

# **Нарисна геометрія та комп'ютерна графіка**



## Вступ.

Сучасний рівень розвитку автоматизованого виробництва вимагає від студента міцних і глибоких теоретичних знань та практичних навичок.

Креслення в умовах виробництва є головним носієм конструкторсько – технологічної інформації. На основі креслень здійснюється планування виробничих процесів. Тому рівень професійної підготовки кваліфікованого спеціаліста залежить від його вміння правильно виконувати та читати технічні креслення. Під час виконання практичних і графічних робіт з дисципліни нарисної геометрії та інженерної графіки студент розвиває просторову уяву, закріплює навички і знання по складанню і читанню креслень, вчить вірно і раціонально використовувати креслярські інструменти, користуватись довідковою літературою та державними стандартами, виконувати ескізи і технічні креслення. Практичні вправи виховують у студента наполегливість, спостережливість, точність, самостійність, що є важливим елементом культури і естетичного смаку. Ефективне і якісне використання сучасної техніки неможливе без розуміння креслень, схем та інших конструкторських документів.

Робочий зошит передбачає виконання основних графічних робіт і вправ, які служать для пояснення, закріплення матеріалу і контролю його засвоєння. Це можливо лише в тому випадку, коли студент добре засвоїв теоретичний матеріал з усіх тем курсу, знає і вміє застосувати в своїй роботі нормативи, положення різних стандартів та оволодів раціональними прийомами роботи. Кожна графічна робота виконується після вивчення відповідної теми, опрацювання і виконання додаткових графічних вправ та відповіді на контрольні запитання та тести.

## *Перелік графічних робіт.*

№ Теми	№ Завд	Зміст завдання	Формат	Термін вико- нан.
1.1	1	Викреслювання ліній. Написання букв, цифр і слів креслярським шрифтом.	A3	
1.3	2	Викреслювання контуру технічної деталі з діленням кола на рівні частини. Спряження.	A3	
2.6	3	Побудова комплексного креслення гранованих геометричних тіл та тіл обертання. Побудова проєкцій точок, що лежать на поверхні геометричних тіл. Аксонометрія геометричних тіл. Розгортка геометричних тіл.	A3	
2.7	4	Виконання комплексного креслення зрізаного геометричного тіла. Знаходження дійної величини фігури перерізу. Розгортка та аксонометрія зрізаного геометричного тіла.	A3	
2.8	5	Побудова комплексного креслення та аксонометрії поверхонь геометричних тіл, що перетинаються.	A3	
2.9	6	Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією. Нанесення розмірів.	A3	
2.9	7	За двома даними проєкціями моделі побудувати третю з використанням простих розрізів. Аксонометрія моделі з вирізом чверті. Нанесення розмірів.	A3	
3.2	8	Виконання рисунка моделі середньої складності, заданої кресленням або з натури	A3	
4.4	9	Виконання ескізів деталей. Виконання робочого креслення деталі за ескізом.	A4-A3	
4.5	10	Виконання робочого з'єднання.	A3	
4.5	11	Виконання зварного з'єднання.	A3-A2	
4.5	12	Виконання робочого креслення зубчастого колеса.	A3	
4.6	13	Виконання ескізів деталей складальної одиниці. Виконання складального креслення складальної одиниці. Виконання специфікації.	A3	
4.7	14	Виконання робочих креслень деталі складальної одиниці за складальним кресленням.	A3	
5.0	15	Виконати електричну або схему з'єднання. Виконати кінематичну схему.	A4-A3	
6.0	16	Виконання плану виробничого приміщення.	A1	

## **Розділ 1. Графічне оформлення креслень.**

### **Тема 1.1. Лінії креслення і виконання написів на кресленнях.**

**Графічна робота 1** Викреслювання ліній. Написання букв, цифр, слів і речень креслярським шрифтом розміром: 10; 5; 3.5 (тип Б)

**Мета:** Вивчити розміри стандартних форматів, розміри рамки основного напису, типи ліній, їх структуру; вивчити параметри та побудову креслярського шрифту; набути навичок в роботі з креслярським інструментом; в проведенні ліній олівцем; написання букв і цифр креслярським шрифтом.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [Л.1] с. 21...36  
[Л.3] с. 121...124

#### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи.**

Зразок виконання графічної роботи №1 подано на ст.122 [3]. На аркуші формату А3 виконують за своїм варіантом – лінії, і два надписи (розмір шрифту яким потрібно виконати напис зазначено в дужках) для всіх варіантів написи шрифтом 10 виконані на зразку.

Товщина  $S$  суцільної основної лінії повинна бути 0.5...1.4 мм і вибирається в залежності від величини і складності зображення, а також від розмірів креслення. Товщина лінії одного типу повинна бути однаковою для всіх зображень на даному кресленні. ГОСТ 2.304-81 встановлює два типи шрифту: тип А і тип Б, з нахилом і без нахилу.

Перед виконанням графічної роботи необхідно виконати вправи 1-5

В) заповнити основний напис креслярським шрифтом.

#### **Хід виконання графічної роботи**

1 Ділимо формат А-3 навпіл. В лівій частині виконуємо лінії креслення, а в правій – літери, цифри стандартного креслярського шрифту і надписи.

2 Лінії креслення виконуються згідно індивідуальних завдань (рис ). Розміри на кресленнях не вказані, тому необхідно, вибрати раціональний масштаб зображення. Особливу увагу слід звернути на товщину ліній, довжину штрихів і відстані між ними.

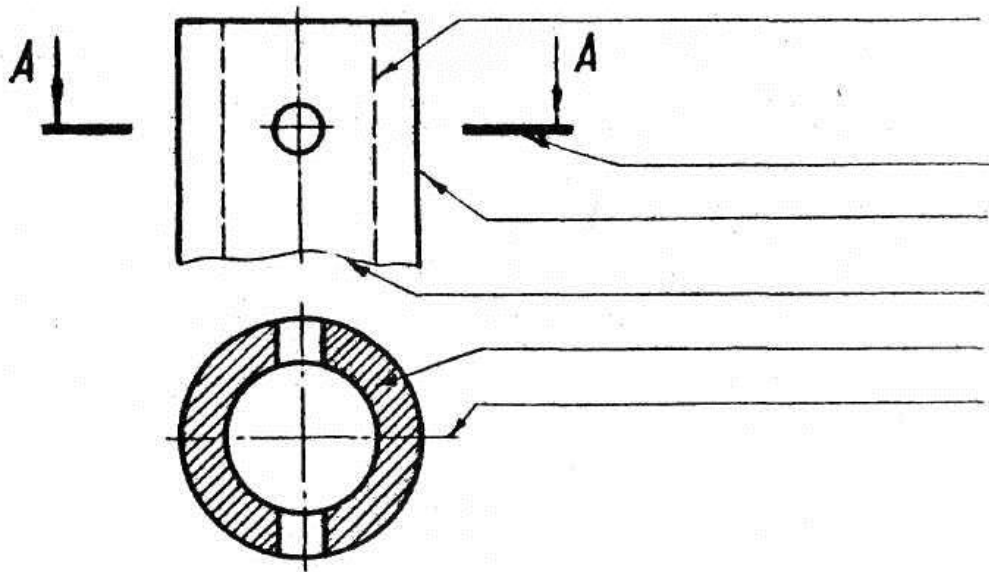
3. В правій частині формату:

а) написати великі і малі букви шрифту 10-го розміру і літери (тип Б). Ця ча-

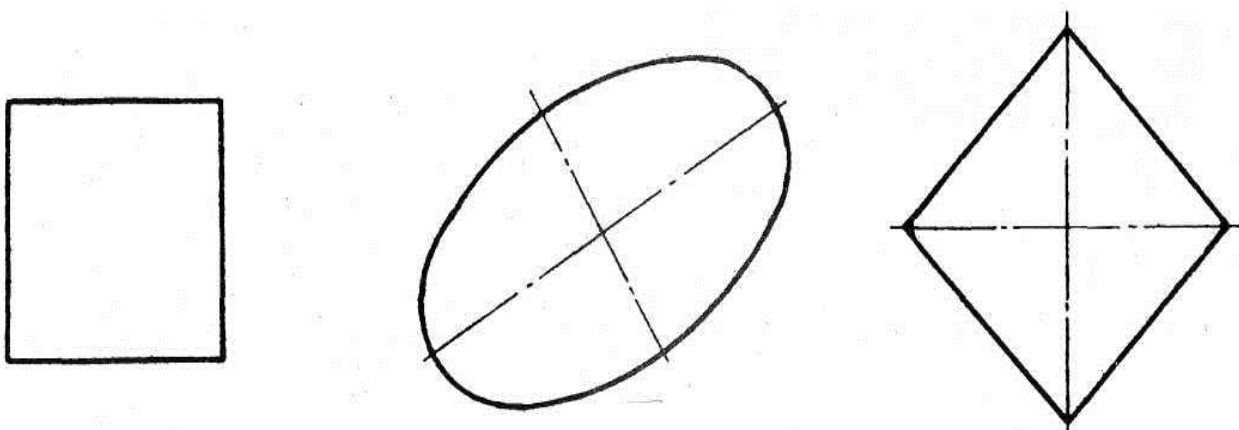
стина завдання однакова для всіх варіантів. Необхідно зберегти допоміжну сітку яка виконується тонкими лініями;

б) шрифтом 5 розміру написати текст, який необхідно взяти із таблиці 1 згідно варіанту при цьому використати спрощену сітку із паралельних ліній на відстані 3,5 мм і під кутом  $75^\circ$ .

Вправа 1 На поличках ліній виносок написати назву ліній, за допомогою яких виконане креслення, вказати їх товщину по відношенню до товщини суцільної товстої лінії.



Вправа 2. Заштрихувати подані фігури, відстань між лініями штриховки приблизно 3 мм.



Вправа 3. Накреслити такі лінії: суцільну товсту, суцільну тонку, штрихову, штрих-пунктирну тонку, розімкнену. Лінії провести горизонтально, відстань між ними 5 мм, довжина 70 мм.

Вправа 4. Вписати у вільні місця за зразком букви і цифри (ГОСТ 2.304-81).  
Великі букви шрифту 10

Е Н П Т Ц Ш Щ

А Д Х И К Л М Х

У Ч О С Ю Ф

Б В З Р І Ь Я

Малі букви шрифту 10

Ж К Л М Н Х в є ь я

ш п р с т у ц ч ш щ д а в

в о е ю ф г

Арабські цифри шрифту 10

1 4 7 2 3 5 6 8 9 0

АД ЕА ЕЛ ЕД АЛ АЖ

ЖА ЖЛ ЖД ЖА КЛ

КД РА РЛ РД СА СЛ

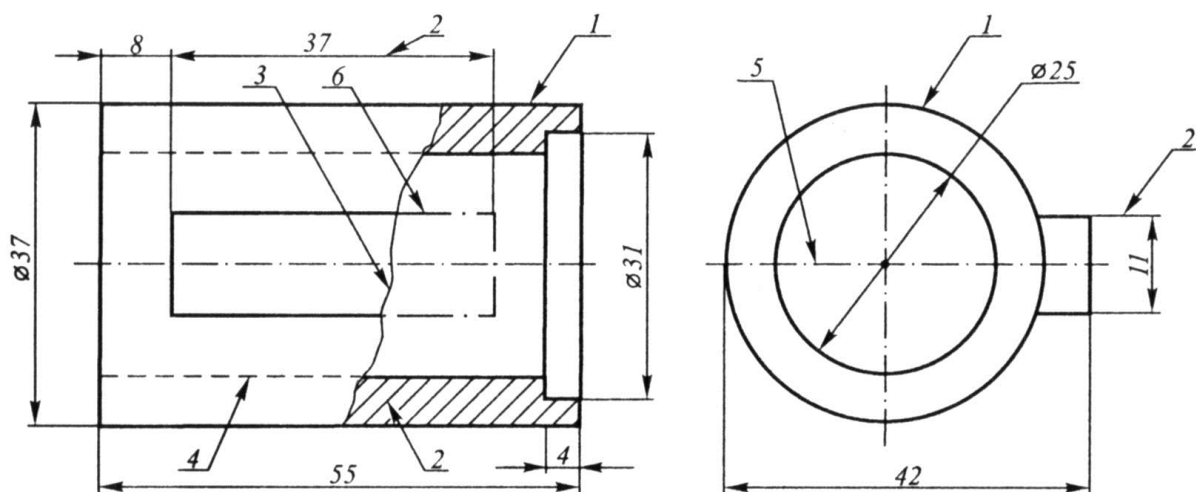
СД АД ФА ФЛ ФД АХ

ХА ХЛ ХД ХА АЧ АЕ АЯ

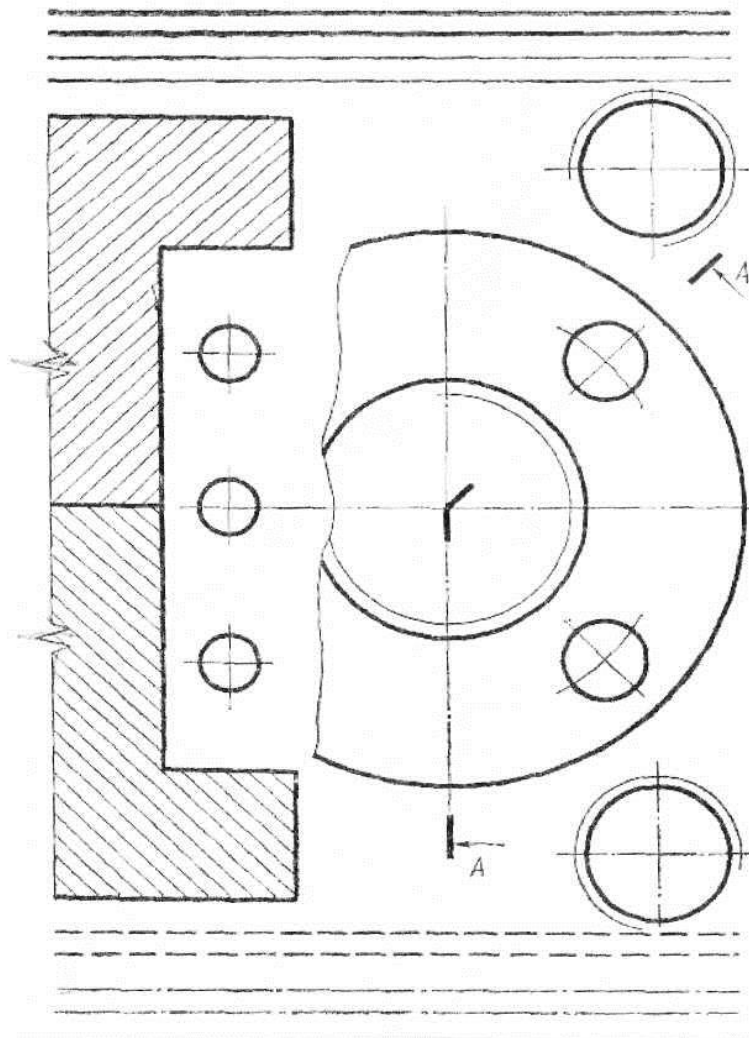
ПД ГА ГЛ ГД ГХ ГЖ

В Х У З № Ф Ф

Вправа 5. Застосування та параметри ліній креслення.



№ n/n	Назва	Товщина	Призначення
1	Суцільна товста основна	$S=0.5-1.4$ мм	Від видимих контурі, лінії контурів перерізів(винесення і таких, які входять до складу розрізу)
2	Суцільна тонка	Від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії контурів накладених перерізів, розмірні та виносні лінії. Лінії штрихування, полиці ліній-виносок і підкреслювання написів
3	Суцільна хвиляста	Від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії розмежування вигляду і розрізу. Лінії обриву
4	Штрихова	Від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії невидимого контуру
5	Штрих-пунктирна тонка	Від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Осьові та центрові лінії
6	Штрих-пунктирна потовщена	Від $\frac{S}{2}$ до $\frac{2S}{3}$	Позначення поверхонь, що підлягають термообробці або покриттю. Зображення елементів, розташованих перед січною площиною



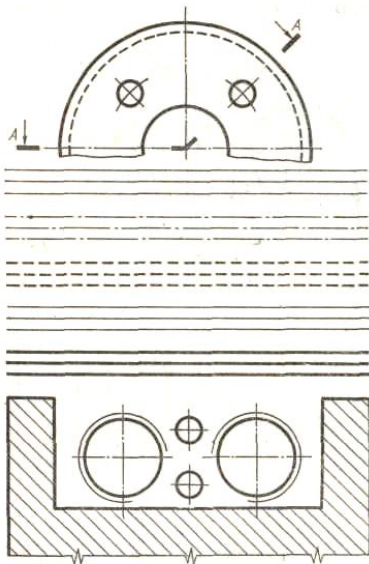
Г П П Ц Е Ш Щ  
 А И Й Х К Ж М  
 Ч Р Ч Ь Ь Б В Я Ы Л Д  
 О О Э З Ю Ф  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 №  
 а б в г д е ж з и й к л м н о п р  
 с т у ф х ц ч щ щ ь ы ь э ю я

					Літер.	маса	масшт.
Зм	Арх	№Докум.	Підп.	Дата	Лінії креслення Шрифти.	н	
Розробив							
Перевір.							
Т. контр							
Н. контр					Аркуш	Аркуші	
Затв.							

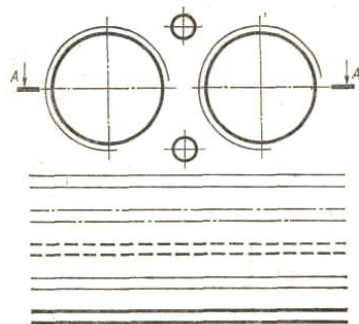
Рис.1 Зразок графічної роботи 1

Таблиця 1 Текст для завдання до графічної роботи 1 «Лінії креслення. Шрифти».

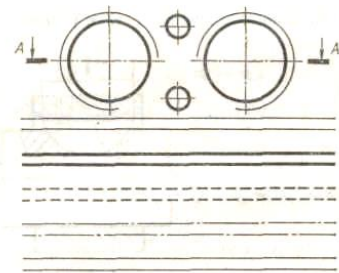
Варіанти	Текст
1	Розміри характеризуючи три найбільших виміри предмета – довжину, висоту і ширину (товщину), називаються габаритними.
2	Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленні, до відповідних розмірів самого предмета.
3	Проеціювальними називаються прямі, перпендикулярні до однієї з площин проєкцій, тобто паралельні двом іншим площинам.
4	Якщо прямі в просторі перетинаються, то на комплексному кресленні їх однойменні проєкції перетинаються в точках, розташованих на одній лінії зв'язку.
5	Через три довільні точки, що не лежать на одній прямій, можна провести одну і тільки одну площину.
6	Тором називається поверхня, утворена обертанням кола навколо осі, що лежить у площині цього кола, але не проходить через його центр.
7	Деталь – виріб, виготовлений за однорідною за маркою і назвою матеріалу, без використання складальних операцій, наприклад: станина, ходовий гвинт, зубчасте колесо тощо.
8	Технічним малюнком називається зображення предмета в аксонометричній проєкції, виконане від руки на око.
9	Похилим називається розріз, утворений січною площиною, яка утворює з горизонтальною площиною проєкцій кут, відмінний від прямого.
10	Додатковими називаються вигляди, утворені проєціюванням на довільну площину, не паралельну основним площинам проєкцій.
11	Виносним елементом називається додаткове окреме, як правило, збільшене зображення частини предмета для з'ясування його форми, розмірів, шорсткості поверхні та інших даних, виконане в більшому масштабі, ніж основне зображення.
12	Ескізом називають креслення, виконане без примінення креслярських інструментів і точного додержання масштабу
13	Складальним називається креслення, яке має зображення виробу та інші дані потрібні для його складання (виготовлення) і контролю.
14	Робоче креслення деталі – документ, що містить зображення та інші дані, потрібні для її виготовлення та контролю.
15	Принципова схема визначає повний склад елементів виробу і зв'язків між ними та дає детальне уявлення про принципи роботи виробу.
16	Схема – це креслення, на якому у вигляді умовних позначень або зображень показано складові частини виробу і зв'язок між ними.



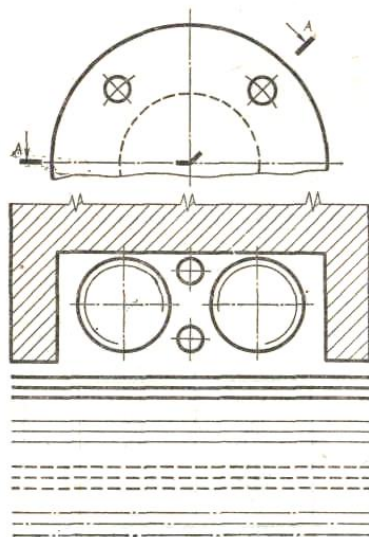
Варіант 1



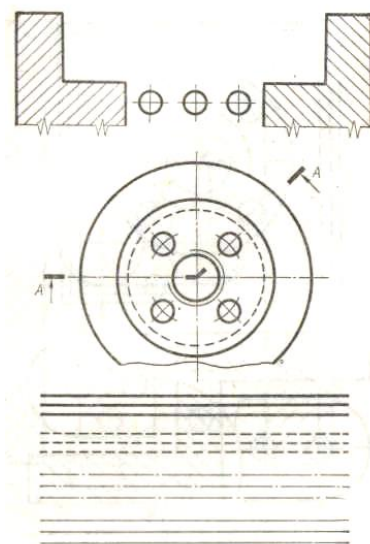
Варіант 2



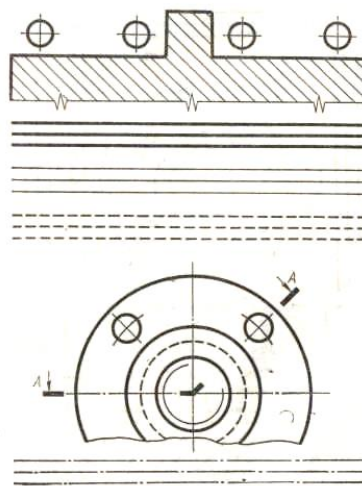
Варіант 3



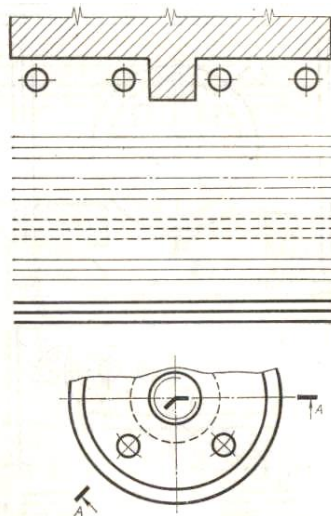
Варіант 4



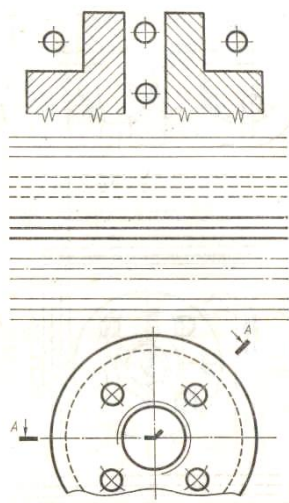
Варіант 5



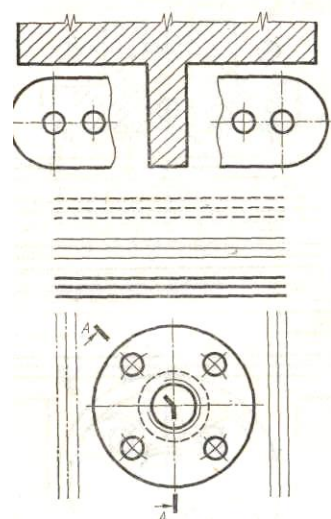
Варіант 6



Варіант 7

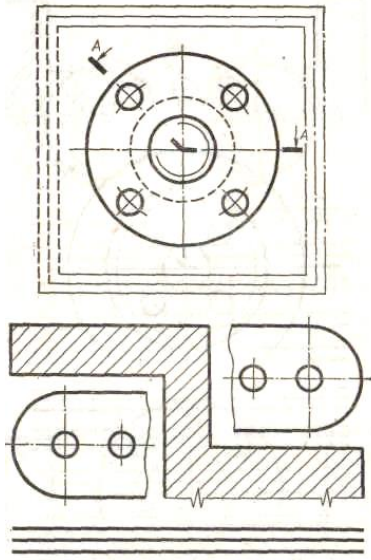


Варіант 8

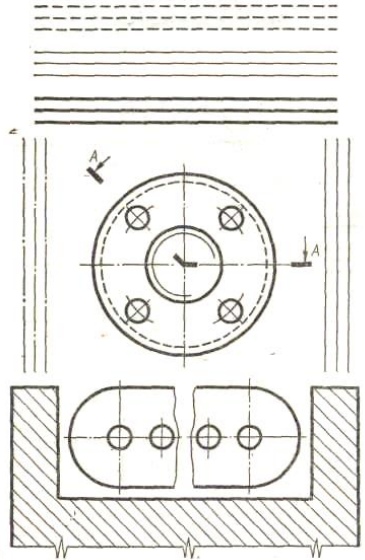


Варіант 9

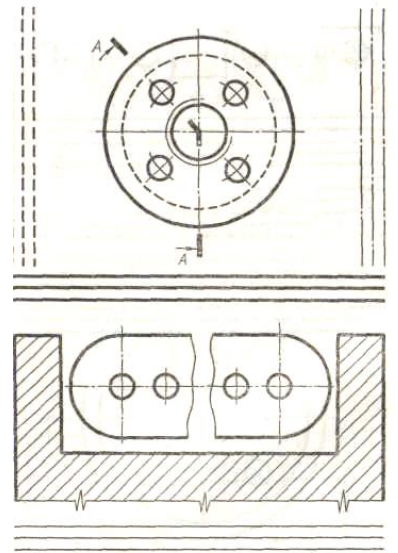
Рис. 2 Зразок завдання до графічної роботи 1



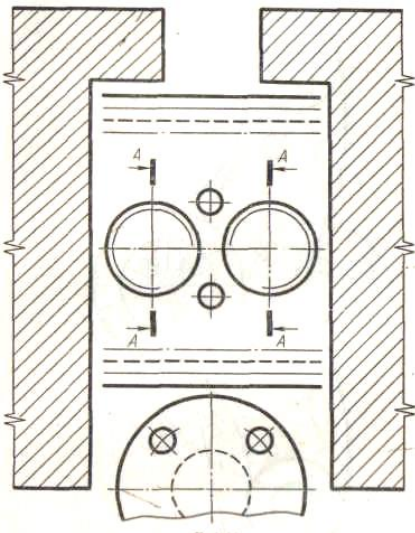
Варіант 10



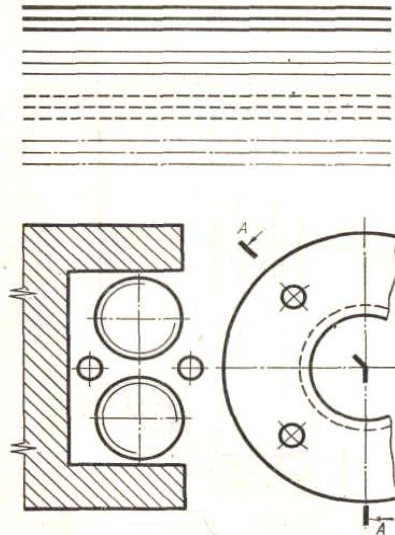
Варіант 11



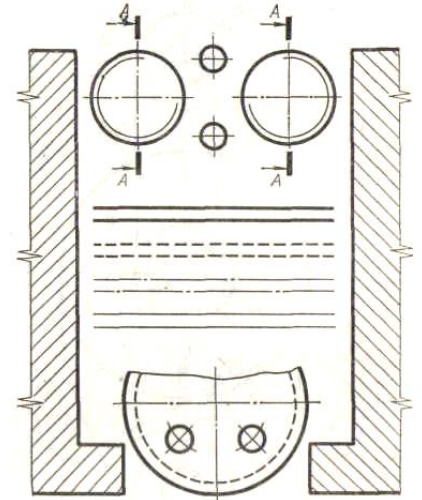
Варіант 12



Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15

Рис 3 Зразок завдання графічної роботи 1

### Контрольні запитання:

1. Яка лінія застосовується для зображення видимого контуру?
2. Яка лінія застосовується для зображення невидимого контуру?
3. Яка лінія застосовується для зображення осьових і центрових ліній?
4. Яка лінія застосовується для зображення обриву деталі?
5. Яка лінія застосовується для зображення штриховки розрізів, перерізів та вісей проєкцій?
6. Яка лінія застосовується для позначення розмірних та виносних ліній?

Висновки: \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема: 1.2 Масштаби. Нанесення розмірів.

**Вправа.** Побудова уклону та конусності.

**Мета:** Вивчити правила побудови та позначення ухилу і конусності, знаходження відповідних значень параметрів, що їх визначають; набути практичних умінь навичок виконання креслень деталей з прикладами позначення ухилу і конусності.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [ Л 1 ] с. 45-47

### Методичні вказівки до виконання вправи.

Нахил однієї лінії відносно іншої, розташованої горизонтально або вертикально, характеризується величиною яка називається ухилом. Ухил можна подати в відсотках або в вигляді відношення, наприклад: 10 або 1:10. Позначення ухилу на кресленнях виконують за ГОСТ 2.307-68.

**Конусність** визначають як відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними. Конусність можна подати простим дробом або в відсотках.

### Хід виконання роботи:

Виконайте вказані вправи 1-5.

Вправа 1 Вкажіть в якому випадку ухил рівний 1:5 і позначте правильну відповідь.

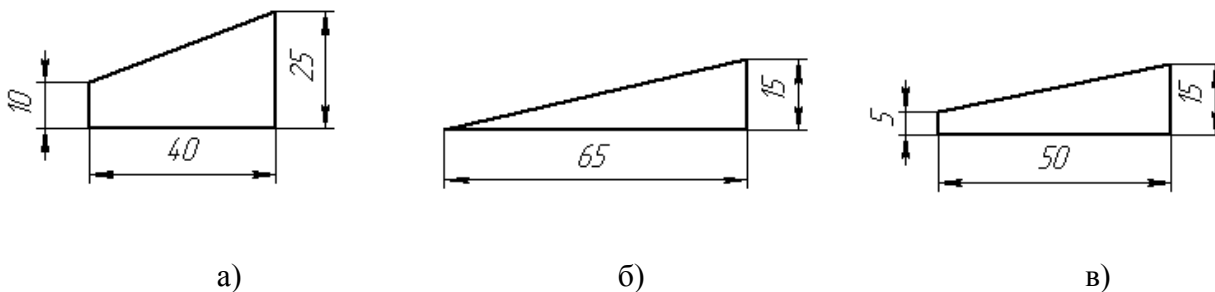


Рис. 4 Зображення ухилів.

Вправа 2 Вкажіть на якому з креслень втулки розмір  $H$  повинен бути рівний 50 мм, щоб зовнішня поверхня втулки мала конусність 1:10.

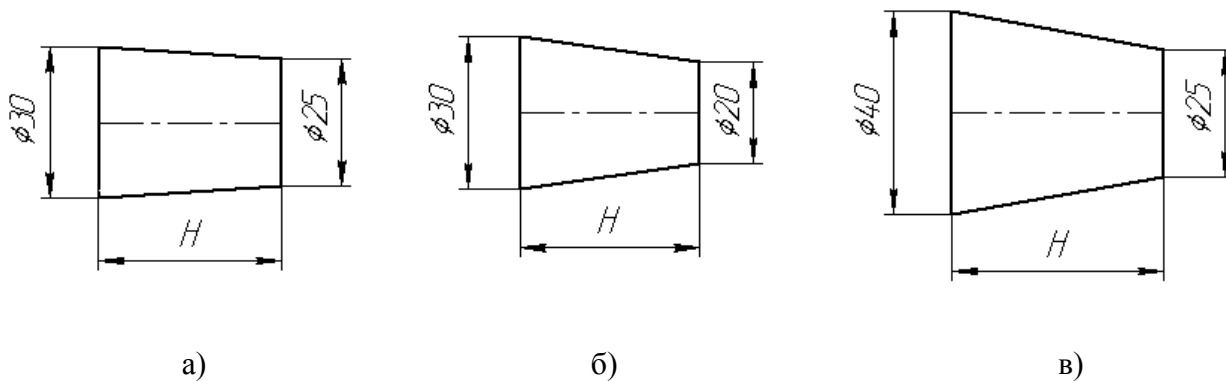


Рис. 5 Зображення конусності.

Вправа 3. Позначте вказані ухили.

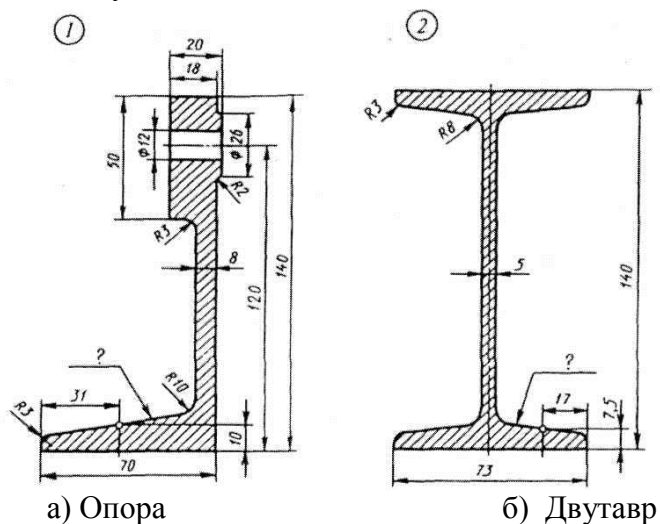


Рис. 6 Контури деталей з ухилом.

Вправа 4 Побудуйте креслення деталей і позначте конусність.

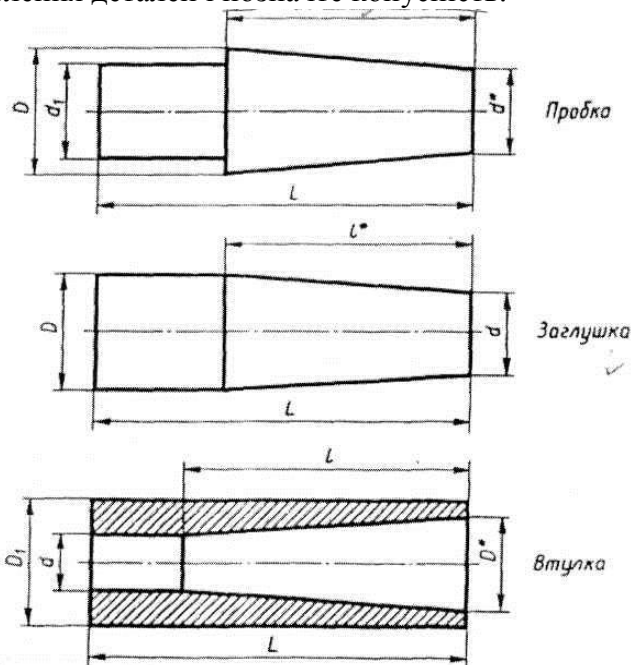


Рис. 7 Креслення деталі з конусністю.

Таблиця 2 Розміри деталей вказаних на рисунку 6.

№ Ва-ріанта	Пробка					№ Ва-ріанта	Заглушка				№ Ва-ріанта	Втулка				
	L	l	D	d <sub>1</sub>	Конус-ність		L	l	d	Конус-ність		L	l	d	D	Конус-ність
1	90	60	40	15	1:3	11	110	60	30	1:3	21	100	70	25	50	1:7
2	105	70	30	16	1:7	12	100	40	25	1:7	22	110	90	20	60	1:3
3	125	100	40	14	1:5	13	105	40	20	1:5	23	115	100	35	70	1:5
4	110	75	50	20	1:3	14	120	50	40	1:10	24	100	75	25	55	1:5
5	125	90	60	20	1:3	15	105	35	25	1:7	25	110	100	30	50	1:10
6	110	75	50	28	1:5	16	110	40	25	1:5	26	115	75	20	45	1:5
7	125	100	50	30	1:10	17	90	30	20	1:7	27	100	60	20	60	1:3
8	125	100	60	25	1:5	18	115	35	25	1:10	28	110	70	35	55	1:7
9	120	100	55	35	1:10	19	110	45	30	1:7	29	105	100	25	50	1:10
10	115	70	35	20	1:7	20	105	50	20	1:3	30	100	90	30	70	1:3

Вправа 5. Прочитайте наведені контури деталей. Скільки і яких ухилів і конусностей позначено на кожній з них ?

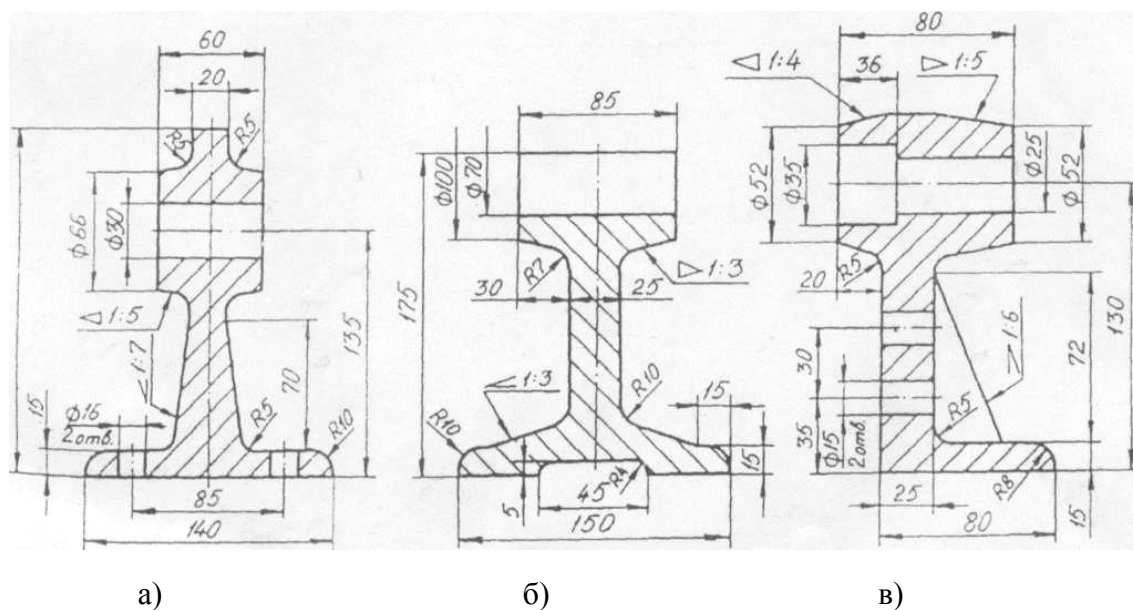


Рис. 8 Контури деталей із ухилами і конусностями

### Контрольні запитання:

1. Що називається ухилом? \_\_\_\_\_
2. Як вимірюють величину ухилу ? \_\_\_\_\_
3. Як позначають ухил на кресленнях ? \_\_\_\_\_
4. Що називається конусністю ? \_\_\_\_\_
5. Як вимірюють величину конусності ? \_\_\_\_\_
6. Як позначають ухили і конусність на кресленнях ? \_\_\_\_\_

Висновки \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема: 2.1 Прийоми викреслювання контурів технічних деталей.**

**Графічна робота 2** Викреслювання контурів двох деталей з використанням поділу кола, різних видів спряжень, коробових кривих та нанесення розмірів.

**Мета:** Вивчити правила поділу кола на рівні частини, методи побудови спряжень і коробових кривих, основні правила нанесення розмірів на кресленнях у відповідності з ГОСТ 2.307-68 набути навичок геометричних побудов, продовжити закріплення навичок роботи з креслярським інструментом і оформлення креслень.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [Л.1] с. 54-64  
[Л.3] с. 156-163

### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи:**

Ділення кола на рівні частини виконується за допомогою циркуля і кутників, або методом хорд.

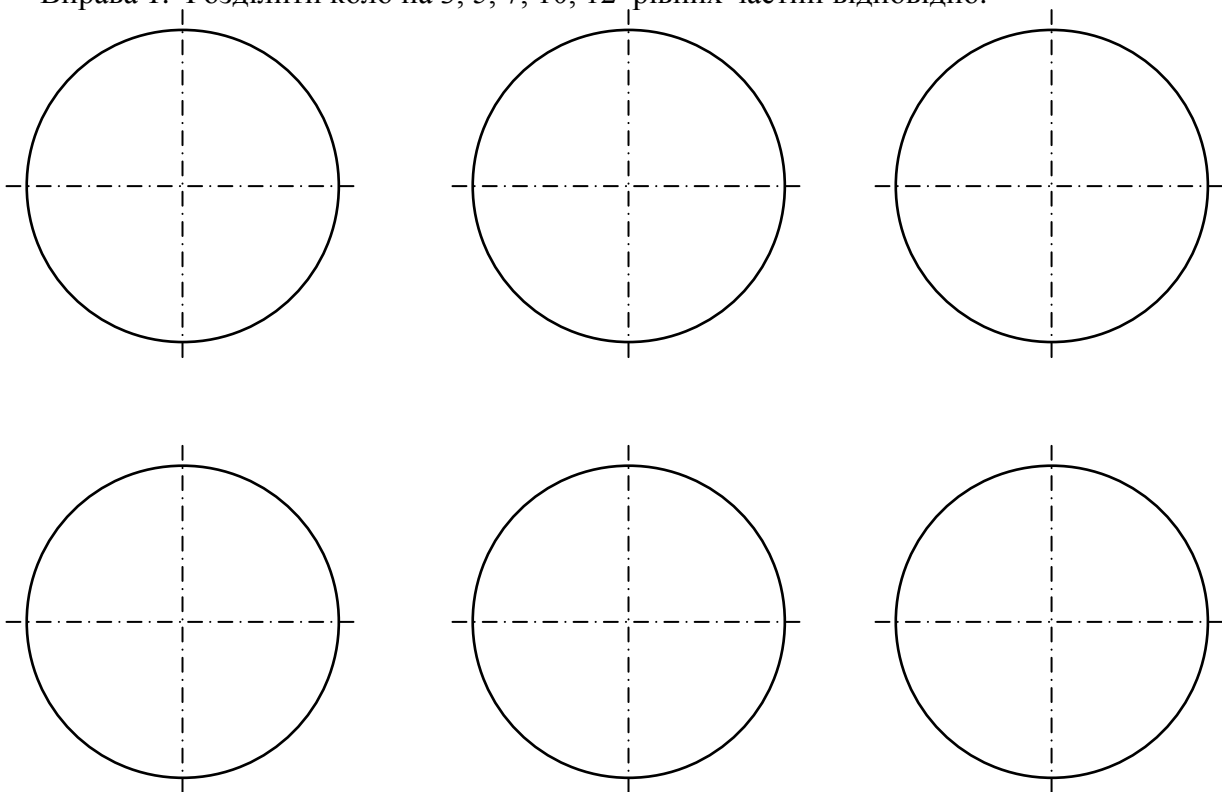
Побудова спряжень зводиться до розв'язання трьох питань: визначення центра спряження і знаходження точок спряження, побудови дуги спряження заданого радіуса.

Величина зображення деталі та її елементів на кресленнях визначається розмірами, кількість яких повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю.

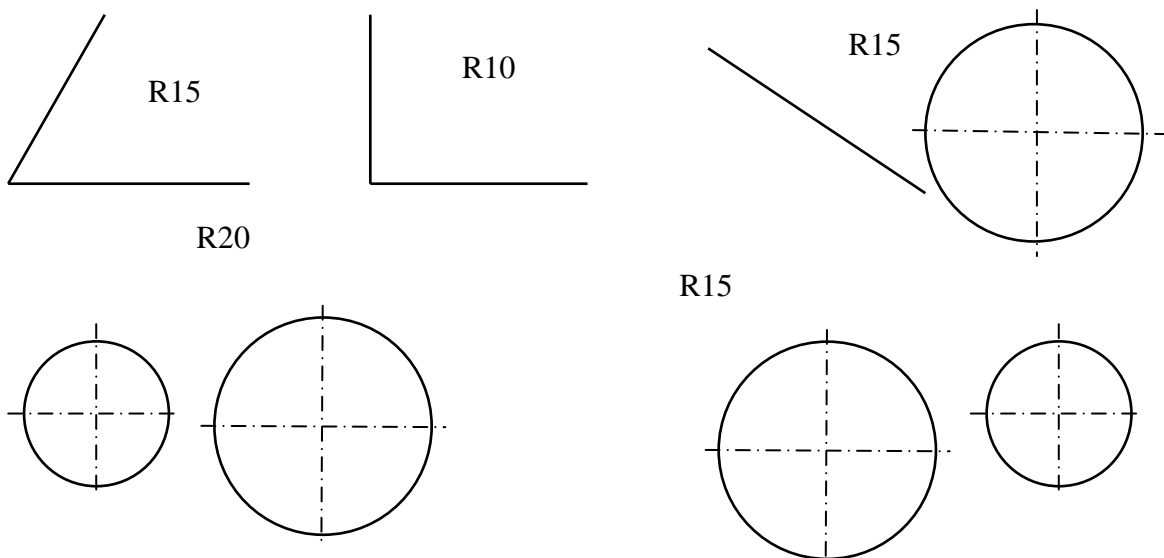
Розміри на кресленні повинні строго відповідати вимогам ГОСТ 2.307-68.

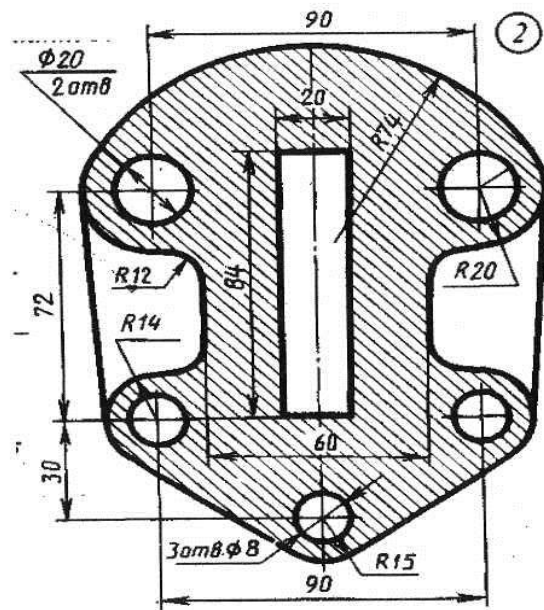
Товщина ліній на кресленнях повинна відповідати вимогам ГОСТ 2.303-68.

Вправа 1. Розділити коло на 3, 5, 7, 10, 12 рівних частин відповідно.

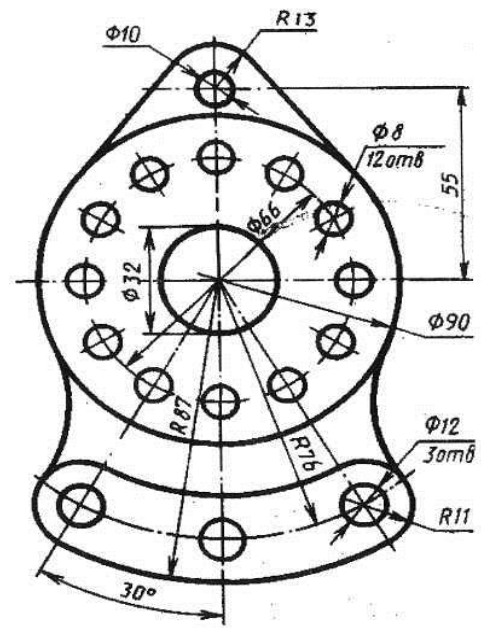


Вправа 2. Виконати спряження двох прямих, прямої та кола, двох кіл.





Корпус



Кронштейн

Зм.	Арх.	НаДокум.	Лісл.	Дата	Ділення кола Спряження	Літер.	Маса	масшт.	
Розробив						Н			
Перевір.						Аркуш	Аркушів		
Т.контр.									
Н.контр.									
Затв.									

Рис. 9 Зразок виконання графічної роботи 2

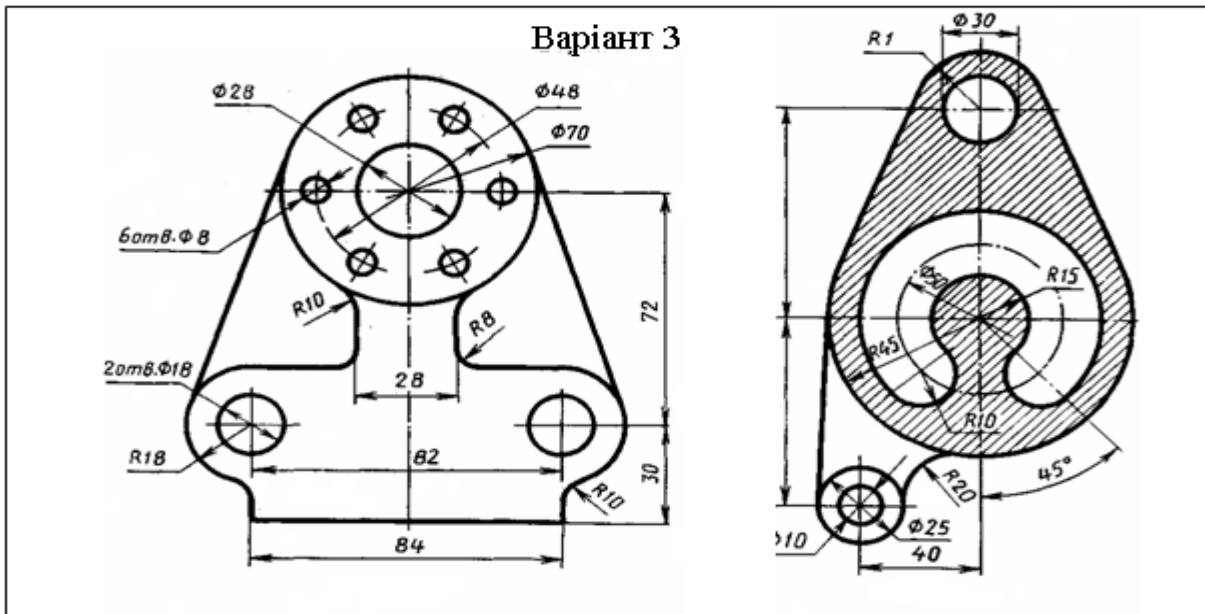
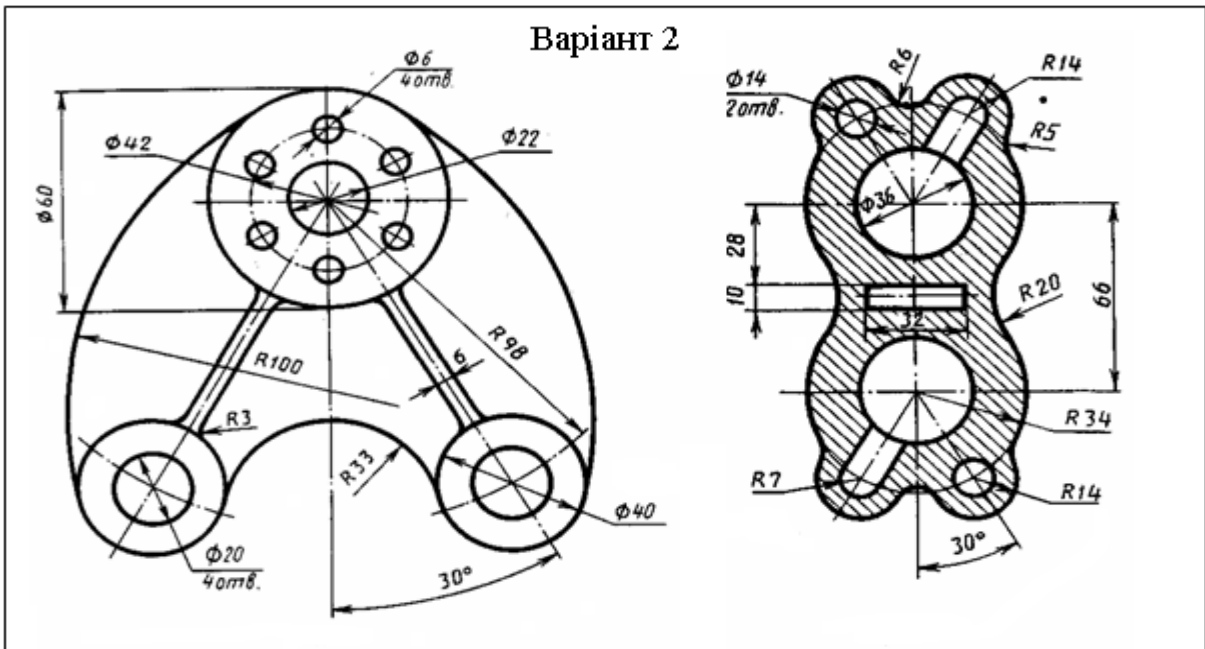
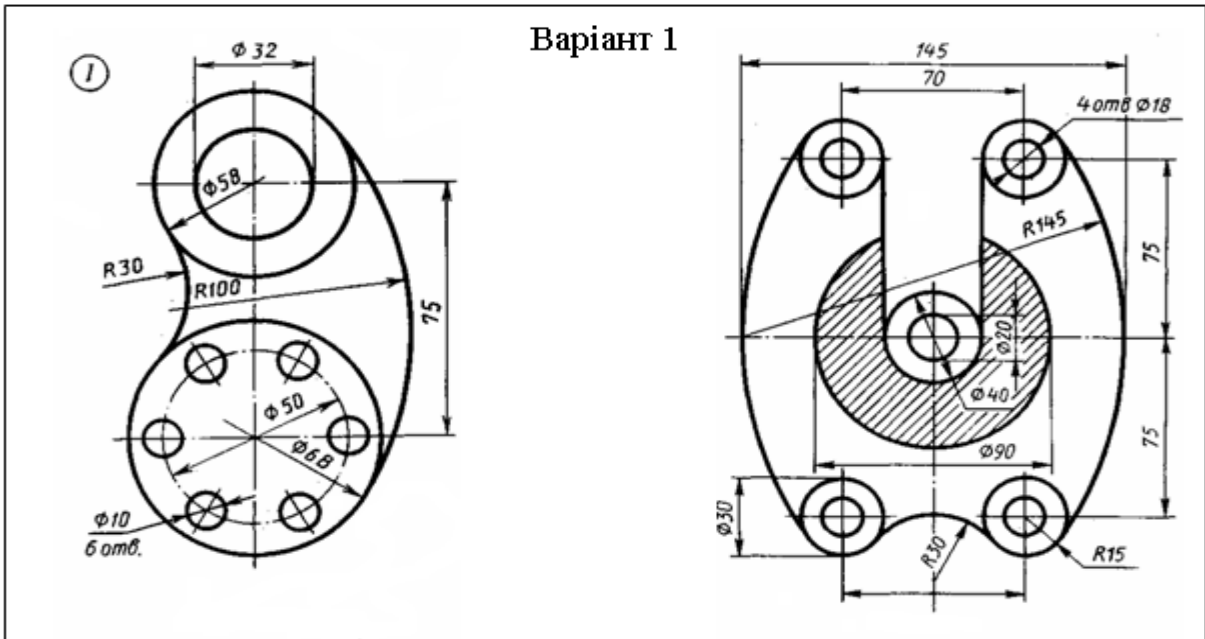


Рис. 10 Зразок графічної роботи 2

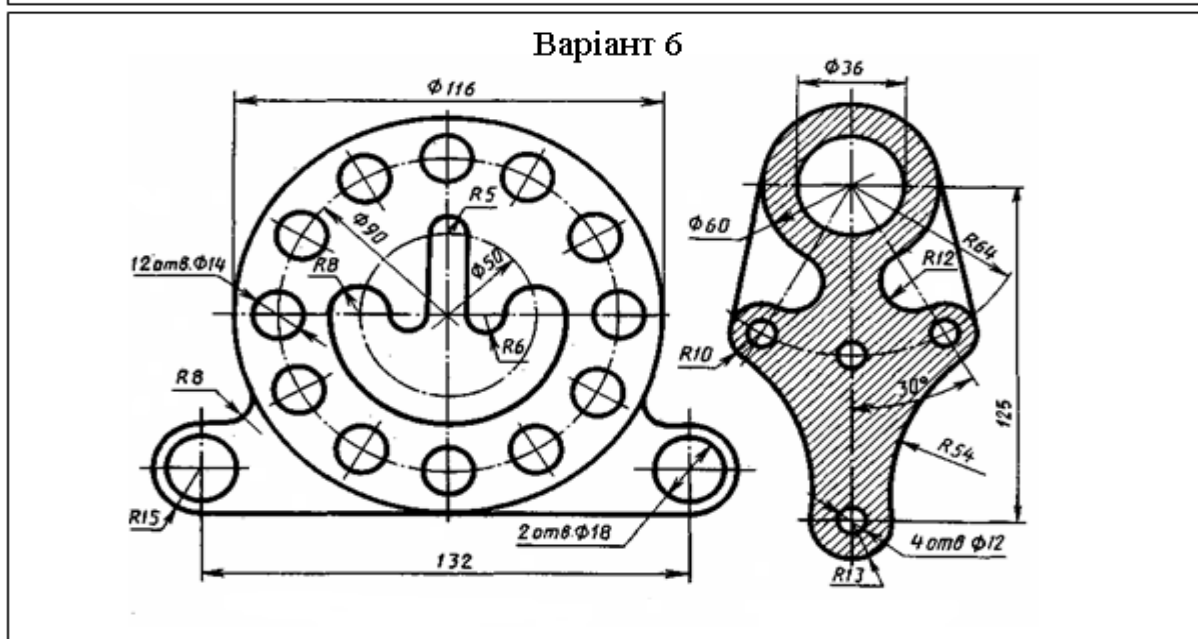
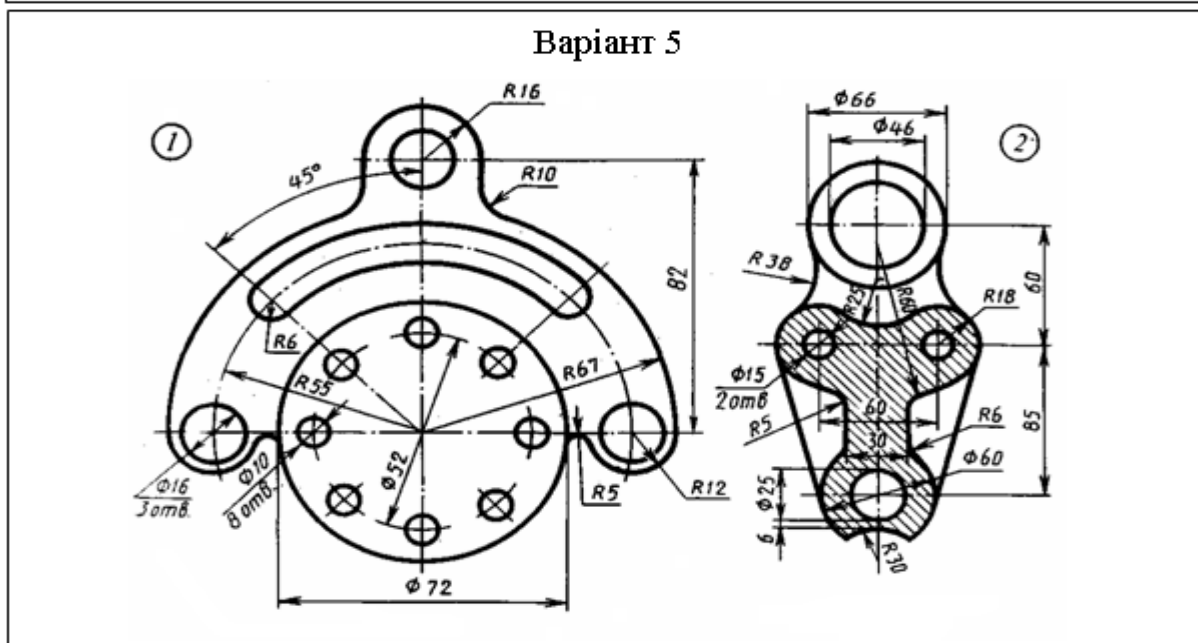
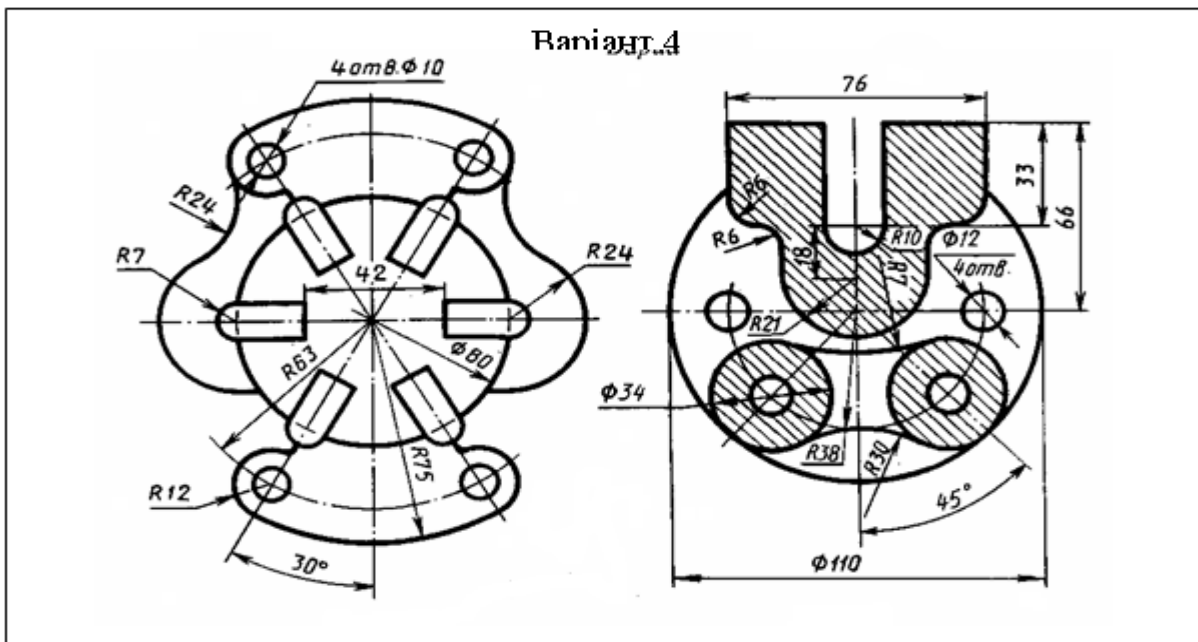


Рис. 11 Зразок графічної роботи 2

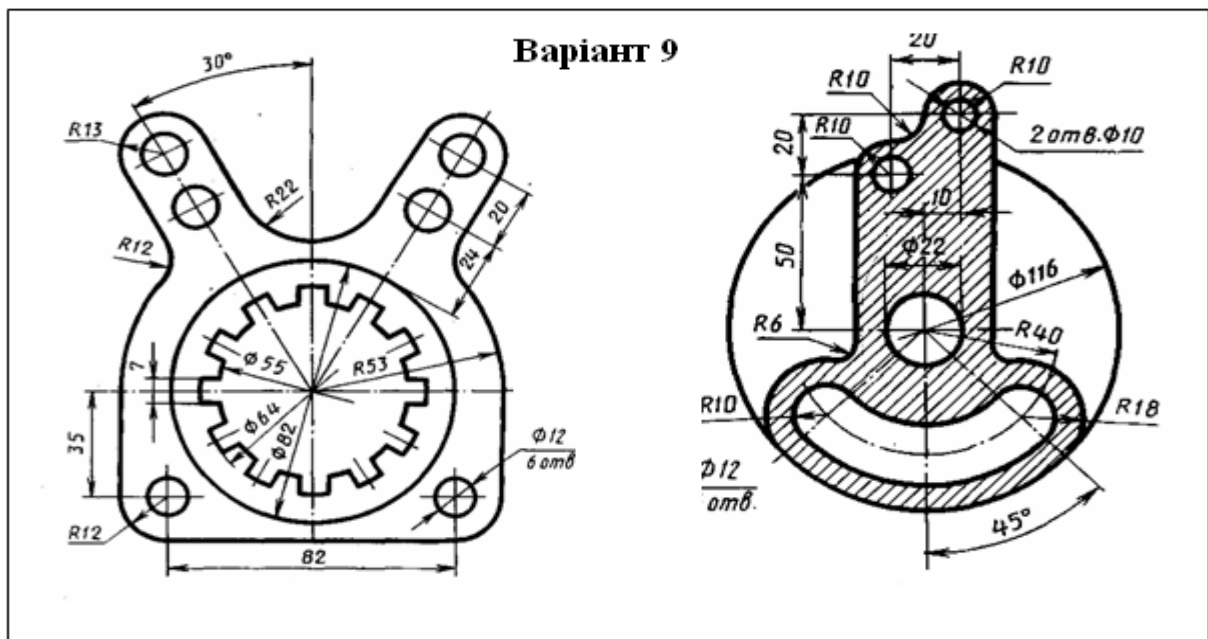
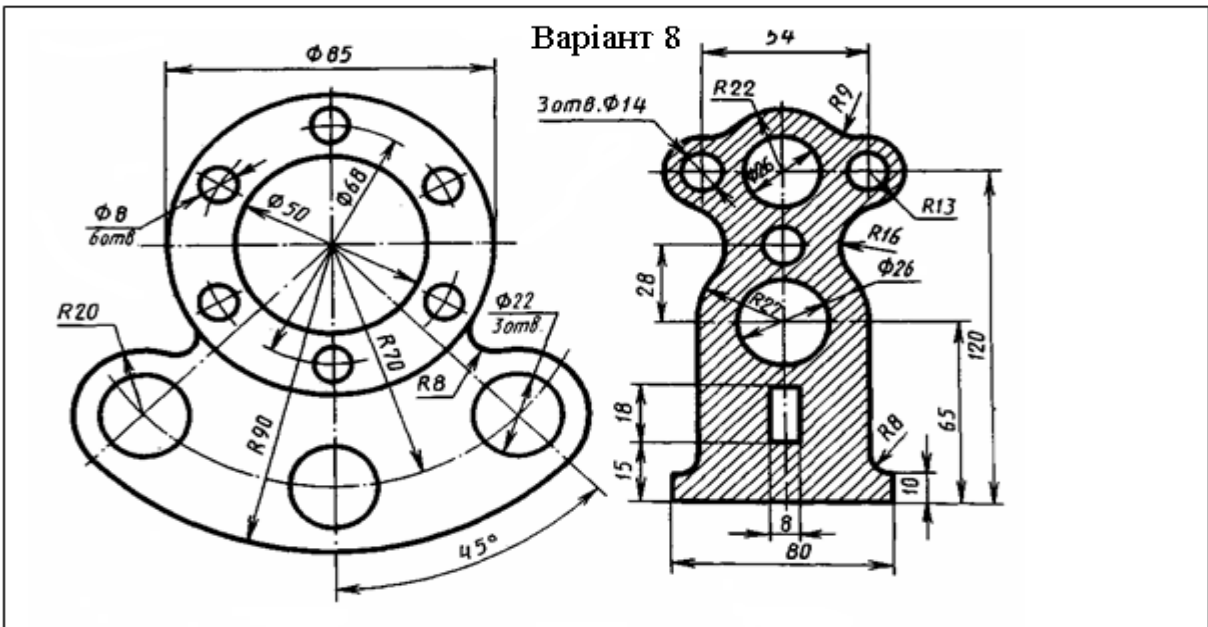
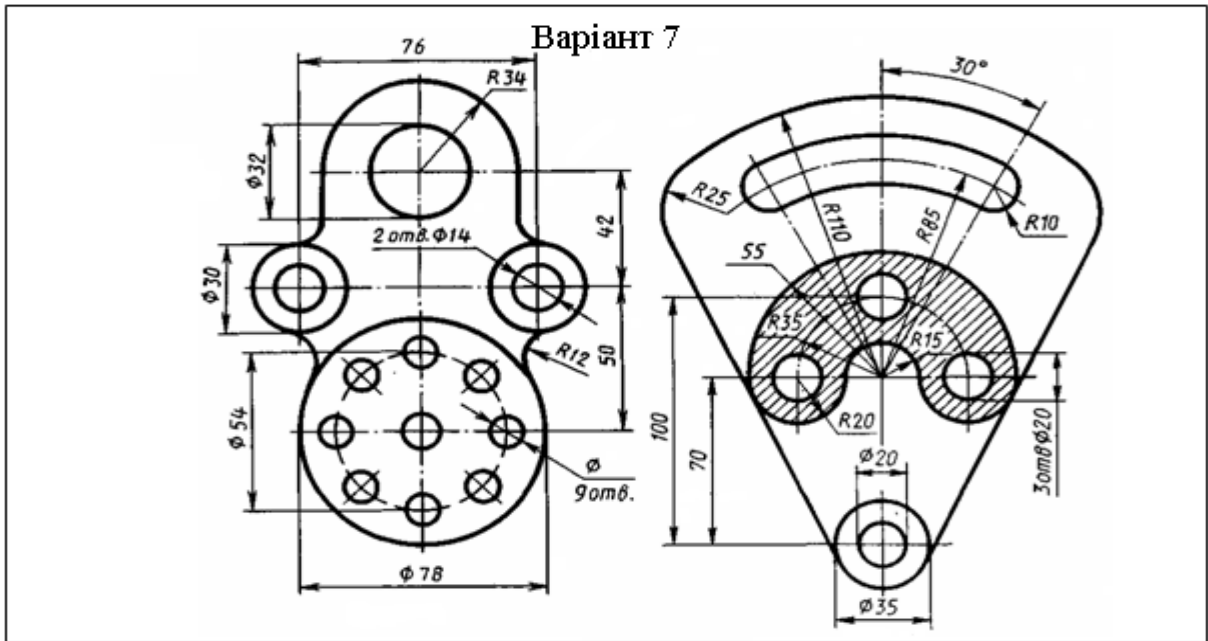


