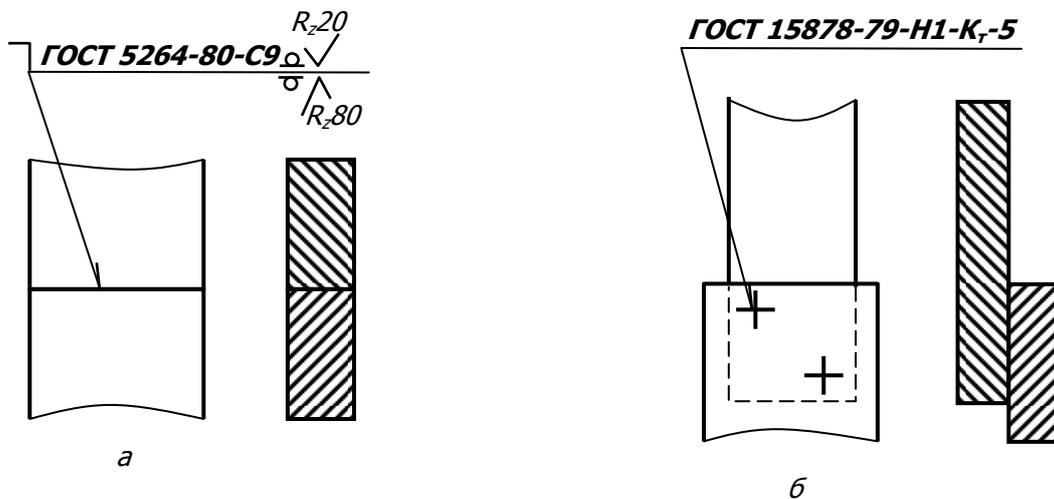


Рис. 303 Приклади позначення зварних швів

10.11. З'єднання заклепками

Клепані з'єднання – це з'єднання металевими стрижнями з головками, які вставляються в отвори з'єднувальних деталей і розклепуються в цьому положенні.

Такі з'єднання застосовують у металоконструкціях, корабле- і літакобудуванні (рис. 304).

Заклепка – стрижень круглого перерізу. Що має на одному кінці головку, яка називається закладною.

Заклепки, які використовують у клепані з'єднаннях, стандартизовані.

Залежно від конструкції з'єднання застосовують заклепки з різною формою головок, що характеризує тип заклепки. Найпоширеніші три типи заклепок: з напівкруглою головкою за ГОСТ 10299-80, з потайною головкою за ГОСТ 10300-80, з напівпотайною головкою за ГОСТ 10301-80.

Довжина заклепки l складається із товщини деталей, що склепуються, та припуску на утворення замикаючої головки (рис. 305), який приблизно дорівнює $(1,4-1,7)d$.



Рис. 304 З'єднання заклепками

Отвори під заклепки пробивають або свердлять трохи більшого розміру (на 0,5–1 мм) ніж діаметр заклепки.

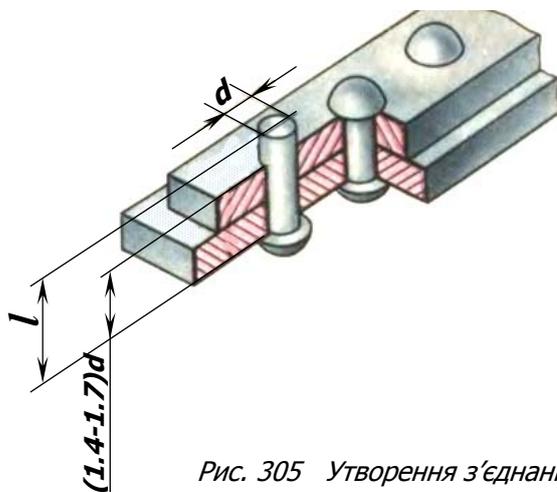


Рис. 305 Утворення з'єднання заклепкою

Структура умовного позначення заклепки:

- назва;
- діаметр стрижня, мм;
- довжина стрижня, мм;
- група матеріалу;
- група покриття;
- товщина покриття, мкм;
- номер стандарту.

Наприклад,

Заклепка 8x20.00 ГОСТ 10299-80 – (заклепка діаметром 8 мм, довжиною 20 мм, з матеріалу групи 00, без покриття); **Заклепка 8x20.32.036 ГОСТ 10299-80** – (заклепка діаметром 8 мм, довжиною 20 мм, з матеріалу групи 32, з покриттям 03, товщиною 6 мкм) .

Марки матеріалів заклепок умовно позначаються номером групи (табл.22).

Умовні позначення марки матеріалу заклепок

Таблиця 22

Марка матеріалу	Ст2	Сталі 10, 10кп	Ст3	Сталі 15, 15кп	Л63	М3
Номер групи	00	01	02	03	32	38

Сукупність заклепок у з'єднанні, розташованих певним чином, утворює заклепковий шов.

Класифікація заклепкових швів:

- за призначенням – **міцні**, **щільні**, та **міцнощільні** шви.

У металокопструкціях, рамах, кронштейнах тощо має бути забезпечена міцність швів. У котлах, резервуарах шви повинні бути щільними, тобто забезпечувати, крім міцності, ще й герметичність з'єднання;

- за розташуванням деталей, що склепуються, – **напусткові, стикові, з однією або двома накладками**,
- за розташуванням заклепок (рис. 306) – **однорядні** або **багаторядні** – **паралельні** і **шахові**.

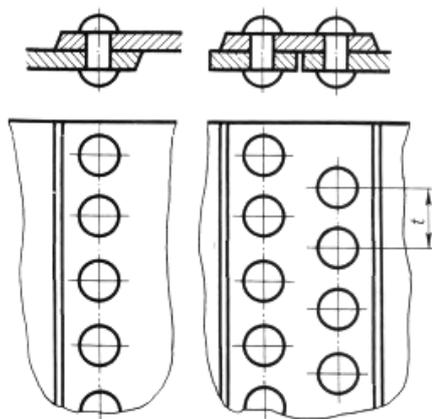


Рис. 306 Розташування заклепок у з'єднанні

Перш ніж виконувати креслення клепаного з'єднання, потрібно здійснити деякі обчислення (табл.23)

Розрахунок заклепкового шва

Таблиця 23

Тип заклепкового шва	Напустковий однорядний	Напустковий дворядний шаховий	Напустковий дворядний паралельний	Стиковий однорядний з двома накладками
Формули для розрахунку	$d = \delta + 8 \text{ мм}$ $d_1 = 1,1d$ $t = 2d + 8 \text{ мм}$ $l_1 = 1,5d$ $L = 2\delta + 1,5d$	$d = \delta + 8 \text{ мм}$ $d_1 = 1,1d$ $t = 2,6d + 15 \text{ мм}$ $l_1 = 1,5d$ $l_2 = 0,6d$ $L = 2\delta + 1,5d$	$d = \delta + 8 \text{ мм}$ $d_1 = 1,1d$ $t = 2,6d + 15 \text{ мм}$ $l_1 = 1,5d$ $l_2 = 0,8d$ $L = 2\delta + 1,5d$	$d = \delta + 8 \text{ мм}$ $d_1 = 1,1d$ $t = 2d + 8 \text{ мм}$ $l_1 = 1,5d$ $\delta_1 = 0,8d$ $L = \delta + 2\delta_1 + 1,5d$
Зображення з позначенням основних параметрів				

Відстань t між центрами суміжних заклепок в одному ряду, виміряна паралельно до краю шва, називається **кроком**.

Заклепкові шви характеризуються такими розмірами:

δ – товщина з'єднуваних деталей;

δ_1 – товщина накладки;

d – діаметр стрижня заклепки;
 d_1 – діаметр отвору під заклепку;
 t – крок;
 l – відстань між рядами заклепок;
 l_1 – відстань від ряду до краю листа.

10.12. З'єднання паянням і склеюванням.

Паяні з'єднання – деталі у нагрітому стані скріплюються одна з одною за допомогою додаткового легкоплавкого сплаву (припою).

Поділяються на два типи: **стикові** та **напусткові**. Інші різновиди з'єднань одержують шляхом комбінування цих двох типів.

Основні типи і параметри паяних з'єднань встановлено державними стандартами.

У з'єднаннях, отриманих паянням, місце з'єднання елементів слід зображати суцільною лінією товщиною $2S$ (удвічі товщиною від суцільної товстої основної лінії) (рис. 307).

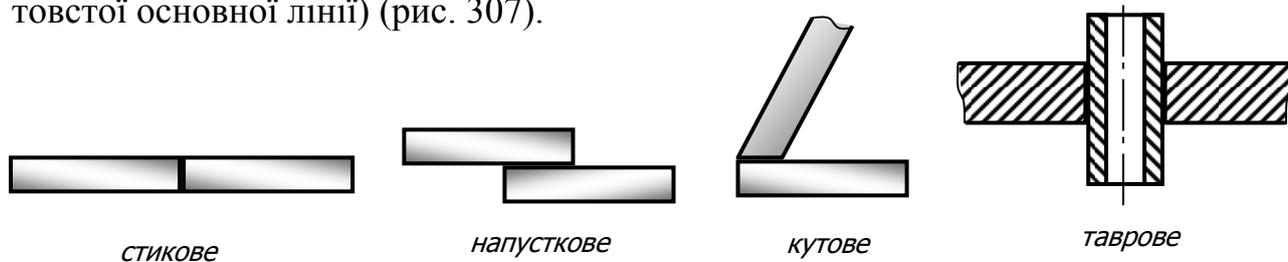


Рис. 307 Види паяних з'єднань

Для позначення паяного шва застосовують умовний знак \curvearrowright (у вигляді півкола), який наносять суцільною товстою основною лінією на лінії-виносці, що вказує місце шва (рис. 308, а). Лінія-виноска закінчується стрілкою, якщо зображається безпосередньо шов. При позначенні невидимого на зображенні шва стрілку не ставлять (рис. 308, б). Паяний шов виконаний по периметру, позначається колом діаметром 3–5 мм, розміщеним на другому кінці лінії-виноски (рис. 308, в). У разі потреби на зображенні паяного шва вказують розмір шва та позначення шорсткості поверхні (рис. 307, г).

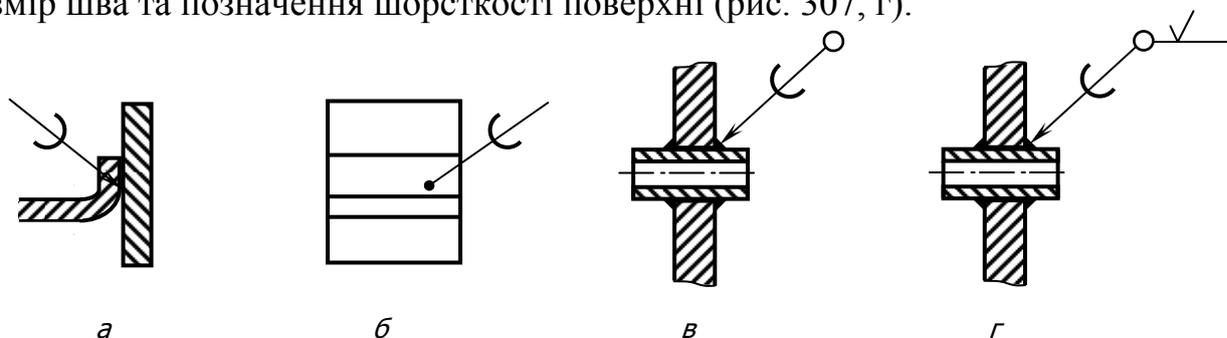


Рис. 308 Умовне зображення швів паяних з'єднань

Умовні позначення паяних з'єднань наведені у табл.24

Тип паяного з'єднання	Умовне позначення з'єднання
Напусткове	ПН-1, ПН-2, ПН-3
Телескопічне	ПН-4, ПН-5, ПН-6
Стикове	ПВ-1, ПВ-2
Навскісно-стикове	ПВ-3, ПВ-4
Таврове	ПТ-1, ПТ-2, ПТ-3
Кутове	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Дотичне	ПС-1, ПС-2, ПС-3, ПС-4, ПС-5

Клейові з'єднання – з'єднання, які здійснюються за допомогою тонкого шару швидко твердіючого складу (клею). Використовують у тих випадках, коли склеювання є єдиним способом, за допомогою якого можна утворити з'єднання.

Для позначення клейового з'єднання застосовують умовний знак **К**, який наносять суцільною товстою основною лінією на лінії виносці, яка вказує місце шва (рис. 309, а, б, в). Правила зображення та позначення клейових з'єднань повністю збігаються з правилами для паяних з'єднань.

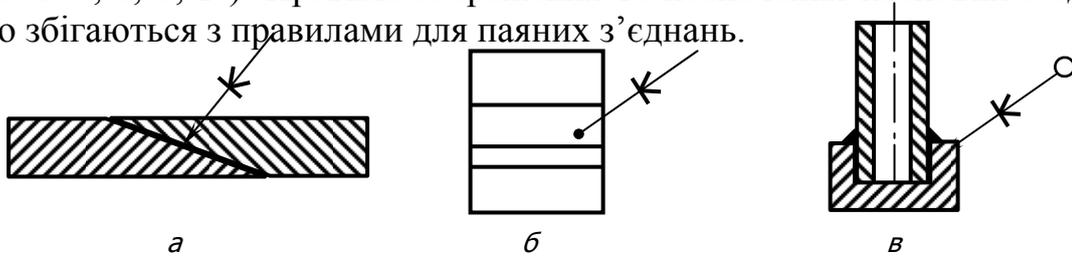


Рис. 309 Позначення клейового з'єднання на кресленні

Позначення склеювальної речовини вказують у технічних вимогах креслення, наприклад: «Клей БФ-4 ГОСТ 12172-74», у простіших випадках – на поличці лінії-виноски.

10.13. Деталювання складальних креслень.

Деталювання – це виконання робочих креслень деталей виробу за складальним кресленням.

Деталювання складального креслення – це сукупність взаємозв'язаних розумових і графічних дій, характер і послідовність яких може бути виражена у вигляді схеми.

Схему деталювання складального креслення наведено на рис. 310.

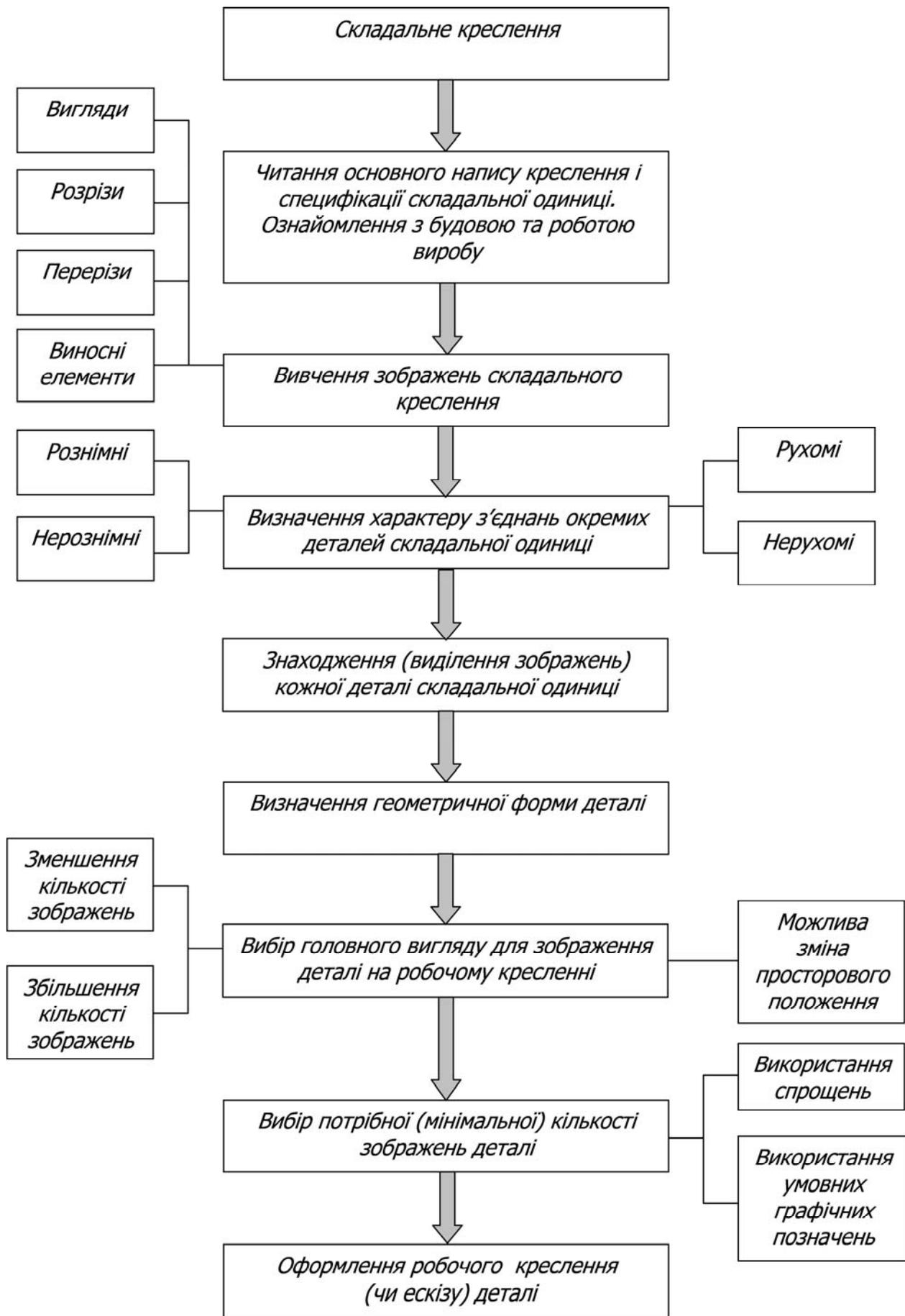


Рис. 310 Схема послідовності деталювання складального креслення

Процес деталювання складального креслення поділяється на етапи.

