

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"**

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

**Збірник задач і методичні рекомендації
до вивчення дисципліни для студентів
хіміко-технологічного факультету**

Затверджено
на засіданні кафедри
нарисної геометрії, інженерної та
комп'ютерної графіки ФМФ.
Протокол № 5 від 25.03.09 р.

Київ
НТУУ „КПІ”
2012

Інженерна графіка. Збірник задач і методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів хіміко-технологічного факультету [Текст]/ Укладачі: А.Є. Ізволенська, Д.К. Луданов, Г.С. Подима. – К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 97 с.

*Висловлюємо вдячність укладачам
попереднього зошиту з інженерної
графіки за можливість часткового
використання теоретичного
матеріалу курсу дисципліни.*

*Рекомендовано Методичною радою НТУУ "КПІ",
протокол № 8 від 23 квітня 2009 року*

Укладачі А.Є. Ізволенська,
 Д.К. Луданов,
 Г.С. Подима,

Відповідальний редактор В.В.Ванін, д.т.н., проф.

Рецензенти О.В. Лінючева, к.т.н.,
 В.Г.Уставщиков, к.т.н.

За редакцією укладачів

СТРУКТУРА КУРСУ, ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

Інженерна графіка відноситься до числа загально-інженерних технічних дисциплін. Інженерна графіка містить в собі короткий курс нарисної геометрії та креслення. Студент, вивчивши і засвоївши курс інженерної графіки на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, має змогу застосувати отримані знання в подальшому навчанні і роботі.

Навчальний курс з дисципліни "Інженерна графіка" містить наступні форми навчання: лекції, практичні заняття з програмованим контролем знань за всіма темами дисципліни, виконання графічних робіт, самостійну роботу і диф залік.

Цей матеріал містить навчальні завдання для домашнього і аудиторного виконання за кожною темою дисципліни.

УМОВНІ ПОЗНАКИ

Точки позначають великими літерами латинського алфавіту (A, B, C,...) і цифрами (1, 2, 3, ...).

Лінії позначають малими літерами латинського алфавіту: b, c, m, n,...

Площини – великими літерами грецького алфавіту: Σ , Θ , Δ , Γ ,... .

Кути – φ , α , β , γ ,... .

Вимірювання і побудови виконуються за допомогою креслярських інструментів (олівець, лінійка, циркуль, транспортир тощо). Червоним олівцем виділяють необхідний результат. Одиниці вимірювання і побудованих величин – мм, кутів – градуси.

Алгоритми розв'язування задач записують олівцем креслярським шрифтом.

Знаки, які визначають відношення між геометричними образами.

Знак	Значення знака	Приклад читання символічного запису
=	Результат дії	-
$\subset$ $\in$	Належність; належність точки множині	$m \subset \Sigma$ – пряма m належить площині Σ $A \in m$ – точка A належить прямій m
$\supset$ $\ni$	Включення; включення точки множиною	$\Sigma \ni M$ – площина Σ містить точку M (Σ проходить через точку M)
$\cup$	З'єднання	$A \cup B = AB$ – з'єднання A і B
$\cap$	Перетин	$K = m \cap \Sigma$ – точка K є результатом

Знак	Значення знака	Приклад читання символічного запису
		перетину прямої m з площиною Σ
$\parallel$	Паралельність	$a \parallel \Sigma$ – пряма a паралельна площині Σ
$\perp$	Перпендикулярність	$a \perp \Omega$ – пряма a перпендикулярна площині Ω
$\nparallel$	Символ мимобіжних прямих	$m \nparallel n$ – прямі m і n мимобіжні
$\wedge$	Значення кута	$m \wedge \Sigma$ – значення кута між прямою m і площиною Σ
$ \quad $	Відстань	$ Am $ – відстань від точки A до прямої m
$\equiv$	Збіг, тотожність	$A \equiv B$ – значення A і B збігаються
$\curvearrowright$	Обертання	$A \curvearrowright i$ – точка A обертається навколо прямої i
$\rightarrow$	Перехід від одного положення до іншого (перетворення)	$\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_4}$ – перехід від системи $\frac{\Pi_2}{\Pi_1}$ до системи $\frac{\Pi_1}{\Pi_4}$
$\oslash$	Дотик	$a \oslash \Phi$ – пряма a дотикається до поверхні Φ

Основні відомості оформлення креслеників

1. Кресленик виконується на аркуші паперу певного розміру – форматі за ГОСТ 2.301-68* «ФОРМАТИ» (дата останньої зміни - 2006р.). Позначка та розміри основних форматів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Позначка основного формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розмір сторін формату, мм	1189x841	841x594	594x420	420x297	297x210

Додатковий формат створюється шляхом збільшення коротких сторін основного формату на величину, кратну їх розмірам, наприклад А4х3 (297х630).

2. Масштаби зображень на кресленнях мають відповідати ГОСТ 2.302-68* «МАСШТАБИ» (дата останньої зміни - 2006р.). Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення на кресленнику до відповідних розмірів самого предмета. Натуральна величина – 1:1, масштаби зменшення – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10,..., масштаби збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1,...

3. Найменування, товщина, типи і призначення ліній, які застосовують для виконання креслеників, встановлені ГОСТ 2.303-68* (дата останньої зміни - 2006р.). Товщина всіх типів ліній визначається залежно від товщини S суцільної товстої лінії, яка повинна бути в межах 0,5...1,4 мм. Тонкі лінії (осьові, виносні, розмірні, штрихові, хвилясті і тд.) виконуються товщиною $S/2 \dots S/3$.

4. Написи на кресленнях виконують креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304-81 (дата останньої зміни - 2006р.). Шрифти бувають двох типів: **А** і **Б**; з нахилом під кутом 75° до основи рядка або без нахилу. При виконанні розрахунково-графічних робіт для написів на кресленнях рекомендується користуватися шрифтом типу **Б** з нахилом (див. стор. 77, 78).

5. Штрихування елементів зображення виконується за ГОСТ 2.306-68 (дата останньої зміни - 2006р.) суцільними тонкими лініями під нахилом 45° до рамки кресленника, або до лінії контуру зображення, або до його осі. Якщо лінії штрихування паралельні лініям контуру зображення, дозволяється виконувати штрихування під кутом 30° або 60° .

6. Розміри на кресленнях проставляють відповідно до ГОСТ 2.307-68 (дата останньої зміни - 1990р.). Розміри на кресленнях показують розмірними числами, виносними і розмірними лініями. Розмірні лінії обмежують на кінцях стрілками. Розмірні числа визначають натуральні розміри елементів предмета в міліметрах незалежно від масштабу зображення на кресленнику. Їх наносять над розмірними лініями близько середини останніх.

Розміри на кресленнях

Щоб грамотно прочитати на кресленнику розміри і пов'язані з ними позначки, необхідно знати як їх проставляють.

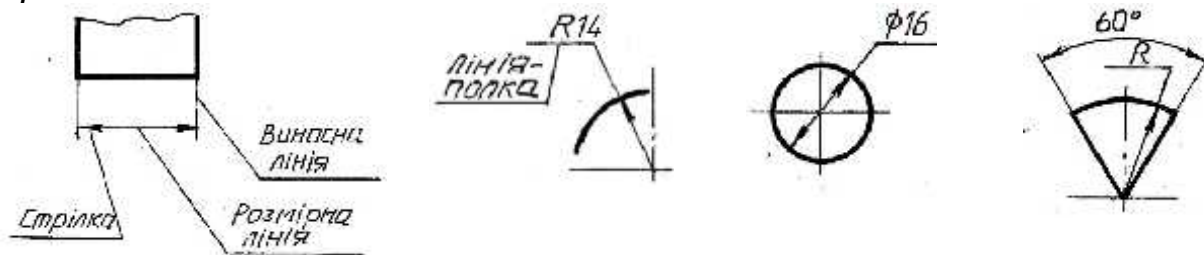
Проставляючи розміри, конструктор вирішує три основні питання: які розміри проставити на кресленнику, щоб для кожного елемента деталі вони були задані не тільки геометрично повно, технологічно грамотно, але і узгоджувались з виробничим процесом. При цьому потрібно вирішувати:

- які саме елементи деталі краще прийняти за розмірні бази для відліку і вимірювання розмірів, що контролюються;
- як краще нанести на кресленник вже визначені розміри, щоб при читанні вони були зрозумілі виробникам;

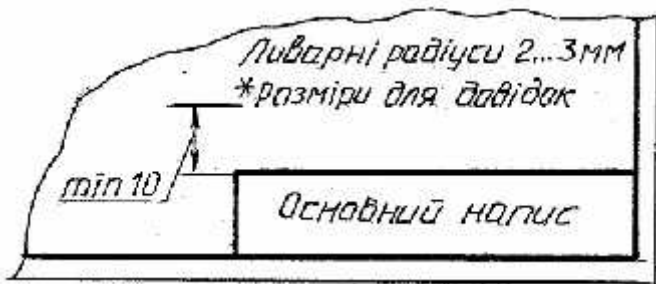
- які розміри на кресленнику деталі необхідно узгодити з відповідними розмірами суміжних спряжених деталей, цр знаходяться у взаємодії з даною

Розміри на креслениках вказують розмірними лініями, паралельними вимірюваному відрізку. Розмірні лінії впираються у виносні, які є продовженням контурних ліній або осьових вимірюваного відрізка. Над розмірною лінією вказують число на відстані $\approx 1...2$ мм і ближче до її середини.

Лінійні розміри – довжину, висоту, ширину; радіус, діаметр дуги кола – вказують в міліметрах (мм) без позначки одиниці вимірювання, кутові розміри – в градусах, хвилинах і секундах з позначкою одиниць вимірювання. Приклади.



Коли лінійні розміри на кресленнику розміщують в технічних вимогах, то вказування одиниць вимірювання обов'язкове; наприклад: невказані ливарні радіуси 2...3 мм.



Відстань від основного напису до тексту мінімум 10 мм.

Для розмірних чисел застосовують цілі числа і десяткові дроби, застосування простих дробів дозволяється тільки для розмірів, вказаних в дймах, наприклад $G1\frac{1}{2}$ - приклад трубної циліндричної нарізі.

На кресленнику проставляють дійсні (натуральні) розміри готової продукції, незалежно від масштабу кресленика.

Розмірні числа на одному й тому ж кресленнику наносять стандартним шрифтом одного розміру, найчастіше $h=3,5$ або $h=5$.

Неможна використовувати як розмірні: лінії контуру, виносні, осьові, центрові лінії.

На кінцях розмірних ліній розташовують стрілки.



Стрілка повинна упиратися вістрям у виносну лінію, лінію видимого контуру, осьову або центрову лінію. Бажано розмірні лінії проводити поза контуром зображення.

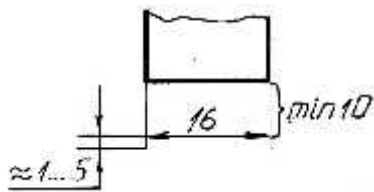


Рис.1

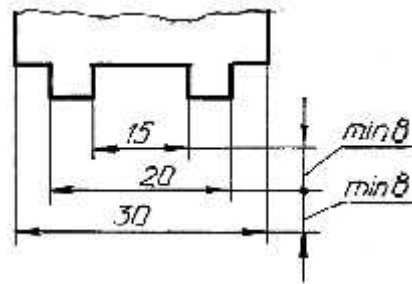


Рис.2

Виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірної лінії на 1...5 мм (рис.1). Розмірну лінію наносять на відстані, що дорівнює міні 10 мм від паралельної до неї розмірної, контурної, осьової чи центрової лінії (рис.1). Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями дорівнює міні 8 мм (рис.2).

Розмірні числа на паралельних розмірних лініях, розташовують в шаховому порядку (рис. 2).

Перетину розмірних ліній необхідно уникати. У випадку, коли виносні лінії можуть пройти значно наближено до ліній контуру, допускається виносні лінії проводити під будь-яким кутом до розмірної, окрім прямого, але так, щоб вони разом з розмірною лінією і вимірюваним відрізком утворювали паралелограм (рис.3).

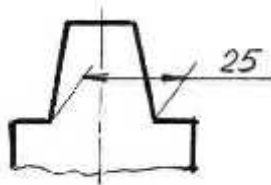


Рис.3.

Якщо відстань між виносними лініями менше 12 мм, то стрілки проставляють зовні від виносних ліній (рис.4).

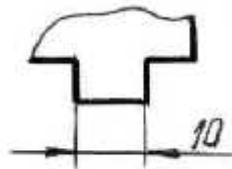


Рис.4.

Для вказування діаметра кола перед розмірним числом наносять знак „Ø”, висота якого дорівнює висоті цифр розмірного числа (рис.5).

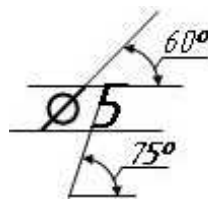


Рис.5.

Для вказування радіуса дуги, використовують знак „R” (рис.6).

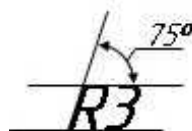


Рис.6.

Якщо дуга кола $\leq 180^\circ$, то використовують знак „R”, якщо $>180^\circ$, то „Ø”(рис. 7).

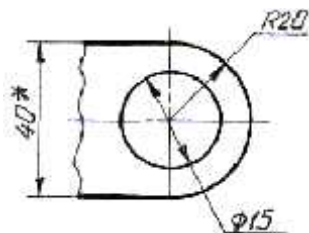


Рис.7.

При необхідності координування положення центру радіуса, дозволяється умовно наближати центр до дуги, а розмірну лінію радіуса креслити зі зломом під $\angle 90^\circ$.(рис.8)

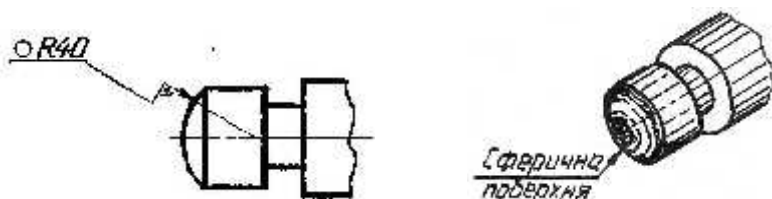


Рис.8.

○ — знак сферичної поверхні.

Різні за величиною радіуси, проведені з одного центру не повинні бути продовженням один одного.(рис.9)

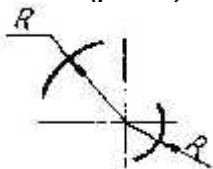
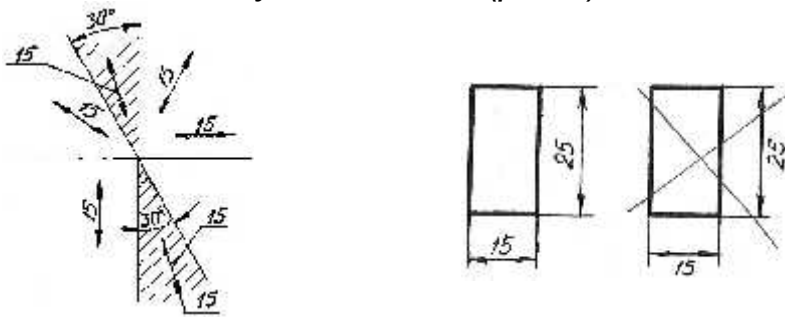


Рис.9

Розмірні числа проставляють над розмірною лінією або зліва від розмірної лінії, або за наступною схемою (рис.10):



вірне невірне

Рис.10.

В заштрихованих зонах розмірні числа наносять на горизонтальній половці ліній-виноски (рис.10).

Простановка кутових розмірів (рис.11).

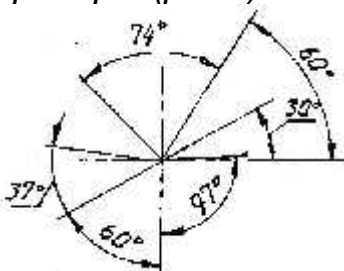


Рис.11.

Коли відстань між паралельними прямими контурними лініями мала, допускається стрілки розмірних ліній замінити точками чи засічками під $\angle 45^\circ$ (рис.12).

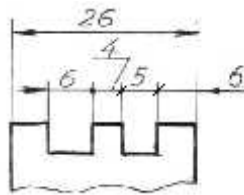


Рис.12.

Якщо не вистачає місця для стрілок через близьке розташування контурних ліній, допускається ці лінії переривати (рис.13).

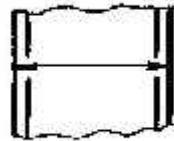


Рис.13.

Розміри однакових елементів деталі на різних її зображеннях (виглядах, розрізах, перерізах) повторювати не дозволяється. Якщо у деталі є округлення (спряження) кутів, то окрім радіусів треба наносити розміри, що визначають положення вершин кутів, що округляються (рис.14).

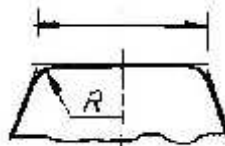


Рис.14.

Позначка квадратних форм деталей (рис.15).

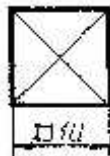


Рис.15.

Розміри фасок (фаска має форму зрізаного конуса, якщо вироблена на поверхнях обертання – конус або циліндр).

Якщо фаска виконана під $\angle 45^\circ$, то ці два параметри (висота зрізаного конусу і нахил твірної) об'єднують (рис.16). Якщо кілька фасок однакові за розміром, під розмірною лінією записують їх кількість (рис.16).

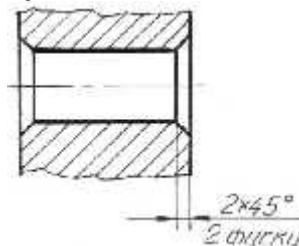
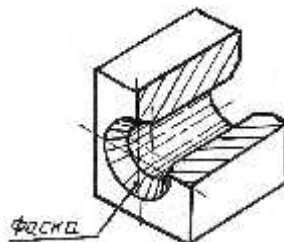


Рис.16.

Якщо фаска виконана під кутом, що не дорівнює 45° , то наносять два розміри окремо: висоту конусу і нахил твірної відносно або горизонтальної осі, або вертикальної (рис.17).

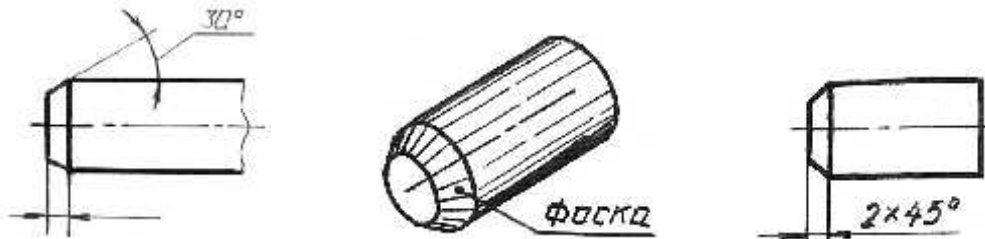


Рис.17.

Вказівки до нанесення розмірів

1. Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю виробу.

2. Розміри, що відносяться до одного й того ж самого конструктивного елемента (пазу, виступу, отвору) рекомендується групувати в одному місці, розташовуючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма елемента показана найбільш повно (рис.18,19).

Приклад

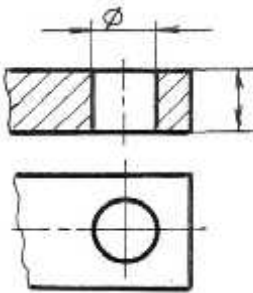


Рис.18.

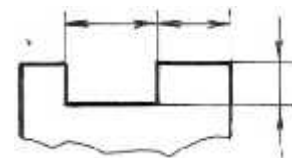
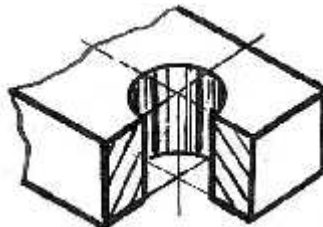


Рис.19.

Розміри, що визначають положення симетрично розташованих поверхонь симетричних виробів, наносять один раз не вказуючи їх кількості. Наприклад, розміри однакових радіусів $R5$ (рис.20).

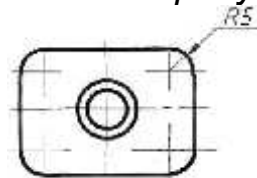


Рис.20.

Розміри декількох однакових елементів виробу, наносять один раз вказуючи на полі лінії-виноски кількості цих елементів. При цьому кількість отворів пишуть або перед розміром діаметра отвору (4отв. $\varnothing 10$), або під розмірною лінією ($\varnothing 10$ / 4отв) (рис.21).

При нанесенні розмірів однакових елементів, рівномірно розташованих по колу виробу, кутові розміри, що визначають взаємне розташування елементів, не вказують.

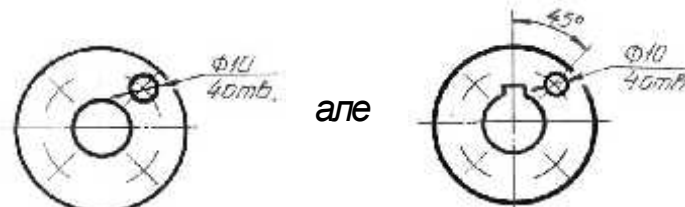


Рис.21

Якщо дається одне зображення деталі, наприклад, прокладка (а) або куточок (б), розмір її товщини (s_6, s_4) чи довжини ($L100$), виноситься на лінії поліції-виносці (рис.22).

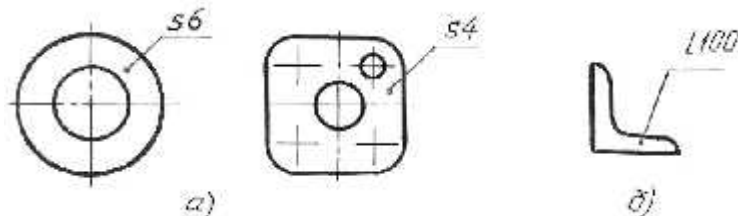


Рис.22

Розміри на глухих отворах (рис.23).

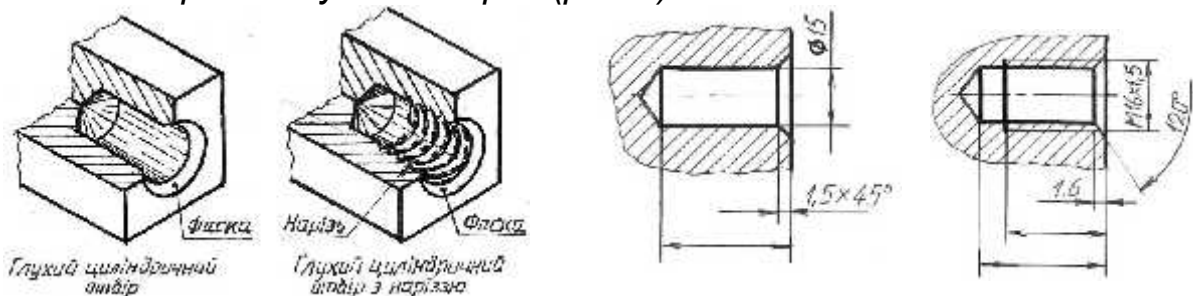
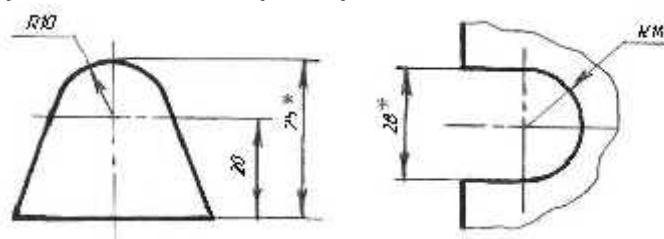


Рис.23.

Розміри, що не належать виконанню за даним креслеником і вказуються для більшої зручності користування креслеником, називають довідковими. Вони позначаються *, в технічних вимогах пишуть: „* Розміри для довідок”. (рис.24,25)

До довідкових розмірів належать:

- 1) один з розмірів замкнутого розмірного ланцюга;



*Розміри для довідок
Рис.24.

2) розміри, що перенесені з креслеників виробів-заготовок.

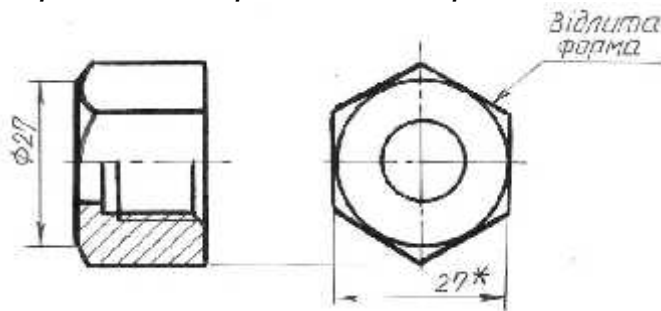


Рис.25.

При суміщенні вигляду з розрізом, розміри для зовнішніх поверхонь наносять зі сторони вигляду, внутрішніх – зі сторони розрізу. (зразок на стор.80, 84-89)
При неможливості нанесення розмірної лінії повністю, проводять її частину, трохи заводячи за основну осьову лінію (рис.23) – (120°), стор.80 – (Ø16), стр. 79 – (Ø40; 60°).

Конусність

Конусність – це відношення різниці двох діаметрів конуса до його висоти або довжини(зрізаний конус). (рис.26)

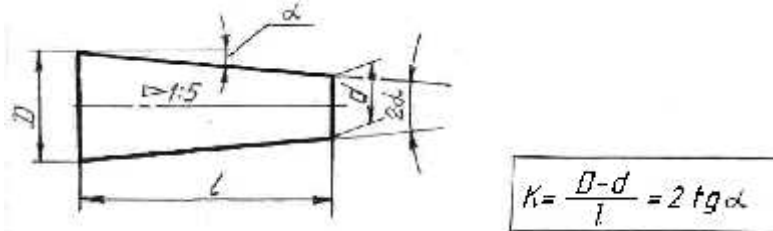


Рис.26.

Для не зрізаного конуса: (рис.27)

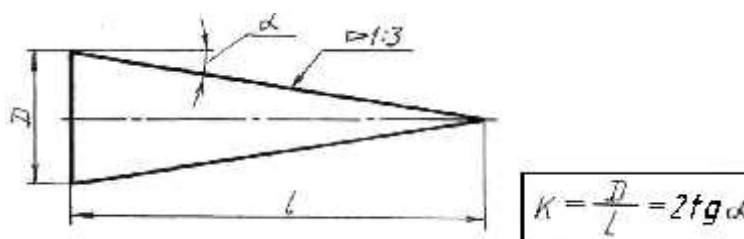
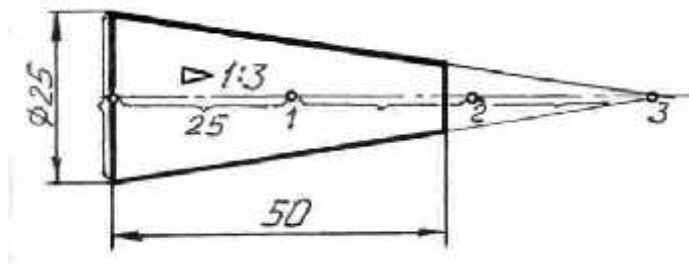


Рис.27.

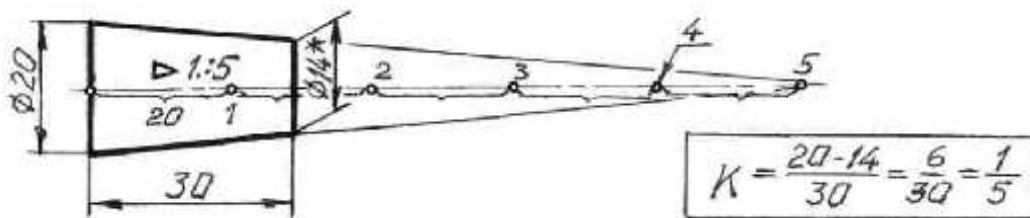
Величину конусності вказують знаком „▷” у вигляді рівнобедреного трикутника і числовим відношенням, наприклад ▷1:5 чи в процентах ▷30%.

Кут нахилу позначки спрямований в сторону нахилу конусу.

Приклад 1: Побудувати конус з діаметром кола 25 мм, довжиною 50 мм, конусність $\triangleright 1:3$;



Приклад 2. Підрахувати конусність при заданих діаметрах основ $\varnothing 20$, $\varnothing 14$ і $l=30$ мм



Розмір $\varnothing 14^*$ на кресленку не проставляють після підрахунку конусності.

Таблиця нормальних конусностей

Стандартизовані конусності	Кут нахилу твірної до осі	$\text{tg} \alpha$
1:12	$2^{\circ} 23' 9''$	0,042
1:10	$2^{\circ} 51' 45''$	0,050
1:8	$3^{\circ} 34' 35''$	0,062
1:7	$4^{\circ} 5' 8''$	0,071
1:5	$5^{\circ} 42' 38''$	0,100
1:3	$9^{\circ} 27' 44''$	0,166

Спряження

В технічних деталях часто зустрічаються плавні переходи між поверхнями. Вони посилюють найбільш слабкі місця, в яких підвищена концентрація внутрішніх напруг матеріалу, для запобігання можливого передчасного руйнування деталей. Спряження зменшують небезпеку травмування гострими кутами і ребрами деталей при складанні машин і під час роботи на них.

Спряженням називають плавний перехід від однієї прямої чи кривої лінії до другої прямої чи кривої лінії.

Побудова спряжень полягає на двох положеннях:

а) для спряження прямої лінії *a* і дуги *b* необхідно, щоб центр кола, якому належить дуга, лежав на перпендикулярі до прямої, проведеному з точки спряження (рис.28).

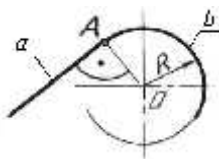


Рис.28.

б) для спряження двох дуг *a* і *b* необхідно, щоб центри кіл O_1 і O_2 , яким належать дуги, лежали на прямій, що проходить через точку спряження *A*, і перпендикулярній до спільної дотичної цих дуг (рис.29).

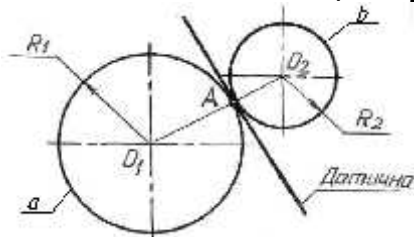


Рис.29.

Точку дотику „А” називають точкою спряження.

Центром спряження називають точку, рівновіддалену від спряжуваних ліній *a* і *b*.

Для визначення центра спряження необхідно побудувати геометричне місце точок, рівновіддалених від заданих ліній і знайти точку їх перетину.

Геометричним місцем точок, рівновіддалених від прямої, є паралельна до неї пряма (при розташуванні у площині), що лежить на заданій відстані від неї (рис.30).

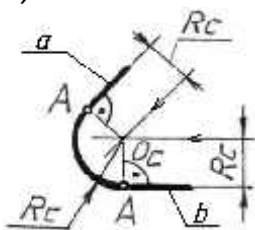


Рис.30.

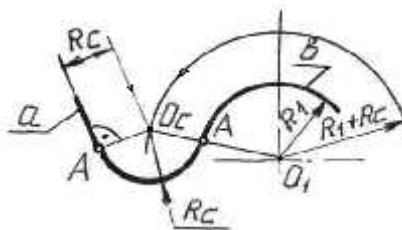


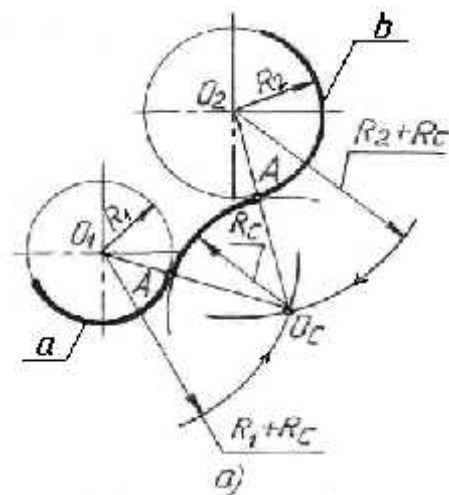
Рис.31.

R_c – радіус спряження

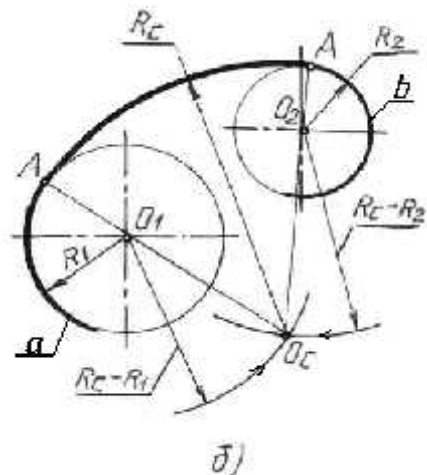
R_1 – радіус спряжуваної дуги з прямою *a*.

Геометричним місцем точок, рівновіддалених від дуги кола в площині, є концентричне коло (при розташуванні у площині) (рис.31).

Розрізняють зовнішнє і внутрішнє спряження двох дуг (рис.32).



Стяження зовнішнє



Стяження внутрішнє

Рис.32.

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОЕКЦІВАННЯ

Існує декілька способів проєкціювання: центральне, паралельне і ортогональне, як окремий випадок паралельного.

1. Проекцією точки є точка.
2. Проекцією прямої лінії є пряма лінія (в окремому випадку – точка, якщо пряма проєкційна).
3. Проекцією точки, що лежить на деякій прямій, є точка, що лежить на проєкції даної прямої.
4. Проекціями паралельних прямих є паралельні прямі.
5. Відношення відрізків, що лежать на паралельних прямих чи на одній тій самій прямій, дорівнює відношенню самих відрізків.
6. Проекції фігури не змінюються при паралельному переносі площини проєкцій.

КОМПЛЕКСНИЙ КРЕПЛЕННЯ ТОЧКИ

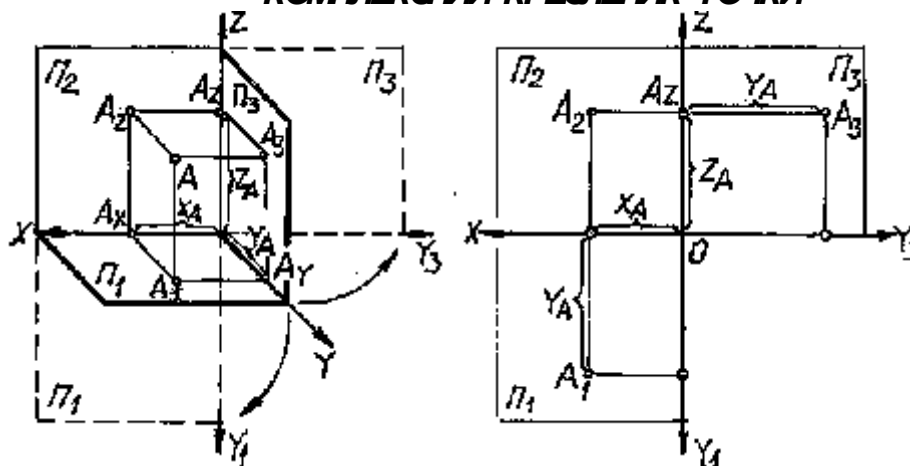


Рис.33.

Видаливши умовні межі площин проєкцій Π_1 , Π_2 , Π_3 і залишивши осі координат X , Y , Z , отримуємо комплексний рисунок точки A .

Визначник точки – три її координати (в мм): $A(X_A; Y_A; Z_A)$

A – точка у просторі,

Π_1 – горизонтальна площина проєкцій,

Π_2 – фронтальна площина проєкцій,

Π_3 – профільна площина проєкцій,

A_1 – горизонтальна проєкція точки A ,

A_2 – фронтальна проєкція точки A ,

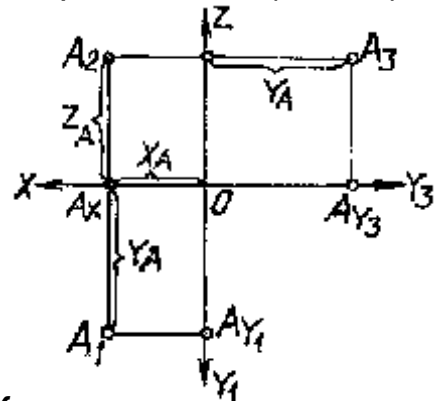
A_3 – профільна проєкція точки A ,

A_X – проєкція точки A на вісь X ,

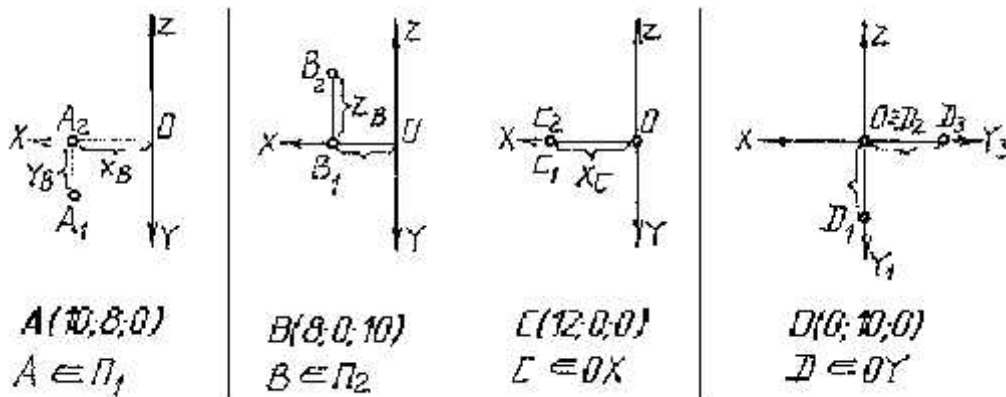
A_Y – проєкція точки A на вісь Y ,

A_Z – проєкція точки A на вісь Z .

Приклад побудови точки з координатами $A(12; 20; 17)$



Приклади належності точок площинам проєкцій і осям



КОМПЛЕКСНИЙ КРЕСЛЕНИК ПРЯМОЇ

Існують прямі загального і окремого (рівня, проєкційної) положення.

1. Пряма загального положення

Пряма, яка не паралельна і не перпендикулярна площинам проєкцій Π_1 , Π_2 , Π_3 називається прямою загального положення.

На комплексному кресленку проєкції висхідної прямої орієнтовані однаково (рис.34), а низхідної – протилежно.

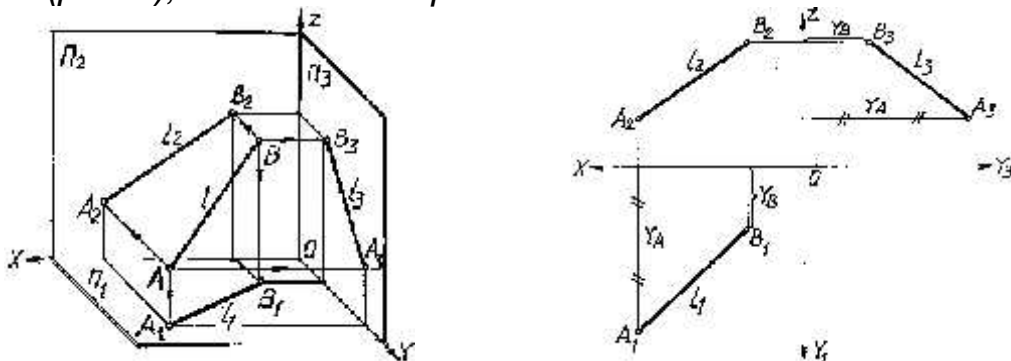


Рис.34.

