

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

М.Ф. Павлюк, В.В. Мартинюк

ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ

Методичні вказівки до вивчення дисципліни
для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

I

Івано-Франківськ
2025

УДК 621.382

П-11

Павлюк М.Ф., Мартинюк В.В. Вступ до спеціальності: Методичні вказівки до курсу. [Електронне видання] – Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, 2025. – 75 с.

Навчальний посібник містить стислий курс лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та завдання і приклади, що сприяють засвоєнню навчального матеріалу та дозволяють вирішувати проблеми, пов'язані із створенням технічної документації згідно вимог Єдиної системи конструкції документації (ЄСКД).

Даний посібник призначений для студентів усіх напрямків підготовки, які вивчають інженерну графіку. Він може бути використаний в процесі оформлення звітів лабораторних робіт та в процесі виконання курсових і дипломних проектів.

Рецензенти:

Рачій Б.І. – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Дзундза Б.С. – доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Затверджено на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки (протокол № 8 від "1" квітня 2025 р.)

Рекомендовано до друку Вченою радою фізико-технічного факультету Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол №8 від 23 квітня 2025 р.)

© Павлюк М.Ф., Мартинюк В.В.

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57

ЗМІСТ

Розділ 1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ.....	4
1.1 Основні стандарти на оформлення креслення.....	4
1.2 Деякі геометричні побудови.....	9
1.3 Завдання до розділу 1.....	11
Розділ 2. ОСНОВИ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ.....	17
2.1 Проектування елементарних геометричних об'єктів.....	17
2.2 Позиційні та метричні задачі. Способи перетворення об'єктів.....	20
2.3 Поверхні та їх взаємний перетин.....	24
Розділ 3. ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ.....	29
3.1 Проекційне креслення.....	29
3.1.1 Основні теоретичні положення по темі.....	29
3.1.2 Завдання до розділу 3.1.....	31
3.2 Машинобудівне креслення.....	41
3.2.1 Зображення та позначення різьби на кресленнях.....	41
3.2.2 Кріпильні вироби. З'єднання стандартними кріпильними виробами.....	44
3.2.3 Графічні приклади до розділу.....	47
3.2.4 Робочі деталі та ескізи.....	52
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
Додаток В.....	58

РОЗДІЛ 1 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

1.1 ОСНОВНІ СТАНДАРТИ НА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕННЯ

Формати ГОСТ 2.301-68*

Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки, виконаної тонкою лінією.

Основні формати

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

На всіх форматах (окрім A4) основний напис розміщується вздовж довшої чи коротшої сторони формату. *На листах формату A4 основний напис розміщується тільки вздовж коротшої сторони.*

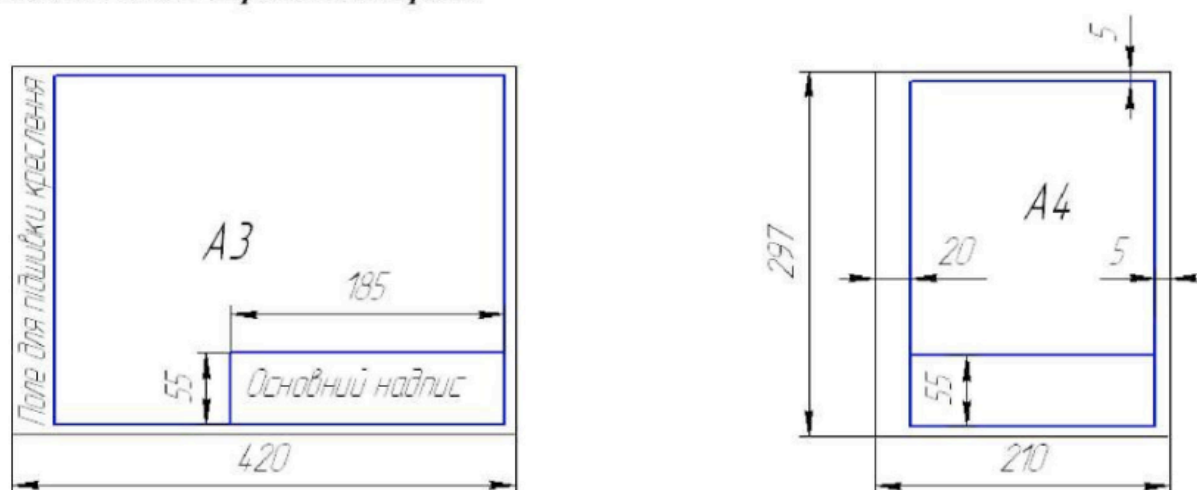


Рисунок 1.1 – Розміщення основного напису.

Основний напис ГОСТ 2.104-68*

Основний напис (форма 1) призначений для всіх випадків креслень і схем зображений на рис. 1.2

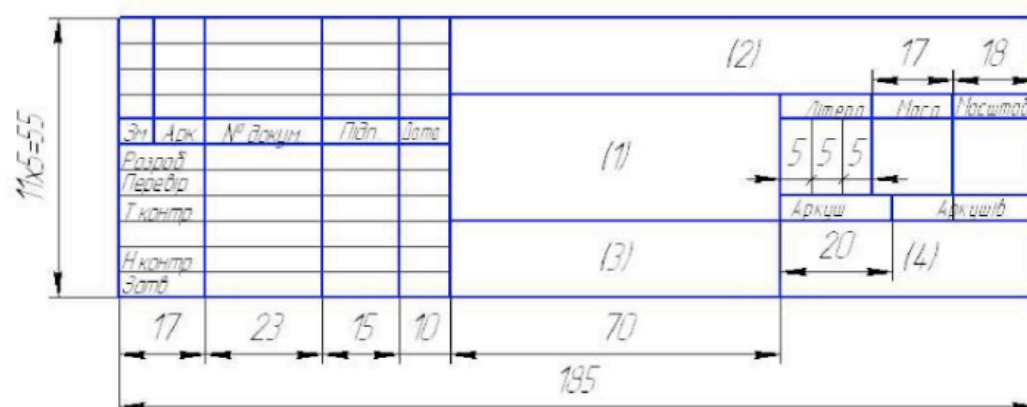


Рисунок 1.2 – Форма 1 основного напису.

Основні написи (форма 2 та форма 2а) призначені для текстових документів (специфікацій) – зображені на рисунку 1.3 (на першому аркуші) та рисунку 1.4 (на наступних аркушах).

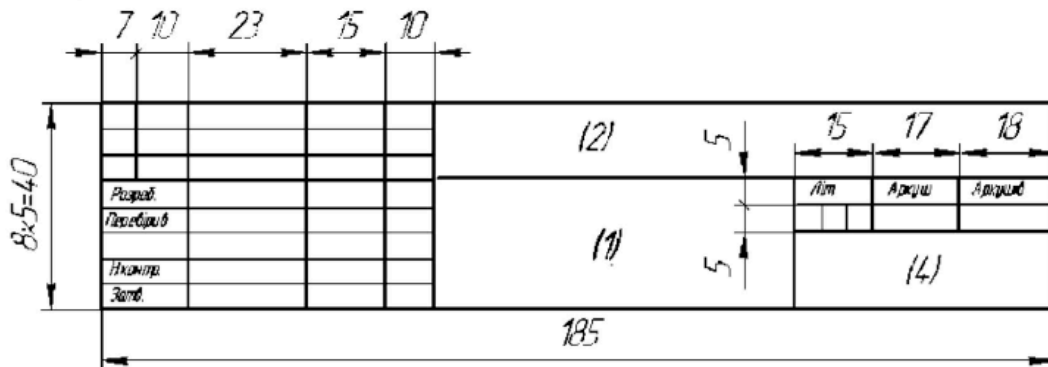


Рисунок 1.3 – Форма 2 основного напису.

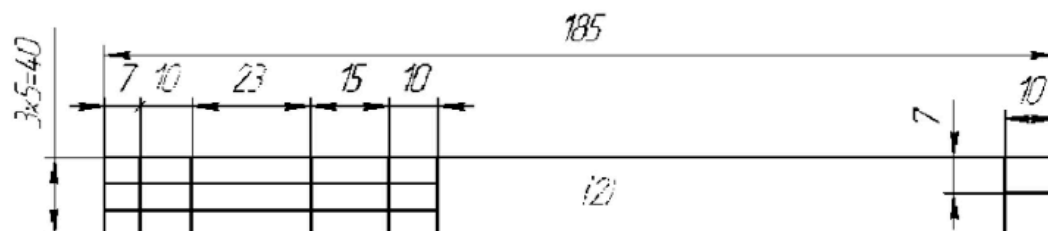


Рисунок 1.4 – Форма 2а основного напису.

В графах основних надписів вказують: в графі 1 – назву виробу; в графі 2 – позначення документа; в графі 3 – позначення мареріалу деталі; в графі 4 – індекс виробництва.

При рішенні домашніх задач з нарисної геометрії та виконання учбових креслень з розділів геометричного та проєкційного креслення допускається застосовувати нестандартний основний напис зображений на рисунку 1.5.

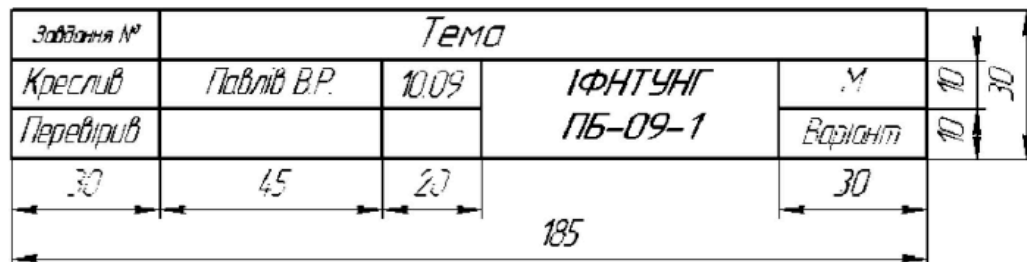


Рисунок 1.5 – Нестандартний основний напис.

Масштаби ГОСТ 2.302-68*

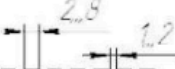
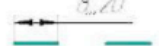
Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення до дійсних розмірів предмета (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Масштаби.

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

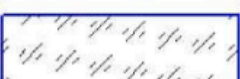
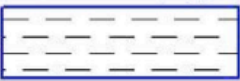
На кресленні масштаб вказують у відповідній графі основного надпису – «Масштаб»

Типи ліній представлені у таблиці 1.3.
Таблиця 1.3 – Лінії

Назва	Вигляд	Товщина лінії	Призначення
Суцільна товста основна		(S) 0,5 ... 1,4 мм	Лінії видимого контуру
Суцільна тонка		S/3 ... S/2	Лінії виносні, розмірні, штриховки, виноски
Суцільна хвиляста		S/3 ... S/2	Лінії обриву. Лінії розграничення виду та розрізу
Штрихова		S/3 ... S/2	Лінії невидимого контуру
Штрихпунктирна		S/3 ... S/2	Осьові та центрові лінії
Розімкнута		S ... 1,5 S	Лінії перерізу

Позначення графічне матеріалів ГОСТ 2.306-68*

Графічне представлення матеріалів представлено у таблиці 1.4.
Таблиця 1.4 – Графічне позначення матеріалів.

Матеріал	Позначення
Метали та тверді сплави	
Неметалічні матеріали в тому числі волокнисті, монолітні та пресовані, за виключенням вказаних нижче	
Дерево (позначення слід використовувати, коли нема необхідності вказувати напрямку волокон)	
Кераміка та сілікатні матеріали для кладки, а також електротехнічний фарфор	
Скло та інші прозорі матеріали	
Рідини	

Якщо лінії штриховки співпадають по напрямку з лініями контура та замість кута 45° слід брати кут 30° або 60°. Вузькі площі перерізів ширина яких на кресленні менше 2 мм, допускається показувати зачорненими залишаючи просвіт між суміжними перерізами не менше 0,8 мм. (рис. 1.6).

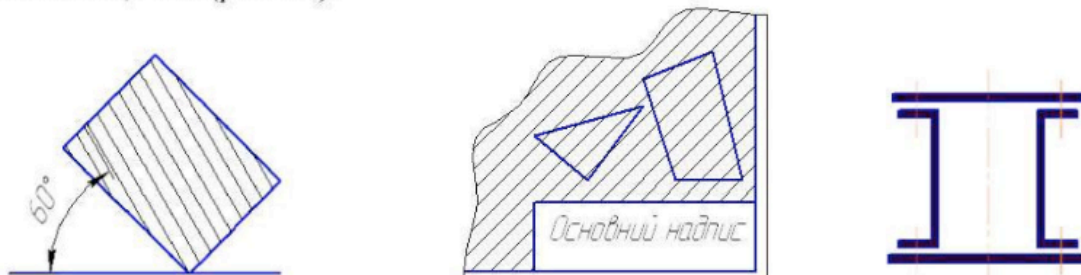


Рисунок 1.6 – Приклад графічного позначення матеріалів.

Нанесення розмірів ГОСТ 2.307-68

Для нанесення розмірів використовуються виносні та розмірні лінії (суцільна тонка) та розмірні числа (в мм).

Розмірні та виносні лінії

Розмірні лінії проводяться паралельно відрізку який вимірюється або по концентричній дузі вимірюваного кута та обмежуються стрілками (рис. 1.7).

Розмірні лінії бажано наносити поза контуром зображення. Допускається

проводити розмірні лінії безпосередньо до ліній видимого контура осевих, центрових. Необхідно уникати перетину розмірних і виносних ліній.

Не допускається використовувати лінії контура, осеві, центрові та виносні лінії в якості розмірних ліній.

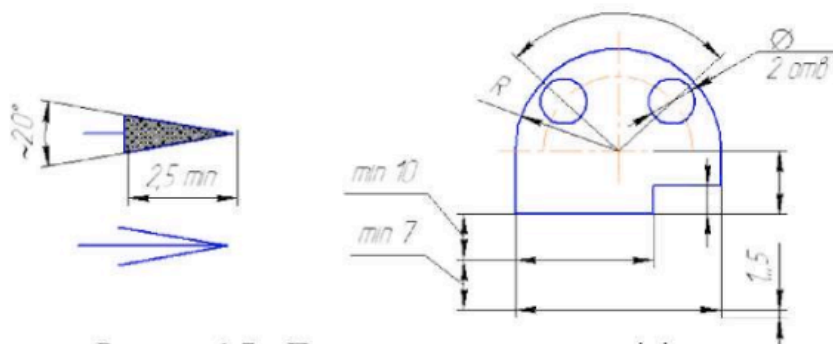


Рисунок 1.7 – Приклади нанесення розмірів.

Якщо не вистачає місця для стрілок на розмірних лініях, розміщених ланцюжком, стрілки дозволяється замінювати засічками, що наносяться під кутом 45° до розмірних ліній, або чіткими точками. Якщо не вистачає місця для стрілок через близько розташовану контурну чи виносну лінію то ці лінії можна перервати. (рис. 1.8).

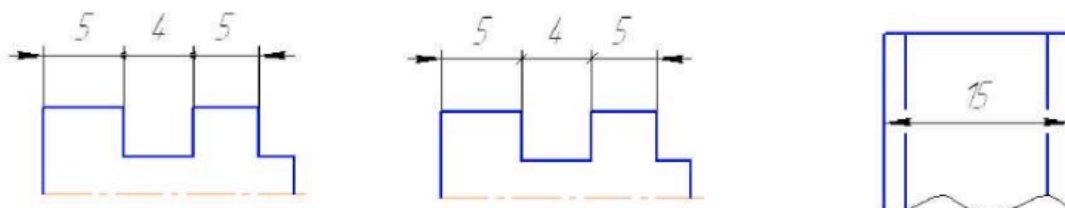


Рисунок 1.8 – Приклади нанесення розмірів.

Розмірні числа

Лінійні розміри на кресленнях вказують в мм, а кутові – в градусах, мінутах, секундах з позначенням одиниць вимірювання. Розмірне число висотою 5 мм наноситься над розмірною лінією на віддалі 0,5...1 мм якомога ближче до середини. Над паралельними прямими (чи концентричними дугами) розмірні числа проставляють в шаховому порядку (рис. 1.9 – а). Простановка лінійних та кутових розмірів при різноманітних нахилах розмірних ліній (рис. 1.9 – б, в).

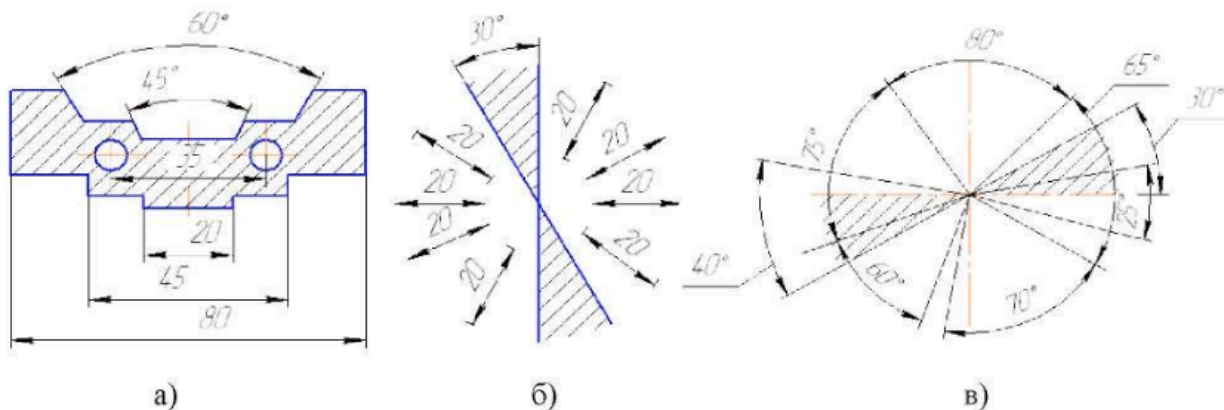


Рисунок 1.9 – Приклади нанесення розмірів.

Нанесення розмірів діаметрів і радіусів

При нанесенні розміру діаметра перед розмірним числом ставиться спеціальний знак. Деякі з варіантів простановки діаметральних розмірів показані на рисунку 1.10.

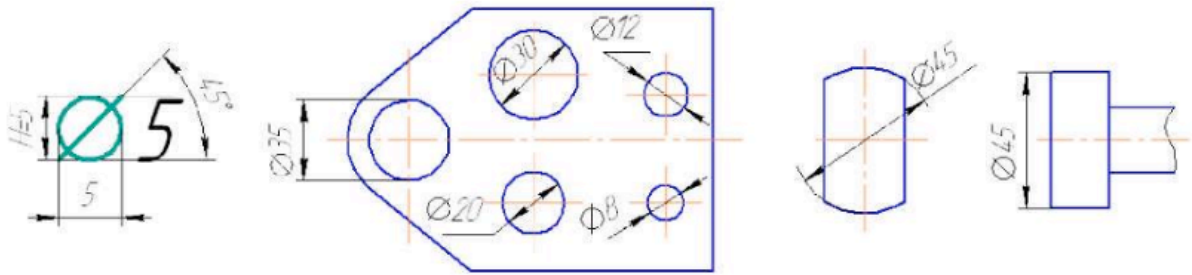


Рисунок 1.10 – Приклади нанесення розмірів.

При нанесенні розміру радіуса перед розмірним числом ставиться латинська буква R. Деякі з варіантів простановки розмірів радіусів показані на рисунку 1.11.



Рисунок 1.11 – Приклади нанесення розмірів.

Особливі випадки нанесення розмірів

Розмірну лінію можна розривати у випадках, показаних на рисунку 1.12 а.

Розмір квадрата наноситься, як показано на рисунку 1.12 б.

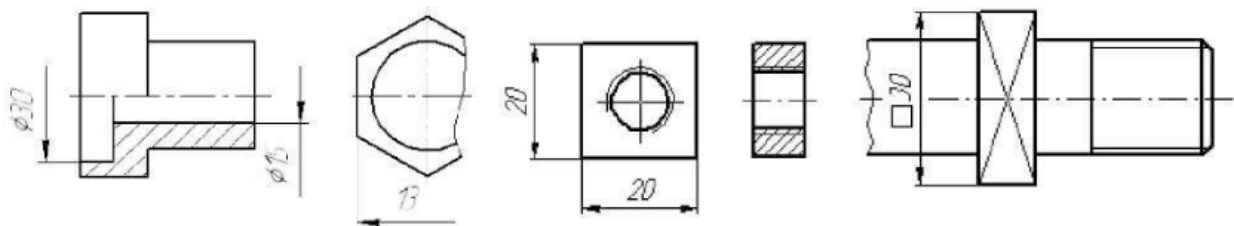


Рисунок 1.12 – Приклади нанесення розмірів.

Розміри декількох однакових елементів виробу, як правило, наносять один раз і вказують на полиці чи під полицкою лінії-виноски кількість цих елементів (рис.1.13 а).

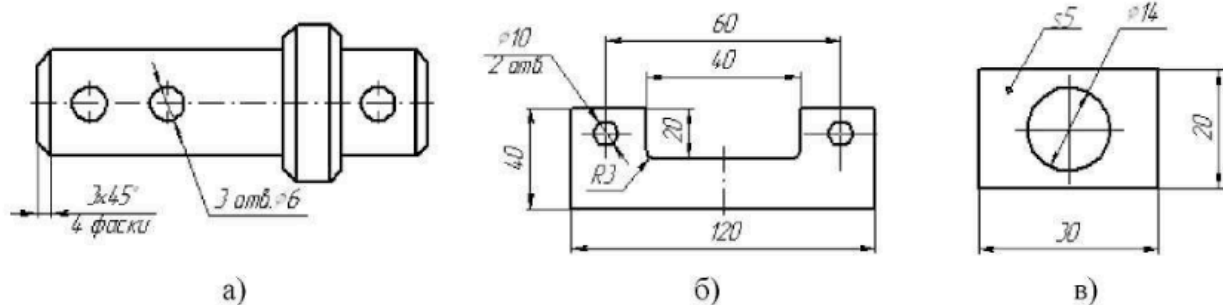


Рисунок 1.13 – Приклади нанесення розмірів.

Розміри двох симетрично розміщених елементів виробу (крім отворів і фасок) наносять один раз без вказування їх кількості (рис.1.13 б). При зображенні деталі в одній проекції (планка, пластина) розміри її товщини вказують на виносці-поличці, як показано на рисунку 1.13 в.

Сфера задається знаками « $\bigcirc$ » чи «R». Якщо сферу тяжко відрізнити від інших поверхонь, то перед розмірним числом пишеться слово «Сфера або ставиться знак « $\bigcirc$ ». Деякі з варіантів простановки розмірів сфери показані на рисунку 1. 14).

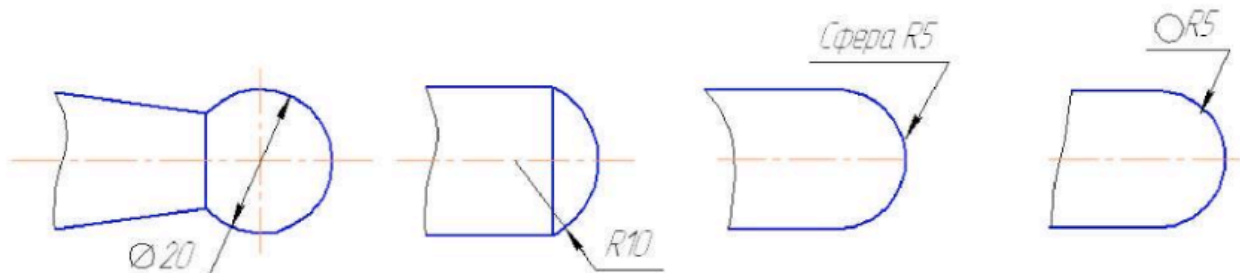


Рисунок 1.14 – Приклади нанесення розмірів.

Скошену гостру кромку стержня, бруска, листа або отвору називають фаскою. Розміри фасок наносять двома лінійними розмірами або лінійним і кутовим. Фаски, які виконані під кутом 45°, наносять через знак «x». Деякі з варіантів простановки розмірів фасок показані на рисунку 1. 15).

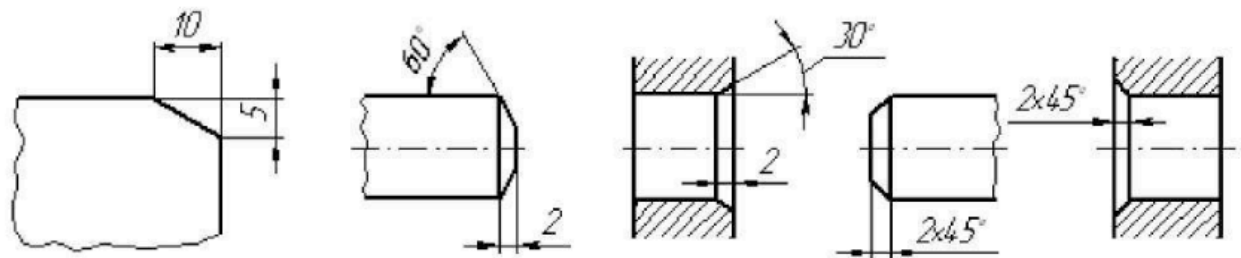


Рисунок 1.15 – Приклади нанесення розмірів.

1.2 ДЕЯКІ ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

Похил ГОСТ 8908 – 81

Похил – це величина, що характеризує нахил однієї лінії чи площини по відношенню до другої

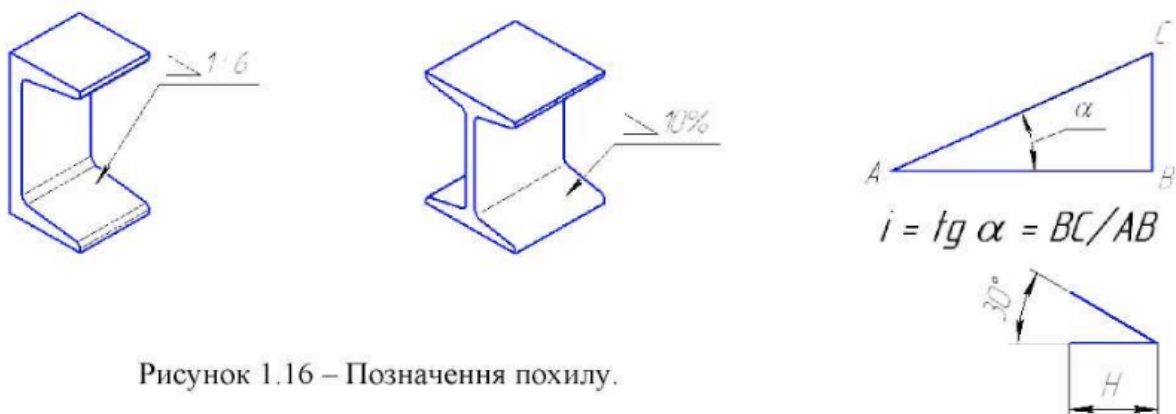


Рисунок 1.16 – Позначення похилу.

Для позначення похилу на кресленні використовується знак $\angle$ або $\sphericalangle$, який наноситься перед розмірним числом, де Н – розмір шрифту.

Приклади побудови позначення похилу

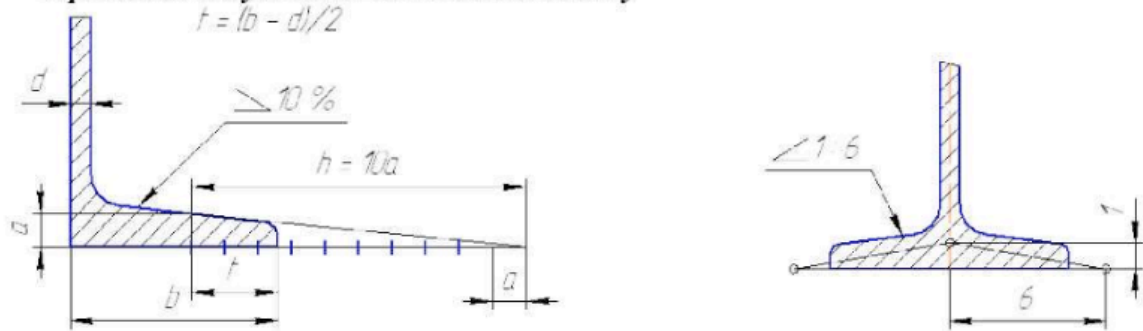
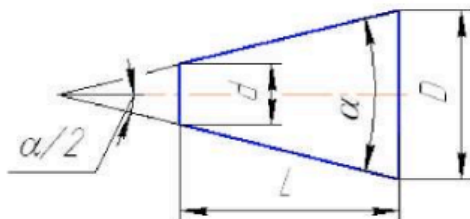


Рисунок 1.17 – Позначення та побудова похилу.

Конусність ГОСТ 8593-81

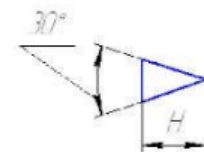
Конусність – це відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до віддалі між ними.



$$C = (D - d)/L = 2 \tan \alpha/2$$

Рисунок 1.18 – Обчислення конусності.