1. Вивчають складальну одиницю, прочитавши її креслення в розглянутій раніше послідовності.
2. Визначають деталі, креслення яких треба виконати, і намічають послідовність деталювання. Починають деталювання з простих за формою деталей.
3. Знаходять та аналізують зображення призначеної для деталювання деталі, яка міститься на кресленні, визначають її головне зображення, кількість і склад потрібних зображень.
4. Вибирають масштаб зображень. Під час деталювання не обов'язково дотримуватися одного й того ж масштабу для всіх деталей.
5. Вибирають потрібний формат аркуша паперу для виконання креслення, наносять рамку та основний напис.
6. Компонують і послідовно виконують зображення.
7. Наносять на кресленні розміри, позначення шорсткості поверхонь та проставляють інші дані.
8. Перевіряють креслення й остаточно його оформлюють: заповнюють основний напис, указують у разі потреби технічні вимоги.

На кресленні (рис. 311) зображено клапан для обдування виливок, а на рис. 312 його специфікацію.

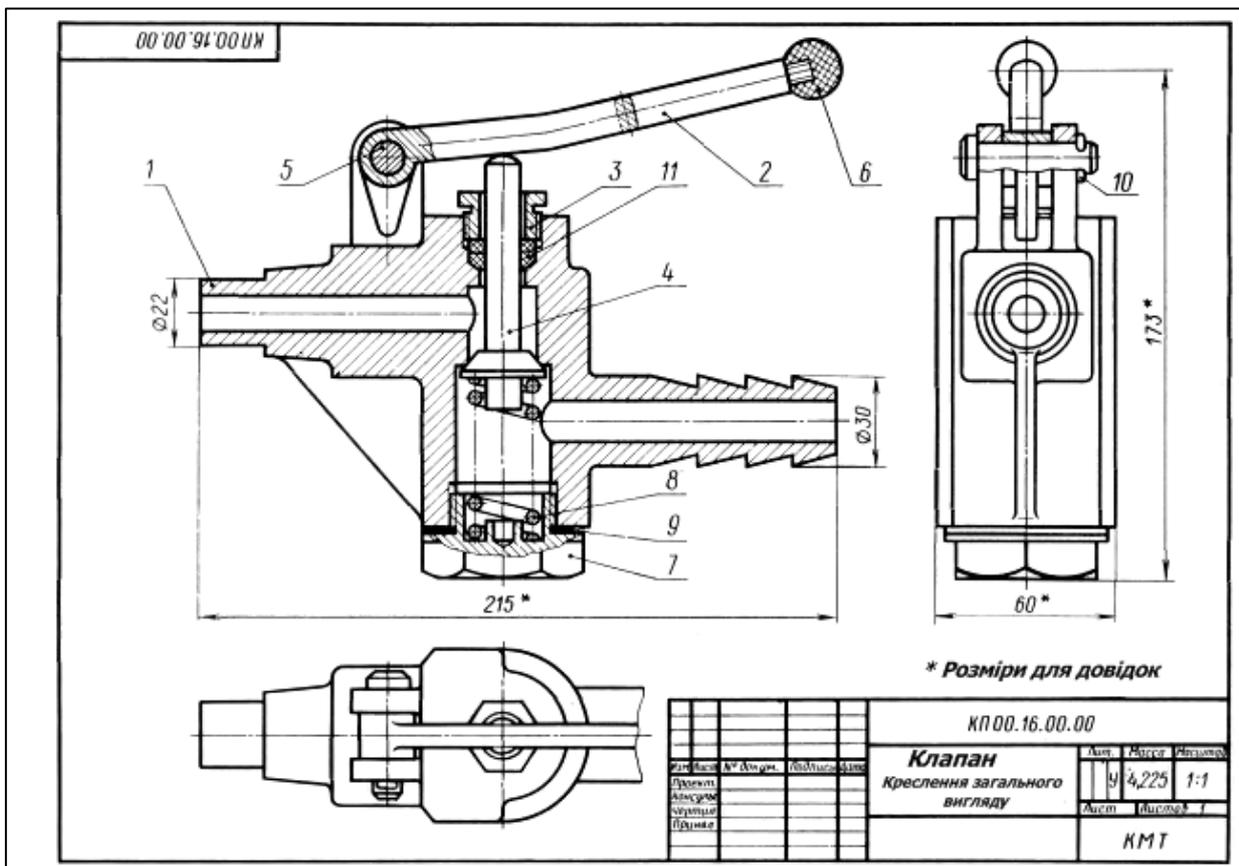


Рис. 311 Креслення загального вигляду клапана

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<i>Документація</i>		
A1			КП.00.16.00.00.СБ	Складальне креслення		
				<i>Деталі</i>		
		1	КП.00.16.00.01	Корпус	1	
		2	КП.00.16.00.02	Рукоятка	1	
		3	КП.00.16.00.03	Гайка накидна	1	
		4	КП.00.16.00.04	Клапан	1	
		5	КП.00.16.00.05	Палець	1	
		6	КП.00.16.00.06	Накінецьник	1	
		7	КП.00.16.00.07	Гайка регулююча	1	
		8	КП.00.16.00.08	Пружина	1	
		9	КП.00.16.00.09	Прокладка	1	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		10		Шплінт 5x20 СТ.СЄВ220-75	1	
				<i>Матеріал</i>		
		11		Набивка марки ХБПД 16 ГОСТ 5152-66	0,3 м	

Рис. 312 Специфікація до складального креслення клапана

На рис. 313 показано загальний вигляд і будову клапана для обдування виливок.

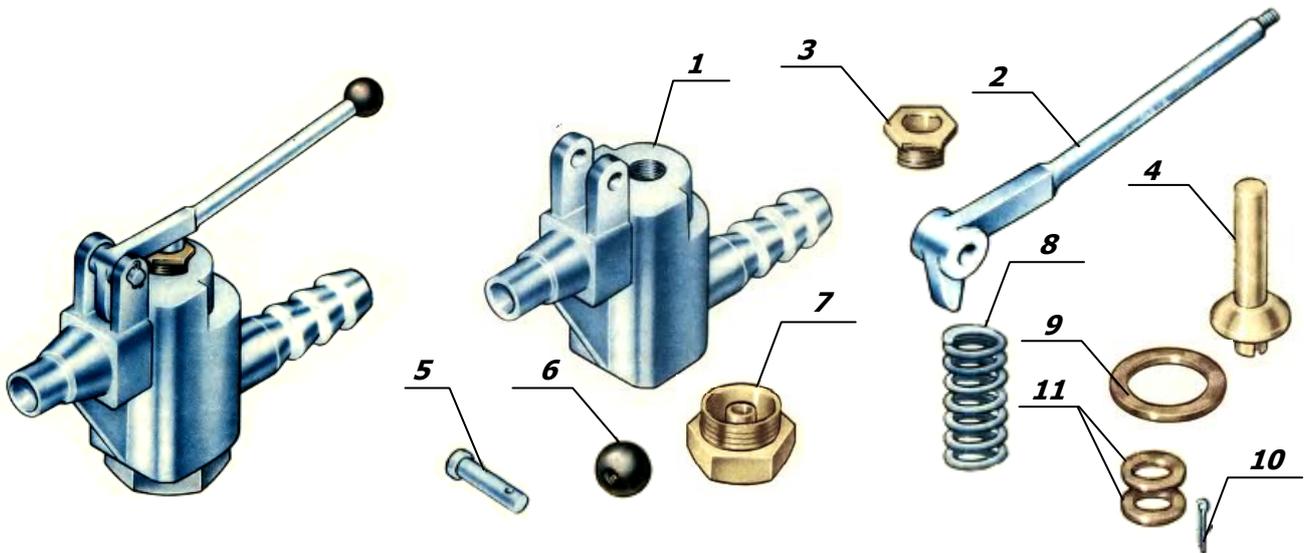


Рис. 313 Клапан для обдування виливків

Перед тим як починати деталювання клапана для обдування виливків, необхідно прочитати опис устаткування і принцип дії виробу, ознайомитись зі змістом специфікації та отримати уяву про форму виробу й складових частин.

Корпус **1** приєднується правим патрубком через гумовий шланг до балона з вуглекислим газом. Вуглекислий газ через відкритий клапан **4** і лівий патрубок подається на поверхню, що підлягає обдуванню. У закритому положенні клапан **4** притиснутий до конічної поверхні корпусу **1** пружиною **8**.

Для відкриття клапана треба натиснути на рукоятку **2** з наконечником **6**, долаючи дію пружини **8**.

Рукоятка **2** обертається навколо пальця **5**, який входить в отвори вушок корпусу **1**. Язичок рукоятки, упираючись у корпус **1**, обмежує величину підйому рукоятки. Палець **5** фіксується розвідним шплінтом **10**.

Поворотом регулювальної гайки **7** можна виміряти силу тиску пружини **8** на клапан **4**.

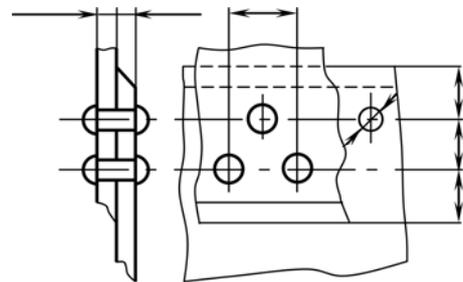
Ущільнювальна прокладка **9** ставиться між корпусом **1** та гайкою **7**.

Для попередження витікання вуглекислого газу через зазор між хвостовиком клапана **4** й отвором у корпусі **1** служать пластмасові кільця **11**, які створюють ущільнення при загвинчуванні накидної гайки **3**.

Шліц внизу клапана **4** призначений для наконечника інструмента, який використовується при притиранні конічних поверхонь клапана і корпусу.

З'ясувавши призначення й будову складальної одиниці та представивши форму кожної деталі, можна приступати до виконання робочих креслень деталей. Починати слід із визначення необхідної (найменшої) кількості зображень кожної деталі. Наприклад, для виготовлення деталей 6, 8, 9, 11 достатньо одного зображення, для деталі 5 – одного з винесеним перерізом; для деталей 2, 3, 4, 7 необхідно мати два зображення; для виготовлення корпусу слід виконати три основних вигляди : фронтальний розріз, вигляд зліва і вигляд зверху (рис. 314). На фронтальному розрізі видно порожнини й отвори. Вигляд зліва з місцевим розрізом у місці отворів у вушках.

6. Яку довжину має болт, позначення якого «Болт М 20х55»?
7. Якими деталями утворюється шпилькове з'єднання?
8. Яке призначення шпонкових з'єднань?
9. Які типи шпонок ви знаєте?
10. Що являє собою штифтове з'єднання?
11. Чим відрізняються між собою конструктивний і спрощений способи зображення кріпильних деталей різьбових з'єднань?
12. Якими деталями і як утворюється болтове з'єднання?
13. Що забезпечує шпонка у шпонковому з'єднанні?
14. Чим відрізняється шліцьове з'єднання від шпонкового?
15. Що являє собою шплінт?
16. Який шов зображено на рисунку?
17. Який шов називається заклепковим?
18. Назвіть основні типи заклепкових швів?
19. Який шов називається зварним?
20. За допомогою чого показують на кресленні місце знаходження зварного шва?
21. Які відомості включають до складу умовного позначення зварного шва?
22. Які з'єднання називаються клейовими?
23. Що являє собою деталювання?
24. У чому полягає процес деталювання складальних креслень?
25. Які деталі виробу не підлягають деталюванню?



Якщо у вас виникли труднощі під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ 10.

Розділ 11. Схеми та їх виконання.

11.1. Загальні відомості про схеми

Вивчити взаємодію деталей у виробі та визначити, які при цьому відбуваються процеси, за складальним кресленням буває дуже важко, а іноді й неможливо. Ось чому виникла необхідність застосовувати спрощення багатьох складних виробів у вигляді схем. Схеми дають змогу визначити принцип дії виробів, і ними, користуються тоді, коли на кресленні не треба показувати конструкцію з'єднань та окремих деталей.

Схема – це креслення, на якому у вигляді умовних позначень або зображень показано складові частини виробу і зв'язок між ними.

Схема складається з **елементів, пристроїв, функціональних груп і функціональних частин**.

Елементи – складові частини схеми (трансформатор, насос, резистор, дросель тощо), які виконують у виробі певні функції та які не можна розділити на окремі частини із самостійним функціональним призначенням.

Пристрій – сукупність елементів, що являють єдину конструкцію (блок, механізм, плата).

Функціональна група – сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію і не об'єднані в єдину конструкцію.

Залежно від елементів, що входять до складу виробу, і зв'язків між ними схеми поділяють на такі види:

- електричні – **Е**;
- гідравлічні – **Г**;
- пневматичні – **П**;
- кінематичні – **К**;
- оптичні – **Л**;
- комбіновані – **С**.

За основним призначенням схеми поділяють на такі типи:

- структурні – **1**;
- функціональні – **2**;
- принципальні – **3**;
- монтажні – **4**;
- підключення – **5**;
- загальні – **6**;
- розташування – **7**;
- інші – **8**;
- суміщені – **0**.

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення та взаємозв'язок.

Функціональна схема роз'яснює процеси, що протікають в окремих функціональних ланцюгах виробу або у виробі в цілому.

Принципальна (повна) схема визначає повний склад елементів виробу та зв'язки між ними і дає детальне уявлення про принцип роботи виробу або установки.

Принципальна схема є основою для розроблення креслень та інших конструкторських документів; крім того, цією схемою користуються при контролюванні, налагоджуванні, та регулюванні виробу і під час його ремонту.

Схема з'єднань (монтажна) показує з'єднання складових частин виробу й визначає дроти, кабелі, трубопроводи, за рахунок яких утворюються ці з'єднання, а також місця їх приєднання.

У конструкторських документах **схеми позначають шифром**, який складається з букви і цифри, що показують її вид і тип, наприклад: КЗ – схема кінематична принципальна; Е2 – схема електрична функціональна.

11.2. Загальні вимоги до виконання схем

При виконанні схем слід дотримуватися таких вимог:

1. Схеми виконують на стандартних форматах без збереження масштабу та дійсного просторового розміщення складових частин виробу. Кількість і комплектність схем визначаються особливостями виробу й мають бути мінімальними, але достатніми для проектування, виготовлення, регулювання та налагоджування виробу в процесі його експлуатації й під час ремонту.
2. На схемах, як правило, застосовують стандартизовані умовні графічні позначення елементів. Якщо ж креслять елемент, що не має стандартизованого позначення, на схемі дають відповідне пояснення.
3. Слід добиватися якнайменшого перетину і зламу ліній-зв'язків між елементами схеми. Відстань між паралельними лініями повинна бути не меншою ніж 3 мм.
4. Елементи виробу, що становлять окрему функціональну групу, дозволяється виділяти тонкою штрихпунктирною лінією і надписувати назву цієї групи, наприклад: «Коробка швидкостей» тощо.
5. На схемах можна поміщати різні технічні дані, які характеризують схему в цілому або її окремі елементи. Біля графічних позначень елементів і пристроїв показують, наприклад, номінальні їх параметри, а на вільному полі схеми виконують діаграми, таблиці, роблять текстові написи тощо. Написи біля окремих елементів рекомендується виконувати справа або зверху від умовного знака.
6. Якщо потрібно, схему можна виконувати на кількох аркушах або дві схеми на одному аркуші.
7. Дозволяється виконувати схему в межах спрощеного зображення контуру виробу, наприклад контуру верстата. Цей контур виконують тонкою суцільною лінією.