Рис. 12 Зразок графічної роботи 2

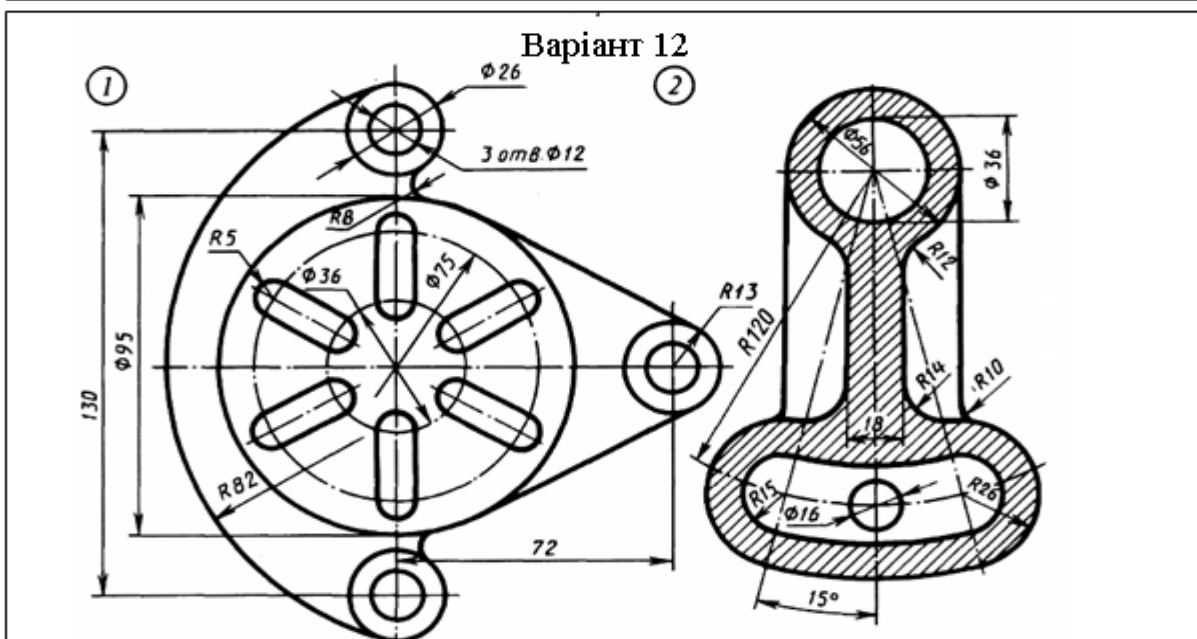
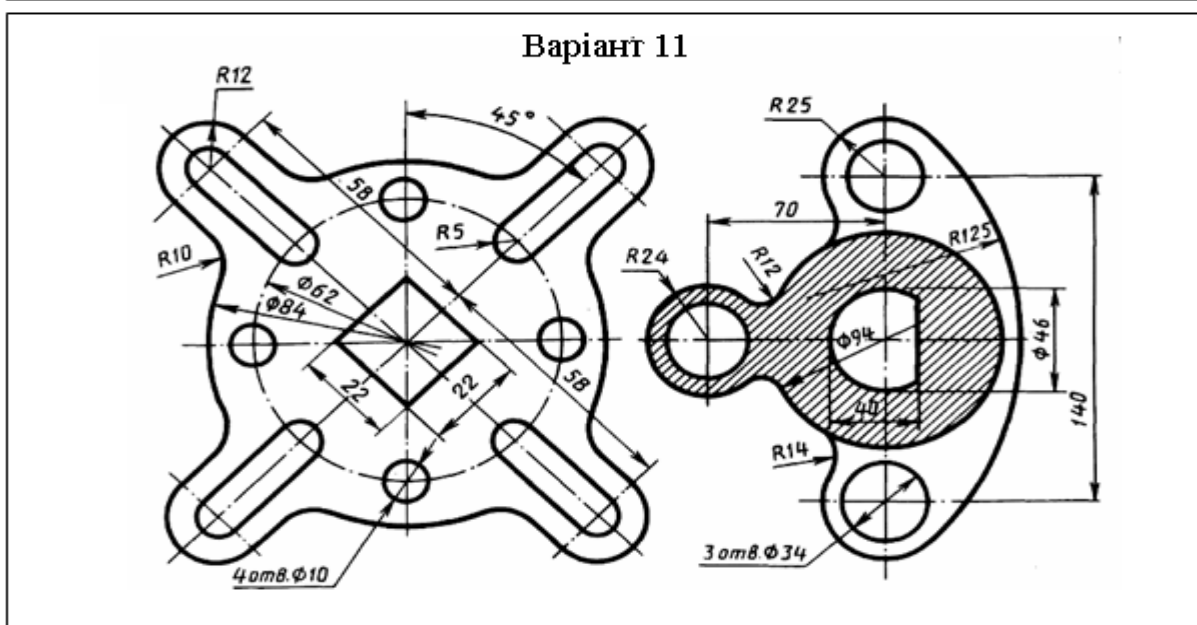
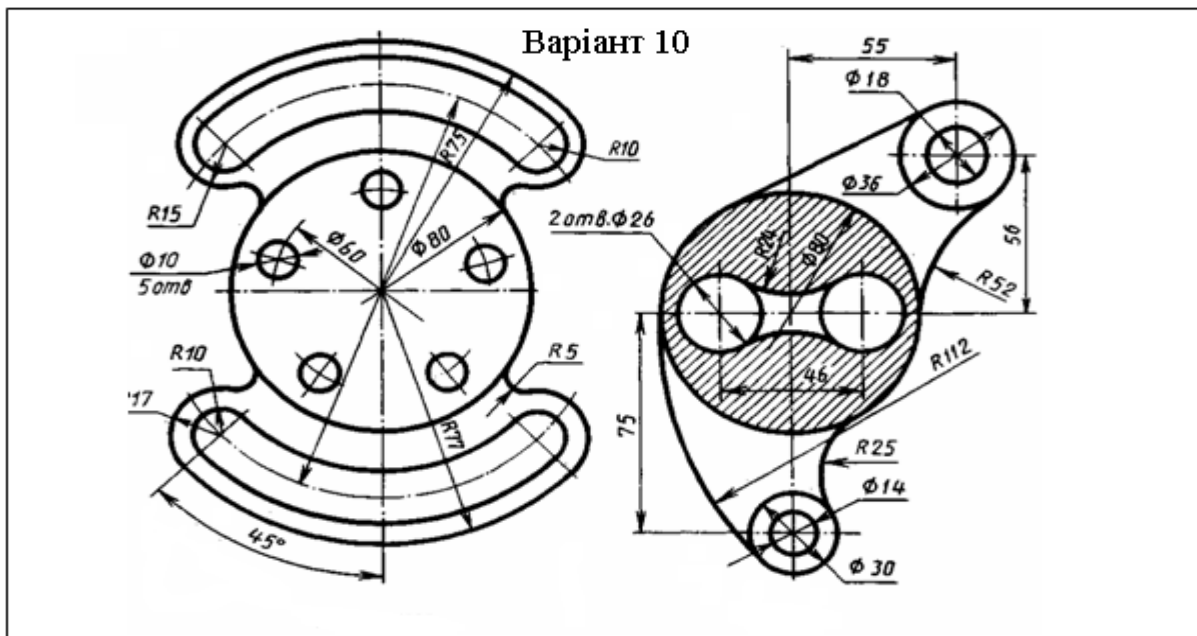


Рис. 13 Зразок графічної роботи 2

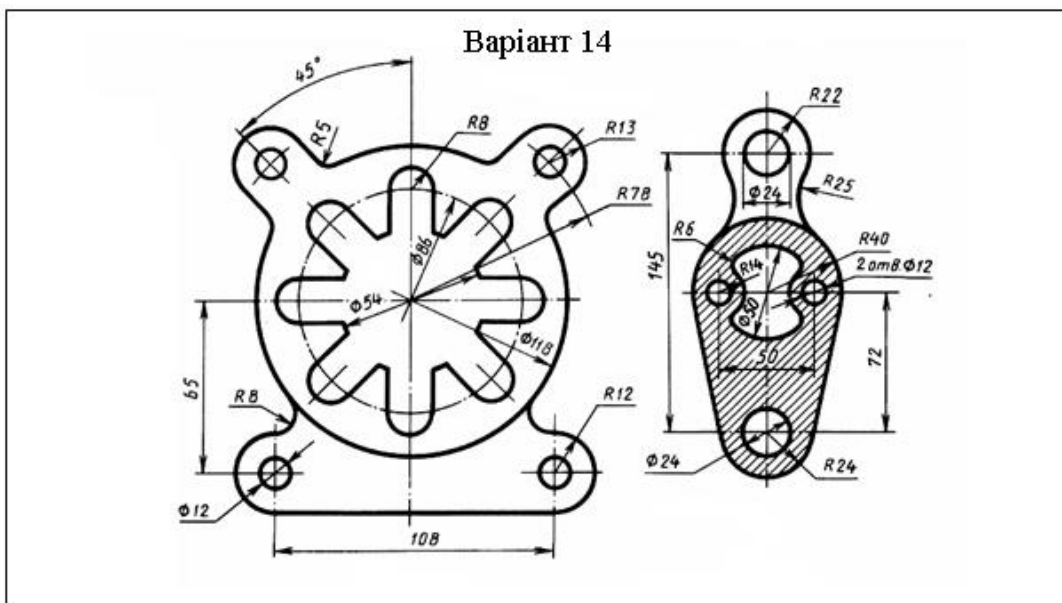
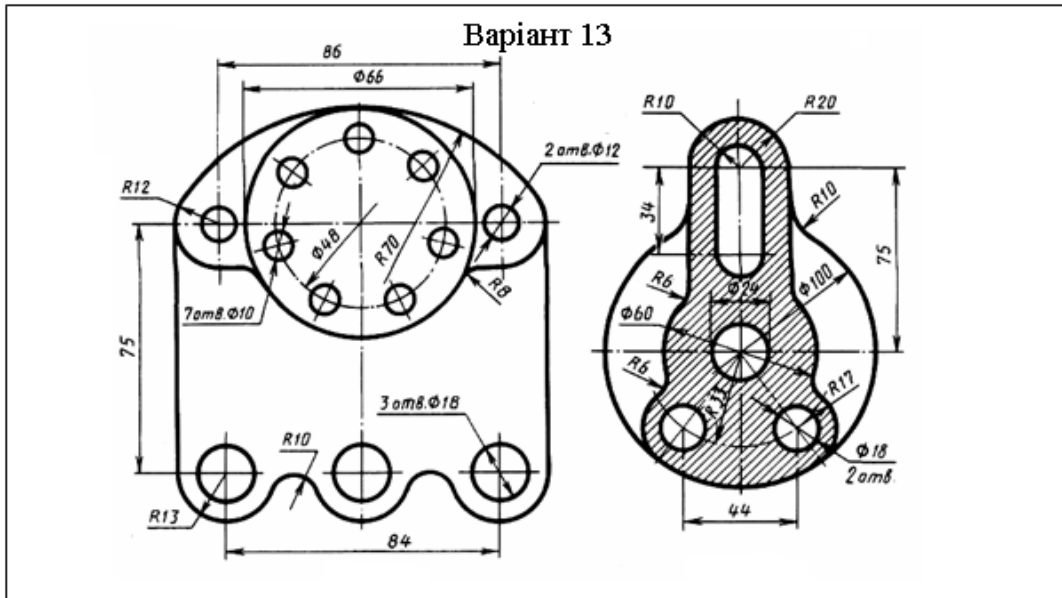


Рис. 14 Зразок графічної роботи 2

**Контрольні запитання:**

1. Що називається спряженням? \_\_\_\_\_
2. Яке спряження називається внутрішнім? \_\_\_\_\_
3. Яке спряження називається змішаним? \_\_\_\_\_
4. Як визначаються точки спряження? \_\_\_\_\_
5. Назвіть обов'язкові елементи будь-якому спряженні? \_\_\_\_\_
6. У чому полягає відмінність між внутрішнім, зовнішнім та змішаним спряженням? \_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Розділ 2. Основи нарисної геометрії і проєкційне креслення.

### Тема 2.2. Точка і пряма.

**Вправа.** Побудова комплексних креслень і аксонометричних проєкцій точок і прямих.

**Мета:** Вивчити способи проєціювання точки і прямої на три площини проєкцій; набути практичних умінь і навичок в побудові комплексних креслень і аксонометричних проєкцій точок і прямих.

**Матеріали та обладнання:** Програмовані картки. Трьохгранний кут; лінійка; косинці; циркуль; олівці; гумка.

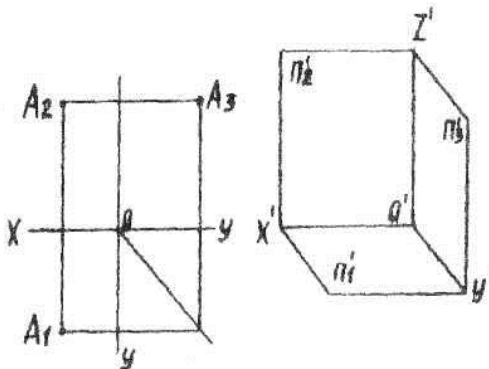
**Література:** [Л1] с.83...96; с.  
[Л4] с.13-15.

### Хід виконання роботи.

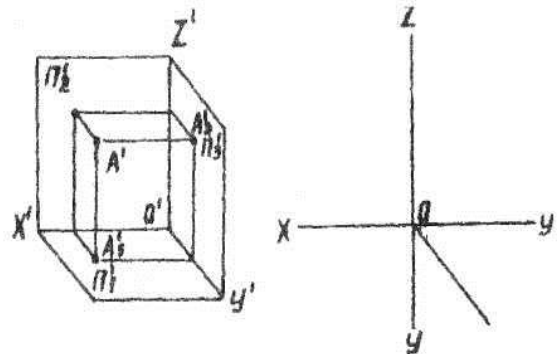
Виконайте вправи 1-5.

#### ОСНОВИ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ПРОЄКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ ТЕМА. ТОЧКА І ПРЯМА

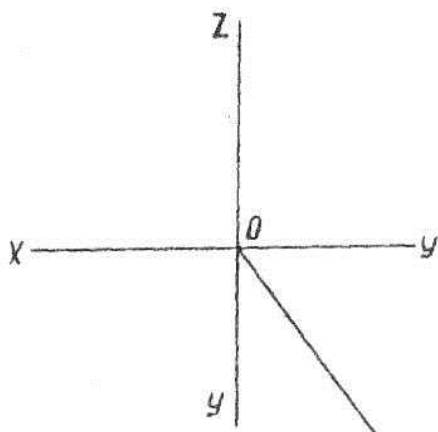
Вправа 1. Побудувати наочне зображення точки А.



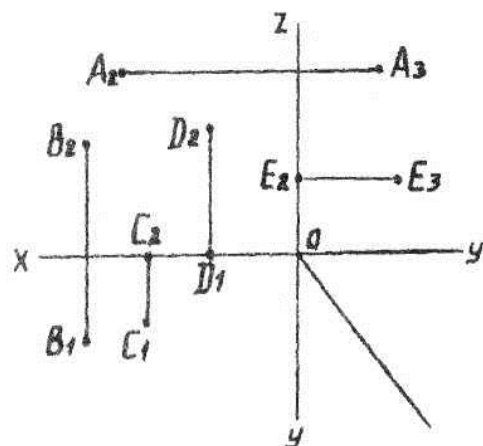
Вправа 2. За наочним зображенням точки А побудувати її проєкції.



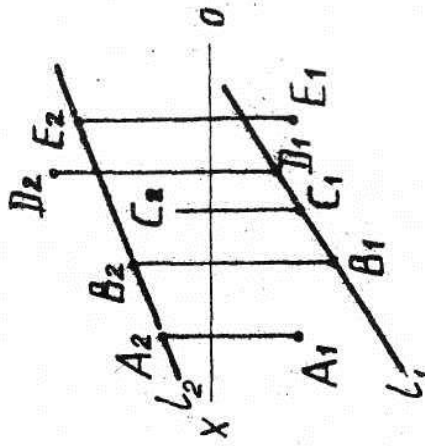
Вправа 3. Побудувати проєкції точок А (50, 10, 40); В(40, 0, 20); С(30, 20, 5); D(10, 30, 10); E(20, 15, 0).



Вправа 4. Записати координати точок А (\_\_\_\_); В(\_\_\_\_); С(\_\_\_\_); D(\_\_\_\_); E(\_\_\_\_).

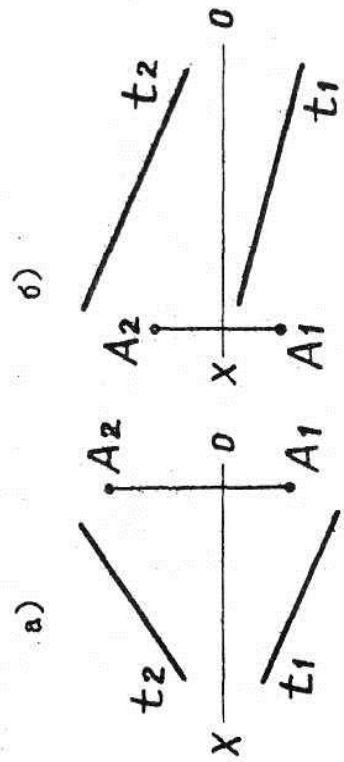


Визначити положення точок А, В, С, D, E відносно прямої L.

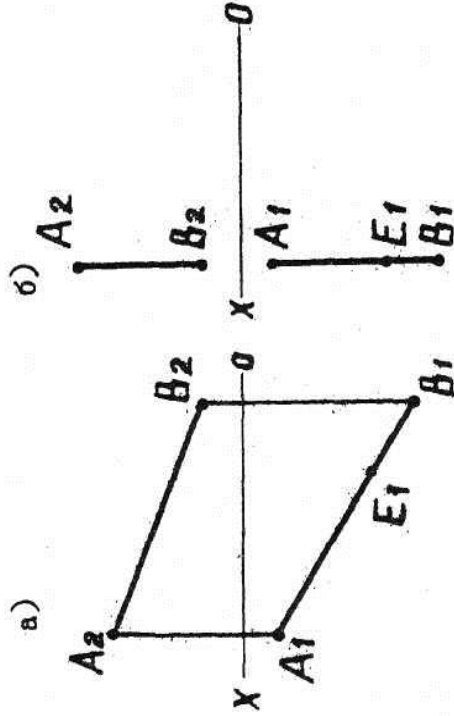


- На прямій точка...
- Над прямою точка...
- Під прямою точка...
- Перед прямою точка...
- За прямою точка ...

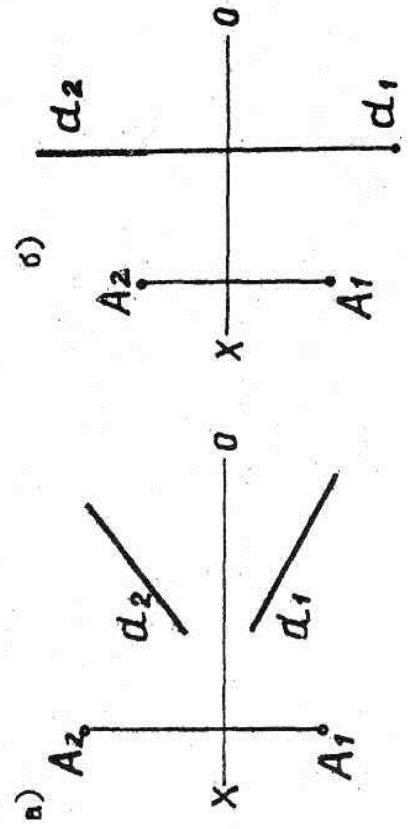
Через точку А провести горизонтальну h та фронтальну f прями, які перетинають пряму t..



Побудувати проєкцію E2 точки E, яка лежить на відрізьку АВ прямої.



Через точку А (A1, A2) провести пряму t, паралельну прямій d.



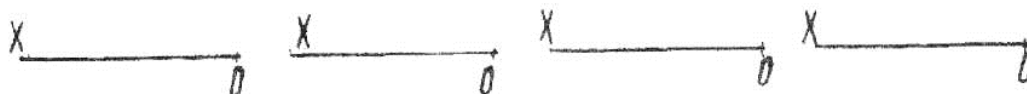
Вправа 5. У прикладах **а, б, в, г** за координатами кінців А і В визначити положення відрізка відносно площин проекцій та побудувати його проєкції.

а) А (40, 15, 10)  
В (10, 15, 25)

б) А (15, 5, 25)  
В (15, 20, 10)

в) А (45, 5, 20)  
В (10, 20, 20)

г) А (45, 10, 25)  
В (5, 20, 5)



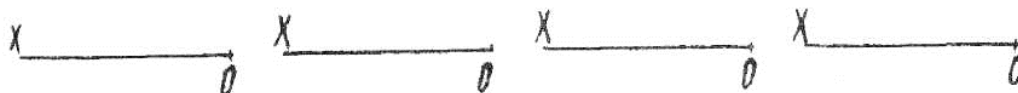
Вправа 6. У прикладах **а, б, в, г** за заданою умовою побудувати проєкції відрізка А В прямої.

а)  $AB \perp \Pi_1$   
А (20, 10, 25)  
AB = 20 мм

б)  $AB \perp \Pi_2$   
В (25, 5, 15)  
AB = 20 мм

в)  $AB \parallel \Pi_1$ ; AB = 30 мм.  
А (50, 5, 20)  
 $\beta = 45^\circ$

г)  $AB \parallel \Pi_2$ ; AB = 35 мм  
А (30, 15, 5)  
 $\alpha = 30^\circ$



### Контрольні запитання:

1. Як називають і як позначають три основні площини проєкцій? \_\_\_\_\_
2. Як позначають осі проєкцій? \_\_\_\_\_
3. Що таке комплексне креслення точки і як його дістають? \_\_\_\_\_
4. У якій послідовності будують проєкції точки за її координатами? \_\_\_\_\_
5. Яке положення займають прямі в просторі відносно площин проєкцій? \_\_\_\_\_
6. Основне положення про належність точки прямій? \_\_\_\_\_

Висновок \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема 2.3. Площина

**Вправа.** Розв'язування задач на побудову проєкцій прямих, плоских фігур і точок, що належать площині.

**Мета:** Знати способи завдання і зображення площин на комплексному кресленні; набути практичних умінь і навичок при розв'язуванні задач на побудову проєкцій прямих, плоских фігур і точок, що належать площині.

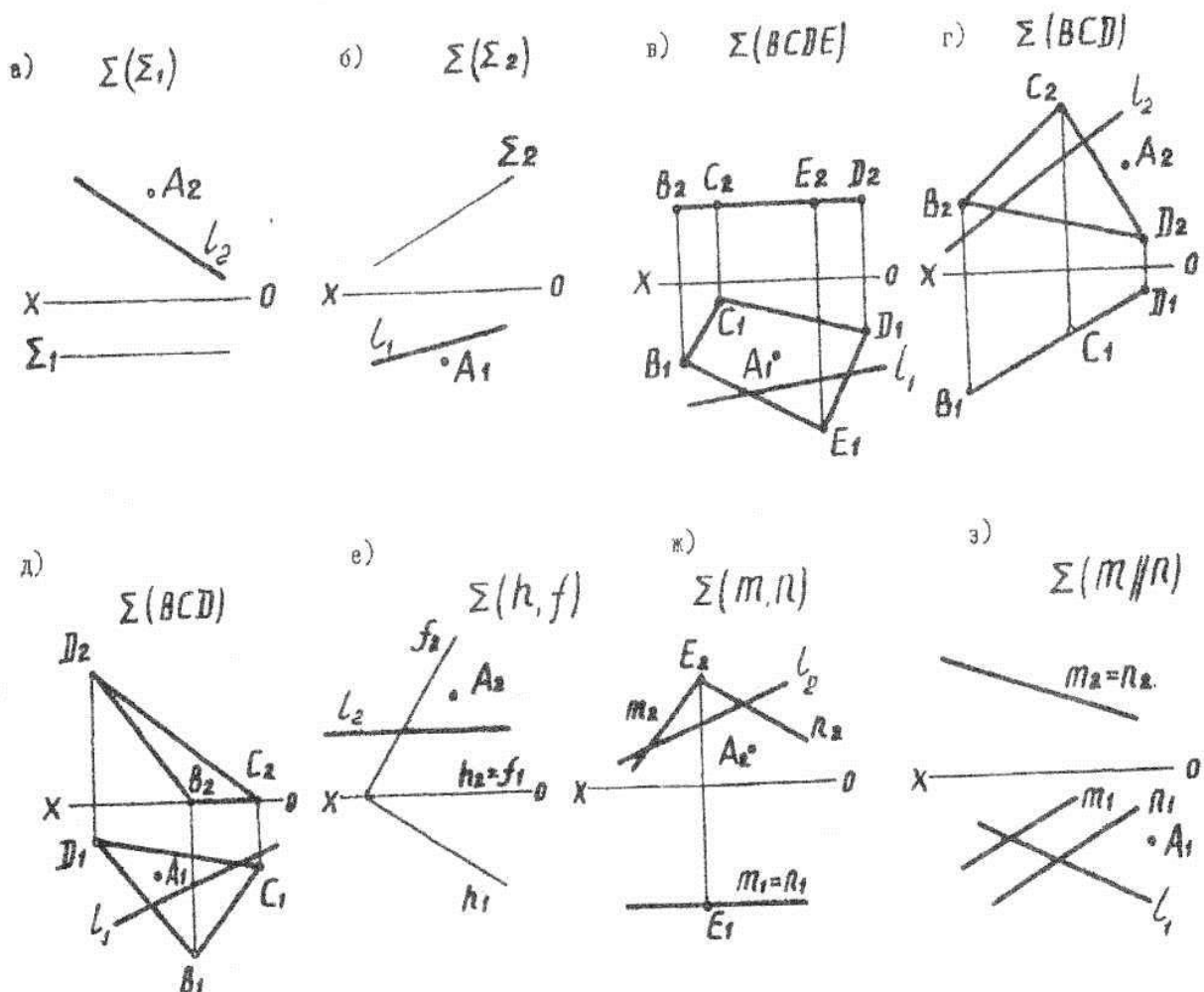
**Матеріали та обладнання:** Тригранний кут; лінійка; косинці; циркуль; олівці; гумка.

**Література:** [Л1] с.96-113.  
[Л4] с.16-17.

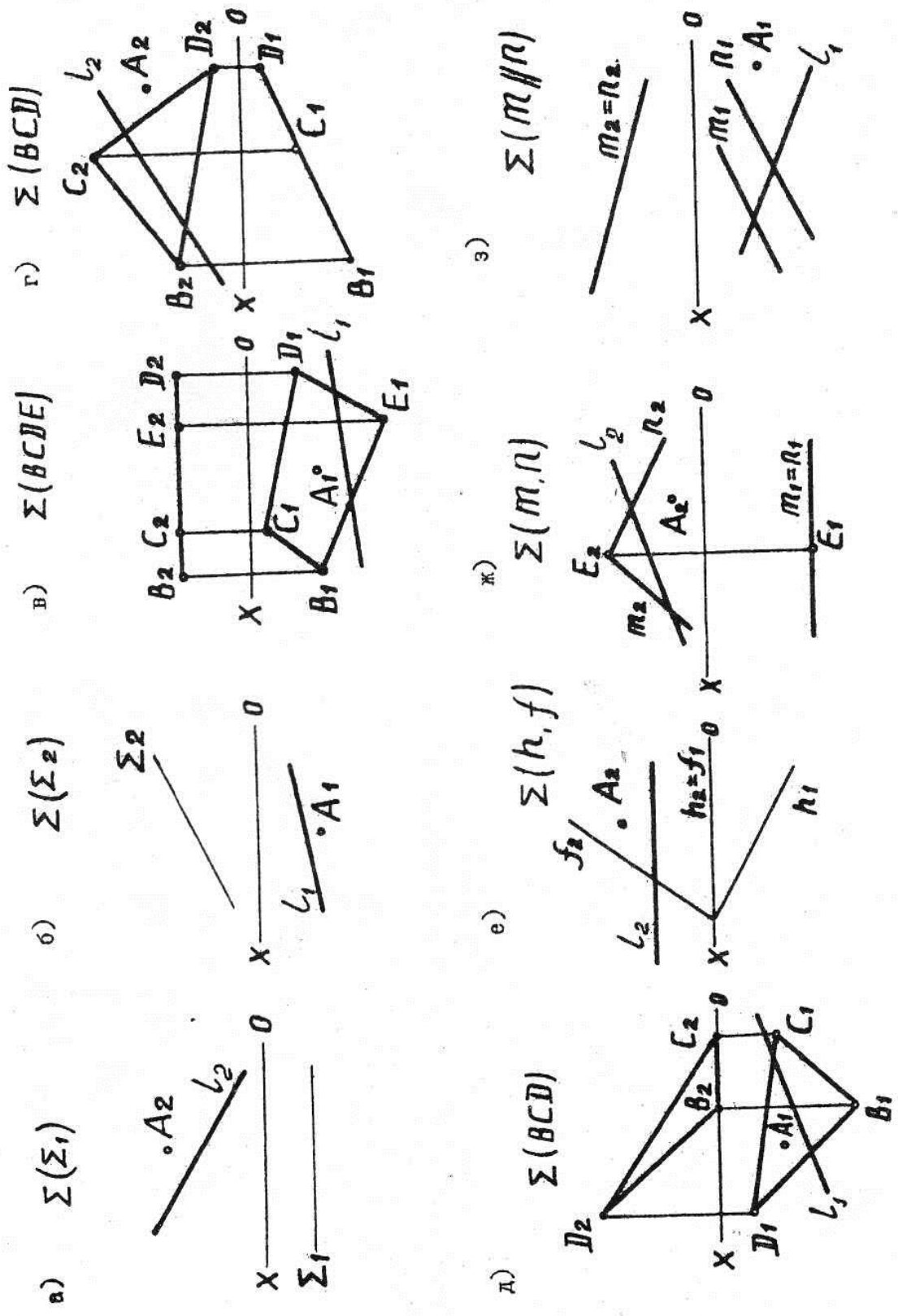
### Хід виконання роботи.

Виконати вправи 1-5.

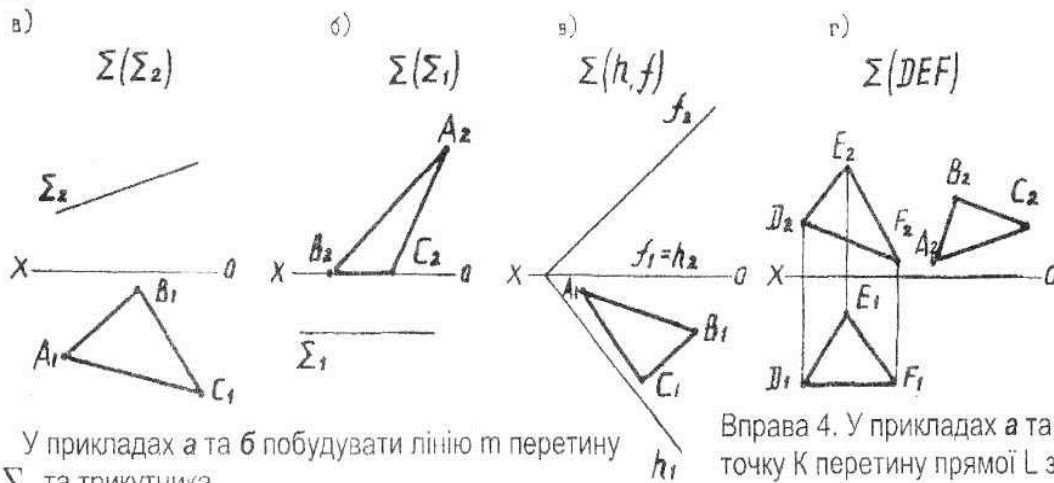
Вправа 1 У прикладах а, б, в, г, д, е, ж, з, визначити положення площини в просторі, назвати її, побудувати проєкцію точки А та прямої L, якої не вистачає, що належить цій площині.



У прикладах а, б, в, г, д, е, ж, з визначити положення площини в просторі, назвати її, побудувати проєкцію точки А та прямої L, якої не вистає, що належить цій площині.

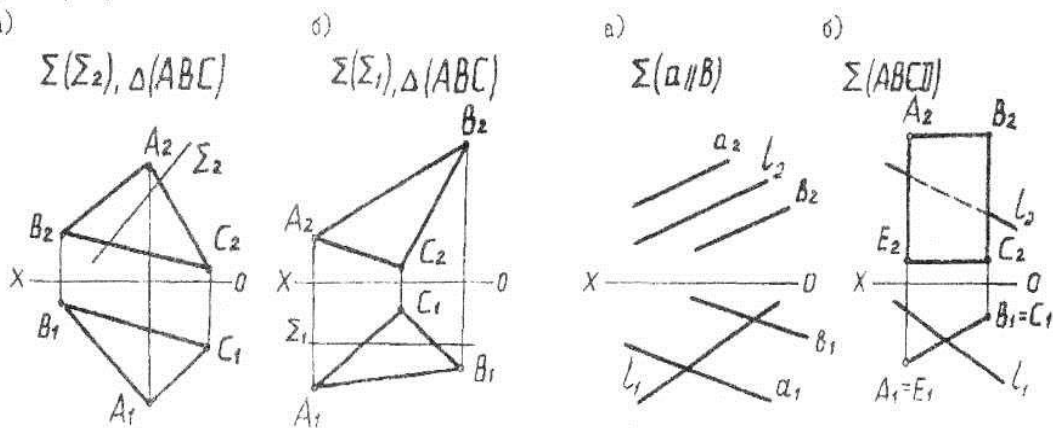


У прикладах а, б, в, г добудувати проєкції трикутника ABC, яких не вистачає, що належать площині  $\Sigma$ .



У прикладах а та б побудувати лінію m перетину площин  $\Sigma$  та трикутника.

Вправа 4. У прикладах а та б побудувати точку K перетину прямої L з площиною  $\Sigma$ .



### Контрольні запитання:

1. Які є способи завдання і зображення площини на комплексному кресленні? \_\_\_\_\_
2. Що таке сліди площини? \_\_\_\_\_
3. Які площини називаються площинами рівня та які їх властивості? \_\_\_\_\_
4. Які площини називаються проєціювальними та які їх властивості? \_\_\_\_\_
5. Які прямі називаються горизонтелями та фронталями площини? \_\_\_\_\_
6. Яка умова паралельності прямої і площини, двох площин? \_\_\_\_\_

Висновок \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема: 2.5 Аксонометричні проєкції.

**Вправа.** Зображення плоских фігур в прямокутній ізометрії.

**Мета:** Вивчити види аксонометричних проєкцій, набути практичних умінь і навичок побудову в прямокутній ізометричній проєкції плоскої фігури розмістивши її в горизонтальній, фронтальній і профільній площинах.

**Матеріали та обладнання:** Програмовані картки; лінійка; гумка; косинці; олівці; готовальня.

**Література:** [Л4] с.123-139.

### Хід виконання роботи:

При виконанні вправи доцільно використати розмітку, яка проведена під кутом  $30^\circ$  по відношенню до горизонтальної лінії.

Виконати вправи

Вправа 1 Побудувати в прямокутній ізометрії плоскі фігури, які подано на рисунках. кожену із фігур побудувати в трьох координатних площинах

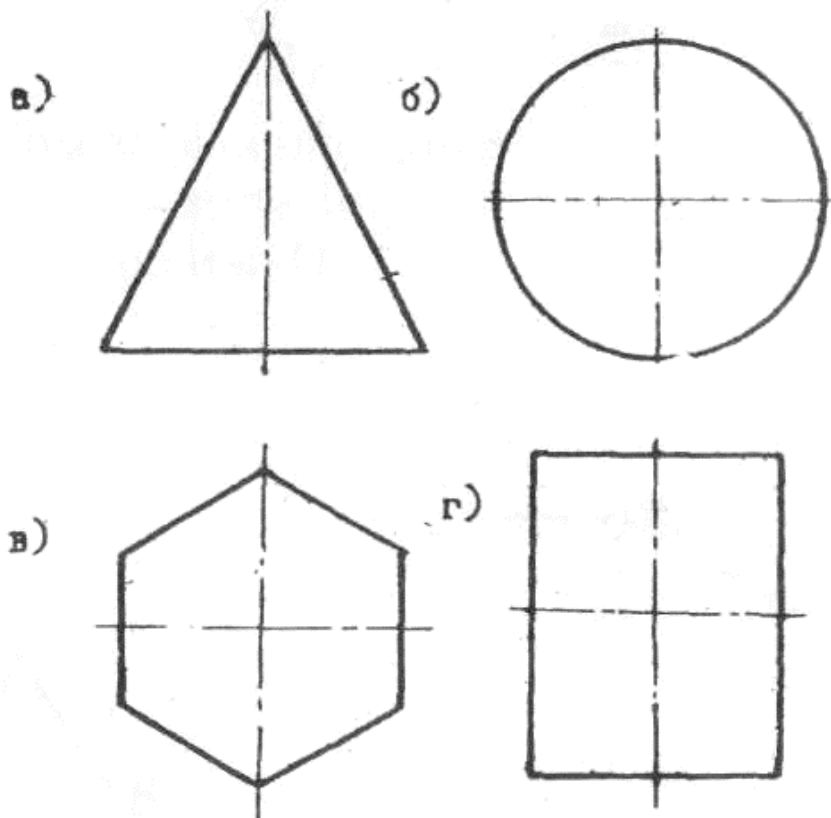
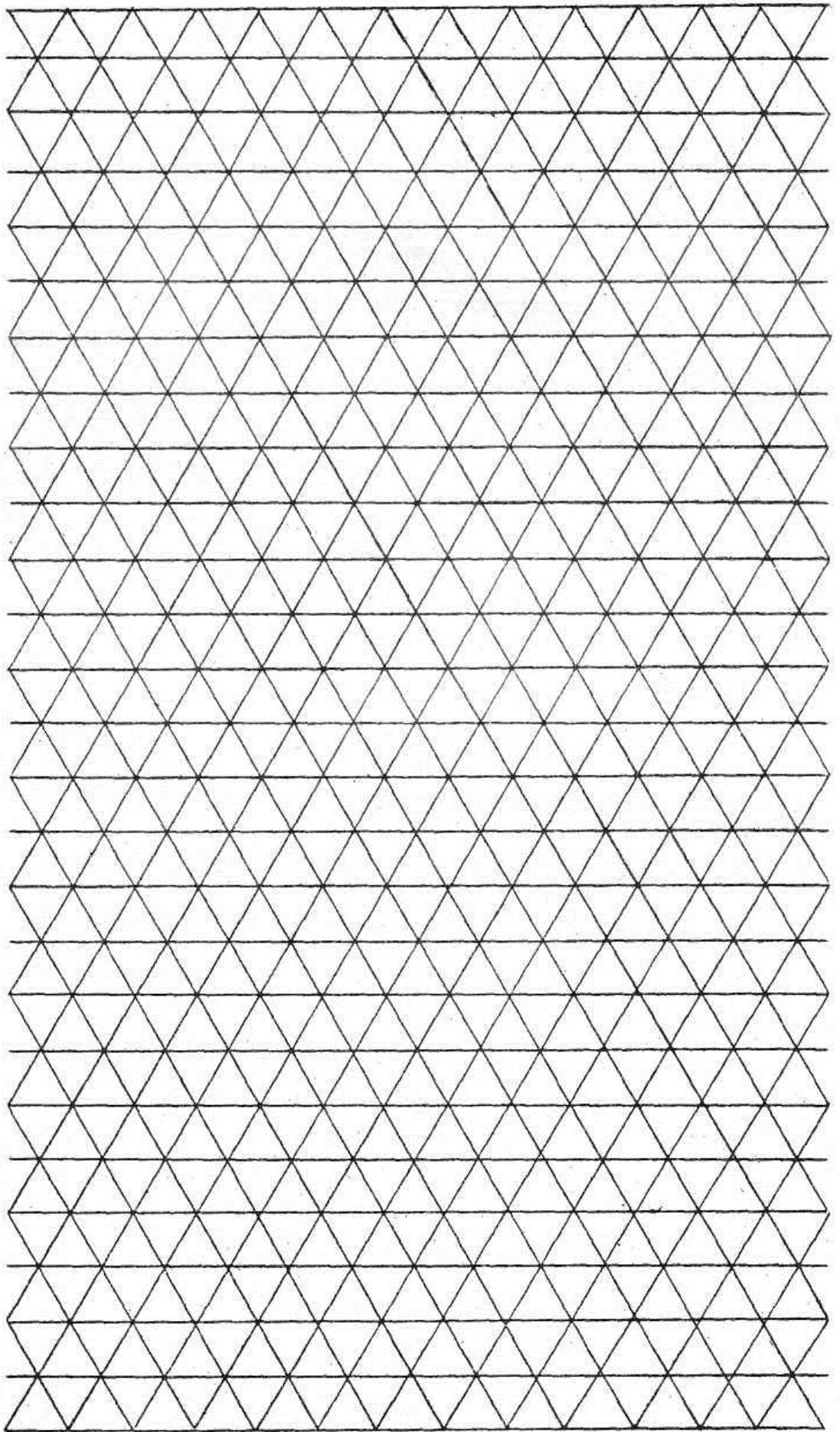
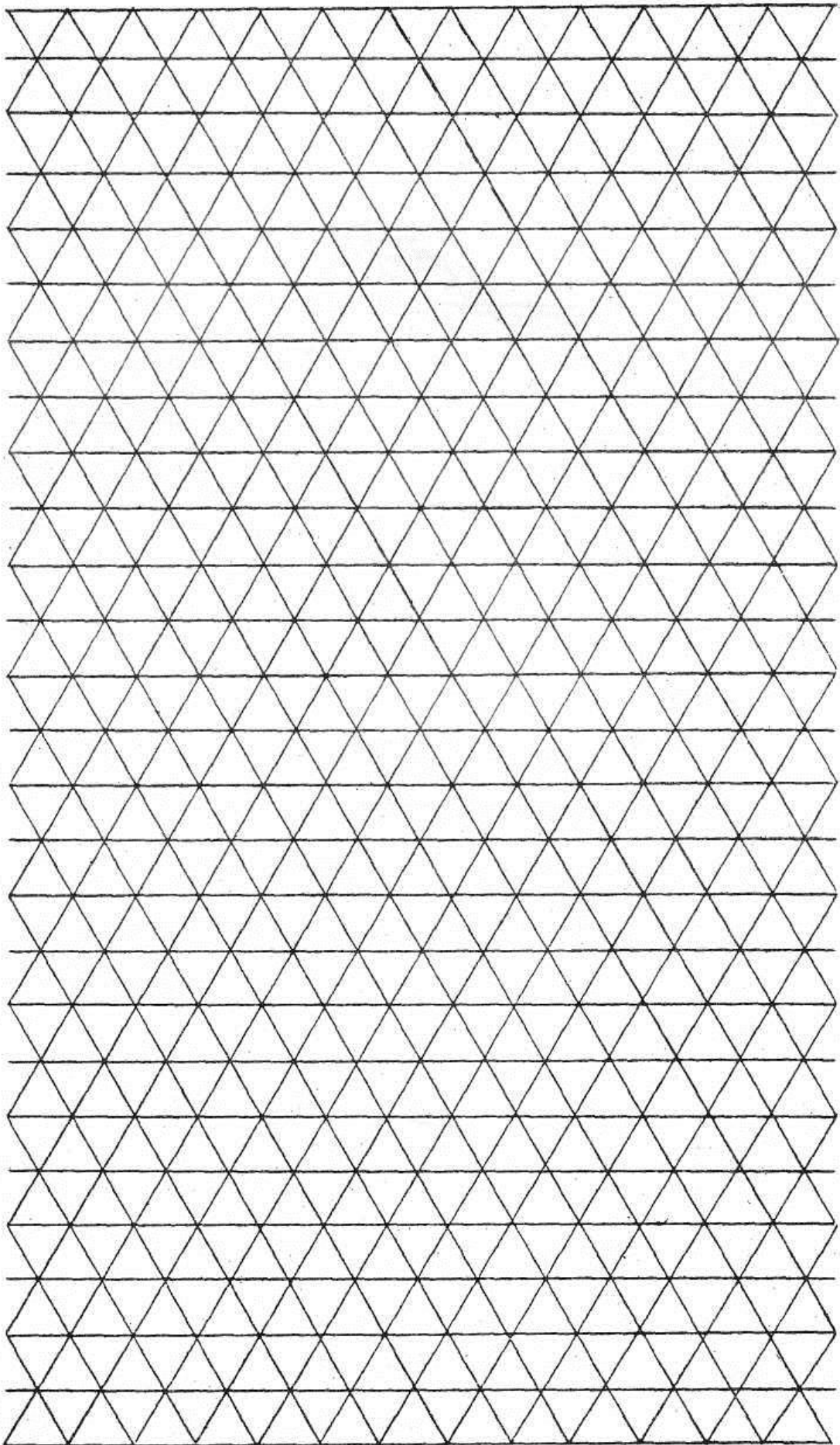


Рис. 15 Плоскі фігури.





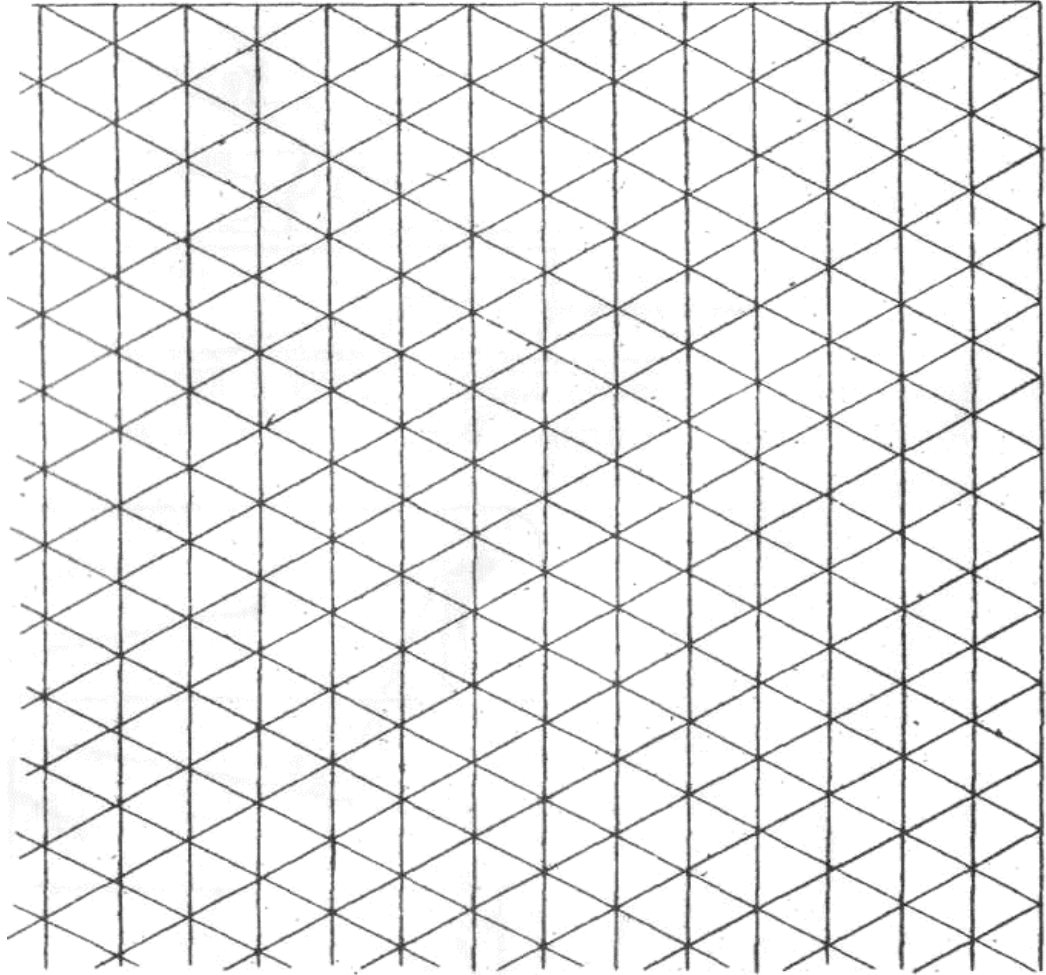


Рис. 16 Побудувати фігури в прямокутній ізометрії.

### Контрольні запитання:

1. Суть аксонометричного проєціювання? \_\_\_\_\_
2. Що називається коефіцієнтом спотворення? \_\_\_\_\_
3. Як класифікують аксонометричні проєкції? \_\_\_\_\_
4. Як будувати осі в прямокутній ізометрії і чому дорівнюють показники спотворення за аксонометричними осями? \_\_\_\_\_

Висновок \_\_\_\_\_

---

---

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема: 2.4 Способи перетворення проєкції.

**Вправа.** Знаходження натуральної величини плоских фігур.

**Мета:** Вивчити способи перетворення проєкцій, набути практичні уміння і навички для знаходження натуральної величини прямих і плоских фігур.

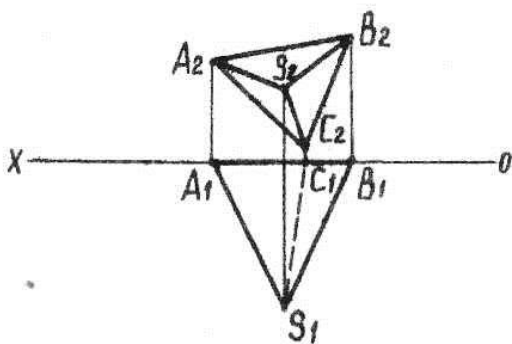
**Матеріали та обладнання:** Програмовані картки.; лінійка; косинець; олівці; готувальня; гумка.

**Література:** [ Л1 ] с.113-123.

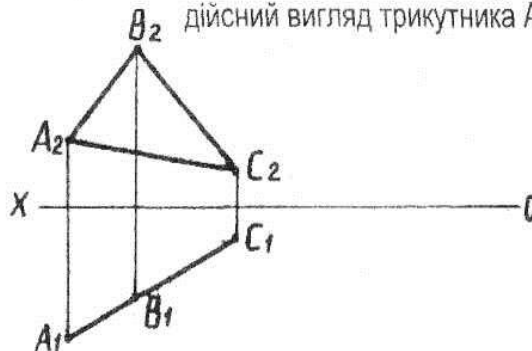
### Хід виконання роботи.

Виконати вправи 1-4.

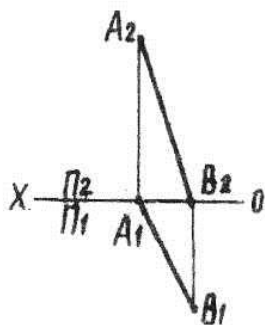
Способом обертання побудувати дійсні величини ребер піраміди.



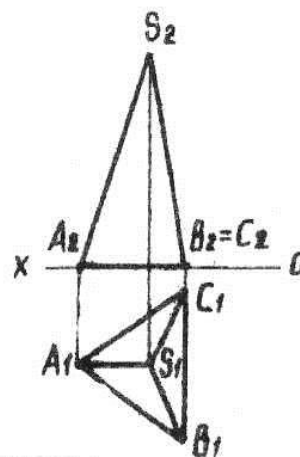
Способом обертання побудувати дійсний вигляд трикутника ABC.



Способом заміни площин проєкцій побудувати натуральну величину відрізка AB та кут його нахилу до площини  $\Pi_2$ .



Способом заміни площин проєкцій визначити дійсний вигляд однієї із граней піраміди



## Контрольні запитання:

1. Назвіть способи перетворення проєкцій, які застосовуються в креслення?  
\_\_\_\_\_
2. Які основні елементи способу обертання? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. У чому суть способу заміни площин проєкцій? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. У чому суть способу суміщення? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. У чому суть способу плоско-паралельного переміщення? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Як визначити натуральну величину плоскої фігури способом заміни площин проєкцій?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновок \_\_\_\_\_

---

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема 2.6. Поверхні геометричних тіл.**

**Графічна робота 3** Побудова комплексного креслення гранованих геометричних тіл та тіл обертання. Побудова проєкцій точок, що лежать на поверхні геометричних тіл. Аксонометрія геометричних тіл. Розгортка геометричних тіл.

**Мета:** Засвоїти теоретичні правила та набути практичних навичок проектування геометричних тіл на три площини проєкцій, побудови проєкцій точок, що належать поверхням геометричних тіл, побудови розгорток цих тіл. Вивчити види аксонометричних проєкцій та набути навичок зображення поверхонь геометричних тіл в аксонометричних прямокутних проєкціях.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3; олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [Л-1] с. 139-160

[Л-4] с. 166-168

### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи:**

Зобразити і прочитати креслення геометричних тіл означає не тільки вміти за розмірами побудувати проєкції, а й провести повний аналіз фігур. Останнє означає, що треба вміти визначити і показати на кресленні ребра, грані, вершини, твірні, їх розташування між собою і по відношенню до площин проєкцій, показати видимі і невидимі елементи, зробити проєкції точок, що лежать на поверхні тіла, проставити розміри.

### **Хід виконання графічної роботи:**

1. Розділивши формат навпіл, в лівій половині розмістити креслення геометричних тіл, а в правій – комплексне креслення моделі.
2. Для двох геометричних тіл – багатогранника і тіла обертання (Гр. 3.1—Гр. 3.16), використовуючи лінії зв'язку, побудувати третю проєкцію тіла й знайти недостаючі проєкції заданих точок. Проєкції точок на піраміді і конусі рекомендується знаходити за допомогою допоміжних січних площин рівня чи ліній.
3. Побудувати аксонометричні ізометричні проєкції тіл, придержуючись їх розміщення на комплексному кресленні. Точки А і В перенести на аксонометричну проєкцію по трьом координатам відносно центру основи.
4. По аксонометричній проєкції моделі побудувати комплексне креслення і нанести розміри.
5. Перед виконанням роботи виконати вправи 1-4.

Вправа 1 Напишіть назви геометричних тіл та їх елементів.

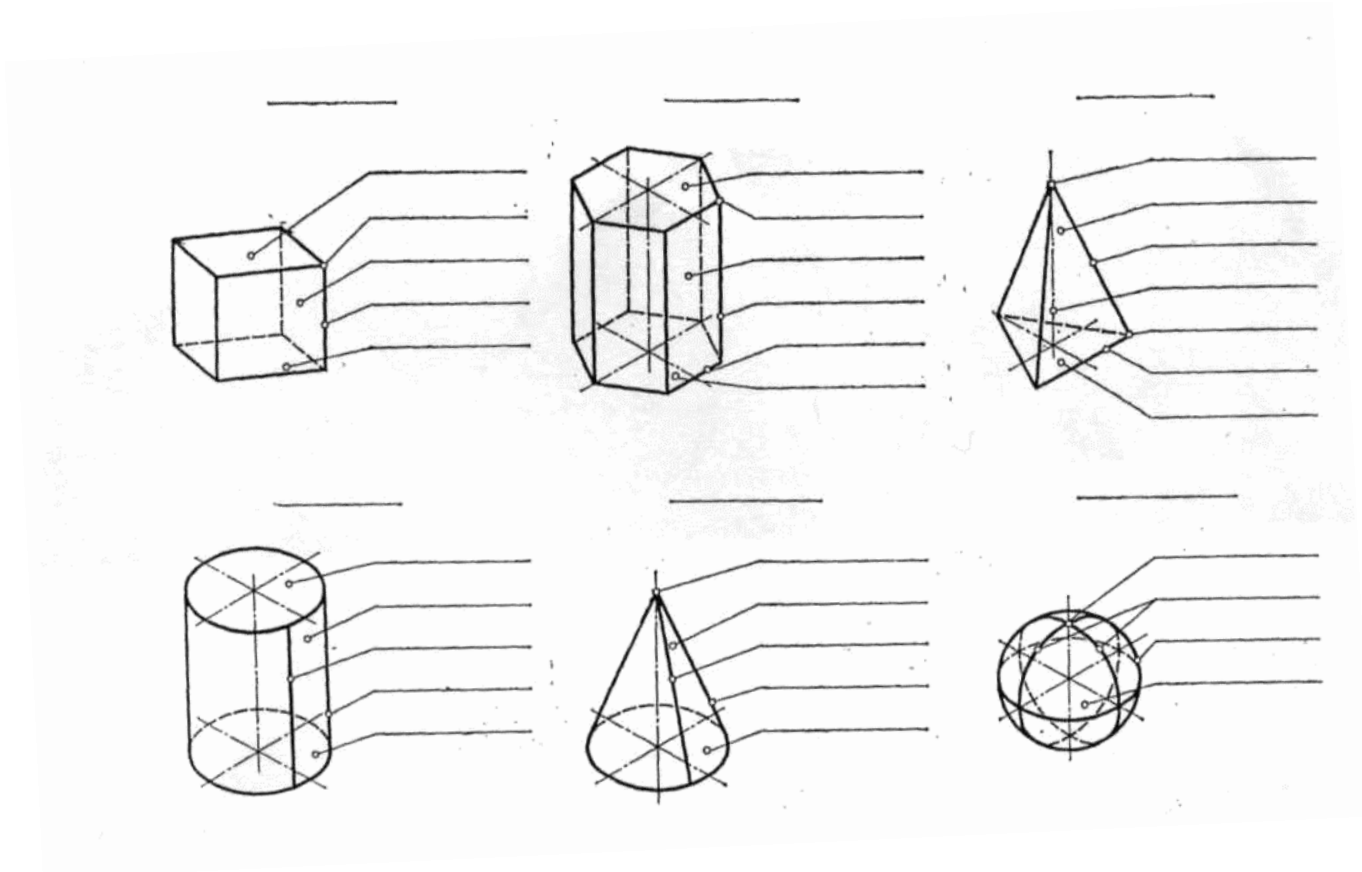
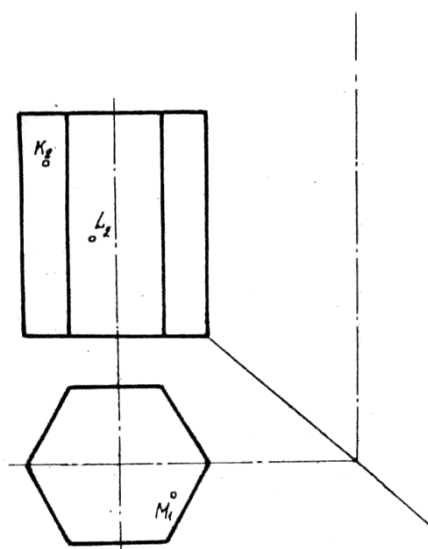
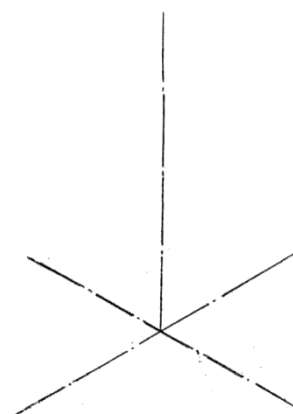


Рис. 17 Аксонометричні проєкції геометричних тіл.

Вправа 2 Позначити вершини багатогранників, побудуйте їх профільні проєкції, знайдіть проєкції точок K,L,M, які лежать на поверхні. Побудуйте аксонометричну проєкцію



а)



б)

Рис. 18 Комплексне креслення призми.

Рис. 19 Аксонометрична проєкція призми.

Вправа 3 На рисунку а, б, в подано вигляди групи геометричних тіл. Дайте відповіді на поставлені запитання.

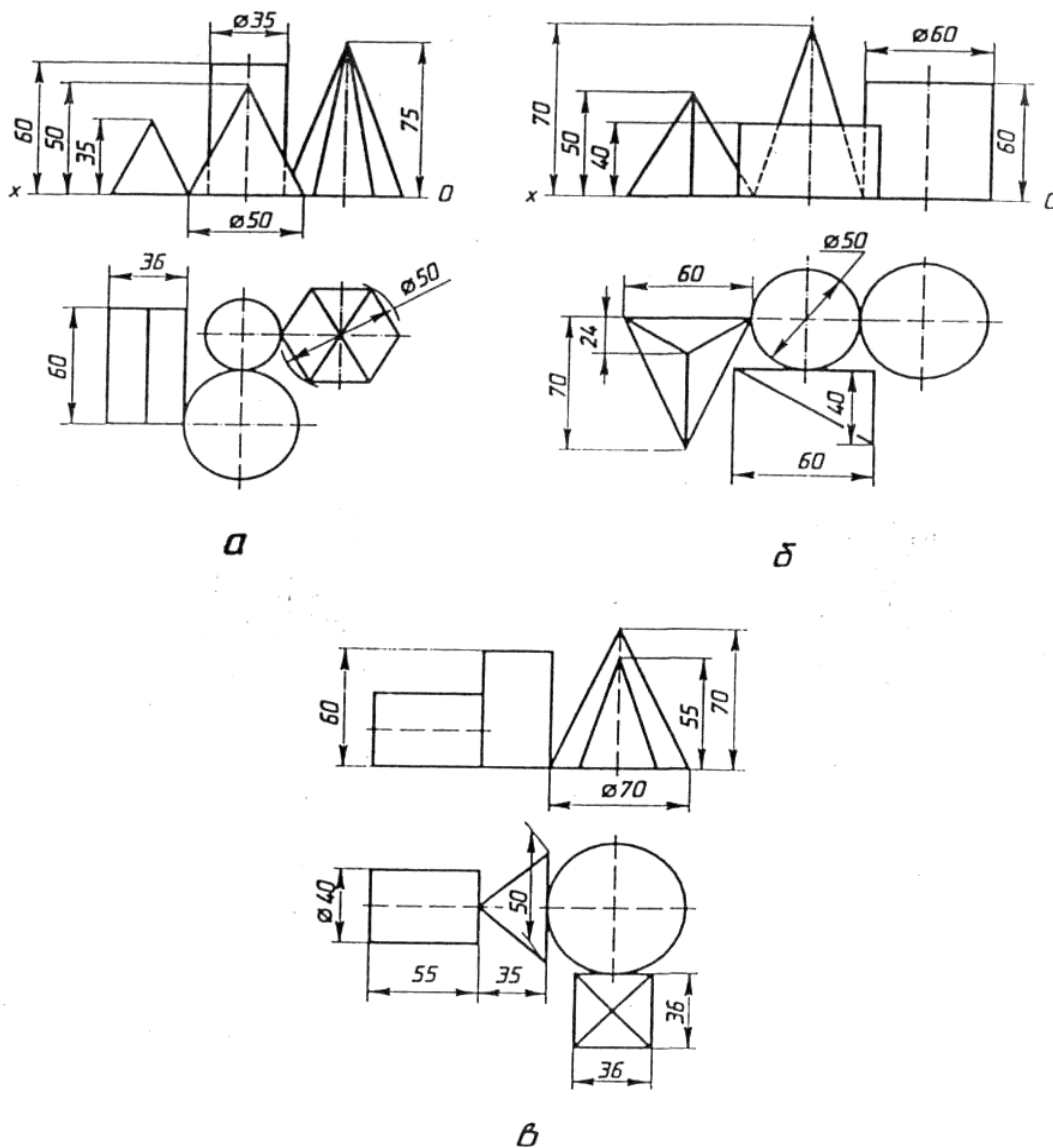


Рис. 20 Групи геометричних тіл а); б); в).

Запитання до вправи 3

1. Скільки геометричних тіл входить до кожної групи? \_\_\_\_\_
2. Як називаються ці тіла? \_\_\_\_\_
3. Які геометричні тіла розміщені найдалше від площин  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ ? \_\_\_\_\_
4. Які геометричні тіла в кожній групі мають найбільшу висоту? \_\_\_\_\_

Вправа 4

На рисунках *a, б, в, г, д*, наведено фронтальні і горизонтальні проекції предметів, утворених групою геометричних тіл. Нижче показано профільні проекції цих груп. Визначте, відповідність зображень, позначених літерою, профільним проекціям, позначених цифрами.