Для позначення конусності на кресленні використовується знак $\triangleleft$ або $\triangleright$, який наноситься перед розмірним числом



Приклади позначення конусності

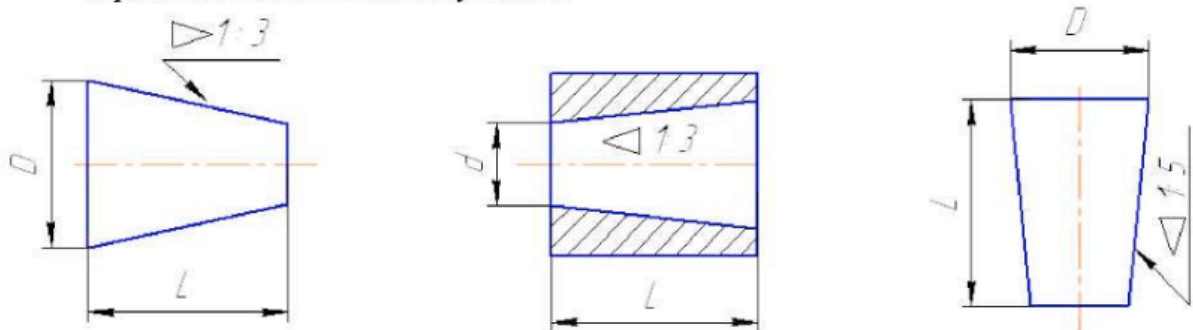


Рисунок 1.19 – Приклади позначення конусності.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які основні формати передбачає стандарт?
2. Де на аркуші креслення слід розміщувати основний напис?
3. Які існують масштаби згідно стандарту?
4. В яких одиницях вказуються лінійні та кутові розміри?
5. На якій віддалі від контуру деталі слід проводити розмірні лінії?
6. Як наносять розміри квадрата, сфери?
7. Як позначають конусність чи похил?

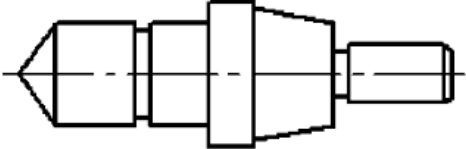
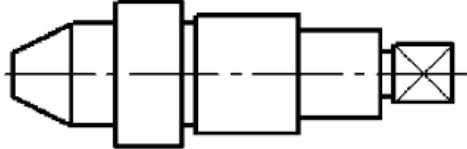
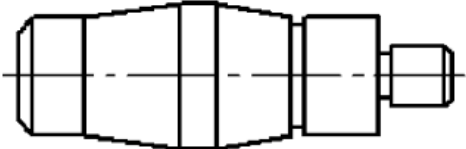
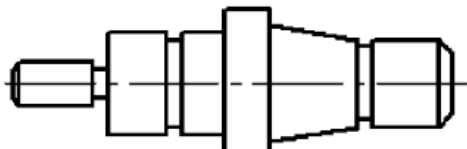
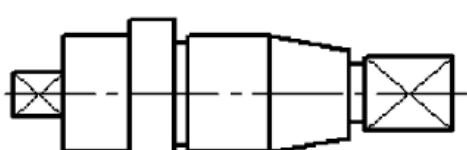
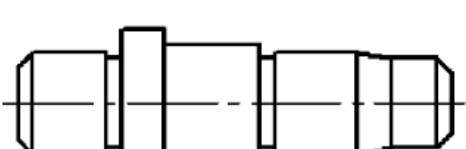
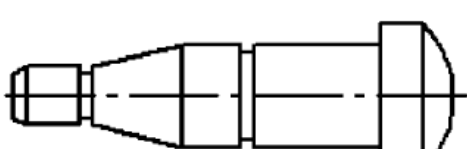
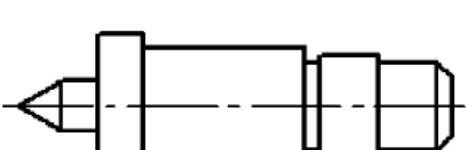
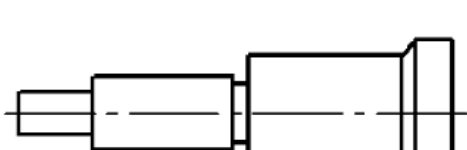
1.3 ЗАВДАННЯ ДО РОЗДІЛУ 1

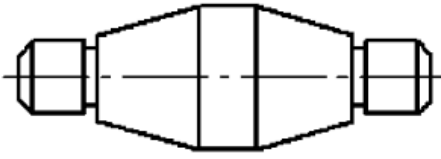
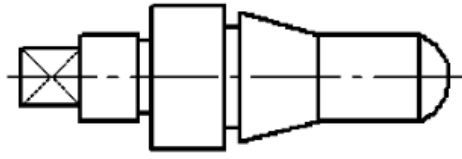
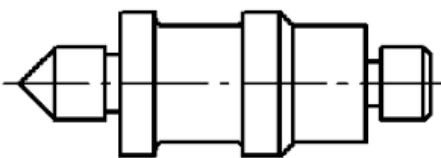
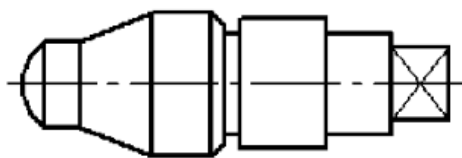
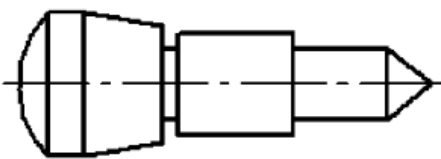
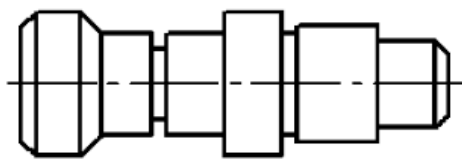
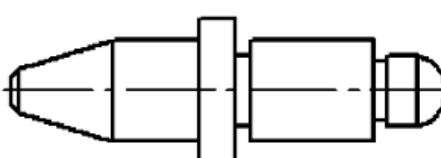
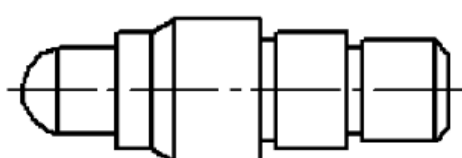
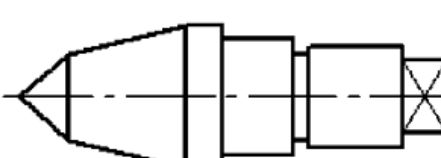
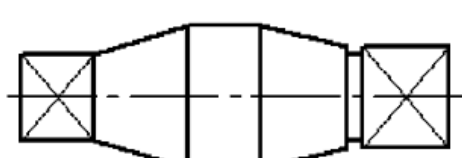
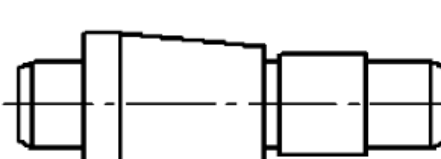
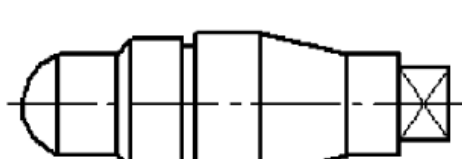
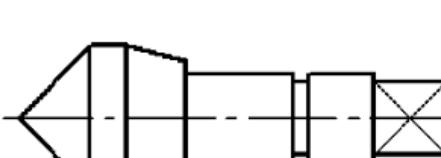
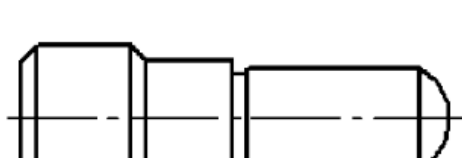
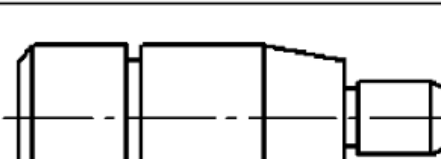
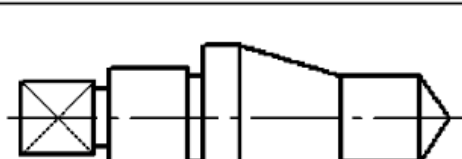
Завдання №1.1

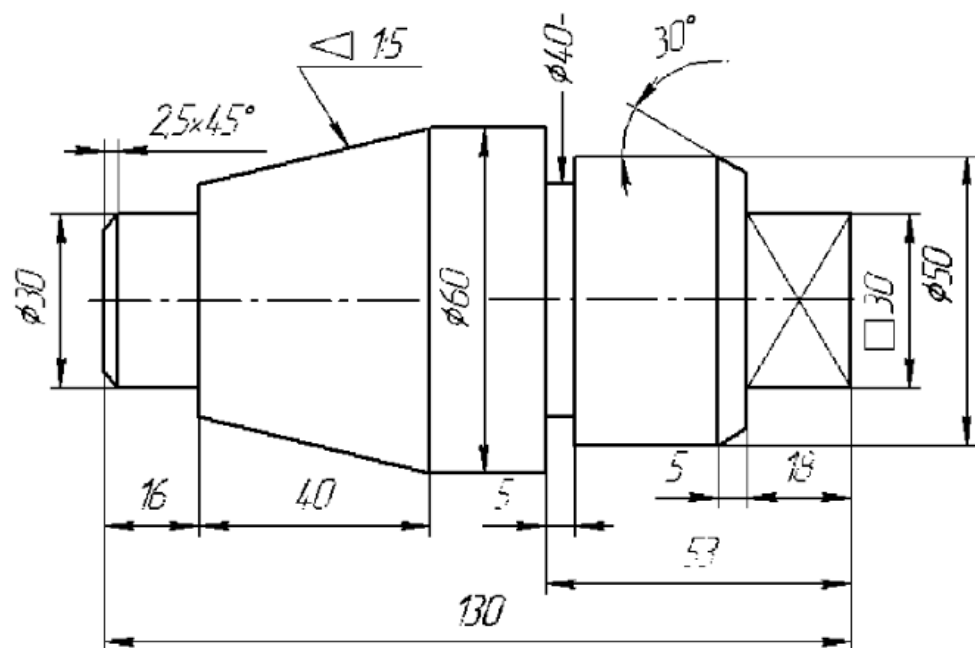
Виконати креслення деталі типу “Вал” на форматі А4. Дані взяті з таблиці 1.5 згідно свого варіанту. Деталь викреслити пропорційним збільшенням умови та проставити фактичні розміри.

Приклад виконання показаний на рисунку 1.20

Таблиця 1.5 – Варіанти завдань.

	1		2
	3		4
	5		6
	7		8
	9		10
	11		12

	13		14
	15		16
	17		18
	19		20
	21		22
	23		24
	25		26
	27		28



Завд 1		Геометричне креслення – Валик			
Креслив	Павлів В.Р.	12.09	ІФНТУНГ ПБ-09-1	М 11	
Перевірів	Корнута О.В.			Вар 31	

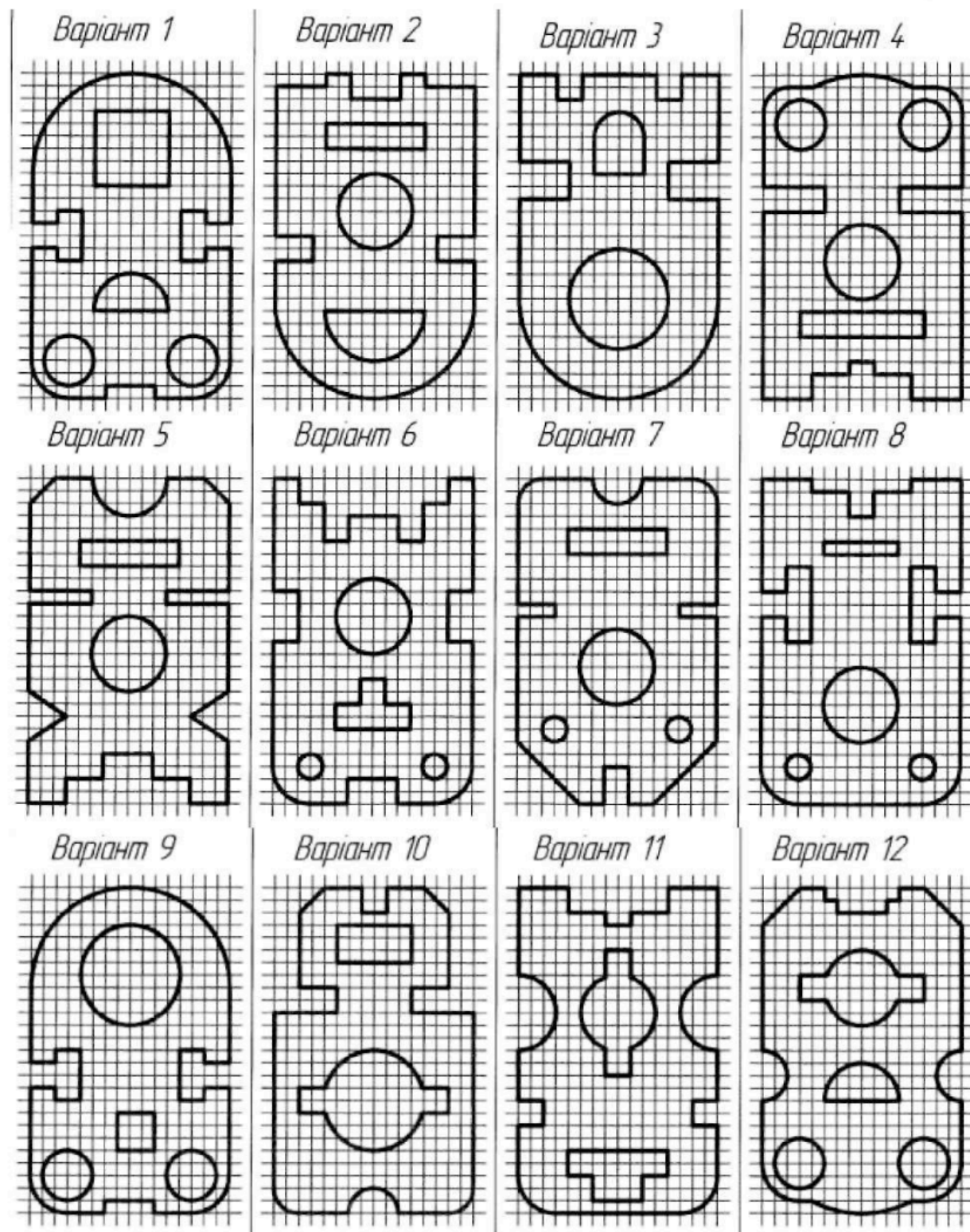
Рисунок 1.20 – Приклад виконання завдання 1.1.

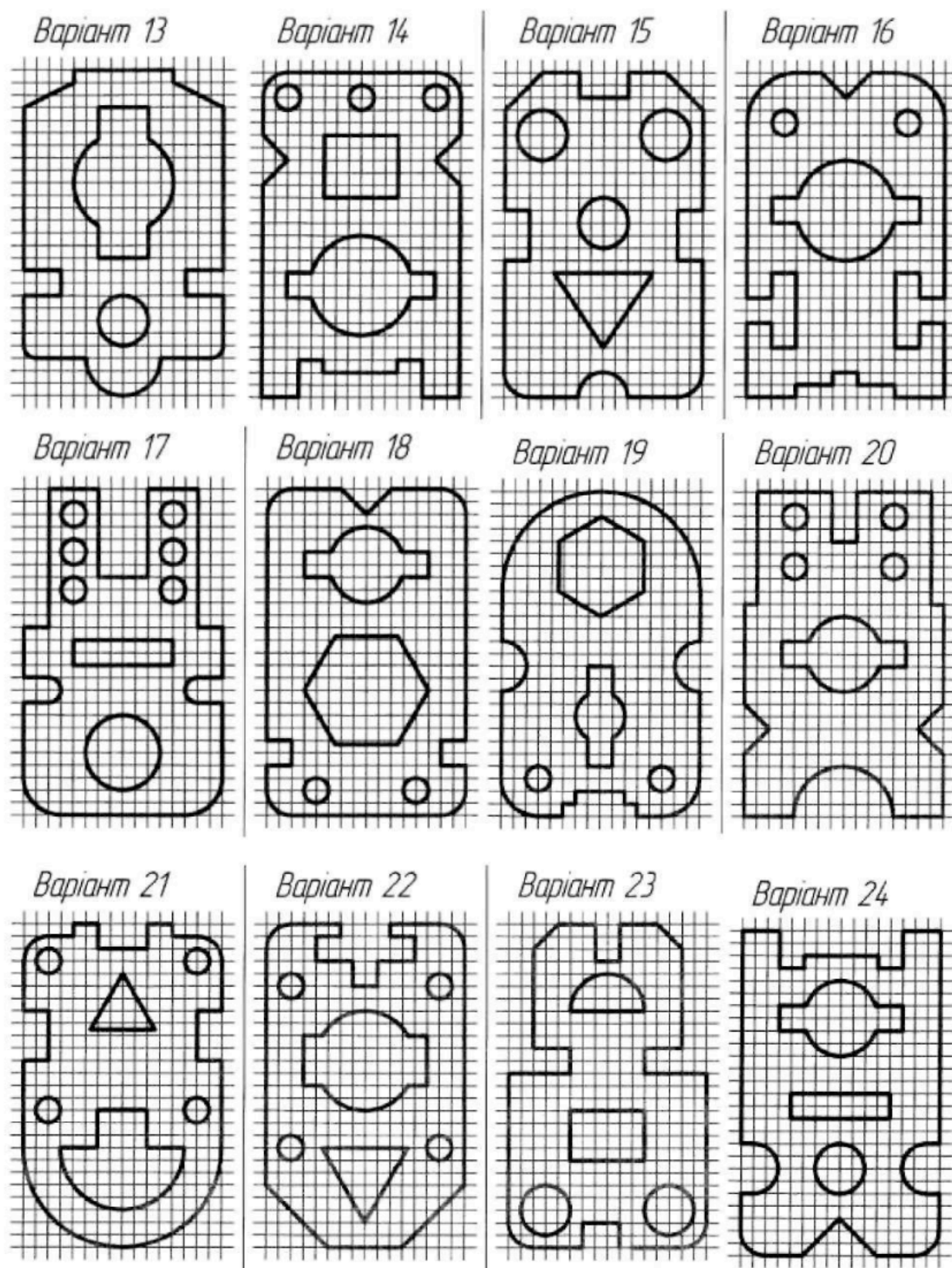
Завдання №1.3

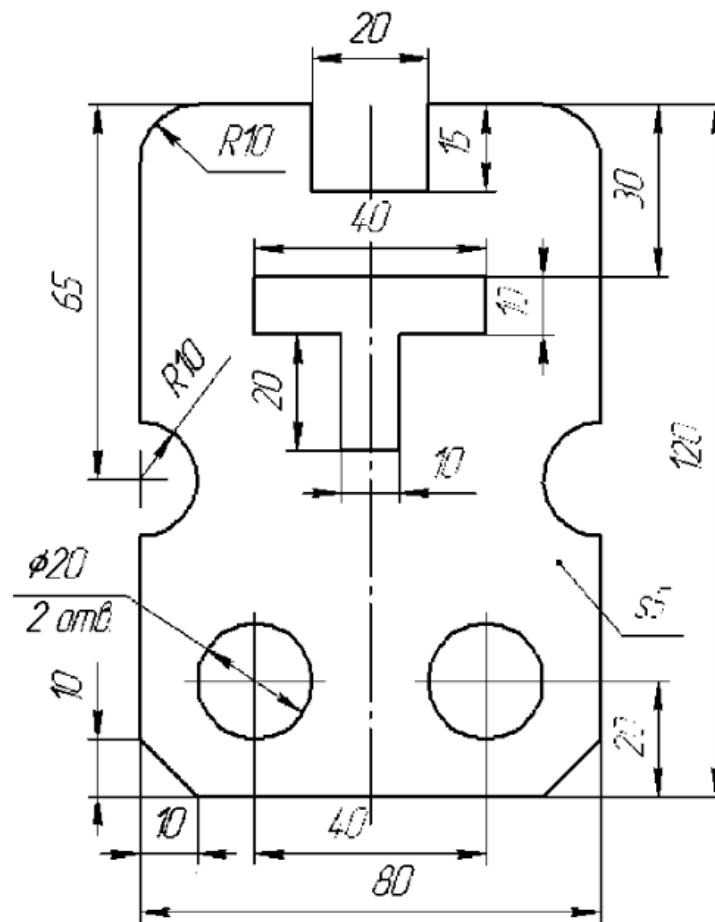
Виконати креслення деталі типу “Планка”, виготовленої з листового матеріалу товщиною 2...7 мм, на форматі А4. Дані взяті з таблиці 1.7 згідно свого варіанту. Деталь викреслити, вважаючи що клітинка в умові рівна 5 мм, та проставити фактичні розміри.

Приклад виконання показаний на рисунку 1.22

Таблиця 1.7







Завд 3		Геометричне креслення – Планка		
Креслив	Павлів В.Р.	2009	ІФНТУНГ	М 11
Перевірів	Корнута О.В.		ПБ-09-1	Вар 31

Рисунок 1.22 – Приклад виконання завдання 1.3.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Нарисна геометрія є графікою інженерної графіки і вивчає теоретичні основи геометричного моделювання тривимірних об'єктів методом проєкційних зображень.

Предметом нарисної геометрії є обґрунтування й викладання основних правил і методів побудови зображень просторових фігур на площині, а також способів розв'язування на зображеннях задач, що належать до цих фігур.

ПРИЙНЯТІ ПОЗНАЧЕННЯ ТА СИМВОЛІКА

Позначення геометричних фігур та їх проєкцій, прийняті в курсі для запису алгоритмів розв'язування задач, відображення відношень між геометричними фігурами складені з позначень і символів, що використовуються в сучасній навчальній літературі з нарисної геометрії та креслення, а також в курсі геометрії для середньої школи.

Позначення геометричних фігур

1. Геометрична фігура - Φ .
2. Точки - $A, B, C, \dots$ або $1, 2, 3, \dots$.
3. Лінії (прямі та криві) - $a, b, c, \dots$.
4. Поверхні - $\Delta, \Lambda, \Sigma, \dots$.
5. Куты - $\alpha, \beta, \gamma, \dots$.
6. Осі проєкцій:
 X – вісь абсцис;
 Y – вісь ординат;
 Z – вісь аплікату.

Символи, що позначають відношення між геометричними фігурами

- $\parallel$ - паралельність;
- $\nparallel$ - непаралельність;
- $\perp$ - перпендикулярність;
- $\cap$ - перетин ($a \cap b$ - пряма a перетинається з прямою b);
- $\circ$ - мимобіжні прямі;
- $=$ - результат дії;
- $\equiv$ - тотожність, збіжність;
- $\rightarrow$ - відображення, впливає, якщо, ... то;
- $\in$ - належність.

2.1 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Побудова проєкцій геометричних елементів ґрунтується на методі ортогонального паралельного проєктування. В ортогональному проєктуванні знаходять кілька проєкцій оригіналу на взаємно перпендикулярні площини проєкцій (рис. 2.1)

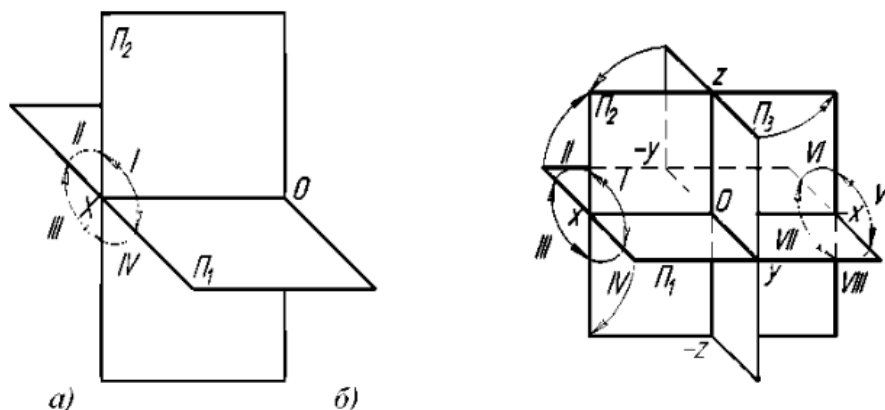


Рисунок 2.1 – Ортогональна система двох (а) та трьох (б) площин проєкцій
Площини проєкцій: Π_1 – горизонтальна, Π_2 – фронтальна, Π_3 – профільна.

Дві площини проекцій ділять весь простір на чотири двогранні кути, які називають *квадранти* або *чверті*.

Три координатні площини проекцій ділять весь простір на вісім тригранних кутів, які називаються *октантами*.

2.1.1 Точка

Побудова точок в системі двох та трьох площин проекцій (рис. 2.2)

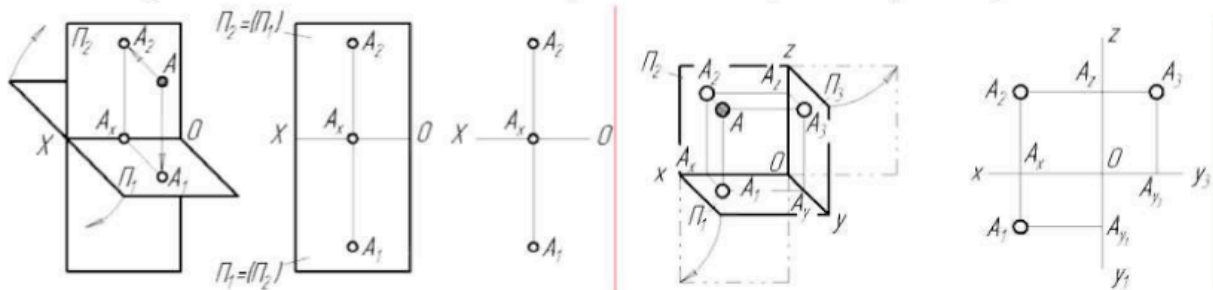


Рисунок 2.2 – Побудова епіюра точки $A(x; y; z)$.

2.2.2 Пряма лінія

Положення прямої у просторі характеризується положенням її відносно площин проекцій.

Пряма загального (довільного) положення не паралельна і не перпендикулярна до жодної з площин проекцій (рис. 2.3).

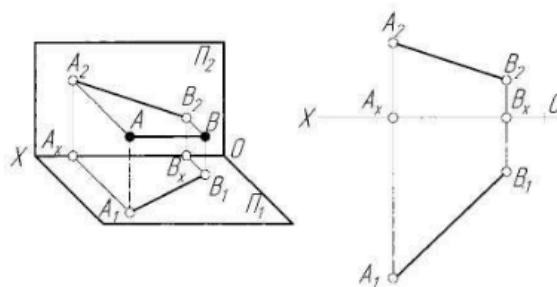


Рисунок 2.3 – Пряма довільного положення на комплексному рисунку

Прямі особливого положення:

горизонтальні – прямі паралельні до площини Π_1 ;

фронтальні – прямі паралельні до площини Π_2 ;

профільні – прямі паралельні до площини Π_3 .

горизонтально-проекційні – прямі перпендикулярні до площини Π_1 ;

фронтально-проекційні – прямі перпендикулярні до площини Π_2 ;

профільно-проекційні – прямі перпендикулярні до площини Π_3 .

Пряма може лежати на будь-якій площині проекцій чи розміщуватись на одній із трьох осей проекцій.

Прямі лінії у просторі можуть перетинатися, бути паралельними і мимобіжними (рис. 2.4).

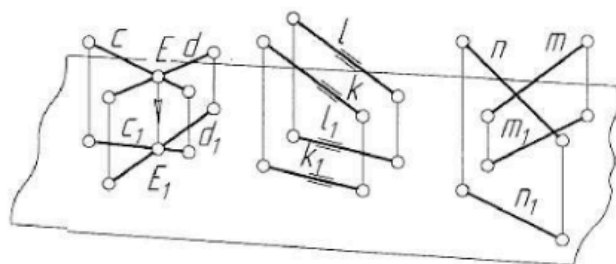


Рисунок 2.4 – Взаємне положення двох прямих

Сліди прямої – це точки перетину прямої лінії з площинами проєкцій (рис. 2.5)

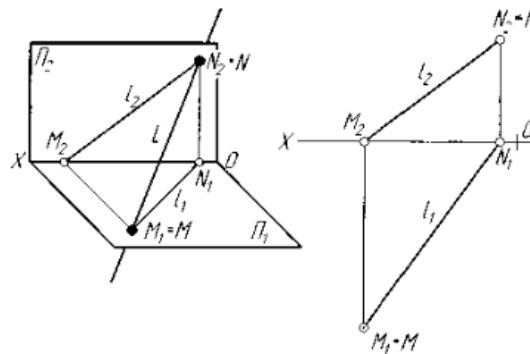


Рисунок 2.5 – Знаходження горизонтального (М) та фронтального (N) слідів прямої

2.2.3 Площина

На епюрі площина задається проєкціями трьох точок, що не лежать на одній прямій, проєкціями прямої і точки, яка лежить поза нею, проєкціями паралельних прямих, проєкціями прямих, що перетинаються, плоскою фігурою та слідами (рис. 2.6).