11.3. Кінематичні схеми

Кінематична схема – зображення, яке пояснює принцип дії механізму, що передає рух (коробки зміни швидкостей металорізального верстата чи

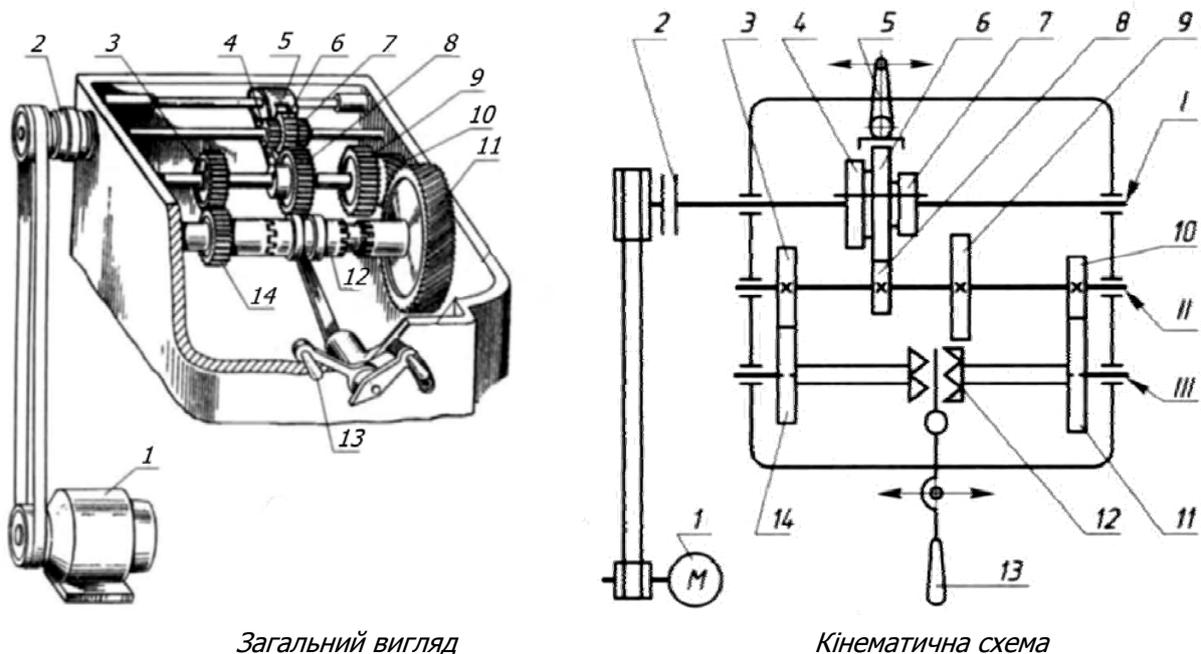
автомобіля, механізму повороту крана, редуктора лебідки, стрічкопротяжного механізму в магніфоні).

За кінематичною схемою можна визначити послідовність передавання руху від його джерела (найчастіше це двигун) до робочого органа (шпиндель верстата, барабан лебідки).

Кінематичні схеми виконують відповідно з вимогами **ГОСТ 2.701-2008** та **ГОСТ 2.703-68**.

Перелік основних характеристик і параметрів кінематичних елементів подано у **ГОСТ 2.703-68**.

На рисунку 315 наведено наочне зображення й кінематичну схему коробки зміни швидкостей токарного верстата. Усі елементи коробки зміни швидкостей на схемі показано умовними графічними позначеннями. У загальних рисах вони нагадують деталі, які ними зображені.



Загальний вигляд

Кінематична схема

Рис. 315 Коробка зміни швидкостей

На кінематичних схемах зображують тільки ті елементи механізму, які беруть участь у передаванні руху (вали, зубчасті колеса, муфти та ін.).

Умовні позначення на кінематичних схемах виконують суцільними товстими основними лініями.

Усім **елементам** кінематичних схем надають **порядкові номери**, починаючи від джерела руху. **Вали** й **осі** нумерують **римськими цифрами**, **решту елементів** – **арабськими**. Порядкові номери елементів проставляють на поличках ліній-виносок. Під поличкою вказують деякі параметри елемента механізму (потужність і частоту обертання вала двигуна, діаметри шківів, кількість зубів зубчастих коліс).

На рис. 316 показана спрощена кінематична схема приводу автомата з наочним поясненням умовних графічних позначень елементів схеми. Із цього прикладу видно, що ці позначення являють собою зображення механізмів і їх складових частин, які нагадують лише їх загальний вигляд.

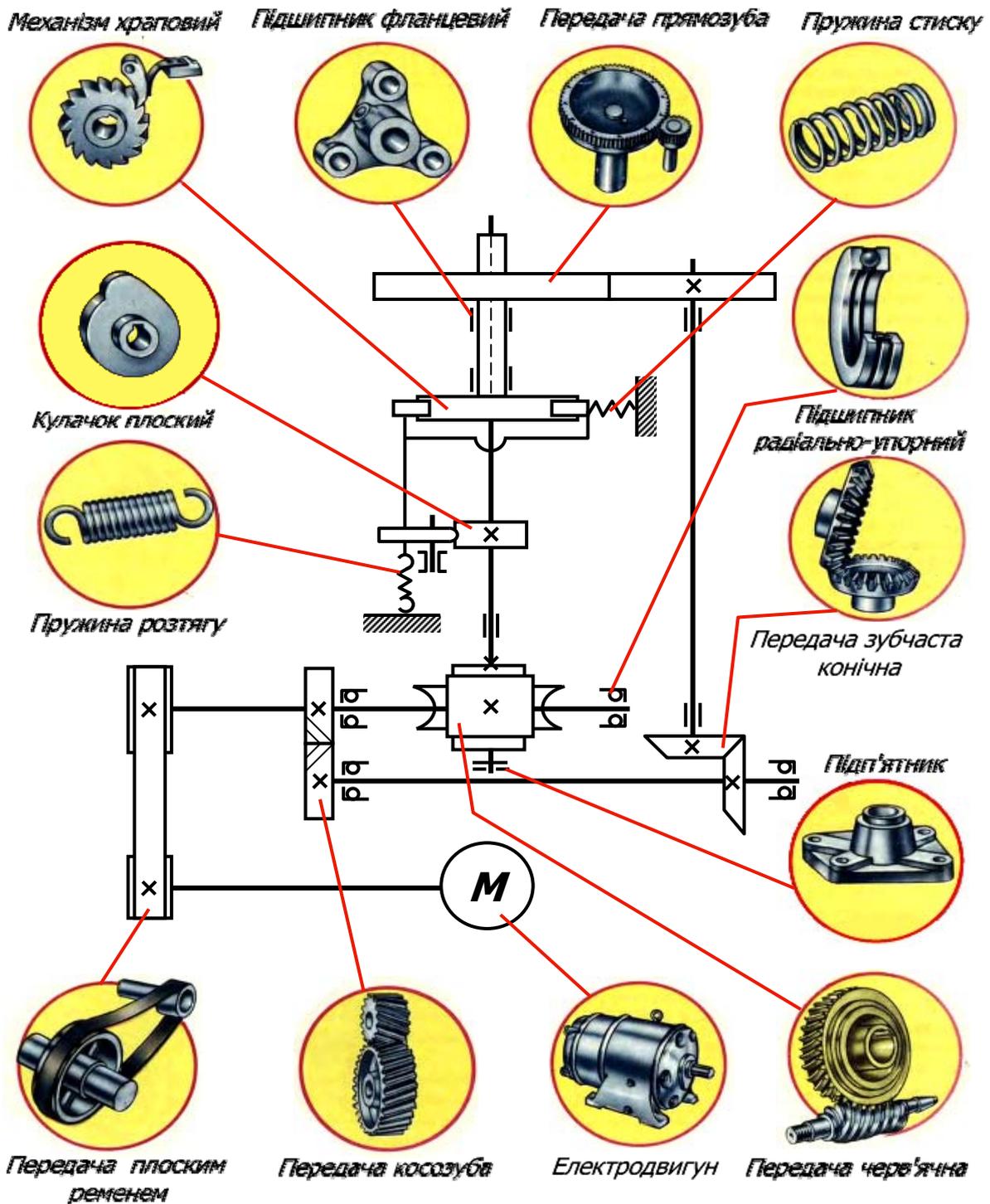
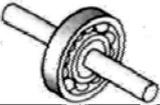
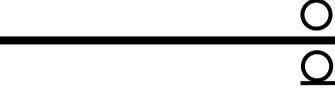
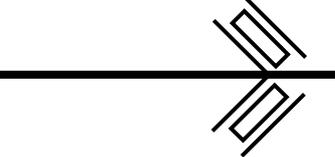


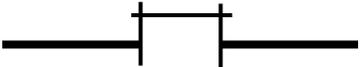
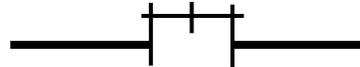
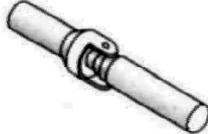
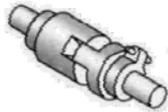
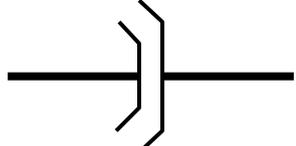
Рис. 316 Спрощена кінематична схема приводу автомата

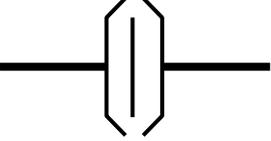
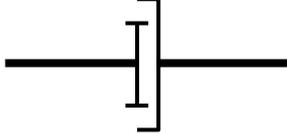
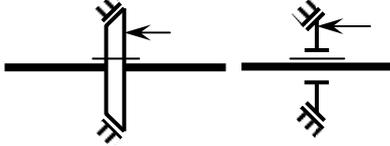
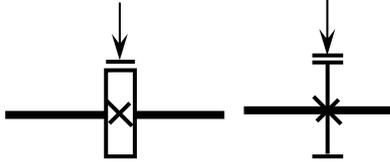
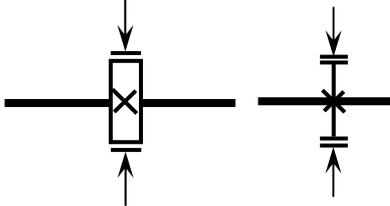
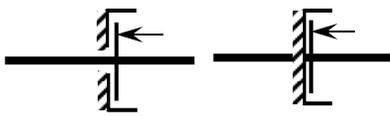
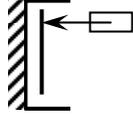
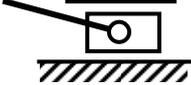
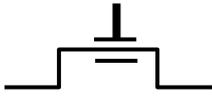
Умовні позначення для кінематичних схем наведено в таблиці 25.

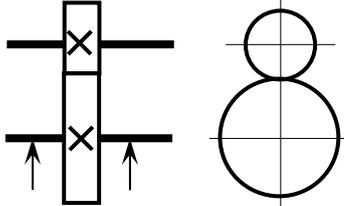
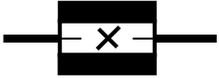
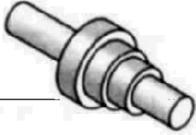
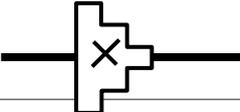
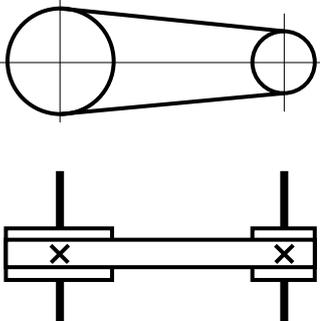
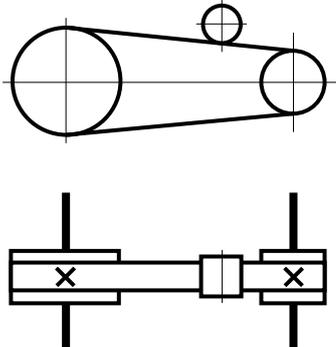
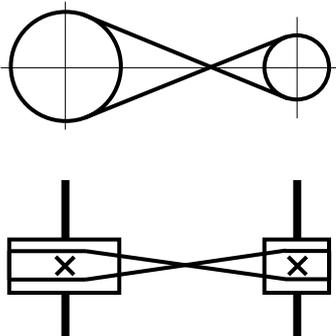
**Позначення умовні графічні у кінематичних схемах
за ГОСТ 2.770-68**

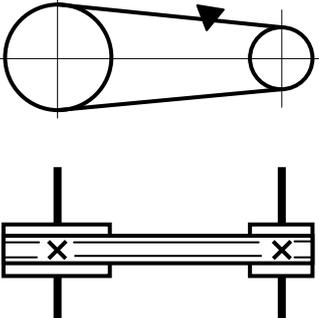
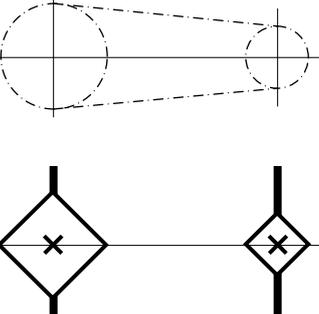
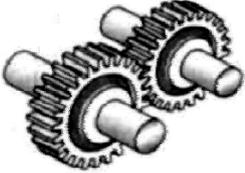
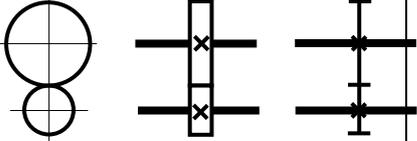
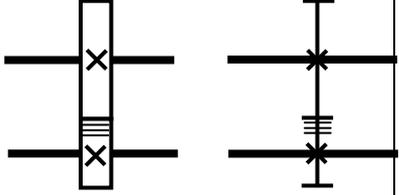
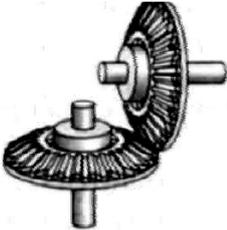
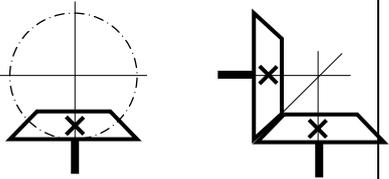
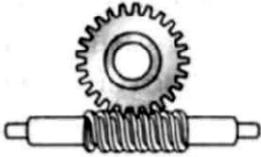
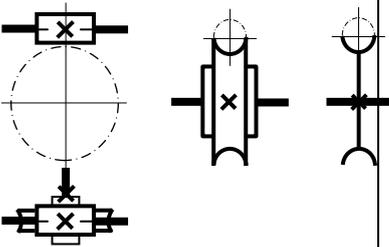
Таблиця 25

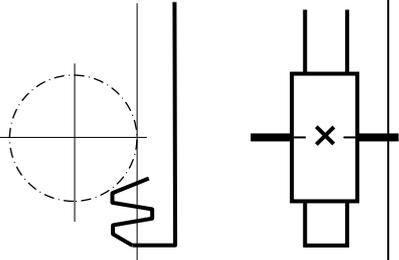
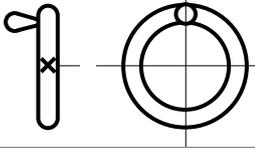
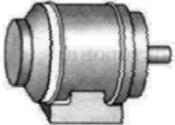
№ з/п	Найменування	Малюнок	Позначення
1	2	3	4
1	Вал, валик, стрижень, шатун		
2	Підшипники ковзання та кочення на валу (без уточнення типу):		
	• <i>радіальний</i>		
	• <i>радіально-упорні:</i> – <i>односторонній</i>		
	– <i>двосторонній</i>		
3	Підшипники ковзання:		
	• <i>радіальний</i>		
	• <i>радіально-упорні:</i> – <i>односторонній</i>		
	– <i>двосторонній</i>		
4	Підшипники кочення:		
	• <i>радіальний (загальне положення)</i>		
	• <i>радіально-роликовий</i>		
	• <i>радіально-упорний односторонній</i>		
	• <i>радіально-упорний роликовий односторонній</i>		

1	2	3	4
5	З'єднання двох валів:		
	<ul style="list-style-type: none"> глухе 		
	<ul style="list-style-type: none"> глухе із запобіганням від перенавантаження 		
	<ul style="list-style-type: none"> еластичне 		
	<ul style="list-style-type: none"> шарнірне 		
	<ul style="list-style-type: none"> зубчатою муфтою 		
	<ul style="list-style-type: none"> запобіжною муфтою 		
6	Муфти зчеплення кулачкові:		
	<ul style="list-style-type: none"> одностороння 		
	<ul style="list-style-type: none"> двостороння 		
7	Муфти зчеплення фрикційні:		
	<ul style="list-style-type: none"> загальне позначення 		
	<ul style="list-style-type: none"> те ж у разі необхідності вказувати кріплення на валу 		
	<ul style="list-style-type: none"> конусні односторонні 		

1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> • конусні двосторонні 		
	<ul style="list-style-type: none"> • з колодками 		
8	Гальма:		
	<ul style="list-style-type: none"> • конусні 		
	<ul style="list-style-type: none"> • колодкові 		
	<ul style="list-style-type: none"> • стрічкові 		
	<ul style="list-style-type: none"> • дискові 		
	<ul style="list-style-type: none"> • дискові гідравлічні або пневматичні 		
	<ul style="list-style-type: none"> • гвинтові вантажо-упорні 		
9	Повзун у нерухомих напрямних		
10	З'єднання колінчастого валу із шатуном з одним коліном		

1	2	3	4
11	Передачі фрикційні з циліндричними роликками		
12	Маховик на валу		
13	Шків ступінчастий закріплений на валу		
14	Передачі плоским ремнем		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>відкриті</i> 		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>відкриті з натяжним роликом</i> 		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>перехресні</i> 		

1	2	3	4
15	Передача клиноподібним ременем		
16	Передача ланцюгом (загальне позначення без уточнення типу ланцюга)		
17	Передача зубчаста (циліндрична):		
	<ul style="list-style-type: none"> • ЗОВНІШНЄ зчеплення (загальне позначення без уточнення типу зубців) 		
	<ul style="list-style-type: none"> • те ж, із прямими зубцями 		
18	Передачі зубчасті з валами, що перетинаються (конічні) (загальне позначення)		
19	Передачі зубчасті з валами, що схрещуються, черв'ячні з циліндричним черв'яком		

1	2	3	4
20	Передачі зубчасті рейкові (загальне позначення)		
21	Гвинт, що передає рух		
22	Нерознімна гайка на гвинті, який передає рух		
23	Пружини:		
	<ul style="list-style-type: none"> циліндричні стиснення 		
	<ul style="list-style-type: none"> циліндричні розтягнення 		
24	Маховик		
25	Електродвигун		

Починати читання схеми слід з вивчення паспорта зображеного механізму. Після цього вивчають схему і кожний її елемент, користуючись таблицею умовних позначень. Спочатку знаходять на схемі двигун, що дає рух усім деталям механізму, а далі йдуть послідовно у напрямку передавання цього руху.