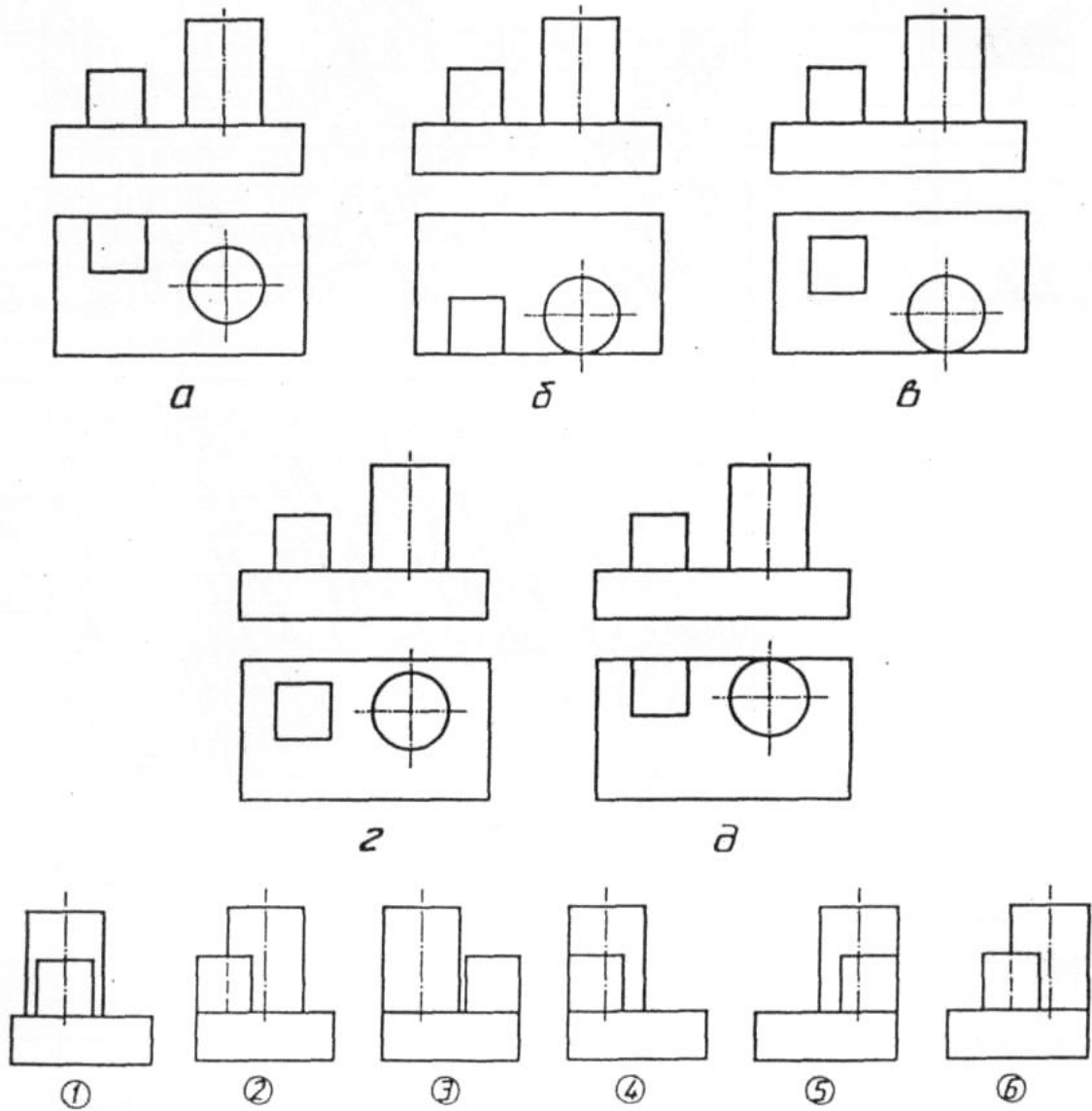
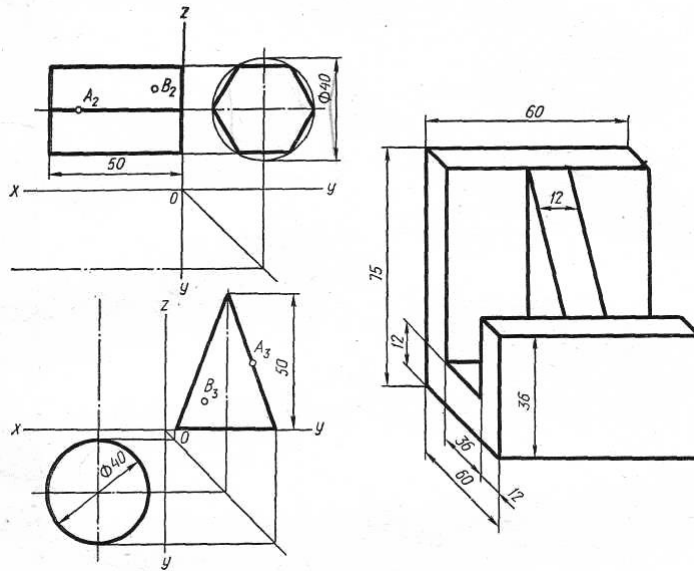
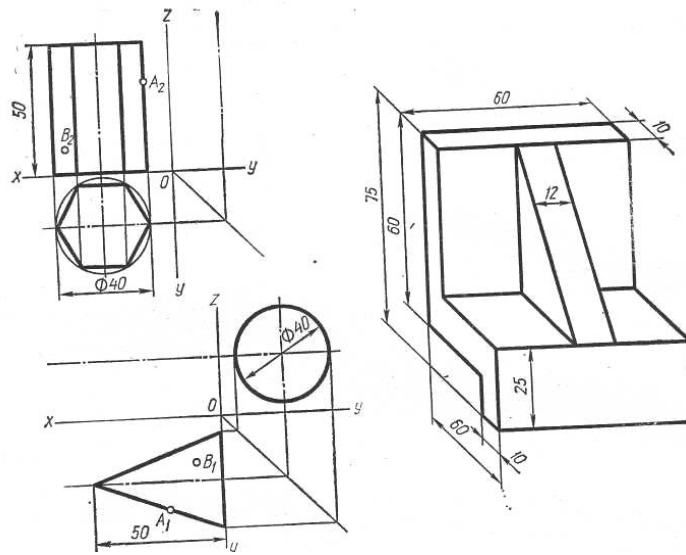


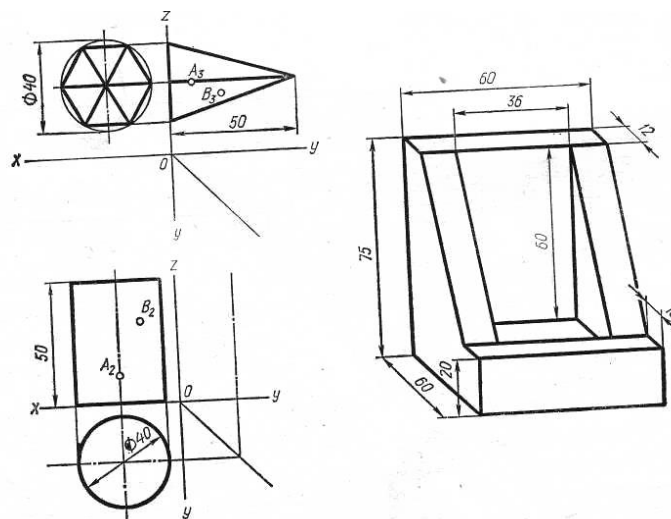
Рис. 21 Комплексні креслення груп. а) відповідає зображенню 2  
 б) \_\_\_\_\_  
 в) \_\_\_\_\_  
 г) \_\_\_\_\_  
 д) \_\_\_\_\_



Варіант 1

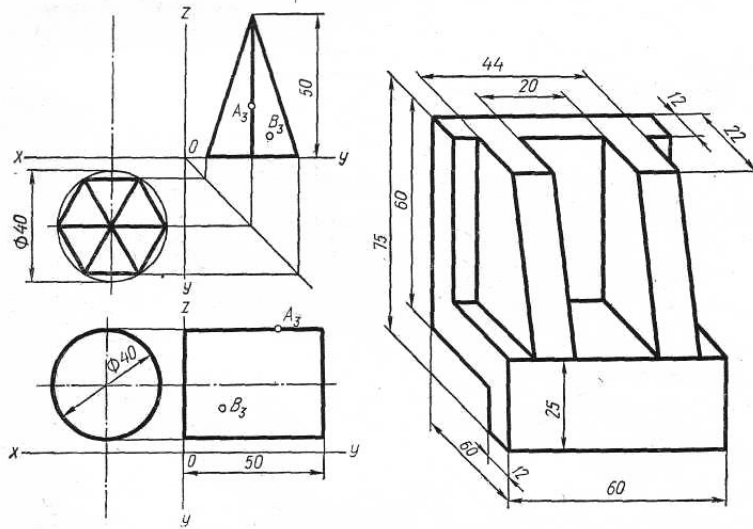


Варіант 2

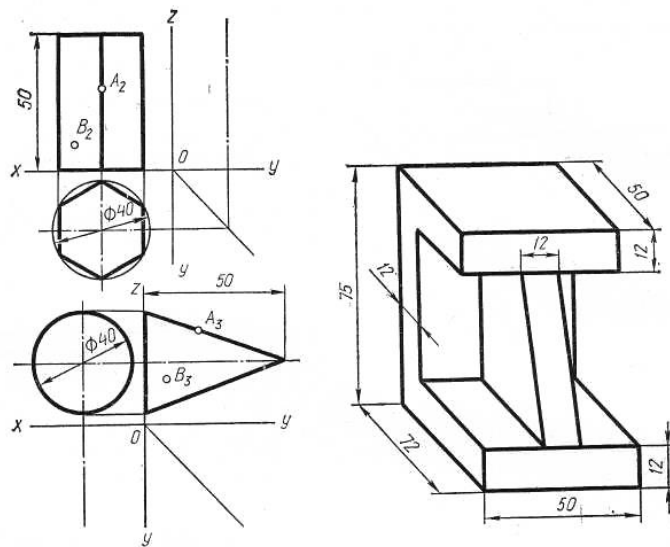


Варіант 3

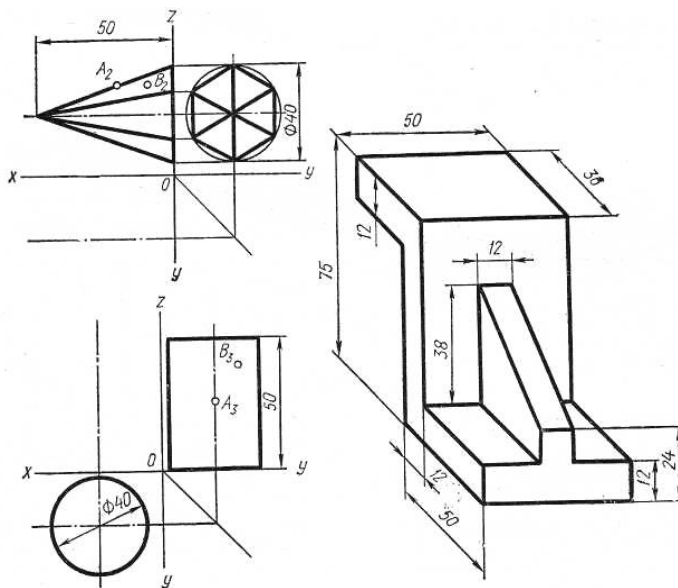
Рис.22 Завдання до графічної роботи 3 «Геометричні тіла. Комплексне креслення моделей».



Варіант 4

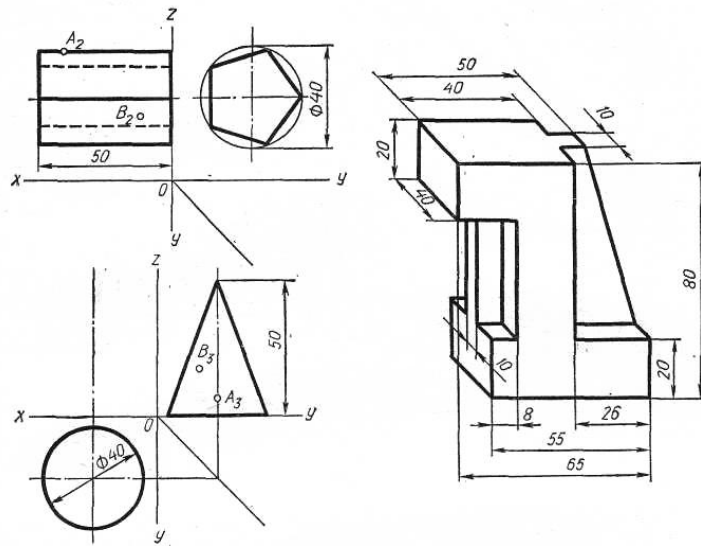


Варіант 5

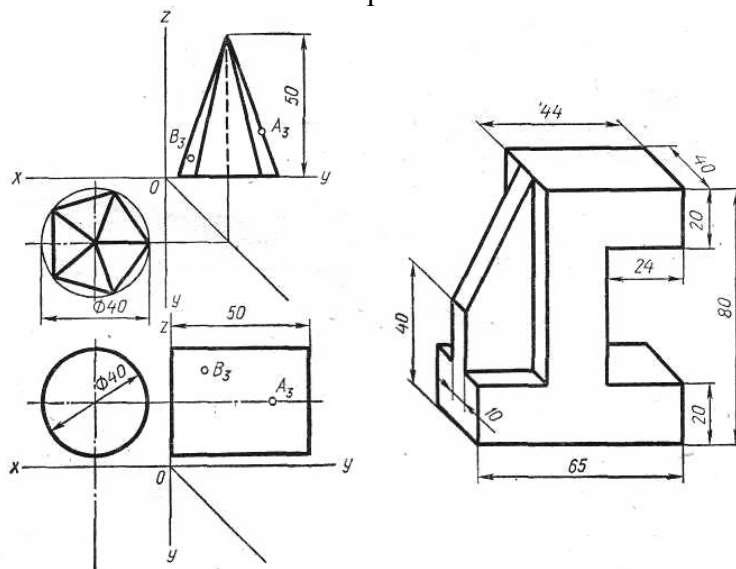


Варіант 6

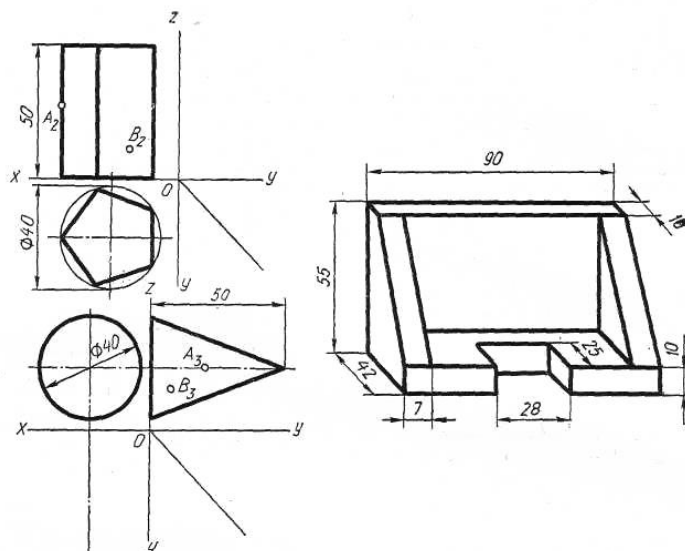
Рис. 23 Завдання до графічної роботи 3 «Геометричні тіла. Комплексне креслення моделі» (продовження)



Варіант 7

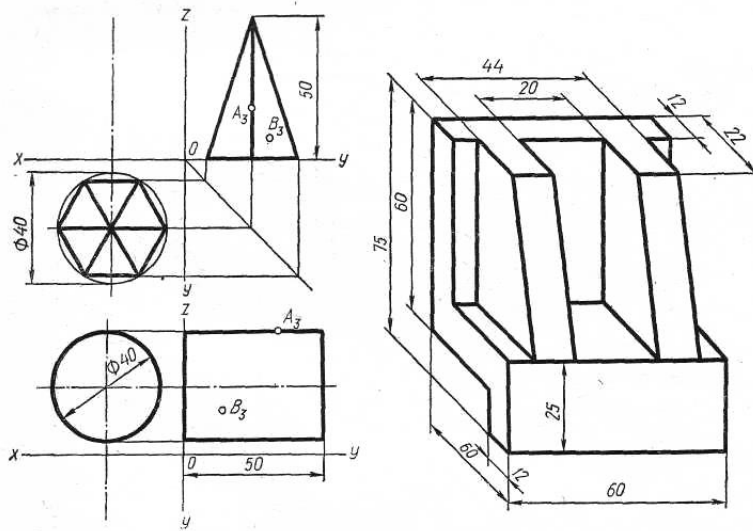


Варіант 8

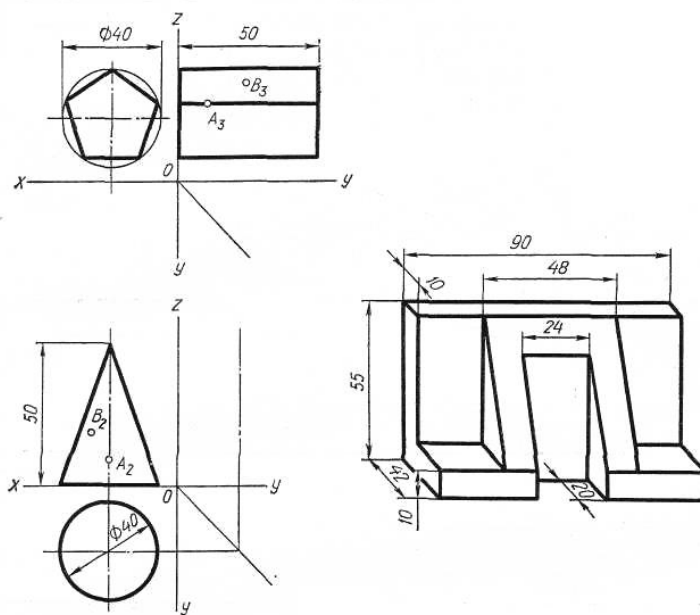


Варіант 9

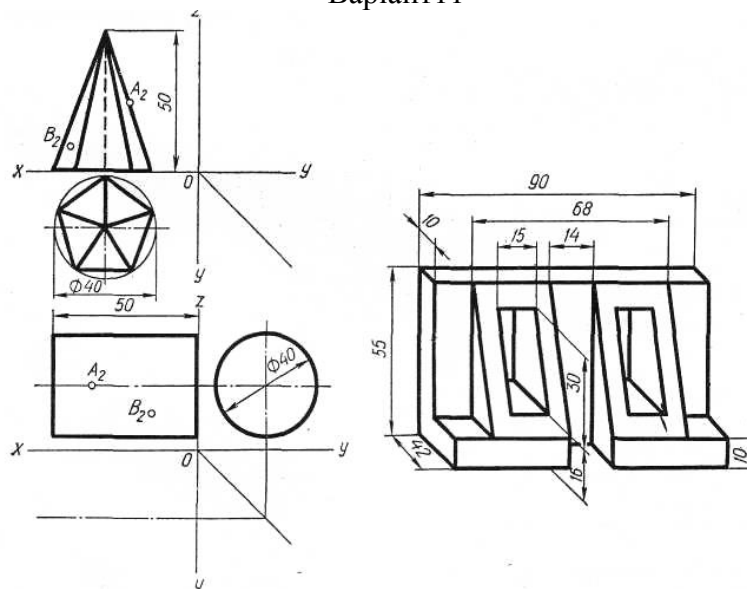
Рис. 24 Завдання до графічної роботи 3 «Геометричні тіла. Комплексне креслення моделі» (продовження)



Варіант 10

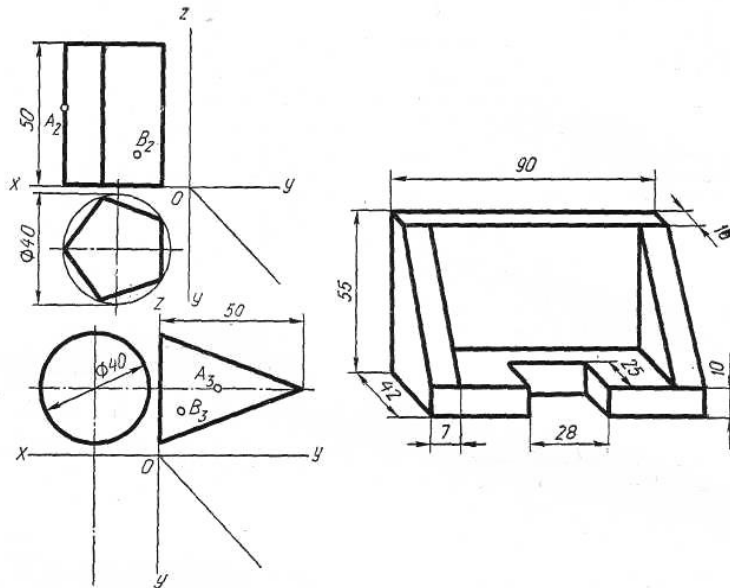


Варіант 11

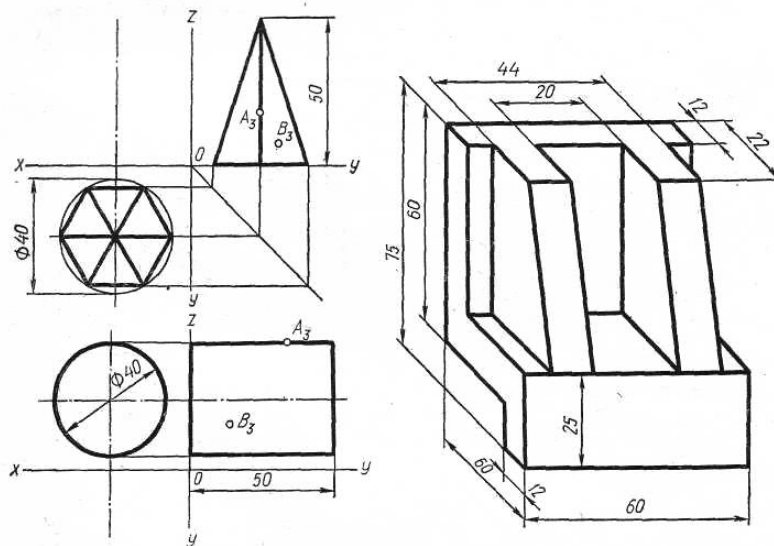


Варіант 12

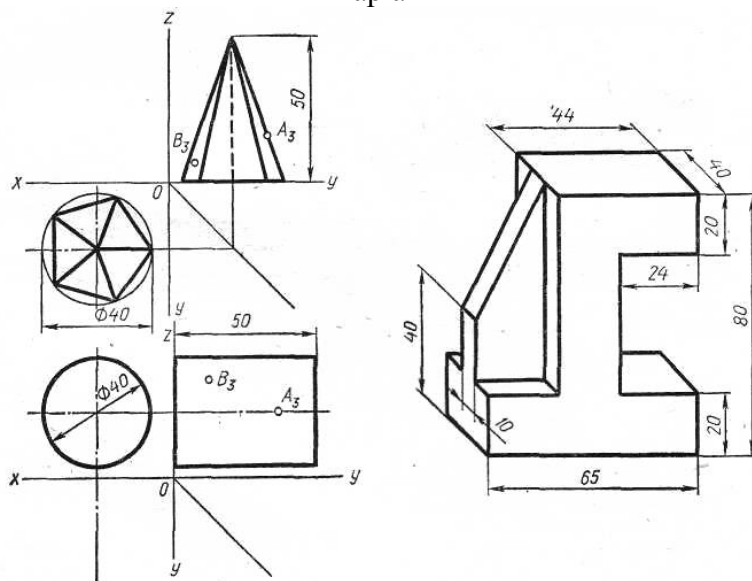
Рис. 25 Завдання до графічної роботи 3 «Геометричні тіла. Комплексне креслення моделі» (продовження)



Варіант 13

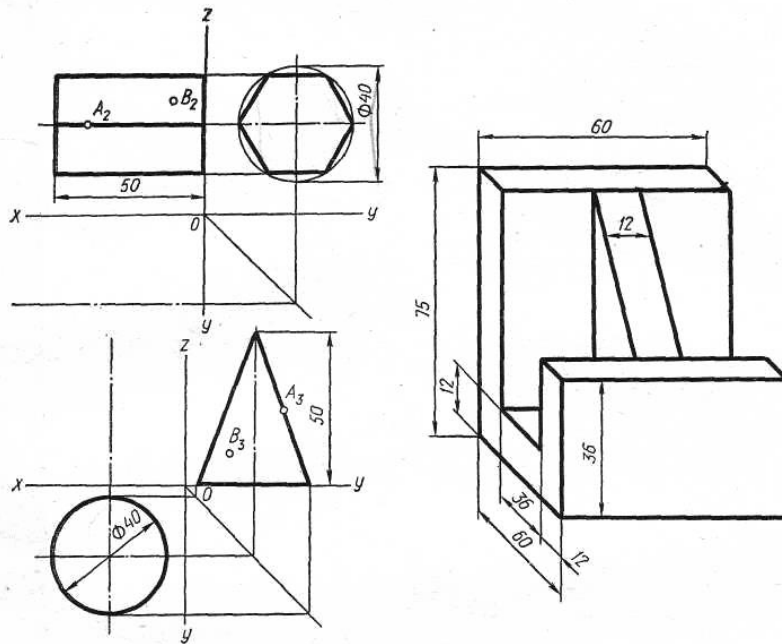


Варіант 14



Варіант 15

Рис. 26 Завдання до графічної роботи 3 «Геометричні тіла. Комплексне креслення моделі» (продовження)



Варіант 16

Рис. 27 Завдання до графічної роботи 3 «Геометричні тіла. Комплексне креслення моделі»

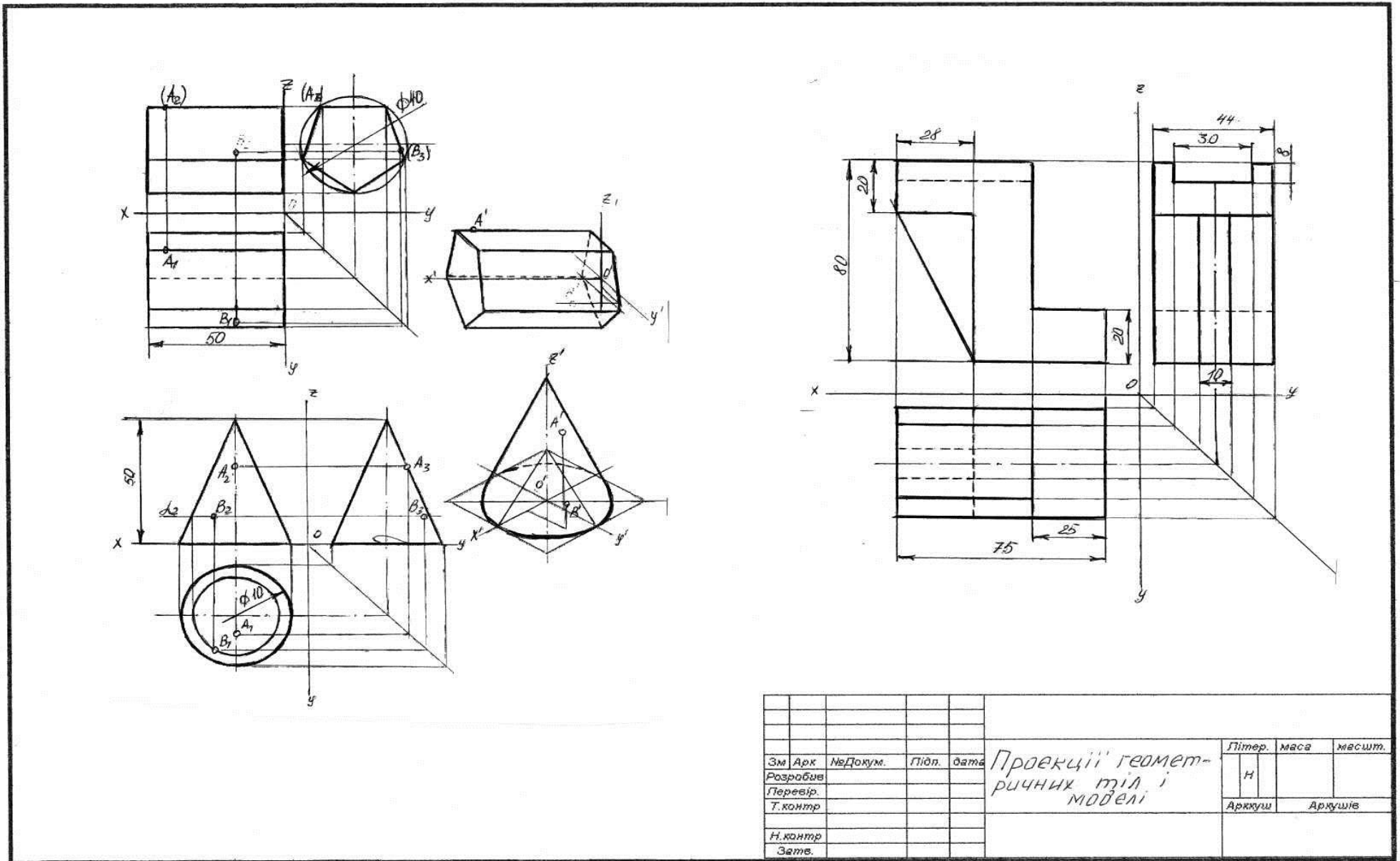
### Контрольні запитання:

7. Для чого потрібний аналіз геометричної форми предмета? \_\_\_\_\_
8. Які геометричні тіла можуть утворювати поверхню предмета? \_\_\_\_\_
9. Які характерні ознаки мають проєкції циліндра, конуса, кулі? \_\_\_\_\_
10. Чим відрізняються проєкції циліндра і конуса, куба і прямокутного паралелепіпеда? \_\_\_\_\_
11. Для яких геометричних тіл за наявності розмірів можна обмежитись однією проєкцією? \_\_\_\_\_
12. У яких геометричних тілах всі проєкції однакові? \_\_\_\_\_

Висновок \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_



Зм	Арх	НаДокум.	Піп.	Дата	Проекції геометричних тіл і моделі	Літер.	Маса	Масшт.
							Н	
						Архив		Архив

Рис. 28 Зразок графічної роботи 3

## **Тема 2.7 Перетин поверхонь геометричних тіл площинами.**

### **Графічна робота 4а.** Комплексне креслення зрізаного багатогранника.

**Мета:** Вивчити правила виконання перерізу геометричних тіл (багатогранників) проектуючими площинами; набути вмінь та навичок побудови комплексних креслень зрізаного багатогранника з нанесенням розмірів, побудови натуральної величини фігури перерізу, розгортки поверхонь зрізаних тіл, зображення зрізаних геометричних тіл(багатогранників), в аксонометричних проекціях.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готувальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [Л-1] с. 161-180; [Л-4] с. 174-177.

### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи:**

При перетині багатогранника площиною утворюється багатогранник, який лежить в січній площині. Вершини багатогранника-це точки перетину ребер багатогранника, а сторони – це лінії перетину його граней із січною площиною.

Кожна задача на перетин геометричного тіла площиною складається з розв'язання комплексу таких питань:

- а) побудова проєкцій фігури перерізу;
- б) визначення натуральної величини фігури перерізу;
- в) побудова розгортки зрізаного тіла;
- г) побудова аксонометричного зображення зрізаного тіла.

Перед виконанням роботи виконати вправи:

### **Хід виконання роботи:**

1. По вказівці викладача слід виконати перетин двох геометричних тіл січною площиною: многогранника – призми (Гр.№4а.1-Гр.№4а.16) чи піраміди (Гр.№4а.1-Гр.№4а.16) – і тіла обертання – циліндра (Гр.№4б.1-Гр.№4б.16) чи конуса (Гр.№4б.1-Гр.№4б.16).

2. В першу чергу виконати зображення, на якому показано напрям січної площини: зрізану частину обвести суцільною тонкою лінією, а залишену -- суцільною основною. На цьому зображенні позначити цифрами точки фігури перерізу: для многогранників це точки перетину площини з ребрами тіла; для тіл обертання потрібно провести 12 твірних і відмітити точки їх перетину з січною площиною.

3. За допомогою ліній зв'язку знайти дві другі проєкції всіх точок фігури перерізу і з'єднати їх за допомогою суцільних основних ( для тіл обертання при цьому застосовують лекала). Проекції фігури перерізу заштрихувати.

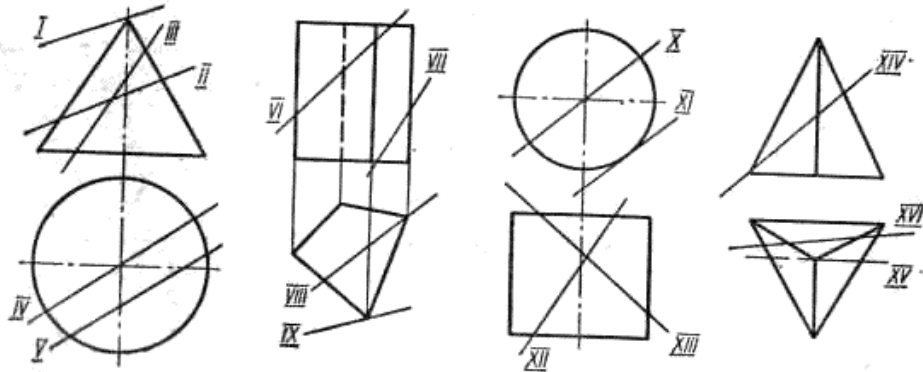
4. Натуральну величину фігури перерізу для призми і циліндра знайти способом обертання, для піраміди і конуса – способом заміни площин проєкцій.

5. Побудувати повну розгортку поверхні зрізаного тіла з зображенням фігури перерізу і зображенням точок перерізу. Лінії згину на розгортці повинні бути штрих-пунктирні тонкі з двома точками.

6. При побудові аксонометричних проєкцій зрізаних тіл застосовувати ізометричну прямокутну проєкцію. Розміщення зрізаних тіл в аксонометричній проєкції повинно відповідати комплексному кресленню.

Вправа 1 Дайте відповіді на поставлені запитання.

Які фігури утворюються в перерізі заданих тіл площинами? (Приклад відповіді: «I – 1, II – 19»)



Відповіді:

- |                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Точка                    | 13. П'ятикутник правильний          |
| 2. Пряма                    | 14. П'ятикутник                     |
| 3. Трикутник рівносторонній | 15. Шестикутник правильний          |
| 4. Трикутник рівнобедрений  | 16. Шестикутник                     |
| 5. Трикутник різносторонній | 17. Семикутник                      |
| 6. Квадрат                  | 18. Коло                            |
| 7. Ромб                     | 19. Еліпс                           |
| 8. Трапеція                 | 20. Частина еліпса, більша половини |
| 9. Трапеція рівнобедрена    | 21. Частина еліпса, менша половини  |
| 10. Чотирикутник            | 22. Дві дуги еліпса                 |
| 11. Прямокутник             | 23. Парабола                        |
| 12. Паралелограм            | 24. Гіпербола.                      |

Вправа 2

Доповніть контури зображень деталей необхідними лініями на малюнках а, б, в.

Визначте поєднанням яких геометричних тіл утворено форми зображених предметів.

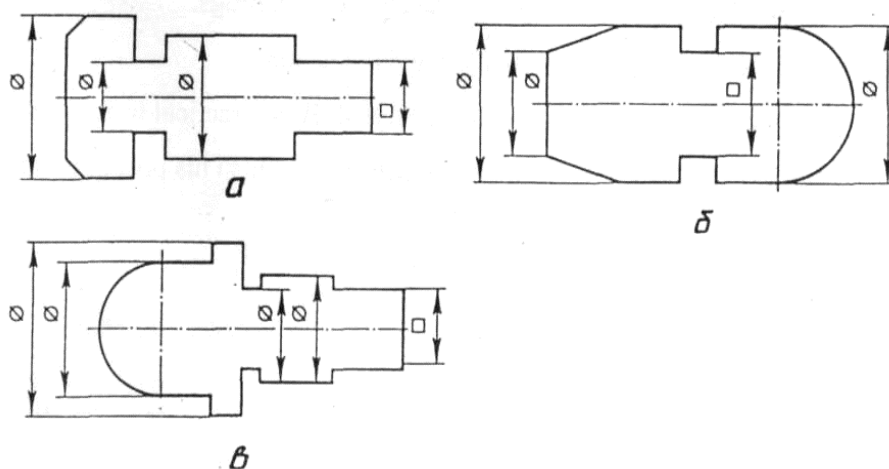


Рис. 29 Креслення деталей

Вправа 3. За наочним зображенням предметів знайдіть їх креслення

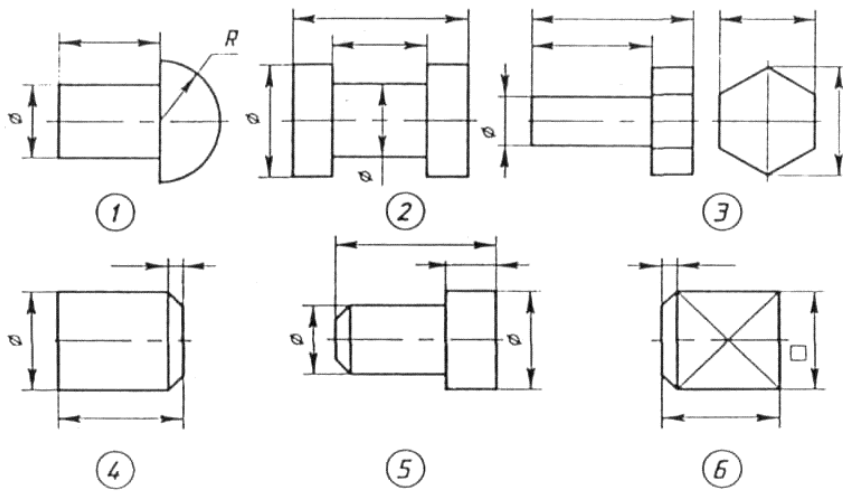
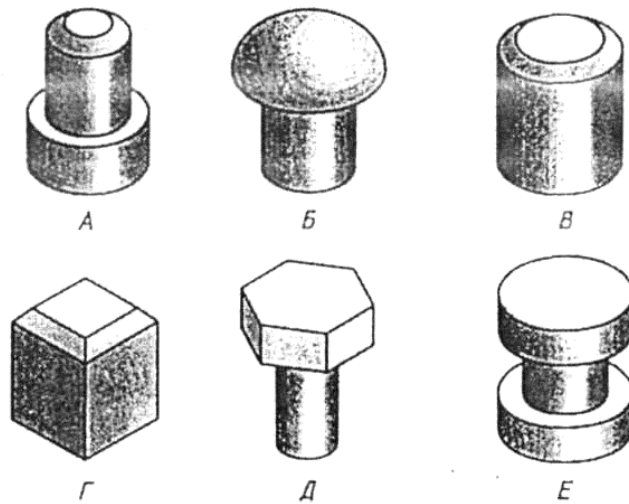


Рис. 30 Технічні рисунки деталей та їх креслення. А - \_\_\_\_\_  
 Б - \_\_\_\_\_  
 В - \_\_\_\_\_  
 Г - \_\_\_\_\_  
 Д - \_\_\_\_\_  
 Е - \_\_\_\_\_

Таблиця 3 Варіанти завдань графічної роботи 4а

Позначення	Варіанти															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
d	55	55	60	50	56	60	52	55	60	54	55	62	50	56	60	52
h	55	60	65	56	62	65	55	60	70	56	62	65	55	60	70	56
a	37	60	46	38	66	42	36	66	35	38	65	40	37	60	35	38
$\alpha$	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45	30	45	45



### Контрольні запитання:

1. Які криві можуть утворитися в перерізі прямого конуса різними площинами ?  
\_\_\_\_\_
2. Які плоскі фігури можуть утворитися в перерізі п'ятигранної призми різними площинами?  
\_\_\_\_\_
3. Як побудувати ізометричне зображення з різної піраміди? \_\_\_\_\_
4. Що називається лінією зрізу і яка послідовність її побудови ? \_\_\_\_\_
5. Як побудувати розгортку зрізаної призми? \_\_\_\_\_

Висновки : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Графічна робота 4б** Комплексне креслення зрізаного тіла обертання.

**Мета:** Вивчити правила виконання перерізу тіла обертання проектуючими площинами; набути вмінь та навичок побудови комплексних креслень зрізаних тіл обертання з нанесенням розмірів, побудови натуральної величини фігури перерізу, розгорток поверхонь зрізаних тіл, зображення зрізаних геометричних тіл обертання в аксонометричних проєкціях.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [1] с.166...167.

### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи:**

У перерізі прямого круглого циліндра площиною можуть утворитися такі фігури:

- а) прямокутник, якщо площина перерізу паралельна осі циліндра;
- б) коло, якщо площина перпендикулярна до осі;
- в) еліпс, коли площина нахилена до осі.

Кожна задача на перетин тіла обертання площиною складається з розв'язання комплексу таких питань:

- а) побудови проєкції фігури перерізу шляхом поділу кола основи (горизонтальну проєкцію циліндра) на кілька рівних частин;
- б) визначення натуральної величини фігури перерізу;
- в) побудови аксонометричного зображення зрізаного тіла обертання.

### **Хід виконання роботи:**

1. По вказівці викладача слід виконати перетин двох геометричних тіл січною площиною: многогранника – призми (Гр.№4а.1-Гр.№4а.16) чи піраміди (Гр.№4а.1-Гр.№4а.16) – і тіла обертання – циліндра (Гр.№4б.1-Гр.№4б.16) чи конуса (Гр.№4б.1-Гр.№4б.16).

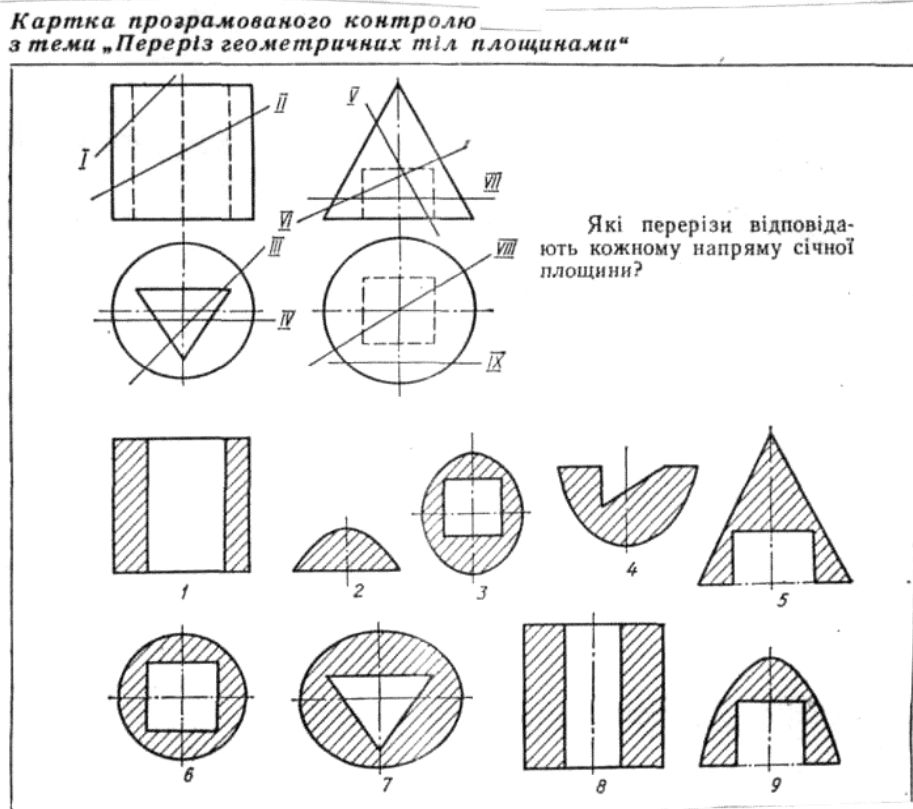
2. В першу чергу виконати зображення, на якому показано напрям січної площини: зрізану частину обвести суцільною тонкою лінією, а залишену -- суцільною основною. На цьому зображенні позначити цифрами точки фігури перерізу: для многогранників це точки перетину площини з ребрами тіла; для тіл обертання потрібно провести 12 твірних і відмітити точки їх перетину з січною площиною.

3. За допомогою ліній зв'язку знайти дві другі проєкції всіх точок фігури перерізу і з'єднати їх за допомогою суцільних основних ( для тіл обертання при цьому застосовують лекала). Проєкції фігури перерізу заштрихувати.

4. Натуральну величину фігури перерізу для призми і циліндра знайти способом обертання, для піраміди і конусу – способом заміни площин проєкцій.

5. Побудувати повну розгортку поверхні зрізаного тіла з зображенням фігури перерізу і зображенням точок перерізу. Лінії згину на розгортці повинні бути штрих-пунктирні тонкі з двома точками.

6. При побудові аксонометричних проєкцій зрізаних тіл застосовувати ізометричну прямокутну проєкцію. Розміщення зрізаних тіл в аксонометричній проєкції повинно відповідати комплексному кресленню.

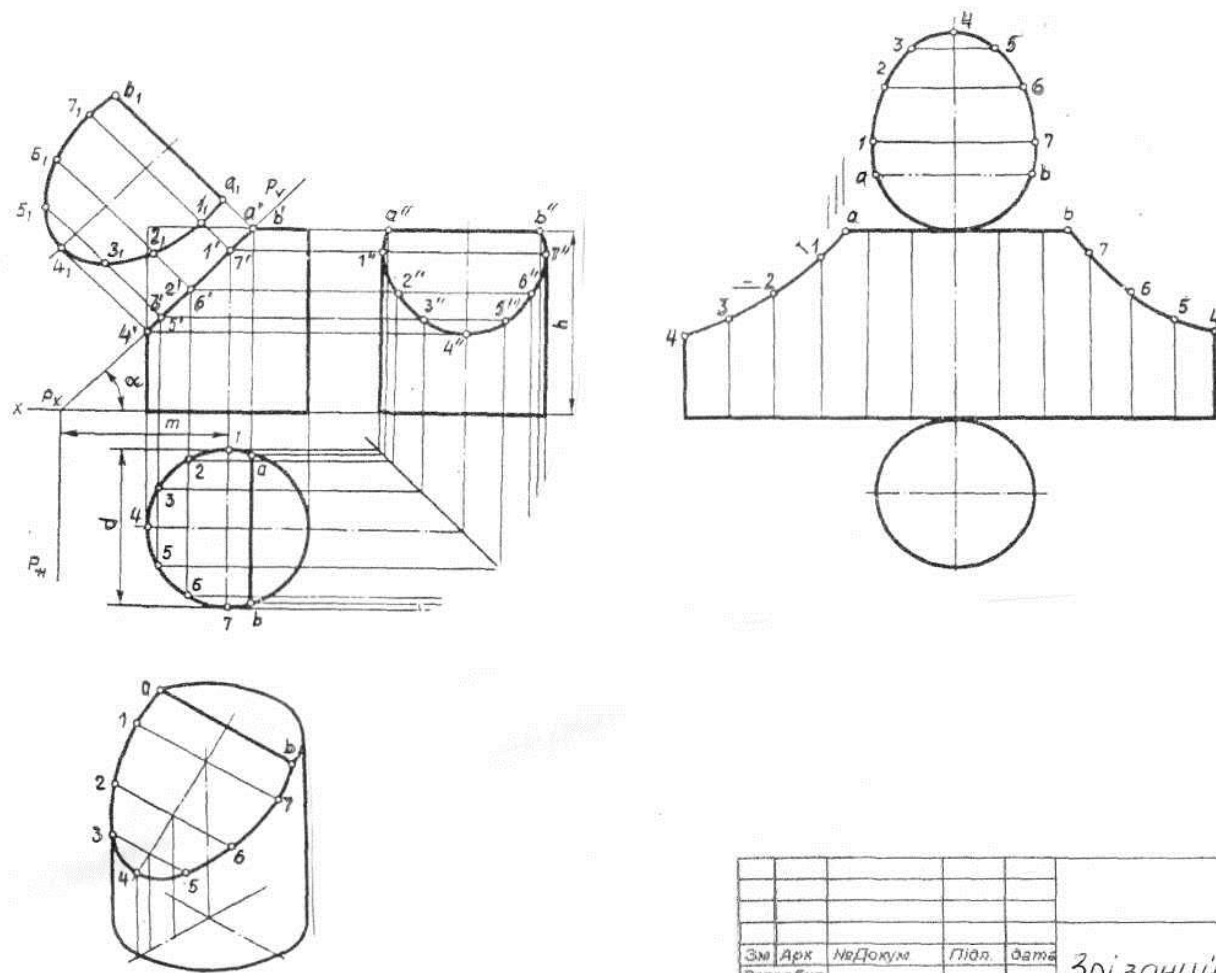


Вправа 1 Дайте відповіді на наступні запитання

Січна площина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Відповідний переріз									

Таблиця 4 Варіанти завдань графічної роботи 4б

Позначення	Варіанти															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
d	60	58	54	62	60	58	54	62	60	58	54	62	60	58	54	62
h	70	65	72	68	70	65	72	68	70	65	72	68	70	65	72	68
m	32	42	40	33	32	42	40	33	32	42	40	33	32	42	40	33
$\alpha$	60	45	45	60	60	45	45	60	60	45	45	60	60	45	45	60



						Пітер.	маса	масшт.
Зм	Арх	НаДокум	Підл.	Дата	Зрізаний циліндр			
Розробив					Н			
Перевір					Аркуш	Аркуше		
Т. контр								
Н. контр								
Зам.								

Рис. 32 Зразок графічної роботи 4б

### Контрольні запитання:

1. Як побудувати ізометричне зображення зрізаної кулі ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Які криві можуть утворитися в перерізі прямого конуса різними площинами ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Як побудувати розгортку зрізаного конуса ? Зрізаного циліндра ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Як визначається видимість точок ліній перетину ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Як перетинаються між собою поверхні обертання із спільною віссю ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Які умови потрібні для застосування допоміжних сферичних поверхонь ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема 2.8. Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл**

**Графічна робота 5а** Побудова комплексного креслення та аксонометрії поверхонь геометричних тіл, що перетинаються.

**Мета:** Вивчити правила побудови ліній перетину поверхонь багатогранників за допомогою січних площин; Набути навичок побудови ліній перетину багатогранників, комплексних креслень та аксонометричних проєкцій поверхонь двох геометричних тіл, які перетинаються.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [1] с. 180...186;

### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи:**

Спільна лінія двох поверхонь - називається лінією їх перетину. Лінією перетину двох багатогранників буде одна або дві просторові, ламані і замкнуті лінії. Вершини цих ліній визначають точки зустрічі ребер одного багатогранника з гранями другого. Основним етапом розв'язання завдання є визначення видимості окремих відрізків ліній перетину. Побудова аксонометричної проєкції багатогранників виконується в прямокутній ізометрії.

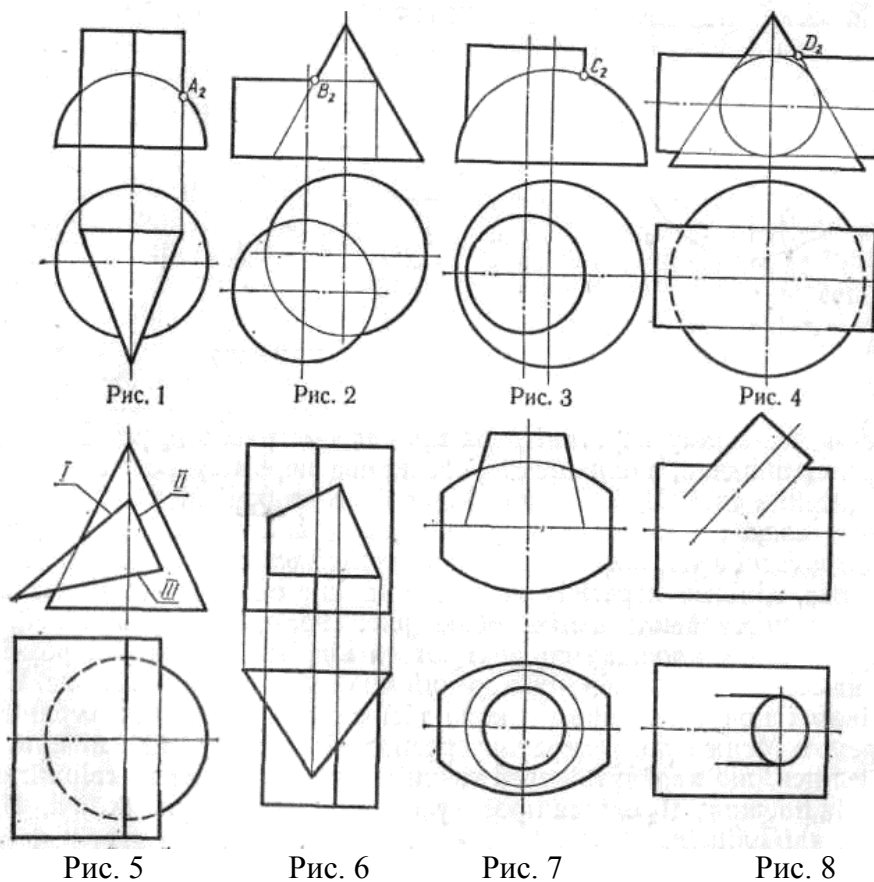
### **Хід виконання графічної роботи:**

1. По даним рис зразок виконання графічної роботи і розмірами за таблицею № перекреслити умови свого варіанту. Горизонтальну проєкцію із моделі призми що перетинаються обвести суцільною основною лінією, так як на цьому зображенні змін не буде.
2. Фронтальні і профільні проєкції точок ліній перетину, ребер із гранями призми, знайти за допомогою ліній зв'язку.
3. З'єднавши послідовно проєкції отриманих точок, одержати проєкції ліній перетину. Нанести невидимий контур, штриховими лініями.
4. Фронтальні проєкції точок ліній перетину знайти за допомогою ліній зв'язку.
5. Побудувати ізометричну прямокутну проєкцію призми, на яку перенести всі передні точки ліній перетину, використовуючи координати цих точок відносно центру основи призми. Точки з'єднати прямими лініями.
6. Із знайдених точок провести прямі паралельні осі  $O_x$ , на яких відкласти відстань між передніми та задніми точками ліній перетину, обвести лінії перетину з урахуванням їх видимості.

Таблиця 5 Варіанти завдань графічної роботи 5а

Позначення	№ варіанта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
d	55	54	70	56	55	54	70	56	54	56	70	54	55	54	70	56
h	65	72	70	68	64	72	68	68	65	71	70	68	62	72	70	68
m	10	8	15	16	10	8	14	16	9	8	14	16	10	8	15	16
e	55	72	75	60	56	72	76	60	55	71	75	60	55	72	76	60
h <sub>1</sub>	28	45	48	40	38	45	47	40	38	45	48	40	38	45	47	40
a	44	45	52	40	44	45	50	40	44	45	52	40	44	45	50	40
k	74	84	108	70	74	84	110	70	74	84	110	70	74	84	108	72

Вправа 1 Дайте відповіді на питання по темі: “Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл”



1. На яких рисунках (рис.1-8) для розв'язання завдання доцільно використати горизонтальні січні площини?

2. На яких рисунках (рис. 1-8) для розв'язання завдання доцільно використати фронтальні січні площини?
3. На яких рисунках (рис. 1-8) завдання можна розв'язати за допомогою сфер?
4. В яких випадках для розв'язання можна використати теорему Монжа (рис. 1-8)?
5. Скільки вершин має замкнена лінія перетину призм на рис. 6?
6. Які криві утворюються в перетині конуса гранями *I, II, III* призми (рис. 5)?
7. Які з точок А, В, С, D належать лінії перетину заданих поверхонь (рис. 1-4)?
8. В яких випадках у перетині утворюється одна замкнена лінія (рис. 1-8)?
9. На яких рисунках (рис. 1-8) лінія перетину є плавною замкнутою кривою?
10. На яких рисунках (рис. 1-8) лінія перетину тіл складається з кількох плоских кривих другого порядку?



### Контрольні запитання:

1. Яка лінія перетину утворюється при перетині двох многогранників? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Який загальний план розв'язання задач на перетин поверхонь? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Як визначається видимість точок ліній перетину? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Що називається лінією перетину? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

**Графічна робота 5б** Комплексне креслення та аксонометрична проекція двох тіл обертання, осі яких перетинаються.

**Мета:** Вивчити правила та способи побудови ліній перетину поверхонь тіл обертання за допомогою допоміжних, Січних площин посередників концентричних та ексцентричних сфер. Набути навичок побудови ліній перетину поверхонь тіл обертання, комплексних креслень та аксонометричних проекцій двох тіл обертання, нанесення необхідних розмірів.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готувальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [1] с. 190...196;

### **Методичні вказівки до виконання графічної роботи:**

У перетині тіл обертання дістають одну або дві просторові замкнені криві, які в окремих випадках розпадаються на плоскі криві другого порядку або навіть на прямі лінії. Для побудови точок, що належать лінії перетину, використовують спосіб допоміжних сфер. Спосіб концентричних сфер ґрунтується на тому, що сфера перетинається з поверхнею обертання по колах, якщо вісь цієї поверхні проходить через центр сфери.

Розв'язують завдання за таким планом:

- а) з точки перетину осей заданих поверхонь як із центра проводять допоміжні сфери;
- б) знаходять кола, по яких допоміжні сфери перетинаються окремо з кожною із заданих поверхонь;
- в) знаходять спільні точки перетину поверхонь тіл.

### **Хід виконання роботи:**

1. Пропонується знайти лінії перетину тіл обертання з осями, що не перетинаються (Гр.№5б.1—Гр.№5б.16)
2. Задачу слід вирішувати за допомогою допоміжних площин-посередників рівня. Напрямок площини вибрати з таким розрахунком, щоб обидва тіла перетиналися по простим плоским фігурам: колам, прямокутникам, трикутникам. (Можна вирішити задачу за допомогою допоміжних ліній і по належності точок на поверхні). В першу чергу знайти опорні точки, а потім — проміжні(випадкові). Число останніх вибрати таке, щоб розміщення проекцій ліній перетину визначалося як найбільш чітко. Знайдені точки позначають цифрами. Щоб полегшити студенту задачу, в завданні кожного варіанту вказана одна допоміжна площина-посередник і знайдена для цієї побудови пара точок.

3. Лінії перетину тіл обертання – це просторові лінії, які проєктуються в плоскі лекальні криві. Тому проєкції точок слід з'єднувати по лекалу. В деяких випадках потрібно знайти невидимі частини лінії перетину тіл і обвести їх штриховими лініями.

Таблиця. 6 Варіантів завдань графічної роботи 5б.

Позначення	№ варіанта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R	45	40	42	45	42	40	45	44	40	45	40	45	45	35	44	45
d	80	90	88	85	95	45	80	94	45	85	90	90	80	80	95	85
h	80	85	85	85	86	80	85	90	90	88	80	94	90	80	90	85
k	110	105	110	110	115	105	110	105	108	100	105	110	105	100	115	105

Вправа: Побудувати лінію взаємного перетину циліндра з кулею.

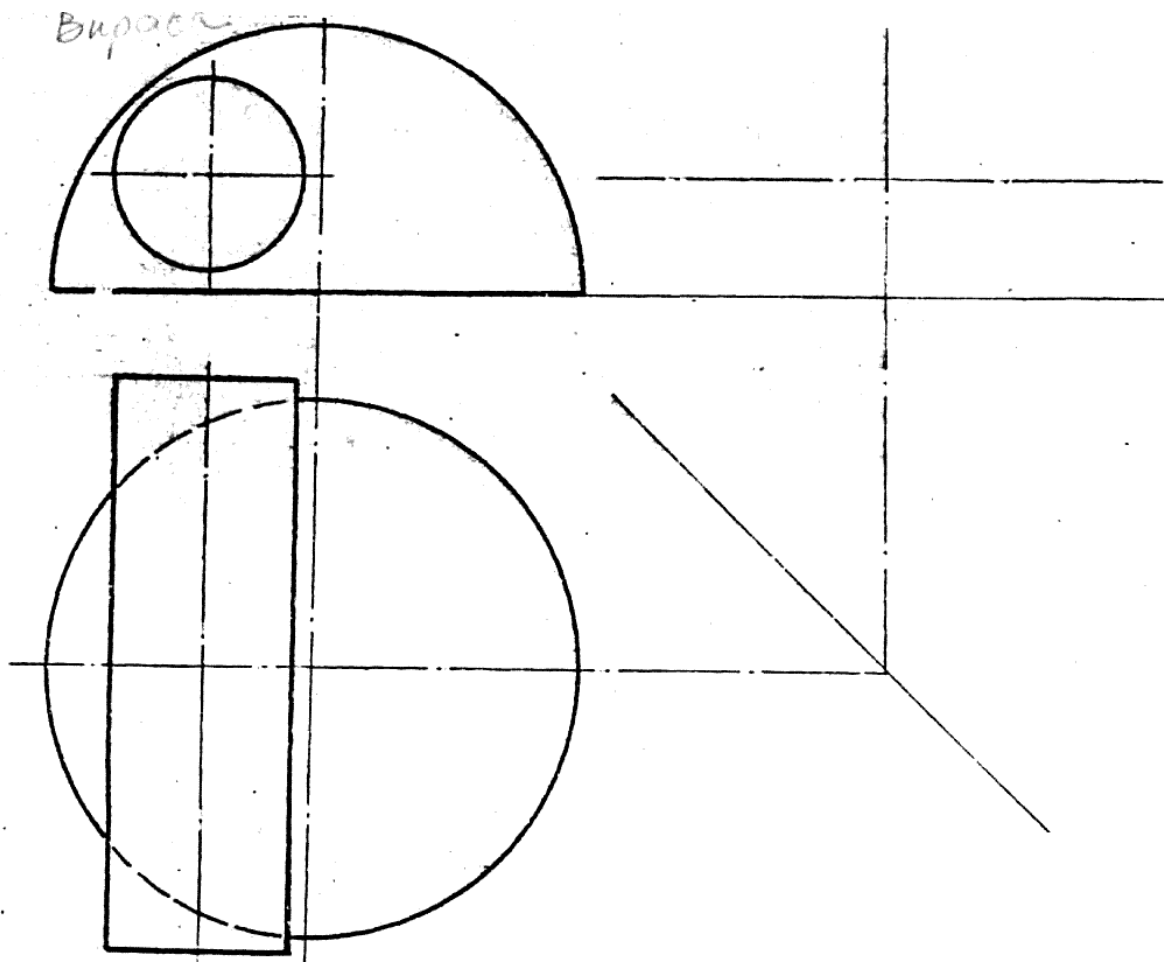


Рис. 34 Взаємний перетин циліндра з кулею.



## Контрольні запитання:

1. Як перетинаються між собою поверхні обертання із спільною віссю ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Який план розв'язання задач при допомозі сферичних посередників ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Назвіть чотири випадки взаємного перетину двох поверхонь ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Які умови необхідні для розв'язання задач способом допоміжних сфер? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Що називається лінією переходу ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Як будується лінія перетину поверхонь ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. В яких випадках поверхні обертання перетинаються по плоских кривих поверхнях ?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема : 2.9 Проекційне креслення.

### Графічна робота 6 Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією.

Нанесення розмірів.

**Мета:** Засвоїти теоретичні правила та набути практичних навичок проектування моделей на три площини проекцій, побудови комплексних креслень, нанесення необхідних розмірів.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готувальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [1] с.198...204,  
[3] с.191...204.

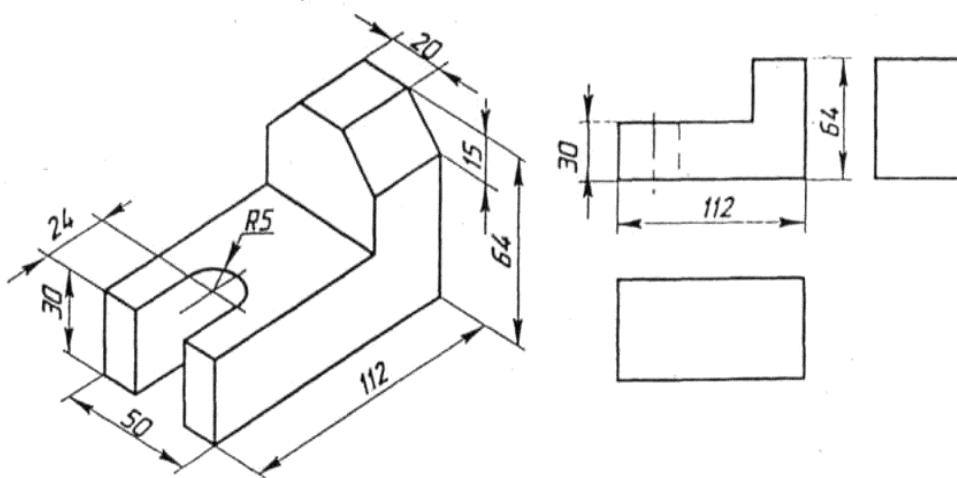
### Методичні вказівки:

1. На основі аксонометричних проекцій моделей (Гр.№6.1—Гр.№6.16) чітко представити собі її форму. Всі отвори вважати наскрізними.
2. Якщо модель симетрична, то починати з проведення осей симетрії, які є основою зображення.
3. Всі побудови виконувати за допомогою ліній зв'язку, які слід зберігати на кресленні. Нанести розміри.
4. Перед виконанням графічної роботи необхідно виконати вправи.

### Хід виконання графічної роботи:

1. Вибираємо формат і масштаб (бажано 1:1) зображення.
2. Креслимо рамку і виділяємо місце під основний напис. Виконуємо компоновку креслення.
3. В тонких лініях викреслюємо контури зображення, необхідні розрізи. Перевіряємо і обводимо, при виконанні розрізів наносимо штриховку.
4. Проводимо виносні і розмірні лінії, проставляємо необхідні розміри.
5. Викреслюємо і заповнюємо основний напис, обводимо основною лінією рамку.

Вправа 1. За наочним зображенням і головним виглядом предмета, побудуйте ще два його вигляду, обмежені габаритними прямокутниками.



а)

б)

Рис. 36 Аксонометрична проекція (а); комплексне креслення (б).

Вправа 2 Побудуйте відсутній третій вигляд предмета на мал. а, б.

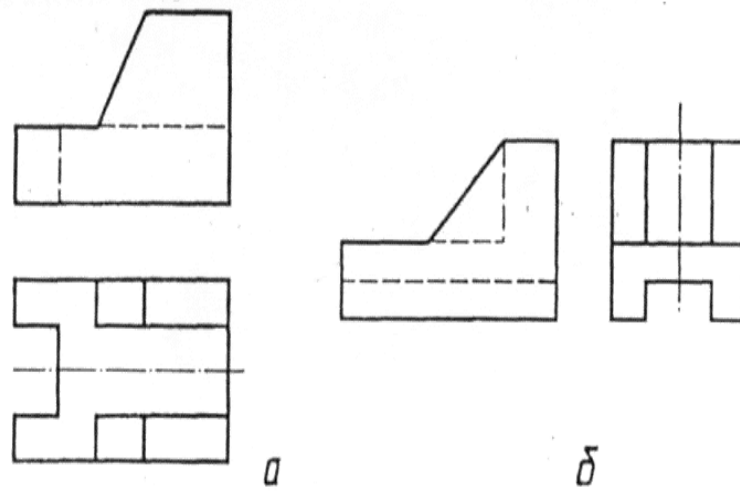


Рис.37 Комплексні креслення (а і б) моделей.

Вправа 3 Доповніть креслення на мал. а, б, необхідними лініями.

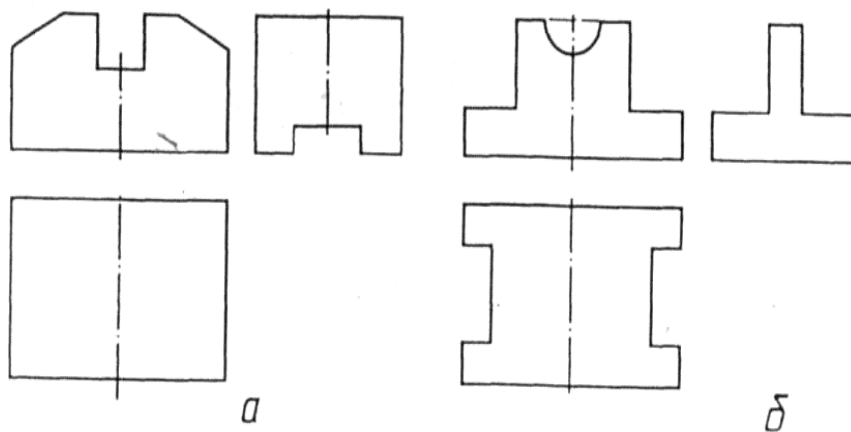
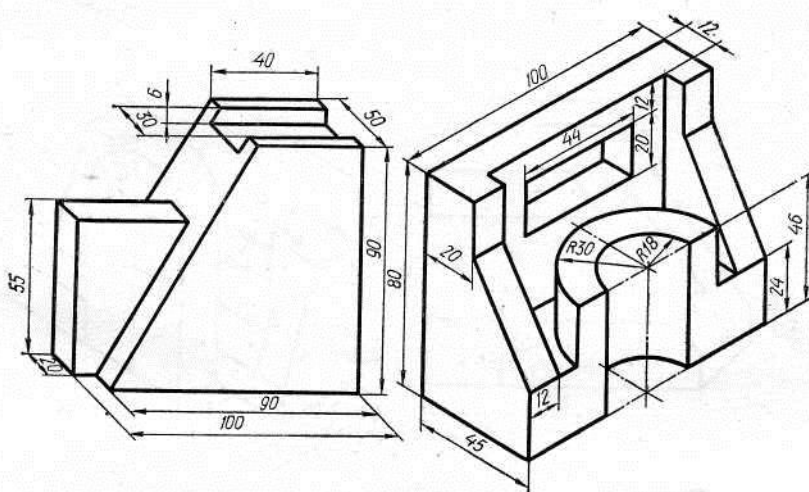
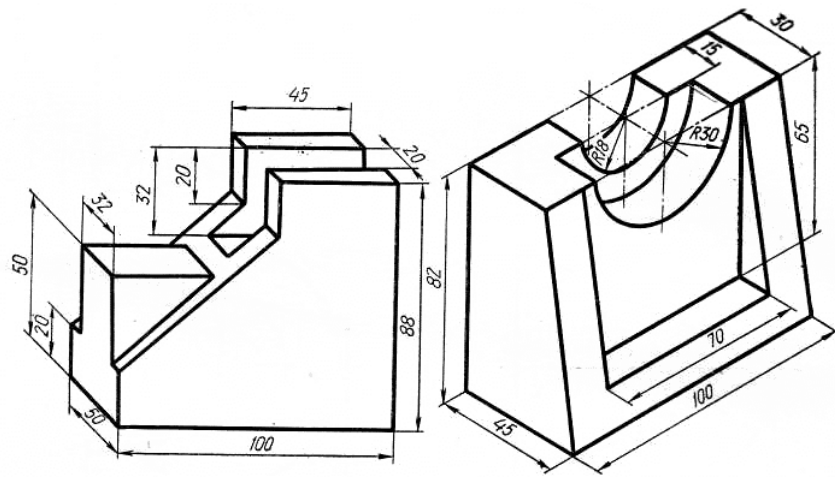


Рис. 38 Комплексні креслення (а і б) моделей.