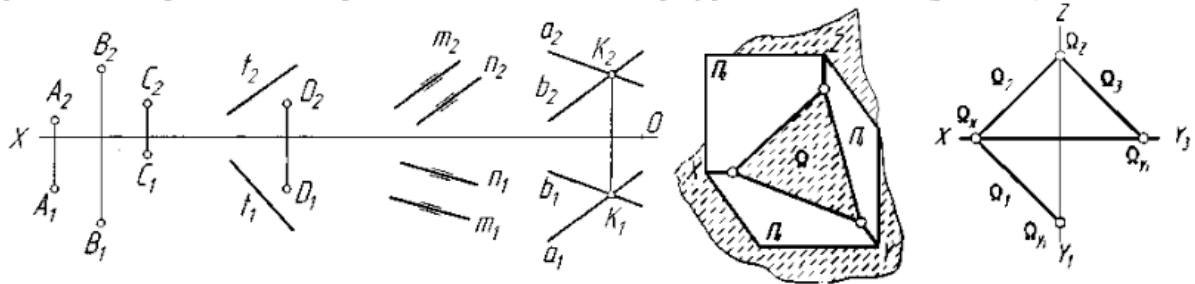


Рисунок 2.6 – Задання площини на комплексному рисунку

Слідом площини називають пряму лінію, по якій площина перетинається з площиною проєкцій.

Положення площин у просторі характеризуються їх розміщенням відносно площин проєкцій. У зв'язку з цим розрізняють площини довільного положення і особливі.

Площина довільного (або загального) положення – це площина не перпендикулярна і не паралельна жодній із площин проєкцій (рис. 1.6).

Площина проєкційна – це площина, яка перпендикулярна до однієї з трьох площин проєкцій і не паралельна до двох інших.

Площина перпендикулярна до Π_1 – *горизонтально-проєкційна*.

Площина перпендикулярна до Π_2 – *фронтально-проєкційна*.

Площина перпендикулярна до Π_3 – *профільно-проєкційна*.

Площиною рівня (двічі проєкційною) називають площину, яка паралельна до однієї із площин проєкцій і перпендикулярна до двох інших площин проєкцій.

Площина паралельна до Π_1 – *горизонтальна*.

Площина паралельна до Π_2 – *фронтальна*.

Площина паралельна до Π_3 – *профільна*.

Точка належить площині, якщо вона лежить на прямій, яка належить цій площині.

Пряма належить площині, якщо вона:

- проходить через дві точки, які належать цій площині;
- проходить через точку, яка лежить у площині і проходить паралельно прямій, що лежить у цій площині.

Головні лінії площини: горизонталь, фронталь, профіль, лінія найбільшого нахилу.

Горизонталлю площини називають пряму, яка лежить у цій площині і паралельна до горизонтальної площини проєкцій (рис. 2.7)

Фронталлю площини називають прямою, яка лежить у площині і паралельна до фронтальної площини проєкцій (рис. 1.8).

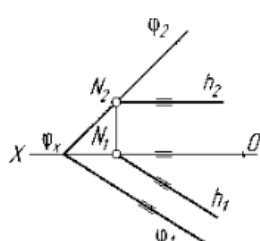
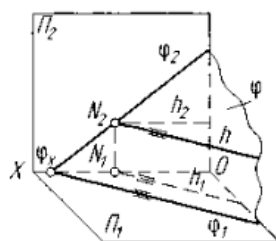


Рисунок 2.7 – Горизонталь площини

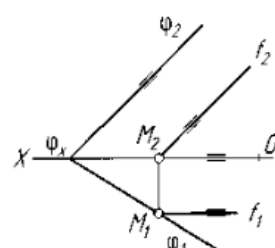
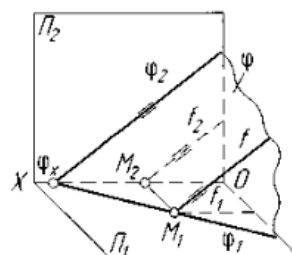


Рисунок 2.8 – Фронталь площини

Профіль площини – це пряма, яка лежить у площині і паралельна до профільної площини проєкцій.

Лінією найбільшого нахилу площини до площини проєкцій називають пряму, яка лежить у площині і перпендикулярна до одного із слідів площини (рис. 1.9).

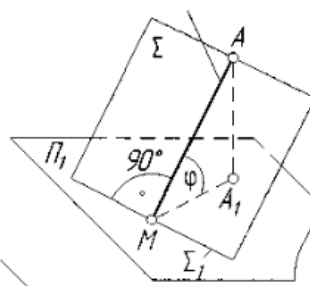
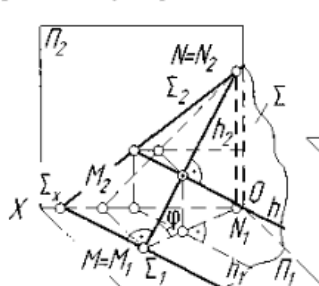


Рисунок 2.9 – Лінія найбільшого нахилу площини до Π_1

2.2 ПОЗИЦІЙНІ ТА МЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ. СПОСОБИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРОЄКЦІЙ

Позиційними називають задачі, пов'язані з розв'язуванням на епюрі питань взаємного розміщення геометричних фігур або їх елементів. До них належать задачі на взаємну належність і на взаємний перетин.

Метричними називають задачі, пов'язані з визначенням на епюрі дійсних величин відстаней, кутів і плоских фігур.

Метричні і позиційні задачі на епюрі розв'язуються значно легше, якщо задані геометричні фігури займають особливе положення відносно площин проєкцій. Тому, щоб спростити розв'язування задач, часто доцільно вдатися до такого перетворення заданих проєкцій на епюрі, яке дає змогу перевести геометричні елементи із загального положення до особливого. У результаті цього нові проєкції дають змогу просто і зручно виявити форму елементів, взаємне положення та дійсні величини прямих, плоских фігур, кутів тощо.

Перетворення епюра відображає зміну положення геометричних образів або площин проєкцій у просторі. В основному використовуються два способи перетворення проєкцій: заміна площин проєкцій та обертання.

2.2.1 Взаємне положення двох площин

Дві площини у просторі можуть бути паралельними або перетинними. У першому випадку вони не мають спільних точок, у другому спільними точками цих площин є лінія їх перетину.

Дві площини паралельні (рис. 2.10) тоді, коли дві перетинні прямі однієї площини відповідно паралельні двом перетинним прямим другої площини.

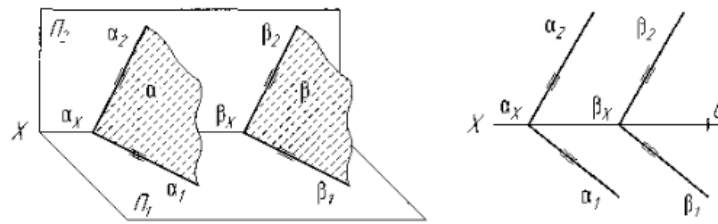


Рисунок 2.10 – Взаємно паралельні площини

Якщо площини паралельні, то їх однойменні сліди також паралельні. Справедливим буде і обернене твердження.

Виходячи з того, що сліди площини є нульовими горизонталями, фронталями і профілями, справедливий також висновок: у паралельних площинах горизонталі, фронталі і профілі однієї площини паралельні відповідно до горизонталей, фронталей і профілей другої площини.

Дві *перетинні* площини (рис. 2.11) перетинаються по прямій лінії, для побудови якої досить визначити дві точки, що одночасно належать обом площинам, або одну таку точку і напрямок прямої перетину.

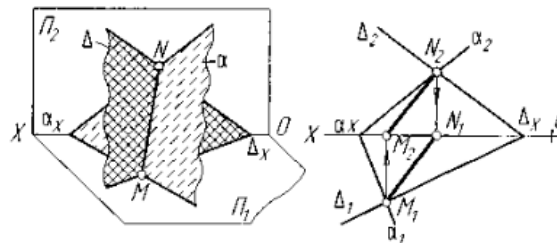


Рисунок 2.11 – Перетинні площини

Взаємно перпендикулярні площини – це окремий випадок двох площин, які перетинаються під прямим кутом. Дві площини взаємно перпендикулярні тоді, коли:

- 1) одна площина проведена через перпендикуляр до іншої;
- 2) одна перпендикулярна до будь-якої прямої, що лежить у другій площині.

Якщо йдеться про зображення на епюрі двох взаємно перпендикулярних площин, слід мати на увазі, що:

- однойменні сліди двічі проекційних площин взаємно перпендикулярні на тій площині проєкцій, до якої обидві задані площини перпендикулярні (рис. 2.12-а);
- однойменні сліди проекційних площин взаємно перпендикулярні лише на тій площині проєкцій, до якої обидві задані площини перпендикулярні, інші сліди – ні (рис. 2.12-б);
- якщо дві площини довільного положення на епюрі мають однойменні сліди перпендикулярні, то це не є ознакою перпендикулярності цих площин.

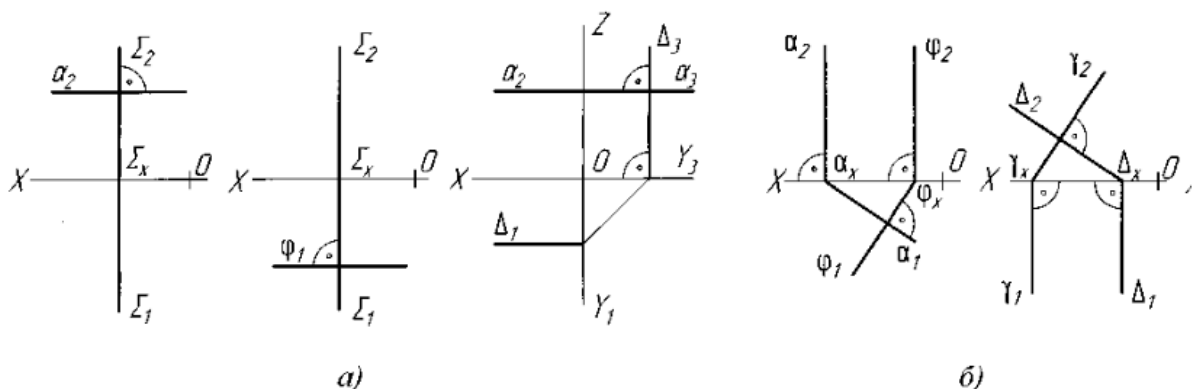


Рисунок 2.12 – Взаємно перпендикулярні площини

2.2.2 Взаємне положення прямої і площини

Пряма і площина можуть займати одна відносно іншої такі положення: пряма належить площині; пряма паралельна площині; пряма перетинає площину.

Пряма паралельна до площини, коли вона паралельна будь-якій прямій, яка лежить у цій площині (рис. 2.13)

Пряма перетинає площину тоді, коли вона не належить площині і не паралельна їй, а перетинає її в певній точці.

Для побудови точки перетину прямої з площиною загального положення Σ треба виконати такі побудови (рис.2.14):

- 1) через задану пряму АВ провести допоміжну площину α (особливого положення);
- 2) побудувати лінію перетину MN заданої площини ϕ з допоміжною α ;
- 3) зробити висновок про положення прямих MN і АВ. Точка К є точкою перетину прямої АВ з площиною ϕ .

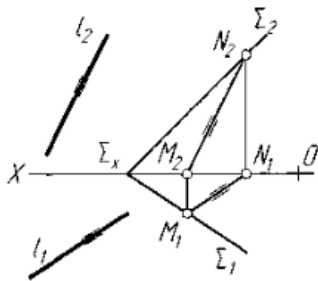


Рисунок 2.13 – Пряма паралельна до площини

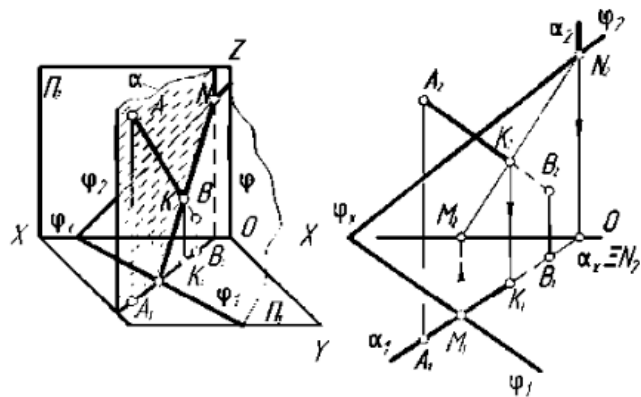


Рисунок 2.14 – Пряма перетинає площину

Пряму перпендикулярну до площини (рис. 2.15) слід розглядати як окремий випадок прямої, яка перетинає площину під прямим кутом.

Пряма перпендикулярна до площини, якщо вона перпендикулярна до двох перетинних прямих, які лежать у даній площині. На комплексному рисунку горизонтальна проекція перпендикуляра до площини є перпендикулярною до горизонтальної проекції горизонталі (до горизонтального сліду площини), а фронтальна – до фронтальної проекції фронталі (до фронтального сліду площини).

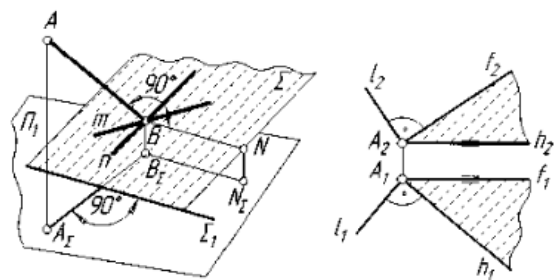


Рисунок 2.15 – Пряма перпендикулярна до площини

2.2.3 Спосіб заміни площин проекцій

Суть способу заміни площин проекцій полягає в тому, що початкову систему площин проекцій Π_2, Π_1 , у якій заданий геометричний образ займає загальне положення, замінюють іншою, новою системою площин проекцій і так, щоб геометричний образ зайняв певне положення, що спростить розв'язування задачі. Положення самого образу в просторі залишається при цьому незмінним (рис. 2.16, 2.17). Нові додаткові площини проекцій вводять так, щоб задані геометричні елементи зображалися на них у вигідному для конкретної задачі положенні. Цим зумовлюється заміна однієї або послідовно двох площин проекцій.

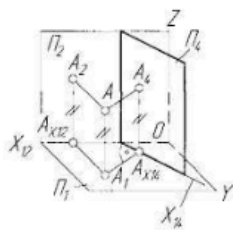


Рисунок 2.16 – Заміна фронтальної площини проєкцій

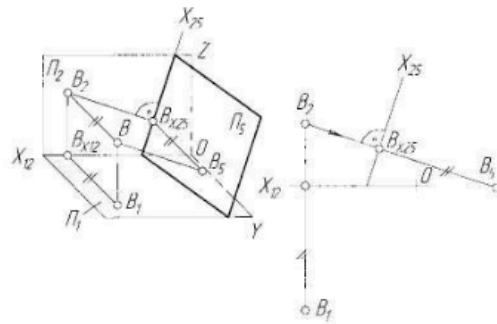
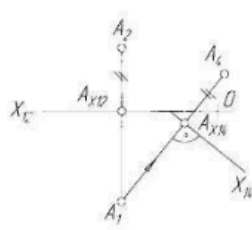


Рисунок 2.17 – Заміна горизонтальної площини проєкцій

При розв'язуванні деяких метричних чи позиційних задач виникає потреба у послідовній заміні обох площин проєкцій і утворенні таким чином нових систем площин проєкцій $\Pi_4 - \Pi_5$ (рис. 2.18, 2.19).

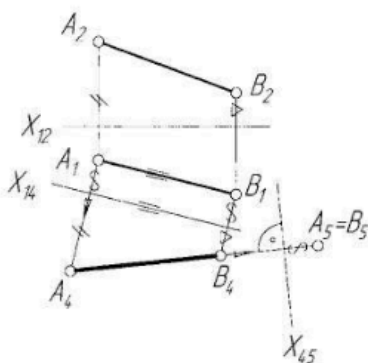


Рисунок 2.18 – Відрізок переведений в проєкційне положення

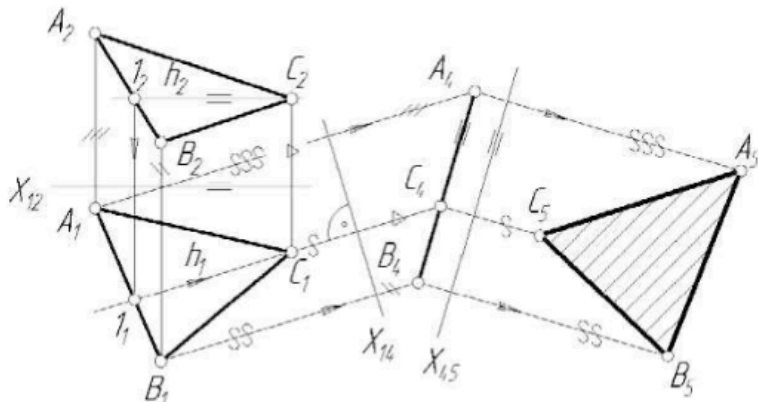


Рисунок 2.19 – Визначення дійсної величини трикутника ABC

2.2.4 Спосіб обертання

Суть способу *обертання* полягає в зміні положення точки, лінії або плоскої фігури шляхом обертання навколо деякої осі так, щоб заданий геометричний образ опинився в особливому положенні відносно незмінної системи площин проєкцій (рис. 2.11). Визначимо елементи обертання:

1. Об'єкт обертання – точка A.
2. Вісь обертання – пряма l (може бути вибрана або задана).
3. Площина обертання Σ , яка перпендикулярна до осі обертання і проходить через об'єкт обертання, точку A.
4. Центр обертання O – точка перетину площини обертання з віссю обертання.
5. Радіус обертання R – відстань від точки A до центру обертання.

2.2.4.1 Обертання навколо осі, перпендикулярної до площини проєкцій

Якщо вісь обертання розмістити перпендикулярно до площини проєкцій, то траєкторія обертання точки на цю площину спроєктується колом, а кут обертання точки буде проєктуватись в дійсну величину (рис. 2.20).

При обертанні прямої лінії доводиться мати справу з обертанням принаймні двох точок прямої. Але для спрощення розв'язування задачі в даному випадку вісь обертання доцільно взяти так, щоб вона проходила через одну з точок – кінців відрізка (рис. 2.20).

Обертання точки і прямої є підставою для виконання обертання плоскої фігури виходячи з того, що плоскі фігури задаються точками, прямими.

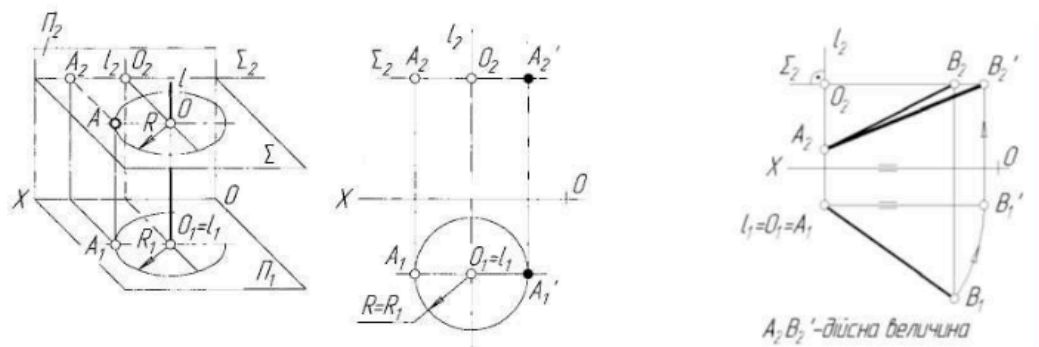


Рисунок 2.20 Обертання об'єктів навколо осі, перпендикулярної до площин проекцій

2.2.4.2 Плоско-паралельне переміщення

Плоско-паралельне переміщення є способом обертання навколо осей – проєкційних прямих, які не визначені на епюрі. Здійснюючи плоско-паралельне переміщення геометричної фігури відносно площин проєкцій, виходимо з того, що всі точки фігури, змінюючи своє положення у просторі, переміщуються в площинах, паралельних між собою і паралельних до однієї з площин проєкцій (рис. 2.21).

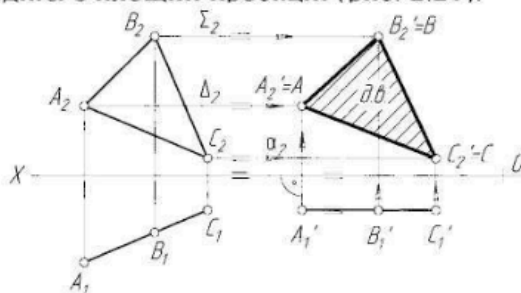


Рисунок 2.21 – Визначення дійсної величини трикутника ABC

2.2.4.3 Суміщення

Суміщення – це спосіб обертання навколо слідів площини. Цим способом зручно визначити дійсні величини плоских фігур та їх елементів, коли вони лежать у площині або коли в площині треба побудувати фігуру за заданими її формою та величиною.

2.3 ПОВЕРХНІ ТА ЇХ ВЗАЄМНИЙ ПЕРЕТИН

Поверхня – одне з основних геометричних понять. В алгебраїчній та аналітичній геометрії поверхня задається як геометричне місце точок, координати яких задовольняють певне алгебраїчне рівняння. Розглядаючи процес задання і зображення поверхонь на кресленні вважається, що будь-яка поверхня, як частина двовимірного простору, може бути утворена в результаті руху в просторі однієї лінії по іншій. Лінія, яка під час руху утворює дану поверхню, називається *твірною*, а лінія, по якій рухається твірна – *напрямною*. Твірна може змінювати положення, зберігаючи свою форму, або змінювати і положення і форму. Твірні і напрямні можуть бути як прямими, так і кривими, що приводить до утворення великої кількості різноманітних поверхонь.

2.3.1 Грані поверхні

Багатогранником називають частину простору, який обмежено з усіх боків плоскими багатокутниками, у яких кожна сторона одного з них є одночасно стороною другого. Ці багатокутники називаються *гранями*, сторони їх – *ребрами*, а вершини їх *вершинами багатогранника*.

Зображення багатогранника зводиться до зображення його ребер, тобто ліній перетину граней і вершин – точок перетину ребер (рис. 2.22).

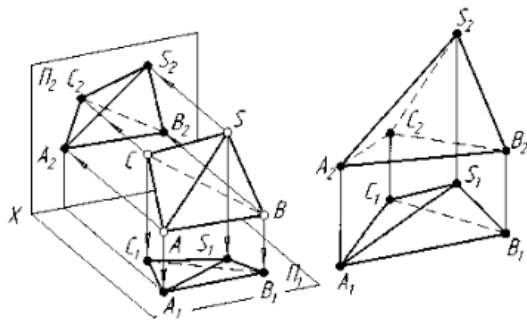


Рисунок 2.22 Зображення
многогранника

Сукупність усіх ребер і вершин багатогранника є його сіткою. Найпростішим багатогранником є тетраедр, який має чотири грані. Тетраедр задають проєкціями його чотирьох вершин і шести ребер, що сполучають вершини (рис. 2.22). Одночасно визначається видимість ребер за допомогою конкуруючих точок.

Побудова точки та прямої на поверхні багатогранника виконується аналогічно побудові точок і прямих у площині, оскільки кожна грань багатогранника є окремою площиною (рис. 2.23).

На рисунку 2.23 точка $K(K_2;K_1)$ належить основі ABC призми $ABCDEF$, оскільки K_2 – фронтальна проєкція точки лежить на фронтальній проєкції $A_2B_2C_2$ основи призми. Точка L належить поверхні призми, а саме, бічній грані призми $ACDE$, оскільки лежить на прямій ET , яка належить цій грані і проходить через дві точки цієї грані E і T . Точка T лежить на CD , точка E лежить на AE .

На рисунку 2.24 точка K належить грані SAB піраміди $SABC$, оскільки лежить на прямій ST , яка в свою чергу належить цій грані, бо має з нею дві спільні точки S і T .

Відрізок EF належить грані SBC , бо точки E і F лежать на сторонах SB і SC цієї грані.

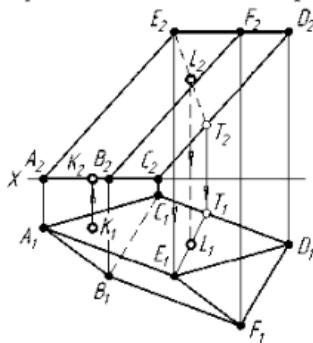


Рисунок 2.23 Побудова точок
на поверхнях призми

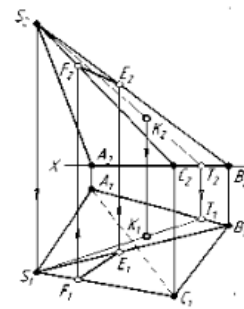


Рисунок 2.24 Побудова точок
на поверхнях піраміди

Лінії перетину багатогранника площиною визначаються по точках перетину ребер багатогранника з площиною, або по лініях перетину граней багатогранника з даною площиною. Перший шлях розв'язку називають методом ребер, другий – методом граней (рис. 2.25).

У першому випадку задача зводиться до визначення точки перетину прямої з площиною, у другому – до визначення лінії перетину площин. Якому із способів віддати перевагу, необхідно вирішувати у кожному конкретному випадку. Фігуру, отриману від перетину багатогранника площиною, називають багатокутником (фігурою) перерізу. Число сторін багатокутника перерізу дорівнює числу граней, які перетинаються січною площиною.

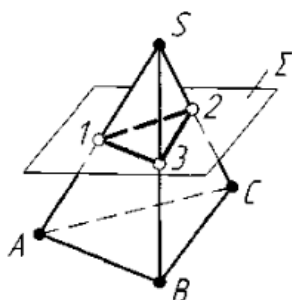


Рисунок 2.25

Метод
ребер

- 1 $\rightarrow SA \times \Sigma$
- 2 $\rightarrow SC \times \Sigma$
- 3 $\rightarrow SB \times \Sigma$

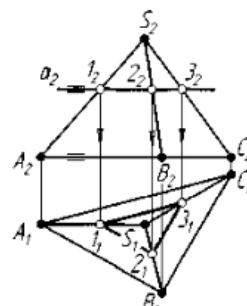


Рисунок 2.26

Метод
граней

- 12 $\rightarrow SAC \times \Sigma$
- 23 $\rightarrow SBC \times \Sigma$
- 13 $\rightarrow SAB \times \Sigma$

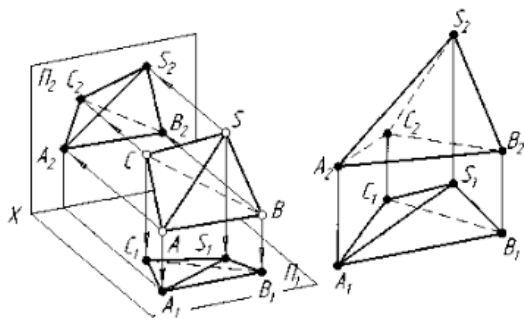


Рисунок 2.22 Зображення
многогранника

Сукупність усіх ребер і вершин багатогранника є його сіткою. Найпростішим багатогранником є тетраедр, який має чотири грані. Тетраедр задають проєкціями його чотирьох вершин і шести ребер, що сполучають вершини (рис. 2.22). Одночасно визначається видимість ребер за допомогою конкуруючих точок.

Побудова точки та прямої на поверхні багатогранника виконується аналогічно побудові точок і прямих у площині, оскільки кожна грань багатогранника є окремою площиною (рис. 2.23).

На рисунку 2.23 точка K ($K_2; K_1$) належить основі ABC призми $ABCDEF$, оскільки K_2 – фронтальна проєкція точки лежить на фронтальній проєкції $A_2B_2C_2$ основи призми. Точка L належить поверхні призми, а саме, бічній грані призми $ACDE$, оскільки лежить на прямій ET , яка належить цій грані і проходить через дві точки цієї грані E і T . Точка T лежить на CD , точка E лежить на AE .

На рисунку 2.24 точка K належить грані SAB піраміди $SABC$, оскільки лежить на прямій ST , яка в свою чергу належить цій грані, бо має з нею дві спільні точки S і T .

Відрізок EF належить грані SBC , бо точки E і F лежать на сторонах SB і SC цієї грані.

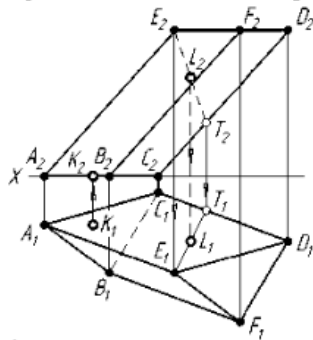


Рисунок 2.23 Побудова точок
на поверхнях призми

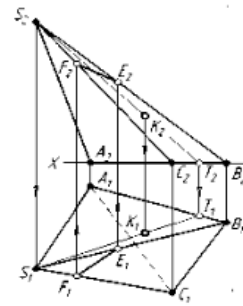


Рисунок 2.24 Побудова точок
на поверхнях піраміди

Лінії перетину багатогранника площиною визначаються по точках перетину ребер багатогранника з площиною, або по лініях перетину граней багатогранника з даною площиною. Перший шлях розв'язку називають методом ребер, другий – методом граней (рис. 2.25).

У першому випадку задача зводиться до визначення точки перетину прямої з площиною, у другому – до визначення лінії перетину площин. Якому із способів віддати перевагу, необхідно вирішувати у кожному конкретному випадку. Фігуру, отриману від перетину багатогранника площиною, називають багатокутником (фігурою) перерізу. Число сторін багатокутника перерізу дорівнює числу граней, які перетинаються січною площиною.

