

ПЕРЕДМОВА

Креслення – міжнародна мова техніки, а основним засобом передачі інформації є кресленик та його різновиди.

З перших років незалежності в Україні почали розроблятися національні стандарти, зорієнтовані на міжнародні стандарти, які поступово впроваджуються у всі сфери діяльності. Зараз вся технічна документація має оформлятися відповідно до Закону України «Про стандартизацію» від 05.06.2014 № 1315-VII, який набув чинності з 03.01.2015 року.

Для цього в Україні зроблене наступне:

- Затверджено новий статут та структуру ДЦ «УкрНДНЦ».
- Затверджено Положення про керівну раду Національного органу стандартизації та сформовано її склад.
- Затверджено Положення про комісію з апеляції та Порядок розгляду нею апеляцій.
- Прийнято три основоположні стандарти національної стандартизації (набули чинності 20.12.2015):

1. ДСТУ 1.1:2015 (ISO/IEC Guide 2:2004, MOD) Стандартизація та суміжні види діяльності. Терміни та визначення основних понять.
2. ДСТУ 1.2:2015 Правила проведення робіт з національної стандартизації.
3. ДСТУ 1.7:2015 (ISO/IEC Guide 21-1:2005, NEQ; ISO/IEC Guide 21-2:2005, NEQ) Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів.

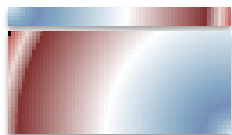
Сучасний рівень розвитку в галузі машинобудування та інших технічних виробництв вимагає від майбутнього фахівця глибоких і міцних знань та практичних навичок виконання і читання креслеників.

Вивчення курсу «Нарисна геометрія та інженерна графіка» є одним з основних у процесі підготовки фахівця, рівень якого залежить від його умінь розв'язувати конструкторські задачі графічно, правильно виконувати та читати машинобудівні кресленики.

Зміст методичних вказівок відповідає діючим в Україні нормативним документам щодо виконання та оформлення машинобудівних креслеників та містить рекомендації до виконання графічно-розрахункових робіт, послідовність яких відповідає тематиці вивчення освітнього компонента «Нарисна геометрія та інженерна графіка».

Завдання кожної розрахунково-графічної роботи має не тільки рекомендації, подано приклади виконання.

Дана розробка значно облегшить самопідготовку здобувачів освіти, підготовку до заліку з освітнього компоненту, а також має ціль сприяти набуттю здобувачами освіти навичок побудови зображень, розвитку просторового мислення, вивчення відповідних ДСТУ, ЄСКД.



Загальні вказівки до виконання та оформлення завдань.

Перед виконанням кожного завдання здобувач освіти повинен ознайомитися з відповідними розділами навчальної літератури. Завдання виконуються в процесі послідовного засвоєння курсу «Нарисної геометрії та інженерної графіки». Індивідуальні завдання подані у варіантах. Номер варіанту завдання відповідає порядковому номеру прізвища здобувача освіти за списком у журналі групи. Кожне завдання виконують на креслярському папері заданого формату з дотриманням вимог стандартів ЄСКД (Єдина система конструкторської документації).

Кресленики виконують олівцем на аркушах креслярського паперу стандартного формату, у стандартному масштабі і розміщують з урахуванням найбільш рівномірного розташування усього епюра у межах поля кресленика.

Кресленики виконують за допомогою креслярських інструментів спочатку тонкими лініями. Після ретельної перевірки правильності усіх побудов потрібно навести контур. Товщину ліній беруть згідно зі стандартом. Усі лінії побудов повинні бути збережені.

Робота повинна виконана охайно.

Завдання зшивають в альбом, наявність якого є обов'язковою при складанні іспиту (заліку) з освітнього компонента «Нарисна геометрія або інженерна графіка».

При виконанні завдань здобувачі освіти повинні керуватись методичними вказівками, які подано нижче.

Оформлення креслеників завдань потрібно виконувати згідно із зразковими кресленнями.

Національний стандарт ДСТУ ISO 5457:2006 «Кресленики. Розміри та формати» встановлює основні формати, які можуть бути використані при оформленні текстових і графічних документів (табл. 1.1)

Таблиця 1 Розміри обрізних і необрізних за форматом аркушів і розмірів полів кресленика

Розміри в міліметрах

Позначка формату	Рисунок	Сторони обрізаного за форматом аркуша		Сторони поля кресленика		Сторони необрізаного за форматом аркуша	
		$a1$	$b1$	$a2$	$b2$	$a3$	$b3$
A0	3	841	1189	821	1159	880	1230
A1	3	594	841	574	811	625	880
A2	3	420	594	400	564	450	625
A3	3	297	420	277	390	330	450
A4	4	210	297	180	277	240	330

На аркуші паперу необхідно наносити границі рамки, утворені сторонами формату, та границі рамки, що обмежує поле кресленика. Ширина берега з лівої сторони має становити 20 мм, враховуючи ширину поля зон. Цей берег можна використовувати як берег для підшивання. Всі інші береги мають ширину 10 мм. Рамку, що обмежує поле кресленика, слід виконувати суцільною лінією товщиною 0,7 мм.

ГР 1

Оформлення машинобудівних креслеників

1. Лінії на машинобудівних креслениках.
2. Шрифти креслярські.
3. Нанесення розмірів.
4. Основний напис.

Перед виконанням графічної роботи необхідно вивчити теоретичний матеріал.

Графічна робота виконується на одному аркуші креслярського паперу формату А3 за схемою розташування завдань (рис.1).

Розміри форматів мають відповідати ДСТУ ISO 5457:2006 (табл.1).

На листі креслярського паперу форматом А3 накреслити рамку і відвести місце для основного напису;

З правого боку розмістити завдання «Лінії на машинобудівних креслениках». Всі здобувачі освіти виконують завдання «Лінії на машинобудівних креслениках» по одному варіанту згідно зразка розташування ліній (рис 2). Виконати необхідні побудови.

Зліва – вал та пластину з нанесеними розмірами. Це багатоваріантне індивідуальне завдання. Варіанти відповідають порядковому номеру здобувача освіти в журналі обліку навчальних досягнень та розміщені в таблиці 2. При нанесенні розмірів рекомендується використовувати опорні кресленики з опорними сигналами. Деталі, що часто зустрічаються – ступінчастий вал і пластина, – зображено в ортогональних проекціях на рисунку 2 і 3.

Роботу слід виконувати вертикальним шрифтом типу **B** (табл.3), якому за ДСТУ ISO 3098-0:2006 надається перевага при оформленні машинобудівних креслеників.

В нижньому правому куті формату А3 має бути розташований основний напис (рис 1). Основний напис потрібно оформляти відповідно до ДСТУ EN ISO 7200:2005 (рис. 7,8)

У випадку задовільного виконання роботи обвести й заповнити основний напис. Здати роботу на перевірку.

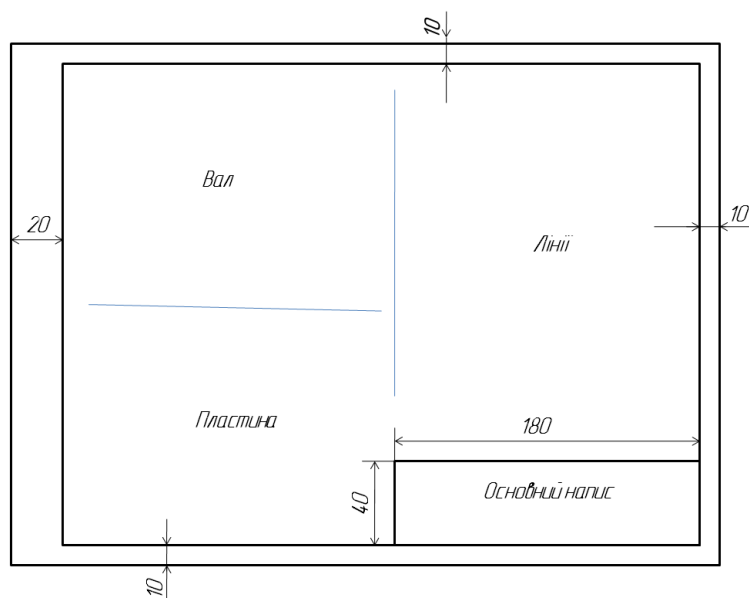


Рисунок 1 Схема розташування завдань.

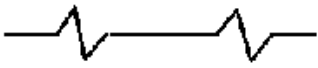
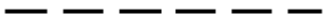
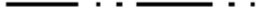
1. Лінії на машинобудівних кресленнях

Машинобудівні кресленики виконують із застосуванням різних типів ліній відповідно до стандарту ДСТУ ISO 128-24:2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленнях (ISO 128-24:1999, IDT)». В таблиці 2 наведені всі типи ліній які передбачені даним стандартом.

Таблиця 2 – Типи ліній машинобудівних креслеників

	Назва та зображення	Застосування лінії
1.1	Суцільна тонка лінія 	1 уявні лінії переходу
		2 розмірні лінії
		3 виносні лінії
		4 лінії-виноски та полиці ліній-виносок
		5 штриховка
		6 контури накладених перерізів
		7 короткі центрові лінії
		8 контур гвинтової нарізи по внутрішньому діаметру
		9 початок і закінчення розмірних ліній
		10 діагоналі для позначення плоских поверхонь
		11 лінії згинання на розгортках і деталях після процесу згинання
		12 позначення виносних елементів
		13 положення повторюваних елементів
		14 пояснювальні лінії ознак конусності
		15 позначення розташування багатошарових (пластинчастих) елементів
		16 проекційні лінії
		17 лінії координатної сітки
		18 виконана вручну позначка границі частинних або переривчастих видів (видів з розривами), розрізів, перерізів, якщо ця границя не є лінією симетрії чи центральною лінією*

Продовження таблиці 2

		19 інструментально виконана позначка границі частинних або переривчастих видів (видів з розривами), розрізів, перерізів, якщо ця границя не є лінією симетрії чи центральною лінією*
1.2	Суцільна товста лінія 	1 видимі грані
		2 видимі контури
		3 контур гвинтової нарізі по зовнішньому діаметру
		4 границя ділянки гвинтової нарізі з повним профілем
		5 зображення основних ліній на діаграмах, картах, графіках
		6 лінії систем (металевих інженерних конструкцій)
		7 лінії розніму форм на литих деталях
		8 лінії вказівних стрілок розрізів і перерізів
2.1	Штрихова тонка лінія 	1 невидимі грані
		2 невидимі контури
2.2	Штрихова товста лінія 	1 позначення поверхні, що підлягає оброблянню (наприклад термічному)
4.1	Довгоштрихово-пунктирна тонка лінія 	1 осьові лінії
		2 лінії симетрії
		3 ділильні кола зубчастих коліс
		4 центрові кола
4.2	Довгоштрихово-пунктирна товста лінія 	1 позначення (обмежених) площ поверхонь обов'язкового оброблення, наприклад термічного
		2 положення січних площин
5.1	Довгоштрихово-двопунктирна тонка лінія 	1 контури суміжних деталей
		2 граничне положення рухомих деталей
		3 центроїдальні лінії
		4 початкові контури перед наданням форми
		5 контури готової деталі на зображенні заготівки
		6 контури можливих положень
		7 контур заданого виступового поля допуску (розміщення)
		8 частини предмета, що розташовані перед січною площиною
		9 позначення окремих зон/площ

Товщину ліній **01.2; 02.2; 04.2** слід вибирати з врахуванням типу і розміру кресленика та вибраного масштаб зображення з ряду 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,4; 2 мм. Товщина ліній **01.1, 02.1, 04.1, 05.1** має бути в два рази тоншою (відповідно: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1 мм). Переважне застосування мають товсті лінії 0,5 та 0,7 мм та тонкі лінії 0,25; 0,35 мм.

Довжину елементів ліній слід вибирати відповідно до вибраної товщини лінії (**d**): штрихи ліній **02** – 12d; штрихи ліній **04, 05** – 24d, пунктири ліній **04, 05** – 0,5d.

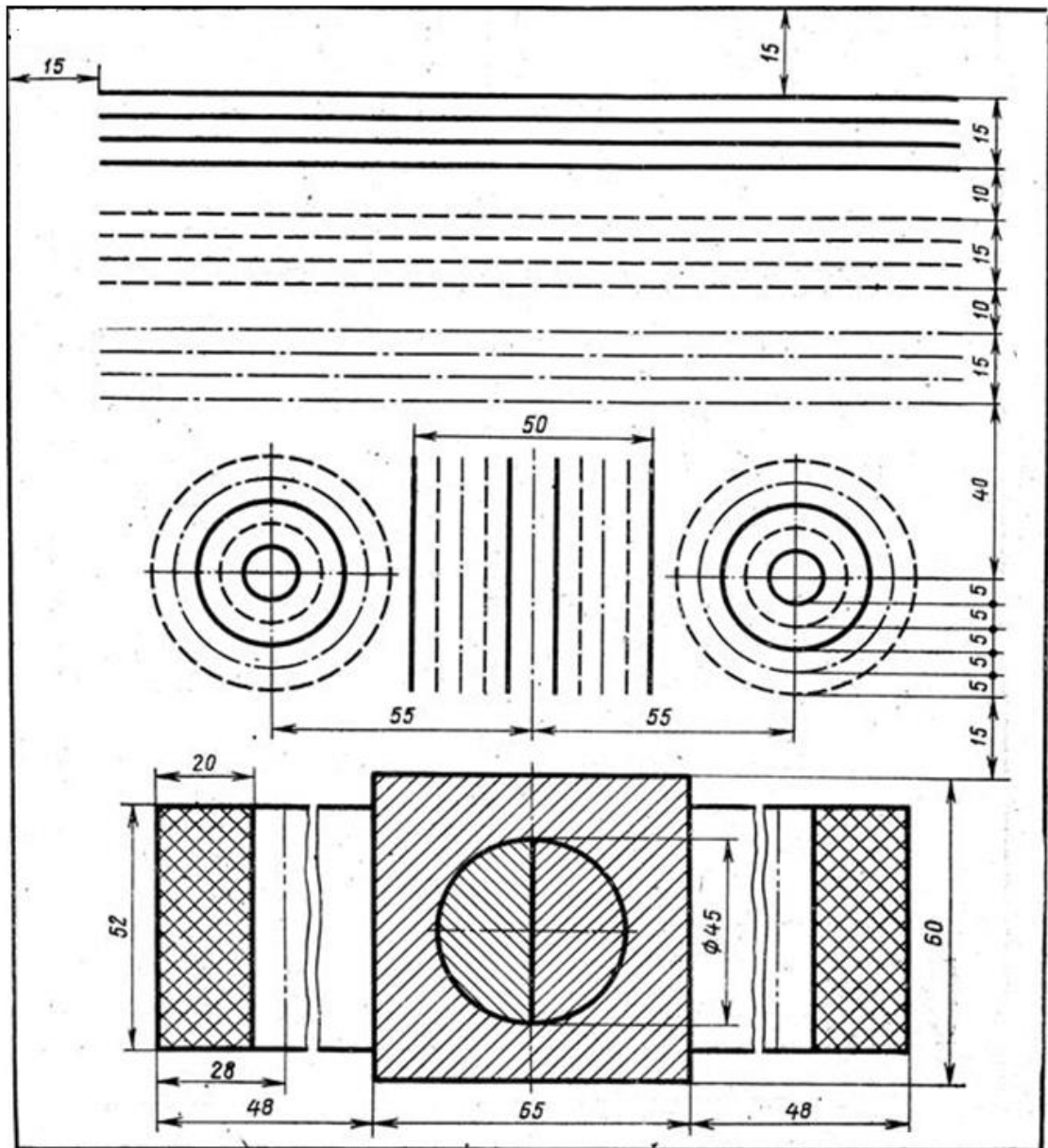


Рисунок 2 Зразок розташування завдання на аркуші

2. Шрифти креслярські

Шрифт, яким оформлюють документацію має відповідати ДСТУ ISO 3098-0:2006. При рукописному способі текст пишуть основним креслярським шрифтом за ДСТУ ISO 3098-0:2006, висота літер і цифр – не менше як 2,5 мм.

Ряд номінальних розмірів: 1,8 мм; 2,5 мм; 3,5 мм; 5 мм; 7 мм; 10 мм; 14 мм; 20 мм; 28 мм; 40 мм.

Зразок напису з використанням параметрів шрифта (рис 3).

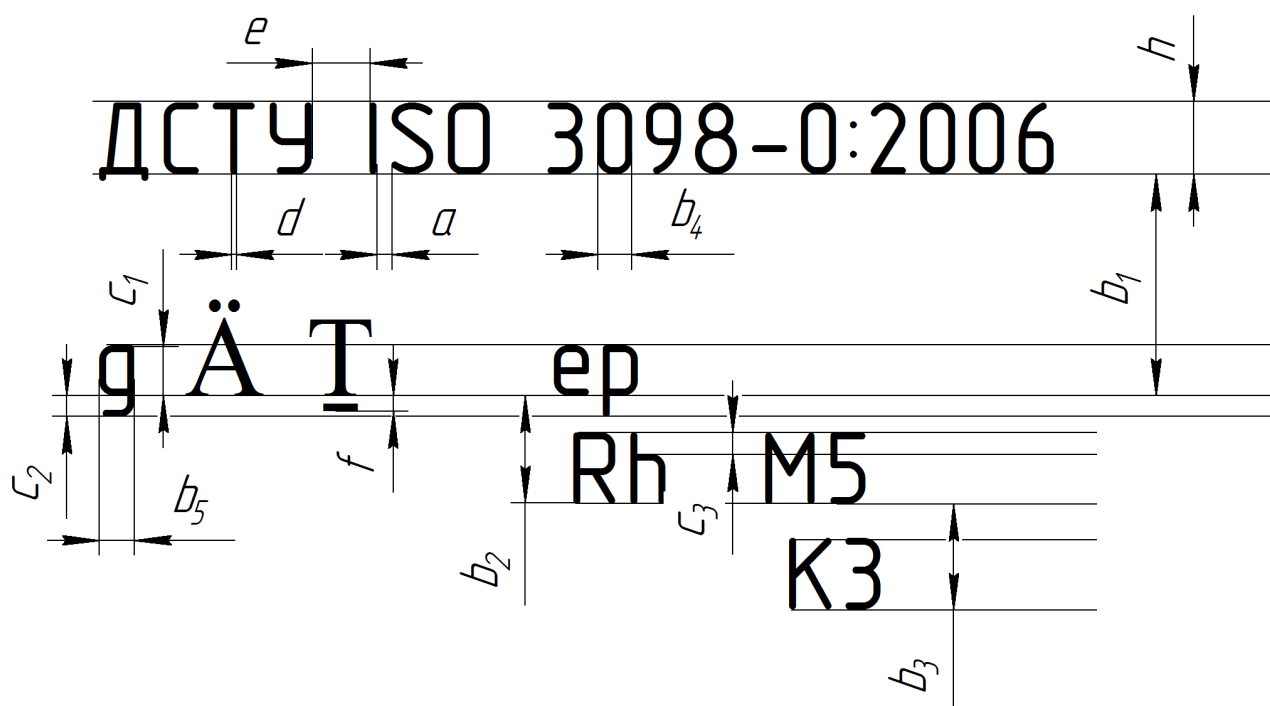


Рисунок 3 Зразок напису з використанням параметрів шрифта

Встановлено такі типи шрифтів:

- шрифт типу А, вертикальний (V);
- шрифт типу А, похилий (S);
- шрифт типу В, вертикальний (V);
- шрифт типу В, похилий (S).

Шрифт типу В, вертикальний (V) має переважне застосування і рекомендований для написів на навчальних креслениках. Розміри наведені в таблиці 3. Приклад написання букв (рис. 4).



Рисунок 4 Приклад написання букв

Таблиця 3 Розміри шрифту типу В

Позначки		Кратність h	Розміри							
Висота шрифту	h	$(10/10)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Висота малих літер	c_1	$(7/10)h$	1,26	1,75	2,5	3,5	5	7	10	14
Висота берега для нижнього відростка малих літер	c_2	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Висота берега для верхнього відростка літер	c_3	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Висота берега для діакритичних знаків (у випадку великих літер)	f	$(4/10)h$	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
Проміжок між знаками	a	$(2/10)h$	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Найменша відстань між базовими лініями	b_1	$(19/10)h$	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Найменша відстань між базовими лініями	b_2	$(15/10)h$	2,7	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30
Найменша відстань між базовими лініями	b_3	$(13/10)h$	2,34	3,25	4,55	6,5	9,1	13	18,2	26
Проміжок між словами	e	$(6/10)h$	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Товщина ліній	d	$(1/10)h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

3. Нанесення розмірів

Перед виконанням графічного завдання ознайомтеся з ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Нанесення розмірів і граничних відхилів, який містить більше сімдесяти правил щодо нанесення розмірів на креслениках деталей. Їх основне призначення – встановити однозначність в оформленні і читанні розмірів на креслениках, що виконуються різними проектними організаціями і підприємствами.

Дано: контури двох деталей – вал і пластина (табл. 4).

Вимагається: перекреслити зображення заданих деталей (за варіантом, табл. 4) і нанести розміри.

Проаналізувати зразок виконання розрахунково-графічної роботи (рис. 5,6).

Визначити масштаб, який використано в завданні. Для цього виміряти довжину валу і порівняти отриманий розмір з розміром, який вказано на кресленику завдання. При виконанні завдання для зображення застосувати масштаб 1:1.

ДСТУ ISO 5455:2005 «Масштаби» передбачає застосування на технічних креслениках наступних масштабів:

- Масштаби збільшення (2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1);
- Масштаб натуральної величини (1:1);
- Масштаби зменшування (1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000).

На кресленнику валу вказати наступне:

- габаритні розміри (довжину і найбільший діаметр валу);
- діаметри усіх його ділянок (з обов'язковим нанесенням знаку діаметра);
- лінійні розміри ділянок валу (вказувати від двох баз – лівого і правого торців валу);
- діаметри отворів або довжину і ширину шпонкової канавки;
- розміри фасок;

На кресленнику пластини вказати наступне:

- габаритні розміри – довжину, ширину і товщину (товщину пластини прийняти – 5 мм);
- діаметри отворів (звернути увагу на нанесення розмірів однакових отворів);
- відстані між центрами отворів, від бази до центру найближчого отвору і діаметри отворів;
- радіуси округлень (з обов'язковим зазначенням знаку радіуса);
- ширину і глибину прорізи (звернути увагу на особливості нанесення розмірів шпонкових канавок).

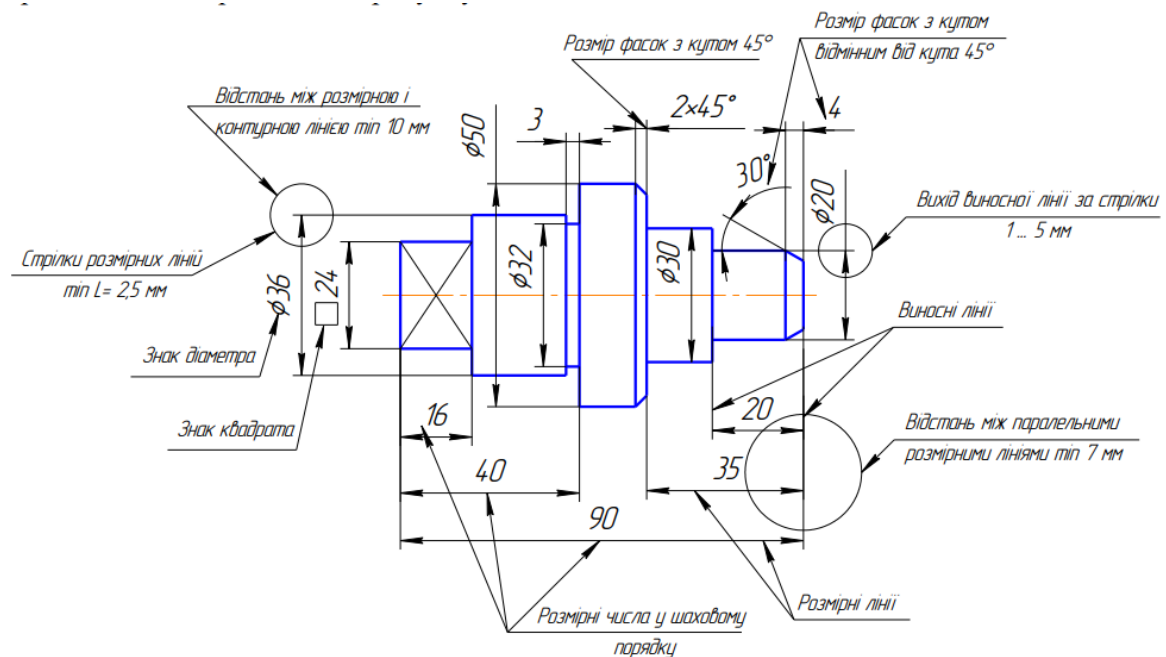
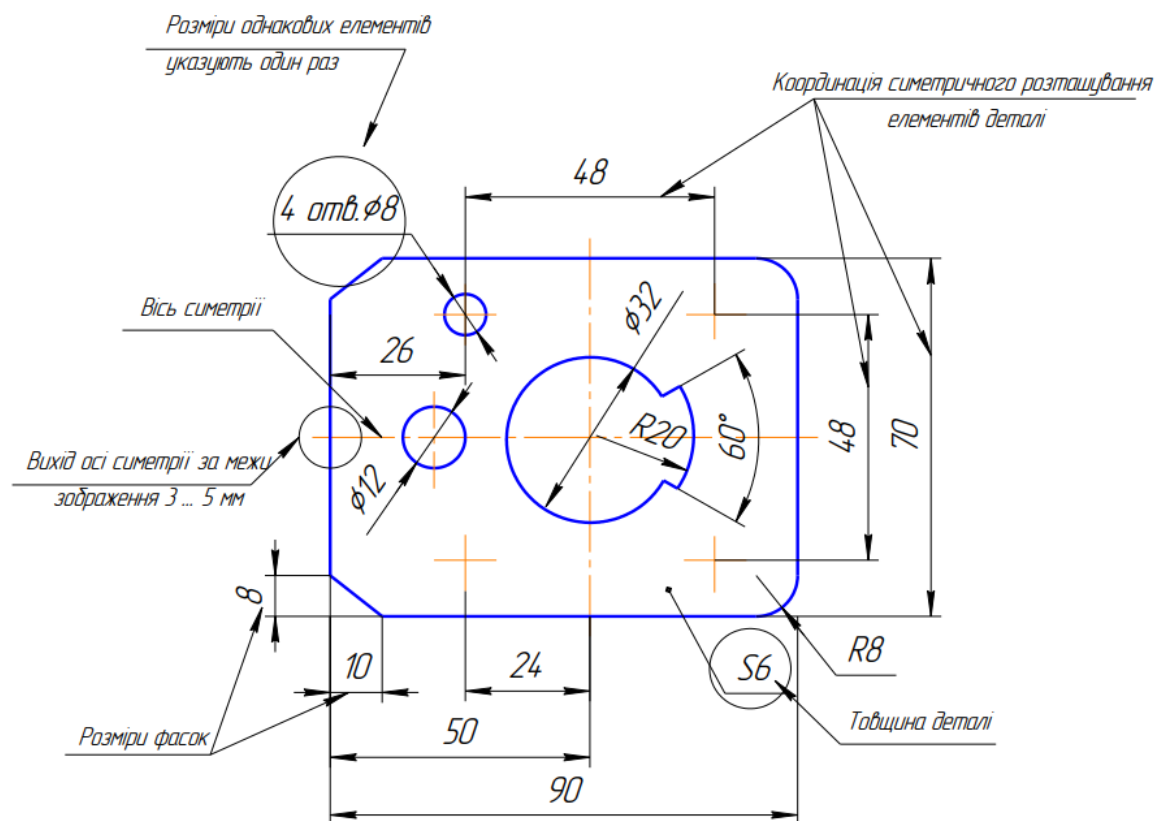


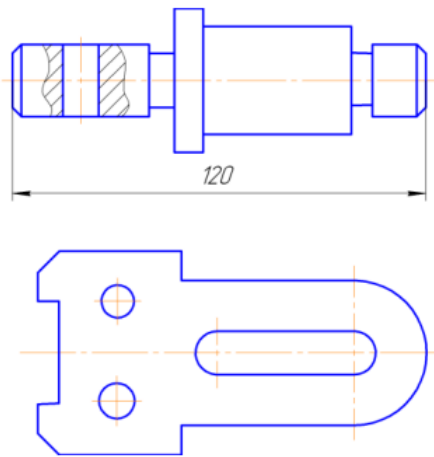
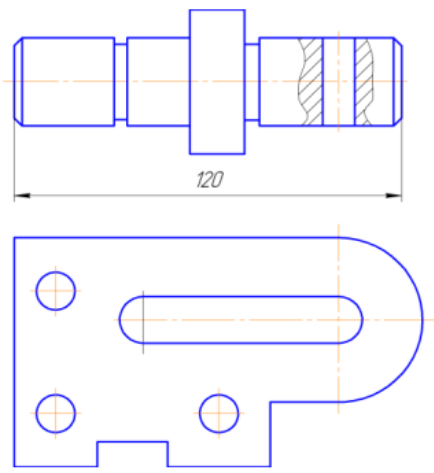
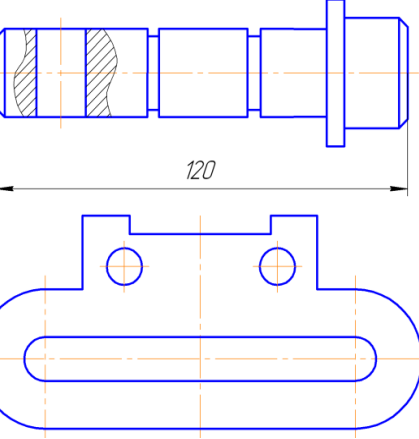
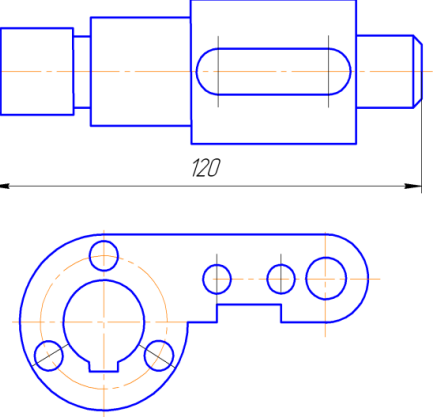
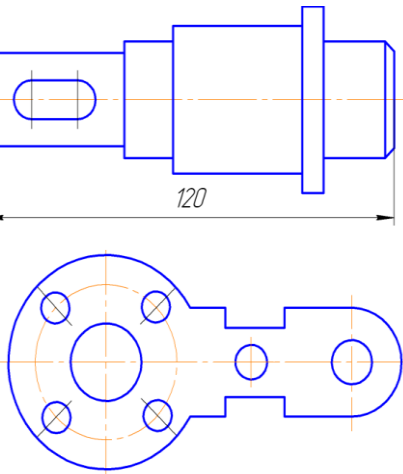
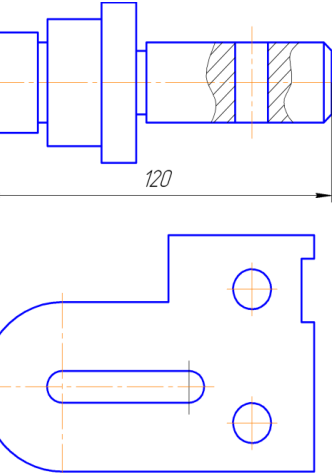
Рисунок 5 Вал

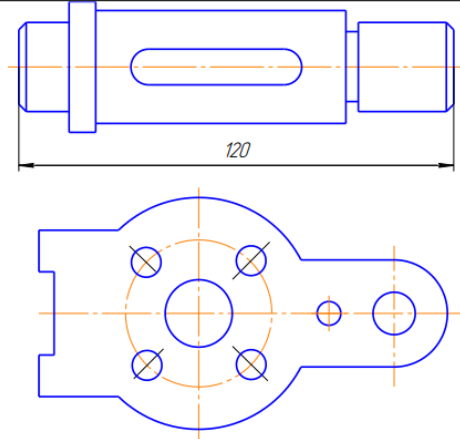
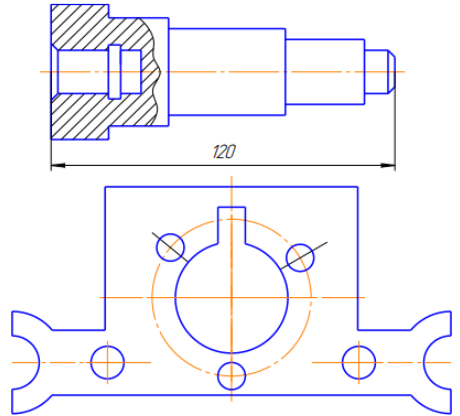
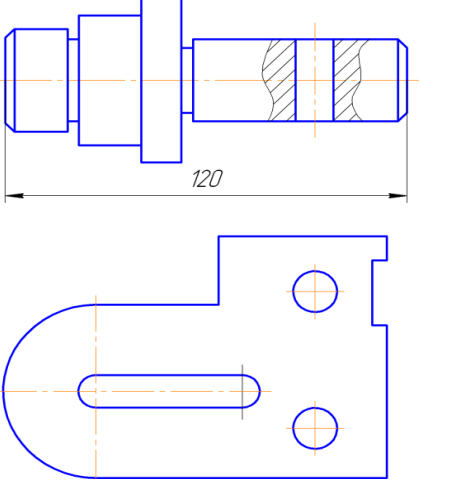


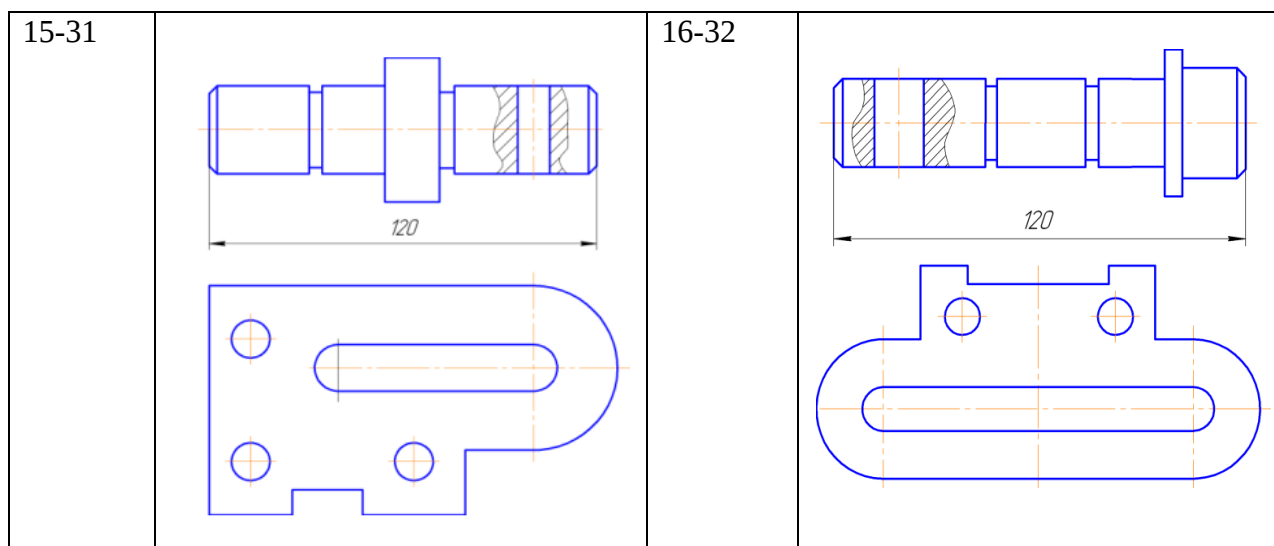
На полі креслеників замкнутими зонами виділено окремі моменти (сигнали), які відносяться до конкретної розмірної інформації: форма стрілок, величина виходу виносних ліній за кінці стрілок, відстань між паралельними розмірними лініями і т. ін. Поруч розташовані короткі пояснення, які відповідають стандарту.

Таблиця 4 Багатоваріантне індивідуальне завдання «Нанесення розмірів»

Варіант	Завдання	Варіант	Завдання
1-17		2-18	

3-19		4-20	
5-21		6-22	
7-23		8-24	

9-25		10-26	
11-27		12-28	
13-29		14-30	



4. Основний напис

На технічній документації і креслениках має бути основний напис. Розміри та форма основних написів подаються у ДСТУ EN ISO 7200:2005. Формат А3 дозволено розташовувати тільки горизонтально. Основний напис розміщується у правому нижньому куті поля кресленика. Для формату А4 основний напис розміщується на короткій (нижній) стороні поля кресленика. Для цього формату дозволено тільки вертикальне розташування аркушів.

Національний стандарт ДСТУ EN ISO 7200:2005 «Розроблення технічної документації графі у штампах та основних написах» встановлює графі для написів у технічній документації (рис 7).

20		35		45		60		20			
(14)		Кваліфікаційні дані (15)		Додаткова інформація (16)		Матеріал (17)		Масштаб (18)		10	
Відповідальна організація (10)		Технічне узгодження (11)		Вид документа (12)		Статус документа (13)				30	
Власник документа (1)		Розробник документа (2)		Назва, додаткова назва (4)		(5)					
		Документ затверджено (3)						Вид змін (6)		Дата внесення (7)	
30		45				10		20		10 10	
180											

Рисунок 7 Основний напис кресленика графічної роботи.

	ГР		Сталь 16ХСН	1:2
МОНУ		Графічна робота	Навчальний	
ВСП «КПЕФК ЛНТУ»	Петро Смаль	Спряження в контурах деталей	ГРЗ 245-8	
	Ольга Ваць		А	2002-05-14 Uk 1/2

Рисунок 8 Зразок заповнення основного напису кресленника графічної роботи.

Здобувачам освіти ВСП «КПЕФК ЛНТУ» рекомендовано заповнювати основний напис відповідно до діючого національного стандарту. Зразок заповнення основного напису кресленника графічної роботи (рис 8).

- (1) – Власник документа. Оскільки навчальна документація, розроблена в навчальному закладі, є його власністю, то в графі (1) слід вказувати скорочену назву цього навчального закладу, *наприклад ВСП «КПЕФК ЛНТУ»*.
- (2) – Розробник документа. Для навчальних робіт вказується прізвище студента, який виконав цю роботу.
- (3) – Документ затверджено. В графі (3) вказується прізвище особи, яке затвердила (прийняла) цей документ, тобто, прізвище викладача.
- (4) – Назва, додаткова назва. Для лабораторних, практичних і графічних робіт в графі (4) вказується назва предмета та назва роботи.
- (5) – Шифр (номер) документа.
- (6) – Індекс змін.
- (7) – Дата видання, тобто дата виконання роботи студентом.
- (8) – Мова документа, *наприклад Uk*.
- (9) – Вказується номер аркуша та через риску кількість аркушів в документі (роботі).
- (10) – Відповідальна організація. Для навчальних закладів, підпорядкованих Міністерству освіти і науки України можна вказувати скорочено – *МОНУ*.
- (11) – Для лабораторних, практичних і графічних робіт графа не заповнюється, для курсових та дипломних проектів доцільно вказувати прізвище голови циклової комісії.
- (12) – Вид документа: *лабораторна, практична чи графічна робота, курсовий чи дипломний проект*.
- (13) – Статус документа – *навчальний*.
- (14) – Графічна позначка способу проєкціювання. Для проєкціювання в першому квадранті вказується позначка .
- (15) – Кваліфікаційні дані, що полегшують ідентифікацію документа: *лабораторна робота – ЛР, практична робота – ПР, графічна робота – ГР, курсовий проект – КП, дипломний проект – ДП*.
- (16) – Графа для додаткової інформації. Для курсових проектів вказується навчальна дисципліна, з якої виконується проект.
- (17) – Матеріал деталі. Заповнюється тільки на робочих креслениках чи ескізах деталей.
- (18) – Масштаб кресленника.

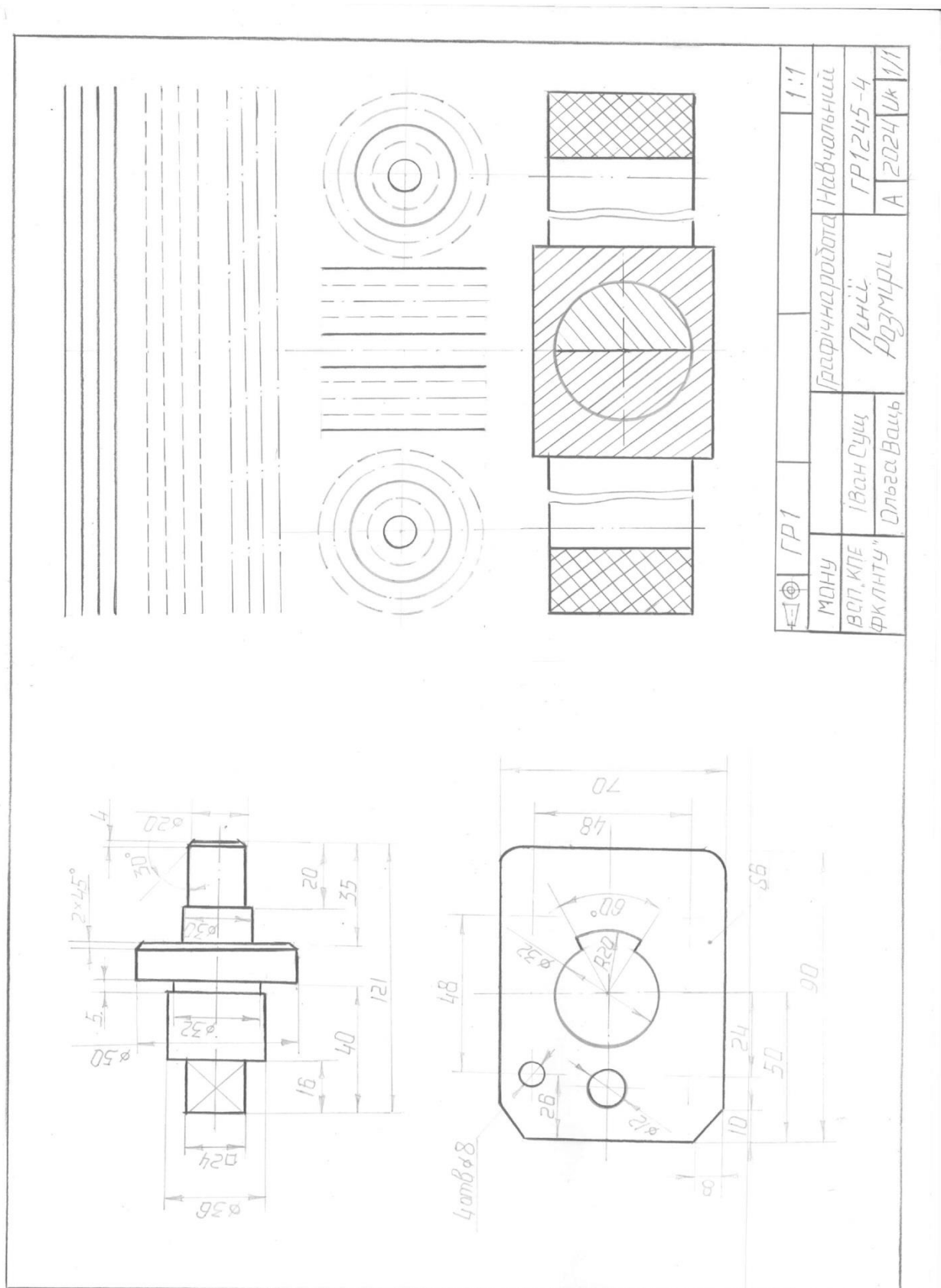


Рисунок 9. Зразок виконання графічної роботи №1 Оформлення машинобудівних креслеників

Працювати потрібно в такій послідовності:

- вивчити тему «Ділення кола на рівні частини», «Спряження в контурах технічних деталей»;
- провести аналіз графічного складу завдання. (рис. 13). Визначити, які геометричні побудови необхідно застосувати в даному випадку і розбити їх на окремі етапи;
- всі побудови спочатку виконуються на форматі А3 тонкими лініями, а потім контури елементів деталі обводять суцільною товстою основною лінією;
- геометричні побудови (допоміжні лінії) на кресленнику зберегти;
- проставити всі розміри згідно завдання.
- в нижньому правому куті формату А3 тонкими лініями позначити місце розташування основного напису (рис.7).
- заповнити основний напис(рис.8).

Ділення кола на рівні частини

При побудові креслеників деталей зустрічаються випадки, коли вимагається поділити коло на рівні частини, які виконуються за допомогою трикутників і циркуля (рис 11), а також використовуючи таблицю коефіцієнтів (табл. 5).

Скориставшись даними таблиці 1, можна визначити з достатньою точністю сторону a вписаного багатокутника в коло: наприклад, $d = 50\text{мм}$; $n = 3$; то $a = 50 \times 0,866 = 43,3\text{ мм}$. Поділити кола на рівні частини можна трикутником з кутами 45° , 30° і 60° .

Таблиця 5 Коефіцієнти ділення кола на рівні частини.

Кількість ділень кола (n)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Коефіцієнт	0,866	0,707	0,587	0,500	0,434	0,383	0,342	0,309	0,282
Кількість ділень кола	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Коефіцієнт	0,259	0,239	0,223	0,208	0,195	0,184	0,147	0,165	0,156

На рисунку 10 наведено приклад деталі з діленням кола на шість частин.

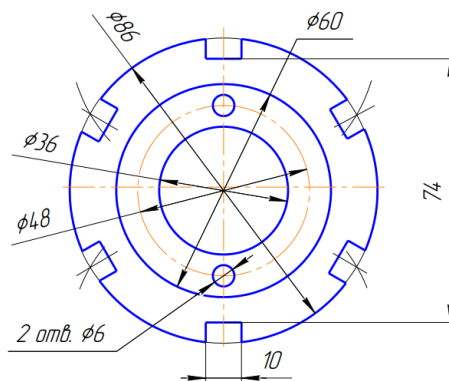
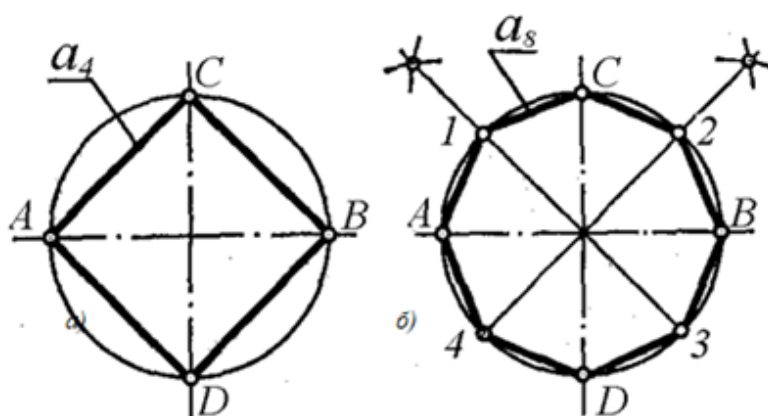
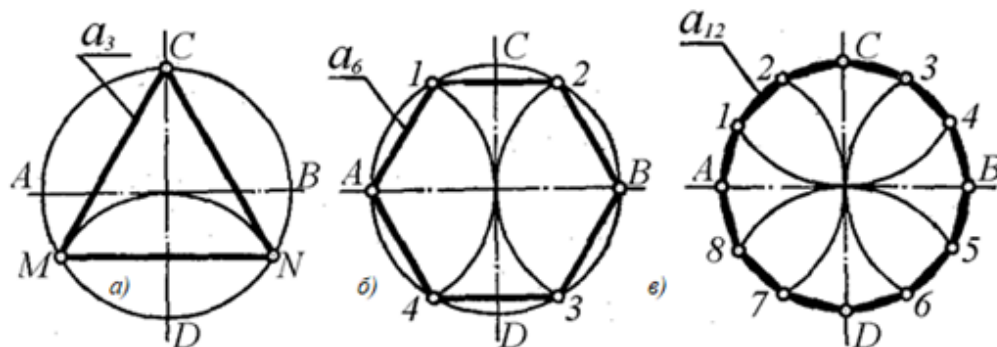


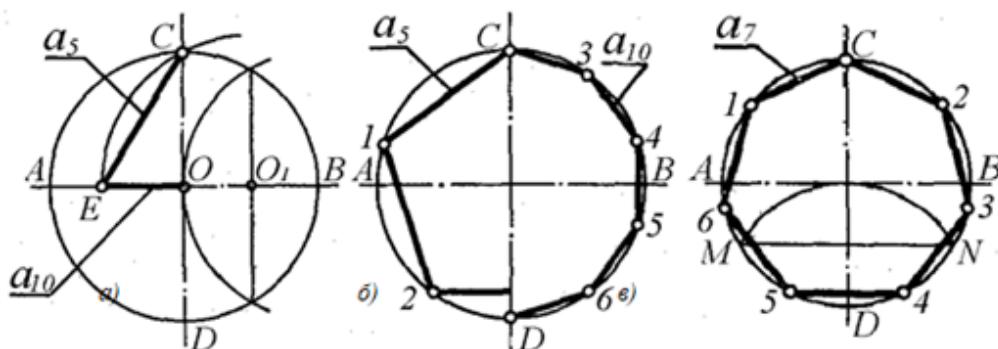
Рисунок 10



Поділ кола на чотири та вісім рівних частин



Поділ кола на три, шість і дванадцять рівних частин



Поділ кола на п'ять, десять і сім рівних частин

Рис. 11

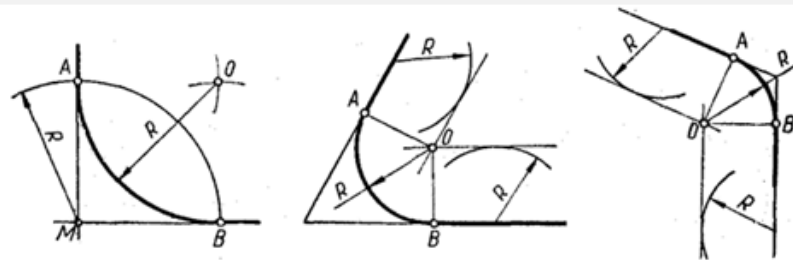
Спряження

Контур багатьох технічних деталей складається з ліній, які плавно переходять одна в одну.

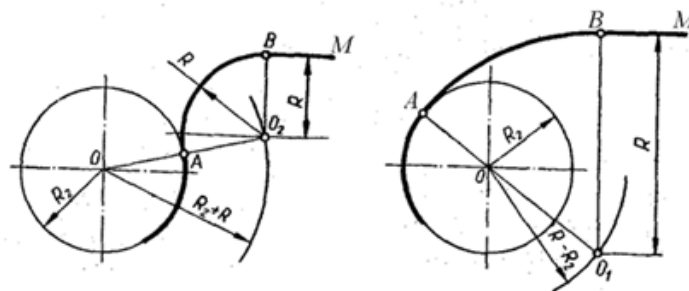
Плавний перехід від однієї лінії до іншої, виконаний за допомогою допоміжної, називається спряженням.

З багатьох видів спряження можна виділити (рис 12):

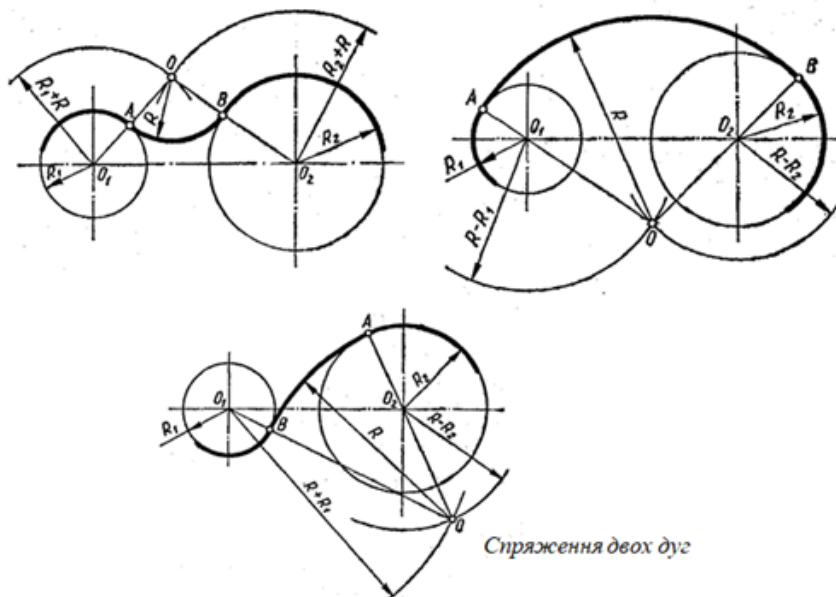
- спряження двох прямих, які розташовані будь-як, за допомогою дуги кола;
- спряження прямої лінії з дугою кола;
- спряження дуг кола між собою тощо.



Спряження двох прямих ліній



Спряження прямої лінії та дуги



Спряження двох дуг

Рис. 12

При виконанні спряжень необхідно пам'ятати, що без точної побудови центрів і точок спряжень неможливо правильно виконати кресленик.

У разі дотику прямої лінії і кола центр дотичного кола необхідно шукати на паралельній прямій, яка проводиться на відстані, що дорівнює радіусу кола. Точка дотику у цьому випадку лежить на перпендикулярі, проведеному з центра кола на задану пряму.

У випадку спряження двох кіл центр дотичного кола знаходиться на концентричному колі, проведеному з центра заданого кола, сумою або різницею радіусів у залежності від характеру спряження. Точка спряження у цьому випадку знаходиться на лінії, яка з'єднує центри цих двох кіл, що спрягаються.

Розглянемо поетапну побудову кресленика деталі «Плоский контур», зображеної в табл.3.1.

Таблиця 6. Поетапна побудова кресленика

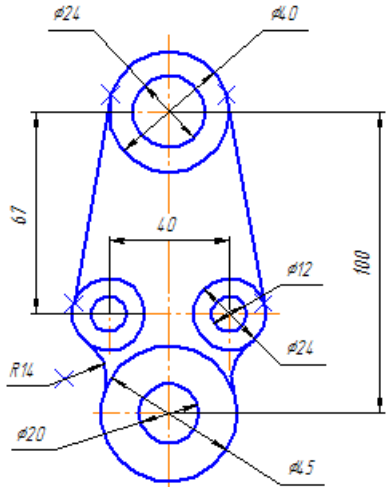
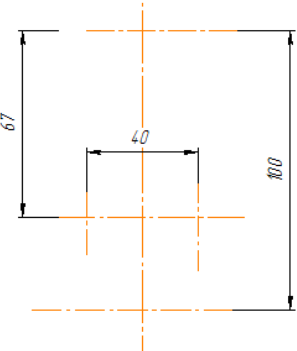
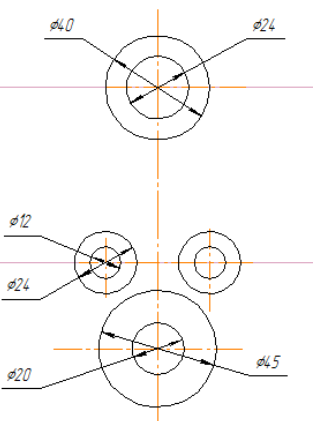
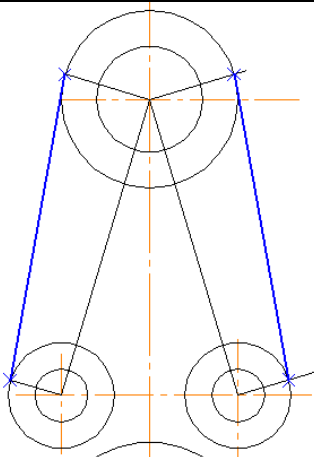
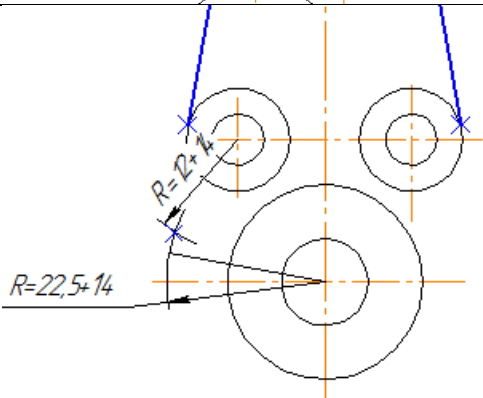
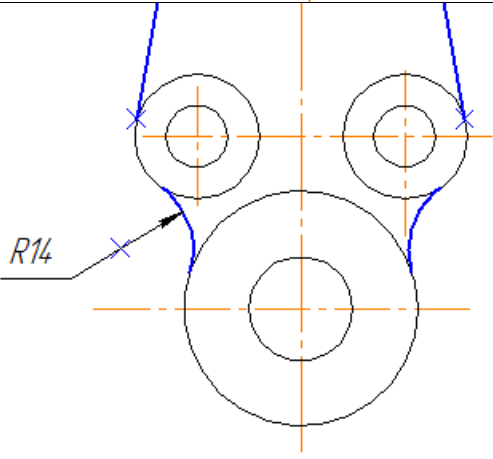
Рис.1		1. На аркуші формату A3 наносимо рамку і відділяємо місце для основного напису; 2. Обираємо масштаб для виконання кресленика деталі;
Рис.2		3. Починаємо з вертикальної осевої та центрових ліній для побудови кіл (рис. 2); Центрові розміщуємо враховуючи розміри деталі.
Рис.3		4. Будуємо кола (в даному варіанті діаметрів 24 мм, 40 мм, 12 мм, 24 мм, 20 мм і 45 мм) відповідно до завдання (рис. 3).

Рис.4		5. Для побудови дотичної до двох кіл необхідно: • з'єднати центри кіл відрізком; • з центрів кіл провести перпендикуляри до відрізка, який з'єднує центри; • точки перетину перпендикулярів з колами – є точками дотику до кіл (рис.4);
Рис.5		6. Будуємо спряження кіл діаметра 24 мм і 45 мм дугою радіуса 14 мм: • з центру кола діаметра 24 мм проводимо дугу $R = 12 + 14 = 26$ мм; • з центру кола діаметра 45 мм проводимо дугу $R = 22,5 + 14 = 36,5$ мм; • точка перетину дуг буде центром дуги спряження (рис.5);
Рис.6		• із цього центру проводимо дугу сполучення радіусом 14 мм (рис.6). 7. Наводимо контури деталі основною лінією. 8. Проставляємо розміри на кресленіку. 9. Заповнюємо основний напис.

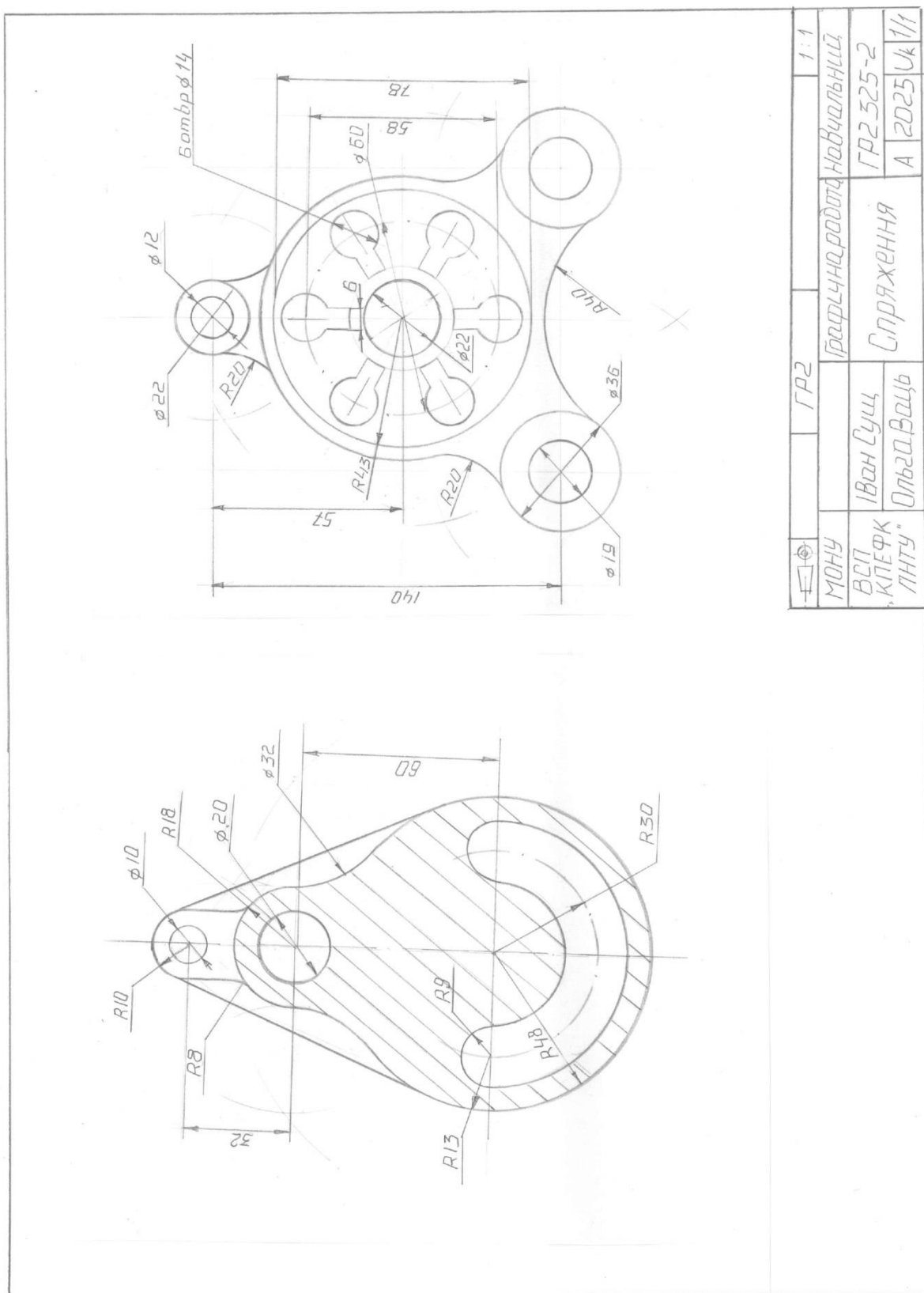
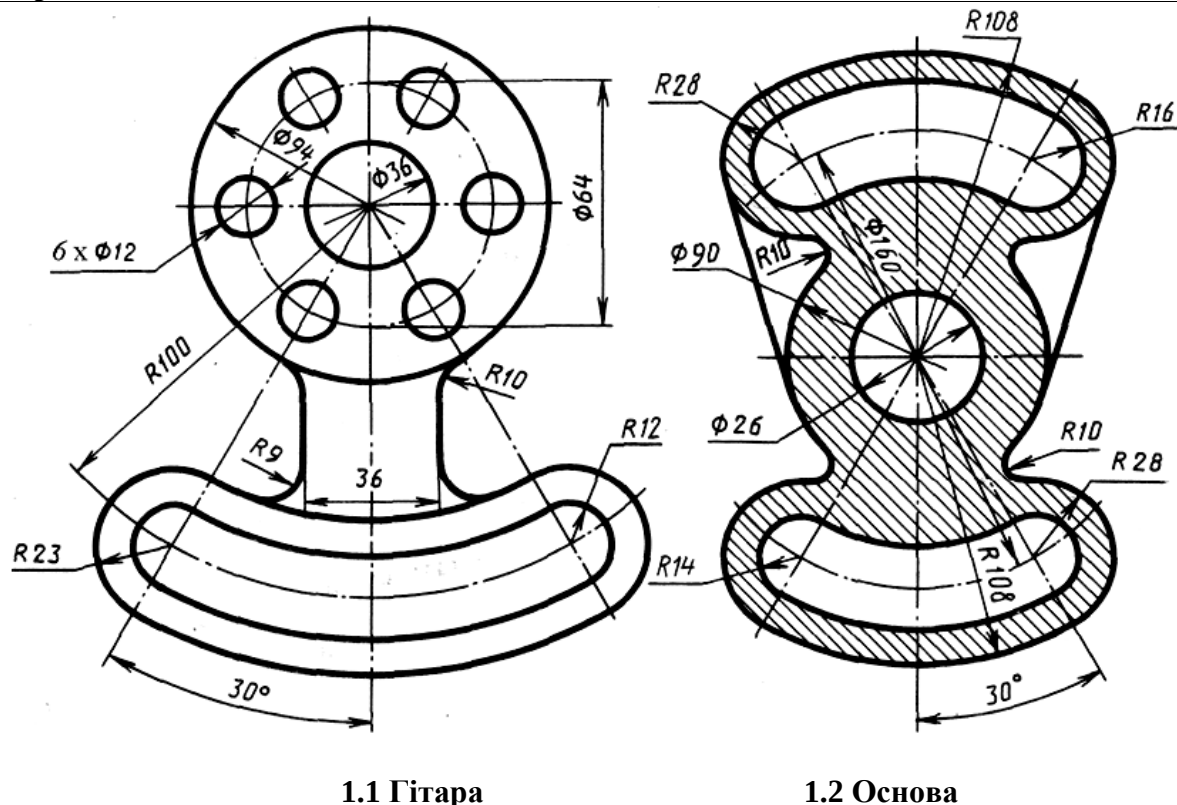


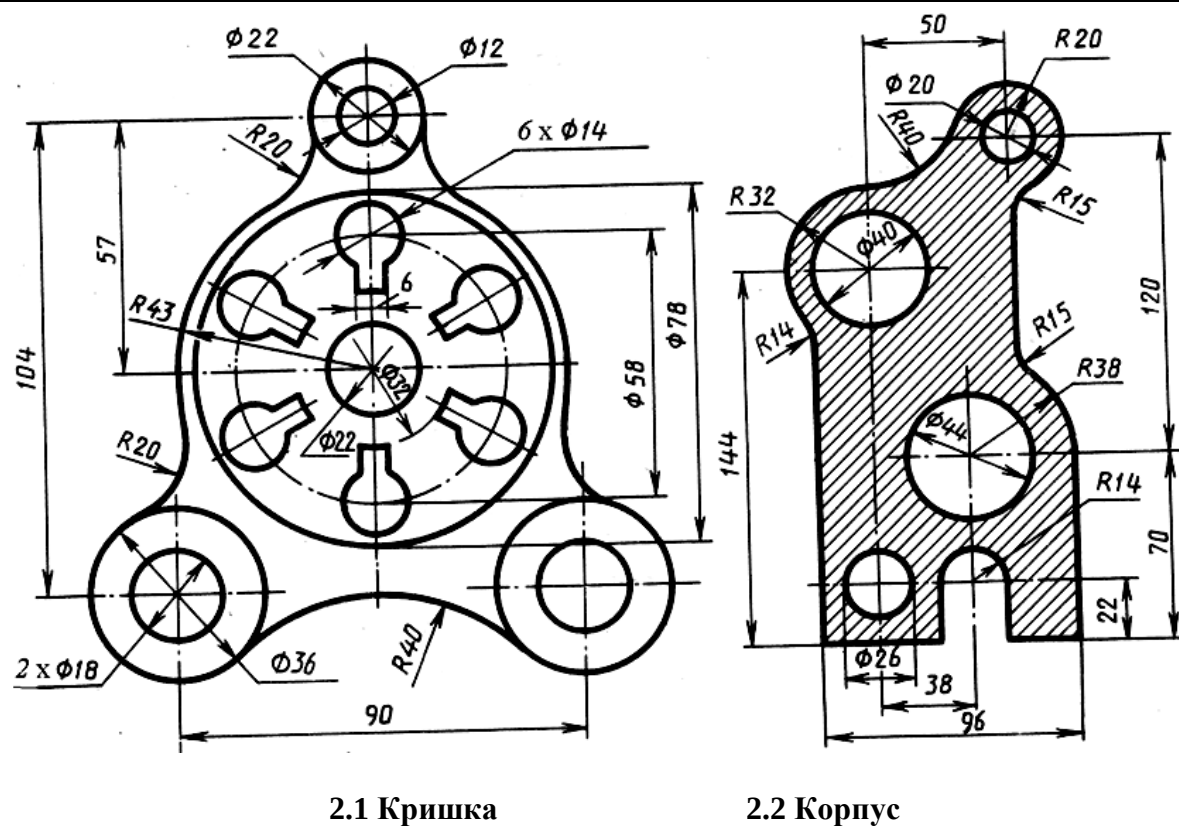
Рисунок 13 Зразок виконання графічної роботи №2

Таблиця 7 Завдання до графічної роботи № 2

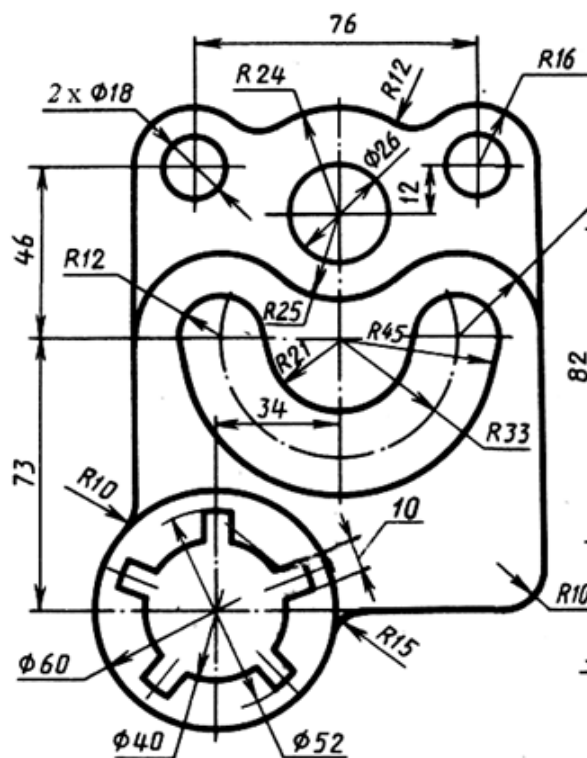
Варіант 1



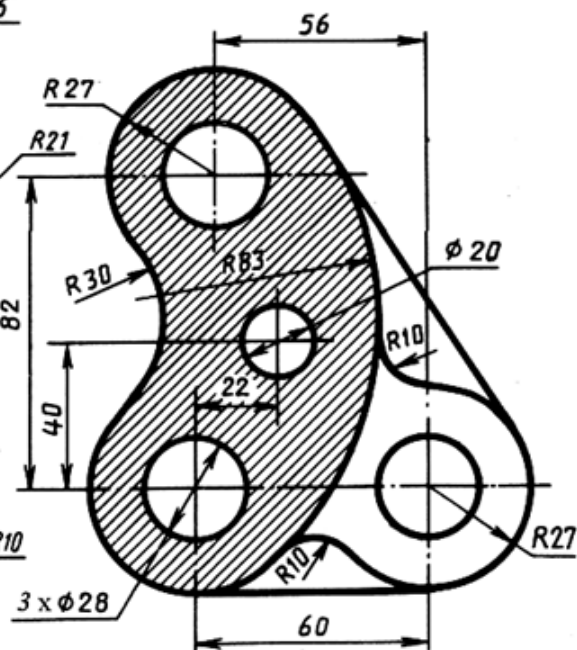
Варіант 2



Варіант 3

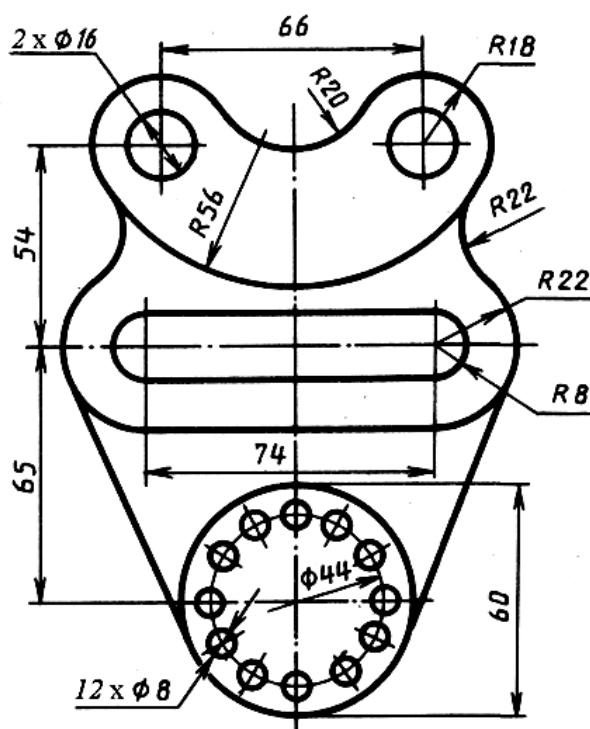


3.1 Кришка

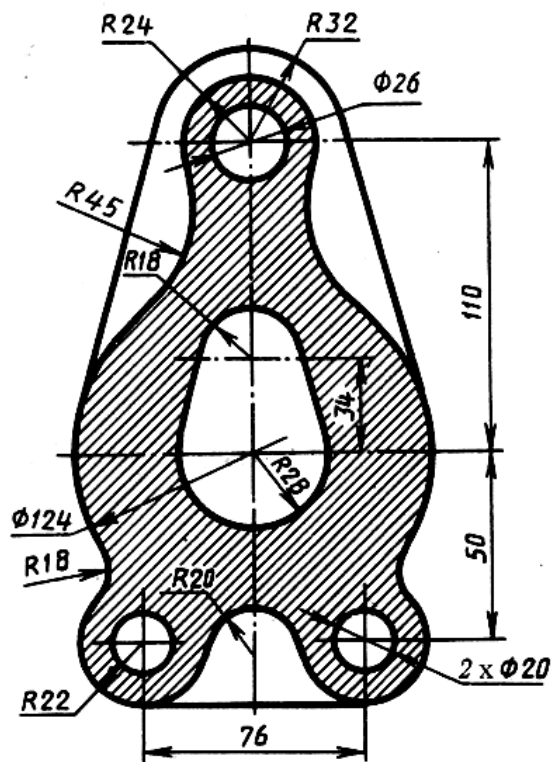


3.2 Корпус

Варіант 4

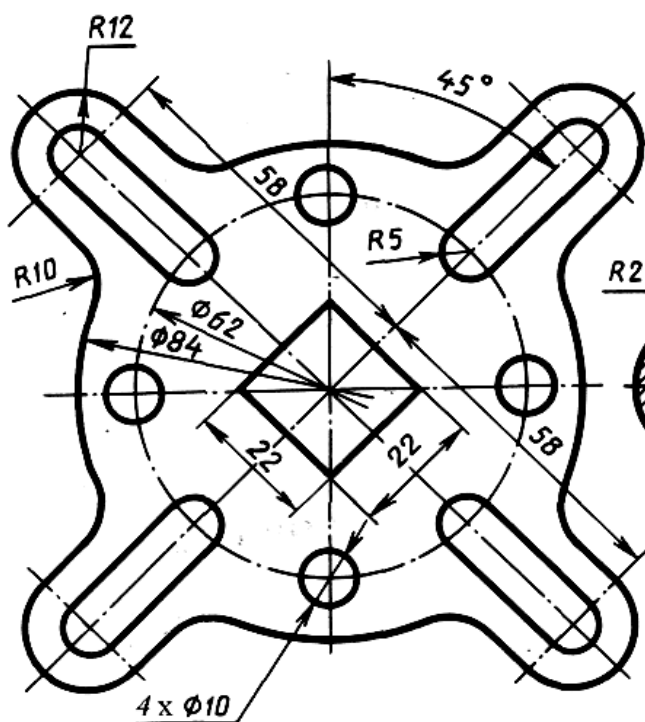


4.1 Підвіска

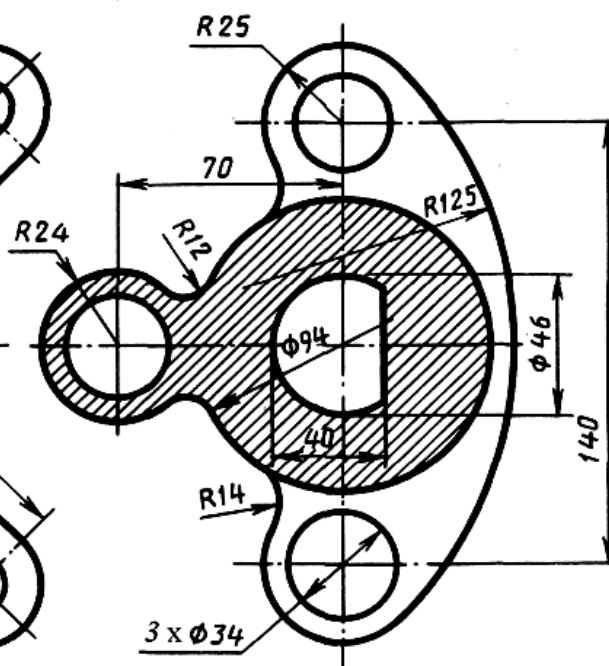


4.2 Опора

Варіант 5

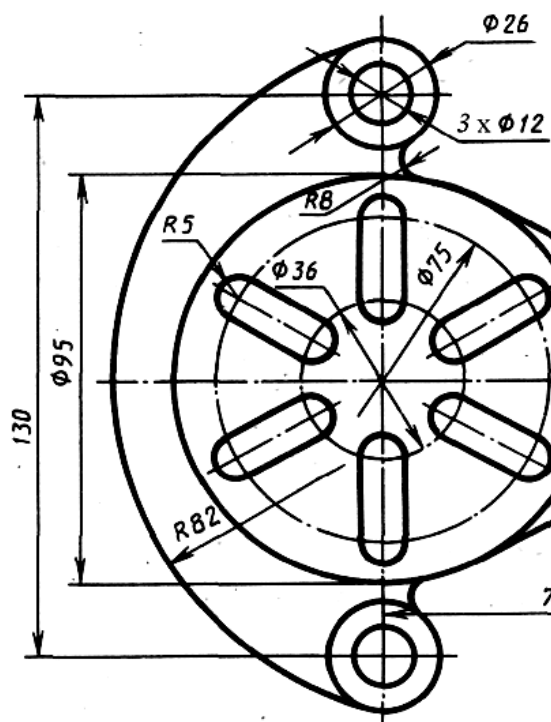


5.1 Хрестовина

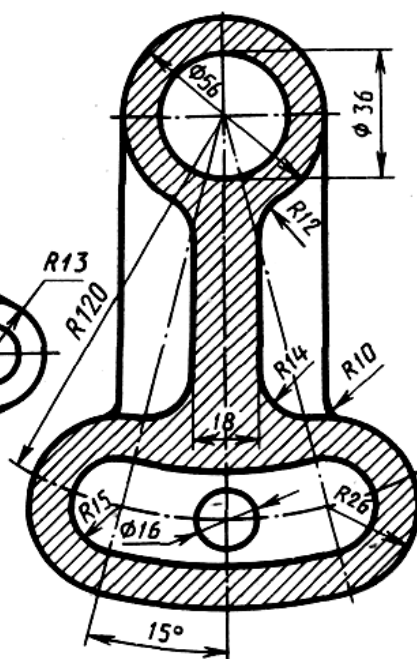


5.2 Коромисло

Варіант 6

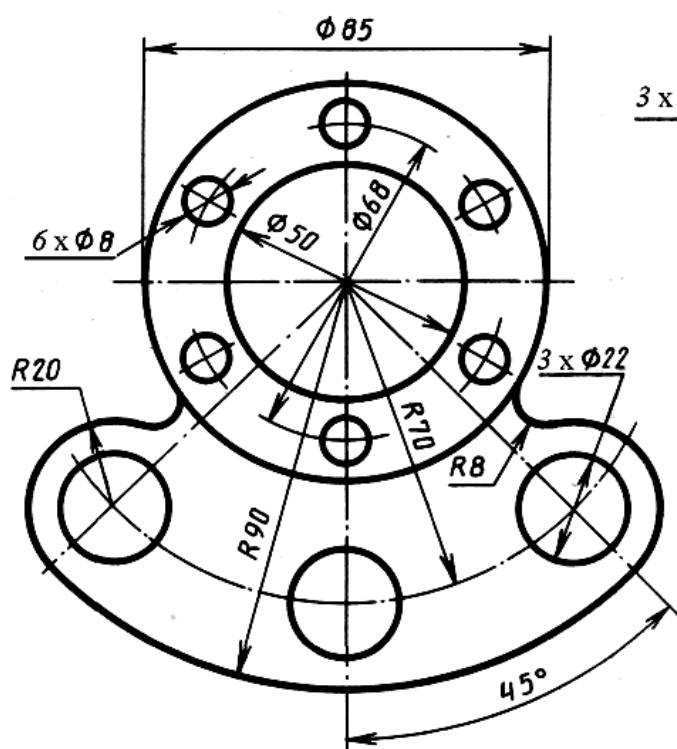


6.1 Пластина

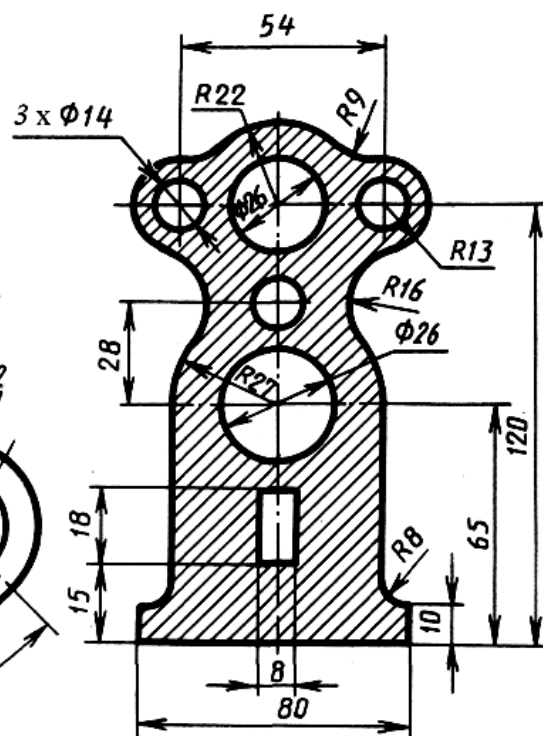


6.2 Маятник

Варіант 7

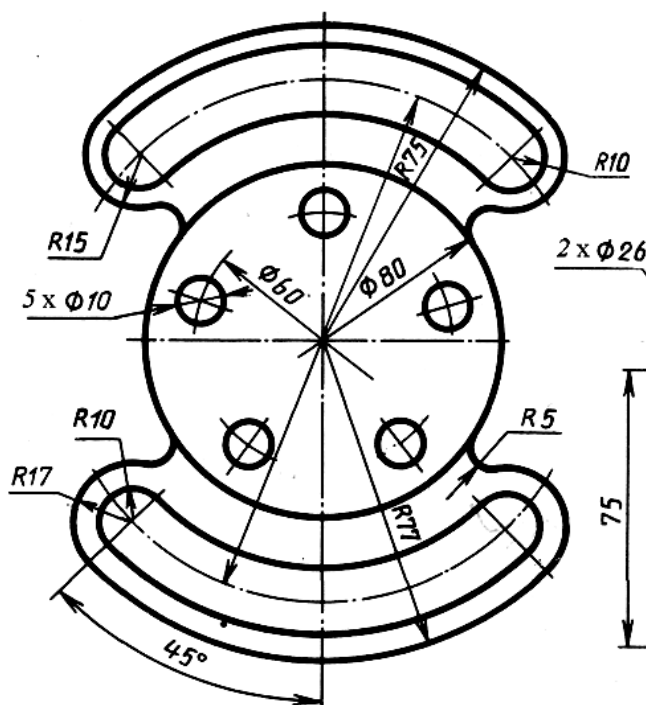


7.1 Корпус

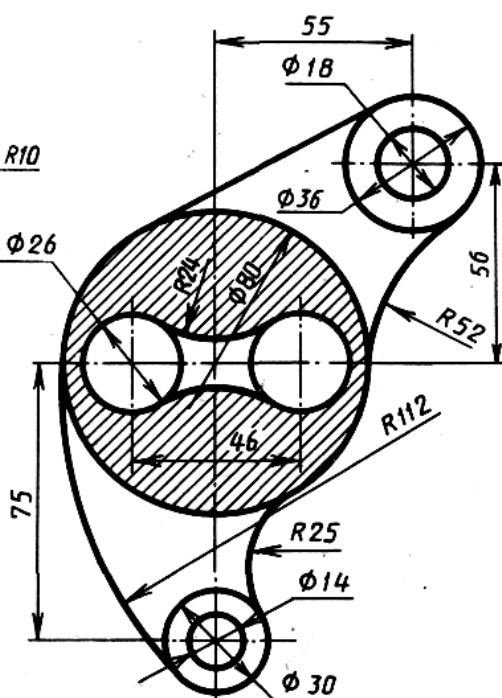


7.2 Стійка

Варіант 8

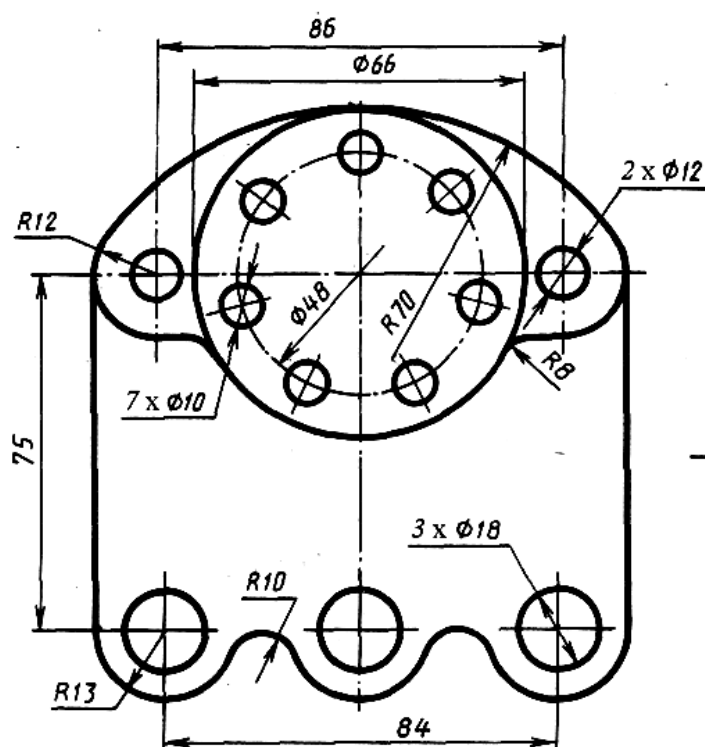


8.1 Регулятор

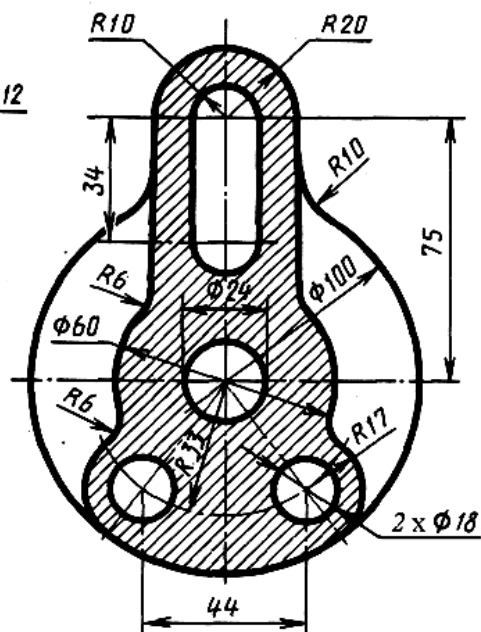


8.2 Важіль

Варіант 9

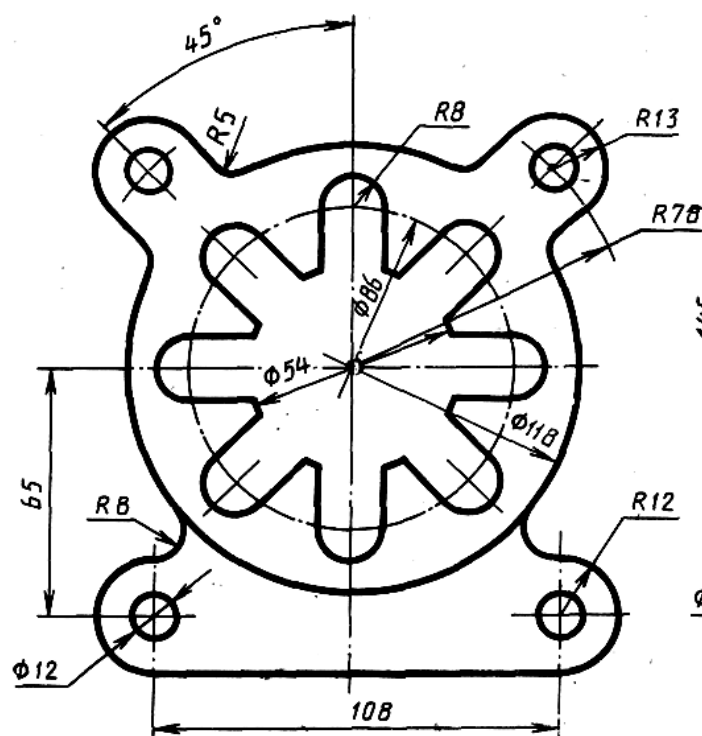


9.1 Кришка

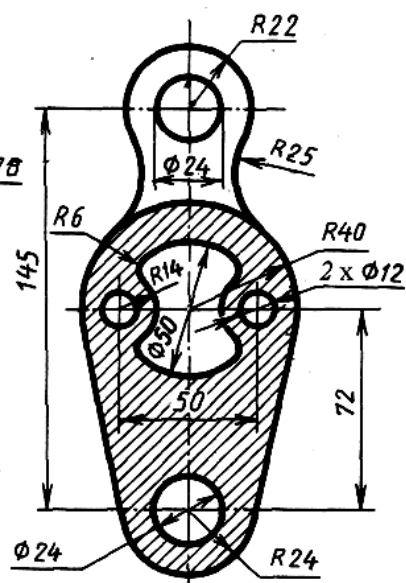


9.2 Регулятор

Варіант 10

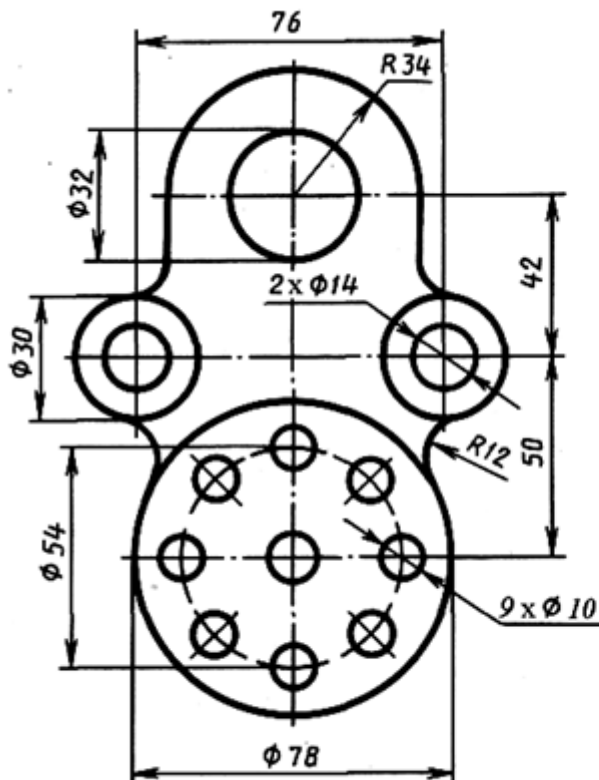


10.1 Розетка

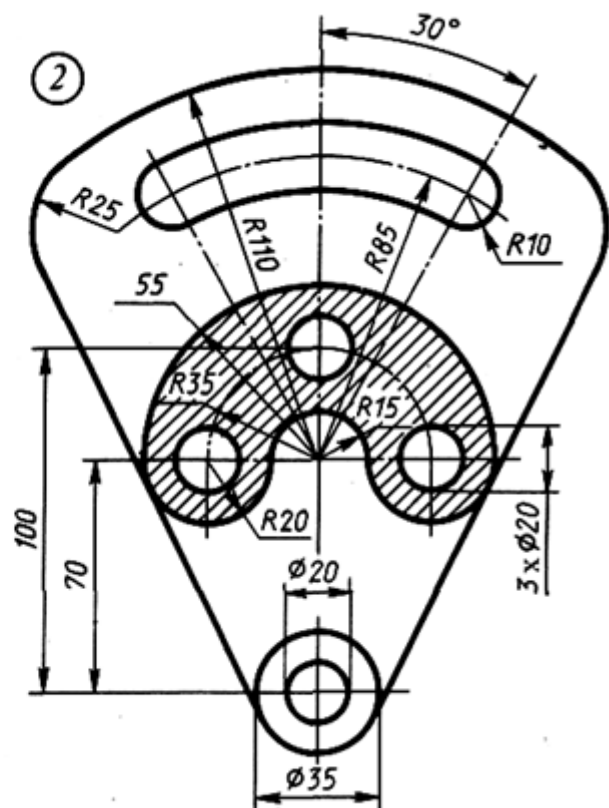


10.2 Підвіска

Варіант 15



15.1 Кришка



15.2 Маятник

ГР 3

Комплексне креслення геометричних тіл і моделей

При виконанні креслень деталей для кращої уяви їх форми вигідно розчленити ці деталі на окремі геометричні тіла. Отже необхідно вміти виконувати проекції геометричних тіл – багатогранників і тіл обертання.

Працювати потрібно в такій послідовності:

- на форматі А3 згідно завдання на виконання графічної роботи необхідно по заданих розмірах відповідного варіанту накреслити три проекції двох геометричних тіл – багатогранника і тіла обертання (*рис.18, табл. 8*).
- побудувати проекції двох точок, розміщених на поверхнях кожного геометричного тіла (*рис.18*);
- після побудови проекцій точок необхідно визначити на кожній проекції їх видимість. Позначення невидимих точок слід взяти в дужки;
- по виконаних кресленнях побудувати аксонометричні проекції. Побудувати в ізометрії конус. Побудувати в диметрії призму чи піраміду.
- на аксонометричних зображеннях фігур побудувати точки, що лежать на їх поверхнях.
- відповідно до варіанту виконати зображення предмета на фронтальній, горизонтальній та профільній площині проекцій (*табл. 9*);
- побудувати зображення предмета в аксонометричній проекції;
- на ортогональних проекціях нанести розміри геометричних тіл;
- заповнити основний напис.

Вихідні дані приведені в таблиці 8

У загальному вигляді креслення будь-якого предмета містить графічні зображення видимих і невидимих його поверхонь. Ці зображення отримують шляхом прямокутного (ортогонального) проєціювання предмета на шість площин (*рис 14*).

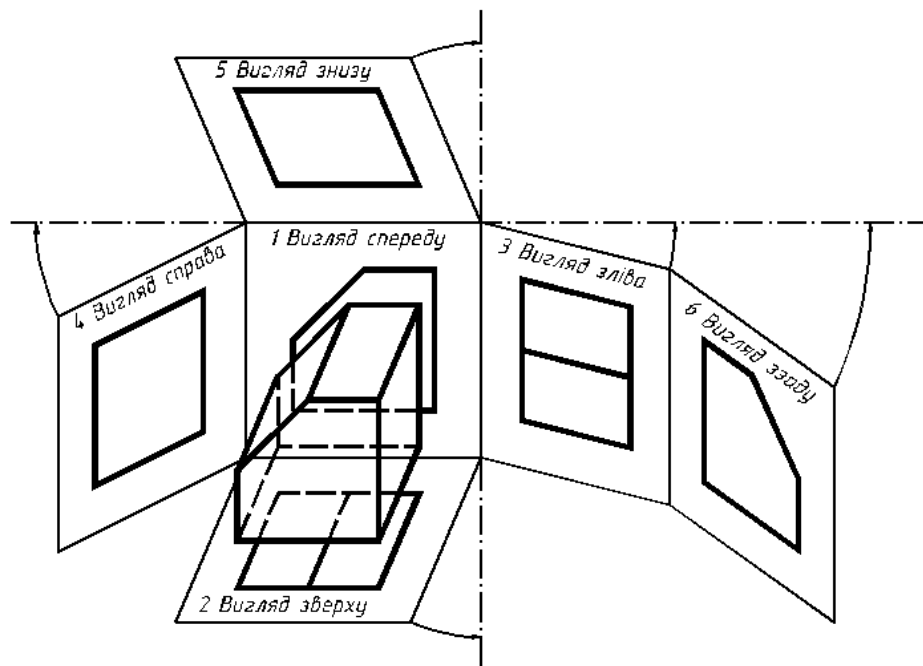


Рисунок 14 Види проєціювання

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

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

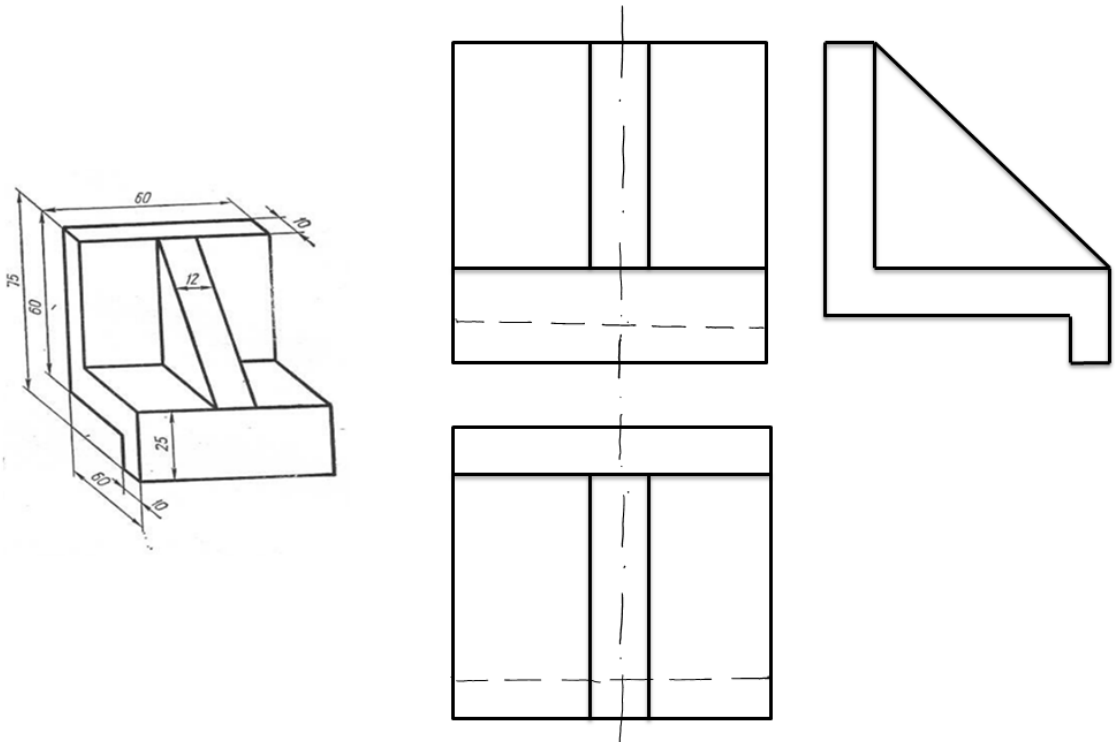


Рисунок 15 Зображення предмета у трьох проєкціях.

Вигляд – зображення повернутої до спостерігача видимої поверхні предмета. На вигляді показують штриховими лініями (коли це потрібно) невидимі контури предмета (рис.15).

Багато предметів мають складну форму, утворену поєднанням геометричних тіл (рис. 16). Тому, виконуючи креслення деталі, необхідно засвоїти методи проєціювання геометричних тіл (рис 17), а також точок і ліній, розташованих на поверхні цих тіл. Вміти застосовувати аналіз геометричної форми предмета (уявне розчленування предмета на геометричні тіла).

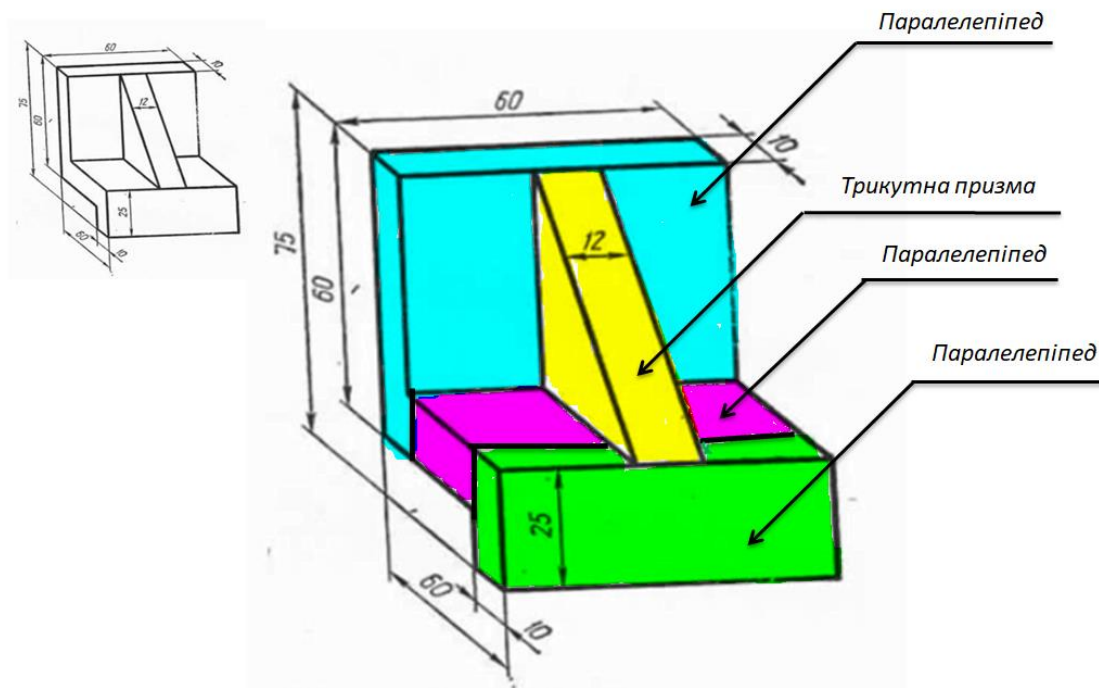


Рисунок 16 Деталь, утворена поєднанням частин геометричних тіл

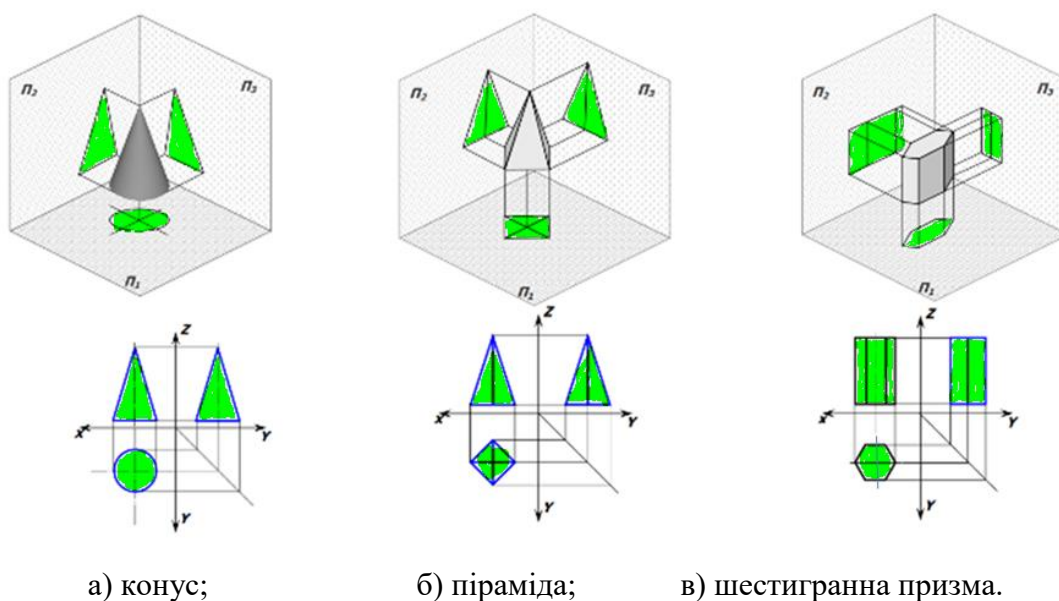


Рисунок 17 Зображення геометричних тіл.

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

Спосіб знаходження проекцій точок залежить від того, на поверхні якого предмета і на якому з його елементів (ребрі чи грані) лежить задана точка. Спочатку слід знайти проекції елементів, на котрих задано точки, а потім і проекції точок.

Завдання на графічну роботу №3.

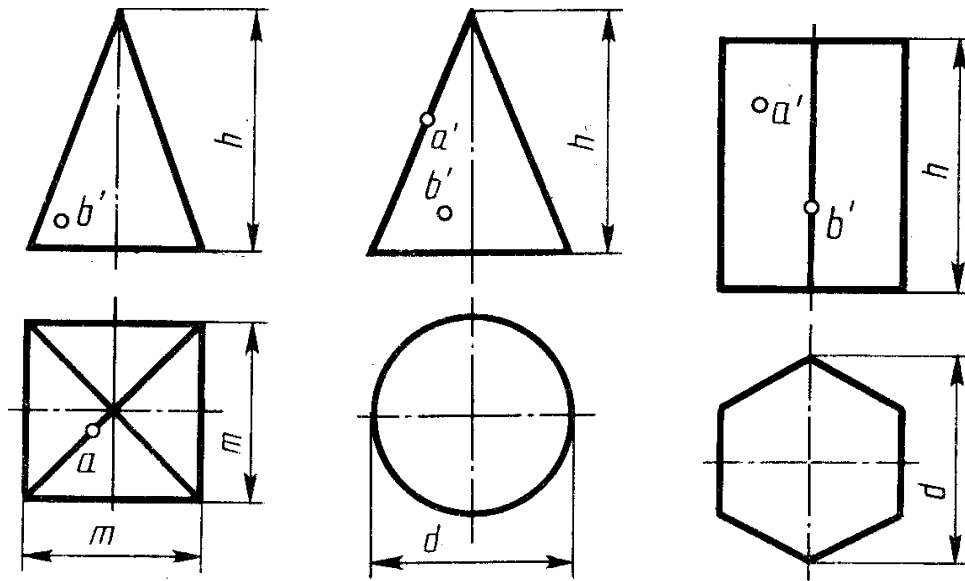
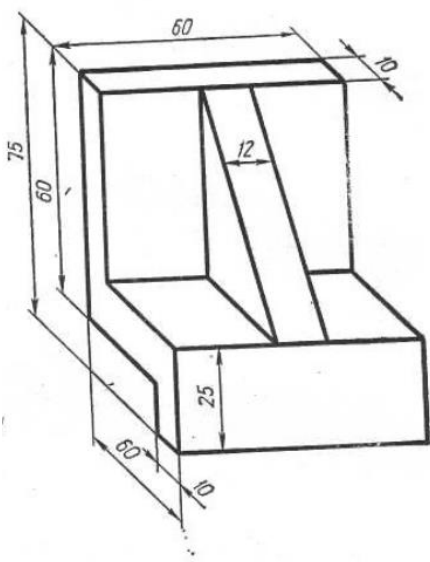
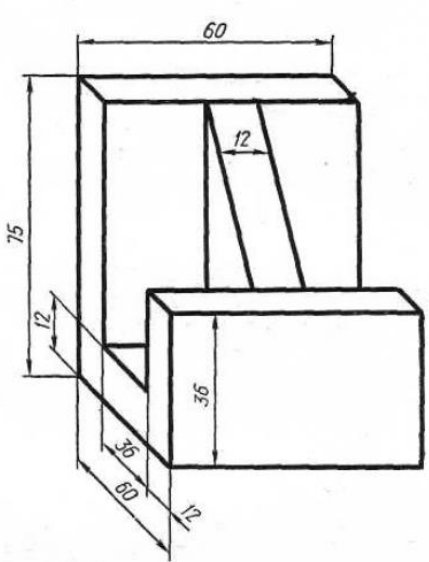
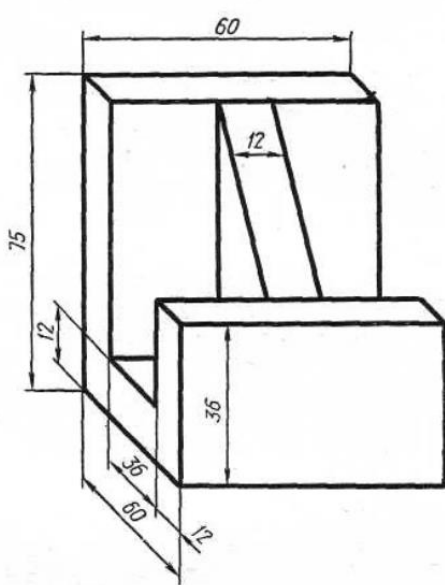
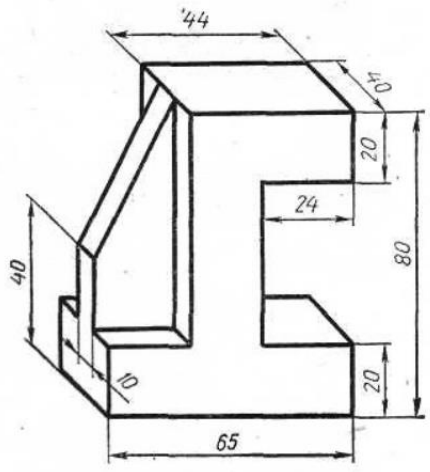


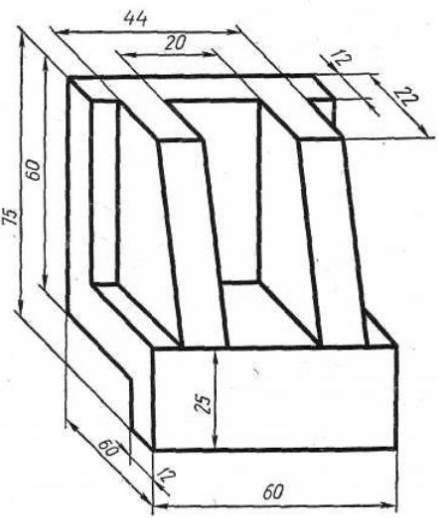
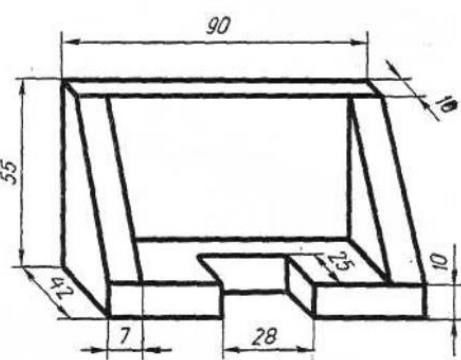
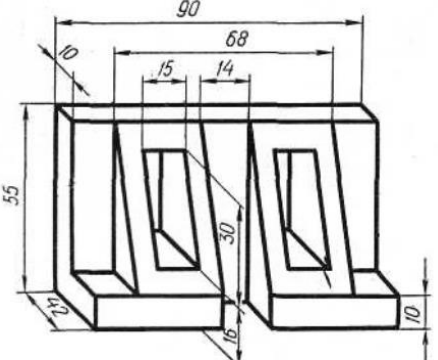
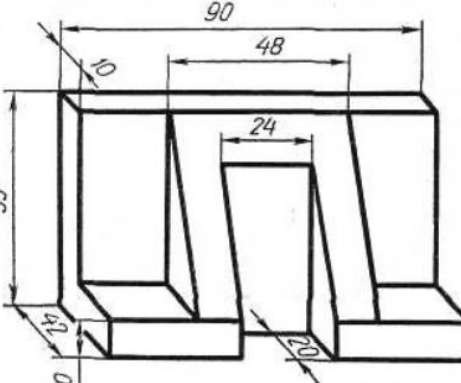
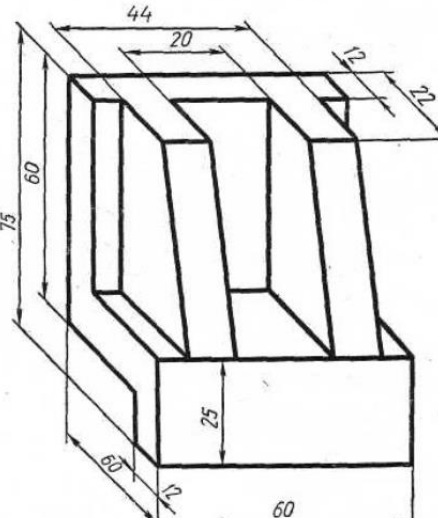
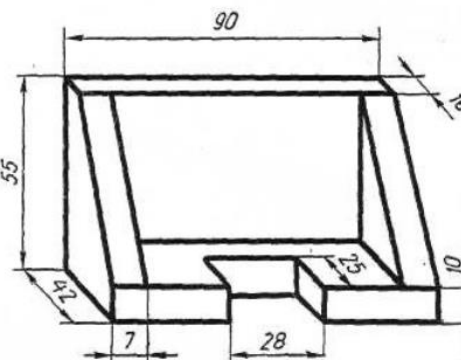
Рисунок 18 Побудувати проєкції двох точок, розміщених на поверхнях кожного геометричного тіла.

Таблиця 8 Вихідні данні для виконання графічної роботи №3

№ вар.	Розміри, мм			№ геометричного тіла на рисунку
	d	h	m	
1	40	50	40	1, 2
2	45	60	-	2, 3
3	50	65	45	1, 2
4	40	70	-	2, 3
5	45	55	48	1, 2
6	50	50	-	2, 3
7	40	60	44	1, 2
8	45	65	-	2, 3
9	50	70	50	1, 2
10	40	55	-	2, 3
11	45	50	52	1, 2
12	50	60	-	2, 3
13	40	65	46	1, 2
14	45	70	-	2, 3
15	50	55	42	2, 3

Таблиця 9 *Варіанти зовнішнього зображення предмета.*

Варіант	Деталь	Варіант	Деталь
1.		2.	
3.		4.	

5.		6.	
7.		8.	
9.		10.	

11.		12.	
13.		14.	
15.			

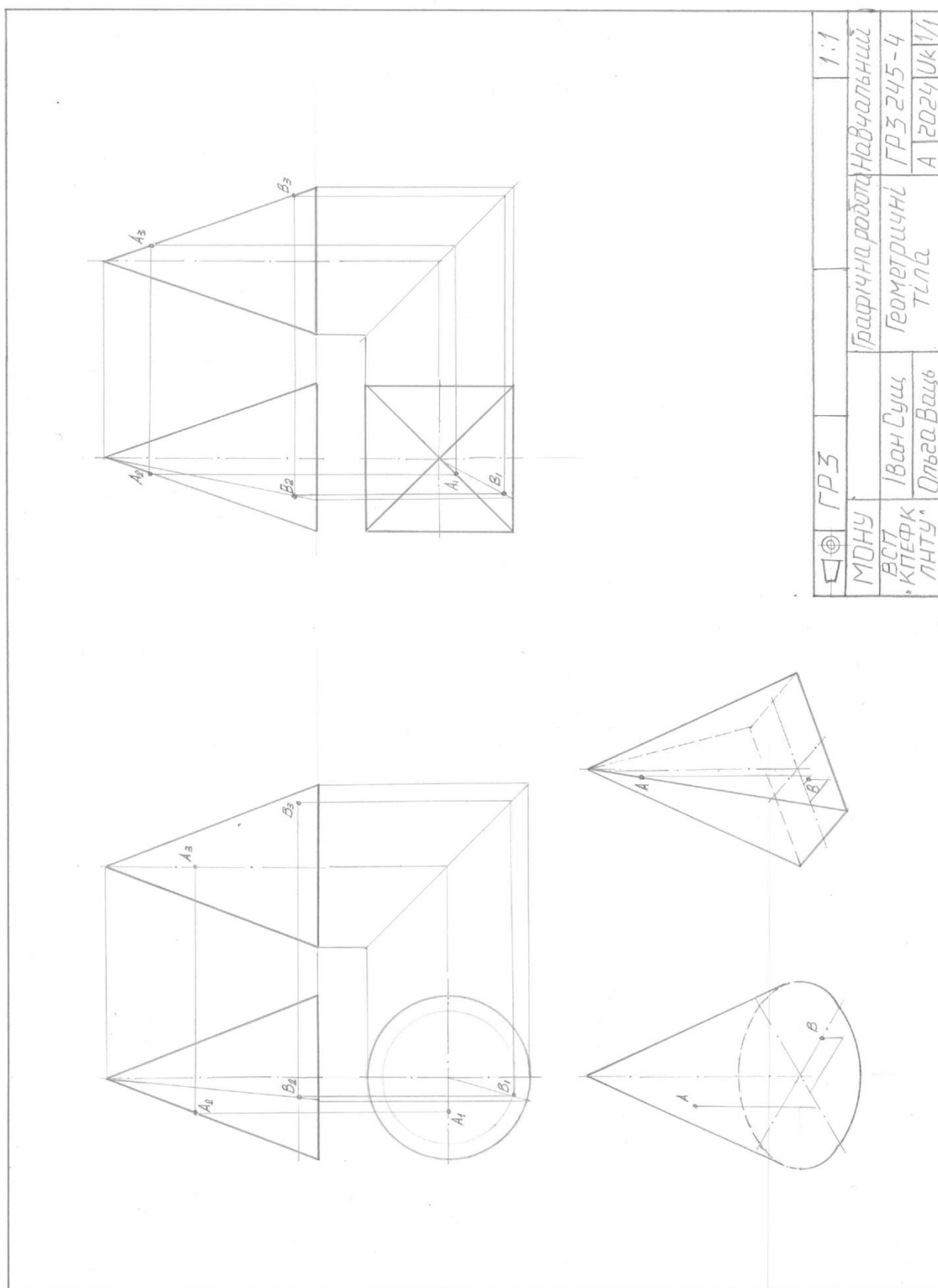


Рисунок 19 Зразок графічної роботи №3

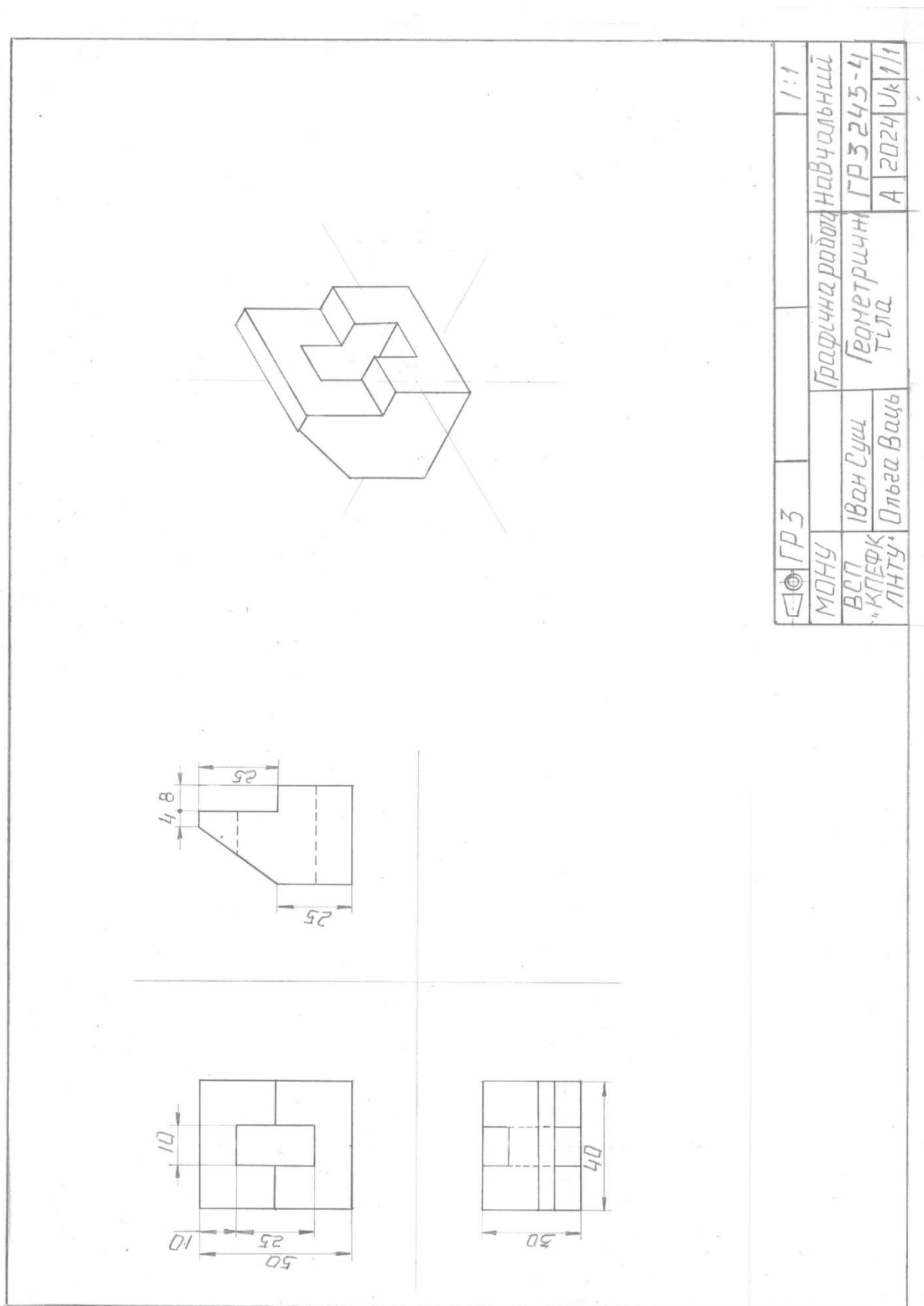


Рисунок 20 Зразок графічної роботи №3

ГР 4

Комплексне креслення, натуральної величини фігури перерізу, аксонометрія зрізаної призми.

Працювати потрібно в такій послідовності:

- на форматі А3 побудувати в трьох проекціях креслення призми відповідно до варіанту (табл 9. рис.21) ;
- провести січну площину та побудувати проекції фігури перетину призми на горизонтальній та профільній проекціях;
- побудувати дійсну величину фігури перетину одним з вивчених способів перетворення проекцій (за вибором здобувача освіти);
- побудувати аксонометричну проекцію зрізаної призми (рис 22);
- заповнити основний запис.

Таблиця 9 Варіанти завдань для побудови зрізаної призми.

№ варіанту															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d	58	60	58	60	56	60	56	60	58	60	58	60	56	62	56
h	60	58	72	65	58	60	72	65	60	58	72	65	58	60	72
m	43	60	38	45	42	60	37	45	43	62	38	45	42	60	39
α°	45	30	45	45	45	30	45	45	45	30	45	45	45	30	45

На полі кресленика необхідно визначитись з місцем розташування проекцій призми, враховуючи місце розташування натуральної величини фігури перерізу.

Тонкою лінією нанести осі проекцій та за заданими розмірами побудувати три проекції фігури (рис. 21).

На відстані a від осі призми під кутом α провести слід січної площини P_v , яка перерізує призму. Позначити горизонтальну (1, 2, 3, 4, 5) та фронтальну (1', 2', 3', 4', 5') проекції точок перетину ребер призми січною площиною (точок перетину може бути більше). Побудувати профільні проекції точок перетину (1'', 2'', 3'', 4'', 5'').

Побудувати натуральну величину фігури перерізу. В цьому прикладі застосовано спосіб заміни площин проекцій. Нову вісь проекцій доцільно сумістити з слідом січної площини P_v . Через точки 1', 2', 3', 4', 5' потрібно провести лінії зв'язку, перпендикулярні до нової осі проекцій і відкласти від цієї осі на кожній лінії зв'язку горизонтальні координати точок перерізу. Утворені точки 1₁, 2₁, 3₁, 4₁, 5₁ є вершинами фігури натуральної величини перерізу.

Для побудови аксонометричного зображення зрізаної п'ятикутної призми доцільно застосувати ізометричну проекцію. Вибрати центр проекції та провести ізометричні осі під кутом в 120°. Побудувати основу призми та з кожної вершини шестикутника провести ребра, паралельно до осі Z. На ребрах відкласти висоту точок 1, 2, 5. Точки 3 і 4, які не лежать на вертикальних ребрах призми потрібно будувати за їх координатами.

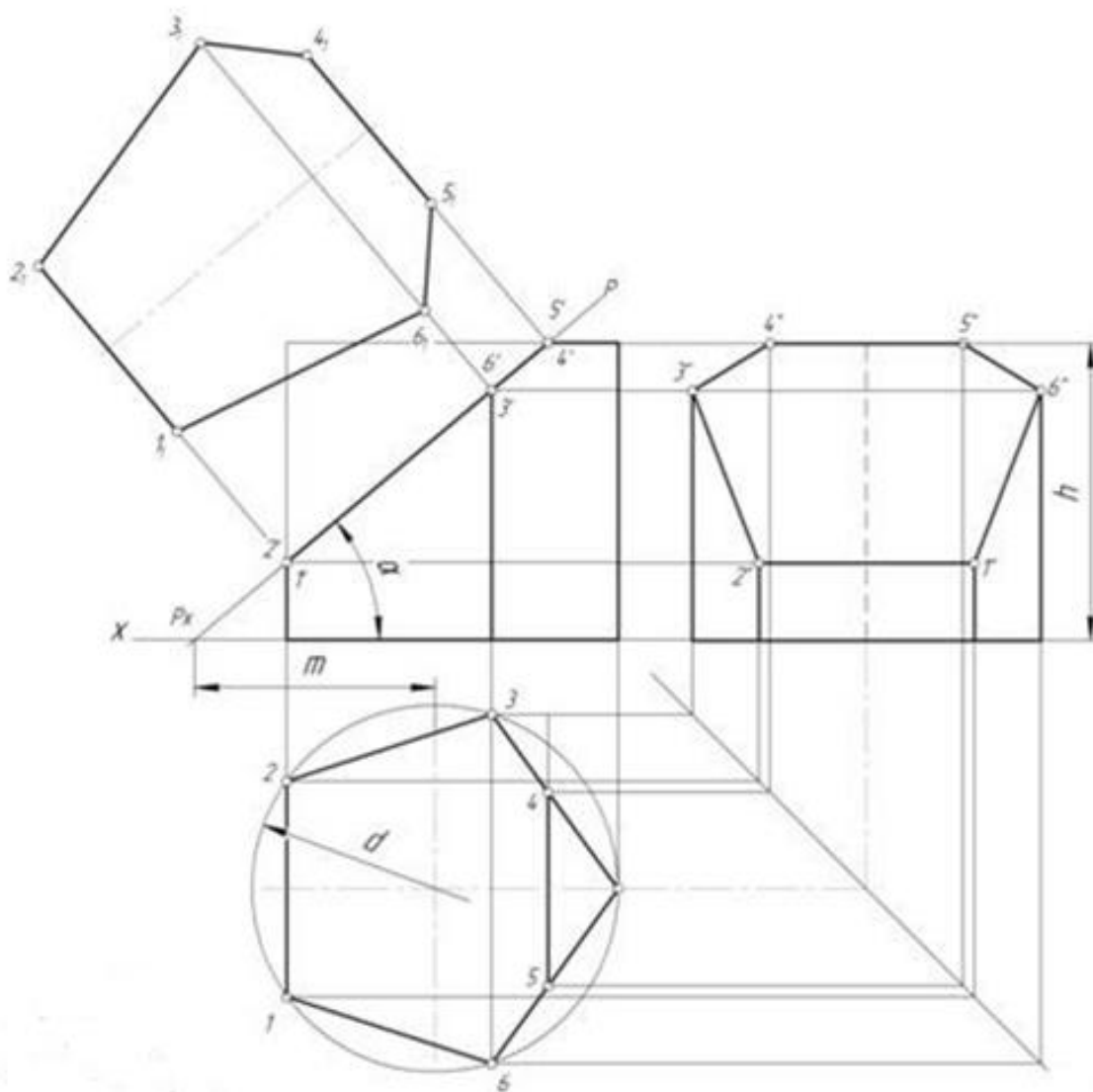


Рисунок 21 Комплексне креслення, натуральної величини фігури перерізу, аксонометрія зрізаної призми.

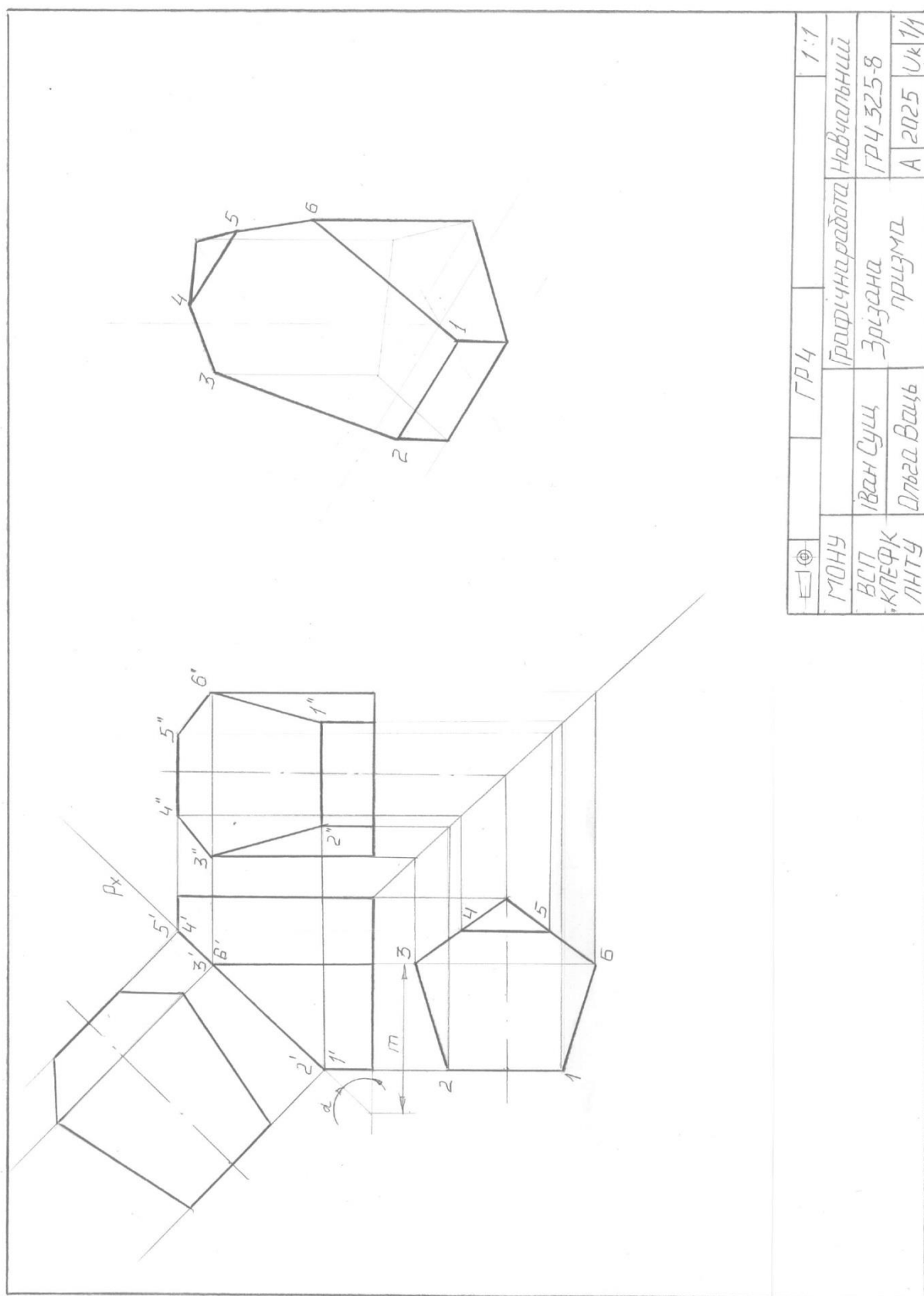


Рисунок 22 Зразок виконання графічної роботи № 4

ГР 5

Побудова третьої проекції моделі за двома заданими з використанням розрізів і аксонометричним зображенням моделі.

Працювати потрібно в такій послідовності:

- на форматі А3 згідно варіанту завдання накреслити дві проекції моделі за її розмірами. При необхідності можна застосувати масштаб;
- на полі кресленика необхідно визначитись з місцем розташування проекцій моделі, враховуючи місце розташування аксонометричного зображення моделі.
- побудувати третю проекцію моделі;
- нанести розміри;
- проаналізувати зображення моделі в трьох проекціях та визначитись з необхідною кількістю розрізів. Якщо модель симетрична, то доцільно поєднувати частину розрізу з частиною виду (*рис. 9.1*). Кількість розрізів має бути мінімальною, але достатньою для зображення внутрішньої будови моделі (*рис. 9.3*);
- для повного уявлення про будову моделі необхідно виконати ізометричну проекцію моделі з вирізом передньої чверті;
- заповнити основний напис
- здати на перевірку.

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

Якщо поєднуються половина вигляду і половина розрізу, кожний із яких є симетричною фігурою, то лінією розділу є вісь симетрії (*рис.22*).

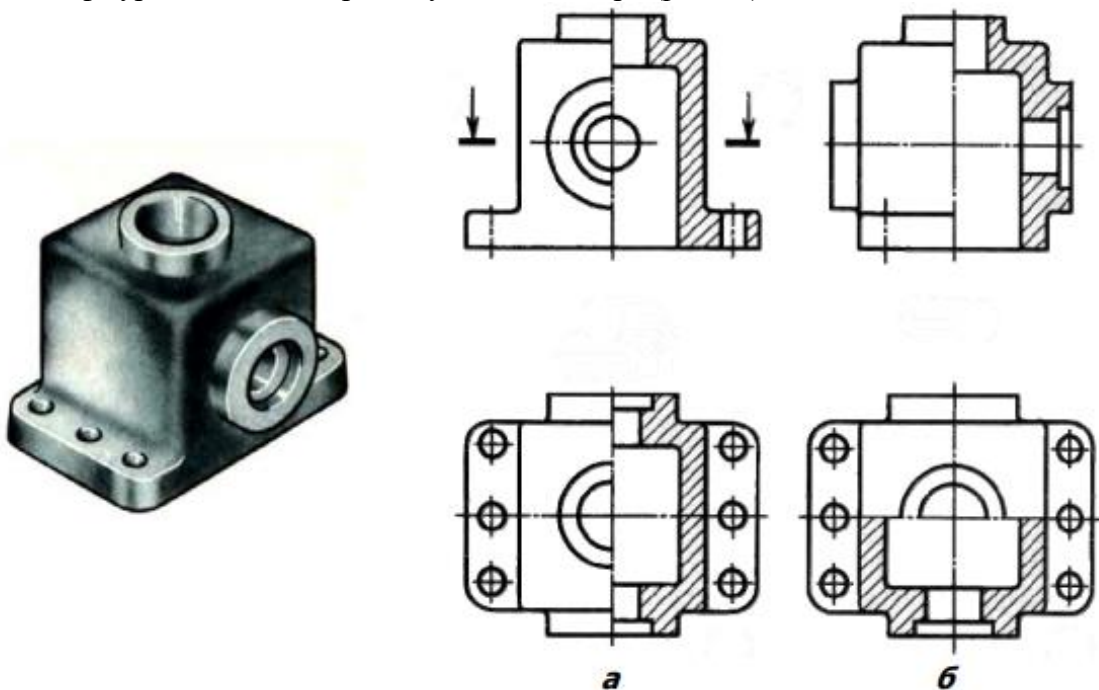


Рисунок 22 Поєднання половини вигляду з половиною розрізу.

Частину розрізу розміщують праворуч (*рис. 22,а*) або знизу від осі симетрії (*рис. 22,б*), що розділяє частину вигляду з частиною розрізу. Поєднані в одному зображенні частину вигляду і частину відповідного розрізу розділяють суцільною хвилястою лінією, яку проводять від руки (*рис. 23*).

Частину розрізу, як правило, розміщують праворуч від частини вигляду.

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

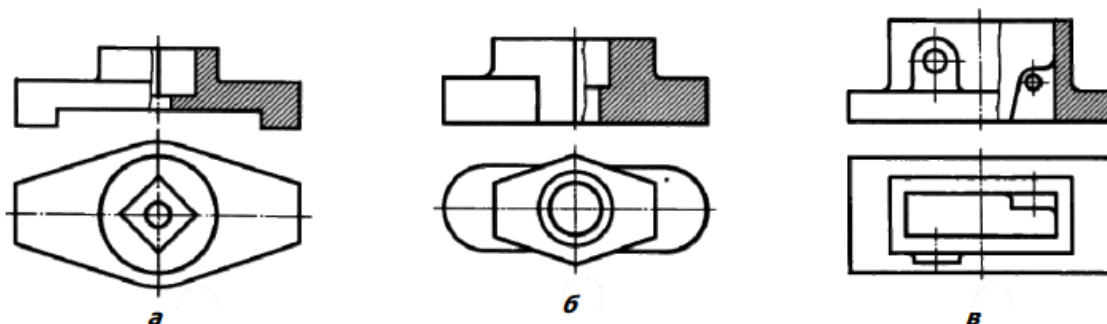


Рисунок 23 Поєднання частини вигляду з частиною розрізу

Якщо з віссю симетрії збігається проекція будь-якої лінії, наприклад ребра, то вигляд від розрізу відокремлюється суцільною хвилястою лінією, яка проводиться ліворуч (*рис. 23,а*) або праворуч (*рис. 23,б*) від осі симетрії.

Якщо елемент поверхні предмета, що збігається з віссю симетрії, розміщений в отворі, на кресленні показують більш як половину розрізу (*рис. 24,а*). Якщо такий елемент перебуває зовні, то показують більш як половину вигляду (*рис. 24,б*).

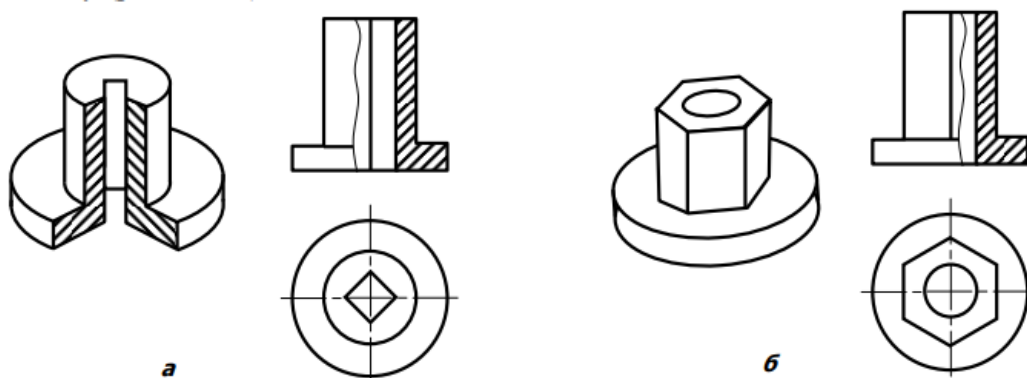
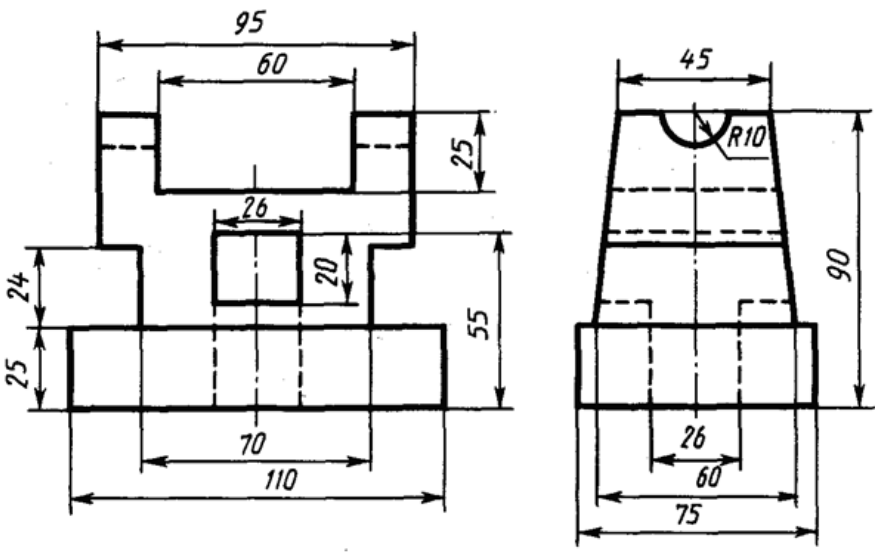
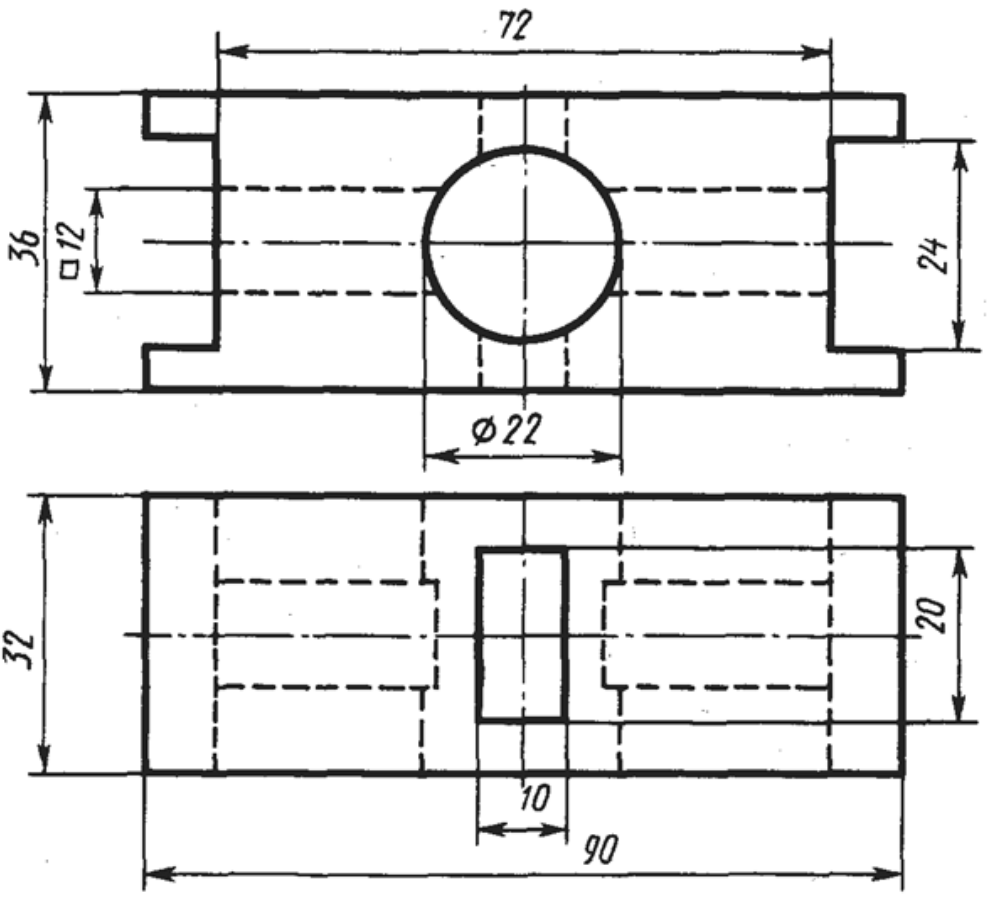
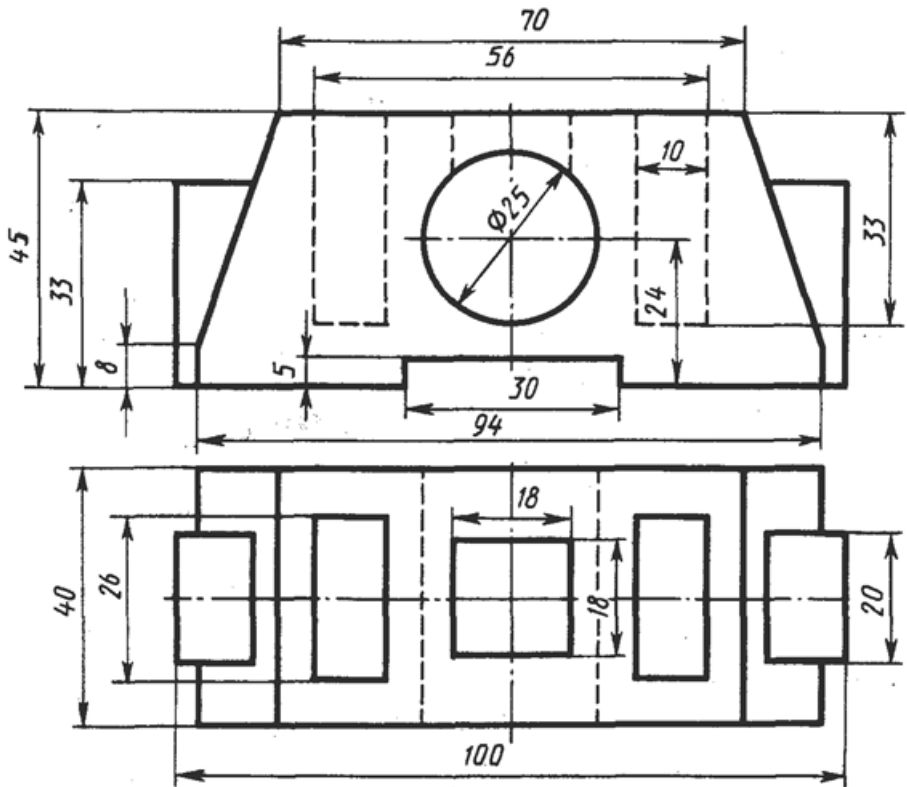
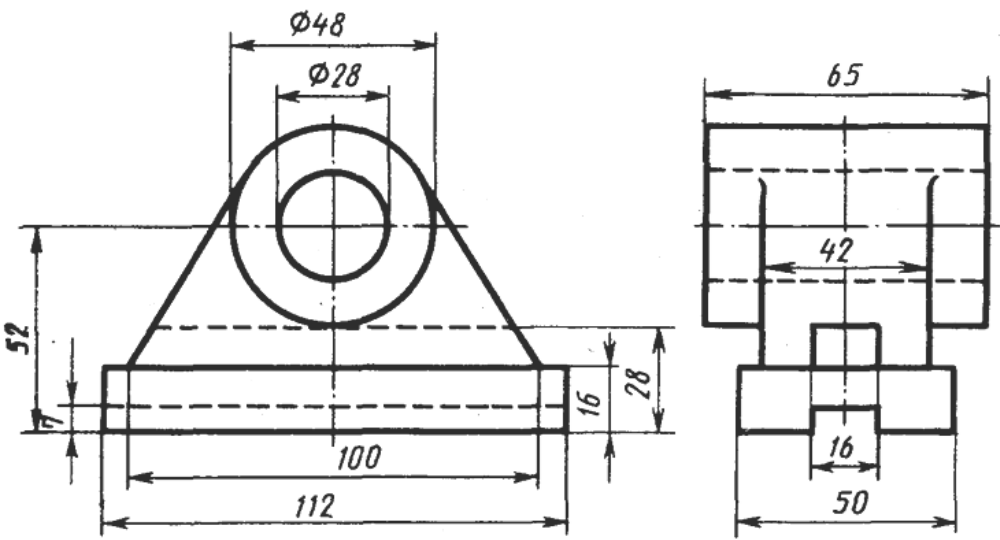
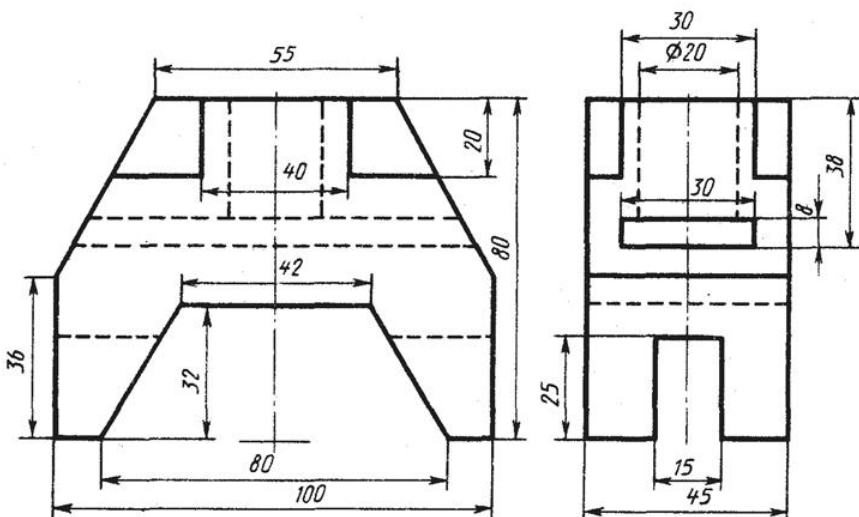
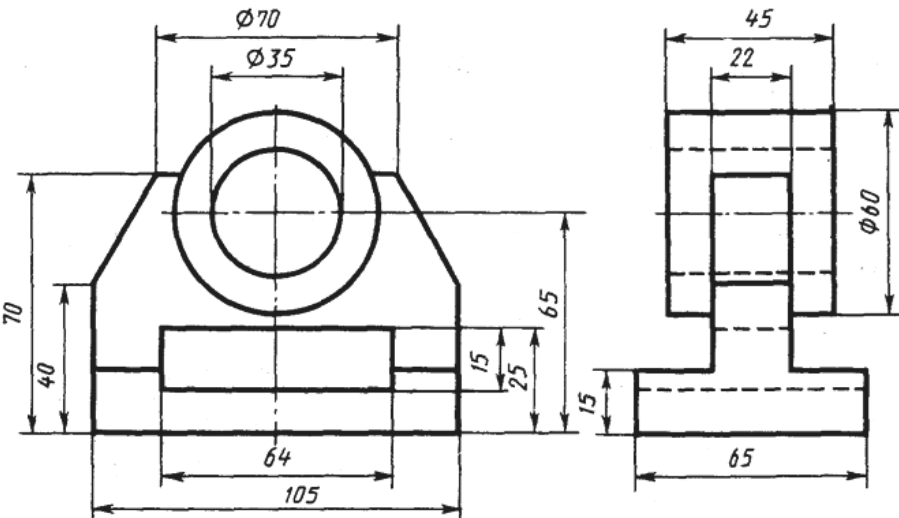
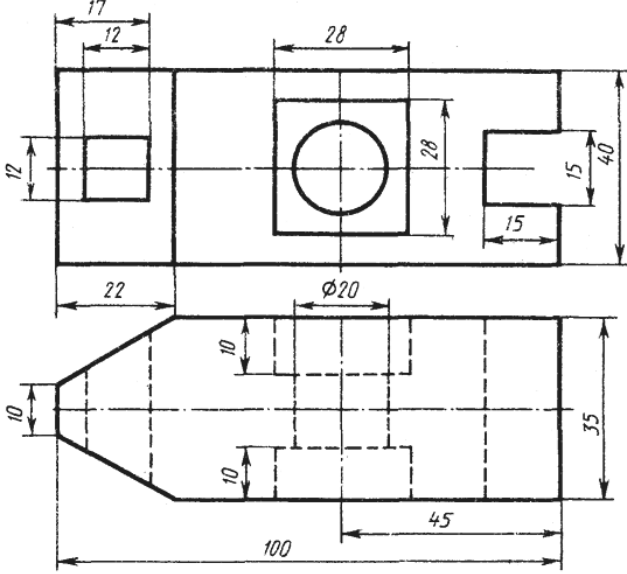


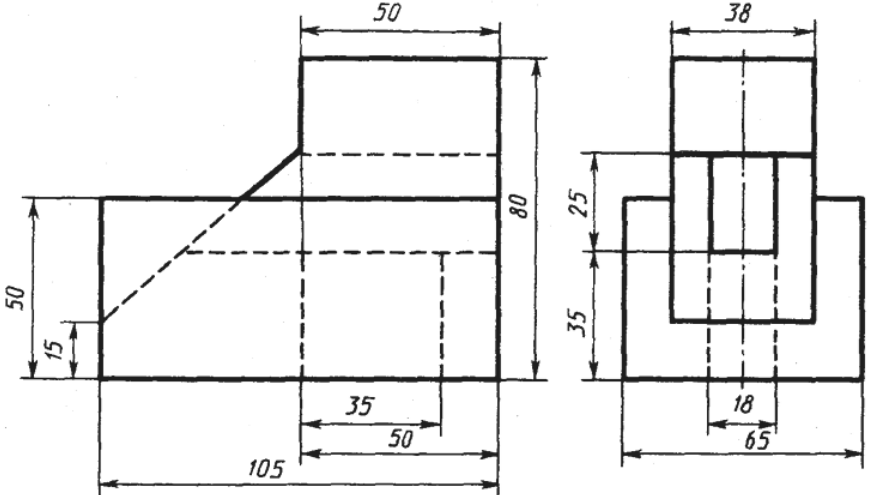
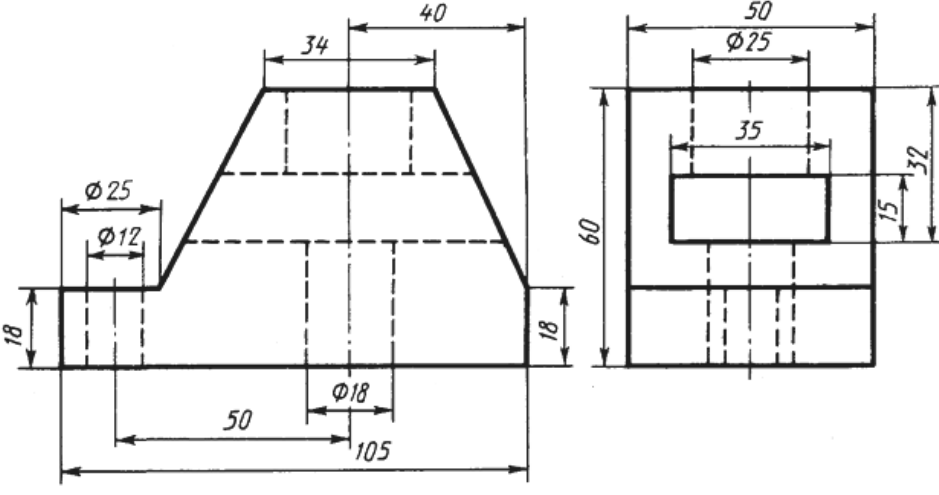
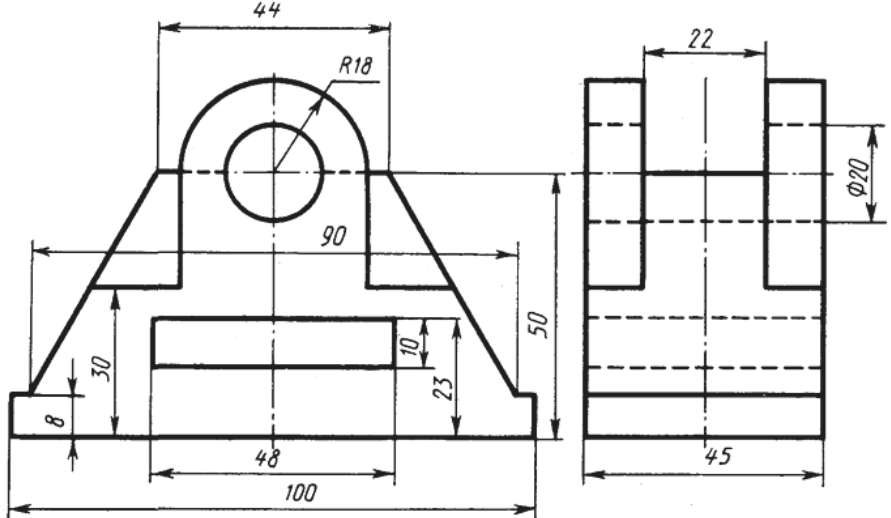
Рисунок 24 Поєднання частини вигляду з частиною розрізу для симетричних зображень

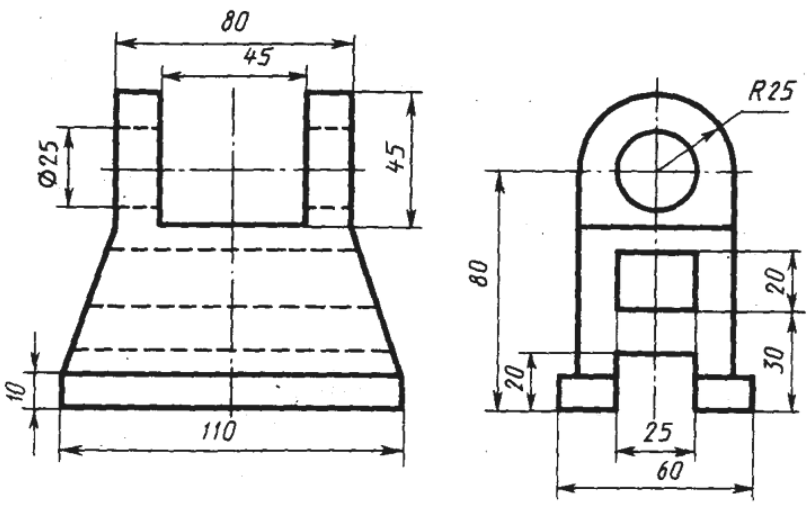
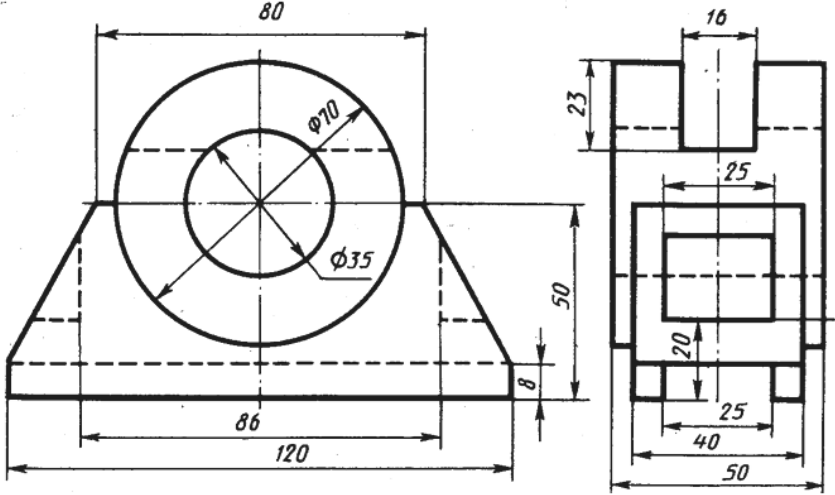
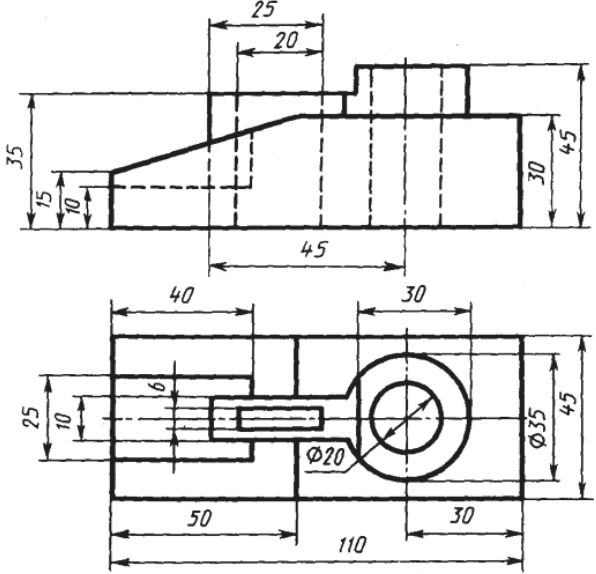
Таблиця 10 Варіанти завдань для графічної роботи № 5

Варіант	Проекції моделі
1	 Корпус
2	 Призма

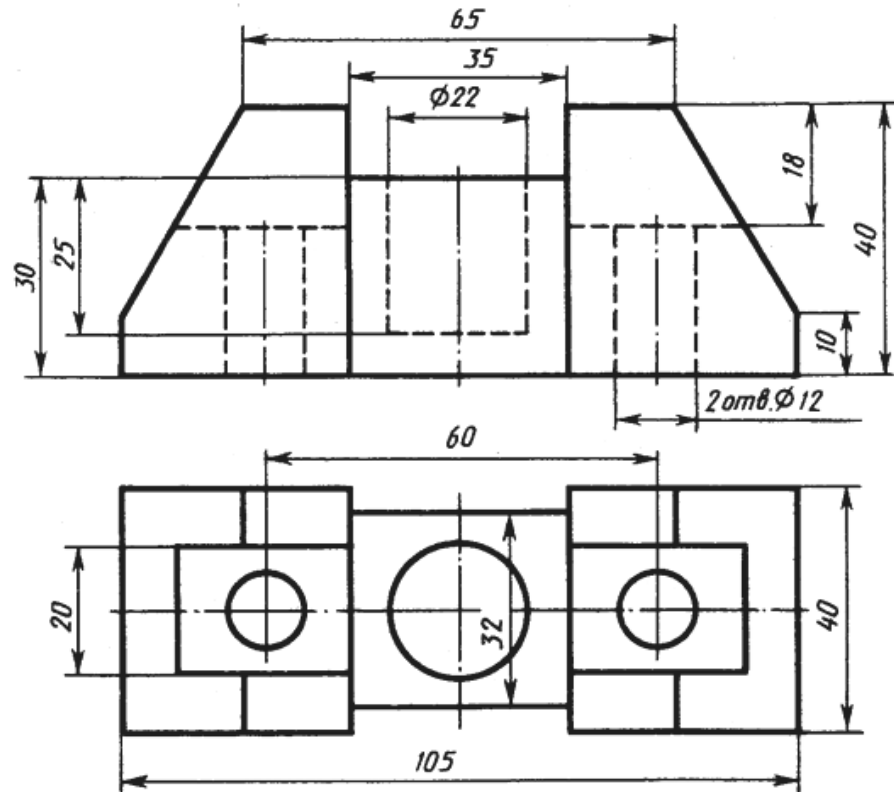
3	 Корпус
4	 Стійка

5	 Станина
6	 Колодка
7	 Стійка

8	 Technical drawing of a stepped block (Колодка). The front view shows a base of 105, a left height of 50, a right height of 80, and a top width of 50. The side view shows a base of 65, a left height of 35, a right height of 25, and a top width of 38. Hidden lines indicate internal structure. Колодка
9	 Technical drawing of a tapered block with holes (Стійка). The front view shows a base of 105, a top width of 40, and a height of 18. It features two holes with diameters $\varnothing 25$ and $\varnothing 12$. The side view shows a base of 50, a top width of 50, and a height of 60. It features a hole with diameter $\varnothing 18$ and a rectangular cutout with a width of 35 and a height of 15. Стійка
10	 Technical drawing of a block with a semi-circular top (Стійка). The front view shows a base of 100, a top width of 44, and a height of 50. It features a semi-circular top with a radius of $R18$ and a central hole with a diameter of $\varnothing 18$. The side view shows a base of 45, a top width of 22, and a height of 20. Hidden lines indicate internal structure. Стійка

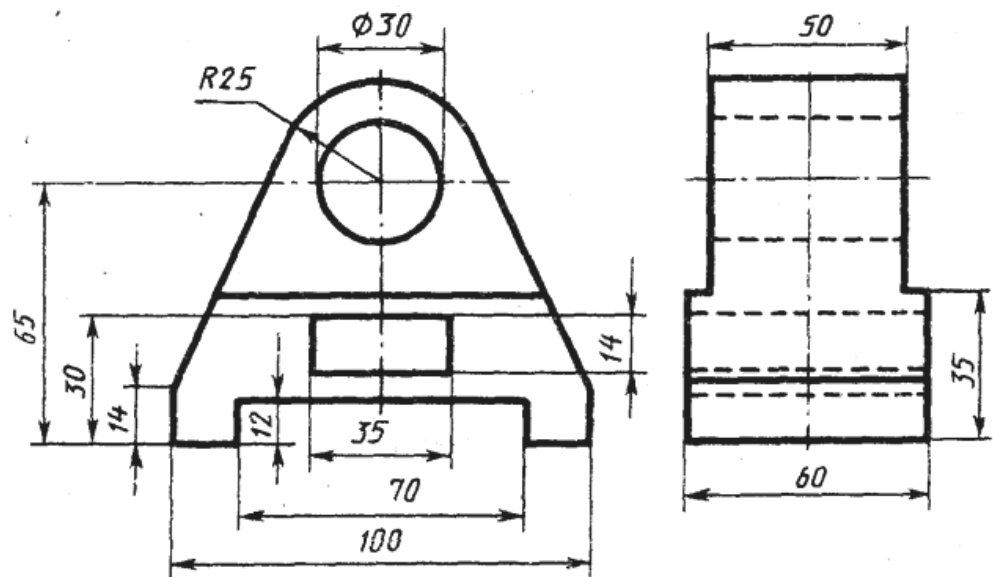
11	 Опора
12	 Підставка
13	 Опора

14



Опора

15



Стійка

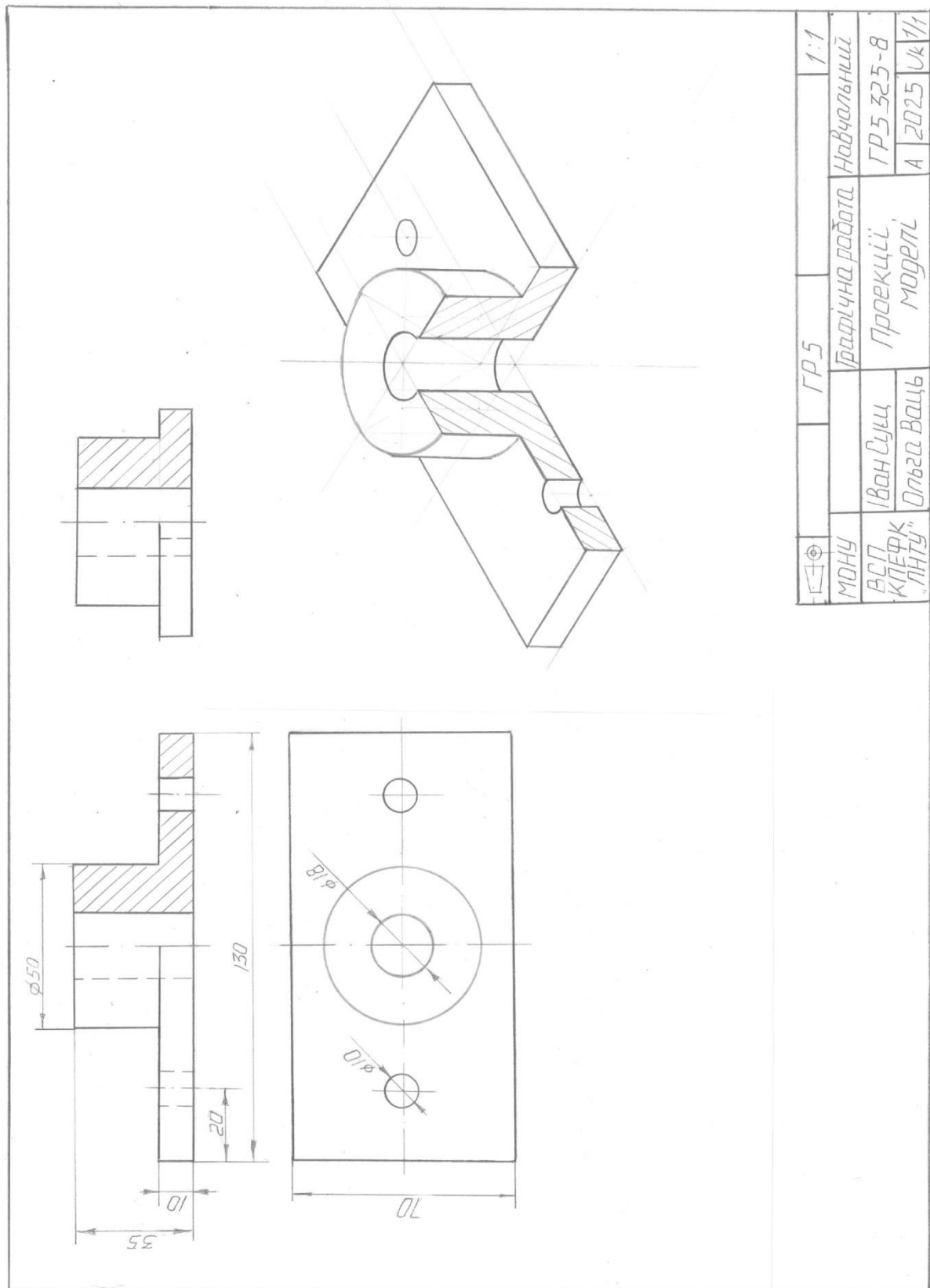


Рисунок 23 Зразок виконання графічної роботи № 5

ГР 6

Вал

Працювати необхідно у такій послідовності:

За заданим аксонометричним зображенням валу необхідно:

1. Вибрати та побудувати головний вид деталі (таблиця 12). Використати таблицю 11 Алгоритм побудови креслення, що містить перерізи, рекомендовано спочатку виконати ескіз.
2. Виконати переріз деталі різними способами. Один з них розмістити на продовженні лінії перерізу, два інших на вільному місті кресленника.
3. Нанести необхідні розміри та написи (рис 36).

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

Уміле та вдале застосування виглядів, перерізів і розрізів дає змогу відобразити на кресленні форму будь-якого предмета.

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

Переріз - це зображення фігури, що отримують при уявному розсіченні предмета однією або декількома площинами. На перетині показується тільки те, що виходить безпосередньо в січній площині (рис 25). Переріз відрізняється від розрізу тим, що відображає лише контур грані, розташований на січній площині, а всі інші сегменти, розташовані за нею, не зображуються.

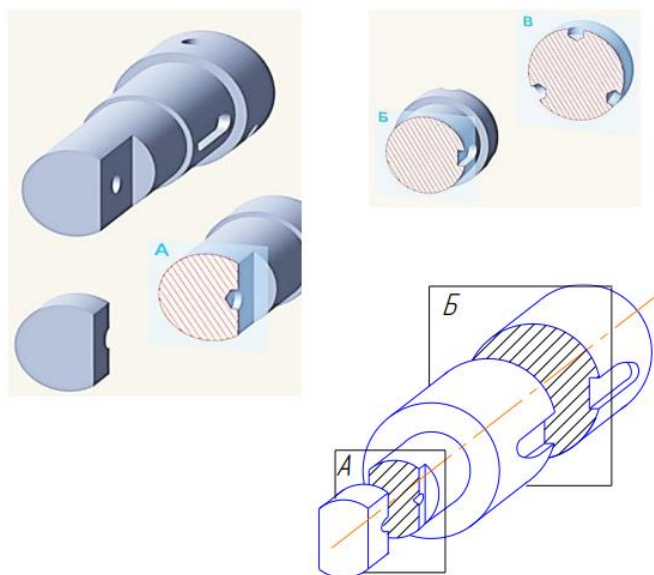


Рисунок 25 Переріз валу уявною площиною

Кожен розріз і переріз повинен бути чітко позначений однією і тою самою великою буквою, яку записують двічі: один раз — біля кожної з посилальних стрілок (креслять суцільною товстою і типу 01.2.8 гідно з 150128-24 або 01.2.8 — згідно з

150 128-23), які визначають напрямок погляду для відповідного розрізу або перерізу; другий раз — на кінцях лінії січної площини. Букву ідентифікації потрібно розташовувати перпендикулярно до низу кресленника. Розмір вказівної стрілки розрізу чи перерізу з кутом у 30° або 90° , визначають висотою букви ідентифікацій.

Зображувані розріз чи переріз можна розташовувати будь-де відносно виду, на якому показана січна площина. Букви ідентифікації розрізів і винесених перерізів треба розміщувати безпосередньо над відповідним зображенням.

Конкретне положення січної площини (площин) слід позначати довгоштрихово-пунктирною товстою лінією (лінія січної площини) типу 04.2 згідно з 150 128-24 або 04.2.1 згідно з 150 128-23. Пряму лінію січної площини треба креслити чітко і придатної довжини (рис 26).

Якщо січна площина змінює свій напрямок, то тоді лінія січної площини повинна бути показана тільки в тих місцях, де вона змінює напрямок (рис 27).

Лінія січної площини може бути показана у повну її довжину (довгоштрихово-пунктирною тонкою лінією типу 04.1 згідно з 150 128-24 або 04.1 згідно з 150 128-23), якщо це необхідно для її чіткості.

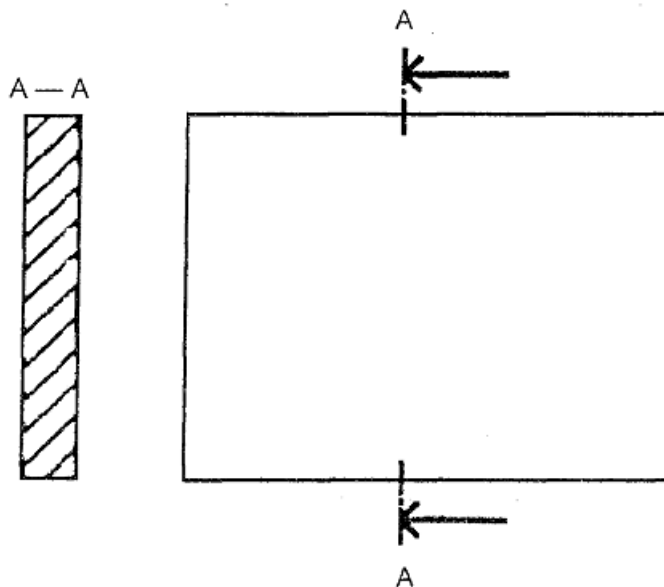


Рисунок 26 Приклад зображення перерізу на будівельних креслениках

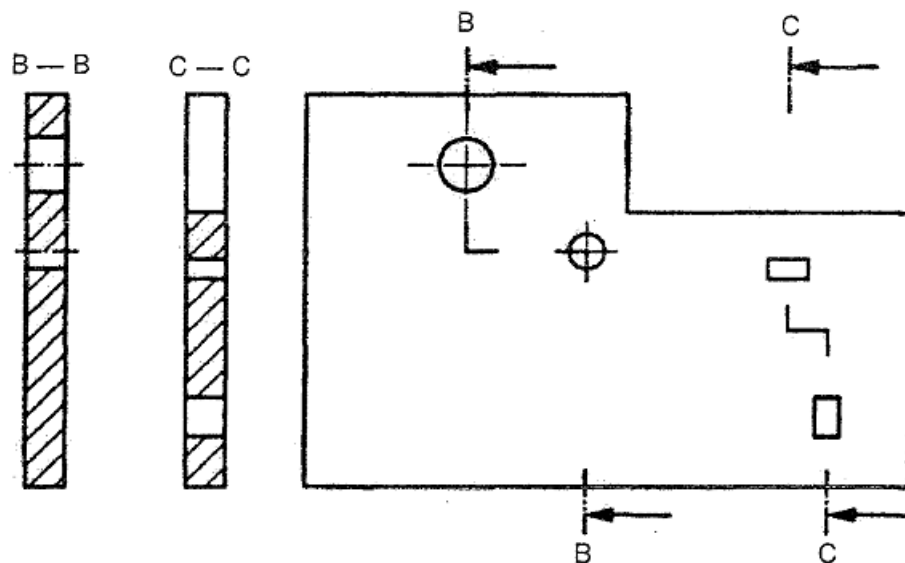


Рисунок 27. Приклад зображення перерізу на машинобудівних креслениках

Вказівні стрілки розрізів та перерізів виконують під кутом 30° та 90° (рис. 28)

Висота букви, що індифікує розріз чи переріз, повинна бути більша за всі написи на технічному кресленіку $\sqrt{2}$ раз

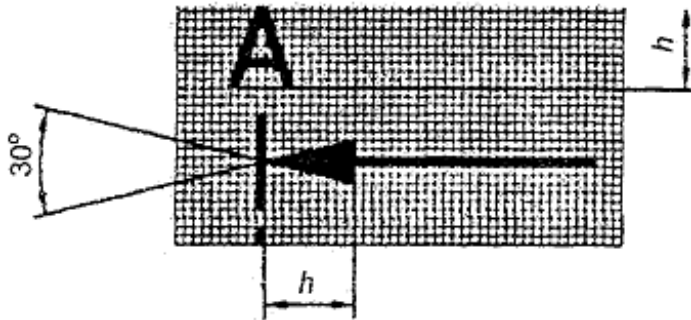


Рисунок А.1

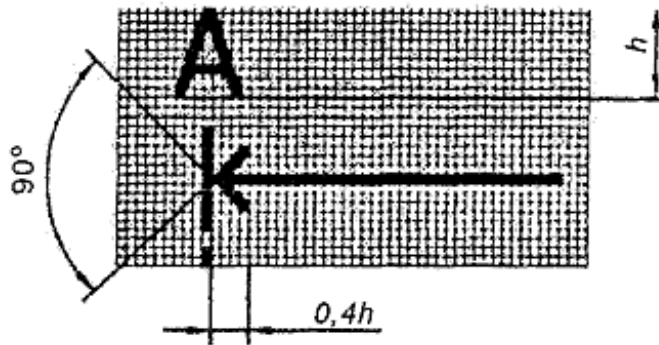


Рисунок 28 Стрілки на розрізах та перерізах

Послідовні перерізи можна розташовувати подібно до тих, які наведено на рисунках 29 — 30 як приклади з дотриманням максимальної зручності щодо їх розміщування і розуміння кресленика.

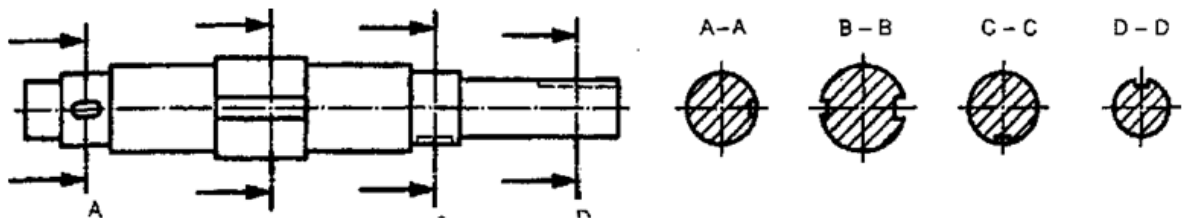


Рисунок 29 Послідовні перерізи. Приклад 1

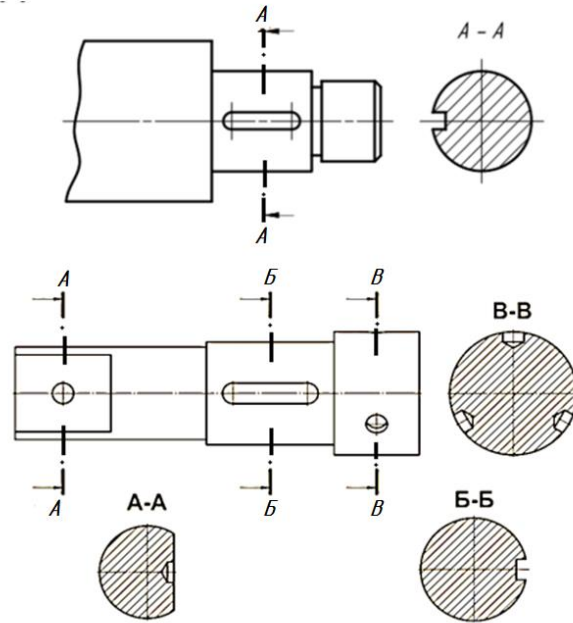


Рисунок 30 Послідовні перерізи. Приклад 2

Будь-яка деталь може бути умовно поділена на частини, що мають певне функціональне призначення та звані елементами деталі.

Ознайомимося з назвою деяких типових елементів деталей та прикладами правильного нанесення їх розмірів (рис.31).

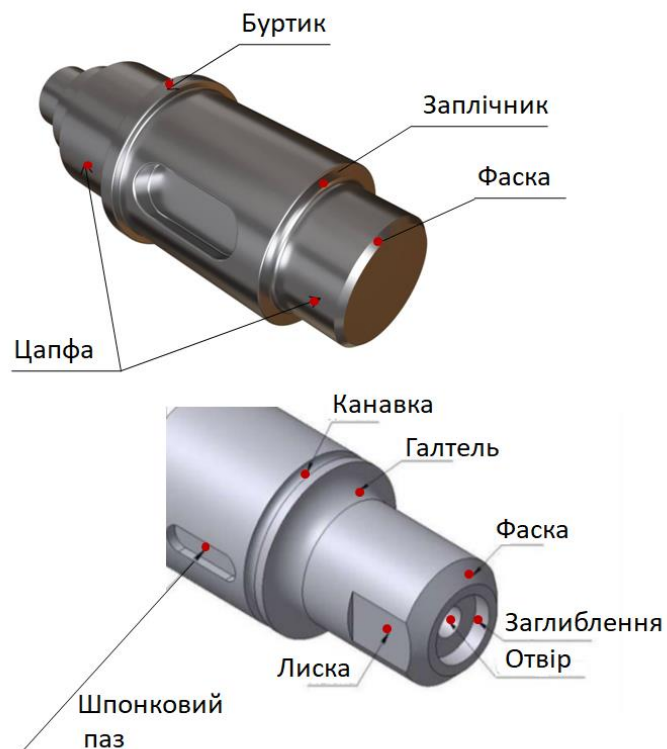


Рисунок 31 Конструктивні елементи вала.

Виносні елементи

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

Виносний елемент може мати подробиці, не показані на відповідному зображенні (рис. 32, а, б), і може відрізнятися від нього змістом (наприклад, зображення є виглядом, а виносний елемент – розрізом) (рис. 32, в).

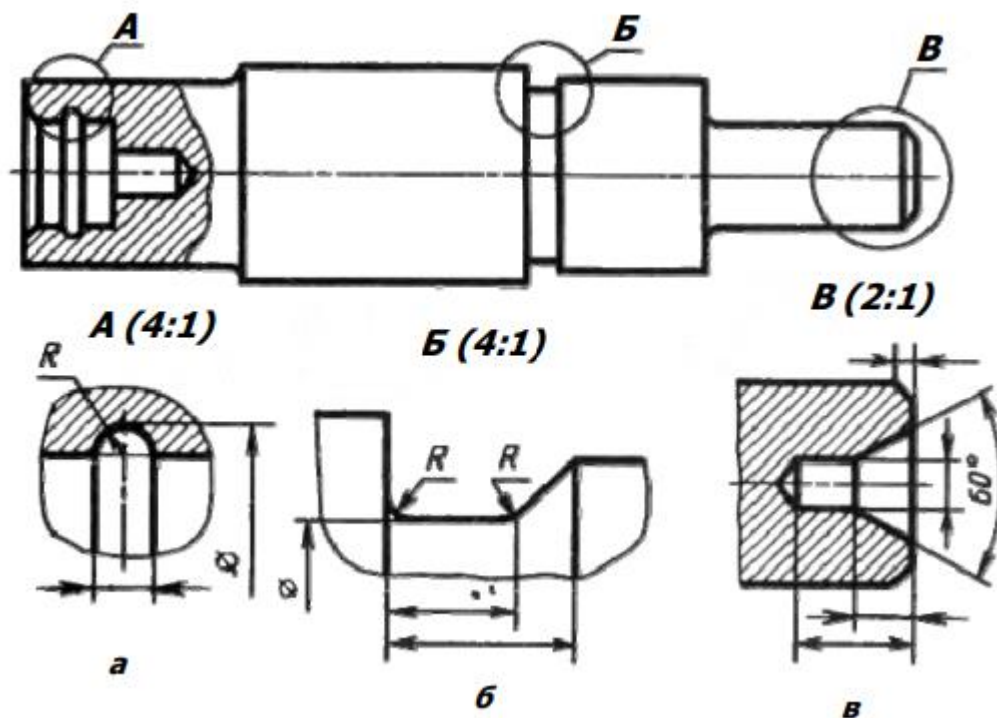
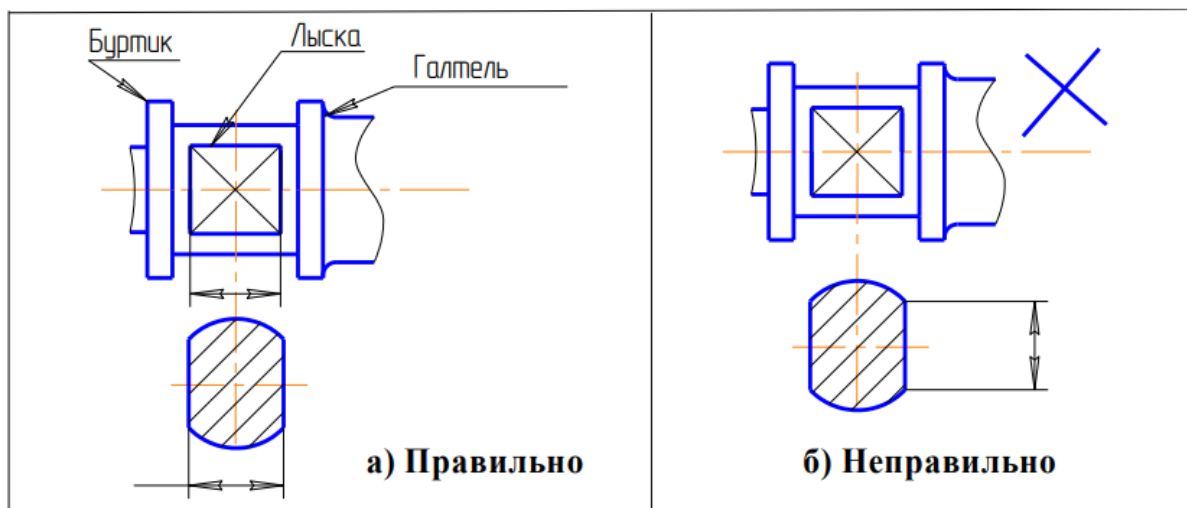
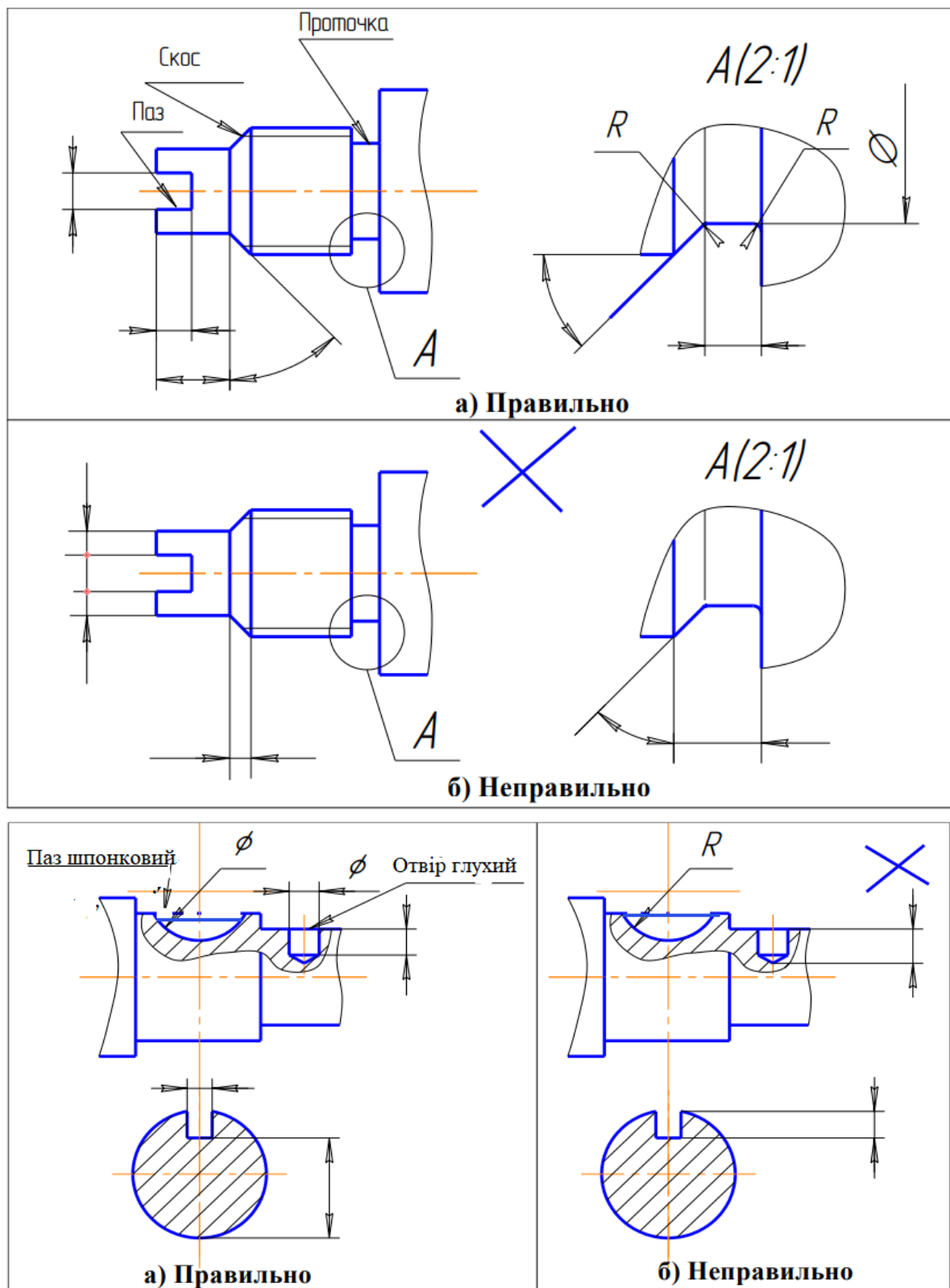


Рисунок 32 Виносні елементи

Виносний елемент треба розміщувати якомога ближче до відповідного місця на зображенні. Застосовуючи виносний елемент, відповідне місце на вигляді, розрізі чи перерізі предмета обводять замкнутою суцільною тонкою лінією – колом, овалом тощо. Від цієї лінії проводять тонку лінію-виноску з поличкою, на якій літерою позначають виносний елемент і масштаб зображення.





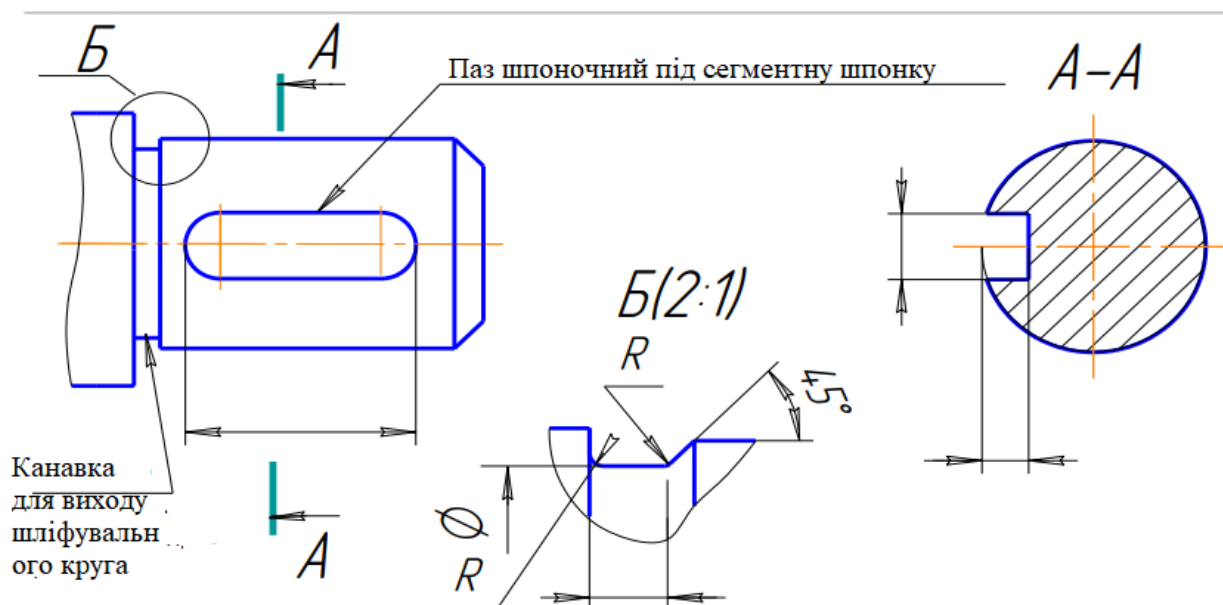


Рисунок 33 Приклади нанесення розмірів на перерізах та виносних елементах.

У конструкціях валів, як правило, є канавки різного призначення. Правильне проставлення розмірів дозволяє забезпечити технологічний процес і точно обробити канавки. На (рис 34, а) наведено приклад нанесення розмірів до напівкруглої канавки фіксатора, на (рис 34, б) ми бачимо схему нанесення розмірів до канавки іншого типу, на (рис 34, в) проставлені розміри до канавки під пружинне упорне кільце.

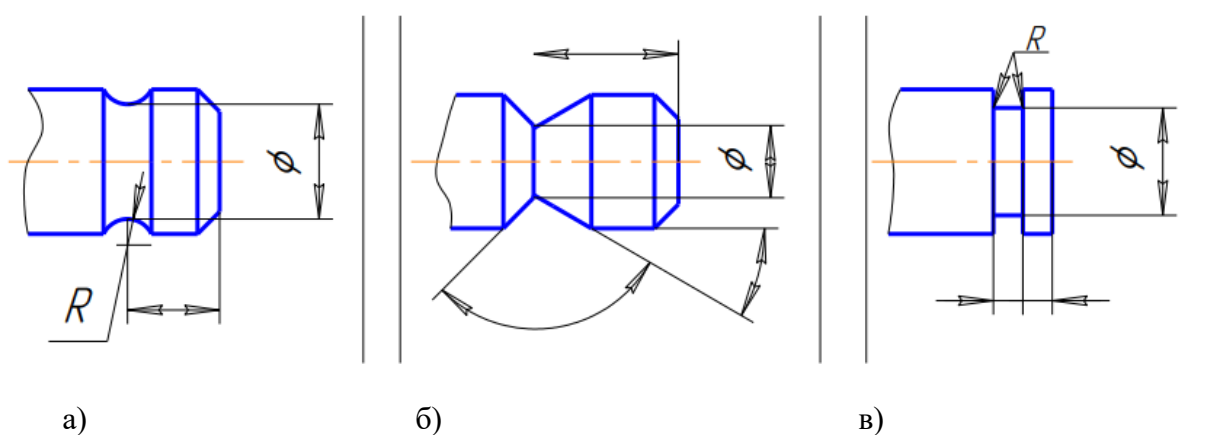
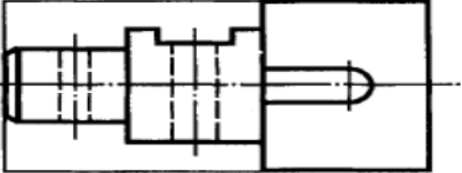
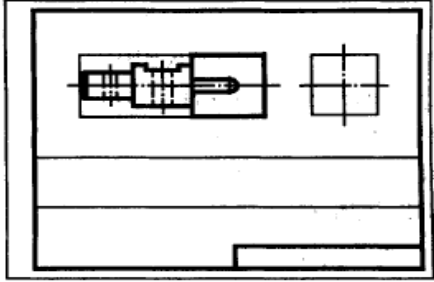
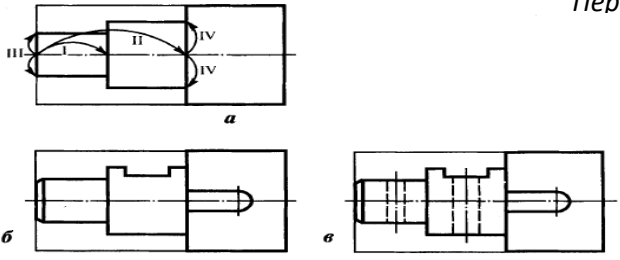
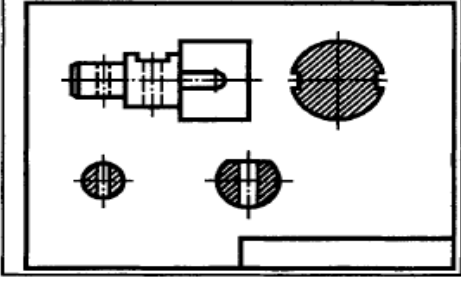
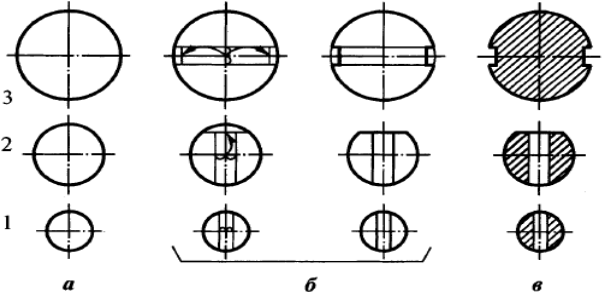
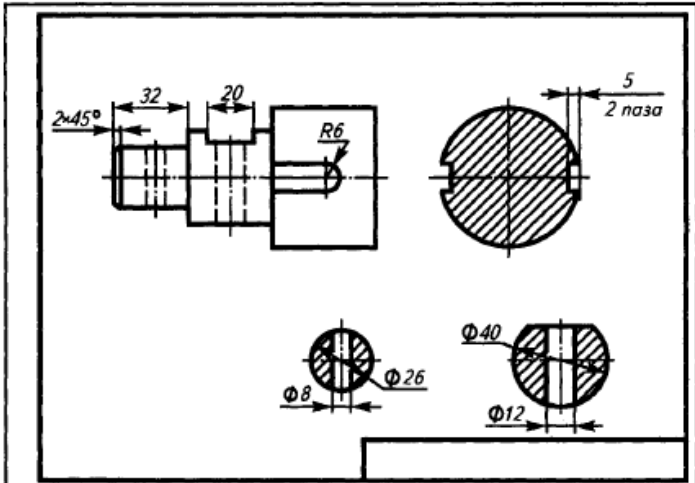
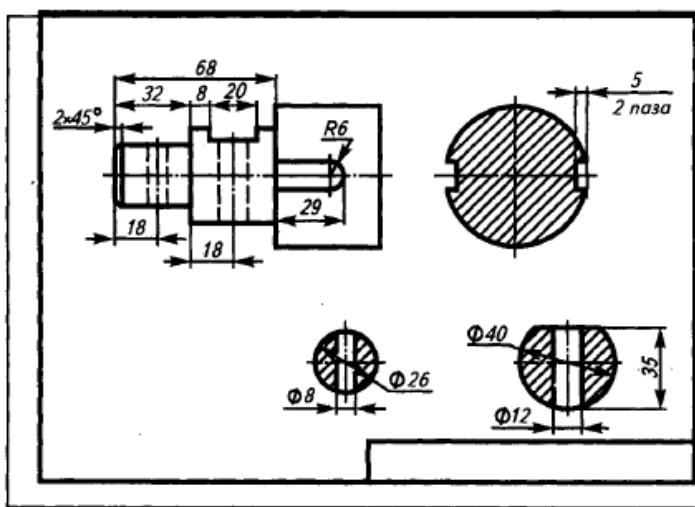
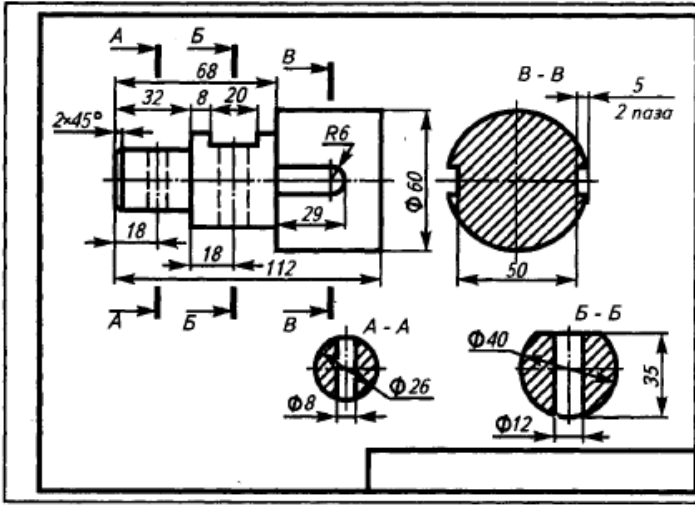


Рисунок 34 Приклади нанесення розмірів канавок різного призначення.

Таблиця 11. Алгоритм побудови креслення, що містить перерізи

Крок алгоритму	Зміст
1. Аналіз геометричної форми деталі і визначення місць доцільного перерізу.	 Деталь утворена поєднанням трьох співвісних циліндрів різного діаметра й усіченого конуса. У більшому циліндрі – два шпонкові пази, утворені поєднанням прямокутного паралелепіпеда і напівциліндра. У верхній частині середнього циліндра – плоский зріз, у центрі якого просвердлено наскрізний циліндричний отвір. У меншому циліндрі також просвердлено крізний циліндричний отвір, вісь якого перпендикулярна осі деталі. Фаска на меншому циліндрі має форму усіченого конуса. Січні площини необхідно провести через призматичні пази і циліндричні отвори, спрямувавши їх перпендикулярно до осі деталі.
2. Вибір і встановлення головного виду, кількості і характеру зображень. Аналіз графічного складу зображень.	Головний вид – після стрілки В. Окрім головного виду необхідно побудувати три фігури перерізу. Аналіз графічного складу головного виду: три прямокутники, розташовані вздовж осі симетрії. У більшому прямокутнику вздовж осі симетрії розташована фігура, утворена поєднанням півкола і прямокутника. У середньому прямокутнику, у верхній його частині – прямокутний виріз, в середині якого лініями невидимого контуру зображений прямокутник. У середині меншого прямокутника також лініями невидимого контуру зображений прямокутник. Фігури перерізу: меншого циліндра – круг з наскрізним отвором уздовж вертикальної центральної лінії; середнього – круг із зрізом в його верхній частині і наскрізним отвором, розташованим уздовж вертикальної центральної лінії; більшого циліндра – круг з двома прямокутними пазами.
3. Вибір положення формату; масштабу зображення.	Формат А3 – по горизонталі. Масштаб натуральний (М 1 : 1).

4. Композиція робочого поля: а) визначення робочого поля; б) розташування габаритних прямокутників; в) проведення осей симетрії.	
5. Побудова головного виду: а) побудова габаритних контурів геометричних масивів; б) зображення контурів видимих елементів на геометричних масивах; в) зображення контурів невидимих елементів на геометричних масивах.	Послідовність графічних операцій Переріз 
6. Побудова фігур перерізів: а) центрові лінії (осі симетрії) і зовнішній контур; б) уточнення фігури перерізу (побудова характерних елементів); в) штрихування фігури перерізу.	 Послідовність графічних операцій 

7. Нанесення розмірів і позначення перерізів: а) розміри елементів деталі, що спроектувалися в колі (Ф8, Ф26, Ф12, Ф40): - дуги (R6) - довжини геометричних форм (32, 16, 2 x 45°) - глибина пазів (5) шпон;	а 
б) координуючі розміри: - відстані до центрів отворів (16, 24) - відстані від торців деталі до окремих елементів (8, 68) - відстань до плоского зрізу (35);	б 
в) габаритні розміри (112, 60); г) позначення перерізів: - січних площин (А – А, Б – Б, В – В) - фігур (А – А, Б – Б, В – В).	в г 
8. Обведення креслення	Кола, дуги; горизонтальні, вертикальні, похилі лінії.
9. Заповнення основного напису	Валик; Сталь; М1:1; № 2.
10. Перевірка креслення	

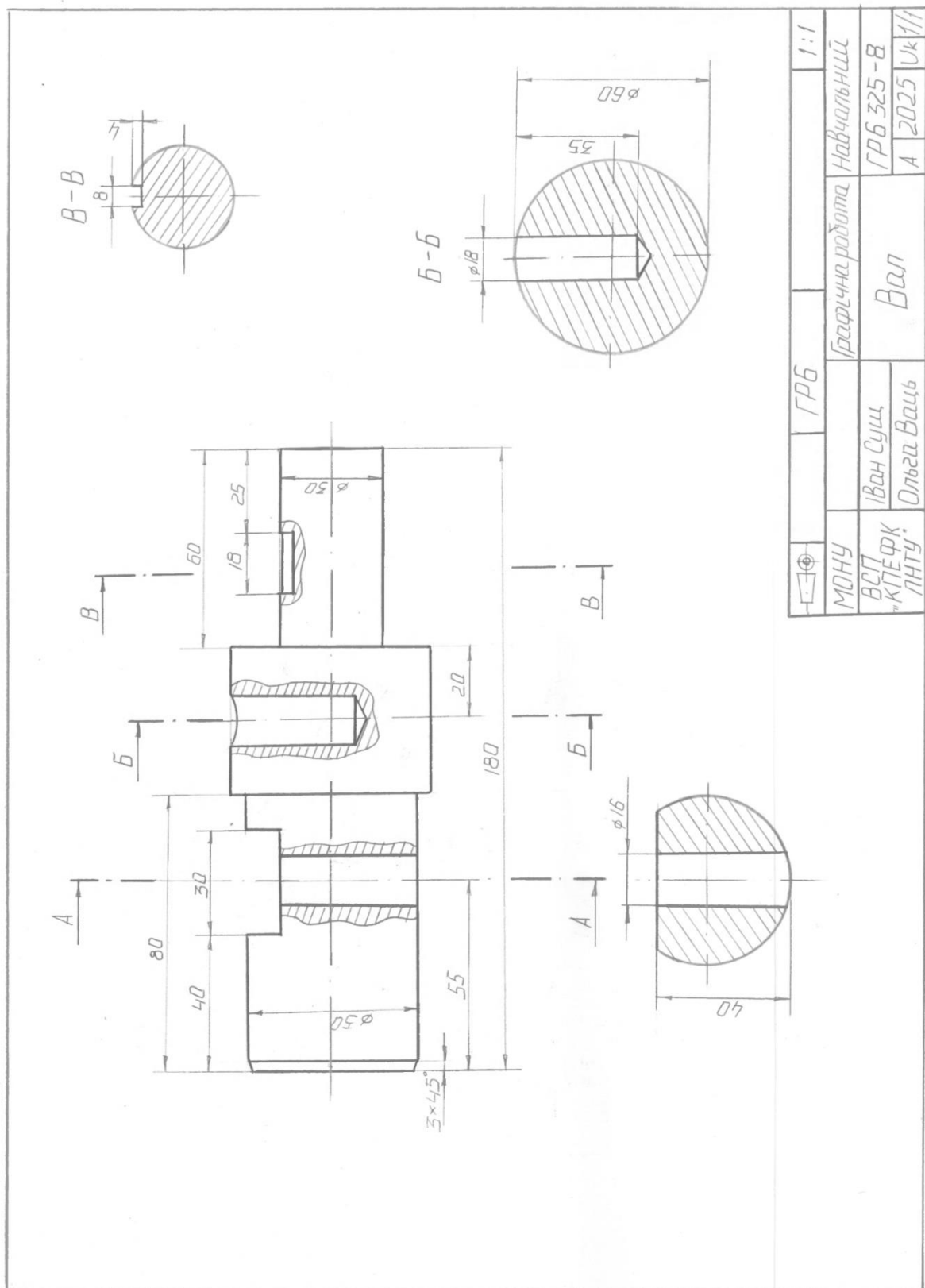
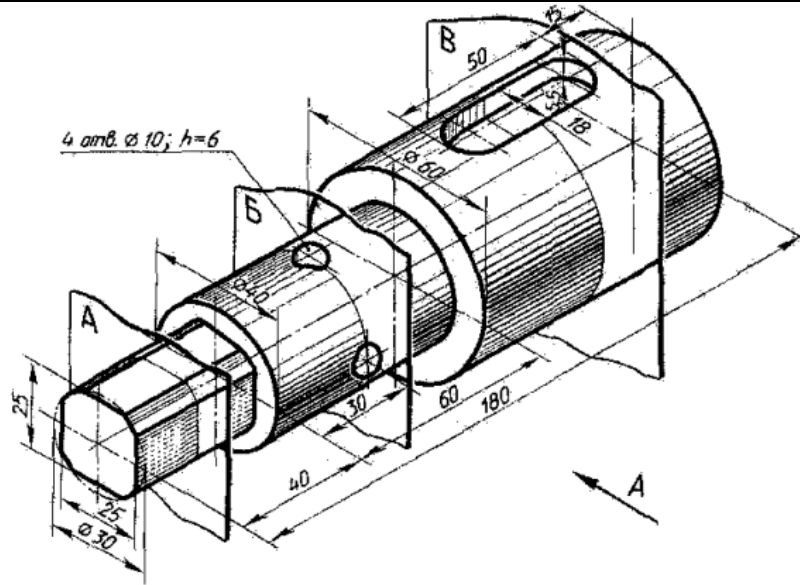
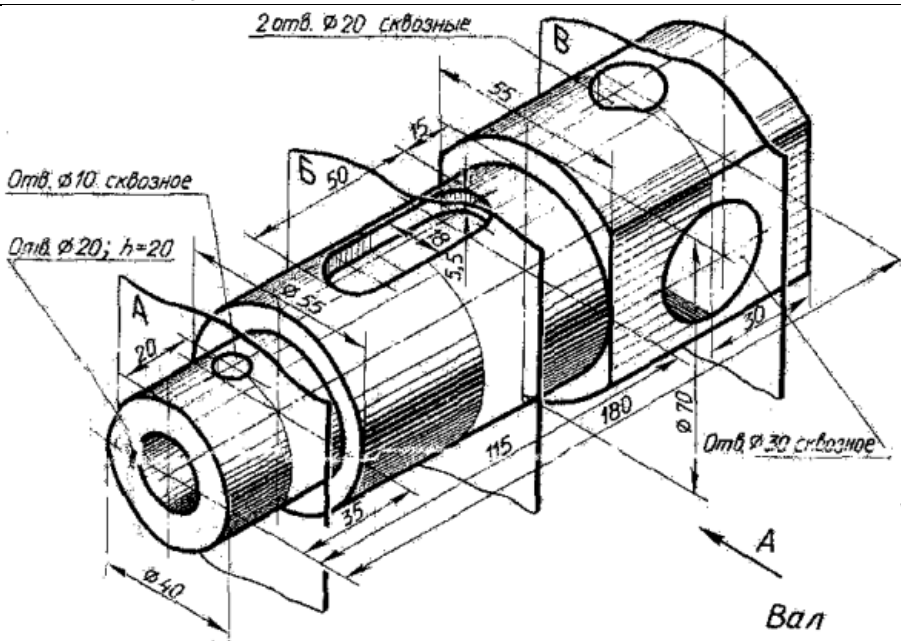
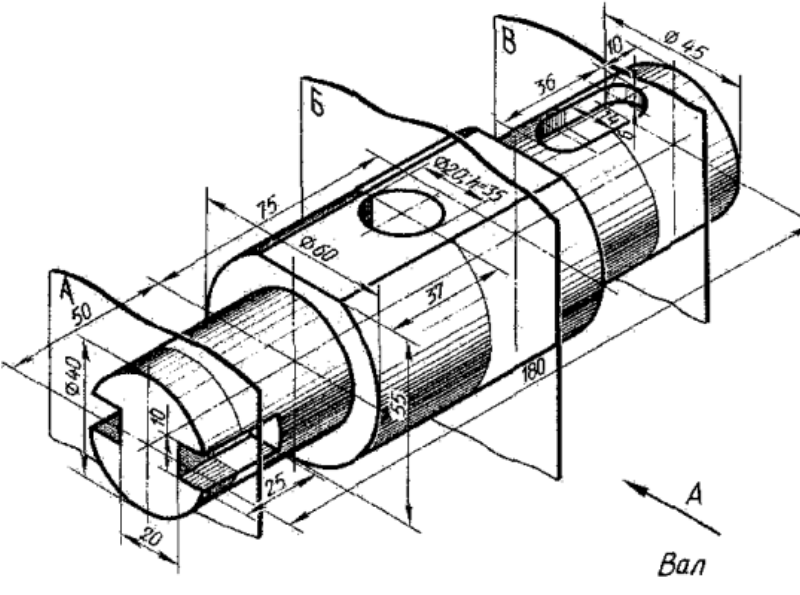


Рисунок 35 Зразок виконання графічної роботи №6 Вал

Таблиця 12 Варіанти завдань до графічної роботи «Вал»

В.1	
В.2	
В.3	

B.4	
B.5	
B.6	

В.7	 4 отв. $\varnothing 10$; $h=6$ В 50 18 $\varnothing 60$ 30 40 60 180 25 $\varnothing 30$ А
В.8	 2 отв. $\varnothing 20$ сквозные Отв. $\varnothing 10$ сквозное Отв. $\varnothing 20$; $h=20$ В 50 18 $\varnothing 55$ 35 115 180 $\varnothing 40$ 20 А Вал Отв. $\varnothing 30$ сквозное
В.9	 В 50 18 $\varnothing 60$ 35 180 $\varnothing 40$ 20 А Вал Отв. $\varnothing 20$; $h=35$

B.10	Отв. $\phi 20$ сквозное Вал
B.11	Отв. $\phi 20$; $h=30$ Отв. $\phi 16$ сквозное Вал
B.12	2 отв. $\phi 16$; $h=20$ 2 отв. $\phi 14$ сквозные Вал

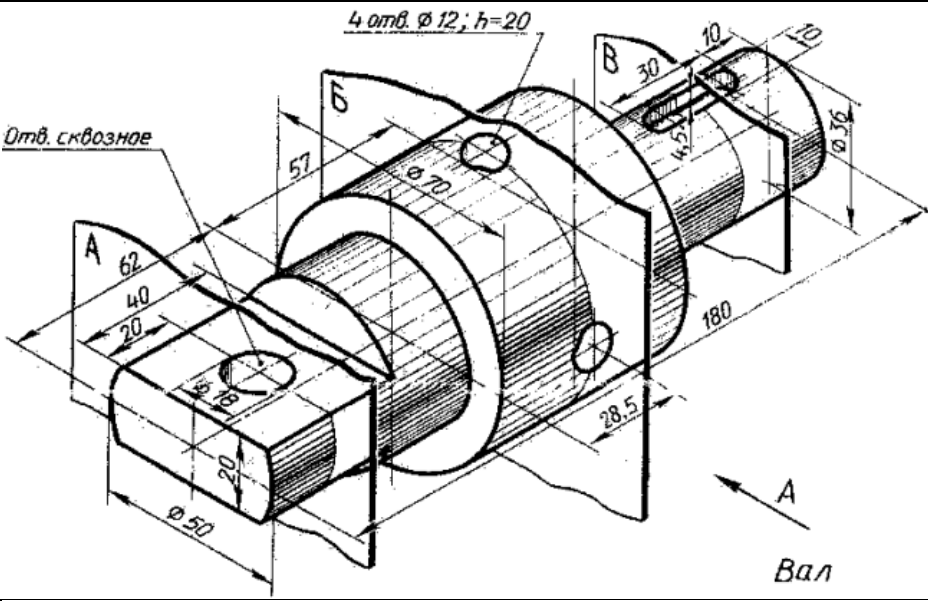
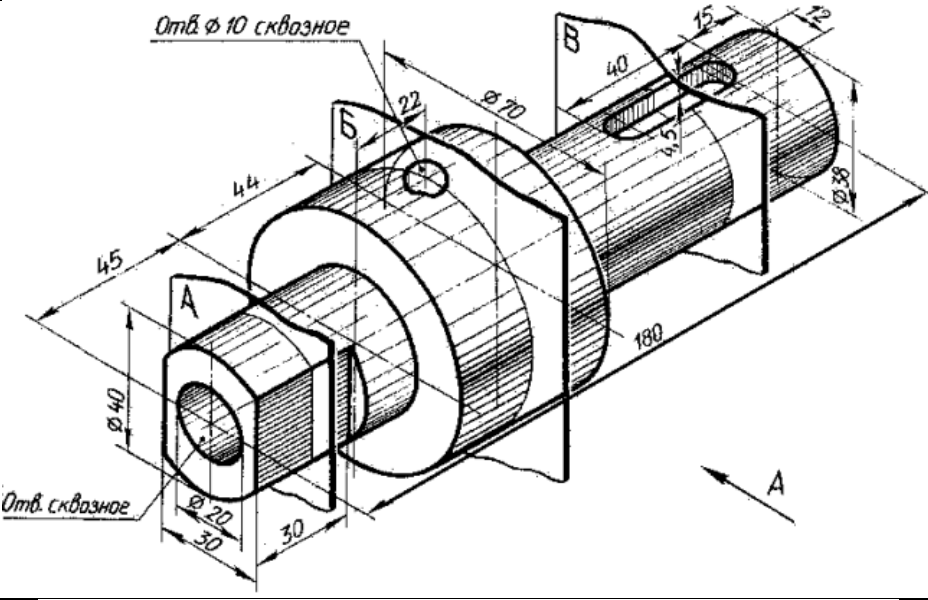
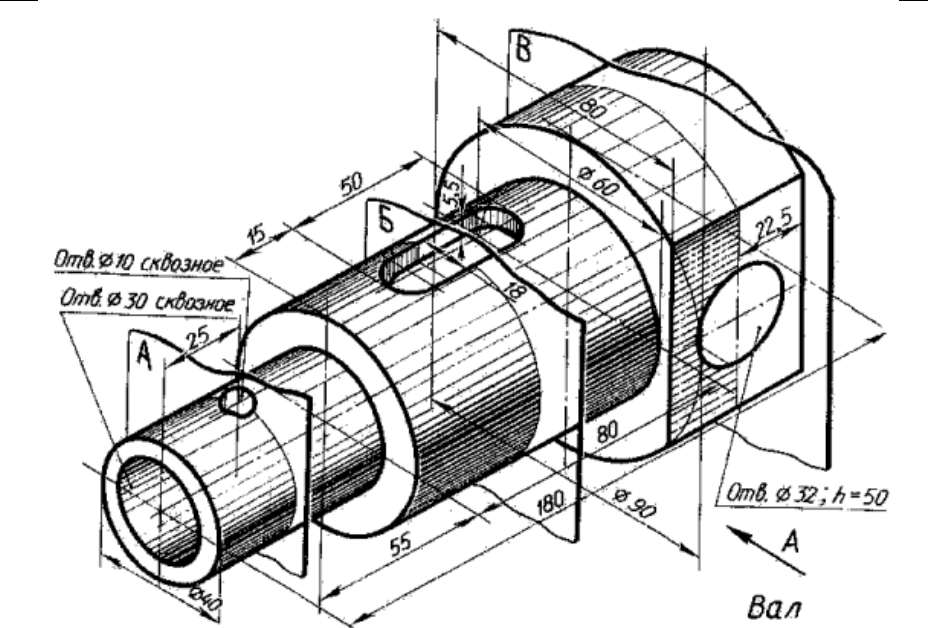
B.13	
B.14	
B.15	

Рис 36 Зразок виконання кресленика Вал

ГР 7

Болтове з'єднання деталей.

Працювати потрібно в такій послідовності:

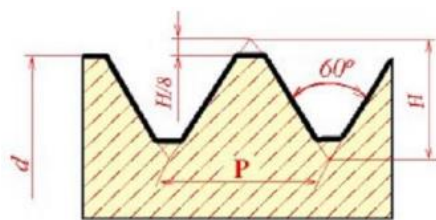
- повторити теоретичний матеріал про нарізі, кріпильні вироби, з'єднання кріпильними виробами, позначення;
- виконати болтове з'єднання на форматі А3, попередньо розрахувавши основні розміри деталей за формулами;
- на кресленні болтового з'єднання на місці виду спереду виконати фронтальний розріз, на виду з ліва профільний;
- болти, шпильки, гайки, шайби у подовжньому розрізі показати не розсіченими;
- суміжні деталі штрихують з нахилом у різні боки;
- на кресленні проставити розміри елементів болтового з'єднання (рис. 17);
- виконати основний напис.

У техніці для з'єднання деталей машин широко застосовують нарізі. В основі утворення нарізі лежить принцип одержання гвинтової лінії. Якщо в патроні токарського верстата закріпити циліндр і підвести до нього різець, то при рівномірному обертанні циліндра і рівномірному поступальному русі різця кінець його накреслить на поверхні циліндра гвинтову лінію.

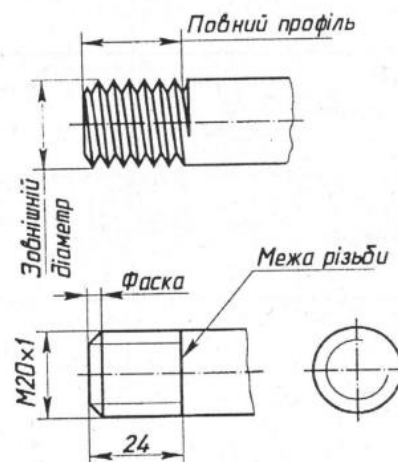
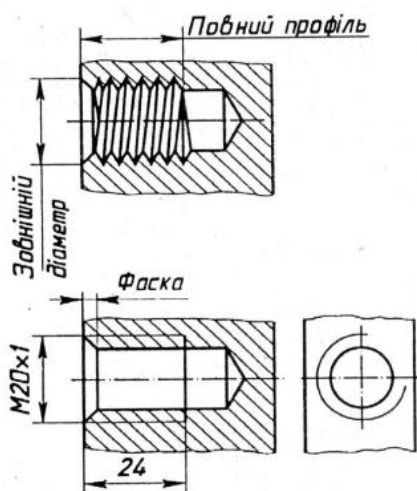
Таблиця 13 Класифікація нарізей

Залежно від форми профілю	Залежно від форми поверхні	Залежно від розташування	Залежно від призначення	За числом заходів	Залежно від напрямку гвинтової лінії
1. Трикутні 2. Трапецеїдальні 3. Упорні 4. Круглі 5. Прямокутні	1. Циліндричні 2. Конічні	1. Зовнішні 2. Внутрішні	1. Кріпильні 2. Ходові 3. Спеціальні	1. Однозахідні 2. Багатозахідні	1. Праві 2. Ліві

Метрична нарізь є основним типом кріпильної нарізі. Її профіль являє собою рівносторонній трикутник із кутом $\alpha = 60^\circ$ (рис 37, а). Метрична нарізь виконується із великим і дрібним кроком для діаметрів від 1 мм до 68 мм і тільки з дрібним кроком для діаметрів від 70 мм до 600 мм.



а)



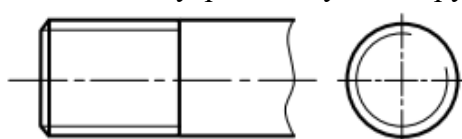
б)

Рисунок 37 Умовне зображення нарізі

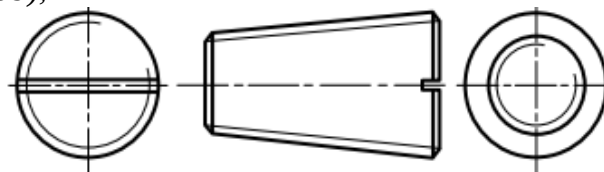
Зображувати такою, як ми її бачимо, дуже складно. Тому на кресленнях це роблять спрощено – умовно. Незалежно від профілю різьби її умовне зображення завжди однакове.

Різьбу зображують:

- на стрижні – суцільними основними лініями по зовнішньому діаметру різьби та суцільними тонкими лініями (рис. 38);
- по внутрішньому діаметру (рис. 39);



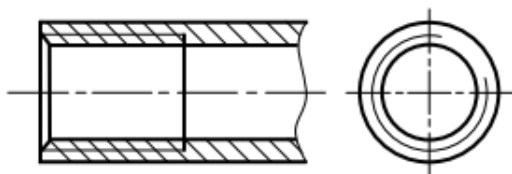
а



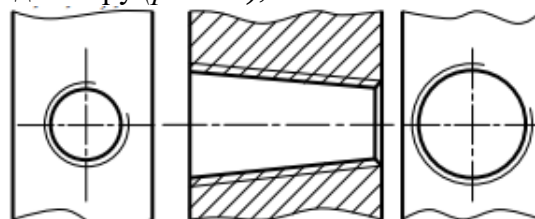
б

Рисунок 38 Зображення нарізі на стрижні

- в отворі – суцільними основними лініями по внутрішньому діаметру різьби та суцільними тонкими лініями – по зовнішньому діаметру (рис. 39);



а



б

Рисунок 39 Зображення нарізі в отворі.

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

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

Зображаючи різьбу, суцільну тонку лінію наносять на відстані не менше 0,8 мм від основної лінії й не більше за величину кроку різьби. Лінію, що визначає межу різьби, наносять на стрижні та в отворі з різьбою в кінці повного профілю різьби.

Межу різьби проводять до лінії зовнішнього діаметра різьби й зображують суцільною основною або штриховою лінією, якщо різьба показана як невидима.

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

Суцільна тонка лінія зображення різьби на стрижні має перетинати лінію межі фаски. Розрізняють конструктивне, спрощене і умовне зображення кріпильних деталей (болтів, гвинтів, гайок, шпильок і т. ін.) та їх з'єднань. При конструктивному зображенні розміри деталей і їх елементів добирають і викреслюють за відповідними стандартами.

Болт - циліндричний стрижень, на одному кінці якого мається голівка, а на іншому – нарізь для нагвинчування гайки (рис. 40).



Рисунок 40 Конструктивні елементи болта

Залежно від призначення та умов роботи болти виконують з шестигранними (найбільш поширені), півкруглими і потайними головками.

За ступенем точності виготовлення болти поділяють на болти нормальної, підвищеної та грубої точності, які вирізняються класами шорсткості (чистоти) поверхні нарізі, циліндричного стрижня і опорної площини головки. (рис.38)

Основними конструктивними елементами нарізі є (рис. 41):

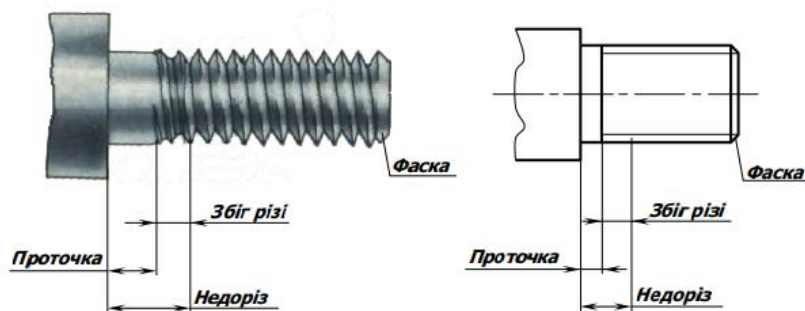


Рисунок 41 Конструктивні елементи нарізі

– збіг різі – частина різі неповного профілю, яку отримують з технологічних причин у зоні переходу різьби виробу до ненарізаної поверхні;

– проточка різьбова – кільцевий жолобок на стрижні або кільцева виточка в отворі, що виконуються перед різьбонарізанням для виходу різьбонарізного інструменту;

– недоріз – частина виробу, яка включає збіг і недовід різьби; під недовідом різьби розуміють величину ненарізаної частини деталі між кінцем збігу й опорною поверхнею деталі;

– фаска – зрізаний у вигляді зрізаного конуса край циліндричного стрижня або отвору. Фаска забезпечує зручність спряження деталей, сприяє ліквідації гострого краю.

Болтове з'єднання використовують для скріплення двох і більше деталей відносно невеликої товщини, та які мають місця для гайки і головки болта, а також часто розбираються і збираються в з'єднанні.

Болтове з'єднання складається з болта, гайки, шайби і деталей, які скріплюються. У деталях **1** і **2** свердлять отвір діаметром $A=1,1d$, де d – діаметр нарізі болта. У отвір встановлюють болт **3**, надівають шайбу **5** і нагвинчують гайку **4**.

У графічній роботі деталі болтового з'єднання креслять за умовними відносними розмірами, які розраховують залежно від діаметру нарізі болта.

БОЛТ:

1. висота головки $h=0,7d$
2. діаметр головки $D=2d$
3. радіус біля головки $R2=0,1d$
4. радіус округлення $R1=d$
5. радіус округлення $R1=1,5d$
6. розмір фаски C
7. запас нарізки при ході з гайки $K=(3...4)p$
8. довжина нарізі $l_0=2d+2p$
9. крок нарізі $p=2\text{ мм}$ при $d=16\text{ мм}$;
 $p=2,5\text{ мм}$ при $d=20\text{ мм}$;
 $p=3\text{ мм}$ при $d=24\text{ мм}$;
 $p=3,5\text{ мм}$ при $d=30\text{ мм}$

ГАЙКА:

1. висота гайки $H=0,8d$
2. діаметр гайки $D=2d$
3. радіус округлення $R=d$
4. радіус округлення $R1=1,5d$

ШАЙБА:

1. діаметр шайби $D_{ш}=2,2d$
2. товщина $S=0,15d$

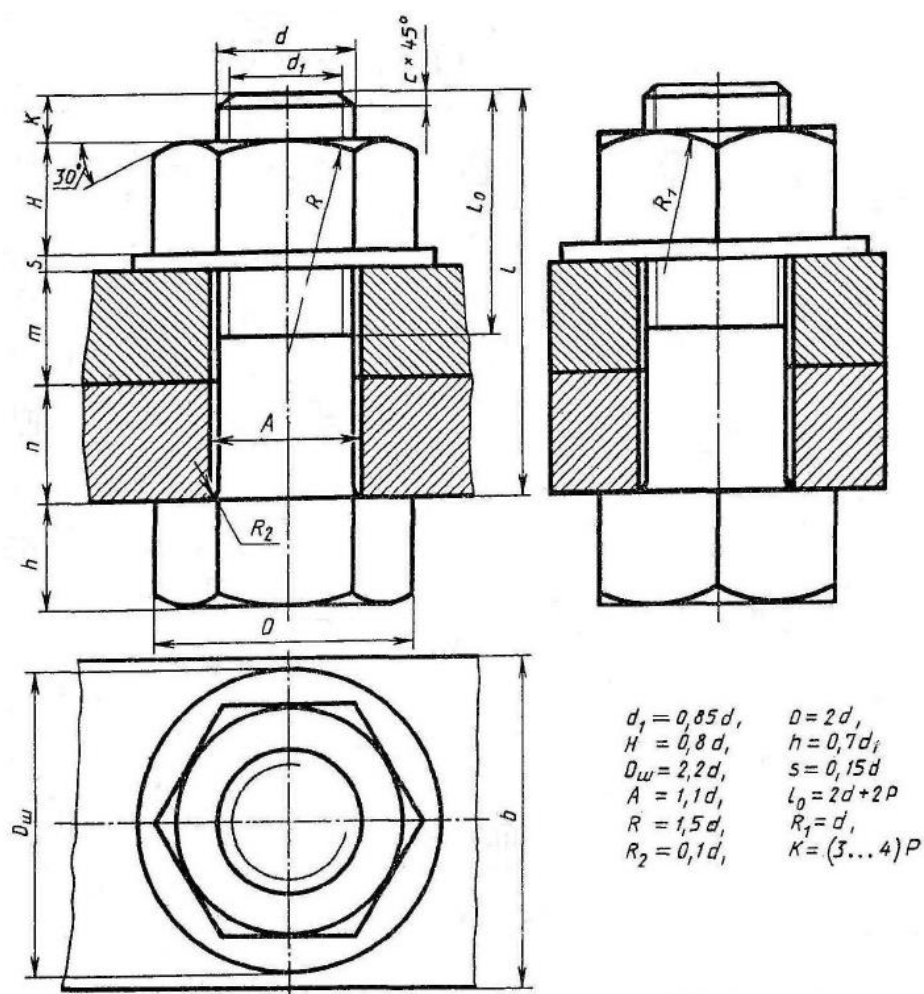
Довжина болта розраховують по формулі:

$$l = m + n + S + H + K,$$

де m і n – товщина деталей, що скріплюється.

Оскільки довжини різьбових кріпильних деталей встановлені стандартом, необхідно порівняти обчислені значення зі значеннями по стандарту і прийняти найближче з них.

Варіанти завдань розрахунково-графічної роботи №7



Таблиця 14 Варіанти завдань розрахунково-графічної роботи №7

№ варі- анта	d	n	m	c	№ варі- анта	d	n	m	c
1	16	25	50	2	16	20	15	25	2,5
2	20	18	30	2,5	17	30	20	30	2,5
3	16	25	50	2	18	20	30	20	2,5
4	24	16	40	2,5	19	24	20	30	2,5
5	30	20	30	2,5	20	16	20	45	2
6	24	20	40	2,5	21	20	25	25	2,5
7	20	15	35	2,5	22	24	15	40	2,5
8	16	25	50	2	23	30	18	35	2,5
9	24	24	30	2,5	24	24	10	40	2,5
10	20	30	25	2,5	25	30	20	35	2,5
11	24	30	20	2,5	26	20	15	25	2,5
12	30	30	30	2,5	27	24	15	30	2,5
13	20	15	40	2,5	28	16	15	25	2
14	24	30	20	2,5	29	24	20	25	2,5
15	30	10	40	2,5	30	20	10	30	2,5

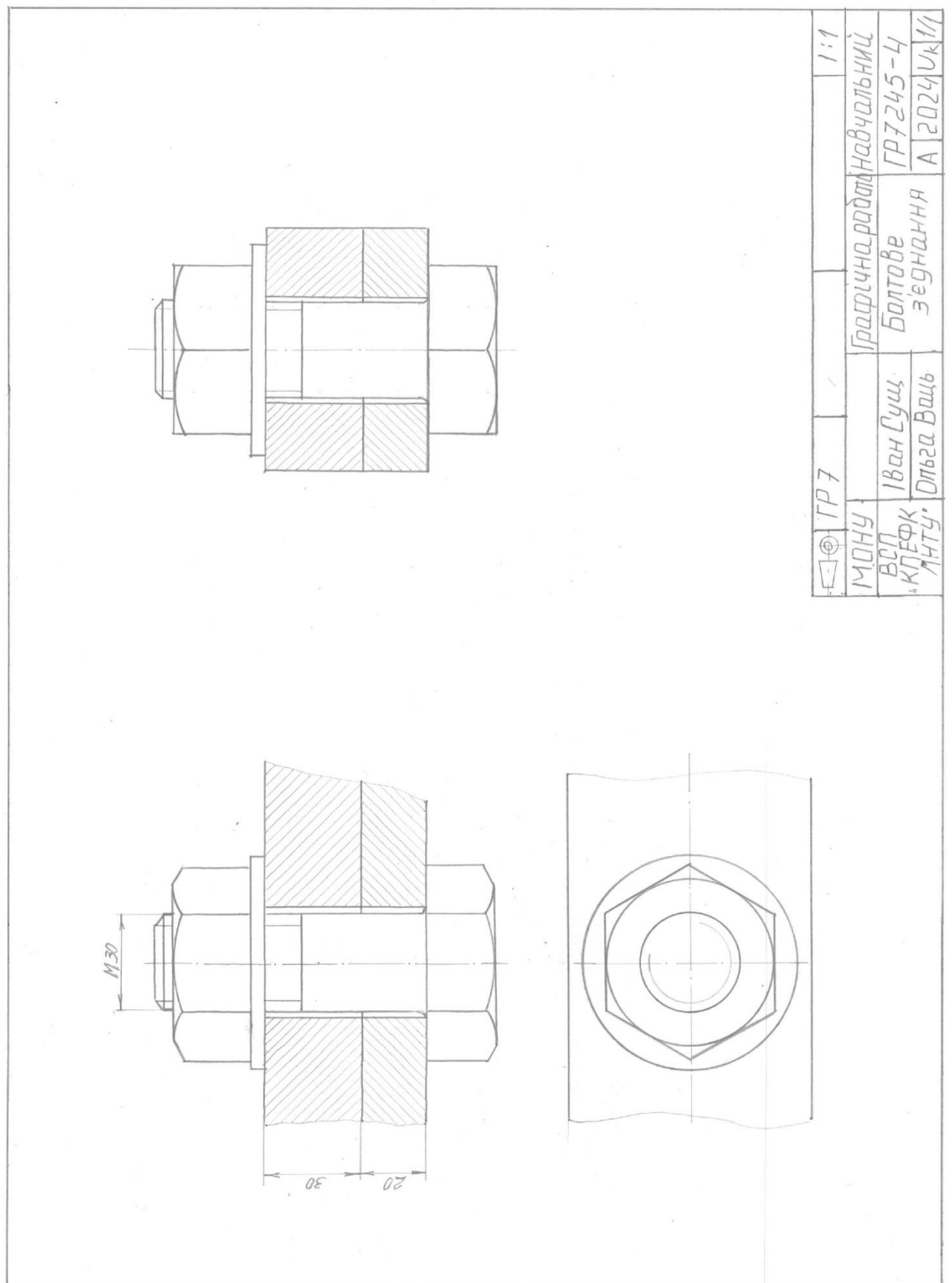


Рисунок 42 Зразок роботи №7 Болтове з'єднання.

ГР 8

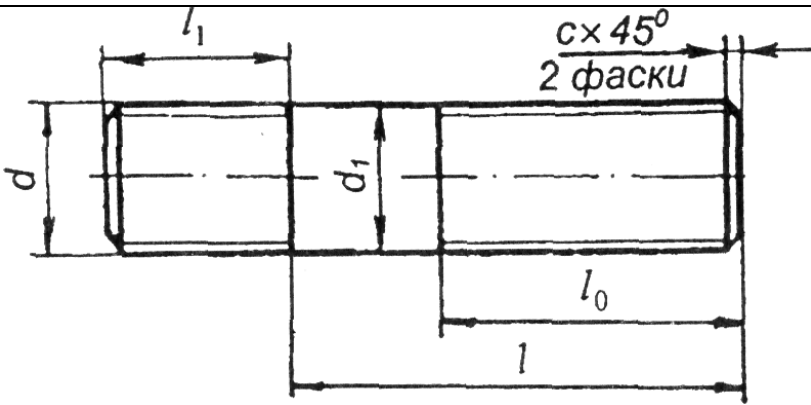
Зображення нарізних з'єднань болтом, шпилькою,
ГВИНТОМ

Згідно завдання графічної роботи дано фронтальний розріз і вигляд зверху кількох деталей, які необхідно з'єднати болтом, шпилькою і гвинтом. На розрізі деталей показані отвори під різьбові кріпильні деталі, на вигляді зверху розміщення болта, шпильки і гвинта показано штрих пунктирними центровими лініями.

Працювати потрібно в такій послідовності:

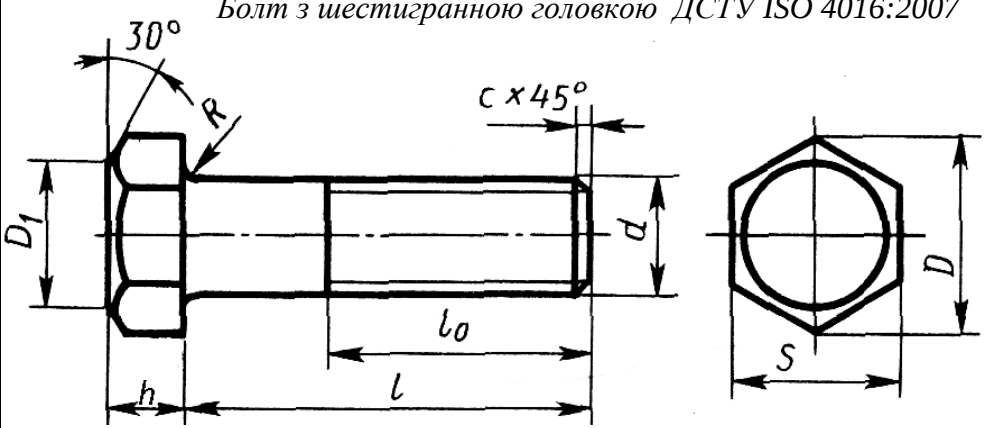
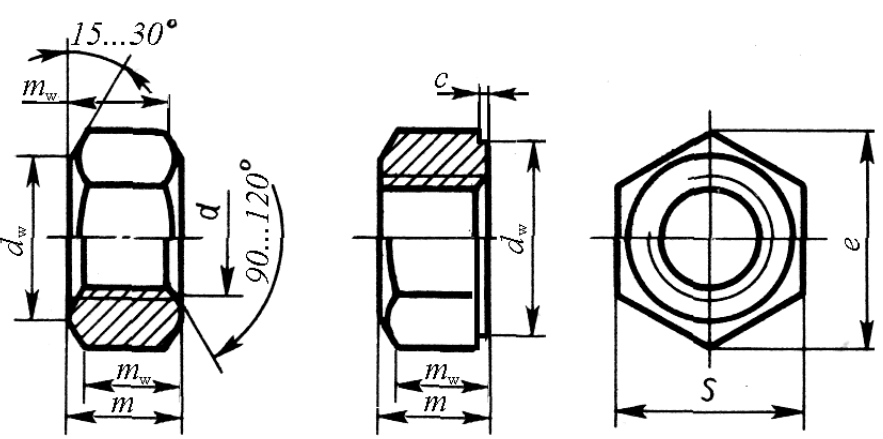
- повторити теоретичний матеріал про нарізі, кріпильні вироби, з'єднання кріпильними виробами, позначення;
- графічну роботу виконувати на одному аркуші креслярського паперу формату А3;
- спочатку в тонких лініях нанести контури деталей, що з'єднуються болтом, шпилькою та гвинтом. Розміри деталей вибрати самостійно;
- різьбові кріпильні деталі необхідно зобразити спрощено, як показано на зразку (рис.43).
- розміри нарізних виробів вибрати з таблиць 15, 16, 17.
- нанести розміри нарізі на болту, гвинту і шпильці та вказати міжосьові відстані між з'єднаннями;
- навести контури деталей з'єднань товстою лінією.

Таблиця 15 Параметри шпильок

							
Шпилька ДСТУ ГОСТ 22032:2008 ($l_1 = d$)							
Шпилька ДСТУ ГОСТ 22034:2008 ($l_1 = 1,25d$)							
Шпилька ДСТУ ГОСТ 22036:2008 ($l_1 = 1,6d$)							
Шпилька ДСТУ ГОСТ 22038:2008 ($l_1 = 2d$)							
d	8	10	12	16	20	24	27
p	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,0
l_0	22	26	30	38	46	54	62
c	1,6	1,6	1,6	2,0	2,5	2,5	2,5
Стандартна довжина шпильок (l): 30; 32; 35; 38; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120; 130.							

Примітка: l_1 – довжина частини шпильки, яка загвинчується в корпусну деталь.

Таблиця 16 Параметри болтів та гайок

Болт з шестигранною головкою ДСТУ ISO 4016:2007 									
Гайка шестигранна ДСТУ ISO 4032-2008 									
d	p	e	s	h	m	l_0	R	l	$l_0 = l$
6	1,0	11,05	10	4,0	5,2	18	0,5	від 22	8...20
8	1,25	14,38	13	5,5	6,8	22	0,5	від 28	8...25
10	1,5	17,77	17	7,0	8,4	26	0,6	від 32	10...30
12	1,75	20,03	19	8,0	10,8	30	0,8	від 35	14...32
16	2,0	26,75	24	10	14,8	38	1,0	від 45	18...40
20	2,5	32,95	30	13	18	46	1,0	від 55	25...50
24	3,0	39,55	36	15	21,5	54	1,5	від 65	32...60
27	3,0	45,2	41	17	23,8	62	1,5	від 70	35...65
Стандартна довжина болтів: 22; 25; 28; 30; 32; 35; 38; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120.									
$D_1 = (0,9...0,95)S$; $c = 0,1d$									

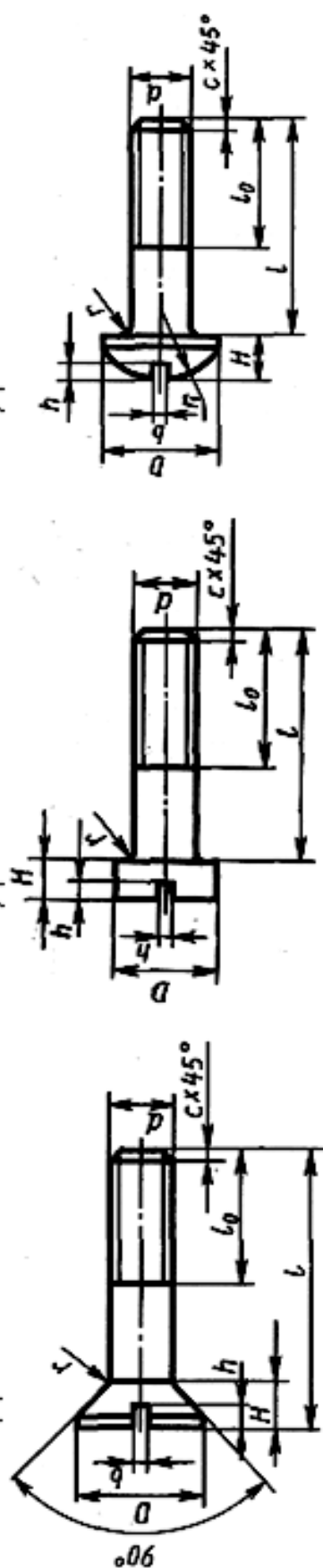
Таблиця 17 Параметри гвинтів

Таблиця 17 – Параметри гвинтів

Гвинт ДСТУ EN ISO 7380:2018

Гвинт ДСТУ ISO 1207:2009

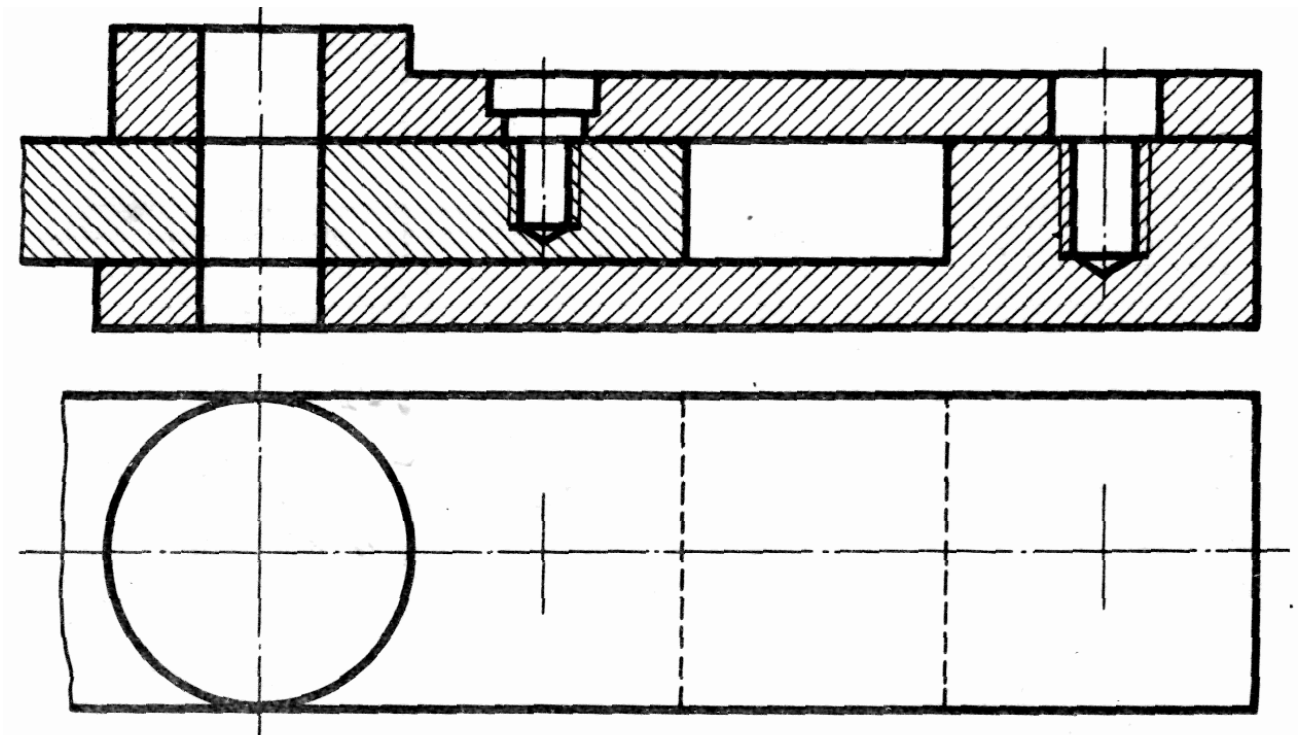
Гвинт ДСТУ ISO 7721:2006



Номинальний діаметр нарізи, d	5	6	8	10	12	16	20
Діаметр головки, D (головака по тайна)	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	28,5	36,0
(головака циліндрична і напівкругла)	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	24,0	30,0
Висота головки, H (головака по тайна)	2,5	3,0	4,0	5,0	5,5	7,0	9,0
(головака циліндрична)	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0
(головака напівкругла)	3,5	4,2	5,6	7,0	8,0	11,0	14,0
Довжина нарізаної частини, l_0	16	18	22	26	30	38	46
Ширини шліця, b	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	4,0
Глибина шліця, h (головака по тайна)	1,2	1,5	2,0	2,5	2,5	3,5	4,0
(головака циліндрична)	1,7	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
(головака напівкругла)	2,3	2,5	3,5	4,0	4,2	5,0	6,0
Радіус округлення під головкою, r	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	2,2
Розмір фаски, c	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

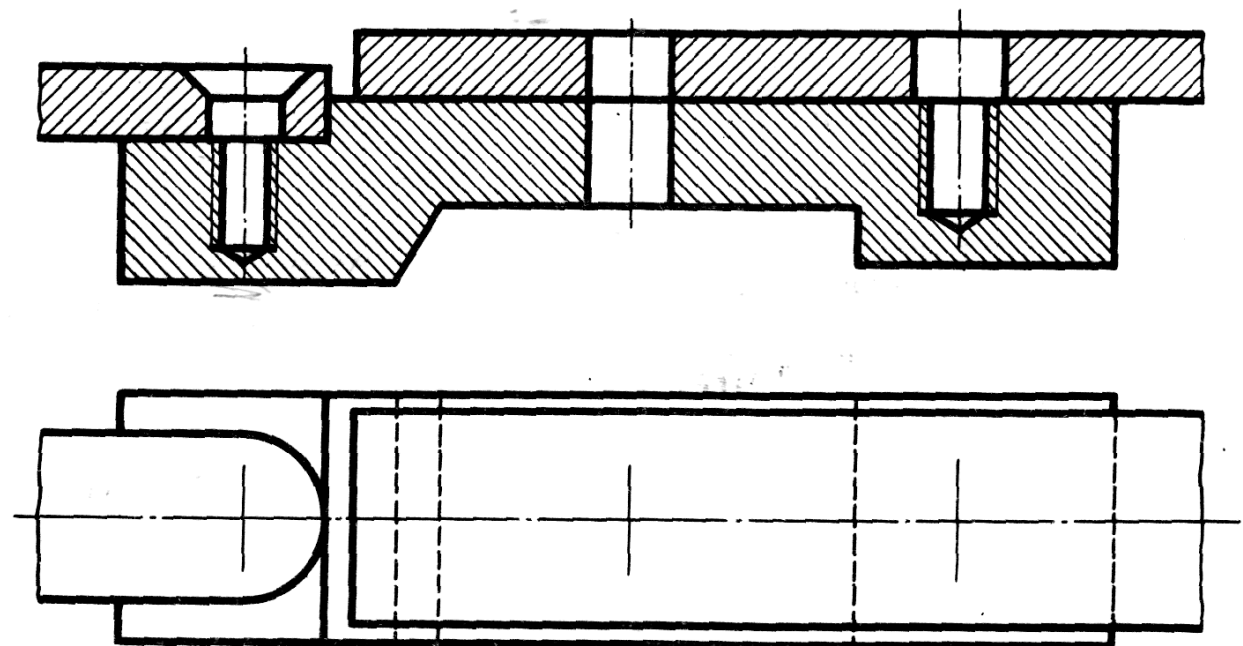
Індивідуальні завдання до графічної роботи № 8

Варіант 1



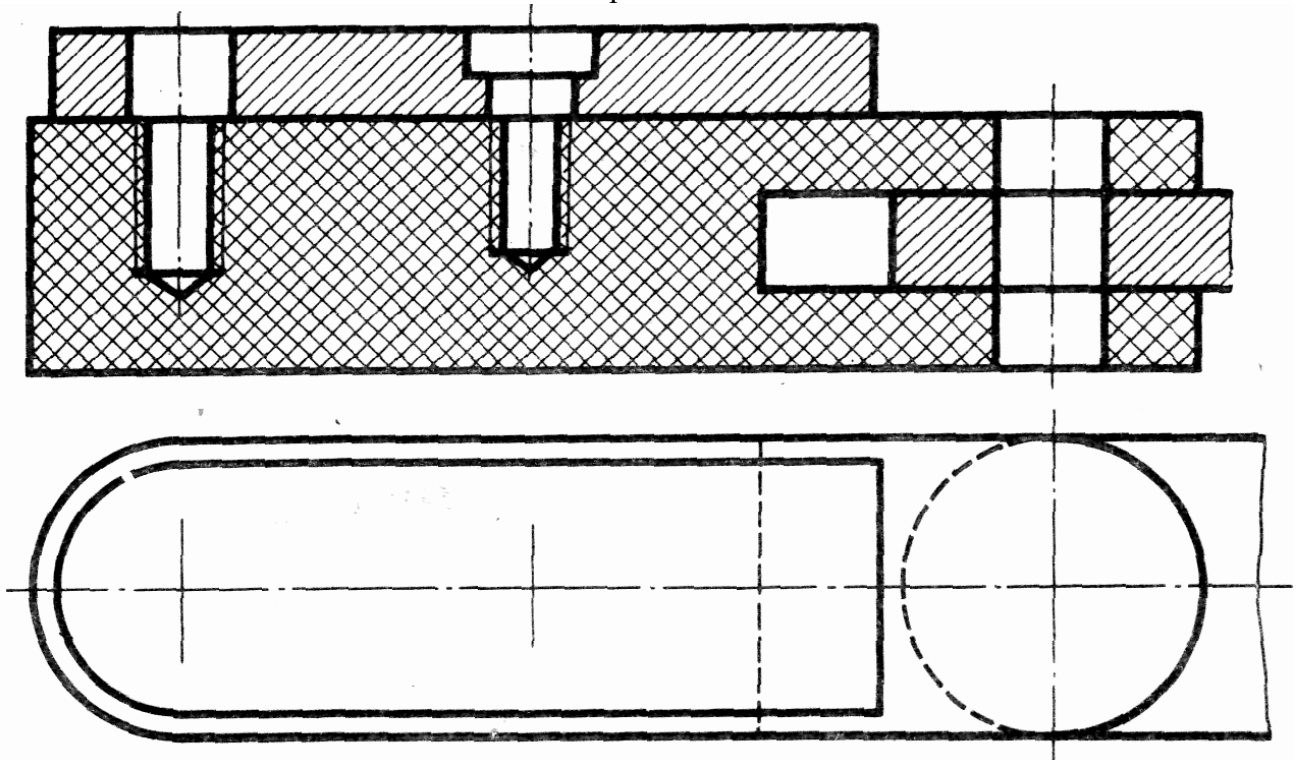
Накреслити з'єднання болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом М8 (ДСТУ ISO 1207:2009) та шпилькою М10 (ДСТУ ГОСТ 22032:2008).

Варіант 2



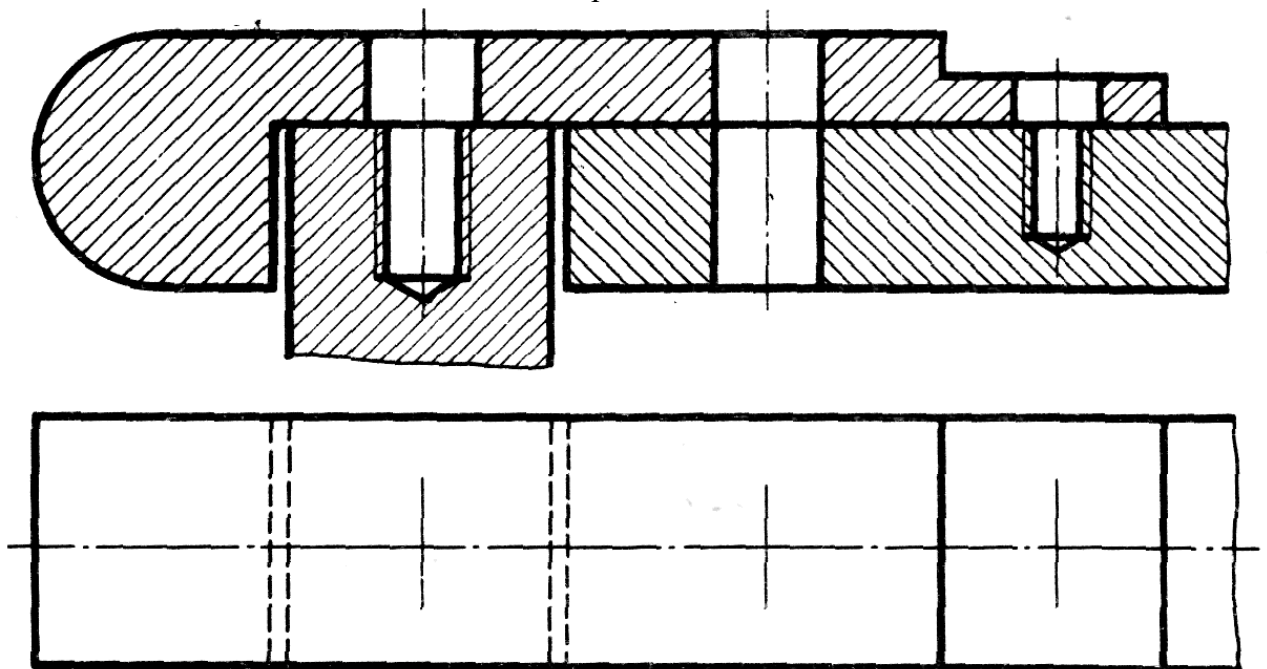
Накреслити з'єднання гвинтом М8 (ДСТУ ISO 7721:2006), болтом М10 (ДСТУ ISO 4016:2007) та шпилькою М10 (ДСТУ ГОСТ 22034:2008).

Варіант 3



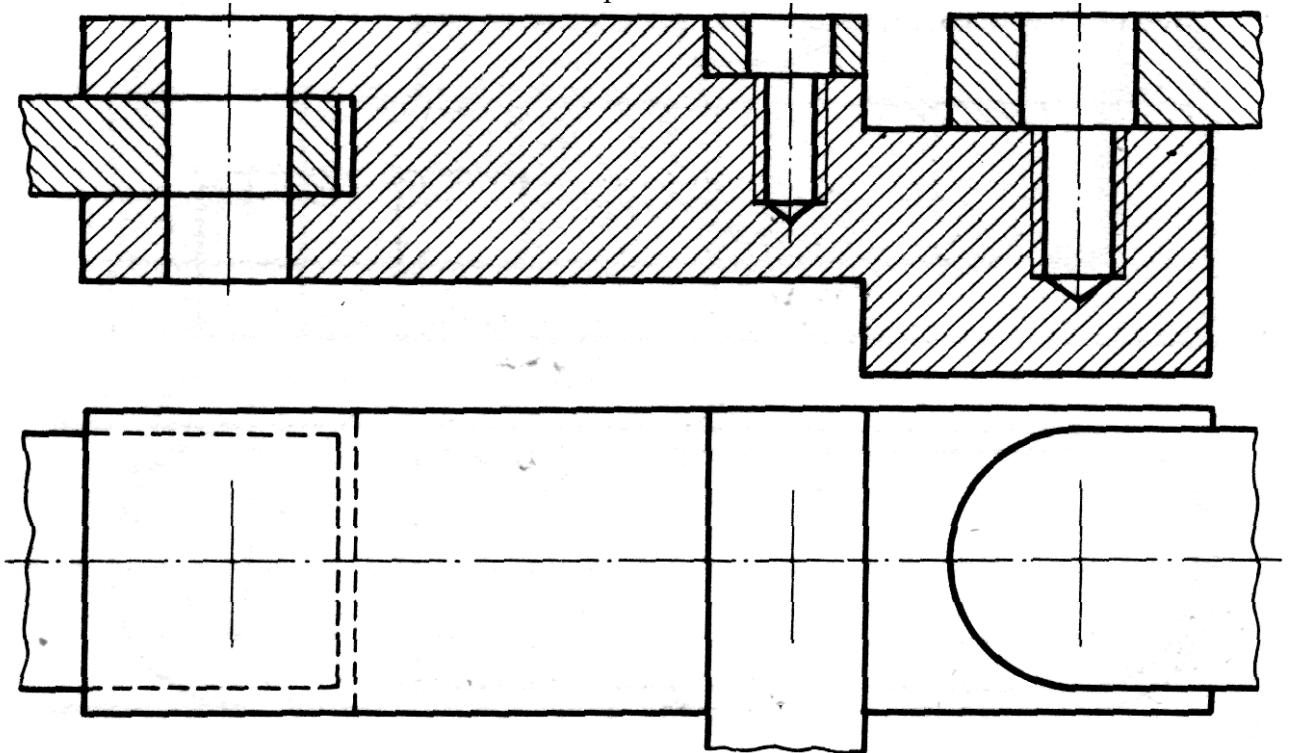
Накреслити з'єднання шпилькою М10 (ДСТУ ГОСТ 22036:2008), гвинтом М8 (ДСТУ ISO 1207:2009) та болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007).

Варіант 4



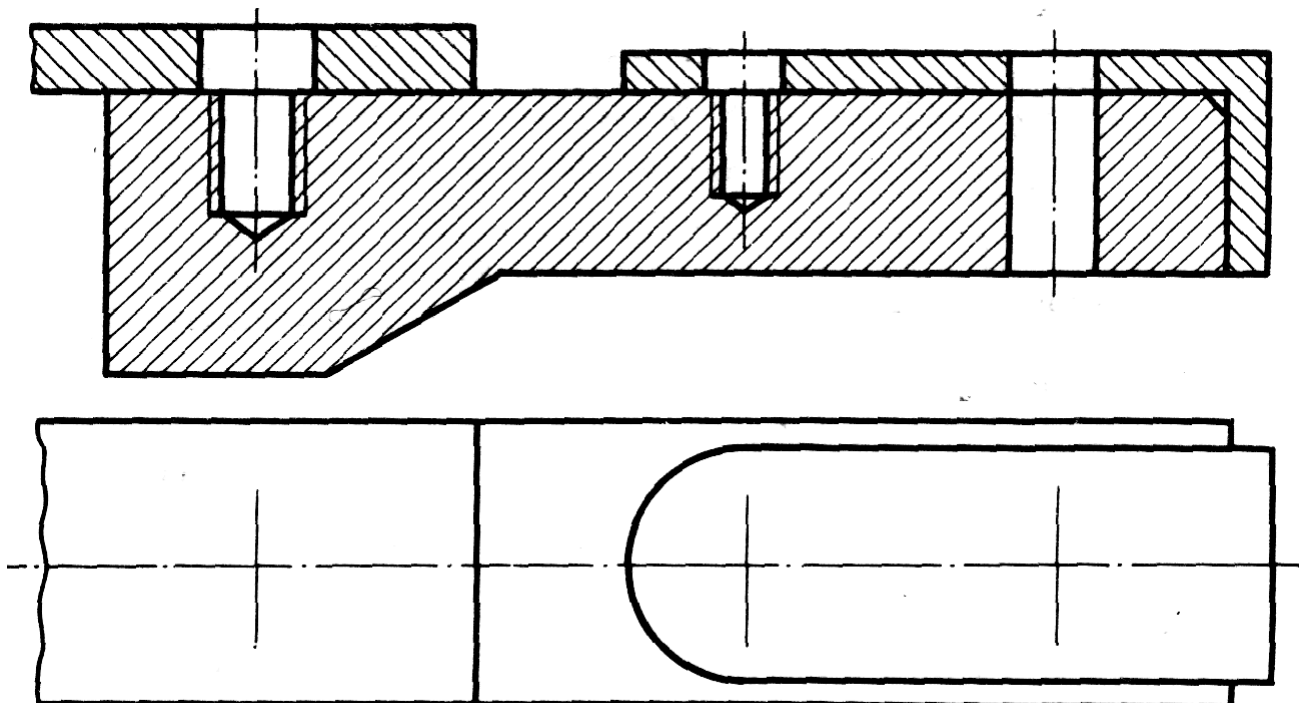
Накреслити з'єднання шпилькою М12 (ДСТУ ГОСТ 22038:2008), болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007) та гвинтом М10 (ДСТУ EN ISO 7380:2018).

Варіант 5



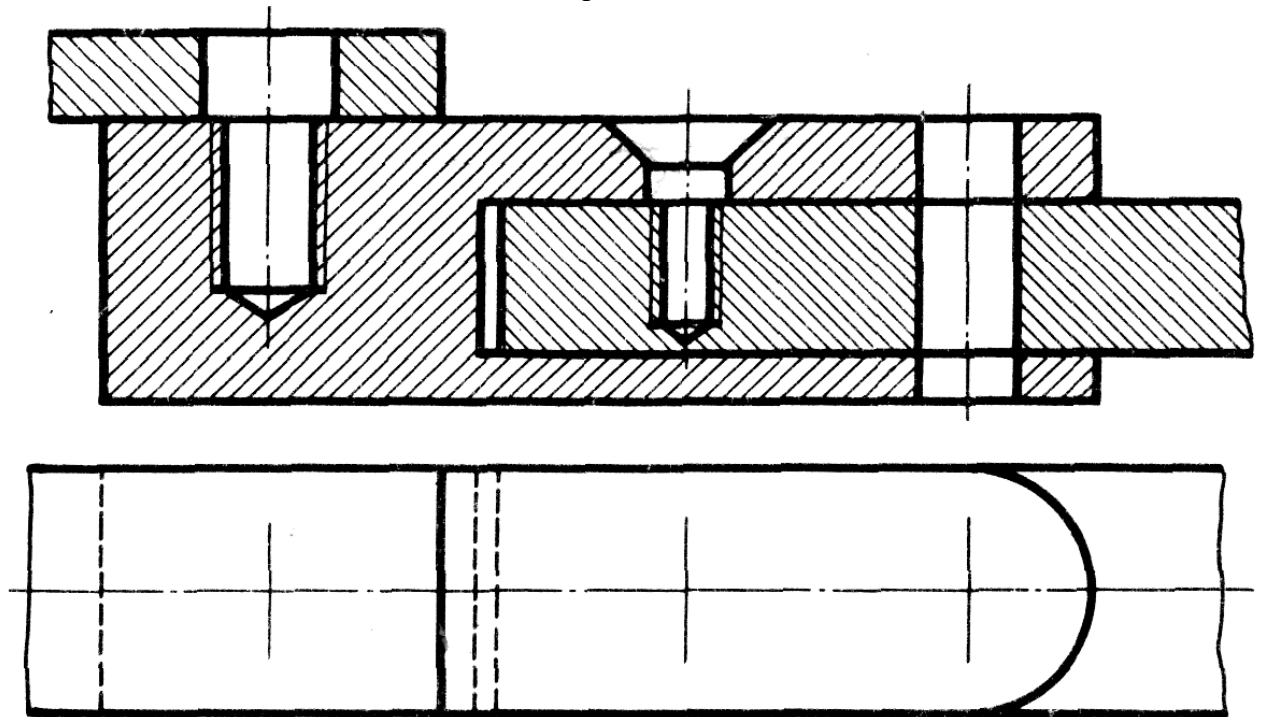
Накреслити з'єднання болтом М16 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом М8 (ДСТУ EN ISO 7380:2018) та шпилькою М12 (ДСТУ ГОСТ 22032:2008).

Варіант 6



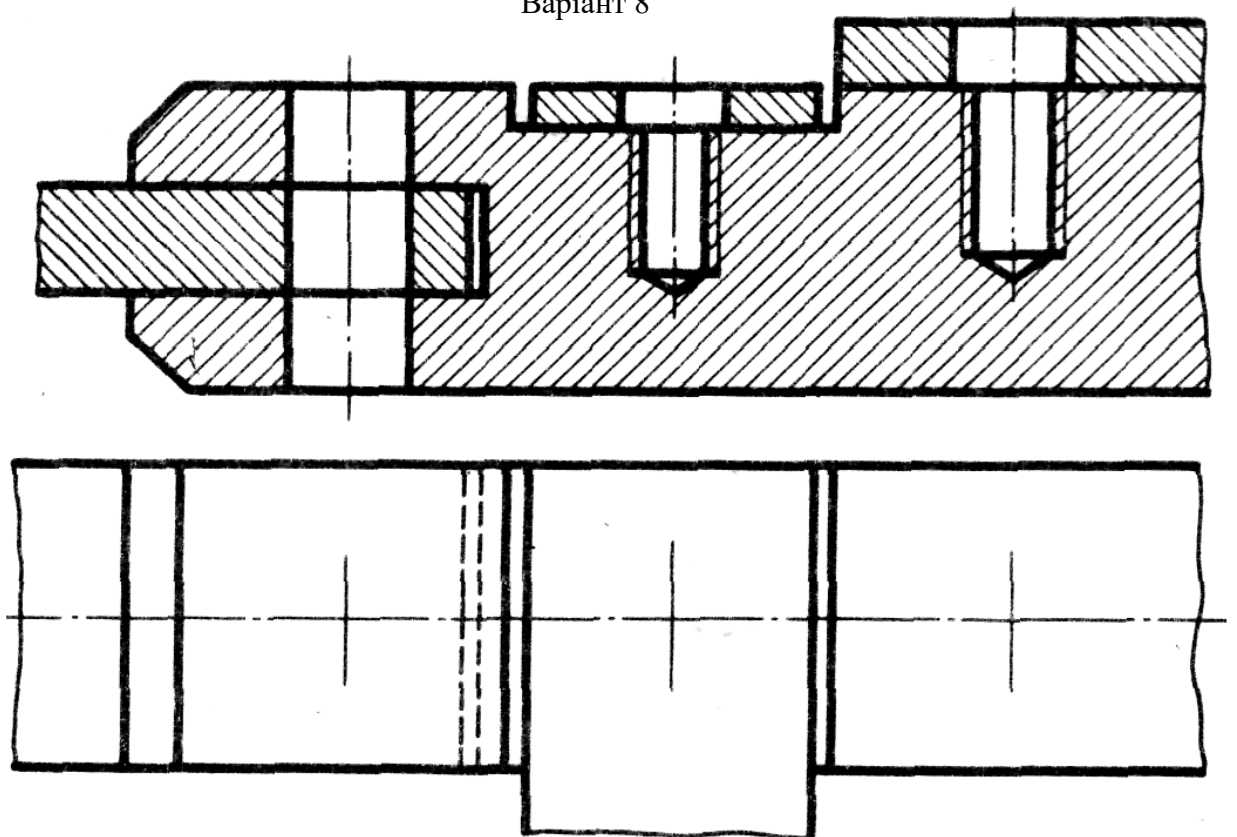
Накреслити з'єднання шпилькою М12 (ДСТУ ГОСТ 22034:2008), гвинтом М8 (ДСТУ EN ISO 7380:2018) та болтом М10 (ДСТУ ISO 4016:2007).

Варіант 7



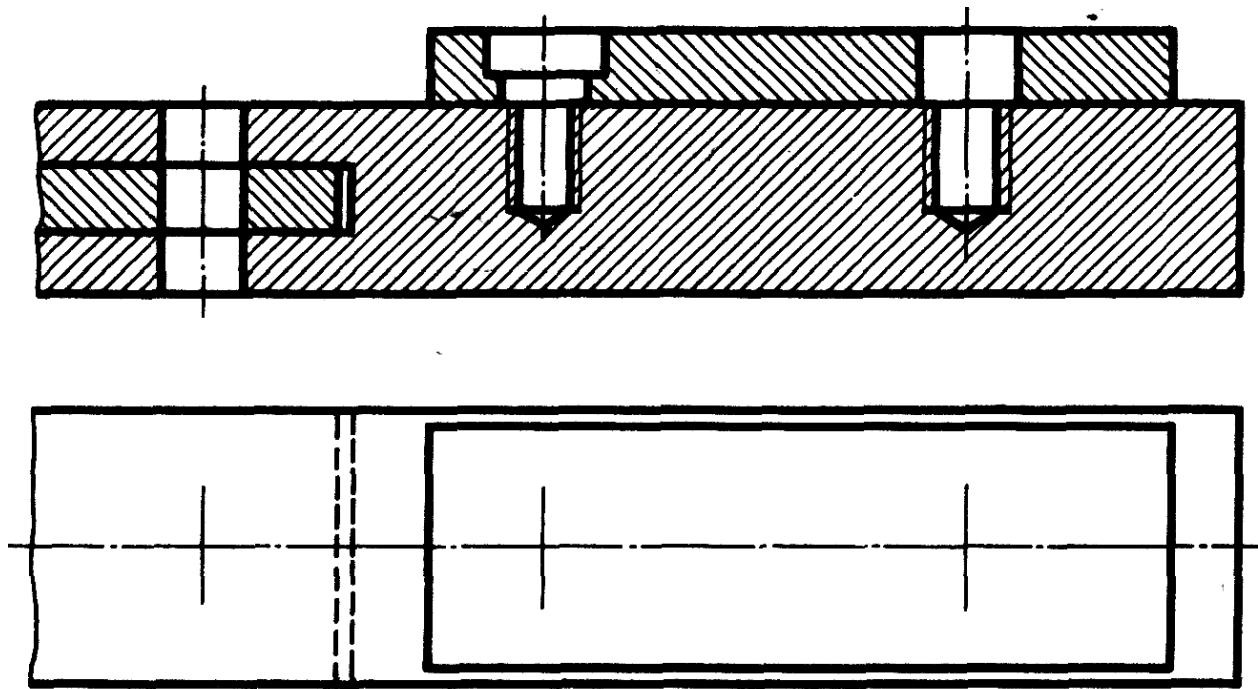
Накреслити з'єднання шпилькою M12 (ДСТУ ГОСТ 22034:2008), гвинтом M6 (ДСТУ ISO 7721:2006) та болтом M10 (ДСТУ ISO 4016:2007).

Варіант 8



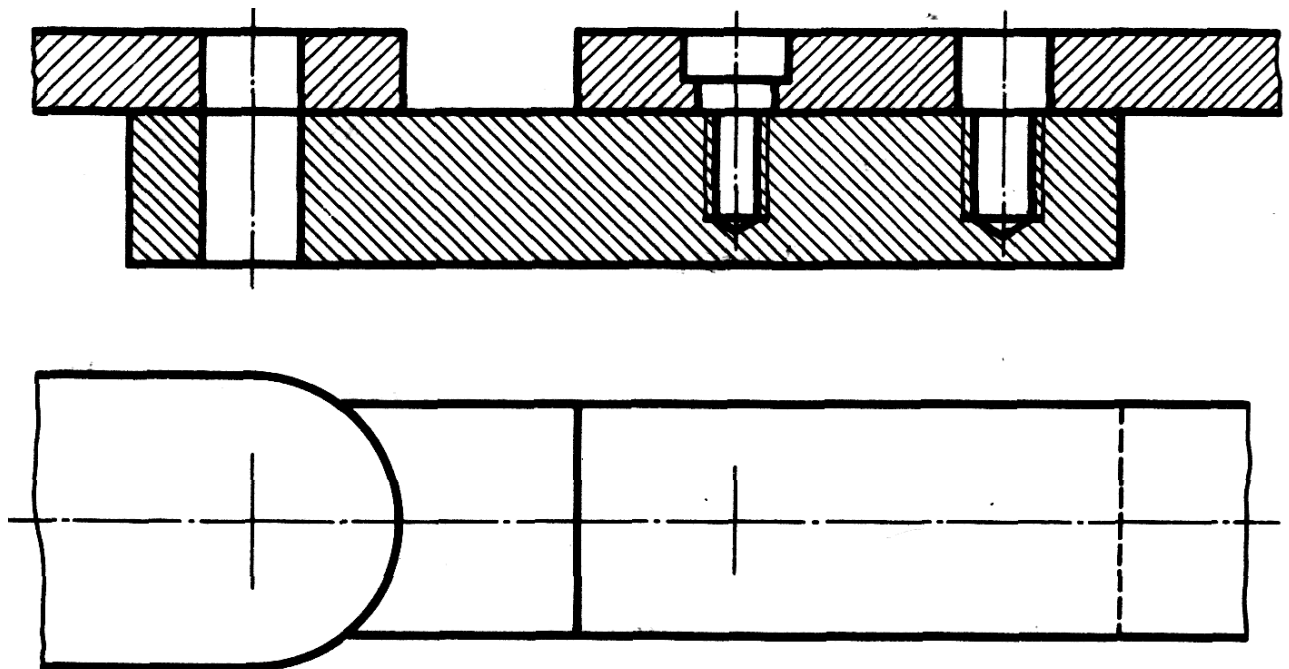
Накреслити з'єднання болтом M12 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом M8 (ДСТУ EN ISO 7380:2018) та шпилькою M10 (ДСТУ ГОСТ 22036:2008).

Варіант 9



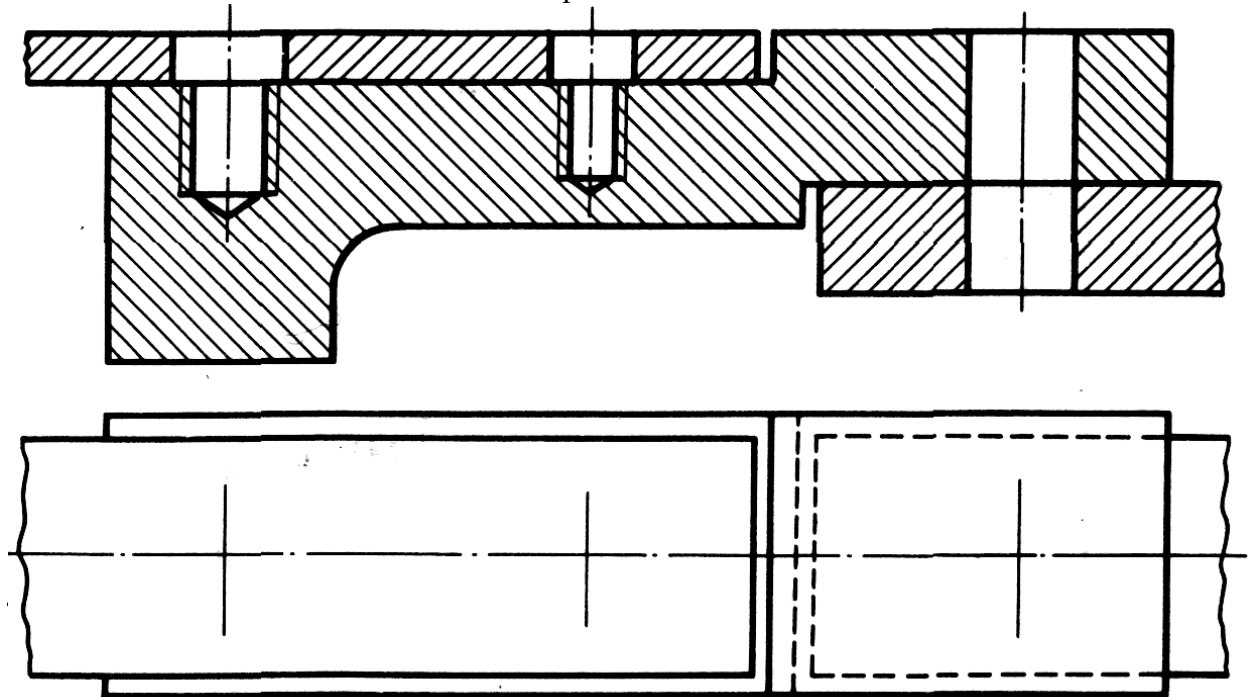
Накреслити з'єднання болтом М8 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом М8 (ДСТУ ISO 1207:2009) та шпилькою М8 (ДСТУ ГОСТ 22038:2008).

Варіант 10



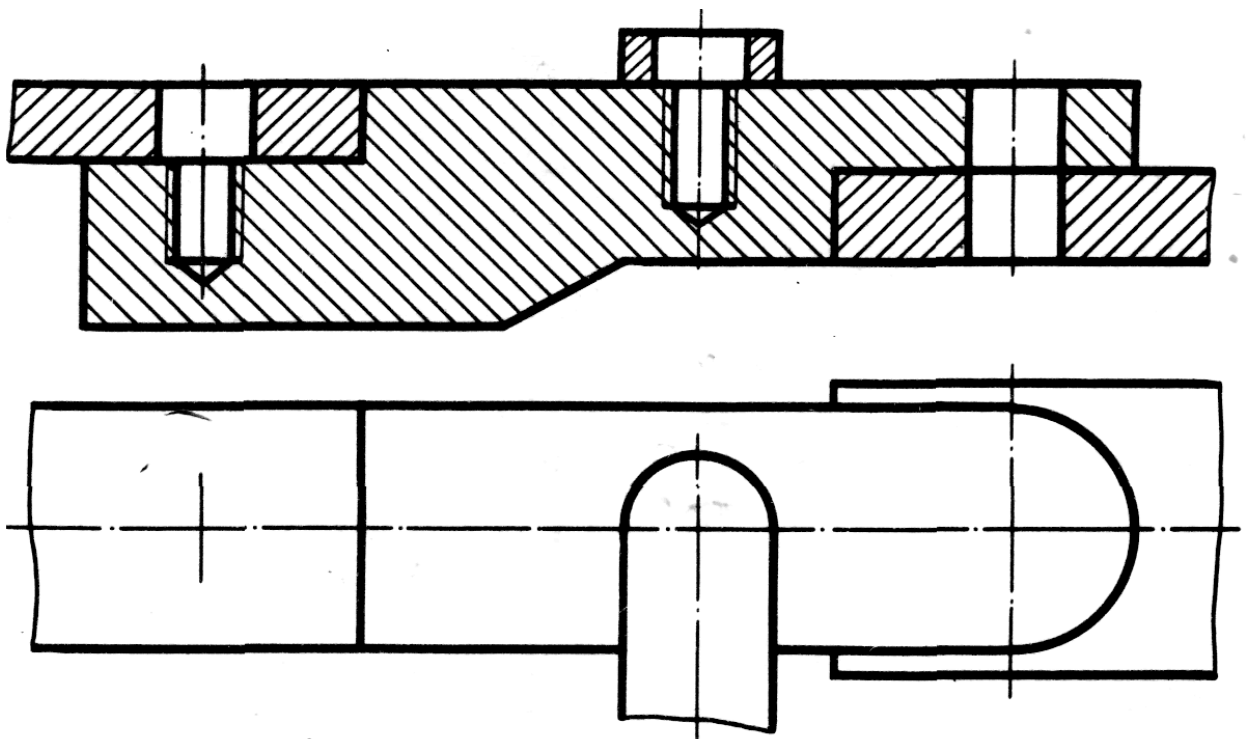
Накреслити з'єднання болтом М10 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом М6 (ДСТУ ISO 1207:2009) та шпилькою М8 (ДСТУ ГОСТ 22032:2008).

Варіант 11



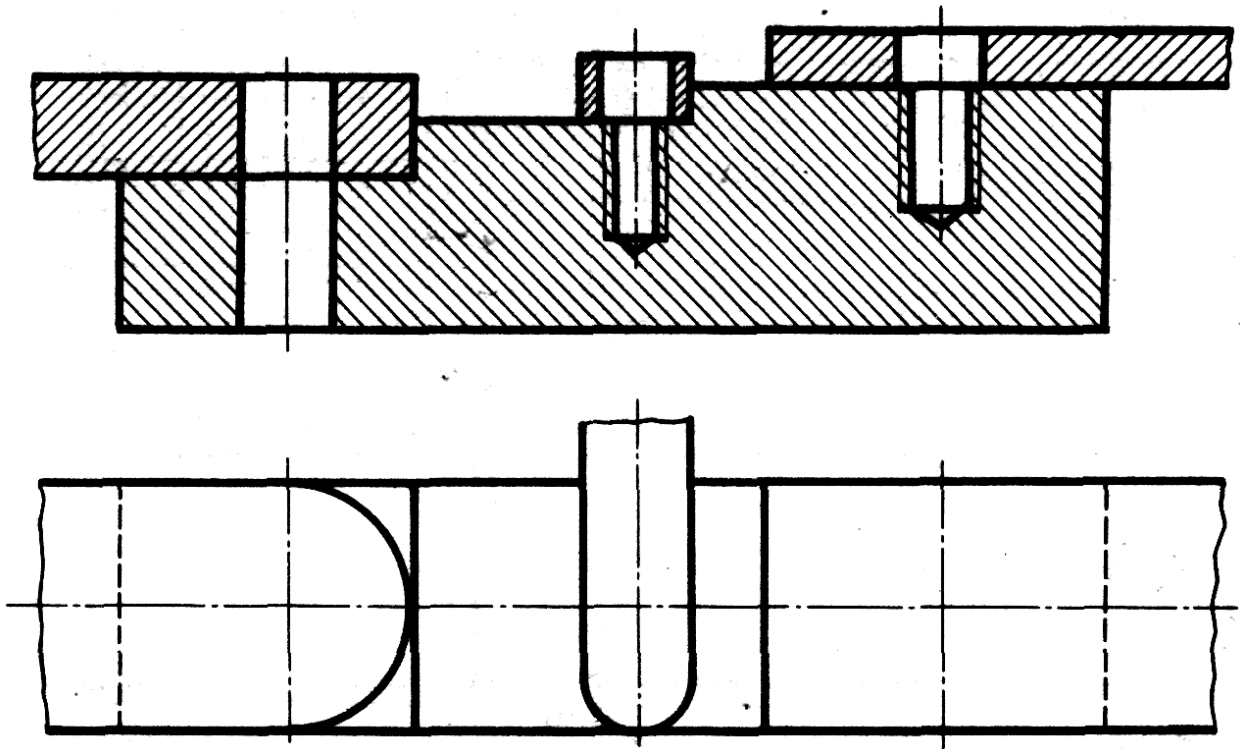
Накреслити з'єднання шпилькою М12 (ДСТУ ГОСТ 22034:2008), гвинтом М8 (ДСТУ EN ISO 7380:2018) та болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007).

Варіант 12



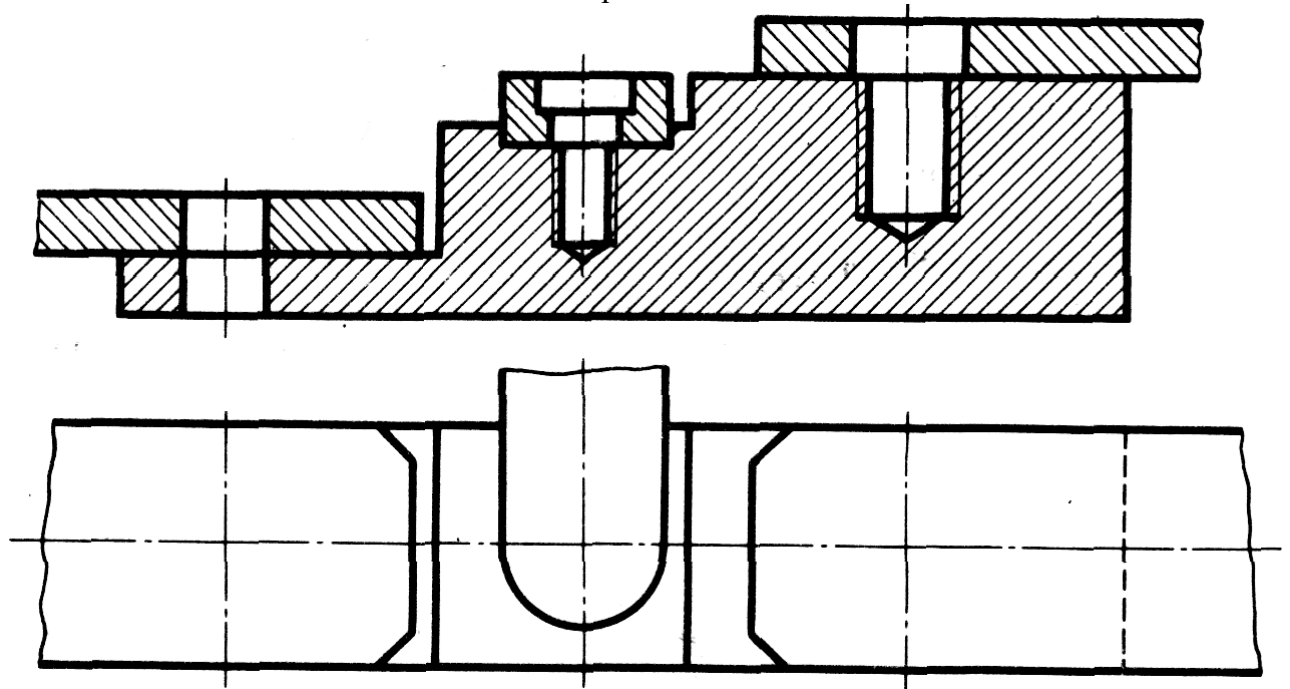
Накреслити з'єднання шпилькою М8 (ДСТУ ГОСТ 22036:2008), гвинтом М6 (ДСТУ EN ISO 7380:2018) та болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007).

Варіант 13



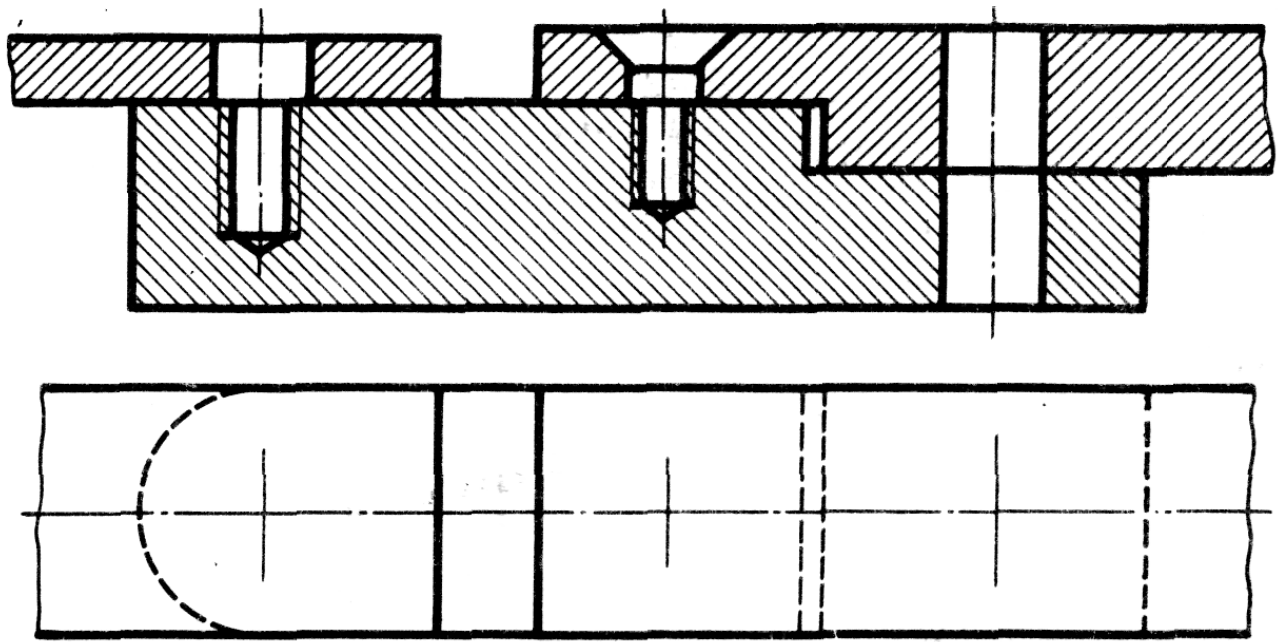
Накреслити з'єднання болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом М6 (ДСТУ EN ISO 7380:2018) та шпилькою М10 (ДСТУ ГОСТ 22038:2008).

Варіант 14



Накреслити з'єднання болтом М10 (ДСТУ ISO 4016:2007), гвинтом М8 (ДСТУ ISO 1207:2009) та шпилькою М12 (ДСТУ ГОСТ 22032:2008).

Варіант 15



Накреслити з'єднання шпилькою М8 (ДСТУ ГОСТ 22034:2008), гвинтом М6 (ДСТУ ISO 7721:2006) та болтом М12 (ДСТУ ISO 4016:2007).

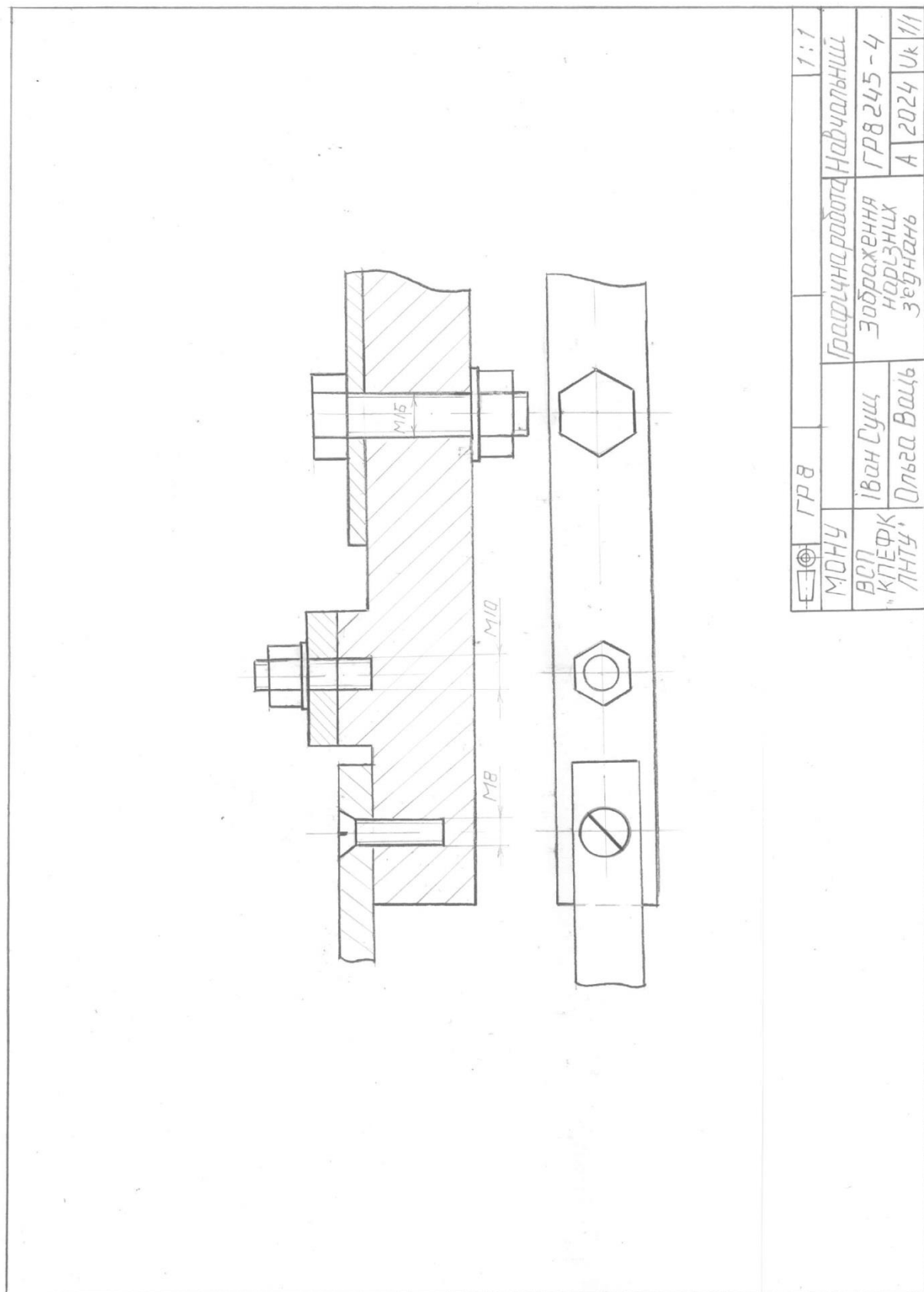


Рисунок 43 Зразок виконання графічної роботи №8

ГР 9

Робоче креслення, ескіз деталі

Працювати потрібно в такій послідовності:

- повторити теоретичний матеріал про нарізі, кріпильні вироби, з'єднання кріпильними виробами, позначення;
- графічну роботу виконувати на одному аркуші креслярського паперу формату А4 (рис. 45 Зразок виконання графічної роботи №9);
- виконати робоче креслення деталі. Потрібні параметри якої подано в таблиці 18 і на рисунку 44 .
- на робочому кресленні деталі, яке складається з двох зображень – головного вигляду та вигляду зверху:

а) поєднати половину головного вигляду з половиною розрізу;

б) на зовнішній циліндричній поверхні діаметром D зобразити зовнішню нарізь довжиною $l_1 - l_2 - b$ згідно з варіантом;

в) у циліндричному отворі діаметром d зобразити внутрішню нарізь згідно з варіантом та фаску $c \times 45^\circ$;

г) розмір S визначити як розмір «під ключ» залежно від розміру D_2 ;

д) $D_3 = (0,9 \dots 0,95)S$

е) нанести всі потрібні розміри;

ж) нанести шорсткість поверхонь нарізей $R_z 20$, решти поверхонь $R_z 80$;

з) деталь – кришка, матеріал Бр. ОЦС 3 - 12 - 5 ГОСТ 613 – 79.

Таблиця 18. Варіанти завдань графічної роботи №9

Варіант	Зовнішня різь	Внутрішня різь	D_1	D_2	D_4	d_1	d_2	L	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	b	D_5	c
1	M48	M24	70	53,1	40	28	32	60	34	5	20	40	16	6	41	3
2	M45	M24	65	53,1	38	26	30	60	34	5	20	40	16	6	38	3
3	M42	M24	62	53,1	36	26	28	58	34	5	20	38	16	6	35	3
4	M39	M20	58	47,3	34	22	26	58	34	5	20	38	16	6	33	3
5	M36	M16	55	47,3	30	18	22	55	32	4	22	38	13	6	30	3
6	M33	M16	50	41,6	28	18	22	55	32	4	22	38	13	6	28	2,5
7	M30	M12	46	41,6	26	14	18	55	32	4	22	38	13	6	25	2,5
8	M27	M10	42	34,6	22	12	16	50	32	3	20	35	10	6	22	2,5
9	M24	M6	40	31,2	20	8	12	50	32	3	20	36	10	6	19	2,5
10	M48x2	M27	70	53,1	44	32	36	60	34	5	20	40	16	5	45	2
11	M45x2	M24	65	53,1	40	28	32	60	34	5	20	40	16	5	42	2
12	M42x2	M24	62	53,1	38	26	30	58	32	5	20	40	16	5	39	2
13	M39x2	M20	58	47,3	36	24	28	58	32	5	20	40	16	5	36	2
14	M36x2	M16	55	47,3	32	20	24	55	32	4	22	38	13	5	33	2
15	M33x2	M16	50	41,6	30	18	22	55	32	4	22	38	13	5	30	2
16	M30x2	M12	46	41,6	26	14	18	55	32	4	22	38	13	5	27	2
17	M27x2	M10	42	34,6	24	12	16	50	30	3	24	35	10	5	24	2
18	M24x2	M6	40	31,2	20	8	12	50	30	3	24	36	10	5	21	2
19	M42x3	M24	62	53,1	38	26	30	58	32	5	20	40	16	4	39	2,5
20	M36x3	M16	55	47,3	30	18	22	55	32	4	20	40	13	4	33	2,5

Примітка. Розміри в міліметрах.

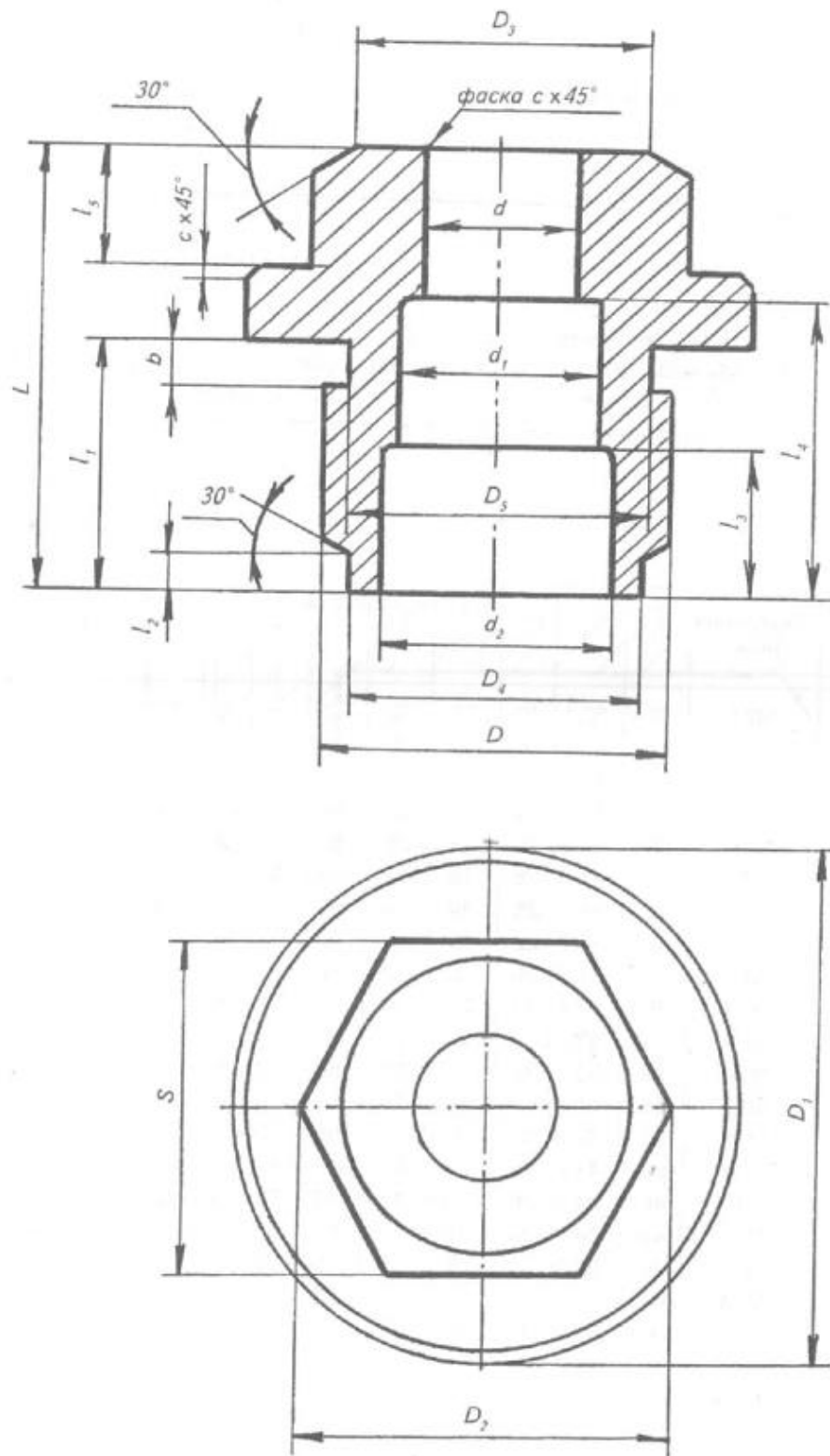


Рисунок 44. Кресленник деталі кришки.

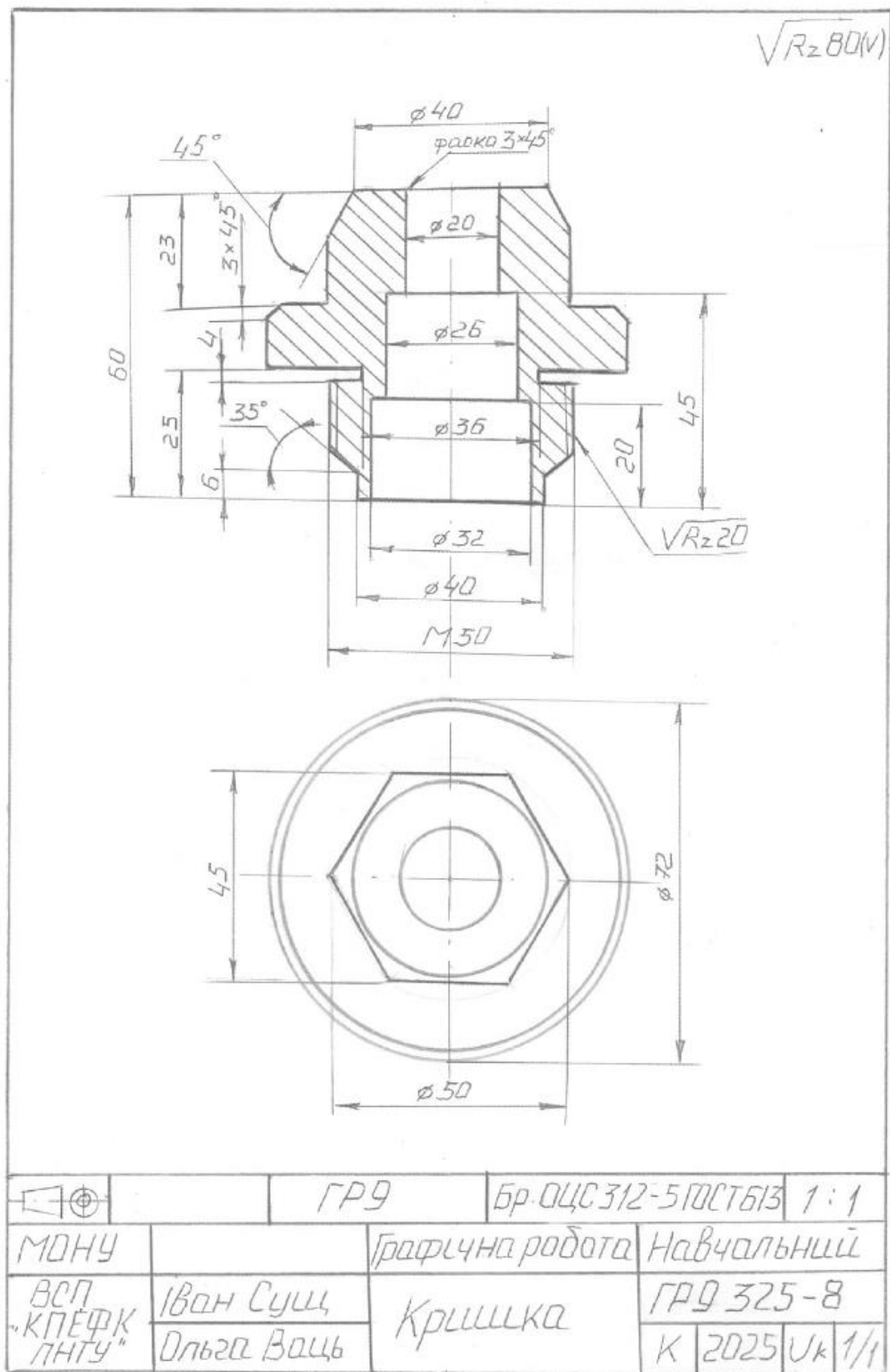


Рисунок 45 Зразок виконання графічної роботи №9

Працювати потрібно в такій послідовності:

- повторити теоретичний матеріал про зубчасті колеса та передачі;
- графічну роботу виконувати на одному аркуші креслярського паперу формату А3;
- з *таблиці 19* вибрати за своїм варіантом завдання на графічну роботу: модуль зубчастого зачеплення m , числа зубців коліс z_1 і z_2 , діаметри валів $D_{в1}$ і $D_{в2}$;
- перед виконанням роботи необхідно розрахувати розміри зубчастої передачі за формулами наведеними в *таблиці 20*. Ширину зубчастого вінця b , діаметри D_m і довжини L_m маточин, товщину обода δ_1 і товщину диска δ_2 необхідно округлювати до цілого числа;
- побудову розпочати з нанесення осевих ліній валів на відстані a – міжосьова відстань. Після цього за розрахованими розмірами накреслити зубчасті колеса (*рис. 48*);
- за діаметрами валів шестерні $D_{в1}$ і колеса $D_{в2}$ з *таблиці 21* вибрати розміри шпонок. Довжина шпонки вибирається з примітки до *таблиці 21* і має бути на 5...10 мм меншою за довжину маточини;
- за визначеними розмірами шпонок побудувати шпонкові з'єднання зубчастих коліс з валами (*рисунок з таблиці 21*);
- навести видимі контури зубчастої передачі товстою лінією;
- так як кресленик зубчастої передачі є складальним креслеником, то наносити всі розміри не потрібно (*рис. 49*).

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

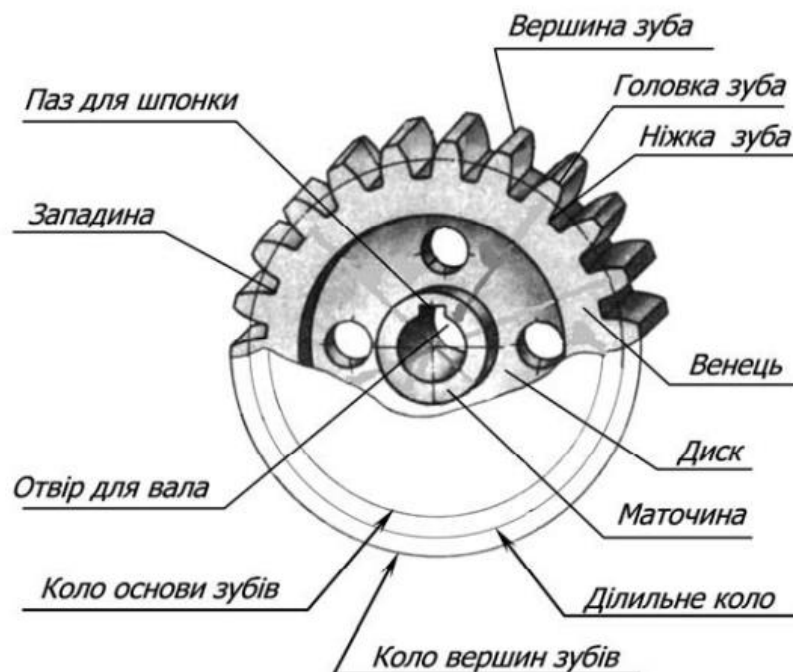


Рисунок 46 Загальний вигляд циліндричного зубчастого колеса

До основних елементів зубчастого колеса належать (рис.47):

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

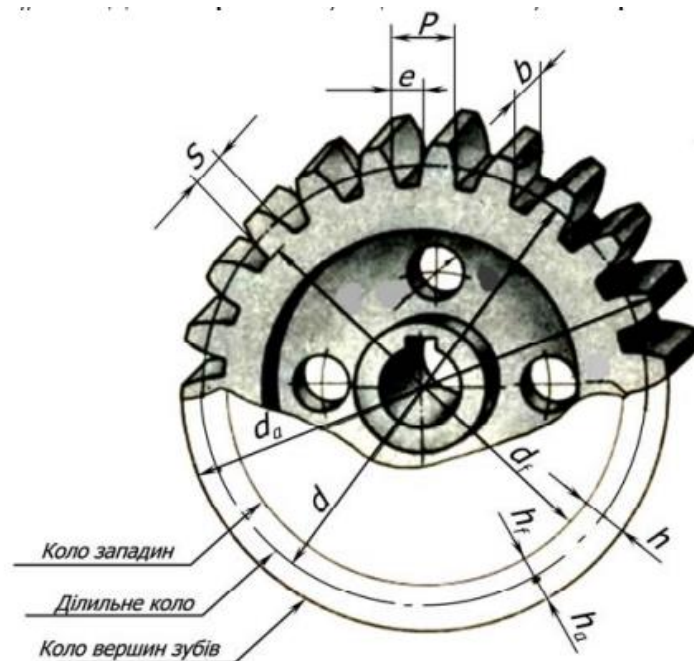


Рисунок 47 Основні параметри циліндричного зубчастого колеса

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

На кресленнях зубчасті колеса (рис. 48) зображають умовно. Зокрема замість точного викреслювання елементів кожного зуба показують тільки їх розташування за допомогою поверхонь, що проходять через вершини та основи зубів, і твірних цих поверхонь, а також ділительних поверхонь та їх твірних.

На кресленні циліндричного зубчастого колеса виконують два зображення: головне, що є повним фронтальним розрізом колеса січною площиною, яка проходить уздовж осі, й вигляд зліва. Якщо маточина зубчастого колеса має просту будову (схожа на диск) та її форму повністю розкриває головне зображення, то повний вигляд зліва не викреслюють.

У цьому разі зображають тільки контури отвору для валу разом із шпонковим пазом чи шліцями.

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

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

Таблиця 19 – Індивідуальні завдання на графічну роботу № 10

Варіант	m	z_1	z_2	D_{e1}	D_{e2}	Варіант	m	z_1	z_2	D_{e1}	D_{e2}
1	2	30	60	20	30	9	4	18	44	28	36
2	2,5	28	56	22	32	10	5	16	32	30	38
3	3	22	52	24	34	11	2	35	80	24	34
4	4	20	42	25	35	12	2,5	24	66	25	35
5	5	18	30	26	36	13	3	18	56	26	36
6	2	36	72	22	32	14	4	16	46	28	38
7	2,5	26	64	24	34	15	5	20	28	30	40
8	3	20	54	26	35	16	2	28	84	25	35

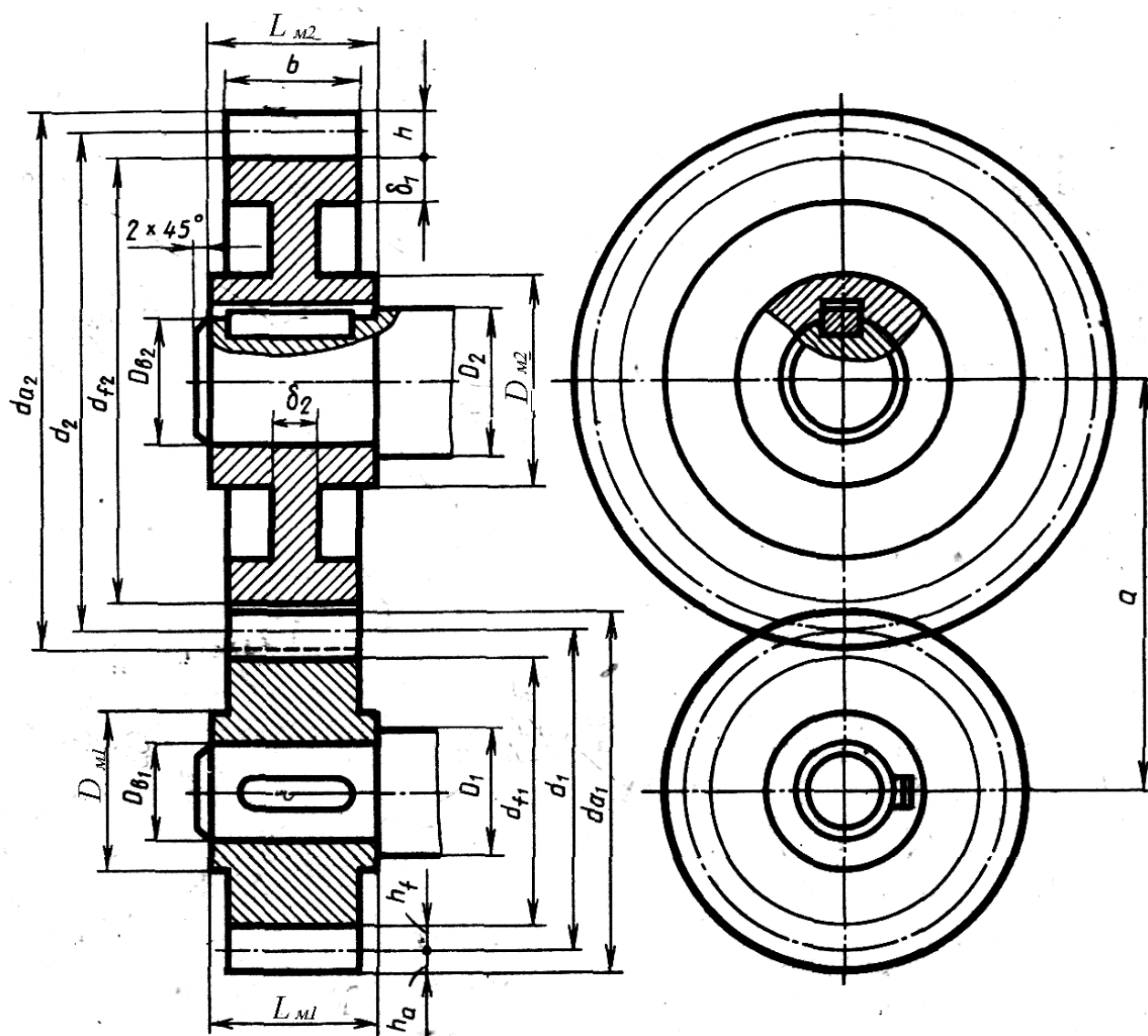


Рисунок 48 Розміри зубчастої передачі.

Таблиця 20 Співвідношення розмірів циліндричної зубчастої передачі в залежності від модуля m , чисел зубів шестерні z_1 і колеса z_2 та діаметрів валів шестерні D_{e1} і колеса D_{e2} .

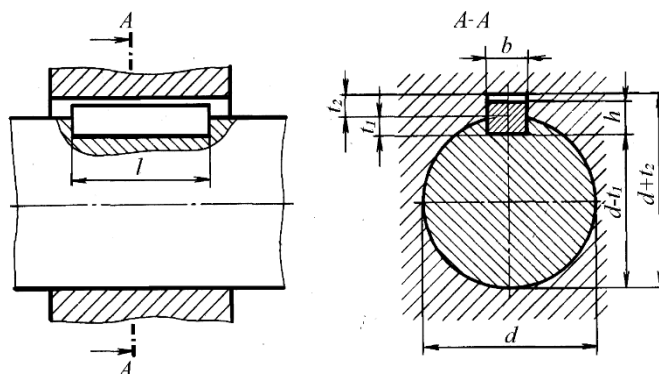
Елемент передачі	Позначення	Розмір, мм
Висота головки зуба	h_a	$h_a = m$
Висота ніжки зуба	h_f	$h_f = 1,25 m$
Висота зуба	h	$h = h_a + h_f = 2,25 m$
Ділильний діаметр шестерні	d_1	$d_1 = m z_1$
Діаметр вершин зубів шестерні	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2 h_a$
Діаметр впадин шестерні	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2 h_f$
Ділильний діаметр колеса	d_2	$d_2 = m z_2$
Міжосьова відстань	a	$a = 0,5(d_1 + d_2)$
Діаметр вершин зубів колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2 h_a$
Діаметр впадин колеса	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2 h_f$
Ширина зубчастого вінця	b	$b = 0,125 \dots 0,25 a$
Діаметр маточини шестерні	D_{m1}	$D_{m1} = 1,6 D_{e1}$
Довжина маточини шестерні	L_{m1}	$L_{m1} = 1,5 D_{e1} \geq b_2$
Діаметр вала за шестернею	D_1	$D_1 = 1,2 D_{e1}$
Діаметр маточини колеса	D_{m2}	$D_{m2} = 1,6 D_{e2}$
Довжина маточини колеса	L_{m2}	$L_{m2} = 1,5 D_{e2} \geq b_2$
Діаметр вала за колесом	D_2	$D_2 = 1,2 D_{e2}$
Товщина обода зубчастого вінця	δ_1	$\delta_1 = 3 m$
Товщина диска	δ_2	$\delta_2 = 0,3 b$

Таблиця 21 Шпонки призматичні (ГОСТ 29175-91, ISO 2491-74)

Діаметр вала d , мм	Розміри шпонки			Глибина паза	
	ширина, b , мм	висота, h , мм	довжина, l , мм	у валу, t_1 , мм	в маточині, t_2 , мм
17...22	6	6	14...70	3,5	2,8
22...30	8	7	18...90	4	3,3
30...38	10	8	22...110	5	3,3
38...44	12	8	28...140	5	3,3
44...50	14	9	36...160	5,5	3,8
50...58	16	10	45...180	6	4,3
58...65	18	11	50...200	7	4,4
65...75	20	12	56...220	7,5	4,9

Примітки: 1. Довжину призматичної шпонки вибирати з ряду:

10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160.



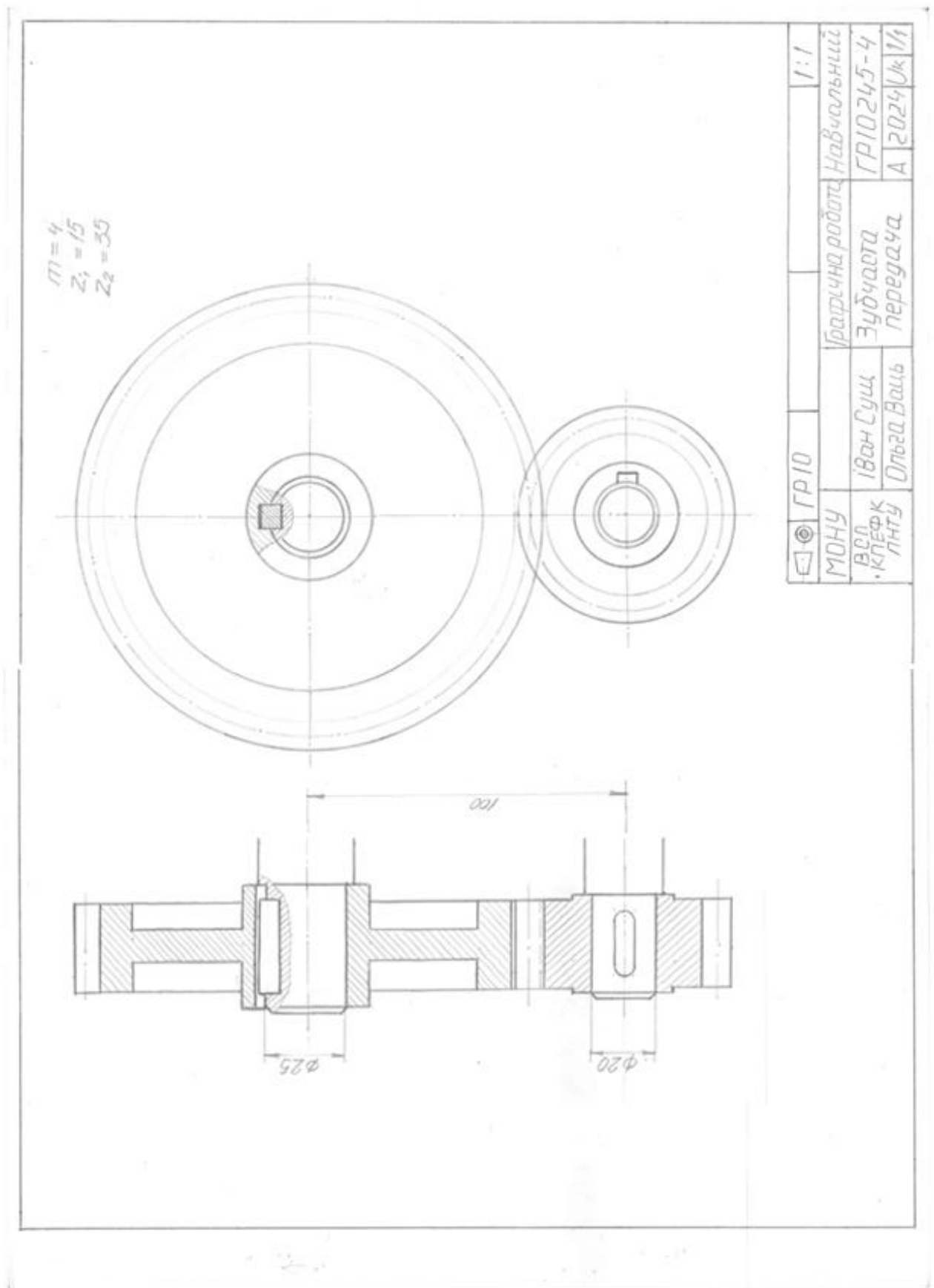


Рисунок 49 Зразок виконання розрахунково-графічної роботи №10

Працювати потрібно в такій послідовності:

- виконати кінематичну схему коробки швидкостей або коробки подач металорізального верстата;
- прочитати виконану кінематичну схему;
- скласти список елементів схеми з вказуванням позицій;
- кінематичну схему слід виконувати на креслярському папері формату А3 (рис. 51).

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

Схема складається з елементів, пристроїв, функціональних груп і функціональних частин.

Кінематична схема це графічна схема, на якій показано послідовність передачі руху від двигуна через передавальний механізм до робочих органів машини і їх взаємозв'язок.

Кінематичні схеми виконують відповідно з вимогами ДСТУ EN ISO 3952-1:2018 Кінематичні схеми. Графічні умовні позначки. Частина 1 (EN ISO 3952-1:1994, IDT; ISO 3952-1:1981, IDT).

При виконанні кінематичних схем слід дотримуватися таких вимог:

1. Схеми виконують на стандартних форматах без збереження масштабу та дійсного просторового розміщення складових частин виробу. Кількість і комплектність схем визначаються особливостями виробу й мають бути мінімальними, але достатніми для проектування, виготовлення, регулювання та налагоджування виробу в процесі його експлуатації й під час ремонту.

2. На кінематичних схемах зображають тільки ті елементи (ланки) машини або механізму, які беруть участь в передачі руху (зубчасті колеса, ходові гвинти, вали, шків, муфти та ін.) без дотримання розмірів і пропорцій.

3. На схемах, як правило, застосовують стандартизовані умовні графічні позначення елементів. Якщо ж креслять елемент, що не має стандартизованого позначення, на схемі дають відповідне пояснення.

4. Слід добиватися якнайменшого перетину і зламу ліній-зв'язків між елементами схеми. Відстань між паралельними лініями повинна бути не меншою ніж 3 мм.

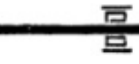
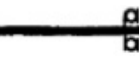
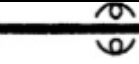
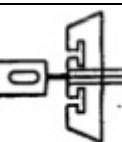
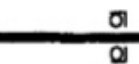
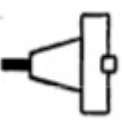
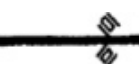
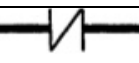
5. Елементи виробу, що становлять окрему функціональну групу, дозволяється виділяти тонкою штрихпунктирною лінією і надписувати назву цієї групи, наприклад: «Коробка швидкостей» тощо.

6. На кінематичній схемі ланкам присвоюють номери в порядку передачі руху, починаючи від двигуна. Вали нумерують римськими цифрами, решту елементів — арабськими. Порядковий номер елемента проставляють на полиці виносної лінії. Під полицею указують основні характеристики і параметри кінематичної ланки.

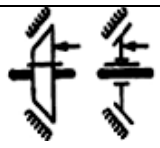
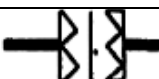
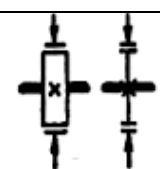
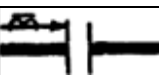
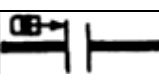
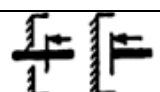
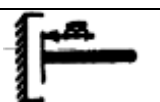
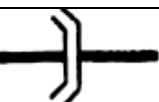
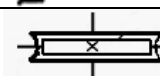
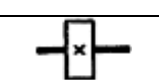
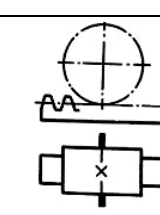
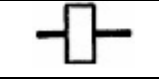
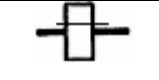
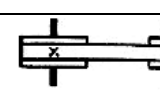
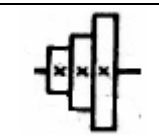
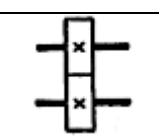
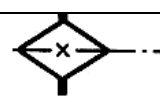
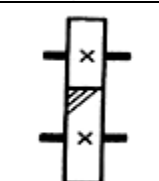
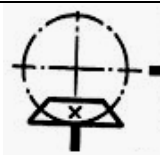
7. На кінематичних схемах вали, осі, стрижні зображають суцільними основними лініями; зубчасті колеса, черв'яки, зірочки, шків, кулачки суцільними тонкими лініями.

Читання кінематичних схем рекомендується починати з вивчення технічного паспорта, за яким знайомляться з пристроєм механізму. Потім переходять до читання схеми, відшукуючи основні деталі, користуючись при цьому їх умовними позначеннями (табл.22). Читання кінематичної схеми слід починати від двигуна, що дає рух усім основним деталям механізму, і йти послідовно по ходу передачі руху.

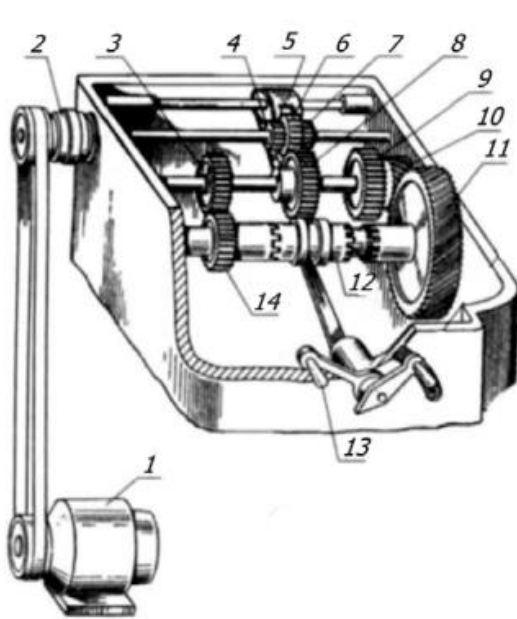
Таблиця 22 Умовні позначки на кінематичних схемах

№	Умовна позначка	Назва	№	Умовна позначка	Назва
1	2	3	1	2	3
1		Електродвигун, загальна позначка	12		Підшипник, загальна позначка
2		Вал	13		Підшипник ковзання
3		Кінець шпинделя для центровочних робіт	14		Підшипник радіальний кульковий
4		Кінець шпинделя з токарним патроном	15		Підшипник радіальний роликовий
5		Кінець шпинделя з цанговим зажимом	16		Підшипник упорний кульковий
6		Кінець шпинделя свердлильного верстата	17		Підшипник самовстановлюючий
7		Кінець шпинделя з пліншайбою	18		Підшипник радіально-упорний кульковий
8		Кінець шпинделя фрезерувального верстата	19		Підшипник радіально-упорний двохсторонній кульк.
9		Кінець шпинделя шліфувальних верстатів	20		Підшипник радіально-упорний роликовий
10		Ходовий гвинт з нерознімною гайкою	21		Підшипник радіально-упорний двохсторонній рол.
11		Ходовий гвинт з рознімною гайкою	22		Муфта, загальна позначка

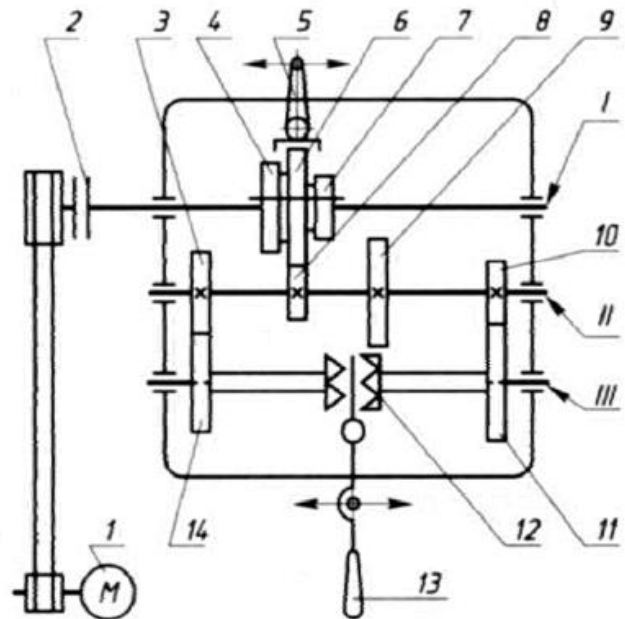
Продовження таблиці 22

1	2	3	1	2	3
23		Муфта кулачкова	37		Гальмо фрікційне конічне
24		Муфта кулачкова двохстороння			
25		Муфта фрикційна, загальна позначка	38		Гальмо стрічкове
26		Муфта фрикційна електромагнітна			
27		Муфта фрикційна гідравлічна	39		Гальмо дискове
28		Муфта фрикційна багатодискова	40		Гальмо дискове електромагнітне
29		Муфта фрікційна конічна	41		Черв'ячна зубчаста передача
30		Зубчасте колесо напресоване на вал	42		Рейкова зубчаста передача
31		Зубчасте колесо не з'єднане з валом			
32		Рухоме з'єднання колеса з валом	43		Пасова передача
33		Нерухомий блок зубчастих коліс	44		Клинопасова передача
34		Рухомий блок зубчастих коліс	45		Передача зубчастим пасом
35		Циліндрична зубчаста передача	46		Ланцюгова передача
36		Косозуба циліндрична зубчаста передача	47		Конічна зубчаста передача

На *рисунку 50* наведено наочне зображення й кінематичну схему коробки зміни швидкостей токарного верстата. Усі елементи коробки зміни швидкостей на схемі показано умовними графічними позначеннями. У загальних рисах вони нагадують деталі, які ними зображені.



Загальний вигляд

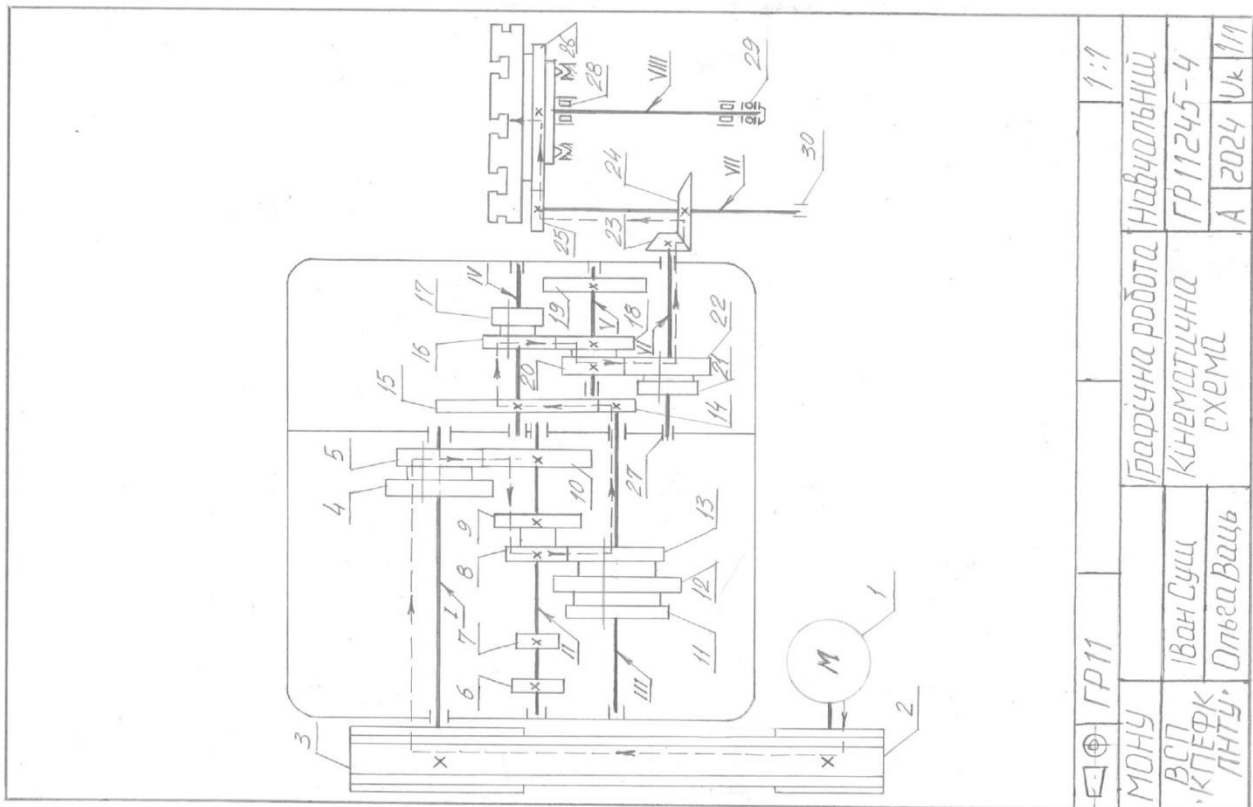


Кінематична схема

Рисунок 50 Коробка зміни швидкостей

Елементи схем зображують такими лініями :

- 1) вали, осі, стрижні, кривошипи і т.п. - суцільні основні лінії товщиною S ;
- 2) елементи, зображені спрощено зовнішніми обрисами (зубчасті колеса, черв'яки, зірочки, шківи, кулачки і т.п.) - суцільні тонкі лінії, товщиною $S / 2$;
- 3) контур виробу, куди вписано схема, - суцільні тонкі лінії товщиною $S / 3$;
- 4) вали, і осі закриті іншими елементами (невидимі), - штрихові лінії $S / 2$;



Порядковий номер	Назва	Примітка
1	Джерело руху	Електропривідун
2,3	Шків	Для кіннопасової передачі
4,5; 16,17; 21,22	Блоки із двох зубчатих коліс	З'єднання з валом шліцево
6,7,8,9,10,14, 15,18,19,20, 25,26	Цилиндричні зубчаті колеса	З'єднання з валом нерухоме
11,12,13	Блок з трьох зубчатих коліс	З'єднання з валом шліцево
23,24	Конічні зубчаті колеса	З'єднання з валом нерухоме
27	Підшипник без вказівки типу	Радіальний
28	Підшипник	Роликів радіальний
29	Підшипник	Кульковиди упорний
30	Підшипник без вказівки типу	Упорний

Мод. № подл. Підп. і дата
Взам. чин. №
Мод. № відп.
Мод. № підл.

№ п/п	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Іван Сучук			
Проб.	Ольга Ваку			
Нормат.				
Утв.				

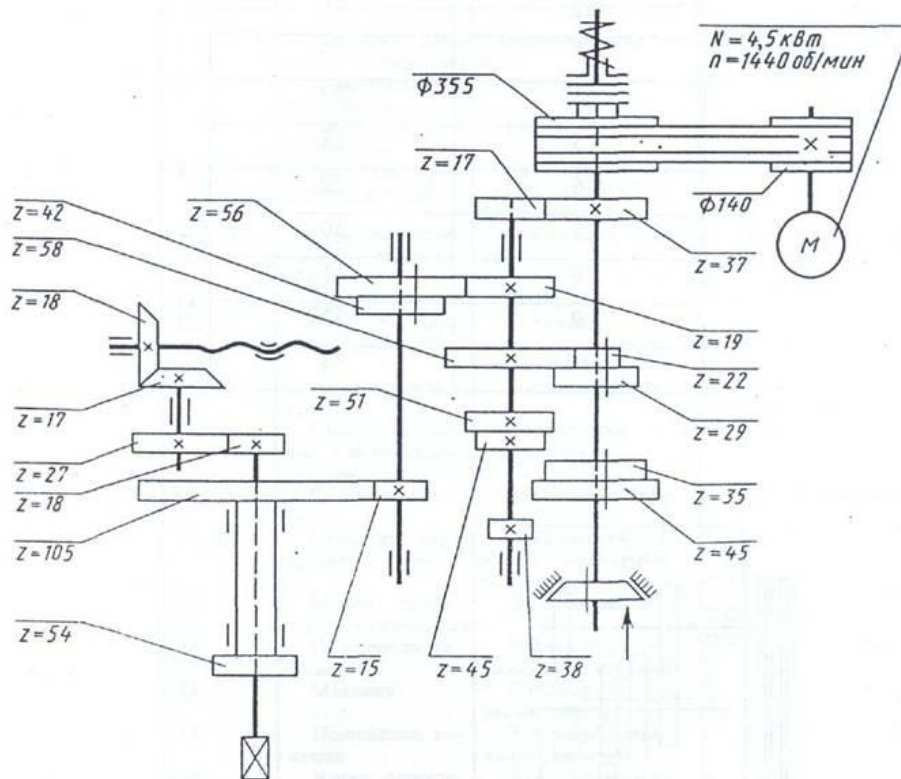
Перелік

кінематичних елементів ВСП "КТЕФХ ЛНТУ"

Формат А4
Копіювати

Рисунок 51 Зразок графічної роботи №11

Варіанти індивідуальних завдань графічної роботи №11



Варіант1. Кінематична схема коробки швидкостей поперечно-стругального верстата 7В36

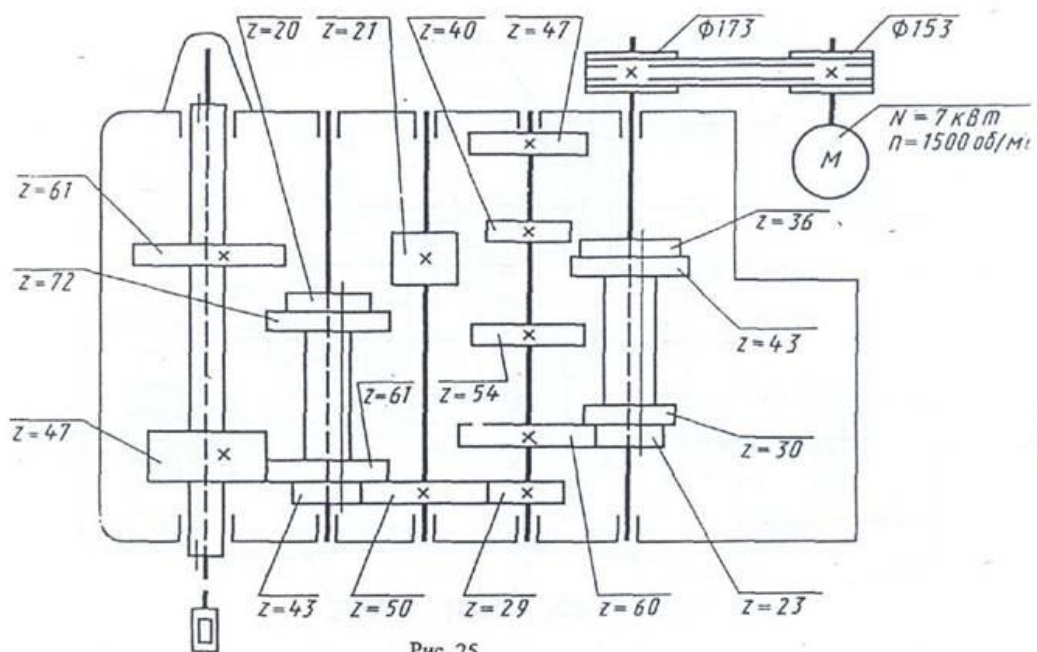
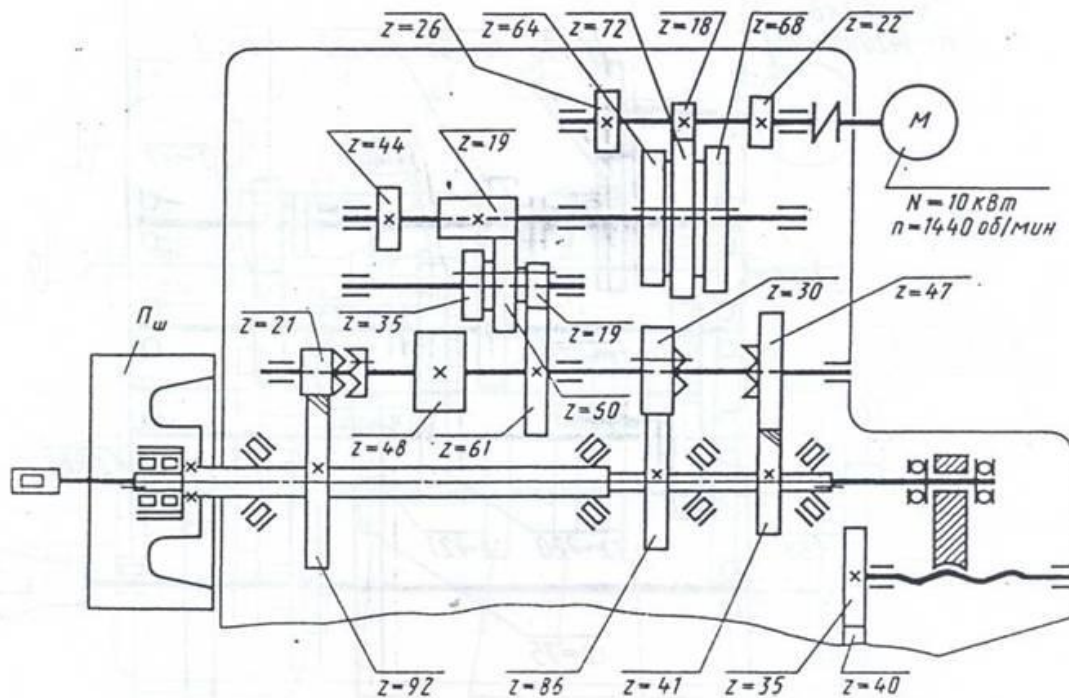
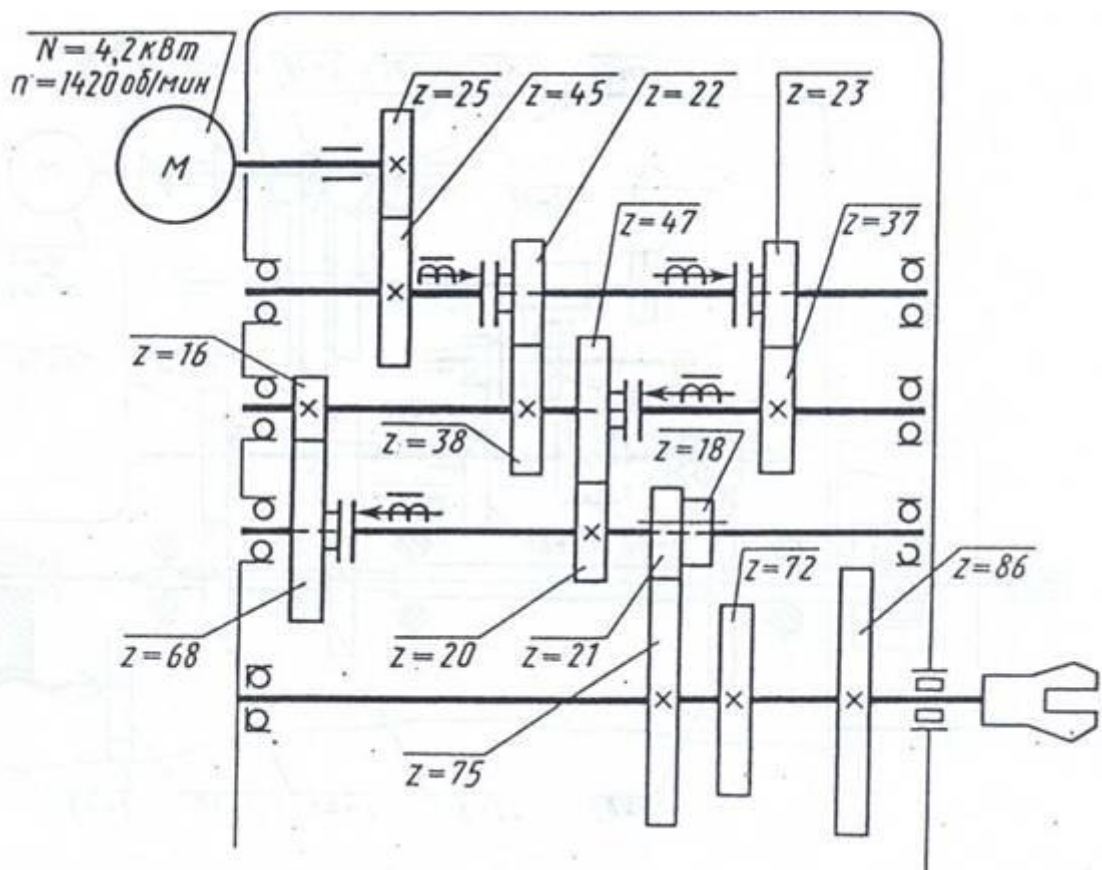


Рис. 25

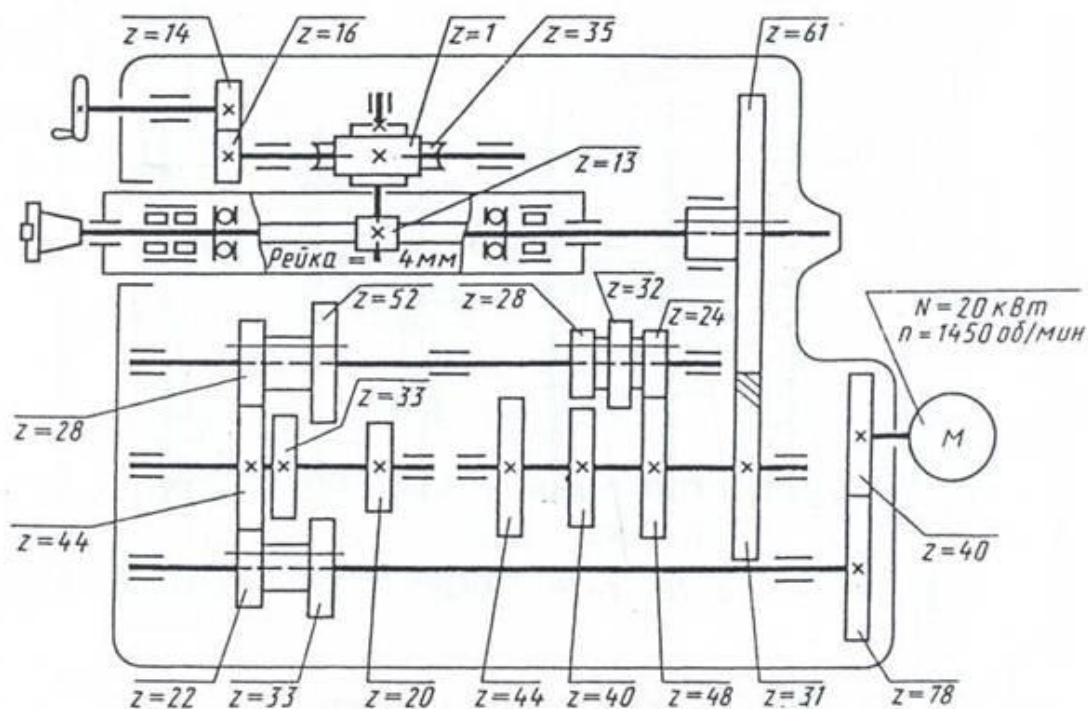
Варіант 2. Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-свердильного верстата



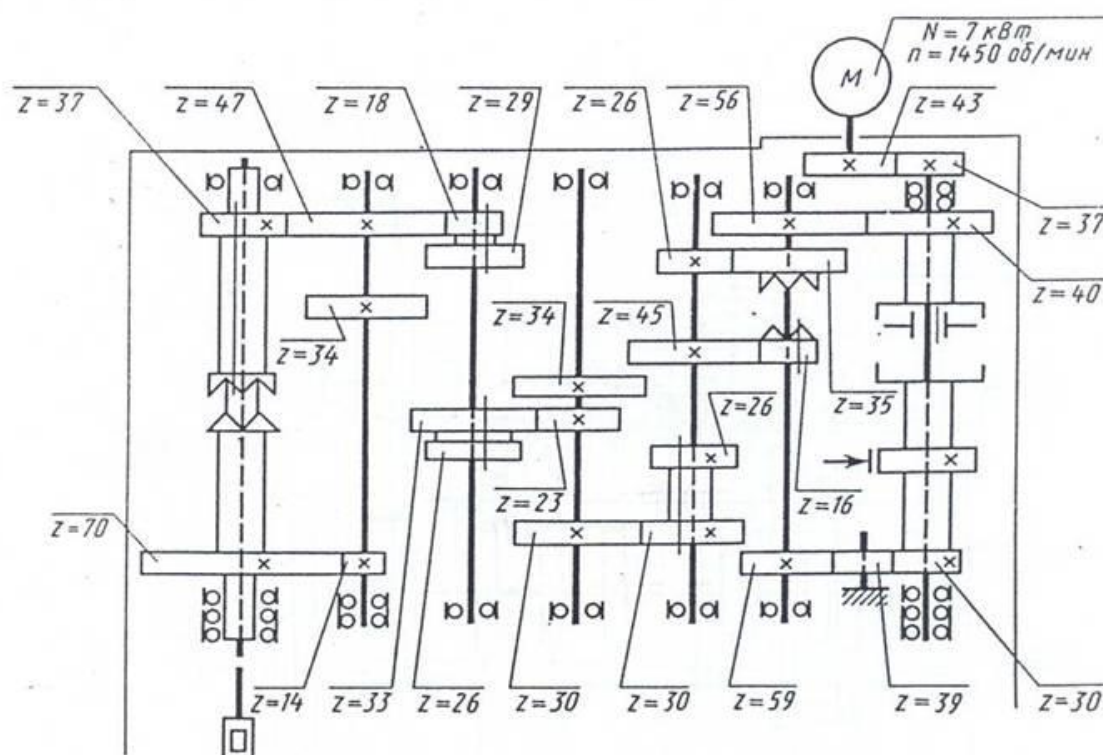
Варіант 3. Кінематична схема коробки швидкостей горизонтально-розточувального верстата 2620А



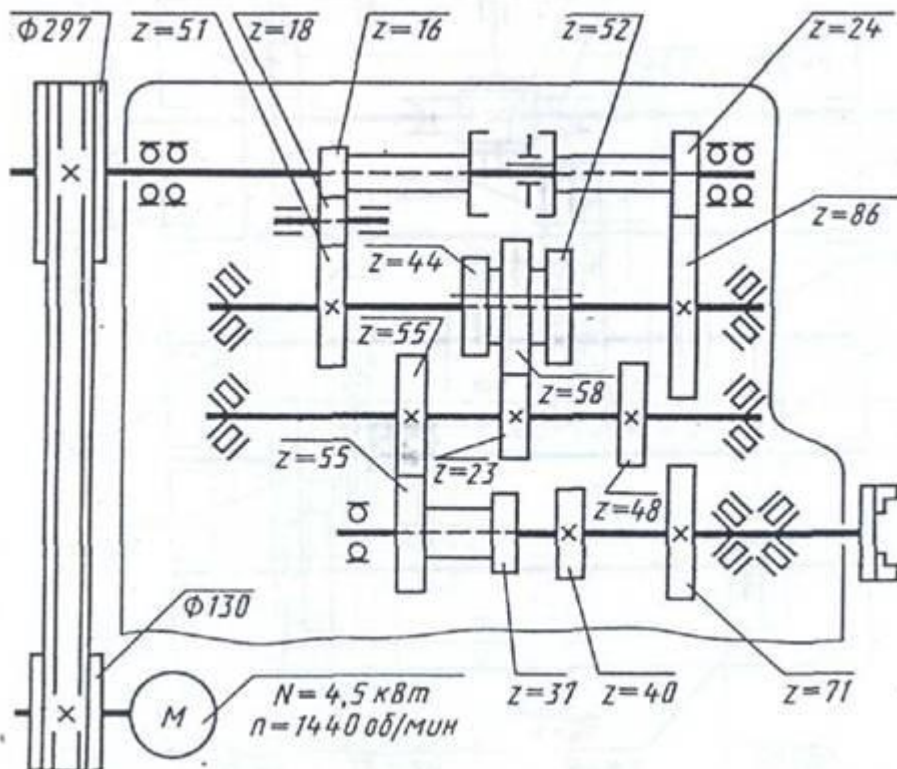
Варіант 4. Кінематична схема роботи автомата 1341П



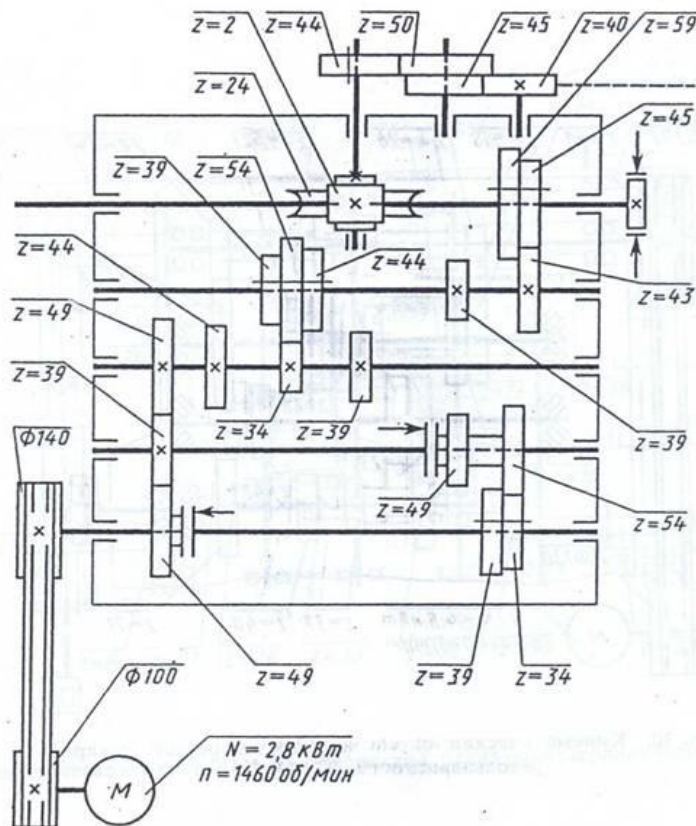
Варіант 5. Кінематична схема коробки швидкостей поздовжньо-фрезерного верстата



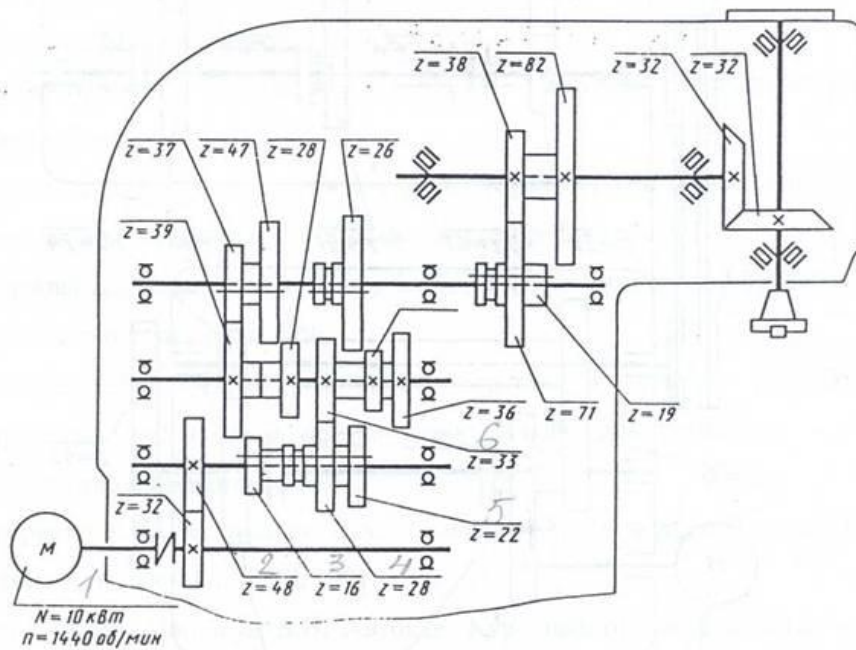
Варіант 6. Кінематична схема коробки швидкостей радіально-свердлильного верстата



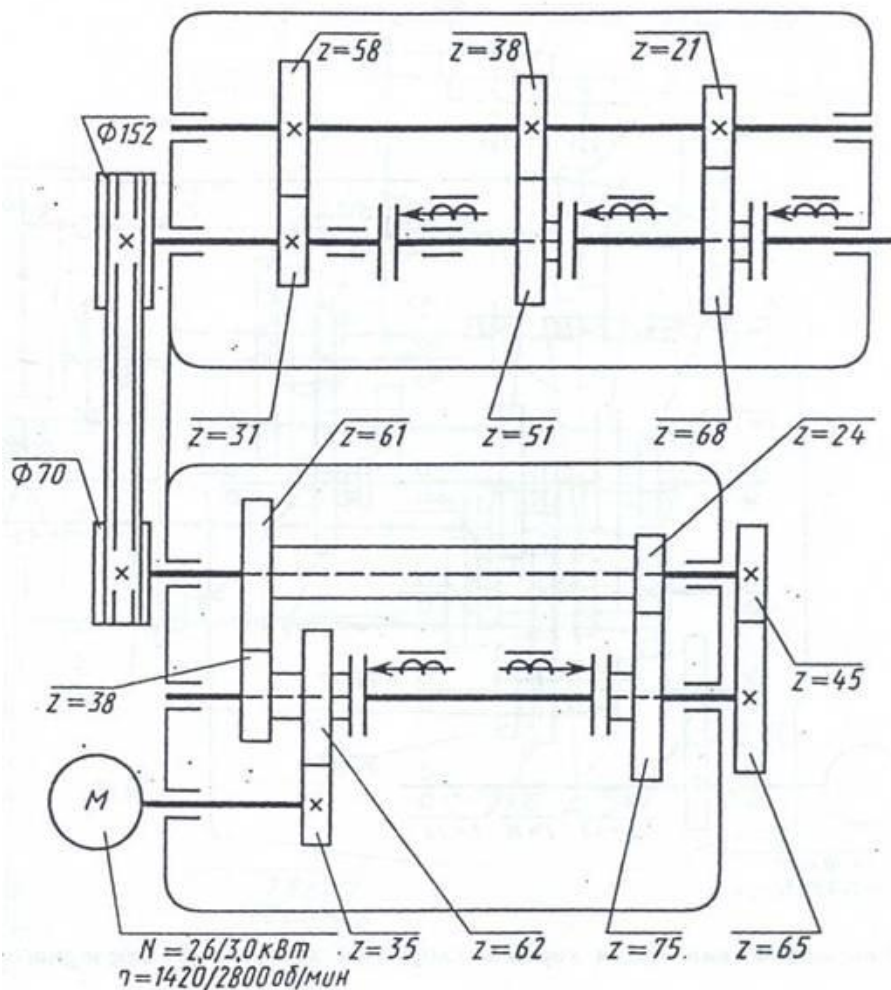
Варіант 7. Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1П326



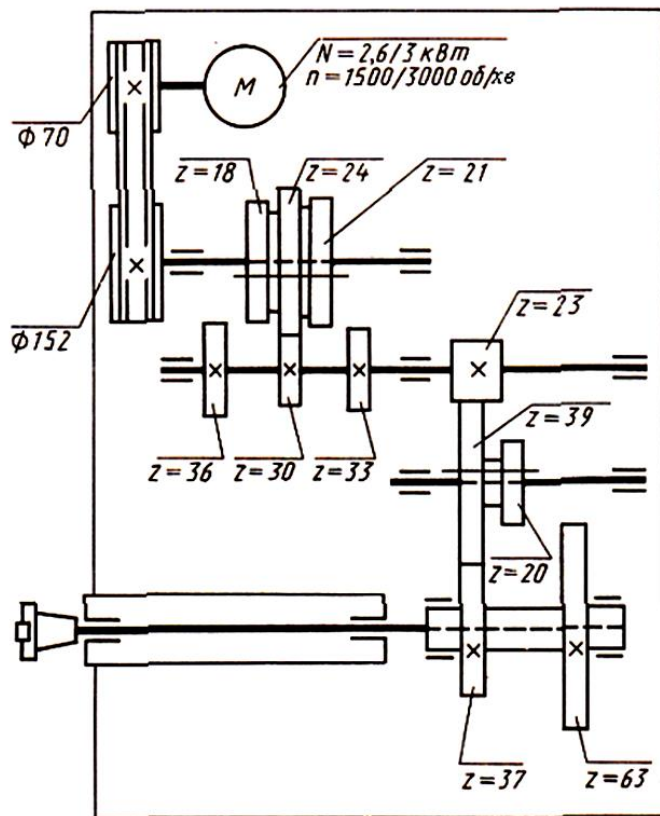
Варіант 8. Кінематична схема коробки швидкостей зубодовбального напівавтомата 5140



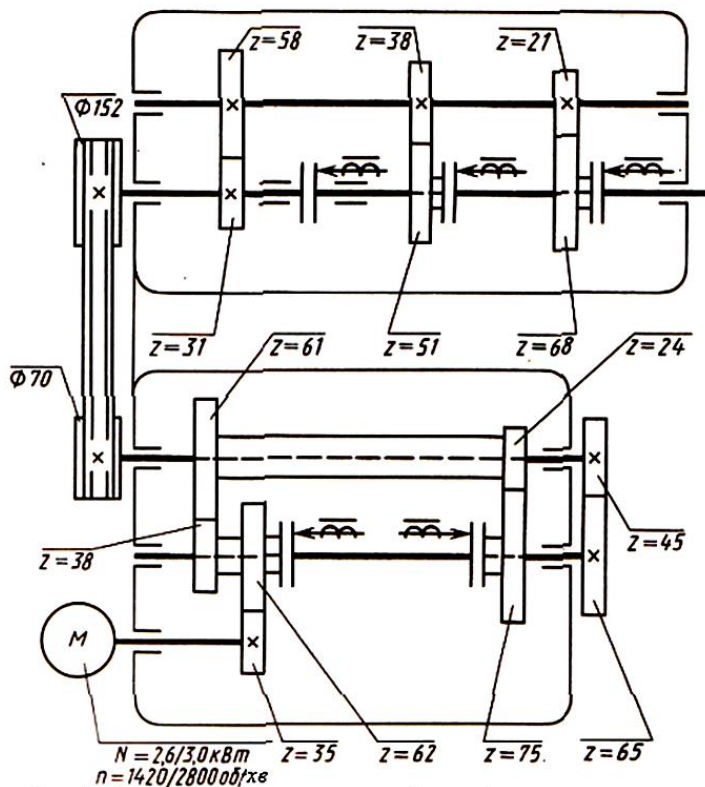
Варіант 9. Кінематична схема коробки швидкостей вертикально-фрезерного верстата 6Н12



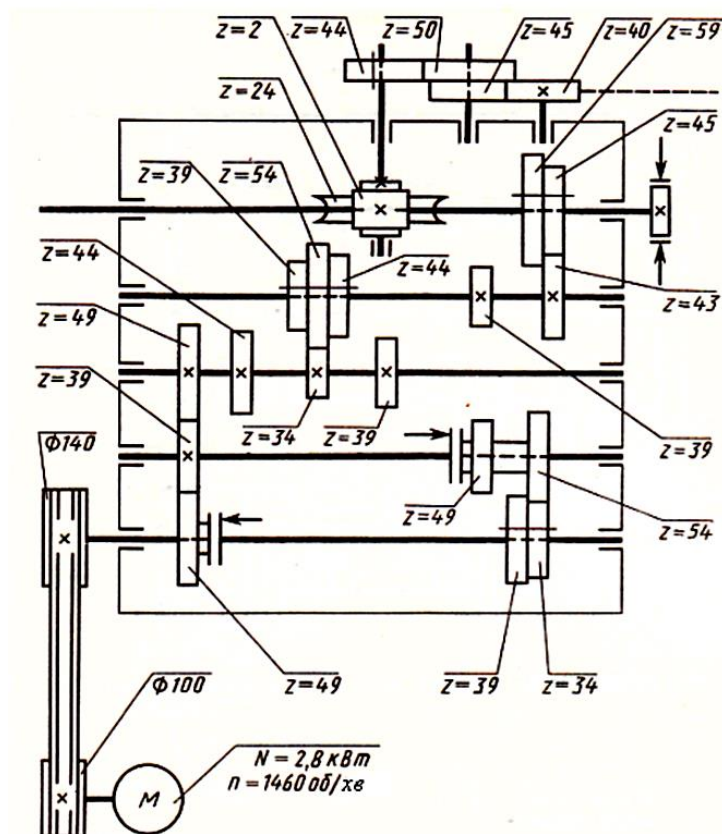
Варіант 10. Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1П325



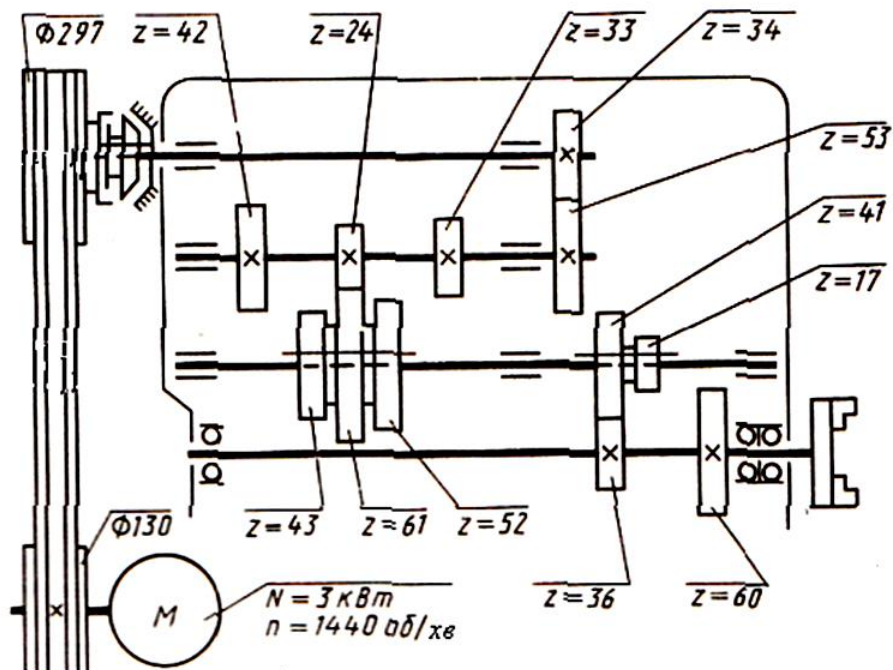
Варіант 11. Кінематична схема коробки швидкостей фрезерного автомата 6441Б



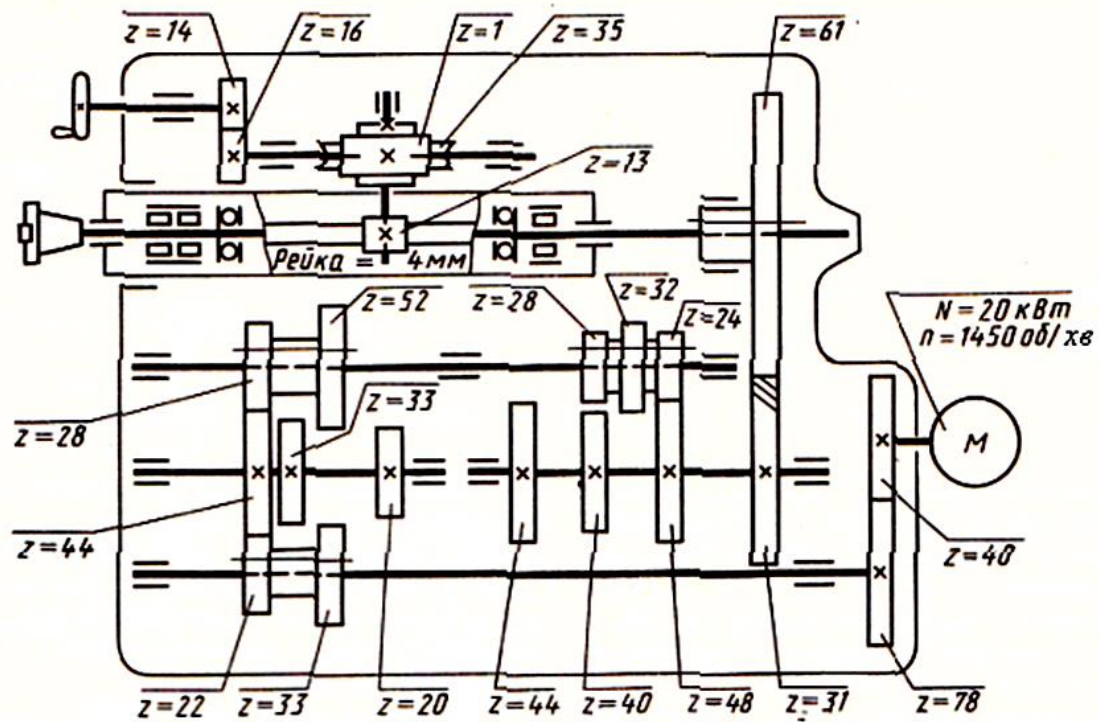
Варіант 12. Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1П325



Варіант 13. Кінематична схема коробки швидкостей зубодовбального напівавтомата 5149.



Варіант 14. Кінематична схема коробки швидкостей токарно-револьверного верстата 1336М



Варіант 15. Кінематична схема коробки швидкостей поздовжньо-фрезерного верстата 6652.

Використані джерела

1. Антонович Є.А., Василюшин Я.В., Шпільчак В.А. Креслення. Львів. Світ, 2006.
2. Антонович Є.А., Василюшин Я.В., Фольта О.В., Шпільчак В.А., Юровський П.В. Нарисна геометрія, практикум. Львів. Світ, 2006.
3. Буда А.Г. Збірник прикладів та задач з теоретичними відомостями для студентів машинобудівних спеціальностей. – Вінниця: ВНТУ, 2005.
4. Воронцова І.В., Воронцов О.В., Голяд І.С. за заг. редакцією к. п. н., доцента Д.Е. Кільдерова. Креслення. Навч. Посіб. – Київ: 2014
5. Середюк В. С. Правила оформлення машинобудівних креслеників: Навч. посібник. Новоград-Волинський: «НВПЕТ», 2018.
6. Середюк В.С. Креслення. Нарисна геометрія та інженерна графіка. Підручник. Житомир: Рута, 2021.
7. Сидоренко В.К. Технічне креслення. Львів: Оріяна-Нова, 2000.
8. Хаскін А.М. Креслення / А.М. Хаскін. – К.: Вища школа, 1976.
9. ДСТУ ISO 128-1:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128 (ISO 128-1:2003, IDT).
10. ДСТУ ISO 128-20:2003 Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії (ISO 128-20:1996, IDT) ДСТУ ISO 128-20:2003 Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії (ISO 128-20:1996, IDT).
11. ДСТУ ISO 128-30:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види (ISO 128-30:2001, IDT).
12. ДСТУ ISO 128-34:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних креслениках (ISO 128-34:2001, IDT).
13. ДСТУ ISO 128-40:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи (ISO 128-40:2001, IDT).
14. ДСТУ ISO 128-44:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розміри та перерізи на машинобудівних креслениках (ISO 128-44:2001, IDT).
15. ДСТУ ISO 128-50:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів і перерізів (ISO 128-50:2001, IDT).
16. ДСТУ ISO 129-1:2007 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи (ISO 129-1:2004, IDT).
17. ДСТУ ISO 3098-0:2006 Документація технічна на виробі. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги (ISO 3098-0:1997, IDT).
18. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах (EN ISO 7200:2004, IDT).
19. ДСТУ ISO 68-1:2005 Нарізи ISO загального призначення. Основний профіль. Частина 1. Нарізи метричні (ISO 68-1:1998, IDT).
20. ДСТУ ISO 262:2005 Нарізи метричні ISO загального призначення. Вибір розмірів для гвинтів, болтів та гайок (ISO 262:1998, IDT).
21. ДСТУ EN ISO 3952-1:2018 Кінематичні схеми. Графічні умовні позначки. Частина 1 (EN ISO 3952-1:1994, IDT; ISO 3952-1:1981, IDT).

Зміст

	Передмова	3
	Загальні вказівки до виконання та оформлення завдань.	4
1.	Графічна робота №1 Оформлення машинобудівних креслеників	5
2.	Графічна робота №2 Викреслювання контурів деталей	19
3.	Графічна робота №3 Комплексне креслення геометричних тіл і моделей	33
4.	Графічна робота №4 Комплексне креслення, натуральної величини фігури перерізу, аксонометрія зрізаної призми.	42
5.	Графічна робота №5 Побудова третьої проекції моделі за двома заданими з використанням розрізів і аксонометричним зображенням моделі.	45
6.	Графічна робота №6 Вал	54
7.	Графічна робота №7 Болтове з'єднання деталей.	70
8.	Графічна робота №8 Зображення нарізних з'єднань болтом, шпилькою, гвинтом	76
9.	Графічна робота №9 Робоче креслення, ескіз деталі.	88
10.	Графічна робота №10 Кресленик циліндричної зубчастої передачі	91
11.	Графічна робота №11 Кінематичні схеми	96
	Використані джерела	109