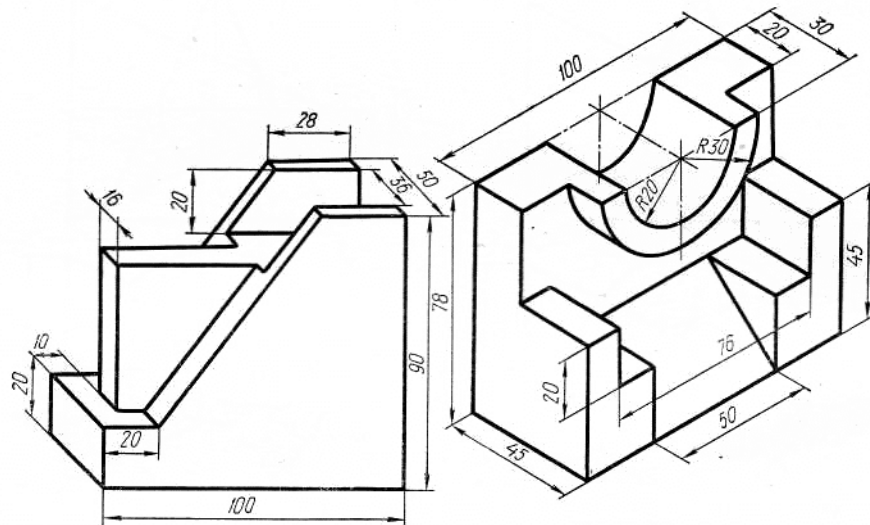


Варіант 1

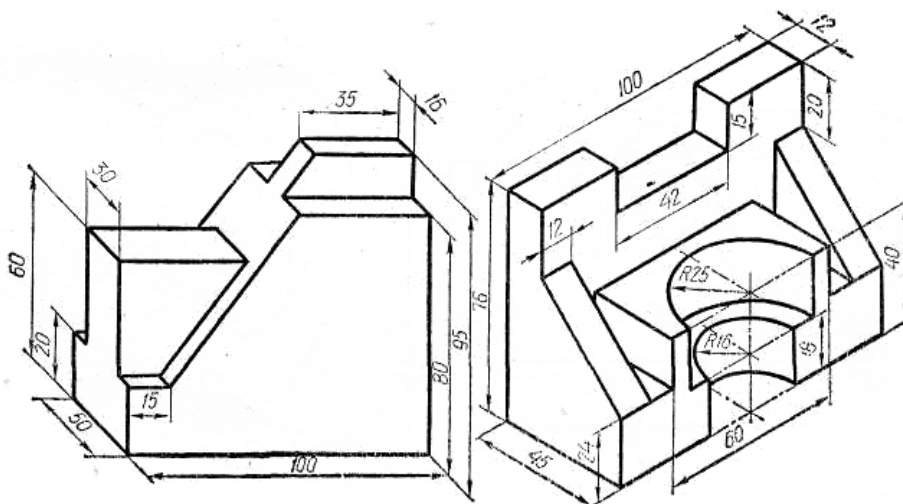
Рис. 39 Завдання до графічної роботи 6 «Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією»



Варіант 2

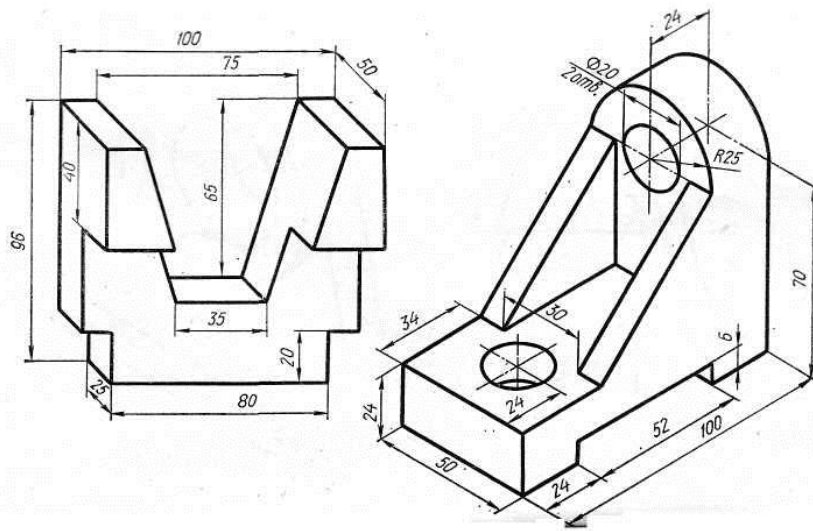


Варіант 3

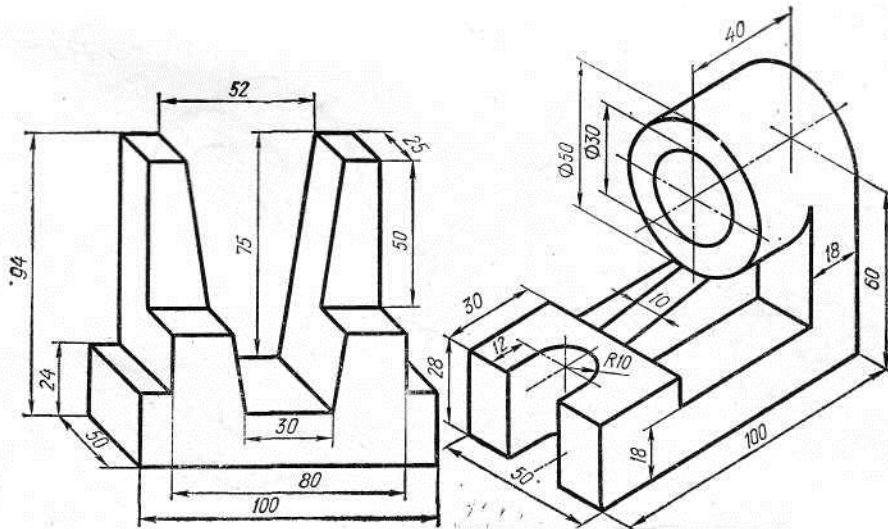


Варіант 4

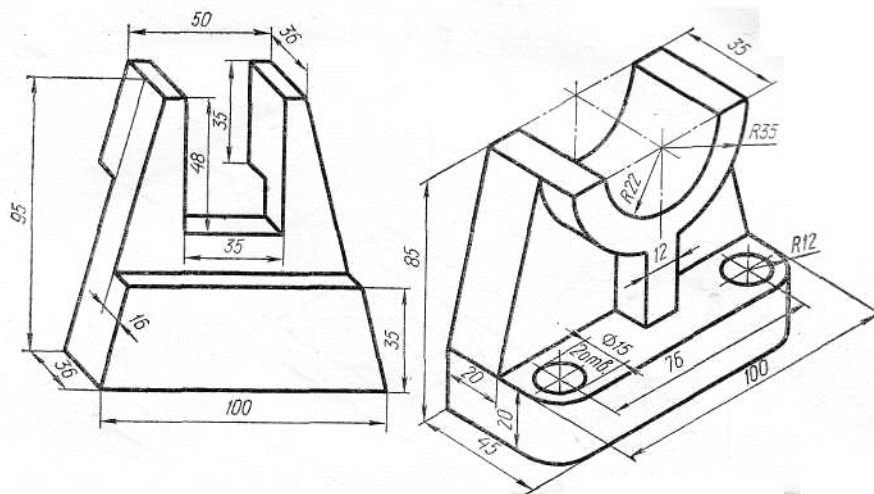
Рис. 40 Завдання до графічної роботи 6 «Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією» (продовження)



Варіант 5

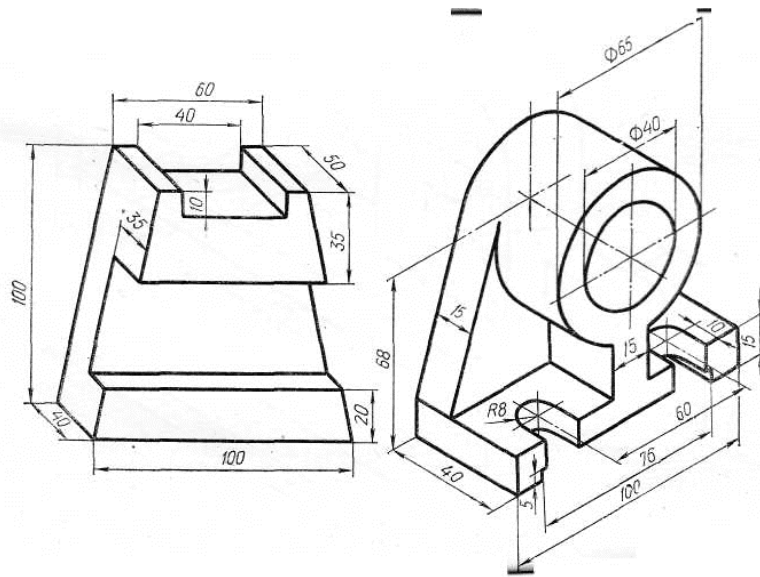


Варіант 6

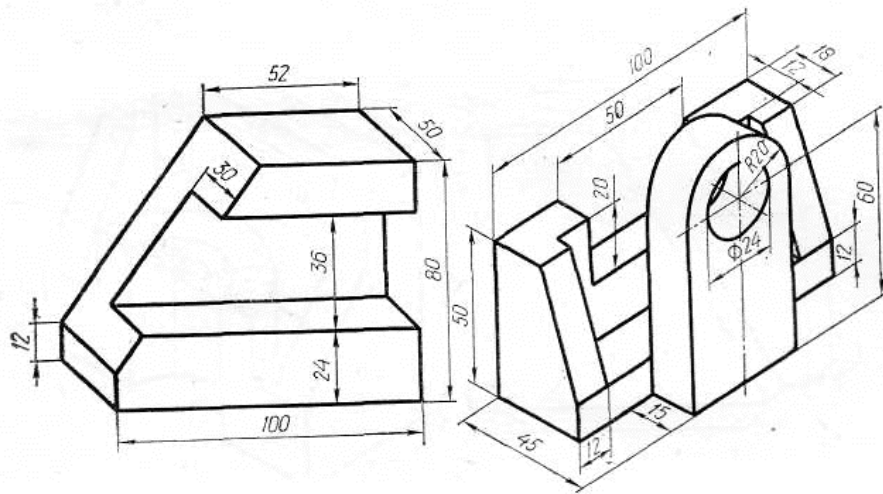


Варіант 7

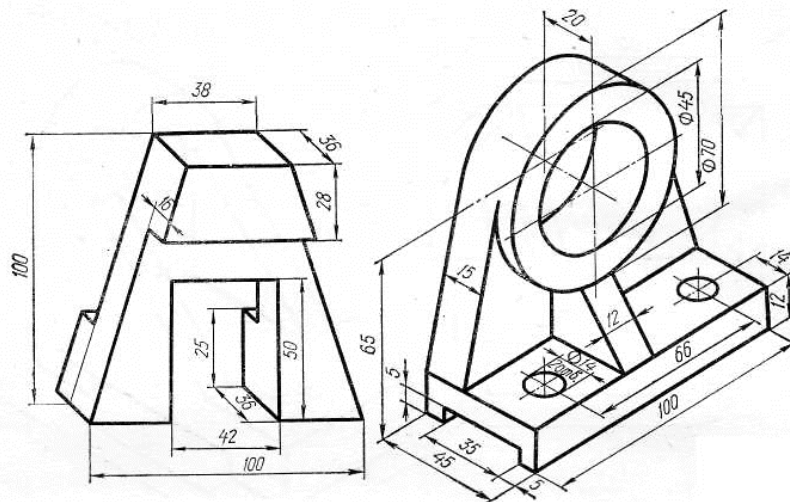
Рис. 41 Завдання до графічної роботи 6 «Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією» (продовження)



Варіант 8

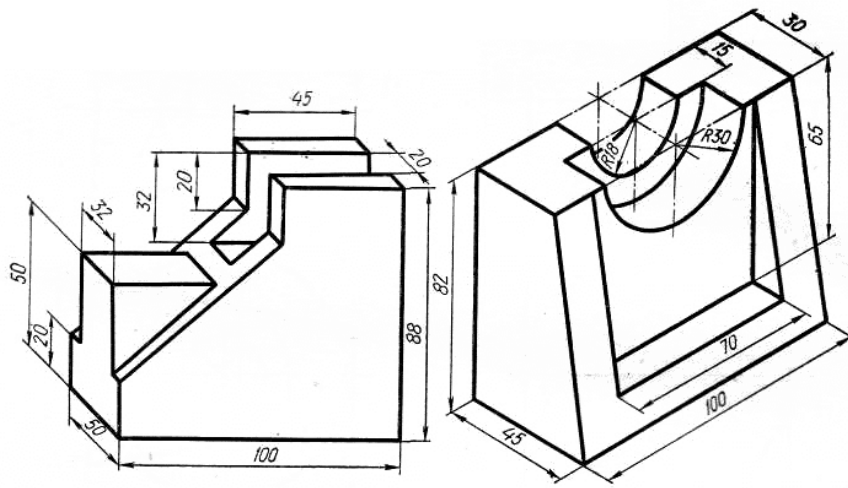


Варіант 9

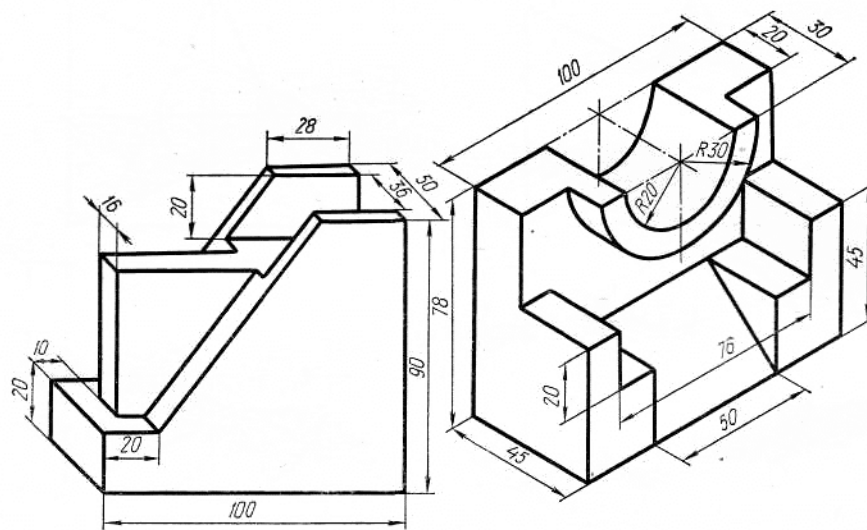


Варіант 10

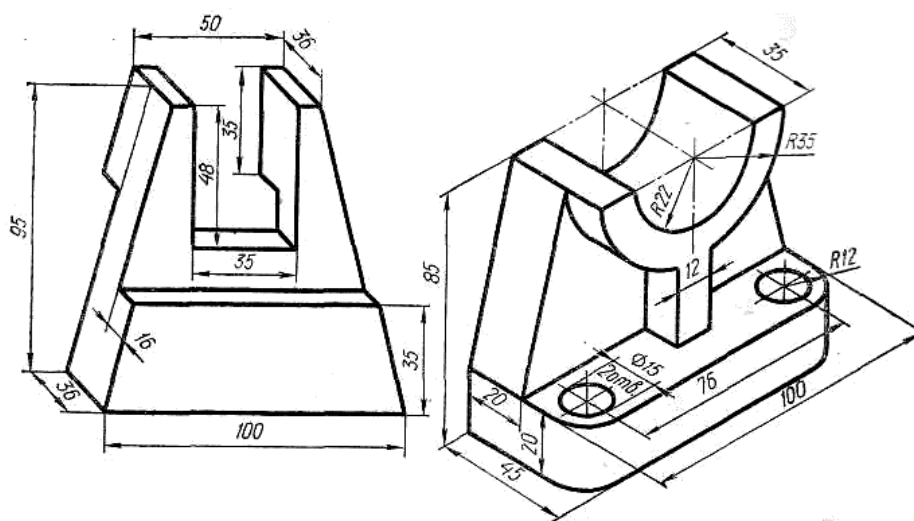
Рис. 42 Завдання до графічної роботи 6 «Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією» (продовження)



Варіант 11

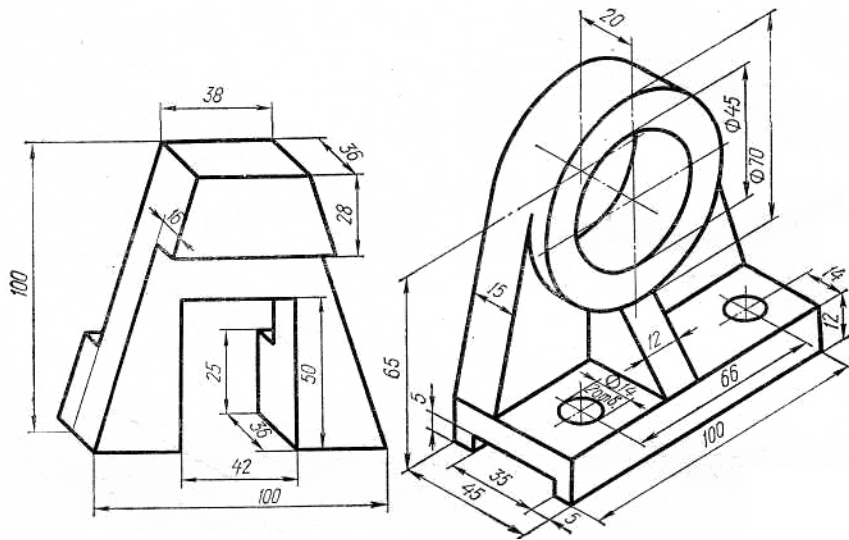


Варіант 12

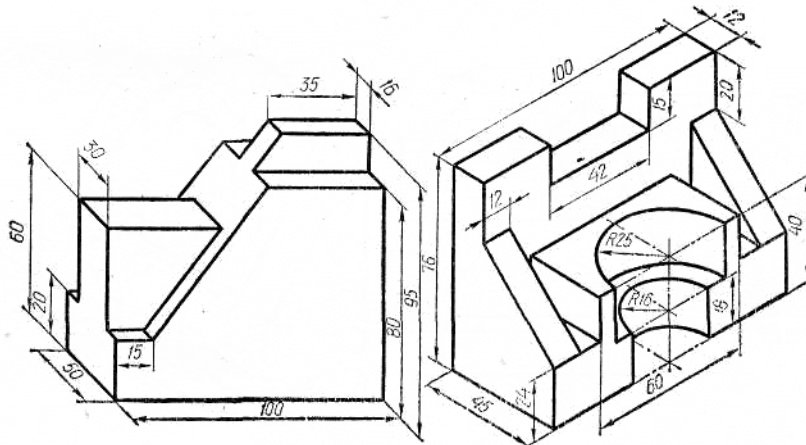


Варіант 13

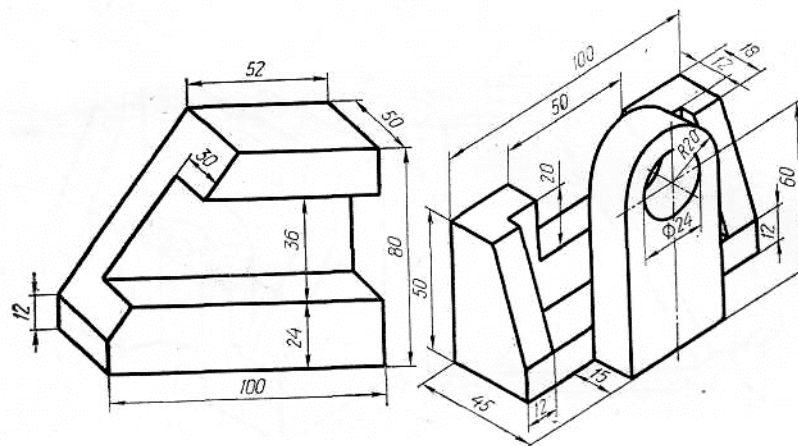
Рис. 43 Завдання до графічної роботи 6 «Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією» (продовження)



Варіант 14



Варіант 15



Варіант 16

Рис. 44 Завдання до графічної роботи 6 «Побудова комплексного креслення моделі за аксонометрією» (продовження)

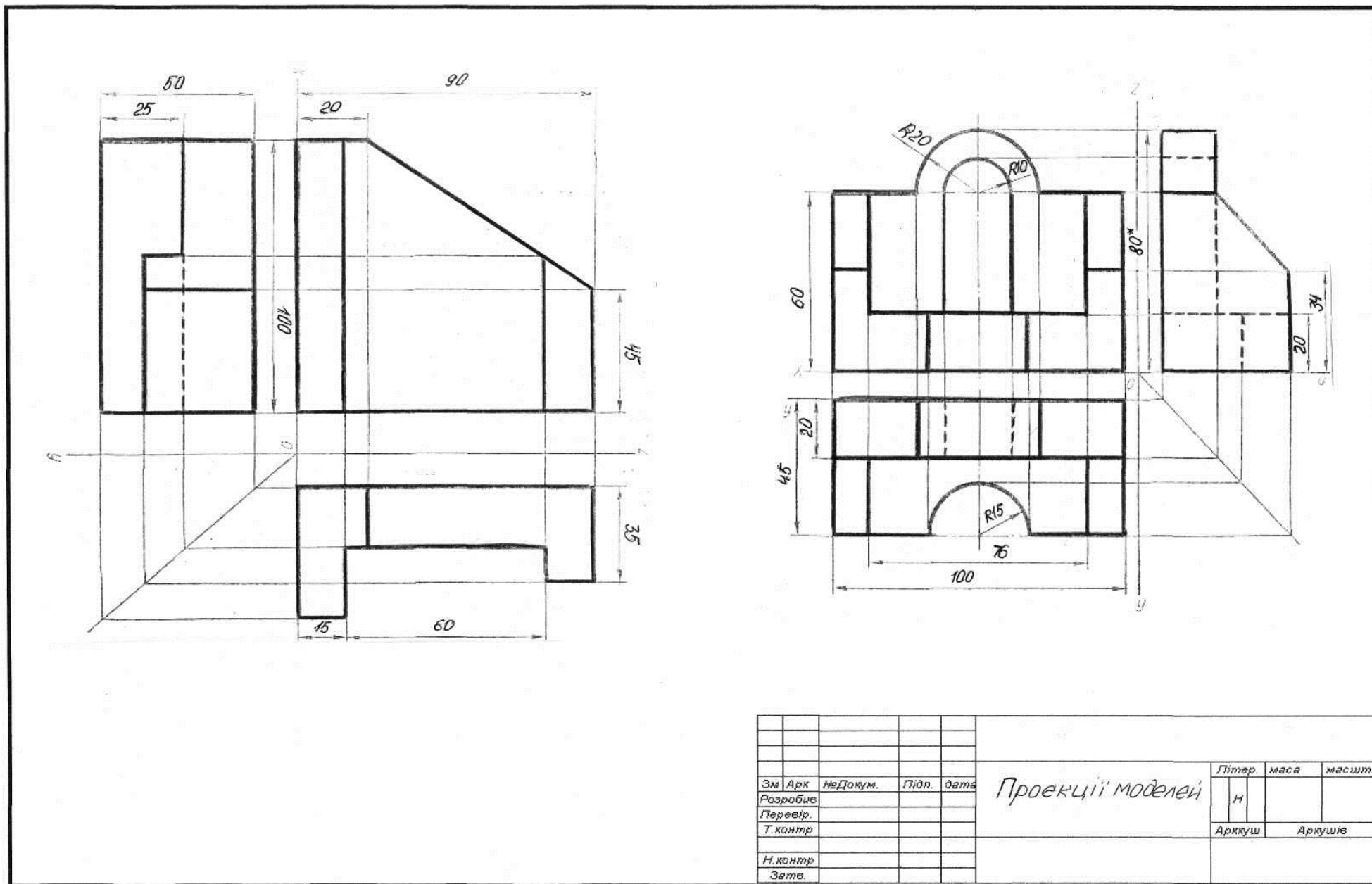


Рис. 45 Зразок графічної роботи 6

## Контрольні запитання:

1. Яке проєціювання називають центральним, паралельним, прямокутним, косокутним? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Який із способів проєціювання прийнято за основний? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Чи завжди достатньо на кресленні однієї проєкції предмета? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Дайте означення вигляду? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Як на кресленні розміщують вигляди? Який вигляд і чому називається головним? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема: 2.10 Проекційне креслення.**

**Графічна робота 7** За двома даними проєкціями моделі побудувати третю з використанням простих розрізів. Аксонометрія моделі з вирізом четверті. Нанесення розмірів.

**Мета:** Засвоїти теоретичні правила та набути практичних навичок побудови комплексного креслення моделі з нанесенням необхідних розмірів. Вивчити класифікацію і способи одержання розрізів та набути практичних навичок виконання та позначення розрізів, поєднання половини вигляду з половиною розрізу, нанесення розмірів. Набути навичок побудови аксонометричної проєкції моделі з вирізом передньої частини по вісях  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готовальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [ Л1] с. 205-211  
[ Л3] с. 214-217

### **Методичні вказівки:**

Для побудови третьої проєкції моделі за двома даними з використанням необхідних розрізів потрібно знати: правила проєкційного креслення, класифікацію розрізів, їх зображення та позначення, особливості поєднання половини вигляду з половиною розрізу. Необхідно провести повний аналіз внутрішньої і зовнішньої будови моделі, виконати необхідні розрізи. При необхідності поєднати половину вигляду з половиною розрізу. Побудова аксонометричної проєкції моделі виконується в прямокутній ізометрії. Виріз  $\frac{1}{4}$  частини моделі виконується по вісях  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ . Нанести необхідні розміри у відповідності вимогам ГОСТ 2.307-68.

Перед виконанням графічної роботи виконати вправи 1-4.

### **Хід виконання графічної роботи.**

1. Вибираємо формат і масштаб (бажано 1:1) зображення.
2. Креслимо рамку і вибираємо місце під основний напис. Виконуємо компоновку креслення.
3. В тонких лініях викреслюємо умову графічної роботи – фронтальну і горизонтальну проєкції.
4. За двома проєкціями будуємо третю. Приміняємо безостий метод.
5. Виконуємо необхідні розрізи. На фронтальній проєкції – фронтальний розрізах. При можливості якщо модель симетрична, на профільній проєкції поєднати половину вигляду з половиною розрізу.
6. Виконуємо аксонометричну ізометричну проєкцію моделі з вирізом передньої частини на вісях  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .
7. Обводимо креслення . проводимо виносні і розмірні лінії. Проставляємо необхідні розміри.

8. Викреслюємо і заповнюємо основний напис. Обводимо основною лінією рамку.  
 Вправа 1 Визначте, який з показаних розрізів є фронтальним, горизонтальним, профільним, похилим? На якому малюнку розріз і переріз мають однакові зображення.

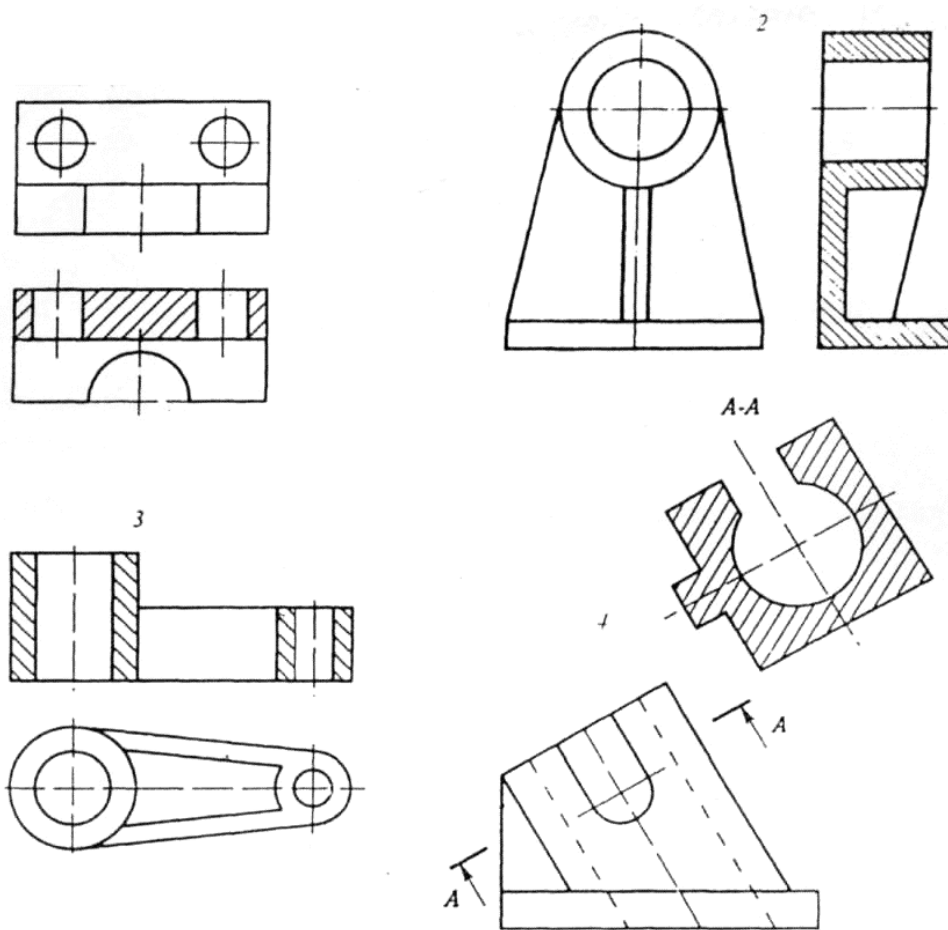


Рис. 46 Креслення деталей

Вправа 2 За наочним зображенням предмету і виглядом зверху докресліть фронтальний розріз.

б

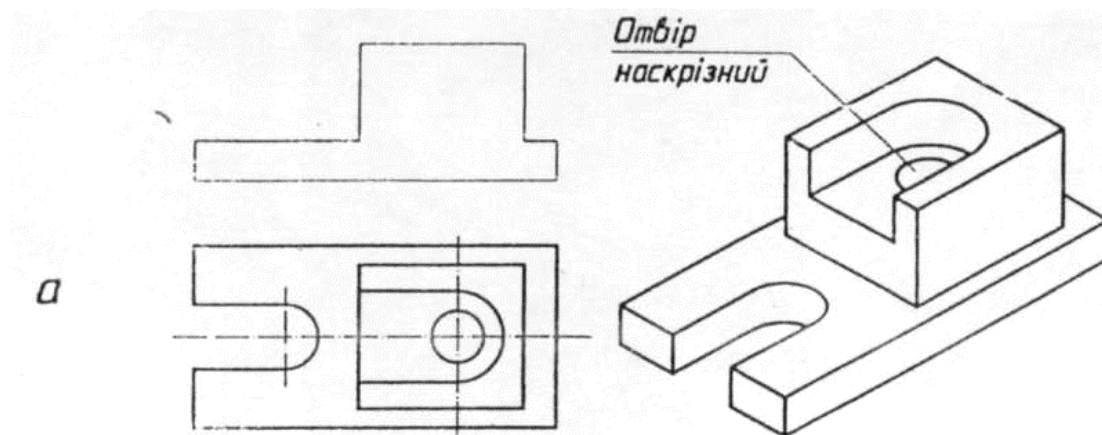


Рис.47 Комплексне креслення (а) і аксонометрія деталі (б).

Вправа 3 За наочним зображенням предмета і головним виглядом докресліть профільний розріз.

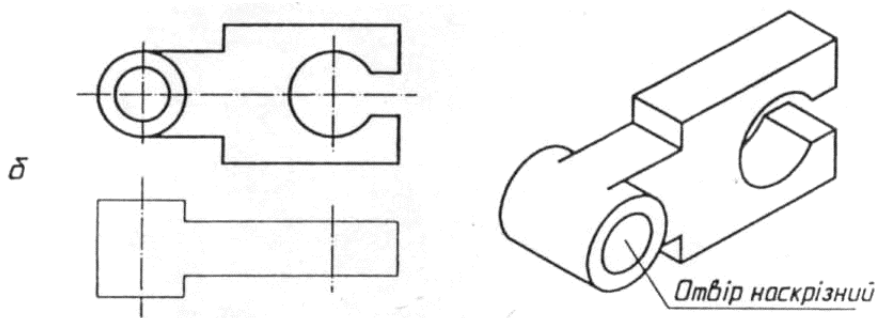


Рис. 48 Комплексне креслення і аксонометрія деталі.

Вправа 4. За наочним зображенням предмета і головним виглядом докресліть профільний розріз.

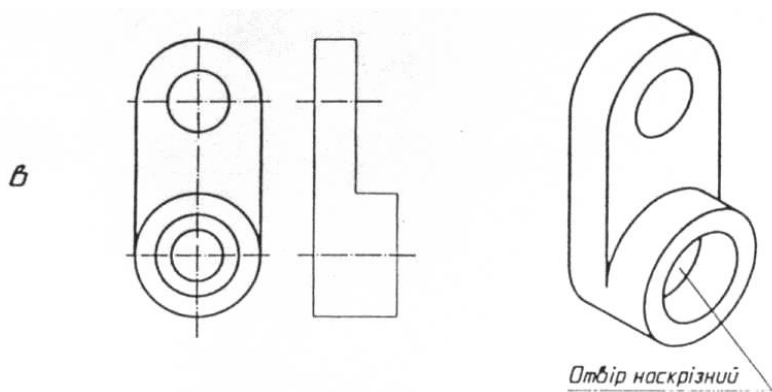
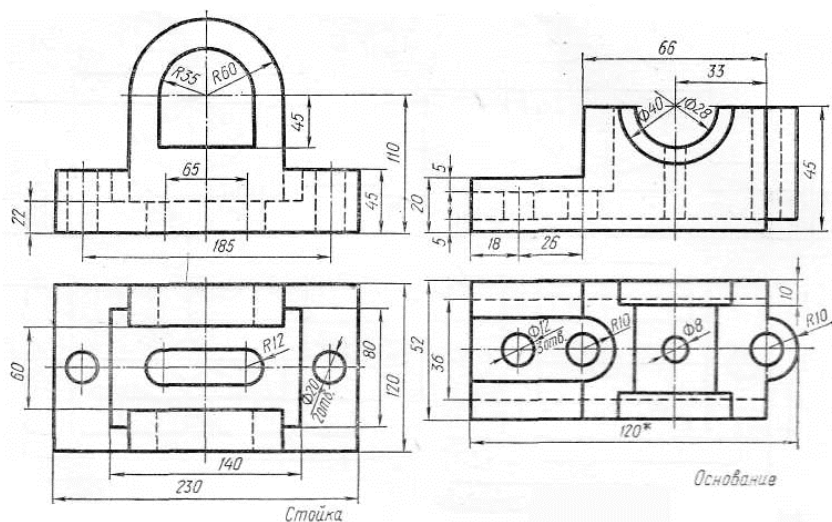


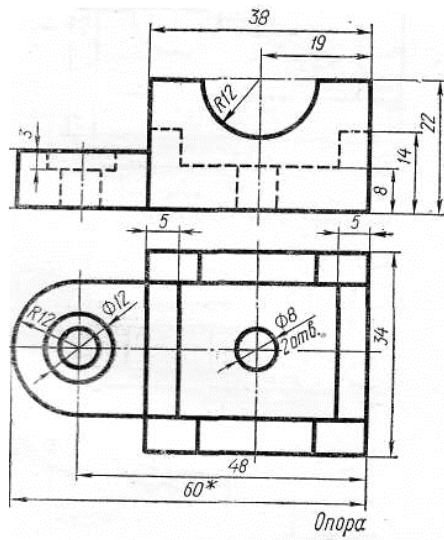
Рис. 49 Комплексне креслення і аксонометрія деталі



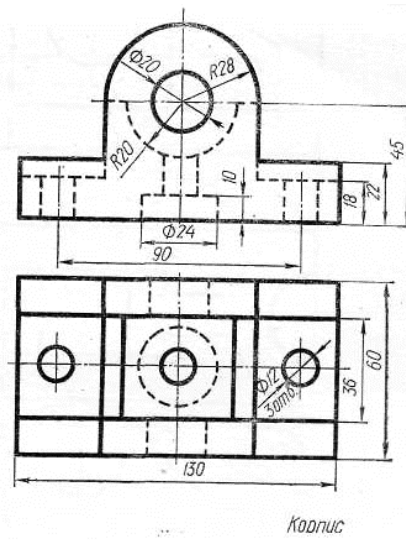
Варіант 1

Варіант 2

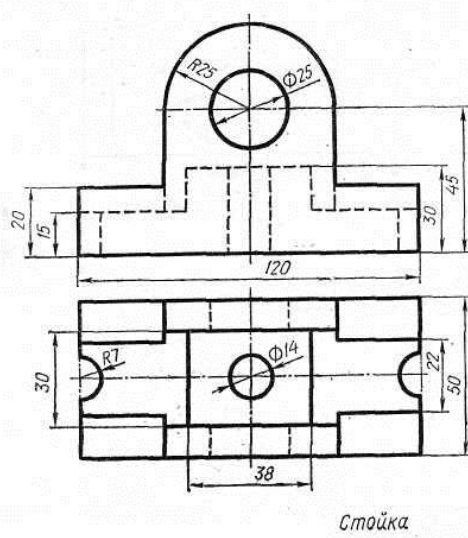
Рис. 50 Завдання до графічної роботи 7. за двома проекціями моделі побудувати третю з використанням простих розрізів.



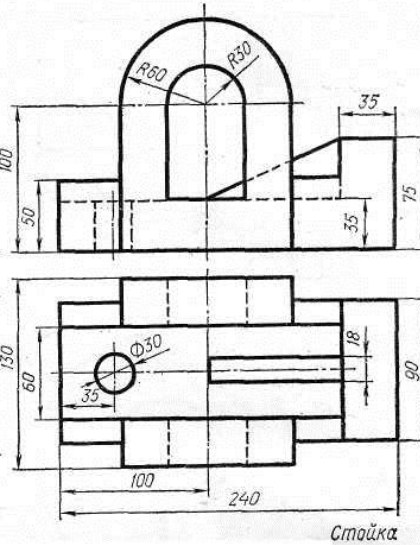
Варіант 3



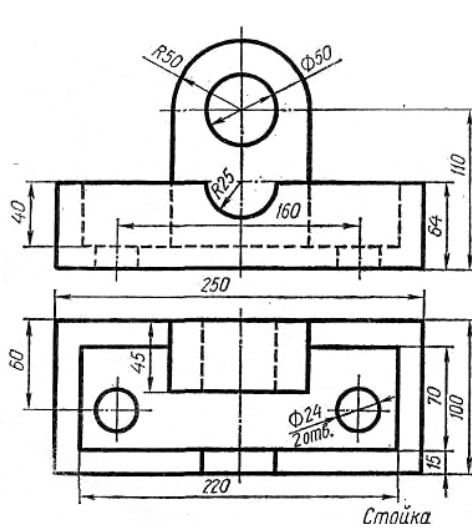
Варіант 4



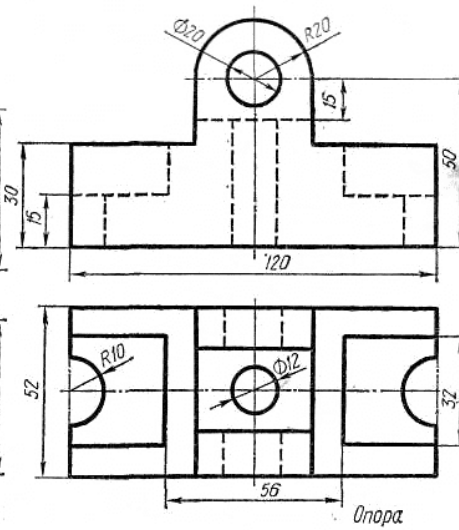
Варіант 5



Варіант 6

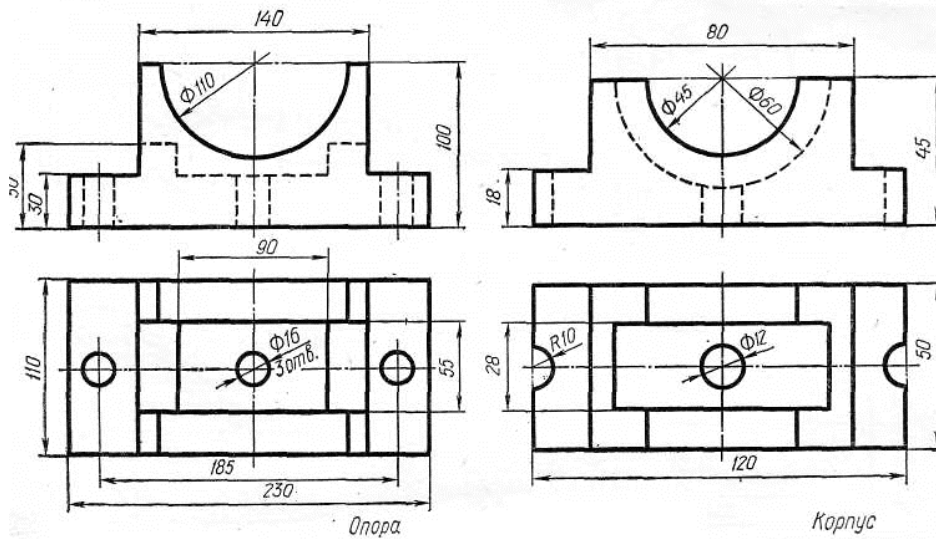


Варіант 7



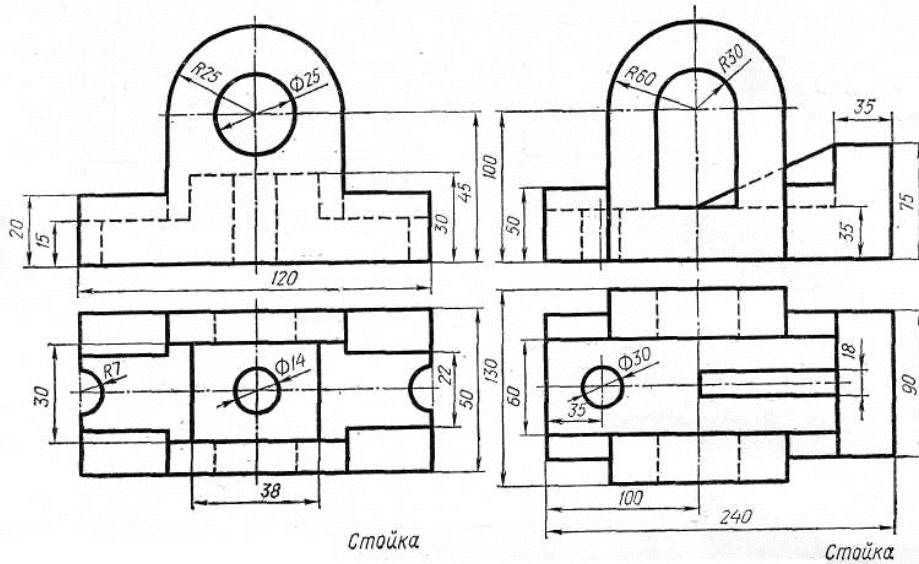
Варіант 8

Рис. 51 Завдання до графічної роботи 7. за двома проекціями моделі побудувати третю з використанням простих розрізів.



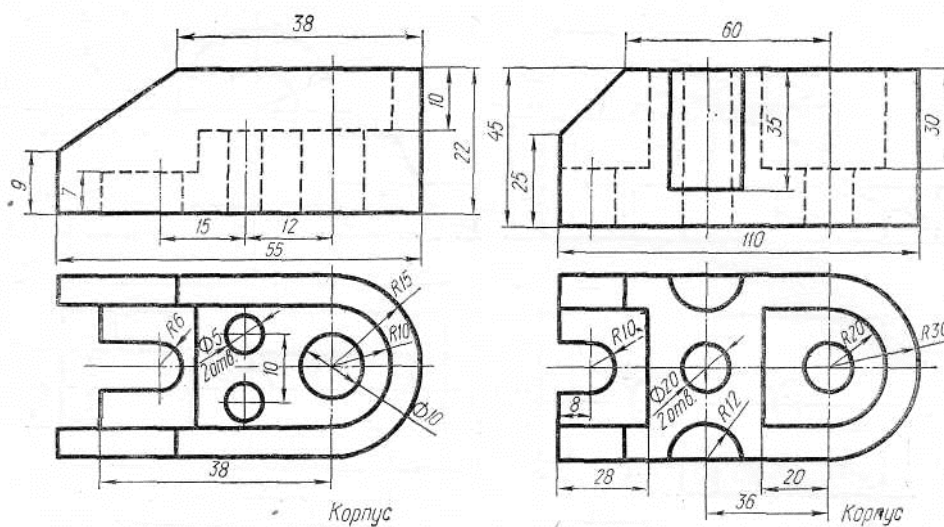
Варіант 9

Варіант 10



Варіант 11

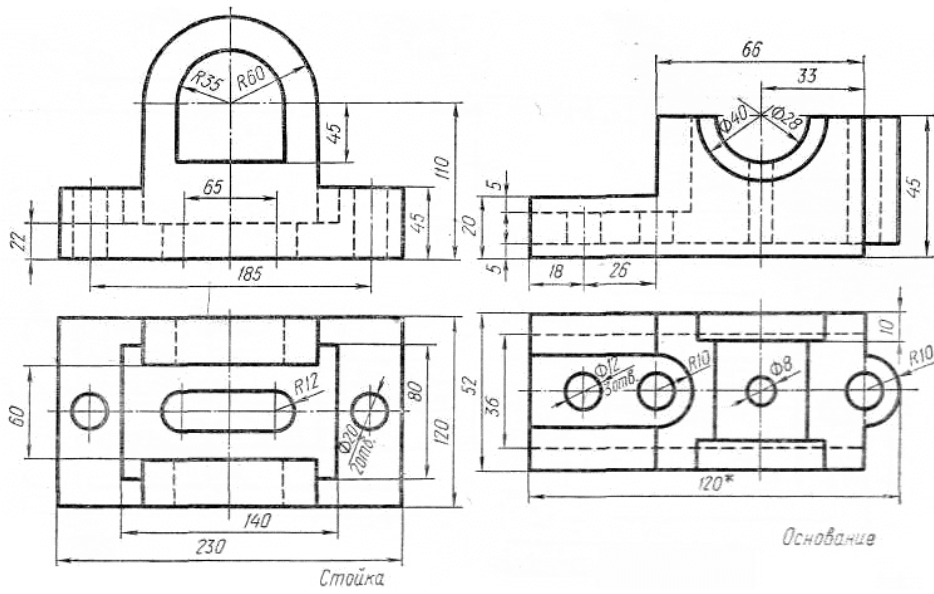
Варіант 12



Варіант 13

Варіант 14

Рис. 52 Завдання до графічної роботи 7. за двома проекціями моделі побудувати третю з використанням простих розрізів (продовження).



Варіант 15

Варіант 16

Рис. 53 Завдання до графічної роботи 7. за двома проекціями моделі побудувати третю з використанням простих розрізів (продовження).

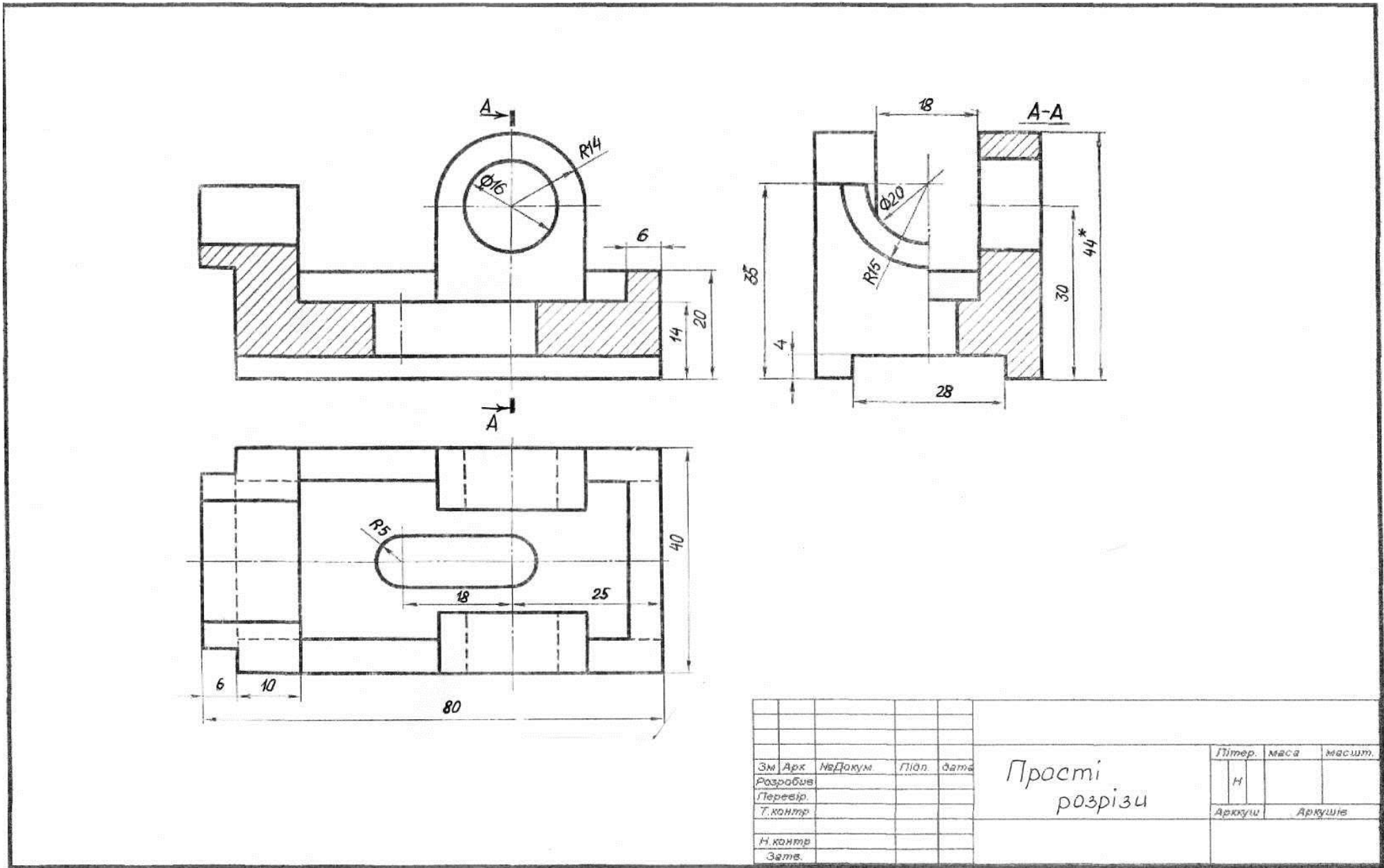


Рис. 54 Зразок графічної роботи 7

## Контрольні запитання:

1. Для чого на креслені роблять розрізи ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. В якій послідовності виконують розріз предмета ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. В яких випадках треба позначати прості розрізи ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Що таке лінія перетину і як її позначають на креслені ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. В яких випадках частину вигляду поєднують з частиною розрізу ? Якою лінією їх розділяють ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

### **Розділ 3. Елементи технічного рисування.**

#### **Тема: 3.2 Моделі.**

**Графічна робота 8** Виконання рисунка моделі середньої складності, заданої кресленням або з натури.

**Мета:** Набути практичних умінь і навичок виконання технічних рисунків.

**Матеріали та обладнання:** Формат А4; олівець; гумка.

**Література:** [ Л1] с.236-247.

#### **Методичні вказівки:**

Технічний малюнок – це зображення предмета в аксонометричній проекції, яке виконується від руки і на око. Лінію у технічному малюнку проводять за кілька разів, поступово удосконалюючи її форму.

Потрібно навчитися «на око» ділити довільний відрізок прямої на рівні частини. Щоб надати малюнку об'ємність на зображення наносять світлотіні. Прийнято джерело світла умовно розміщувати зверху, зліва, тобто, освітлення лівостороннє.

1. За двома проекціями моделі (Гр.№8.1-Гр.№8.16) чітко уявити собі її форму.
2. Для малювання застосовувати ізометричну прямокутну проекцію. Основою малюнка є осі, потрібно правильно зобразити їх уклін, від чого в значній мірі залежить наочність.
3. На комплексному кресленні позначити габаритні розміри моделі. Виконуючи малюнок, дотримуватись розмірів не потрібно, але слід обов'язково зберегти їх пропорційність згідно комплексному кресленню. Габаритні розміри малюнка вибрати такими, щоб вдало заповнити поле креслення.
4. Всі побудови здійснювати без креслярських інструментів. Щоб надати малюнку наочності, нанести світлотіні (штрихуванням або шрафуванням).
5. Виконати вправи 1-2.

#### **Хід виконання графічної роботи:**

1. Детально читаємо комплексне креслення моделі і виявляємо форми її елементів. Вибираємо формат і газомірний масштаб ( на око) зображення, щоб вдало заповнити поле креслення.
2. Креслимо рамку і вибираємо місце для основного напису.
3. Будуємо осі в прямокутній ізометричній проекції. Потрібно правильно видержати уклони вісей. Вісі  $O_x$  і  $O_z$  повинні утворювати з горизонтальною лінією кути в  $30^\circ$ .
4. Будуємо технічний рисунок моделі з урахуванням пропорційності її розмірів на комплексному кресленні, без примінення креслярських інструментів.
5. Надаємо технічному рисунку рельєфності.
6. Викреслюємо і заповнюємо основний напис.

Вправа 1. Добудувати овал в горизонтальній площині на мал. а

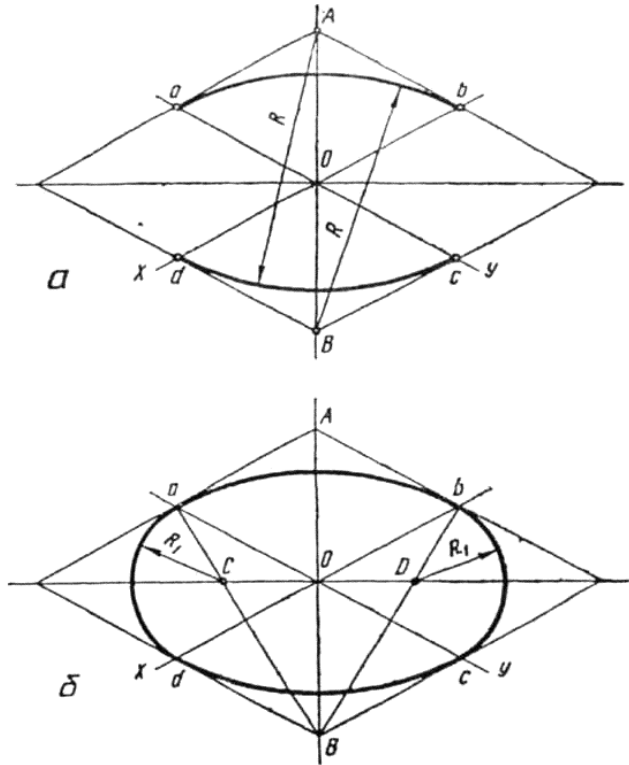
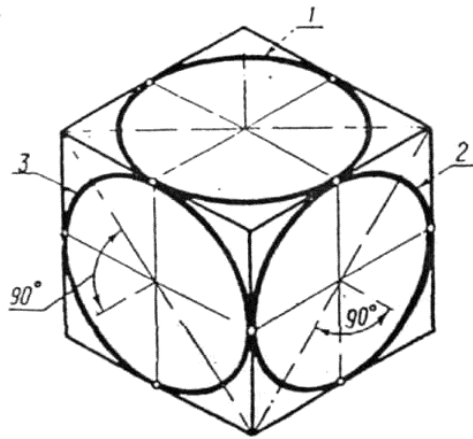


Рис. 55 Зображення в аксонометричній проєкції кіл, вписаних у грані куба.

Рис. 56 Ізометрична проєкція кола  
а) великий радіус дуги R  
б) малий радіус дуги R

Вправа 2. На малюнку а, б за двома виглядами побудувати третю проєкцію зображення. Виконати технічний малюнок із світлотінями.

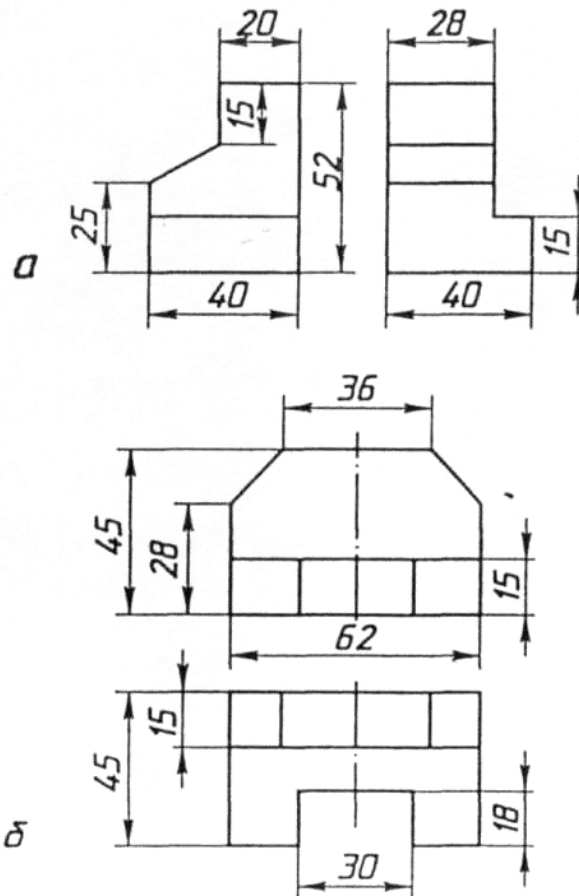


Рис. 57 Комплексні креслення і технічні рисунки моделей.

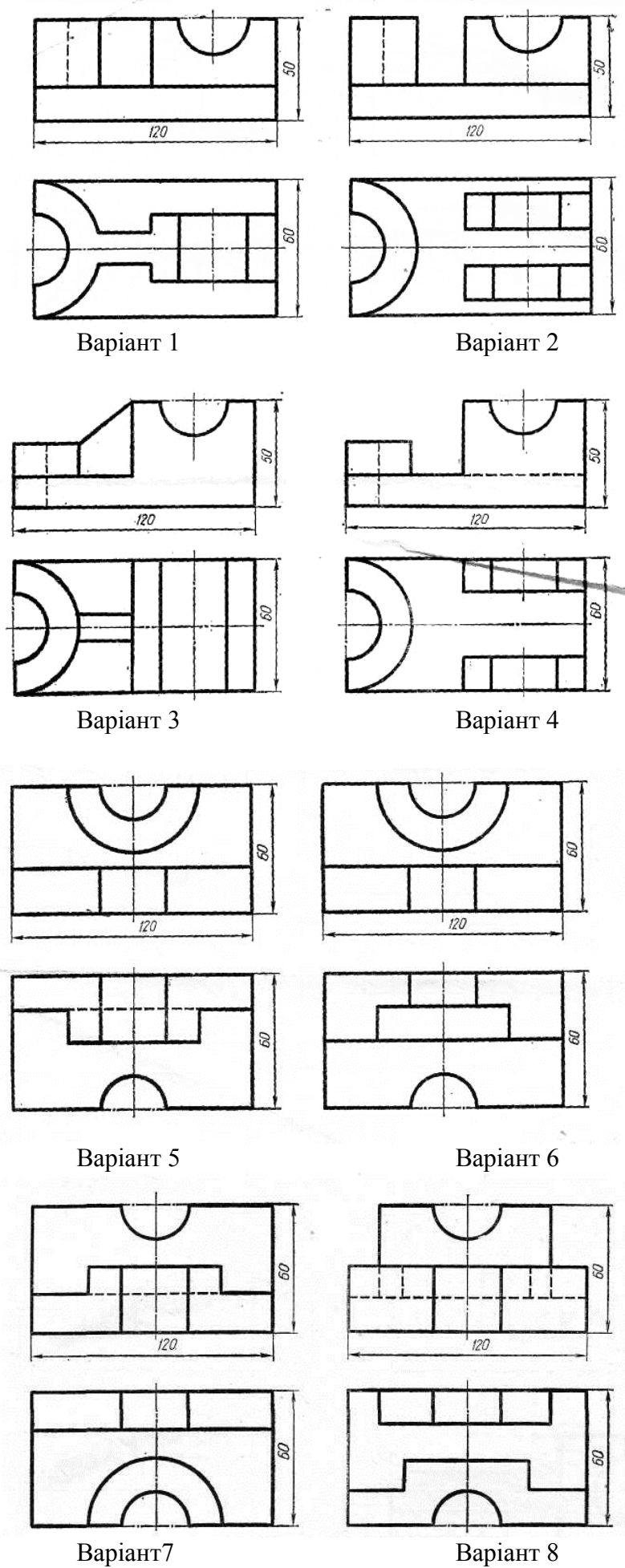
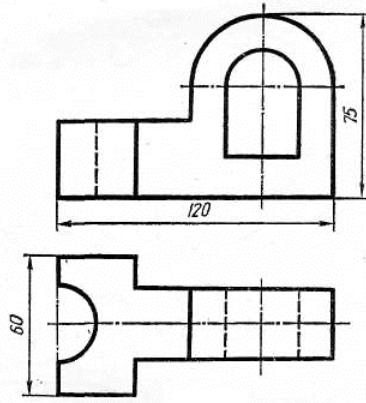
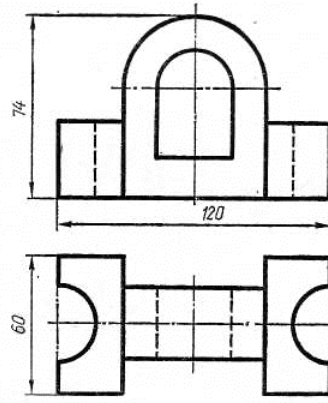


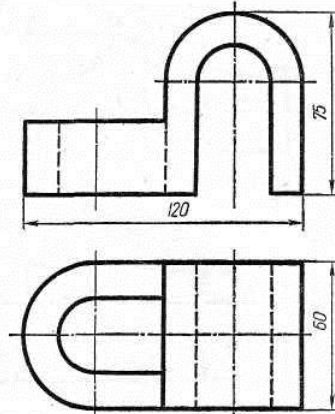
Рис. 58 Завдання для графічної роботи 8 «Технічний рисунок моделі».



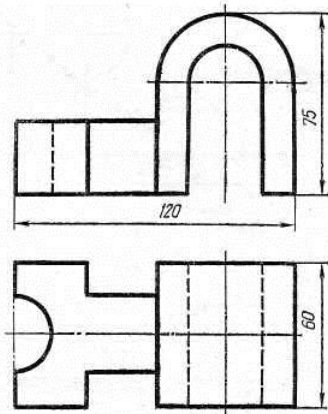
Варіант 9



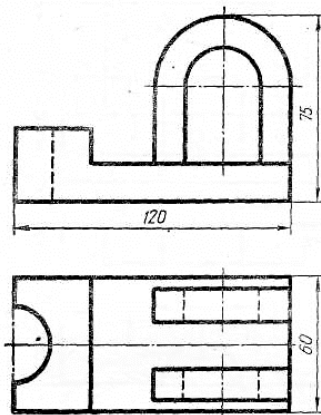
Варіант 10



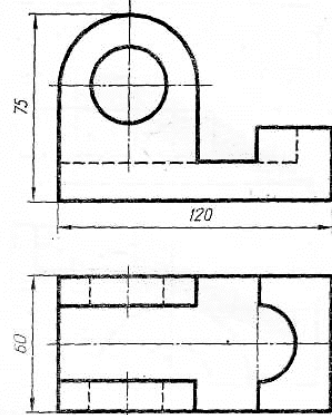
Варіант 11



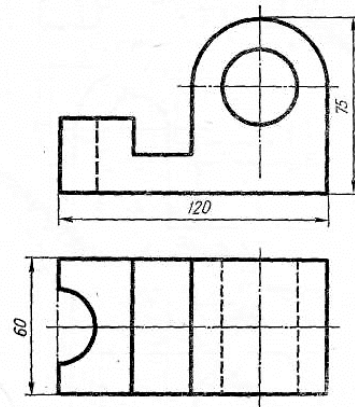
Варіант 12



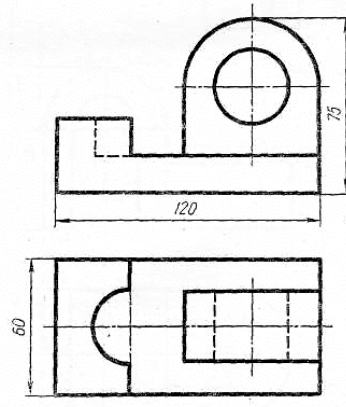
Варіант 13



Варіант 14

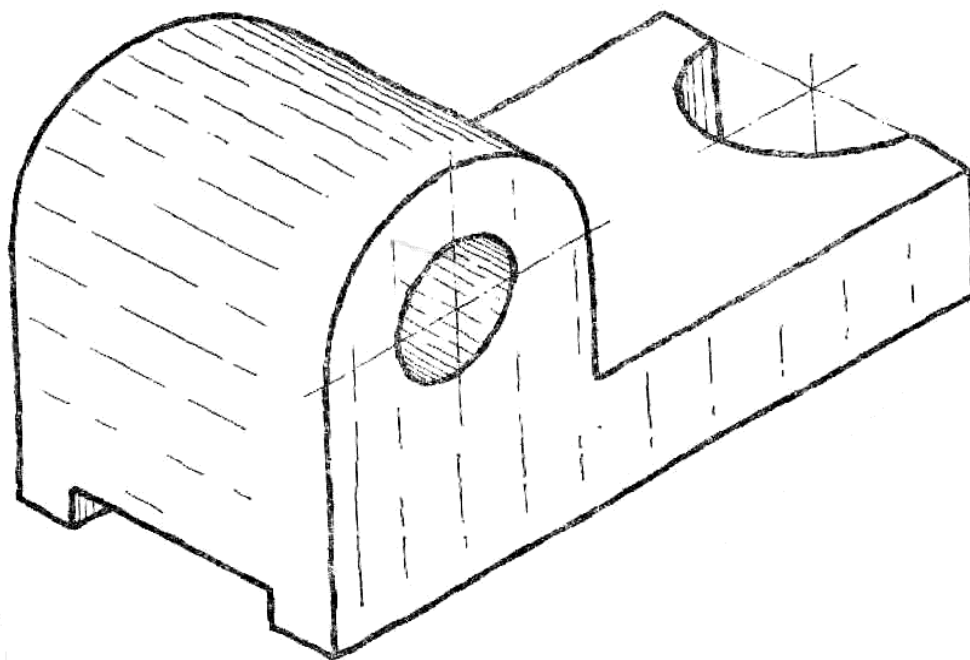


Варіант 15



Варіант 16

Рис. 59 Завдання для графічної роботи 8 «Технічний рисунок моделі» (продовження).



					<i>НКМДАУ 21.13.06</i>			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ТЕХНІЧНИЙ РИСУНОК МОДЕЛІ</i>	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масшт.</i>
						<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
						<i>НКМДАУ 21 М група</i>		

## Контрольні запитання:

1. Яке призначення технічного малюнка? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Чим відмінний технічний малюнок від аксонометричного зображення моделі? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. У якій послідовності виконують технічний малюнок деталі.? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Як поділити кут на дві, три, чотири рівні частини? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Чим відмінна штрихова від шрафування? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. В якій послідовності наносяться штрихи, щоб показати об'єм моделі? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Розділ 4 Інженерна графіка.

### Тема : 4.3 Зображення і позначення різей.

**Вправа.** Викреслювання кріпильних деталей за дійсними розмірами.

**Мета:** Набути практичних умінь і навичок в побудові кріпильних деталей за дійсними розмірами.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; готовальня; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 278-304;  
[3] с. 159-164.

#### Методичні вказівки:

1. Уважно вивчити свій варіант, згідно якого необхідно накреслити кріпильні деталі: болт, гвинт, шпильку, гайку і шайбу.
2. На кресленнях кріпильних деталей розміри позначають буквами. Необхідно із таблиць взяти відповідні числові значення цих букв згідно варіанту.
3. Під кожним кресленням кріпильної деталі виконати напис згідно ГОСТу.
4. Назва вправи в основному напису « Кріпильні деталі».

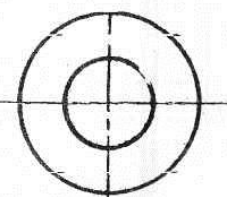
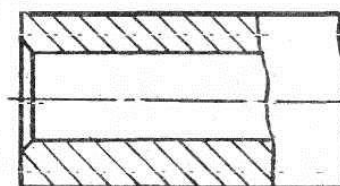
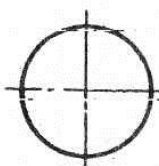
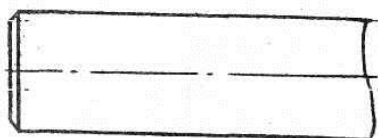
#### Хід виконання роботи:

1. Вибираємо формат і масштаб зображення.
2. Проводимо рамку і виділяємо місце під основний напис.
3. Виконуємо компоновку креслень кріпильних деталей.
4. В тонких лініях викреслюємо необхідні зображення кріпильних деталей за їх дійсними розмірами.
5. Обводимо креслення і наносимо розміри.
6. Підписуємо кожну кріпильну деталь згідно ГОСТу.
7. Викреслюємо і заповнюємо основний напис.

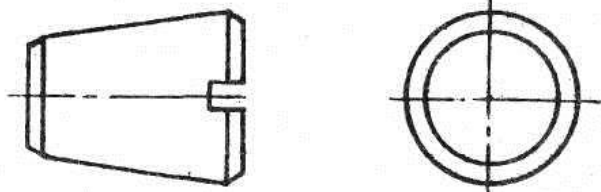
Вправа 1 На кресленнях **а, б, в, г** умовно зобразить різь.

а) довжина нарізаної частини 30 мм.

б) Різь в отворі. Довжина нарізаної частини 25 мм.



в) Різь нарізана на всю довжину деталі.



г) Різь виконана на поверхні А та Б.