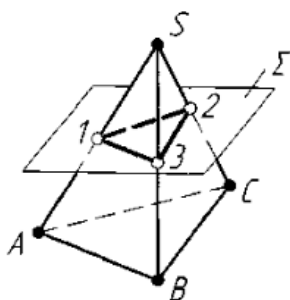


Рисунок 2.25

Метод
ребер
 $1 \rightarrow SA \times \Sigma$
 $2 \rightarrow SC \times \Sigma$
 $3 \rightarrow SB \times \Sigma$

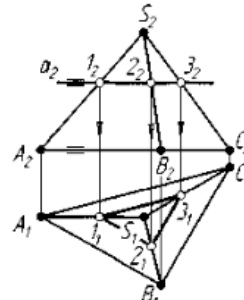


Рисунок 2.26

Метод
граней
 $12 \rightarrow SAC \times \Sigma$
 $23 \rightarrow SBC \times \Sigma$
 $13 \rightarrow SAB \times \Sigma$

Фігура перерізу проектується на площину проєкцій без спотворення (у справжню, дійсну величину), якщо січна площина паралельна площині проєкцій. На рисунку 2.26 тригранна піраміда $SABC$ перерізана горизонтальною площиною α (α_2). Ця площина перетнула піраміду по трикутнику 123 . Горизонтальна проєкція фігури перерізу $1_1 2_1 3_1$ є дійсною величиною фігури перерізу. Фронтальна проєкція $1_2 2_2 3_2$ виродилася в лінію, яка співпала з фронтальним слідом площини α_2 .

При перетині поверхні багатогранника проєкційною площиною задача зводиться, як правило, до визначення точок перетину відрізків прямих (ребер багатогранників) з проєкційною площиною. Залежно від положення проєкційної площини одна з проєкцій багатогранника перерізу вироджується у відрізок прямої.

2.3.2 Поверхні обертання

Поверхню, утворену обертанням твірної лінії навколо нерухомої прямої — осі, називають *поверхнею обертання*.

Положення точок на кривій поверхні, подібно до положення точок на гранній поверхні, визначаються за допомогою ліній — прямих або кривих, які проходять через ці точки на заданій поверхні (рис. 2.27).

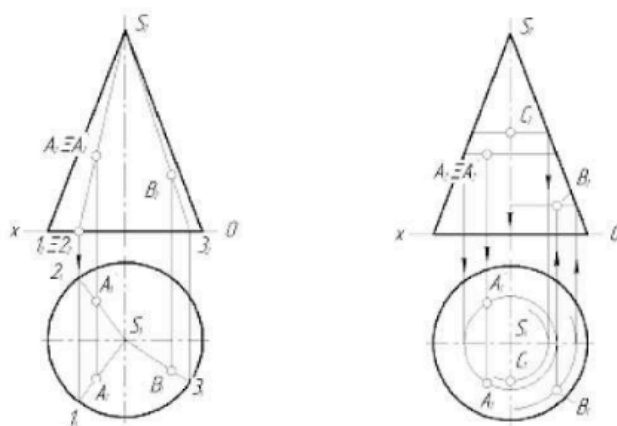


Рисунок 2.27 Побудова точок на поверхні конуса двома способами

2.3.3 Перерізи поверхонь обертання проєкційними площинами

При перерізі циліндра площиною, залежно від її положення відносно осі циліндра у перерізі можуть утворитися коло, еліпс, чотирикутник (рис. 2.28).

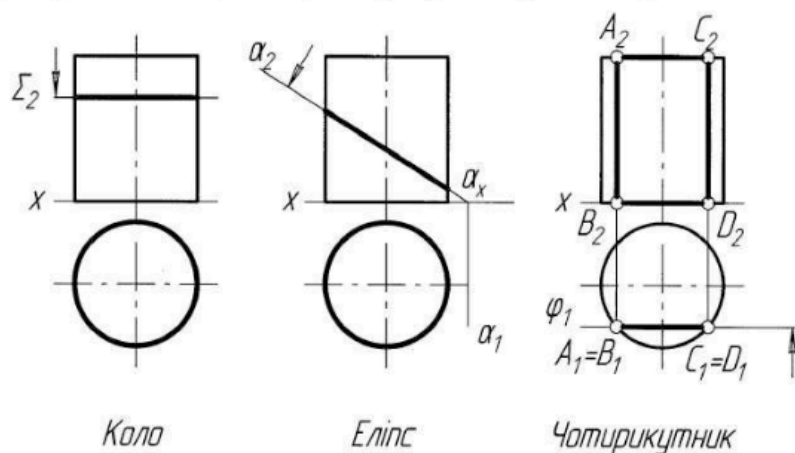


Рисунок 2.28 – Переріз циліндра проєкційними площинами

При перерізі конуса площиною, окрім трикутника, можливі всі плоскі криві другого порядку: коло, еліпс, парабола і гіпербола (2.29).

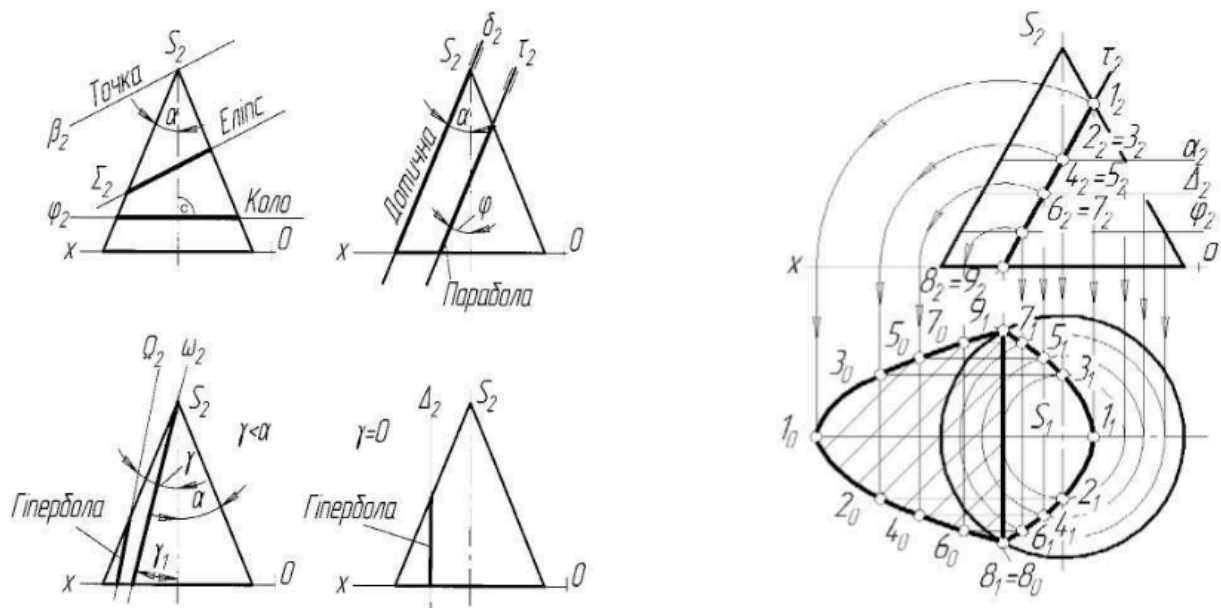


Рисунок 2.29 Переріз конуса проєкційними площинами

Загальний порядок розв'язку задач є наступний:

- 1) проводять ряд допоміжних площин, які перетинають задану поверхню і площину;
- 2) будують лінії перетину допоміжних площин з заданою поверхнею і площиною;
- 3) в перетині знайдених ліній відмічають точки шуканої лінії перетину.

2.3.4 Взаємний перетин поверхонь

Перетин поверхонь між собою приводить до утворення ліній – кривих чи прямих, які є геометричним місцем точок, спільним для обох поверхонь. Ці лінії називаються лініями *взаємного перетину* або *лініями переходу*. Для побудови лінії перетину потрібно відшукати такі точки, які належали б одночасно двом заданим поверхням, що перетинаються. З'єднавши ці точки в певній послідовності, одержимо шукану лінію перетину. Лінії взаємного перетину можуть бути плоскими і просторовими.

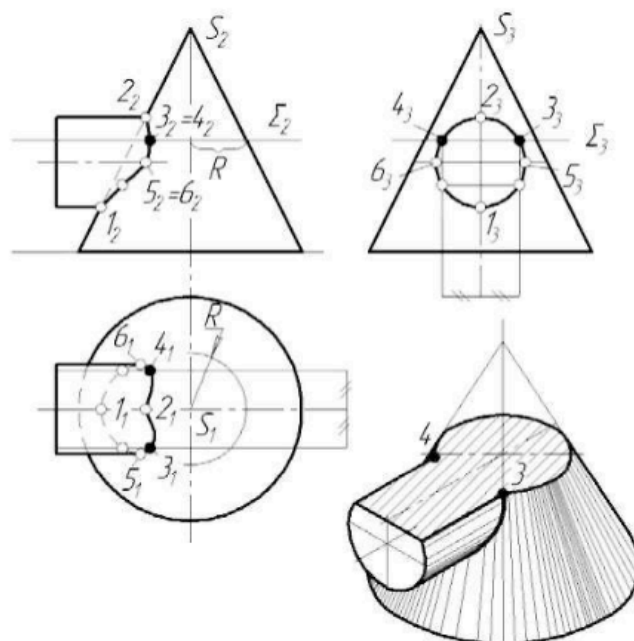


Рисунок 2.30 Спосіб допоміжних січних площин

Для визначення точок, які належать лінії перетину поверхонь тіл, застосовують метод посередників. Посередником може бути площина або сфера (спосіб площин і спосіб сфер). Спосіб допоміжних площин є універсальний і може успішно використовуватися в більшості випадків (рис. 2.30).

Алгоритм розв'язку задачі на визначення лінії перетину двох поверхонь наступний:

1) вводимо допоміжну січну площину, яка перетинає кожен із заданих поверхонь по найбільш простих і вигідних для побудови ліній;

2) визначаємо лінії перетину допоміжної площини із кожною із заданих поверхонь;

3) знаходимо точки перетину побудованих ліній.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

3.1. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

3.1.1. Основні теоретичні положення по темі "Проекційне креслення"

Правила зображення виробів на кресленні визначає державний стандарт 2.305-68.

Зображення виконуються по методу прямокутного проектування. При цьому предмет розташовують між спостерігачем і відповідною площиною проекції. За основні площини проекції приймають шість граней куба.

Зображення розділяються на вигляди, розрізи, перерізи.

Вигляд – зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета, що розташовують так, щоб зображення давало найбільш повне уявлення про форму й розміри предмета. Основні вигляди: вигляд спереду (головний вигляд); вигляд зверху; вигляд зліва; вигляд справа; вигляд знизу; вигляд ззаду (рис ??). Якщо частину предмета неможливо показати на основних виглядах без перекручування форми та розмірів, то використовують додатковий вигляд. Зображення окремого, обмеженого місця предмета називається місцевим виглядом.

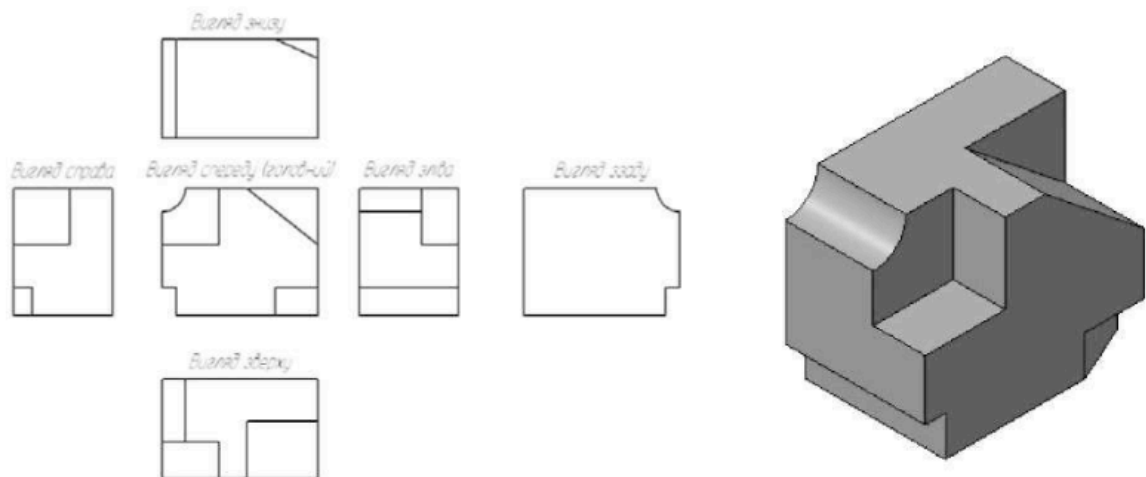


Рисунок 3.1 – Основні вигляди.

Правила зображення виглядів: якщо головні вигляди зображені на своїх місцях, вони не підписуються; якщо ні – необхідне додаткове оформлення вигляду. Напрямок погляду вказують стрілкою та прописною буквою і над виглядом аналогічна буква. Додатковий і місцевий вигляди оформляються аналогічно. Якщо додатковий вигляд розташований у проєкційному зв'язку, то стрілку і напис над виглядом не наносять. Місцевий вигляд, як правило, обмежений лінією обриву.

Розрізи – це зображення предмета, подумки розсіченого однієї або декількома площинами; при цьому в розрізі показується те, що січна площина перерізала, і те, що розташовано за нею. Розрізи розрізняють залежно від положення січної площини. Горизонтальні розрізи – січна площина паралельна горизонтальній площини. Відповідно одержують фронтальні та профільні розрізи. Розрізи горизонтальні, фронтальні та профільні, як правило, розташовують на місці відповідного. Похилі розрізи – січна площина під кутом до відповідної площини проєкцій.

Залежно від числа січних площин розрізи поділяють на прості – при одній січній площині та складні – січних площин декілька. Складні розрізи бувають ступінчастими, якщо січні площини паралельні, та ламаними, якщо січні площини перетинаються. Розріз, що призначений для з'ясування форми предмета в окремому, обмеженому місці, називається місцевим.

Правила зображення розрізів: положення січної площини вказується на кресленні лінією перерізу. Для лінії перерізу застосовується розімкнута лінія (зі стрілками напрямку погляду і буквами із зовнішньої сторони стрілок, що вказують на січну площину). Стрілки повинні наноситися на відстані 2-3 мм від кінця штриха; початковий і кінцевий штрихи не

повинні перетинати контур зображення.

Розріз (звичайно суміщений з тим або іншим виглядом) повинен бути відзначений написом букв відповідної січної площини по типі "А – А" (завжди двома буквами через тире, без підкреслення). Якщо січна площина збігається із площиною симетрії предмета в цілому, то для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів положення січної площини не відзначають, і розріз написом не супроводжують.

Місцевий розріз відділяється від основного вигляду суцільною хвилястою лінією, і ця лінія.

Частину вигляду та частину відповідного розрізу допускається поєднувати, розділяючи їх суцільною хвилястою лінією, яка не повинна збігатися з будь-якими іншими лініями зображення. Якщо поєднуються половина вигляду і половина розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, то лінією що їх розділяє служить вісь симетрії.

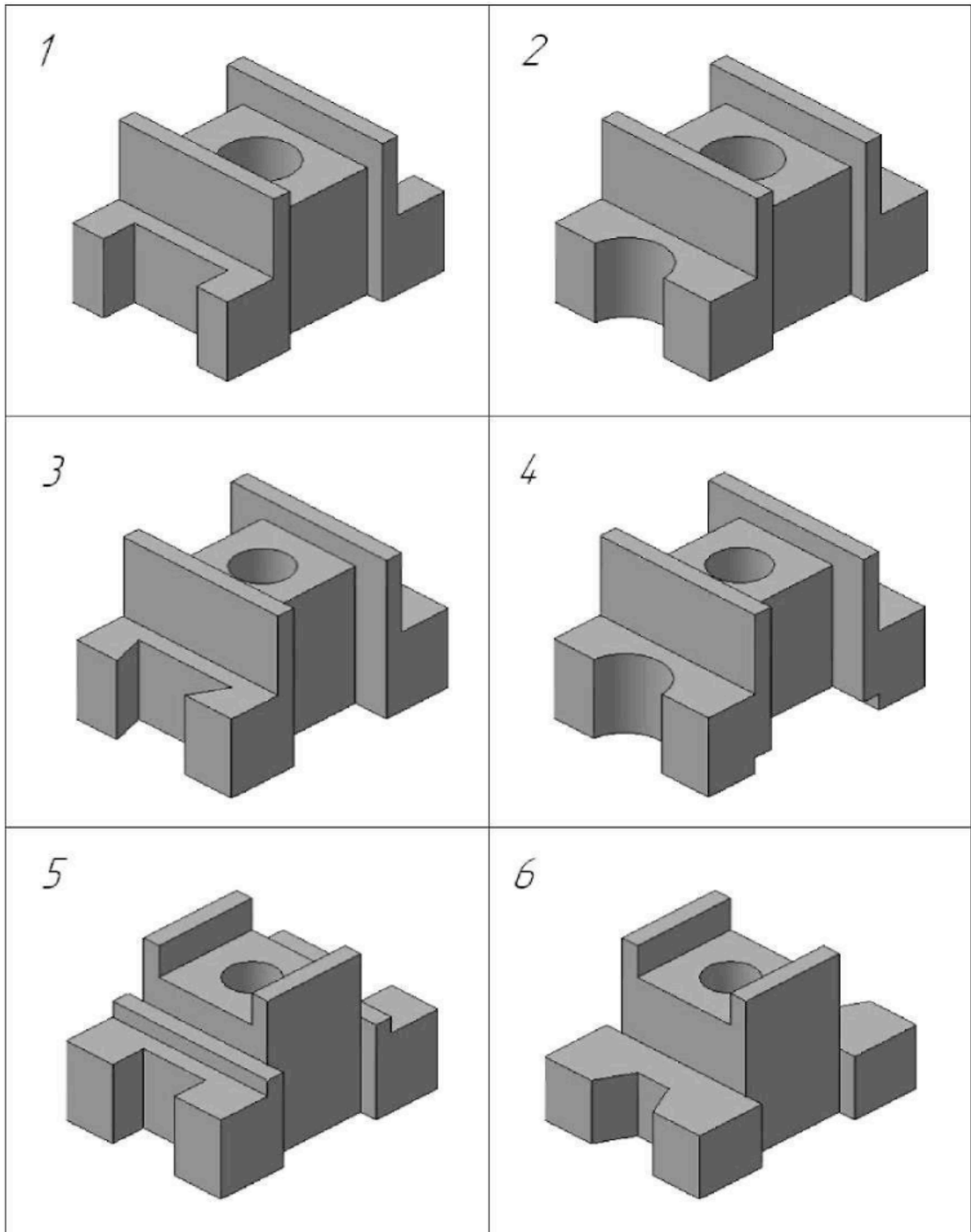
Переріз – це фігура, отримана при уявному перерізі предмета площиною. У перерізах зображується тільки те, що січна площина перерізала.

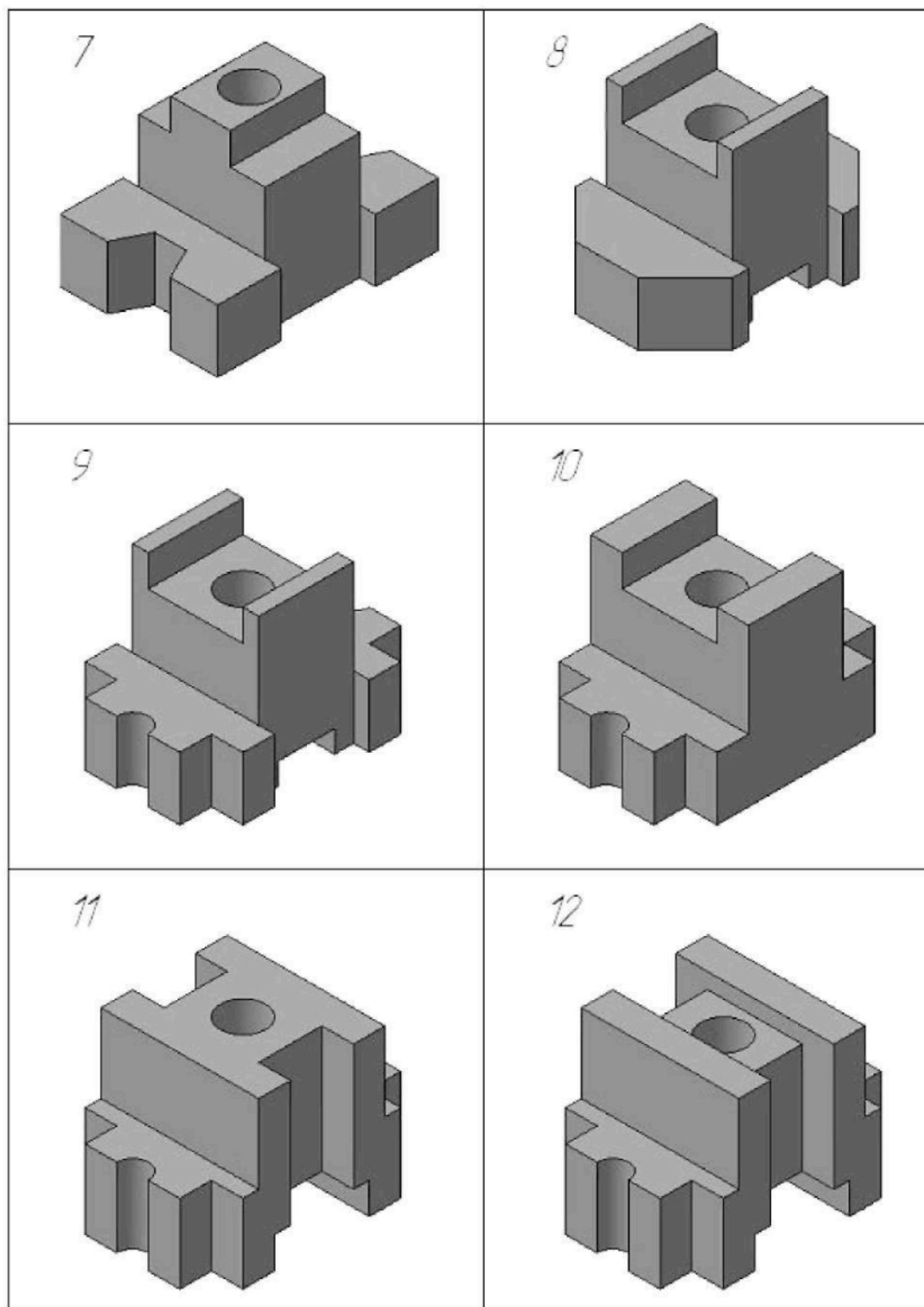
3.1.2. ЗАВДАННЯ ДО РОЗДІЛУ 3.1.

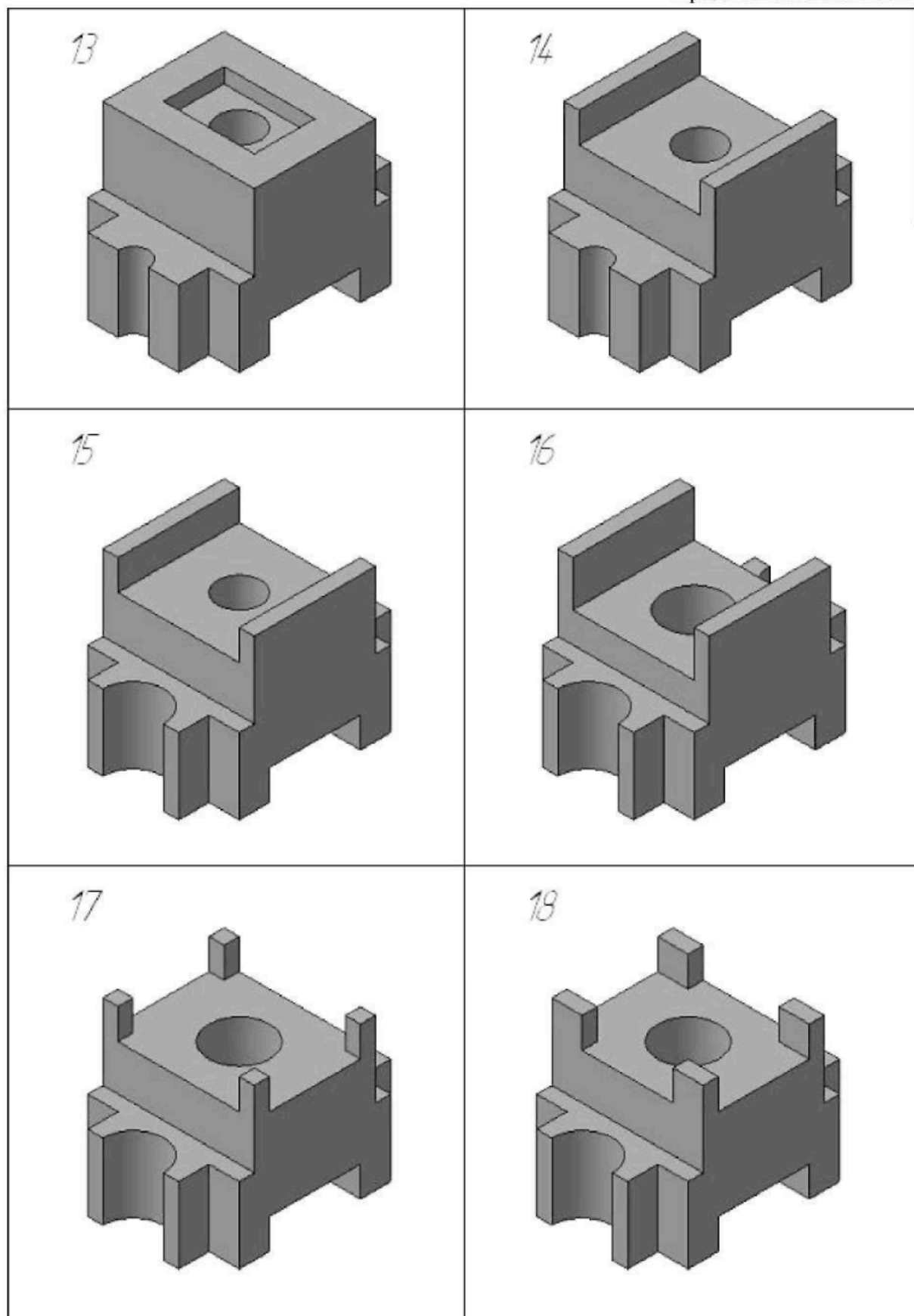
Завдання 3.1.

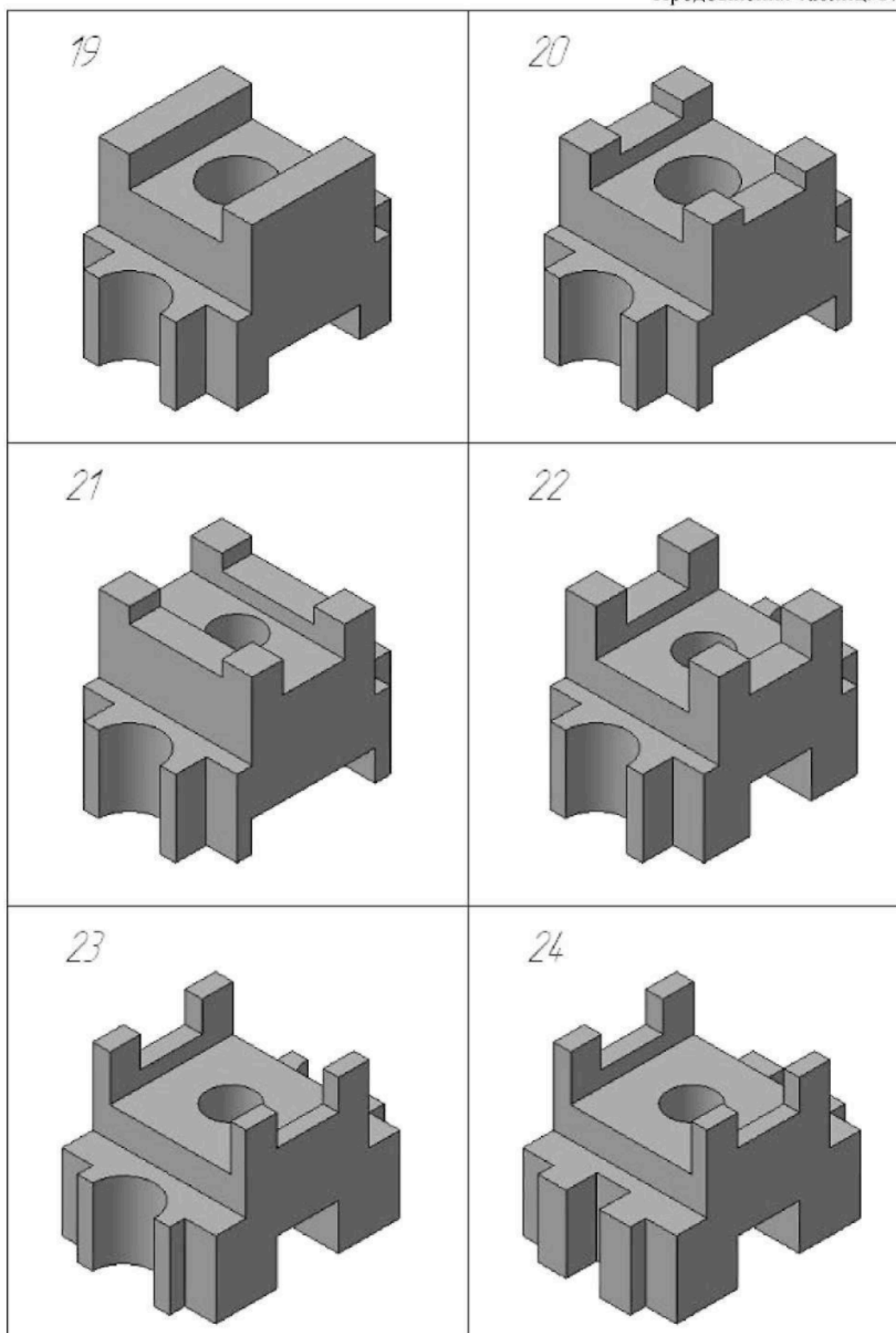
1. Побудувати три проекції моделі.
2. Виконати необхідні розрізи.
3. Нанести розміри.
4. Вихідні дані до завдання взяти згідно варіанту з таблиці 3.1. Приклад виконання поданий на рисунку 3.2.