Прямі окремого положення

2. Прямі рівня

Прямую рівня називається така пряма, яка паралельна **одній** з площин проєкцій.

2.1. h – горизонталь – пряма, яка $\parallel \Pi_1$ (рис.35).

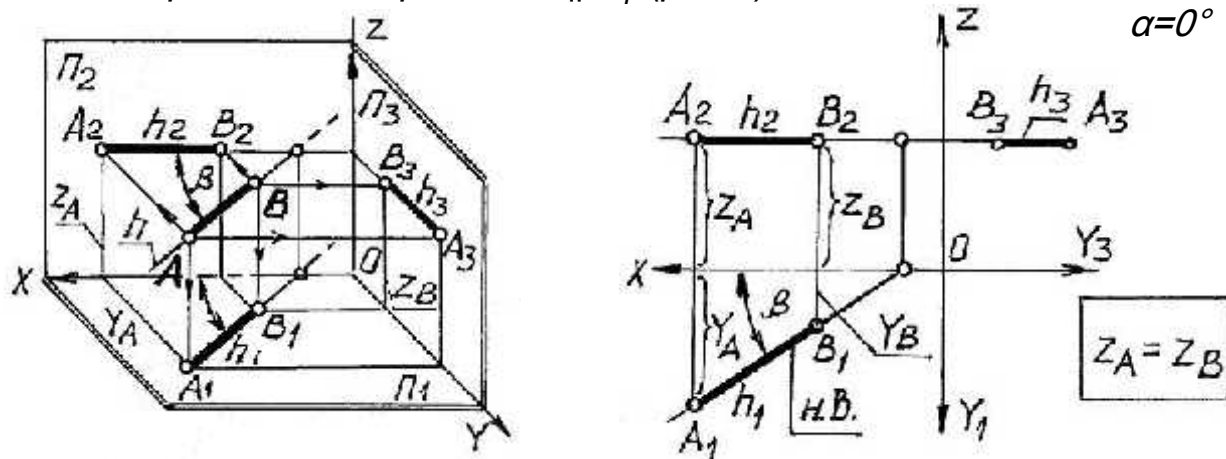


Рис.35.

2.2. f – фронталь – пряма, яка $\parallel \Pi_2$ (рис.36).

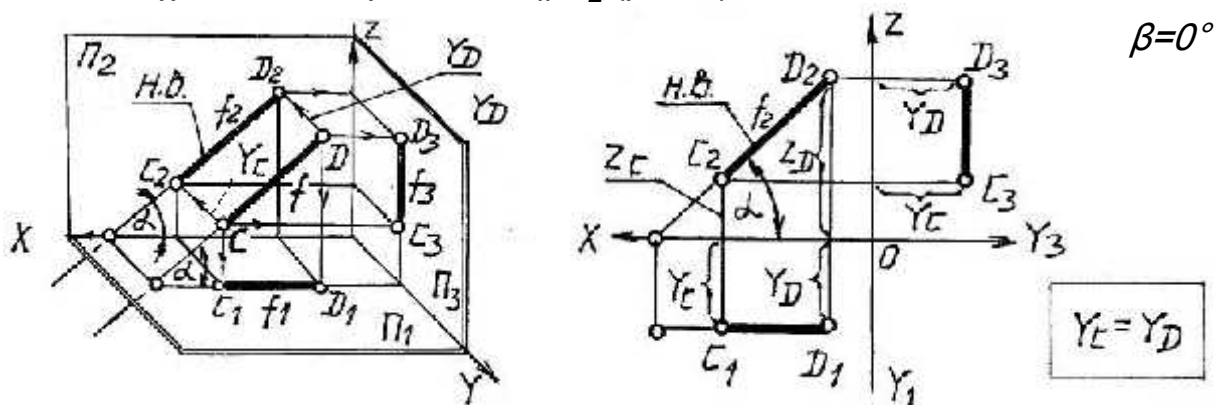


Рис.36.

2.3. p – профільна пряма – пряма, яка $\parallel \Pi_3$ (рис.37).

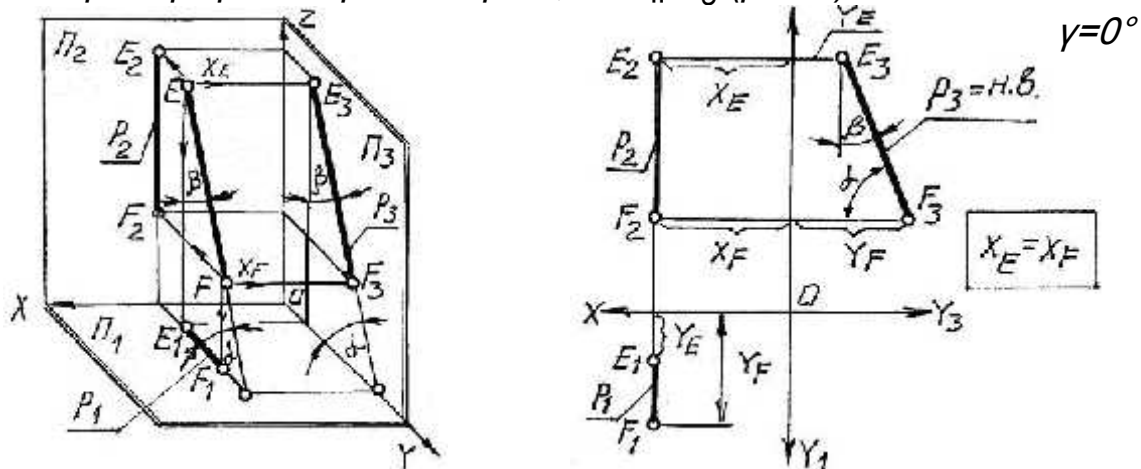


Рис.37.

α – кут нахилу прямої до Π_1 ; β – кут нахилу прямої до Π_2 .

3. Проекційні прямі

Проекційною прямою називається така пряма, яка перпендикулярна одній з площин проєкцій.

3.1. Горизонтально-проекційна пряма – пряма, яка $\perp \Pi_1$ (рис.38).

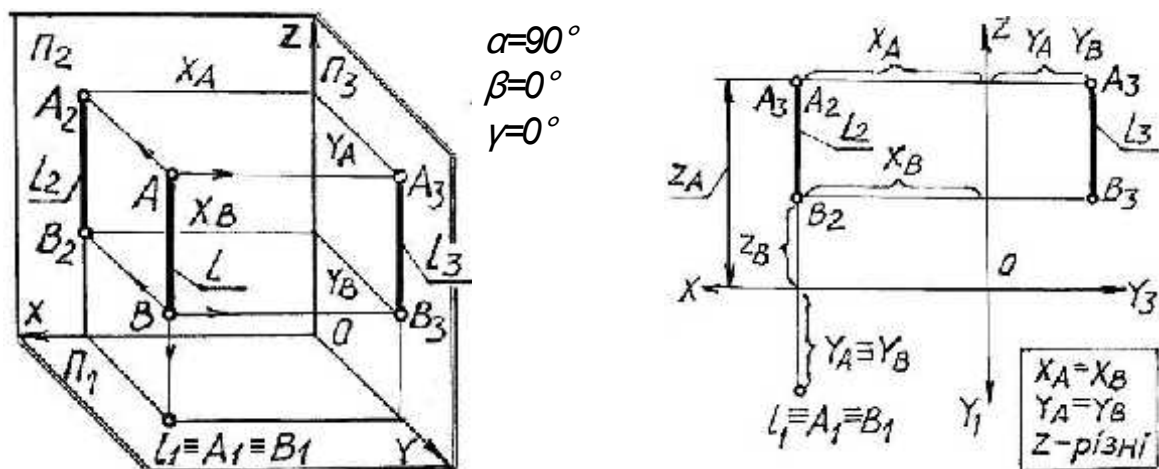


Рис.38.

3.2. Фронтально-проекційна пряма – пряма, яка $\perp \Pi_2$ (рис.39).

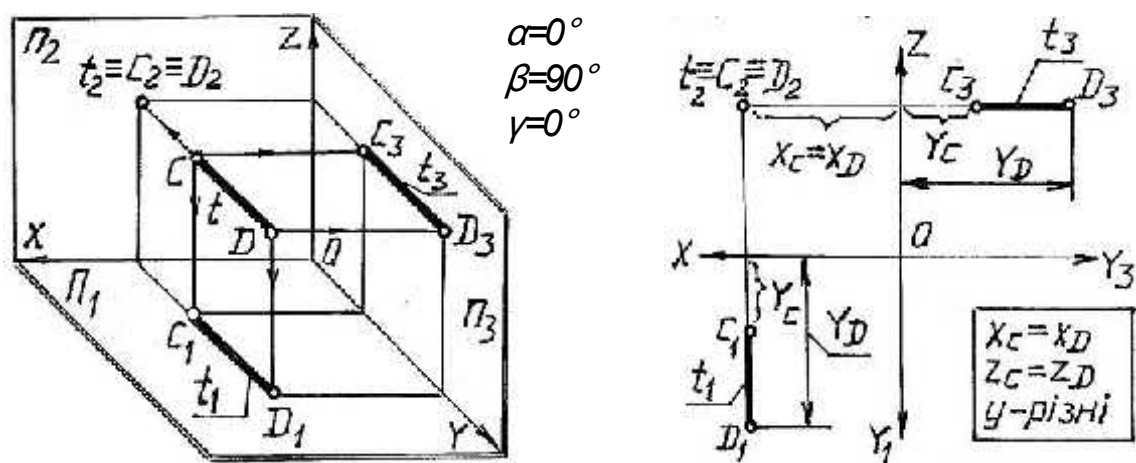


Рис.39.

3.3. Профільно-проекційна пряма – пряма, яка $\perp \Pi_3$ (рис.40).

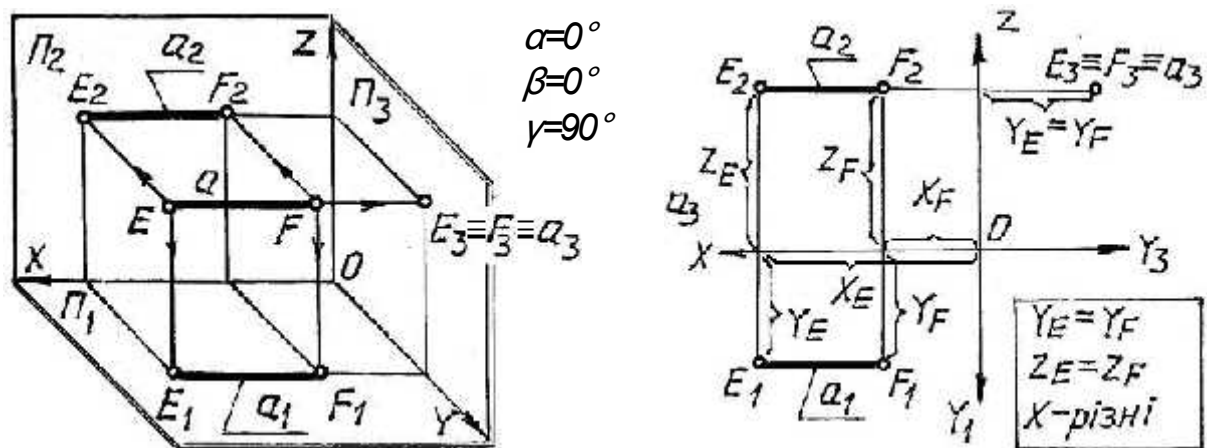
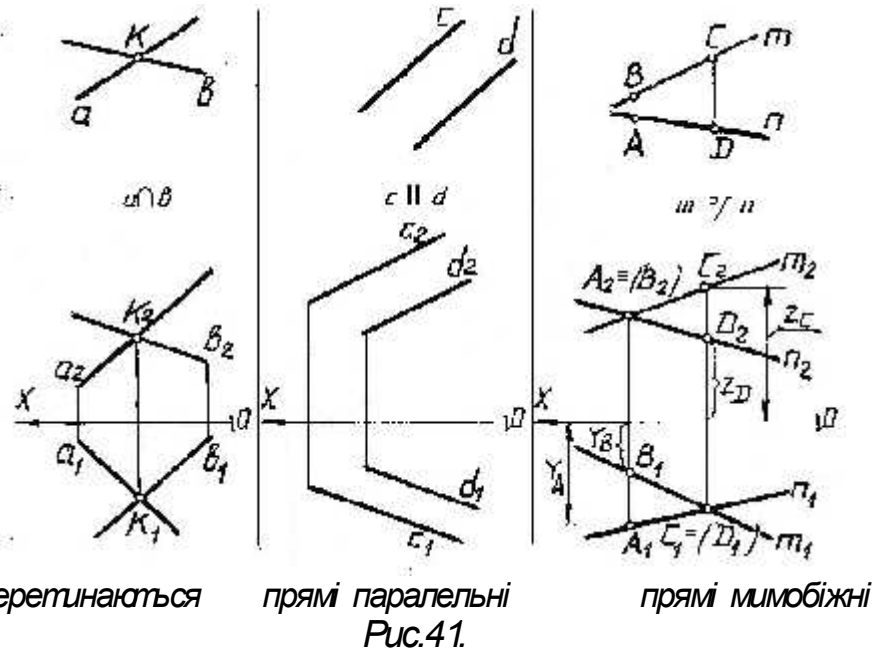


Рис.40.

Взаємне розташування двох прямих



На малюнку мимобіжних прямих присутні конкуруючі точки (А і В та С і D). За допомогою конкуруючих точок можна визначити взаємне розташування прямих (m і n). Точка С (щ належить прямій m), яка розташована вище точки D (щ належить прямій n), на Π_1 буде над нею. Тому пряма m до якої належить точка С на Π_1 буде над прямою n, тобто видима. Аналогічна ситуація для точок А і В стосовно площини проекції Π_2 (точка А розташована перед точкою В, а n перед m). (рис.41)

МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ

Спосіб перетворення площин проекцій полягає в тому, щ одна з основних площин проекцій Π_1 , Π_2 чи Π_3 перетворюється на нову площину проекцій Π_4 , щ розташовується належним чином відносно оригіналу, але перпендикулярно до площини проекцій, яка не перетворюється. В результаті перетворення проводиться нова вісь X_1 і лінії проекційного зв'язку будуть вже перпендикулярні до неї. При цьому об'єкт проєкціювання в просторі залишається на місці, а переміщуються площини проекцій, щ вводяться знову (рис.42).

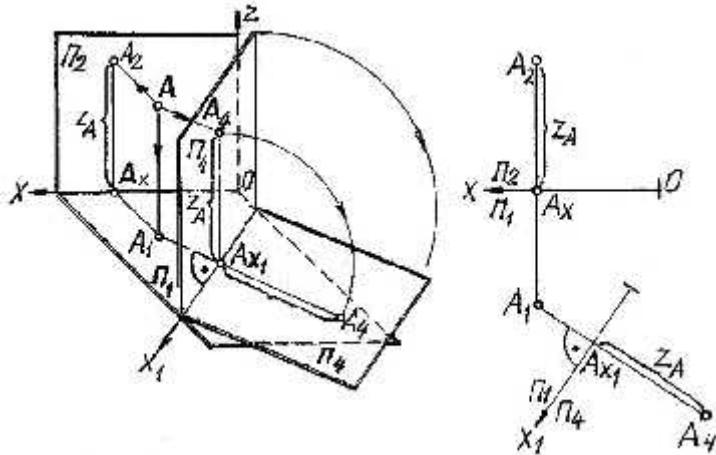
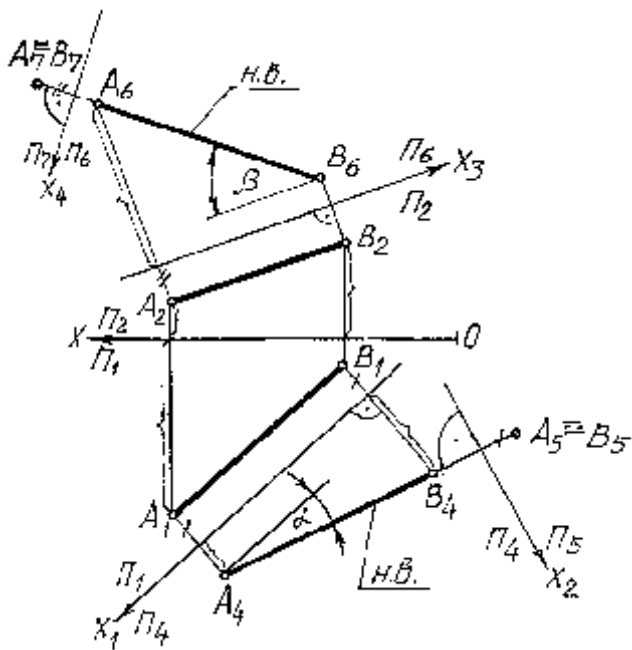


Рис. 42



Приклад перетворювання.

1 заміна $\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_4}; \Pi_4 \perp \Pi_1;$

$\Pi_4 \parallel AB; X_1 \parallel AB;$

2 заміна $\frac{\Pi_1}{\Pi_4} \rightarrow \frac{\Pi_4}{\Pi_5}; \Pi_5 \perp \Pi_4;$

$\Pi_5 \perp AB; X_2 \perp A_4B_4;$

3 заміна $\frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow \frac{\Pi_6}{\Pi_2}; \Pi_6 \perp \Pi_2;$

$\Pi_6 \parallel AB; X_3 \parallel A_2B_2;$

4 заміна $\frac{\Pi_6}{\Pi_2} \rightarrow \frac{\Pi_7}{\Pi_6}; \Pi_7 \perp \Pi_6;$

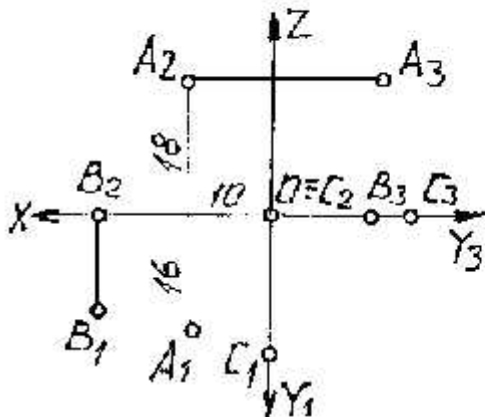
$\Pi_7 \perp AB; X_4 \perp A_6B_6.$

Рис.43.

ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

Задача 1

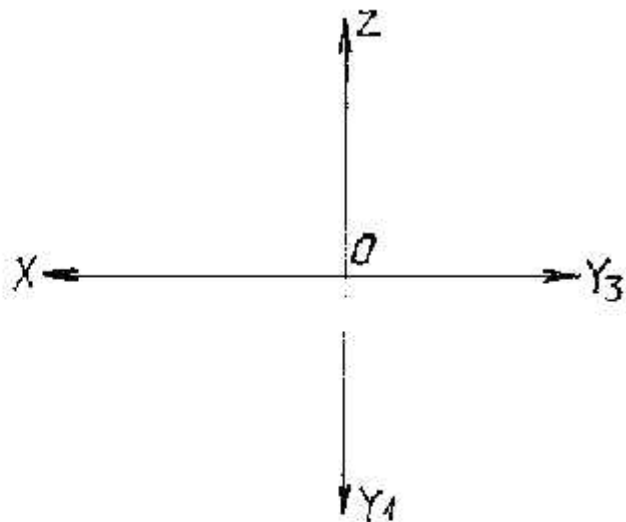
Приклад



$A(10;16;18) \in \text{Простору}$

$B(23;13;0) \in \Pi_1$

$C(0;18;0) \in Y$



а) Побудуйте на комплексному рисунку проекції заданих точок А, В, С. Визначте і запишіть їх належність: простору, площині проекції, або осі (див. приклад):

$A(30;20;25) \in$ _____

$B(20;0;10) \in$ _____

$C(0;25;0) \in$ _____

б) Запишіть належність точки Е, якщо вона рівновіддалена від Π_1, Π_2, Π_3 , (тобто $X_E=Y_E=Z_E$, але не дорівнює нулю)

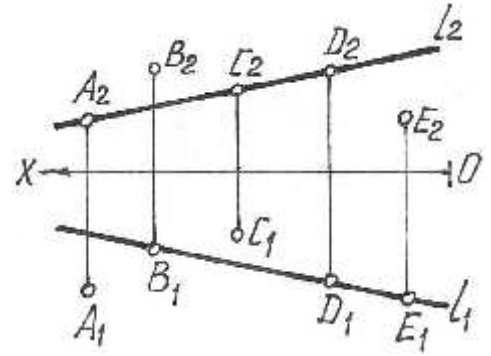
$E \in$ _____

Задача 2

а) Як розташовані точки A, B, C, D, E відносно прямої l (запишіть в таблиці)

	на l	за l	перед l	над l	під l
Точка:					

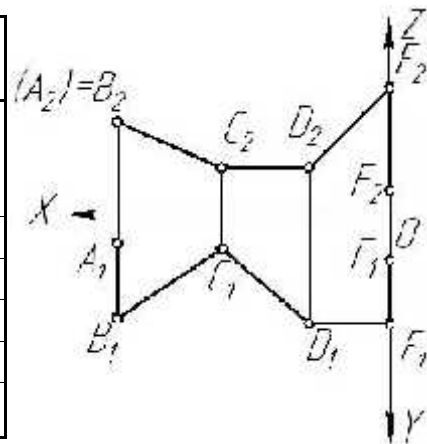
б) Запишіть назву прямої l (пряма рівня, проєкційна, загального положення):



Задача 3

Запишіть назву кожної ланки ($AB, BC, \dots$) ламаної лінії $ABCDEF$ і її довжину l :

Ланка	Назва ланки	Символічно	мм
AB	Фронтально - проєкційна пряма	$\perp \Pi_1$	...
BC			...
CD			...
DE			...
EF			...
l_{ABCDEF}	-	-	...



АУДИТОРНІ ЗАВДАННЯ

Задача 4

За допомогою заміни площин проєкцій перетворіть пряму l

а) у пряму рівня.

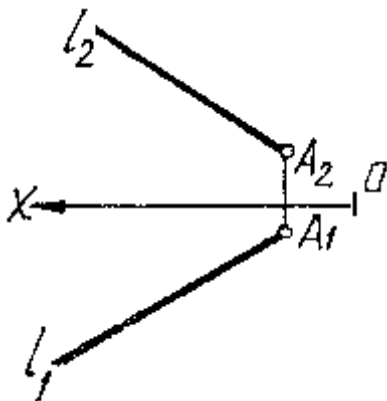
Відкладіть на прямій l відрізок $AB = 30\text{ мм}$.

Визначте н.в. кутів нахилу прямої l до площин проєкцій Π_1 і Π_2

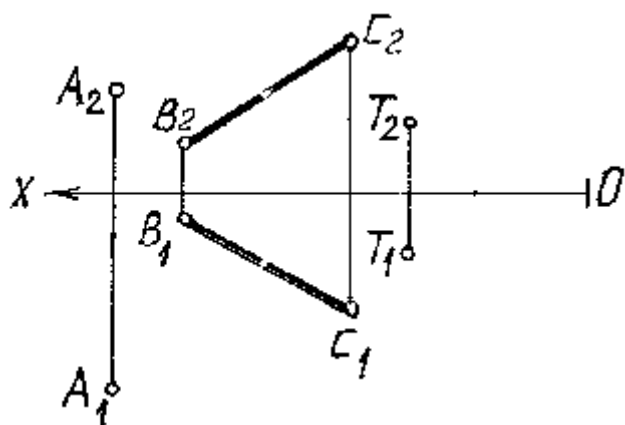
$$\alpha^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\beta^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$$

б) Перетворіть пряму AB у проєкційну пряму.



Задача 5

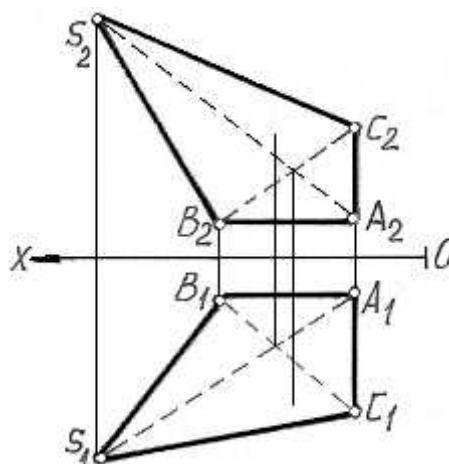


а) Через точку A проведіть пряму $\parallel \Pi_1$ так, щоб вона перетинала пряму BC

б) Через точку T проведіть пряму $l \parallel BC$

Задача 6

За допомогою конкуруючих точок (рис.41) визначте на Π_1 і Π_2 видність ребер AS і BC похилої піраміди $SABC$. На кожній проекції (Π_1 і Π_2) видиме ребро наведіть суцільною товстою лінією, а невидиме – штриховою.



ПЛОЩИНА ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Визначником площини називається сукупність геометричних елементів, які однозначно визначають її положення в просторі. Визначник записують літерами у дужках після позначки площини (рис. 44).

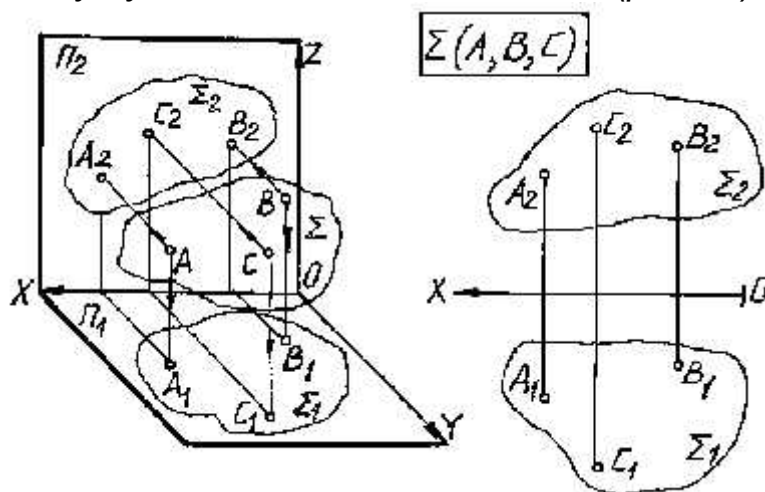


Рис.44

ЗАСОБИ ЗАВДАНЬ ПЛОЩИН

1. Трьома точками, шр не лежать на одній прямій (рис. 44).
2. Плоскою фігурою (рис.45).

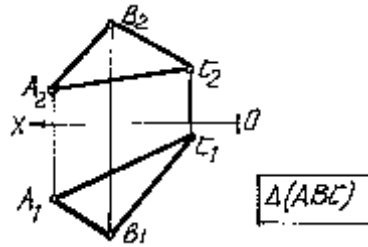


Рис.45.

3. Прямою і точкою, шр не належить цій прямій (рис.46).

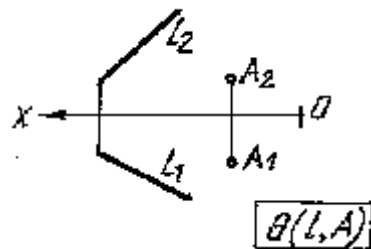


Рис.46

4. Двома паралельними прямими (рис.47).

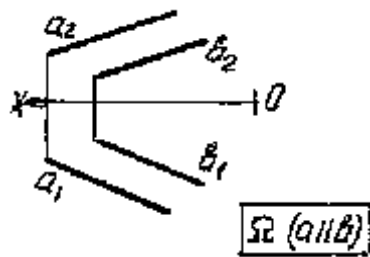


Рис.47

5. Двома прямими, шр перетинаються.

а) m і n – загального положення(рис.48).

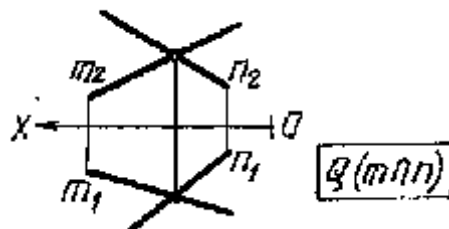


Рис.48

б) двома прямими рівня, шр перетинаються(рис.49).

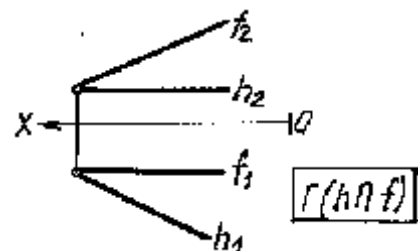


Рис.49

6. Слідом-проекцією якщо площина проєкційна (рис.50) чи рівня (рис.51).

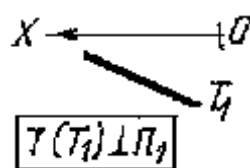


Рис.50

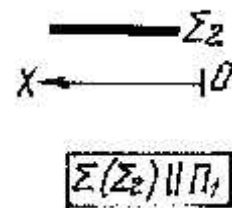


Рис.51

КЛАСИФІКАЦІЯ ПЛОЩИН

1. **Площина загального положення**, не паралельна і не перпендикулярна до жодної з площин проєкцій (рис.44- 49).
2. **Площина рівня** – це площина, яка паралельна до однієї з площин проєкцій (рис.51- 54).

2.1. Горизонтальна площина рівня - площина, яка $\parallel \Pi_1$ (рис.52).

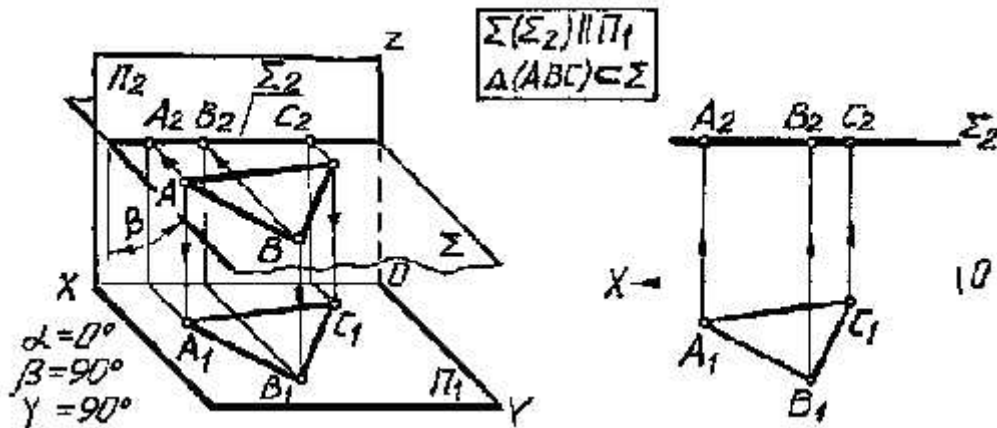


Рис. 52

2.2. Фронтальна площина рівня - площина, яка $\parallel \Pi_2$ (рис.53).

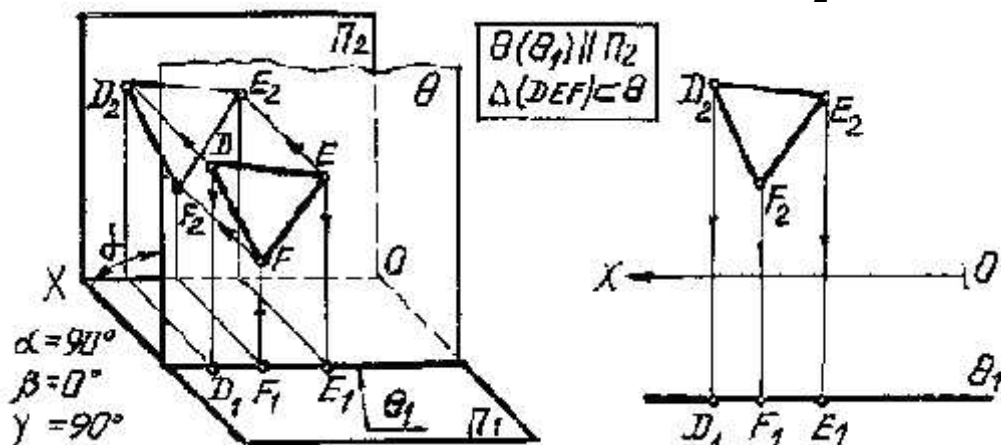


Рис. 53

2.3. Профільна площина рівня - площина, яка $\parallel \Pi_3$ (рис.54).

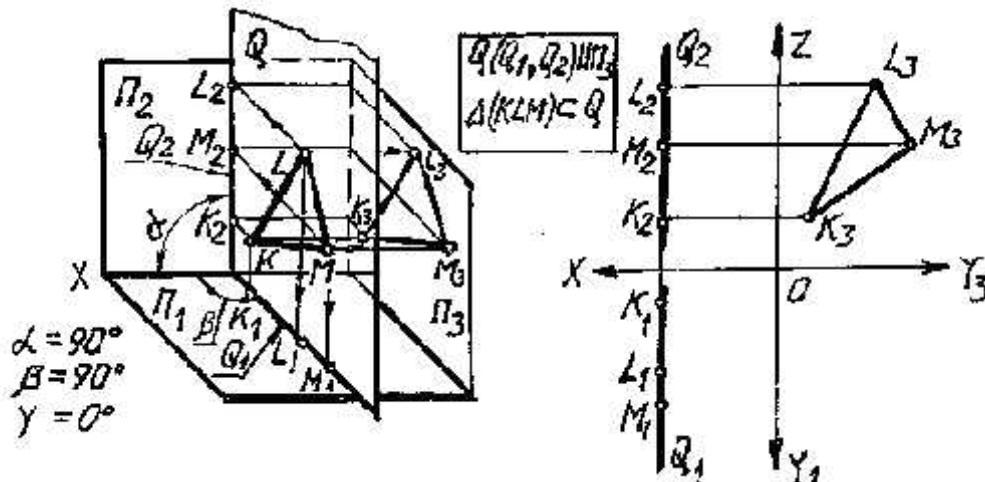


Рис. 54

3. **Площина проєкційна**, тобто перпендикулярна до однієї з площин проєкцій, але не паралельна і не перпендикулярна до інших двох площин проєкцій (рис.50, 55- 57).

3.1. Горизонтально-проєкційна площина - площина, яка $\perp \Pi_1$ (рис.55).

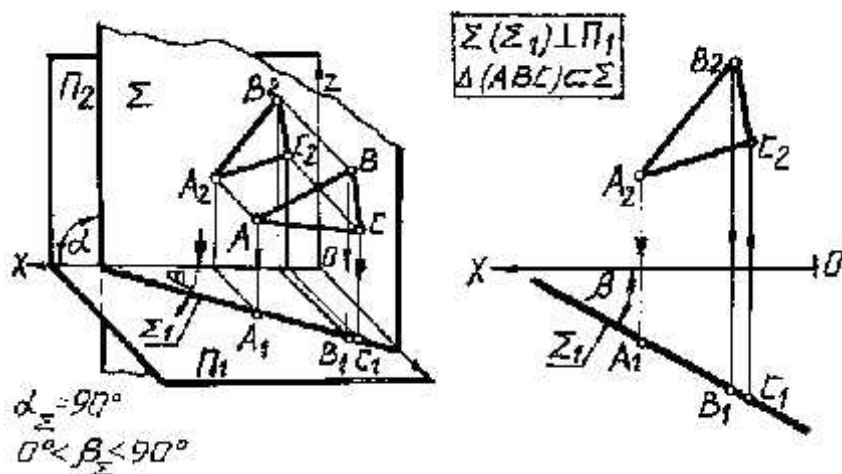


Рис. 55

3.2. Фронтально-проєкційна площина - площина, яка $\perp \Pi_2$ (рис.56).

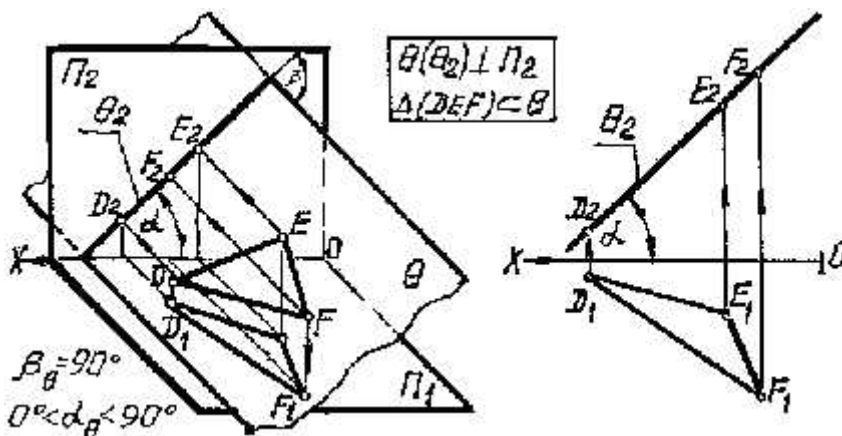


Рис. 56

3.3. Профільно-проєкційна площина - площина, яка $\perp \Pi_3$ (рис.57).

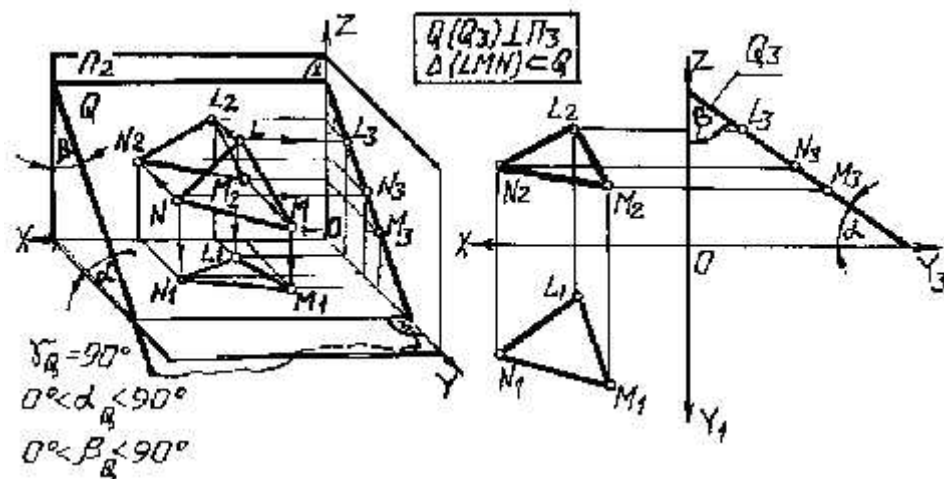
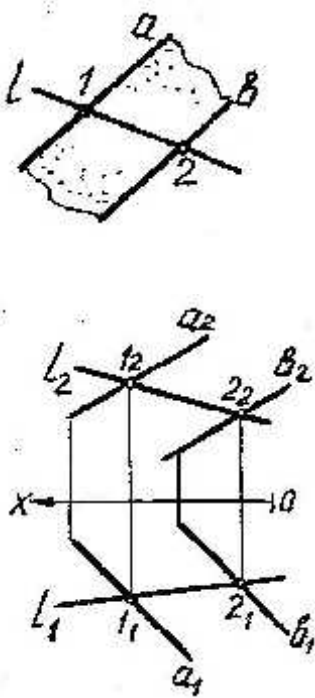


Рис. 57

ВЛАСТИВОСТІ НАЛЕЖНОСТІ ТОЧКИ І ПРЯМОЇ ДО ПЛОЩИНИ

1. Пряма належить площині, якщо вона проходить через дві точки, що належать даній площині (рис.58) (окремий випадок, коли пряма проходить через точку, що належить даній площині, паралельно прямій, яка лежить у цій площині – рис.59).
2. Точка належить даній площині, якщо вона належить прямій, що належить даній площині (рис.60).