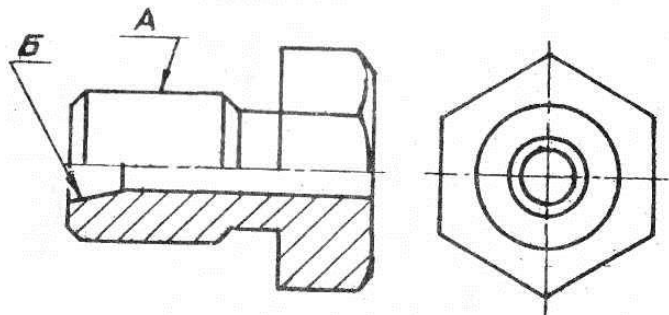
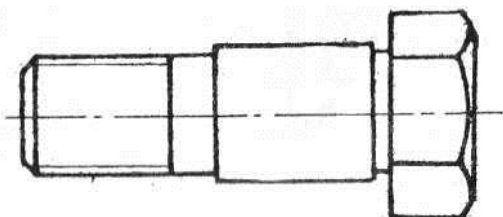


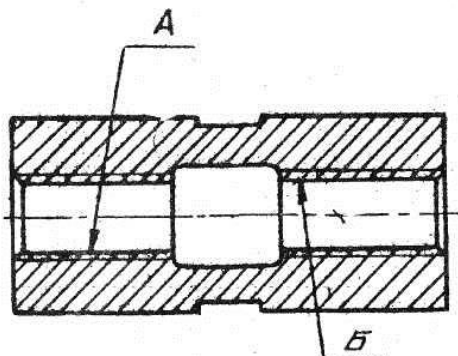
Рис. 60 Зображення та позначення різей.

Вправа 2. У прикладах **а, б, в,** та **г** умовно позначити різь. Діаметр різі визначити виміром креслень, які виконані в масштабі 1:1.

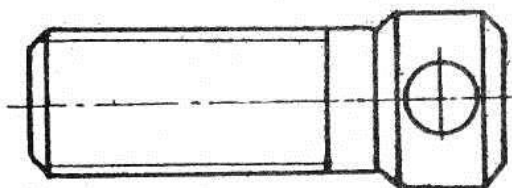
а) Різь метрична, крок 2,5 мм.



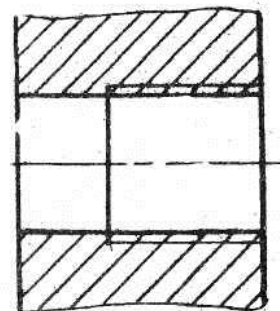
б) Різь метрична, крок 1 мм. На поверхні **А** різь права, на поверхні **Б** – ліва.



в) Різь трапецеїдальна, крок 3 мм, одно заходова.

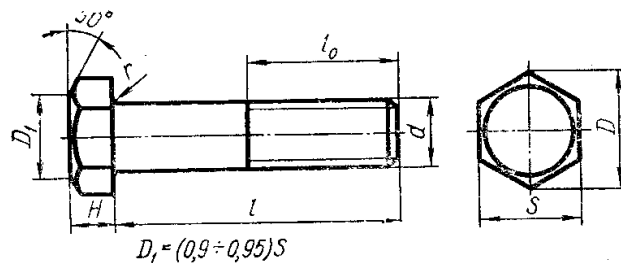


г) Різь трубна  $\frac{3}{4}$ .



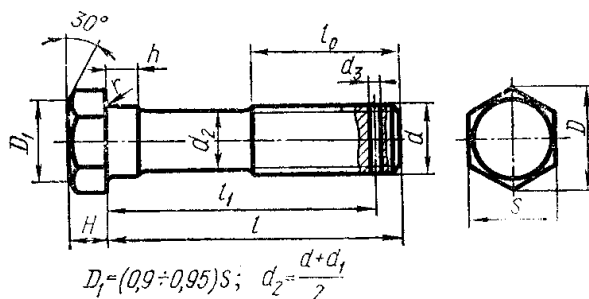
Вправа 3. Розшифрувати подані нижче позначення різей:

- а) M33 × 2 – 6H
- б) G 1 $\frac{1}{2}$  – B
- в) S 80 × 10 LH – 8e
- г) Tr 80 × 40 ( P10) – 8e
- д) Tr 80 × 40 ( P10) – 7H
- е) M16 LH – 6g
- ж) Кр 12 × 2,54 ГОСТ 13536 – 68



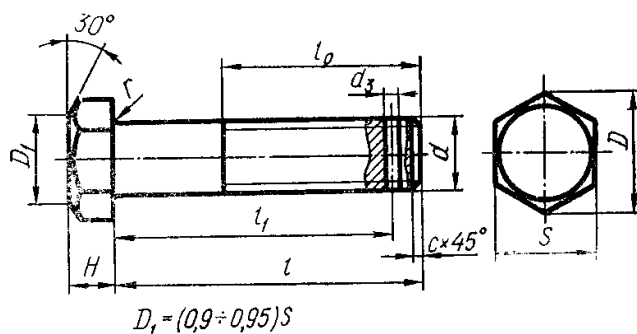
Приклад позначення: болт М12×50 ГОСТ 7798-70

Варіант	d	d <sub>1</sub>	D	S	H	l <sub>0</sub>	l	r
1	M42	37,1	72,1	65	26	90	140	2,5
2	M30	26,2	50,9	46	19	66	120	2,0
3	M20	17,3	33,3	30	13	46	75	1,5
4	M10	8,4	18,7	17	7	26	40	1,0



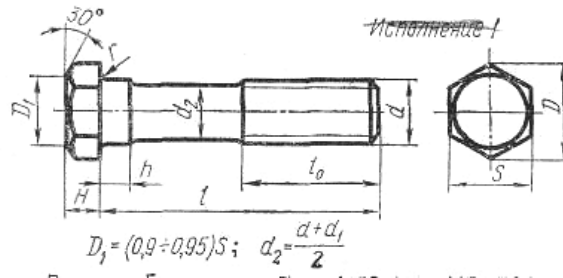
Приклад позначення: Болт 2М16×60 ГОСТ 7795-70

Варіант	d	d <sub>1</sub>	D	S	H	h	l <sub>1</sub>	d <sub>3</sub>	l <sub>0</sub>	l	r
5	M36	31,6	55,4	50	20	18	130	6,3	78	140	2,5
6	M24	20,7	35,0	32	13	12	83	5	54	90	2,0
7	M16	13,8	24,3	22	9	8	64	4	46	70	1,5
8	M8	6,6	13,1	12	5	4	36	2	22	40	1,0



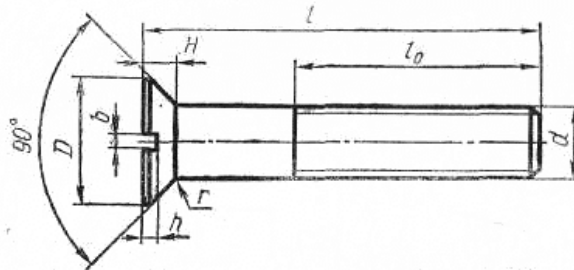
Приклад позначення: Болт 2М22×60 ГОСТ 7798-70

Варіант	d	d <sub>1</sub>	D	S	H	l <sub>1</sub>	d <sub>3</sub>	l <sub>0</sub>	l	r
5	M48	42,6	83,4	75	30	108	8	102	120	3,0
6	M36	31,6	60,8	55	23	100	6,3	78	110	2,5
7	M24	20,7	39,6	36	15	73	5	54	80	2,0
8	M12	10,1	20,9	19	8	33	3,2	30	40	1,0



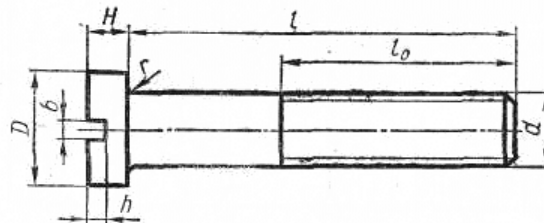
Болт М30×100 ГОСТ 7795-70

Вариант	d	d <sub>1</sub>	D	S	H	h	l <sub>0</sub>	l	r
<b>13</b>	M42	37,1	66,4	60	23	21	90	140	2,5
<b>14</b>	M30	26,2	45,2	41	17	15	66	120	2,0
<b>15</b>	M24	18,7	35	32	13	12	54	90	1,5
<b>16</b>	M10	8,4	15,3	14	6	5	26	40	1,0



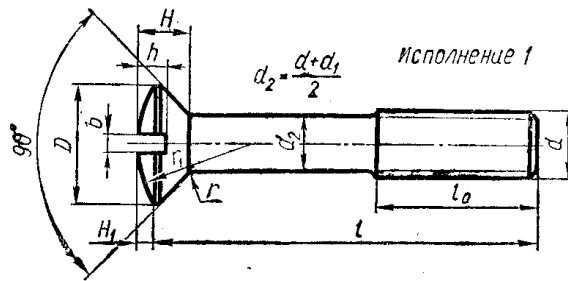
Гвинт 2М20×70 ГОСТ 17475-72

Вариант	d	d <sub>1</sub>	D	H	b	h	r	l <sub>0</sub>	l
<b>1</b>	M8	6,6	14,5	4,0	2	2,0	1,1	22	35
<b>2</b>	M12	10,1	21,5	5,5	3	2,5	1,6	30	50
<b>3</b>	M14	11,9	25,0	6,5	3	3,0	1,6	34	60
<b>4</b>	M18	14,8	32,5	8,0	4	4,0	1,6	42	70



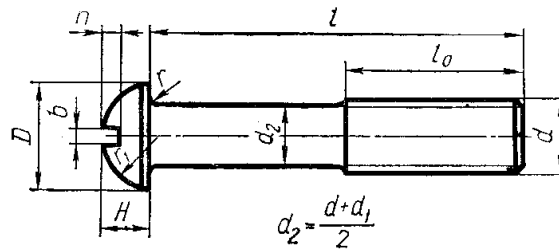
Гвинт 2М8×40 ГОСТ 1491-72

Вариант	d	d <sub>1</sub>	D	H	b	h	r	l <sub>0</sub>	l
<b>5</b>	M6	5,1	10	4	1,6	2,0	0,6	18	30
<b>6</b>	M10	8,4	16	6	2,5	3,0	1,1	26	40
<b>7</b>	M16	13,8	24	9	4,0	4,0	1,6	38	60
<b>8</b>	M20	17,3	30	11	4,0	4,5	2,2	46	80



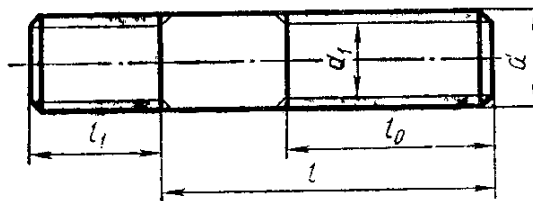
Приклад позначення: Гвинт М14×60 ГОСТ 174-74

Варіант	d	d <sub>1</sub>	D	H	b	h	H <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r	l <sub>0</sub>	l
<b>9</b>	M6	5,1	11,0	5,1	1,6	2,2	2,1	8,5	0,6	18	30
<b>10</b>	M12	10,1	21,5	9,5	3,0	4,0	4,0	19	1,6	30	45
<b>11</b>	M16	13,8	28,5	12	4,0	4,5	5,0	26	1,6	38	70
<b>12</b>	M18	14,8	32,5	13,5	4,0	5,5	5,5	28	1,6	42	75



Приклад позначення: Гвинт М10×50 ГОСТ 17473-72

Варіант	d	d <sub>1</sub>	D	H	b	h	r <sub>1</sub>	r	l <sub>0</sub>	l
<b>13</b>	M8	6,6	13,0	5,6	2,0	3,5	12,8	1,1	22	40
<b>14</b>	M10	8,4	16,0	7,0	2,5	4,0	16	1,1	26	50
<b>15</b>	M14	11,9	21,0	9,5	3,0	4,5	25	1,6	34	70
<b>16</b>	M20	17,3	30,0	14,0	4,0	6,0	32	2,2	46	80



Варіанти	d	d <sub>1</sub>	l	l <sub>0</sub>	l <sub>1</sub>	Варіанти	d	d <sub>1</sub>	l	l <sub>0</sub>	l <sub>1</sub>
<b>1</b>	8	6,6	30	22	10	<b>9</b>	20	18,3	60	46	40
<b>2</b>	10	8,4	35	26	12	<b>10</b>	22	18,7	65	50	44
<b>3</b>	12	10,1	40	30	15	<b>11</b>	24	20,7	70	54	48
<b>4</b>	16	13,8	50	38	20	<b>12</b>	27	23,8	75	60	54

Приклад умовного позначення:

Шпилька М16×110 ГОСТ 22034-76

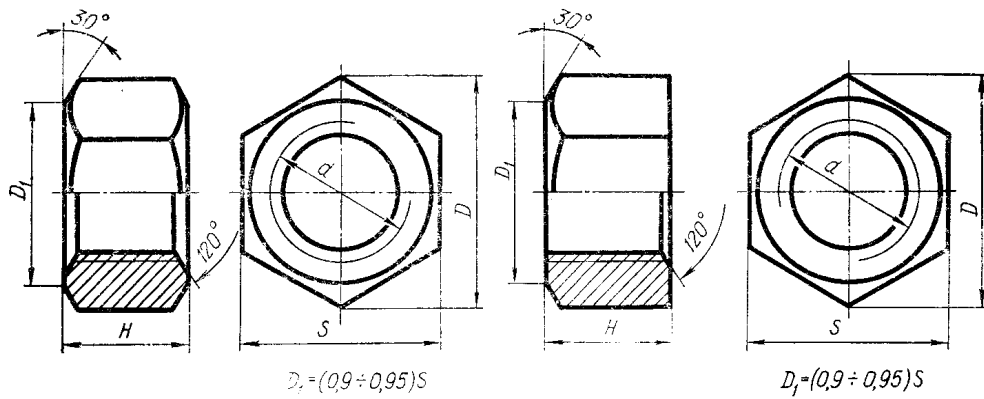
Шпилька М12×110 ГОСТ 22038-76

<b>5</b>	30	26,2	85	66	48	<b>13</b>	8	6,6	40	22	20
<b>6</b>	36	31,6	100	78	56	<b>14</b>	10	8,4	45	26	25
<b>7</b>	42	37,1	130	96	68	<b>15</b>	12	10,1	50	30	30
<b>8</b>	48	42,6	150	108	76	<b>16</b>	16	13,8	60	38	40

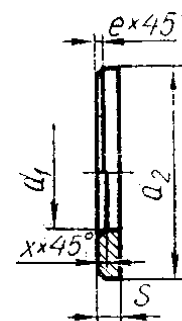
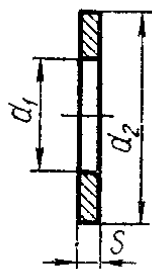
Приклад умовного позначення:

Шпилька М40×90 ГОСТ 22036-76

Шпилька М16×120 ГОСТ 22040-76



Варіант	d	D	S	H	Варіант	d	D	S	H
<b>1</b>	M10	18,7	17	8	<b>9</b>	M20	33,3	30	16
<b>2</b>	M12	20,9	19	10	<b>10</b>	M24	39,6	36	19
<b>3</b>	M16	26,5	24	13	<b>11</b>	M27	45,2	41	22
<b>4</b>	M20	33,3	30	16	<b>12</b>	M30	50,9	46	24
<b>5</b>	M30	50,9	46	24	<b>13</b>	M12	20,9	19	10
<b>6</b>	M36	60,8	55	29	<b>14</b>	M14	24,3	22	11
<b>7</b>	M42	72,1	65	34	<b>15</b>	M16	26,5	24	13
<b>8</b>	M48	83,4	75	38	<b>16</b>	M18	29,9	27	15
Приклад позначення Гайка М12 ГОСТ 5915-70					Приклад позначення Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70				



Варіант	Діаметр різьби кріпильної деталі	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	S	Варіант	Діаметр різьби кріпильної деталі	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	S	e	x
<b>1</b>	30	31	56	4	<b>9</b>	12	13	24	2,5	0,6	1,3
<b>2</b>	36	37	66	5	<b>10</b>	14	15	28	2,5	0,8	1,3
<b>3</b>	42	43	78	7	<b>11</b>	16	17	30	3	0,8	1,5
<b>4</b>	48	50	92	8	<b>12</b>	18	19	34	3	0,8	1,5
<b>5</b>	10	10,5	21	2	<b>13</b>	20	21	37	3	1,0	1,5
<b>6</b>	12	13	24	2,5	<b>14</b>	24	25	44	4	1,0	1,7
<b>7</b>	16	17	30	3	<b>15</b>	27	28	50	4	1,2	1,7
<b>8</b>	20	21	37	3	<b>16</b>	30	31	56	4	1,2	1,7
Приклад позначення: Шайба 12 ГОСТ 11371-78					Приклад позначення: Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78						

## Контрольні запитання:

1. Що таке циліндрична гвинтова лінія? Що називається кроком і витком гвинтової лінії? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Як класифікують різьбу за її ознаками? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Як у розрізі зображують різьбове з'єднання? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Як позначають ліву різьбу? Багато заходову? спеціальну? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Як умовно позначають болти на кресленнях? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема : 4.4 Креслення деталей. Ескізи.**

**Графічна робота 9.** Виконання ескізів деталей. Виконання робочого креслення деталі за ескізом.

**Мета:** Розвинути окомір і навички роботи без креслярських інструментів. Набути уміння і навички в виконанні ескізів і робочих креслень деталей.

**Матеріали та обладнання:** Формат А3, олівці НВ, Н; готувальня; лінійка; косинці; гумка.

**Література:** [1] с. 304-353 ;  
[3] с. 55-57.

### **Методичні вказівки:**

Ескізи деталі – це креслення , що містить зображення і інші дані необхідні для її виготовлення і контролю, виконане від руки в газомірному масштабі.

Робоче креслення деталі – це документ, що містить зображення і інші дані необхідні для її виготовлення і контролю.

Деталь – це виріб, виготовленого з однорідного за назвою і маркою матеріалу без застосування складальних операцій.

Зразок виконання роботи показано на Рис. Деталь підбирають в биту або на виробництві. Це може бути, наприклад, штуцер, трійник, кришка, корпус, вентиля, фланець, втулка. Вона повинна бути пустотілою і з елементами різьби.

Ескіз виконують на аркуші паперу в клітинку формату А4 або А3 олівцем.

Перед виконанням роботи виконати вправи 1-3.

### **Хід виконання роботи:**

1. Ознайомитись з деталлю.
2. Визначити головний вигляд.
3. Провести основний напис і виконати компоновку креслення.
4. Провести осьові для основних виглядів.
5. Побудувати вигляди деталей.
6. Виконати розріз, де треба сполучити вигляд з розрізом.
7. Провести розмірні і виносні лінії.
8. Виміряти деталь (лінійкою, нутроміром).
9. Нанести розмірні числа.
10. Перевірити креслення, обвести контурні лінії олівцем М, ТМ.

11. Нанести шорсткість поверхні.

12. Заповнити основний напис, зазначити назву, визначити матеріал, з якого виготовлено деталь.

Робоче креслення деталі за її ескізом виконують в такій же послідовності. Тільки перевірений ескіз деталі можна використовувати як індивідуальне завдання для виконання робочого креслення.

Вправа 1. Підрахувати необхідну кількість розмірів, нанести їх. Оформити позначення виносного елемента.

Вказівка. 1. Креслення виконано в масштабі 1:1

2. Різь метрична з великим кроком.

3. Розміри перерізу шпонкового паза та виносні елементи взяти з таблиць стандартів.

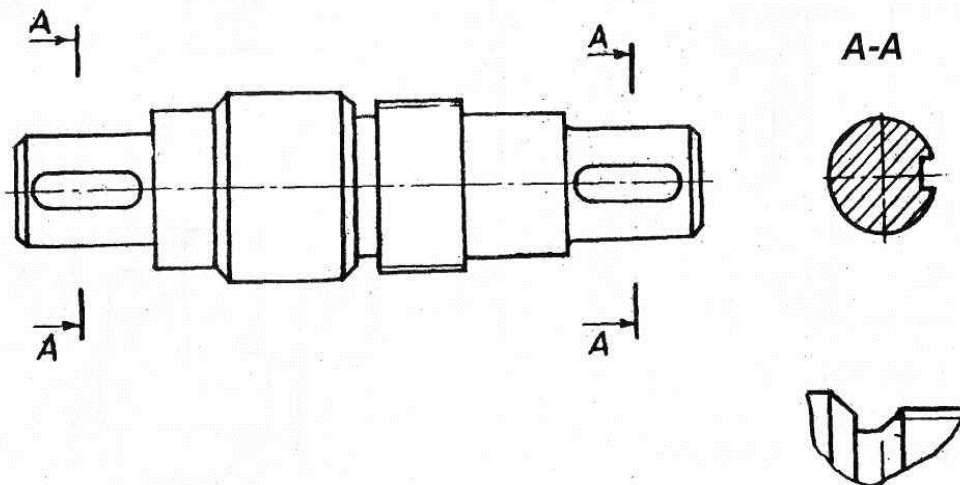


Рис. 61 Креслення валу.

Вправа 2.

На зображеннях кришки та корпусу сформувати розмірну сітку, враховуючи пункт 1.16 ГОСТа 2.307-68

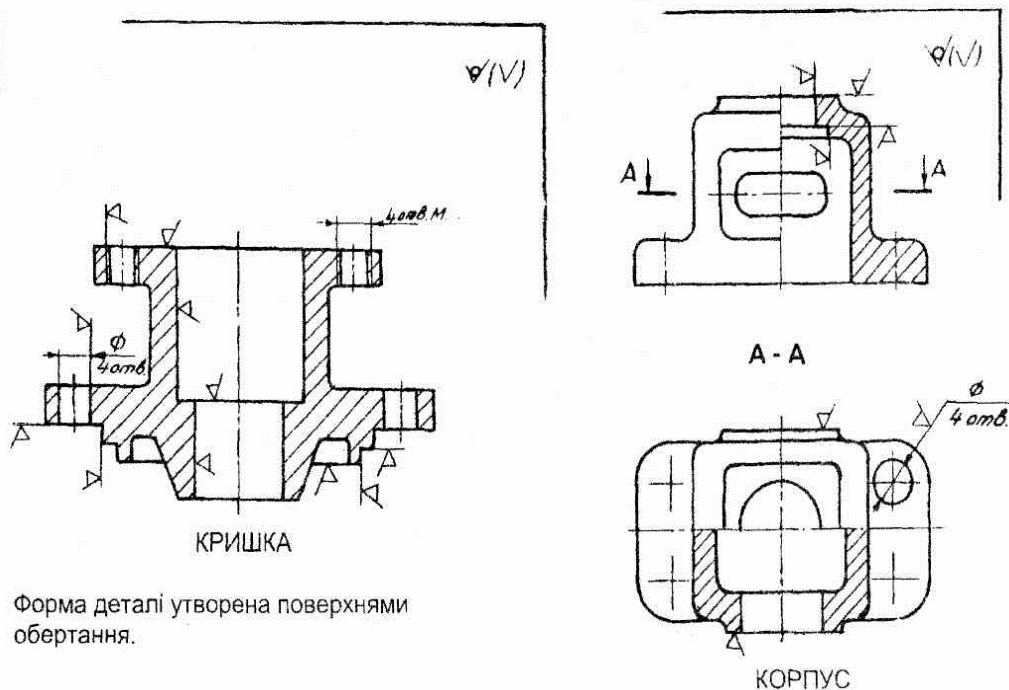
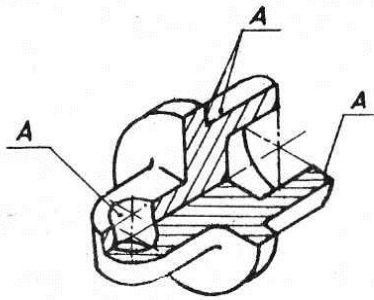


Рис. 62 Креслення деталей.



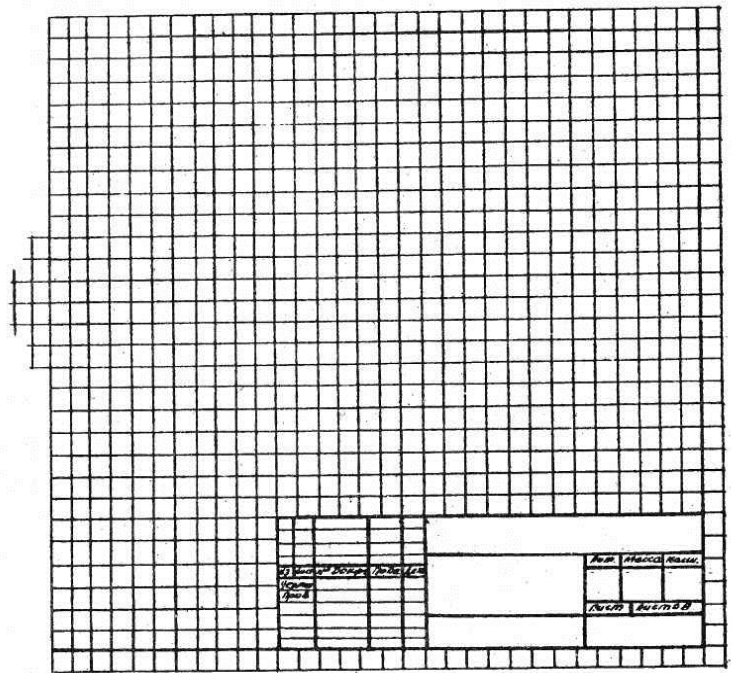
Вправа 3. Виконати ескіз пробки та заповнити основний напис.

ПРОБКА



Вказівка.

1. Масштаб рисунка 1:2.
2. Матеріал деталі СЧ 35 ГОСТ 1412-79.
3. Поверхні, відмічені буквою А, одержані видаленням шару металу, а інші поверхні відливкою.
4. Гострі кромки заокруглені радіусом 0,5 мм.



а)

б)

Рис. 64 Аксонометрія а) та ескіз пробки б).

### Контрольні запитання:

1. Які креслення називаються робочими та які вимоги ставляться до нього? \_\_\_\_\_
2. Які креслення називають ескізами і в якій послідовності рекомендується виконувати ескіз деталі з природи? \_\_\_\_\_
3. Що таке конструктивна технологічна, вимірна, складальна база? \_\_\_\_\_
4. На які розміри дозволяється не проставляти граничних відхилень? \_\_\_\_\_
5. Які вимоги ставляться до деталей з механічною обробкою? \_\_\_\_\_
6. Як оцінюють шорсткість поверхні? \_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема : 4.5 З'єднання і передачі.**

### **Графічна робота 10.** Виконання різьбового з'єднання.

**Мета:** Оформити складальне креслення і виконати конструктивні креслення різьбових з'єднань. Набути практичних навичок в виконанні різьбових з'єднань.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; А4; готовальня; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 354-381 ;  
[3] с. 221-222.

#### **Методичні вказівки:**

1. Завдання складається з двох частин:

- а) складальне креслення з'єднань болтами, гвинтами і шпильками;
- б) конструктивне креслення трубного з'єднання.

2. Для кожної групи варіантів (Гр.10.1(I)-Гр.10.16(I)) представлена конструкція з'єднаних деталей, але дані різні розміри кріпильних деталей. Підібрати масштаб і перекреслити по вказаним розмірам свій варіант складальної одиниці. Застосовуючи умовні співвідношення для кріпильних деталей, розробити складальне креслення з'єднання болтом, гвинтом і шпилькою. Нанести необхідні розміри, орієнтуючись на зразок. На окремому аркуші формату А4 скласти специфікацію до складального креслення. При цьому особливу увагу звернути на умовне позначення кріпильних деталей.

Найменування з'єднувальних різьбових деталей взяти із варіанти свого завдання.

3. Трубне з'єднання (Гр.10.1(II)-Гр.10.16(II)) виконати як конструктивне креслення – без спрощень, з розробкою елементів деталей.

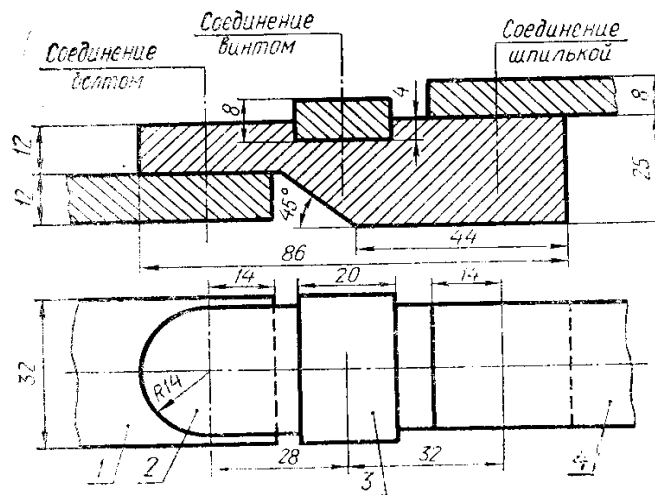
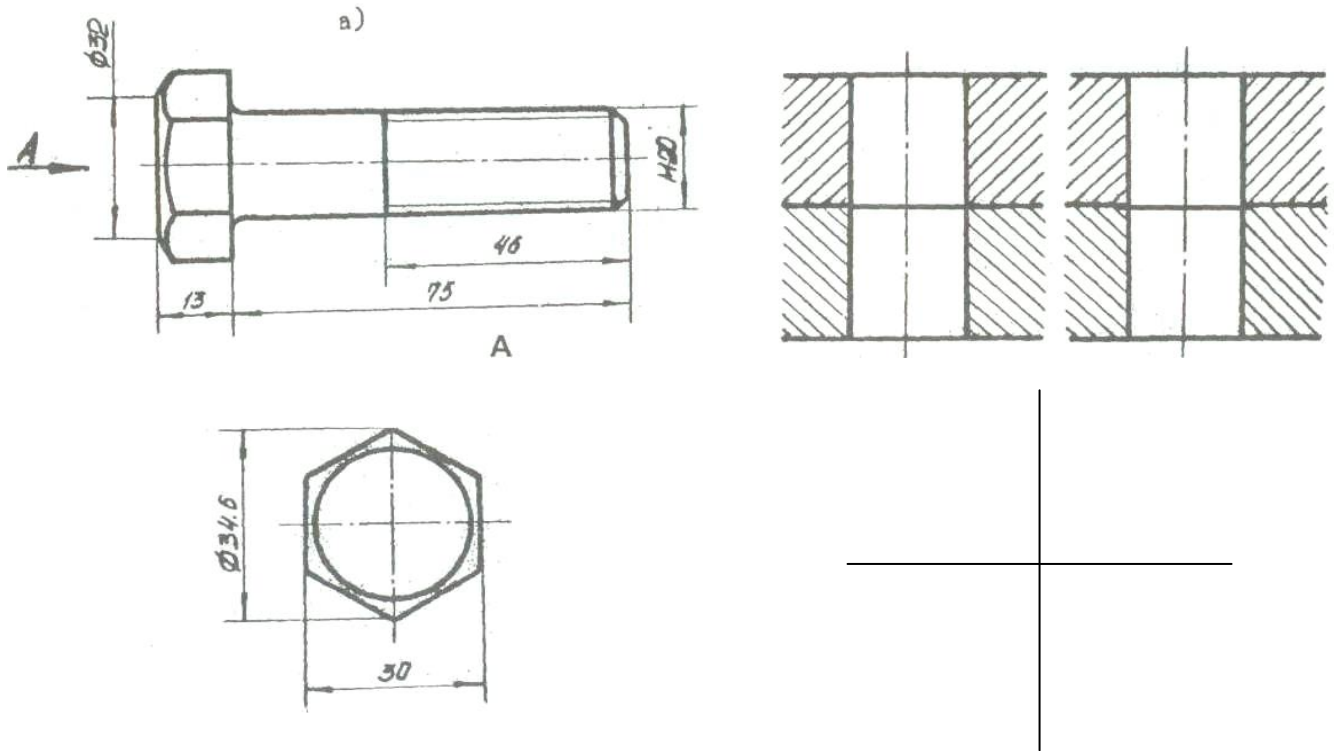
На складальне креслення скласти специфікацію.

#### **Хід виконання роботи**

1. Вибираємо формат А3 і масштаб зображення.
2. Проводимо рамку і виділяємо місце для основного напису.
3. Розраховуємо різьбові з'єднання (болтове, гвинтове, шпилькове) за умовними співвідношеннями. Трубне з'єднання за дійсними конструктивними даними [2] таблиця 20, 21; с. 311.
4. В тонких лініях викреслюємо необхідні зображення (види, розрізи, перерізи).
5. Перевіряємо і обводимо. Наносимо штриховку в розрізах.
6. Проводимо виносні і розмірні лінії. Наносимо розміри.
7. Викреслюємо основний напис і заповнюємо його.
8. Складаємо специфікацію.
9. Аналогічно, згідно пунктів 1-8 креслимо складальне креслення трубного з'єднання.

Вправа 1. Використовуючи креслення болта (мал. а), накреслити на мал. б спрощено три проєкції з'єднання болтом (болт, гайка, шайба). При кресленні користуватися наближеним співвідношенням для головки болта, гайки та шайби.

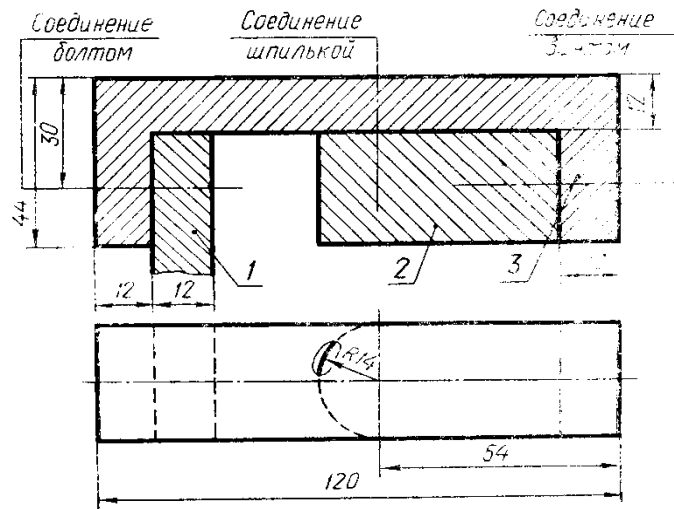
б)



1 – тяга 2 – корпус (чугун); 3 – пластина; 4 – кришка.

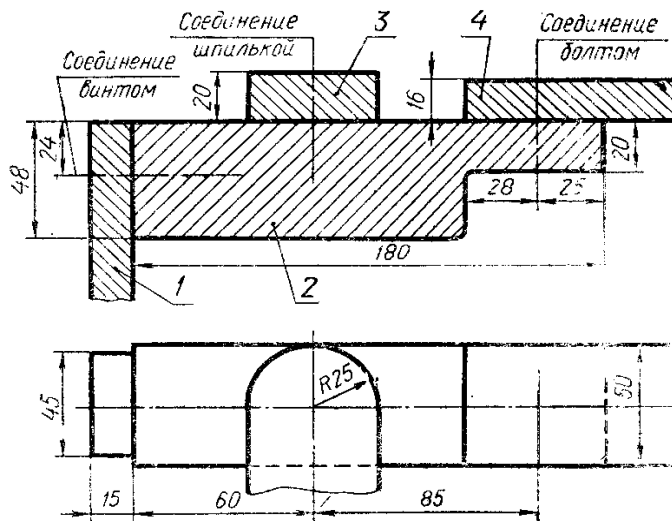
Варіант	Болт ГОСТ 7798 – 70	Шпилька ГОСТ 22034 – 76	Гвинт ГОСТ 1491 – 72
1	M10	M12	M6
2	M6	M8	M8
3	M12	M6	M10
4	M8	M10	M5

Рис. 65 Завдання до графічної роботи 10 (I). «Різьбові з'єднання»



1 – пластина; 2 – корпус (сталь); 3 – скоба.

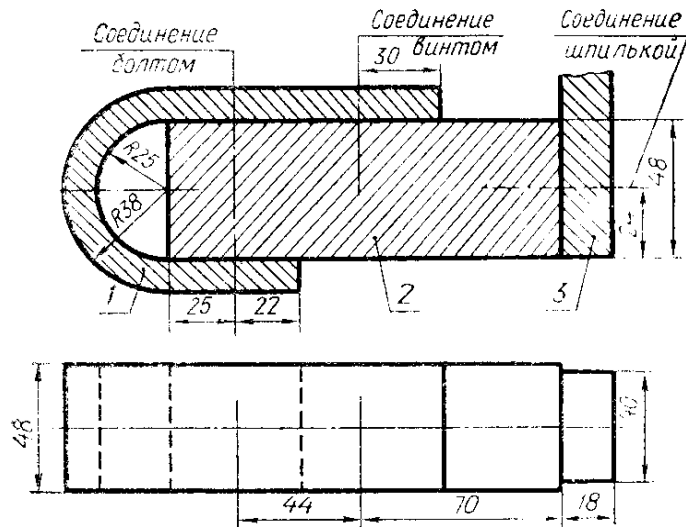
Вариант	Болт ГОСТ 7798 – 70	Шпилька ГОСТ 22034 – 76	Гвинт ГОСТ 1491 – 72
5	M6	M10	M12
6	M10	M6	M8
7	M8	M12	M5
8	M12	M8	M10



1 – пластина; 2 – корпус (чугун); 3 – тяга; 4 – крышка.

Вариант	Болт ГОСТ 7798 – 70	Шпилька ГОСТ 22034 – 76	Гвинт ГОСТ 1491 – 72
9	M20	M24	M16
10	M16	M22	M18
11	M22	M18	M20
12	M18	M20	M14

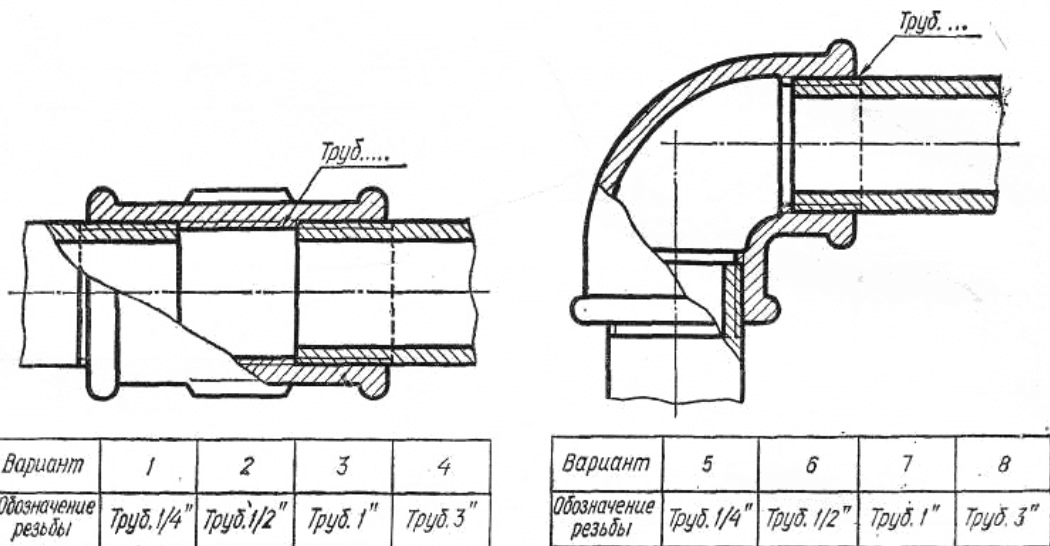
Рис. 66 Завдання до графічної роботи 10 (I). «Різьбові з'єднання»



1 – скоба; 2 – корпус (сталь); 3 – тяга.

Вариант	Болт ГОСТ 7798 – 70	Шпилька ГОСТ 22034 – 76	Гвинт ГОСТ 1491 – 72
13	M16	M24	M18
14	M20	M22	M16
15	M18	M20	M14
16	M22	M18	M20

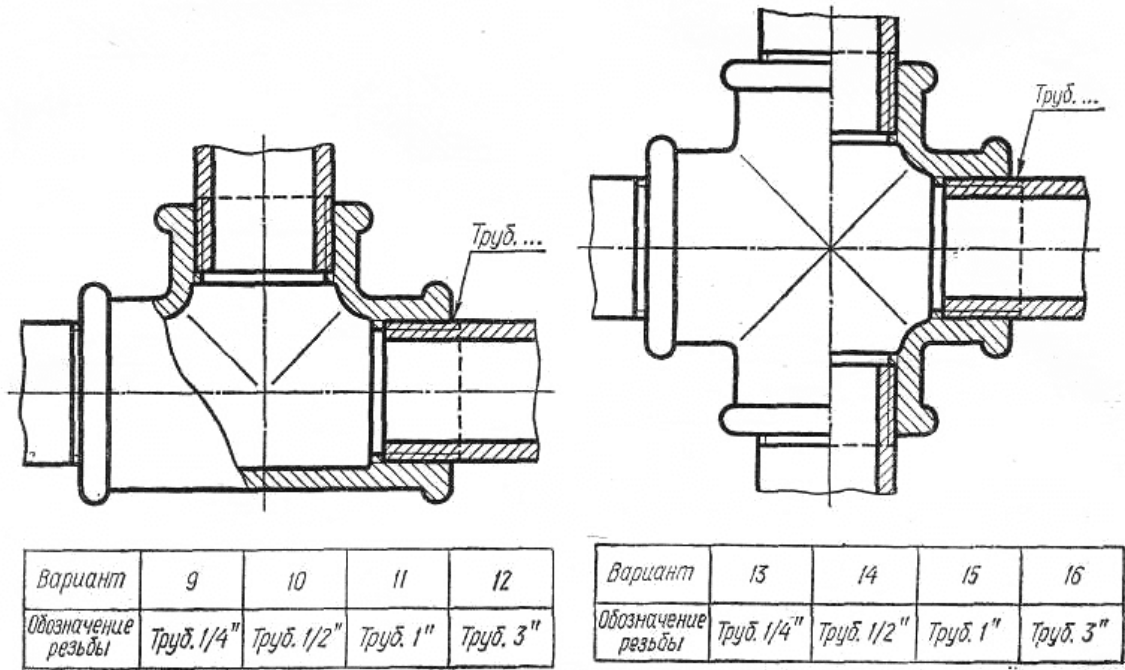
Рис. 67 Завдання до графічної роботи 10 (I). «Різьбові з'єднання»



Вариант 1(II)-4(II)

Вариант 5(II)-8(II)

Рис. 68 Завдання до графічної роботи 10 (II) «Трубне єднання»



Вариант 9(II)-12(II)

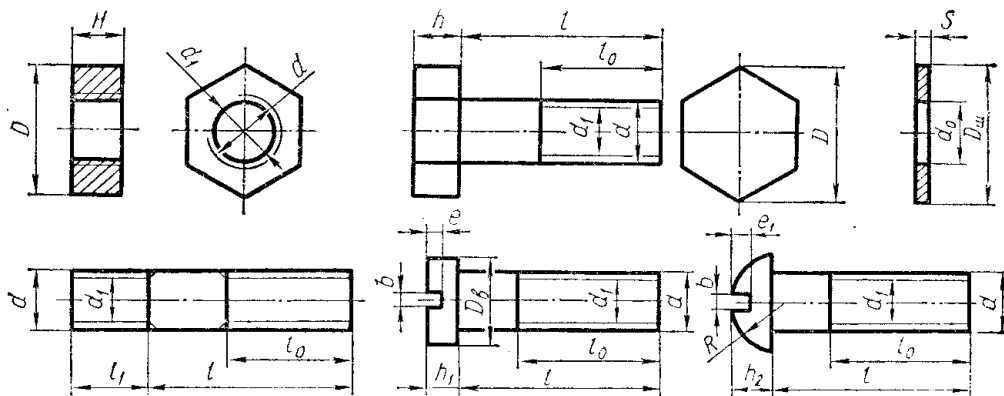
Вариант 13(II)-16(II)

Рис. 69 Завдання до графічної роботи 10 (II) «Трубне єднання»





Таблиця 7 Умовні співвідношення для викреслювання кріпильних деталей.



Позначення	Параметри	Формула
$d$	Зовнішній діаметр різьби	
$d_1$	Внутрішній діаметр різьби	$d_1 = 0,85d$
$d_0$	Діаметр отвору шайби	$d_0 = 1,1d$
$D$	Діаметр кола, вписаного навколо головки болта або гайки	$D = 2d$
$h$	Висота головки болта	$h = 0,7d$
$h_1$	Висота головки гвинта з циліндричною головою	$h_1 = 0,6 d$
$h_2$	Висота головки гвинта з напівкруглою головою	$h_2 = 0,7 d$
$H$	Висота гайки	$H = 0,8 d$
$S$	Товщина шайби	$S = 0,15 d$
$D_{ш}$	Діаметр шайби	$D_{ш} = 2,2 d$
$l_0$	Довжина нарізної частини болта, шпильки, гвинта	$l_0 = 2 d$
$l_1$	Довжина загвинчуваного кінця шпильки	
	для сталевих, бронзових та латунних деталей	$l_1 = d$
	для деталей з чугуна	$l_1 = 1,25 d$
$l$	Довжина стержня болта, шпильки, гвинта	Вибирають конструктивно
$D_B$	Діаметр циліндричної головки гвинта	$D_B = 1,5 d$
$R$	Радіус дуги головки гвинта з напівкруглою головою	$R = 0,8 d$
$b$	Ширина шліца головки гвинта	$b = 0,2 d$
$e$	Глибина шліца з циліндричною головою	$e = 0,25d$
$e_1$	Глибина шліца з напівкруглою головою	$e_1 = 0,4 d$

### Контрольні запитання:

- З яких елементів складається болтове з'єднання? (Назвати відносні розміри залежно від діаметра  $d$ , за якими креслять болти, гайки, шайби) \_\_\_\_\_
- З яких елементів складається шпилькове з'єднання? \_\_\_\_\_
- За якими виносними розмірами креслять гвинт із сферичною головою? \_\_\_\_\_
- Як умовно позначають на кресленні пряму муфту, трійник, кутник, трубу? \_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема : 4.5 З'єднання і передачі.**

### **Графічна робота 11.** Виконання зварного з'єднання

**Мета:** Ознайомитись з конструкцією і умовними позначеннями зварювальних швів, оформити креслення зварювального виробу.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; А4; готувальня; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 354-381 ;  
[3] с. 223-225

#### **Методичні вказівки:**

1. В умовах завдання (Гр.11.1-Гр.11.16) зварювальний виріб показано в ізометричній прямокутній проекції. Взнявши за основу розмір, вказаний на кресленні, визначити масштаб зображення і всі розміри, необхідні для виконання креслення зварювального виробу. Всі отвори вважати наскрізними.
2. Складальне креслення виробу розробити для свого варіанту в трьох виглядах. Внутрішні елементи виявити за допомогою розрізів. Умовно зобразити зварювальні шви по ГОСТ 2.312-74 на основі вказівок в умові завдання. В усіх випадках рахувати, що використовується ручне електродугове зварювання.
3. Застосовуючи виносні елементи виявити форму поперечного перерізу кожного зварювального шва згідно ГОСТ 5264-80.
4. Нанести розміри. Скласти специфікацію.
5. Виконати вправи 1-2.

#### **Хід виконання роботи:**

1. Вибираємо формат і масштаб зображення.
2. Проводимо рамку і виділяємо місце для основного напису.
3. За аксонометричним зображенням зварного вузла, креслимо складальне креслення зварного виробу.
4. В тонких лініях викреслюємо необхідні зображення (види, розрізи, перерізи).
5. Перевіряємо і обводимо. Наносимо штриховку в розрізах.
6. Проводимо виносні і розмірні лінії. Наносимо розміри.
7. Викреслюємо основний напис і заповнюємо його.
8. Складаємо специфікацію.

Вправа 1 Розшифрувати позначення швів зварних з'єднань.


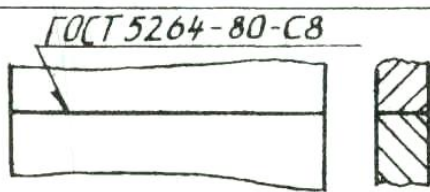


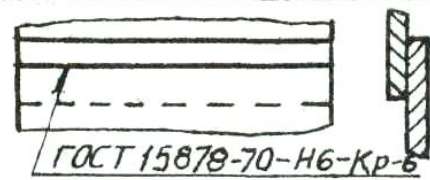
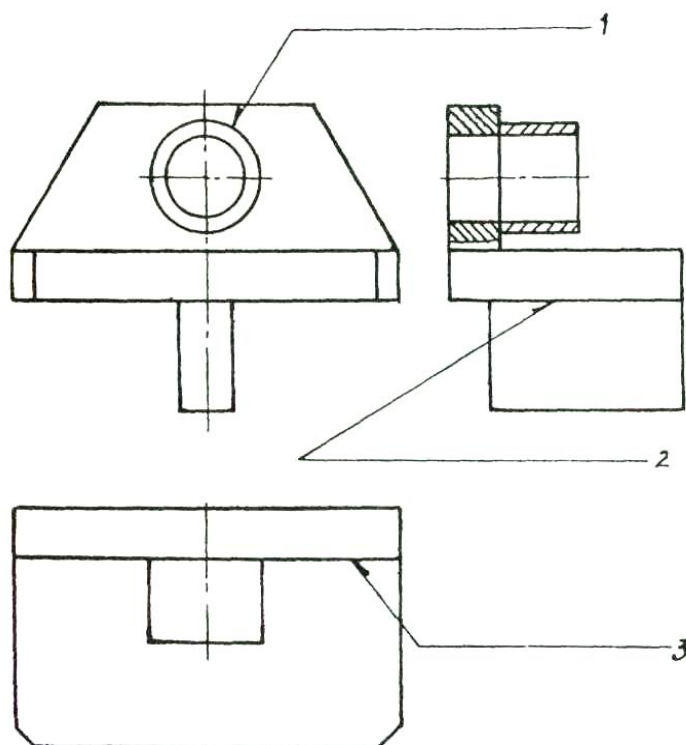
Форма поперечного перерізу шва	Зображення та позначення шва	Розшифровка позначення шва
		
		
		

Рис. 72 Зварні шви.

Вправа 2 На полечках ліній-виносок записати позначення зварних швів, користуючись їх описом у таблиці.



Номер шва на кресленні	Умовне позначення шва	Опис шва
1	T6	Шов таврового з'єднання із скосом однієї кромки, безперервний, виконаний по замкненій лінії.
2	T4	Шов таврового з'єднання без скосу кромки, двосторонній, переривчастий із шаховим розміщенням. Катет шва 6 мм. Довжина проварюваної ділянки 30 мм, крок – 60 мм.
3	У6	Шов кутового з'єднання із скосом однієї кромки, однобічний, безперервний.
Примітка. Усі шви виконані ручним електродуговим зварюванням (ГОСТ 5264-80)		



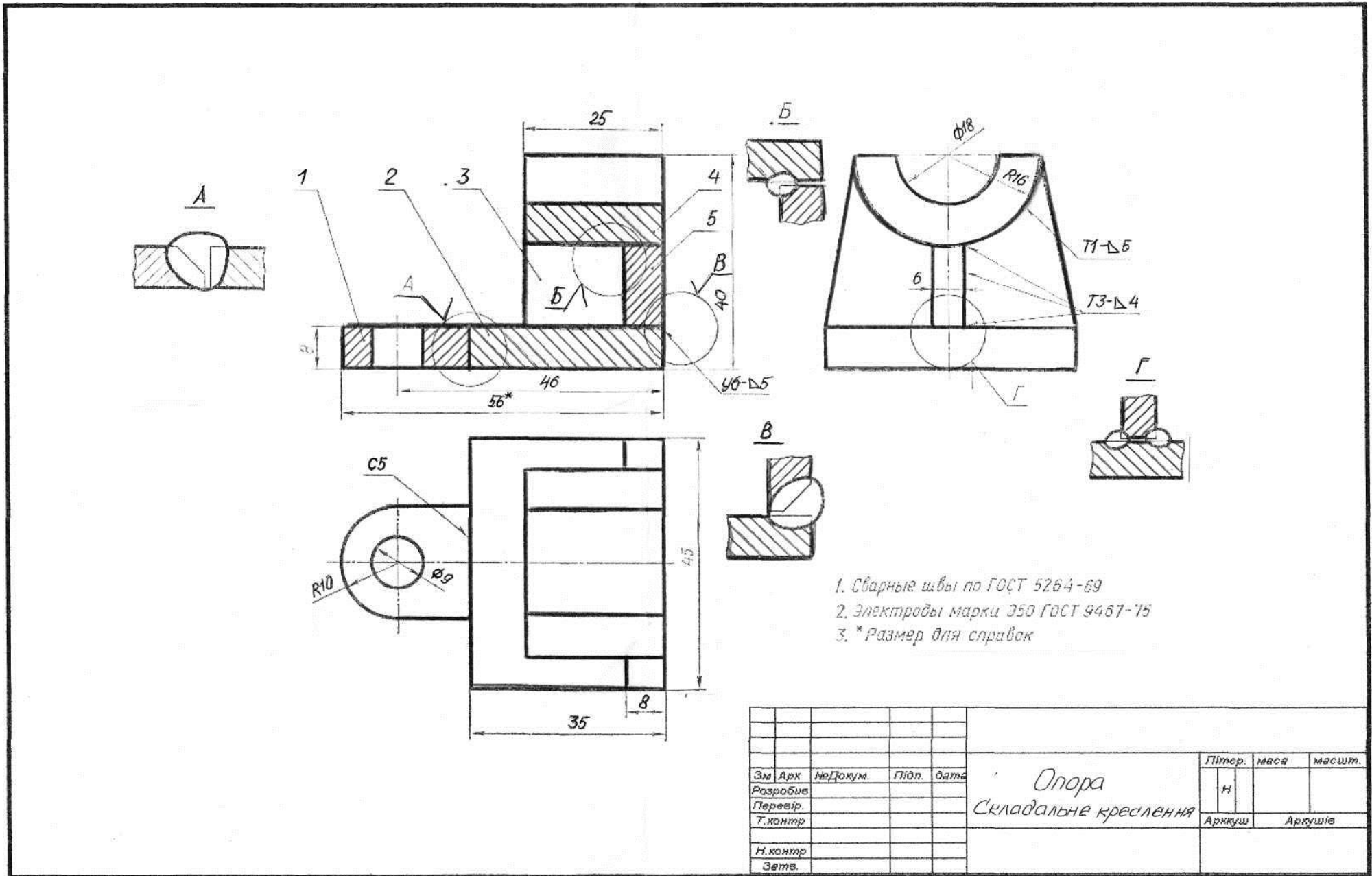
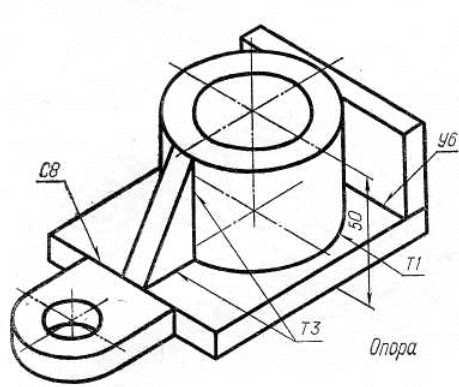
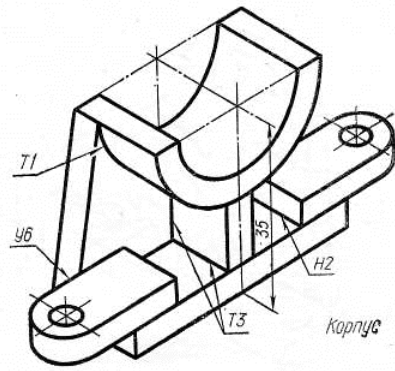


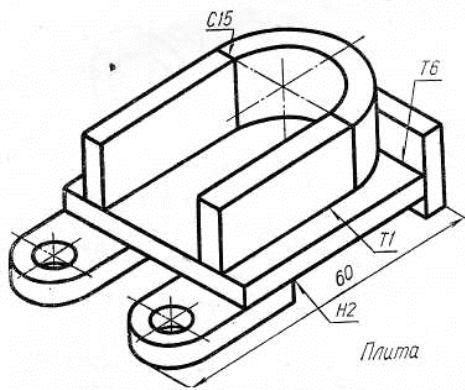
Рис. 74 Вразок виконання графічної роботи 11



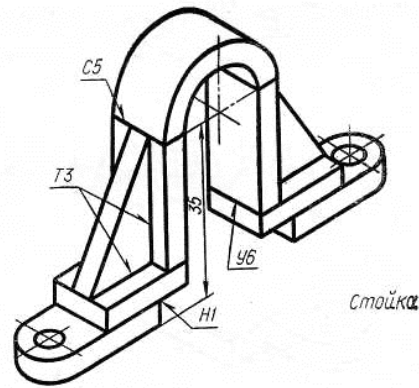
Вариант 1



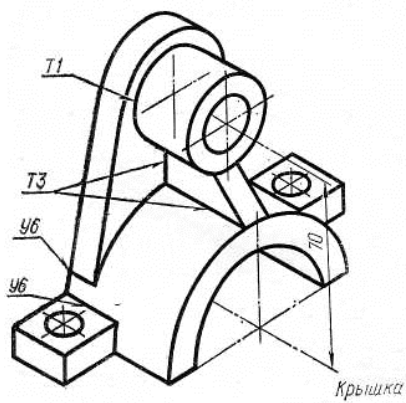
Вариант 2



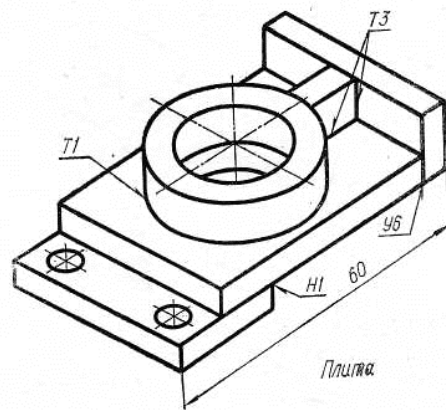
Вариант 3



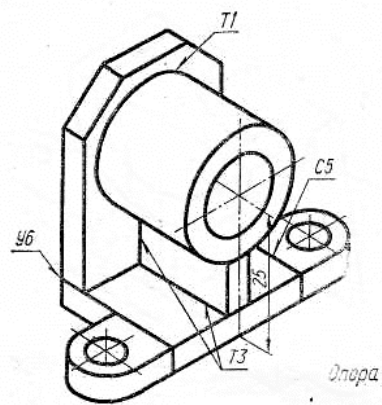
Вариант 4



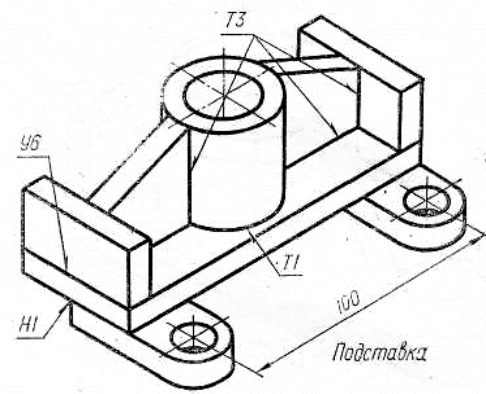
Вариант 5



Вариант 6

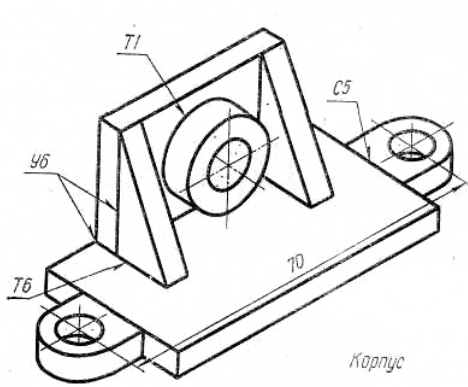


Вариант 7

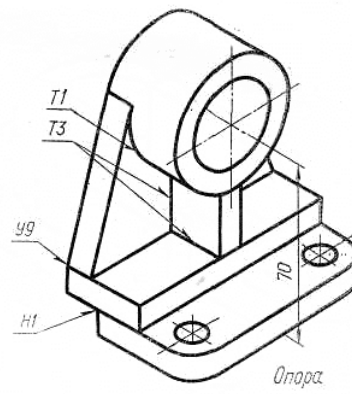


Вариант 8

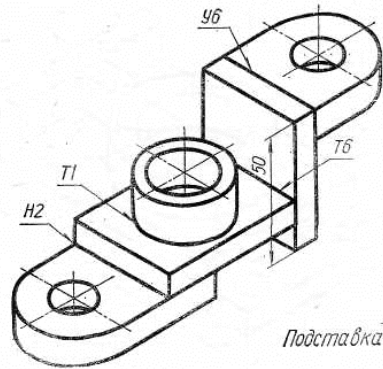
Рис. 75 Завдання до графічної роботи 11 «Зварні з'єднання»



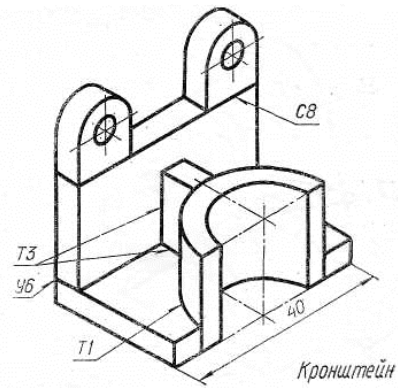
Варіант 9



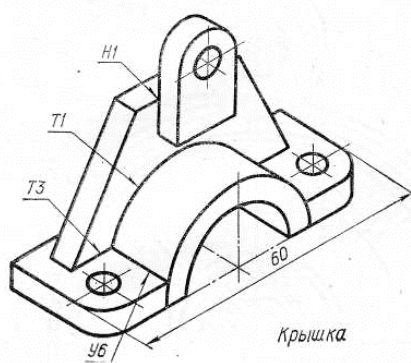
Варіант 10



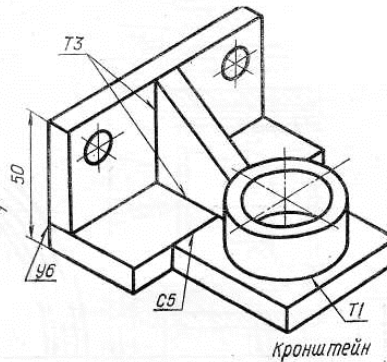
Варіант 11



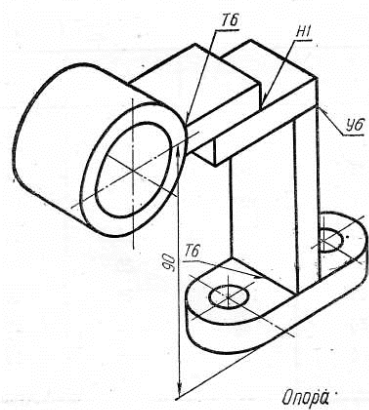
Варіант 12



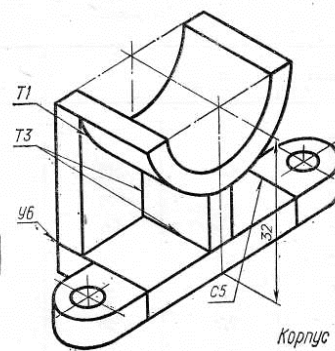
Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15



Варіант 16

Рис. 76 Завдання до графічної роботи 11 «Зварні з'єднання»

## Контрольні запитання:

1. За якими ознаками класифікують зварні з'єднання? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Як умовно зображають на кресленні зварні шви? Які елементи входять до умовного позначення зварних швів? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Як поділяють зварні з'єднання за формою підготовки кромки? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Як умовно позначають на кресленні шви кутових, таврових, внапусток з'єднань? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Тема : 4.5 З'єднання і передачі.**

**Графічна робота 12.** Виконання робочого креслення зубчастого колеса.

**Мета:** Набути практичних умінь і навичок в розрахунках і викреслюванні зубчастих коліс.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; А4; готовальня; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 382-403;  
[3] с. 149-151

### **Методичні вказівки:**

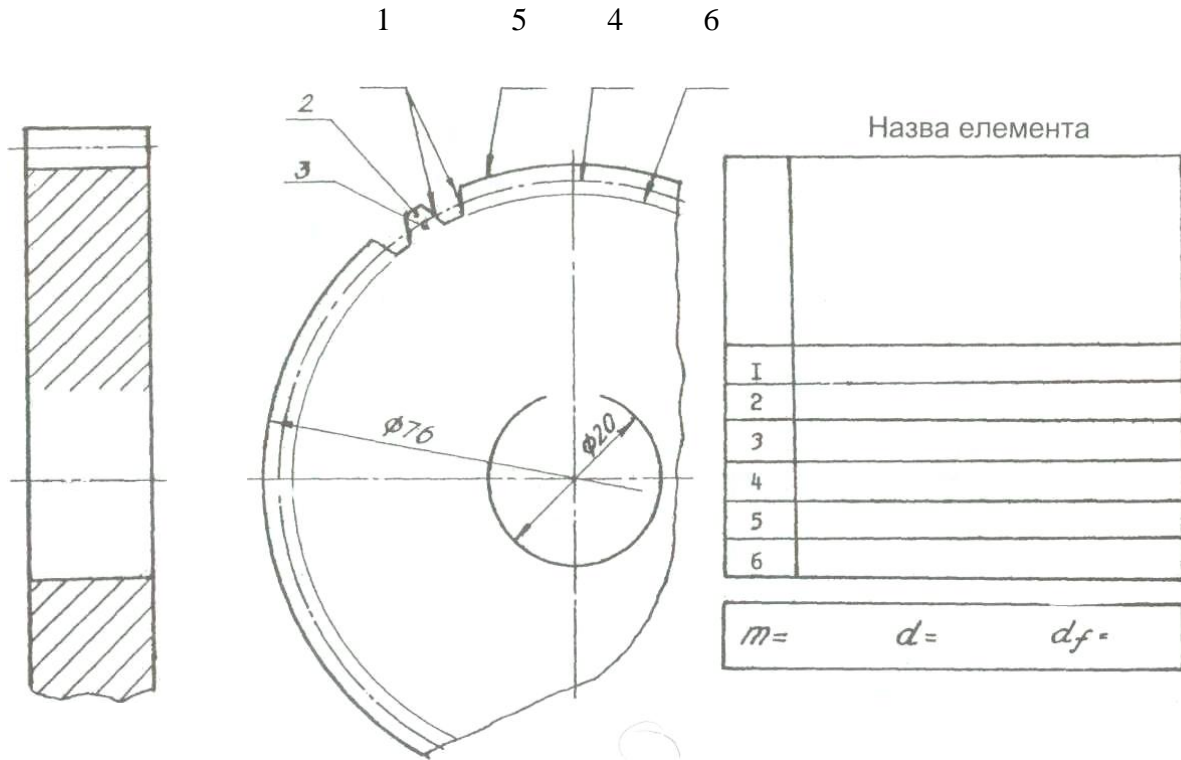
1. Коло і твірні поверхні вершин зубів показують суцільною основною лінією на всіх зображеннях.
2. Коло і твірні поверхні западин зубів у розрізах перерізах показують суцільною основною лінією. На виглядах їх дозволяється показувати суцільною тонкою лінією.
3. Ділильне і початкове кола та твірні поверхні ділильних і початкових циліндрів зображають тонкою штрих-пунктирною лінією на всіх виглядах і розрізах колеса.
4. Зуби зубчатих коліс креслять лише в осьових розрізах, на інших зображеннях показують тільки поверхню їх вершин. Коли треба показати профіль зуба, рекомендується накреслити його у вигляді виносного елемента або показати на обмеженій ділянці деталі.
5. Напрямок зубів (у разі потреби) показують трьома тонкими паралельними лініями відповідного нахилу поблизу осі колеса.
6. У верхньому правому куті креслення поміщають таблицю параметрів (рис. ). Таблицю поділяють на три частини, відокремлені одна від одної основними суцільними лініями. Перша (верхня) частина містить основні дані щодо виготовлення колеса; друга – щодо контролю виробу, а третя – довідкові матеріали.
7. Нанести технічні вимоги на виготовлення зубчастого колеса і заповнити основний напис.
8. Виконати вправи 1-2.

### **Хід виконання роботи:**

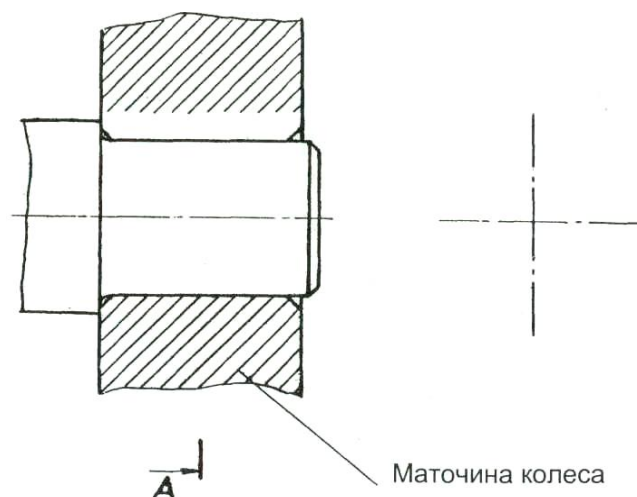
1. Вибираємо формат А3 і масштаб зображення.
2. Проводимо рамку і виділяємо місце для основного напису.
3. Згідно таблиці «Параметри зубчастих коліс» креслимо робоче креслення зубчастого колеса в тонких лініях.
4. В тонких лініях викреслюємо необхідні зображення (види, розрізи, перерізи).
5. Перевіряємо і обводимо. Наносимо штриховку в розрізах.
6. Проводимо виносні і розмірні лінії. Наносимо розміри.
7. Заповнюємо таблицю параметрів зубчастого колеса і пишемо технічні вимоги на виготовлення.

8. Викреслюємо і заповнюємо основний напис.

Вправа 1 Записати в таблиці назву та позначення основних елементів вінця циліндричного зубчатого колеса. за розмірами на кресленні визначити модуль зачеплення, розміри діаметрів кіл ділительного та западин. Число зубів  $Z=36$ . підібрати за ГОСТом 23368-78 розміри шпонкового паза, докреслити його та нанести розміри.



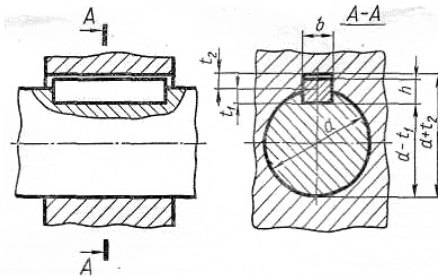
Вправа 2. Для з'єднання вала та маточини колеса підібрати за ГОСТом 23360-78 розміри шпонки та шпонкових пазів. Масштаб креслення 1:1. шпонка призматична з закругленими торцями. Докреслити головне зображення з'єднання та побудувати переріз А—А. на перерізі поставити розміри, які характеризують з'єднання. Виконати креслення шпонки та написати її умовне позначення.



Таблиця 8 Параметри зубчастих коліс для графічної роботи 12

№ п/п	ВАРІАНТИ															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
m	12	10	8	6	5	4	3	2,5	2	1,5	1,25	1	8	6	5	4
z	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	18	19	20	21

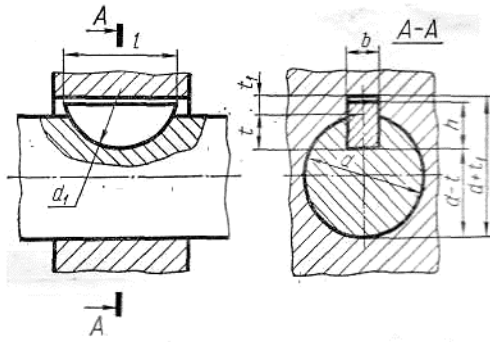
Шпонки призматичні (ГОСТ 23360—78)



Пример условного обозначения: Шпонка 18×11×100 ГОСТ 23360—78

Диаметр вала $d$	Сечение шпонки		Глубина паза		Диаметр вала $d$	Сечение шпонки		Глубина паза	
	$b$	$h$	Вал $t_1$	Втулка $t_2$		$b$	$h$	Вал $t_1$	Втулка $t_2$
Св. 12 до 17	5	5	3	2,3	Св. 50 до 58	16	10	6	4,3
» 17 » 22	6	6	3,5	2,8	» 58 » 65	18	11	7	4,4
» 22 » 30	8	7	4	3,3	» 65 » 75	20	12	7,5	4,9
» 30 » 38	10	8	5	3,3	» 75 » 85	22	14	9	5,4
» 38 » 44	12	8	5	3,3	» 85 » 95	25	14	9	5,4
» 44 » 50	14	9	5,5	3,8	» 95 » 110	28	16	10	6,4

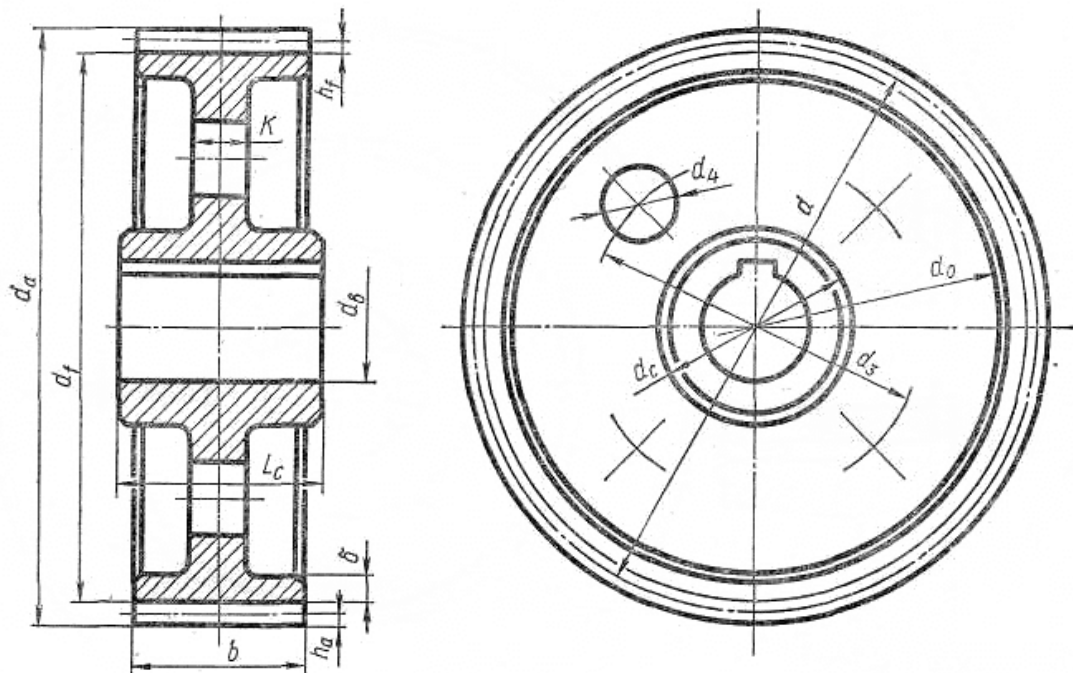
Шпонки сегментні (ГОСТ 8795 – 68)



Пример условного обозначения: Шпонка сегм. 10×13 ГОСТ 8795—68

Диаметр вала $d$	Номинальный размер шпонки				Глубина паза	
	$b$	$h$	$d_1$	$l$	Вал $t$	Втулка $t_1$
Св. 10 до 12	4	5	13	12,6	3,5	1,8
» 12 » 17	5	6,5	16	15,7	4,5	2,3
» 17 » 22	6	9	22	21,6	6,5	2,8
» 22 » 30	8	11	28	27,3	8	3,3
» 30 » 38	10	13	32	31,4	10	3,3
» 38 » 44	12	19	65	59,1	16	3,3

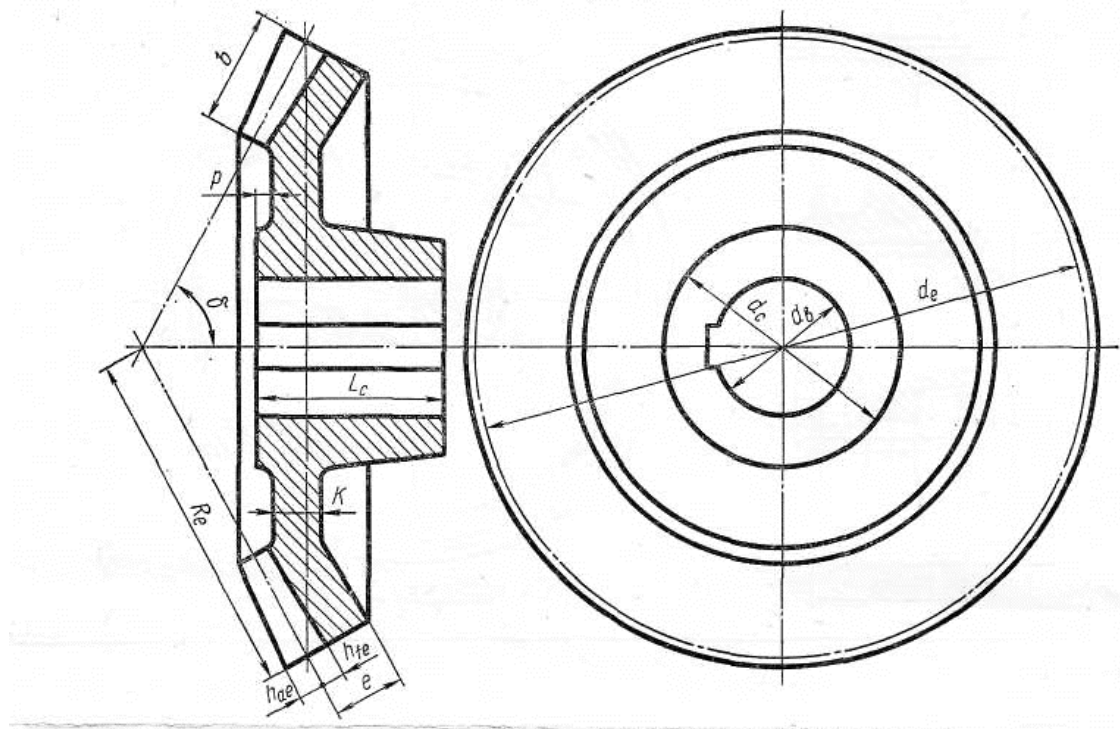
Геометричні та конструктивні параметри циліндричного зубчастого колеса



Позначення	Параметр	Формула
$d$	Діаметр ділительного кола	$d=mz$
$h_a$	Висота головки зуба	$h_a = m$
$h_f$	Висота ніжки зуба	$h_f = 1,25m$

$d_a$	Діаметри кола вершин	$d_a = m(z+2)$
$d_f$	Діаметр кола западин	$d_f = m(z-2,5)$
$b$	Ширина зубчастого вінця	задана
$\delta$	Товщина обода	$\delta = (2 \div 3)m$
$d_c$	Діаметр маточини	$d_c = 1,6d_b$
$L_c$	Довжина маточини	$L_c = 1,1d_b$
$K$	Товщина диска	$K = 0,3b$
$d_o$	Внутрішній діаметр обода	$d_o = dd_f - 2\delta$
$d_3$	Діаметр центрального кола	$d_3 = 0,5(d_o + d_c)$
$d_4$	Діаметр отворів	$d_4 = 0,25(d_o - d_c)$
$c$	Висота фаски	$C = 2 \div 3$ мм
	Розміри шпонкового паза	по ГОСТ 23360-78

Геометричні та конструктивні параметри конічного зубчастого колеса.



Позначення	Параметр	Формула
$d_e$	Зовнішній ділільний діаметр	$d_e = m_e z$

$h_{ae}$	Зовнішня висота головки зуба	$h_{ze} = m_e$
$h_{fe}$	Зовнішня висота ніжки зуба	$h_{fe} = 1,2m_e$
$\delta$	Кут ділильного конуса	$\text{tg } \delta_1 = z_1/z_2; \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$
$R_e$	Зовнішня конусна відстань	$R_e = 0,5m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
$b$	Ширина зубчастого вінця	$Bb = 0,3R_e$
$L_c$	Довжина маточини	$L_o = 1,3d_b$
$d_c$	Діаметр маточини	$d_c = 1,6d_b$
$\rho$	Висота виступу	$\rho = 0,1R_e$
$e$	Товщина обода	$e = 0,2R_e$
$K$	Товщина диска	$R = 0,17R_e$
	Розміри шпон очного паза	по ГОСТ 23360 – 78

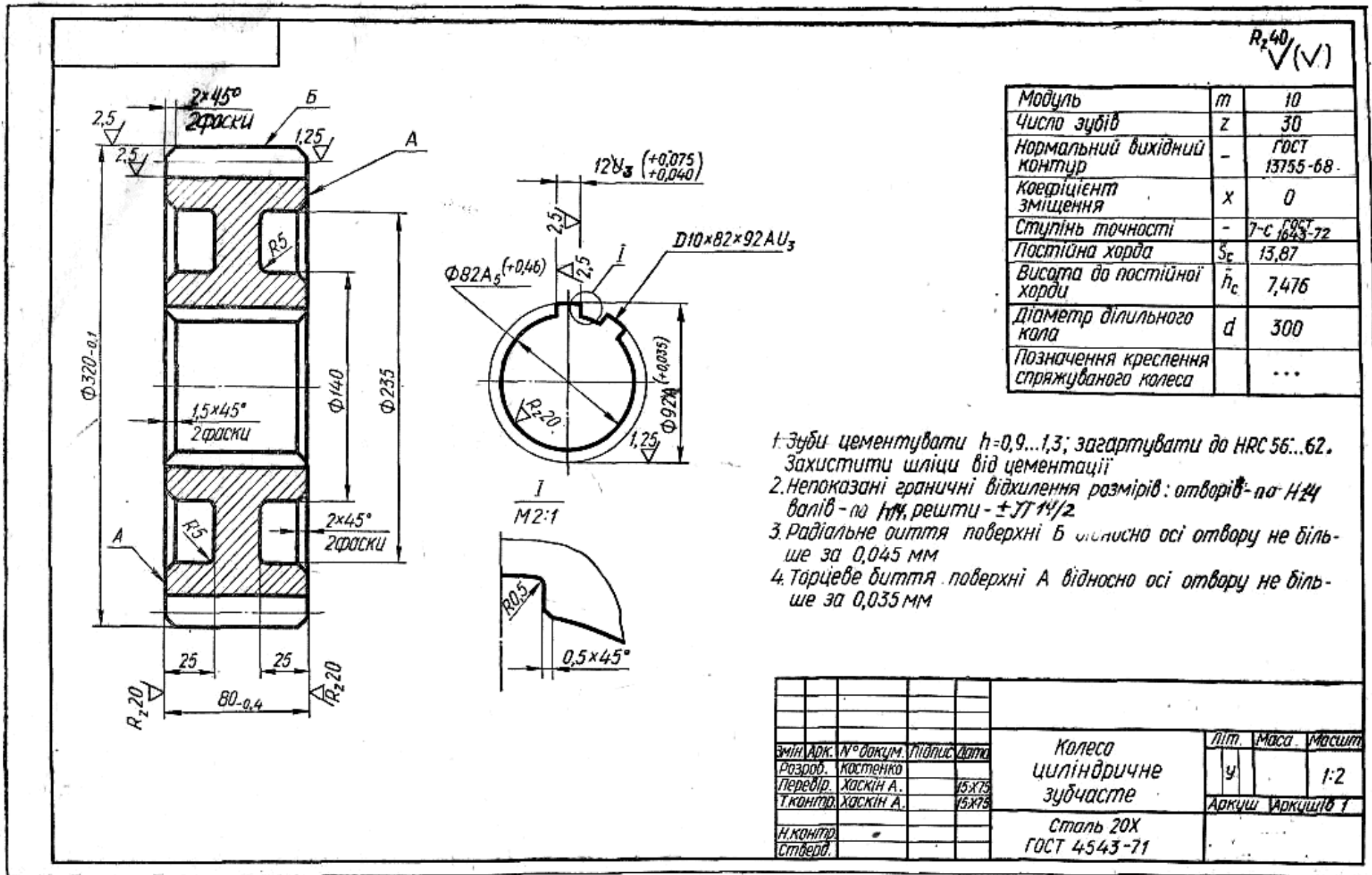


Рис. 77 Зразок виконання графічної роботи 12

## Контрольні запитання:

1. Які основні елементи циліндричного зубчастого колеса? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Які основні елементи конічного зубчастого колеса? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. За якими формулами роблять геометричний розрахунок конічного зубчастого колеса? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Які основні елементи черв'яка і черв'ячного колеса? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Як умовно зображують на кресленні циліндричні зубчасті, конічні колеса, циліндричний черв'як? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. За якими формулами розраховують дільний діаметр черв'яка і черв'ячного колеса? діаметри вершин і западин черв'яка і черв'ячного колеса? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Як умовно зображують на кресленнях циліндричні зубчасті колеса? конічні колеса? циліндричний черв'як? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема 4.6 Креслення загального вигляду. Складальне креслення.

**Графічна робота 13.** Виконання ескізів деталей складальної одиниці. Виконання специфікації.

**Мета:** Набути навиків в виконанні ескізів складальної одиниці. Виконання складального креслення складальної одиниці за ескізами деталей та заповнення специфікації.

**Матеріали та обладнання:** Вузли складальних одиниць; штангенциркуль; формати А4 (в клітинку); олівці НВ, Н; гумка.

**Література:** [1] с. 404...425;

**Методичні рекомендації:**

За ГОСТ 2.109 – 73 складальне креслення повинно мати таке:

- а) зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розміщення та взаємний зв'язок окремих його частин. Дозволяється поміщати на складальному кресленні схему з'єднання або схему розміщення складових частин виробу;
- б) розміри з граничними відхиленнями та інші параметри і вимоги, які виконують і контролюють у процесі складання виробу;
- в) вказівки про характер спряження деталей і методи його використання, якщо точність його спряження забезпечується в процесі складання виробу підбиранням, підганянням тощо, вказівки про спосіб з'єднання частин виробу (зварних, паяних з'єднань тощо);
- г) номери позицій складових частин виробу;
- д) основні характеристики виробу;
- е) габаритні, установлювальні, приєднувальні, а також необхідні довідкові розміри.

### Хід виконання ескізів деталей виробу:

Підготовча стадія:

- а) з'ясувати призначення і принцип роботи виробу, вивчити його конструкцію, тобто з яких деталей складається виріб, їх призначення, як поєднані деталі між собою тощо;
- б) вивчити порядок складання розбирання виробу. Рекомендується скласти схему послідовності його складання;
- в) виявити наявність деталей, які не підлягають ескізуванню, приклад кріпильні, стандартні тощо;
- г) скласти попередню специфікацію, де показати, які конструкторські документи потрібні для виготовлення і комплектування виробу, перерахувати і позначити складальні одиниці, деталі, стандартні вироби та матеріали, що входять до виробу;
- д) проставити в специфікації позначення складальних одиниць та деталей відповідно до ГОСТ 2.201 – 68.

Стадія безпосереднього виконання ескізу.

1. Вибір головного вигляду деталі на ескізі не слід пов'язувати з розміщенням її у виріб. Рекомендується за головний вигляд брати зображення деталі, яке дає найкраще уявлення про її форму, розміри і відповідає основній технологічній операції в процесі її виготовлення.
2. Кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів) і їх розробка повинні бути настільки повними, щоб за ними без натру можна було виконати складальне креслення.
3. На ескізах спряжених деталей слід витримати однакові номінальні розміри, бо інакше скласти виріб буде неможливо.
4. Різного характеру поєднання деталей (рухомі, нерухомі), або їх посадок, досягають за рахунок справжніх розмірів, за якими деталі виготовляють. Тому на ескізах слід проставляти граничні відхилення розмірів у вигляді числових величин або умовного позначення посадки. Рекомендується проставляти на ескізах граничні відхилення форми і розташування поверхонь.
5. Знаки шорсткості поверхонь повинні відповідати характеру посадки деталі і класу її точності, тобто залежати від технології виготовлення деталі. Знаки шорсткості для спряжених поверхонь, як правило, беруть однаковими.

6. Оформляти ескізи слід за всіма вимогами, які ставляться до робочих креслень деталей. Ескізи брошурують у зошит, на обкладинці якого пишуть: “Ескізи деталей (назва виробу) склав студент ..... групи ..... коледжу .....”.

### **Хід виконання складального креслення.**

1. Перевіряють зроблені ескізи щодо правильності виконання зображень, нанесення розмірів, умовних позначень тощо.
2. Вибирають необхідну і достатню кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів), які дозволяють розкрити конструкцію виробу на складальному кресленні.
3. Залежно від складності виробу і його габаритних розмірів устанавлюють масштаб креслення й вибирають формат паперу відповідно до ГОСТ 2.301-68. наносять рамку і виділяють місце для основного напису.
4. Проводять осі симетрії і намічають габаритні прямокутники для розміщення окремих зображень.
5. Наносять контур основної деталі виробу, причому побудову ведуть одночасно на всіх намічених зображеннях. Разом з виглядом деталі виконують і потрібні розрізи її.
6. Інші деталі креслять приблизно в тій самій послідовності, в якій їх приєднують. Виконують на складальному кресленні розрізи, перерізи, виносні елементи, показують різьбу.
7. Перевіряють зроблене креслення, обводять лінії видимого і невидимого контурів, заштриховують розрізи і перерізи.
8. Проводять виносні і розмірні лінії, проставляють розмірні числа.
9. Заповнюють основний напис і записують технічні вимоги або технічну характеристику виробу.
10. На окремому аркуші виконують специфікацію виробу.
11. Наносять позиції деталей виробу на креслення.

### **Хід виконання специфікації (ГОСТ 2.108—68)**

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

На кожен складальну одиницю виконують свою специфікацію на окремих аркушах . Якщо складальне креслення виконано на форматі А4, дозволяється поєднувати специфікацію з самим кресленням.

У загальному вигляді специфікація складається з таких розділів: а) документація; б) комплекси; в) складальні одиниці; г) деталі; д) стандартні вироби; е) інші вироби; є) матеріали; ж) комплекти. Назву кожного розділу записують у специфікації у вигляді заголовка в графі “Назва” і підкреслюють. У навчальному кресленні найчастіше мають справу з розділами а), в), г), д), е), і є).

У розділ “Документація” заносять документи, що складають основний комплект конструкторських документів на специфікований виріб, крім самої специфікації. Документи записують у послідовності, наведеній у ГОСТ 2.102—68, наприклад: складальне креслення, креслення загального вигляду, монтажне креслення, пояснювальна записка тощо.

У розділ “Складальні одиниці” записують складальні одиниці, що безпосередньо входять до специфікованого виробу. На кожен з них виконують самостійне складальне креслення із своєю специфікацією.

У розділі “Деталі” записують нестандартні деталі, що безпосередньо входять до виробу. Деталі записують в алфавітній послідовності сполучення початкових знаків (букв) індексів організацій-розроблювачів, а також у послідовності зростання цифр, які входять у позначення.

У розділ “Стандартні вироби” записують вироби, виготовлені за державними стандартами (ГОСТами), галузевими стандартами, стандартами окремих виробництв. У межах кожної категорії стандартів записують за однорідними групами, об’єднаними їх функціональним призначенням, наприклад: підшипники, кріпильні вироби, електротехнічні вироби. У межах кожної групи – в алфавітній послідовності їх назв, у межах назви – за зростанням номерів стандартів і, нарешті, у межах кожного номера стандарту – в порядку зростання основних параметрів виробу.

Наприклад, групу кріпильних деталей слід записувати в специфікацію за алфавітом, а саме: болти; гайки; гвинти; шайби; шпильки тощо. У межах назви болти, наприклад, записують у послідовності зростання номерів стандартів; якщо номер той самий, -- у послідовності зростання параметрів болтів, тобто зростання їх діаметрів і довжини.

У розділі “Матеріали” записують лише ті матеріали, які безпосередньо входять до складального виробу. Записувати їх слід у такій послідовності: а) чорні метали; б) кольорові метали; в) пластмаси; г) паперові і текстильні матеріали; д) деревні матеріали; е) гумові і шкіряні матеріали; є) лаки і фарби. У специфікацію не записують такі матеріали, як, наприклад, лаки, фарби, електроди, припій, клей, та ін., якщо кількість цих матеріалів визначає не конструктор, а технолог. Вказівку про ці матеріали роблять у технічних вимогах до креслення.

Розглянемо, як заповнюють окремі графи специфікації:

1. У графі “Формат” записують позначення формату, на якому виконано креслення деталі або інший конструкторський документ. Цю графу не заповнюють для розділів “Стандартні вироби”, “Інші вироби”, “Матеріали”. Для деталей, на які креслення не виготовлені, у цій графі слід писати “БЧ”.

2. У графі “Зона” проставляють позначення зони, в якій розміщена певна складова частина виробу. Цю графу заповнюють лише для креслень, розподілених на зони.

3. У графі “Поз.” Наводять порядкові номери складових частин виробу в послідовності записування їх у специфікацію. Для розділів “Документація” і “Комплекти” цю графу не заповнюють.

4. У графі “Позначення” записують позначення конструкторських документів на всі документи й вироби, занесені до специфікації. Не заповнюють цю графу для розділів “Стандартні вироби”, “Інші вироби” та “Матеріали”.

5. У графі “Назва” записують:

а) для документів, що входять в основний комплект документів специфікованого виробу, -- лише їх назву, наприклад: “Складальне креслення”, “Схема”, “Технічні умови”;

б) для складальних одиниць і деталей – їх назву згідно з основним написом на кресленнях цих виробів. Для деталей, на які не випущені креслення, показують не тільки назву, а й матеріал і розміри, за якими деталь виготовлена;

в) для стандартних виробів і матеріалів – їх назву і умовне позначення за відповідним стандартом або технічними умовами.

6. У графі “Кільк.” Показують кількість складових частин, які входять до одного виробу, а для матеріалів – кількість матеріалу на один виріб з позначенням одиниці вимірювання.

7. У графі “Примітка” наводять додаткові дані, що стосуються виробів, документів і матеріалів, занесених до специфікації. Для деталей, на які немає креслень, записують масу деталей.

Після кожного розділу специфікації залишають кілька вільних рядків.

Приклад розгорнутої специфікації виробу можна побачити на рис. ....

#### Приклад виконання складального креслення вентиля .

Запірний вентиль (рис. 78) розрахований на тиск до  $200 \text{ кгс/см}^2$ . призначено його для подавання емульсії до гідравлічного преса. Перекривають вентиль, угвинчують шток 6 з клапаном 4, насадженим на кінець штока, у різьбі в кришці 3. ущільнення штока досягають набивкою 14, яка підтискується двома ґрундбуксами 9 і натискною гайкою 5. емульсія підводиться до вентиля по трійнику 1, закріпленому на різьбі до фланця 8. фланець з'єднується з корпусом двома шпильками 13 з гайками 12. витікає емульсія через штуцер 7, з'єднаний з корпусом за допомогою фланця 8.

Послідовність складання вентиля така. Спочатку складаємо кришку 3; для цього в кришку вгвинчуємо шток 6, вставляємо в сальникову камеру ґрундбуксу 9, закладаємо набивку 14, вставляємо другу ґрундбуксу і підтискуємо все це натискною гайкою 5; на нижній циліндричний кінець штока надіваємо клапан 4. складаючи корпус, загвинчуємо в отвори з різьбою чотири шпильки 13 і вставляємо в пази прокладки 10, виготовлені з пароніту. Після цього загвинчуємо в корпус складену кришку і за допомогою гайок 12 кріпимо до корпусу фланці з трійником і штуцером.

На рис. 82-84 зображено ескізи всіх нестандартних деталей, на рис. 80 складальне креслення вентиля, на рис. 81 його специфікацію

15		формат	зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка	
8									
6		6	8	70		63	10	22	
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)				
Разраб.							Літ.	Арк.	Аркушів
Проб.							(4)	(7)	(8)
(10)	(11)	(12)	(13)	(1)				(9)	
Н. контр.									
Утв.									

Рис. 78 Зразок специфікації до графічної роботи 13 «Складальне креслення»

Вправа 1 За структурою виробу та його аксонометрії (див. рис. 79 ) складіть специфікацію.

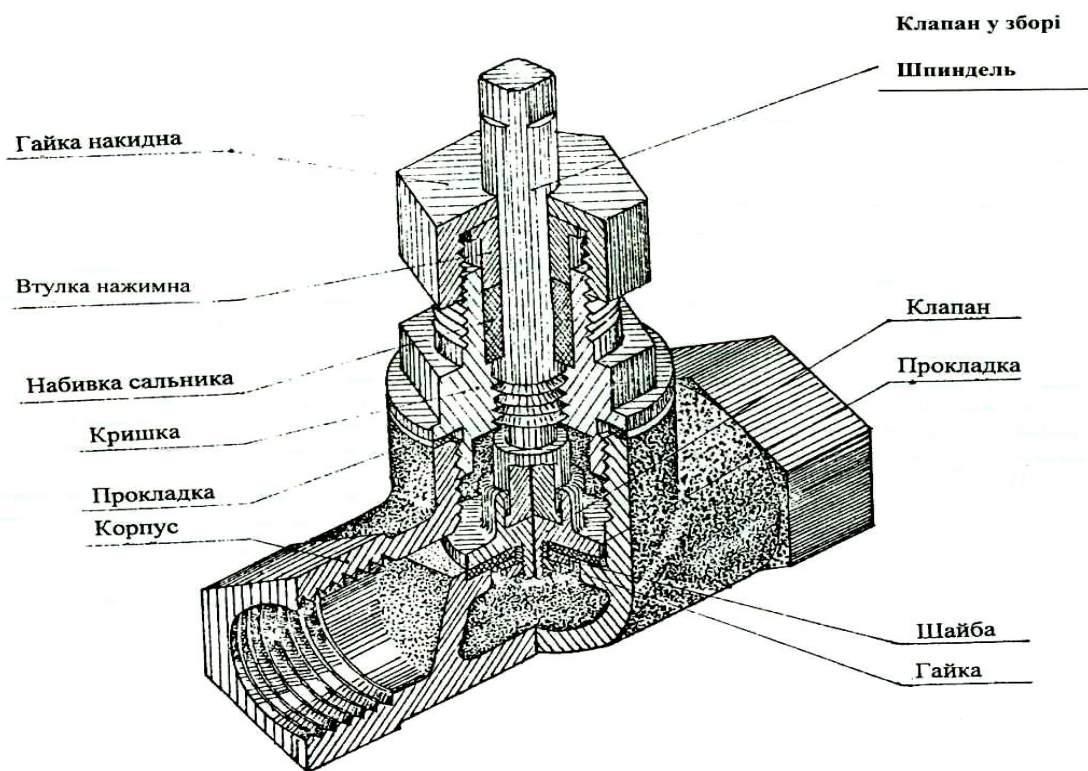


Рис. 79 Вентиль водяний

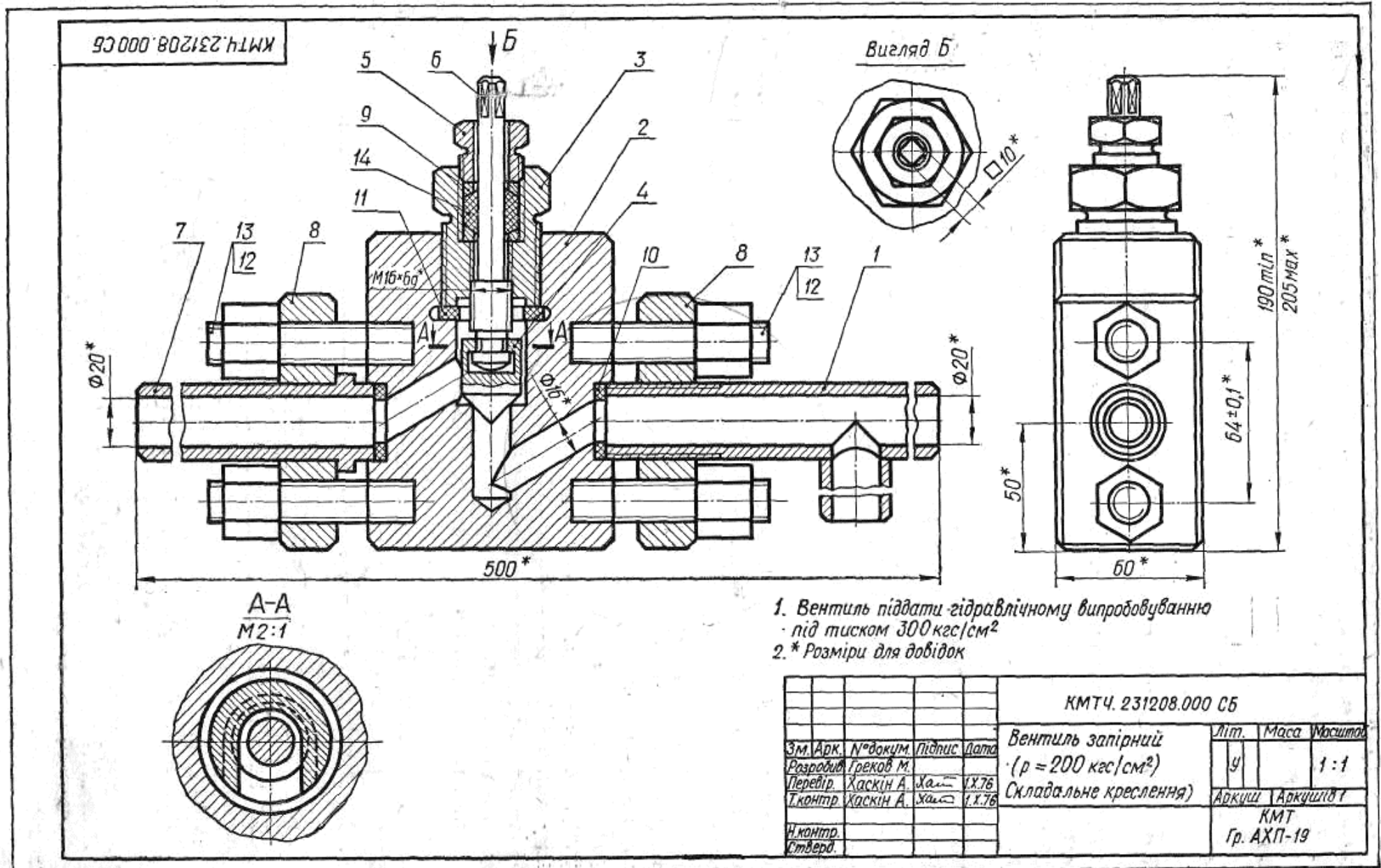


Рис. 80 Зразок виконання графічної роботи 13. «Складальне креслення»

Фор-	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітки		
				<u>Документація</u>				
			НКМДАУ. 21.13. 00 СК	Складальне креслення				
				<u>Складальні одиниці</u>				
		1	НКМДАУ. 21.13.	Трійник	1			
				<u>Деталі</u>				
		2	НКМДАУ. 21.13 002	Корпус	1			
		3	НКМДАУ. 21.13 003	Кришка	1			
		4	НКМДАУ. 21.13 004	Клапан	1			
		5	НКМДАУ. 21.13 005	Гайка натискна	1			
		6	НКМДАУ. 21.13 006	Шток	1			
		7	НКМДАУ. 21.13 007	Штуцер	1			
		8	НКМДАУ. 21.13 008	Фланець	2			
		9	НКМДАУ. 21.13 009	Грундбукса	2			
		10	НКМДАУ. 21.13 0010	Прокладка 32/16 ×2	2	D/d × S		
				Пароніт ПОН ГОСТ 481-71	0,02	кг		
				<u>Стандартні вироби</u>				
		11		Гайка М12.5.016 ГОСТ 15525-70	4			
		12		Шпилька М16 × 60 20/38 58.016	4			
				ГОСТ 11765-66				
				<u>Матеріали</u>				
		13		Шнур азбестовий Ø 5				
				ГОСТ 1779-55	0,04	кг		
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Да- та				
Розробив					Вентиль запірний	Літера	Лист	Листів
Перевітив								

Рис. 81 Зразок заповнення специфікації складальної одиниці

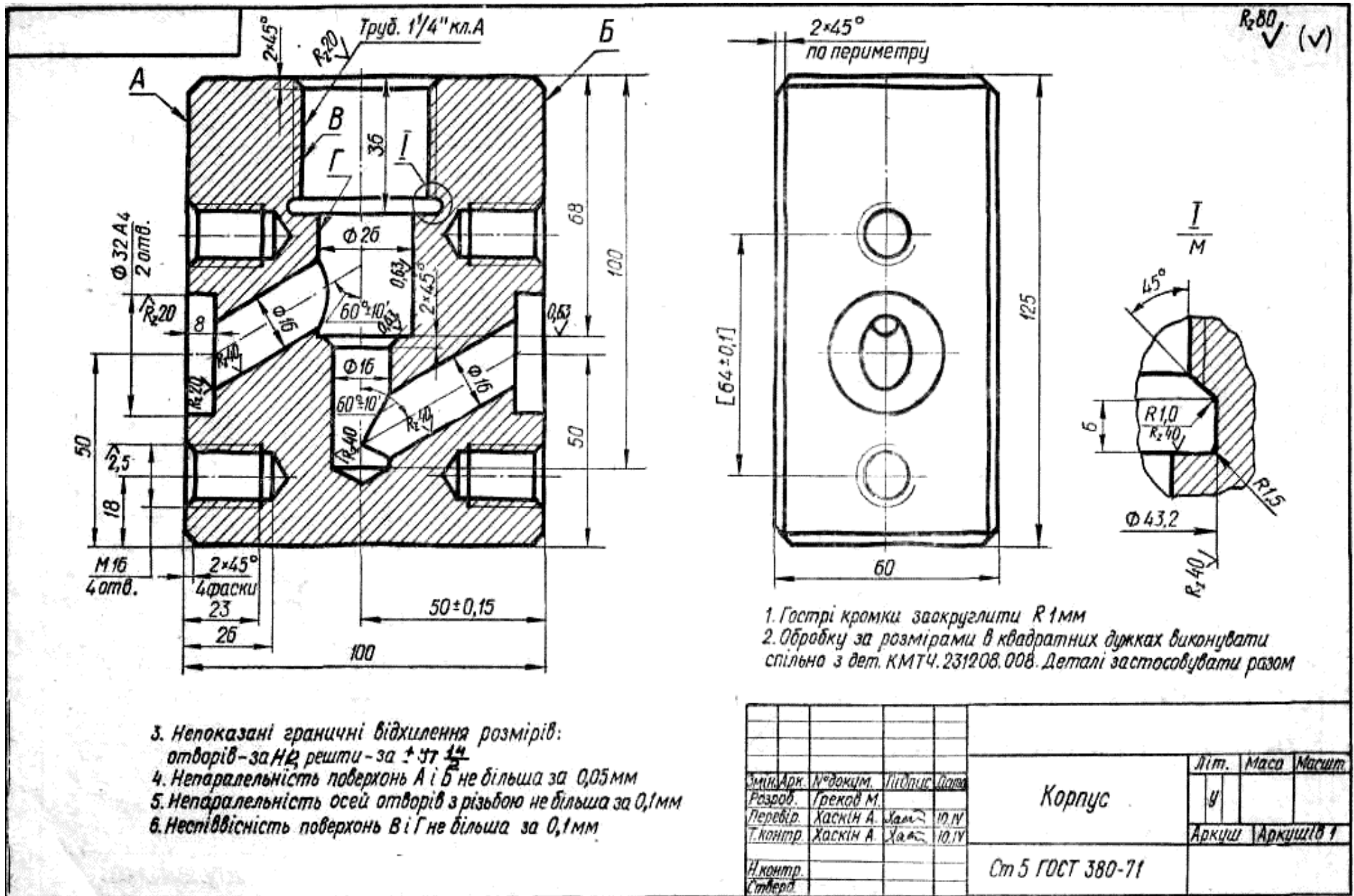
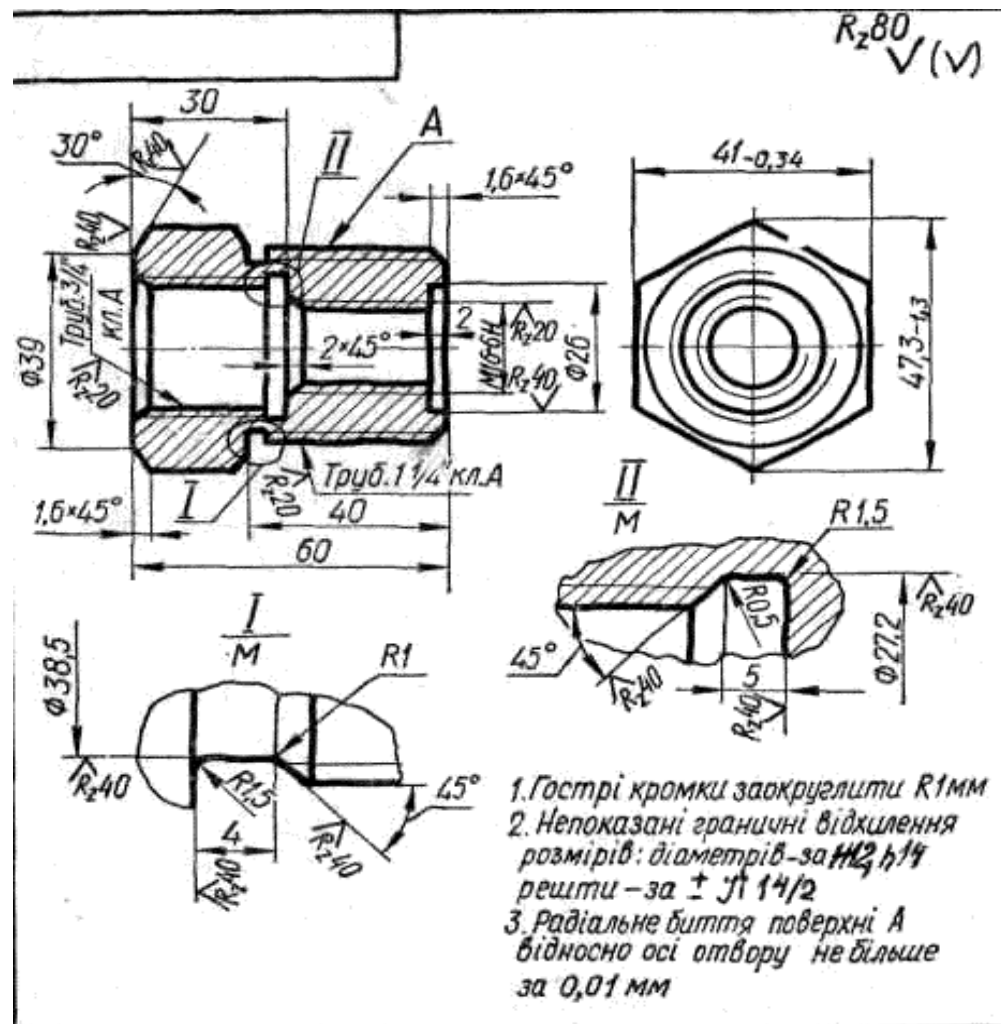
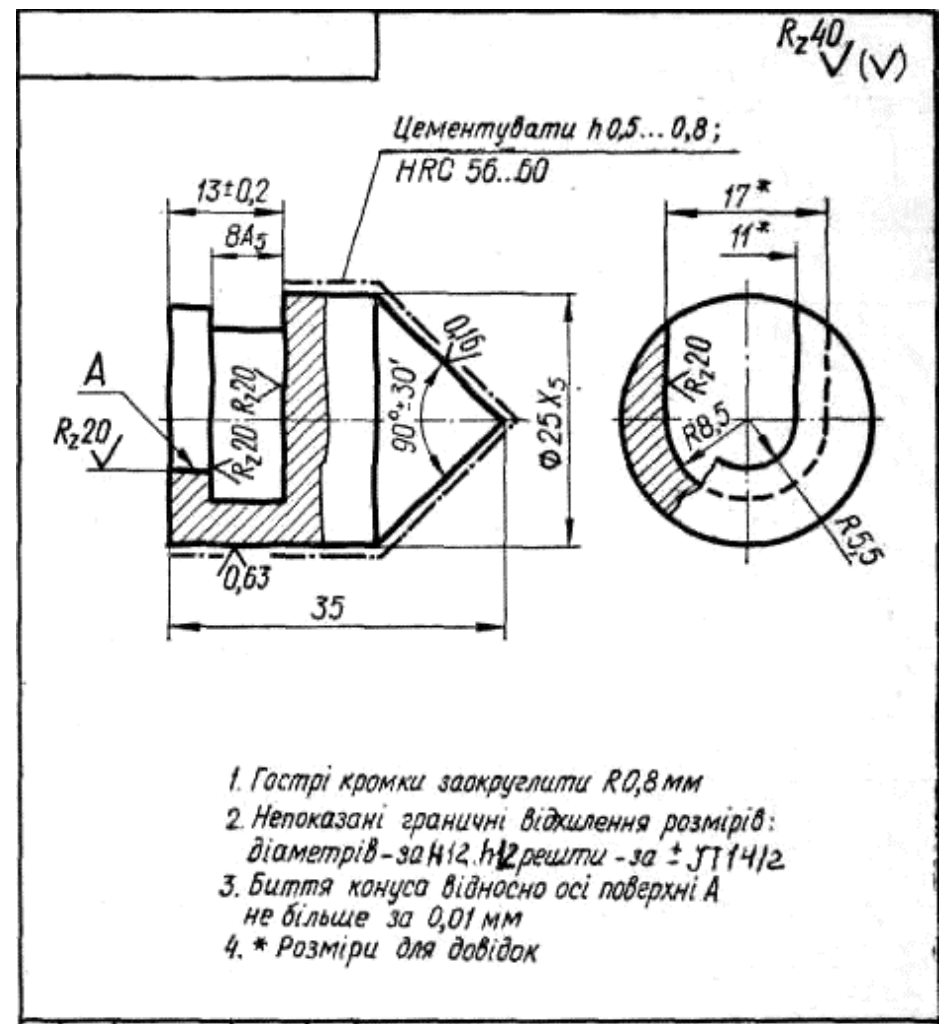


Рис. 82 Зразок виконання графічної роботи 13 Ескізи деталей складальної одиниці.

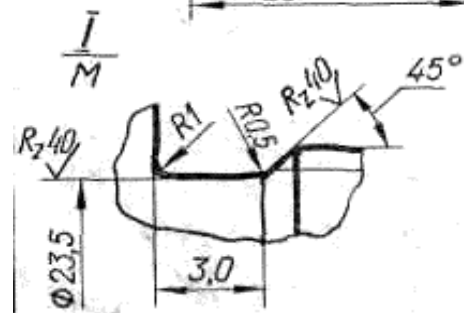
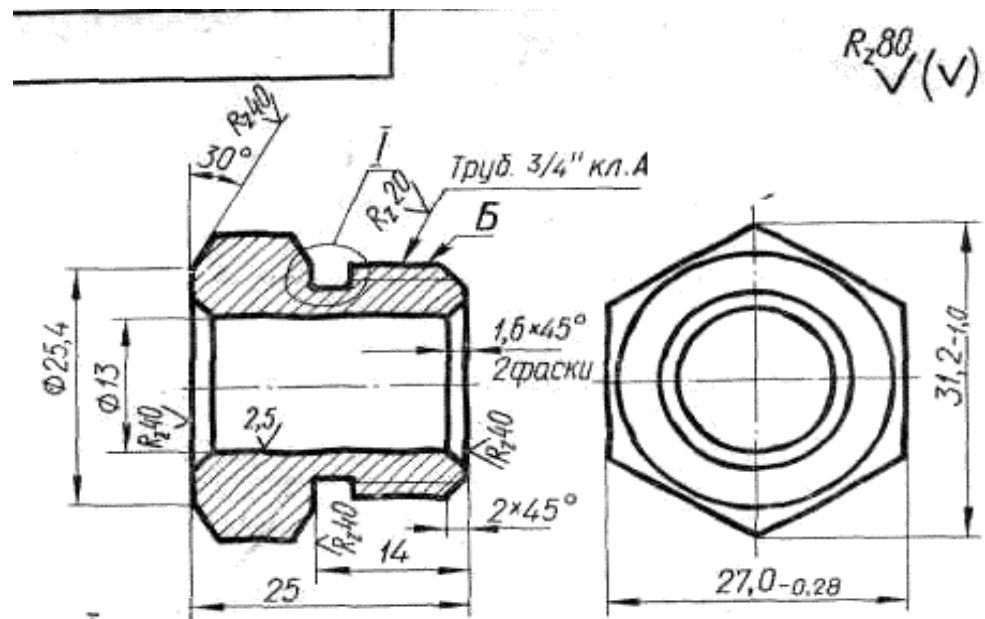


Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Лит.	Маса	Масшт.
Розроб.		Греков М.			у		
Перевір.		Хаскін А.	Хаскін А.	3.8.76			
Т.контр.		Хаскін А.	Хаскін А.	3.8.76	Арк.ш.		Арк.ш. 1
Н.контр.							
Стверд.							
<b>Кришка</b>							
Сталь 45 ГОСТ 1050-74							



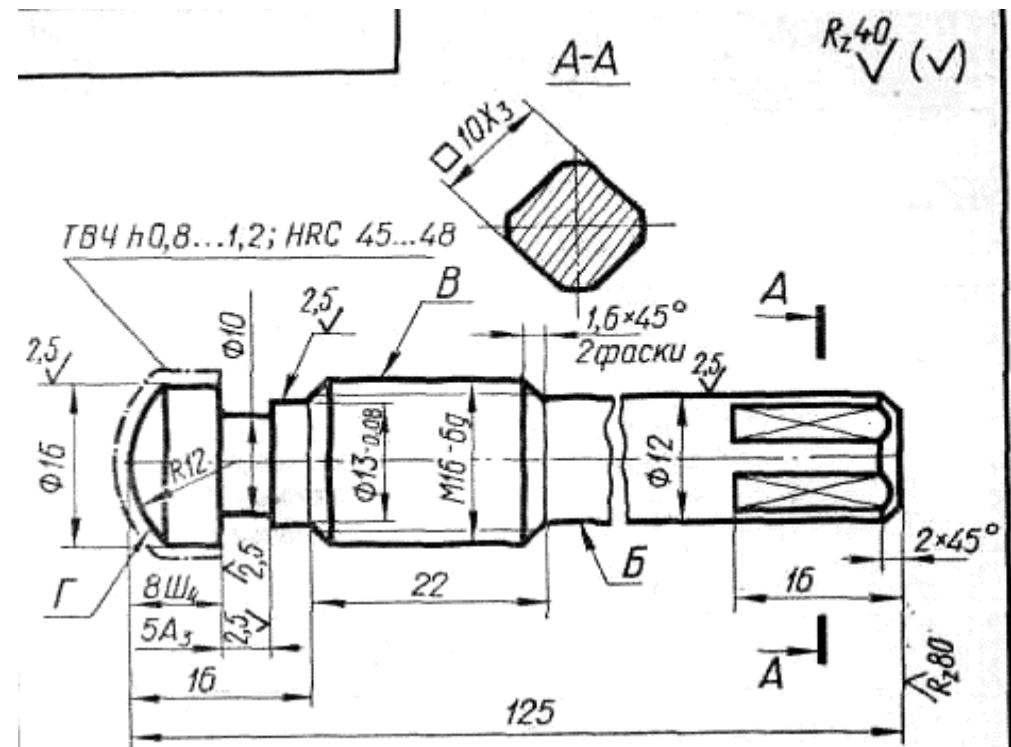
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Лит.	Маса	Масшт.
Розроб.		Греков М.			у		
Перевір.		Хаскін А.	Хаскін А.	10.8.76			
Т.контр.		Хаскін А.	Хаскін А.	10.8.76	Арк.ш.		Арк.ш. 1
Н.контр.							
Стверд.							
<b>Клапан</b>							
Сталь 45X ГОСТ 4543-71							

Рис. 83 Зразок виконання графічної роботи 13 Ескизи деталей складальної одиниці.



1. Гострі кромки заокруглити R1мм
2. Непоказані граничні відхилення розмірів: діаметрів - за Н12, h12 інших - за  $\pm IT14/2$
3. Радіальне биття поверхні Б відносно осі отв. не більше за 0,01мм

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лит.	Маса	Масшт.
Розроб.	Греков М.						
Перевір.	Хаскін А.	Хас	8.76		Аркуш	Аркушів 1	
Т.контр.	Хаскін А.	Хас	8.76				
Гайка натискна					Сталь 45 ГОСТ 1050-74		
Н.контр.							
Стверд.							



1. Гострі кромки заокруглити R0,8мм
2. Непоказані граничні відхилення розмірів: діаметрів - за Н12, h2 решти - за  $\pm IT14/2$
3. Радіальне биття поверхонь В і Г відносно поверхні Б не більше за 0,02мм
4. Нециліндричність поверхні Б не більша за 0,01мм

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лит.	Маса	Масшт.
Розроб.	Греков М.						
Перевір.	Хаскін А.	Хас	8.76		Аркуш	Аркушів 1	
Т.контр.	Хаскін А.	Хас	8.76				
Шток					Сталь 45 ГОСТ 1050-74		
Н.контр.							
Стверд.							

Рис. 84 Зразок виконання графічної роботи 13 Ескізи деталей складальної одиниці

## Контрольні запитання:

1. Які креслення називаються складальними ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Вимоги , які ставлять щодо складальних креслень. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Що, крім зображень, містить складальне креслення ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. В якій послідовності виконують складальне креслення з натури ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Які розміри проставляються на складальних кресленнях ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Як наносять номери позицій на складальних кресленнях ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Які графи містить специфікація ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. Які форми основних написів застосовують при оформленні специфікації ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. В яких випадках можна суміщувати специфікацію із складальним кресленням ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема 4.7 Читання і деталювання складальних креслень.

**Графічна робота 14** Виконання робочих креслень деталей складальної одиниці за складальним кресленням.

**Мета:** Набути навички в читанні складального креслення і навчитися розробляти робочі креслення деталей по цьому кресленню.

**Матеріали та обладнання:** індивідуальні завдання; формат А3; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 425...436;

[2] с. 396...406

**Методичні рекомендації:**

1. Ознайомитись з описом складальної одиниці і прочитати складальне креслення. Виконати слідує завдання:

- а) уявити значення і роботу складальної одиниці;
- б) назвати всі зображення складального креслення;
- в) на головному зображенні обвести по контуру корпус;
- г) підрахувати різьбові отвори корпусу;
- д) підрахувати циліндричні поверхні (зовнішні і внутрішні) корпусу.

2. Виконуючи вказівки викладача, виконати робоче креслення деталі і технічний малюнок однієї з них. Кожне робоче креслення розмістити на окремому стандартному форматі паперу – А3 чи А4.

3. Підібрати масштаб для виконання робочого креслення. При цьому раціонально використовувати поле паперу – заповнити не менше 75% його площини.

4. Встановити кількість зображень, виходячи з того, що воно повинно бути мінімальним, але достатнім для повного уявлення про форми і розміри деталей. Головне зображення деталі на робочому кресленні, як правило, розміщують аналогічно розміщенню його на складальному кресленні. Виключення складають деталі, виготовленні на токарному станку (вали, штоки, стержні, вinti), які слід розміщувати так, щоб їх ось симетрії була паралельна основному напису креслення.

5. Всі порожнини деталі розкрити за допомогою розрізів, уникаючи використання штрихових ліній.

6. Нанести всі розміри, необхідні для виготовлення деталі, звертаючи увагу на суміщення спряжених розмірів. При визначенні розмірів враховувати графік пропорційного масштабу.

7. Нанести позначення шорсткості поверхні, виходячи з технології виготовлення деталі чи її призначення.

8. Замірюючи розміри деталей, використовуйте графік пропорційного масштабу (див. Хаскін. А.М. “Черечение”, §24).

9. Виконати вправи.

### Хід виконання роботи.

1. Читаємо складальне креслення і за специфікацією визначаємо оригінальні деталі на які потрібно виконати робочі креслення.

2. Вивчаємо деталь на всіх зображеннях складального креслення – її форму, габаритні розміри, внутрішню будову.

3. Будуємо графік пропорційного масштабу.

Щоб правильно зняти розміри елементів деталі із складального креслення і перенести їх на робоче, використовують спеціальний графік пропорційного масштабу.

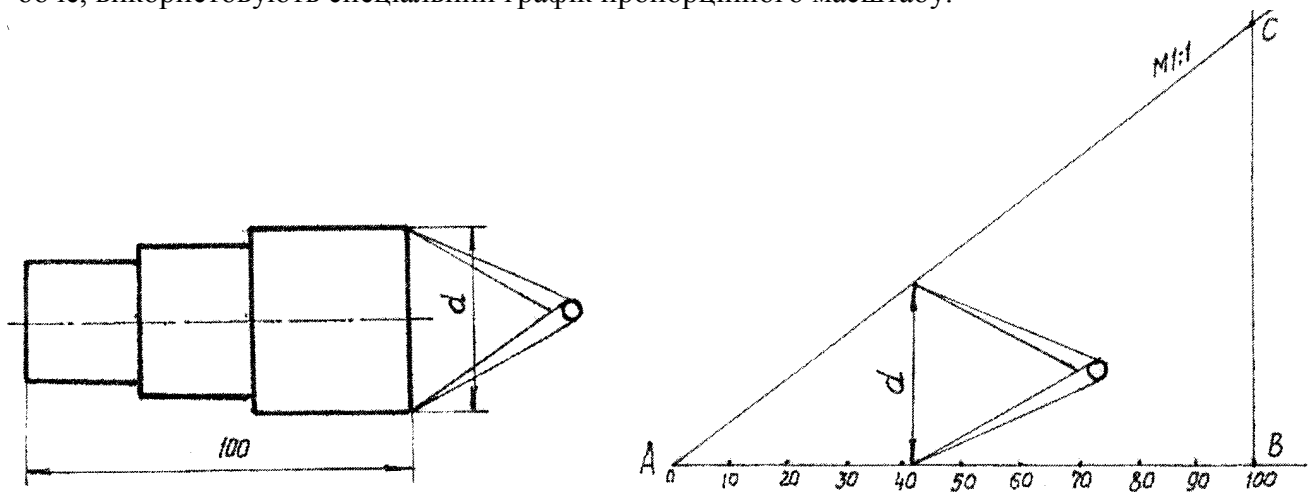


Рис. 85 Графік пропорційного масштабу.

4. Накреслити рамку і виділити місце для основного напису.
5. Вибираємо формат і масштаб зображення.
6. Вибираємо головний вигляд і необхідну кількість зображень.
7. Компонівка креслення.
8. Проводимо основні і центрові лінії.
9. Виконуємо при необхідності розрізи і перерізи.
10. Перевіряємо креслення і обводимо.
11. Проводимо виносні і розмірні лінії.
12. Наносимо розміри з їх граничними відхиленнями.
13. Наносимо шорсткість поверхонь.
14. Викреслюємо і заповнюємо основний напис. Вказуємо назву деталі і матеріал з якого вона виготовлена.
15. Над основним написом вказуємо технічні вимоги на виготовлення.

Вправа 1. Користуючись специфікацією, описом та кресленням установити принцип дії знімача, дослідити його зображення та показати зображення деталей позиції 1,2,4.

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Деталі</u>		
A3		1		Траверса	1	
A3		2		Гвинт	1	
A4		3		Рукоятка	1	
A4		4		Лапка	2	
A4		5		Наконечник	1	
A4		6		Вісь	2	
A4		7		Шайба	1	

Рис. 86 Специфікація знімача.

Знімач гвинтовий призначений для знімання деталей, туго посаджених на вал або на вісь. При знятті, наприклад, кільця шарикопідшипника наконечник 5 впирається в торець вала, а гачкообразні кінці лапок захвачують торець деталі, яка знімається. Обертаючи рукоятку 3, переміщують траверсу 1 з лапкою 4, які знімають кільце.

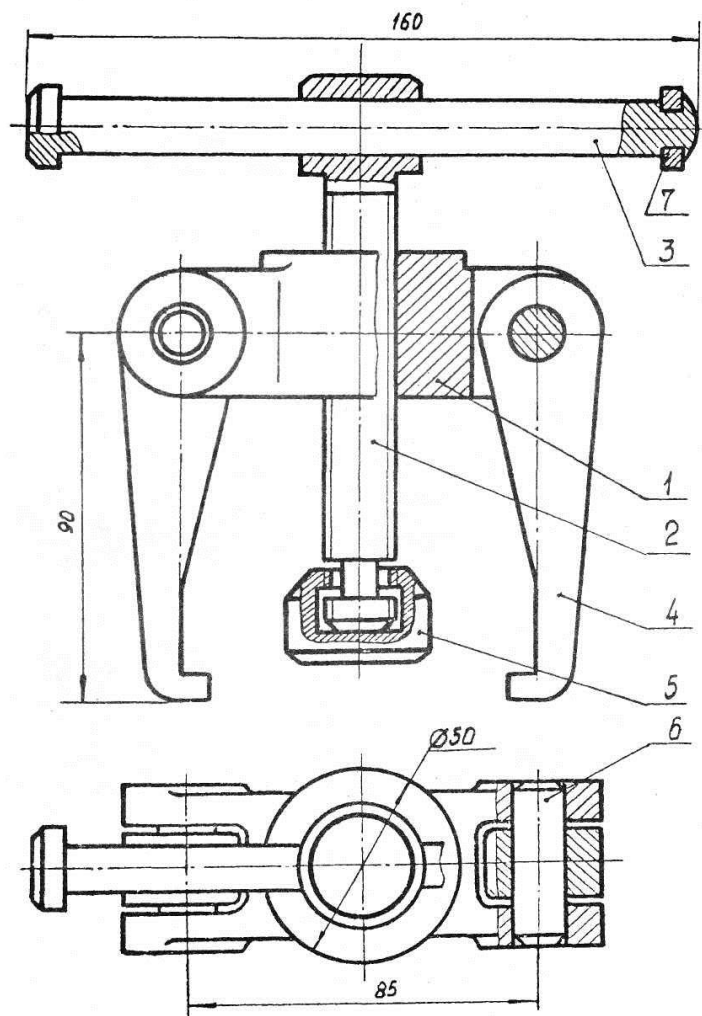


Рис. 87 Складальне креслення знімача.

#### Варіанти графічної роботи.

Для виконання графічної роботи бажано, щоб кожен студент самостійно підібрав для себе складальну одиницю, яка б складалася із 5-8 оригінальних (нестандартних) деталей. Ними можуть бути: знімач, вулканізатор, вузли сільськогосподарської техніки – натяжний ролик, шатун з поршнем в зборі і т.д. дані вузли і вироби можна взяти на виробництві. Наявність у студентів власних вузлів і механізмів, дасть змогу працювати над виконанням графічної роботи в позаурочний час. Проте і в кабінеті « Основи нарисної геометрії та інженерна графіка» повинен бути комплект з вузлів і механізмів. Викладач може видавати один варіант для двох студентів, щоб вони працювали в парі. Так співпраця підтягує невстигаючого студента.

## Опис будови та роботи складальних креслень

### Кондуктор для свердління отворів у гайках (рис. 88)

Використовується при свердлінні двох паралельних отворів у шестигранних гайках. Гайку вставляють у гніздо планки 3 до упору в торець основи 2 і закріплюють п'яткою 6 гвинта 7, який вкручений у відкидну планку 4. Для цього планку перекидають в паз стояка 5. Кондуктор ставлять на стіл свердлильного верстата і через втулки 12 свердлять отвір. Щоб витягти гайку, треба ослабити натяг гвинта 7 і повернути планку 4 навколо осі стояка 8. Потім натисканням на ручку 11 виштовхнути гайку із гнізда. У початкове положення виштовхував повертається під дією пружини 9. Штифти 1, 18 служать для з'єднання деталей.

Деталі: 1 – корпус, 2 – основа, 3 – планка, 4 – планка відкидна, 5 – стояк, 6 – п'ята, 7 – гвинт, 8 – стояк, 9 – пружина, 10 – вісь виштовхувала, 11 – ручка виштовхувала, 12 – втулка, 13 – гайка кругла М42×1,5 ГОСТ 3105-66, 14 – гвинт М8× 28 ГОСТ 1491-72, 15 – гайка М6 ГОСТ 5415-70, 16 – шайба 6 ГОСТ 11371-68, 17 – штифт 3h6× 20 ГОСТ 3128-70, 18 – штифт 6h6×45 ГОСТ 3128-70.

### Кутовий кран ( рис. 89)

Кутовий кран служить для регулювання подачі рідини або газу в трубопроводі. На рисунку кран зображено в закритому положенні. Кран за допомогою двох штуцерів 1 (другий не показано) приєднується до трубопроводів. Щоб відкрити кран, необхідно повернути маховик 8, з'єднаний зі штоком клапана 3. При обертанні його утворюється зазор для перетікання рідини чи газу в магистраль. Для ущільнення служить сальниковий блок, який складається із кільця 5, втулки 6, набивки 10 і накидної гайки 7.

Деталі: 1 – штуцер, 2 – корпус, 3 – шток-клапан, 4 – кришка, 5 – кільце, 6 – втулка, 7 – гайка накидна, 8 – маховик, 9 – гвинт М6× 20 ГОСТ 17473-80, 10 – набивка, 11 – шайба 6 ГОСТ 11371-78.

Матеріал деталей: 1, 4, 5, 6, 7 – Бронза ОЦС 6-6-3 ГОСТ 5017-74; -- Чавун СЧ210 ДСТУ 2891-94; 3 – Сталь 35 ГОСТ 1050-88; 8 – алюмінієвий сплав АЛ№ ГОСТ 2685-75.

### Клапан (рис. 90)

Клапан служить для регулювання граничного тиску у пневмосистемі і захищає її від перевантаження. Тиск регулюють обертанням рукоятки 7 разом із шпинделем 6. при цьому втулка 5 рухається вправо і стискає пружину 3 для створення потрібного тиску на клапан 1, який притискається до сідла корпусу 2. При граничному тиску в системі клапан 1 стискає пружину 3 і відходить від сідла. При цьому повітря виходить із мережі в атмосферу через відвід в корпусі 2. При зниженні тиску в системі пружина 3 знову притискає клапан до сідла.

Деталі: 1 – клапан, 2 – корпус, 3 – пружина, 4 – ковпак, 5 – втулка, 6 – шпindel, 7 – ручка 8 – гвинт М2,5× 8 ГОСТ 17473-80, 9 – гайка М6 ГОСТ 5915-70, 10 – прокладка П27× 30× 3 ГОСТ 3138-72.

Матеріал деталей: 1, 2, 4, 7 – алюмінієвий сплав АЛ ГОСТ 2685-75; 3 – Сталь 65 ГОСТ 14959-79; 5, 6 – алюмінієвий сплав Д16 ГОСТ 4784-74

### **Кондуктор з ексцентриковим затискачем (рис. 91)**

Кондуктор служить для свердління отворів у валах. На корпусі 1 закріплена рама 2 і кронштейн 3. В кронштейн вкручений гвинт 11 і встановлені змінна втулка 15 з втулкою 16, які закріпленні гвинтом 10. До корпусу 1 кріпиться торцевий ексцентрик 4 і болт 12 в зборі з прихватом 6. Вал, в якому треба просвердлити отвір, встановлюється на призму 2 до упора в гвинт 11 з гайкою 13. Закріплення вала здійснюється повертанням прихвата за головку 8. Штир 5 при повертанні ковзає по поверхні ексцентрика 4 і затискає вал у призмі. Пружина 7 завжди утримує прихват у верхньому положенні.

Зняття вала здійснюється в зворотному порядку.

Деталі: 1 – корпус, 2 – призма, 3 – кронштейн, 4 – ексцентрик, 5 – штир, 6 – прихват, 7 – пружина, 8 – головка, 9 – гвинт М5× 20 ГОСТ 1491-80, 10 – гвинт М5× 10 ГОСТ 9052-69, 11 – гвинт М6× 40 ГОСТ 13428-68, 12 – болт М8× 60 ГОСТ 9048-69, 13 – гайка М6 ГОСТ 5915-70, 14 – гайка М8 ГОСТ 5227-70, 15, 16 – втулки, 17, 18 – шайби 8 ГОСТ 11371-78, 19 – штифт 5Г× 25 ГОСТ 3128-70.

Матеріал деталей: 1, 6 – сталь 45; 2, 3, 4 – сталь 20Х; 5 – сталь У7А; 7 – сталь 65Г; 8 – текстоліт; 15 – сталь 9ХС; 16 – сталь У8М.

### **Підтримуючий ролик (рис. 92)**

Ролик приводиться в рух електродвигуном через редуктор з пониженням числа обертів (на рисунку не показано). Вал 6, на якому на шпонці 12 встановлено ролик 2, муфтою з'єднується з вихідним валом редуктора. Опорами вала є шарикопідшипники 4. Внутрішні кільця підшипників зафіксовані на валу: праве – кільцем 16, а ліве – круглою гайкою 8 із стопорною шайбою 7.

Шарикопідшипники змащують маслом через прес-маслянку 13. У кришці 14 встановлено ущільнювальне кільце 15.

Деталі: 1 – стояк, 2 – ролик, 3 – прокладка, 4 – шарикопідшипник 210 ГОСТ 8338-67, 5 – кришка, 6 – вал, 7 – шайба стопорна 35×56 ГОСТ 3695-62, 8 – гайка кругла М36× 1,5 ГОСТ 3105-66, 9 – болт М 8× 34 ГОСТ 7798-62, 10 – шайба пружинна 8 ГОСТ 6402-61, 11 – кільце, 12 – шпонка 12× 8× 45 ГОСТ 8789-68, 13 – прес-маслянка ГОСТ 1303-56, 14 – кришка, 15 – кільце, 16 – кільце.

Матеріал деталей: 1, 5, 14 – чавун СЧ12; 2 – сталь 40; 3 – картон; 6 – сталь 45; 11 – сталь 20; 15 – повсть; 16 – сталь 65Г.

### **Натяжний пристрій транспортера (рис. 93)**

Натяжний пристрій транспортера служить для натягування ланцюга під час роботи транспортера. Зірочка 14 вільно встановлена на шарикопідшипниках 11 на нерухомій осі 9. Натягування ланцюга здійснюється переміщенням двох повзунів 7, в яких поміщено цапфи осі 9, за допомогою гвинтів 6. Підшипники змащують мастилом, яке подають всередину зірочки через прес-маслянку (на рисунку не показано). Стояк 1 кріплять до рами транспортера. У кришках 12 для ущільнення є канавки, які заповнюють густим мастилом, що охороняє підшипники від пилу і бруду.

Деталі: 1 – стояк, 2 – планка, 3 – болт М 22× 75 ГОСТ 7798-62, 4 – шайба пружинна 22 ГОСТ 6402-61, 5 – гайка М6 ГОСТ 5915-62, 6 – гвинт спеціальний М 56× 4, 7 – повзун, 8 – гайка М 64 ГОСТ 5915-62, 9 – вісь, 10 – втулка, 11 – шарикопідшипник 215 ГОСТ8338-57, 12 – кришка, 13- прокладка, 14 – зірочка Z=26, 15 – кільце, 16 – болт М 12×44 ГОСТ 7198-62, 17 – шпонка 20×12×80 ГОСТ 8789-58, 18 – втулка.

Матеріал деталей: 1, 10, 14, 15, 18 – сталь 40; 2, 12 –сталь 3; 6 – сталь 45; 7, 9 – сталь 5; 13 – шкіра технічна.

### **Кутовий кран (рис. 94)**

Кутовий кран служить для приєднання до магістралі ще одного трубопроводу, розміщеного під прямим кутом до магістралі. Двома штуцерами 2 кран під'єднується до основної магістралі. Для подачі рідини або газу в додатковий трубопровід необхідно маховиком 6 відкрити шток-клапан 4, який переміщається по нарізці у втулці. Кільце 9 і прокладка 10 служать для ущільнення стиків деталей.

Деталі: 1 – корпус, 2 – штуцер, 3 – штуцер кутовий, 4 – шток-клапан, 5 – втулка, 6 - маховик, 7 – гвинт м 3×10 ГОСТ 17473-72, 8 – гайка М24 ×1,5 ГОСТ 1871-66, 9 – кільце 012×16×25 ГОСТ 9833-73, 10 – прокладка П10×13×2 ГОСТ 3138-72, 11 – шайба 3 ГОСТ 11371-68.

Матеріал деталей: 1 – чавун СЧ21; 2, 3 –бронза ОЦС 6-6-3; 4 – сталь 35; 5 – сталь 30; 6 – алюмінієвий сплав АЛ3.

### **Люнет (рис. 95)**

Люнет використовується під час обробки деталей. Він складається з корпусу 2 і рухомої кришки 8, яка скріплена з корпусом віссю 9. Корпус встановлюють на кронштейн 1 і прикріплюють до нього болтами 11, кронштейн монтується на каретці верстата. У корпусі і кришці встановлено вкладиші 7 і 10, які закріплені гвинтами 6. Розмір внутрішнього отвору люнета встановлюють за зовнішнім діаметром заготовки. В міру спрацювання вкладиші замінюють.

Деталі: 1 – кронштейн, 2 – корпус, 3 – вісь, 4 – гайка-баранчик, 5 – гвинт відкидний, 6 – гвинт М5× 20 ГОСТ 1491-62, 7 – вкладиш верхній, 8 – кришка, 9 – вісь, 10 – вкладиш нижній, 11 – болт М8×24 ГОСТ 7798-62, 12 – гайка М8 ГОСТ 5915-62.

Матеріал деталей: 1 – сталь 3; 2, 4, 5, 8 – сталь 6; 3, 9 – сталь 30; 7, 10 – чавун СЧ18.

### **Кондуктор для свердлення отворів (рис. 96)**

Деталь, яка підлягає обробці, встановлюють в отвір втулки 2, потім планку 12 перекидають в паз стояка 11 і обертанням ручки 14 з гвинтом 13 п'ятою 10 притискають торець бурта встановленої деталі до базової поверхні Ш. Кондуктор ставлять на стіл свердлильного верстата і через втулку 3 свердлять отвір діаметром 3 мм. Для того, щоб витягти деталь, необхідно повернути ручку 14 в протилежному напрямку і відкинути планку 12 із стояка 11. Потім натисканням на ручку 9 штовхача 5 виштовхнути деталь із втулки 2. В початкове положення штовхач повертається під дією пружини б. Штифти служать для з'єднання деталей.

Деталі: 1 – корпус, 2 – втулка, 3 – втулка, 4 – втулка, 5 – штовхач, 6 – пружини, 7 – гайка, 8 – втулка, 9 – ручка, 10 – п'ята, 11 – стояк, 12 – планка, 13 – гвинт, 14 – ручка, 15 – стояк, 16 – гвинт М5×12 ГОСТ 9052-69, 17 – гайка М6 ГОСТ 5915-70, 18 – шайба 6 ГОСТ 11371-68, 19, 20, 21 – штифти відповідно 1,5Г×10, 2Г×12, 3Г×14 ГОСТ 3128-70.

Матеріал деталей: 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15 – сталь 45; 2 – сталь 20ХВГ; 3 – сталь 9 ХС; 5 – сталь У8М; 6 – сталь У8А; 6 – сталь 65Г; 14 – сталь 35.

### **Пристрій для фрезерування пазів у круглих гайках (рис. 97)**

Пристрій установлюється на стіл фрезерного верстата, фіксується шпонками 15 в пазу стола і кріпиться до нього за проріз плити 1. Групу круглих гайок набирають на оправку 5 і закріплюють на ній кільцем 6 і гайкою 14. Зібрану оправку установлюють в пристрій на стояк 4 і повзун 3, після чого ручкою повертають ексцентрик 8, який переміщає в напрямній 2 повзун 3 вліво до штифта 18. Оправа закріплюється в пристрої. Поворотом ручки в протилежному напрямі звільняють оправку.

Оправка 5 на кінці справа має квадрат, за допомогою якого фіксується в чотирьох положеннях для фрезерування чотирьох пазів. Стояк 4 і напрямну 2 установлюють і закріплюють на плиті 1 штифтами 16 і 17, та гвинтами 12 і 13.

Деталі: 1 – плита, 2 – напрямна, 3 – повзун, 4 – стояк, 5 – оправка, 6 – кільце, 7 – втулка, 8 – ексцентрик, 9 – ручка, 10 – гвинт М6 12, 11, 12, 13 – гвинти відповідно М4×20, М8×30, М8×35, ГОСТ 1491-72, 14 – гайка М14 ГОСТ 5915-70, 15 – шпонка 10×12×16 ГОСТ 14738-69, 16, 17, 18 – штифти відповідно 8Г×35, 8Г×40, 10Г×40 ГОСТ 3128-70.

Матеріал деталей: 1 – сталь 30Х; 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 – сталь 35; 7, 8 – сталь У8А.

### **Кутовий кран (рис. 98)**

Кутовий кран монтується на трубопроводах для регулювання подачі рідини або газу. Кран зображено закритому положенні. В пазу штока 2 розміщується виступ клапана 3. При повертанні маховика 7, закріпленого на штоці, клапан переміщується, відкриваючи отвір в корпусі 1. При цьому газ чи рідина через штуцер 6 попадає в трубопровід. Для ущільнення служить сальниковий блок, який складається із кілець 8, сальникової набивки 11, натискної гайки 4 і прокладки 10.

Деталі: 1 – корпус, 2 – шток, 3 – клапан, 4 – гайка натискна, 5 – гайка, 6 – штуцер, 7 – маховик, 8 – кільце, 9 – гвинт М6 × 12 ГОСТ 1477-64, 10 – прокладка, 11 – набивка.

Матеріал деталей: 1, 3, 6 – бронза ОЦС 6-6-3; 2, 4, 5, 8 – сталь 30; 7 – алюмінієвий сплав АЛЗ; 10 – пароніт; 11 – повсть.

### **Пробковий кран (рис. 99)**

Пробковий кран призначений для зміни площі поперечного перерізу трубопроводу. Кран установлюють на резервуар з рідиною фланцем 1. До корпусу приєднують два трубопроводи: один – за допомогою накидної гайки 12, другий – на різі в патрубку 4. Щільне прилягання поверхні пробки 3 до корпусу 2 досягається за рахунок конічної форми поверхонь. Ущільнення пробки виконано сальниковою набивкою 9. Стилки деталей ущільнено прокладками з пароніту.

Деталі: 1 – фланець, 2 – корпус, 3 – пробка, 4 – патрубок, 5 – пробка, 6, 10 – прокладки, 7 – гайка регулювальна, 8 – втулка, 9 – набивка сальникова, 11 – ручка, 12 – гайка накидна.

Матеріал деталей: 1, 5, 11 – сталь 3; 2, 4, 7, 12 – сталь 40; 3, 8 – бронза АМЦ 9-2; 6, 10 – пароніт.

#### **Вентиль (рис. 100)**

Вентиль служить для регулювання подачі рідини газу високого тиску по трубопроводу. На рисунку вентиль показано в закритому положенні. Трубопроводи за допомогою накидних гайок і сферичних ніпелів приєднують до штуцерів 2 з різью М20×1,5. Щоб відкрити вентиль, потрібно маховиком 6 прокрутити шпindel 3. При обертанні шпинделя клапан переміщується на певну величину. Для ущільнення служить сальниковий пристрій, куди входять кільце 6, втулка 5, набивка 13 і накидна гайка 4.

Деталі: 1 – корпус, 2 – штуцер, 3 – шпindel, 4 – гайка накидна, 5 – втулка, 6 – маховик, 7 – клапан, 8 – кільце, 9 – гайка М12 ГОСТ 5915-70, 10 – прокладка П21×30×3 ГОСТ 3138072, 11 – шайба 12×2,5 ГОСТ 11371-68, 12 – штифт 2Г×12 ГОСТ 3128-70 13 – набивка.

Матеріал деталей: 1, 5, 6, 8 – сталь 20; 2, 3, 4, 7 – сталь 45; 13 – повсть.

#### **Гідравлічний циліндр (рис.103)**

Гідравлічний циліндр служить для приведення в рух механізму, який зв'язаний зі штоком, що закінчується поршнем 2. Зворотно-поступальний рух поршня здійснюється під тиском масла, яке протікає через штуцери 3. Корпус 1 закритий кришкою 4. Між корпусом і поршнем, втулкою та штоком і втулкою та корпусом поставлені ущільнювальні кільця 7, 8 та 9. Втулка в корпусі фіксується накидною гайкою 5 з нарізкою М33×1,5. Шток з вилкою 6 з'єднаний за допомогою різі та штифта.

Деталі: 1 – корпус, 2 – поршень-шток, 3- штуцер, 4 – втулка, 5 – гайка накидна, 6 – вилка, 7, 8, 9 – кільця ущільнювальні, 10 – штифт 3Г × 40 ГОСТ 3128-70.

Матеріал деталей: 1, 5 – сталь 35; 2, 3, 6 – сталь 45; 7, 8, 9 – гума.

#### **Консольний підшипник (рис 101)**

Опорну частину вала-цапфи для обертання встановлюють в отвір, утворений вкладишами 8 і 9 підшипника. Вкладиші своїми поясками розміщуються всередині корпусу 2 і кришки 7. яка кріпиться до корпусу болтами 5 з гайками 6. Щоб зменшити спрацювання поверхонь тертя, до них підводиться мастило із маслянки (на рисунку не показано), яка загвинчується в отвір кришки 7. Для правильної сумісної установки вкладишів служить штир 10.

Деталі: 1 – кронштейн, 2 – корпус, 3 болт М18×70 ГОСТ 7798-62, 4 – гайка М18 ГОСТ 5915-70, 5 – болт М12×115 ГОСТ 7798-62, 6 – гайка М12 ГОСТ 5915-70, 7 – кришка 8 – вкладиш верхній, 9 – вкладиш нижній, 10 – штир.

Матеріал деталей: 1, 2, 7 – чавун СЧ12; 8, 9 – бронза ОЦС 6-6-3; 10 – сталь 20.

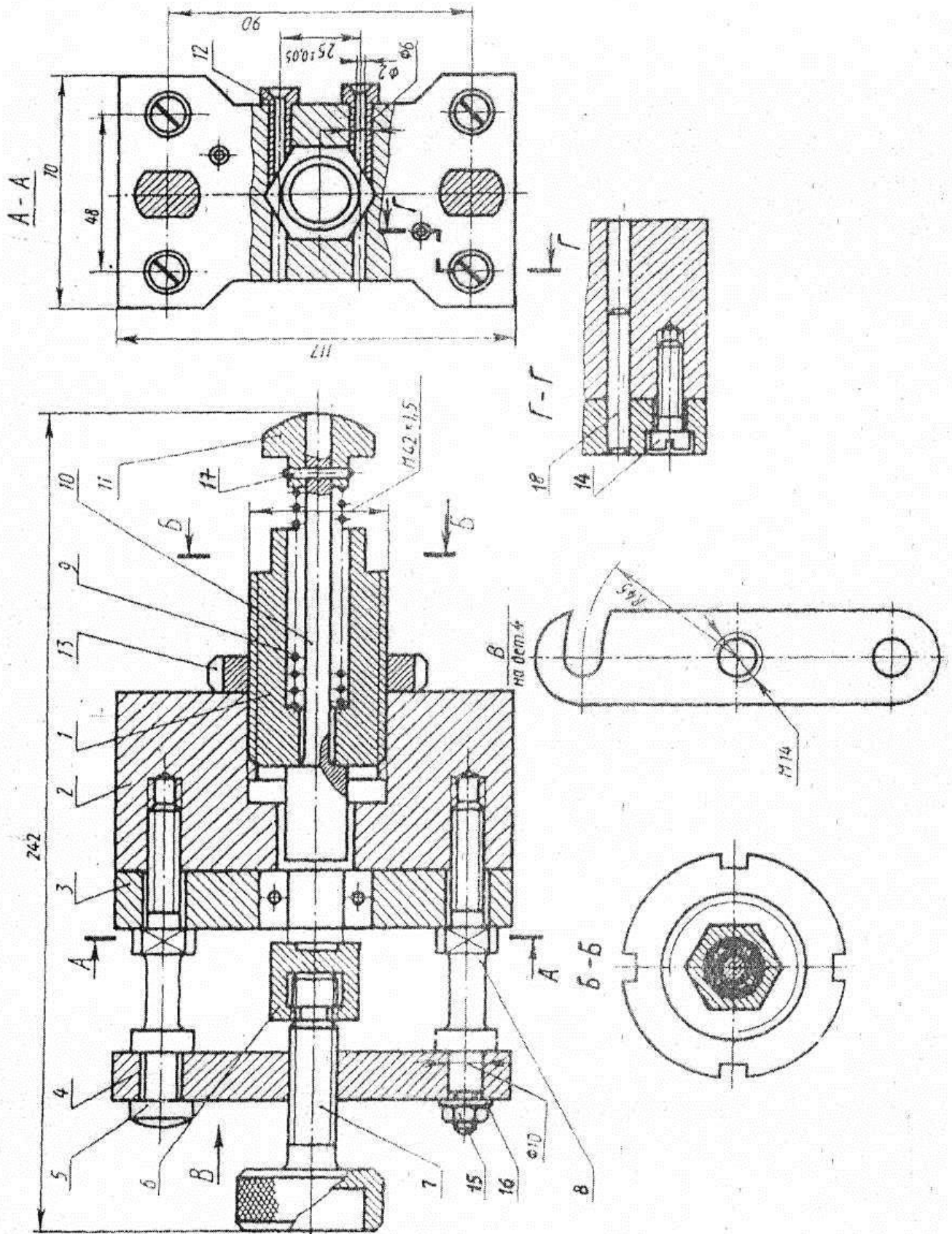


Рис. 88 Кондуктор для сверління отворів у гайках.

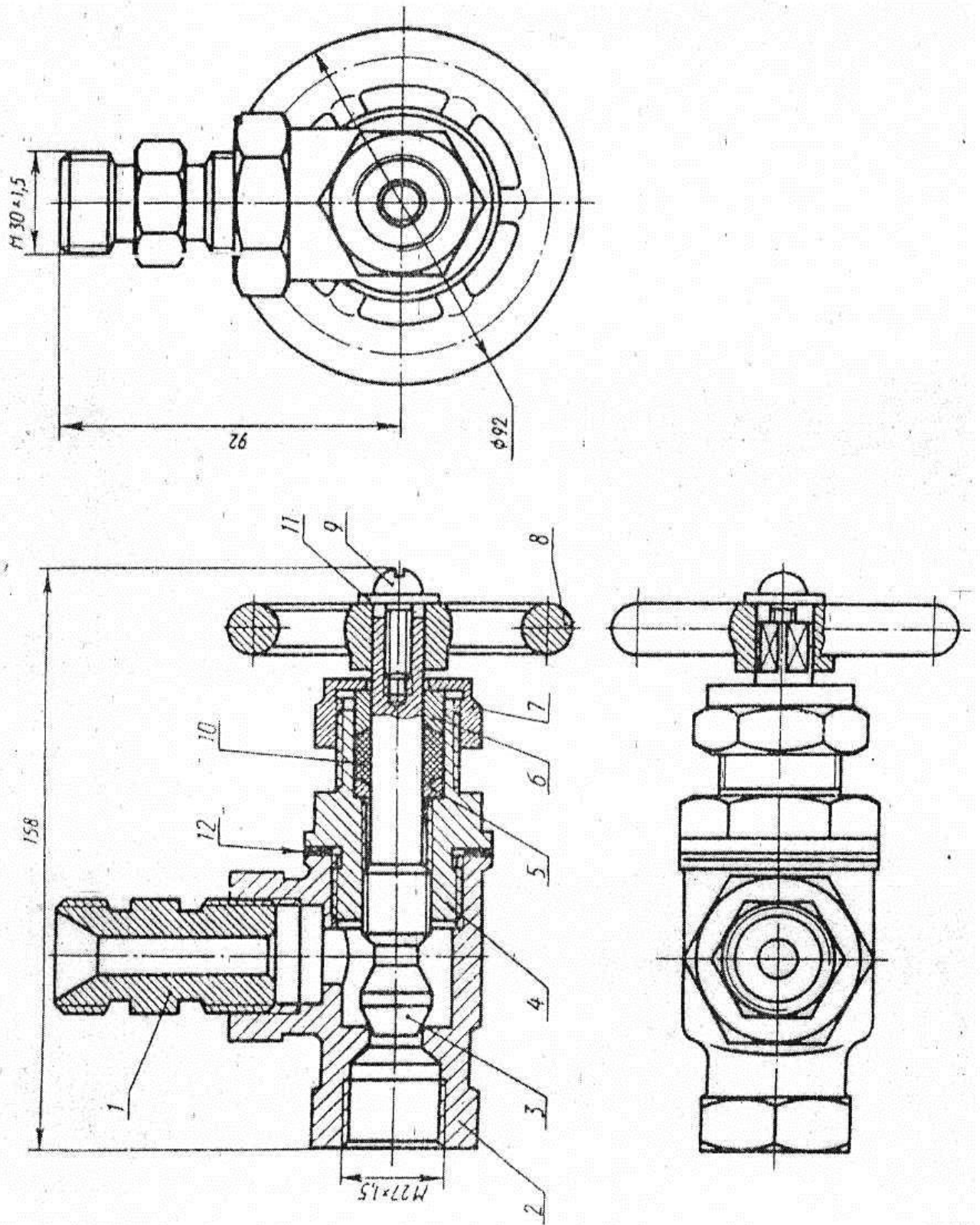


Рис. 89 Кутовый кран

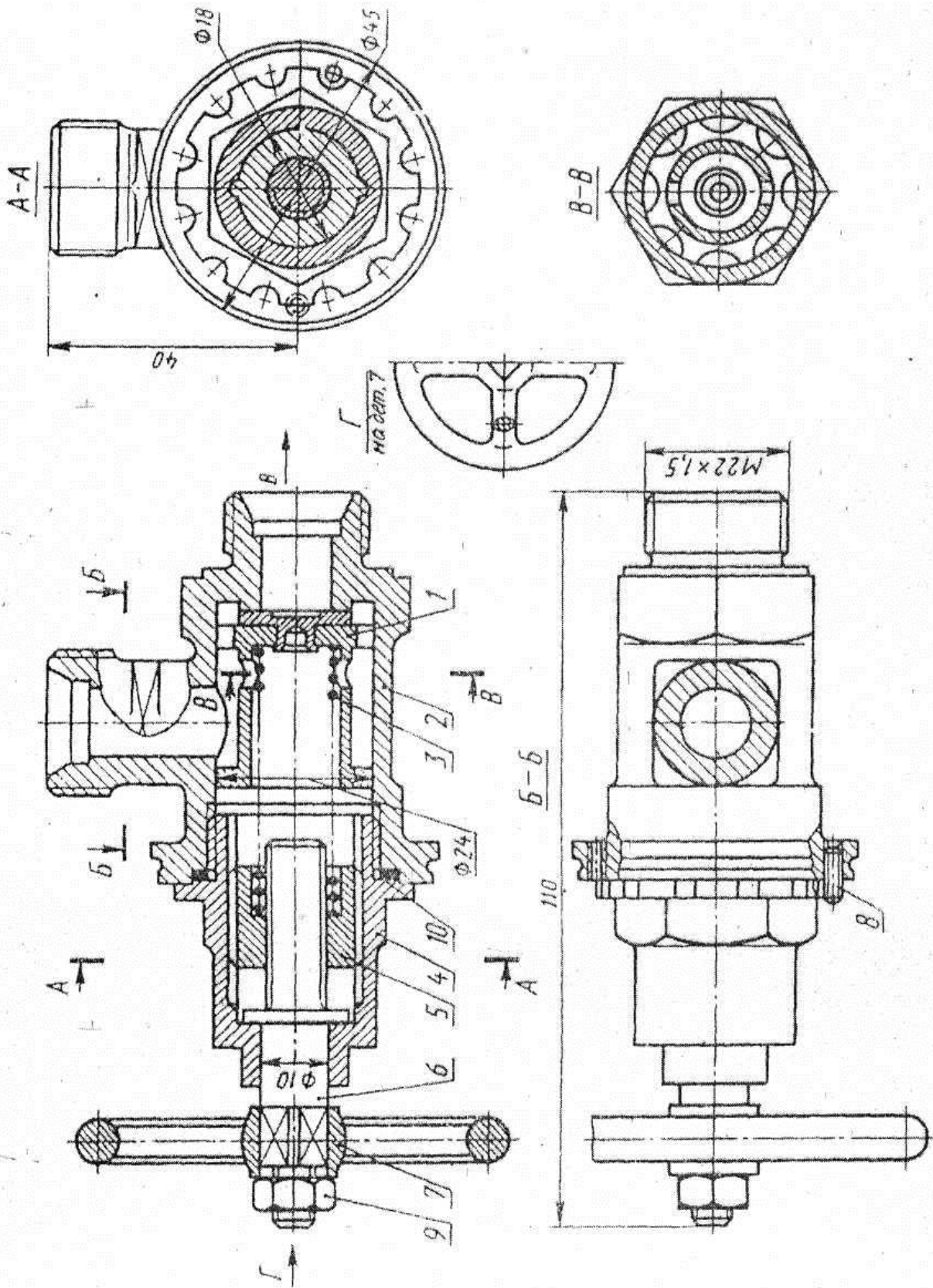


Рис. 90 Клапан

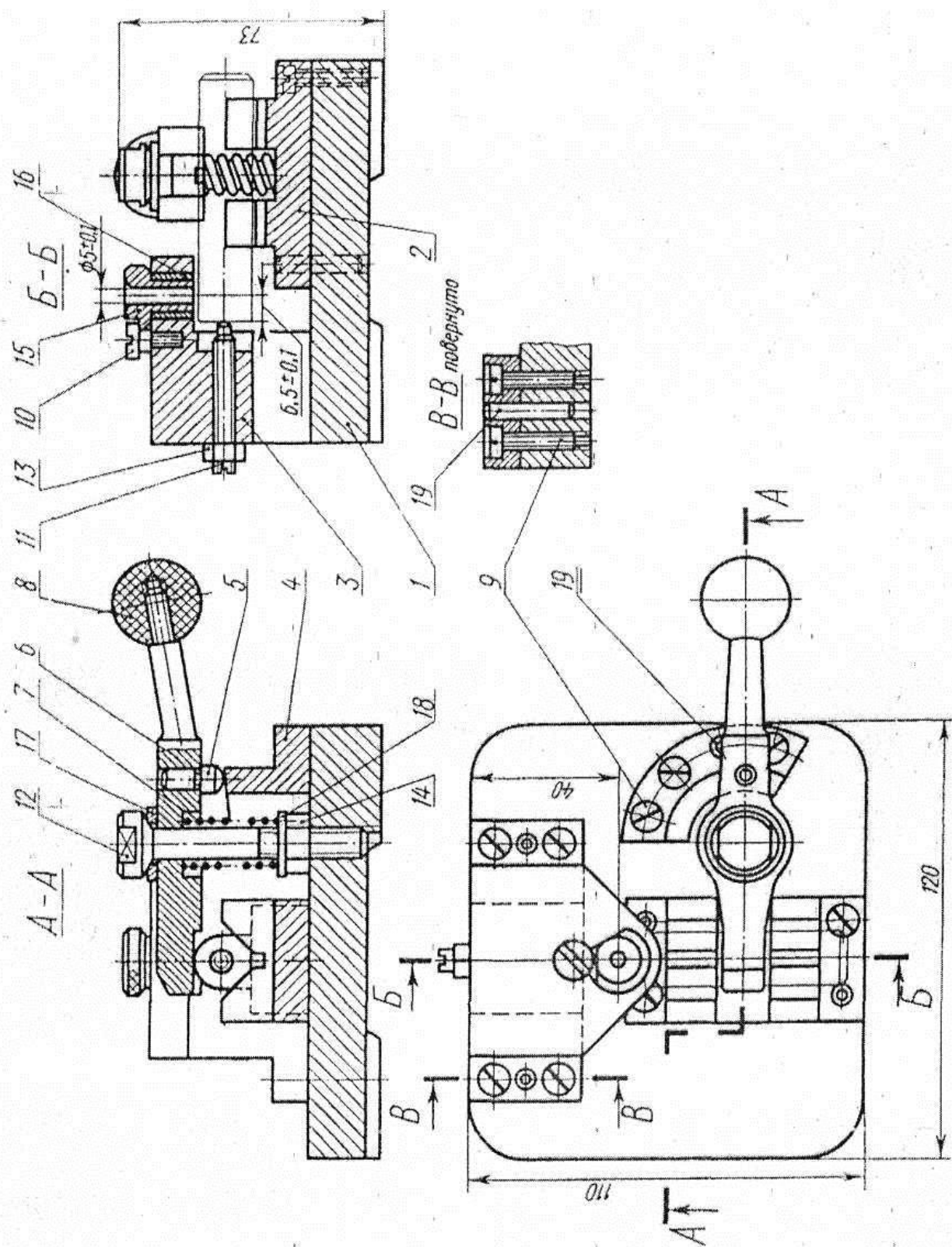


Рис. 91 Кондуктор з ексцентриковими затискачами.



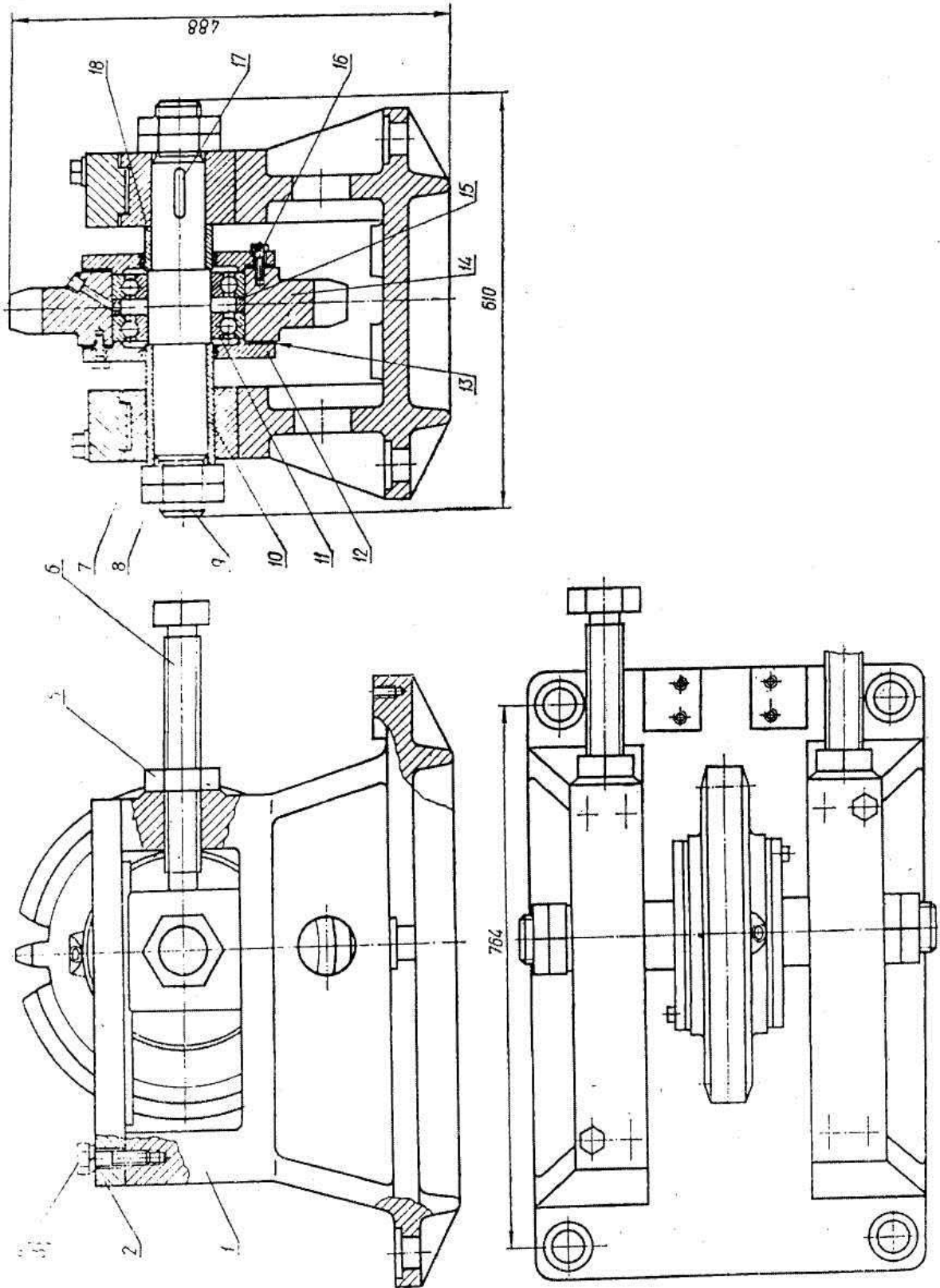


Рис. 93 Натяжной пристрій транспортера.

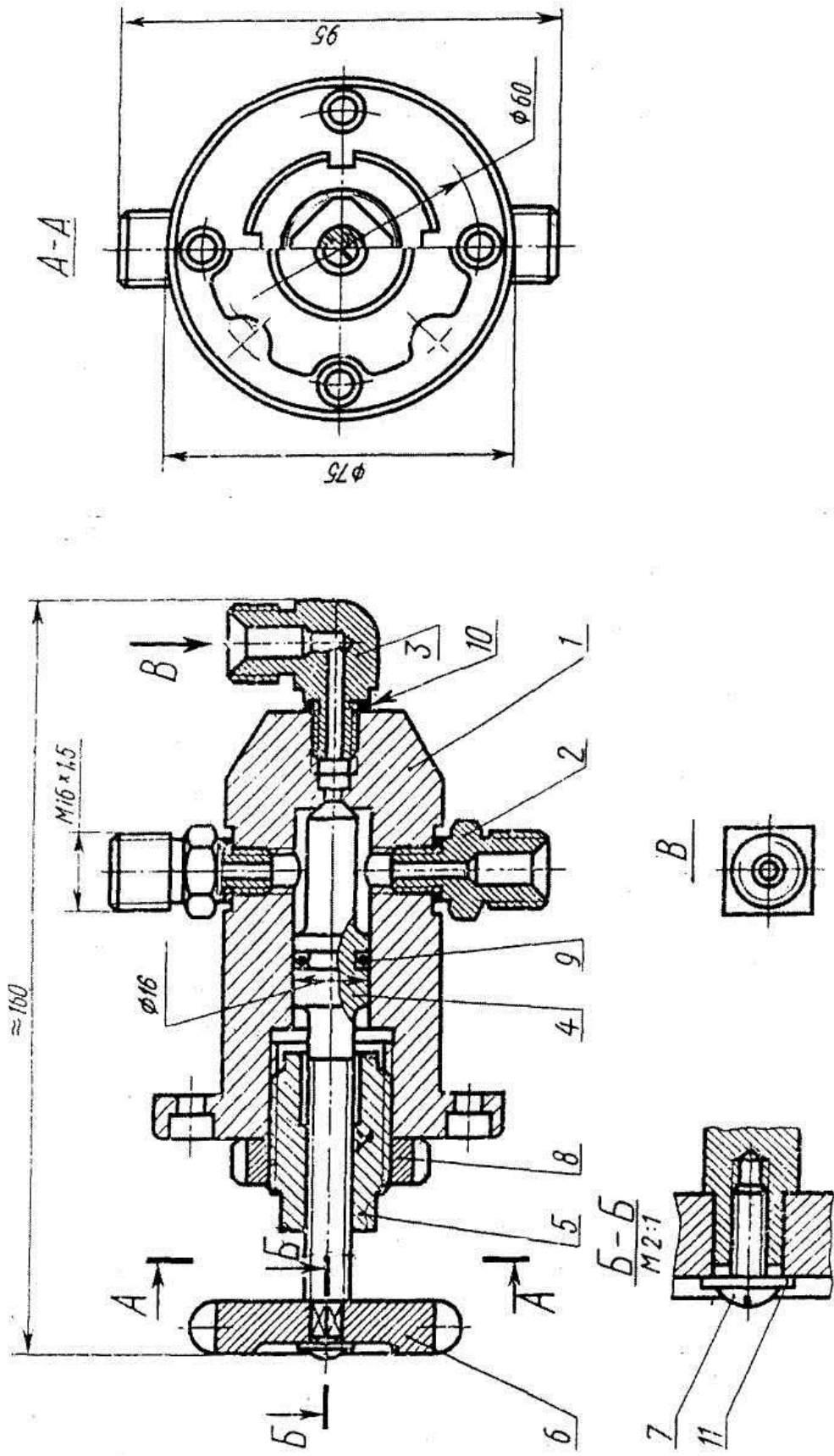


Рис. 94 Кутовый кран

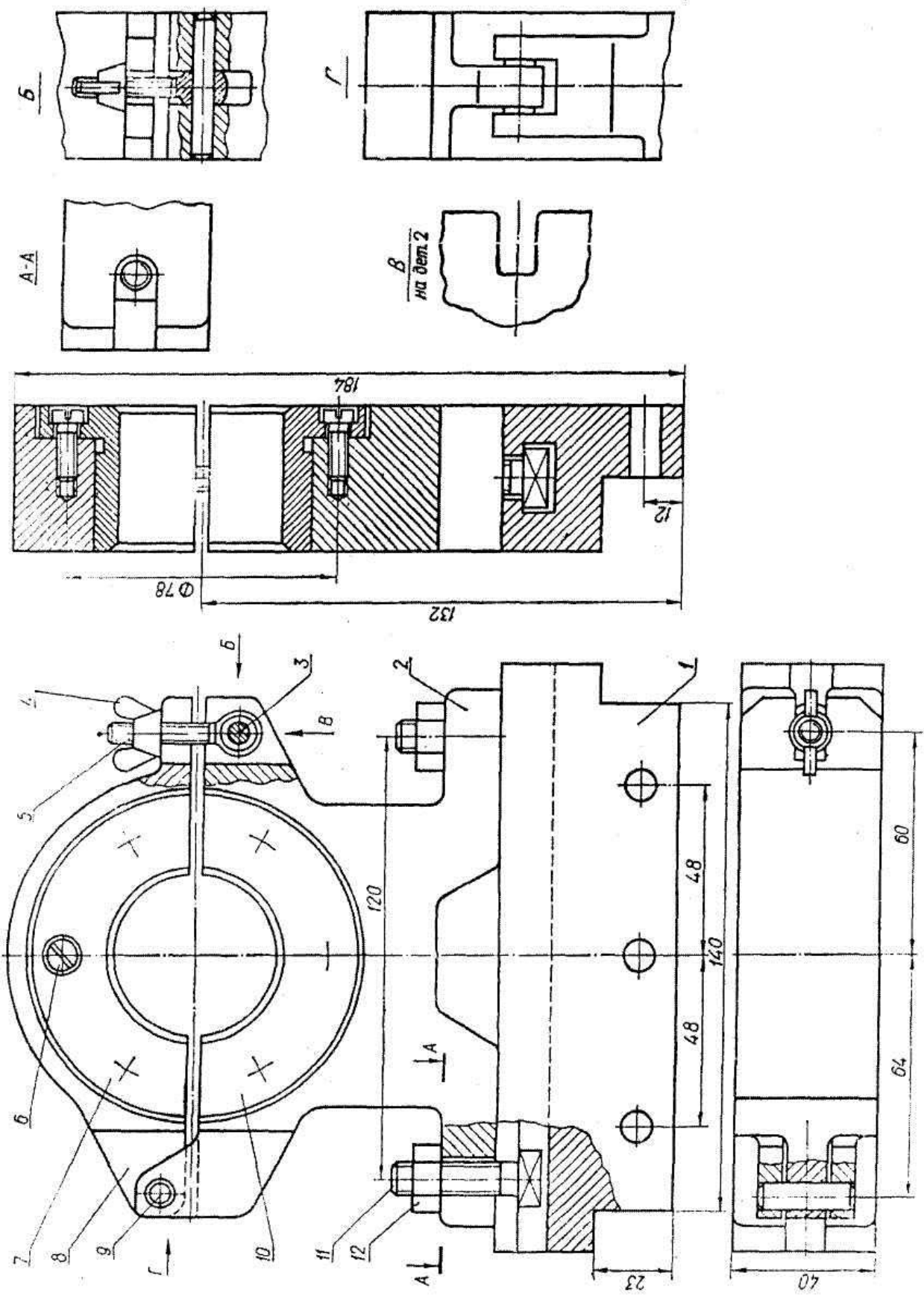


Рис. 95 Люнет

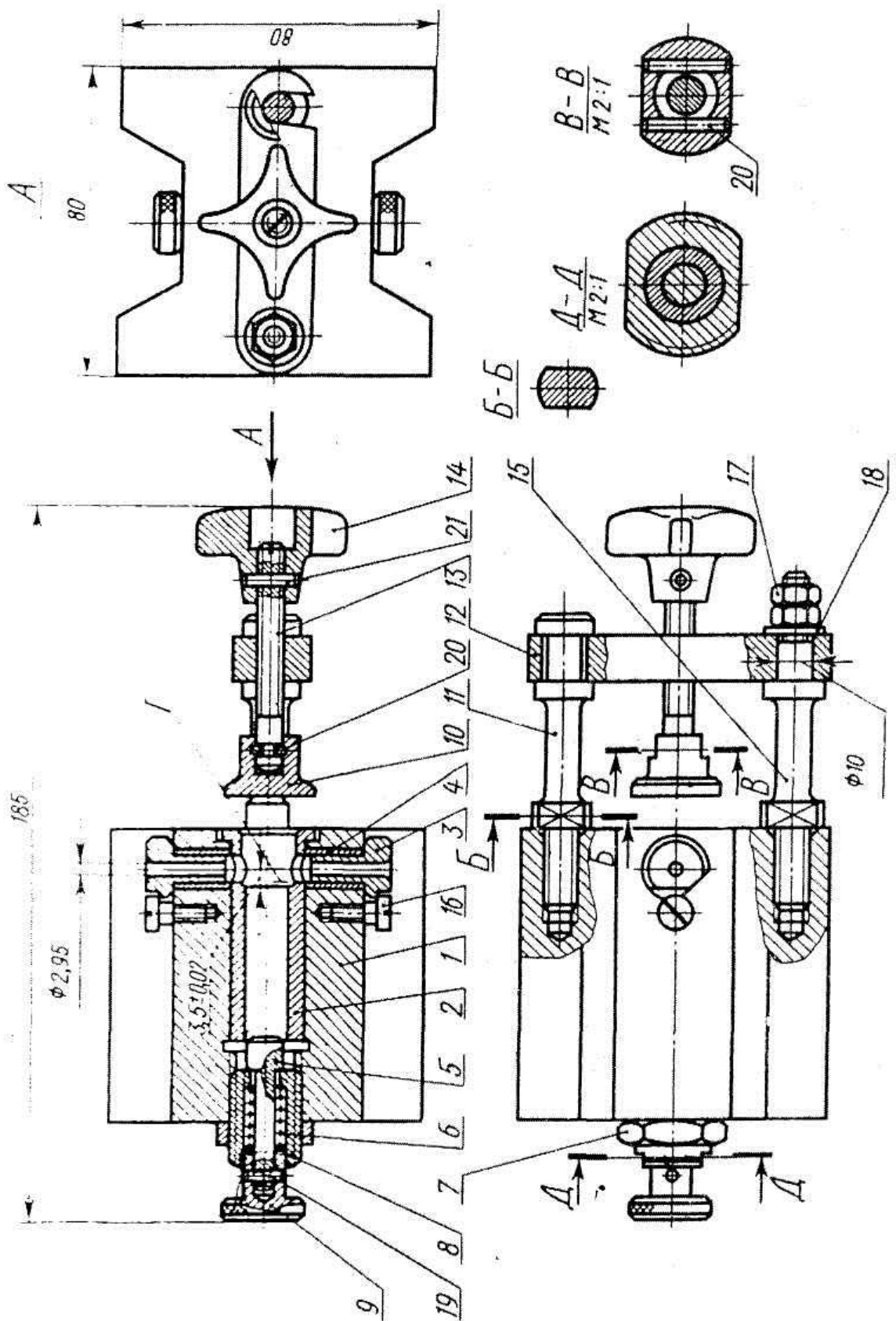


Рис. 96 Кондуктор для сверління отворів

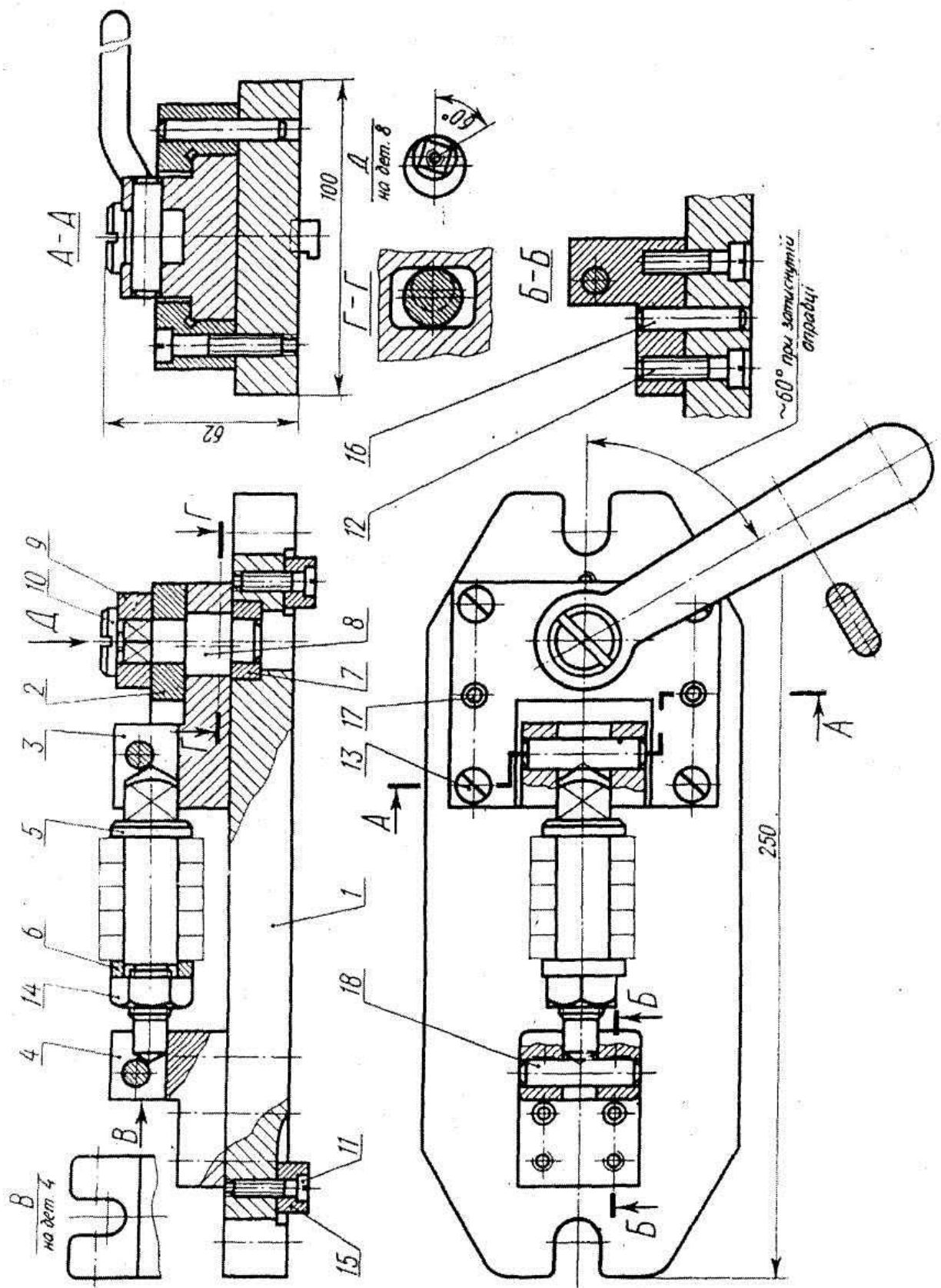


Рис. 97 Пристрій для фрезерування пазів у круглих гайках

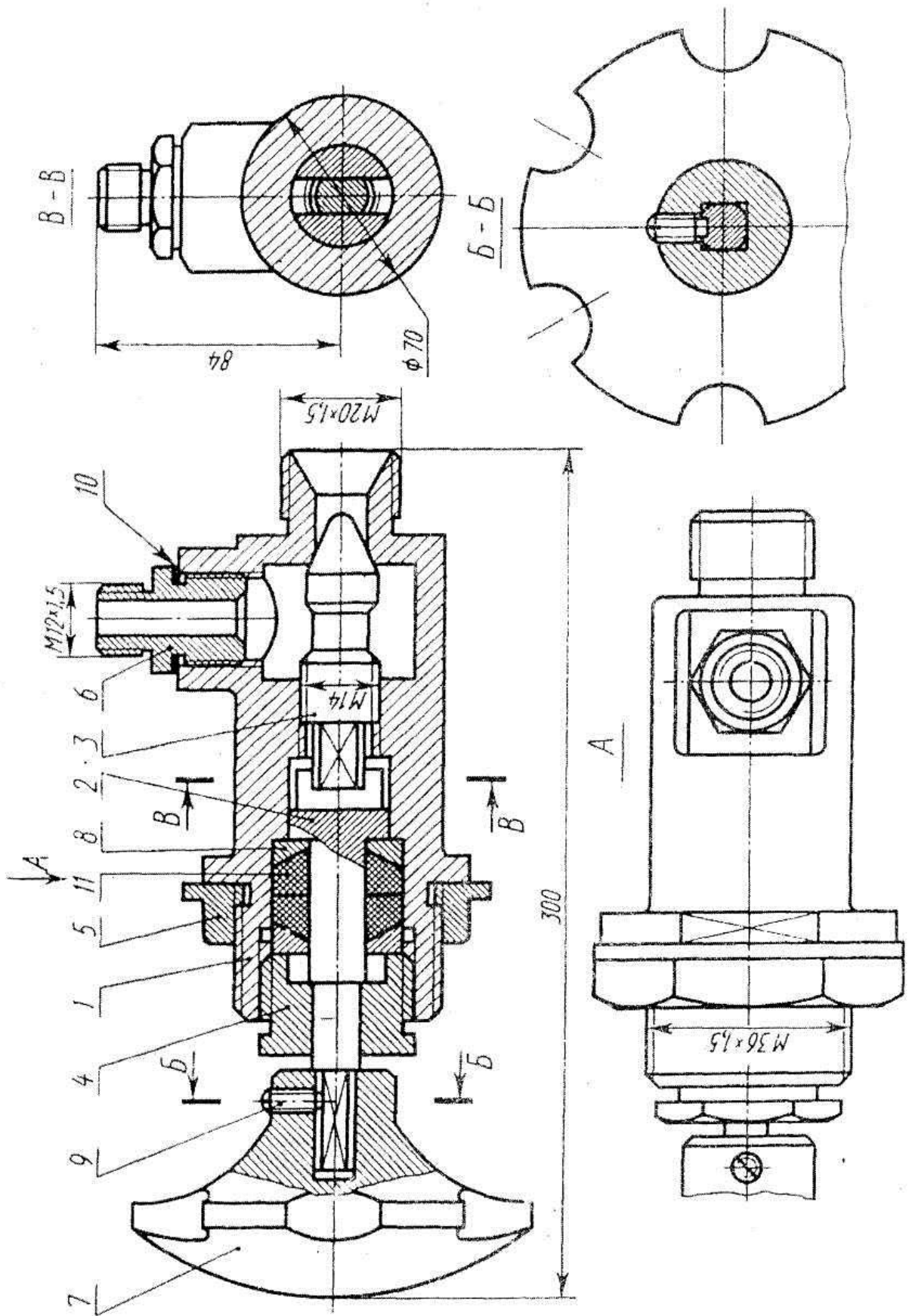


Рис 98 Кранный крюк  
151

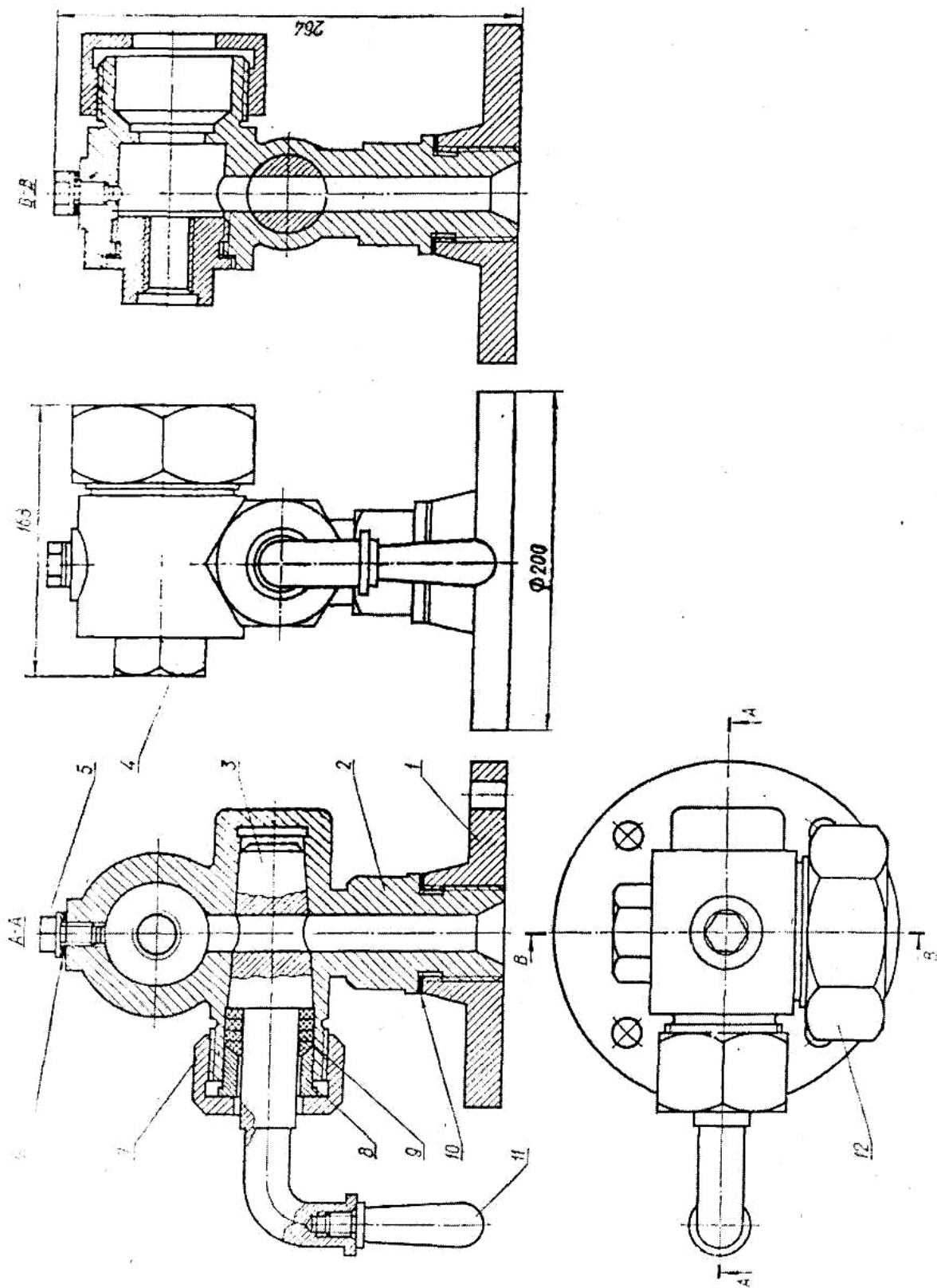


Рис. 99 Пробковый кран

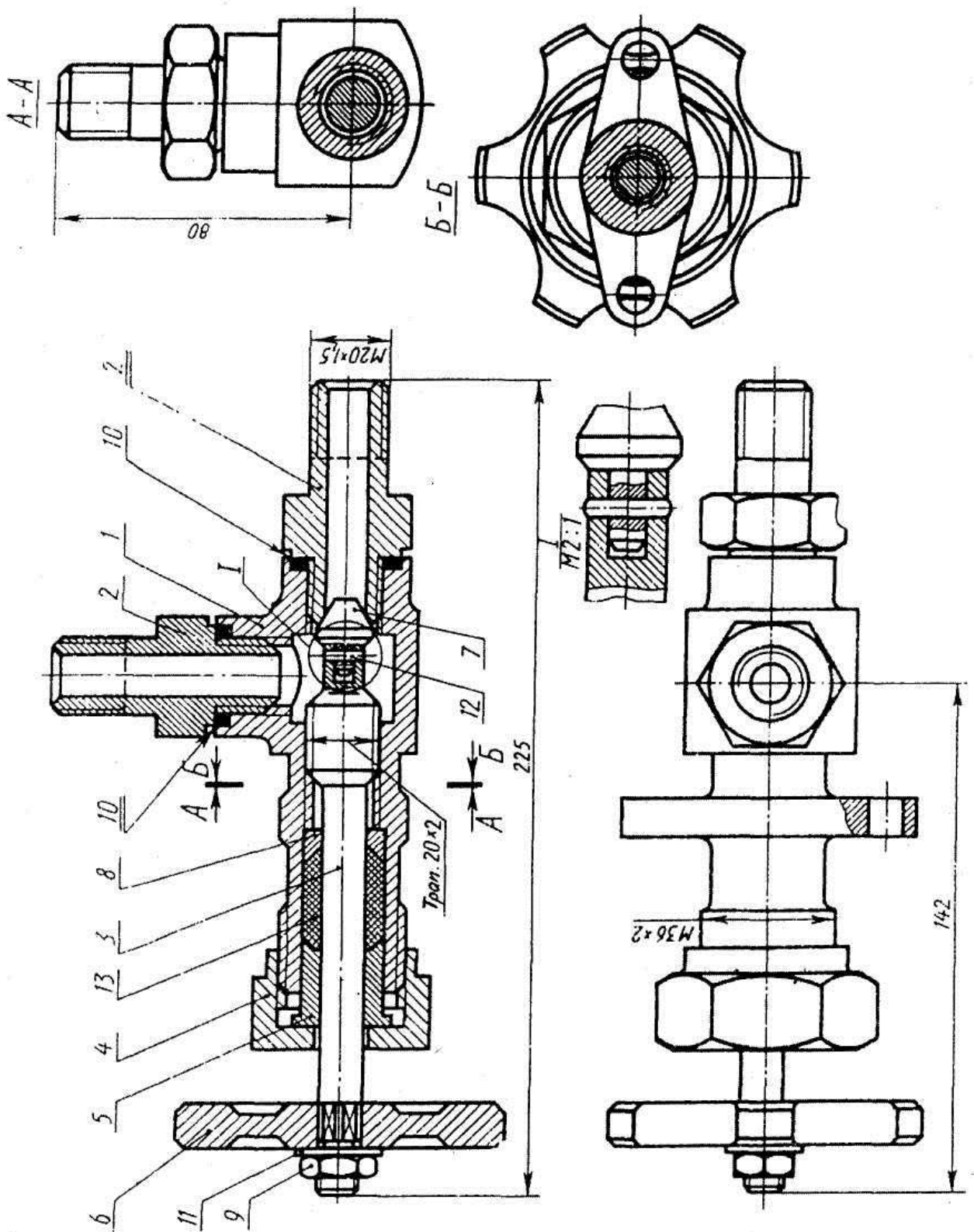


Рис. 100 Вентиль

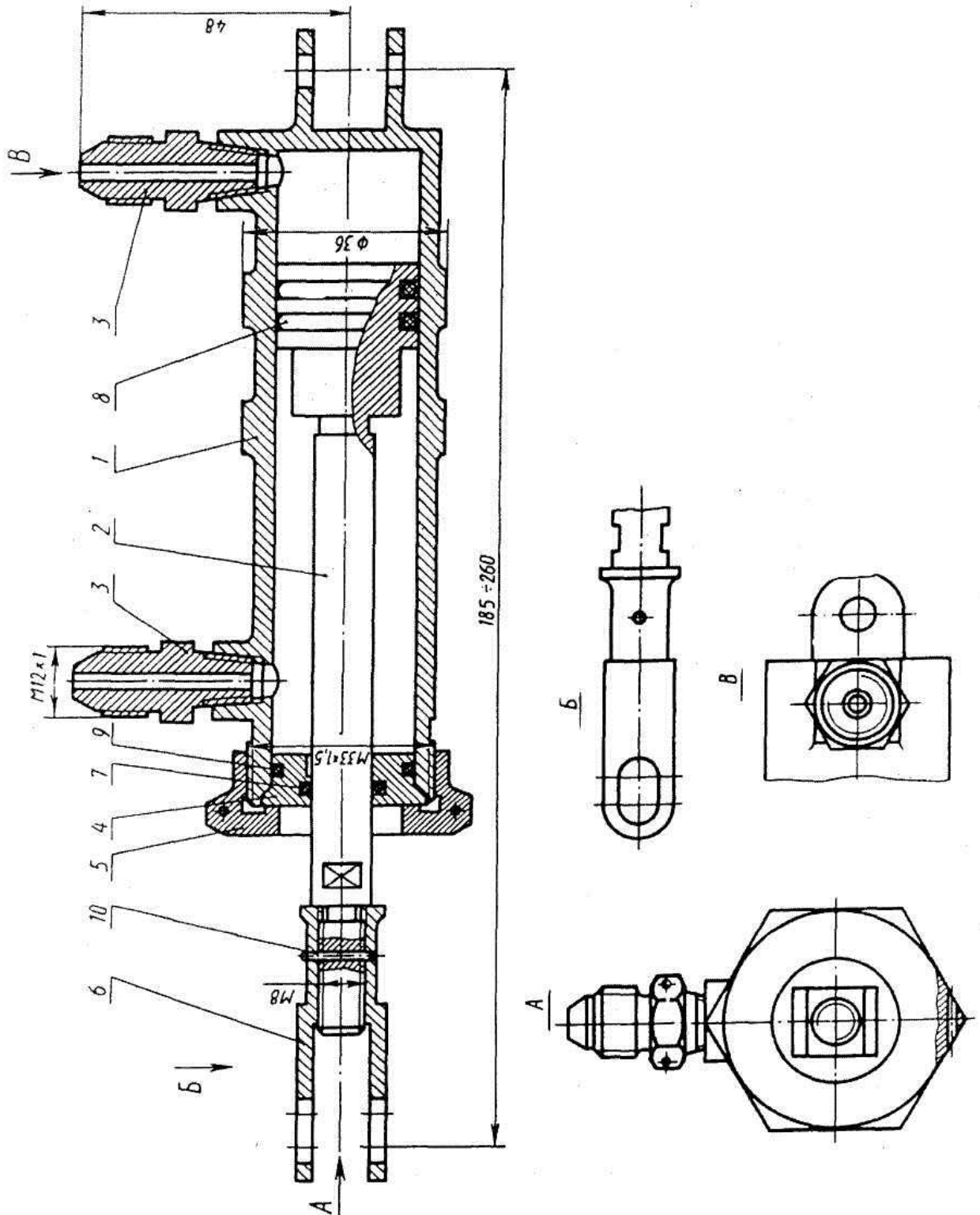


Рис. 101 Гідравлічний циліндр.

### Контрольні запитання:

1. Яка послідовність читання складальних креслень ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Що називається деталювання складального креслення? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. З яких стадій складається процес деталювання ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Що таке графік пропорційного масштабу і як ним користуватися ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## **Розділ 5 Креслення і схеми.**

**Графічна робота 15.** Виконати кінематичну схему.

**Графічна робота 15\*** Виконати схему електричну принципову.

**Мета:** Набути практичних умінь і навичок у виконанні схем.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; А4; готувальня; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 437-450;  
[2] с. 406-416

### **Методичні вказівки:**

Схема – це креслення на якому у вигляді умовних позначень або зображень показано складові частини виробу і зв'язок між ними.

Розрізняють схеми за видами (електричні, гідравлічні, кінематичні та ін.) та типами (структурні, функціональні, принципові та ін.). Схеми позначають так: вид – буквою, тип – цифрою.

Схема електрична принципова – це конструкторський документ, який виконується без збереження масштабу і на якому показуються у вигляді умовних графічних позначень усі електричні елементи та пристрої виробу, а також електричні зв'язки між ними.

Елементами електричних схем можуть бути резистори, конденсатори, котушки індуктивності, трансформатори, напівпровідникові вироби (діоди, транзистори, мікросхеми), лампи а також елементи комутаційних і контактних з'єднань (вимикачі, контакти, реле). елементи електричних схем зображаються на схемі у вигляді умовних графічних позначень. кожен елемент або пристрій, зображений на схемі, повинен мати позиційне буквено-цифрове позначення відповідно до вимог. порядковий номер елементам та пристроям надають, починаючи з одиниці в межах групи елементів з однаковими літерними позиційними позначеннями, наприклад R1, R2, .... С1, С2, ....

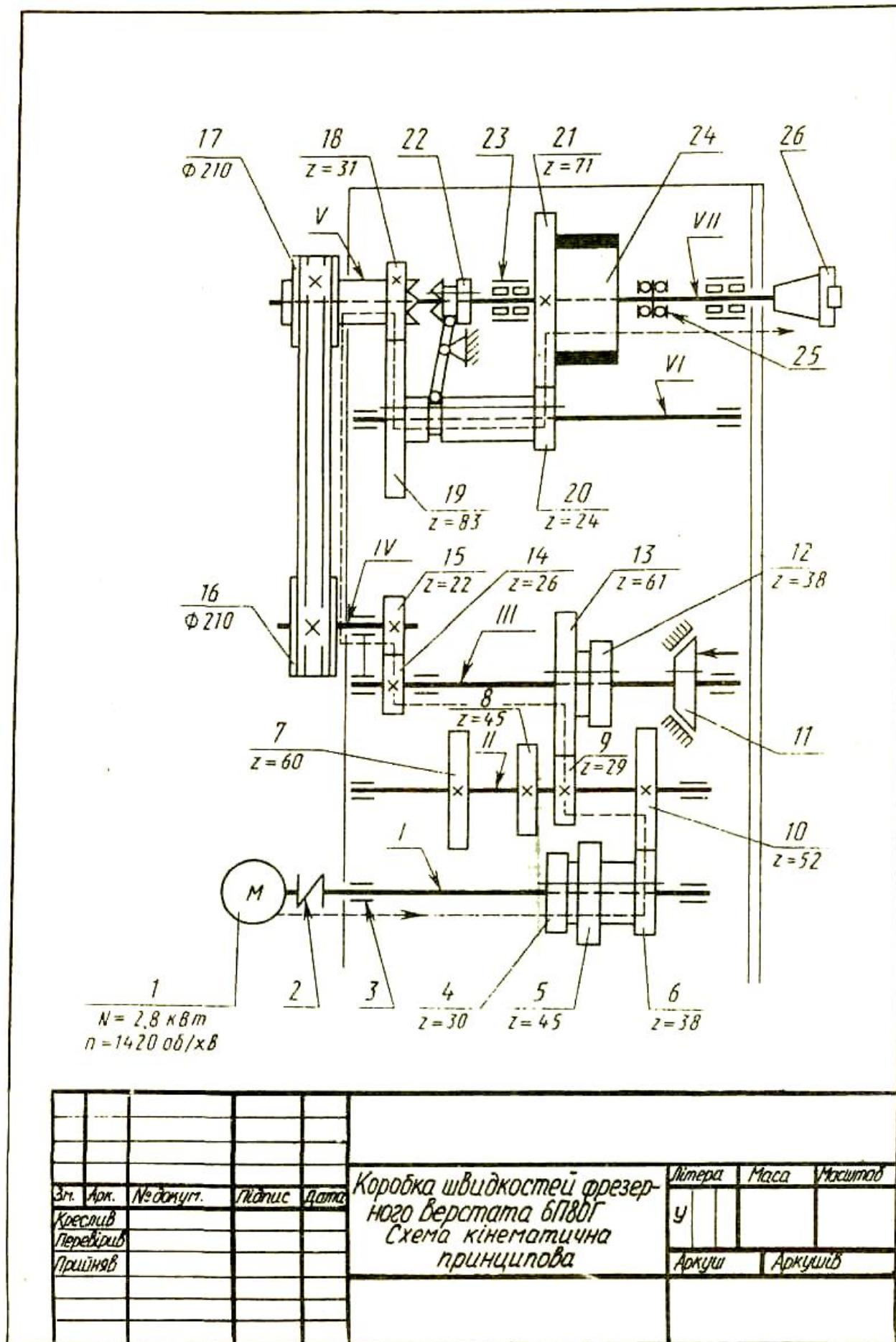
На форматі А3 треба накреслити кінематичну або електричну принципову схему за варіантом.

Графічну роботу 15\* виконують студенти спеціальності 5.091 903 «Електрифікація і автоматизація сільського господарства».

### **Хід виконання графічної роботи:**

1. Вибираємо формат в залежності від кількості елементів що входять до складу виробу.
2. Креслимо рамку і виділяємо місце під основний напис.
3. Компоновка зображення. схема виконується без збереження масштабу і точного розташування елементів виробу.
4. За допомогою стандартних умовних зображень показуємо складові частини виробу.
5. Проставляємо номер позицій, під ним вказуємо характеристики елементів їх параметри.
6. Креслимо і заповнюємо таблицю переліку всіх елементів, що входять до схеми.
7. Креслимо і заповнюємо основний напис.

\* - для студентів відділення «Електрифікація та автоматизація сільського господарства»

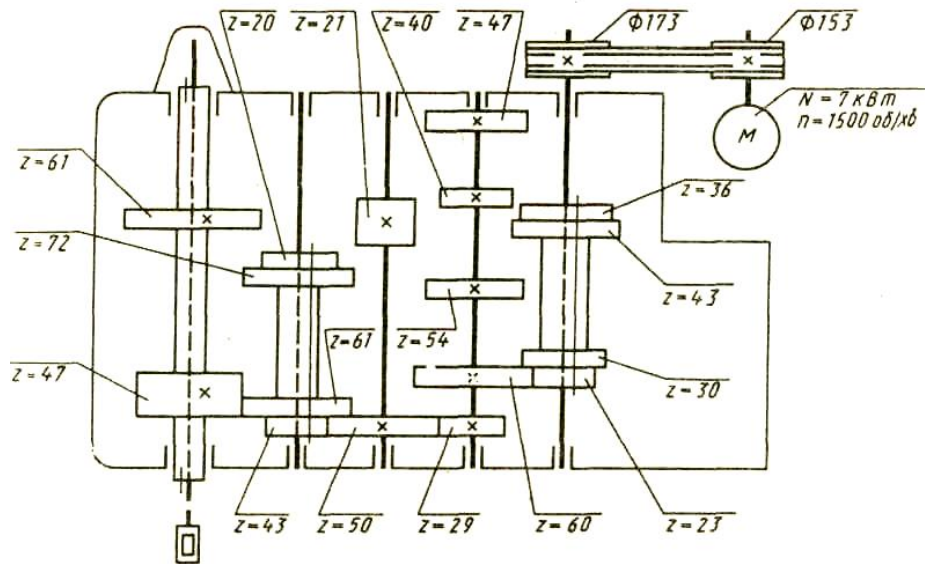


Зм.	Арк.	№ док. чт.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Креслив					У		
Перевірив							
Прійняв					Аркуш	Аркушів	

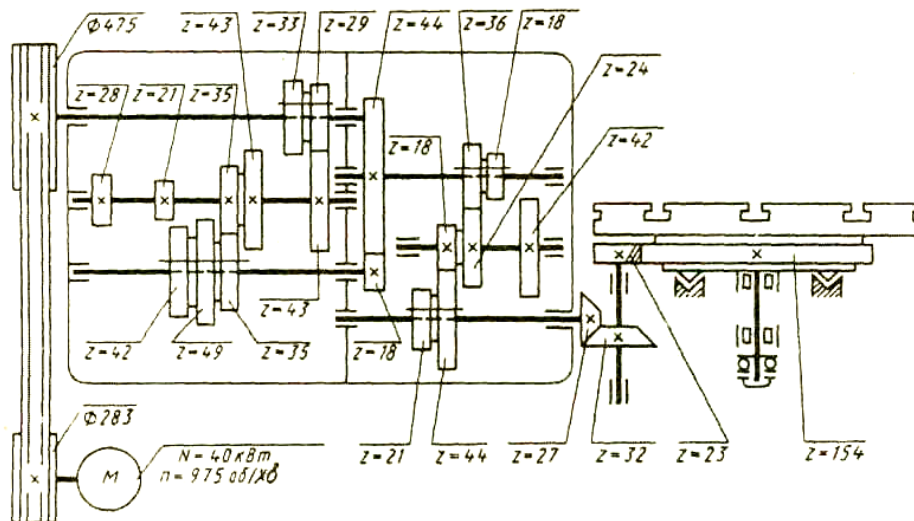
Коробка швидкостей фрезерного верстата 6П80Г  
 Схема кінематична принципова

Рис. 102 Зразок виконання графічної роботи 15 «Кінематична схема»

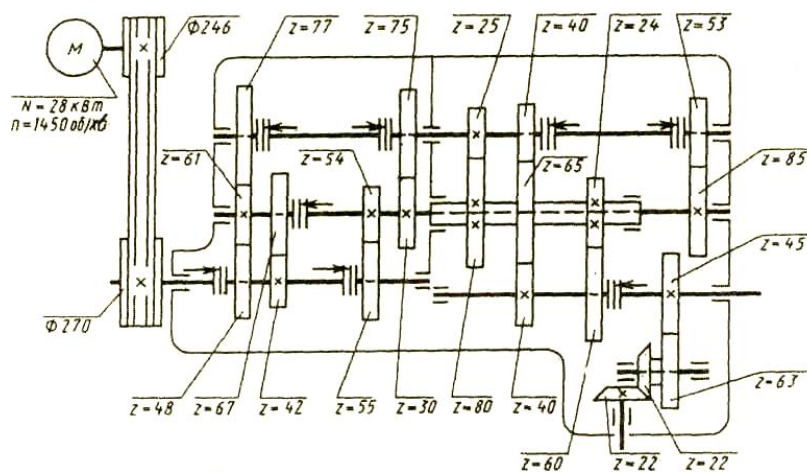




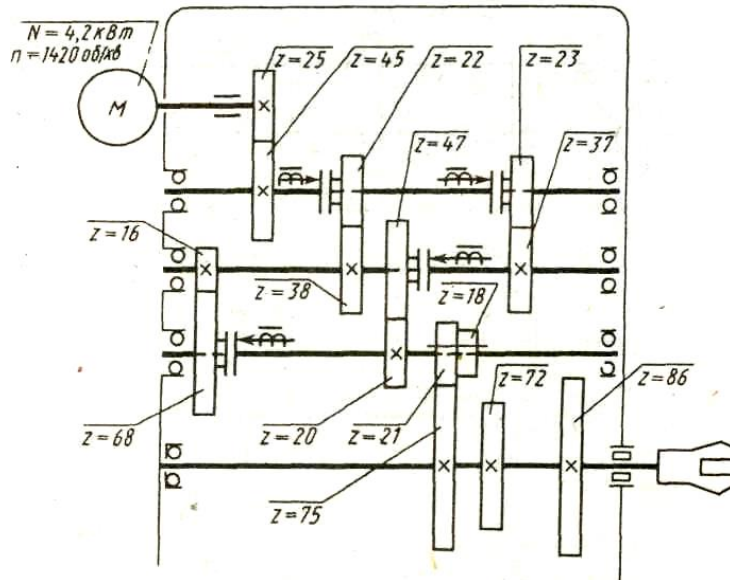
Варіант 4 Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-свердильного верстата 2A150



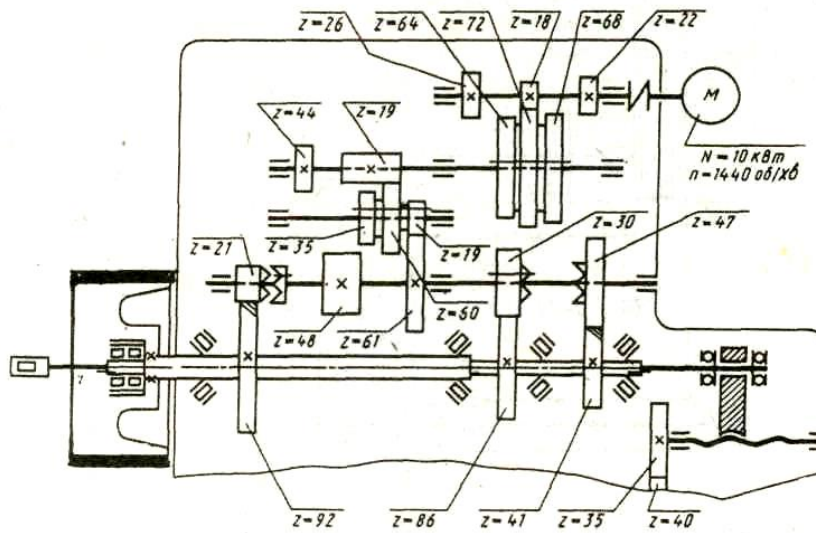
Варіант 5. Кінематична схема коробки швидкостей карусельного верстата 1553



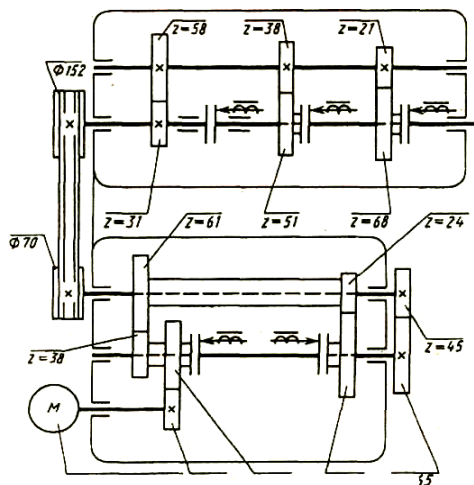
Варіант 6 Кінематична схема коробки швидкостей карусельного верстата 1508



Варіант 7 Кінематична схема коробки швидкостей автомата 1341П

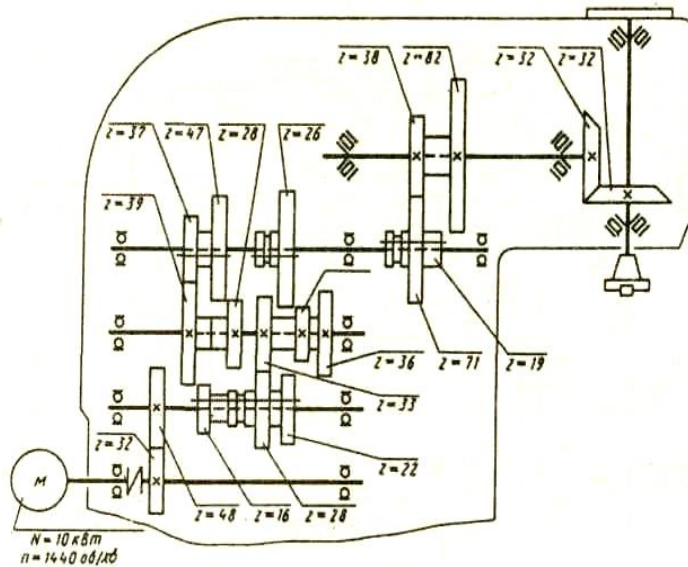


Варіант 8 Кінематична схема коробки швидкостей горизонтально-розточувального верстата 2620А

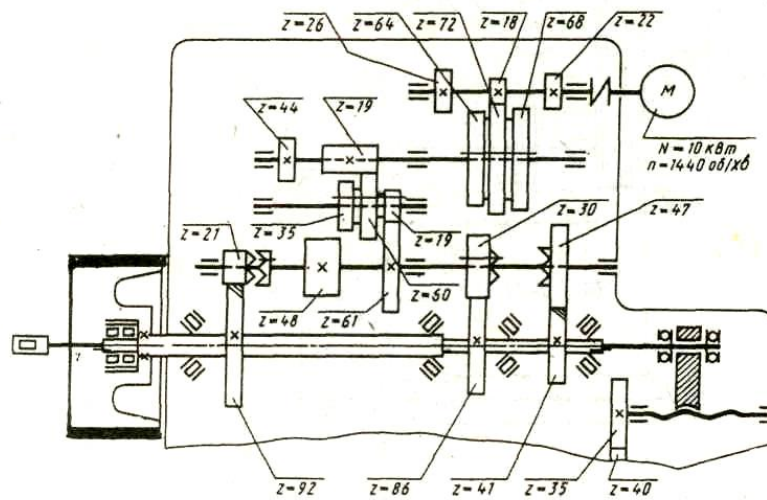


Варіант 9 Кінематична схема коробки подач токарно-револьверного верстата 1П325

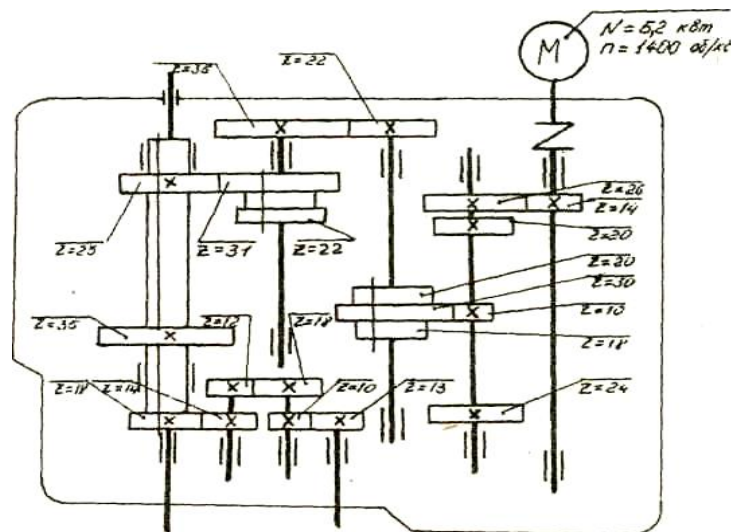




Вариант 13 Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-фрезерного верстата 6Н12



Вариант 14 Кінематична схема коробки швидкостей горизонтально-розточувального верстата 2620А



Вариант 15 Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-свердильного верстата.

Рис. 107 Завдання до графічної роботи 15 «Кінематична схема»

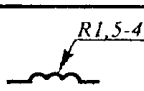
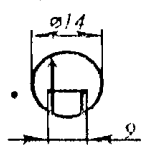

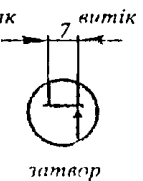

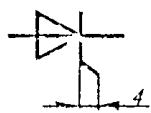
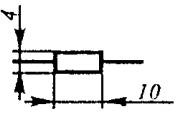
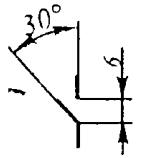
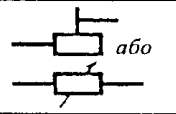
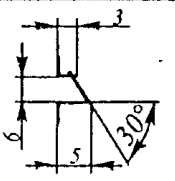

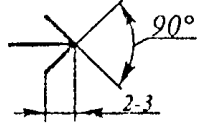
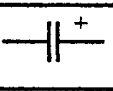
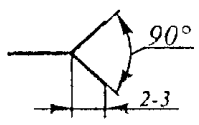

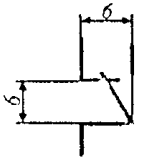
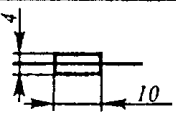
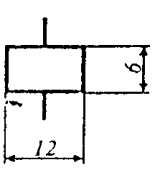

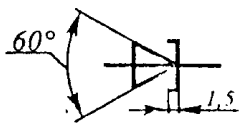
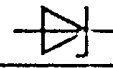
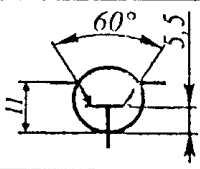
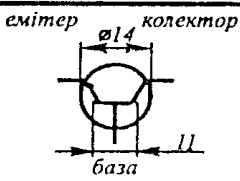
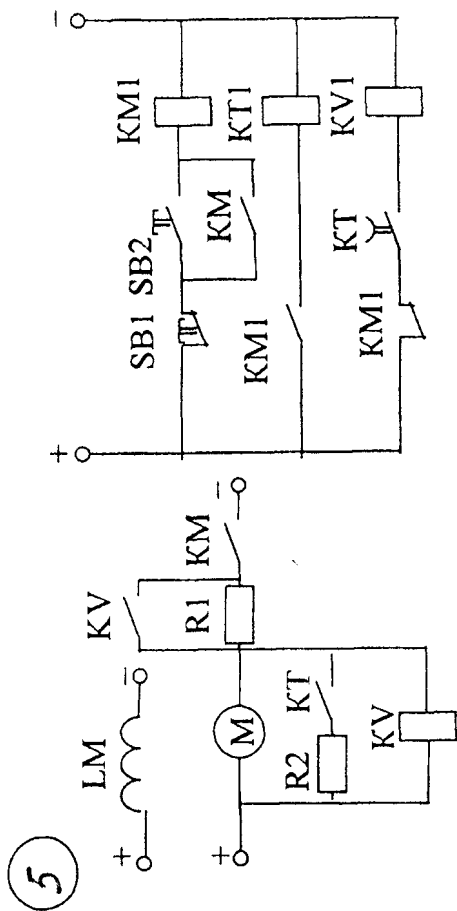
Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81	Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81
Котушки індуктивності, дроселі, трансформатори ГОСТ 2.723-68					
Котушка індуктивності, дросель		L	Транзистор (польовий, з каналом р-типу)		VT
Трансформатор напруги з магнітопроводом		TV	Транзистор (польовий, з каналом n-типу)		VT
Трансформатор напруги без магнітопроводу		TV	Тиристор		VS
Резистори, конденсатори ГОСТ 2.728-74			Пристрої комутаційні і контактні з'єднання ГОСТ 2.755-87		
Резистор постійного опору		R	Вимикач однополюсний із замикаючим контактом		SA
Резистор змінного опору		R	Вимикач однополюсний із розмикаючим контактом		SA
Конденсатор постійної ємності		C	Контакт різнимого з'єднання (штир)		XP
Конденсатор оксидний (електролітичний)		C	Контакт різнимого з'єднання (гніздо)		XS
Конденсатор змінної ємності		C	Перемикаючий контакт реле		K
Запобіжник плавкий		FU	Котушка реле		
Прилади напівпровідникові ГОСТ 2.730-73					
Діод		VD			
Тунельний діод		VD			
Стабілітрон		VD			
Транзистор (біполярний р-п-р типу)		VT			
Транзистор (біполярний n-р-п типу)		VT			

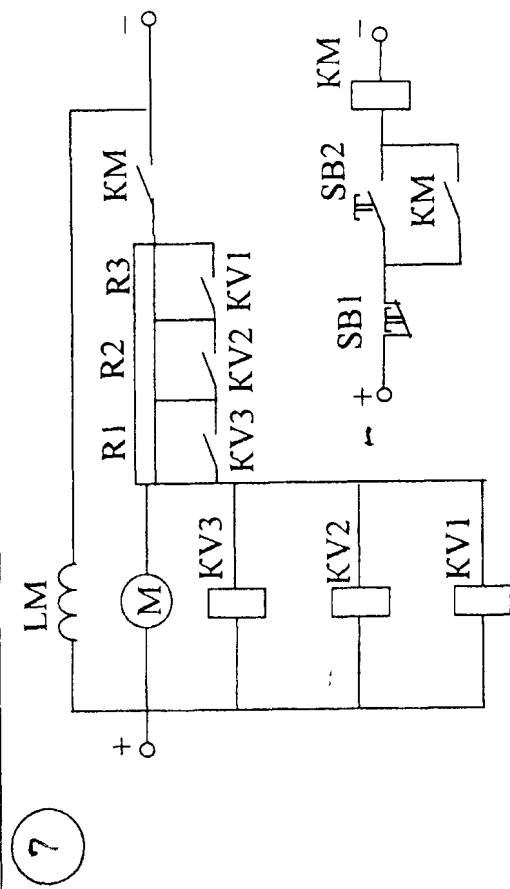
Рис. 108 Умовні позначення на електричних схемах.



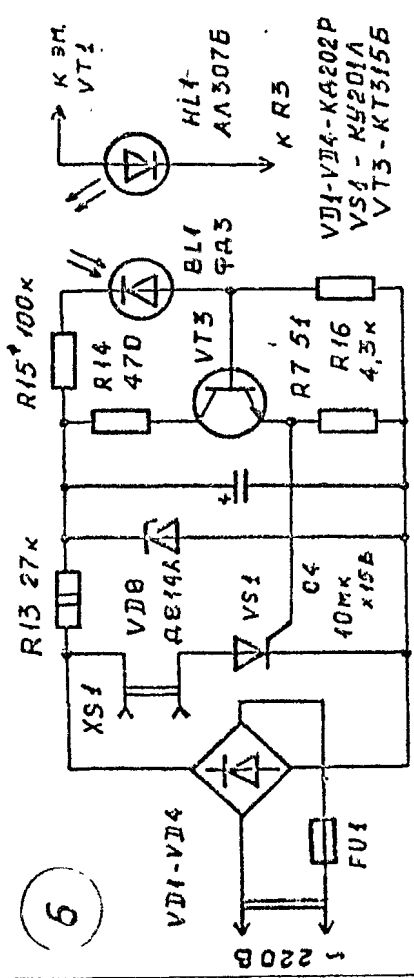
Виконати схему електричну принципову за ГОСТ 2.702-75  
Розміри елементів брати із таблиць



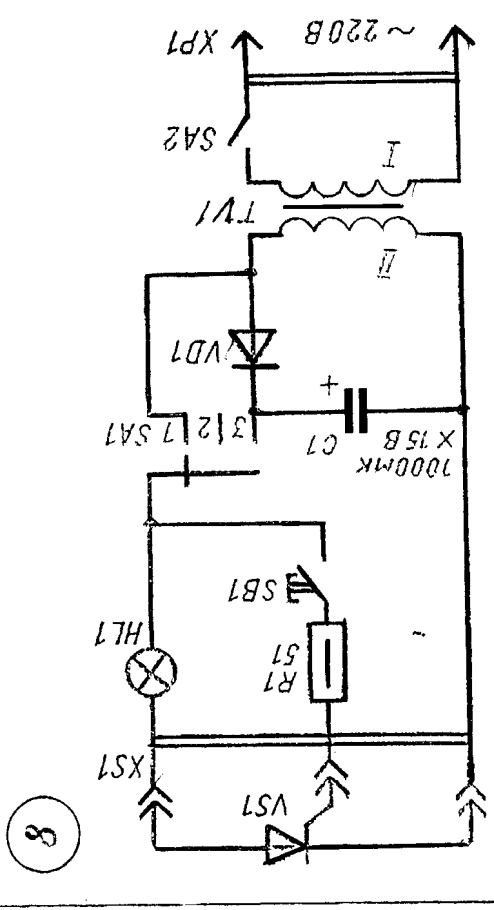
Вузол схеми автоматичного управління динамічним гальмуванням двигуна



Вузол схеми автоматичного пуску двигуна



Реле часу

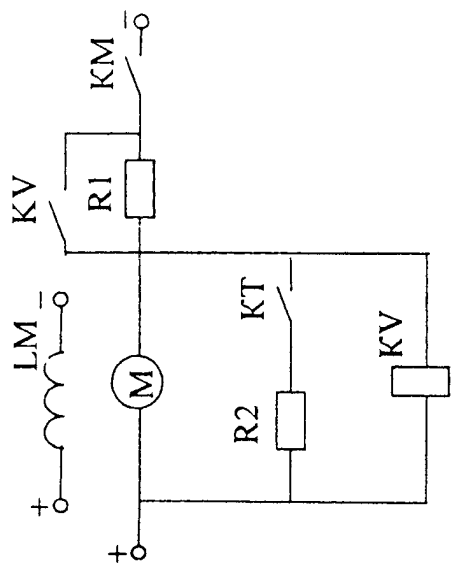


ТРАНСФОРМАТОР

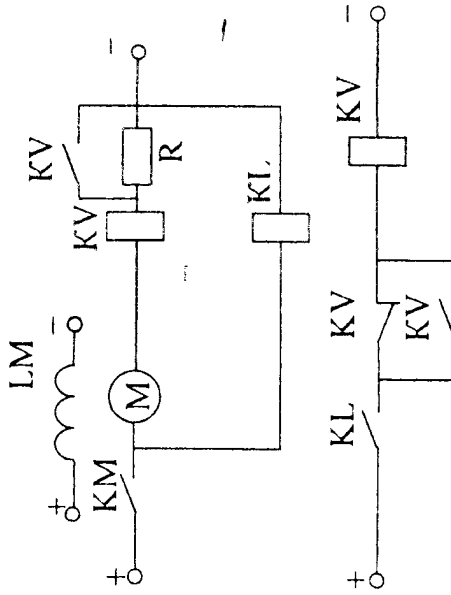
Рис. 110 Завдання до графічної роботи 15\* «Схема електрична принципова»

Виконати схему електричну принципу за ГОСТ 2.702-75  
Розміри елементів брати із таблиць

9

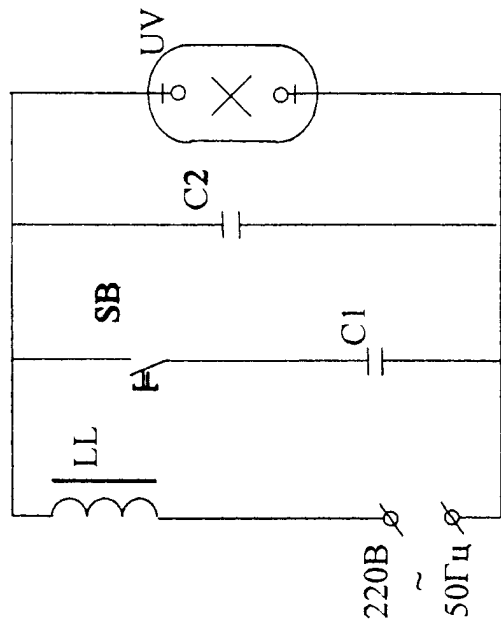


10



Фрагмент схеми автоматичного управління динамічним гальмуванням двигуна

11



Вмикання в мережу лампи ДРТ

Вузол схеми автоматичного пуску двигуна

12

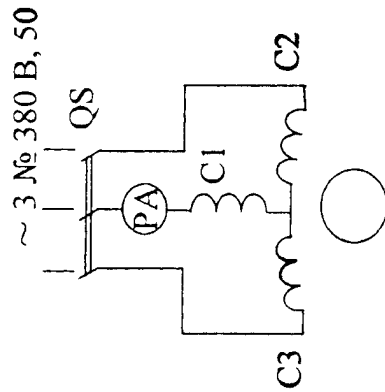


Схема включення електродвигуна в електричну мережу

Рис. 111 Завдання до графічної роботи 15\* «Схема електрична принципова»

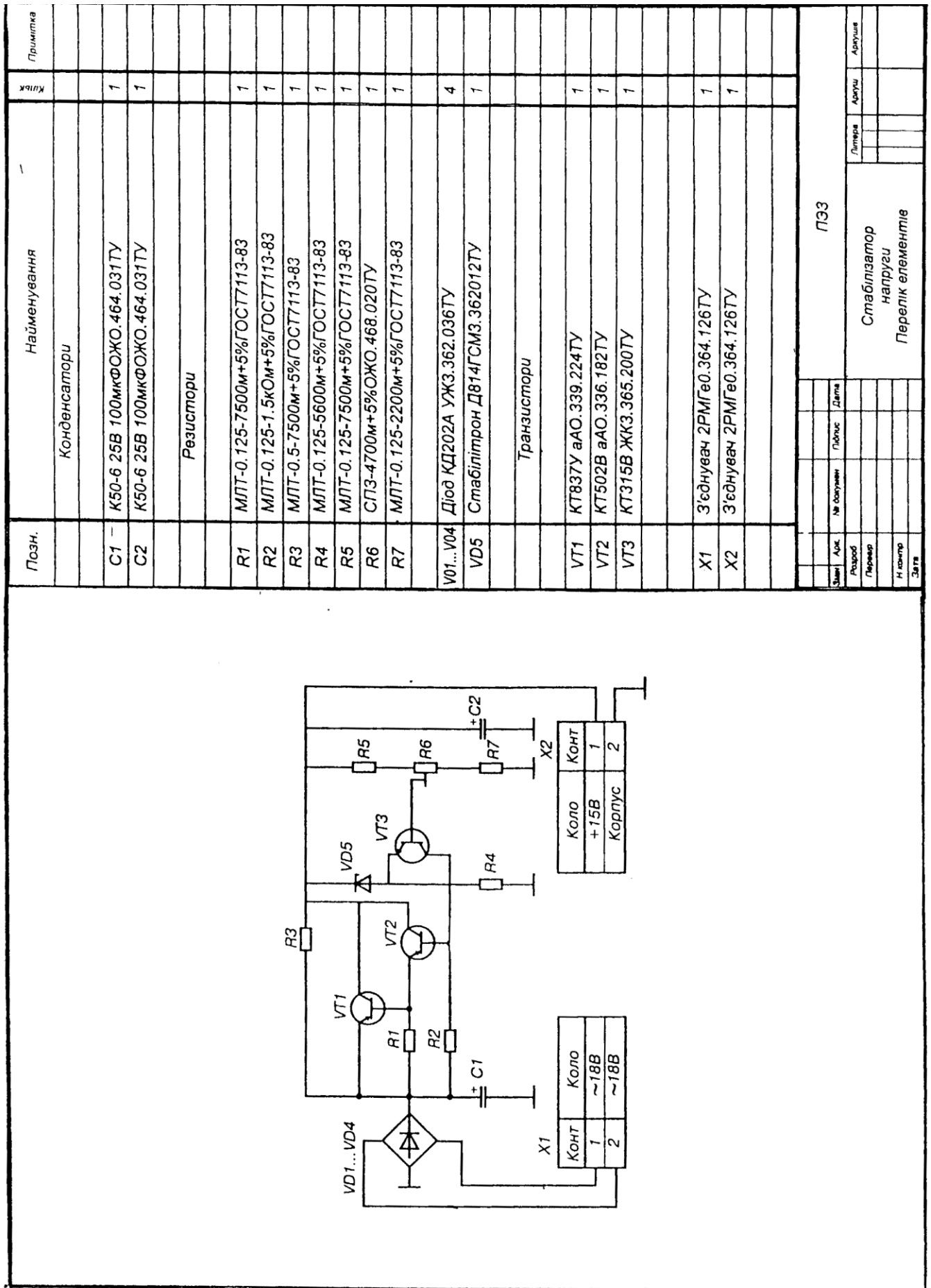


Рис. 112 Зразок виконання графічної роботи 15\* «Схема електрична принципова»

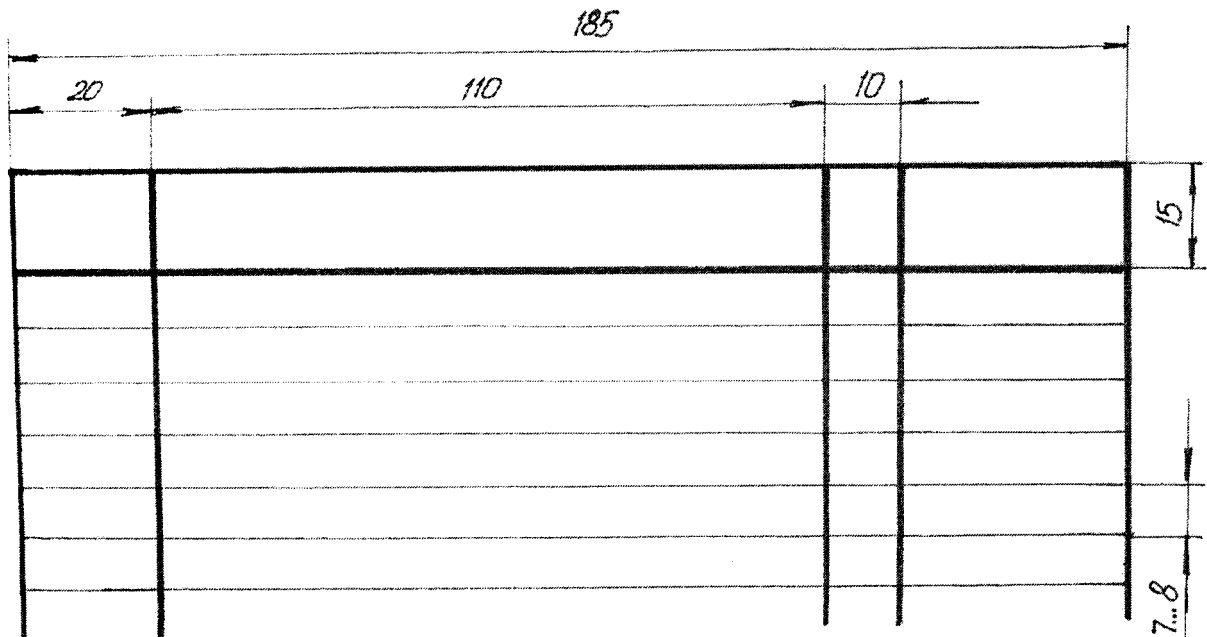


Рис. 113 Таблица переліку електричних елементів.

Таблицю розміщують або на самій схемі, або на окремих форматах. елементи записують в таблицю по окремих групах, тобто спочатку резистори, потім конденсатори тощо. у межах кожної групи елементи слід записувати в послідовності зростання їх порядкових номерів.

### Контрольні запитання:

13. Які бувають схеми залежно від виду елементів та зв'язків між ними ? \_\_\_\_\_
14. Яке призначення принципіальних схем та їх особливості ? \_\_\_\_\_
15. Що включає позначення елементів на схемах ? \_\_\_\_\_
16. Як проводять лінії зв'язку на схемах ? \_\_\_\_\_
17. Як оформляють таблицю переліку елементів? \_\_\_\_\_
18. Як вибирають і зображують умовні графічні позначення елементів ? \_\_\_\_\_

Висновки : \_\_\_\_\_

Оцінка \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## Тема : 6. Елементи будівельного креслення.

**Графічна робота 16.** Виконання плану виробничого приміщення.

**Графічна робота 16\*** Виконання плану виробничого приміщення з нанесенням силових і освітлювальних електромереж.

**Мета:** Засвоїти теоретичні правила та набути практичних умінь і навички в виконанні будівельних креслень – ділянки ремонтної майстерні з розташуванням технологічного обладнання.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; готувальня; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гума.

**Література:** [1] с. 451...484 ; [3] с. 321...358.

### Методичні вказівки:

Наводимо приклад виконання плану ділянки випробовування двигунів ремонтної майстерні. Всі необхідні розрахунки виконуємо за підручником [16] Калашников О.Г “Ремонт машин”: К. Вища школа 1983р.

### Хід виконання графічної роботи:

1. Згідно [16] додаток с. 356 складаємо таблицю технологічного обладнання для ділянки.

Таблиця 9 Перелік обладнання ділянки випробовування двигунів ремонтної майстерні.

№ позн.	Найменування	Марка, тип модель або шифр	К-сть	Розміри, м	Площа
1	Стенд для випробовування двигунів	КН 1363В	1	3,3 × 2,3	7,59
2	Реостат для стенда		1	0,6 × 0,4	0,24
3	Паливо розподільна колонка	Настінна ВН-10	1		
4	Ваги	Власного виготовлення	1		
5	Місткість для масла	Власного виготовлення	1		
6	Стенд для контрольного огляду двигунів	ОПР-989	1	1,5 × 1,5	2,25
7	Слюсарний верстак	ОРГ-1468-01-070	1	1,2 × 0,8	0,96
8	Кран-балка		1		
Всього					11,04

2. Визначаємо площу яку займає технічне обладнання по таблиці

$$F_0 = 11,04 \text{ м}^2$$

3. Визначаємо площу ділянки. Площа ділянки визначається за площею, що займають обладнання, машини, агрегати [16] с. 331.

$$F = F_0 \cdot K_0$$

де:  $F$  – площа ділянки,  $\text{м}^2$   
 $F_0$  – площа, яку займають основне обладнання,  $11,04 \text{ м}^2$   
 $K_0$  – коефіцієнт який враховує проходи й робочі зони  
 $K_0$  беремо з таблиці [16] с. 332.  $K_0 = 4 - 4,5$   
 Приймаємо  $K_0 = 4$   

$$F = 11,04 \cdot 4 = 44,16 \text{ (м)}$$

4. Визначаємо кількість вікон для ділянки. Розрахунок виконуємо за формулою:

$$F_B = F \cdot c$$

де:  $F_B$  – площа вікон,  $\text{м}^2$   
 $F$  – площа ділянки,  $\text{м}^2$   
 $c$  – коефіцієнт освітленості,  $c = 0,25$  [16] с. 323  

$$F_B = 44,16 \cdot 0,25$$

Вибираємо із СніПів площу вікна і визначаємо кількість вікон для ділянки. Розміри вікон  $1,6 \times 2,4$ ;  $2 \times 3$  і т. д. Приймаємо вікна розміром  $2 \times 3$ .

$$n_B = F_B / F_1$$

де:  $n_B$  – кількість вікон.  
 $F_B$  – площа віконних проїомів для ділянки,  $F_B = 14,04 \text{ м}^2$   
 $F_1$  – площа одного вікна,  $F_1 = 6 \text{ м}^2$   

$$n_B = 14,04 : 6 = 1,84$$

Приймаємо 2 вікна розміром  $2 \times 3 \text{ м}$ .

5. Компоновка креслення.

Ширина виробничих приміщень по осям А—Б дорівнює 6 м, 9 м, 12 м.

Довжину визначаємо за формулою:

$$l = F / 6 \text{ м.}$$

де:  $l$  – довжина ділянки,  $\text{м}$   
 $6$  – ширина ділянки по осям А—Б  

$$l = 44,16 : 6 = 7,36 \text{ (м)}$$

Приймаємо  $l = 7,4 \text{ м}$ .

Товщини стін, перегородок визначаються теплотехнічними розрахунками, з урахуванням розмірів кирпичів 510 мм, 380 мм, 250 мм, 120 мм.

Вибираємо масштаб зображення, в даному випадку масштаб 1:25, і проводимо координаційні осі ділянки (див. рис. )

Наносимо контури стін і перегородок. Для ділянки по обкатуванню і випробуванню двигунів всі стіни повинні бути капітальні. Виконуємо розбивку вікон та дверних прийомів. Прийнято, що січна площина на будівельних кресленнях планів проходить на виконаних прийомах і те що знаходиться за нею викреслюється тонкими лініями. Стіни креслимо основною лінією без нанесення штриховки.

6. На аркуші паперу в клітинку креслимо в вигляді прямокутників контури технічного обладнання, позначаємо цифрою згідно таблиці № “Перелік обладнання ділянки випробування двигунів ремонтної майстерні” і вирізаємо. Масштаб зображення обладнання такий як і на плані. Розміщаємо прямокутники з їх номерами на плані в відповідності вимог [16] с. 333 і обводимо їх основною лінією.

7. Викреслюємо і заповнюємо специфікацію технологічного обладнання над основним написом. Допускається виконувати специфікацію на окремому аркуші А4 формату.

8. Варіанти графічної роботи розробляються згідно [16] додаток с. 354...358, який містить 18 ділянок ремонтної майстерні. Завдання розглядаються на засіданні циклової комісії професійної підготовки і затверджуються заступником директора з навчальної роботи.



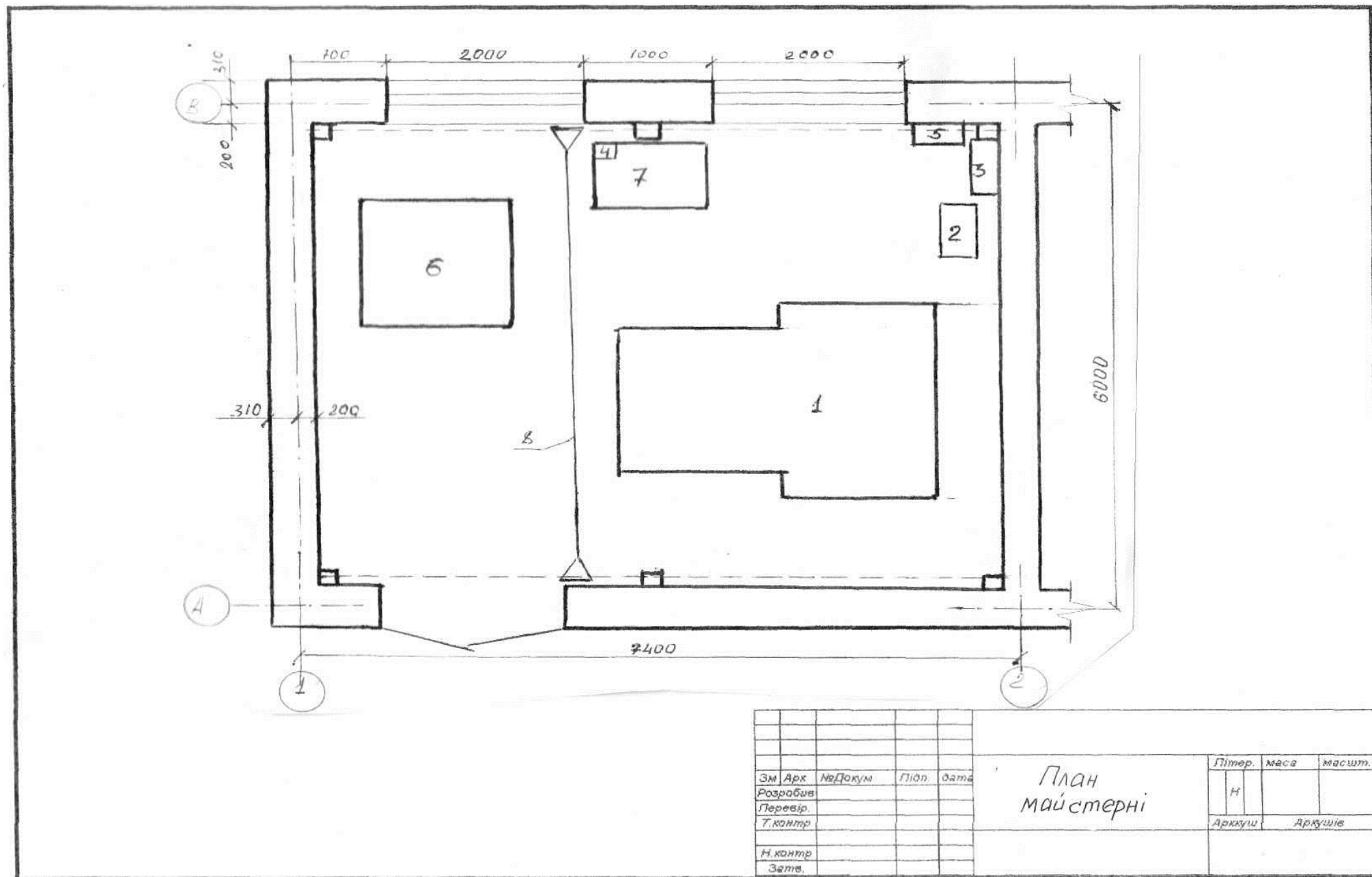
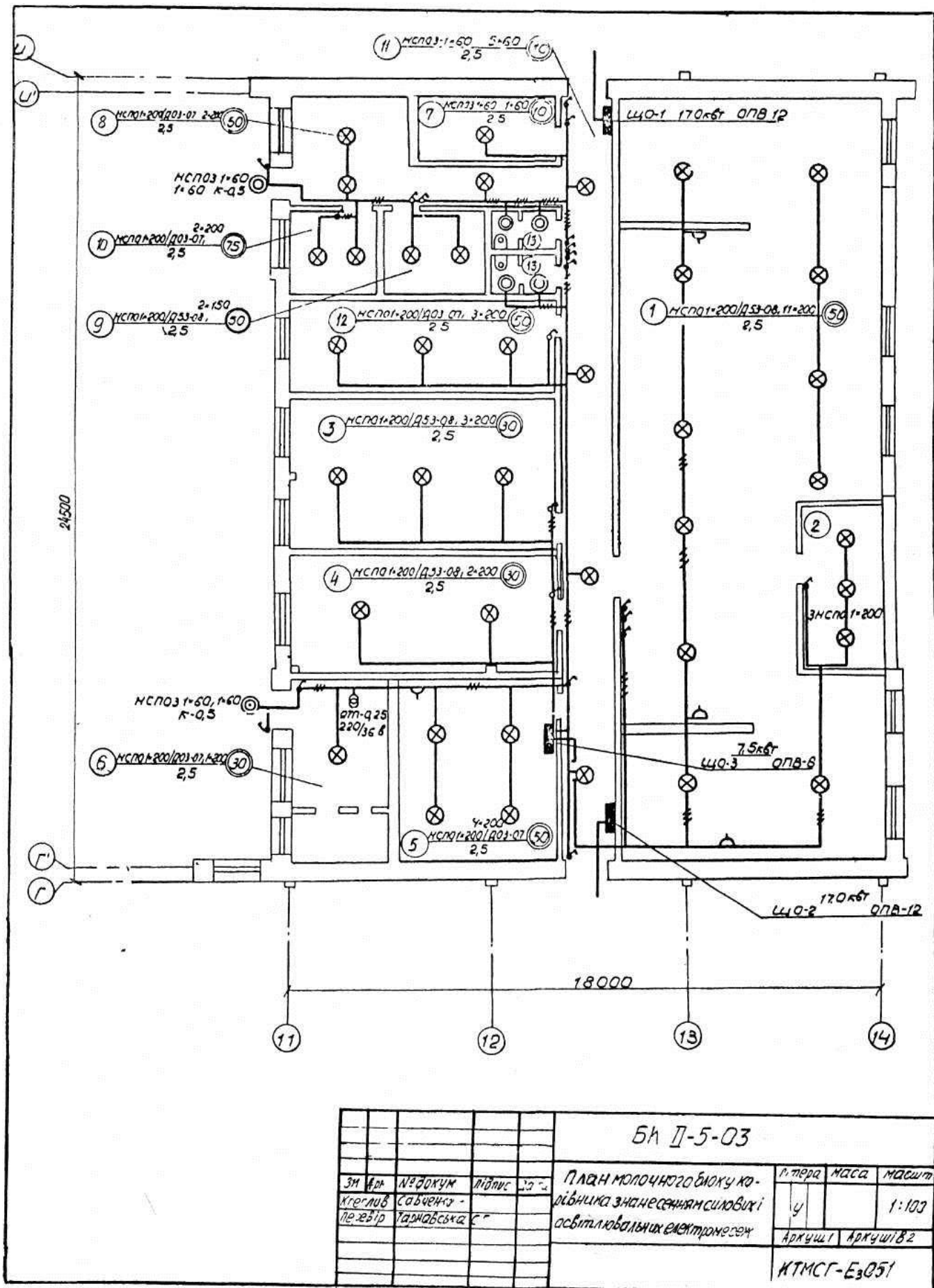


Рис. 115 Зразок виконання графічної роботи 16.



				БН П-5-03		
ЗМ	Фрм	№ докум	Лінійс	Лінійс	№ пера	Маса
				План молочного блоку ка-	4	
				лібника з нанесенням силових і		1:100
				освітлювальних електромереж	Архуші 1	Архуші в 2
					КТМСТ-Е3051	

Рис. 116 Зразок виконання графічної роботи 16\*



## Контрольні запитання:

1. У чому різниця між інженерно- і архітектурно-будівельним кресленнями \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Які масштаби застосовують для будівельних креслень? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Як умовно позначають на будівельних кресленнях стіни, вікна, двері? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Основні елементи будівлі та їх призначення? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНА РОБОТА №1

**Тема:** За двома проекціями моделі побудувати третю. Виконати необхідні розрізи. Побудувати аксонометричну проекцію з вирізом передньої частини.

**Мета:** Вивчити рівень знань, умінь і навичок при побудові комплексних креслень, аксонометричних проекцій навчальних моделей з використанням розрізів.

**Матеріали та обладнання:** формат А3; готівальня; лінійка; косинці; олівці; гумка.

### Методичні вказівки.

1. Уважно прочитати комплексне креслення моделі. Чітко уявити її форму і взаємне розташування поверхонь.

2. Вибрати масштаб зображення для виконання креслення. Виконати компоновку зображень. На вигляді спереду виконати фронтальний розріз. На вигляді зліва поєднати половину вигляду з профільними вертикальними розрізами. Вигляд зверху перекреслити без змін.

3. Побудувати третю проекцію використовуючи лінії зв'язку або безостий метод. Виконати фронтальний розріз, а якщо можливо – поєднати половину вигляду з половиною розрізу.

4. При необхідності позначити розрізи. Нанести розміри.

5. Побудувати ізометричну прямокутну проекцію моделі з вирізом частини (по можливості четвертину). Невидимий контур не показувати. Штрихування виконати по правам штриховки в аксонометричних проекціях, для цього над аксонометрією побудувати осі з вказівкою напрямку штрихування в кожній площині ( $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ ).

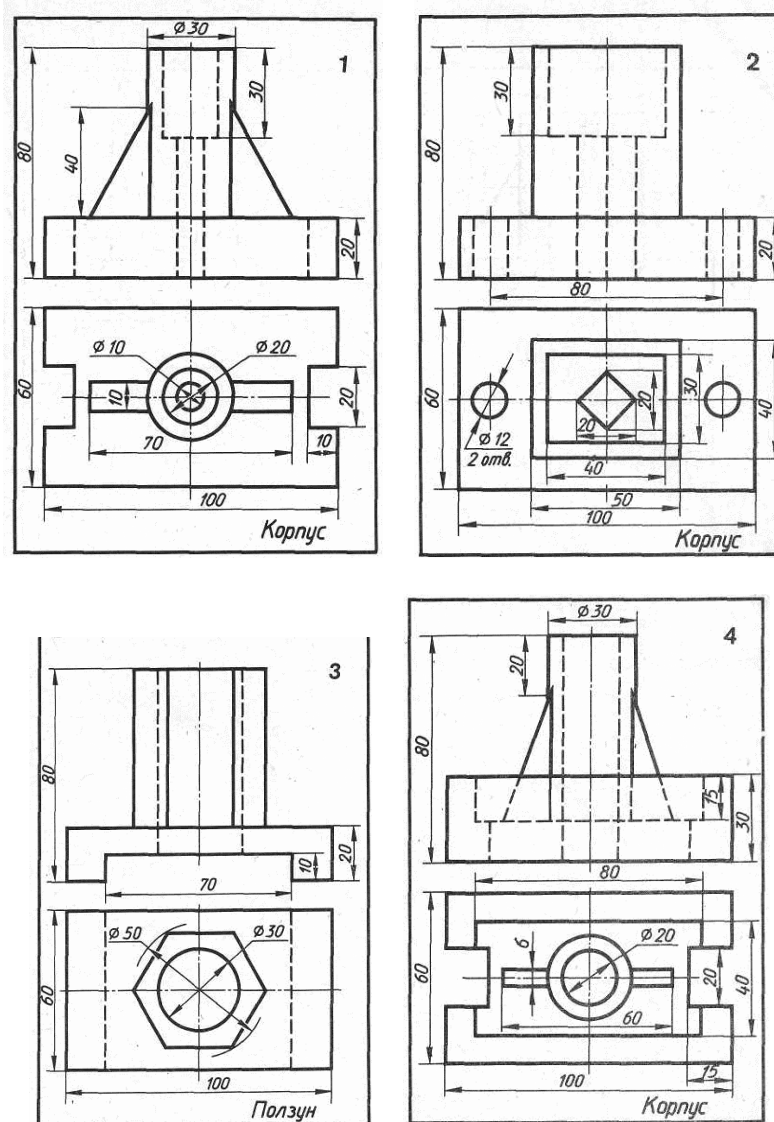


Рис. 118 Завдання для контрольної роботи №1.

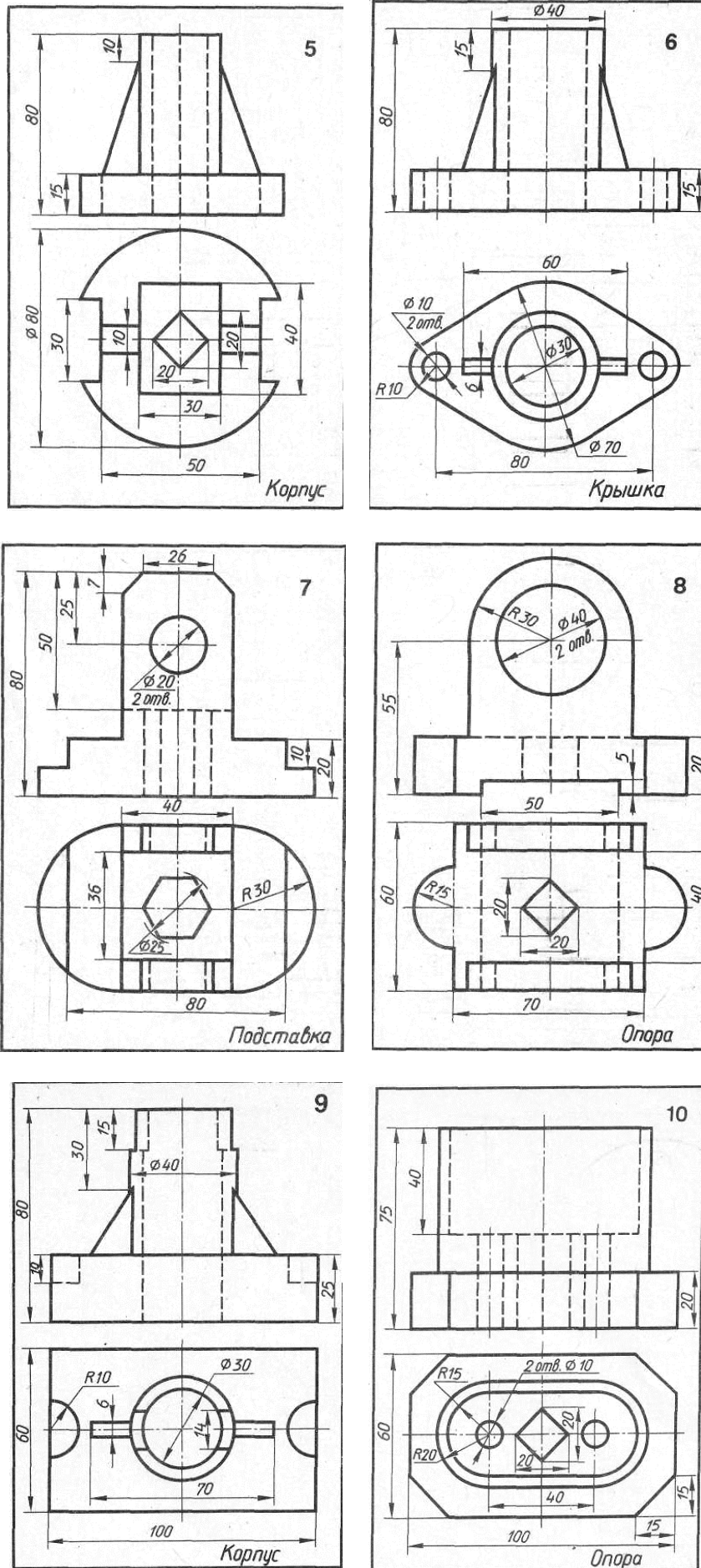


Рис. 119 Завдання для контрольної роботи №1(продовження)

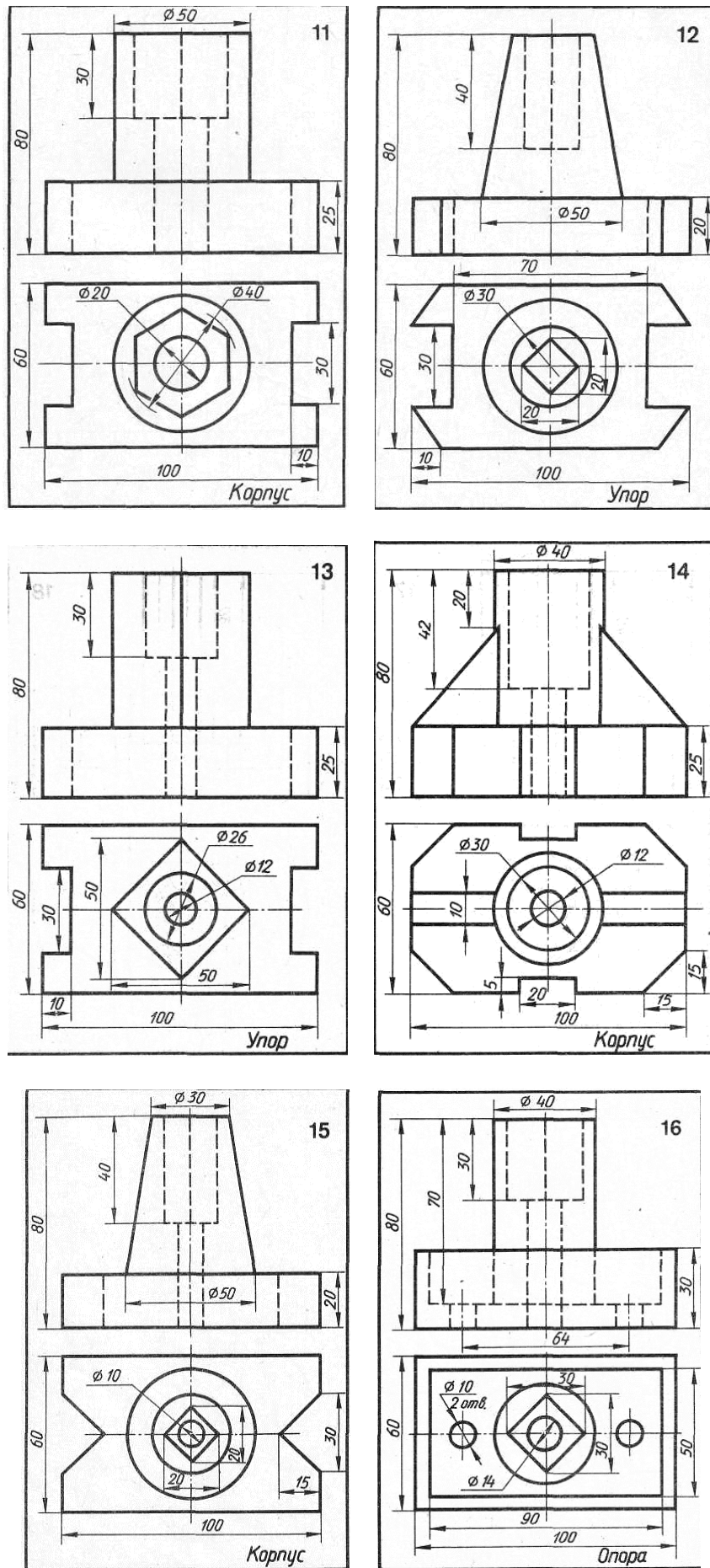


Рис. 120 Завдання для контрольної роботи №1(продовження)

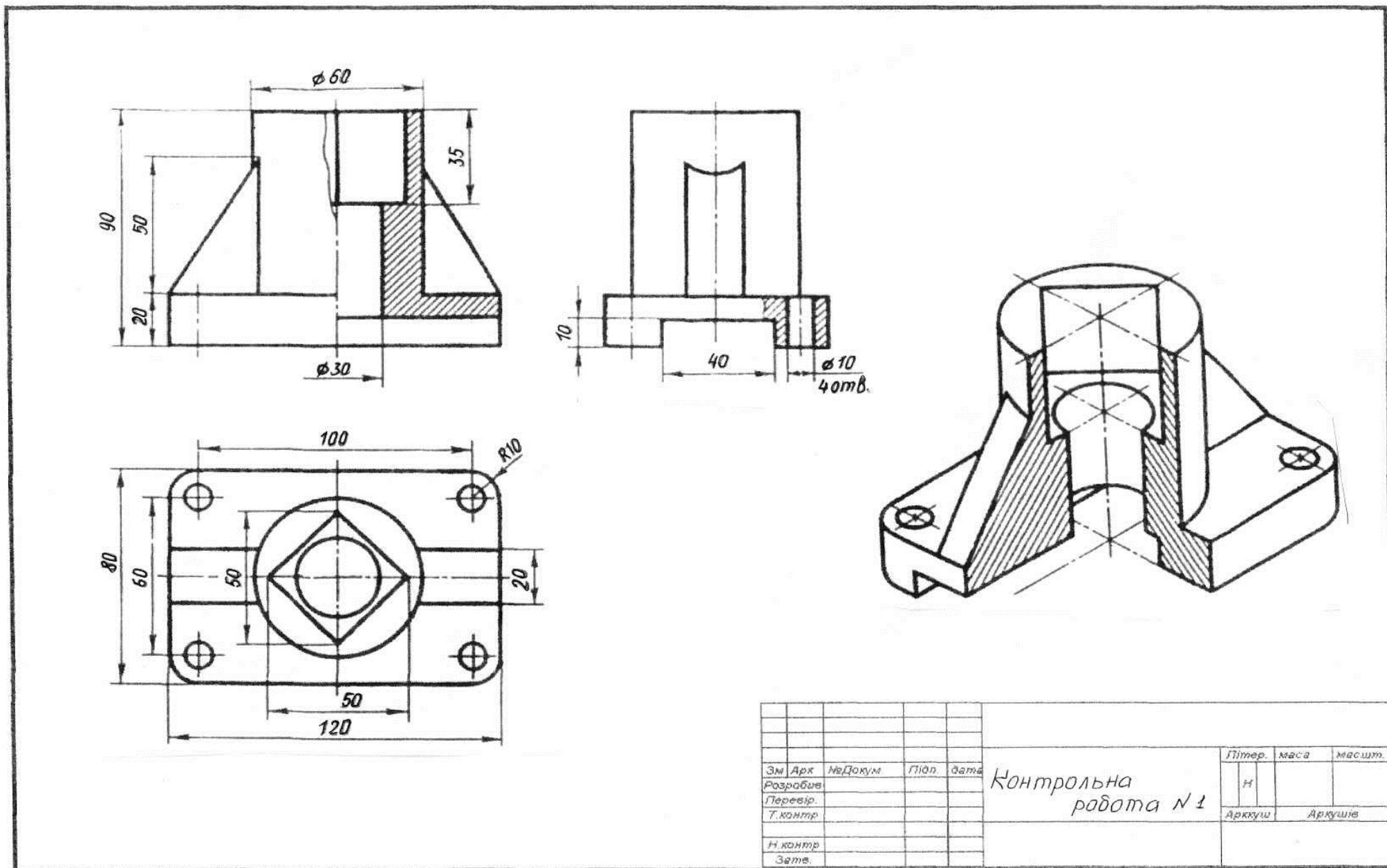


Рис. 121 Зразок контрольної роботи №1

## КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

Виконання робочих креслень деталей складальної одиниці за складальним кресленням.

**Тема:** Читання і деталювання складальних креслень.

**Мета:** Контроль за якістю набутих умінь і навичок при деталюванні складальних креслень.

**Матеріали та обладнання:** індивідуальні завдання; формат А3; лінійка; косинці; олівці НВ, В; гумка.

**Література:** [1] с. 425...436;

[2] с. 396...406

### Методичні рекомендації:

1. Варіанти для контрольної роботи викладач складає використовуючи завдання графічної роботи 14. Для цього складається таблиця.

Таблиця 10 Завдання для контрольної роботи №2.

Варіант	Номер рисунка	Номер позиції деталі для деталювання (за вибором викладача)
1	88	
2	89	
3	90	
4	91	
5	92	
6	93	
7	94	
8	95	
9	96	
10	97	
11	98	
12	99	
13	100	
14	101	

2. Студент виконує контрольну роботу за схемою – графічної роботи 14. (див. с. 132)

3. Для сильних студентів викладач може рекомендувати виконати технічний рисунок вказаної на деталюванні деталі.

Висновки: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

### Читання позначень шорсткості поверхонь

Середнє арифметичне відхилення профілю $R_a$ в мікрометрах	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,03	0,01
Висота нерівностей по десяти точках в мкм $R_z$	400	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05
Базова довжина в мм	8			2,5			0,8			0,25			0,08	

*Шорсткість, що досягається за даним способом виготовлення*

Обпилювання	✓	✓	✓												
Шабрування							✓	✓	✓						
Свердління	✓	✓	✓	✓	✓										
Стругання							✓	✓	✓						
Розвертання										✓	✓	✓	✓		
Точіння										✓	✓	✓	✓		
Фрезерування	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
Фрезерування швидкісне							✓	✓	✓	✓					
Протягування							✓	✓	✓	✓	✓				
Шліфування										✓	✓	✓	✓	✓	
Суперчистова обробка										✓	✓	✓	✓	✓	
Притирання										✓	✓	✓	✓	✓	✓
Прокатування						✓	✓	✓	✓	✓					
Хонінгування										✓	✓	✓	✓	✓	
Лиття в кокиль	✓	✓	✓	✓											
Лиття під тиском		✓	✓	✓	✓	✓	✓								
Лиття прецизійне						✓	✓	✓							
Пресування з пластмас										✓	✓	✓	✓	✓	
Кування у штампах	✓	✓	✓	✓											
Піскоструминна обробка	✓														
Електроіскрова обробка									✓	✓					
Ультразвукове свердління матеріалів															

I                      II                      III                      IV                      V

I  $R_a$  100...6,3 мкм – торцеві поверхні труб, профілів, шківів, фланців.

II  $R_a$  12,5...1,6 мкм включно,  $R_z$  50...6,3 мкм включно – втулки, гладкі частини болтів, 8го та 11го квалітетів точності, кронштейни, ролики, привалові поверхні.

III  $R_a$  1,6...0,4 мкм – несучі поверхні підшипників, поверхні зубів шестерен.

IV  $R_a$  0,2...0,025,  $R_z$  0,8...0,1 мкм – поверхні, що працюють на тертя, поверхні поршневих пальців і кілець, шийки колінчатих валів, кулачків.

V  $R_a$  0,025...0,01 мкм – поверхні оптичних стеклів.

**Приклади застосування матеріалів**

Сталі вуглецеві, конструкційні, звичайної якості.

Марка сталі	Види виробів
Ст.2 ДСТУ 2651-94	Заклепки, шплінти
Ст.3 ДСТУ 2651-94	Звичайні болти, гайки, шайби, шпильки
Ст. 4 ДСТУ 2651-94	Кронштейни, корпуси, кришки
Ст. 6 ДСТУ 2651-94	Вали, осі, пальці, важелі, маховики

Сталі вуглецеві, конструкційні, якісні.

Марка сталі	Види виробів
Сталь 10 ГОСТ 1050-88	Штамповані і гнуті деталі
Сталь 20 ГОСТ 1050-88	Болти, гайки, шпильки, муфти, вали, осі, пальці
Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Колінчасті вали, зубчасті колеса, зірочки, шпонки, штоки черв'яки
Сталь 65 ГОСТ 1050-88	Пружини

Сірий чавун

Марка чавуну	Види виробів
СЧ120 ДСТУ 2891-94	Кронштейни, корпуси, маточини, опори
СЧ180 ДСТУ 2891-94	Кришки, шківни, стояки
СЧ210 ДСТУ 2891-94	Зубчасті колеса, втулки, муфти, важелі
КЧ300 – 6 ДСТУ2891-94	Пальці різальних апаратів жаток, ланцюги
СЧ300 ДСТУ2891-94	Поршневі кіль, муфти, важелі
КЧ300 – 10 ДСТУ2891-94	Важелі, муфти для з'єднання труб

Сплави алюмінієві деформуємі

Марка сплавів	Види виробів
Сплав АК8 ГОСТ 4784 - 74	Деталі карбюраторів, бензонасосів
Сплав Д16 ГОСТ 4784 - 74	Штамповані високоміцні і легкі деталі

Сплави алюмінієві ливарні

Марка сплавів	Види виробів
Сплав АЛ2 ГОСТ 2685 - 75	Відливки деталей різних форм
Сплав АЛ8ГОСТ 2685 - 75	Поршні, головки блоків циліндрів

Бронза

Марка бронзи	Види виробів
Бр.ОЦС 4-4-2,5 ГСТ18175 – 78	Черв'ячні колеса, втулки, вкладиші підшипників, деталі вентилів, засувки

## ЛІТЕРАТУРА.

1. Райковська Г.О Онови нарисної геометрії та інженерна графіка. – К., 2003.
2. Хаскін А.М. Креслення – К., 1985.
3. Хаскін А.М. Цицюра К.А. Креслення Збірник задач – К., 1984.
4. Костенко Л.М. робочий зошит з креслення. – Н., 2001.
5. Боголюбов С.К. Індивідуальні задачі з курсу креслення. – М: Вища школа., 1989.
6. Боголюбов С.К. Креслення – М: Машинобудування., 1995.
7. Попова Г.Н., Алексєєв С.Ю. Машинобудівне креслення в запитаннях і відповідях. Довідник. – М., 1984.
8. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Черчение. М., 2001
9. Сидоренко В.К. Технічне креслення. – Львів: Оріяна-Нова., 2000.
10. Вишнепольський І.С. Технічне креслення. – М., 1988.
11. Михайленко В.Є., Ванін С.М., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. – К: Каравела., 2003.
12. Родов С.В. Курс черчения с картами программированного контроля. – М., 1990.
13. Крылов Н.Н. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа., 1990.
14. Чек марев А.А., Осипов В.Н. Справ очник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа., 2001.
15. Четвертухин Н.Ф. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа., 1985.
16. Калашников О.Г. Ремонт машин. – К.: Вища школа., 1983.

## ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
Перелік графічних робіт	5
Розділ 1 Графічне оформлення креслень.	
Графічна робота 1. Викреслювання ліній. Написання букв, цифр, слів і речень.	6
Вправа. Побудова уклону і конусності.	15
Графічна робота 2. Прийоми викреслювання контурів технічних деталей.	22
Розділ 2 Основи нарисної геометрії і проєкційне креслення.	
Вправа. Побудова комплексних креслень точок і прямих.	26
Вправа. Розв'язування задач на побудову проєкцій прямих, плоских фігур і точок що належать площині.	29
Вправа. Зображення плоских фігур в прямокутній ізометрії.	32
Вправа. Знаходження натуральної величини плоских фігур.	34
Графічна робота 3. Побудова комплексного креслення гранованих геометричних тіл та тіл обертання.	36
Графічна робота 4а. Комплексне креслення зрізаного багатогранника.	47
Графічна робота 4б. Комплексне креслення зрізаного тіла обертання.	52
Графічна робота 5а. Побудова комплексного креслення та аксонометрії поверхонь геометричних тіл, що перетинаються.	56
Графічна робота 5б. Комплексне креслення та аксонометрична проєкція двох тіл обертання.	61
Графічна робота 6. Побудова комплексного креслення моделей за аксонометрією.	65
Графічна робота 7. За двома проєкціями побудувати третю з використанням простих розрізів. Аксонометрія моделі з вирізом четверті.	74
Розділ 3. Елементи технічного рисування.	
Графічна робота 8. Виконання рисунка моделі середньої складності заданої кресленням або з натури.	82
Розділ 4. Інженерна графіка.	
Вправа. Викреслювання кріпильних деталей за дійсними розмірами.	88
Графічна робота 9. Виконання ескізів деталей. Виконання робочого креслення за ескізом.	95
Графічна робота 10. Виконання різьбового з'єднання.	99
Графічна робота 11. Виконання зварного з'єднання.	107
Графічна робота 12. Виконання робочого креслення зубчастого колеса.	114
Графічна робота 13. Креслення загального вигляду. Складальне креслення.	121

Графічна робота 14. Виконання робочих креслень деталей складальної одиниці за складальним кресленням.	132
Розділ 5. Креслення і схеми.	
Графічна робота 15. Виконати кінематичну схему.	155
Графічна робота 15* Виконання електричних схем.	162
Розділ 6. Елементи будівельного креслення.	
Графічна робота 16. Виконання плану виробничого приміщення.	168
Графічна робота 16* Виконання плану виробничого приміщення з нанесенням силових і освітлювальних електромереж.	172
Контрольна робота 1. За двома проєкціями побудувати третю. Виконати необхідні розрізи. Побудувати аксонометричну проєкцію з вирізом четверті.	175
Контрольна робота 2. Виконання робочих креслень деталей складальної одиниці за складальним кресленням.	179
Додатки	180
Література	182