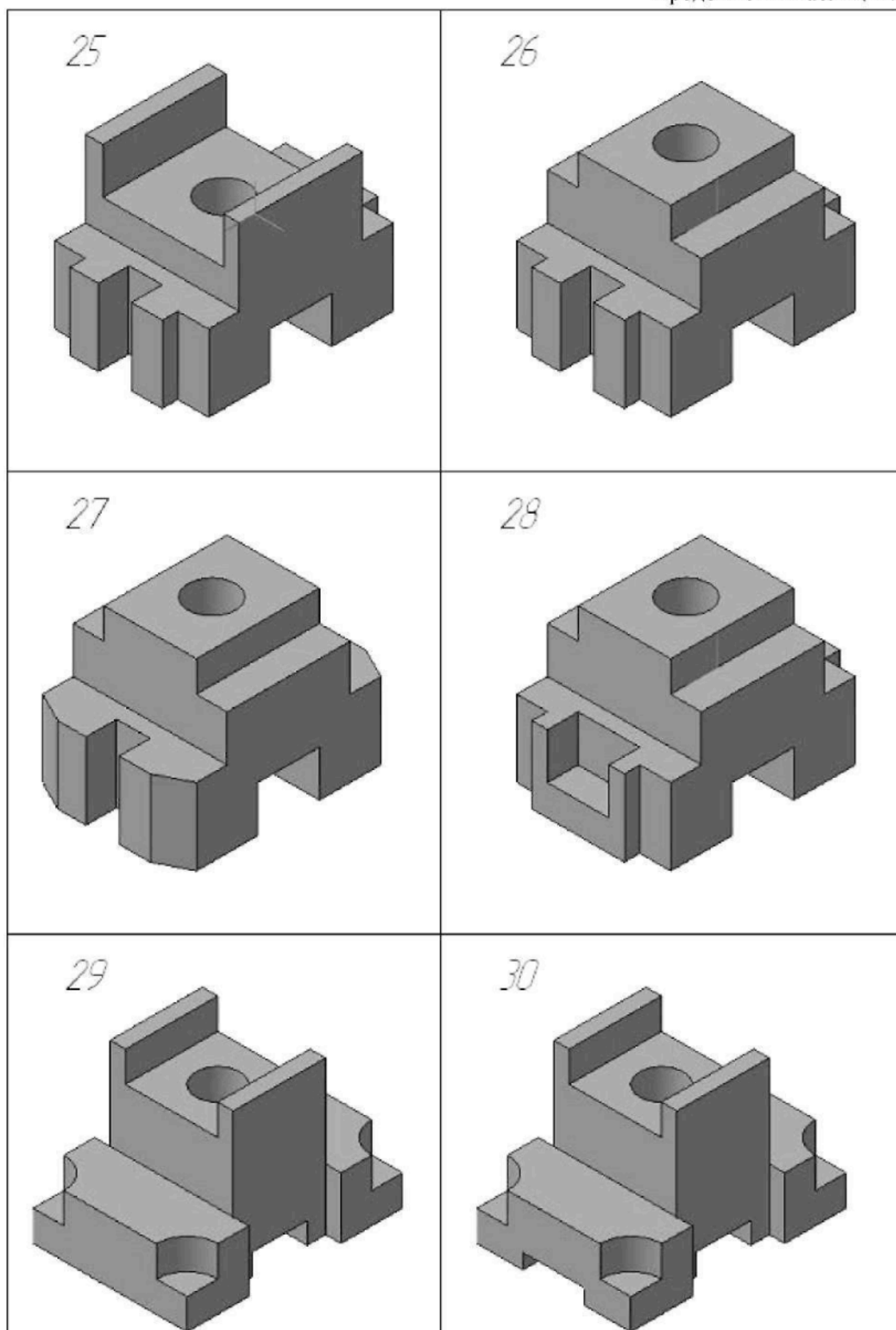
Примітка: Габаритні розміри моделі – 70x50x50 (як на прикладі виконання).
Таблиця 3.1 – Варіанти завдань 3.1.

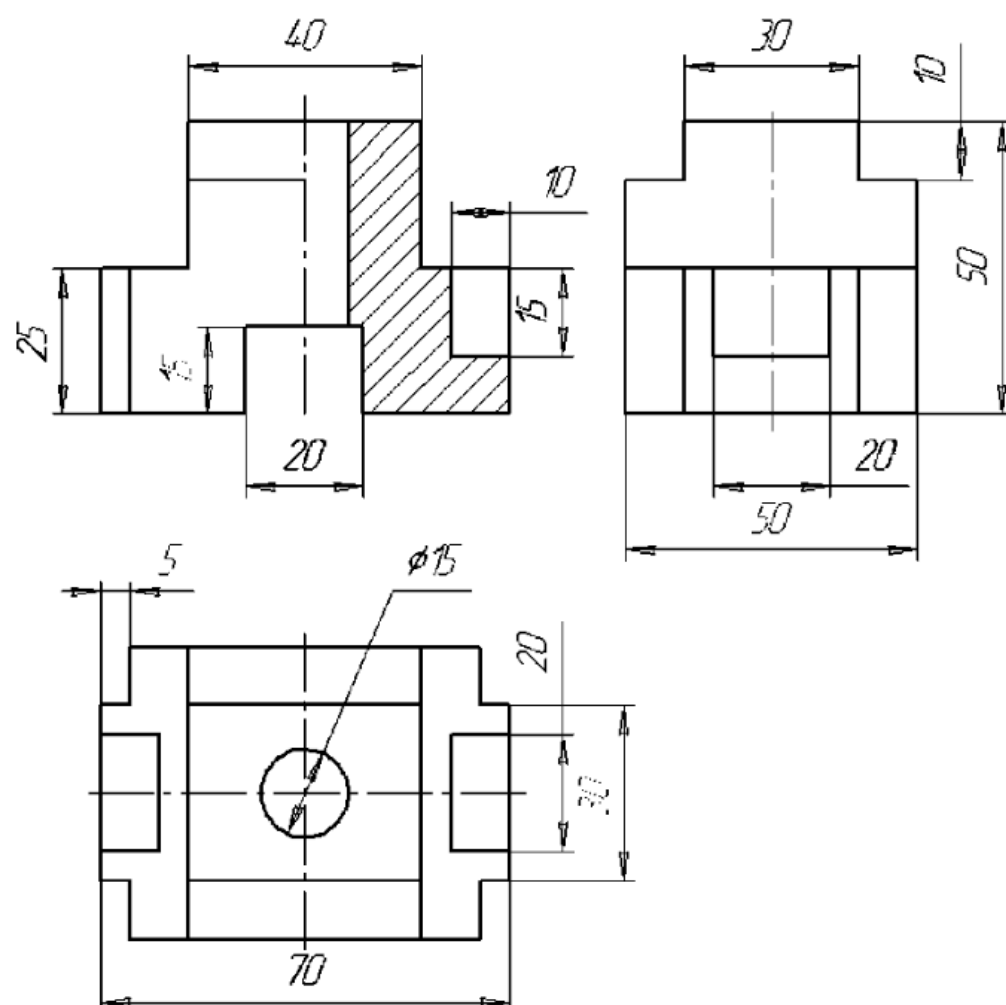












Проекційне креслення				
Креслив	Павлів В.Р.	20.09	ІФНТУНГ ПБ-09-1	М 1:1
Перевірів	Корнута О.В.			Вар 31

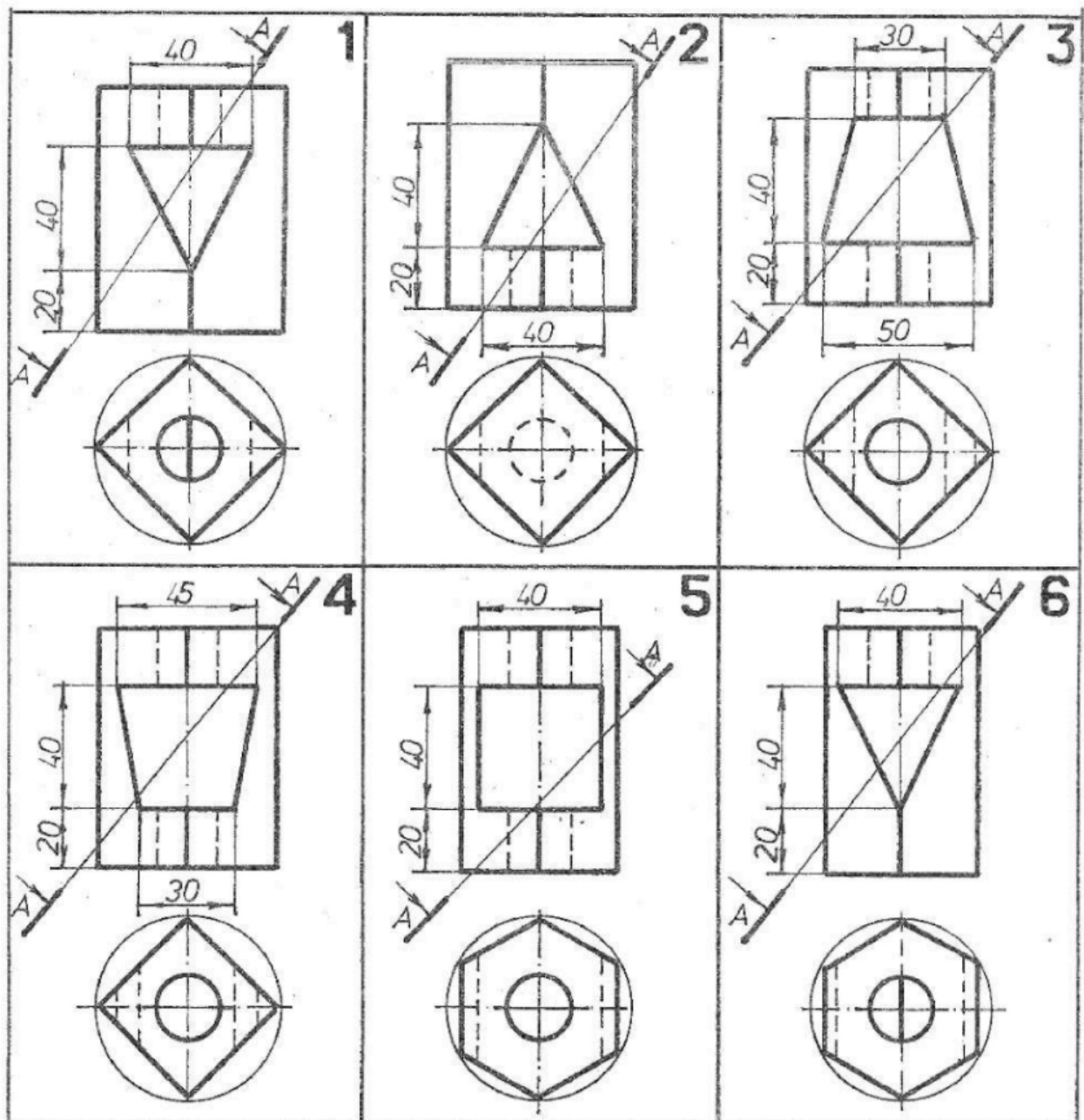
Рисунок 3.2 Приклад виконання завдання 3.1.

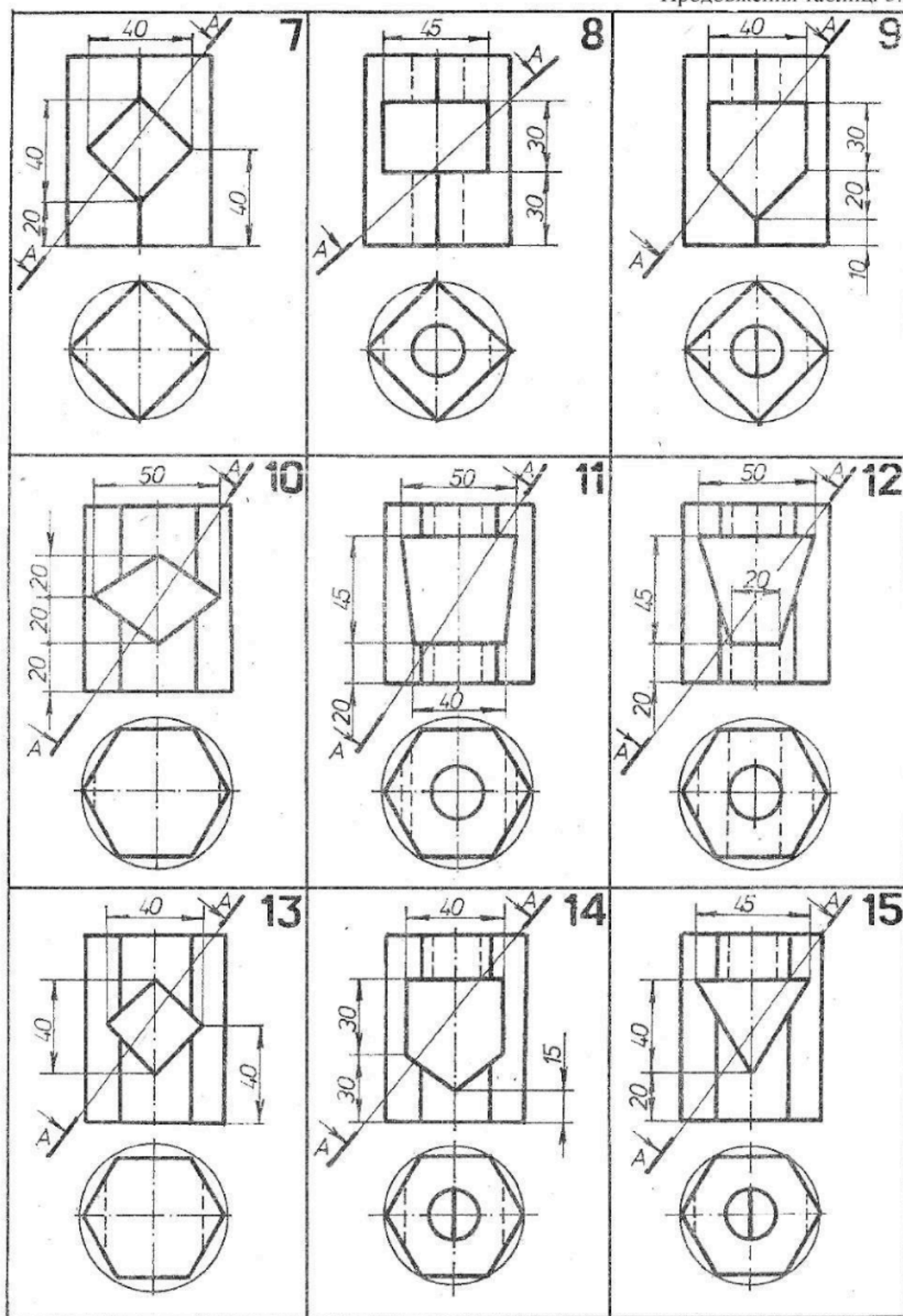
Завдання 3.3.

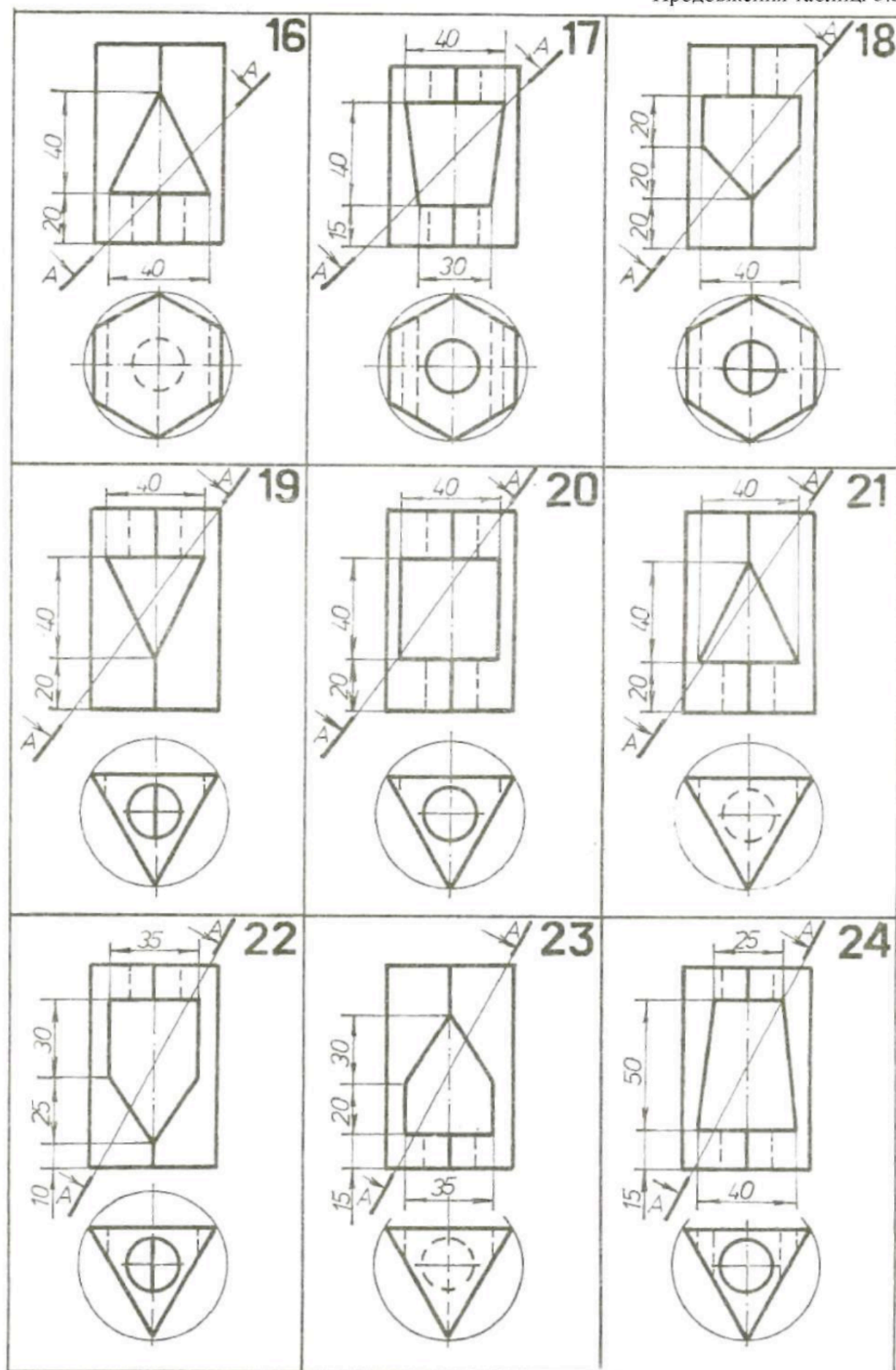
- 1 За двома заданими побудувати третю проекцію моделі.
- 2 Виконати необхідні розрізи.
- 3 Виконати вказаний похилий переріз "А-А".
- 4 Нанести розміри.
- 5 Накреслити аксонометричне зображення моделі.
- 6 Вихідні дані до завдання взяти згідно варіанту з таблиці 3.3. Приклад виконання поданий на рисунку 3.4.

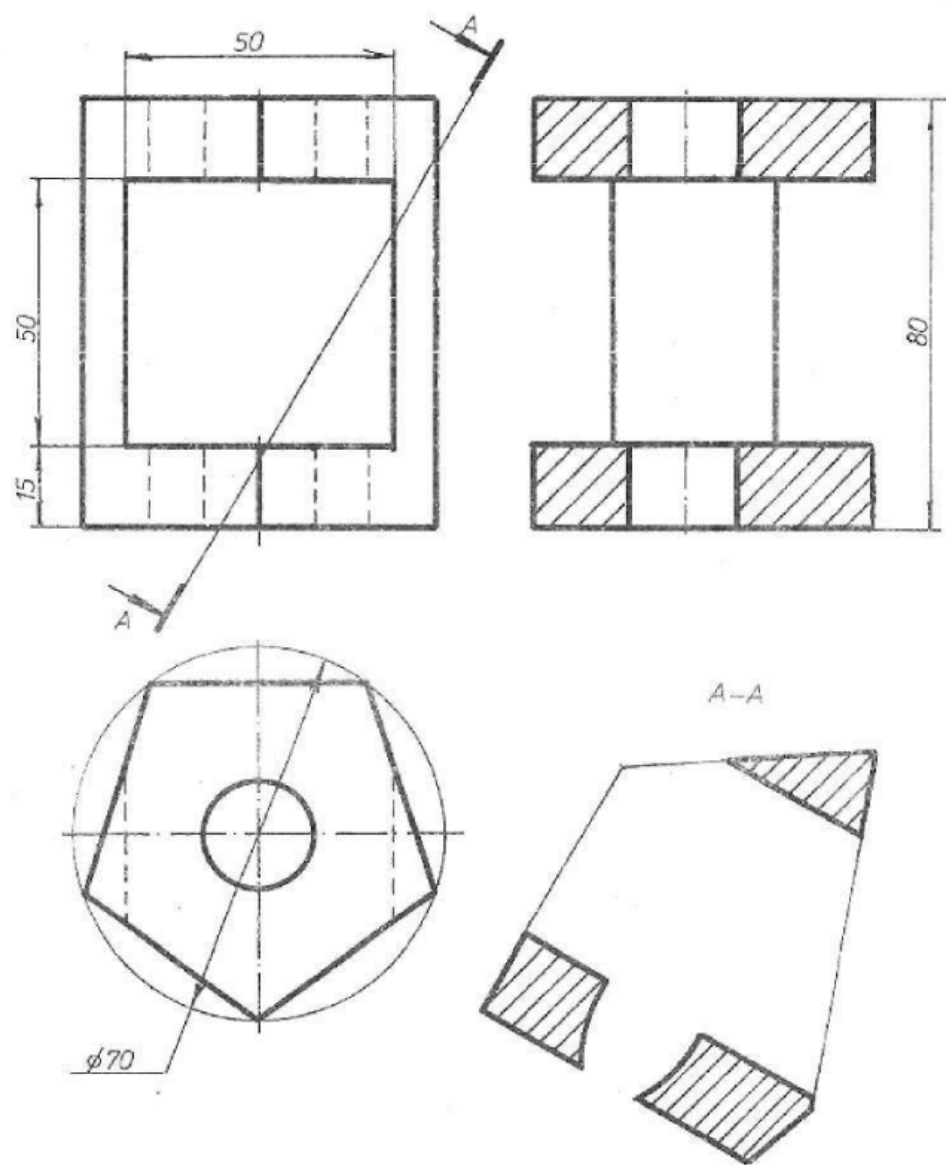
Примітка: Висота моделі дорівнює 80 мм; діаметр кола, описаного навколо правильного многокутника основи дорівнює 70 мм; діаметр вертикального циліндричного отвору дорівнює 20 мм.

Таблиця 3.3 – Варіанти завдань 3.3.









Завдання	Проекційне креслення			
Креслив	Павлів ВР		ІФНТУНГ	М
Перевірив	Корнута ОВ		ПБ-09-1	Варіант 31

Рисунок 3.4 – Приклад виконання завдання 3.3.

3.2. МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ

3.2.1. Зображення та позначення різьби на кресленнях

На кресленнях всі різьби зображують умовно, відповідно до вимог ГОСТ 2.311-68:

на стержні (зовнішня різьба): зовнішній діаметр – основною лінією, внутрішній – суцільною тонкою на відстані не менше 0,8мм і не більше розміра кроку від основної товстої лінії, на вигляді з торця стержня внутрішній діаметр різьби показують дугою, розімкненою в довільному місці поза осьовими лініями, при цьому довжина дуг становить $\frac{3}{4}$ кола;

в отворі (внутрішня різьба): внутрішній діаметр – суцільною товстою лінією, зовнішній – суцільною тонкою лінією, на вигляді з торця отвору зовнішній діаметр різьби зображують дугою рівною $\frac{3}{4}$ кола, відстань між лініями та сама, що й для різьби на стержні.

Межі різьби по довжині стержня або отвору позначаються суцільною товстою лінією.

Для всіх різьб (крім трубної і конічної дюймової) умовні позначення проставляють над розмірною лінією зовнішнього діаметра різьби. Трубні різьби, циліндричну і конічну, позначають за допомогою ліній виносок із стрілками і поличками, над якими записують умовне позначення різьби.

Метрична різьба

Метрична різьба є основним видом кріпильної різьби. Розміри метричної різьби регламентує ГОСТ 24705- 81. Приклади умовного позначення метричної різьби з номінальним діаметром 24мм (рис.3.6):

1. M24 – 6g – зовнішня, права, з крупним кроком і полем допуску 6g;
2. M24x2-6H – внутрішня, права, дрібним кроком і полем допуску 6H;
3. M24x3 (P1.5) LH- 6H – внутрішня, двозахідна, з дрібним кроком 1,5мм і ходом 3 мм, ліва, з полем допуску 6H.

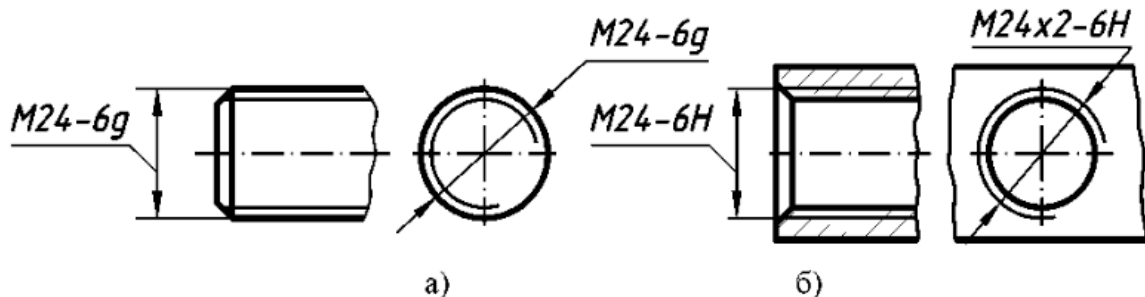


Рисунок 3.6 – Умовне зображення метричної різьби: а) на стержні; б) в отворі.

Трубна циліндрична різьба

Трубна циліндрична різьба є кріпильною і застосовується в основному для з'єднання водо- і газопровідних труб і арматури.

В умовних позначеннях трубної циліндричної різьби (рис. 3.7) входять: латинська літера G; номінальний умовний розмір в дюймах; клас точності середнього діаметра і при необхідності загальне позначення для лівої різьби.

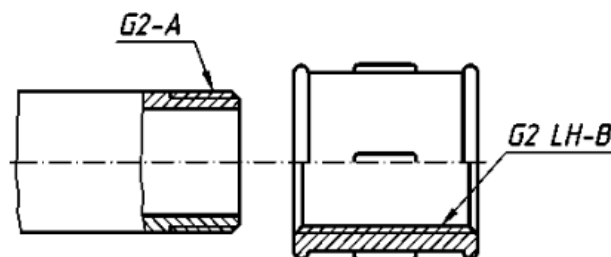


Рисунок 3.7 – Умовне зображення зовнішньої та внутрішньої трубної циліндричної різьби.

Кріпильні вироби

До кріпильних різбових виробів відносяться болти гвинти, шпильки і гайки.

Болти

Болт являє собою стержень з різьбою на одному кінці і головкою різних форм на другому. Найпоширеніша конструкція болта з шестигранною головкою. Болти виготовляють з нормальною, підвищеною і грубою точністю (рис.3.8).

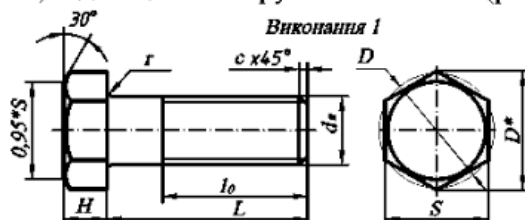


Рисунок 3.8 – Зображення болта.