11.4. Електричні схеми

Електрична схема – це зображення елементів електротехнічного виробу чи електричної мережі та зв'язків між ними.

За допомогою електричних схем пояснюють будову радіоприймачів і телевізорів, телефонних апаратів, ЕОМ, систем електричного живлення в автомобілях; на електричній схемі можна показати електромережу житлового будинку чи населеного пункту тощо.

Електричні схеми виконують відповідно з вимогами **ГОСТ 2.701-2008** та **ГОСТ 2.702-75**.

Перелік основних умовних графічних позначень на електричних схемах подано у **ГОСТ 2.721-74 – ГОСТ 2.756-76**.

За електричною схемою можна визначити послідовність проходження струму в ланцюгах, утворених сукупністю елементів схеми, і зрозуміти роботу цих елементів та виробу в цілому.

Приклад електричної схеми наведено на рисунку 317. Вона містить умовні графічні позначення елементів виробу, з'єднаних між собою лініями, які відображають електричні зв'язки між цими елементами.

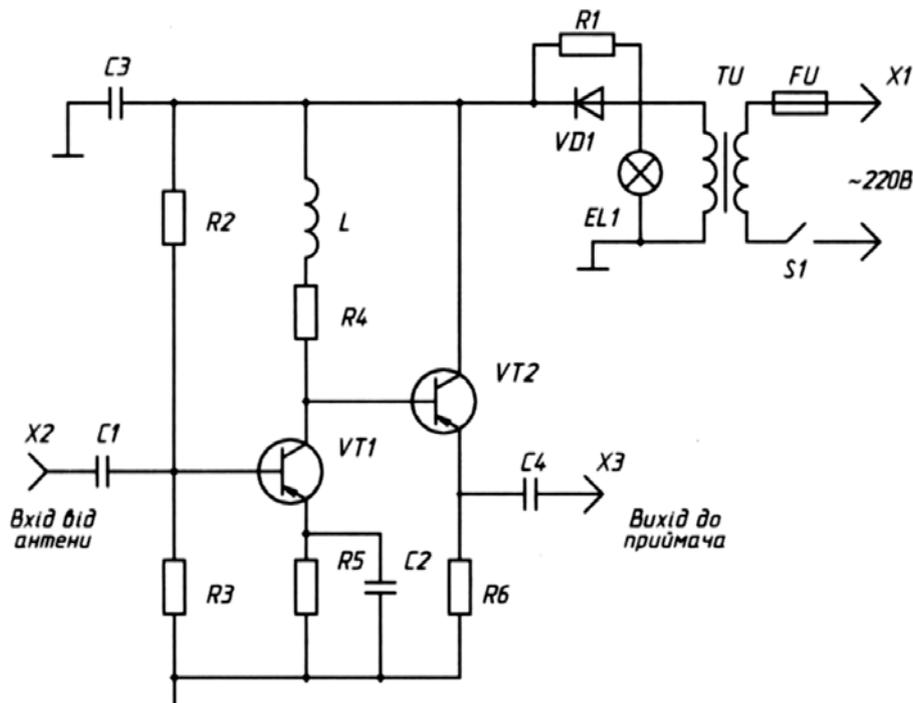
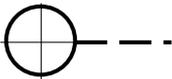
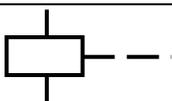
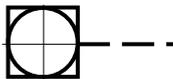
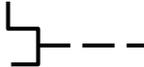
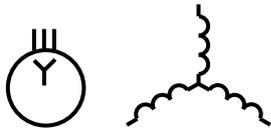
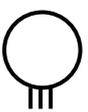
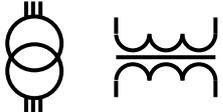
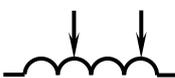


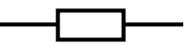
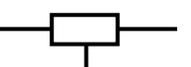
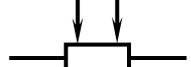
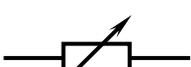
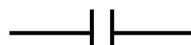
Рис. 317 Електрична схема

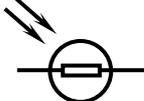
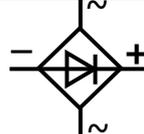
На електричних схемах зображують тільки ті елементи виробу чи мережі, які пояснюють електричні процеси в них. Розташування деталей на схемі може відрізнитися від прийнятого у виробі. На схемі деталі розміщують так, як це зручно для їх зображення. Слід лише враховувати і зберігати послідовність проходження струму.

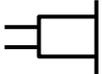
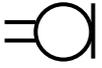
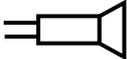
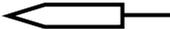
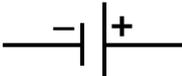
На електричних схемах застосовують умовні позначення, наведені у таблиці 26. Ці позначення мають прості обриси. Щоб ними було легше користуватися, кожен з них має характерні риси зображуваного елемента. Умовні позначення електричних схем не відображають розмірів самих елементів, а тільки визначають їх вид (конденсатор, резистор, вимірювальний прилад, вимикач та ін.) Одним знаком позначають і маленький за розмірами й параметрами елемент, і великий.

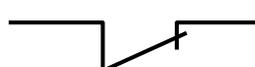
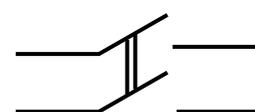
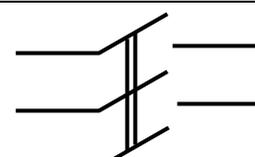
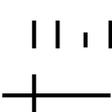
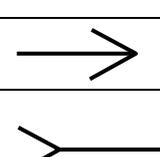
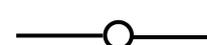
№	Найменування	Позначення
1	2	3
Позначення загального застосування ГОСТ 2.721-74		
1	Потік електромагнітної енергії	
	– в одному напрямку	
	– у двох напрямках одночасно	
2	Привід електромашинний	
3	Привід електромагнітний	
4	Привід електротепловий	
5	Привід з допомогою біметалу	
6	Регулювання:	
	Лінійне	
	– плавне	
	– ступінчасте	
	– за струмом	
	– ручкою	
Електричні машини ГОСТ 2.722-68		
7	Машина електрична	
	– ротор	
	– статор	
8	Статор із трьохфазною обмоткою	
	– з'єднаний у трикутник	

		<i>Продовження таблиці 26</i>
1	2	3
	– з'єднаний у зірку	
9	Ротор без обмотки	
10	Ротор із обмоткою	
	– трифазний, з'єднаний у трикутник	
	– з'єднаний у зірку	
	– однофазний	
11	Щітка:	
	– на контактному кінці	
	– на колекторі	
Котушки індуктивності, реактори, дроселі, трансформатори та магнітні підсилювачі ГОСТ 2.723-69		
12	Котушка індуктивності, обмотка	
13	Дросель із феромагнітним осердям	
14	Трансформатор однофазний із феромагнітним осердям	
15	Котушка індуктивності зі змінними контактами (наприклад, двома)	
16	Котушка індуктивності з магнітоелектричним магнітопроводом	
Розрядники, запобіжники ГОСТ 2.727-68		
17	Запобіжник плавкий (загальне позначення)	

		<i>Продовження таблиці 26</i>
1	2	3
18	Інерційно-плавкий	
19	Тугоплавкий	
20	Швидкодіючий	
21	Пробивний	
Резистори. Конденсатори ГОСТ 2.728-74		
22	Резистор постійний	
23	Резистор постійний із додатковими відводами	
	– одним симетричним	
	– одним асиметричним	
24	Резистор перемінний із двома пересувними контактами	
25	Резистор підстроювальний	
26	Потенціометр функціональний	
27	Резистор перемінний	
28	Конденсатори	
	– постійної ємності	
	– електролітичний	

1	2	3
Електровимірювальні прилади ГОСТ 2.729-68		
29	Приладдя	
	– яке показує	
	– інтегруюче	
30	Вольтметр із цифровим відліком	
31	Амперметр	
32	Гальванометр	
33	Осцилограф	
Напівпровідникові приладдя ГОСТ 2.730-73		
34	Діод напівпровідниковий	
35	Стабілітрон	
36	Світлодіод	
37	Транзистор типу PNP	
38	Транзистор типу NPN	
39	Фотодіод	
40	Фоторезистор	
41	Однофазний мостовий випрямляч	

		<i>Продовження таблиці 26</i>
1	2	3
Прилади електровакуумні ГОСТ 2.731-81		
42	Балон іонного приладу	
43	Фотоелемент електронний	
Джерела освітлення ГОСТ 2.732-68		
44	Лампи розжарювання	
Анени ГОСТ 2.735-68		
45	Антенa	
46	Корпус	
47	Заземлення	
Прилади акустичні ГОСТ 2.741-68		
48	Телефон	
49	Мікрофон	
50	Гучномовець	
51	Головка акустична	
52	Дзвоник електричний	
Джерела струму електрохімічні ГОСТ 2.742-68		
53	Елемент гальванічний або акумуляторний	

		Продовження таблиці 26
1	2	3
54	Відгалуження ліній електричного зв'язку	
Обладнання комутаційні та контактні з'єднання ГОСТ 2.755-87		
55	Контакт комутаційного обладнання:	
	– замикаючий	
	– перемикаючий	
56	Вимикач двополюсний	
57	Вимикач триполюсний	
58	Контакт замикаючий без самоповороту	
59	Контакт розбірного з'єднання	
60	Перемикач однополюсний багато позиційний	
61	З'єднання контактне рознімне:	
	– штир	
	– гніздо	
62	З'єднання контактні	
	– нерознімні	
	– рознімні	

Крім графічних позначень, усі елементи схеми мають позиційні позначення, які розміщують зверху або праворуч від них. Позиційне позначення складається

з однієї чи двох великих латинських літер і цифри. Літери показують вид елемента: **C** – конденсатори, **R** – резистори, **VD** – діоди, **VT** – транзистори, **L** – котушки індуктивності, **BA** – гучномовці, **EL** – лампи розжарювання, **G** – джерела живлення, **UG** – блоки елементів живлення, **S** – вимикачі, **FU** – запобіжники плавкі, **TU** – трансформатори і т.д. Цифра у позиційному позначенні вказує порядковий номер елемента на схемі. Порядкові номери для всіх елементів з однаковими позначеннями записують послідовно зліва направо чи зверху вниз, враховуючи їх розташування на схемі, наприклад: **R1, R2, R3...** Геометричні елементи умовних позначень на електричних схемах виконують суцільною товстою основною лінією. Нею ж проводять лінії електричного зв'язку. Окремі елементи схем (наприклад, осердя трансформатора) виконують потовщеною лінією, вдвічі товщою за суцільну товсту основну. З'єднання провідників електричного струму позначають зачорненою точкою.

11.5. Гідравлічні схеми.

Гідравлічні механізми – це апарати та інструменти, які використовують у своїй роботі кінетичну або потенціальну енергію рідини. До гідравлічних механізмів відносять гідравлічні машини.

Гідравлічні механізми мають велику популярність у машинобудуванні завдяки тому, що можна передавати величезну енергію через тонкі трубки і гнучкі шланги.

У таких системах сила високого тиску гідравлічної рідини перетворюється механізмами різних гідравлічних моторів і циліндрів (рис. 318, а). Поток рідини можна керувати безпосередньо або автоматично – за допомогою керувальних клапанів. Розподіл потоку рідини відбувається о спеціальних гідравлічних шлангах і трубках.

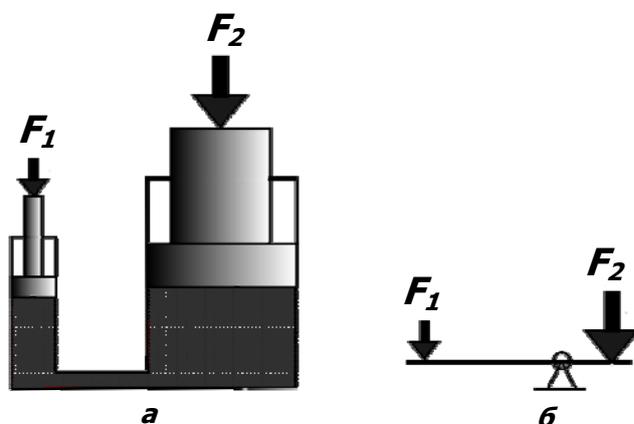


Рис. 318 Перетворення сили тиску механізмом гідравлічних циліндрів

Основною особливістю гідравлічних систем є здатність збільшувати зусилля або крутний момент без застосування системи шестерень і важелів

(рис. 318, б). Це досягається за рахунок зміни ефективної робочої поверхні з'єднаних циліндрів чи переміщенням енергії від насоса до мотора (рис. 319).

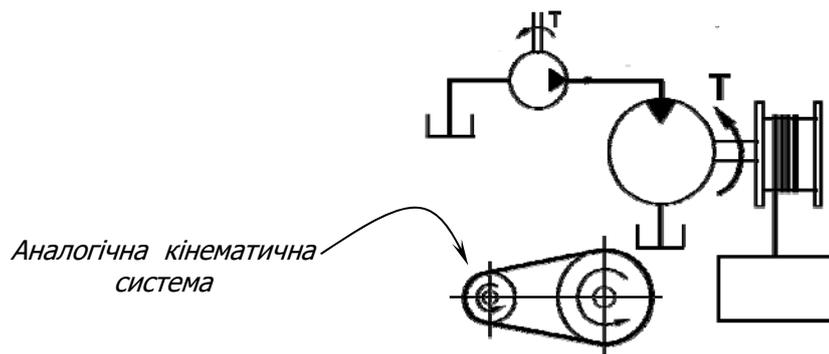


Рис. 319 Переміщення енергії від насоса до мотора

Для того щоб гідравлічна рідина мала змогу виконувати роботу, потік рідини повинний надійти до силового привода або мотору, а потім повернутися в ємність. Потім рідина фільтрується і знову подається у насос (розімкнена схема гідропривода). Шлях проходження рідини називається гідравлічною схемою, такі схеми бувають декількох типів.

Гідравлічна схема – це конструкторський документ, який містить зображення елементів гідравлічного механізму, зв'язків між ними та шляхів проходження рідини.

Гідравлічні схеми виконують відповідно з вимогами **ГОСТ 2.701-2008** та **ГОСТ 2.704-76***.

Перелік основних умовних графічних позначень на гідравлічних схемах подано:

- лінії зв'язку, баки, акумулятори, конденсатори й інші – у **ГОСТ 2.780-96;**
- апаратура керування – у **ГОСТ – ГОСТ 2.781-96;**
- двигуни – у **ГОСТ 2.782-96;**
- елементи трубопроводів – у **ГОСТ 2.784-96;**
- арматури трубопровідної – у **ГОСТ 2.785-96.**

Гідравлічні схеми залежно від їх основного призначення поділяють на такі типи:

- структурні;
- принципові;
- з'єднання.
-

На **структурній** схемі зображують усі основні функціональні частини виробу (елементи, обладнання та функціональні групи) й основні взаємозв'язки між ними.

На структурних схемах (рис. 320) елементи та пристрої подають у вигляді прямокутників, у які вписують їх найменування, позначення і технічні дані.

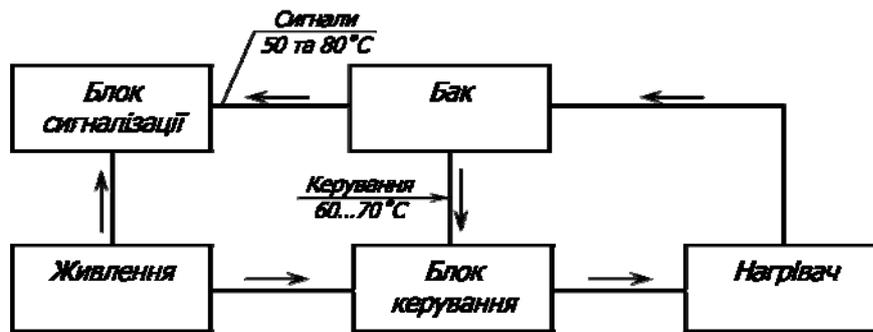


Рис. 320 Структурна схема установки автоматичного регулювання температури

На **принциповій** схемі зображують усі гідравлічні та пневматичні елементи або пристрої, необхідні для виконання й контролю у виробі заданих процесів, і всі зв'язки між ними.