а) $\Gamma(a//b)$



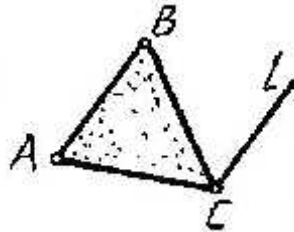
$$I \cap a = 1$$

$$I \cap b = 2$$

$$I \subset \Gamma(a//b)$$

Рис.58

б) $\Sigma(\triangle ABO)$



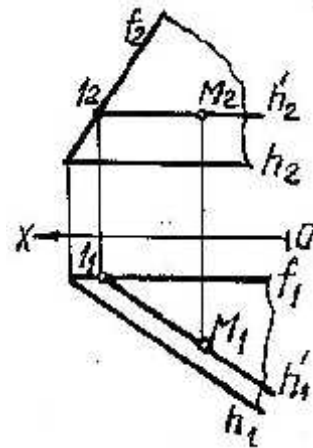
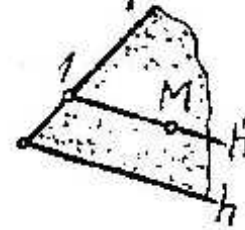
$$I // AB$$

$$I \ni C$$

$$I \subset \Sigma(\triangle ABO)$$

Рис.59

в) $\Delta(hnf)$



$$\Delta(hnf)$$

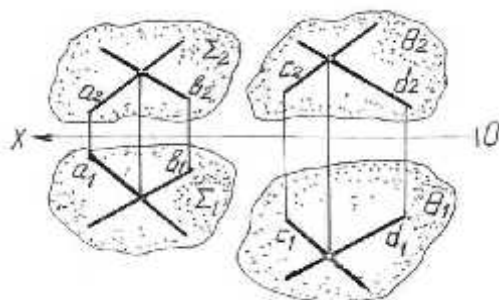
$$M \in h'$$

$$h' // h; h' \cap f' = 1$$

Рис.60

ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ПЛОЩИН

1. Площини загального положення паралельні, якщо дві прямі, що перетинаються, однієї площини паралельні двом прямим, що перетинаються другої площини (рис.61).



$$\Sigma(a \cap b)$$

$$\Theta(c \cap d)$$

$$a // c; b // d$$

$$\Sigma // \Theta$$

Рис.61.

2. Площини окремого положення паралельні, якщо паралельні їх однойменні сліди проєкцій (рис.62).

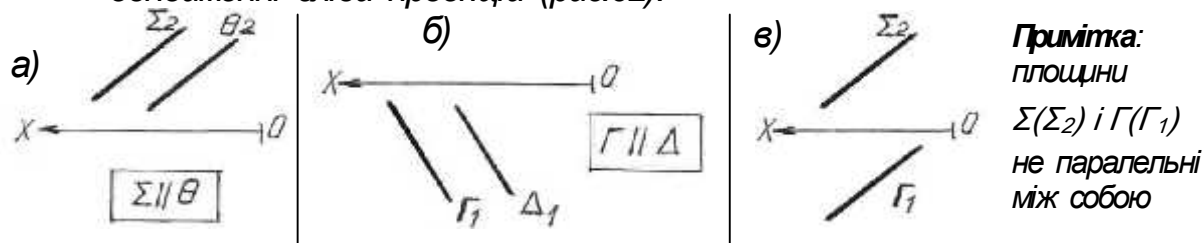


Рис.62.

Лінії різня (h і f) в площинах

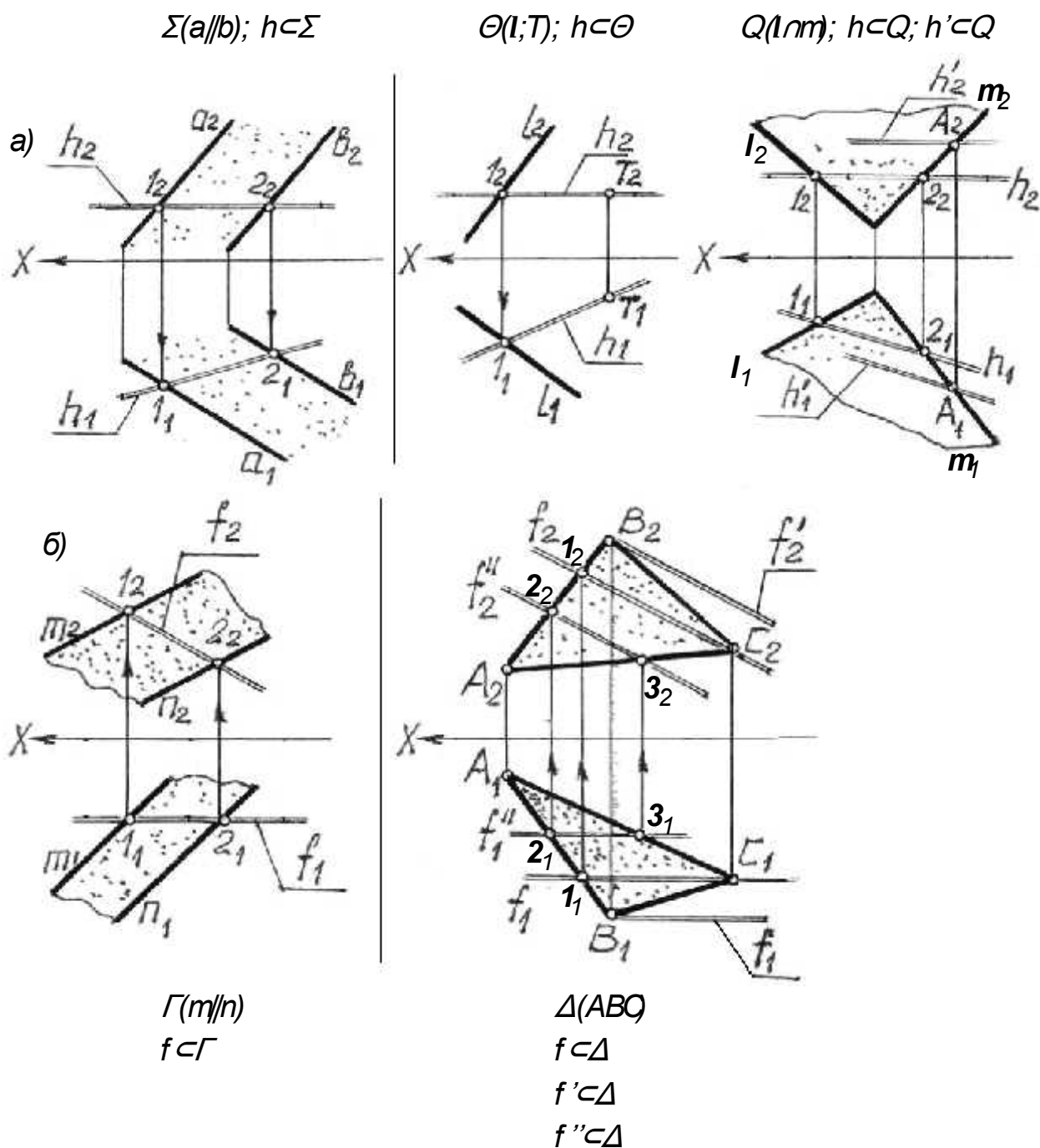
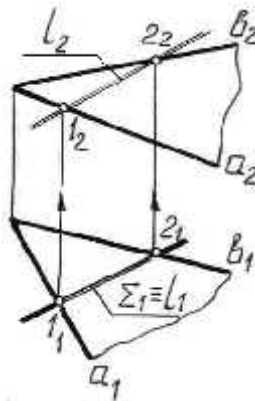
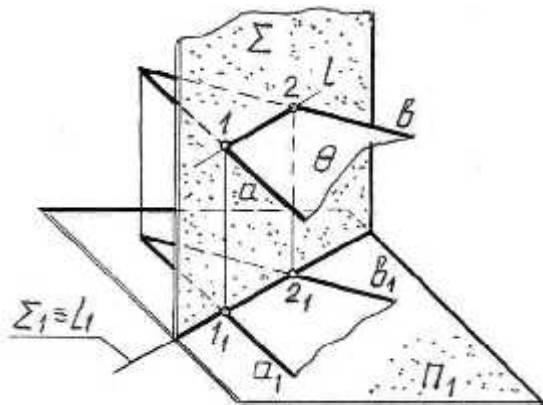


Рис.63.

ПРИКЛАД ПЕРЕТИНУ ПЛОЩИНИ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ З ПЛОЩИНЮ ОКРЕМОГО ПОЛОЖЕННЯ

Побудова лінії перетину площин окремого $\Sigma(\Sigma_1)$ і загального $\Theta(a \cap b)$ положень



$$\Sigma \cap \Gamma = l$$

$$l_1 = \Sigma_1$$

$$l_2 \subset l_1, 2_2$$

$$1 = a \cap \Sigma$$

$$2 = b \cap \Sigma$$

Рис.64.

Перетворення площини

Приклад 1. Перетворити площину загального положення Σ ($m \cap n$) в проєкційну за допомогою горизонталі h площини Σ (рис.65).

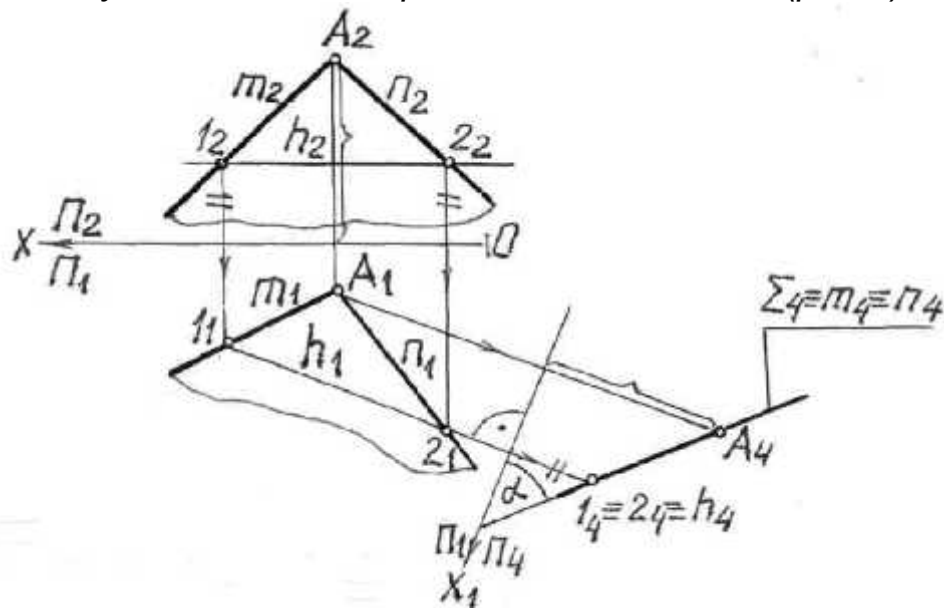


Рис.65

Алгоритм рішення:

1. Провести в площині Σ довільну горизонталь: $h_2 \parallel OX$; h_1 будується за двома точками (на рис. – за проєкціями $1_1, 2_1$).
2. Систему площин проєкцій Π_1 / Π_2 перетворити на нову Π_1 / Π_4 , в якій $\Sigma(\Sigma_4) \perp \Pi_4$. Для цього достатньо, щоб горизонталь h площини була перпендикулярна до Π_4 . Умова виконується, якщо $x_1 \perp h_1$.

На площині Π_4 спочатку будують проекцію горизонталі h ($h_4 \equiv 1_4 \equiv 2_4$). Потім будують проекцію довільної точки площини Σ (на рис.65 – проекція A_4 точки A).

Отвід-проекція Σ_4 площини проводиться через проекції h_4 і A_4 . В даному перетворенні визначається кут α° нахилу площини Σ до площини проєкцій Π_1 . Це кут між слідом-проекцією площини Σ_4 і віссю X_1 .

Приклад 2. Перетворити площину загального положення Σ ($a \cap b$) у проєкційну за допомогою фронталі f (рис. 66).

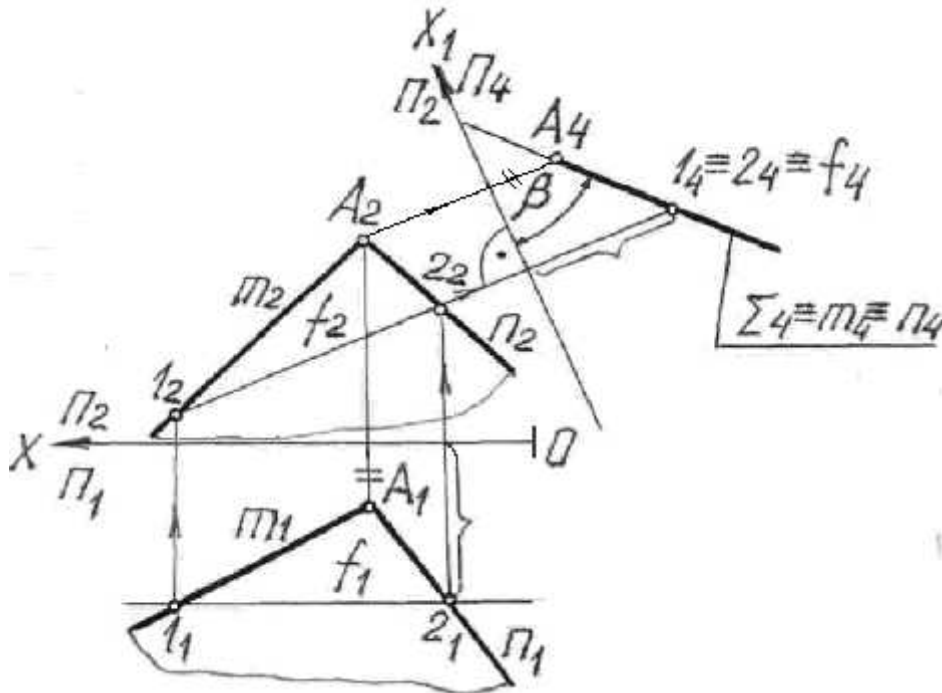


Рис.66

Алгоритм рішення:

1. Провести в площині Σ довільну фронталь f : $f_1 \parallel OX$, f_2 проводиться через проєкції 1_2 і 2_2 точок 1 і 2 площини.
2. Перетворити систему площин проєкцій Π_1 / Π_2 на систему Π_2 / Π_4 , в якій $\Sigma \perp \Pi_4$. Це забезпечується тим, що $X_1 \perp f_2$. На площині Π_4 будують спочатку проекцію f_4 фронталі f , яка буде точкою (точки 1_4 і 2_4 співпадають). Потім – проєкції довільної точки площини, наприклад точки A_4 .

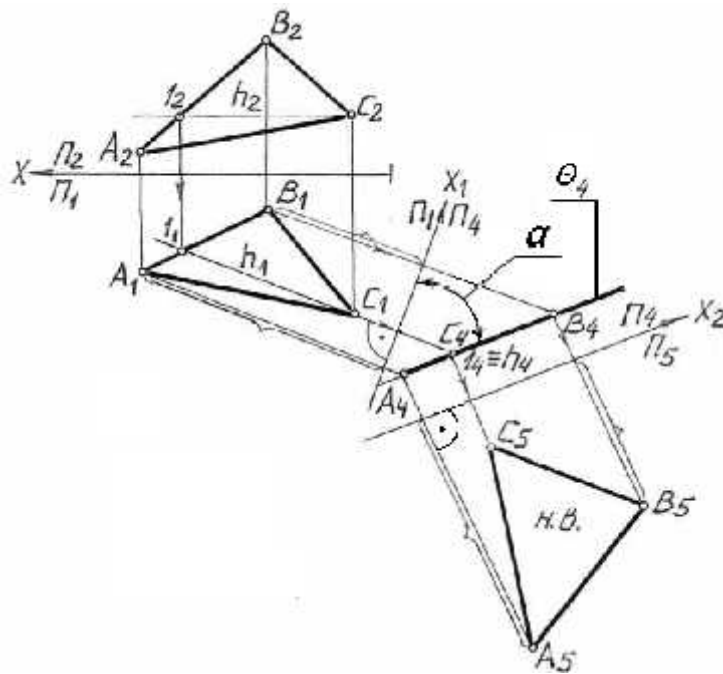
Отвід-проекція Σ_4 площини Σ проводиться через f_4 і A_4 . Кут β° між слідом-проекцією Σ_4 і віссю X_1 є кутом нахилу площини Σ до площини проєкцій Π_2 .

Перетворення площини загального положення в площину рівня

Цим перетворенням користуються для визначення натуральної величини плоскої фігури, наприклад трикутника ABC (рис. 67,68). Спочатку від системи площин проєкцій Π_1 / Π_2 переходять до системи Π_1 / Π_4 , в якій площина трикутника ABC перпендикулярна до Π_4 ($X_1 \perp h_1$), і будують її

слід-проекцію Θ_4 ($\Delta A_4B_4C_4$). Потім систему проєкцій Π_1 / Π_4 перетворюють на систему Π_4 / Π_5 , в якій площина Π_5 є паралельною площині трикутника. Для цього проводять нову вісь проєкцій $X_2 \parallel \Theta_4$ ($\Delta A_4B_4C_4$).

Будують проєкції $A_5B_5C_5$ на площині Π_5 . Столчують побудовані проєкції точок прямими в трикутник, який і буде шуканою натуральною величиною оригіналу ABC .



$$1. h \in \Theta(\Delta ABQ); C \in h; 1 \in h$$

$$2. x \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow x_1 \frac{\Pi_1}{\Pi_4}; \Pi_4 \perp \Pi_1;$$

$$\Pi_4 \perp h; (x_1 \perp h_1); \Theta(\Theta_4) \perp \Pi_4;$$

$A_4C_4B_4$ - пряма -

слід-проекція площини Θ

$$3. x_1 \frac{\Pi_1}{\Pi_4} \rightarrow x_2 \frac{\Pi_4}{\Pi_5}; \Pi_5 \perp \Pi_4;$$

$$4. \Pi_5 \parallel \Theta(\Theta_4); x_2 \parallel \Theta_4;$$

$A_5B_5C_5$ - н.в. трикутника.

Рис.67

$$1. f \in \Theta(ABQ); A \in f; 1 \in f$$

$$2. x \frac{\Pi_1}{\Pi_2} \rightarrow x_1 \frac{\Pi_2}{\Pi_4}; \Pi_4 \perp f; \Pi_4 \perp \Pi_2;$$

$$(x_1 \perp f_2); \Theta(\Theta_4) \perp \Pi_4;$$

$A_4C_4B_4$ - пряма -

слід-проекція площини Θ

$$3. x_1 \frac{\Pi_2}{\Pi_4} \rightarrow x_2 \frac{\Pi_4}{\Pi_5}; \Pi_5 \perp \Pi_4;$$

$$\Pi_5 \parallel \Theta(\Theta_4); x_2 \parallel \Theta_4;$$

$A_5B_5C_5$ - н.в. трикутника.

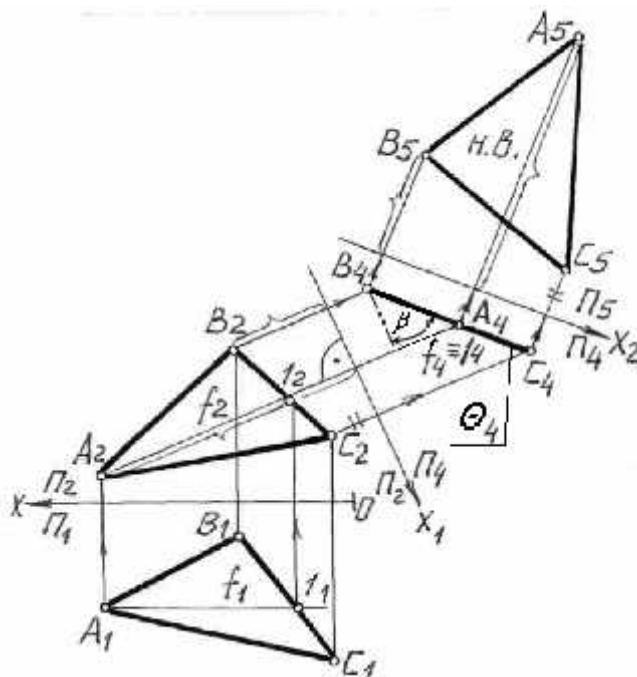


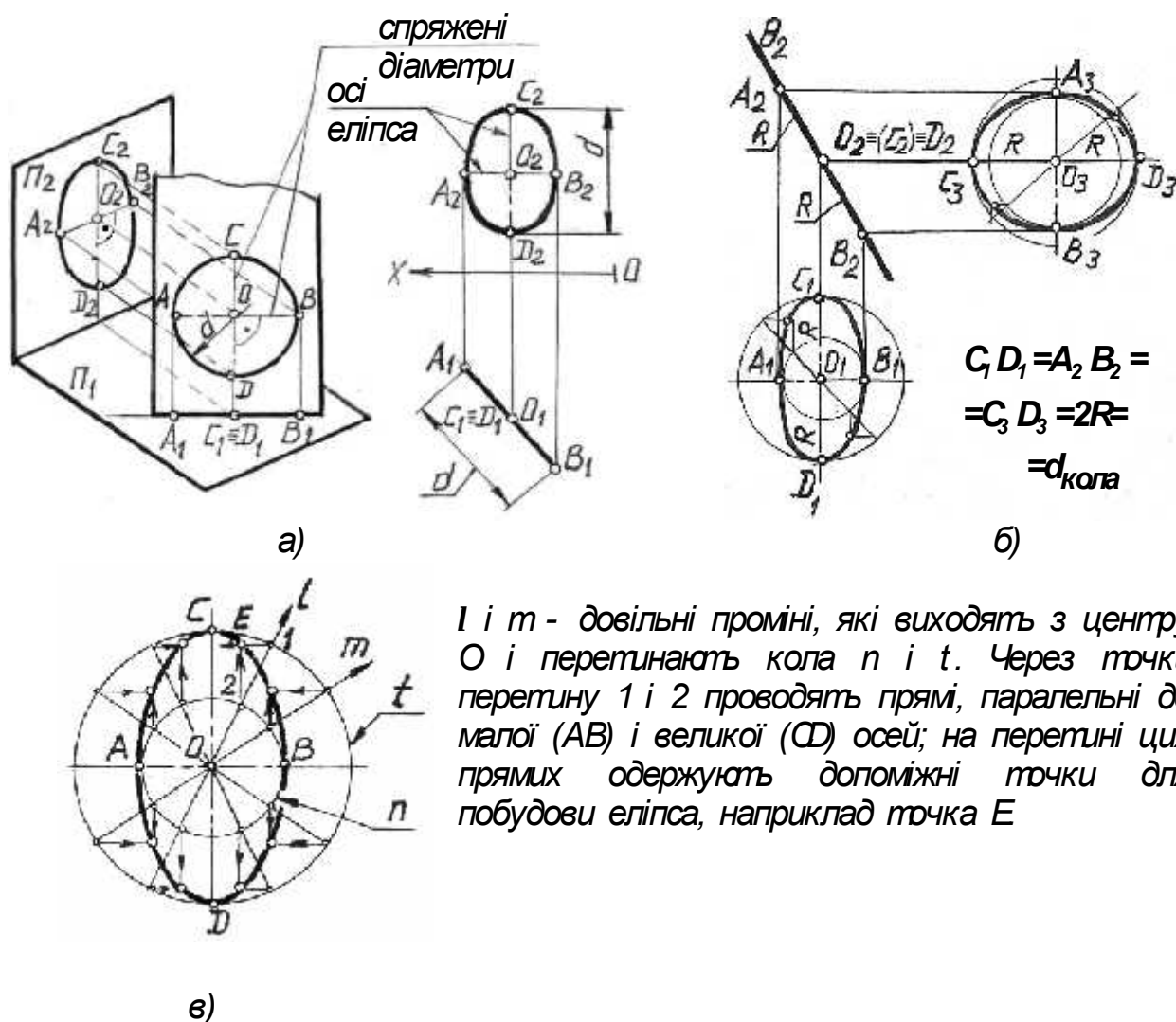
Рис.68

Проекціювання кола

Проекціями кола можуть бути коло, пряма, еліпс. Для побудови еліпса досить побудувати проекції двох взаємно перпендикулярних діаметрів кола, які називаються спряженими. Якщо коло лежить у проекційній площині, один з діаметрів (**AB**) вибирають паралельним, а другий (**CD**) – перпендикулярним тій площині проєкцій, до якої площина кола перпендикулярна. Тоді на другу площину проєкцій спряжені діаметри проєкціюються у вигляді осей еліпса (рис.69а). Велика вісь еліпса **C₂D₂** за розміром дорівнює діаметру **d** кола, а розмір малої осі **A₂B₂** визначається за проекційним зв'язком. Приклад побудови кола, що лежить у фронтально-проекційній площині на трьох площинах проєкцій, показано на рис. 69б. Побудова проміжних точок еліпса за розмірами його осей показана на рис. 69в.

Якщо коло лежить у площині загального положення, фронтальна проєкція великої осі еліпса паралельна фронтальній проєкції фронталі площини кола, а горизонтальна проєкція великої осі еліпса паралельна горизонтальній проєкції горизонталі цієї площини (див. зразок РГР-стор.80).

Приклад побудови кола, яке розташоване у проекційній площині

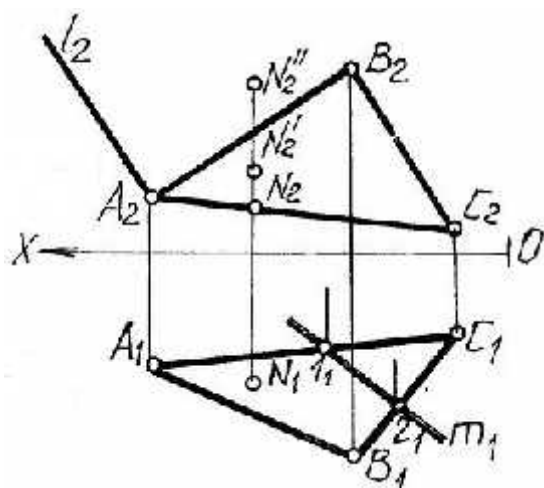


l і *m* – довільні промені, які виходять з центру *O* і перетинають кола *n* і *t*. Через точки перетину 1 і 2 проводять прямі, паралельні до малої (**AB**) і великої (**CD**) осей; на перетині цих прямих одержують допоміжні точки для побудови еліпса, наприклад точка **E**

Рис.69

ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

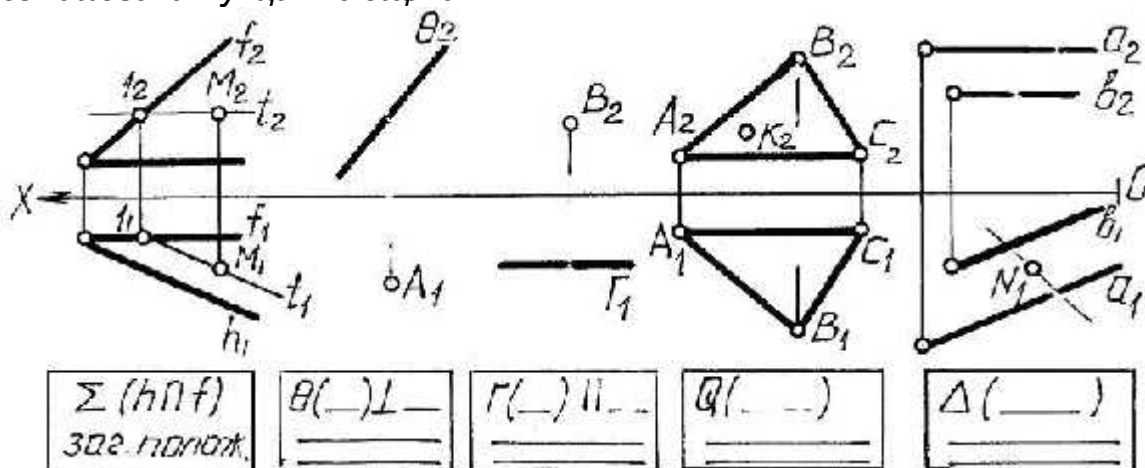
Задача 7



Побудуйте проєкції l_1 та m_2 прямих l і m які належать площині трикутника $\Delta(ABC)$. Врахуйте, що $l \parallel BC$. Визначте і запишіть, яка з показаних проєкцій (N_2 , N_2' , N_2'') відповідає фронтальній проєкції точки N , що належить площині $\Delta(ABC)$:

Задача 8

Запишіть визначники площин (Θ , Γ , Q , Δ), їх положення у просторі та їх назву. Побудуйте відсутні проєкції точок A , B , K , N розташованих у цих площинах.



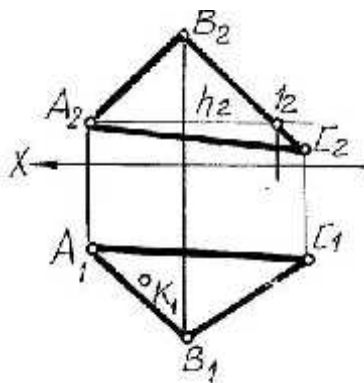
Задача 9

Виконайте перетворення площини трикутника ABC із загального положення в натуральну величину. Виміряйте і запишіть н.в. кутів ABC і α° :

$\angle ABC = \underline{\hspace{2cm}}$

$\alpha^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$

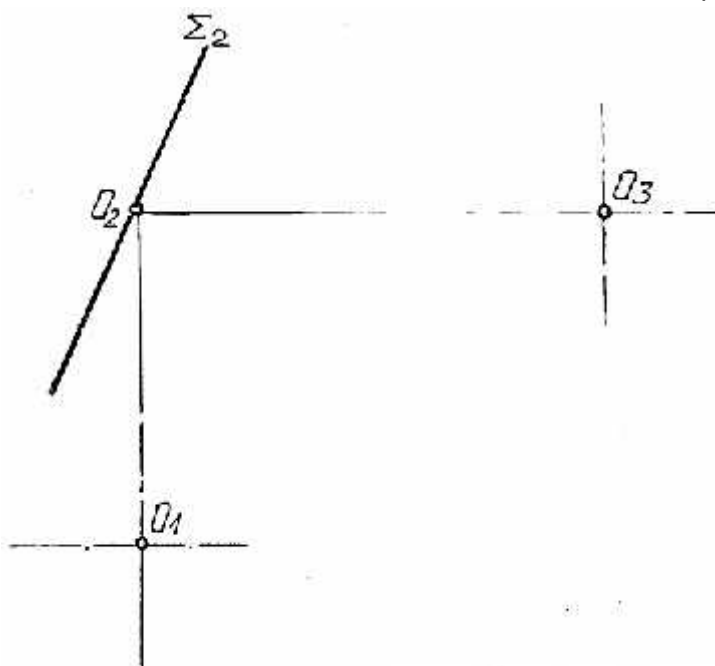
Побудуйте на всіх площинах проєкцій відсутні проєкції точки K , яка належить $\Delta(ABC)$.



АУДИТОРНІ ЗАВДАННЯ

Задача 10

Побудуйте проєкції кола з центром O , розташованого в площині $\Sigma(\Sigma_2)$. Діаметр кола 40 мм.

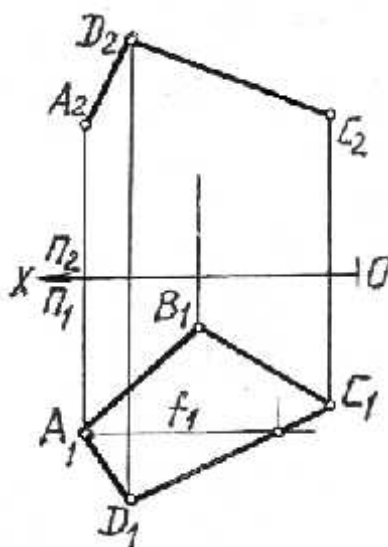


Задача 11

а) Побудуйте фронтальну проєкцію плоского чотирикутника $ABCD$ за допомогою його перетворення у проєкційну площину.

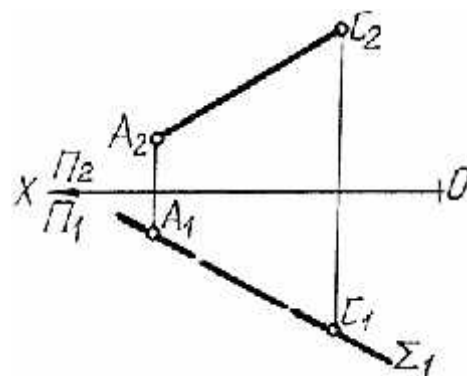
Позначте кут β .

б) Побудуйте н.в. чотирикутника.



Задача 12

Побудуйте проєкцію квадрата, розташованого в горизонтально-проєкційній пл. $\Sigma(\Sigma_1)$ за його діагоналлю AC



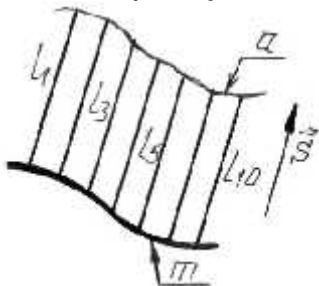
ПОВЕРХНІ

У нарисній геометрії використовують, головним чином, поверхні, утворені кінематичним способом.

При цьому способі поверхня розглядається як сукупність всіх послідовних положень деякої лінії, що переміщується в просторі за визначеним законом. Лінія при своєму русі може залишатися незмінною або безперервно змінюватися.

Визначник поверхні складається з двох частин: геометричної і алгоритмічної. Геометрична частина визначника – сукупність геометричних елементів (твірна l , напрямна m), які утворюють поверхню.

Алгоритмічна частина – це закон утворення поверхні, тобто рух l^i за напрямною m . Наприклад, циліндрична поверхня утворюється рухом l^i , які перетинають напрямну m і паралельні деякому напрямку $\bar{s}$.



Геометрично

(a – лінія зрізу поверхні)

$$l^i \cap m \quad l^i \parallel \bar{s}$$

Алгоритмічно

Зображення поверхні рекомендується виконувати в такій послідовності:

- зобразити напрямні елементи (рис. 70);
- зобразити обрисні твірні поверхні (рис. 71)

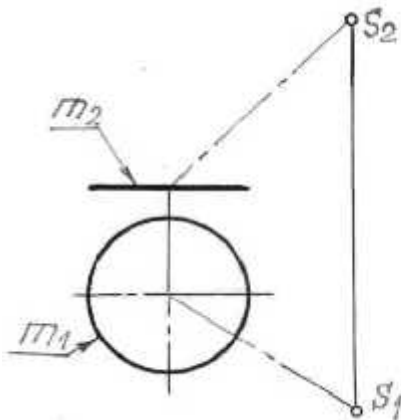


Рис. 70

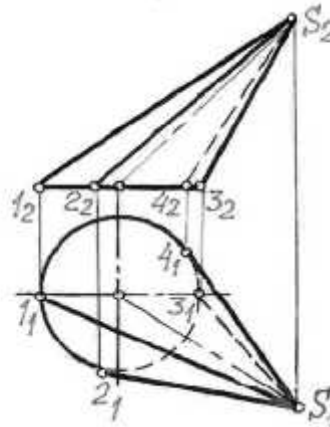
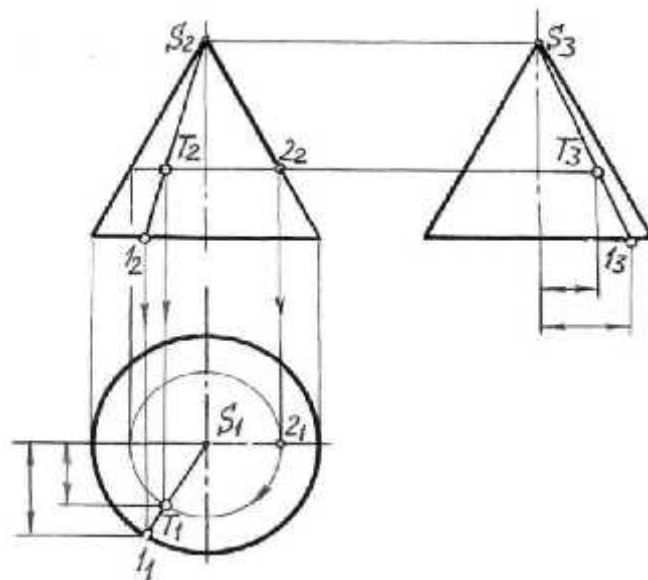
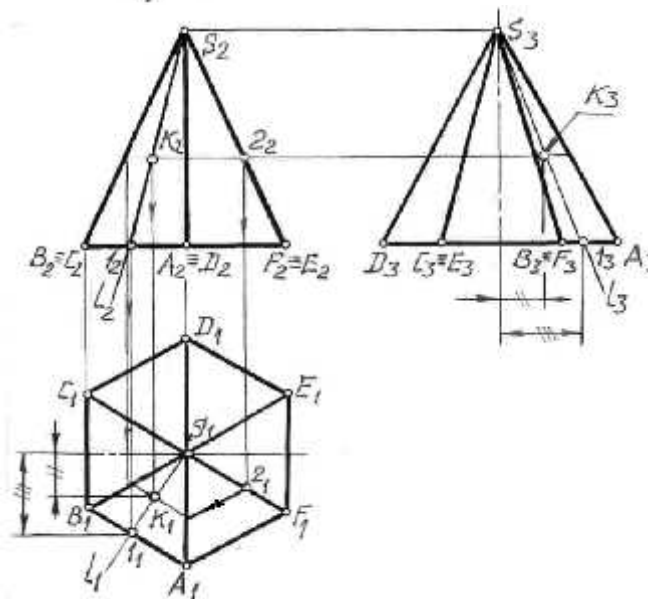


Рис. 71

Правило належності точки до поверхні: точка належить поверхні, якщо її проєкції лежать на однойменних проєкціях лінії, яка належить поверхні (рис. 72,а: точка $T \in lS$; рис. 72,б: точка $K \in l$ або $K \in S1$).



а)



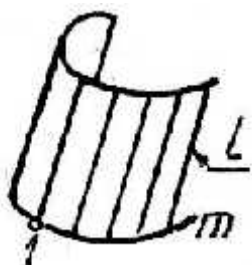
б)

Рис. 72

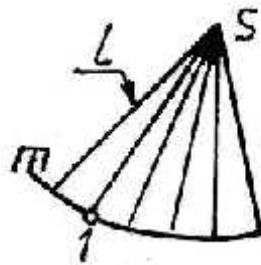
Деякі класи поверхонь

Лінійчасті поверхні можуть бути утворені рухом прямої лінії у просторі за певним законом. Лінійчасті поверхні, у яких твірні паралельні (рис. 73,а) або перетинаються (рис. 73,б), або є дотичними до будь-якої просторової кривої (рис. 73,в), є розгортними.

а) Циліндрична



б) Конічна



в) Торсична

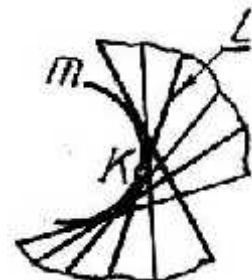
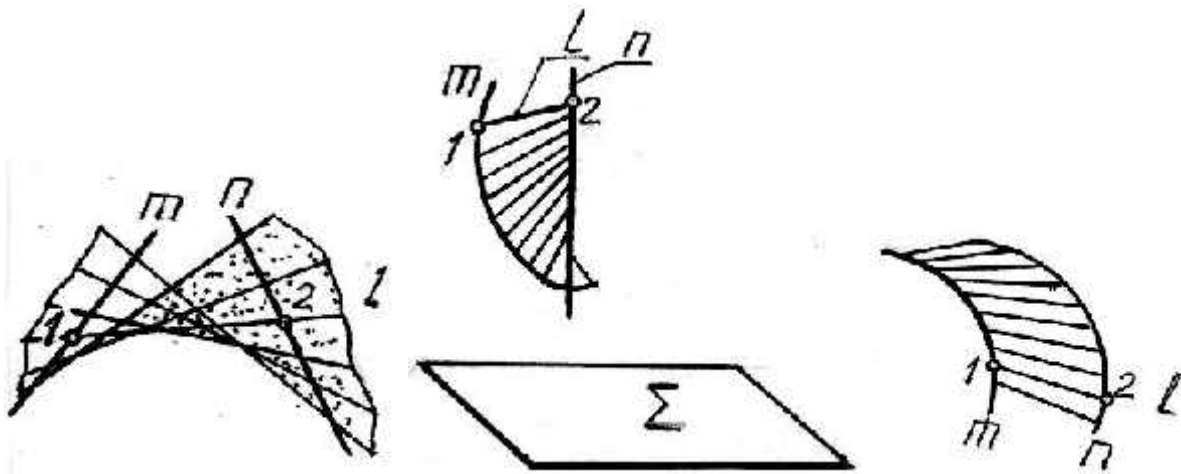


Рис.73

Всі криві нелінійчасті поверхні, а також лінійчасті поверхні, які не можуть бути розгорнутими (наприклад, поверхні з площиною паралелізму), називаються нерозгортаємими (рис. 74).



Коса площина

Конусоїд

Циліндроїд

L – пряма в усіх своїх положеннях паралельна площині Σ (площині паралелізму) і перетинає m і n

Рис.74

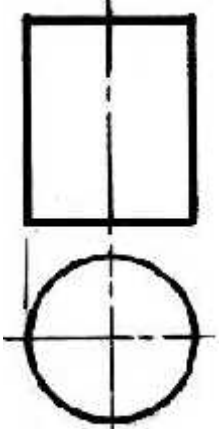
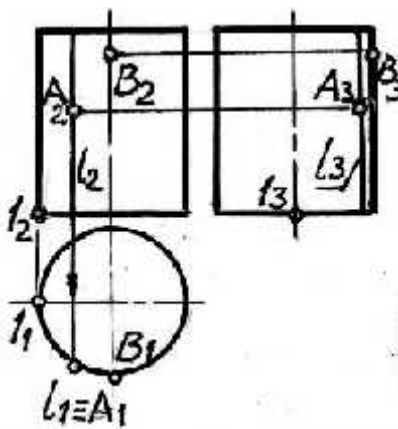
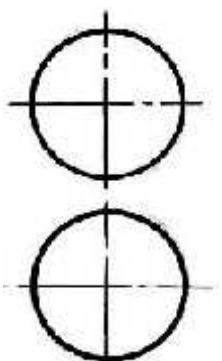
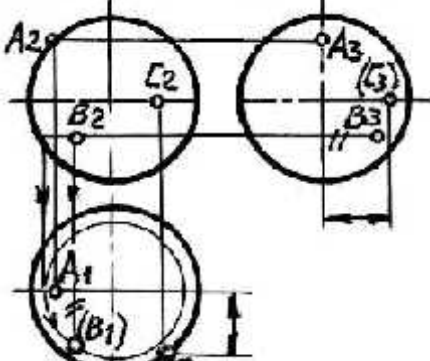
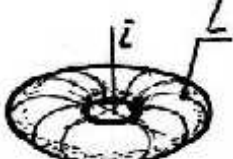
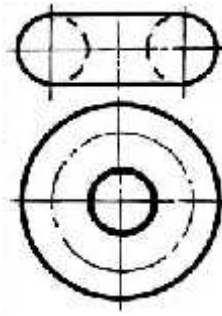
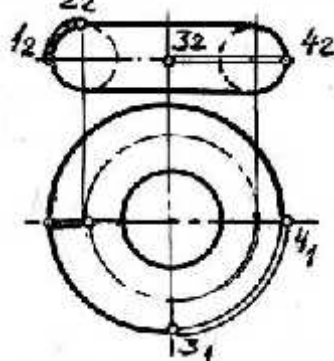
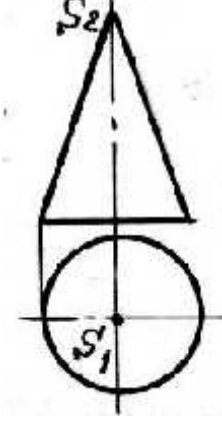
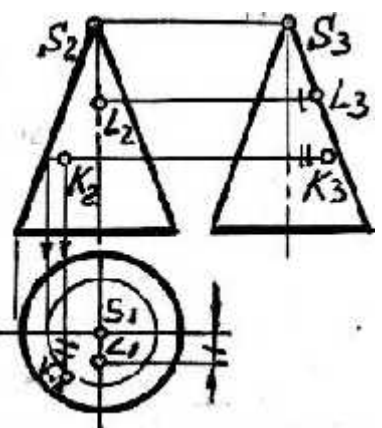
Поверхні обертання можуть бути утворені рухом обертання довільної лінії (твірної) навколо осі обертання. В залежності від типу твірної та її положення відносно осі обертання можна отримати такі поверхні:

- а) твірна – пряма лінія, паралельна до осі обертання – циліндр обертання,
- б) твірна – пряма лінія, що перетинає вісь обертання – конус обертання,
- в) твірна – пряма лінія, мимобіжна до осі обертання – гіперболоїд обертання,
- г) твірна – коло, центр якого лежить на осі обертання – сферична поверхня,
- д) твірна – коло, центр якого не лежить на осі обертання – тороїдальна поверхня і тд.

Поверхні гвинтові – утворюються при гвинтовому русі твірної навколо осі.

Приклади деяких поверхонь обертання наведені в таблиці 2.

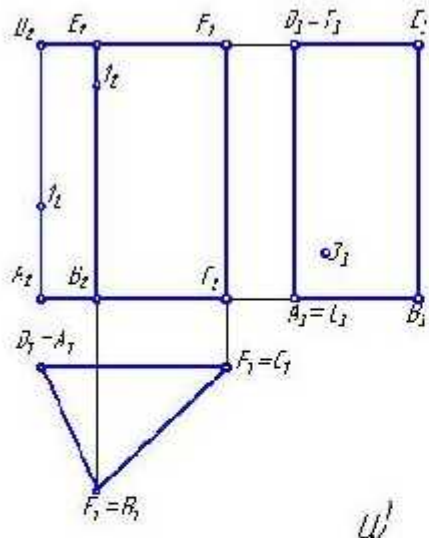
Таблиця 2.

Назва і наочне зображення. Визначник поверхні.	Зображення обрису поверхні	Побудова точок на поверхні	Приклади використання поверхні в техніці
Циліндр обертання $\Sigma(l, i)$ i – вісь обертання $l \parallel i$ 			Вали, осі, втулки, пружини, трубо- проводи, тошр.
Сфера $\Theta(M, O, R)$ $MO=R$ 			Кульки у підшипниках, рукоятки, тошр
Тор i – вісь обертання l - коло 			Кільця ланцюга, шини, камери коліс, обриси маховиків
Конус обертання $\Delta(l, i)$ i – вісь обертання $l \cap i$ 			Центри токарних верстатів, пробки, фаски, тошр

ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

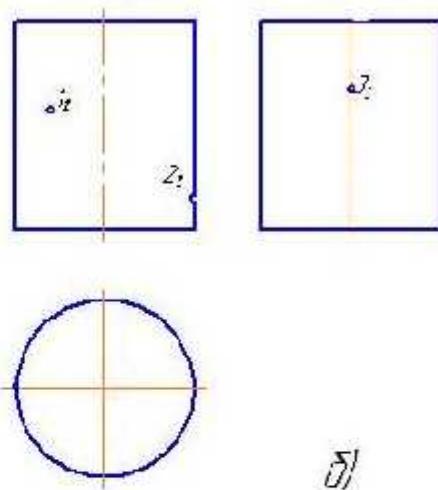
Задача 13

Побудуйте відсутні проекції точок, які належать заданим поверхням (а, б, в, г, д). Точки вважати видимими на тих зображеннях, де задані їхні проекції. Запишіть назву кожної поверхні.



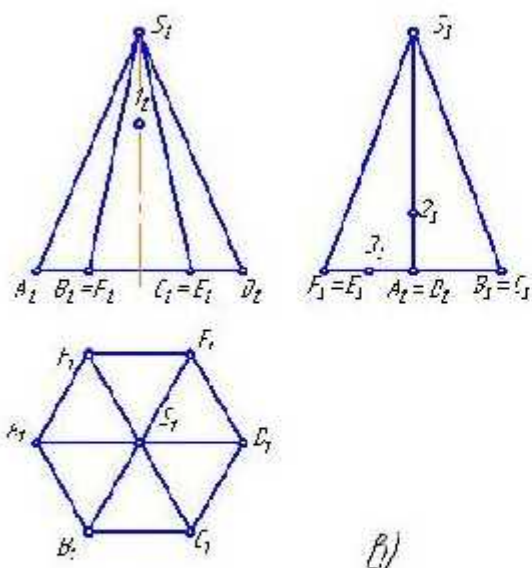
а)

Назва поверхні



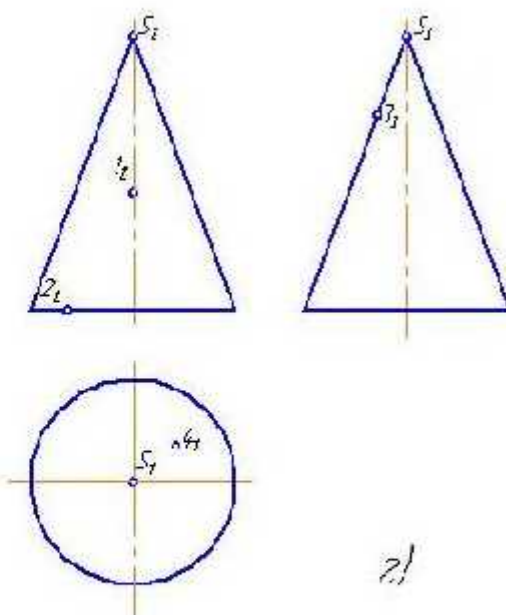
б)

Назва поверхні



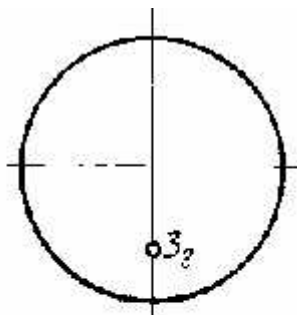
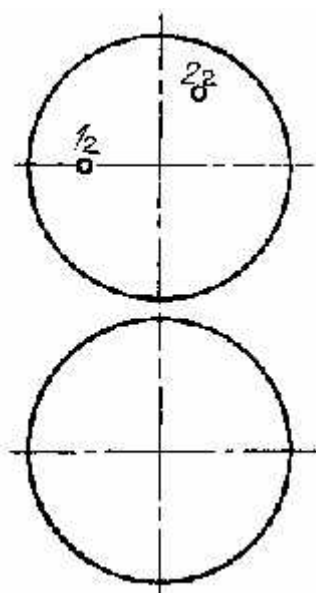
в)

Назва поверхні



г)

Назва поверхні



д)

Назва поверхні

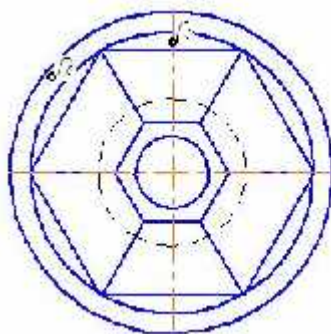
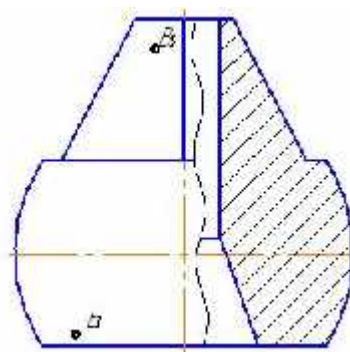
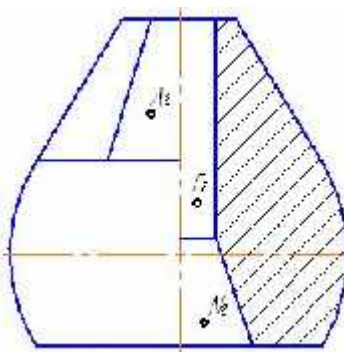
АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 14

а) Побудуйте відсутні проєкції точок. Точки вважати видимими на тих зображеннях, де задані їхні проєкції.

б) Запишіть, які точки розташовані вище точки А:

в) яка точка розташована найвіддаленіше відносно спостерігача? _____
яка – найближче? _____



АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

АксонOMETричні проекції дозволяють одержати більш наочне зображення предмета ніж його зображення в системі ортогональних проекцій.

Суть аксонометричного проєкціювання полягає в тому, щр предмет разом із системою ортогональних координат, до якої він віднесений, паралельно проєкціюєть на вибрану площину Π аксонометричних проекцій.

Напрямок проєкціювання не співпадає за напрямком із жодною з осей координат

На рис. 75 дано схему проєкціювання точки A на площину Π . Напрямок проєкціювання показаний стрілкою S . Осі OX, OY, OZ ортогональної системи координат проєкціюєть на Π в осі аксонометричної системи $O'X', O'Y', O'Z'$. Точка A' - аксонометрична проєкція точки A , точка A_1 - вторинна проєкція точки A . Залежно від напрямку проєкціювання відрізки $O'A'_x=X', O'A'_y=Y', O'A'_z=Z'$ на аксонометричних осях будуть менші або більші натуральних відрізків $OA_x=X, OA_y=Y, OA_z=Z$.

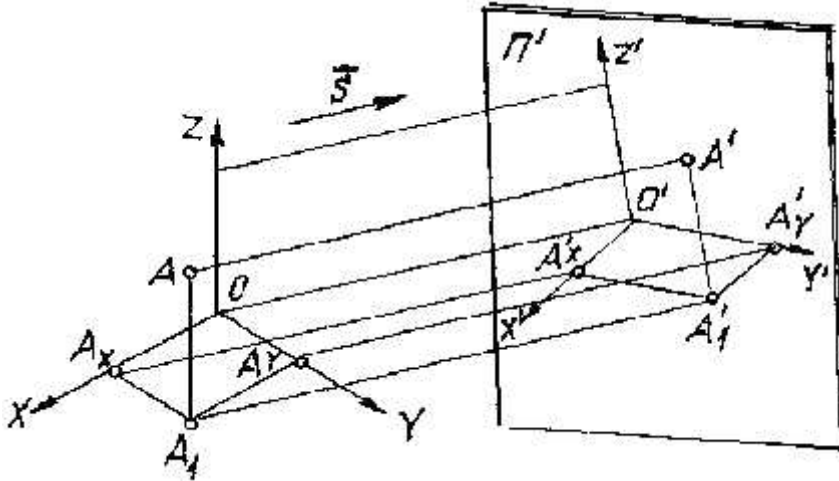


Рис.75

Відношення довжини аксонометричної проєкції відрізка координатної осі до довжини самого відрізка цієї осі називається коефіцієнтом (показником) спотворення.

$$\frac{O'A'_x}{OA_x} = \frac{X'}{X} = u \quad \frac{O'A'_y}{OA_y} = \frac{Y'}{Y} = v \quad \frac{O'A'_z}{OA_z} = \frac{Z'}{Z} = w$$

Отже, аксонометричні координати точки обчислюєть за формулами: $X'=Xu, Y'=Yv, Z'=Zw$, де X, Y, Z – ортогональні координати точки. Якщо напрямок S проєкціювання перпендикулярний до площини Π , то аксонометрична проєкція називаєтья прямокутною в іншому разі – косокутною. Показники спотворення зв'язані співвідношеннями:

в прямокутній аксонометрії – $u^2+v^2+w^2=2$;

в косокутній аксонометрії – $u^2+v^2+w^2=2+ctg^2\varphi$; де φ – кут між напрямком проєкціювання і площиною проєкцій Π .

Стандартом (ГОСТ 2.317-68, дата останньої зміни - 2006р.) передбачено використання п'яти видів аксонометрії.

В темі будемо розглядати прямокутну ізометрію

Прямокутна ізометрія.

В прямокутній ізометрії коефіцієнти спотворення по всіх трьох осях однакові: $u=v=w$. Підставляючи ці коефіцієнти в формулу $u^2+v^2+w^2=2$, одержимо точні або теоретичні показники спотворення $u=v=w=0,82$.

Отже,
 $x'=0,82x$,
 $y'=0,82y$,
 $z'=0,82z$.

Для спрощення побудов в ізометрії не використовують теоретичні коефіцієнти спотворення (0,82), а користуються коефіцієнтами спотворення, які дорівнюють одиниці. Їх називають **приведеними**: $u=v=w=1$. В результаті одержують дешир збільшене зображення, шр не псує наочності. Це збільшення становить $1/0,82=1,22$ рази. На рис.76 показано розташування осей у прямокутній ізометрії.

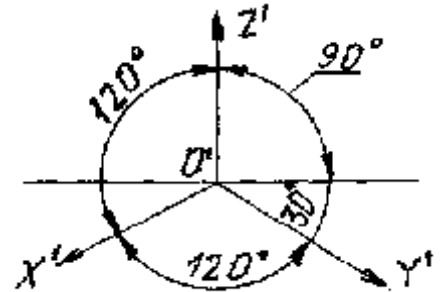


Рис.76

Зображення точки, прямої, трикутника в прямокутній ізометрії показані на рис. 77-79. Побудова куба - на рис.80.

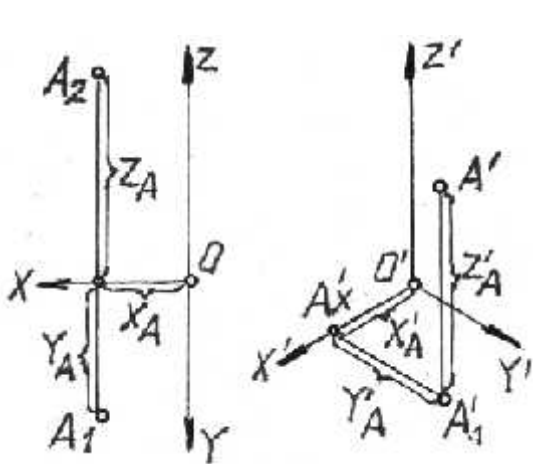


Рис.77

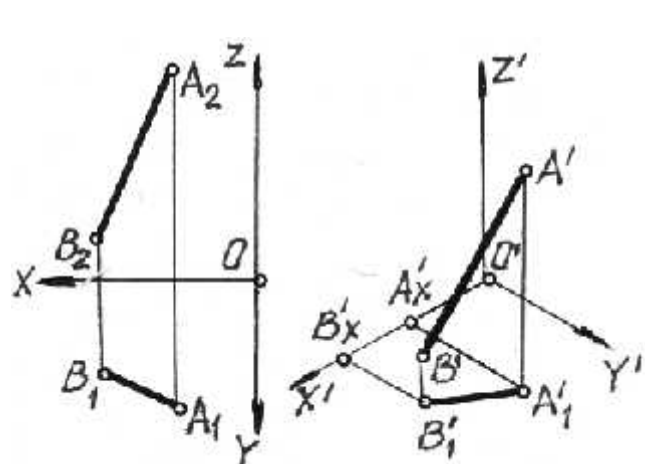


Рис.78

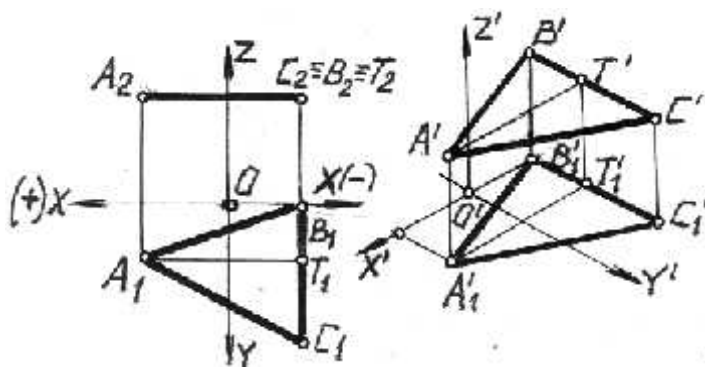


Рис.79

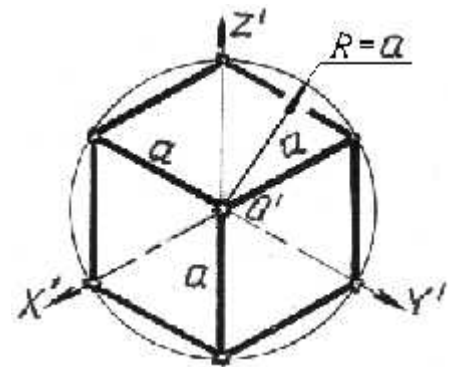


Рис.80

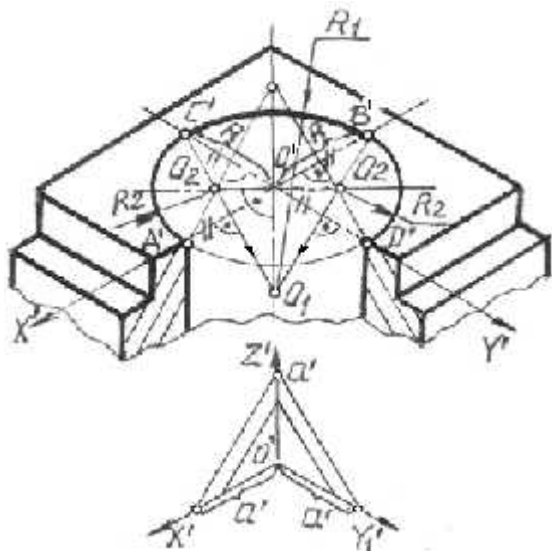
Зображення кола в прямокутній ізометрії

Приклад побудови овалу
в площині $X'OY'$

$$OA' = OB' = R$$

$$OC = OD = R$$

R – радіус кола,
розтшованого в
площині XOY

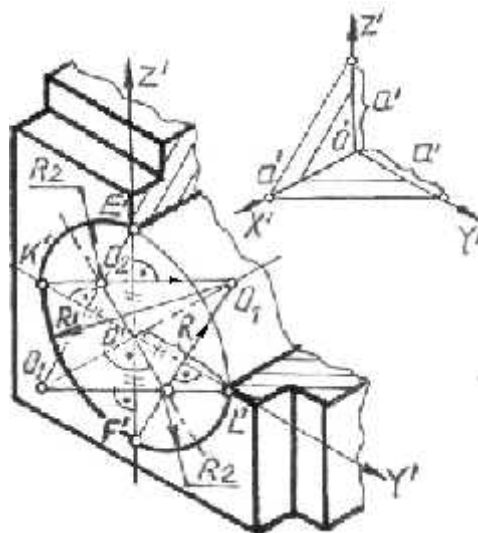


Приклад побудови овалу
в площині $Y'OZ'$

$$OE = OF = R$$

$$OK' = OL' = R$$

R – радіус кола,
розтшованого в
площині YOZ

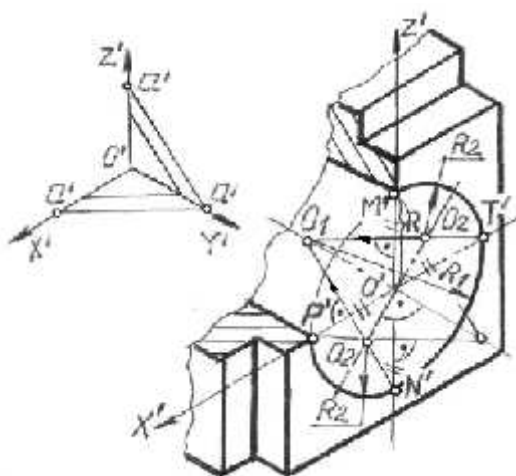


Приклад побудови овалу
в площині $X'OZ'$

$$OP' = OT' = R$$

$$OM = ON = R$$

R – радіус кола,
розтшованого в
площині XOZ



На рис.48 показані приклади штрихування в прямокутній ізометрії.

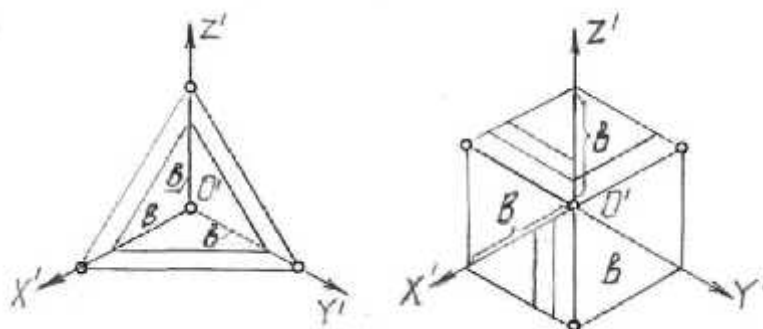


Рис.81

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 15.

Дано: комплексний рисунок піраміди.

Побудуйте аксонометричне зображення піраміди в прямокутній ізометрії.

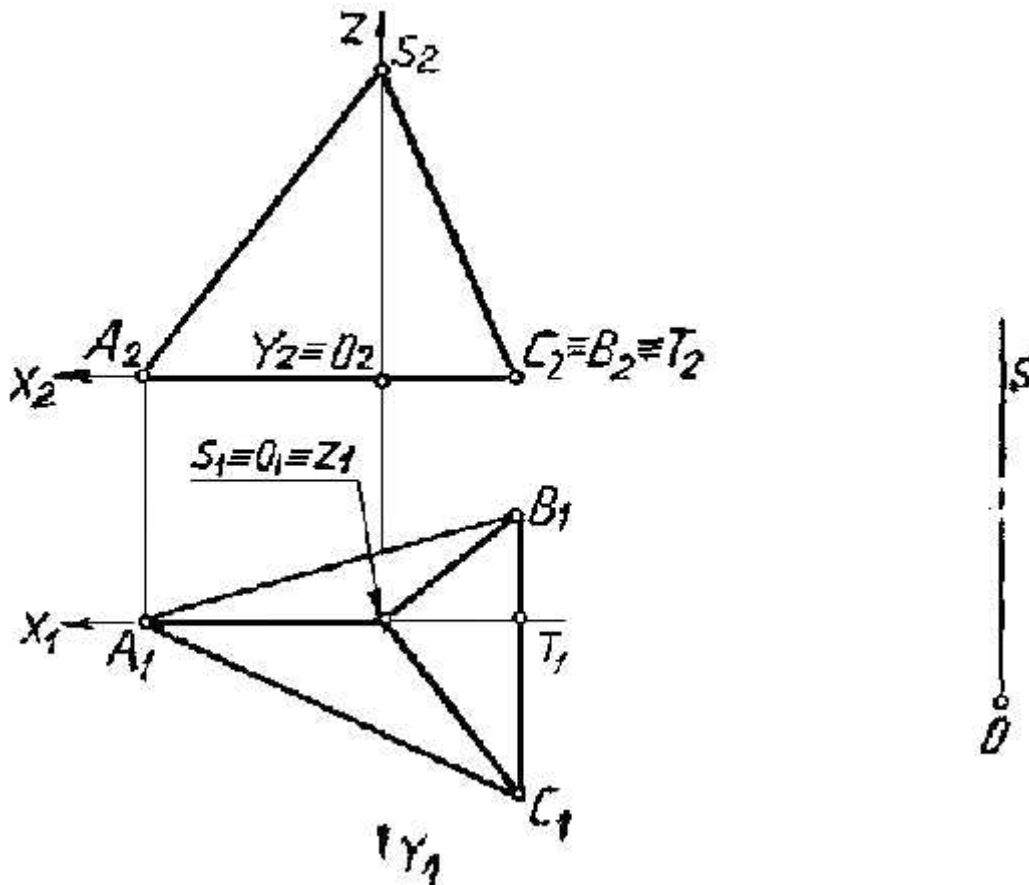
Коефіцієнти спотворення взяти приведені, запишіть їх:

_____ = _____ = _____ = _____.

Запишіть координати точки T: X=_____

Y=_____

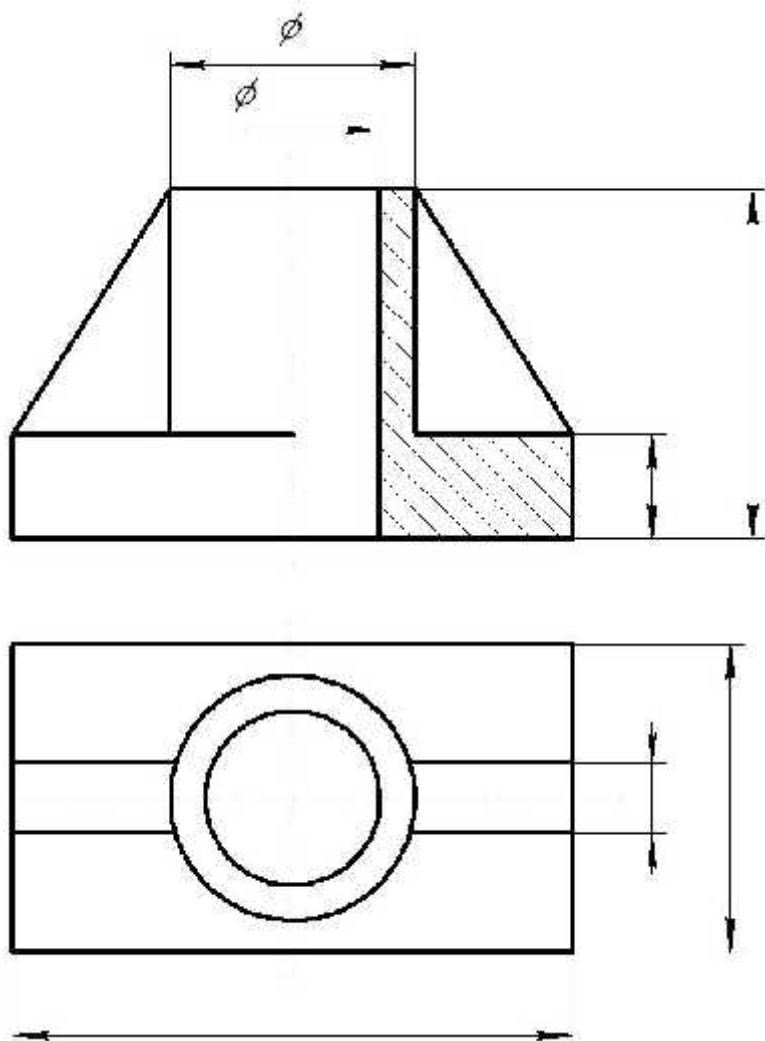
Z=_____



АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 16.

Дано: рисунок моделі. Побудуйте аксонометричний рисунок моделі в прямокутній ізометрії.

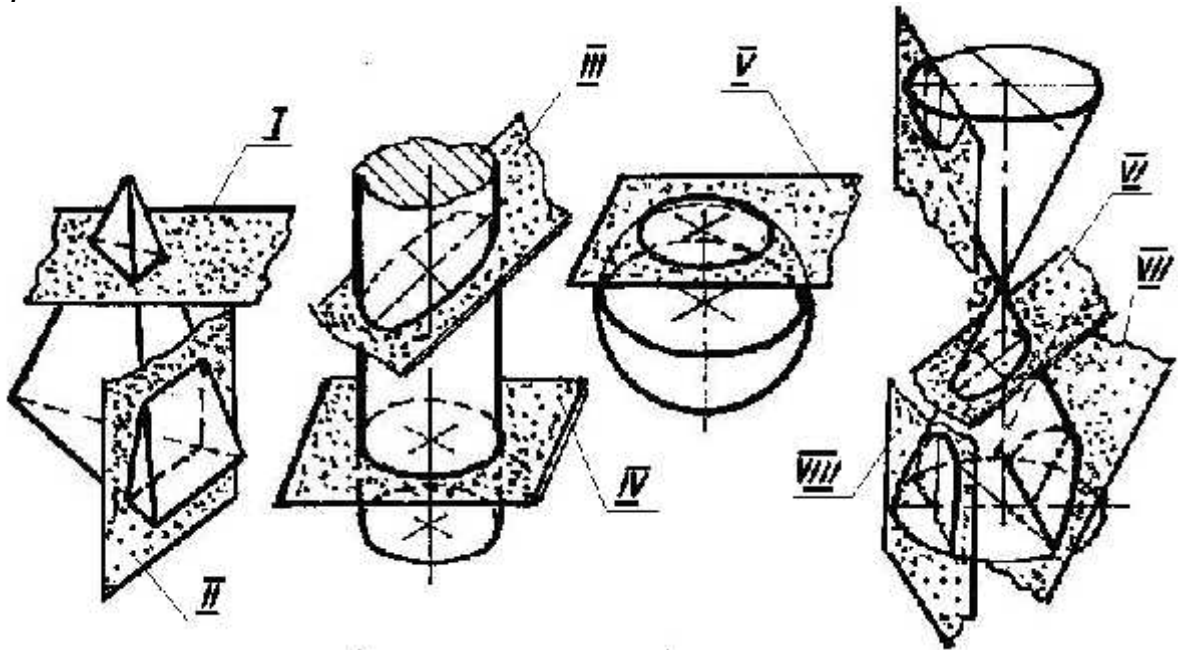


ПЕРЕТИН ТІЛ ПЛОЩИНОЮ ПОБУДОВА РОЗГОРТОК

Перетин поверхні площиною Побудова розгортки

Перетин поверхні з площиною визначає плоску лінію (лінію перерізу), форма якої залежить від форми і взаємного положення січної площини і поверхні (рис.82).

Розглянемо кілька прикладів, в яких задана січна площина є площиною окремого положення.



I – трикутник, II – чотирикутник, III – еліпс, IV – коло, V – коло, VI – еліпс, VII – парабола, VIII – гіпербола.

Рис.82

Алгоритм рішення задачі:

1. Визначити форму лінії перерізу.
2. Визначити форму проєкцій лінії перерізу на всіх площинах проєкцій, на яких за умовою будуються зображення.
3. На проєкції перерізу, яка зображується прямою лінією, що співпадає зі слідом-проєкцією січної площини, позначити проєкції характерних точок шуканої лінії:
 - а) точки, які проєкціюються на контури проєкцій поверхні;
 - б) точки, за якими можна побудувати графічним прийомом всю лінію (рис. 82, 83, 84):
 - для еліпса – кінці спряжених діаметрів, для параболи і гіперболи – вершини і кінці найбільшої хорди; для багатокутника – його вершини.
4. Побудувати відсутні проєкції характерних точок на рисунку.
5. Побудувати проміжні точки перерізу і з'єднати усі точки з урахуванням видимості.

Межами видимості перерізу на проєкціях є точки, які проєкціюються на обрисні твірні проєкцій поверхонь.

Приклад 1. Побудувати лінію перетину сфери площиною окремого положення (рис.83).

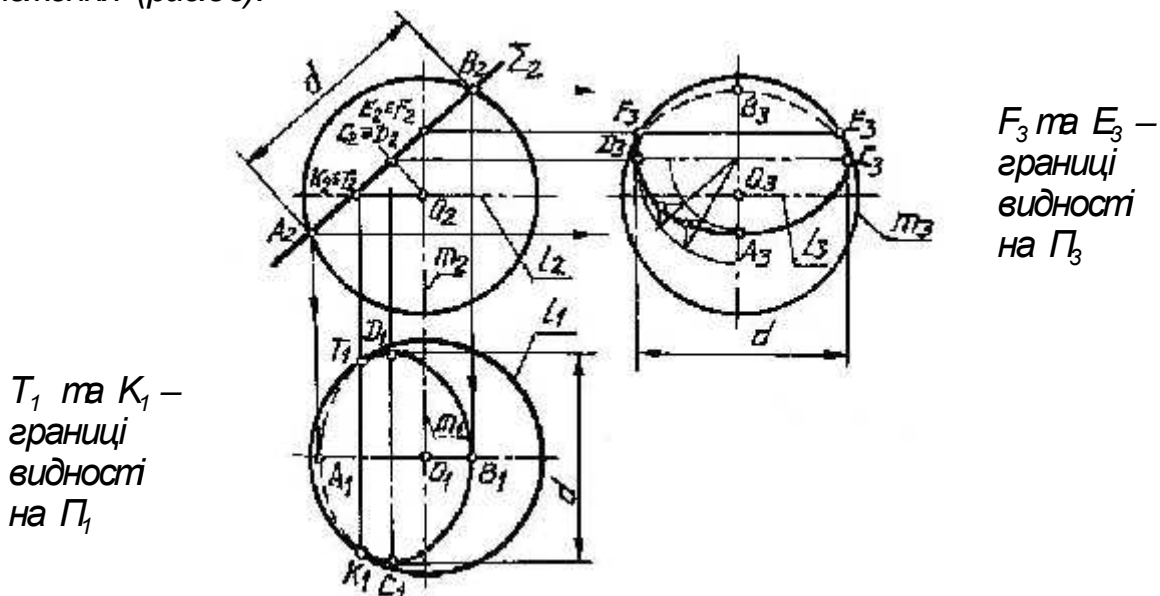


Рис.83

Переріз – коло діаметра d . Проекція кола на площину Π_2 – пряма лінія, яка співпадає зі слідом-проекцією Σ_2 площини Σ , проекції кола на площини Π_1 і Π_3 – еліпси. Велика вісь кожного з них дорівнює діаметру перерізу d , а величину малої осі визначають за проекційним зв'язком. На профільній проекції показано побудову проміжних точок еліпса за його осями.

Приклад 2. Побудувати лінію перетину конуса площиною окремого положення. Переріз – еліпс з осями AB і CD (рис. 84).

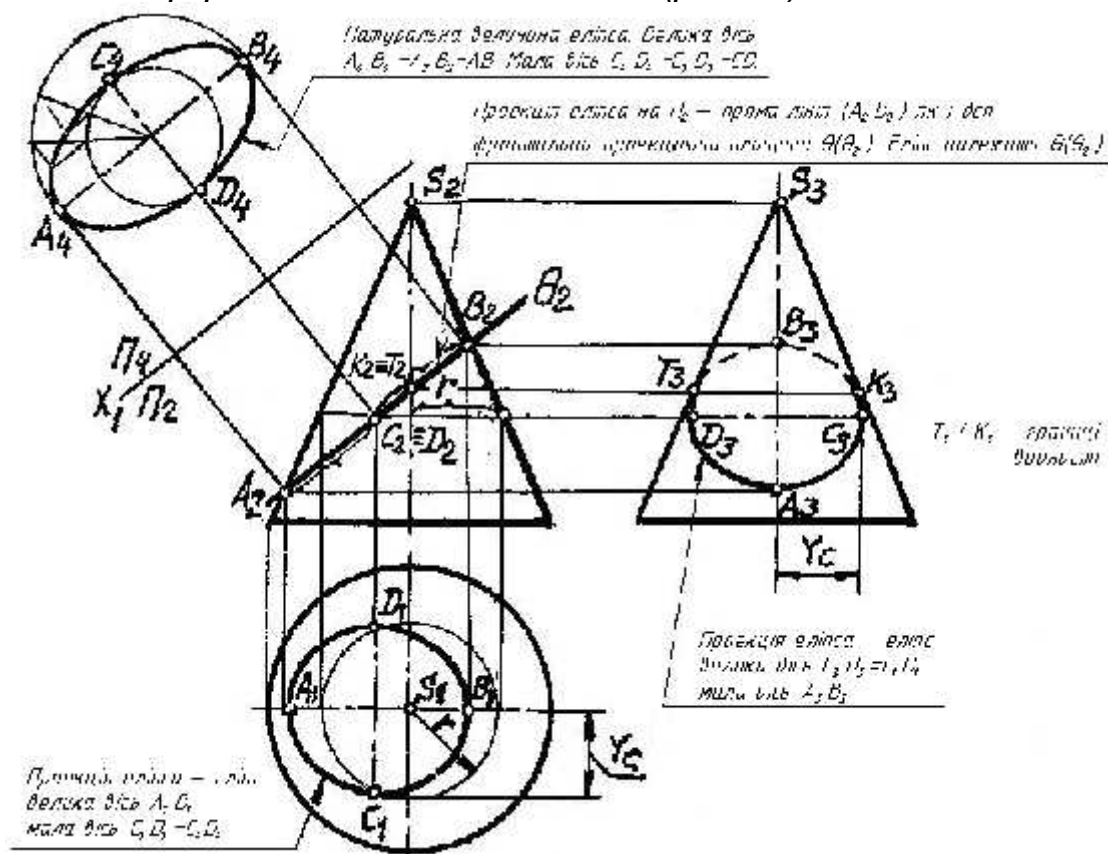


Рис.84

Розгортки поверхонь

Уявляючи поверхню у вигляді гнучкої, але нерозтяжної плівки, можна говорити про таке перетворення поверхні, при якому поверхня сполучається з площиною без складок і розривів. Такі поверхні називаються поверхнями, що розгортаються: циліндричні, конічні, торсові.

Приклади побудови розгортки (методом розкатки поверхні по площині) надані на рис.85, 86.

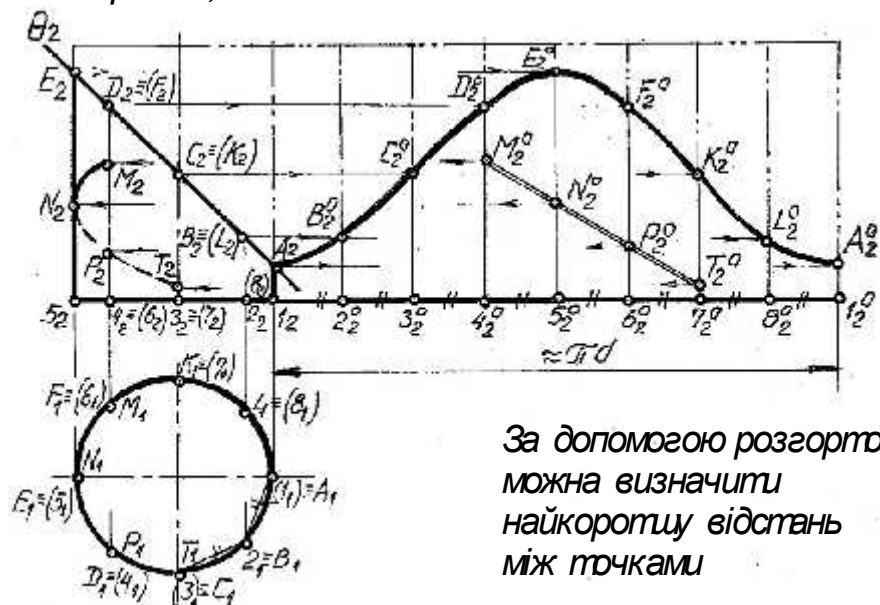


Рис. 85

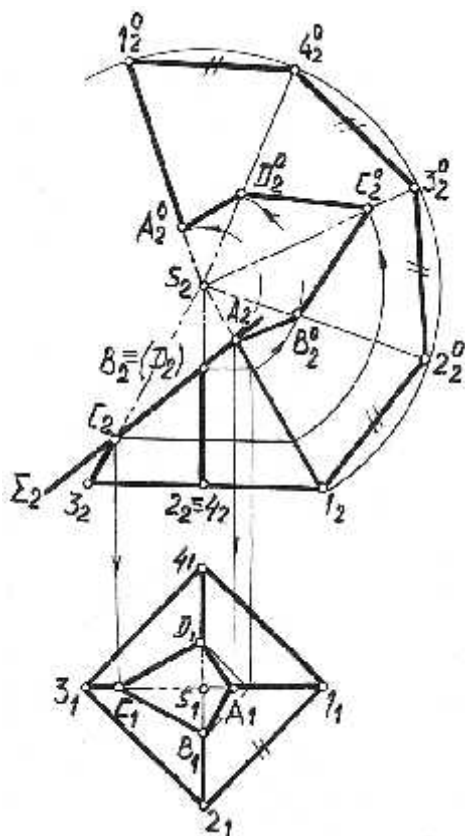
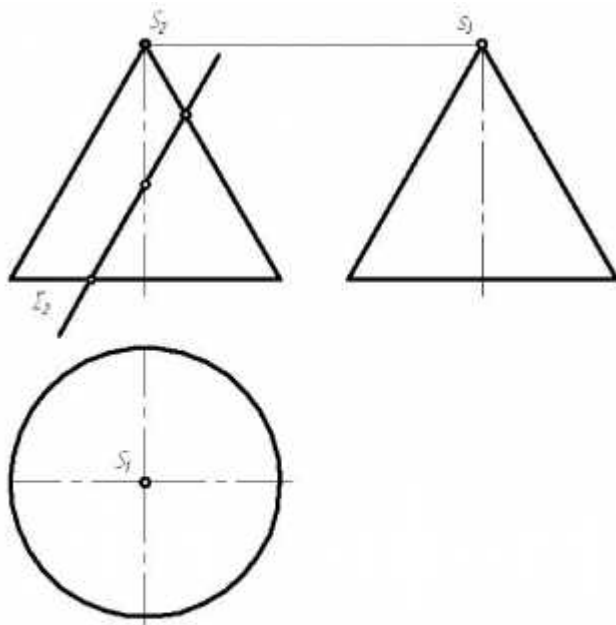


Рис. 86

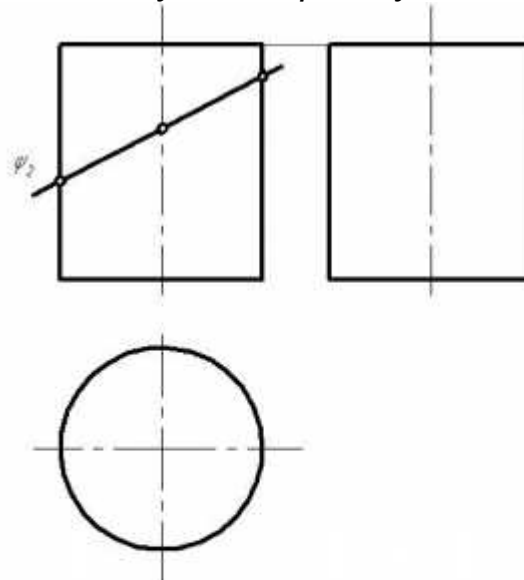
ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

Задача 17

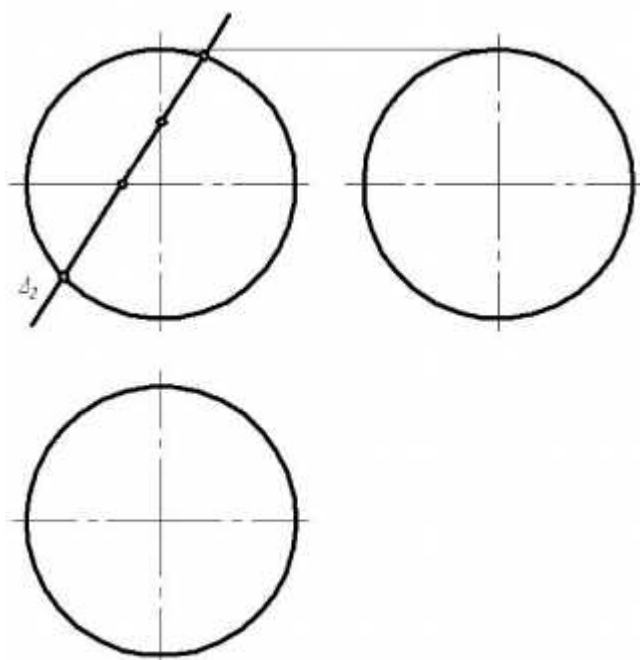
Побудуйте проєкції лінії перетину заданих поверхонь площинами окремого положення. Визначте видність. Запишіть назву лінії перетину.



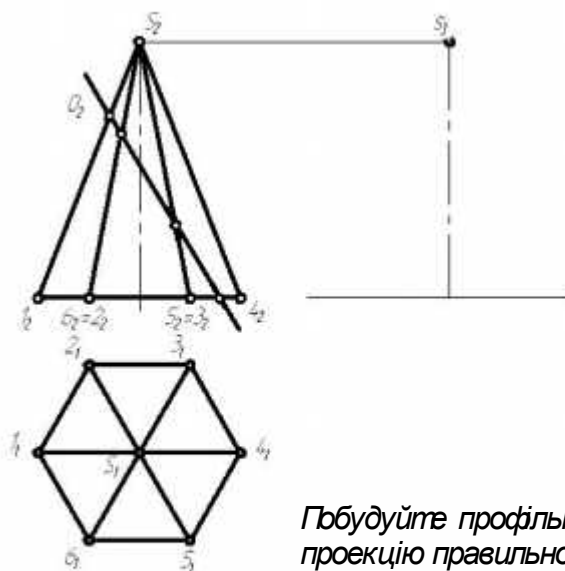
Назва лінії перетину



Назва лінії перетину



Назва лінії перетину



Назва лінії перетину

Побудуйте профільну проєкцію правильної шестигранної піраміди

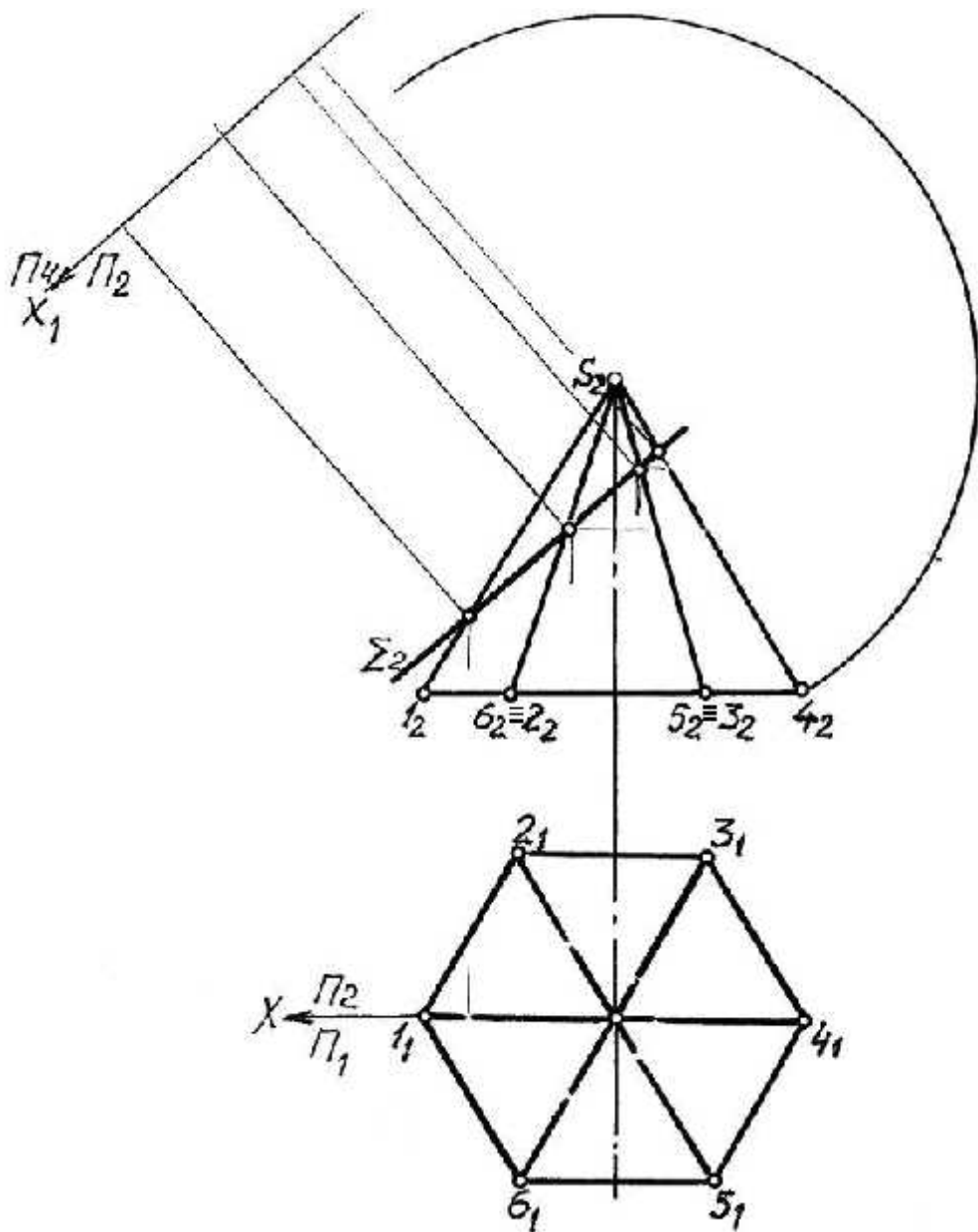
АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 18

Побудуйте лінію перерізу правильної шестигранної піраміди фронтально-проекційною площиною $\Sigma(\Sigma_2)$.

Виконайте розгортку піраміди з нанесенням на ній лінії перерізу.

Побудуйте натуральну величину фігури перерізу методом заміни площин проєкцій.



ЗОБРАЖЕННЯ ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ

(ГОСТ 2.305-68, дата останньої зміни - 2000р.)

Видом називають зображення, що звернуте до спостерігача, видимої частини поверхні предмету. Основних виглядів шість (рис. 87):

- 1 – вид спереду або головний вид;
- 2 – вид зверху;
- 3 – вид зліва;
- 4 – вид справа;
- 5 – вид знизу;
- 6 – вид ззаду.

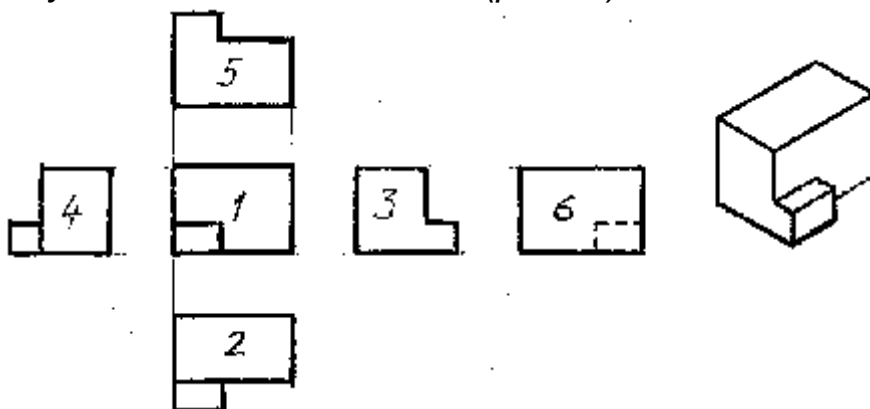


Рис.87

Головним називають зображення, яке дає найбільш повну уяву про форму і розміри виробу, тобто містить найбільшу інформацію. Тоді за іншими зображеннями буде легше зрозуміти окремі елементи виробу, не розкриті на головному виді. Види розташовують у проекційних зв'язках один відносно другого (рис.88).

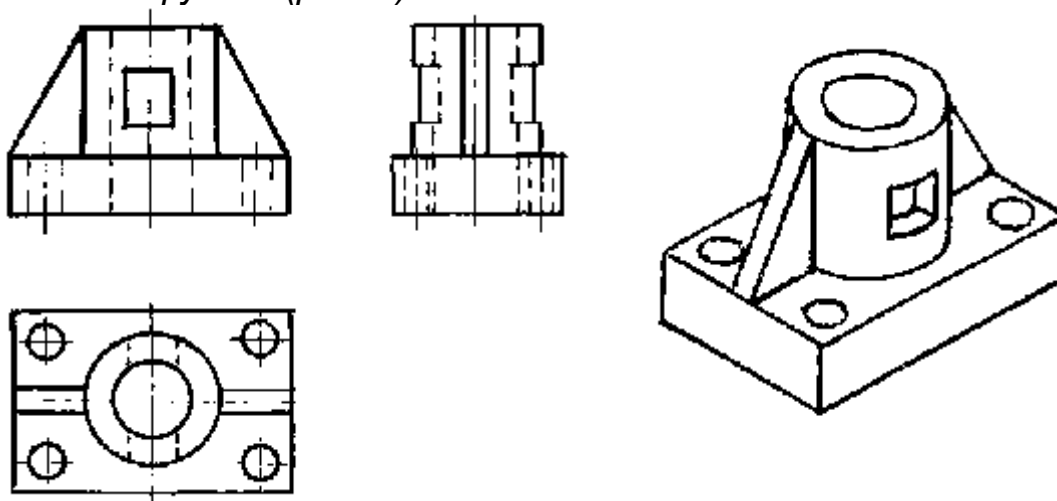


Рис.88

При порушенні проекційних зв'язків позначається напрям погляду на зміщене зображення. (рис.89)

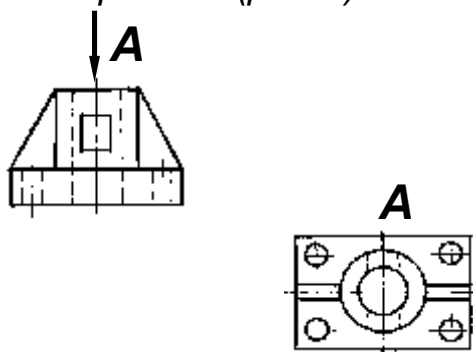
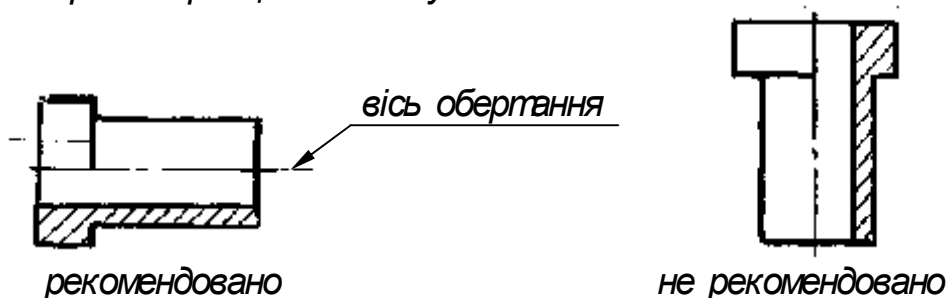


Рис.89.

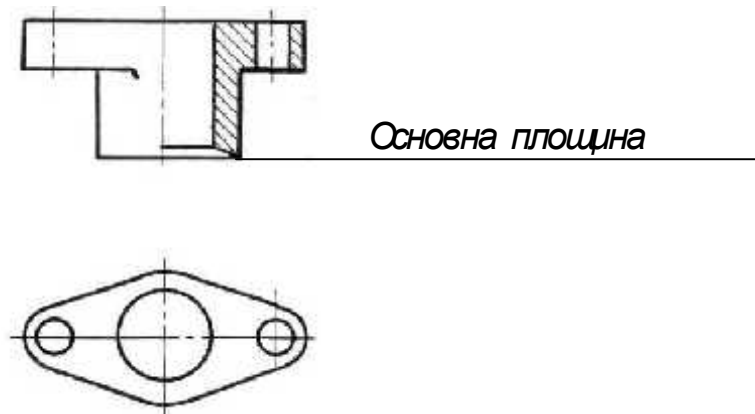
Для зручності читання кресленика головне зображення, як правило, повинно відповідати розташуванню виробу при виконанні основної операції технологічного процесу його виготовлення чи зборки, а розташування виробів, що мають явно виражений верх чи низ (станина станка, корпус редуктора, стіл, транспортні засоби та інші) повинно відповідати їх нормальному положенню в експлуатації.

Розглянемо головне зображення на креслениках типових деталей:

1. Деталі, що мають форму тіла обертання, зазвичай зображуються горизонтально, тобто вісь обертання паралельна до основного напису кресленика. Таке зображення зумовлено положенням деталі при її обробці на станку.



2. Корпуси, фланці, кришки і інші подібні деталі, виготовлені литтям з наступною механічною обробкою (фрезування, стругання тощо) прийнято зображувати, щоб основна оброблена площа деталі (зазвичай привалкова) розташовувалась горизонтально відносно основного напису кресленика.



3. Плоскі деталі з листового матеріалу зображують на креслениках таким чином, щоб вісь симетрії була горизонтальною чи вертикальною (див. завд. "Вступ до інженерної графіки" – стор.79).

Окрім основних шести видів бувають додаткові (отримані шляхом проєкціювання на додаткову площину, не паралельну до основних) (рис.90) і місцеві (зображення окремої, обмеженої частини поверхні предмета) (рис.91).

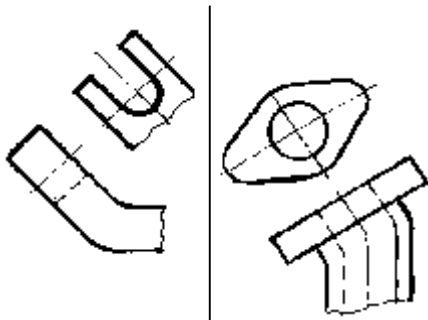


Рис.90

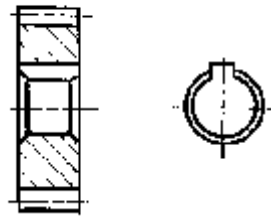


Рис.91

Розрізом називають зображення, уявно розітнуте однією (простий розріз) чи декількома (складний розріз) січними площинами. В розрізі показують те, що розташовується в січній площині, і те, що видно за нею.

Те, що знаходиться в січній площині (тобто безпосередньо в перерізі), заштриховують на всіх проекціях, окрім ребер жорсткості, які у продовжному розрізі (вздовж довжини або висоти) не заштриховують.

Штриховка під кутом 45° . Суміщують вид і розріз при симетричних деталях, при цьому розріз частіше розташовують праворуч вертикальної осі (на головному і виді зліва) чи знизу (на виді зверху) від горизонтальної осевої лінії (рис. 92).

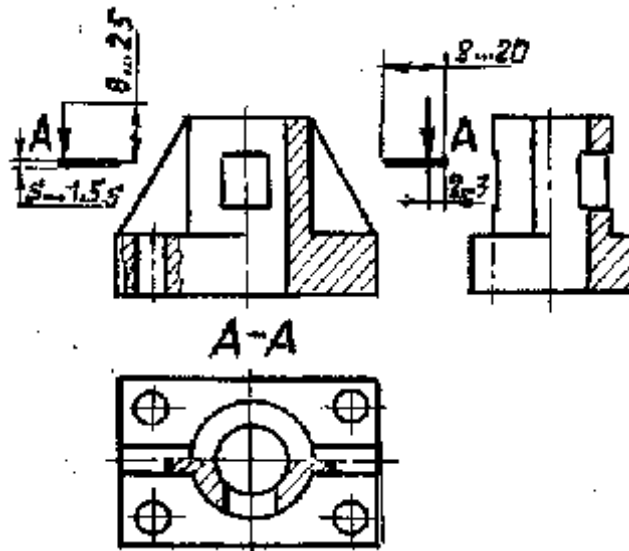
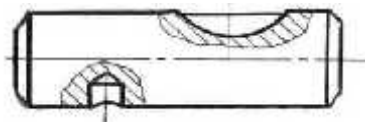
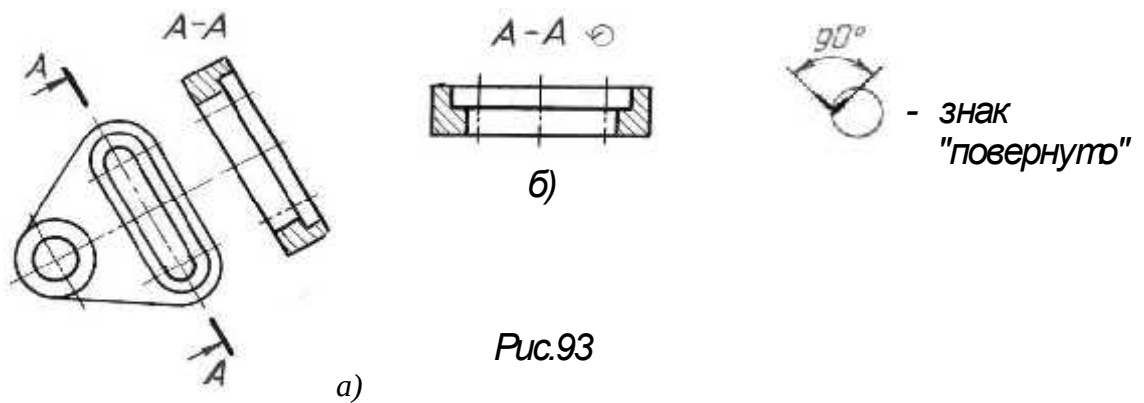


Рис.92

Прості розрізи розділяють на:

- 1) горизонтальні (січна площина паралельна Π_1) – на виді зверху;
- 2) вертикальні:
 - а) фронтальні (січна площина паралельна Π_2) – на головному виді;
 - б) профільні (січна площина паралельна Π_3) – на виді зліва;
- 3) похилі - січна площина не паралельна Π_1 , Π_2 , Π_3 . (рис.93)
- 4) місцеві (місцеві розрізи обмежуються хвилястими лініями). (рис.94)



Розріз позначають слідом січної площини зі стрілками, що вказують напрям погляду з літерами біля них з зовнішніх боків, а над самим зображенням розрізу робиться напис, наприклад А-А, якщо січна площина проходить не через вісь симетрії деталі. Літери записують шрифтом на номер або два номери більше за номер шрифту, прийнятий на всьому кресленнику.

Якщо на зображенні з віссю симетрії співпадає яка-небудь лінія, наприклад, проекція ребра (рис. 95), то вид відокремлюють від розрізу суцільною хвилястою лінією, що проводиться лівіше чи правіше осі симетрії.

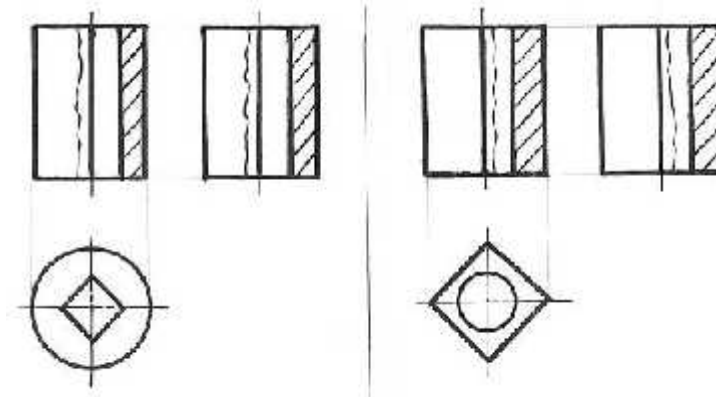


Рис.95

Розрізи складні

Складними називаються розрізи, які отримують за допомогою двох та більше січних площин. Вони застосовуються у тих випадках, коли кількість елементів деталей та їх розташування не можуть бути зображені на простому розрізі однією січною площиною, і це викликає необхідність застосування декількох січних площин.

Складні розрізи розподіляються на ступінчасті і ламані. Вони можуть бути також, як і прості розрізи, горизонтальними, фронтальними і профільними. Складні розрізи можуть бути і комбінованими, тобто такими, які складаються з ступінчастого і ламаного.

Розрізи складні ступінчасті

Ступінчастими розрізами називаються розрізи, виконані кількома паралельними січними площинами.

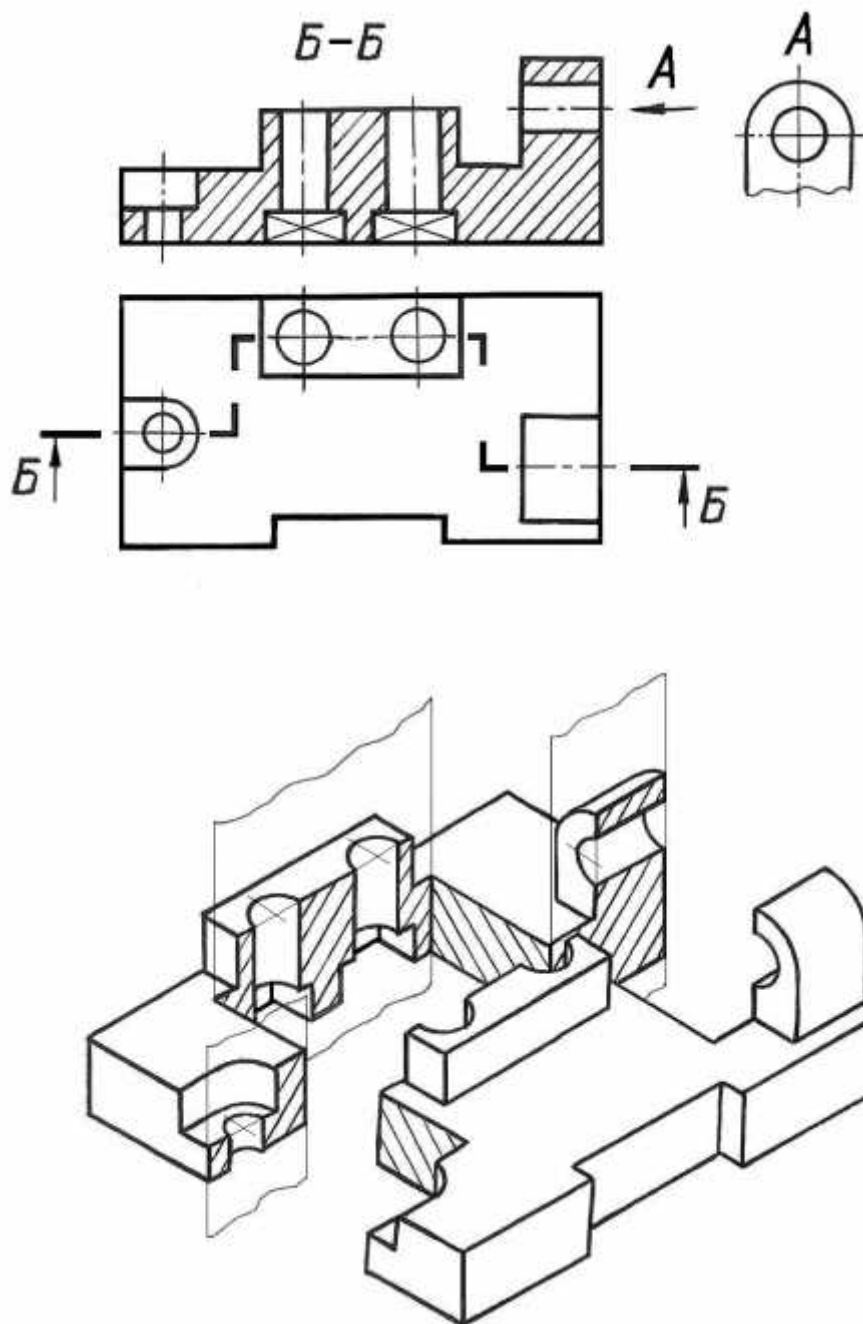


Рис. 96

На рис. 96 наведено приклад виконання фронтального ступінчастого розрізу. Розріз зроблено трьома паралельними січними площинами.

Положення січних площин вказується розімкненою лінією зі стрілками, відміченими однією і тією ж самою літерою. Лінії перерізів мають також переходи, які показують місце переходу від однієї січної площини до другої. Ці переходи виконуються штрихами розімкненої лінії $\dashv$. Наявність переходів у лінії перерізу не відбивається на графічному оформленні складного розрізу (тобто виконується як простий). Над розрізом наносять напис, який вказує позначка січних площин.

Розрізи складні ламані

Ламаними називаються розрізи, отримані шляхом розтинання предмета непаралельними площинами, а такими січними площинами, які перетинаються.

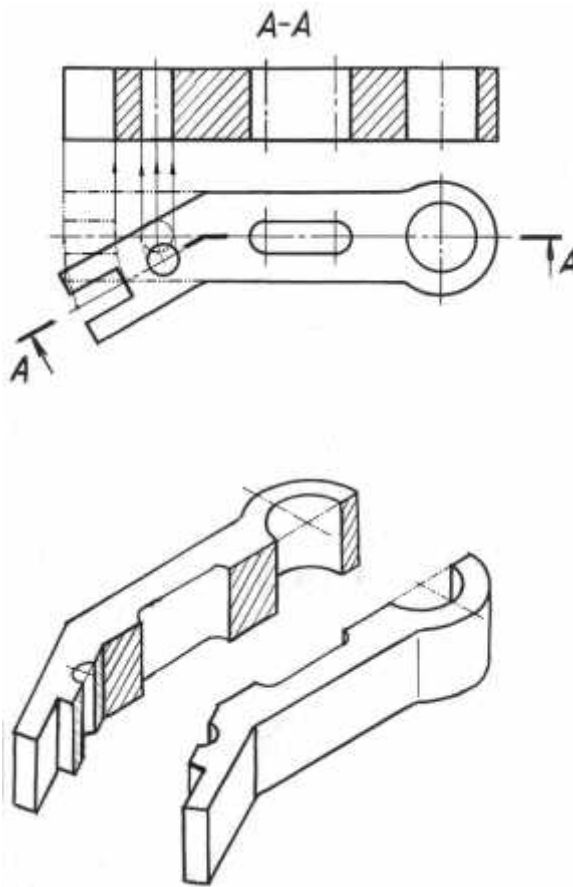


Рис. 97

На рис. 97 деталь уявно розітнена двома січними площинами, які перетинаються, одна з яких є фронтальною. Одна площина, що розташована лівише, повертається навколо лінії перетину січних площин до суміщення з фронтальною січною площиною.

При виконанні ламаного розрізу елементи деталі, розташовані за січними площинами не повертаються, а проєктуються без змін.(рис.98)

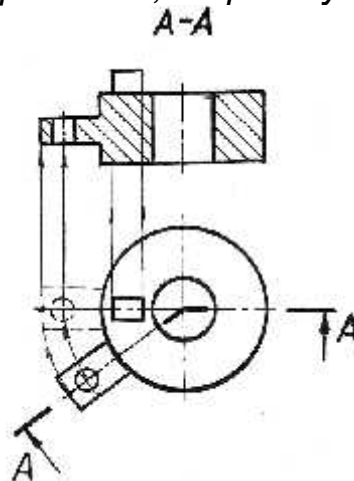


Рис. 98

ПЕРЕРІЗИ

На відміну від розрізу, в перерізі показують лише те, що розташовано безпосередньо в січній площині.

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, то контур отвору в перерізі показують повністю (рис.99).

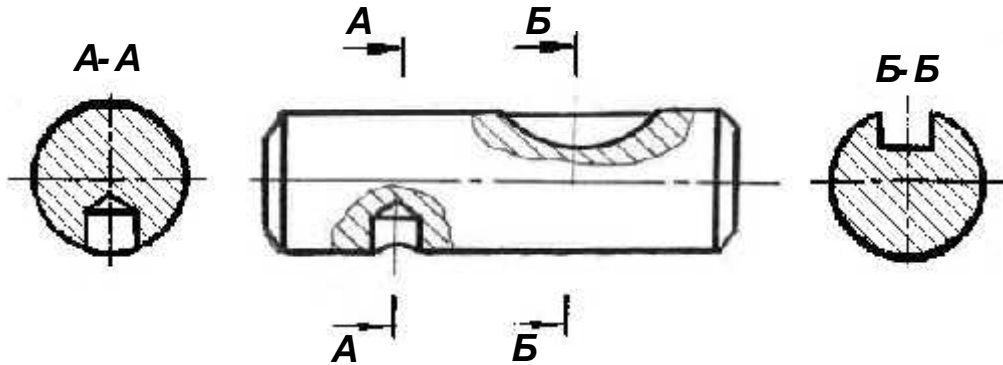


Рис.99

За формою перерізи ділять на симетричні (рис.100) і несиметричні (рис.101)

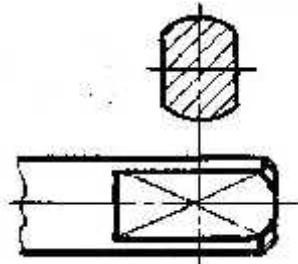


Рис.100

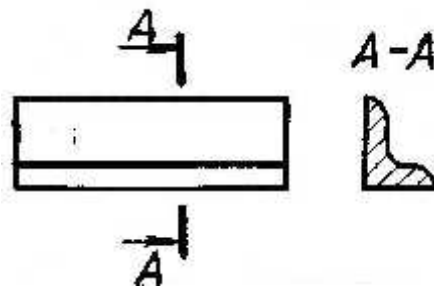


Рис.101

За характером виконання – накладені (рис.102), винесені (рис.100,101) чи розташовані в розриві (рис.103).

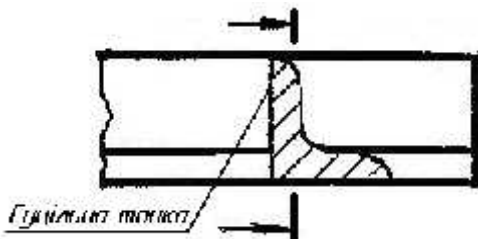


Рис.102

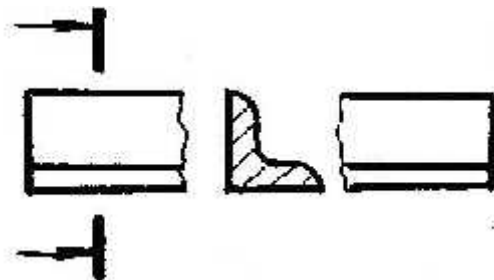


Рис.103

НАРІЗИ

В сучасному приладобудуванні застосовують роз'ємні з'єднання. Вони дають можливість розібрати з'єднані деталі (складальну одиницю), не зламавши їх. Найбільшу розповсюдженість отримали нарізеві з'єднання (гвинтові поверхні).

Гвинтовий рух точки – це рівномірно поступальний рух з одночасним обертанням навколо осі. Якщо подібний рух утворює будь-який плоский контур, то отримується нарізь. (трикутна, трапецеїдальна, прямокутна)

Вироби з гвинтовою поверхнею розповсюджені у машинобудуванні. Такі вироби можна поділити на

1. кріпильні деталі (болти, гвинти гайки, шпильки тощо).
2. деталі для передачі обертання або перетворення обертального руху у поступовий – ходові, вантажні, підйомні (зубчасті зачеплення).

Гвинтова лінія, яка розташована на поверхні прямого кругового циліндра називається циліндричною (циліндричні нарізі: метрична – M , трубна циліндрична – G трапецеїдальна – Tr , упорна – S , прямокутна).

Відповідно, на конусі – конічною гвинтовою лінією (конічні нарізі: трубні конічні: зовнішня – R і внутрішня – Rc ; метрична конічна – MK).

Можє бути сферичною та глобоїдною (на гіперболоїді).

На практиці у виробництві нарізів одержують: у патроні токарного станка закріплюють циліндричний або конічний стрижень, який обертається, до поверхні стрижня праворуч підводять вершину головки різця і надають йому рівномірно-поступовий рух паралельно до осі стрижня. (рис. 104)

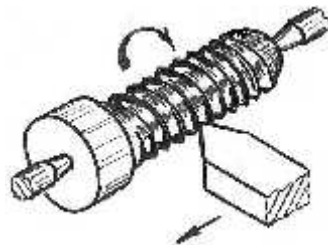


Рис. 104.

Нарізку називають поверхню утворену рухом плоского контуру по циліндричній або конічній поверхні.

Розрізняють ліву та праву нарізь. (рис. 105)



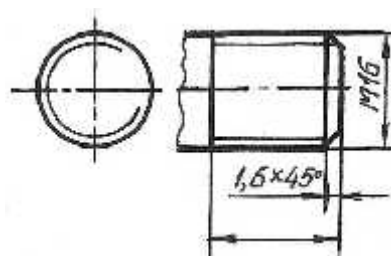
Ліва нарізь



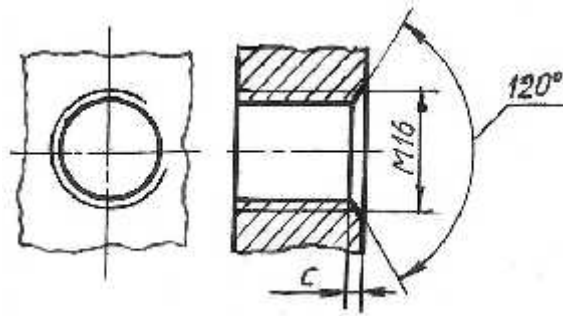
Права нарізь

Рис. 105.

Зображення та позначка нарізі.

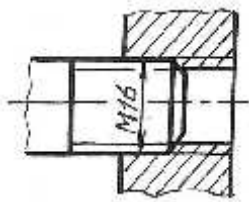


Зовнішня нарізь

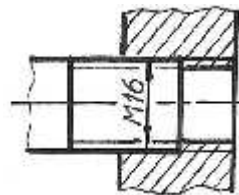


Внутрішня нарізь

З'єднання нарізеві

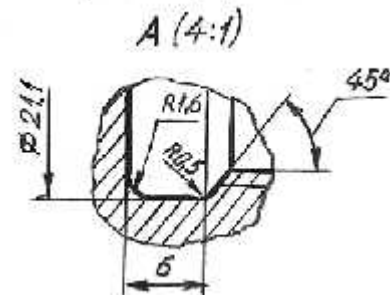
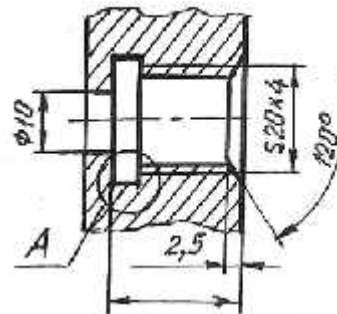
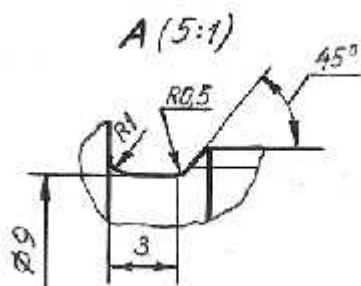
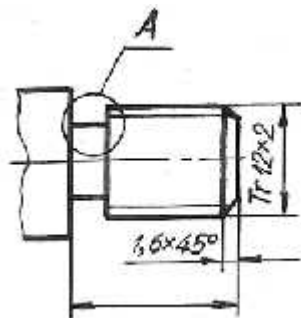


Конструктивне зображення

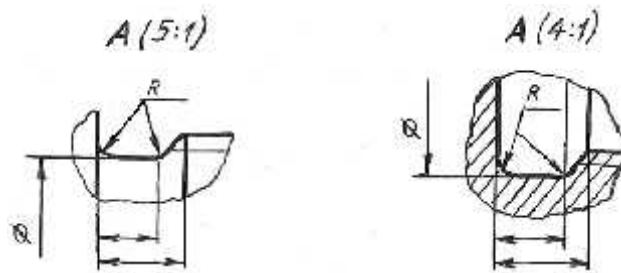


Спрощене зображення

Проточки під нарізь, які виконуються на деталях, розроблених до 1985 року



Проточки під нарізь ГОСТ 27148-86 (ИСО 3508-76, ИСО 4755-83)



Рекомендації для простановки розмірів Групування розмірів

Розміри поділяють на три групи і наносять у наступній послідовності (див. приклад на с.80).

1 група. Розміри елементів (розміри форми).

Деталь розбивають на найпростіші геометричні фігури (циліндр, конус, призма та ін.). Розміри, що відносяться до одного й того ж конструктивного елемента (паза, виступу, отвору) рекомендується групувати в одному місці, розташовуючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма елемента показано найбільш повно.

2 група. Координатні розміри.

Вони визначають положення окремих елементів деталей відносно вибраних баз, міжцентрові і міжосьові відстані.

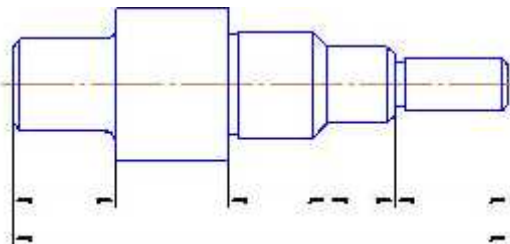
3 група. Габаритні розміри.

Найбільша довжина, ширина і висота виробу.

Способи нанесення розмірів на валах

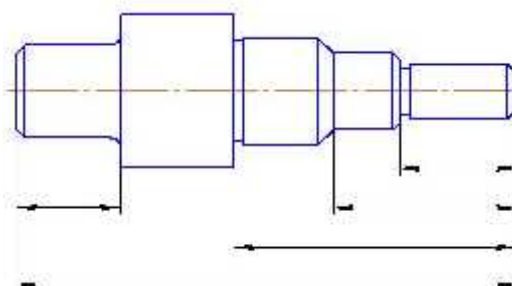
1. Ланцюговий.

Перевага – наочність. Недолік – сума похибок при виконанні окремих елементів.



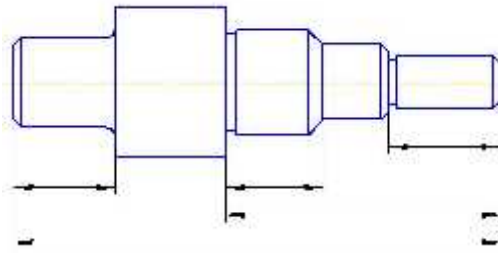
2. Координатний.

Перевага – нема нагромадження похибок. Недолік – нема наочності.



3. Комбінований.

Найбільш переважний. Забезпечує наочність і малу похибку при виготовленні.



Шорсткість поверхні

ГОСТ 2.309-73 (дата останньої зміни 2005р.)

Шорсткість поверхні – це сукупність мікро нерівностей на базовій довжині. R_a – середньоарифметичне абсолютних значень відхилень профілю у межах базової довжини (середня висота мікро нерівностей).

R_z – висота нерівностей профілю за 10-ма точками на базовій довжині.

R_{max} – найбільша висота профілю – це відстань між найбільшою точкою виступів і найменшою точкою западин у межах базової довжини.



Рекомендовано 14 класів R_a значень шорсткості поверхонь (в мкм):

100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 2,5; 1,6; 1,25; 0,8; 0,4,...

6,3 – свердлення, точіння

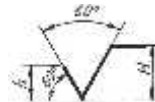
3,2 – різьба, фрезерування

1,6 – шліфування

0,8 і тд. – полірування.

Чим менше число шорсткості – тим чистіше поверхня і дорожче обробка.

Знаки шорсткості



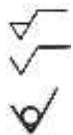
h – дорівнює висоті цифри розмірів, які нанесені на кресленику.

$H(1,5...3) h$; S – товщина лінії знаку (0,5...1,4) мм.

вид обробки, яка не вказана конструктором.

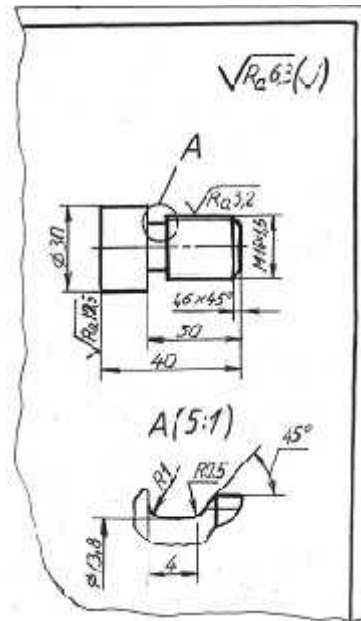
обробка зі зняттям шару матеріалу. (свердлення, точіння, фрезерування).

не оброблені поверхні, тобто без видалення шару матеріалу
(лиття, кування, штампування, прокат).

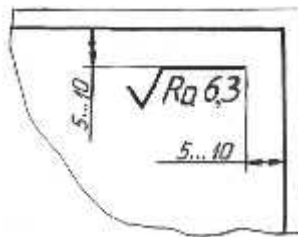


Приклади простановки шорсткості на кресленку

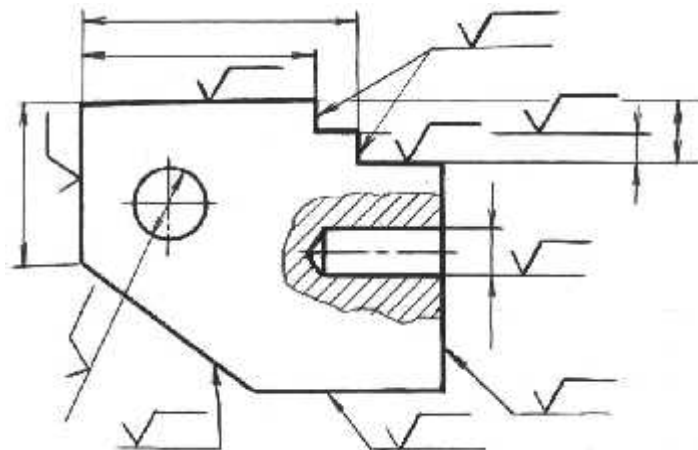
Запис у куті означає, що більшість поверхонь мають таку саму шорсткість, але є і інші.

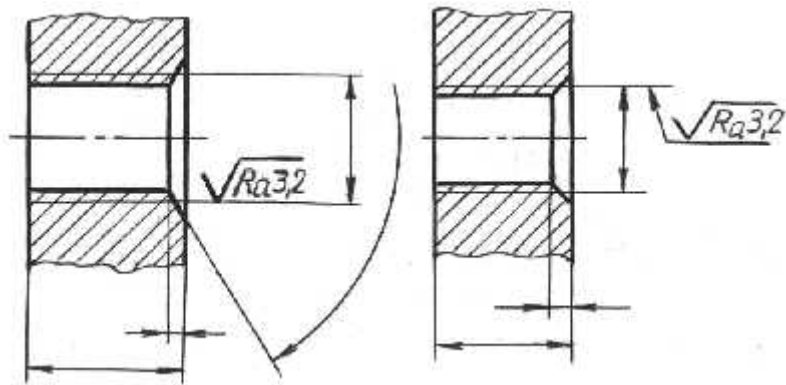


Усі поверхні мають однакову шорсткість 6,3.



Нанесення знаку шорсткості в залежності від нахилу поверхні.





Шорсткість поверхні однакова по замкненому контуру, але торцеві поверхні мають іншу шорсткість (рис.106).

- значок в дужках позначає слово: „все інше”, „решта”.

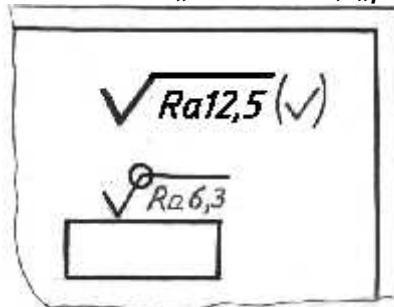


Рис.106.

ОДИНАРНЕ ПРОНИКАННЯ

Розглядають як перетин двох поверхонь, при цьому тіло уявляють, ніби виконаним з моноліту з горизонтально розташованим в ньому отвором (вікном). Побудова проєкцій отворів зводиться до побудови проєкцій ліній перетину поверхонь. Отвори можуть бути наскрізними чи глухими (рис.107).

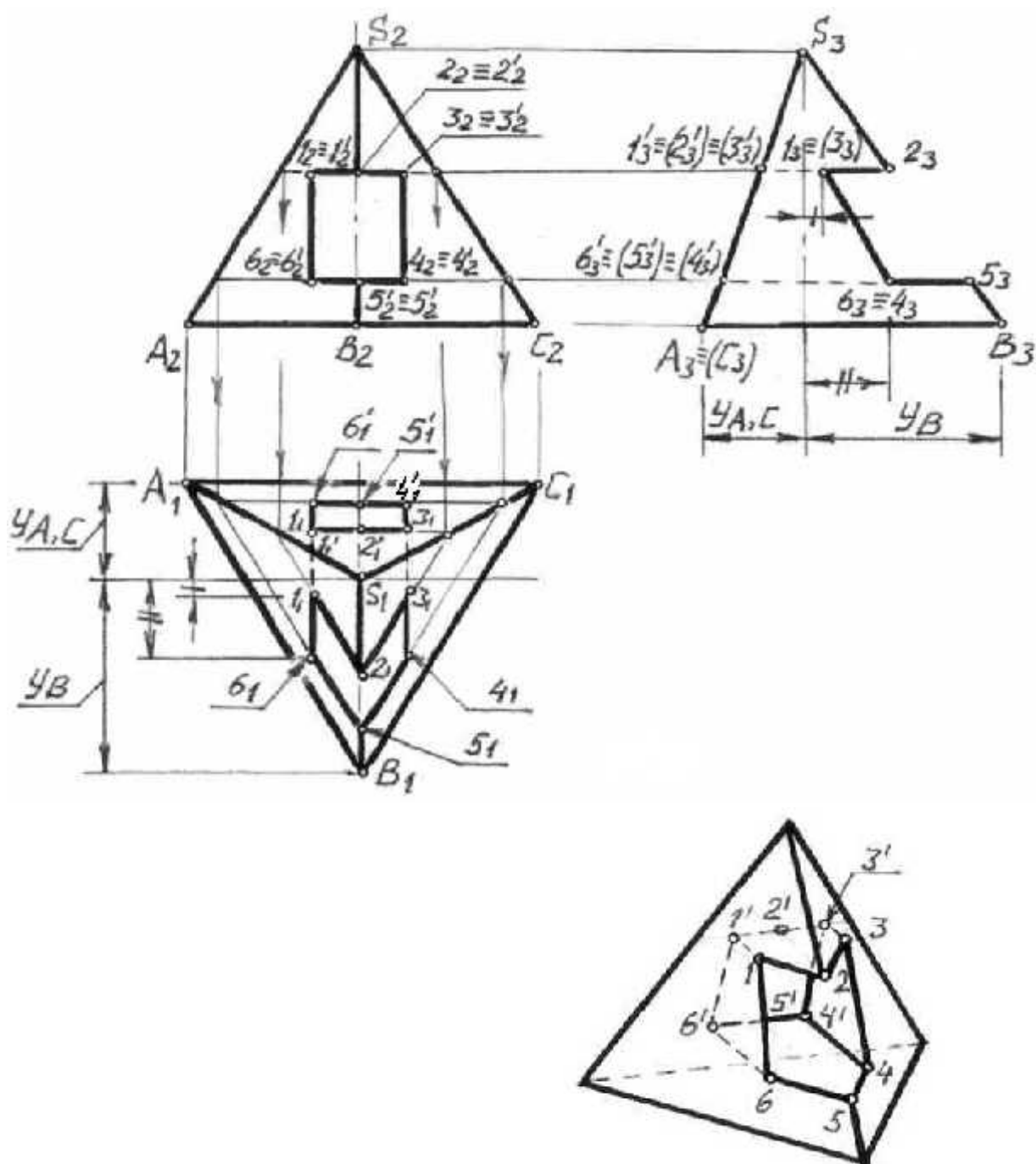


Рис.107

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПОВНИХ ПЕРЕРІЗІВ

1. Продовжити площину вікна до повного перетину зовнішньої поверхні тіла;
2. Визначити форму лінії перетину площинами зовнішньої поверхні (ламана, коло, пряма);
3. Виявити характерні точки лінії перетину;
4. Виділити проміжні точки лінії перетину і з'єднати їх з урахуванням видності (рис. 107);
5. Виконати корисні розрізи (рис. 108).

Приклад

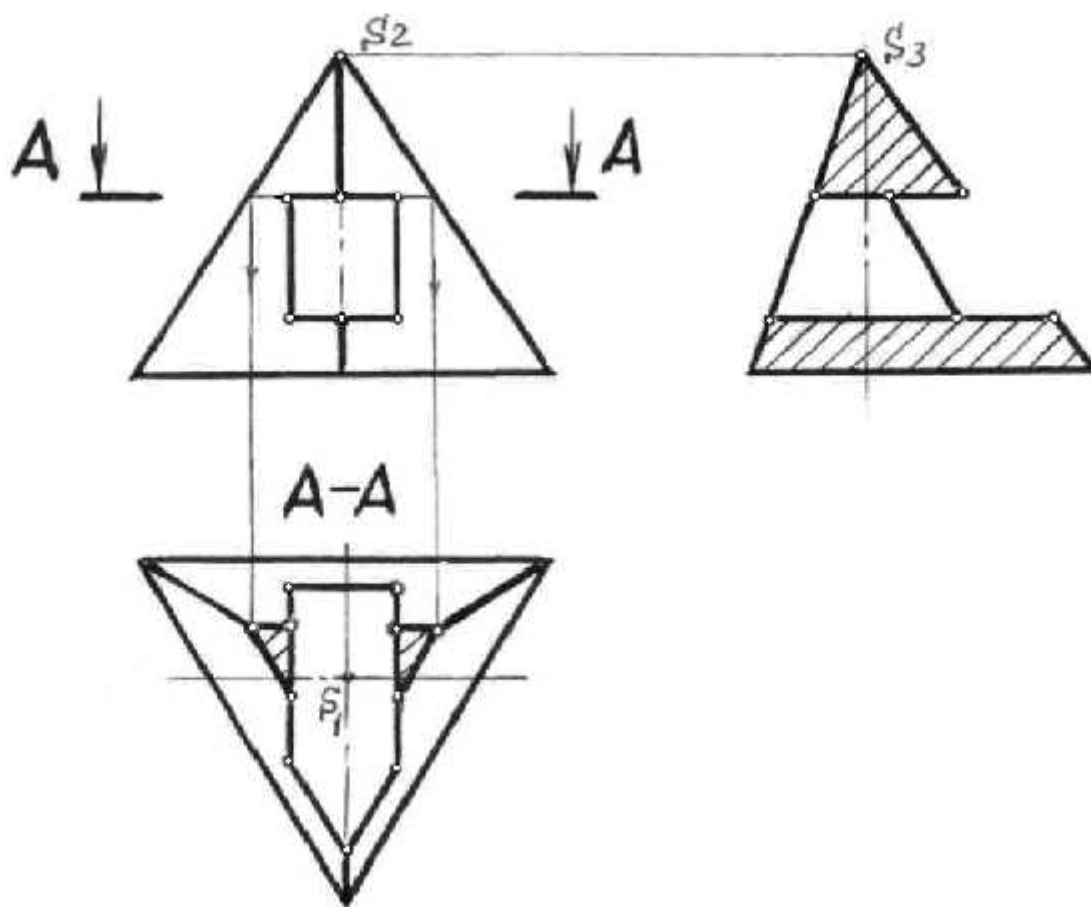


Рис. 108

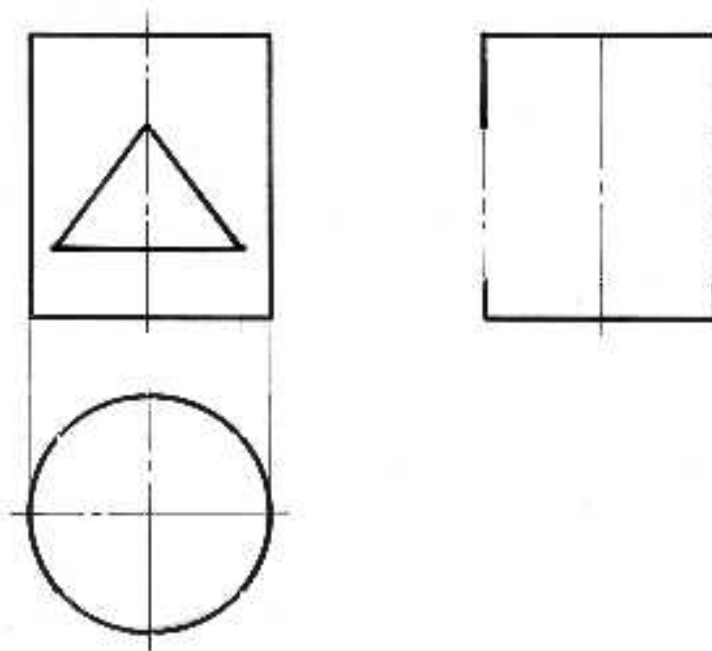
ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Задача 19

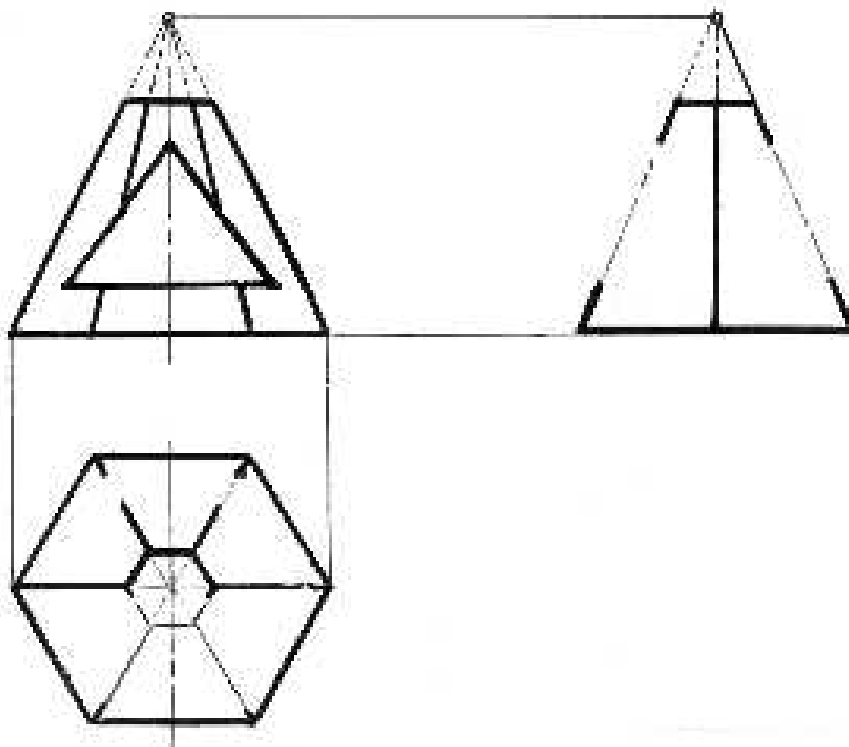
Дано: геометричне тіло із наскрізним отвором.

Побудуйте горизонтальну і профільну проекції лінії перетину поверхонь. Виконайте горизонтальні і профільні розрізи.

а)



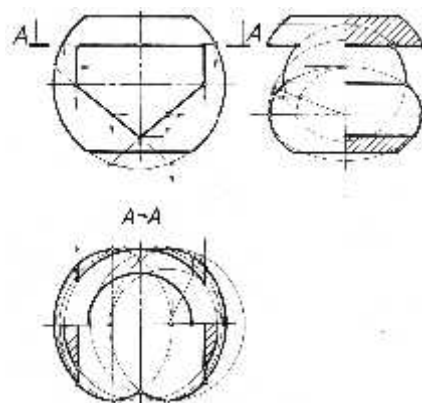
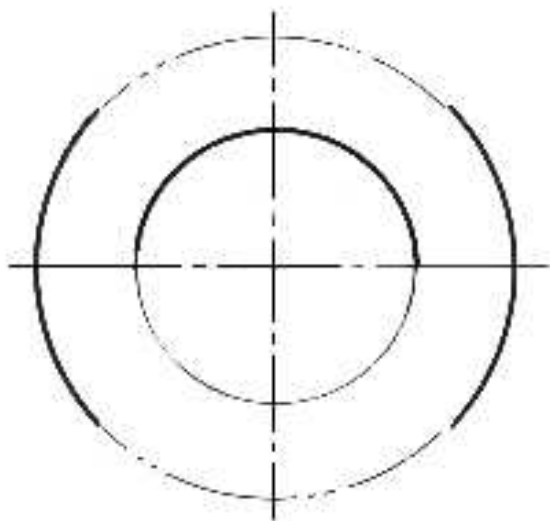
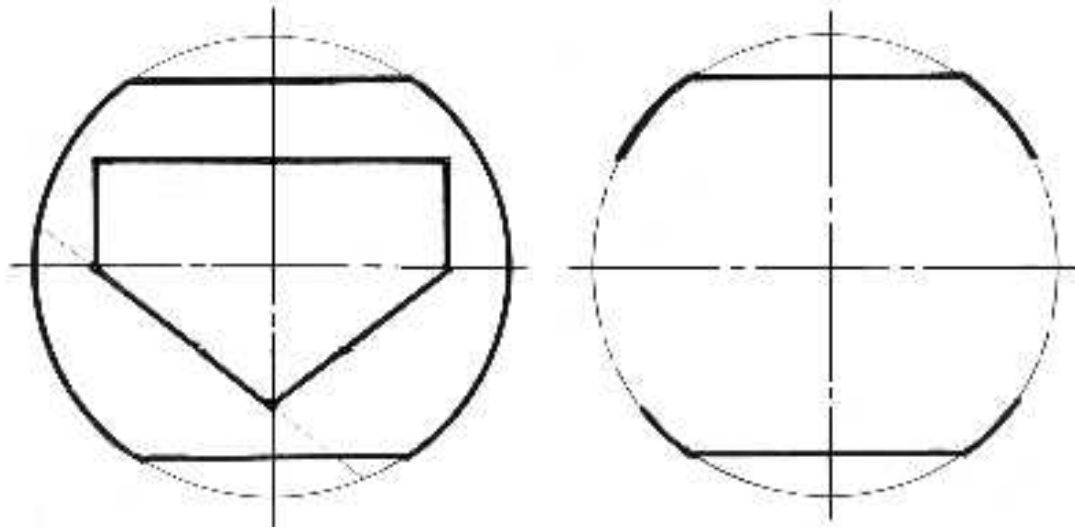
б)



АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 20

Побудуйте горизонтальну і профільну проекції лінії перетину геометричних тіл. Отвір - наскрізний. Виконайте горизонтальний і профільний розрізи.



ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ

Лінія перетину двох поверхонь – це лінія спільна для цих двох поверхонь і всі точки цієї лінії належать двом поверхням.

ФОРМА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ

а) дві криволінійні поверхні перетинаються по просторовій кривій лінії (рис.109);

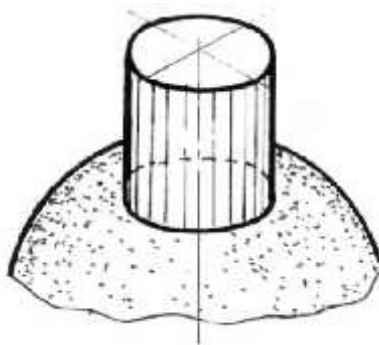


Рис.109.

б) дві гранні поверхні перетинаються по просторовій ламаній лінії (рис.110);

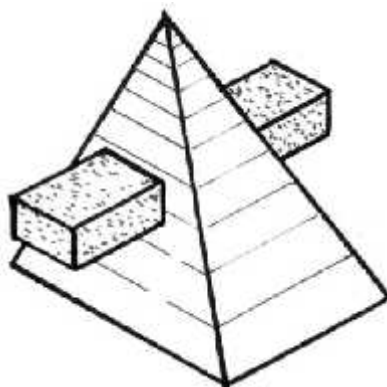


Рис.110.

в) гранна поверхня перетинається з криволінійною по просторовій лінії, що складається з відрізків плоских кривих (рис.111).

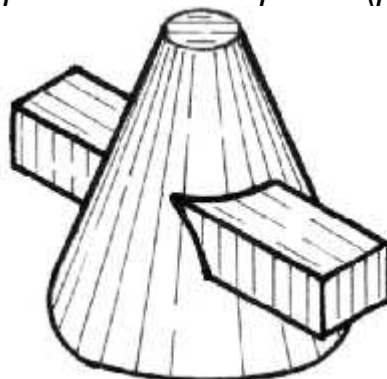


Рис.111.

Основний метод побудови ліній перетину поверхонь – метод допоміжних поверхонь (сфер) чи площин-посередників.

Перший спосіб січних сфер застосовують, коли осі тіл обертання перетинаються і розташовані в одній площині (рис.112).

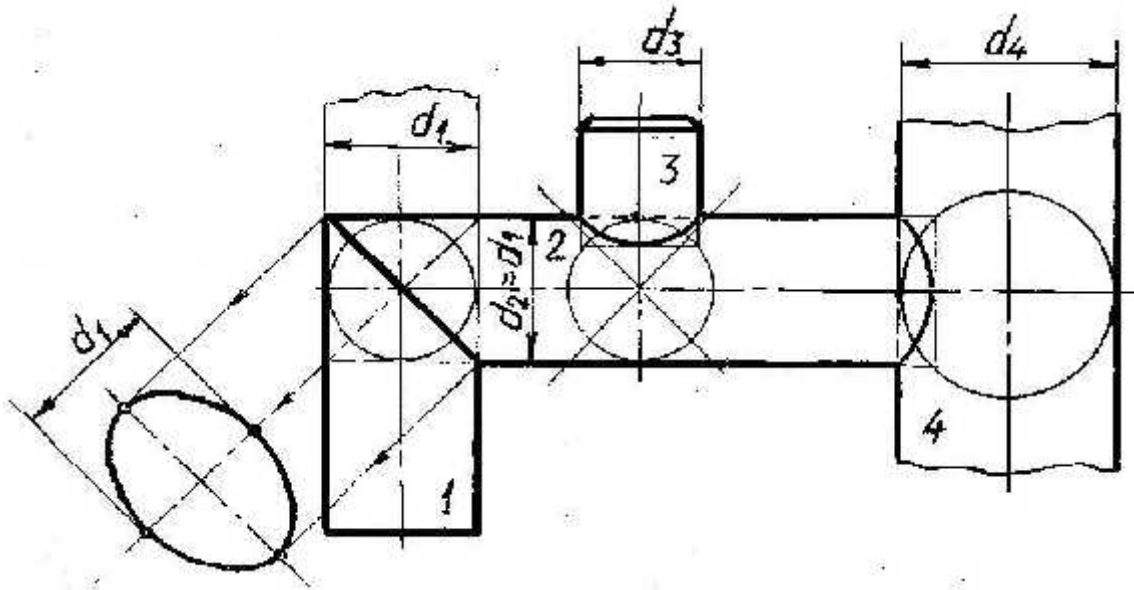
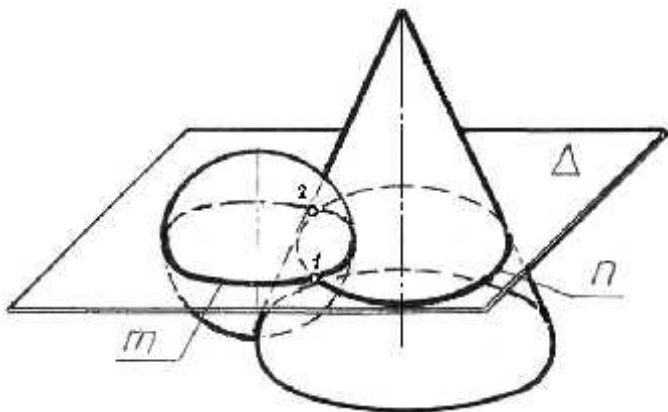


Рис.112

ПЕРЕТИН ТРУБ

Труба 1 перетинається з трубою 2, що має той самий діаметр. Метод Монжа: в цьому випадку лінія перетину розпадається на дві плоскі криві – еліпси, які проєкціюються в прямі (на головному виді). Зліва показана істинна величина одного з еліпсів – реального розміру. Циліндри подовжені тонкими лініями, щоб наочно показати існування в цьому випадку і другого еліпса. Труба 2 перетинається з 3 меншого діаметру. В цьому випадку лінія перетину проєкціюється в гіперболу. Труба 2 перетинається з трубою 4 – більшого діаметру – теж гіпербола (рис.112).

Другий спосіб – допоміжних січних площин застосовують, якщо осі тіл, що перетинаються, паралельні (рис.113).



Приклад.

Конус перетинається зі сферою Δ – площина посередник.

Δ перетинає сферу по колу m

Δ перетинає конус по колу n .

$m \cap n = 1, 2$.

Рис.113.

ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОСЕРЕДНИКІВ - ПЛОЩИН ОКРЕМОГО ПОЛОЖЕННЯ

На рис.114 показано побудову лінії перетину конуса з циліндром. Посередниками вибрані:

горизонтальні площини $\Delta(\Delta_2)$, $\Sigma(\Sigma_2)$. Ці площини перетинають конус по колах, а циліндр - по прямих лініях (твірних);

фронтальна площина $\Theta(\Theta_1)$, яка перетинає поверхні по твірних, що є контурами на фронтальній проекції.

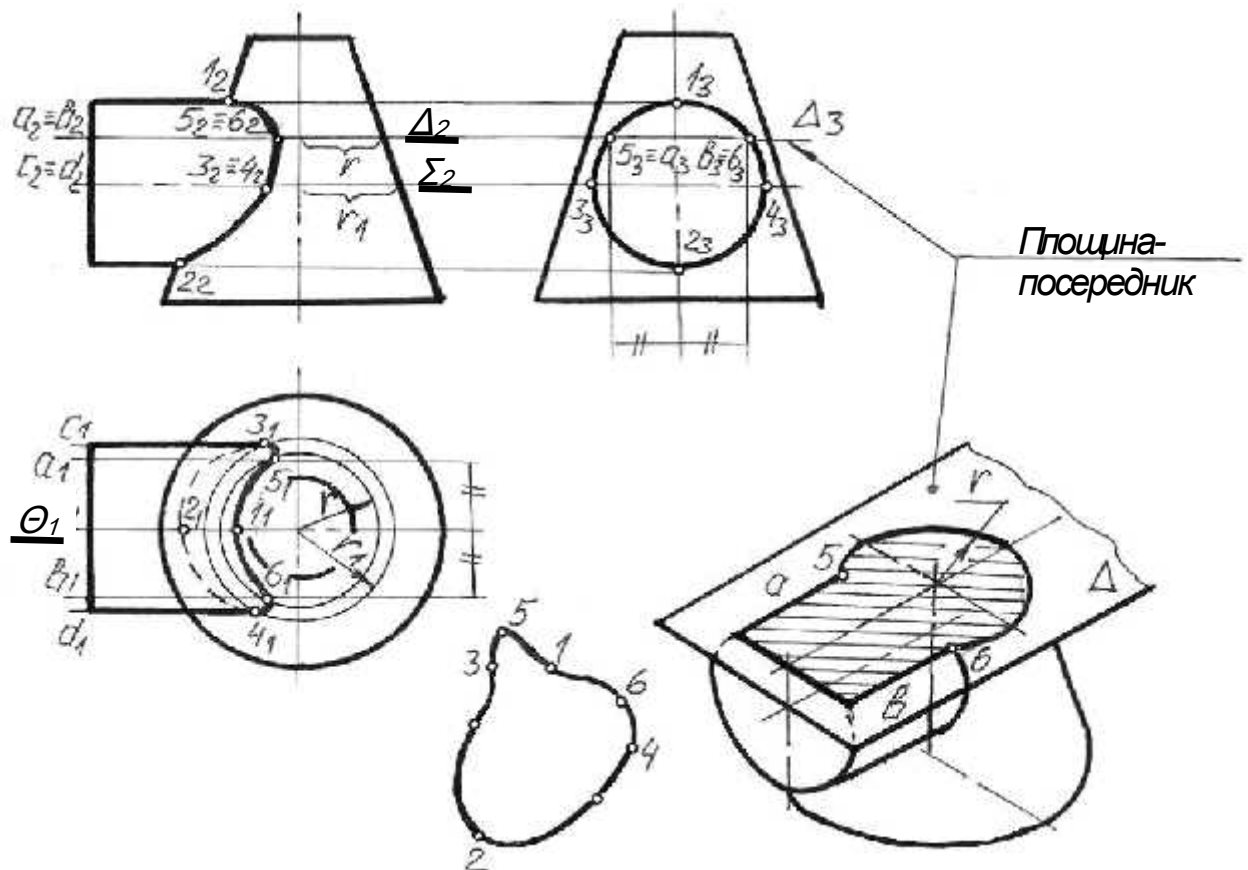


Рис.114

Характерні точки лінії перетину:

на горизонтальній проекції - точки 3_1 і 4_1 , які лежать на контурних твірних циліндра. Побудову цих точок виконано за допомогою площини $\Sigma(\Sigma_2)$;

на фронтальній проекції - точки 1_2 і 2_2 , побудовані за допомогою площини $\Theta(\Theta_1)$.

ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОСЕРЕДНИКІВ - СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Умови для виконання сфер в ролі посередників:

- 1) Обидві поверхні, що перетинаються, є поверхні обертання.
- 2) Осі поверхонь перетинаються.
- 3) Осі поверхонь паралельні одній з площин проєкцій.

За цих умов довільна поверхня обертання $\Theta(\Theta_2)$ (рис.115) перетинається зі сферою, центр якої лежить на осі обертання, по колах, які на одній із площин проєкцій зображаються прямими лініями.

На рис.115 фронтальна проєкція t_2 і t_2' кола – прямі лінії, які проходять через точки перетину обрисів сфери Ψ і поверхні обертання Θ .

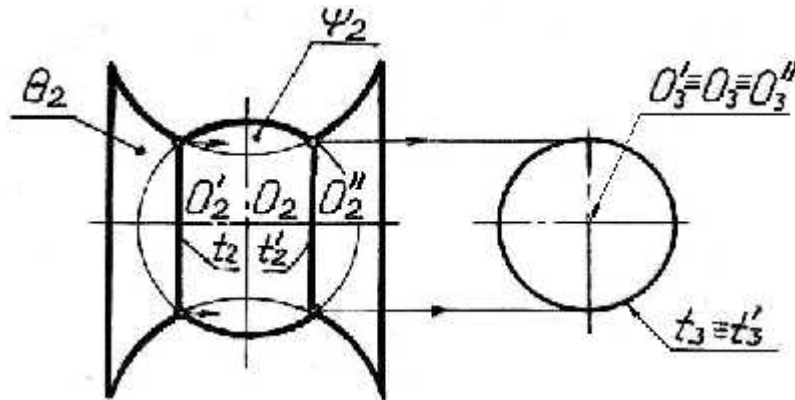


Рис.115

Приклад розв'язання задачі з використанням сфер в ролі посередників показаний на рис. 116.

Центри сфер-посередників знаходяться в точці $O(O_1, O_2)$ перетину осей заданих поверхонь циліндра і зрізаного конуса. Сфера найменшого радіуса ($R_{\min}$) повинна дотикатися до більшої з заданих поверхонь. Сфера максимального радіуса ($R_{\max}$) проходить через найвіддаленішу точку перетину обрисів поверхонь.

Точки лінії перетину - точки перетину проєкцій кіл, які на Π_2 зображують прямими лініями.

ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ПО ПЛОСКИХ КРИВИХ

Теорема Монжа. Дві поверхні другого порядку, описані навколо третьої поверхні другого порядку (або вписані в неї), перетинаються по двох плоских кривих другого порядку. Площини цих плоских кривих на проєкції проходять через пряму, яка з'єднує точки перетину лінії дотику (рис.117).

Висновок. Якщо дві поверхні другого порядку перетинаються по одній плоскій кривій, то вони перетинаються ще по одній плоскій кривій.

Теорема про форму проєкцій лінії перетину. Якщо дві поверхні другого порядку мають спільну площину симетрії, то лінія їх перетину проєктується на площину, паралельну площині симетрії у вигляді кривої другого порядку (рис.118).

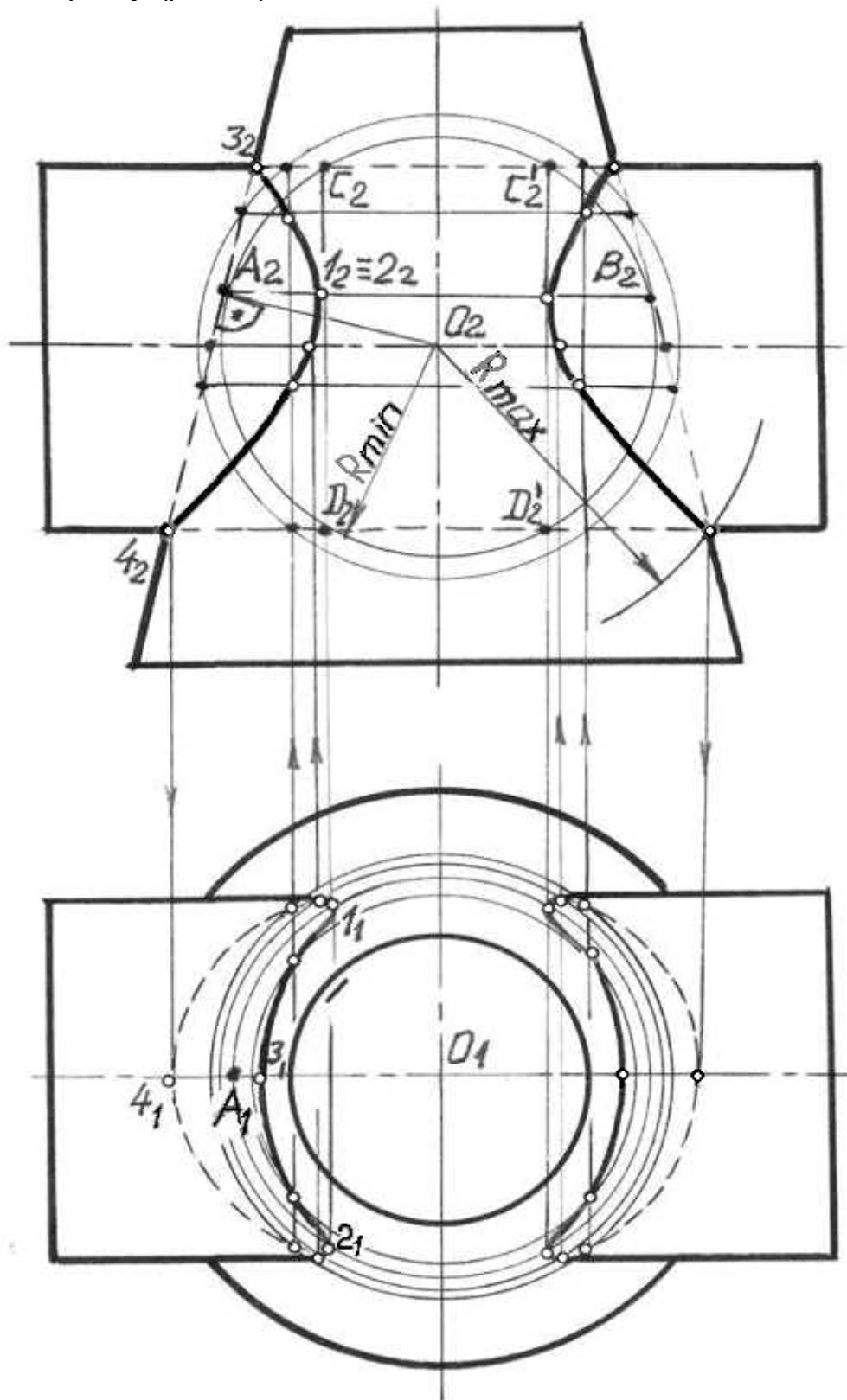


Рис.116

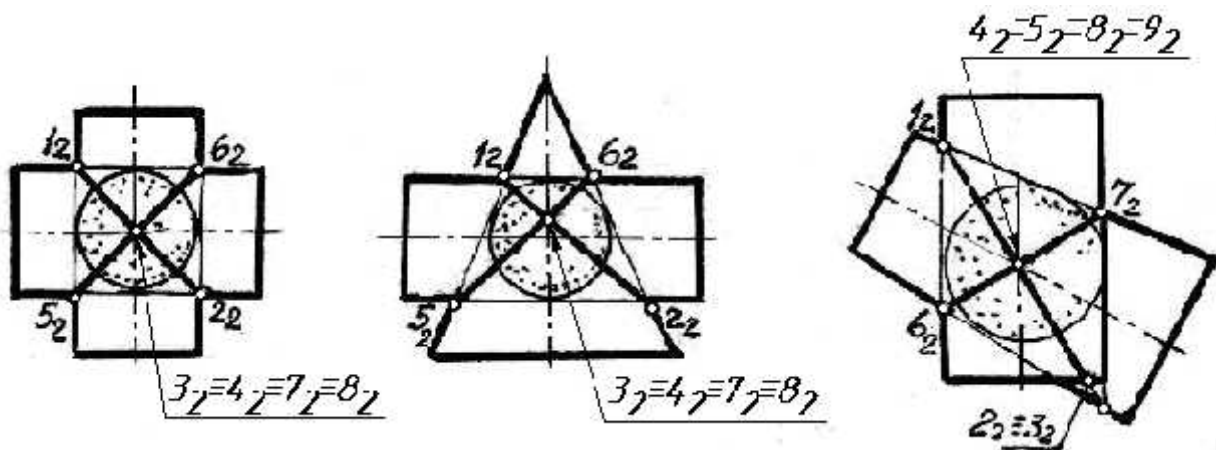


Рис.117

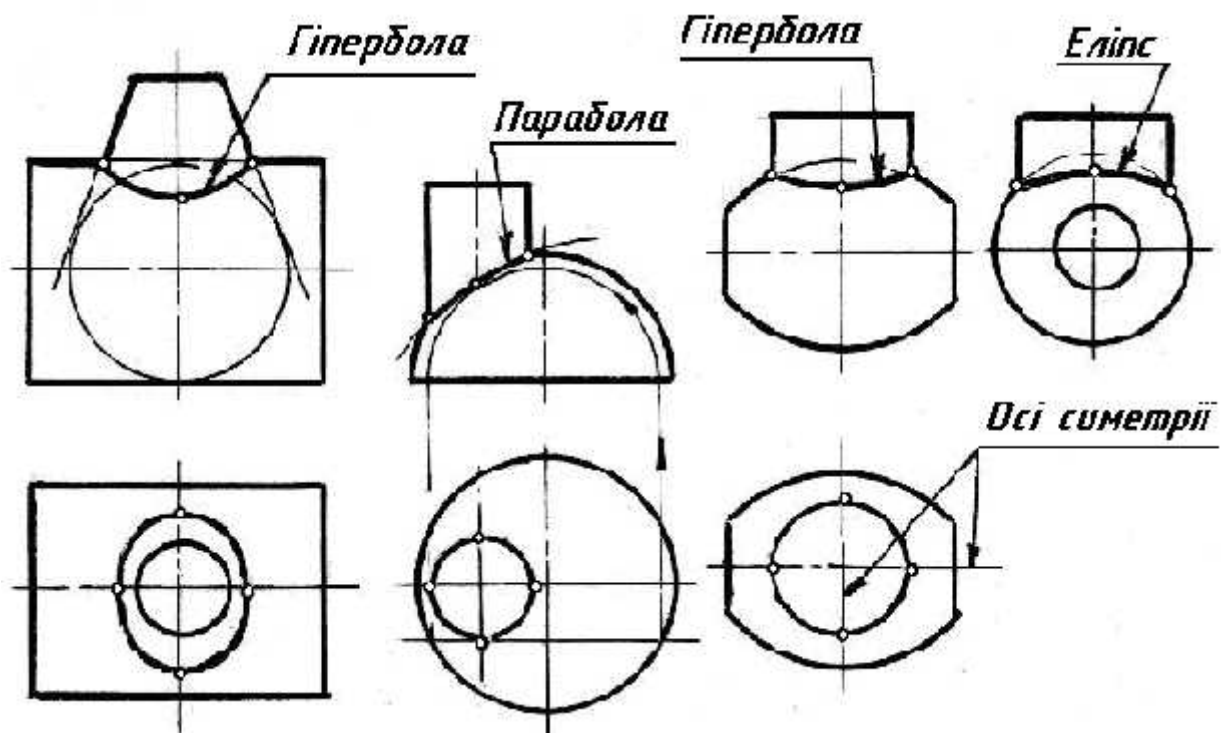
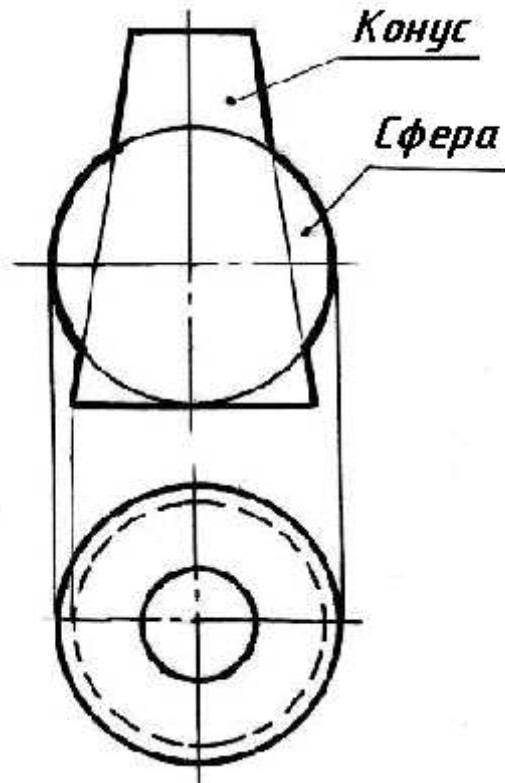


Рис.118

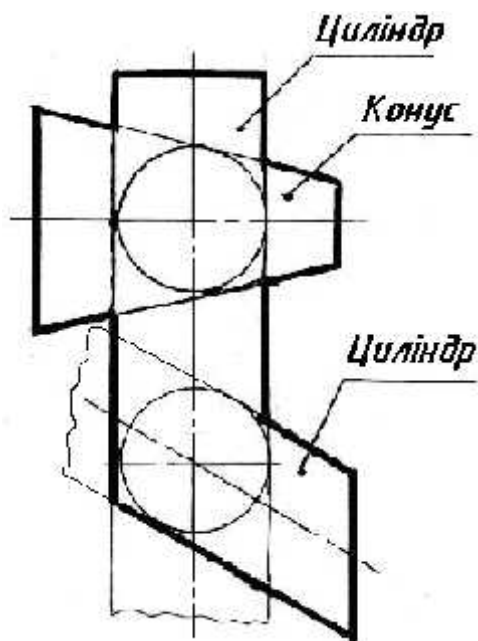
ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

Задача 21

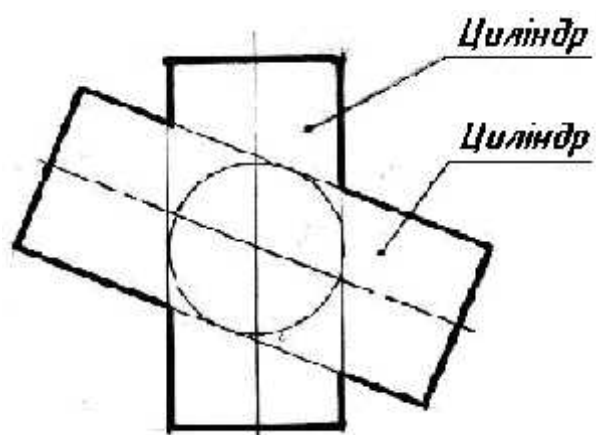
Дано: поверхні, які перетинаються. Побудуйте проєкції ліній перетину.



а)



б)



в)

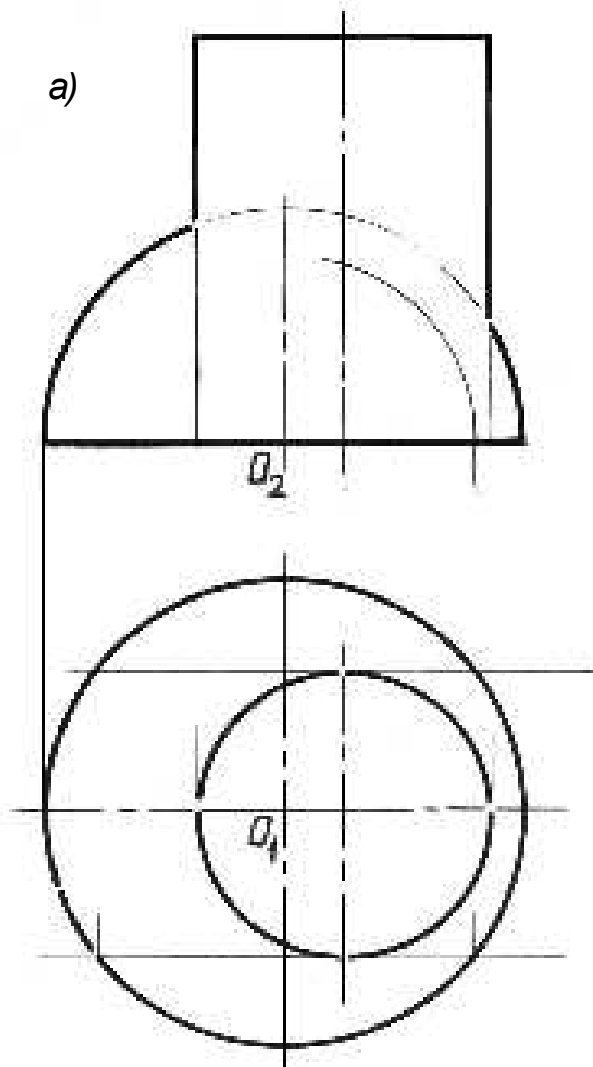
АУДИТОРНЕ ЗАВДАННЯ

Задача 22

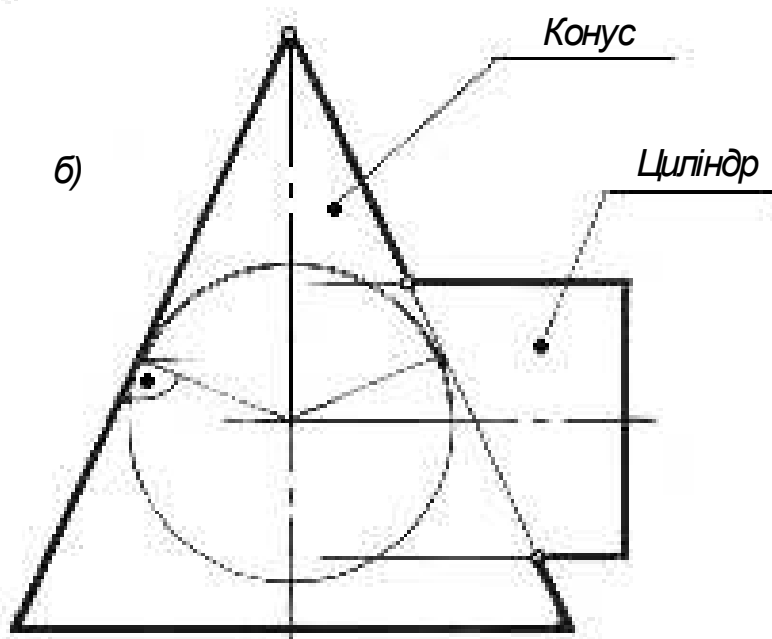
Дано: поверхні, що перетинаються.

Побудуйте проекції лінії перетину поверхонь.

а)



б)



**ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ
ГРАФІЧНИХ ТА
РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ
РОБІТ**

Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ "КПІ"

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

Студент гр. ХТ-81
факультет ХТ
Викладач

(Прізвище, і.б.)

(Прізвище, і.б.)

(Підпис)

2008

Приклад напису літер, цифр і знаків шрифту типу Б



Щ щ Ъ ъ Ю ю Я я
 II прямі

α β γ ψ φ Σ
 альфа бета гамма пси фі сигма

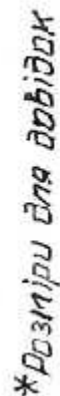
П₁ П₂ θ , ; 0 1
 тета нуль

2 3 4 5 6 7 8 9
 пряма

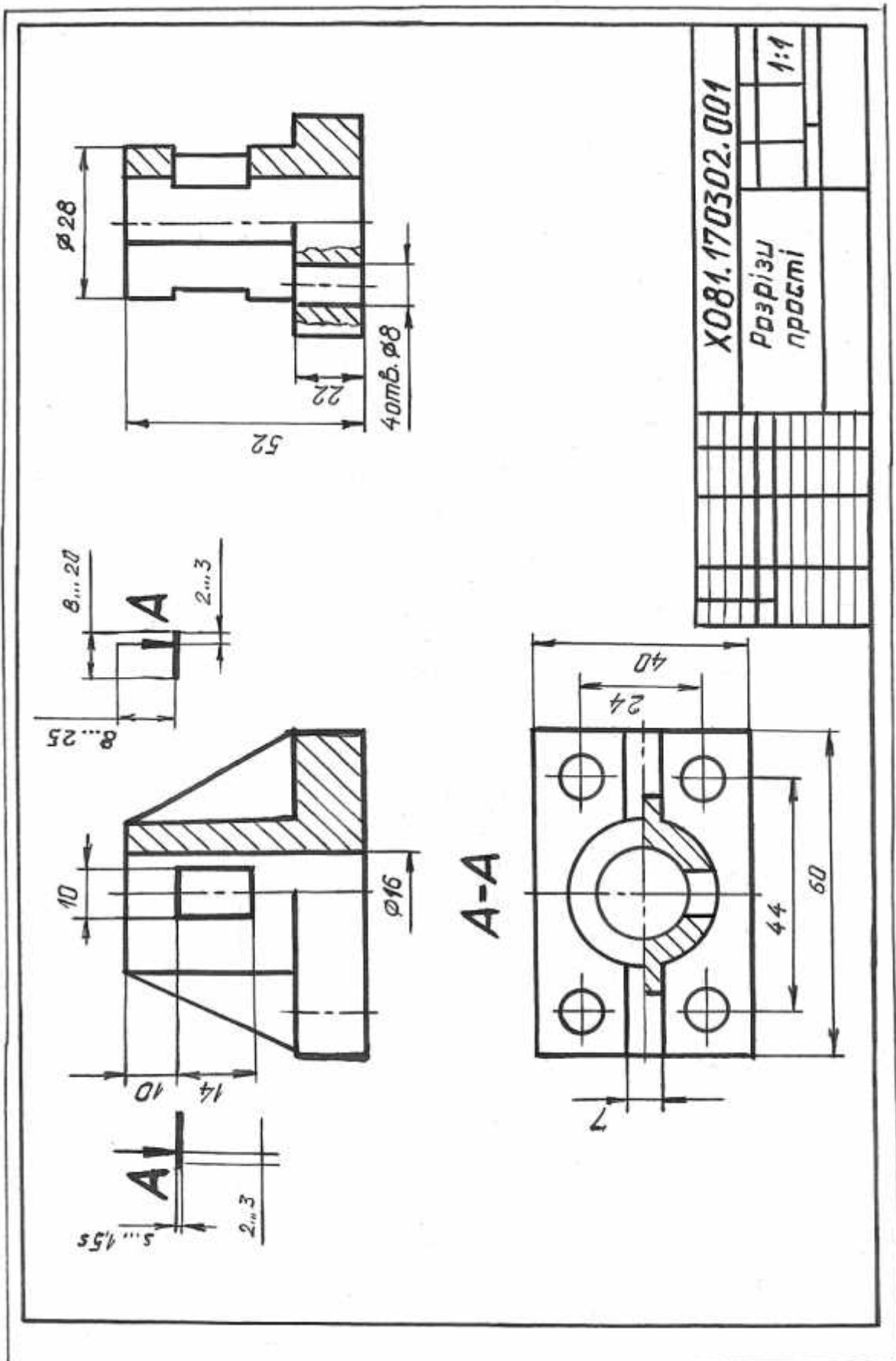
f h s S G Q R12 M6

* ∅ □ ▷ ◁ 1:5 №

Теоретичний матеріал: конусність – стор.12- 13, спряження – стор. 14- 15.

[illegible]

Приклад виконання графічної роботи
 "Види. Розрізи прості" (Формат А3)



Завдання на розрахунково-графічну роботу РГР

“Перетворення площин проєкцій” (Формат А3)

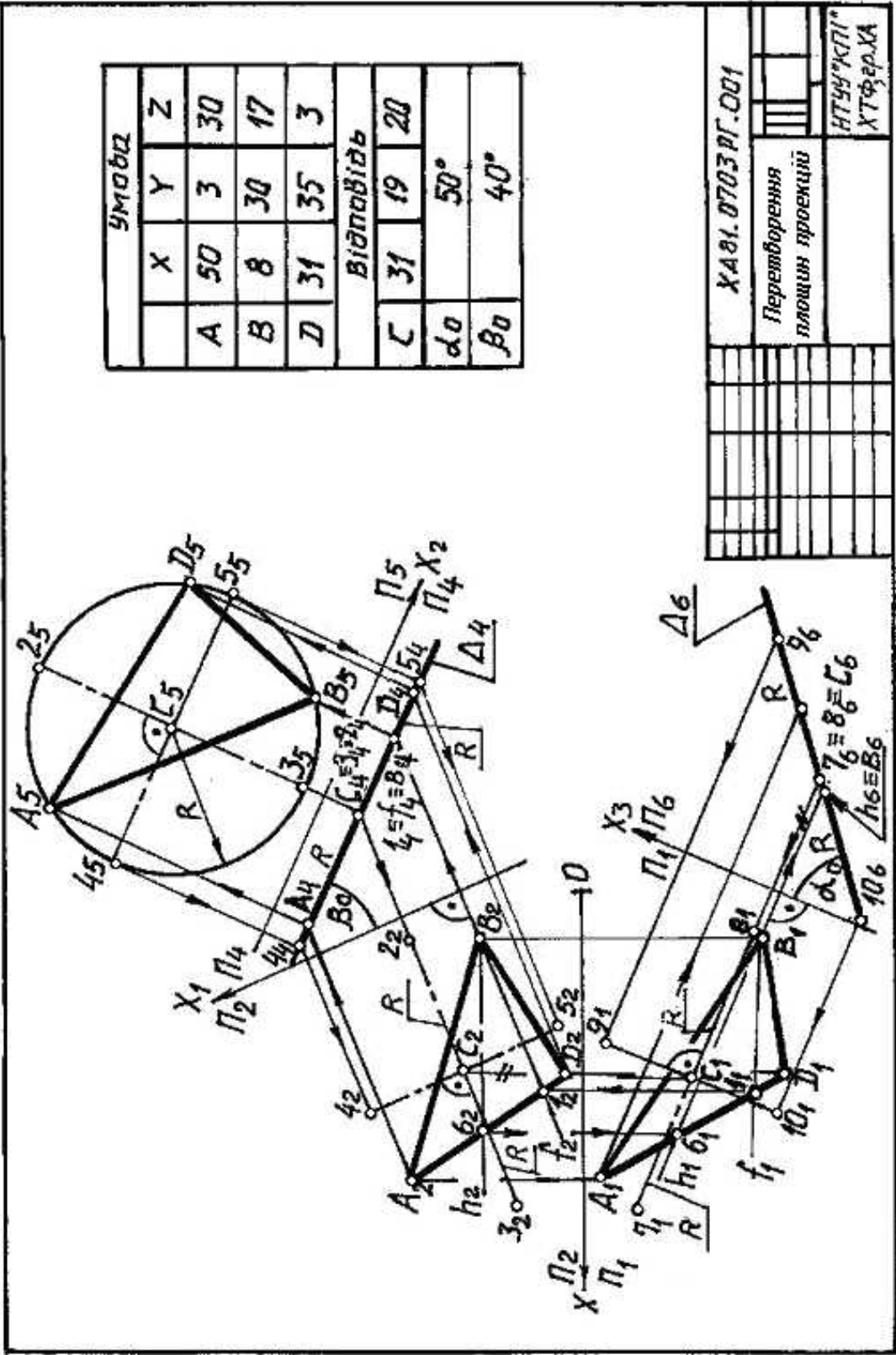
Побудувати проєкції центра кола, яке знаходиться в площині $\Sigma(\triangle ABD)$ й описане навколо трикутника ABC (для парних варіантів) і вписаного в нього (для непарних варіантів). Координати точок ABC взяти з таблиці. Визначити велику і малу осі еліпса, навести їх штрих-пунктирною лінією і позначити.

Визначити і записати координати центра кола, а також кути α° і β° між площиною трикутника і площинами проєкцій Π_1 і Π_2 .

Приклад виконання роботи - на стор. 82.

Теоретичний матеріал: стор.28-30.

Номер варіанта		Координати точок								
		X_A	Y_A	Z_A	X_B	Y_B	Z_B	X_D	Y_D	Z_D
1	16	98	30	22	25	85	15	5	18	36
2	17	108	36	16	95	90	50	22	30	45
3	18	60	32	26	40	68	15	10	5	22
4	19	100	68	20	80	95	10	15	35	50
5	20	22	15	40	35	50	95	110	45	35
6	21	10	22	30	32	10	65	60	20	5
7	22	25	25	70	45	15	90	110	50	30
8	23	25	35	15	100	90	10	110	23	30
9	24	20	45	22	35	100	55	110	40	50
10	25	15	30	20	35	60	10	65	2	15
11	26	25	65	20	45	90	10	110	30	50
12	27	20	20	30	95	15	90	105	35	20
13	28	115	20	40	100	50	95	25	48	33
14	29	67	25	30	46	12	65	15	20	5
15	30	105	25	65	85	15	90	20	50	30



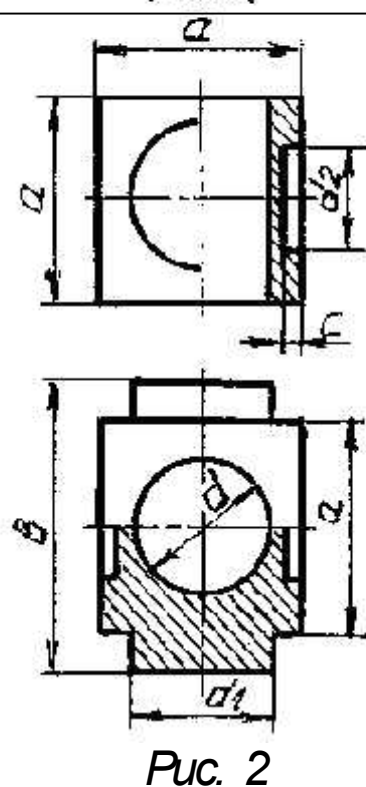
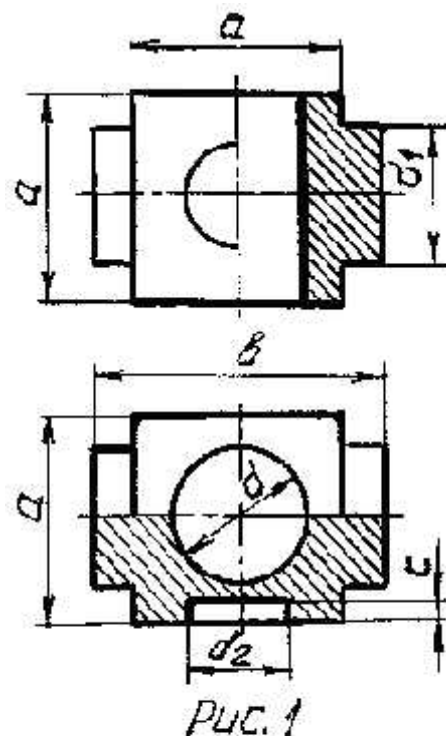
Завдання на графічну роботу

“Аксонетрія” (Формат А3)

1. Накреслити три зображення деталі з розрізами.
2. Виконати зображення деталі в прямокутній ізометрії з вирізом передньої чверті координатними площинами.

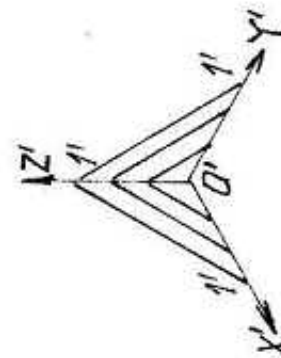
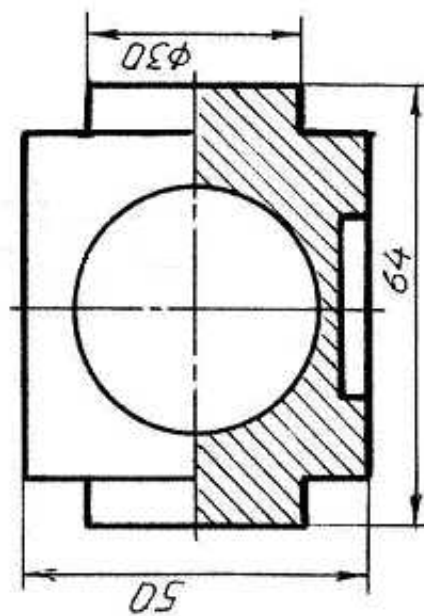
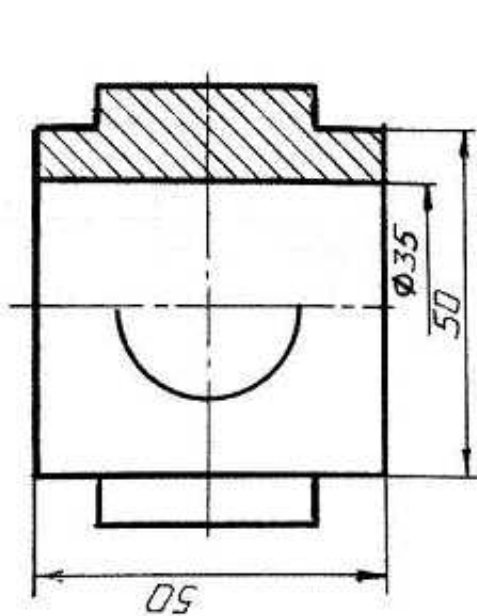
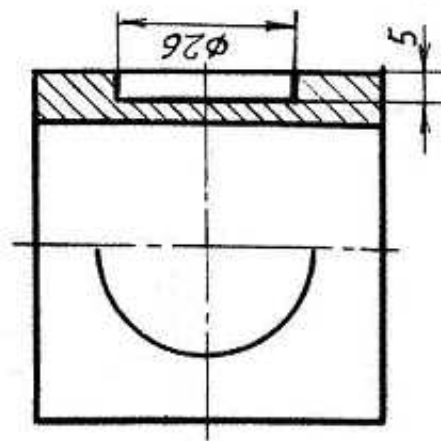
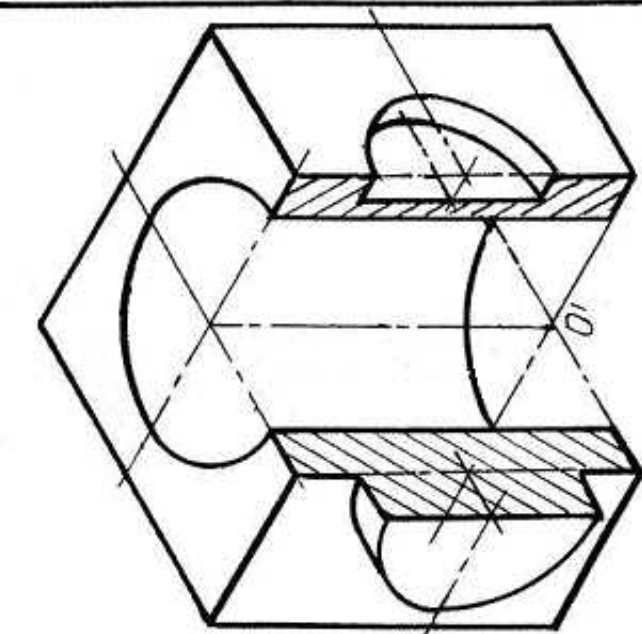
Приклад - стор.84,85. Теорія - стор.40-42.

№ варіанта		№ рис	a	b	c	d	d ₁	d ₂
			мм					
1	16	Рис.1	60	85	8	30	35	40
2	17		63	85	5	35	40	45
3	18		70	90	8	40	45	36
4	19		75	95	10	40	35	50
5	20	Рис.2	60	85	5	35	40	30
6	21		65	88	6	40	35	30
7	22		70	95	10	35	50	45
8	23		75	95	8	45	40	45
9	24	Рис.1	60	80	8	35	32	25
10	25		65	85	10	30	25	35
11	26		70	90	6	45	40	35
12	27		75	98	5	50	45	40
13	28	Рис.2	60	75	5	40	30	35
14	29		65	88	10	25	30	40
15	30		70	90	5	52	40	48



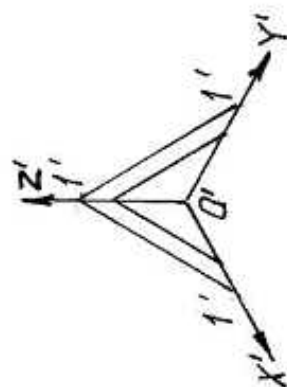
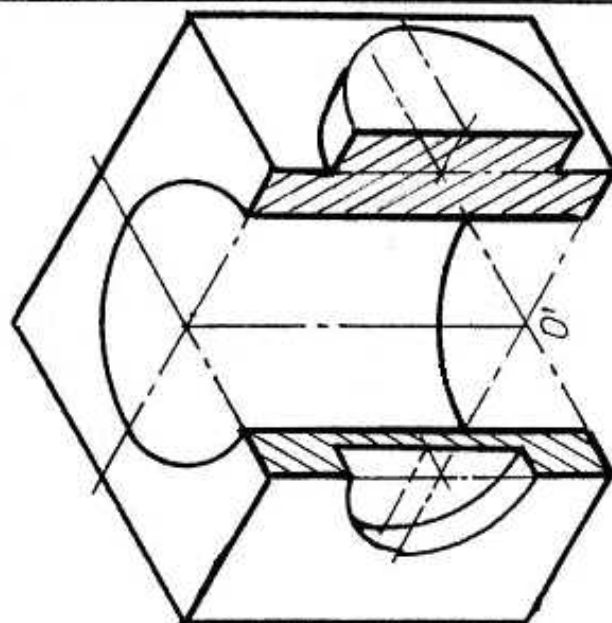
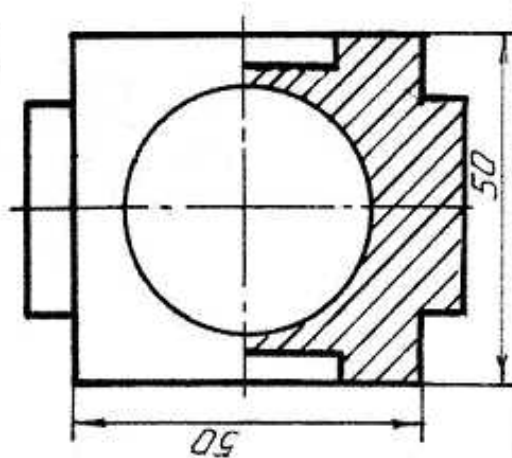
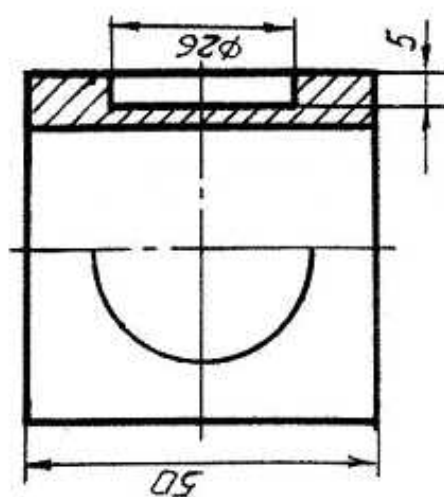
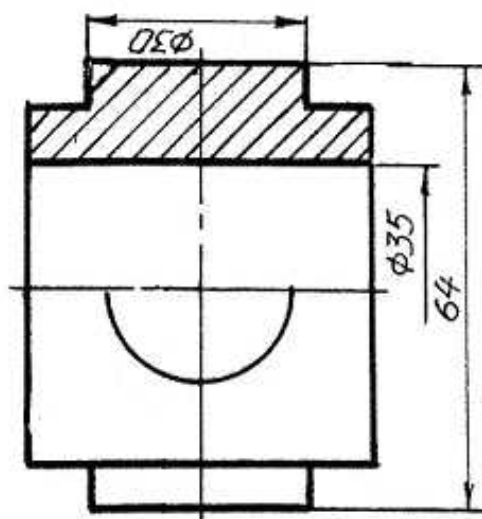
Приклади виконання ГР "Аксонетрія"

a	b	c	d	d ₁	d ₂
50	64	5	35	30	26



ХЕ 81.240302.003			
Аксонетрія	Масштаб	1:1	Масштаб
НТЧУ "КПІ"	Деталь	Деталь	Деталь
ХТФ, ЗР, ХЕ-81	Лист	Лист	Лист

a	b	c	d	d_1	d_2
50	64	5	35	30	26



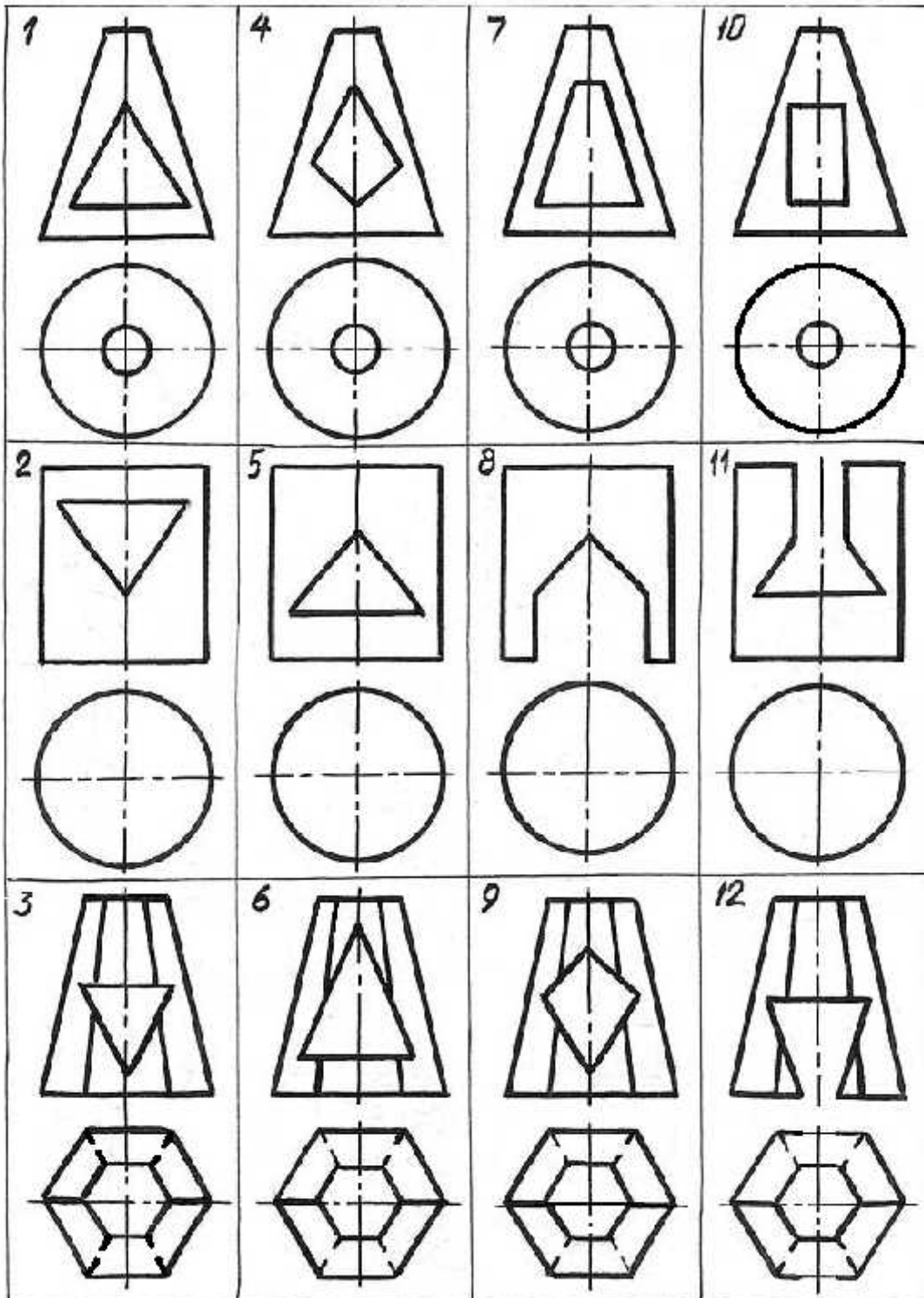
ХЕ81.170302.003		Лист	Конт.	Масштаб
АксонOMETPІЯ		Формат	Діаметр	1:1
ХТФ, зр.ХЕ-81		Масштаб	Діаметр	1
ХТФ, зр.ХЕ-81		Масштаб	Діаметр	1

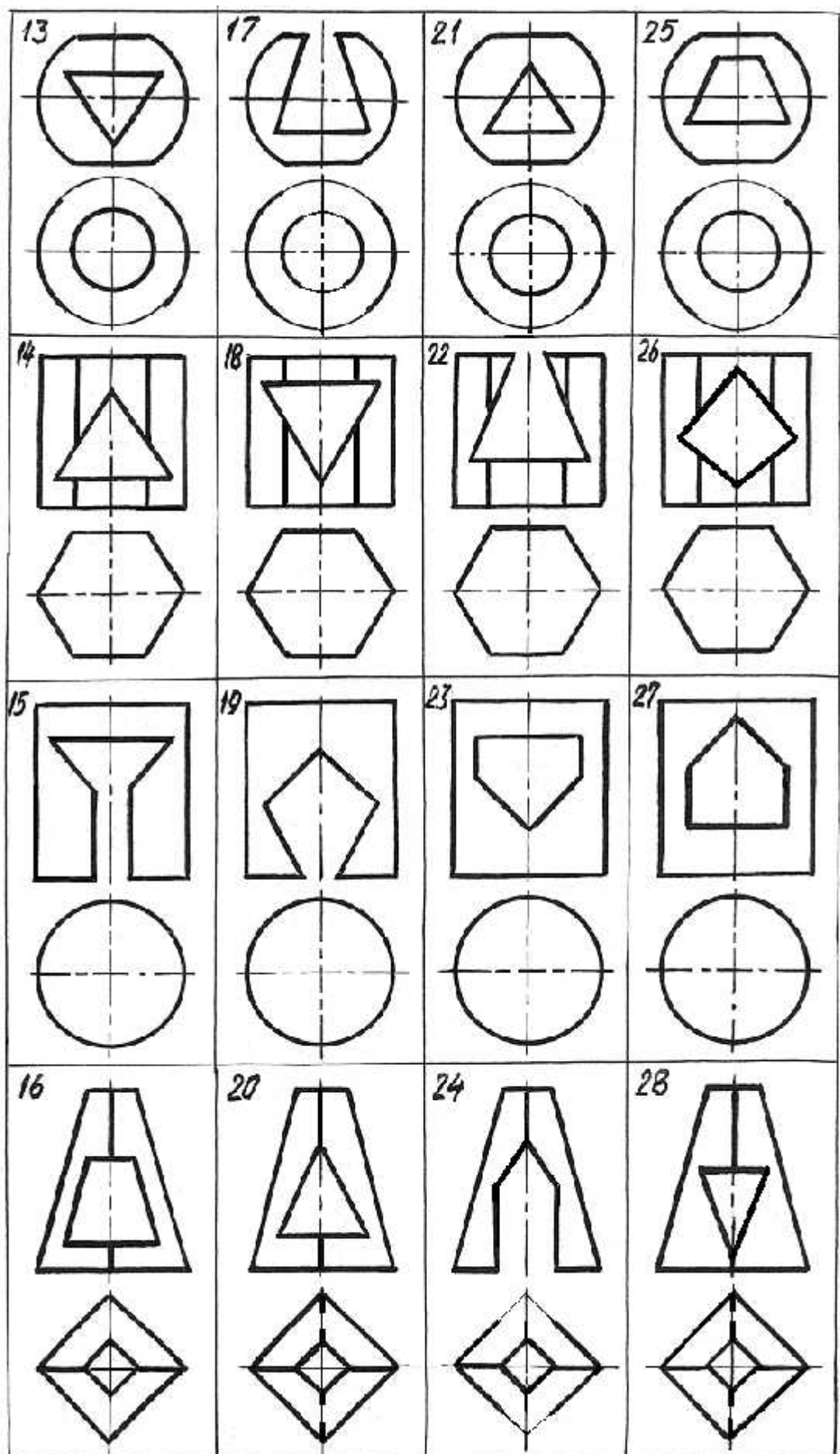
Завдання на графічну роботу "Троникання одинарне" (Формат А3)

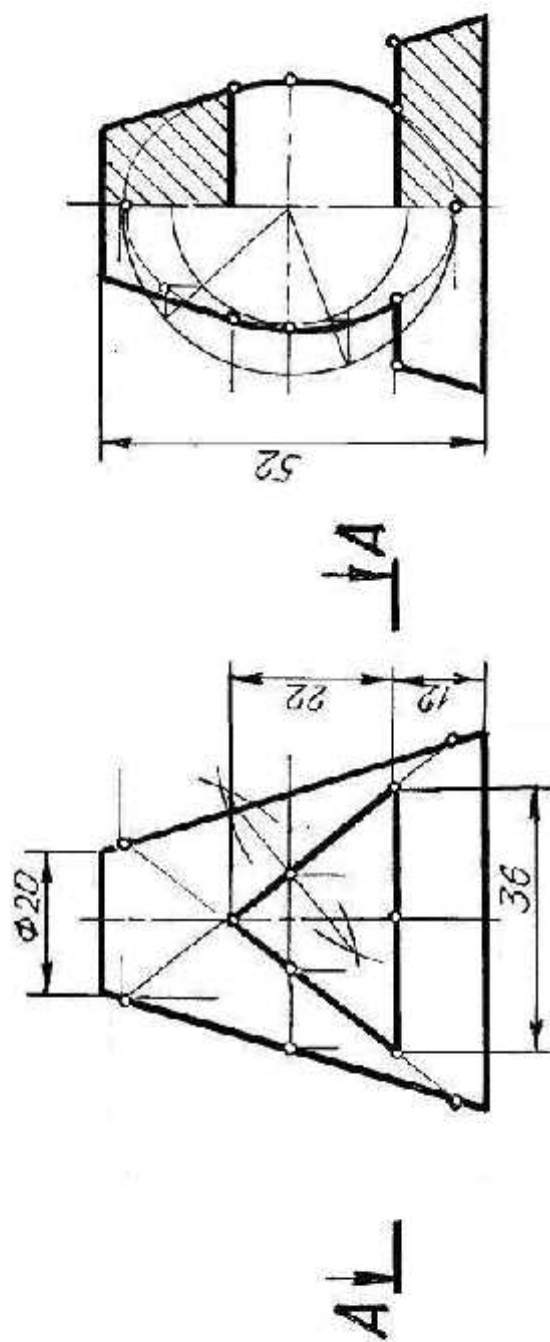
1. Виконати три зображення моделі.
2. Побудувати лінію перетину горизонтального наскрізного вікна з даною поверхнею.
3. Виконати необхідні розрізи та проставити розміри.
4. Лінії побудови не витирати (залишити на кресленні ледь помітними)

Приклади - стор.88,89. Теорія - стор.63,64.

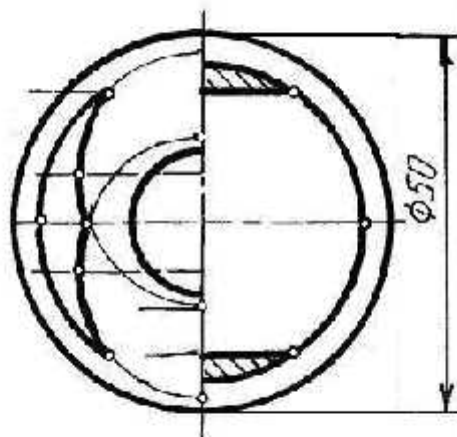
Висота фігури - 100мм, діаметр нижньої основи - 90мм, діаметр верхньої основи - 40мм.





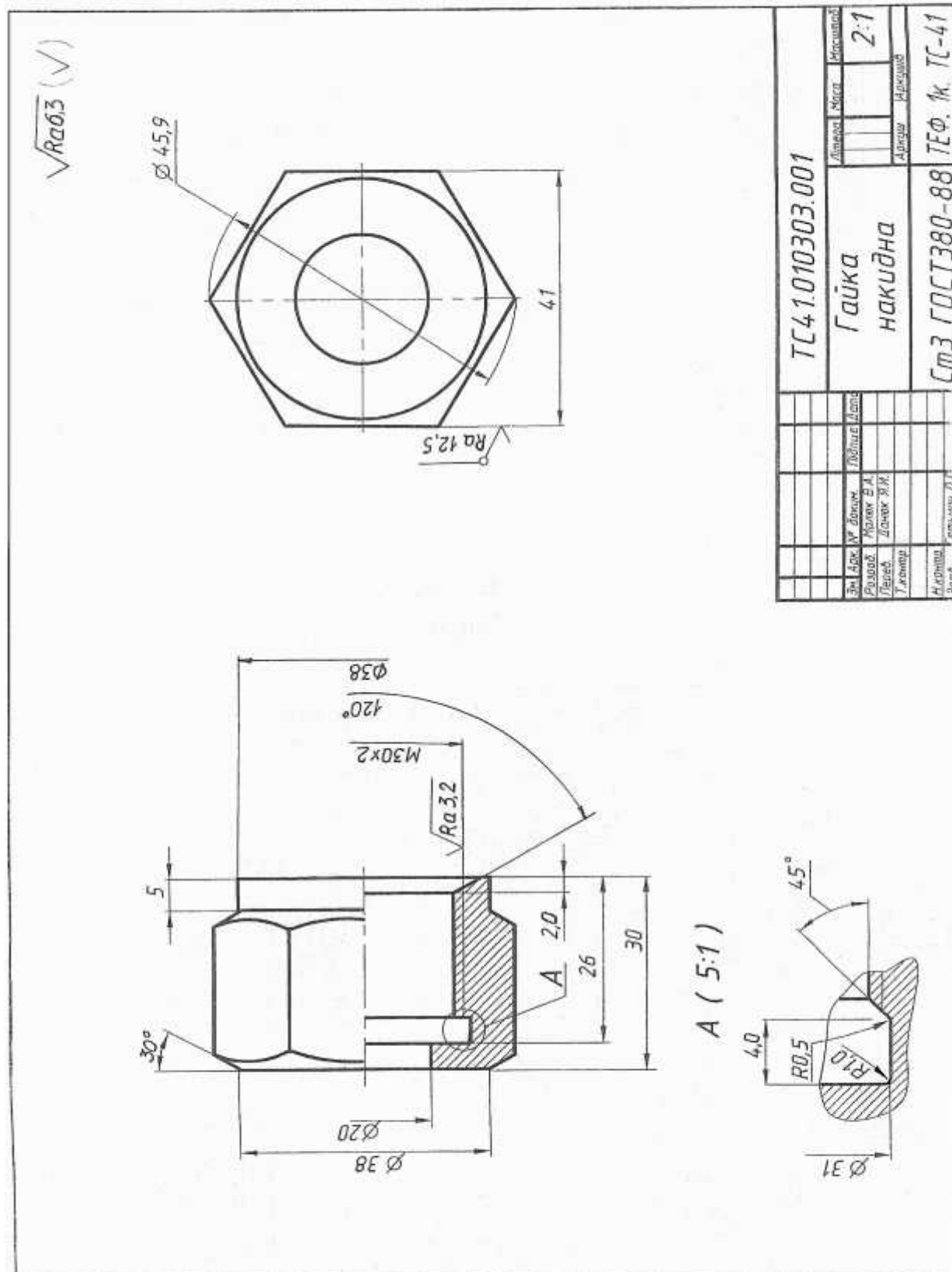


A-A



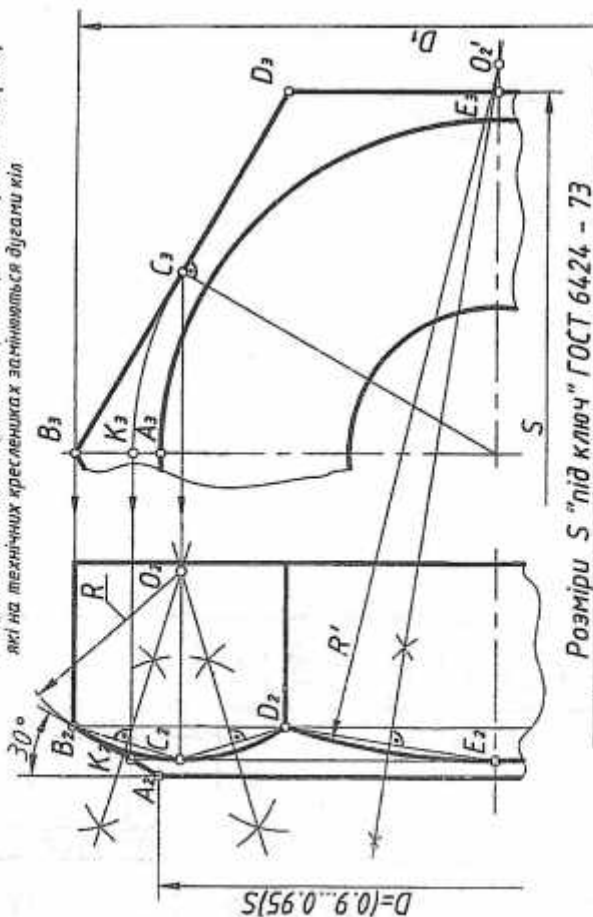
ХЕ 81. 170302.004		Лист	Рисун	Результат
ПРОЦЕДУРА				1:1
ПОДПИС				
ИЗМЕНА				
Датум				
Материјал				ХТФ, ХТФ
Димензије				ХТФ, ХТФ

Зразок креслення гайки накидної



Деталь з нарізю – карта методична

Побудова ліній перетину кінцевої фаски граниччю призма – гіперболоїди на технічних кресленнях замінюється дугами кіл

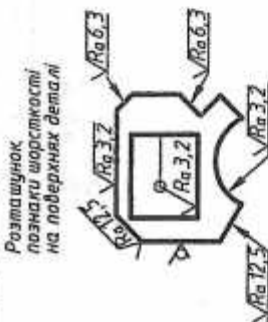


Розміри S "під ключ" ГОСТ 6424 - 73

S	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46
D	19,6	21,9	25,4	27,7	31,2	34,6	36,9	41,6	47,3	53,1

Позначка шорсткості
h – висота розмірних чисел на кресленні
H = (1,5...5)h

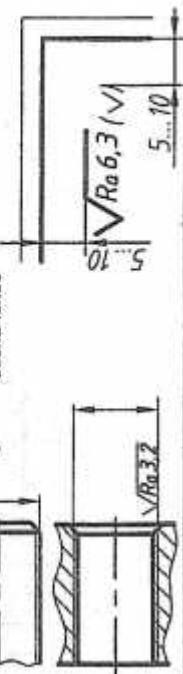
Розташунок позначки шорсткості на поверхнях деталі



Поверхня утворена віддаленням шару матеріалу

Поверхня утворена без віддалення шару матеріалу

Вид обробки поверхні конструктивним визначений

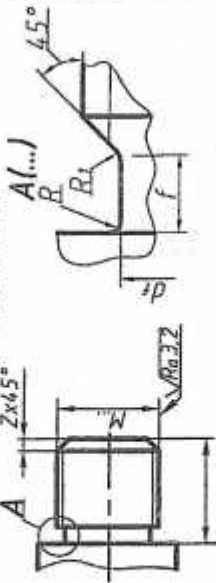


Зразок позначки на кресленні матеріалів, що рекомендують для виготовлення гайки

Ст 3 ДСТУ 2651 - 94
АЛ 2 ГОСТ 2685 - 75
Л 63 ГОСТ 15527 - 70
Сталь 10 ГОСТ 1050 - 88

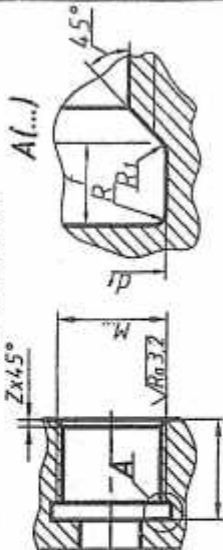
Проточка для нарізи метричної

Нарізь звичайна



Крок нарізі p	Нормальна		Вузька		Розміри в мм	
	f	R	f	R	d ₁	Фаска Z
1	3,0	1,0	0,5	0,5	2,0	1
1,25	4,0	1,0	0,5	0,5	2,5	1,6
1,5	4,0	1,0	0,5	0,5	2,5	1,6
1,75	4,0	1,0	0,5	0,5	2,5	1,6
2,0	5,0	1,6	0,5	0,5	3,0	2,0
2,5	6,0	1,6	1,0	0,5	4,0	2,5
3,0	6,0	1,6	1,0	0,5	4,0	2,5
3,5	8,0	2,0	1,0	0,5	5,0	2,5
4,0	8,0	2,0	1,0	0,5	5,0	3,0

Нарізь двуниття

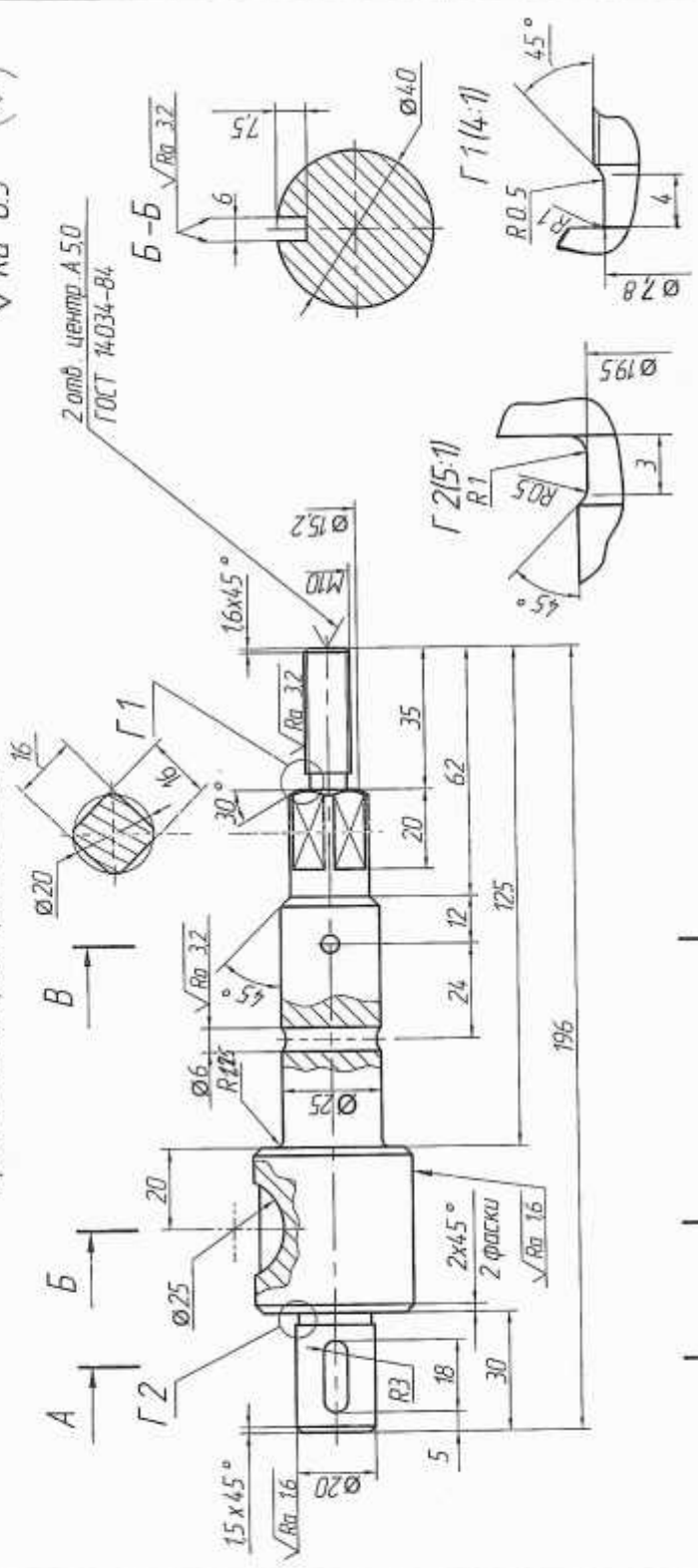


Крок нарізі p	Нормальна		Вузька		Розміри в мм	
	f	R	f	R	d ₁	Фаска Z
1	4,0	1,0	0,5	0,5	2,0	1,0
1,25	5,0	1,6	0,5	0,5	3,0	1,0
1,5	6,0	1,6	1,0	0,5	3,0	1,6
1,75	7,0	1,6	1,0	0,5	4,0	1,6
2,0	8,0	2,0	1,0	0,5	4,0	2,0
2,5	10,0	3,0	1,0	0,5	5,0	2,5
3,0	10,0	3,0	1,0	0,5	6,0	2,5
3,5	10,0	3,0	1,0	0,5	7,0	3,0
4,0	12,0	3,0	1,0	0,5	8,0	3,0

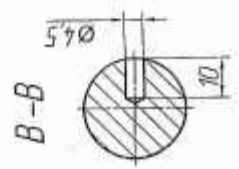
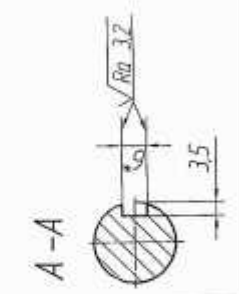
Зразок зображення та позначення конструктивних та технологічних елементів.

Простановка розмірів на валу.

$\sqrt{Ra\ 6.3}$ (✓)



* Розміри для довідок.



ХТ781.050303.002									
Вал									
Сталь 45 ГОСТ 1050-88									
ХТ0, 1к. зр.ХТ7-81									
Зем.	Авт.	Н. Вирм.	Техн. Директ.	Масштаб	Маса	Масштаб	1:1		
Проєкт	Автори	Научн.	Проєкт	Автори	Автори	Автори	1:1		
7. Конс.	7. Конс.	7. Конс.	7. Конс.	7. Конс.	7. Конс.	7. Конс.	7. Конс.		
Н. Конс.	Н. Конс.	Н. Конс.	Н. Конс.	Н. Конс.	Н. Конс.	Н. Конс.	Н. Конс.		
Зем.	Авт.	Н. Вирм.	Техн. Директ.	Масштаб	Маса	Масштаб	1:1		

Завдання на графічну роботу "З'єднання нарізеві"

1. Накреслити спрощене зображення з'єднання деталей кріпильними виробами, попередньо розрахувавши їх розміри (Рис. 1).
2. Виконати та позначити розріз на місці вигляду зліва по шпильці (парні варіанти) або по болту (непарні варіанти).
3. Позначити номери позиції деталей та стандартних виробів.
4. Нанести розміри (див. зразок роботи).
5. Роботу виконати на аркуші паперу формату А3 в масштабі 1:1.

З'ЄДНАННЯ НАРІЗЕВІ – таблиця довідкова

Гвинти

Спрощене зображення

ГОСТ 17475-80 ГОСТ 1491-80

Вигляд з'єднання

ГОСТ 17473-80

Шпильки (ГОСТ 22032-76 – ГОСТ 22038-76)

Спрощене зображення

Вигляд з'єднання

Болти (ГОСТ 7798-70)

Спрощене зображення

Вигляд з'єднання

Розрахунок довжини виробу

Для гвинта $l = H_1 + 2.0d$

H_1, H_2, H_3 – товщини деталей, що з'єднуються

Ряд нормальних довжин

Для шпильки $l = H_1 + 1.3d$

d – діаметр різьби

30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; ...

Для болта $l = H_1 + H_2 + 1.3d$

Умовна позначка кріпильних виробів.

Структура позначення.

- 1 – найменування деталі, клас точності (А, В, С), виконання (при необхідності);
- 2 – діаметр різьби, крок, поле допуску;
- 3 – характеристика довжини виробу;
- 4 – клас міцності, матеріал;
- 5 – вид і товщина покриття;
- 6 – номер стандарту

Примітка. Виконання 1 великий крок нарізів, марка матеріалу для вуглецевої сталі, вид покриття 00 не вказується

Шпильки (нормальні частоти)

Діаметр, мм	Сталь	Бронза	Чавун	Легкі сплави
	$l = d$	$l = 1.25d$	$l = 2d$	$l = 2d$
ГОСТ 22032-76	ГОСТ 22034-76	ГОСТ 22034-76	ГОСТ 22038-76	ГОСТ 22038-76
14	16	18	20	22
16	18	20	22	24
18	20	22	24	26
20	22	24	26	28

Приклади позначок

Гвинт В1 М16×40, 36, 019 ГОСТ 1491-80

Болт М12×125×50, 48 ГОСТ 7798-70

Гайка М27, 5, 026 ГОСТ 5915-70

Шпилька М24×2×70, 48 ГОСТ 22034-76

Шайба 24, 01, 016 ГОСТ 11371-78

Клас міцності для болтів, гвинтів та шпильок з вуглецевої сталі:
36; 46; 48; 56; 58; 66; 68; 69
(добуток чисел визначає величину меж текучості в Н/мм²)

Клас міцності для гайок

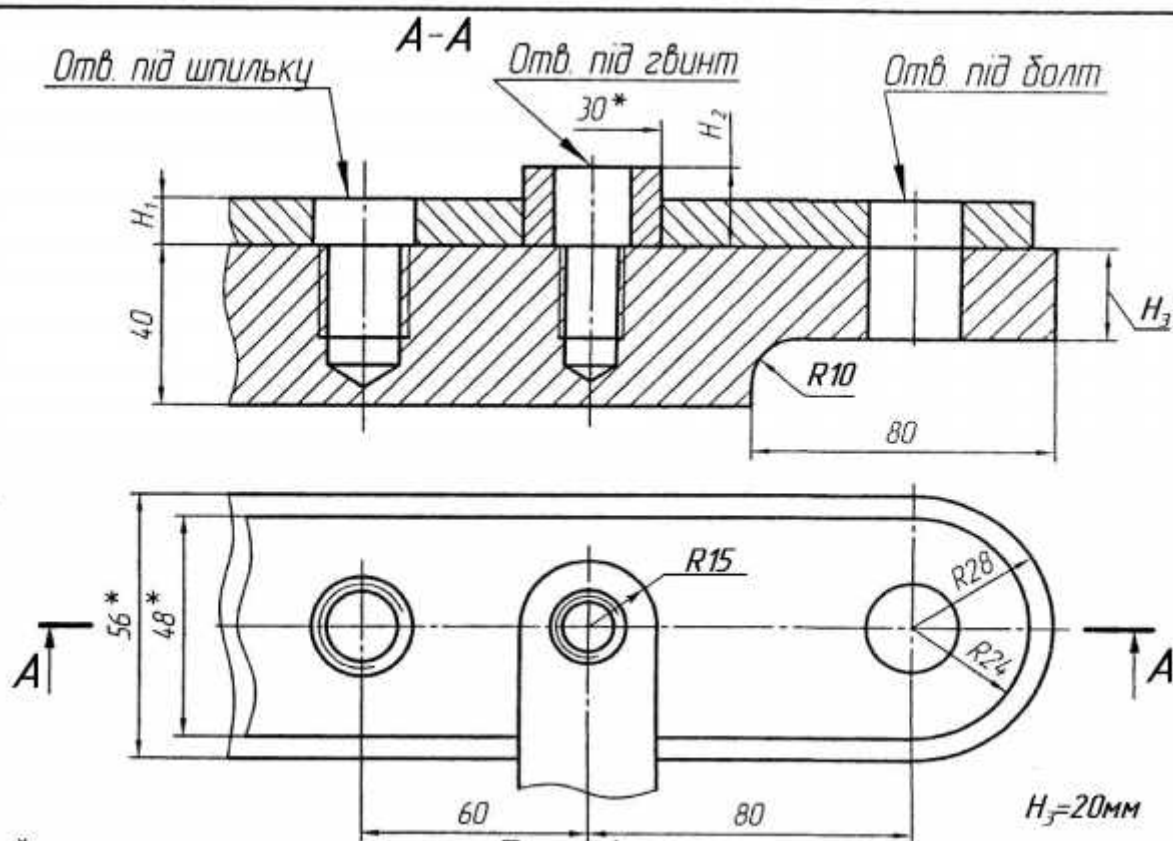
4; 5; 6; 8

(при множенні на 10 визначає величину напруження від випробувального навантаження в Н/мм²)

Покриття: Вид і умовне позначення за ГОСТ 1759-70

01 – цинкове з хроматуванням;
05 – окисне, 08 – мідне;
09 – цинкове; 12 – срібне.

Товщина покриття 1, 3, 6, 9 мкм



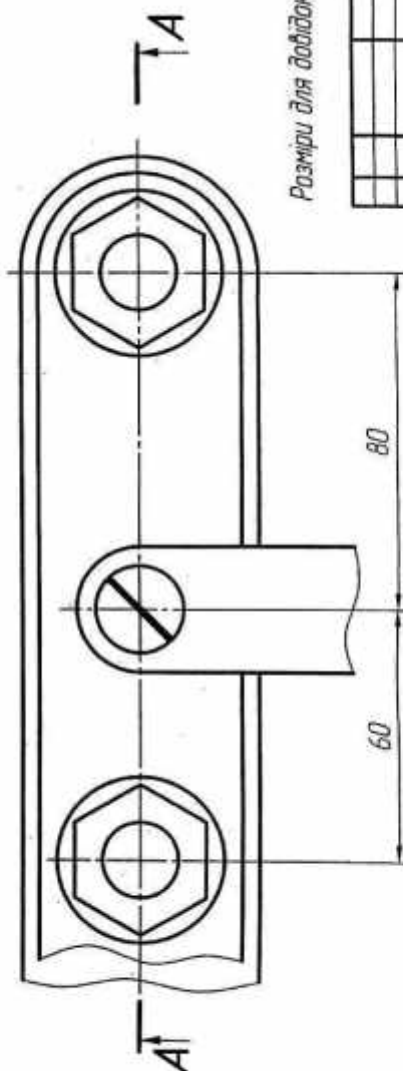
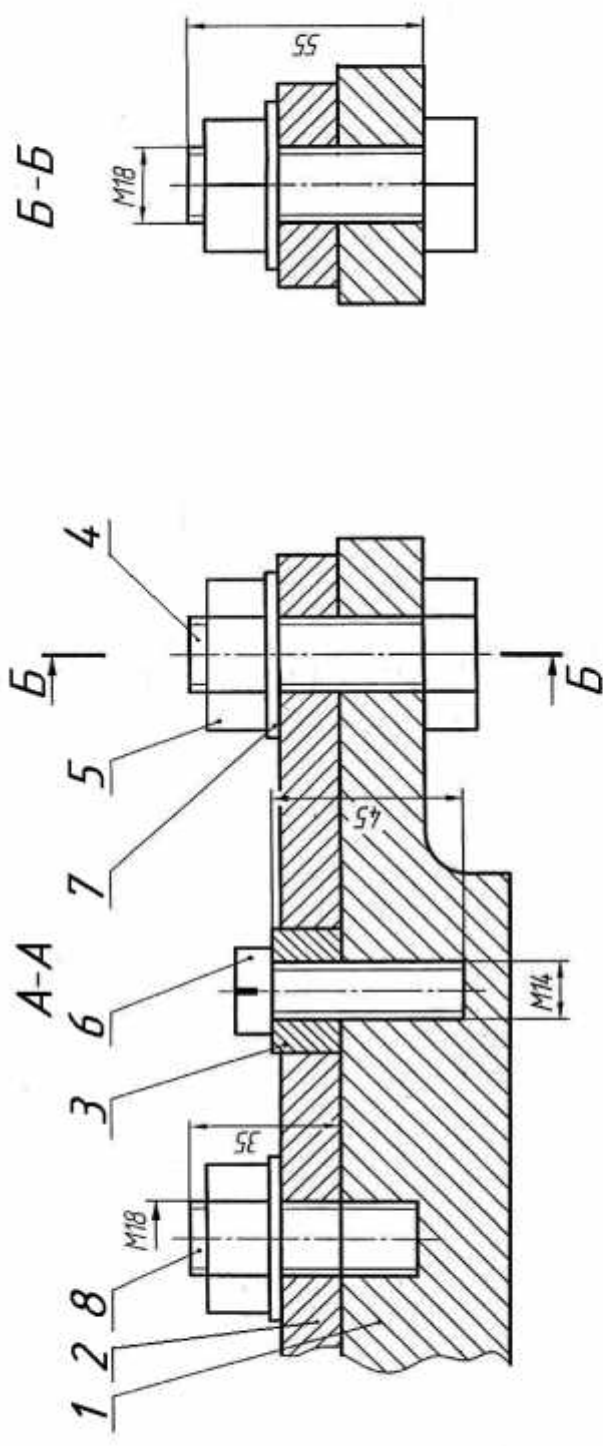
* Розміри для довідок

Рис. 1

Таблиця завдань

№ № варіанту		Деталі			Кріпильні вироби						
		Товщина (мм)		Матеріал	Гвинт		Болт, шпилька позначка нарізі	Клас міцності Гвинта, болта, шпильки	Група матеріалу	Вид покриву таблиці/інші	
		H ₁	H ₂		Позначка	№ стандарту					
1	16	10	12	Сталь	M10	ГОСТ 1491-80	M14	48	5	06	016
2	17	14	16	Чавун	M12	ГОСТ 1491-80	M16	46	4	05	013
3	18	10	16	Лег.сплав	M14	ГОСТ 1491-80	M18	56	6	03	019
4	19	14	16	Бронза	M10	ГОСТ 17473-80	M20	58	8	04	053
5	20	12	16	Лег.сплав	M12	ГОСТ 17473-80	M14	68	4	05	056
6	21	14	18	Чавун	M14	ГОСТ 17473-80	M16	68	5	06	059
7	22	14	16	Сталь	M10	ГОСТ 17475-80	M18	69	6	05	00
8	23	14	18	Чавун	M12	ГОСТ 17475-80	M20	36	8	03	083
9	24	14	20	Лег.сплав	M10	ГОСТ 1491-80	M14	46	4	04	086
10	25	16	18	Бронза	M14	ГОСТ 1491-80	M16	48	5	05	086
11	26	12	14	Сталь	M14	ГОСТ 1491-80	M18	56	6	06	093
12	27	14	18	Чавун	M10	ГОСТ 17475-80	M20	68	8	04	096
13	28	12	16	Бронза	M12	ГОСТ 17475-80	M14	66	4	03	099
14	29	14	18	Лег.сплав	M10	ГОСТ 1491-80	M16	69	5	04	016
15	30	14	16	Сталь	M14	ГОСТ 1491-80	M18	36	6	05	019

[illegible]



Розміри для довідок

Х081.090304.000СБ			
З'єднання нарізеві	Діаг.	Маса	Масштаб
Складальний кресленник			1:1
ХТФ, 1 курс	Архив	Архив	
г.р. Х0-81			

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хаскін А.М Креслення. - К.: Вища шк., 1972.
2. Гордон В.О., Семенов-Огиевский А.М Курс начертательной геометрии. - Л.: Наука, 1988.
3. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
4. Учебные задания по начертательной геометрии (Сост А.М Крот, Л.В.Петина, Н.С. Гумен). - К., 1988.

*Збірник задач і методичні рекомендації
до вивчення дисципліни "Інженерна графіка"
для студентів хіміко-технологічного факультету*

Укладачі: А.Є. Ізволеньська
Д.К. Луданов
Г.С. Подима.

*Київ НТУУ "КПІ" 2010
Українською мовою*