Для болтів передбачена метрична як основна кріпильна різьба із крупним і дрібним кроками. Робоча довжина болта дорівнює довжині стержня без головки. Приклад умовного позначення болта нормальної точності, виконання 1 без отворів в головці та стержні, з діаметром різьби 20мм, дрібним кроком 2мм, полем допуску 6g робочою довжиною 100 мм, класом міцності 5.8, без покриття згідно ГОСТ 7798-70.

Болт М20×2-6g x100.58 ГОСТ 7798-70

Гайки

Гайки, це деталі з різбовим отвором для нагвинчування на різбовий кінець болта або шпильки. Для стандартизованих гайок визначена форма зовнішньої поверхні, варіант виконання і точність виготовлення. На рис 3.5 зображено два варіанти виконання гайки. В стандартних гайках застосовують метричну різьбу з крупним і дрібним кроками. Найбільшого поширення дістали стандартні шестигранні гайки різної висоти.

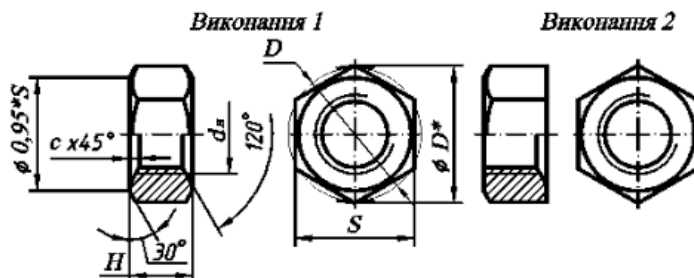


Рисунок 3.9 – Зображення гайки.

Приклад, умовного позначення гайки виконання 1, нормальної точності з діаметром метричної різьби 12 мм, крупним кроком, полем допуску 7H, класом міцності 5 і покриттям 02 (кадімієве з хроматуванням), товщиною 9 мкм.

Гайка М12-7Н. 5.029 ГОСТ 5915-70

Гвинти

Гвинт – це стержень з різьбою на одному кінці і головкою різних форм на другому. На рис 3.10,а зображено гвинт з конічною головкою згідно ГОСТ 17475-80, а на рис 3.10,б гвинт з циліндричною головкою згідно ГОСТ 1491-80.

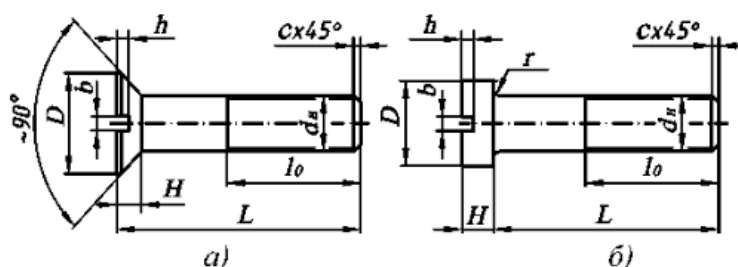


Рисунок 3.10 – Зображення гвинта.

Робочою довжиною гвинтів з конструктивною потайною (конічною) головкою є вся довжина гвинта. Для всіх інших гвинтів робочою довжиною є довжина стержня без головки. На гвинті виконують метричну різьбу крупного або дрібного кроку з полем допуску 6g і 8g. Як правило, на головці гвинта виконують шліц під викрутку.

Приклад позначення гвинта з потайною головкою, підвищеною точністю А, виконання 2, діаметром різьби 12мм, крупним кроком, довжиною 45мм, полем допуску 8g, класом міцності 5,8 без покриття;

Гвинт А2.М12×45-8g.58 ГОСТ17475-80

Шпильки

Шпилька – це стержень з різьбою на одному кінці для загвинчування в одну із з'єднувальних деталей, і з різьбою для нагвинчування гайки на другому. В основному шпильки застосовують у тих випадках, коли нерационально використовувати болти і гвинти великої довжини.

Довжина різьбового кінця L_1 , для загвинчування в деталь залежить від міцності матеріалу даної деталі. Робоча довжина шпильки - L дорівнює частині її довжини без кінця шпильки, який загвинчують у деталь. Довжина нарізки різьби на робочому кінці шпильки - l_0 визначається її номінальним діаметром та ідентична довжині нарізки різьби на болті.

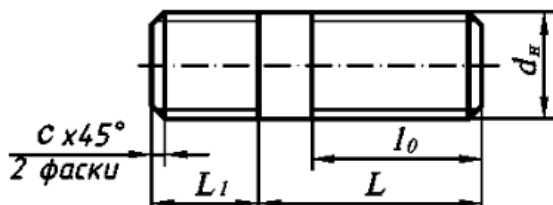


Рисунок 3.11 – Зображення шпильки.

Приклад умовного позначення шпильки нормальної точності для загвинчування в чавунну деталь допуску 6g робочою довжиною 60мм, класом міцності матеріалу 5.8, без покриття.

Шпилька М16×60-6g.58 ГОСТ 22034-76.

Шайби.

Шайба – це плоска деталь з отвором без різьби. Найбільш поширені круглі, пружинні, стопорні, косі шайби. На рис 3.12 зображено два варіанти виконання круглої шайби.

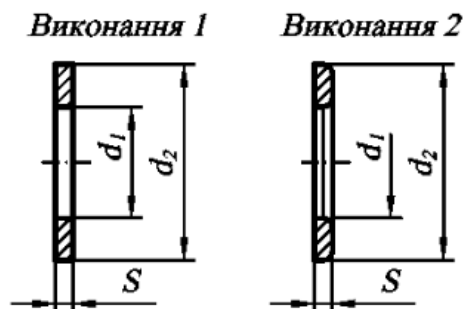


Рисунок 3.12 – Зображення шайби.

Приклад умовного позначення круглої шайби виконання 1 для кріпильної деталі з різьбою М20, з товщиною, встановленою в стандарті (01), покриттям 01 (цинкове з хроматуванням), товщиною 6 мкм.

Шайба 20.01.016 ГОСТ 11371-78.

3.2.2. Кріпильні вироби. З'єднання стандартними кріпильними виробами

На складальних кресленнях допускається застосовувати в залежності від призначення і масштабу креслення як повне, так і спрощене чи умовне зображення з'єднання (рис.3.13).

Для кріпильних деталей, у яких на кресленні діаметри стрижнів рівні 2 мм і менш, застосовують умовне зображення (рис. 3.13).

З'єднання болтом. Зображення з'єднання.

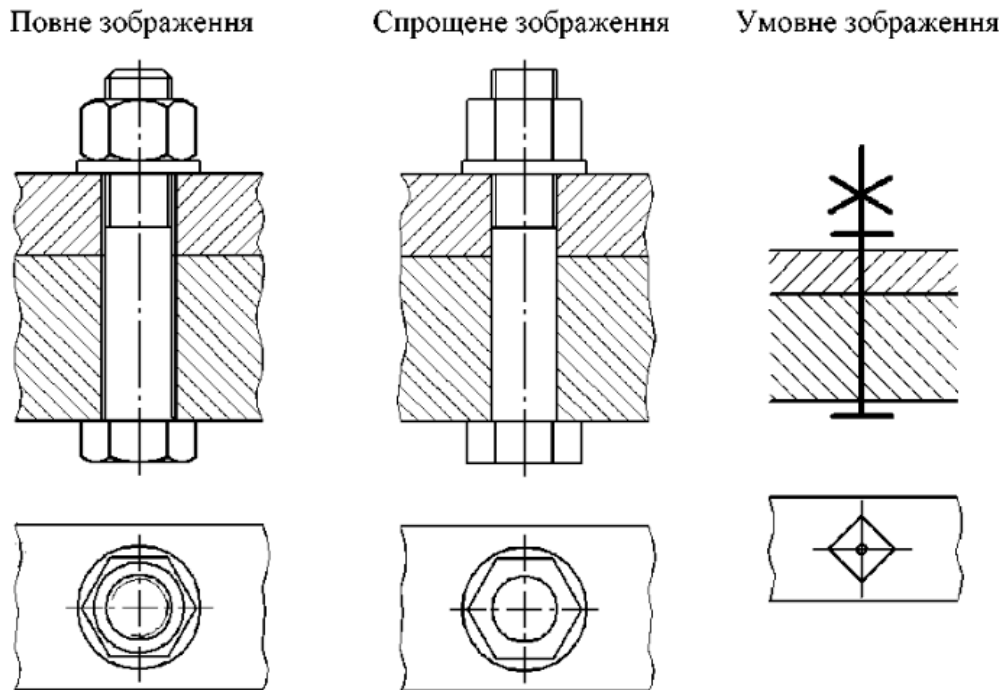


Рисунок 3.13 – Болтове з'єднання

Повне зображення (конструктивне) болтового з'єднання можна викреслювати за відносними розмірами, які пов'язані співвідношеннями із параметром різьби. За допомогою відносних розмірів креслять і спрощене зображення.

Значення відносних розмірів необхідних для виконання конструктивного зображення болтового з'єднання :

$$\begin{aligned} S &= 0,15d; & H &= 0,8d; \\ k &= (0,25 \dots 0,5)d; & h &= 0,7d; \\ l_0 &= 2d+6; & R &= 0,1d; \\ d_0 &= 1,1d; & d_1 &= 0,85d; \\ D &= 2d; & D_1 &= 2,2d; \end{aligned}$$

Робоча довжина болта (l) залежить від висоти пакету (товщини деталей, які треба з'єднувати – $a+b$) (рис. 3.14).

Розрахунок робочої довжини болта:

$$l = a + b + S + H + k$$

Одержане значення необхідно заокруглити до стандартного значення.

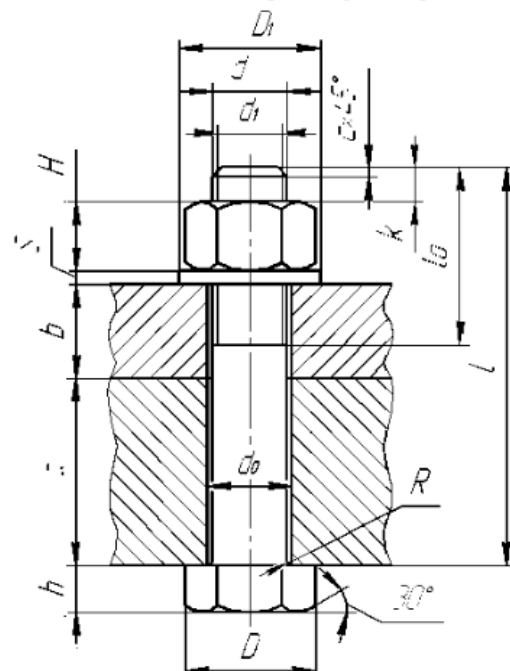


Рисунок 3.14 – Відносні розміри болтового з'єднання

З'єднання шпилькою. Зображення з'єднання. (рис.3.15)

Повне зображення

Спрошене зображення

Умове зображення

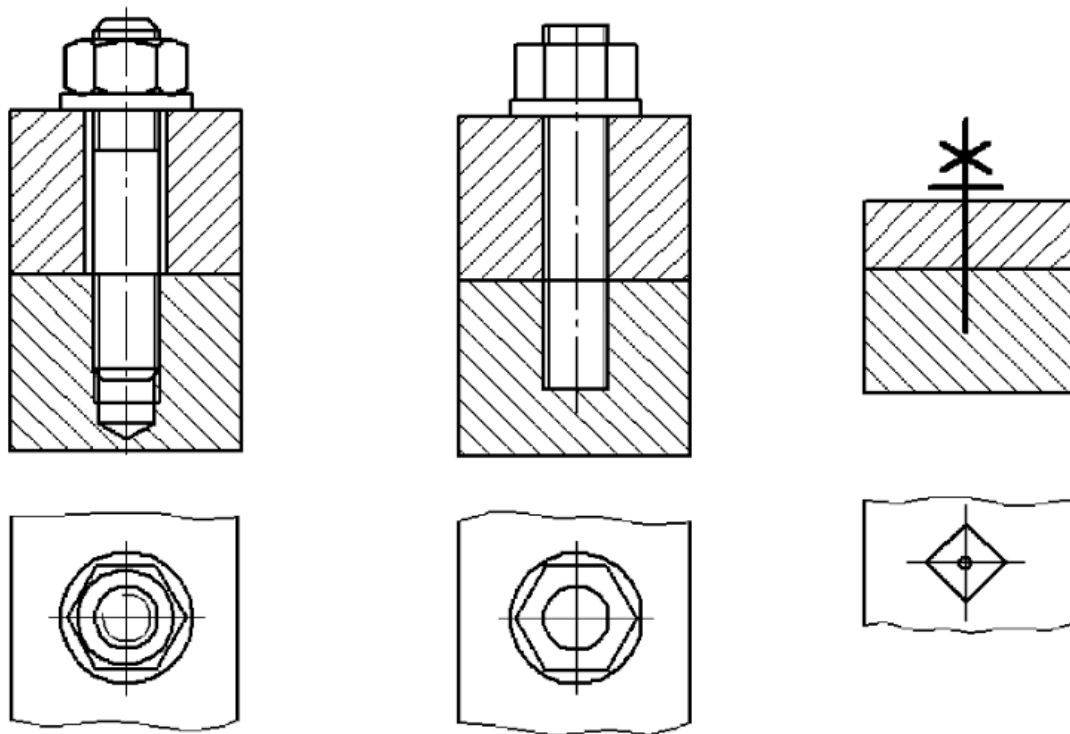


Рисунок 3.15 – Шпилькове з'єднання.

Повне зображення (конструктивне) шпилькового з'єднання можна викреслювати за відносними розмірами, які пов'язані співвідношеннями із параметром різьби. За допомогою відносних розмірів креслять і спрощене зображення.

Значення відносних розмірів необхідних для виконання конструктивного зображення шпилькового з'єднання :

$$\begin{aligned} S &= 0,15d; & H &= 0,8d; \\ k &= (0,25 \dots 0,5)d; & l_0 &= (1,5 \dots 2)d; \\ l_2 &= l_1 + 0,5d; & l_3 &= l_2 + 0,5d; \\ d_0 &= 1,1d; & d_1 &= 0,85d; \\ D &= 2d; & D_1 &= 2,2d; \\ l_1 &= d - \text{для деталей зі сталі;} \\ l_1 &= d(1,25 \dots 1,6) - \text{для чавунних} \\ &\text{деталей;} \\ l_1 &= d(2 \dots 2,5) - \text{для деталей з легких} \\ &\text{сплавів.} \end{aligned}$$

Робоча довжина шпильки (l) залежить від висоти пакету (товщини деталей, які треба з'єднувати (3.16).

Розрахунок робочої довжини шпильки:

$$l = a + S + H + k$$

Одержане значення необхідно заокруглити до стандартного значення.

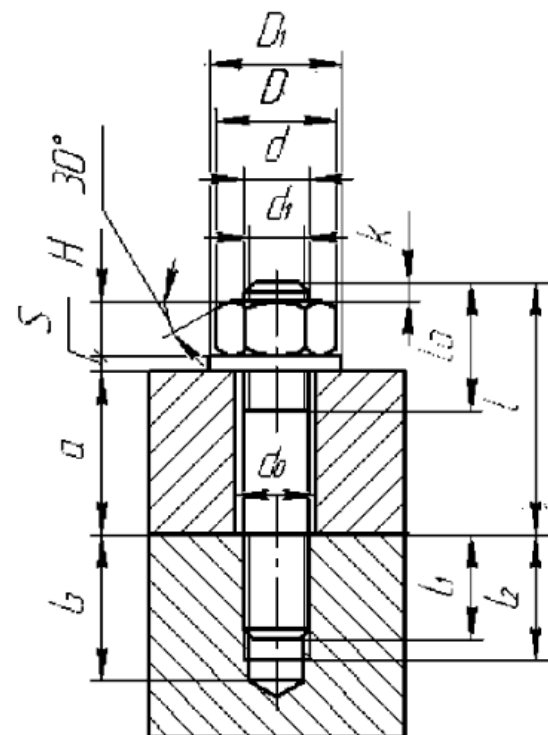


Рисунок 3.16 – Відносні розміри шпилькового з'єднання

З'єднання гвинтом. Зображення з'єднання (3.17).

Повне зображення

Спрощене зображення

Умовне зображення

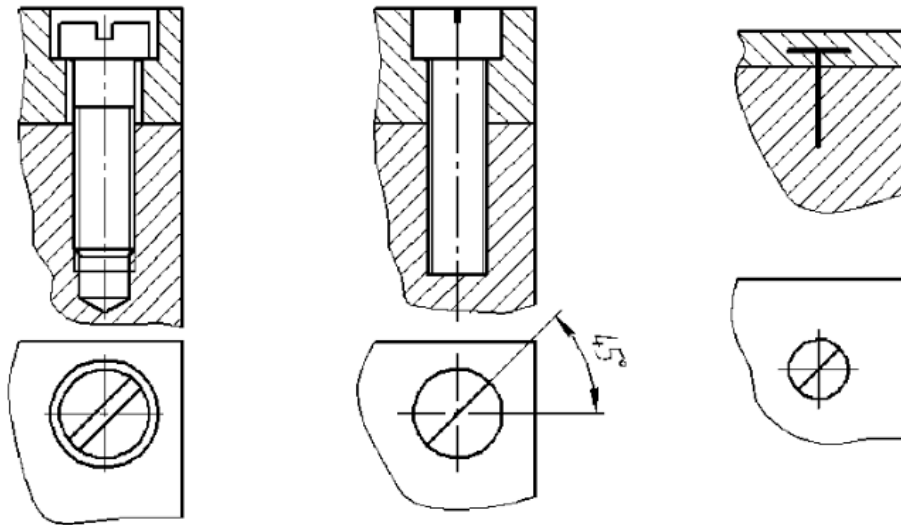


Рисунок 3.17 Гвинтове з'єднання.

Повне зображення (конструктивне) гвинтового з'єднання можна викреслювати за відносними розмірами, які пов'язані співвідношеннями із параметром різьби. За допомогою відносних розмірів креслять і спрощене зображення.

Значення відносних розмірів необхідних для виконання конструктивного зображення гвинтового з'єднання :

$$\begin{aligned} H &= 0,6d; & h_1 &= 0,8d; \\ h_2 &= 0,25d; & b &= 0,2d; \\ l_0 &= l_1 + 0,5d; & l_2 &= l_1 + 0,5d; \\ l_3 &= l_2 + 0,5d; & d_0 &= 1,1d; \\ d_1 &= 0,85d; & R &= 0,1d; \\ D &= 1,5d; & D_1 &= 1,8d; \\ l_1 &= d - \text{для деталей зі сталі}; \\ l_1 &= d(1,25 \dots 1,6) - \text{для чавунних деталей}; \\ l_1 &= d(2 \dots 2,5) - \text{для деталей з легких сплавів}. \end{aligned}$$

Робоча довжина гвинта (l) залежить від висоти пакету (товщини деталей, які треба з'єднувати (рис 3.18).

Розрахунок робочої довжини гвинта:

$$l = a + h_1 + l_1$$

Одержане значення необхідно заокруглити до стандартного значення.

Стандартний ряд довжин l : 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280.

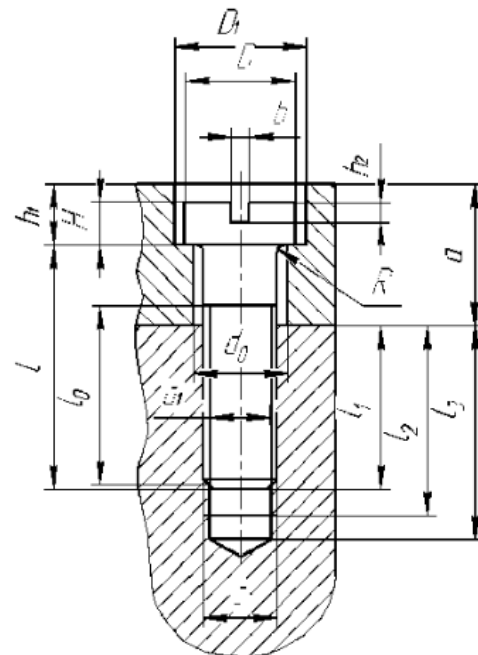
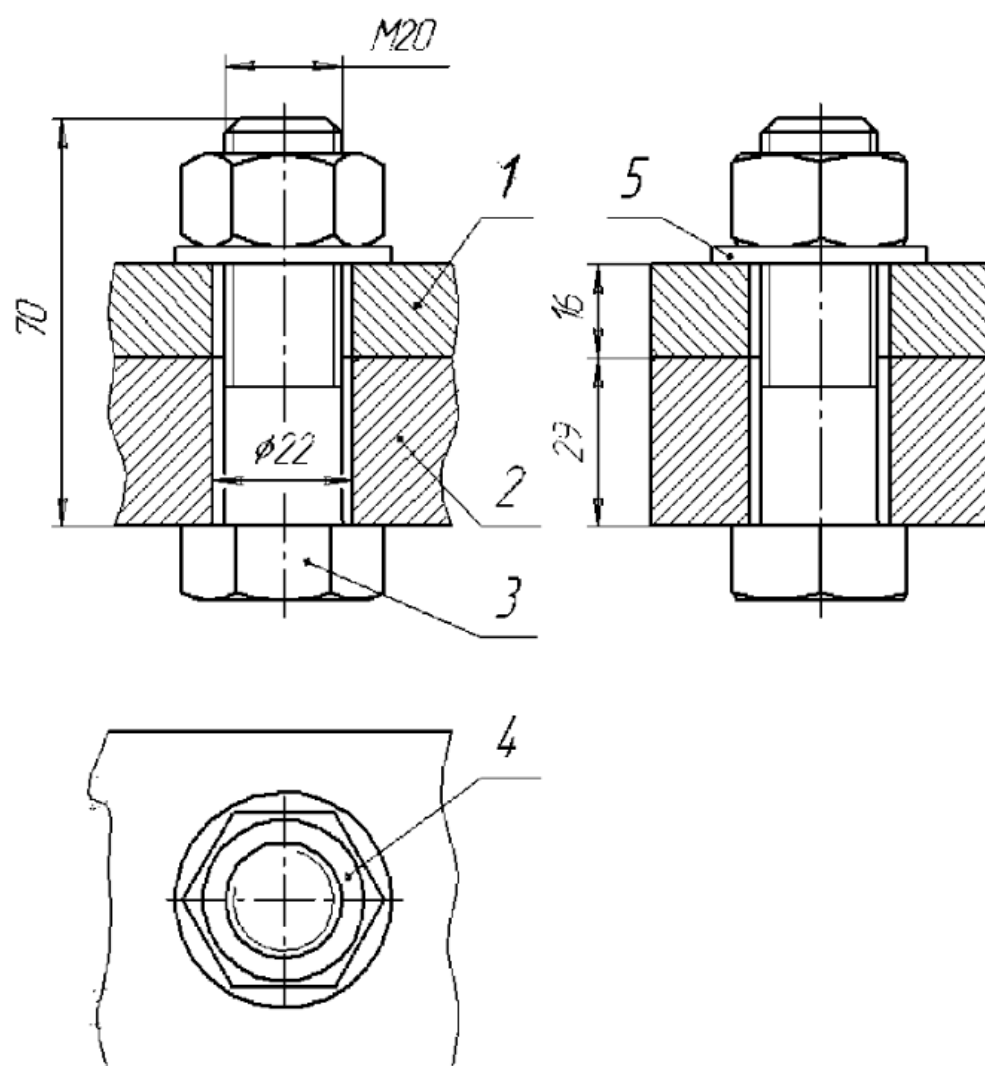


Рисунок 3.18 – Відносні розміри гвинтового з'єднання



					ПБ.09.01.07.00 СК			
					Фрагмент складального креслення	Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				1:1
Розроб.		Кравець В.А.		19.11.11				
Перев.		Корнута О.В.						
Інж.						Архив	Архив	
Начальн.						ПБ-09-1		
Затв.								

Рисунок 3.20 – Приклад конструкторського зображення болтового з'єднання

[illegible]

3.2.4 Робочі креслення деталі та ескізи

Робоче креслення – конструкторський документ, що містить зображення та інші дані відповідно до правил і умовностей, встановлених стандартами, необхідні для виготовлення та контролю деталі.

Ескіз – креслення тимчасового характеру, виконане, як правило, від руки, на будь-якому папері, без дотримання масштабу, але із збереженням пропорційності елементів деталі, а також відповідно до правил і умовностей, встановлених стандартами.

Ескіз і робоче креслення повинні містити:

а) мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів), що повністю виявляють форму деталі;

б) необхідні розміри, позначення шорсткості поверхні та інші додаткові відомості, які не можуть бути зображені графічно, але необхідні для виготовлення деталі;

в) основний напис згідно ГОСТ 2.104 - 68.

Ескіз і робоче креслення кожної деталі виконується на окремому форматі. В основному написі креслення вказується найменування деталі в називному відмінку однини.

Порядок виконання ескізу

1. Уважно оглянути деталь, з'ясувати її конструкцію, призначення, технологію виготовлення і визначити назву.

Розглядаючи деталь, уявно розбити її на прості геометричні форми.

2. Визначити мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів), необхідних для повного виявлення конструкції деталі.

Особлива увага приділяється вибору головного вигляду. Він повинен давати повне уявлення про форму і розміри деталі з урахуванням технології її виготовлення.

Для деталей типу тіл обертання, а також для деталей типу валів і втулок з різьбленням достатньо одного зображення. Якщо на таких деталях є отвори, зрізи, пази, то головне зображення доповнюють одним або декількома розрізами, перерізами, які виявляють форму цих елементів. Для тонких плоских деталей будь-якої форми достатньо одного зображення.

3. Вибрати відповідно до ГОСТ 2.301 - 68 формат, виконати рамки і основний напис. Розмір формату вибирають залежно від складності і розмірів деталі з урахуванням можливості як збільшення зображення в порівнянні з натурою для складних і дрібних, так і зменшення для простих формою і крупних деталей.

4. Намітити тонкими суцільними лініями габаритні прямокутники для майбутніх зображень з розрахунком рівномірного використання поля формату. Провести осьові лінії.

5. Викреслити тонкими суцільними лініями видимий контур деталі, починаючи з основних геометричних форм і зберігаючи на всіх зображеннях проєкційний зв'язок і пропорцію елементів деталі (рис. 3.26 а).

6. Викреслити тонкими лініями потрібні розрізи і перерізи (рис. 3.26 б).

7. Зобразити раніше пропущені подробиці на виглядах і розрізах: канавки, фаски, скруглення і тому подібне.

8. Заштрихувати розрізи і перерізи. Позначити розрізи і перерізи (рис. 3.26 в)

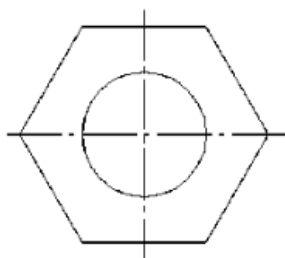
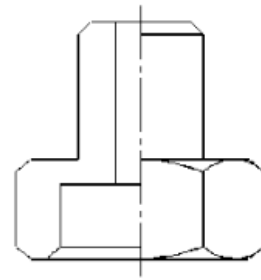
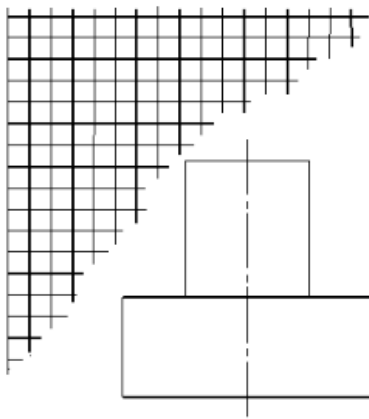
9. Нанести виносні і розмірні лінії. Розміри зовнішніх елементів розміщують, як правило, з боку вигляду, а внутрішніх – з боку розрізу.

10. Провести обмір деталі і вписати розмірні числа згідно вимог відповідного стандарту (ГОСТ 2.307-68). Позначити шорсткість поверхонь, керуючись ГОСТ 2.309 - 73

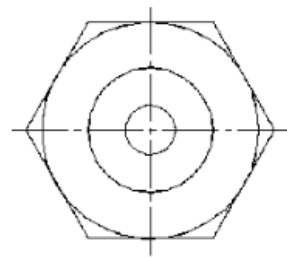
11. Видалити зайві лінії, навести ескіз (рис. 3.26 г).

12. Заповнити основний напис і записати технічні вимоги.

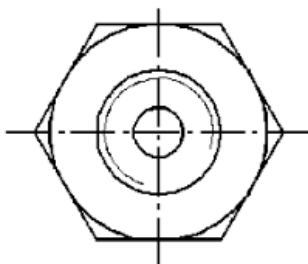
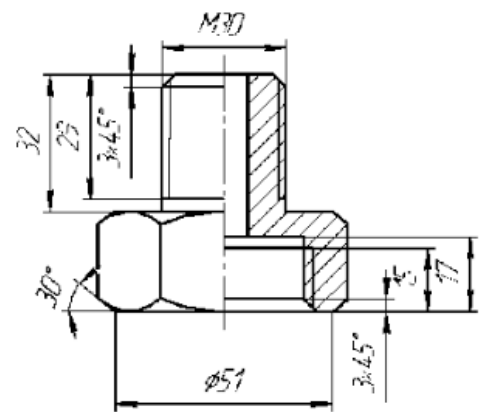
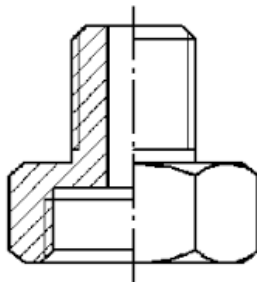
Приклад завершеного ескізу поданий на рисунку 3.26.