На принципових схемах елементи та пристрої зображують у вигляді стандартних умовних графічних позначень.

Елементи та пристрої зображують на схемах, як правило, у вихідному положенні (наприклад, пружини у стані попереднього стиснення, зворотний клапан у закритому положенні).

Кожний елемент або пристрій, що входить у виріб і зображений на схемі, має **позиційне позначення**, яке складається з **літери** та **цифри**. Літерне позначення складається з однієї чи двох літер: початкових або характерних у назві елемента, наприклад, бак – **Б**, клапан зворотний – **КО**, фільтр – **Ф**, клапан запобіжний – **КП**. Вони наведені в обов'язковому додатку: в ГОСТ 17398-72, ГОСТ 17752-81, ГОСТ 19587-74.

Порядковий номер, що входить у цифрове позначення елемента призначається з одиниці у межах групи однакових елементів з однаковим літерним позначенням, наприклад, фільтр – **Ф1**, **Ф2** тощо.

Порядкові номери позначаються залежно від розташування елементів на схемі, а саме: зверху вниз і зліва направо.

Позиційні позначення наносять із правої сторони або над умовним графічним зображенням елемента.

Дані про елементи записуються у таблицю переліку елементів, що розміщується на першому аркуші схеми, як правило над основним написом. При великій кількості різноманітних елементів таблицю переліку виконують на окремому аркуші формату А4.

Допускається лініям зв'язку присвоювати порядкові номери, починаючи з одиниці, як правило, за напрямком потоку робочого середовища.

На рис. 321 зображена принципова гідравлічна схема пристрою подачі емульсії.

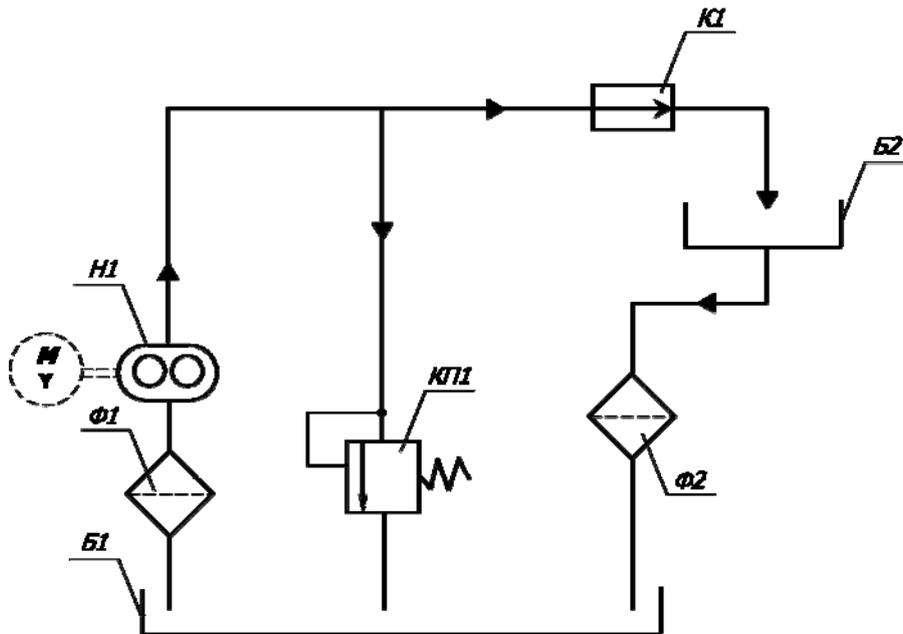


Рис. 321 Гідравлічна схема пристрою подачі емульсії

Емульсія – це спеціальна рідина, призначена для охолодження інструменту і деталей, що обробляються на металорізальних верстатах. Емульсія з бака **Б1** всмоктується через фільтр **Ф1** насосом **Н1** і подається через клапан **К1** до місця зливу, де відбувається охолодження деталі, що обробляється. Після охолодження емульсія потрапляє у бак **Б2** та через фільтр **Ф2** повертається у бак **Б1**. Припинення подачі емульсії на охолодження забезпечується закриттям клапана **К1**. При роботі насоса **Н1** із закритим клапаном **К1** може виникнути надлишковий тиск, внаслідок чого відкриється запобіжний клапан **КП1**, через який емульсія буде зливатися назад у бак **Б1**.

11.6. Пневматичні схеми

Пневматична схема – це конструкторський документ, який містить умовні графічні зображення або позначення пневматичних складових частин виробу і зв'язків між ними.

Пневматичні схеми залежно від їх основного призначення поділяють на такі типи:

- структурні;
- принципові;
- з'єднання.

Пневматичні схеми застосовують переважно для регулювання тиску, витрат і рівня рідини.

Пневматичні схеми виконують відповідно з вимогами **ГОСТ 2.701-2008** та **ГОСТ 2.704-76***.

Перелік основних умовних графічних позначень на пневматичних схемах подано у **ГОСТ 2.780-96**, **ГОСТ 2.781-96**, **ГОСТ 2.782-96**, **ГОСТ 2.784-96**, **ГОСТ 2.785-96**.

Вимоги щодо оформлення пневматичних схем такі ж, як до гідравлічних схем.

На рис. 322 наведено принципову пневматичну схему подачі стиснутого повітря до пневматичного інструменту.

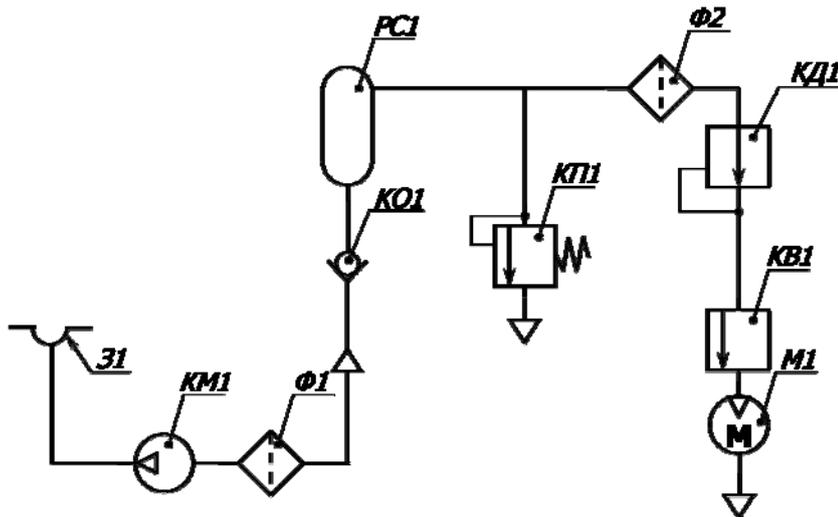


Рис. 322 Пневматична схема подачі стиснутого повітря до пневмоінструменту

Атмосферне повітря потрапляє до компресора **KM1** через забірник **31**. Від компресора **KM1** стиснуте повітря через фільтр-вологовіддільник **Φ1** та через зворотний клапан **KO1** подається до повітрязабірника **PC1**, в якому створюється запас стиснутого повітря з відносно високим тиском.

Через фільтр-вологовіддільник **Φ2** стиснуте повітря тиском P_1 надходить до регулятора тиску **KDI**, котрий знижує тиск до сталої величини P_2 , при якій повинен працювати пневмомотор **M1**.

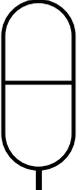
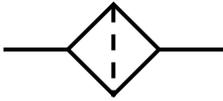
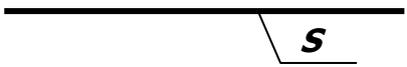
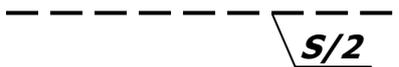
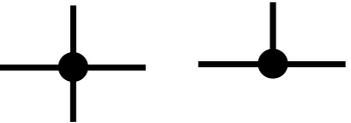
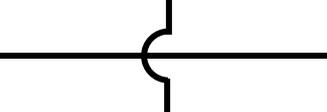
При відкриванні клапана керування **KB1** стиснуте повітря з тиском P_2 потрапляє до пневмомотора **M1**, який і приводить у дію пневматичний інструмент.

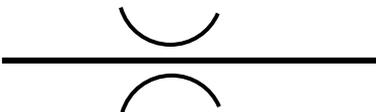
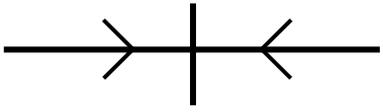
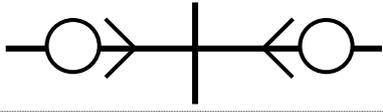
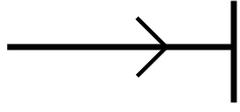
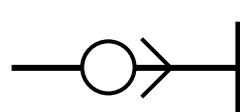
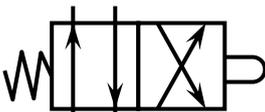
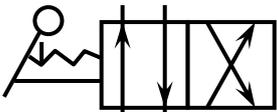
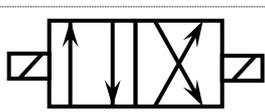
При збільшенні тиску повітря у повітрязабірнику **PC1** вище допустимої величини спрацьовує запобіжний клапан **KPI**. При цьому частина повітря з повітрязабірника випускається в атмосферу, завдяки чому тиск у повітрязабірнику зменшується до допустимої величини. У випадку припинення роботи компресора **KM1** зворотний клапан **KO1** запобігає витіканню повітря з повітрязабірника.

Умовні графічні позначення у гідравлічних та пневматичних схемах подано у таблиці 27.

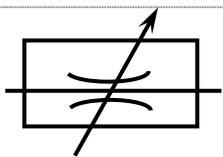
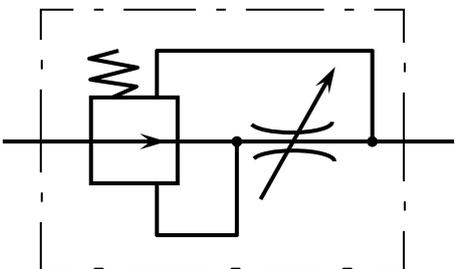
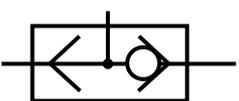
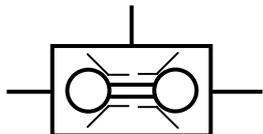
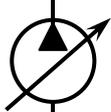
**Позначення умовні графічні у гідравлічних та пневматичних схемах
за ГОСТ 2.780-96, ГОСТ 2.781-96, ГОСТ 2.782-96,
ГОСТ 2.784-96, ГОСТ 2.785-96**

Таблиця 27

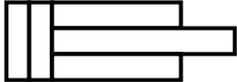
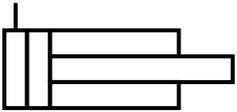
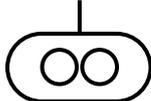
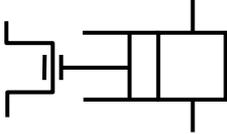
№ з/п	Найменування	Позначення
1	2	3
1	Бак:	
	• під атмосферним тиском	
	• із внутрішнім тиском вищим за атмосферний	
2	Акумулятор:	
	• Пневматичний	
	• Гідравлічний	
3	Фільтр для рідини або повітря	
4	Лінії зв'язку (трубопроводи):	
	• всмоктування, напору, зливу	
	• керування	
	• дренажні	
5	З'єднання ліній зв'язку	
6	Перехрещення ліній зв'язку (нез'єднані лінії)	

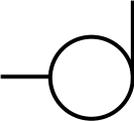
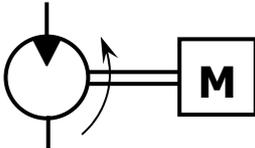
		<i>Продовження таблиці 27</i>
1	2	3
7	Трубопровід гнучкий	
8	Підведення рідини під тиском	
9	Злив рідини із системи	
10	Підведення повітря (газу) під тиском	
11	Випуск повітря (газу) в атмосферу	
12	Видалення повітря з гідромережі	
13	Дросель (витрата залежить від в'язкості робочого середовища)	
14	Муфта швидкорознімна:	
	• без зворотних клапанів	
	• із зворотними клапанами	
15	Напівмуфта швидкорознімна:	
	• без зворотного клапана	
	• із зворотним клапаном	
16	Розподільник 4/2 з керуванням:	
	• від кулачка та з пружинним повертанням	
	• від рукоятки з фіксатором	
	• від двох електромагнітів	

		Продовження таблиці 27
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> • від електромагніта та з пружинним повертанням 	
	<ul style="list-style-type: none"> • те ж (показане проміжне положення) 	
17	Розподільник 4/3 із з'єднанням нагнітальної лінії та обох відводів на бак при середньому положенні золотника з керуванням:	
	<ul style="list-style-type: none"> • від рукоятки з фіксатором 	
	<ul style="list-style-type: none"> • від двох електромагнітів 	
18	Регулюючий орган:	
	<ul style="list-style-type: none"> • нормально закритий 	
	<ul style="list-style-type: none"> • нормально відкритий 	
19	Клапан запобіжний (максимальний тиск P_1):	
	<ul style="list-style-type: none"> • з власним керуванням 	
	<ul style="list-style-type: none"> • з додатковим підводом тиску від окремої магістралі 	
20	Клапан пропорційний (стале відношення тисків P_1/P_2)	

1	2	Продовження таблиці 27
21	Регулятори потоку:	3
	<ul style="list-style-type: none"> • дросель 	
	<ul style="list-style-type: none"> • дросель із регулятором тиску 	
22	Клапан зворотний	
23	Клапан із логічною функцією	
	<ul style="list-style-type: none"> • «або» 	
	<ul style="list-style-type: none"> • «та» 	
24	Манометр	
25	Насос постійної продуктивності:	
	<ul style="list-style-type: none"> • із сталим напрямком потоку 	
	<ul style="list-style-type: none"> • з реверсивним потоком 	
26	Насос із регулюючою продуктивністю зі сталим напрямком потоку	
27	Компресор	

		<i>Продовження таблиці 27</i>
1	2	3
28	Вакуум-насос	
29	Гідромотор (загальне позначення)	
30	Гідромотор нерегульований:	
	• із сталим напрямком потоку	
	• з реверсивним потоком	
31	Гідромотор регульований:	
	• із сталим напрямком потоку	
	• з реверсивним потоком	
32	Пневмомотор (загальне позначення)	
33	Пневмомотор нерегульований:	
	• із сталим напрямком потоку	
	• з реверсивним потоком	
34	Пневмомотор регульований:	
	• із сталим напрямком потоку	

<i>Продовження таблиці 27</i>		
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> з реверсивним потоком 	
35	Циліндр (загальне позначення)	
36	Циліндр односторонньої дії:	
	<ul style="list-style-type: none"> без вказання способу повертання штоку 	
	<ul style="list-style-type: none"> із повертанням штоку пружиною 	
37	Циліндр двосторонньої дії:	
	<ul style="list-style-type: none"> з одностороннім штоком 	
	<ul style="list-style-type: none"> з двостороннім штоком 	
38	Циліндр диференційний	
39	Насос ручний	
40	Насос шестерний	
41	Насос ротаційний лопатевий	
42	Насос кривошипно-поршневий	

<i>Продовження таблиці 27</i>		
1	2	3
43	Насос лопатевий центр обіжний	
44	Вентилятор:	
	• центр обіжний	
	• осьовий	
45	Насос постійної продуктивності з приводом від електродвигуна	

11.7. Читання кінематичних схем

Читання кінематичної схеми – визначення за умовними позначеннями елементів механізму і їх взаємозв'язку та з'ясування послідовності передачі й перетворення руху від двигуна до робочого органа.

Послідовність читання кінематичної схеми

1. З'ясувати, який механізм зображено на схемі.
2. Використовуючи довідковий матеріал, знайти двигун і робочий орган, визначити решту елементів на схемі та їх взаємозв'язок.
3. З'ясувати призначення кожного елемента.
4. Розглянути послідовність передачі руху.
5. Визначити кількість швидкостей, що передаються з вала I на вал II, з вала II на вал III і т.д.
6. Визначити, скільки різних швидкостей може бути передано робочому органу. Вказати найбільшу і найменшу швидкості.
7. З'ясувати призначення механізму.

Наведемо приклад читання кінематичної схеми механізму переміщення візка мостового крана (рис. 323) за наведеною послідовністю.

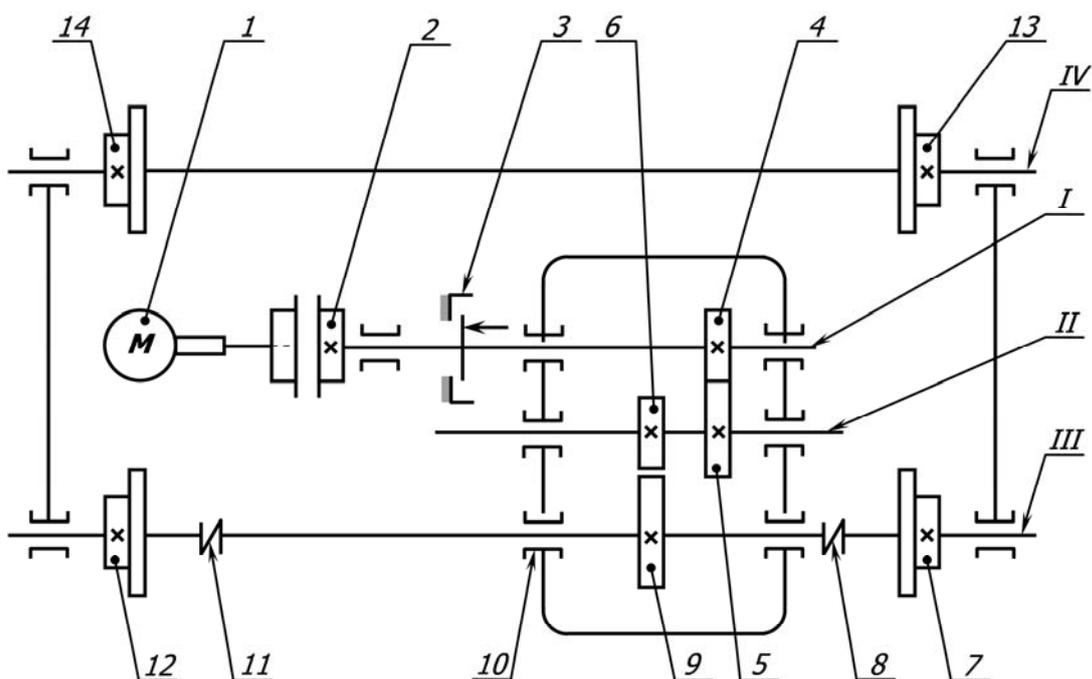


Рис. 323 Кінематична схема механізму переміщення візка мостового крана

1. **Назву механізму** дізнаємося з напису на схемі.
2. **Визначаємо елементи механізму** за умовними позначеннями на схемі та їх взаємозв'язок.

1 – електродвигун;

2 – фрикційна муфта зчеплення;

3 – дискові гальма;

4, 5, 6, 9 – циліндричні зубчасті колеса редуктора;

7, 12, 13, 14 – котки;

8, 11 – еластичні пружні муфти;

10 – радіальний підшипник ковзання.

Усі елементи, крім підшипників нерухомо з'єднані з валом.

3. **Установлюємо призначення кожного елемента.** Електродвигун приводить у рух механізм візка крана. Фрикційна муфта зчеплення служить для з'єднання вала електродвигуна з ведучим валом редуктора. Дискові гальма призначені для зупинки візка. Циліндричні колеса редуктора служать для передачі обертального руху з вала **I** на вал **II**. Котки, розташовані на валу **III**, є ведучими й переміщуються по рейках уздовж ферми крана. Котки **13** і **14** є опорними під час руху візка. Еластичні муфти захищають від поштовхів редуктор та електродвигун. Підшипники зменшують тертя валів.
4. **Визначаємо послідовність передачі руху та з'ясуємо принцип дії механізму.** При вмиканні електродвигуна обертання передається на ведучий вал **I** редуктора завдяки фрикційній муфті зчеплення. За допомогою циліндричних зубчастих коліс редуктора обертальний рух передається з вала **I** на вал **II**, а потім з вала **II** на вал **III**. На валу **III** знаходяться ведучі котки візка крана. При обертанні вала **III** візок за

рахунок котків переміщується по рейках крана. Вал IV не обертається, тому що котки, розташовані на ньому, опорні.

5. **Установлюємо кількість швидкостей, що передаються** з вала I на вал II і з вала II на вал III. З вала I на вал II передається одна стала швидкість при зачепленні зубчастих коліс 4 – 5, при цьому кількість обертів вала II буде меншою, ніж вала I, тому що обертання передається з меншого зубчастого колеса на більше. З вала II на вал III передається одна стала швидкість, при цьому вона також зменшується.
6. **Визначаємо кількість швидкостей, що може бути передано робочому органі.** Від електродвигуна до котків візка передається одна стала швидкість.
7. **З'ясовуємо призначення механізму.** Кранові візки служать для переміщення крана з вантажем. Візки рухаються по рейках.

11.8. Читання електричних схем

Читання електричної схеми – визначення за умовними позначеннями елементів виробу, електричного зв'язку між ними та з'ясування принципу дії виробу.

Послідовність читання електричної схеми

1. Визначити за умовними графічними та літерно-цифровими позначеннями відповідні їм елементи й пристрої виробу, зображені на схемі.
2. З'ясувати призначення кожного елемента.
3. Установити електричний зв'язок між всіма елементами виробу.
4. Визначити, з якого елемента треба починати розгляд взаємодії.
5. З'ясувати принцип дії виробу, зображеного на схемі, тобто визначити систему взаємодії елементів й електричні процеси, задані у виробі.

Наведемо приклад читання електричної схеми фотореле (рис. 324) за наведеною послідовністю.

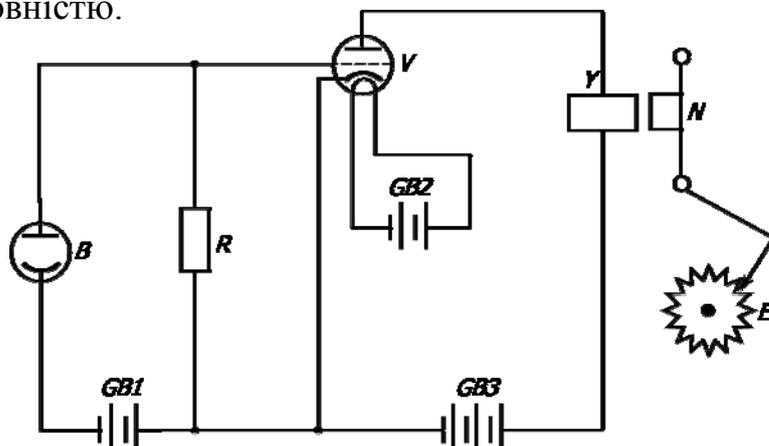


Рис. 324 Електрична принципова схема фотореле

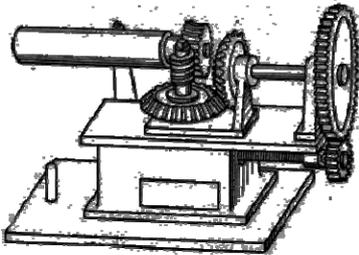
1. **Визначаємо за умовними позначеннями елементи** фотореле:
 - B*** – фотоелемент;
 - R*** – резистор;
 - V*** – електронна лампа тріод;
 - Y*** – електромагніт;
 - N*** – якір;
 - E*** – лічильний пристрій;
 - GB1, GB2, GB3*** – батареї акумуляторні.
2. **З'ясуємо призначення кожного елемента.** У фотоелементі при освітленні виникає фотострум. Резистор ***R*** підтримує напругу між катодом й сіткою. Електронна лампа контролює роботу електромагніта (пропускає або не пропускає струм у його ланцюг). Електромагніт ***Y*** разом з якорем ***N*** регулює роботу лічильного пристрою. Останній рахує деталі. Батарея ***GB1*** створює різницю потенціалів на фотоелементі, батарея ***GB2*** призначена для живлення нитки розжарювання катода лампи, батарея ***GB3*** живить анодний ланцюг лампи.
3. **Установлюємо електричний зв'язок між елементами.** При цьому виділяємо два стани фотореле:
 - фотоелемент освітлений – у ньому виникає фотострум; фотострум надходить до сітки лампи; лампа не пропускає струм; коло розірване, електромагніт не працює;
 - фотоелемент не освітлений – фотоструму немає; лампа пропускає електричний струм; коло, у яке ввімкнено електромагніт (права частина схеми), замкнене; електромагніт притягує якір лічильного пристрою; лічильний пристрій спрацьовує, рахує деталі.
4. **Визначаємо, з якого елемента треба починати розглядати взаємодію.** У першому стані взаємодія починається з фотоелемента, у другому – з електронної лампи.
5. **З'ясуємо принцип дії фотореле.** При освітленні фотоелемента у ньому виникає фотострум, який потрапляє на сітку лампи. На ділянці у колі з опором ***R***, який увімкнено між сіткою та катодом лампи, створюється негативна напруга. У цьому положенні лампа закрита, вона не пропускає струм із катода на анод і струму в колі, в яке ввімкнено електромагніт нема. Як тільки деталь або будь-який предмет перекриває промінь світла, що падає на фотоелемент, фотострум припиняється, зникає напруга між сіткою та катодом лампи. У цей час виникає напруга між катодом і анодом лампи, вона починає працювати, а струм проходить по колу, в яке ввімкнено електромагніт. Електромагніт притягує якір лічильного пристрою. Лічильний пристрій спрацьовує і починає рахувати деталі.

Фотореле такого типу найчастіше використовують в автоматичних лічильних пристроях.

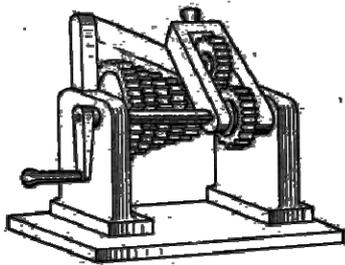


Запитання до розділу 11

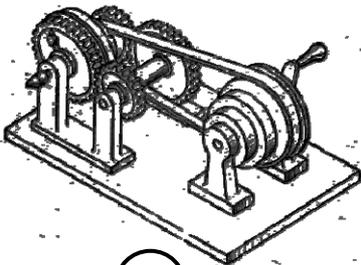
1. Чим схема відрізняється від складального креслення?
2. Установіть відповідність між механізмом та його схемою, поданими на рисунку.



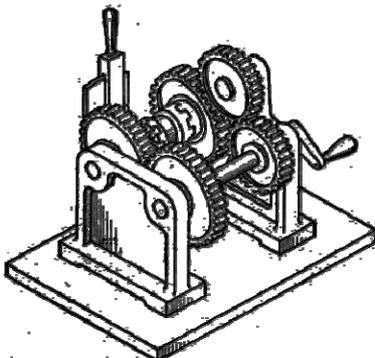
1



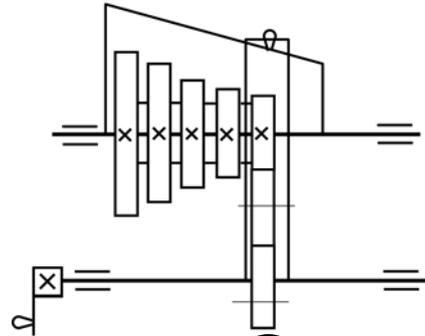
2



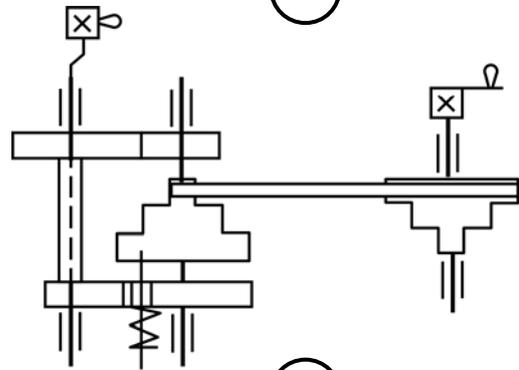
3



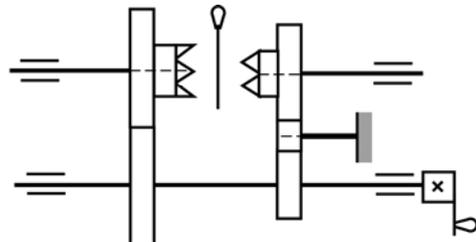
4



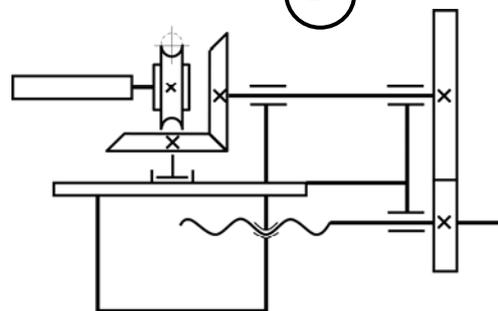
A



Б



B



Г

3. Що являє собою схема?
4. Які види схем ви знаєте?

5. З яких складових частин складається схема?
6. Чим відрізняється структурна схема від принципової?
7. Яка схема називається кінематичною?
8. Про що можна дізнатися з кінематичної схеми виробу?
9. Як відрізнити на електричній схемі провідники, що перетинаються, від провідників, що з'єднуються?
10. Про що можна дізнатися з електричної схеми?
11. Яка схема називається гідравлічною?
12. Які механізми називаються гідравлічними?
13. Яка схема називається пневматичною?
14. Що означає прочитати кінематичну схему?
15. Що означає прочитати електричну схему?
16. Як позначають схеми у конструкторських документах?
17. Які деталі належать до кінематичних елементів?
18. Як нумерують вали на кінематичних схемах?
19. З чого починають читання гідравлічних схем?
20. Яке позначення мають елементи на електричних схемах?



Якщо у вас виникли труднощі, під час відповідей на запитання, ще раз уважно прочитайте розділ VI .



Абревіатура (лат. abbrevio – скорочую) – складноскорочене слово, утворене з перших букв словосполучення (наприклад, ЕОМ – електронно-обчислювальна машина) або з його початкових слів.

Абрис– обрис предмета, нанесений за допомогою ліній.

Аксонетрія (грец. axon – вісь і metreo – вимірюю) – спосіб зображення предметів на площині, що полягає в паралельному проєціюванні на яку-небудь площину предмета разом із вибраною системою координат.

Акумулятор (лат. accumulator – збирач) – пристрій для накопичення енергії з метою її подальшого використання.

Акумулятор електричний перетворює електричну енергію в хімічну і за потреби забезпечує зворотне перетворення; використовують як автономне джерело електроенергії (напр., на транспорті).

Акумулятор гідравлічний (пневматичний) накопичує рідину (газ), що надходить від насосів (компресорів), і віддає її в моменти найбільших витрат; використовують для вирівнювання тиску або витрати рідини (газу) в гідравлічних і пневматичних установках.

Акумулятор тепловий запасує тепло (напр., за рахунок підвищення тиску пари у котлі), яке може бути витрачене (з пониженням тиску) для покриття піків теплового навантаження.

Акумулятор інерційний перетворює роботу зовнішніх сил у кінетичну енергію з подальшим її використанням, найчастіше такий акумулятор використовують як маховик, що обертається.

Алгоритм (лат. algorithmus, що пов'язано з іменем узбецького вченого IX століття Аль-Хорезмі) – система правил, що визначає дії чи операції, на основі послідовного виконання яких відбувається розв'язання поставленого завдання.

Амперметр (від ампер і метр) – прилад для вимірювання сили постійного або змінного струму; в електричне коло вмикається послідовно.

Аналіз графічного складу зображення – визначення геометричних побудов, необхідних для побудови контуру зображення.

Аналогія (грец. analogia – відповідність) – подібність, схожість між предметами за певними ознаками.

Апроксимація (лат. approximo – наближаюсь) – наближена заміна складних об'єктів іншими, більш простими (наприклад, заміна кривих ліній ламаними).

Асиметрія (грец. asymmetria – нерозмірність, невідповідність) – відсутність або порушення симетрії.

База (грец. basis – основа) – основа або опора будь-чого. У кресленні базою називають вихідну поверхню, лінію чи точку, котра визначає положення

деталі у механізмі (конструктивна база) чи при обробці або вимірюванні (технологічна база).

Бісектриса (лат. bis – двічі та secō – розсікаю) – пряма, що проходить через вершину кута і ділить його навпіл.

Бетон (франц. beton) – один із найпоширеніших будівельних матеріалів, отриманий у результаті твердіння ущільненої суміші в'язучої речовини, води, заповнювачів і в деяких випадках домішок. За об'ємною масою бетони поділяються на надважкі, важкі, легкі й надлегкі.

Блок (нім. Block, голл. blok) – частина пристрою, механізму, приладу тощо, що являє сукупність функціонально об'єднаних однотипних елементів, частин (напр., блок циліндрів, блок живлення телевізора).

Болт (нім. bolt) – кріпильна деталь, зазвичай стрижень з шестигранною або квадратною головкою і різьбою для нагвинчування гайки.

Бронза (франц. bronze) – сплави Cu (міді) з іншими елементами (напр., Sn, Al, Be, Pb, Cd, Cr ; відповідно бронзи називаються олов'янистою, алюмінієвою, берилієвою і т. д.).

Вал – поширена у машинах та механізмах деталь, що передає обертальні зусилля чи підтримує інші деталі, які обертаються на ньому чи разом із ним (зубчасті колеса, шків, зірочки тощо).

Ватман (від імені власника англійської паперової фабрики Whatman) – цупкий папір найвищого гатунку для виконання креслень.

Вакуум (лат. Vacuum – порожнеча) – стан газу при тисках p , нижчих за атмосферний. Розрізняють низький вакуум (у вакуумних приладах і установках йому відповідає область тисків p вище 100 Па), середній ($0,1 \text{ Па} < p < 100 \text{ Па}$), високий ($10^{-5} \text{ Па} < p < 0,1 \text{ Па}$) і надвисокий ($p < 10^{-5} \text{ Па}$).

Вакуумний насос – служить для відкачування газів або пари із замкнутого об'єму (системи) з метою отримання у ньому вакууму. Основні типи вакуумних насосів: механічні, струменеві, сорбційні, криогенні.

Величина – узагальнене поняття таких конкретних понять (довжини, площі, об'єму, ваги), які можна виразити додатним відношенням однорідних їм величин, вибраних за одиницю вимірювання.

Вигляд – зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

Вигляд головний – зображення предмета на фронтальній площині проєкцій, яке дає найбільш повне уявлення про його форму і розміри.

Вигляд додатковий – зображення предмета або його частини, утворене на площині, яка не паралельна основним площинам проєкцій.

Вигляд місцевий – зображення окремої, обмеженої частини поверхні предмета.

Вигляд основний – вигляд, утворений на одній з основних площин проєкцій (горизонтальній, фронтальній чи профільній).

Вигляд спереду – вигляд, одержаний на фронтальній площині проєкцій (головний вигляд).

Вигляд зверху – вигляд, одержаний на горизонтальній площині проєкції.

Вигляд зліва – вигляд, одержаний на профільній площині проєкції.

Вимірювання – знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою призначених для цього вимірювальних засобів.

Вимірювання розміру – знаходження числового значення лінійної або кутової величини за допомогою вимірювального засобу.

Виріб – предмет чи набір предметів, що підлягають виготовленню на підприємстві.

Відрізок – частина прямої, обмежена з обох боків (позначають великими буквами, поставленими біля його кінців, наприклад *AB*).

Вісь обертання – нерухома пряма лінія, навколо якої обертається твірна поверхня обертання.

Вісь проєкцій – лінія перетину двох взаємно перпендикулярних площин проєкцій.

Взаємозамінність – здатність однойменних і однотипних деталей займати своє місце у виробі при його складанні або під час ремонту без їх додаткової обробки, припасування чи регулювання.

Гайка – деталь із внутрішньою різьбою, що утворює з гвинтом (болтом) гвинтову пару. Кріпильні гайки, що нагвинчують на болт або шпильку, складають болтове (шпилькове) з'єднання. Гайка ходового гвинта служить для надання поступального руху, наприклад супорту або столу у верстатах.

Гвинт (польск. gwint, від нім. Gewinde – нарізка, різьба) – кріпильна деталь–стрижень із головкою (зазвичай має шліц під викрутку) і різьбою.

Геометрична побудова – сукупність графічних дій, спрямованих на утворення елемента контуру зображення на кресленні.

Геометричне тіло – замкнута частина простору, обмежена плоскими або іншими поверхнями чи їх поєднанням.

Геометрія – (грец. geometria – вимірювання Землі) – розділ математики, що вивчає просторові відношення і форми реального світу.

Геометрія нарисна – наука, що пояснює та обґрунтовує способи побудови зображень просторових форм на площині й розв'язування на ній просторових задач.

Гіпербола (грец. hyperbole) – плоска крива 2-го порядку, що складається з двох нескінченних гілок.

Готовальня – набір креслярських інструментів, зібраних у спеціальному футлярі.

Грань многогранника – плоский многокутник, що є частиною поверхні многогранника і обмежений його ребрами.

Графік (грец. graphikos – зображений) – графічне зображення кількісної залежності будь якого явища чи процесу.

Графіка (грец. grapho – пишу, креслю, маю) – вид образотворчого мистецтва, основним зображувальним засобом якого є рисунок, виконаний на папері олівцем штрихами і лініями без застосування фарб.

Графічний (грец. graphikos – зображений) – накреслений, поданий у вигляді креслення чи рисунка.

Деталювання – процес розроблення і виконання креслень деталей за кресленням складальної одиниці.

Деталь – виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням і маркою матеріалу без застосування складальних операцій.

Диметрія – аксонометрична проекція з коефіцієнтами спотворення, однаковими по двох осях.

Діагональ (грец. diagonios – проведений від кута до кута) – відрізок прямої, що сполучає дві несуміжні вершини многокутника.

Діаметр (грец. diametros – поперечник кола) – найбільша з відстаней між двома точками кола. Вимірюється відрізком прямої, який з'єднує ці точки та проходить через центр кола.

Допуски – в техніці – різниця між найбільшим і найменшим граничними значеннями (розмірами) будь-якого параметра (розміри деталей машин і механізмів, фізико-хімічні властивості матеріалів та ін.). У машинобудуванні прийнята система допусків і посадок, яка забезпечує взаємозамінність і дозволяє здійснювати з'єднання з нерухомою, перехідною і рухомою посадками.

Дотична – пряма, що має із замкненою кривою лише одну спільну точку.

Дотична до кола – пряма, що проходить через точку кола перпендикулярно до радіуса, проведеного в цю точку.

Дюйм (голл. duim – великий палець) — одиниця довжини в англійській і американській системах мір. Один дюйм дорівнює 25,4 мм.

Елемент деталі – частина деталі певної форми та конструкції, призначена для виконання певної функції. До найпоширеніших елементів деталей належать фаски, канавки, проточки, пази, буртики, плоскі грані, рифлення тощо.

Еліпс (грец. elleipsis – нестача) – плоска крива 2-го порядку. Еліпс - безліч точок, сума відстаней яких від двох даних точок – фокусів еліпса – постійна і дорівнює довжині великої осі.

Ескіз – графічний документ тимчасового користування, виконаний від руки без використання креслярських інструментів, в окомірному масштабі із збереженням приблизної пропорційності елементів зображуваного предмета і дотриманням правил виконання і оформлення креслень.

Зазор – додатна різниця між двома спряженими поверхнями деталей, що забезпечує можливість їх відносного переміщення у з'єднанні.

Заокруглення – плавний перехід по дузі кола від одного елемента контуру зображення до іншого.

З'єднання деталей – декілька деталей, скріплених між собою певним способом з метою утворення деякої частини виробу.

З'єднання нерознімне – з'єднання деталей, що не передбачає можливості їх розбирання, тобто їх не можна розібрати без пошкодження або руйнування самих деталей чи елементів, що їх скріплюють.

З'єднання рознімне – з'єднання деталей, повторне складання та розбирання яких можливе без пошкодження чи руйнування самих деталей і елементів, що їх скріплюють.

Зображення – графічне відображення форми предмета у визначеному масштабі, виконане встановленим способом проєціювання і призначене для визначення потрібних геометричних властивостей предмета.

Зображення головне – зображення предмета, утворене на фронтальній площині проєкцій.

Зображення наочне – зображення, призначене давати цілісне просторове уявлення про об'ємний предмет.

Зубчасте колесо – ланка зубчастого механізму, що має замкнуту систему зубів і забезпечує безперервний рух іншої ланки (колеса, черв'яка, рейки).

Зубчаста передача – трьиланковий механізм, у якому дві рухомі ланки є зубчастими колесами (або колесом і рейкою, черв'яком), що утворюють з нерухомою ланкою (корпусом, стойкою) обертальну або поступальну пару. Розрізняють зубчасті передачі циліндричні, конічні та ін.

Ізометрія – аксонометрична проєкція з коефіцієнтами спотворення, однаковими по всіх трьох осях.

Квадрат – прямокутник, у якого всі сторони однакові.

Коефіцієнт спотворення – відношення довжини проєкції відрізка до справжньої довжини цього відрізка.

Кола концентричні – кола різних радіусів, що проведені з одного центра.

Коло – плоска замкнута крива, всі точки якої однаково віддалені від її центра.

Компонування креслення – раціональне розміщення зображень на полі креслення для якнайповнішого і рівномірного використання його площі.

Компонувати – утворювати з окремих частин доцільне поєднання.

Конструкція (лат. constructio – побудова, складання) – побудова, взаємне розміщення частин виробу, його склад.

Конструювання – створення конструкції виробу відповідно до проекту або розрахунків.

Контур (франц. contour – обрис) – обрис якого-небудь предмета, лінія, яка окреслює форму.

Контур зображення – сукупність геометричних елементів, що окреслюють певне зображення на кресленні.

Конус круговий – геометричне тіло, обмежене замкнутою конічною поверхнею і круглою основою, яка перетинає всі її твірні.

Конусність – відношення діаметра кола основи прямого конуса до його висоти, а для зрізаного конуса – відношення різниці діаметрів кіл основ до висоти (відстані між центрами цих основ).

Конфігурація (лат. configuratio – надання форми, розміщення) – зовнішній вигляд, обрис, а також взаємне розміщення яких-небудь предметів або їх частин.

Координата (лат. со – разом і ordinatus – упорядкований, визначений) – число, яким визначають положення точки на прямій, площині, у просторі.

Копія – точне відтворення якого-небудь документа чи зображення (**графічного, текстового тощо**).

Косинець – креслярський інструмент у вигляді плоского прямокутного трикутника для проведення ліній і побудови кутів на кресленні.

Коефіцієнт (лат. со – спільно й efficiens – що виробляє) – множник, який зазвичай виражається цифрами.

Креслення – технічний документ, що містить графічні зображення та символи і призначений для точного відображення суттєвих просторових ознак об'єкта (зовнішнього вигляду, будови, розмірів тощо).

Креслення деталі – графічний документ, який містить зображення деталі і усі інші дані, необхідні для її виготовлення і контролю.

Креслення складальне – графічний документ, що містить зображення складальної одиниці та інші дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю.

Креслярське приладдя – інструменти і пристрої для виконання креслярсько-графічних робіт.

Кронциркуль – 1) креслярський циркуль, у якого кут між ніжками встановлюється і фіксується мікрометричним гвинтом. За допомогою кронциркуля викреслюють кола діаметром 2–80 мм. 2) кронциркуль – вимірник використовують для порівняння зовнішніх лінійних розмірів деталей із розмірами, взятими по масштабній лінійці, кінцевих вимірах або калібру.

Круг – частина площини, що обмежена колом і містить його центр.

Куб – правильний многогранник, поверхню якого утворюють шість квадратів.

Кут двогранний – фігура, утворена двома півплощинами (гранями), котрі виходять із спільної прямої (ребра).

Кут плоский – фігура, утворена двома променями (сторонами), що виходять з однієї точки (вершини).

Лекало – креслярський інструмент у вигляді фігурної лінійки для проведення або перевірки на кресленнях кривих ліній.

Лінії побудови – лінії, якими попередньо виконують графічні побудови зображень на кресленнях.

Лінійка – креслярський інструмент, за допомогою котрого проводять лінії на площині й виконують лінійні вимірювання.

Лінія (лат. *linea* – лляна нитка) – множина всіх послідовних положень точки, що рухається. За визначенням Евкліда, «лінія – це довжина без ширини».

Лінія гвинтова – просторова спіральна крива, що розташована на поверхні прямого кругового циліндра або прямого кругового конуса і перетинає всі їх твірні під однаковими кутами.

Лінія крива – лінія, що утворюється, коли рухома точка весь час змінює напрям руху.

Лінія ламана – лінія, утворена різнонаправленими відрізками прямої, які не перетинаються між собою.

Лінія лекальна – лінія змінної кривизни, котру проводять за допомогою лекала.

Лінія плоска – лінія, у якої всі точки належать одній площині.

Лінія проєкційного зв'язку – лінія, що сполучає проєкції точки на виглядах креслення.

Лінія пряма – лінія, що утворюється, коли рухома точка має незмінний прямолінійний напрям руху.

Макет – об'ємний засіб навчання, який відображає тільки зовнішній вигляд натуральних об'єктів, не пояснюючи їх внутрішнього змісту.

Масштаб – відношення розмірів на кресленні до дійсних розмірів зображеного на ньому предмета.

Многогранник – геометричне тіло, з усіх боків обмежене плоскими многокутниками – гранями.

Многокутник – фігура, обмежена плоскою замкнутою ламаною лінією.

Нанесення розмірів – проведення виносних і розмірних ліній і зазначення розмірних чисел відповідно до існуючих вимог і правил.

Наочність – особливість графічного зображення, що дає можливість полегшити уявлення про зображений предмет.

Об'єкт – фрагмент реальності, на яку спрямована активність пов'язаного з нею суб'єкта.

Обрис поверхні – зовнішній контур поверхні на її проєкції.

Овал – опукла геометрична фігура, обмежена попарно спряженими дугами кіл, центри яких знаходяться всередині фігури.

Олівець (рос. карандаш: від тюрк. кара — чорний і даш – камінь) – графітовий стрижень у спеціальній оправі для проведення ліній і нанесення написів на папері.

Оригінал (лат. *originalis* – первісний) – справжній документ (текстовий, графічний), призначений для відтворення у копіях.

Основний напис (кутовий штамп) – таблиця встановленої форми, розміщена у правому верхньому куті поля креслення, до якої заносять відомості про осіб, що мають відношення до виконання креслення, назву зображеного на

кресленні виробу та деякі інші дані, необхідні для кращого розуміння креслення.

Папір креслярський – папір, призначений для виконання креслярських робіт.

Паралелепіпед – призма, основою якої є паралелограм (зокрема квадрат, ромб, прямокутник).

Паралелепіпед прямокутний – паралелепіпед, у якого бічні ребра перпендикулярні до площини основи.

Паралелограм – чотирикутник, у якого протилежні сторони паралельні.

Паралельні прямі – прямі, що лежать в одній площині й не перетинаються (тобто не мають спільних точок).

Передача – в машинах – пристрій (механізм) для передачі механічного руху від одного об'єкту до іншого. Може здійснюватися зі зміною значення і напрямку швидкості руху, зусилля або крутного моменту, з перетворенням руху (напр., обертального на поступальний). Поділяються на механічні (зубчасті, фрикційні, шарнірні важелі та ін.), електричні, гідравлічні й пневматичні (рух перетворюється відповідно за рахунок електричної енергії, рідини або газу).

Переріз – зображення фігури, утвореної уявним перерізуванням предмета січною площиною. На перерізі показують тільки те, що знаходиться в січній площині.

Периметр (грец. perimetreō – вимірюю навколо) – довжина замкнутого контуру, наприклад, сума всіх сторін многокутника.

Перпендикулярні прямі – прямі, що перетинаються під прямим кутом.

Перспектива (франц. perspective – дивлюсь наскрізь, ясно бачу) – система зображення предметів на площині способом центрального проєціювання.

Піраміда (грец. pyramidos) – многогранник, одна грань якого (основа) є многокутником, а всі інші грані (бічні) – трикутники зі спільною вершиною. За кількістю кутів основи розрізняють піраміди трикутні, чотирикутні й т. ін.

Піраміда зрізана – частина піраміди, обмежена основою, частинами бічних граней і перерізом піраміди площиною, паралельною основі.

Планіметрія – розділ елементарної геометрії, в якому вивчаються властивості фігур, що лежать у площині.

Плоский предмет – предмет, котрий має незначну товщину (висоту), яка в багато разів менша за його довжину та ширину.

Площа – одна з кількісних характеристик плоских геометричних фігур і поверхонь. Площа будь-якої плоскої фігури визначається як частина площини, обмежена плоскою замкнутою лінією.

Площина – найпростіша поверхня. Поняття площини (подібно до точки і прямої) належить до основних понять геометрії.

Площина проєкцій – площина, на якій одержують проєкцію.

Площина січна – уявна площина, котрою умовно розрізають предмет у тому місці, де необхідно виявити його форму.

Поверхня – множина всіх послідовних положень лінії, що рухається. У більш загальному випадку поверхню можна розглядати як спільну частину двох

суміжних частин простору або ще як межу геометричного тіла. За визначенням Евкліда, «поверхнею є те, що має тільки довжину і ширину».

Поле креслення – місце всередині рамки креслення.

Призма (грец. *prisma* – розпилена) – многогранник, дві грані якого (основи) є рівними многокутниками з відповідно паралельними сторонами, а всі інші грані (бічні) – паралелограмами. За кількістю бічних граней призми поділяють на тригранні, чотиригранні тощо.

Призма пряма – призма, у якої бічні грані перпендикулярні до основи.

Проекція – зображення просторової форми, яке дістали проєціюванням її на будь-яку поверхню.

Проекція аксонометрична – наочне зображення, утворене на основі паралельного проєціювання предмета разом із вибраною системою координат на яку-небудь площину.

Проекція прямокутна – проекція об'ємного предмета на площині, утворена прямокутним проєціюванням.

Проеціювання – процес утворення зображення просторової форми на будь-якій поверхні за допомогою світлових чи уявних зорових (проєціюючих) променів.

Проеціювання центральне – спосіб проєціювання, при котрому всі проєціюючі промені виходять з однієї точки – центра проєціювання.

Проеціювання паралельне – спосіб проєціювання, при якому всі проєціюючі промені паралельні між собою й одночасно паралельні певному напрямку проєціювання.

Проеціювання прямокутне – вид паралельного проєціювання, при якому напрям проєціювання перпендикулярний до площини проєкцій.

Промінь – частина прямої, обмежена з одного боку точкою (півпряма).

Промінь проєціюючий – уявний промінь, проведений через об'єкт проєціювання у напрямі площини проєкцій до зустрічі з нею.

Прямокутник – паралелограм, у якого всі кути прямі. П'ятикутник – плоска фігура, обмежена замкнутою ламаною лінією з п'яти відрізків прямої.

Пружина – деталь машини або механізму для поглинання, накопичення і віддачі механічної енергії при своїй деформації.

Рамка креслення – розміщений на певній відстані від країв аркуша прямокутник, який обмежує місце виконання креслення.

Рейшина (нім. *reißer* – креслити і *Schiene* – рейка) – спеціальна креслярська лінійка для виконання геометричних побудов, яка забезпечує високу точність проведення паралельних ліній.

Рисунок технічний – наочне (аксонометричне) зображення предмета, виконане від руки, з додержанням його пропорцій у розмірах на око.

Різьба – в техніці – виступи і западини, що чергуються, на поверхні тіл обертання, розташовані по гвинтовій лінії. Виготовляють пластичною деформацією (напр., обкаткою) та різанням на універсальних (токарних тощо), спеціалізованих (різьбофрезерних й ін.) верстатах або вручну за допомогою

інструменту загального (різці, фрези та ін.) або спеціального (мітчики, плашки та ін.) призначення.

Розгортка многогранника – сукупність многокутників, що утворюють його грані, суміщених з однією площиною.

Розгортка поверхні – плоска фігура, яка утворюється, коли поверхню тіла розрізати вздовж якоїсь лінії та сумістити з площиною.

Розмір – кількісний вираз лінійної або кутової величини.

Розміри на кресленні – числові дані в певній системі одиниць, що характеризують лінійні й кутові величини зображеного виробу та його елементів і не залежать від масштабу й точності виконання креслення.

Розмітка – нанесення на заготовку плоскої деталі контурів її зображення, осьових, центрових та інших ліній і знаків.

Розрив – умовний спосіб скорочення на кресленнях зображень довгих виробів.

Розріз – зображення предмета, уявно розрізаного січною площиною, на якому зображують те, що знаходиться в січній площині й поза нею.

Ромб – паралелограм, у якого всі сторони однакові.

Сегмент (лат. segmentum – відрізок, смуга) – плоска фігура, обмежена дугою кривої та хордою, що стягує її кінці.

Сегмент круговий – частина круга, обмежена дугою його кола і хордою, яка стягує цю дугу.

Сектор (лат. sector – той, що розсікає) – частина плоскої фігури, обмежена двома напівпрямими, які виходять із внутрішньої точки фігури, й дугою контуру.

Сектор круговий – частина круга, обмежена двома його радіусами та дугою кола цього круга.

Символ (грец. symbolon – знак, прикмета, ознака) – умовне позначення будь-якого предмета, величини або явища (символи математичні, хімічні, логічні, графічні тощо).

Симетрія (грец. symmetria – співрозмірність) – властивість геометричних фігур, яка полягає у чіткій відповідності розміщення їх парних частин відносно деякої середньої (центральної) лінії.

Складальна одиниця – виріб, складові частини котрого підлягають з'єднанню між собою за допомогою складальних операцій.

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

Специфікація – технічний документ у вигляді таблиці, в котрому наводиться перелік частин складальної одиниці.

Спряження ліній – плавний перехід між двома лініями (між двома прямими, між прямою і дугою або між двома дугами) у вигляді дуги кола.

Стандарт (англ. standard – норма, зразок, мірило) – нормативно-технічний документ, який встановлює єдині обов'язкові вимоги до чогось (наприклад вимоги до виконання та оформлення креслень).

Стереометрія – розділ елементарної геометрії, в якому вивчаються властивості просторових фігур.

Стрілка – гостре закінчення розмірної чи вказівної лінії на кресленні.

Сфера – поверхня, всі точки котрої рівновіддалені від однієї точки – центра сфери.

Схема (від грец. schema – зовнішній вигляд, форма) – креслення, на якому за допомогою умовних графічних позначень показані складові частини виробу або установки і з'єднання чи зв'язки між ними.

Твірна – лінія, що, переміщуючись у просторі, утворює поверхню.

Технічний рисунок – наочне (аксонометричне) зображення предметів, побудоване від руки, без застосування креслярських інструментів, в оковимірному масштабі.

Точка – одне з основних понять геометрії.

Транспортир – креслярський інструмент, призначений для вимірювання і побудови кутів на кресленні.

Трапеція – чотирикутник, у якого дві протилежні сторони паралельні (основи), а дві інші – не паралельні (бічні сторони).

Трапеція рівнобічна – трапеція, у котрої бічні сторони однакові.

Трафарет – пластинка з металу чи пластмаси, в якій прорізані фігури, букви, символи тощо, призначені для відтворення.

Трикутник – частина площини, обмежена трьома відрізками прямих (сторони трикутника), які попарно мають по одному спільному кінцю (вершини трикутника).

Трикутник гострокутний – трикутник, у котрого всі кути гострі.

Трикутник рівнобедрений – трикутник, у якого дві сторони однакові.

Трикутник рівносторонній – трикутник, у котого всі сторони однакові.

Трикутник прямокутний – трикутник, у якого один кут прямий.

Трикутник тупокутний – трикутник, у котрого один кут тупий.

Фігура (лат. figura) – зовнішній обрис, вигляд, форма предмета.

Фігура геометрична – конкретно визначена сукупність точок, ліній або поверхонь (наприклад, трикутник, трапеція, піраміда тощо).

Фігура плоска – фігура, всі точки якої належать одній площині.

Формат (лат. forma – надаю форму) – лінійні розміри (довжина і ширина) аркуша паперу, книжкового блоку і т. п., виражені в метричних або в поліграфічних типометричних одиницях.

Формат креслення – встановлені розміри аркуша креслярського паперу.

Хорда (грец. chorde – струна) – відрізок прямої, що сполучає дві довільні точки кривої лінії.

Циліндр (грец. kyliandros – катаю, кручу) – геометричне тіло, обмежене замкненою циліндричною поверхнею і двома паралельними круглими основами, віддаль між якими називають висотою циліндра.

Циліндр – в елементарній геометрії – геометричне тіло, утворене обертанням прямокутника навколо однієї сторони.

Циліндр похилий – циліндр, у якого твірні не перпендикулярні до його основи.

Циліндр прямий – циліндр, у якого твірні перпендикулярні до його основи.

Циркуль (лат. circulus – круг) – креслярський інструмент для викреслювання тушшю й олівцем кіл, вимірювання і перенесення розмірів на креслення. Складається з двох шарнірно сполучених стрижнів, один із яких опорний (із голкою на кінці), другий – вимірник (також із голкою) або креслярський (із грифелем або рейсфедером).

Циркуль коловий (лат. circulus – коло, круг) – креслярський інструмент для проведення кіл заданих розмірів.

Чотирикутник – плоска фігура, утворена замкнутою лінією, яка складається із чотирьох ланок.

Шаблон (нім. Schablone – взірець, зразок) – інструмент у вигляді плоскої пластини певної форми і розмірів (інколи з прорізами), призначений для проведення кривих ліній або деяких складних контурів на кресленнях.

Шайба (нім. Scheibe), в техніці – диск з отвором. Підкладається зазвичай під гайку або голівку болта для збільшення опорної поверхні, захисту поверхні деталі від задирів при затягуванні гайки, запобігання її самовідгвинчування .

Шестикутник – плоский багатокутник, який має 6 сторін.

Шестикутник правильний – шестикутник, у якого всі сторони і кути однакові між собою.

Шліцьове з'єднання – з'єднання деталей машин, у якому виступи (зуби) на поверхні однієї деталі входять у пази (шліци) іншої деталі. Деталі в шліцьовому з'єднанні можуть бути рухомими або нерухомими одна відносно іншої.

Шорсткість поверхні – в машинобудуванні – сукупність мікронерівностей обробленої поверхні. Шорсткість поверхні визначається набором параметрів, що характеризують середню й максимальну висоти нерівностей і їх ширину, середні відстані між ними тощо. Значення параметрів для різних типів виробів та умов їх експлуатації встановлюються стандартами.

Шпилька – в техніці – кріпильна деталь, стрижень з різьбою на обох кінцях. Один кінець вкручується в основну деталь, а другий – пропускається крізь

отвір деталі, що з'єднується, з нагвинчуванням на нього гайки . У деяких випадках деталі з'єднують шпилькою, на обидва кінці якої нагвинчують гайки.

Шпонка (польск. szponka, від нім. Spon, Span – тріска, клин) – деталь призматичної, клиноподібної або іншої форми, що вставляється у пази двох з'єднаних деталей для запобігання їх відносному повороту або зсуву.

Шрифт (нім. Schrift), в поліграфії – комплект літер, відтворюючий який-небудь алфавіт (латинський, російський, арабський, грецький тощо), а також цифри і знаки. Шрифти розрізняються за характером малюнка, нахилом (прямий, курсив, похилий), насиченістю (світлий, напівжирний, жирний), розміром.

Шрифт креслярський – упорядкована сукупність літер, цифр і знаків, призначених для виконання написів і позначень на всіх видах креслень і технічних документах.

Штифт (нім. Stift) – циліндричний або конічний стрижень для нерухомого з'єднання деталей або для їх фіксації під час збирання.

Штриховка – умовне графічне позначення матеріалів на кресленні за допомогою ліній і штрихів.

Список використаної літератури

1. Боголюбов С.К. Черчение / С.К. Боголюбов, А.В. Воинов. – М.: Машиностроение, 1984. – 303 с.
2. Потішко А.В. Справочник по инженерной графике / А.В. Потішко, Д.П. Крушевская. – К.: Будівельник, 1983. – 263 с.
3. Анисимов М.В. Креслення / М.В. Анисимов, Л.М. Анисимова. – К.: Вища школа, 1998. – 239 с.
4. Сидоренко В.К. Технічне креслення / В.К. Сидоренко. – Львів: Оріяна нова, 2000. – 497 с.
5. Хаскін А.М. Креслення / А.М. Хаскін. – К.: Вища школа, 1976. – 433 с.
6. Кожунова Л.С. Чтение и выполнение схем на уроках черчения / Л.С. Кожунова. – М.: Просвещение, 1979. – 80 с.
7. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан. – К.: Вища школа, 2000. – 342 с.
8. Антонович Є.А. Креслення / Є.А. Антонович, Я.В. Васишин, В.А. Шпильчак. – Львів: Світ, 2006. – 211 с.
9. Верхола А.П. Словник з креслення / А.П. Верхола. – К.: Вища школа, 1994. – 203 с.
10. Інженерна графіка: довідник / [Богданов В.М., Верхола А.П., Коваленко Б.Д., Михайленко В.Є., Нігора В.М., Ткачук Р.А.] ; за ред. А.П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 263 с.
11. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей / Госстандарт СССР. – М., 1983. – 215 с.
12. Советский энциклопедический словарь. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – 1632 с.

Передмова	3
Розділ 1. Вступ до курсу креслення.	
1.1. Роль креслень у техніці та на виробництві. Поняття про стандарти на креслення.....	4
1.2. Креслярські матеріали, інструменти й обладнання.....	6
Розділ 2. Загальні вимоги до виконання та оформлення креслень	
2.1. Формати креслень. Рамка креслення. Основний напис, його заповнення.....	8
2.2. Масштаби креслень.....	10
2.3. Лінії креслення.....	11
2.4. Написи на кресленнях.....	13
2.5. Правила нанесення розмірів.....	14
2.6. Правила нанесення граничних відхилень.....	21
2.7. Правила позначення шорсткості поверхонь.....	23
Розділ 3. Геометричні побудови на кресленнях	
3.1. Графічний склад зображень на кресленнях. Складові частини графічного зображення.....	29
3.2. Побудова паралельних та перпендикулярних прямих.....	30
3.3. Поділ відрізків на довільну кількість рівних частин.....	32
3.4. Побудова кутів різних величин. Поділ кутів на рівні частини	33
3.5. Поділ кола на рівні частини.....	34
3.6. Спряження.....	38
3.7. Лекальні криві.....	43
3.8. Ухил і конусність.....	48
Розділ 4. Утворення зображень на кресленнях	
4.1. Методи проєціювання. Види проєкцій.....	51
4.2. Площини проєкцій. Осі проєкцій. Проєціювання точки на три площини проєкцій. Комплексне креслення.....	54
4.3. Побудова третьої проєкції точки за двома відомими її проєкціями.....	56
4.4. Побудова проєкцій відрізка. Розташування прямої відносно площин проєкцій.....	58
4.5. Проєціювання площини. Положення площини відносно площин проєкцій.....	63
Розділ 5. Побудова та читання виглядів на кресленнях	
5.1. Розташування виглядів на кресленнях. Місцеві та додаткові вигляди.....	66

5.2.	Аналіз форми предмета за кресленням. Проектування деталей, форма яких має вигляд поєднання основних геометричних тіл.....	69
5.3.	Проекції точок на поверхні предмета.....	73
5.4.	Побудова проекцій геометричних тіл із вирізами.....	76
5.5.	Способи визначення натуральної величини відрізка прямої лінії та плоскої фігури.....	77
5.6.	Розгортки поверхонь.....	82

Розділ 6. Перерізи та розрізи

6.1.	Зображення. Компонування зображень на кресленнях.....	87
6.2.	Умовності та спрощення на кресленнях.....	89
6.3.	Перерізи. Класифікація перерізів.....	90
6.4.	Розрізи. Класифікація розрізів.....	95
6.5.	Складні розрізи.....	98
6.6.	Поєднання вигляду з розрізом.....	99
6.7.	Виносні елементи.....	101

Розділ 7. Аксонометричні проекції. Технічний рисунок

7.1.	Утворення аксонометричних проекцій.....	103
7.2.	Види аксонометричних проекцій.....	104
7.3.	Прямокутні аксонометричні проекції. Положення осей. Коефіцієнти спотворення по осях.....	106
7.4.	Побудова ізометричної проекції плоских фігур.....	109
7.5.	Побудова диметричної проекції плоских фігур.....	112
7.6.	Аксонометричні проекції об'ємних предметів.....	113
7.7.	Аксонометричні проекції кіл.....	114
7.8.	Косокутні проекції.....	118
7.9.	Умовності та нанесення розмірів на аксонометричних проекціях.....	120
7.10.	Технічний рисунок.....	121

Розділ 8. Креслення деталей.

8.1.	Деталь та її елементи.....	124
8.2.	Зміст робочих креслень деталей.....	125
8.3.	Загальні відомості про різьби.....	127
8.4.	Форма і типи різьб.....	129
8.5.	Зображення різьби на кресленнях.....	132
8.6.	Позначення різьби.....	134
8.7.	Креслення пружин.....	137
8.8.	Креслення деталей механічних передач.....	139
8.9.	Нанесення розмірів на робочому кресленні деталі.....	146
8.10.	Ескізи деталей.....	150
8.11.	Вимірювальні інструменти та способи обмірювання деталей.....	153
8.12.	Відображення на робочих кресленнях відомостей про матеріал	

деталі.....	156
8.13. Текстова частина робочого креслення.....	160
8.14. Позначення граничних відхилень форми і розташування поверхонь.....	160
8.15. Виконання робочого креслення деталі за ескізом.....	163
8.16. Читання креслень деталей.....	164

Розділ 9. Складальні креслення.

9.1. Призначення та зміст складального креслення.....	167
9.2. Зображення на складальних кресленнях.....	168
9.3. Умовності та спрощення на зображеннях складальних креслень.....	169
9.4. Розміри на складальних кресленнях.....	171
9.5. Номери позицій і специфікація.....	172
9.6. Послідовність виконання складального креслення.....	174

Розділ 10. Зображення з'єднань деталей на складальних кресленнях

10.1. Загальні відомості про з'єднання деталей.....	178
10.2. Болтові з'єднання.....	179
10.3. Гвинтове з'єднання.....	185
10.4. Шпилькове з'єднання.....	189
10.5. Трубне з'єднання.....	192
10.6. Шпонкові з'єднання.....	193
10.7. Шліцьові з'єднання.....	197
10.8. З'єднання за допомогою штифтів.....	200
10.9. З'єднання за допомогою шплінтів.....	201
10.10. Зварні з'єднання.....	202
10.11. З'єднання заклепками.....	212
10.12. З'єднання паянням і склеюванням.....	215
10.13. Деталювання складальних креслень.....	216

Розділ 11. Схеми та їх виконання.

11.1. Загальні відомості про схеми.....	222
11.2. Загальні вимоги до виконання схем.....	224
11.3. Кінематичні схеми.....	224
11.4. Електричні схеми.....	232
11.5. Гідравлічні схеми.....	240
11.6. Пневматичні схеми.....	243
11.7. Читання кінематичних схем.....	251
11.8. Читання електричних схем.....	253
Термінологічний словник.....	257
Список використаної літератури.....	270