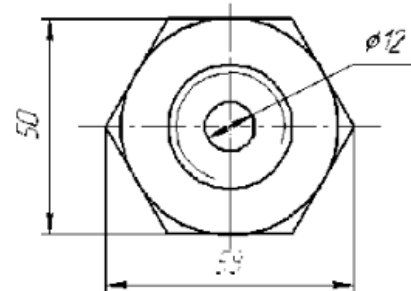
a/



б/



в/



г/

Рисунок 3.26 – Етапи виконання ескізу деталі “Перехідник”

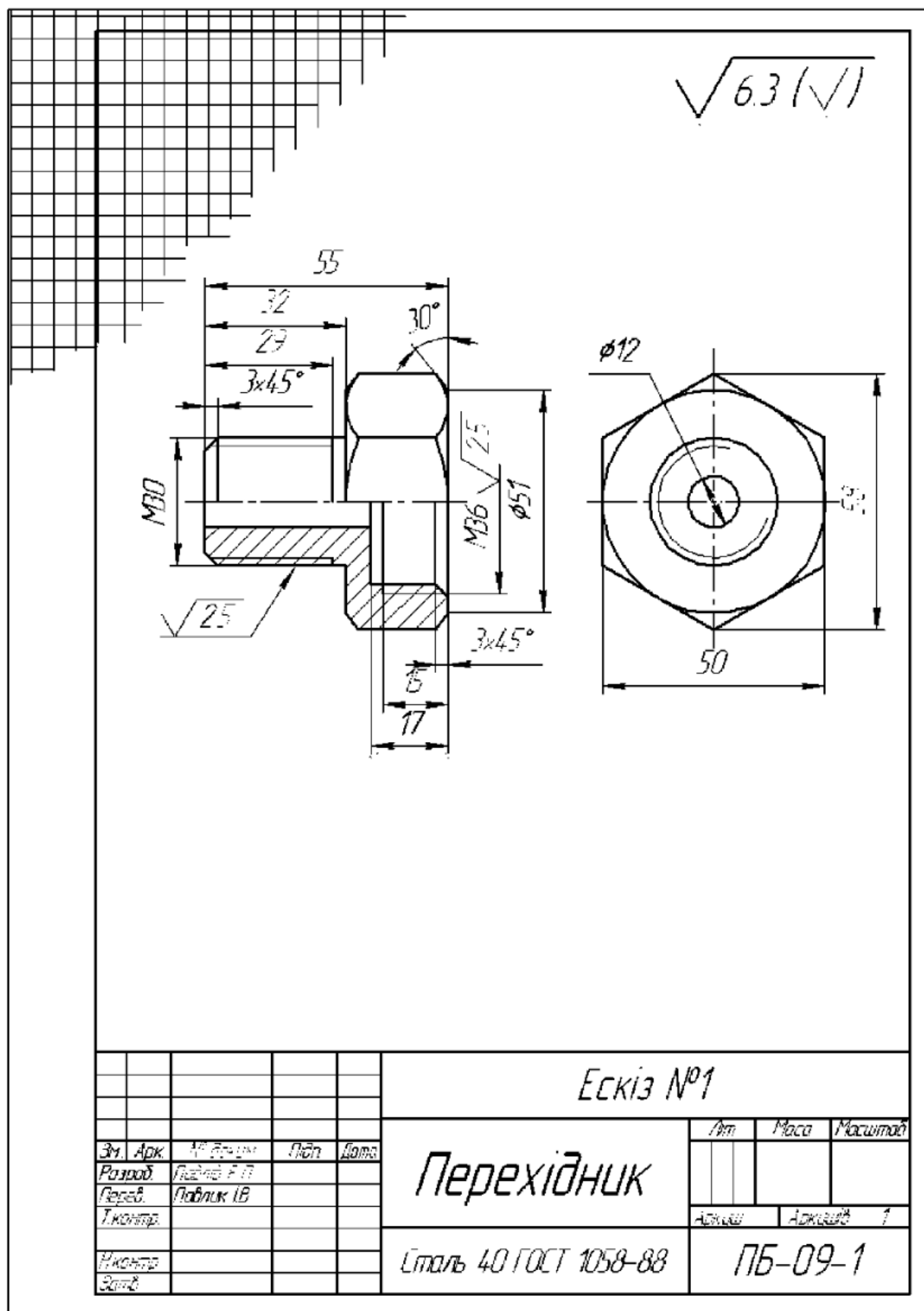


Рисунок 3.27 – Ескіз деталі “Перехідник”

3.2.5 Читання та деталювання креслень складальної одиниці

Виконання креслень деталей за кресленням складальної одиниці називається *деталюванням*.

Весь процес деталювання можна поділити на два етапи:

- 1) Читання креслення загального вигляду.
- 2) Виконання робочих креслень деталей.

Перш ніж виконувати креслення окремих деталей, слід прочитати креслення складальної одиниці. По зображеннях і специфікації за допомогою номерів позицій визначають з яких деталей і в якій кількості складається виріб, які саме деталі показані на кожному зображенні, як вони сполучаються і взаємодіють. При цьому особливу увагу потрібно звернути на місцеві види, перерізи, виносні елементи.

З'ясувавши призначення складальної одиниці і принципи її роботи, аналізують геометричну форму окремих деталей. Для цього потрібно уважно вивчити всі зображення деталі на кресленні, виявити проєкційний зв'язок між зображеннями, положення січних площин, за допомогою яких виконані розрізи і перерізи. Слід пам'ятати, що штрихування перерізів однієї і тієї ж деталі однакове на всіх зображеннях.

При визначенні геометричної форми деталі слід пам'ятати, що повністю її виявити тільки із зображень не завжди вдається. Це пояснюється наявністю на кресленні загального виду виробу ряду спрощень, узаконених стандартами; прагненням не перенавантажувати креслення дрібницями.

Так на кресленнях загального вигляду часто не зображають фаски, галтелі, проточки і тому подібні елементи. На кресленнях деталей ці елементи повинні бути обов'язково показані.

Процес деталювання рекомендується починати з виконання креслень основних деталей виробу. Креслення кожної деталі виконується в наступному порядку.

1. Встановити необхідне (найменше) число зображень деталі і обрати головне. Головне зображення (зображення на фронтальній площині проєкції) повинне давати повне уявлення про форму і розміри деталі.

2. Встановити розташування розрізів, перерізів, додаткових виглядів і інших зображень на кресленні; при цьому необов'язково дотримуватись такого ж розташування, як на кресленні загального вигляду. При цьому слід керуватися міркуваннями зручності виготовлення деталі за кресленням.

3. Вибрати масштаб для зображення деталі, керуючись ГОСТ 2.302 - 68.

4. Окремі елементи невеликих розмірів на деталі часто буває доцільно зобразити у вигляді виносних елементів.

5. Встановити для креслення деталі необхідний формат за ГОСТ 2.301 - 68.

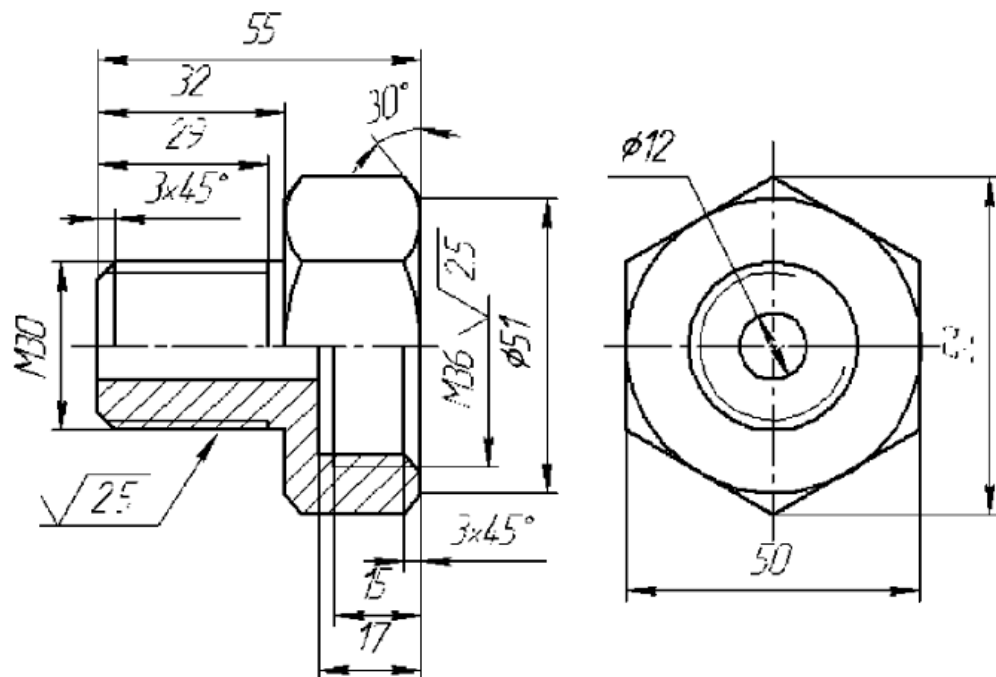
6. Викреслити зображення, нанести позначення шорсткості поверхонь, виносні і розмірні лінії, проставити розмірні числа. Одним з найвідповідальніших моментів в процесі виконання робочого креслення деталі є простановка розмірів та задання шорсткості її поверхонь. При нанесенні позначень шорсткості поверхонь деталі слід керуватися ГОСТ 2.309 - 73.

7. Розмірні числа, що проставляються на кресленні і характеризують той або інший розмір, визначають шляхом обміру зображення деталі на кресленні загального вигляду з урахуванням масштабу. При нанесенні розмірних чисел особливу увагу слід приділити узгодженню розмірів поверхонь, що сполучаються. Компонівка зображень, розташування розмірної сітки, позначення розмірів, перерізів, шорсткості та інші написи повинні бути виконані з урахуванням раціонального використання поля креслення.

8. Виконання креслення деталі завершується заповненням основного напису

Приклад завершеного робочого креслення 3.28.

$\sqrt{6.3} (\checkmark)$



					Робоче креслення			
					Перехідник	Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	1Р. Взам.	Підп.	Дата				1:1
Розроб.		Павлюк Р.П.						
Перед.		Павлюк ІВ						
Т.контр.						Архив	Архив	1
Н.контр.					Сталь 40 ГОСТ 1058-88	ПБ-09-1		
Затв.								

Рисунок 3.28 – Робоче креслення деталі “Перехідник”

Перелік використаних джерел

1. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник/ В.Є.Михайленко, В.М.Найдиш, А.М.Підкоритов, І.А.Скидан. К.: Вища школа - 2000. – 342с.
2. Інженерна графіка. Підручник для студентів вищих закладів освіти. В.Є.Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов, Львів: “Новий Світ 2000” - 2002. - 336 с.
3. Васишин Я.В., Драганчук О.Т., Шкіца Л.Є., Васишин В.Я. Інженерна графіка: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2004. – 256с.
4. Ванін В.В., Блок А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації, Київ “Каравело” – 2003-157с.
5. Васишин Я.В., Васишин В.Я. Нарисна геометрія. Практикум – Івано-Франківськ: Факел ІФНТУНГ, 2003. - 153 с.
6. Шкіца Л.Є., Васишин Я.В., Таранова Р.І. та ін. Нарисна геометрія: Збірник тестових завдань. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 127 с.
7. Фольта О.В., Антонович Є.Є, Юрковський П.В. Нарисна геометрія. Львів: Світ, 1994. – 304 с.
8. Інженерна графіка: підручник для студентів вищих закладів освіти /В.Є.Михайленко.- Львів: Піча Ю.В., К:”Каравела”; Львів: “Новий світ-2000”, 2002.- 336 с.
9. Драганчук О.Т., Стовбенко М.Є., Нарисна геометрія. Посібник – Івано-Франківськ: Факел ІФНТУНГ, 2003. - 203 с.
10. Верхола А.П., Коваленко Б.Д., Богданов В.М. та ін.. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка: Навч. посібник / За ред. А.П. Верхоли.-К.: Каравела, 2006.-304с.
11. Шкіца Л.Є., Васишин Я.В., Таранова Р.І. та ін. Нарисна геометрія: Збірник тестових завдань. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 127 с..
12. Васишин В.Я., Драганчук О.Т. Інженерна графіка: збірник завдань. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 93 с.
13. Васишин Я.В., Шкіца Л.Є. Збірник завдань з інженерної графіки. Ч.2- Технічне креслення. Івано-Франківськ ДОП ІФДТУНГ, 1998.-168 с.

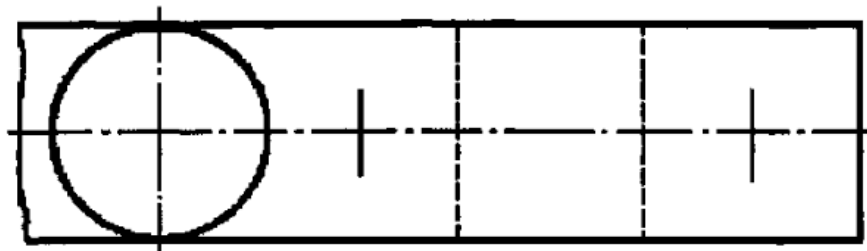
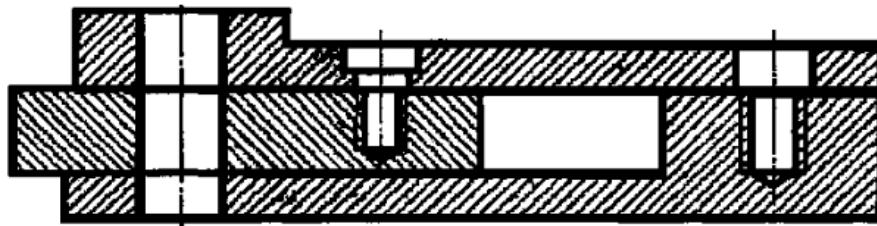
Додаток В. Розрахунково-графічна робота №3 до розділу 3

Завдання:

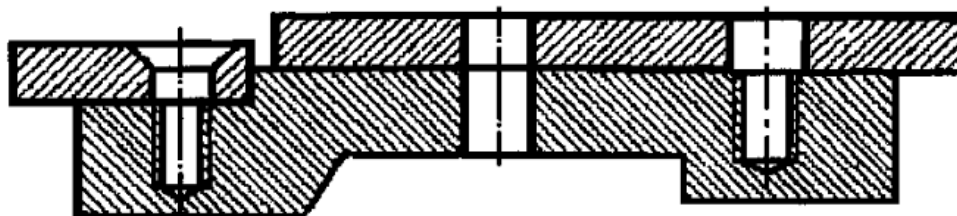
1. Виконати фрагмент складального креслення – з'єднання частин декількох деталей за допомогою болта, гвинта та шпильки.
 2. Виконати специфікацію фрагмента складального креслення.
- Роботу виконати на форматі А3. Приклад виконання поданий на рисунку В.1, В.2, В.3.

Таблиця В.1 - варіанти завдання.

№ вар.	Болти		Гвинти		Шпильки	
	ГОСТ	Діам.	ГОСТ	Діам.	ГОСТ	Діам.
1.	7798 - 70	12	1491 - 80	8	22036 - 76	10
2.	7798 - 70	14	17475 - 80	10	22036 - 76	12
3.	7798 - 70	14	1491 - 80	8	22036 - 76	10
4.	7798 - 70	12	1491 - 80	8	22036 - 76	12
5.	7798 - 70	10	17473-80	10	22036 - 76	12
6.	7798 - 70	12	1491 - 80	8	22034 - 76	12
7.	7798 - 70	14	17475 - 80	10	22036 - 76	12
8.	7798 - 70	12	1491 - 80	8	22036 - 76	10
9.	7798 - 70	14	1491-80	8	22034 - 76	10
10.	7798 - 70	12	1491 - 80	6	22036 - 76	10
11.	7798 - 70	12	17473-80	8	22036 - 76	8
12.	7798 - 70	10	1491 - 80	8	22036 - 76	12
13.	7798 - 70	12	1491 - 80	8	22036 - 76	10
14.	7798 - 70	14	1491 - 80	10	22034 - 76	14
15.	7798 - 70	12	17475 - 80	8	22034 - 76	10
16.	7798 - 70	10	17475 - 80	8	22036 - 76	10
17.	7798 - 70	12	17473 - 80	8	22036 - 76	10
18.	7798 - 70	14	1491 - 80	8	22034 - 76	10
19.	7798 - 70	12	17473 - 80	8	22032 - 76	10
20.	7798 - 70	14	1491 - 80	10	22034 - 76	10
21.	7798 - 70	12	17473 - 80	8	22032- 76	12
22.	7798 - 70	14	1491 - 80	8	22034 - 76	12
23.	7798 - 70	12	17473- 80	8	22034 - 76	10
24.	7798 - 70	12	17475- 80	8	22036 - 76	10
25.	7798 - 70	14	17473- 80	8	22032 - 76	12
26.	7798 - 70	12	1491 - 80	8	22032 - 76	10
27.	7798 - 70	12	17473 - 80	8	22036 - 76	10
28.	7798 - 70	14	17473 - 80	10	22034 - 76	12

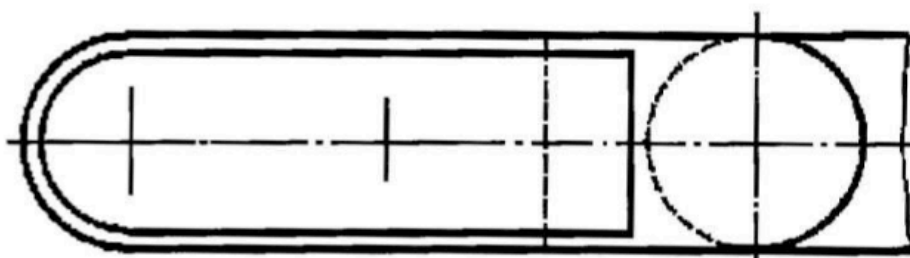
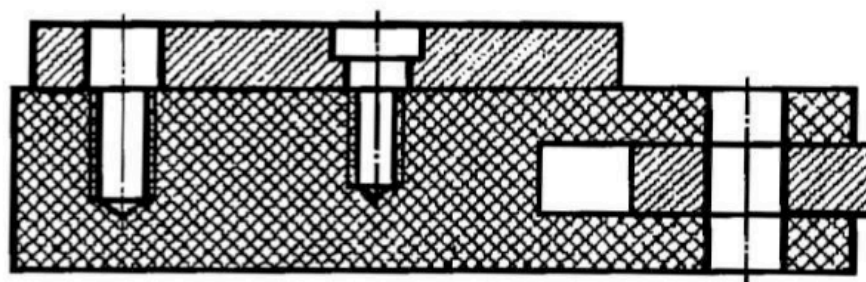
Варіант 1

Болт М12 ГОСТ 7798 - 70, Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80, Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 2

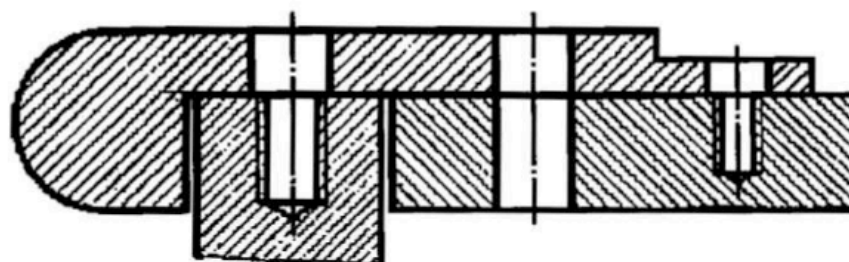
Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М10 ГОСТ 17475 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 3



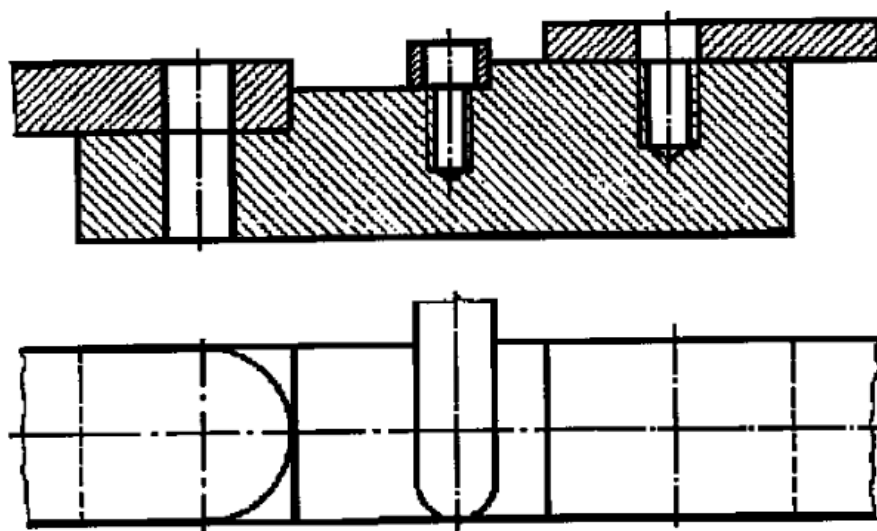
Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 4



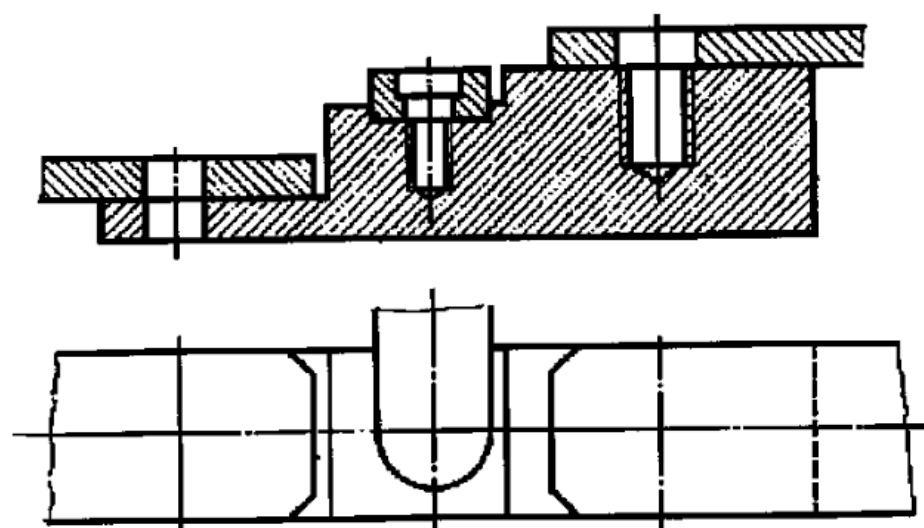
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М 10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 5



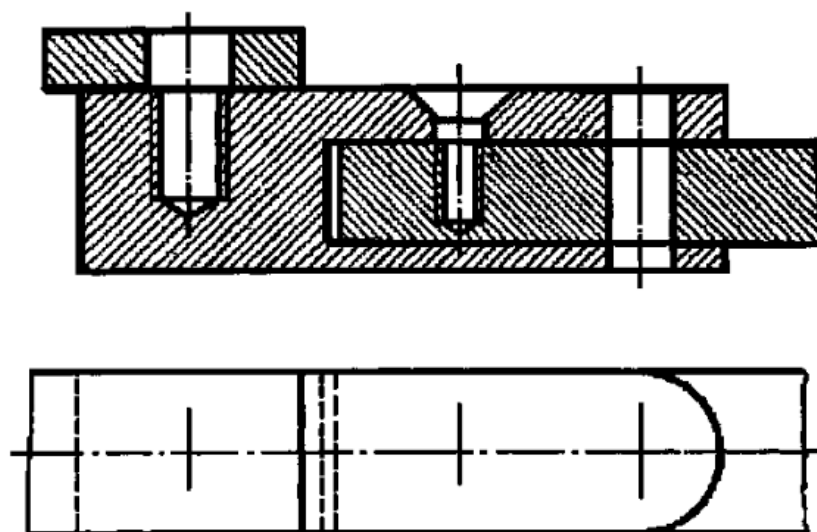
Болт М10 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М10 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 6



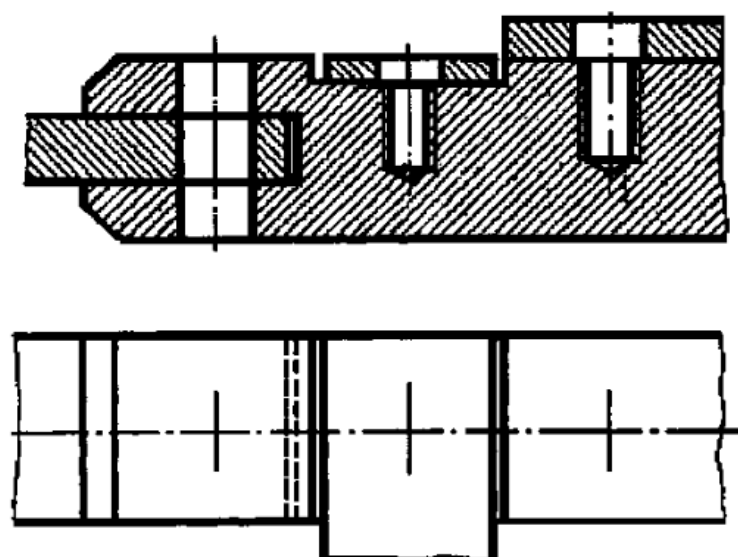
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22034 - 76

Варіант 7



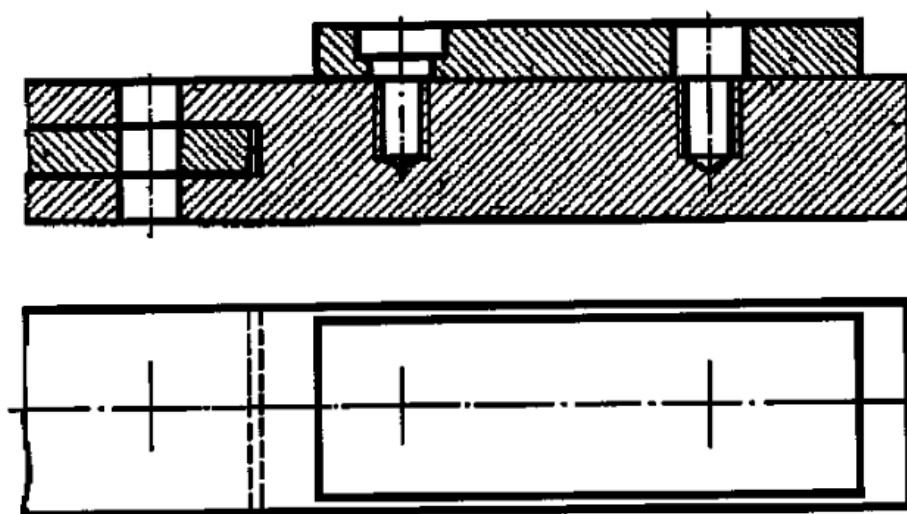
Болт М 14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М10 ГОСТ 17475 - 80; Шпилька М 12 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 8



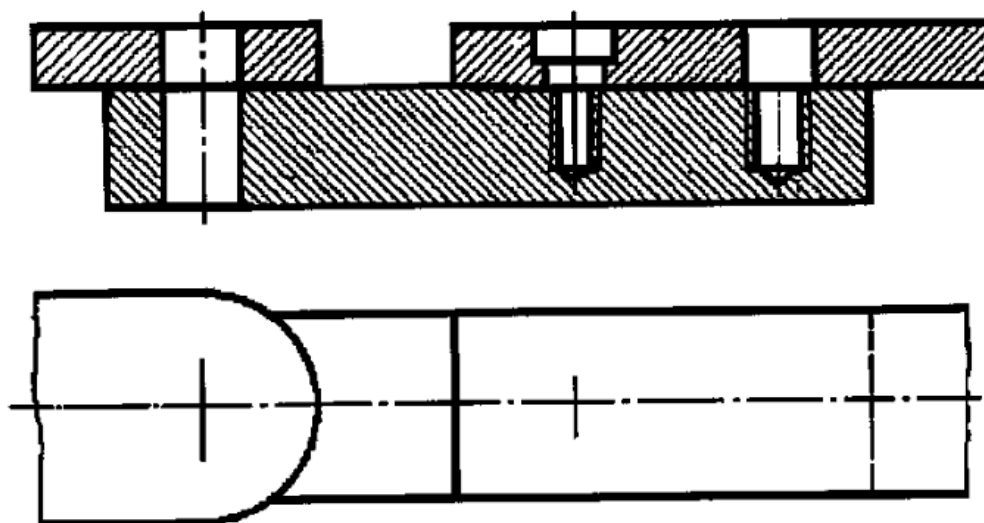
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; ГВинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 9

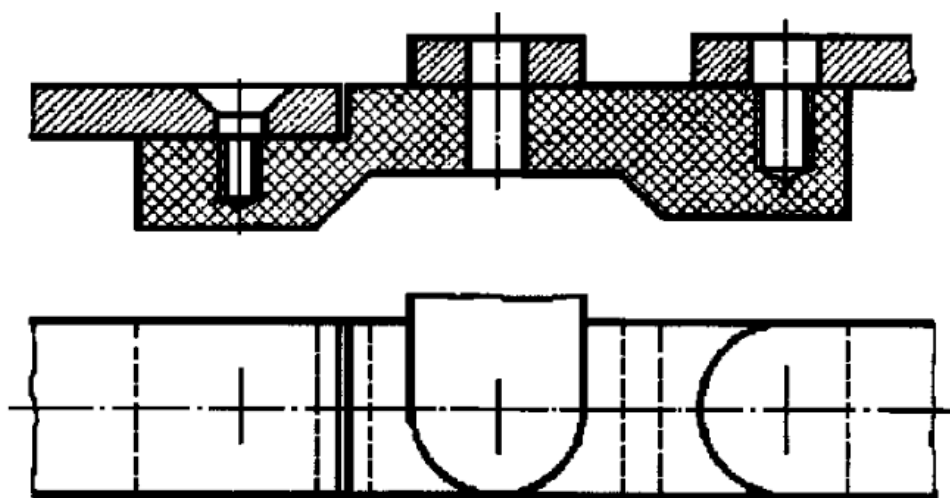


Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22034 - 76

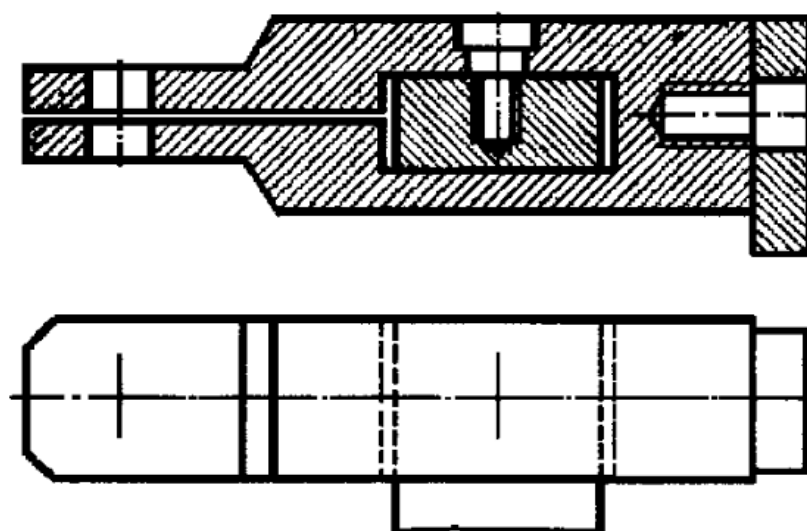
Варіант 10



Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М6 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

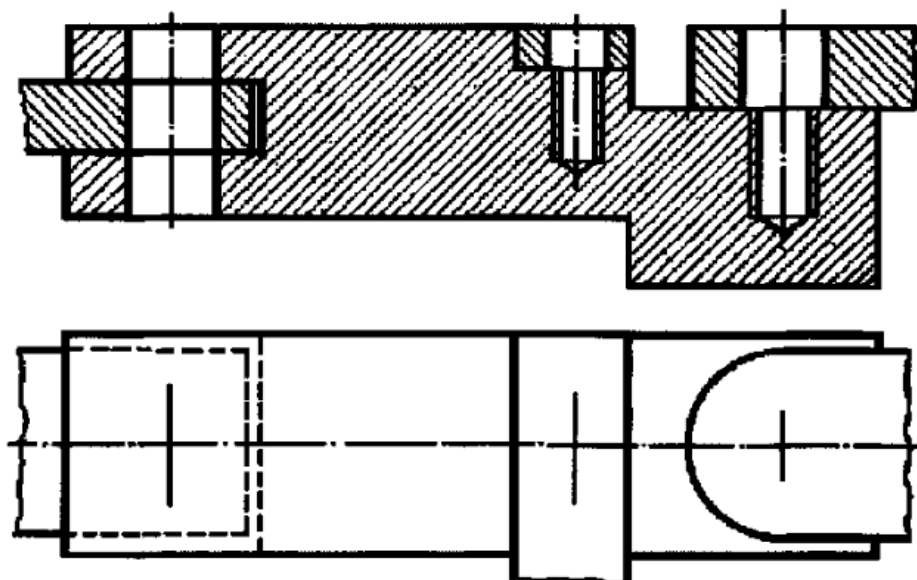
Варіант 11

Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 12

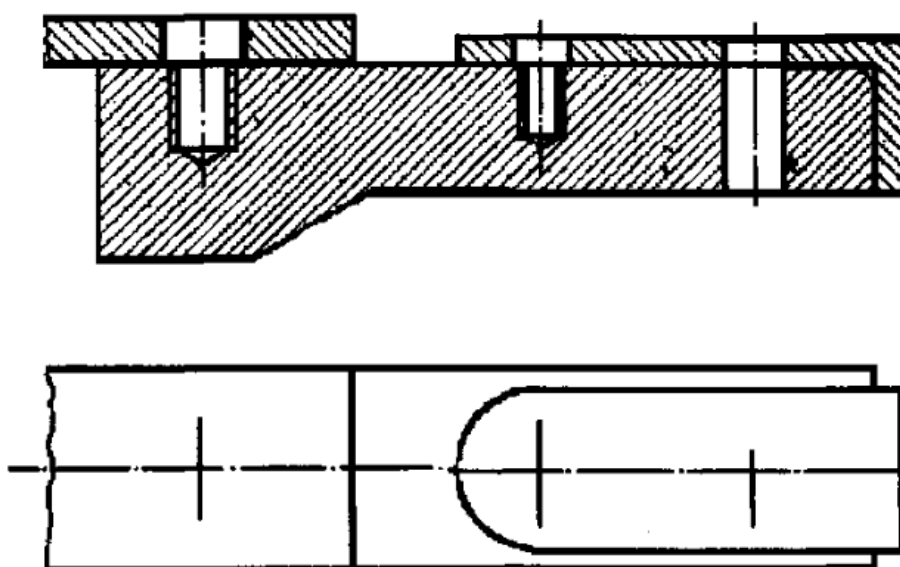
Болт М10 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 13



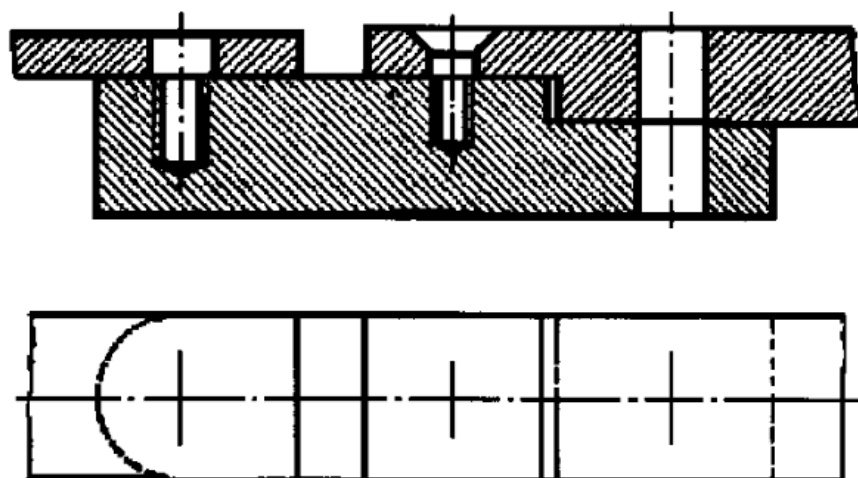
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 14



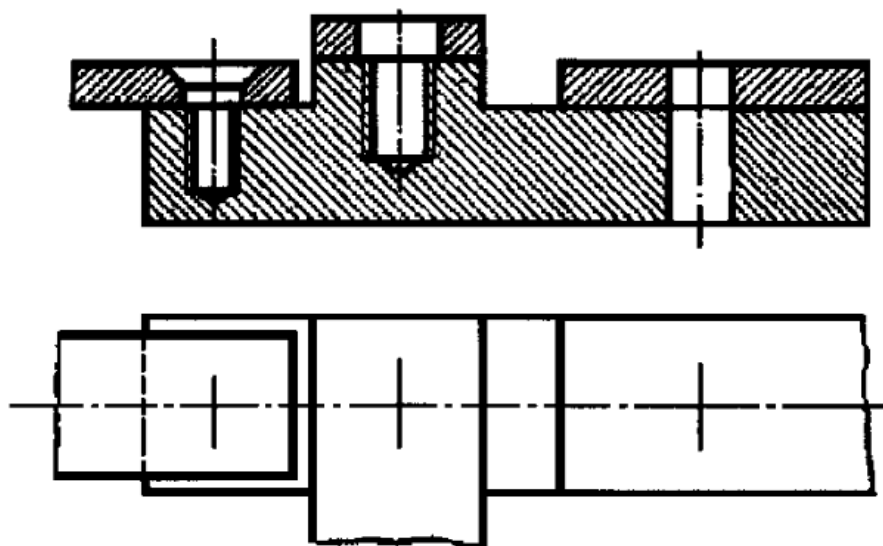
Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М10 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М14 ГОСТ 22034 - 76

Варіант 15



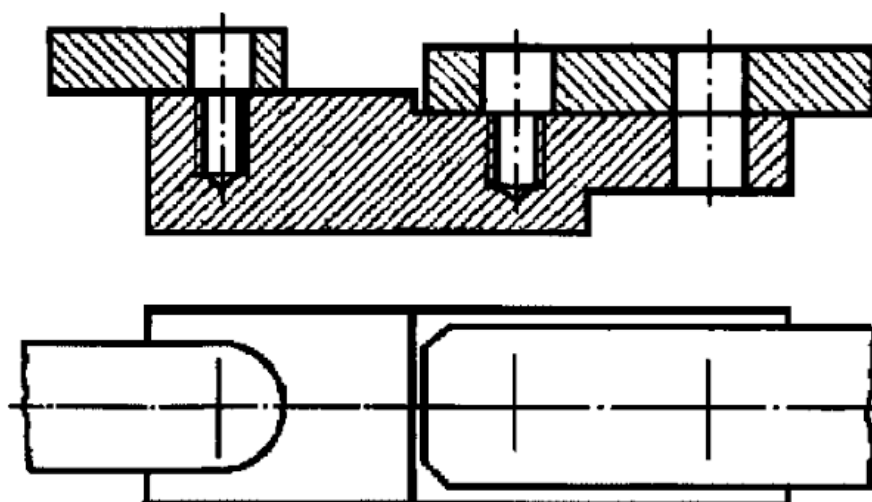
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 17475 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22034 - 76

Варіант 16



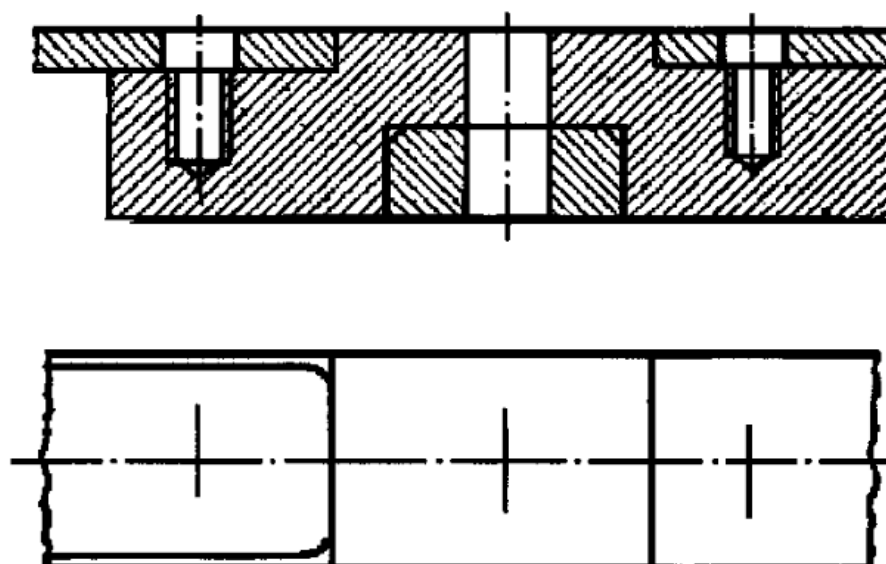
Болт М10 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 17475 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 17



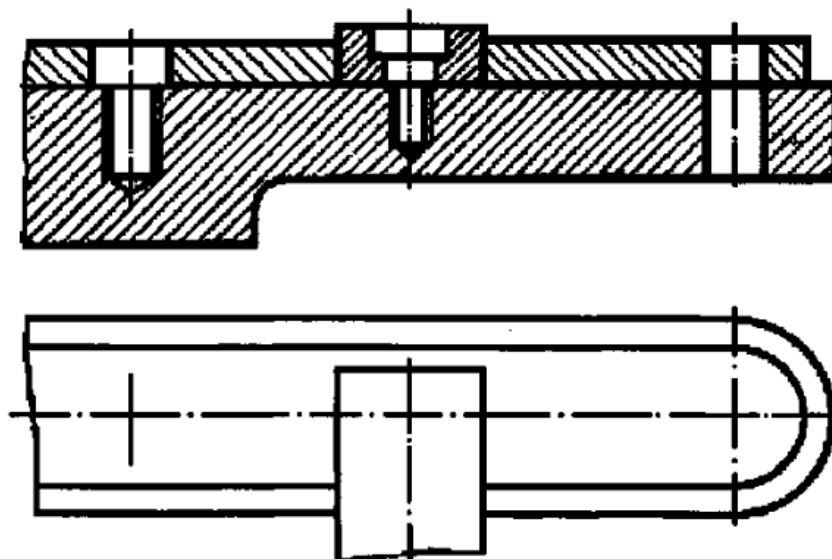
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22036 - 76

Варіант 18



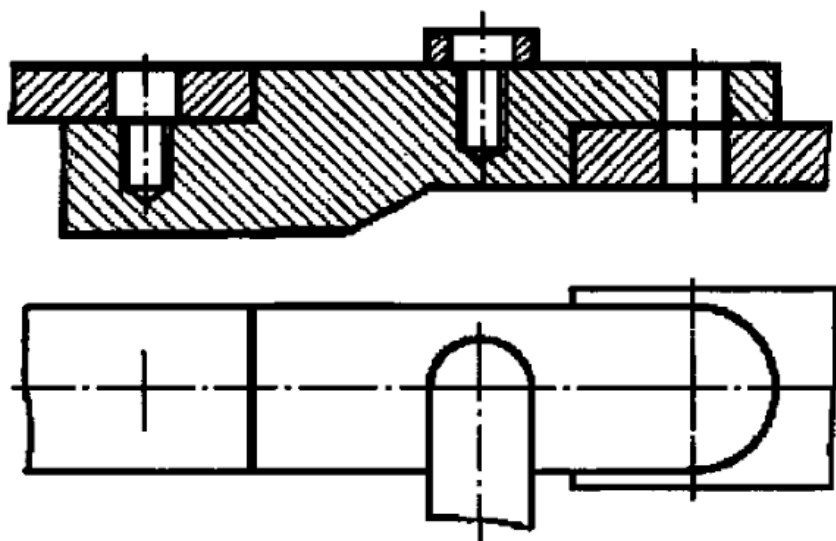
Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22034 - 76

Варіант 19



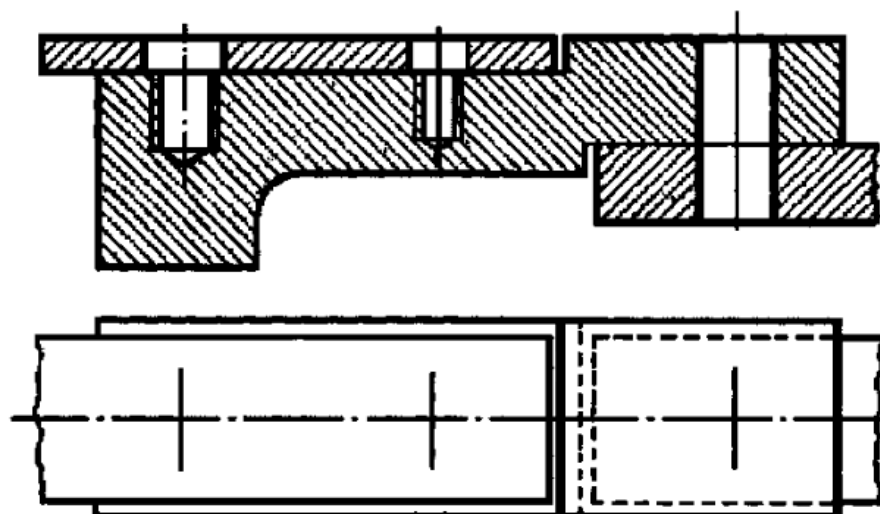
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 13473-80; Шпилька М10 ГОСТ 22032 - 76

Варіант 20



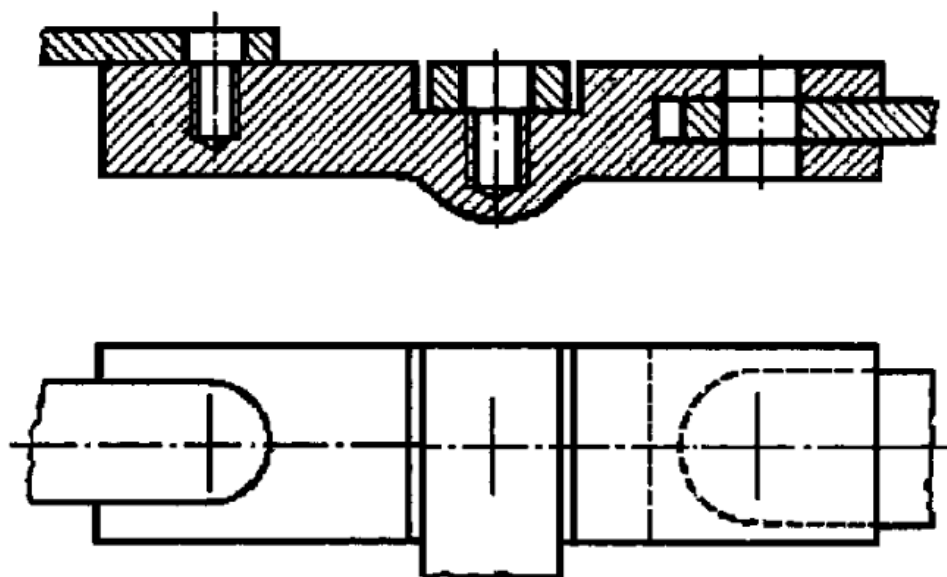
Болт М14 ГОСТ 7798 70; Гвинт М10 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22034 76

Варіант 21



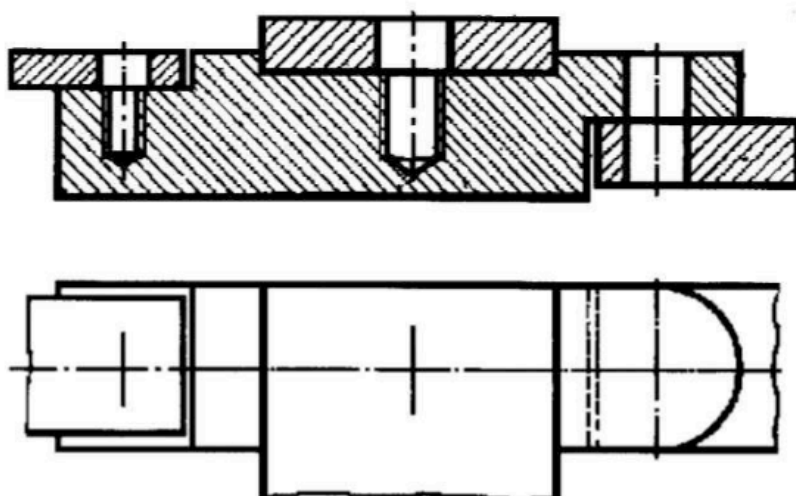
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 гост 1491 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22032 - 76

Варіант 22



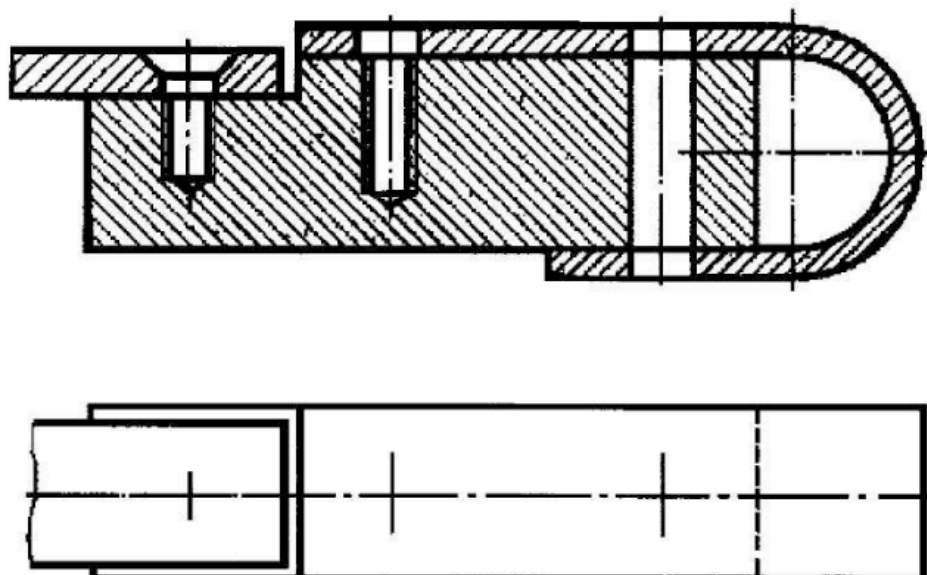
Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ1491 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22034 - 76

Варіант 23



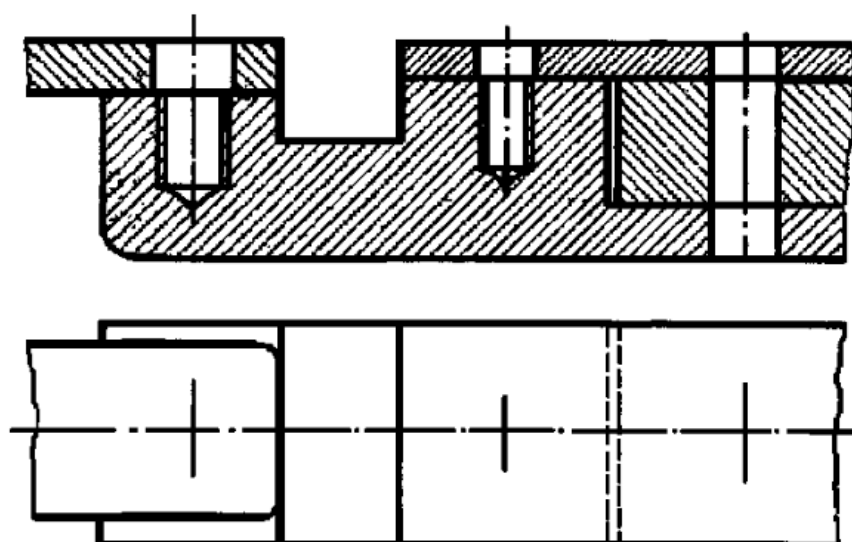
Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт N18 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22034 - 76

Варіант 24



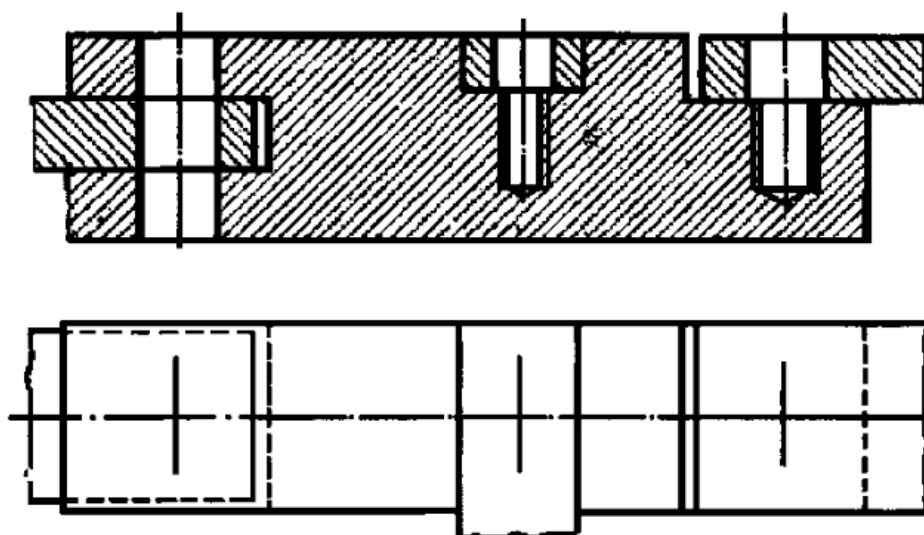
Болт N112 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт N18 ГОСТ 17475 - 80; Шпилька N110 ГОСТ 22038 - 76

Варіант 25

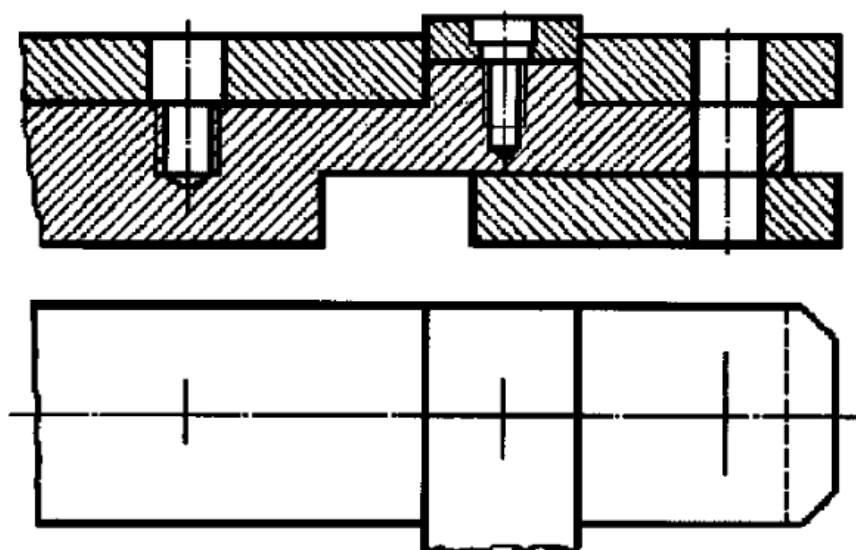


Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8ГОСТ 13473 - 80; Шпилька N112 ГОСТ 22032 - 76

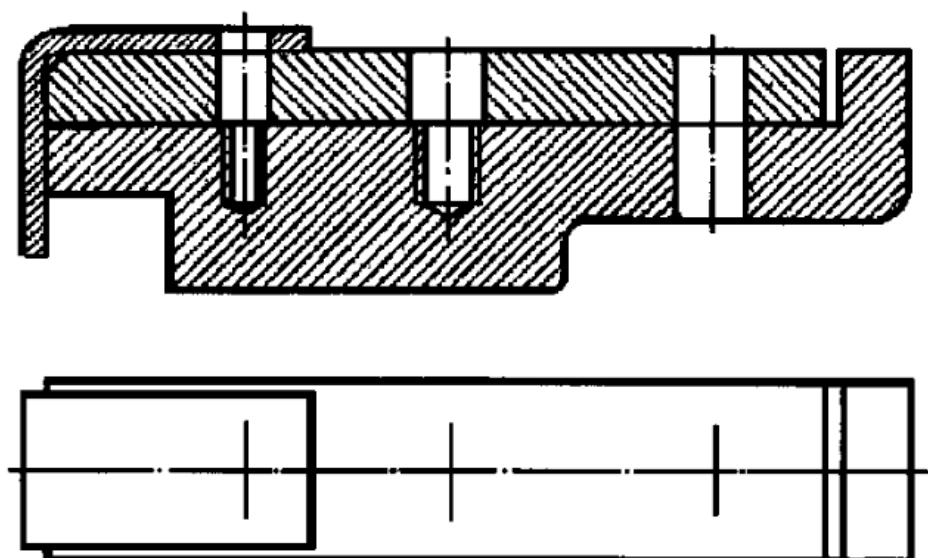
Варіант 26



Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М8 ГОСТ 1491 - 80; Шпилька N110 ГОСТ 22032 - 76

Варіант 27

Болт М12 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт №18 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М10 ГОСТ 22032 - 76

Варіант 28

Болт М14 ГОСТ 7798 - 70; Гвинт М10 ГОСТ 17473 - 80; Шпилька М12 ГОСТ 22034 - 76

[illegible]

Рисунок В.3 Приклад виконання розрахунково-графічної роботи №3

УДК 621.382
П-11

Мирослав Федорович Павлюк
Мартинюк Віталій Васильович

Вступ до спеціальності: методичні вказівки до вивчення курсу – Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, 2022. – 75 с.

.....

76018, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника