

Міністерство освіти і науки України

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Кафедра нарисної геометрії та інженерної графіки

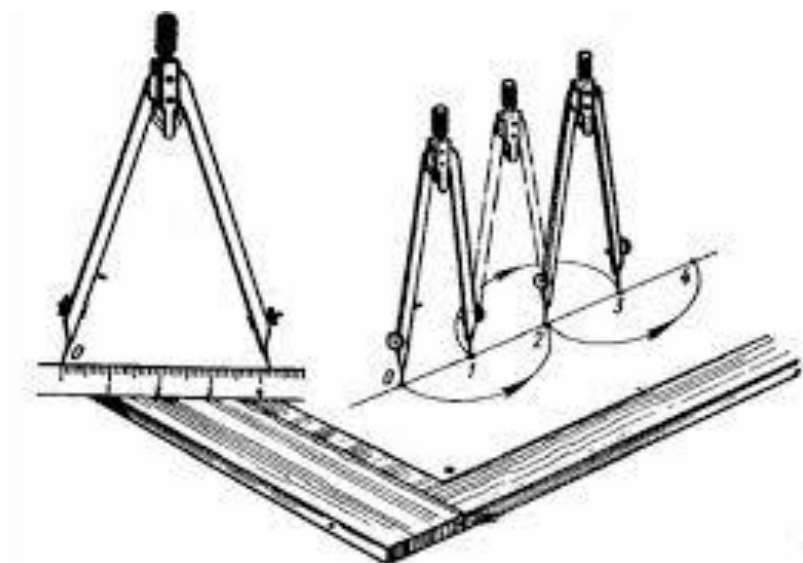


КРЕСЛЕННЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

для іноземних слухачів Підготовчого відділення

Одеської державної академії будівництва та архітектури



ОДЕСА – 2020

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Вченою Радою ОДАБА протокол № __ від «29» квітня 2020 р.

Укладачі: к.т.н., доцент, зав. кафедри **Перпері Алла Олександрівна**
к.т.н., професор кафедри **Бредньова Віра Петрівна**

Рецензенти: доктор технічних наук, професор, директор Інституту

промислових технологій дизайну та менеджменту Одеського
національного політехнічного інституту
Тонконогий Володимир Михайлович

доктор фіз.-матем. наук, професор, зав. кафедри
технологічної і професійної освіти Південноукраїнського
національного педагогічного університету
імені К.Д.Ушинського

Усов Валентин Валентинович

Наданий методичний матеріал містить стислі теоретичні положення з розділів «Геометричне та проєкційне креслення», вимоги до виконання та оформлення креслень контрольних робіт, практичні вправи, варіанти і приклади виконання завдань відповідно до програми дисципліни «**Креслення**», що викладається іноземним слухачам Підготовчого відділення ОДАБА

Представлений методический материал содержит краткие теоретические положения разделов «Геометрическое и проекционное черчение», требования к выполнению и оформлению чертежей контрольных работ, практические упражнения, варианты и примеры выполнения заданий в соответствии с программой дисциплины «**Черчение**», которая изучается иностранными слушателями Подготовительного отделения ОГАСА

Відповідальна за випуск: зав. кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки
к. т. н., доц. **Перпері Алла Олександрівна**

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
1. СТИСЛІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ	7
2. ОСНОВИ ГЕОМЕТРИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ	18
3. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ	26
4. ЗМІСТ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ	41
4.1. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 1. Креслення деталі. Нанесення розмірів	41
4.2. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 2. Спряження. Креслення деталі	42
4.3. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 3. Спряження. Креслення вази	44
4.4. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 4. Проекційне креслення. Технічна деталь (три види за аксонометричним зображенням)	45
4.5. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 5. Проекційне креслення. Технічна деталь (три види та суміщені два розрізи за двома наданими видами)	47
ЛІТЕРАТУРА	49
ДОДАТКИ	50

ВСТУП

Основною метою викладання дисципліни «Креслення» є навчити слухачів Підготовчого відділення добре володіти креслярськими інструментами та засобами, допомогти їм вивчити основні вимоги державних стандартів до виконання та оформлення креслень, підвищити індивідуальний рівень техніки виконання креслень та закріпити їхні графічні навички за темами «Геометричні побудови. Спряження і дотичні лінії» розділу «Геометричне креслення», а також сприяти успішному засвоєнню теоретичних основ розділу «Проекційне креслення», методу прямокутного проєкціювання, його якісному практичному застосуванню при побудові креслень тривимірних просторових об'єктів. Дисципліна «Креслення» сприяє розвиненню та удосконаленню просторового уявлення слухачів, здобутку індивідуальних графічних компетенцій при вивченні правил і особливостей побудови видів, розрізів та виконанні креслень геометричних фігур на трьох основних площинах проєкцій, а також у прямокутній ізометрії, що також знадобиться при подальшому навчанні в Одеській державній академії будівництва та архітектури

При вивченні дисципліни «Креслення» слухачі повинні набути наступні основні компетентності: здатність успішно застосовувати практичні навички володіння креслярськими інструментами та засобами; можливість досягнення певного рівня техніки виконання креслень, розвиненого просторового уявлення, а також набуття знань основних вимог державних стандартів до виконання та оформлення креслень (формати, масштаби, лінії креслення, шрифти креслярські, нанесення розмірів тощо).

Протягом навчання слухачі повинні

знати: теоретичні основи виконання геометричних побудов (ділення відрізків та кіл на рівні частини (побудова правильних багатокутників),

правила побудови перпендикулярних та паралельних ліній, спряження прямих ліній і кіл (зовнішнє, внутрішнє, змішане спряження кіл), побудови дотичних ліній тощо; основи методу прямокутного проєкціювання, побудова проєкцій точки на трьох основних площинах проєкцій та в прямокутній ізометрії; правила побудови креслень основних геометричних фігур: призма, циліндр, піраміда, конус, а також технічної деталі – на трьох площинах проєкцій та в прямокутній ізометрії; побудови точок та ліній на поверхні деталі; правила суміщення видів з розрізами та нанесення необхідних розмірів на зображеннях, а також в цілому розуміти графічну мову, а також

вміти: виконувати креслення деталей з різноманітними видами спряжень та дотичних ліній з урахуванням співвідношення товщини ліній різного призначення та їхніх параметрів (довжина штрихів, відстань між ними тощо); будувати архітектурні креслення (вази та окремі фрагменти), зберігаючи побудови допоміжних ліній креслення та позначаючи характерні точки, а саме: точки спряжень та дотику, тобто точки переходу ліній одного виду в інший (прямих ліній до кола або кола - до прямої), а також правильно наносити розміри на кресленні деталей; будувати креслення геометричної фігури та технічної деталі, а саме: за двома наданими видами деталі із крізним отвором будувати третій вид, виконувати прості горизонтальні та профільні розрізи або суміщення видів з розрізами, вміти правильно наносити розміри за вимогами стандарту, а також будувати прямокутну ізометрію з вирізаною передньою лівою чвертю.

Зміст дисципліни «Креслення» складається з основних тем, що перелічені у програмі, та становлять основу курсу

Програма навчальної дисципліни

Практичні заняття

№ п/п	Назва тем	Кількість годин
1.1	Дисципліна «Креслення»: мета і задачі. Креслярські інструменти та прилади. Техніка опрацювання та володіння інструментами. Основні вимоги та правила: формати, масштаби, лінії креслення. Шрифти креслярські. Шрифт типу Б з ухилом 75° (№ 3.5; 5; 7; 10; 14): основна і допоміжна сітки	4
1.2	Правила нанесення розмірів на кресленні (розмірні числа – шрифт №3,5; порядок нанесення лінійних та кутових розмірів, габаритних та розмірів окремих частин, у шаховому порядку деяких розмірів тощо)	4
1.3	Основні геометричні побудови. Ділення відрізків, кутів, кіл на рівні частини (побудова правильних фігур) за допомогою циркуля та лінійки або кутника, побудови перпендикулярів з точки до прямої лінії тощо	4
1.4	Поняття «Спряження»: основні елементи та послідовність виконання. Спряження двох відрізків прямих, прямої з колом, двох кіл: зовнішнє, внутрішнє та змішане спряження двох кіл	10
1.5	Поняття «Дотична». Основні елементи та порядок побудови дотичних ліній: зовнішній та внутрішній дотик Креслення деталей на побудову спряжень та дотичних ліній з нанесенням розмірів	8
1.6	Архітектурні обломи. Креслення деталей на побудову спряжень та дотичних ліній з нанесенням розмірів. Архітектурні « Вази » та особливості побудови креслень з нанесенням розмірів	12
	Всього	42
2.1	Проекційне креслення: мета і задачі розділу. Основи метода прямокутного проєкціювання на три взаємно перпендикулярні площини проєкцій. Аксонометричні проєкції та їх особливості. Прямокутна ізометрія точки та правило її побудови за допомогою <i>аксонометричної ламаної лінії</i>	4
2.2	Основні геометричні фігури (призма, піраміда, циліндр, конус) та правила й особливості побудови їх креслень на трьох площинах проєкцій. Креслення призми шестигранної на трьох площинах та у прямокутній ізометрії. Правило побудови точки, що належить до	8

	поверхні, на трьох видах і в ізометрії. Побудова лінії перетину площин з поверхнею. Нанесення розмірів. Побудова прямокутної ізометрії призми	
2.3	Креслення конусу на трьох площинах та у прямокутній ізометрії. Побудова кола в прямокутній ізометрії. Правило побудови точки, що належить до поверхні, на трьох основних видах і в ізометрії. Конічні перерізи - побудова лінії перетину площин з поверхнею	4
2.4	Класифікація та характеристика простих розрізів (фронтальні, горизонтальні, профільні) і перерізів фігури й правила побудови і нанесення розмірів. Штриховка на розрізах. Суміщення видів та розрізів на зображеннях фігур. Нанесення необхідних розмірів на суміщених зображеннях	4
2.5	Технічна деталь: особливості виконання креслень видів на трьох площинах проєкцій; розрізів, суміщених з видами, а також прямокутної ізометрії з вирізом передньої лівої чверті (за наочним зображенням, а також за двома наданими видами)	10
	Всього	30

Самостійна робота

№ п/п	Зміст роботи	Кількість годин			
		денна			
1	Підготовка до практичних занять (0,5 год×1 практ.год)	38			
2	Виконання індивідуальних завдань (контр.-6 год)	10			
	Всього	48			

1. СТИСЛІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

Креслярські інструменти та прилади. При виконанні графічних завдань слід використовувати наступні інструменти і засоби (**рис.1.1 - рис.1.3**): креслярська дерев'яна або пластикова лінійка довжиною 30 -50 см та кутники двох типів з кутами 45°, 30° і 60°, креслярські циркулі двох видів – з вставкою з олівця і циркуль-вимірювач (з двома голками на кінцях) для

точного переносу розмірів на кресленні (є ще маленький циркуль – «балеринка» для проведення кола маленького діаметру) та ін.

Лінії проводять під лінійку або кутник зліва – направо. Для обвода кола голка циркуля повинна бути тільки вертикально розташована до поверхні паперу (див. **рис.1.3**). Для роботи також необхідні креслярські олівці різних марок – краще користуватись олівцями середньої жорсткості **ТМ**, **Т** або **F**, **НВ**, спочатку без натиску (можливі механічні олівці); ластик, яким потрібно рідше користуватися тому що це „травмує” поверхню паперу, скотч для кріплення паперу до дошки тощо.

Формати. Усі креслення виконуються на аркушах креслярського паперу визначеного розміру (формату). Найбільш поширені наступні формати:

A4: 210 x 297 мм; **A3:** 297 x 420 мм;

A2: 420 x 594 мм; **A1:** 594 x 841 мм

На кожному форматному аркуші необхідно креслити основною суцільною лінією рамку і основний надпис (**рис.1.4 -1.5**). Для рамки ліворуч від краю листа залишається **20** мм, від інших боків по **5** мм. Основний надпис на листах формату **A4** розташовується лише уздовж короткого боку формат, а на інших форматах він може бути розташований уздовж і короткого, і довгого боку аркуша

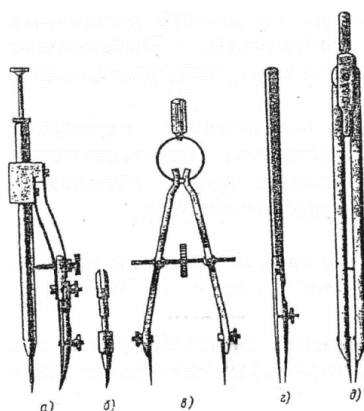


Рис.1.1. Креслярські циркулі: а) креслярський циркуль-рейсфедер; б) допоміжна ніжка; в) кронциркуль маленький; г) рейсфедер; д) циркуль-вимірювач

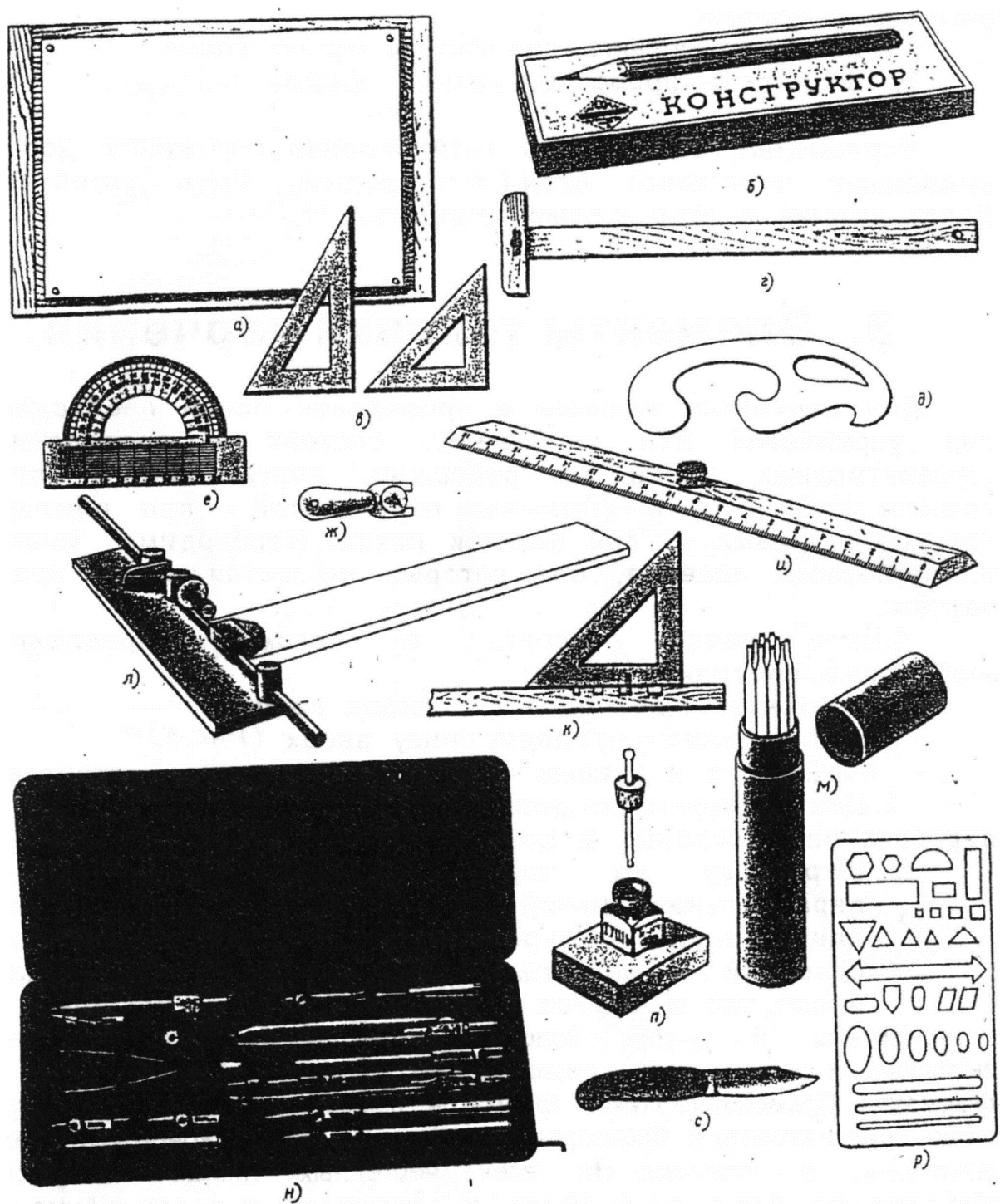


Рис.1.2. Креслярські інструменти та прилади: а) креслярська дошка; б) олівці марки «Конструктор»; в) кутники; г) рейсшина д) лекало; е) транспортер; и) лінійка; к) прямий кут за допомогою кутника і лінійки; м) резинка (ластик), н) готовальня; р) трафарет, с) ніж

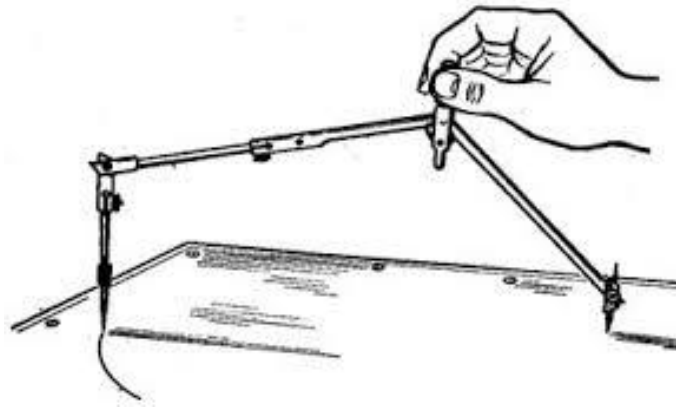


Рис.1.3. Креслярський циркуль: приклад роботи з подовжувачем

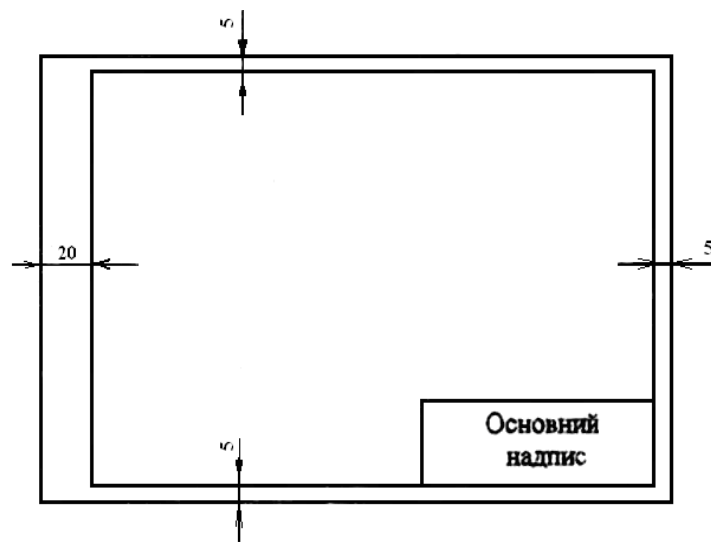


Рис.1.4. Форма креслярського аркушу з рамкою

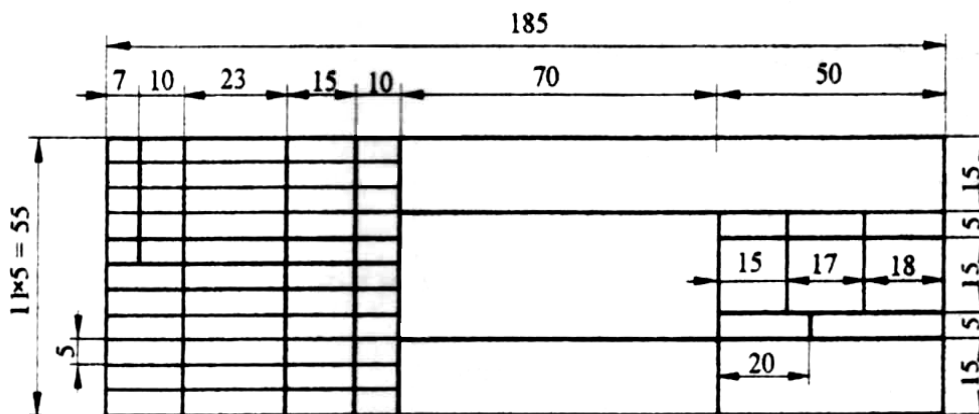


Рис.1.5. Форма основного надпису

Масштаби. Під **масштабом** розуміється відношення розмірів зображення предмета на кресленні до натуральних розмірів предмета.

Розрізняють масштаби зменшення, що використовуються для зображення на форматних аркушах великих предметів, і масштаби збільшення, що використовуються для зображення дрібних предметів. *Натуральний масштаб* – це масштаб **M1:1**. Масштаби зображень на кресленнях повинні вибиратися з наступного встановленого стандартом ряду (**табл.1.1**).

Таблиця1.1

Масштаби зображень


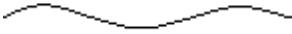
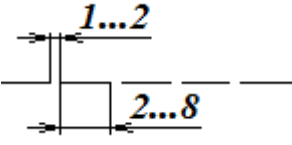
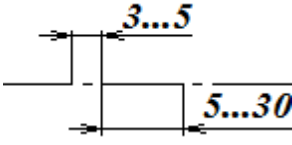
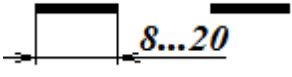

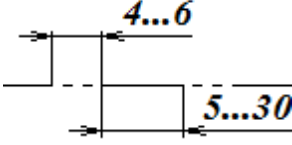
Масштаби зменшення	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 тощо
Натуральний масштаб	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 тощо

На кресленні завжди наносяться натуральні (дійсні) розміри предмета незалежно від масштабу зображення.

Лінії креслення та шрифти креслярські. Усі зображення на кресленнях виконуються встановленими стандартом лініями, що мають певну товщину *s*, рисунок і призначення - креслення ліній наведені в **табл. 1.2**

Таблиця 1.2

Лінії креслення

№	Назва лінії	Накреслення	Товщина ліній	Призначення
1	Суцільна основна		$s = 0,5-1,4$ мм	Лінії контуру на кресленні предмета, його поверхонь, розрізу й перерізу
2	Суцільна тонка		від $s/2$ до $s/3$	Виносні і розмірні лінії; лінії штрихування; лінії виноски та їх полички; лінії проєкційного зв'язку; лінії побудови характерних точок у спеціальних побудовах
3	Суцільна хвиляста		від $s/2$ до $s/3$	Лінії обриву; лінії розмежування виду та розрізу
4	Штрихова		від $s/2$ до $s/3$	Лінії невидимого контуру; невидимі лінії переходу
5	Штрихпунктирна тонка		від $s/2$ до $s/3$	Осьові та центрові лінії
6	Розімкнута		від s до $1,5s$	Лінії для позначення розрізів, перерізів
7	Суцільна тонка зі зламами		від $s/2$ до $s/3$	Довгі лінії обриву
8	Штрихпунктирна з двома пунктирами		від $s/2$ до $s/3$	Лінії згину на розгортках; лінії для зображення частини виробу в крайніх чи проміжних положеннях; лінії для зображення розгортки, суміщеної з видом

Усі надписи на кресленні повинні виконуватись певними типами шрифтів креслярських А або Б прямими чи з нахилом під кутом 75° (Додаток 1 містить особливості виконання надписів шрифтом типу Б з нахилом 75°).

Розглянемо шрифт креслярський типу Б з нахилом 75° : номер шрифту відповідає висоті заголовної літери (**h**), наприклад, шрифт № 10 має висоту заголовної літери 10 мм. Висота літер вимірюється перпендикулярно до основи рядка. Для точності креслення літер рекомендується використати допоміжну сітку (рис.1.6): відстань між нижньою і верхньою лініями дорівнює висоті заголовних літер, а між похилими лініями – відповідно ширині лінії та відстані між ними (кут нахилу 75°). Креслення літер відрізняється наявністю горизонтальних, вертикальних, похилих ліній та заокруглень, послідовність побудови яких рекомендована стрілками на рис.1.6 – 1.8.



Рис. 1.6. Креслення заголовних літер, що складаються з горизонтальних і вертикальних елементів



Рис.1.7а. Креслення заголовних літер, що складаються з прямолінійних і криволінійних елементів

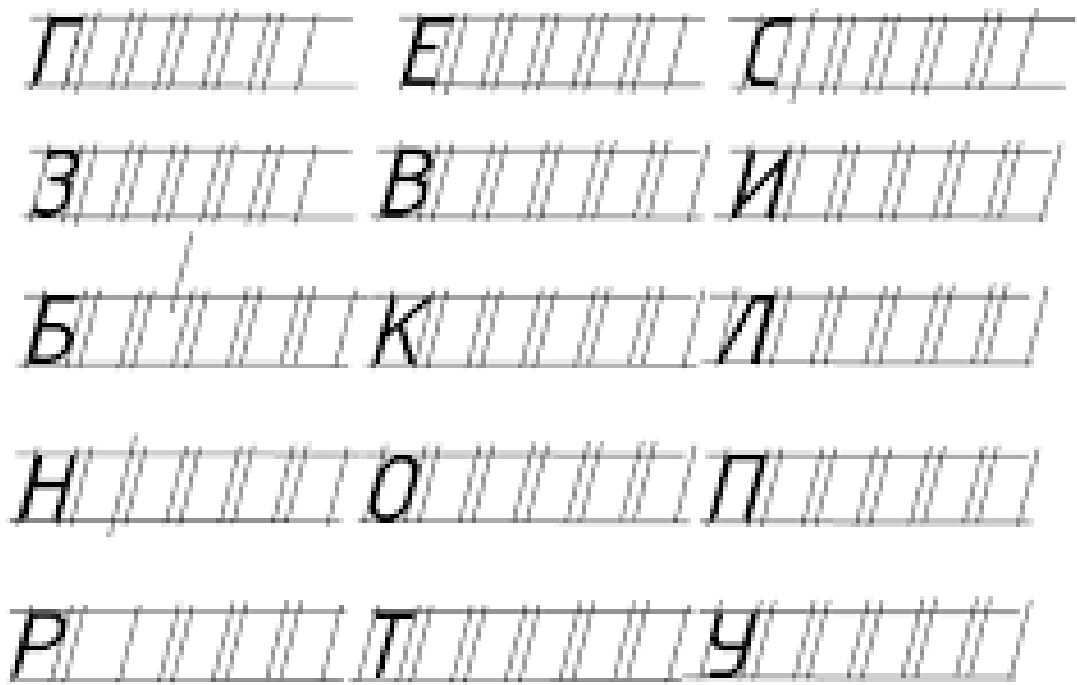


Рис.1.76. Креслення заголовних літер (вправа)

Креслення окремих рядкових літер відрізняється від заголовних, що показано на **рис.1.8**



Рис. 1.8. Креслення рядкових літер, що відрізняються

від накреслення заголовних літер

Нанесення розмірів. Основою для визначення величини зображуваного виробу і його елементів служать розмірні числа, що нанесені на кресленні.

Загальна кількість розмірів, нанесених на кресленні, повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення виробу і контролю (рис.1.9).

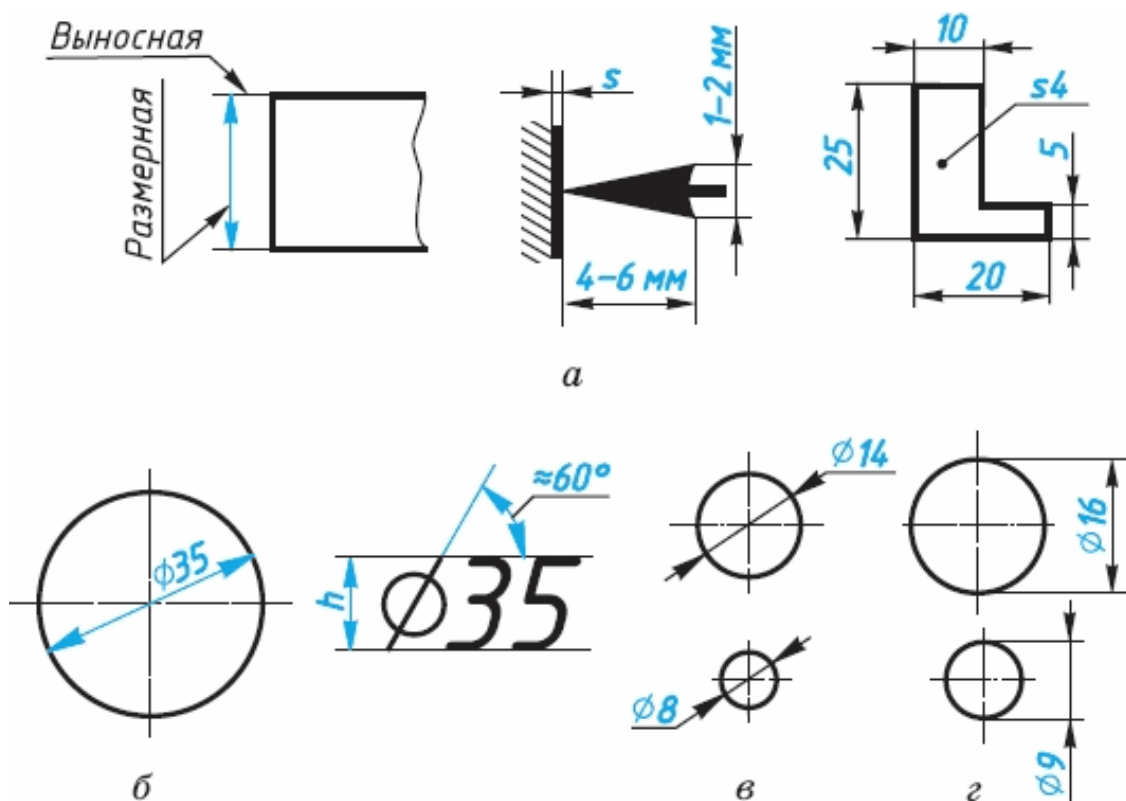


Рис. 1.9. Креслення розмірних чисел та окремих знаків: а) стрілка розмірна, позначення товщини деталі «s4»; б) – г) - позначення діаметру кола на кресленні

Не дозволяється повторювати розміри того ж самого елемента на різних зображеннях. Лінійні розміри вказуються в міліметрах без позначення розмірності; кутові розміри вказуються в градусах, хвилинах і секундах з позначенням одиниці виміру, наприклад, $15^{\circ} 20' 30''$, тобто 15 градусів 20 хвилин 30 секунд. Не дозволяється використовувати при позначенні розмірів прості дроби, за винятком розмірів у дюймах (рис.1.10).

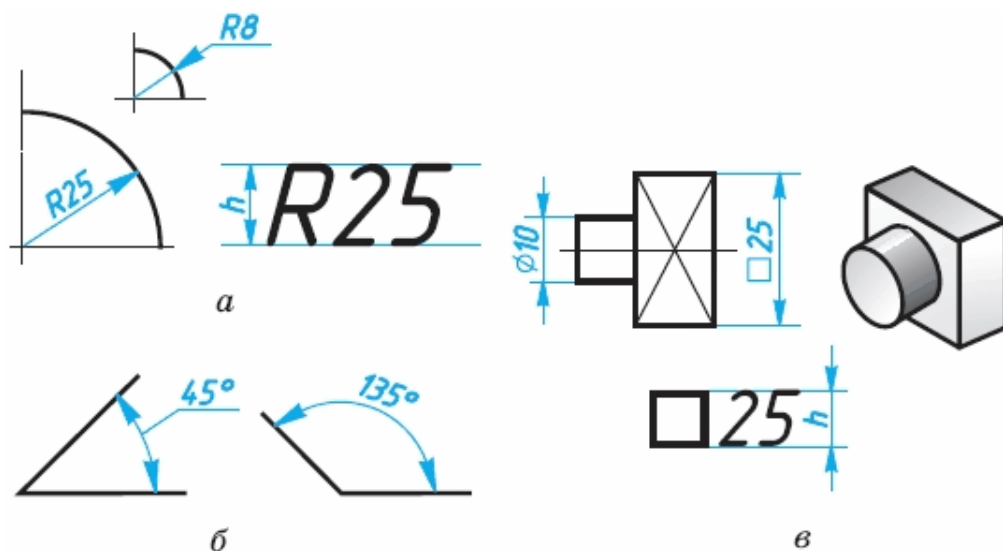


Рис. 1.10. Креслення розмірних чисел та окремих знаків: а) радіус R ;

б) позначення кутів; в) - позначення знаку квадрата на кресленні

Лінійні розміри визначаються *розмірними числами*, що наносяться над *розмірними лініями*, проведеними паралельно вимірюваному відрізку. Розмірні лінії закінчуються стрілками, що упираються у *виносні лінії*, які проведені в більшості випадків перпендикулярно до вимірюваного відрізка. Виносні лінії повинні виходити за розмірні на 1...5 мм. Розмірні лінії переважно слід наносити поза контуром зображення. Мінімальні відстані між рівнобіжними розмірними лініями повинні бути 7 мм, а між розмірною і лінією контуру - 10 мм. Необхідно уникати перетину розмірних і виносних ліній. При нанесенні декількох паралельних розмірних ліній розмірні числа над ними рекомендується розташовувати в шаховому порядку.

При виконанні розрізів і перерізів фігура, що знаходиться у площині уявного перетину зображуваного предмета однією або декількома площинами, штрихується відповідно до графічних позначень матеріалів, що наведені в **табл.1.3.**

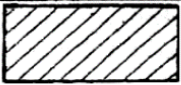



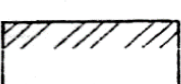
Примітки:

1. Завдання необхідно виконувати на аркушах однотонного паперу формату А3: 297x420 мм;

2 – методика графічного виконання креслень має певну послідовність: спочатку проводиться загальна розмітка формату аркуша паперу в залежності від тематики завдання та його змісту, потім його деталювання (зі збереженням всіх додаткових ліній побудов), а надалі після перевірки викладачем виконується наведення креслення.

Таблиця 1.3

Графічні позначення матеріалів на кресленні

	Матеріал	Позначення
1	Метали і тверді сплави	
2	Неметалічні матеріали, у тому числі волокнисті монолітні і плитні (пресовані), за винятком зазначених нижче	
3	Дерево	
4	Камінь природний	
5	Кераміка і силікатні матеріали для кладки	
6	Бетон	
7	Скло й інші світлопрозорі матеріали	
8	Рідини	
9	Ґрунт природний	

2. ОСНОВИ ГЕОМЕТРИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

При складанні креслень досить часто приходиться робити різні побудови на площині, що виконуються за допомогою циркуля, лінійки, косинця, наприклад, поділяти на рівні частини відрізки й кола, будувати перпендикуляри і кути, виконувати спряження тощо. **Геометричні побудови** - це спосіб розв'язання задачі, при якому відповідь одержують графічним шляхом. Побудови виконують креслярськими приладами при максимальній точності й акуратності роботи, тому що від цього залежить правильність рішення.

До *геометричних* побудов відноситься наступне:

- ділення відрізків на рівні частини, побудова перпендикуляра від заданої точки до прямої;
- побудова двох паралельних між собою прямих на заданій відстані;

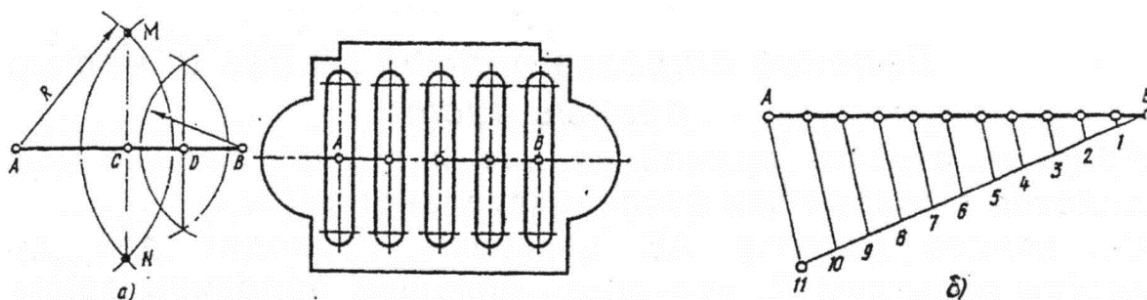


Рис.2.1. Побудова перпендикуляра і ділення відрізків

- ділення кутів на рівні частини;

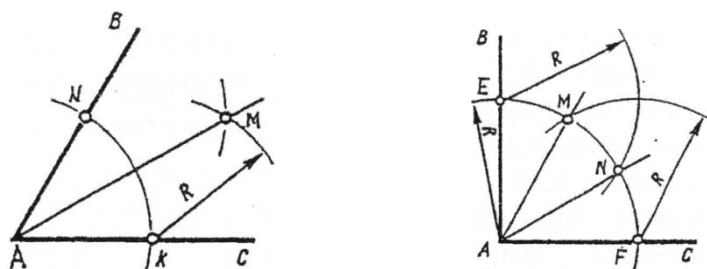


Рис.2.2. Побудова ділення кутів на рівні частини

- ділення кола на рівні частини (або побудова правильних багатокутників):

– на **три** частини

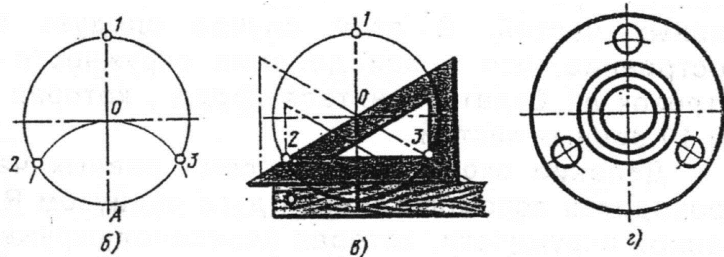


Рис.2.3. Побудова ділення кола на три рівні частини

– на **шість** частин

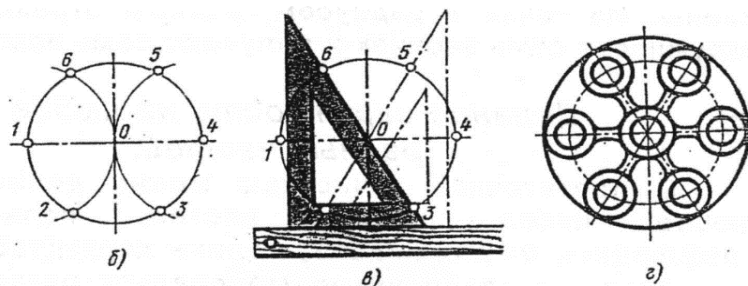


Рис.2.4. Побудова ділення кола на шість рівних частин

- на **вісім** частин;

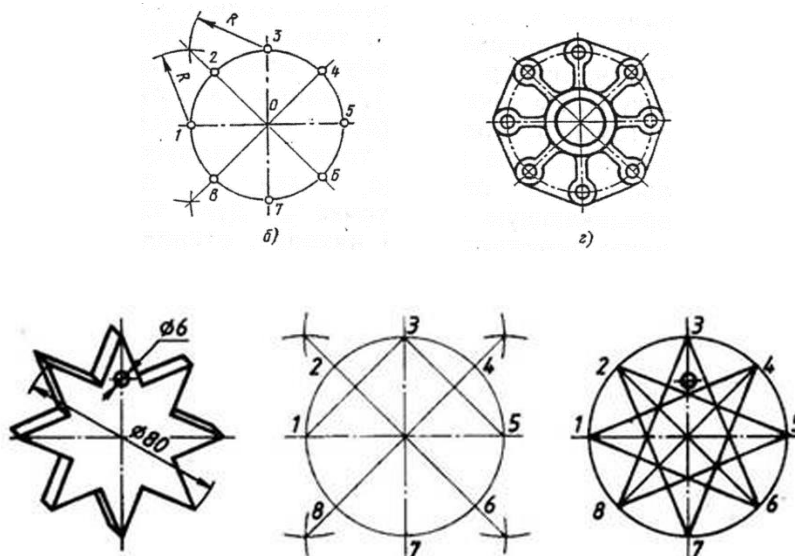


Рис.2.5. Побудова ділення кола на вісім рівних частин

– на дванадцять частин;

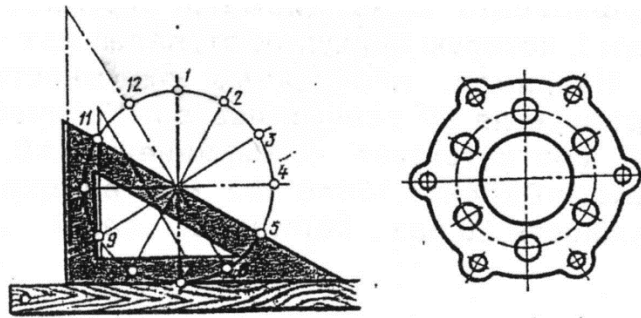


Рис.2.6. Побудова ділення кола на дванадцять рівних частин

– на п'ять частин

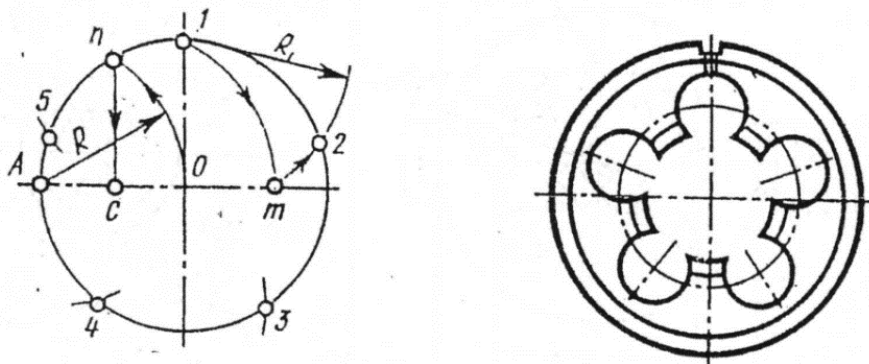


Рис.2.7. Побудова ділення кола на п'ять рівних частин

– побудова *спряження* – спряженням називають плавний перехід однієї лінії в іншу.

Для побудови спряжень необхідно мати *три* елементи:

- 1) R^c – радіус спряження;
- 2) т. O – центр спряження;
- 3) тт. A, B – точки спряження

Спрягатися можуть між собою дві прямі лінії, пряма з колом, а також два кола. На **рис. 2.8** наведені побудови спряження *двох прямих ліній*

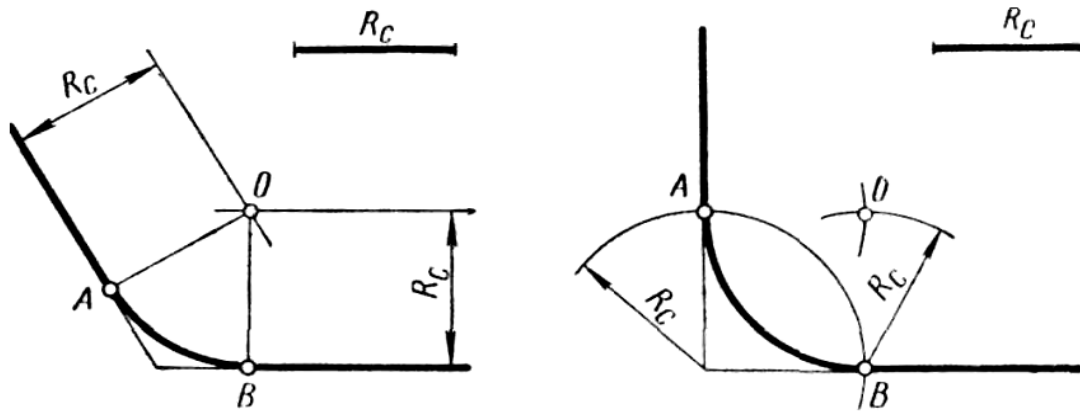


Рис.2.8. Побудова спряження двох прямих ліній

На **рис. 2.9** наведені побудови зовнішнього спряження двох кіл – тобто спряжуються два кола, центри яких знаходяться зовні від дуги спряження. Для знаходження центру спряження необхідно побудувати допоміжне коло радіусом $R^{\text{доп}} = R^{\text{вел}} + R^{\text{мал}}$

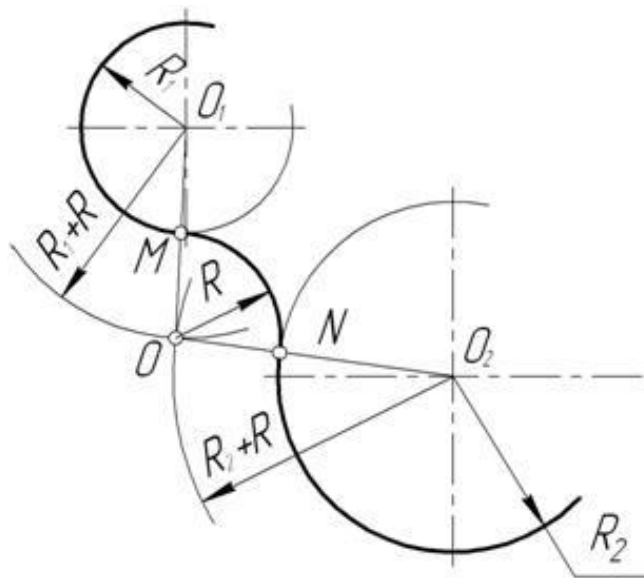


Рис.2.9. Побудова зовнішнього спряження двох кіл

На **рис. 2.10** наведені побудови внутрішнього спряження двох кіл: для знаходження центру спряження необхідно виконати наступну умову:

$$R^{\text{доп}} = R^{\text{вел}} - R^{\text{мал}}$$

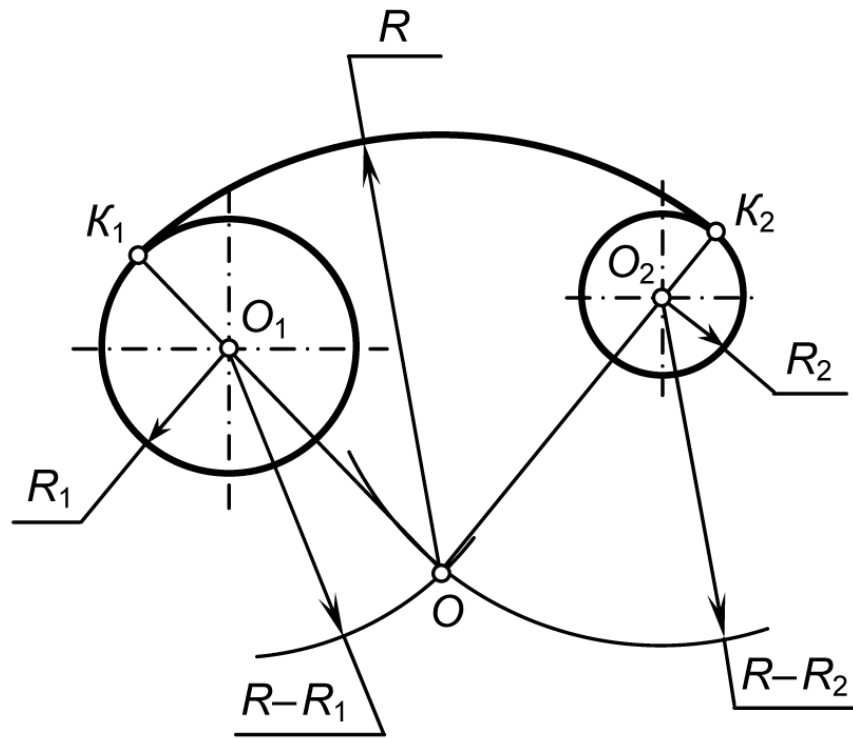


Рис.2.10. Побудова внутрішнього спряження двох кіл

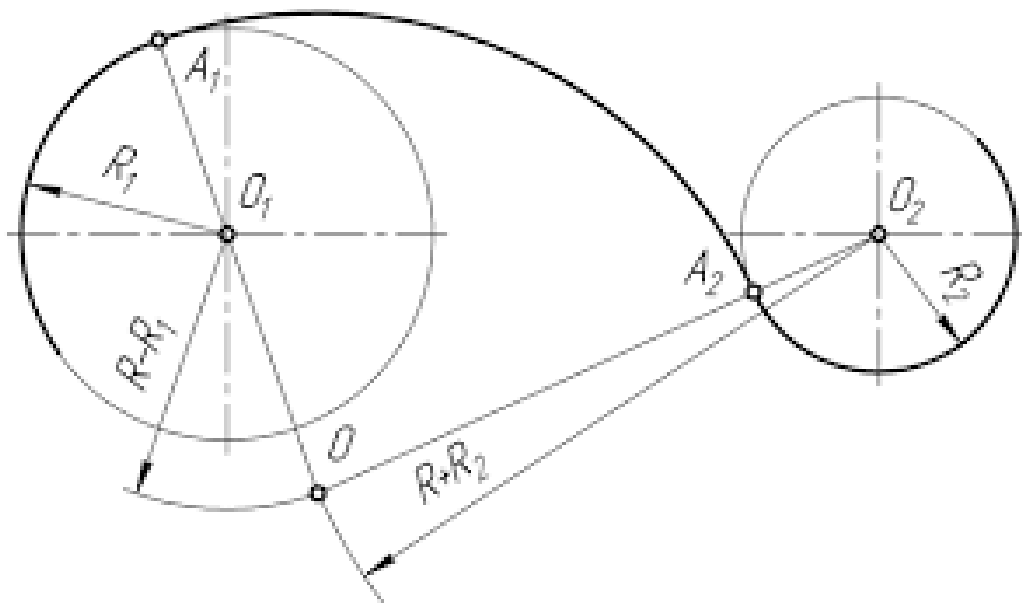


Рис.2.11. Побудова змішаного спряження двох кіл

- побудова *дотичних* до кола прямих ліній: будь-яка дотична лінія будується за трьома етапами (рис.2.12 – рис.2.15):

а) проведення дотичної до кола із заданої точки

Задана точка **P** з'єднується прямою лінією з центром кола **О**. Відрізок **(OP)** поділяється навпіл (т. **Н**). З точки **Н** описується допоміжна дуга кола радіусом **R=НО**. Точки **T** і **T'** перетину кіл з'єднуються із заданою точкою **P**. Прямі **(PT)** і **(PT')** - дотичні до заданого кола, тому що кути **(PTO)** і **(PT'O)** – прямі (рис.2.11)

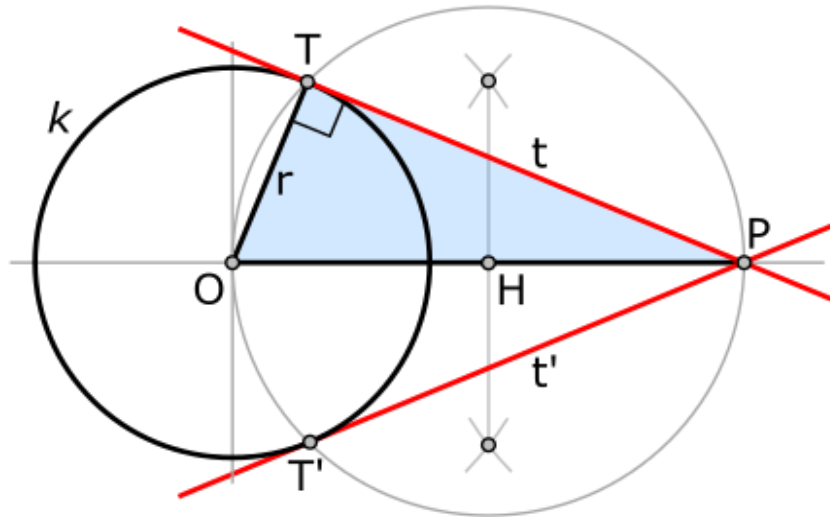


Рис.2.12. Побудова дотичної до кола (точка P знаходиться зовні кола)

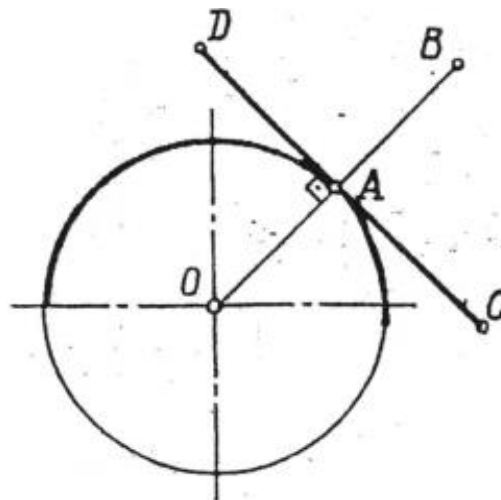


Рис.2.13. Побудова дотичної до кола (точка A належить до кола)

б) зовнішній дотик

Якщо обидва кола знаходяться з одного боку дотичної, то такий дотик називають *зовнішнім*. З'єднуємо центри (рис.2.14) O і O_1 наданих кіл. Поділяємо відрізок OO_1 навпіл і описуємо, як і в попередньому випадку, допоміжну дугу кола. З центру O описуємо допоміжне коло радіусом $(R - R_1)$. Перетин допоміжних кіл дає т. C . Проводимо лінію OC і продовжуємо її до перетину із заданим колом – одержуємо т. T_1 . З центру т. O_1 проводимо лінію (O_1T_2) , що паралельна до (OT_1) .

З'єднуємо точки T_1 і T_2 - ця пряма є дотичною до заданих кіл.

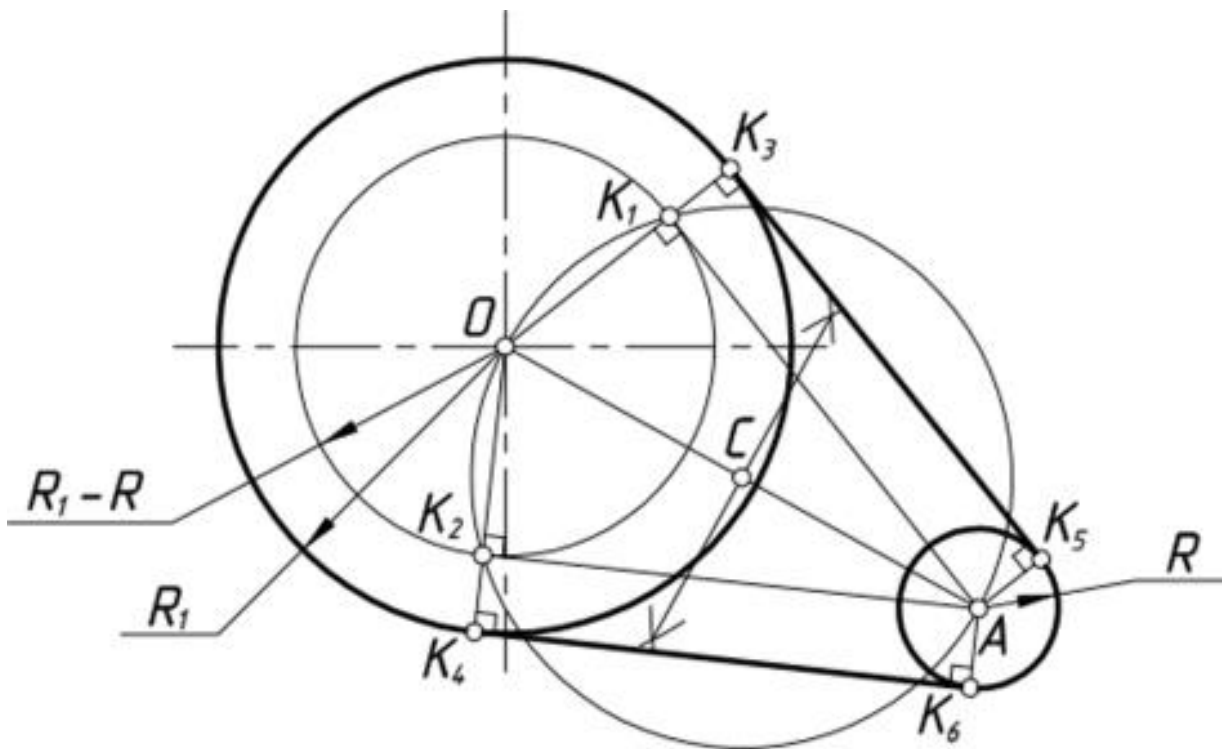


Рис.2.14. Побудова зовнішнього дотику

Таким чином, для побудови зовнішнього дотику необхідно радіус допоміжного кола взяти як різницю $R_{\text{доп}} = R_{\text{вел}} - R_{\text{мал}}$

в) змішаний дотик

Якщо кола знаходяться з різних боків дотичної, то такий дотик називають *змішаним*. З'єднуємо центри (рис.2.15) O і O_1 наданих кіл. Поділяємо відрізок (OO_1) навпіл і описуємо, як і в попередньому випадку, допоміжну дугу кола. З центру O описуємо допоміжне коло радіусом (R_1+R_2). Перетин допоміжних кіл дає т. C_1 . Проводимо лінію OC_1 , її перетин із заданим колом відбувається в т. T_1 . З центру т. O_1 проводимо лінію (O_1T_2), що паралельна до (OT_1). З'єднуємо точки T_1 і T_2 - ця пряма дає змішаний дотик до заданих кіл.

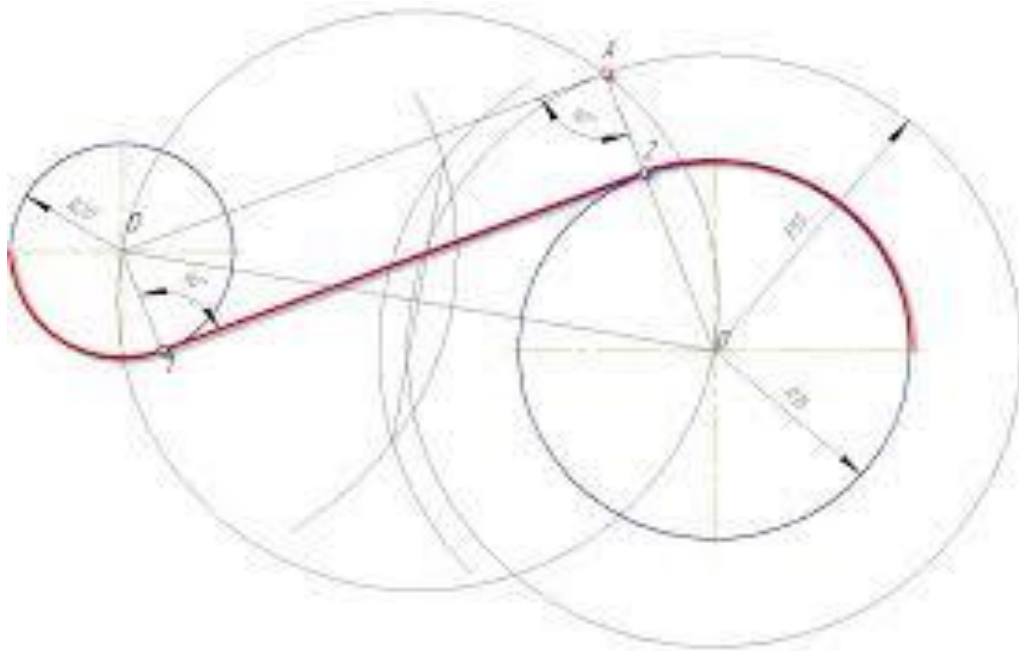


Рис.2.15. Побудова змішаного дотику

Таким чином, для побудови змішаного дотику необхідно радіус допоміжного кола взяти як суму $R_{\text{доп}} = R_{\text{вел}} + R_{\text{мал}}$

Теоретичний матеріал, що розглянутий вище, застосовується у побудовах багатьох технічних та архітектурних деталей і фрагментів, надалі індивідуальні графічні навички і компетентності слухачів будуть закріпляться у виконанні *контрольних графічних робіт*

3. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

Графічна мова пройшла довгий шлях розвитку. Основи сучасної графічної системи були закладені в XVIII в. французьким геометром Гаспаром Монжем (1746—1818 рр.). Теоретично обґрунтована ним зображувальна система прямокутного проєкціювання об'єкту на дві (або більше) взаємно перпендикулярні площини забезпечила можливість задання точної, метрично (за розмірами) визначеної інформації про форму заданого реального об'єкта. Саме ця система використовується в сучасній інженерній та архітектурній практиці.

Види, розрізи, перерізи. Зображення предметів на кресленнях виконується за методом *прямокутного проєкціювання*. Предмет передбачається розташованим між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій. За площини проєкцій приймаються шість граней куба, усередині якого міститься предмет (**рис. 3.1**).

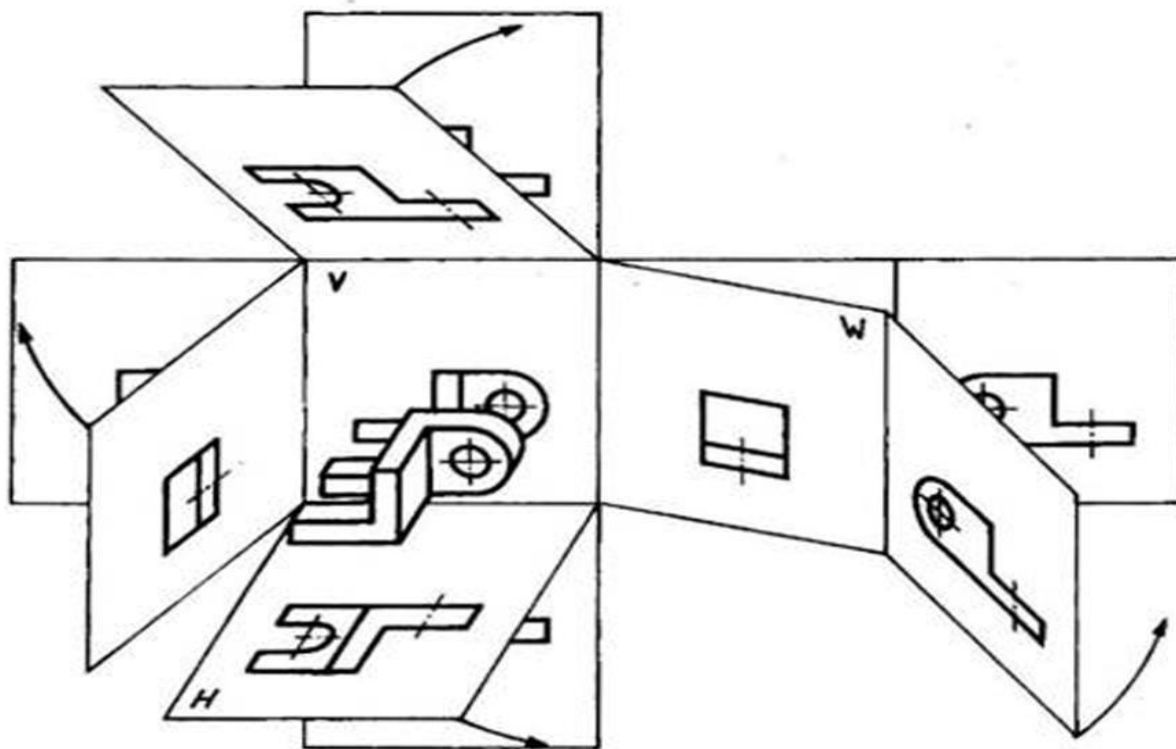


Рис.3.1. Схема побудови шести основних видів

Грані сполучаються з площиною так, як показано на **рис.3.1** і **рис.3.2**. Грань **6** допускається розташовувати поруч із гранню **4**. Зображення на фронтальній площині проєкцій приймається за *головне*, тому предмет щодо неї повинний розташовуватися таким чином, щоб зображення давало найбільш повне уявлення про форму і розміри предмету.

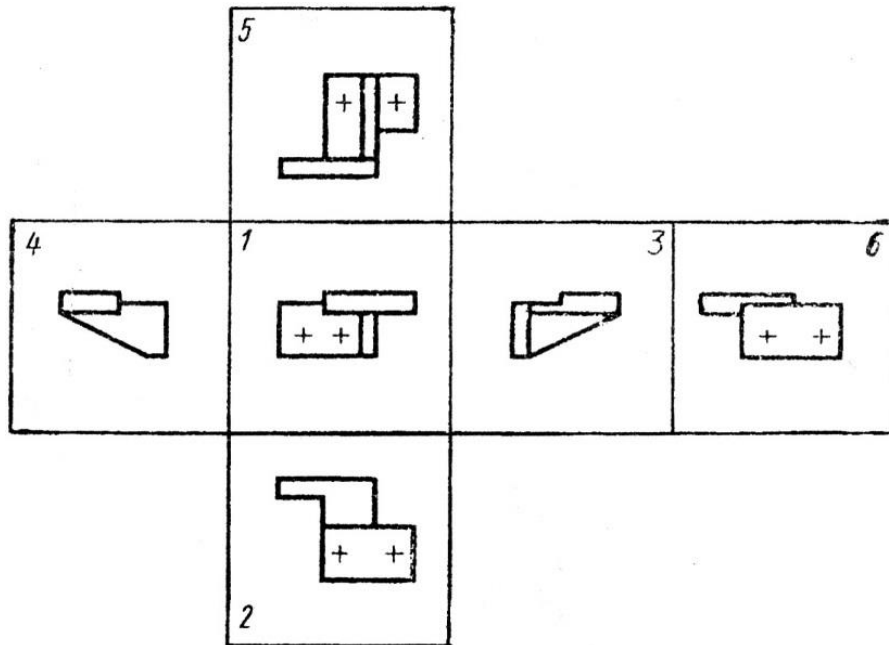


Рис.3.2. Схема розташування шести основних видів

Зображення на кресленні в залежності від їхнього змісту розподіляються на *види, розрізи* і *перетини*. Кількість зображень на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для повного представлення зображеного предмету. Під "*видом*" розуміється *зображення на площині проєкцій зверненої до спостерігача видимої поверхні предмета*. Невидимі частини поверхні предмету на видах показуються штриховими лініями. Встановлюються наступні назви видів, які одержуються на основних площинах проєкцій (див. рис.3.2):

1 - вид *спереду* (головний вид),

2 - вид *зверху*,

3 - вид зліва,

4 - вид справа,

5 - вид знизу,

6 - вид позаду.

Назви видів на кресленнях не пишуть (за виключенням будівельних креслень). Якщо види зверху, зліва, справа, знизу, позаду не знаходяться в безпосередньому проекційному зв'язку з головним зображенням, то вони позначаються на кресленні надписом "А". Напрямок погляду при цьому вказується стрілкою, позначеною цією ж буквою.

Якщо яка-небудь частина предмета не може бути показана на жодному з основних видів без зміни форми і розмірів, то застосовуються *додаткові види*, які одержуються проєкціюванням об'єкту на додаткові площини проєкцій. Зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета називається *місцевим видом*. Місцевий вид може бути обмежений лінією обриву. На кресленнях місцеві види позначаються аналогічно додатковим видам (рис.3.3).

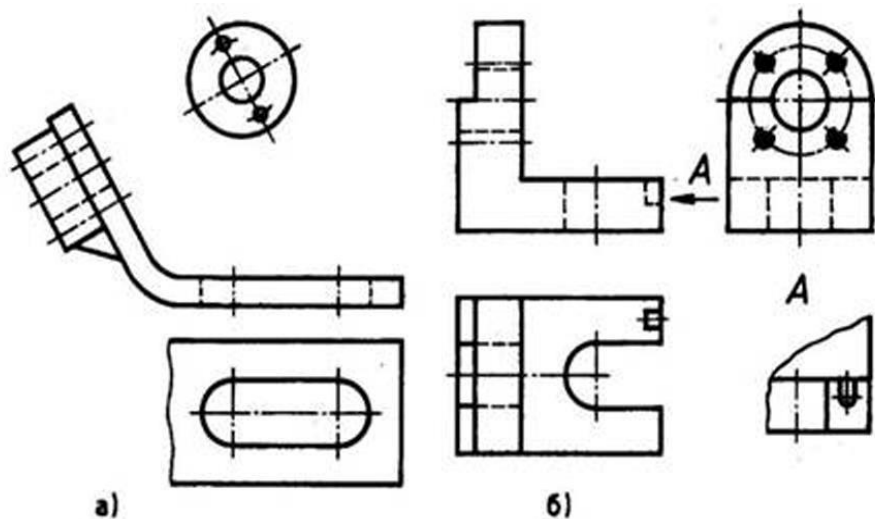
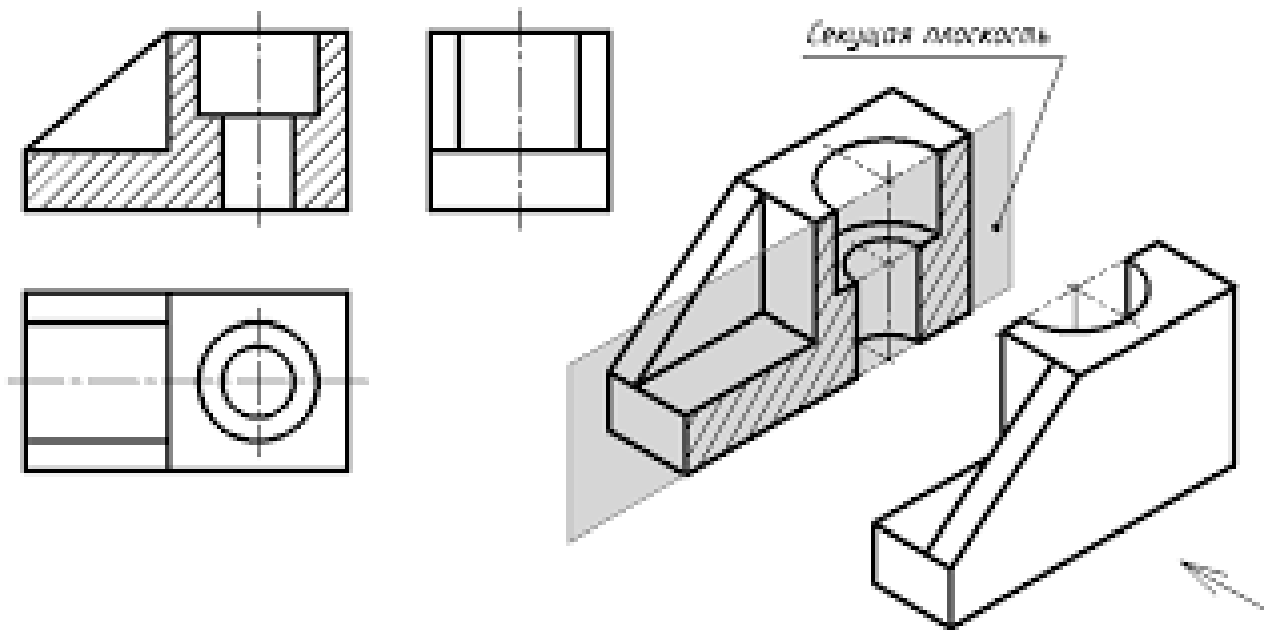


Рис. 3.3. Позначення додаткових і місцевих видів

Розрізом називається зображення предмета, що утворюється при його уявному перетині однією або декількома площинами. На розрізі показується те, що знаходиться у січній площині, а також те, що розташовується за нею (рис. 3.4-3.6).



**Рис. 3.4. Утворення розрізу за допомогою однієї січної площини
(фронтальний розріз)**

Розрізи можуть бути *простими* і *складними*. Розглянемо прості розрізи, що утворюються за допомогою однієї площини, яку називають *січною*. У залежності від положення січної площини у просторі розрізи поділяються на *горизонтальні* - січна площина паралельна до горизонтальної площини проєкцій, а розріз показується на місці виду зверху, *вертикальні* – січна площина паралельна до фронтальної або профільної площини проєкцій, відповідно розрізи називаються *фронтальними* та *профільними* і показуються вони відповідно на місці виду спереду або зліва (*похилі* - січна площина складає з горизонтальною площиною проєкцій деякий кут, відмінний від прямого).

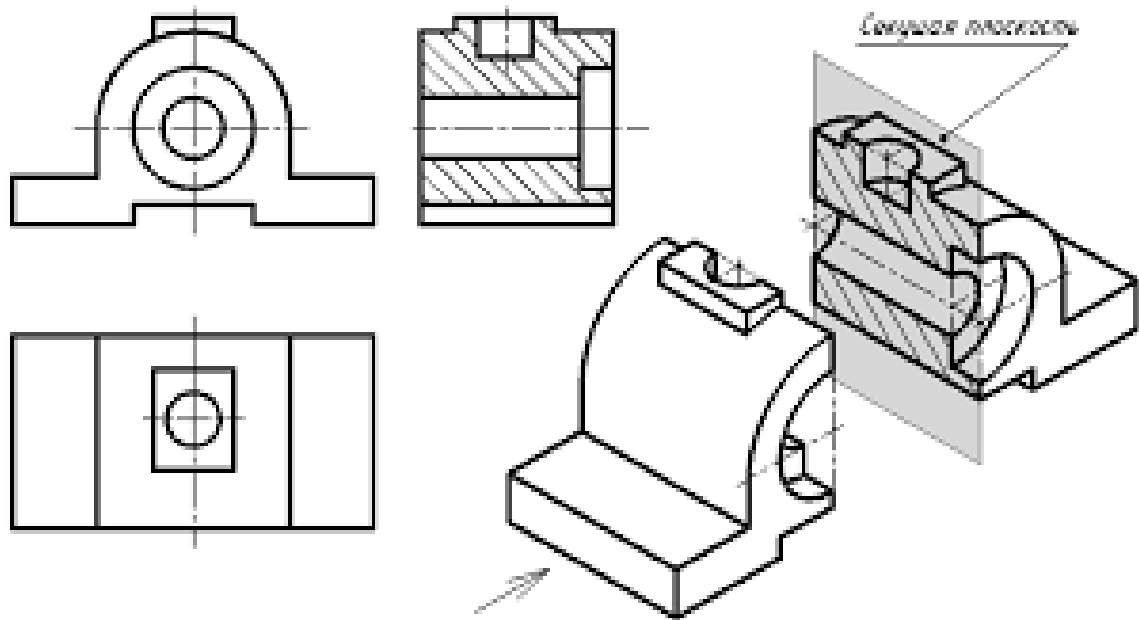


Рис. 3.5. Утворення розрізу за допомогою однієї січної площини
(профільний розріз)

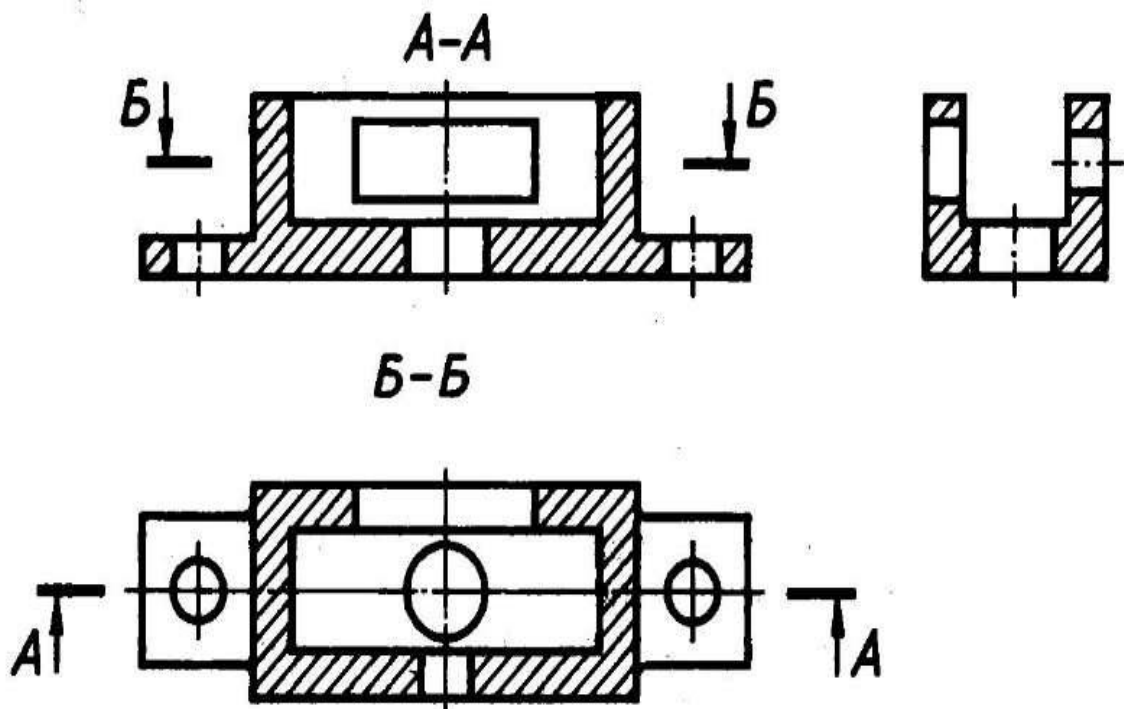


Рис. 3.6. Позначення розрізів на кресленні

Для симетричних деталей рекомендується поєднувати частину виду і частину розрізу (рис.3.7), таке суміщення відбувається, як правило, по осі симетрії, причому на вертикальних зображеннях розріз розміщується справа від осі, а вид - зліва; на горизонтальних - розріз, в основному, розміщується у нижній частині зображення, вид - у верхній частині.

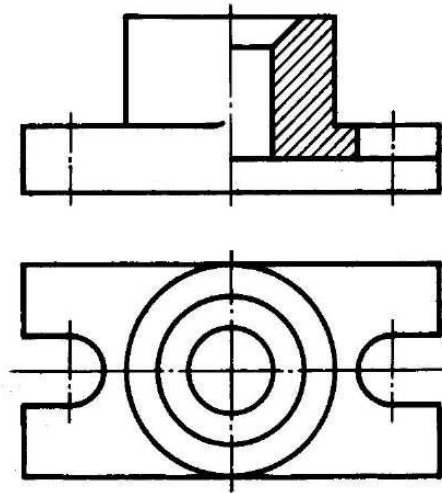


Рис.3.7. Поєднання видів і розрізів на кресленні симетричної деталі

Якщо деталь не симетрична, то вид і розріз поділяються суцільною хвилястою лінією (рис.3.8)

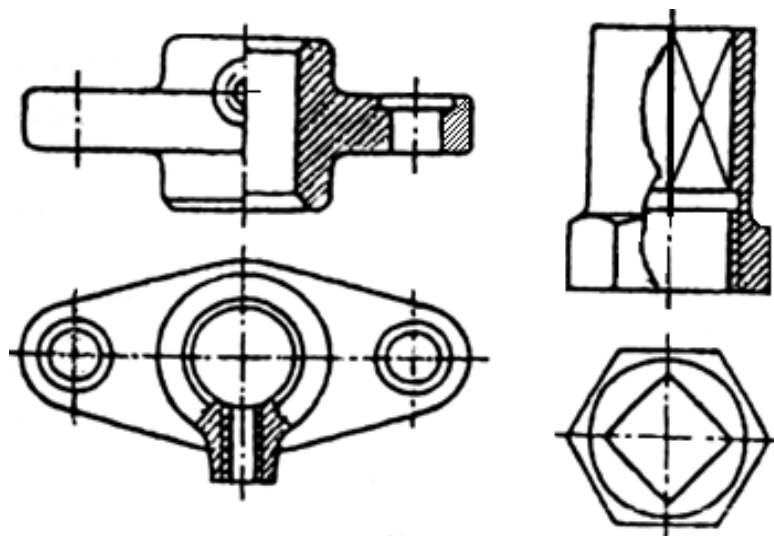


Рис.3.8. Поєднання видів і розрізів на кресленні

несиметричних деталей

Перетином називається зображення предмета, що утворюється при його уявному перетині площиною, причому у перетині показується лише те, що знаходиться у січній площині (рис. 3.9). Перетини можуть бути *винесеними*, тобто виконані окремо від основного зображення, і *накладеними*, тобто виконаними на основному зображенні. Винесеним перетинам віддається перевага. Контур винесеного перетину зображують суцільними основними лініями. Для позначення положення січної площини застосовується розімкнута лінія (див. рис. 3.9).

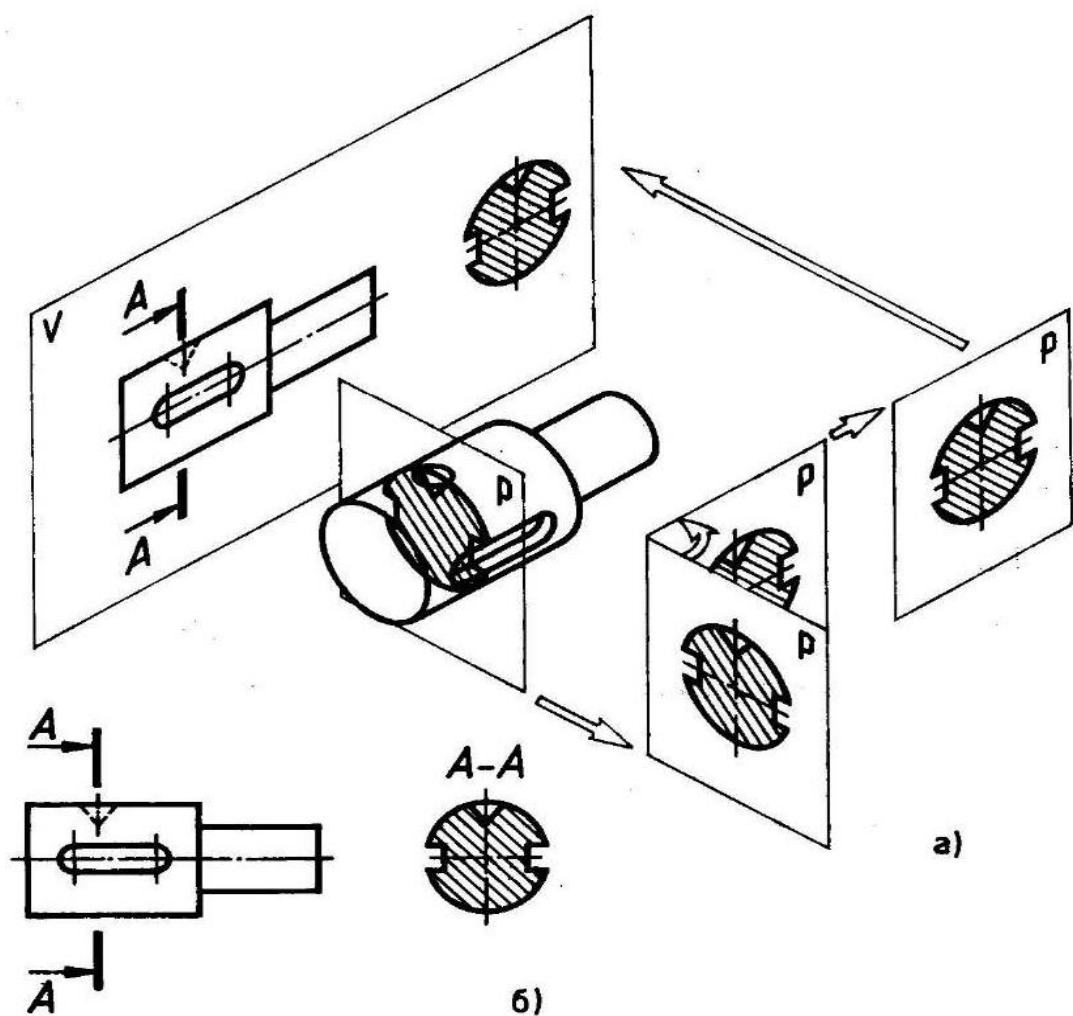


Рис. 3.9. Схема утворення перетинів на кресленні:

а) утворення перетину; б) перетин у проекційному зв'язку з видом

Креслення геометричних фігур. Геометричною формою називається зовнішній вигляд предмету, що характеризується сукупністю його геометричних властивостей а саме: розмірів, пропорцій, взаємного розташування окремих елементів. Предмети є простої та складної форми (рис. 3.10). До предметів простої форми відносяться просторові геометричні фігури – призма, піраміда, циліндр, конус, шар. До предметів складної форми, в тому числі, до архітектурних та технічних деталей, відносяться такі, що утворені сполученням різних геометричних фігур. Знання характерних графічних властивостей простих геометричних фігур – обов’язкова умова технічної грамотності кожного фахівця Тому засвоєння теоретичних знань та придбання навиків визначення форми предмету за кресленням, тобто його читання, є однією з основних задач розділу «Проекційне креслення», теорією якого є дисципліна «Нарисна геометрія»

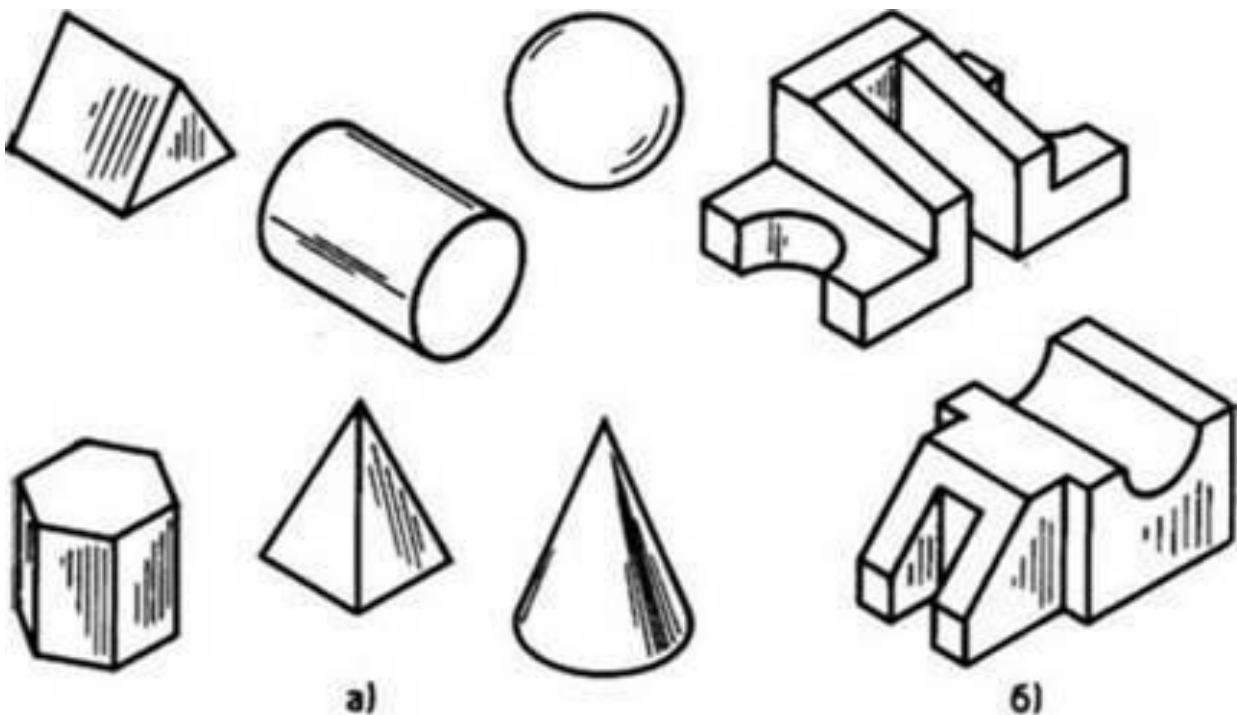


Рис. 3.10. Предмети простої (а) та складної (б) форми

На рис.3.11 – 3.14 наведені креслення простих фігур на трьох площинах проєкцій

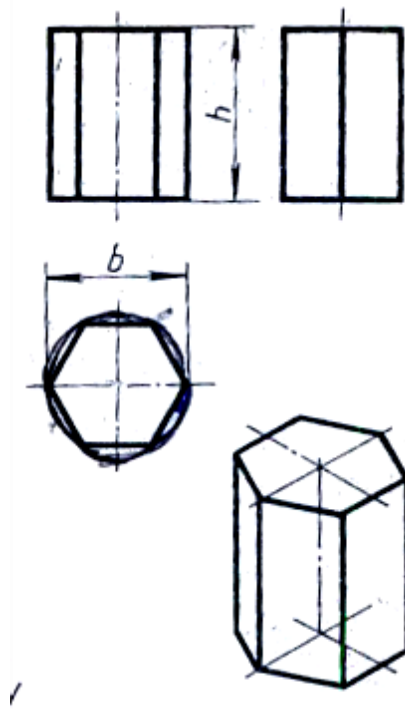
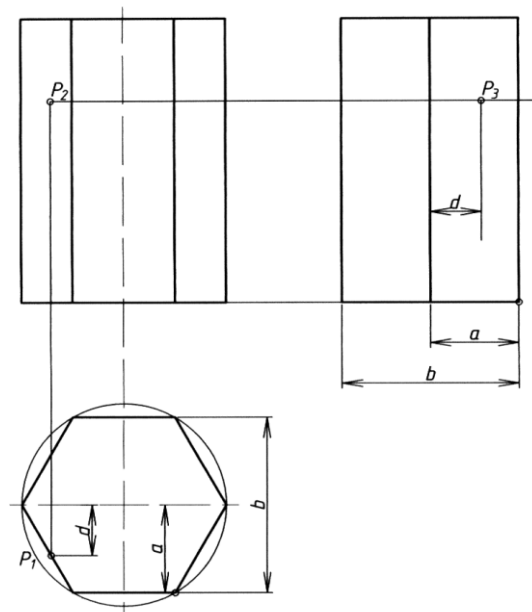


Рис. 3.11. Креслення призми та її наочного зображення



**Рис. 3.12. Креслення призми та побудова проєкцій точки,
що належить до призми**

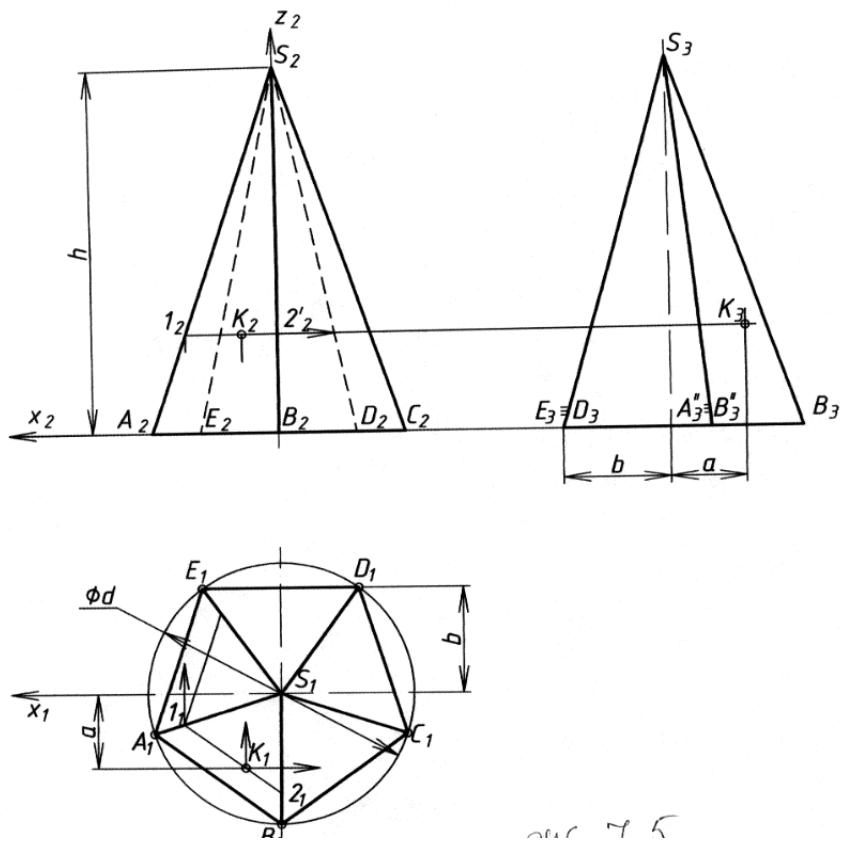


Рис. 3.13. Креслення піраміди та побудова проєкцій точки, що належить до піраміди

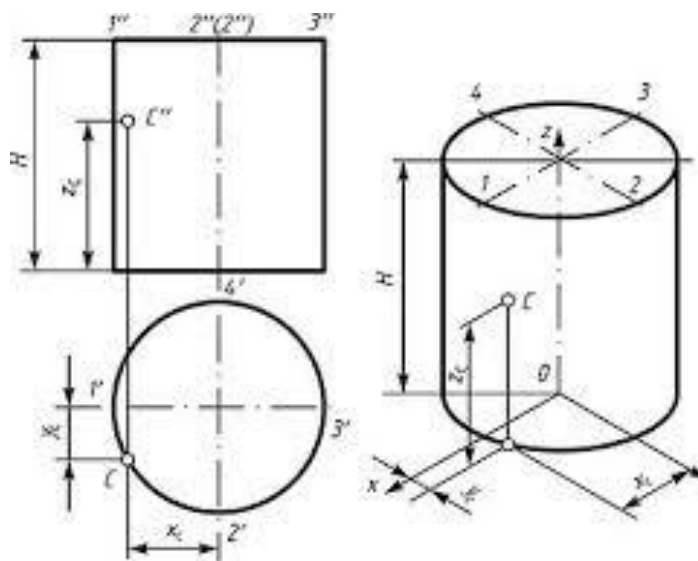


Рис. 3.14. Креслення циліндру, його наочного зображення та побудова проєкцій точки, що належить до циліндру

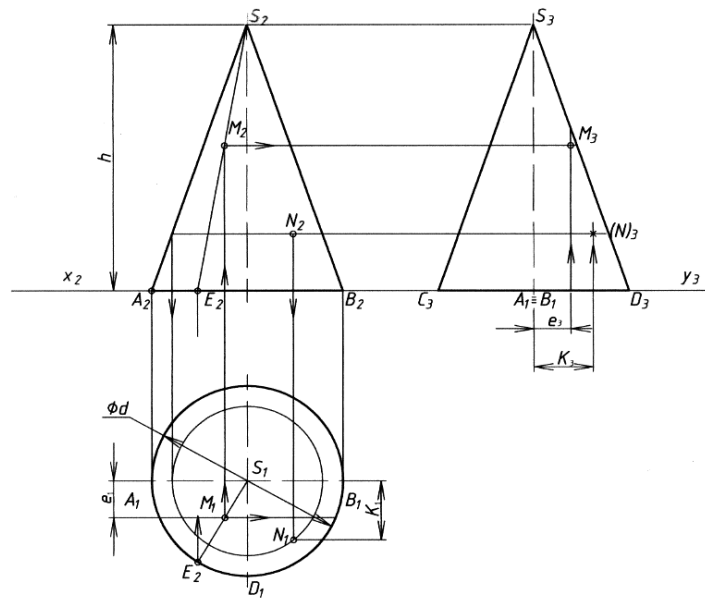


Рис. 3.15. Креслення конусу та побудова проєкцій точок, що належать до конусу

ПРАКТИЧНІ ВПРАВИ. За наданими варіантами геометричних фігур назвати кожну фігуру (рис.3.16), побудувати на форматах А4 зображення на трьох площинах проєкцій, а також проєкції точок, що належать до кожної поверхні

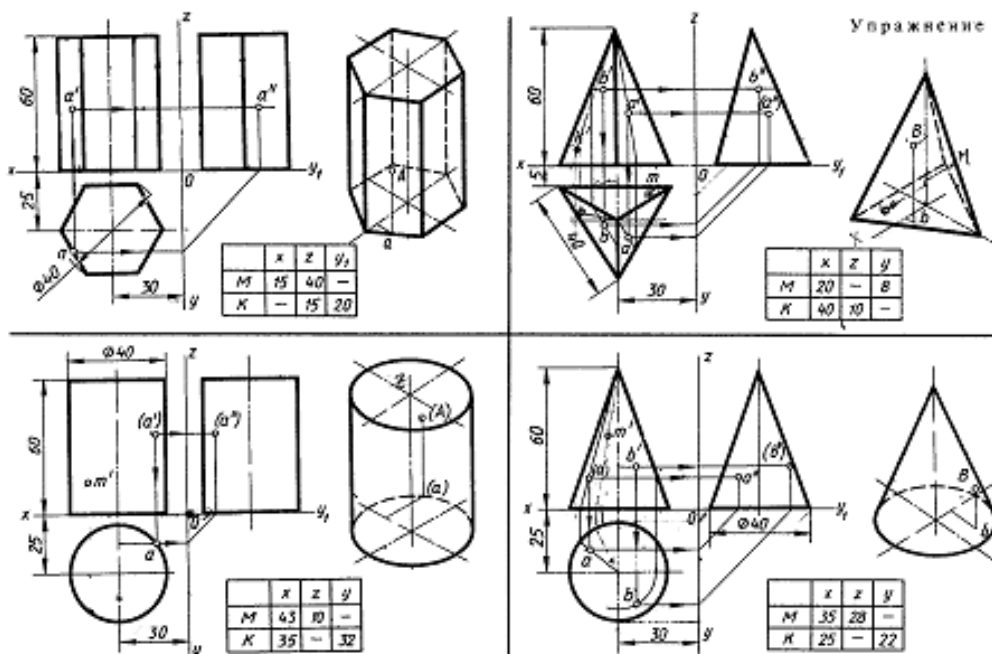


Рис. 3.16. Креслення геометричних фігур

АксонOMETричні проєкції. *АксонOMETричною проєкцією* об'єкта називають його паралельну проєкцію на площині, побудовану разом з прямокутними координатними осями, до яких він віднесений. Існує досить багато видів аксонOMETрії, серед яких *прямокутна ізометрія* є найбільш поширеною. Її характерні ознаки: аксонOMETричні осі розташовані під **кутом 120°** одна до одної, а *приведені показники спотворення* по осях дорівнюють одиниці. АксонOMETричні проєкції являють собою наочне зображення реального об'єкта на одній площині проєкцій. Щоб уникнути збігу проєкцій різних точок предмета на площині проєкцій змінюють або положення предмета перед площиною проєкцій, або напрямок проєкціювання. При цьому може відбуватися зміна дійсних розмірів предмета.

Якщо предмет розташований перед площиною проєкцій таким чином, що жодна з осей не паралельна ні до однієї площини проєкцій, то відрізки, які дорівнюють одиниці довжини, не будуть відповідати натуральній величині. Відношення довжини проєкції відрізка до його натуральної величини прийнято називати *коефіцієнтом спотворення*. Оскільки взаємних положень предмета і площини проєкцій може бути безліч, то серед неї завжди можна знайти такі положення, при яких коефіцієнти спотворення по всім трьом осям будуть однакові, або однакові тільки по двом осям, або по всім трьом осям різні. Відповідно до цього всі аксонOMETричні проєкції розділяються на:

- **ізометричні** - коефіцієнти спотворення по всім осям однакові,
- **диметричні** - коефіцієнти однакові по двом осям,
- **триметричні** - коефіцієнти різні по всім трьом осям.

В залежності від напрямку проєкціювання на аксонOMETричну площину аксонOMETричні зображення поділяються на **прямокутні** та **косокутні**. Для практичних цілей із усього різноманіття аксонOMETричних проєкцій

використовуються, як правило, *стандартні* види, а саме: дві прямокутні і три косокутні аксонометричні проєкції.

Розглянемо детальніше **прямокутну ізометричну проєкцію**. Існує **правило**: у прямокутній ізометрії будь-яка довільна точка будується за допомогою аксонометричної ламаної лінії, що складається з відрізків координат x , y та z кожної характерної точки. На основі побудови точки в аксонометрії можна побудувати будь-який просторовий об'єкт.

Положення аксонометричних осей показано на **рис.3.17**.

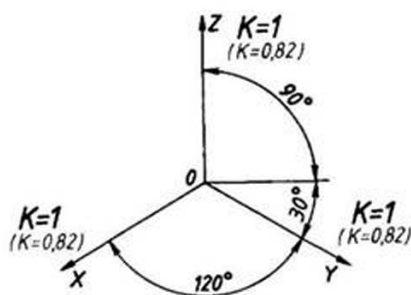


Рис.3.17. Положення аксонометричних осей та коефіцієнти спотворення

Кола, що лежать у площинах, паралельних до площин проєкцій, проєкціюються на аксонометричну площину в еліпси.

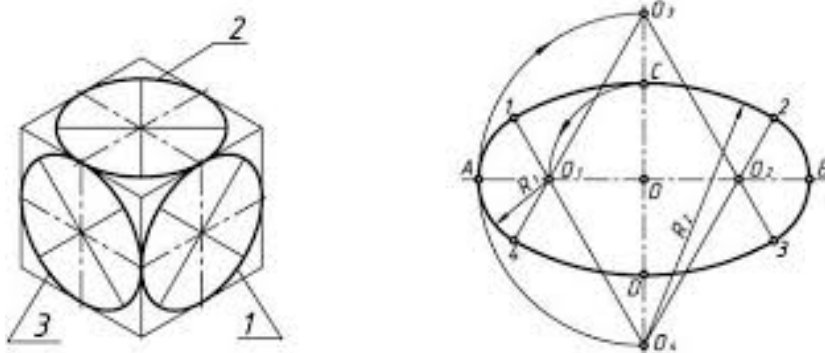


Рис. 3.18. Побудови еліпсів в прямокутній ізометрії

Коефіцієнт спотворення по осях x , y , z дорівнює 0,82, але для спрощення ізометричну проекцію виконують, прийнявши коефіцієнти спотворення за 1 (одиницю). У цьому випадку велика вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює $1,22D$, а мала вісь - $0,71D$, де D - діаметр кола.

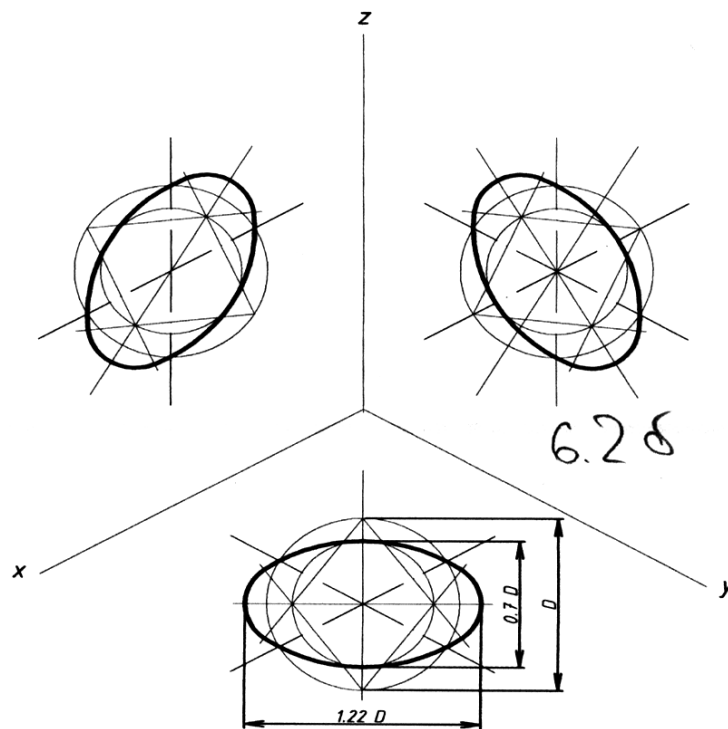


Рис. 3.19. Геометричні побудови еліпсів в прямокутній ізометрії

Приклад прямокутної ізометричної проекції деталі з вирізом чверті наведений на **рис. 3.20**.

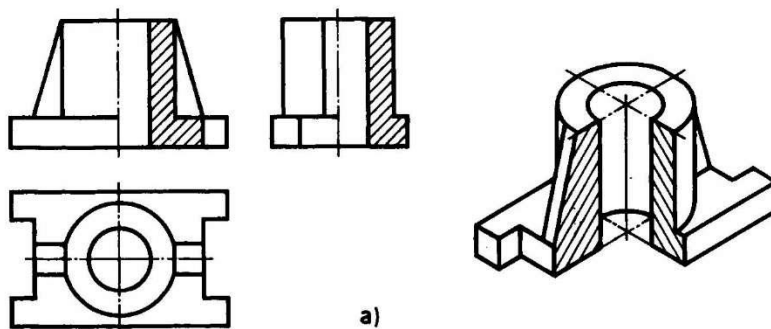


Рис. 3.20. Побудова прямокутної ізометричної проекції деталі з вирізом чверті

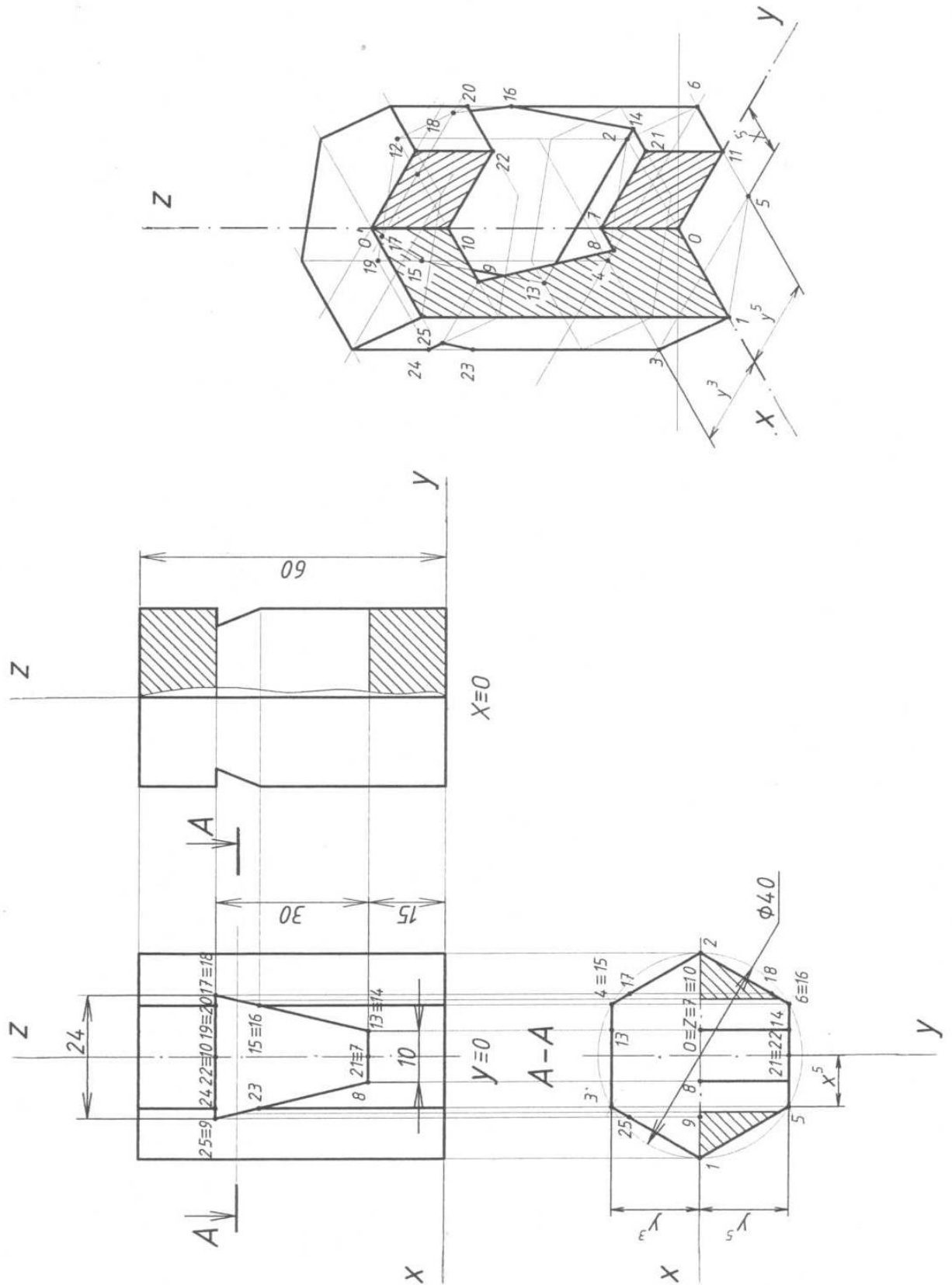


Рис. 3.21. Побудова прямокутної ізометричної проєкції геометричної фігури (призми) з вирізом чверті

4. ЗМІСТ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

4.1. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 1 (формат А3). Деталь.

(Варіанти завдання наведені в Додатку 2, приклад виконання – на рис. 4.1.)

Умова завдання: за наданим варіантом деталі на форматі А3 у відведений час виконати креслення деталі спочатку в тонких лініях, зберігаючи всі лінії побудови. Надалі виконати обвідку креслення відповідними лініями креслення, нанести всі необхідні розміри шрифтом №3,5 типу Б та виконати надпис шрифтом №7 «ДЕТАЛЬ»

Метою завдання є вивчення правил геометричних побудов і нанесення необхідних розмірів.

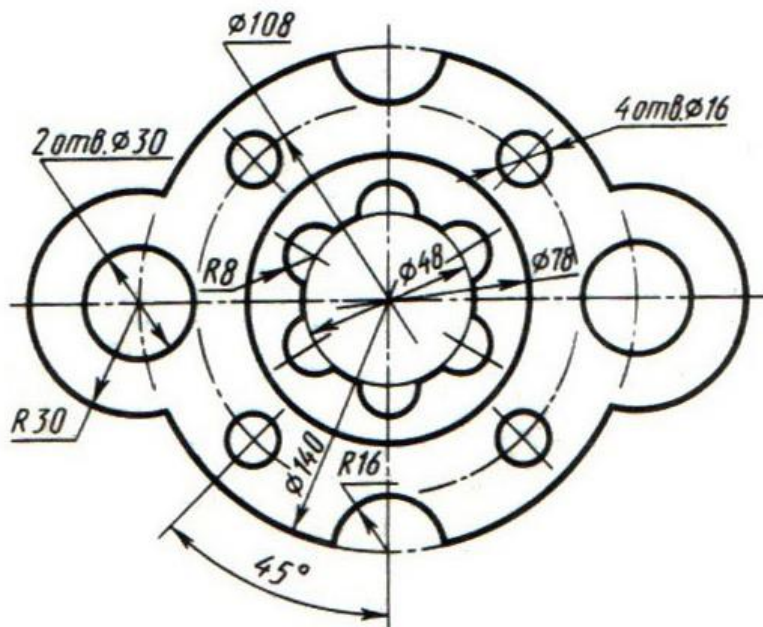


Рис.Д1.1. Приклад виконання контрольної роботи №1

4.2. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 2 (формат А3). Спряження.

Креслення деталі (Варіанти завдання наведені в Додатку 3, приклад виконання – на рис. 4.2-4.3)

Умова завдання: за наданим варіантом побудувати креслення деталі, дотримуючись правил побудови спряжень і дотичних ліній (точки спряження і дотику позначити). Усі допоміжні лінії побудови на кресленні зберегти. Нанести розміри.

Метою завдання є вивчення правил побудови спряжень, дотичних та нанесення необхідних розмірів

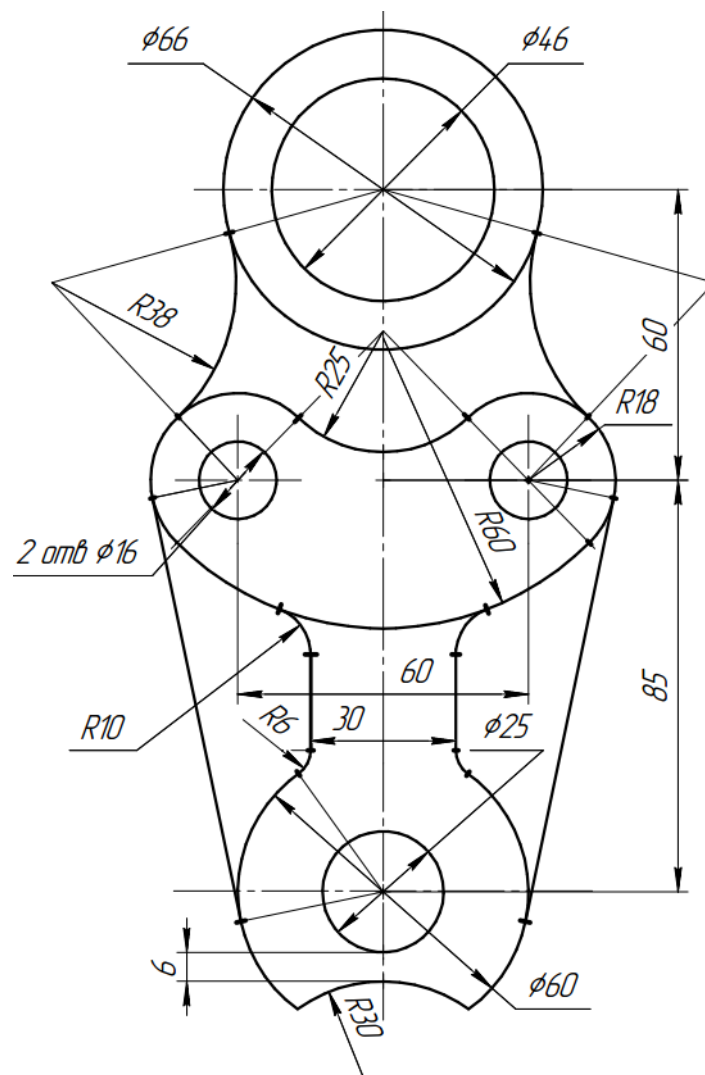


Рис.4.2. Приклад виконання контрольної роботи №2

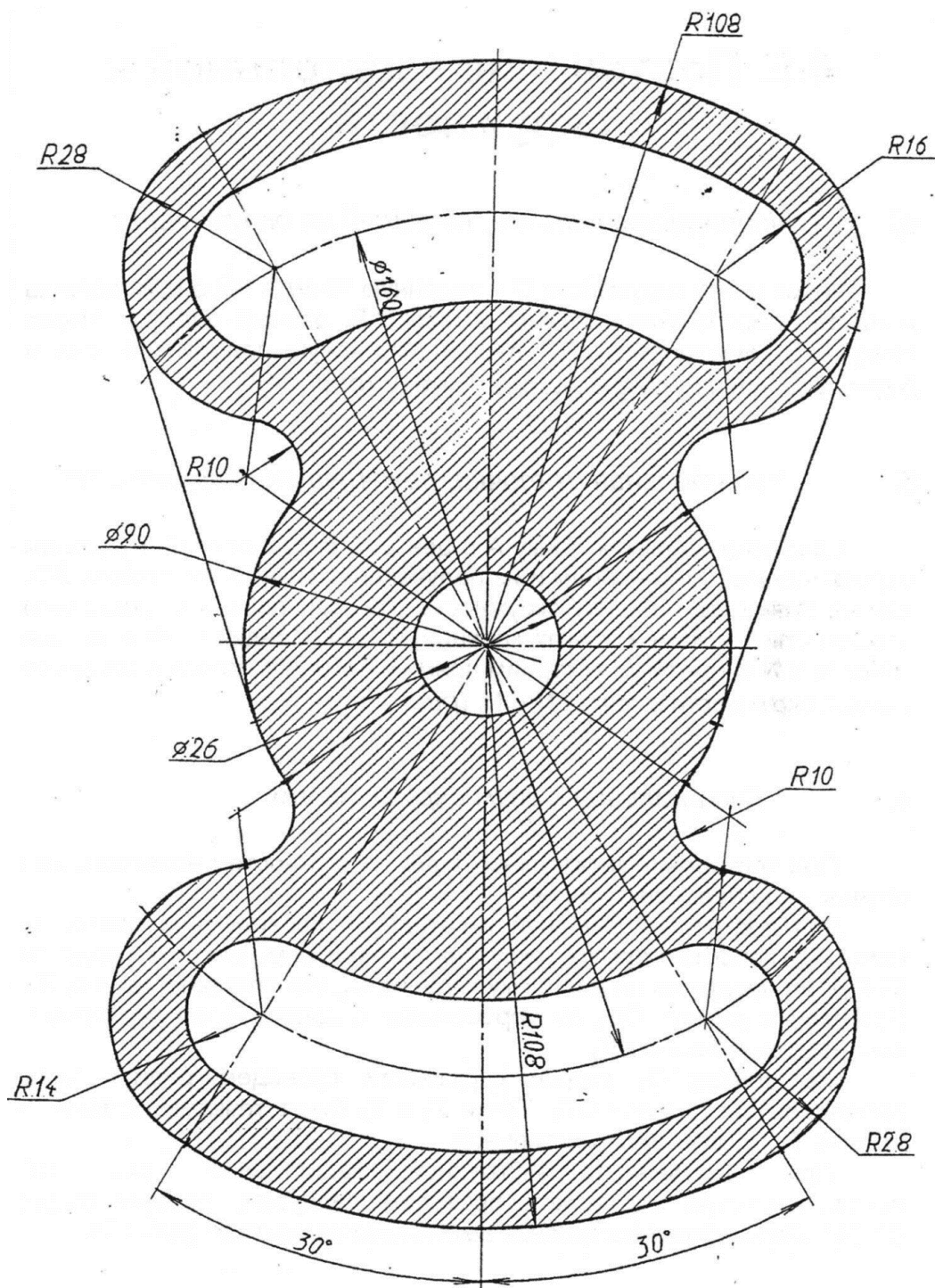


Рис.4.3. Приклад виконання контрольної роботи №2

(штриховка виконується під кутом 45°)

4.3. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 3 (формат А3). Спряження.

Креслення архітектурне. Ваза (*Варіанти завдання наведені в Додатку 4, наочне зображення вази показано на рис.4.4, приклад виконання – на рис. 4.5)*)

Умова завдання: за наданим варіантом побудувати креслення вази, дотримуючись правил побудови спряжень і дотичних ліній (точки спряження і дотику позначити). Усі допоміжні лінії побудови на кресленні зберегти. Нанести розміри.

Метою завдання є вивчення правил побудови спряжень, архітектурних та нанесення необхідних розмірів.



Рис.4.4. Наочне зображення вази

(матеріал вази – деревина)

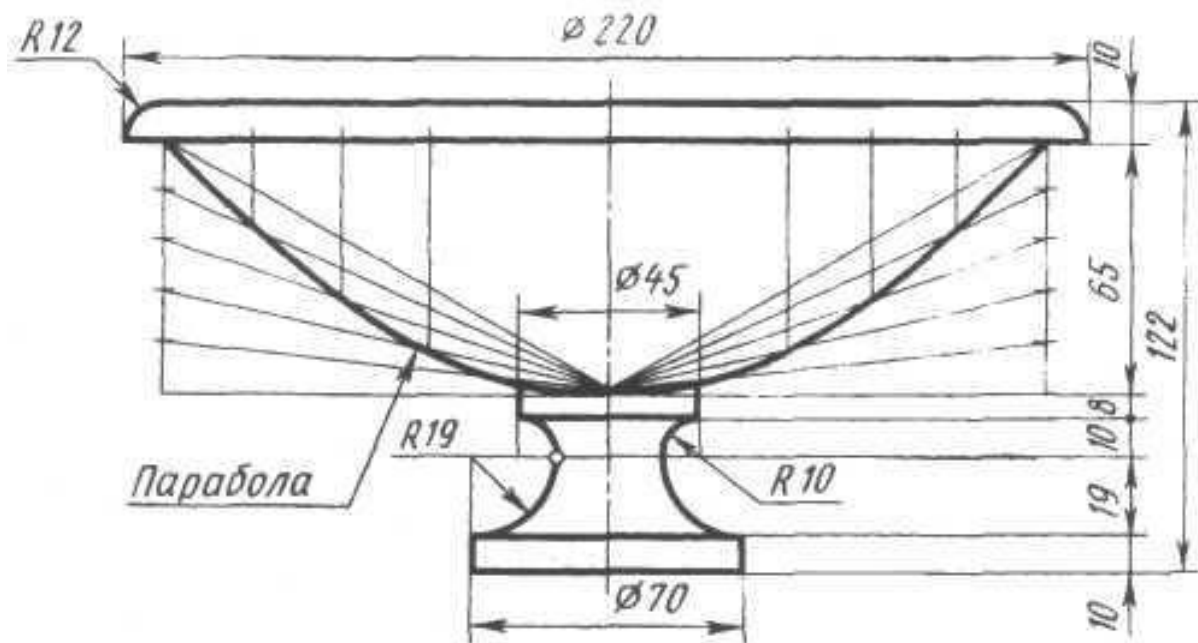


Рис.4.5. Приклад виконання контрольної роботи №3

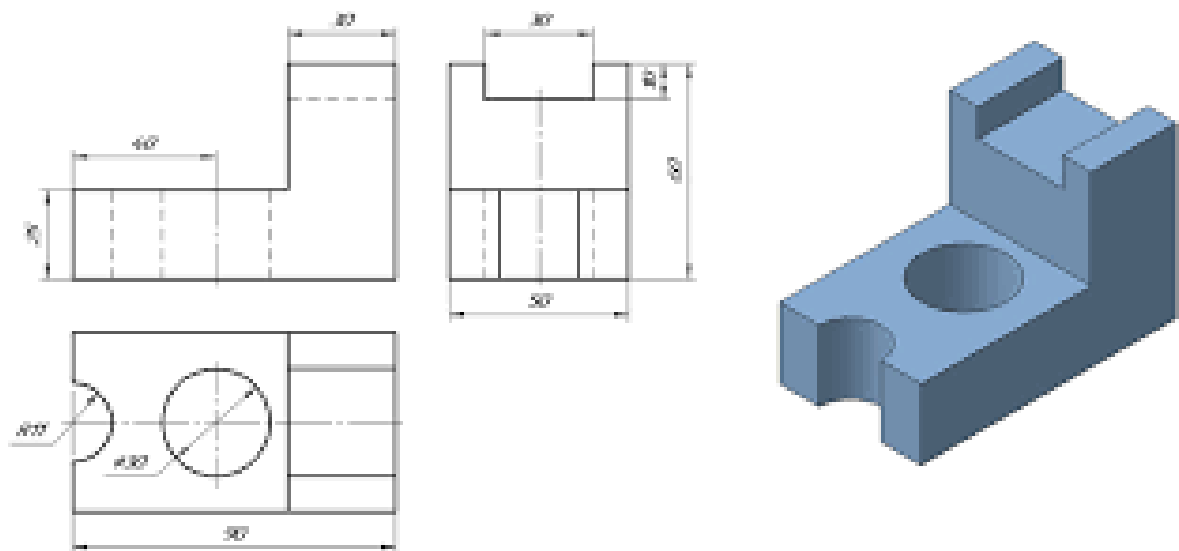
4.4. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 4 (формат А3). Проекційне креслення.

Технічна деталь (три види за аксонометричним зображенням)

(Варіанти завдання наведені в Додатку 5, приклади виконання – на рис 4.6-4.7).

Умова завдання: за наданим аксонометричним наочним зображенням технічної деталі необхідно побудувати три її основних види, дотримуючись правил побудови проєкційних креслень. Нанести розміри.

Метою завдання є вивчення правил побудови креслень просторових об'єктів на трьох основних площинах проєкцій (трьох основних видів) за допомогою методу прямокутного проєкціювання та нанесення необхідних розмірів.



**Рис.4.6. Приклад виконання контрольної роботи №4
(з наочним зображенням)**

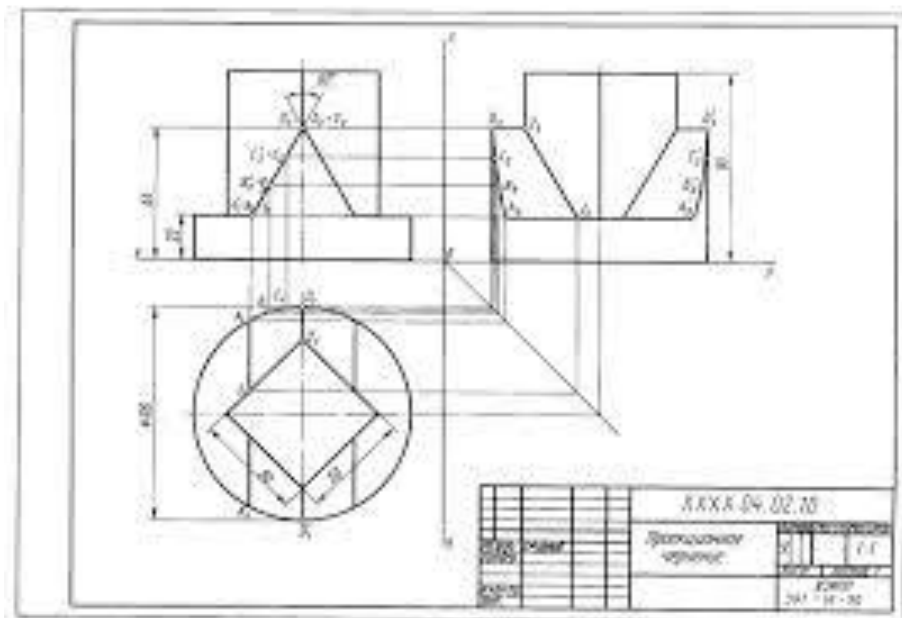


Рис.4.7. Приклад виконання контрольної роботи №4

4.5. КОНТРОЛЬНА РОБОТА 5 (формат А3). Проекційне креслення.

Технічна деталь (три види, що суміщені з двома розрізами, та аксонометрична проекція деталі з вирізом передньої лівої чверті деталі за двома наданими видами)

(Варіанти завдання наведенні в Додатку 6, приклади виконання - на рис. 4.8-4.9).

Умова завдання: за двома видами технічної деталі побудувати третій вид. На двох видах спереду та зліва сумістити зображення з фронтальним і профільним розрізами. Нанести розміри. Побудувати прямокутну ізометрію деталі з вирізом передньої лівої чверті.

Метою завдання є вивчення правил побудови креслень просторових об'єктів на трьох основних площинах проекцій (трьох основних видів, суміщених розрізів, прямокутної ізометрії) за допомогою методу прямокутного проєкціювання та виконання правильного нанесення необхідних розмірів.

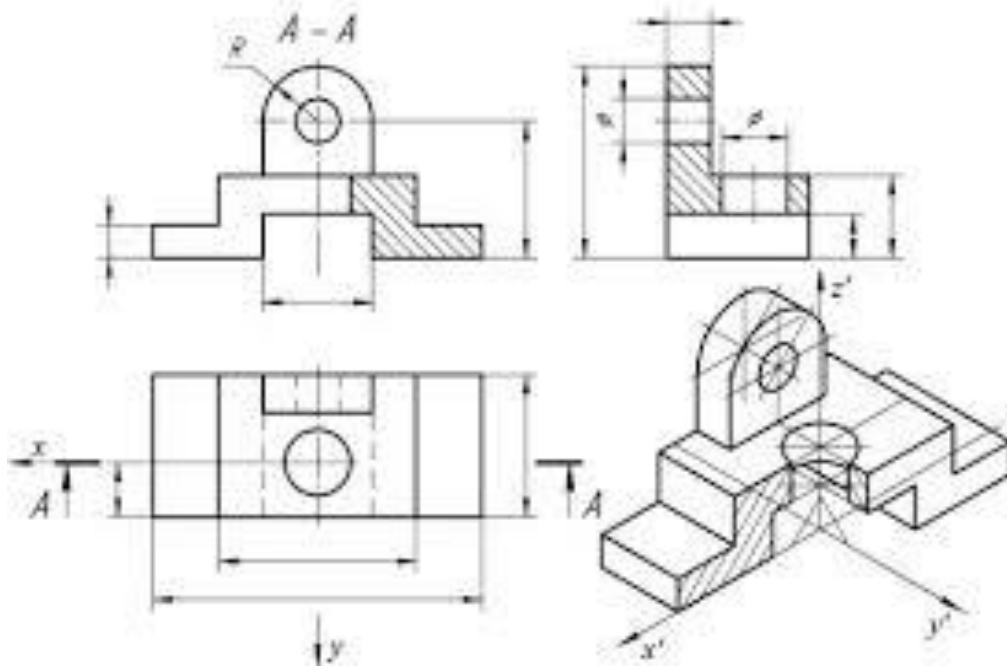


Рис.4.8. Приклад виконання контрольної роботи №5

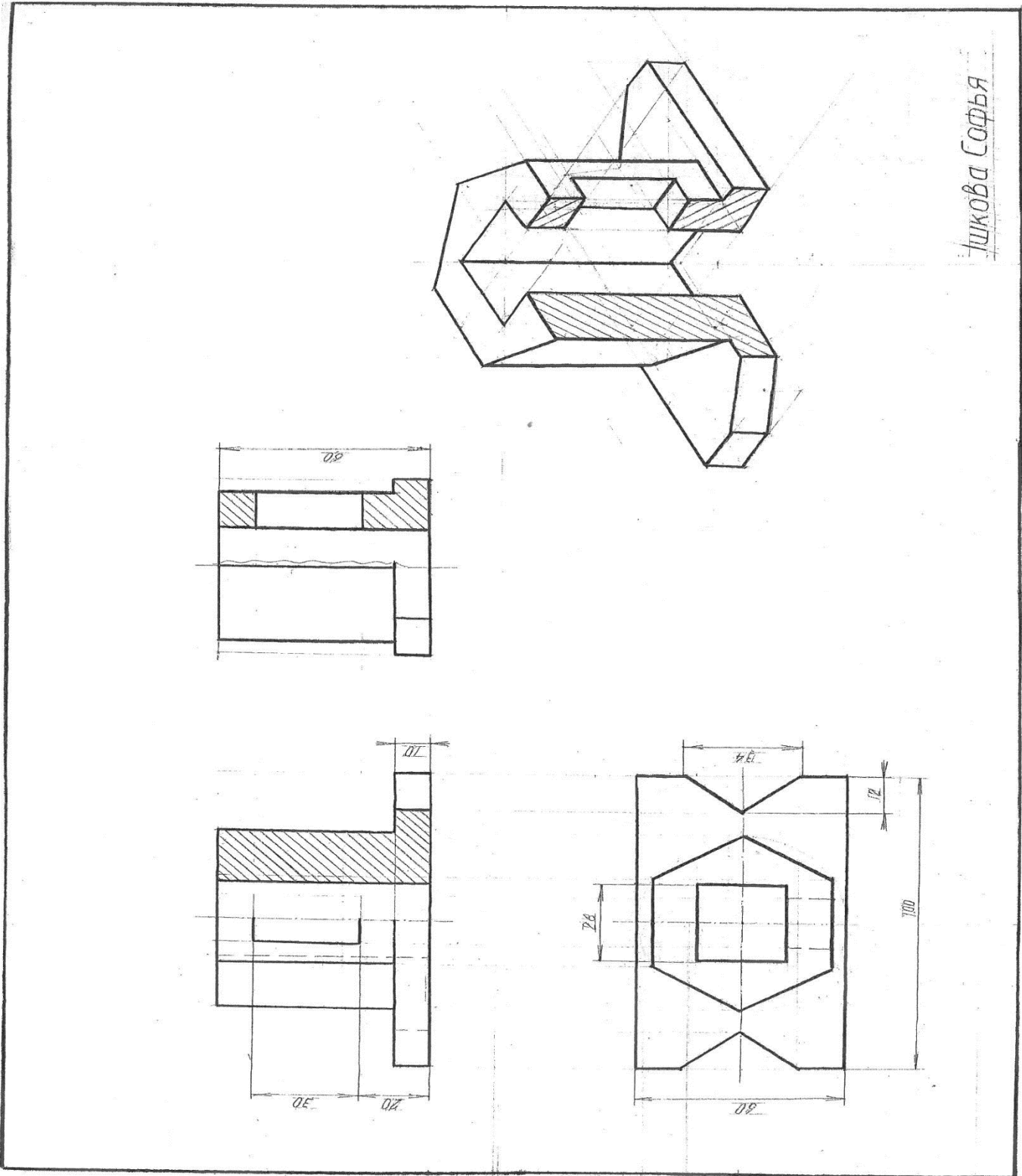


Рис.4.9. Приклад виконання контрольної роботи №5

ЛІТЕРАТУРА

1. Архитектурное черчение: Справочное пособие (Ткач Д.И., Русскевич Н.Л., Нириинберг П.Р., Ткач М.Н.). К.: Будивельник, 1991. – 272 с.
2. Бредньова В.П., Сидорова Н.В. Креслення. Методичні вказівки з елементами теорії та варіанти завдань для абітурієнтів архітектурних спеціальностей. – Одеса: ОДАБА, 2013 – 11,0 др. арк.
3. Михайленко В.Е., Ванін В.В., Ковалев С.Н. Инженерная и компьютерная графика: Учебн. для студ. высших учеб. заведений. /Под ред. В.Е. Михайленко. - К.: Каравелла, 2004. - 336 с.
4. Перпері А.О., Бредньова В.П., Думанська В.В., Марченко В.С. Інженерна графіка. Навчальний посібн. з нарисної геометрії для студентів спеціальностей: 192 «Будівництво та цивільна інженерія», 133 «Галузеве машинобудування». ISBN 978-617-7195-789-7. – Одеса: ОДАБА. 2018. – 220 с.
5. Бредньова В.П. Нарисна геометрія. Конструктивні та прикладні задачі з елементами теорії. Навч. посібник для вищих техніч. навч. закл. (з грифом МОНУ). ISBN 966-318-399-3. – Одеса: Астропринт, 2013. – 196с.

ДОДАТОК 1.1. Шрифти креслярські. Довідкові дані



Рис.Д1.1. Зразок літер шрифту типу Б

Характеристики шрифту типу Б

Параметри шрифту	Відносний розмір	Розмір шрифту						
		3,5	5	7	10	14	20	
Заголовні літери і цифри								
Висота літер і цифр	(10/10)h	10d	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Ширина літер <i>Г, Е, З, С</i> та цифр <i>2, 3, 5, 6, 7, 9, 0</i>	(5/10)h	5d	1,7	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ширина літер <i>Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ч, Ъ, Є, Я</i> та цифр <i>4, 8</i>	(6/10)h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
Ширина літер <i>А, Д, М, Х, Ц, Ю, Ф</i>	(7/10)h	7d	2,4	3,5	4,9	7,0	9,8	14
Ширина літер <i>Ж, Ш</i>	(8/10)h	8d	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16
Ширина літер <i>І, Ї</i> та цифри <i>1</i>	(3/10)h	3d	1,0	1,5	2,1	3,0	4,2	6
Ширина літери <i>Щ</i>	(9/10)h	9d	3,1	4,5	6,3	9,0	12,6	18
Рядкові літери								
Висота літер, крім <i>б, в, д, р, у, ф</i>	(7/10)h	7d	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14
Висота літер <i>б, в, д, р, у, ф</i>	(10/10)h	10d	3,5	5,0	7,0	10,0	14	20
Ширина літер, крім <i>жс, з, м, с, т, ш, щ, ю, а, ц</i>	(5/10)h	5d	1,6	2,5	3,5	5,0	7,0	10
Ширина літери <i>с</i>	(4/10)h	4d	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8
Ширина літери <i>з</i>	(4,5/10)h	4,5d	1,6	2,2	3,1	4,5	6,3	9
Ширина літер <i>м, ю, а, ц</i>	(6/10)h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
Ширина літер <i>т, жс, ф, ш</i>	(7/10)h	7d	2,4	3,5	4,9	7,0	9,8	14
Ширина літери <i>щ</i>	(8/10)h	8d	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16
Відстань між літерами та цифрами	(2/10)h	2d	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4
Відстань між основами рядків	(17/10)h	17d	6,0	8,5	12,0	17,0	23,8	34
Мінімальна відстань між словами	(6/10)h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
Товщина ліній шрифту	(10/10)h	1d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

ДОДАТОК 1.2. Шрифти креслярські. Вправи

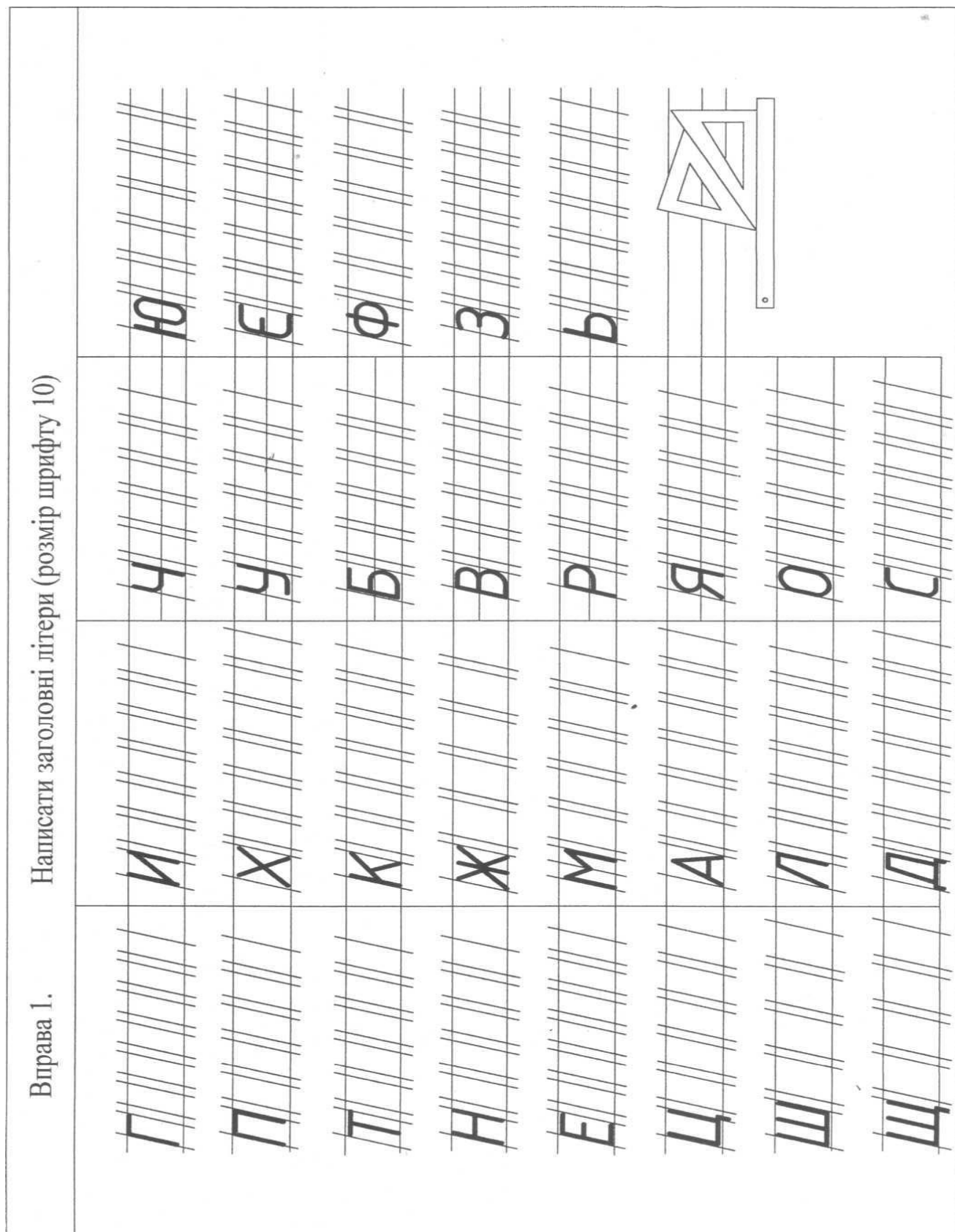


Рис.Д1.2. Шрифт типу Б №10: креслення заголовних літер

ДОДАТОК 1.3. Шрифти креслярські. Вправи

Вправа 2. Написати рядкові літери та цифри (розмір шрифту 10)

о	є	ш	5
а	р	щ	6
б	ц	ч	7
в	ф	ь	8
д	л	1	9
є	ц	2	№
е	ш	3	R
с	у	4	∅

Рис.Д1.3. Шрифт типу Б №10: креслення рядкових літер і цифр

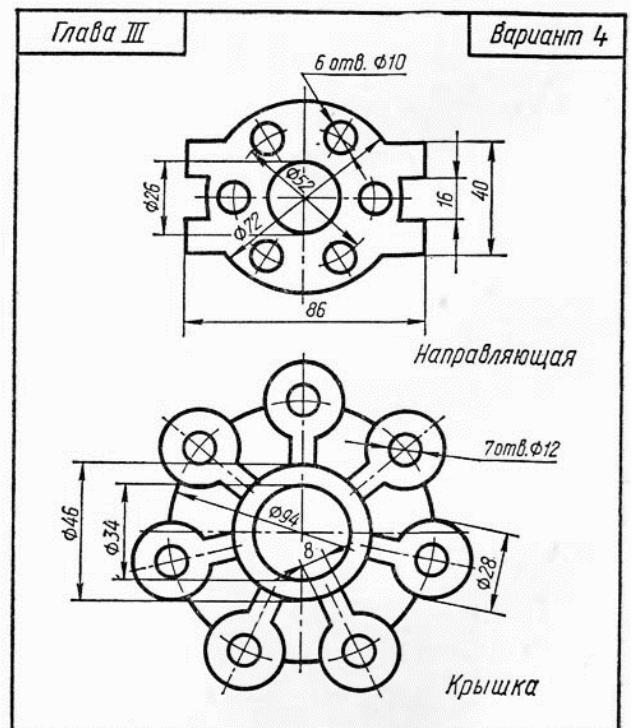
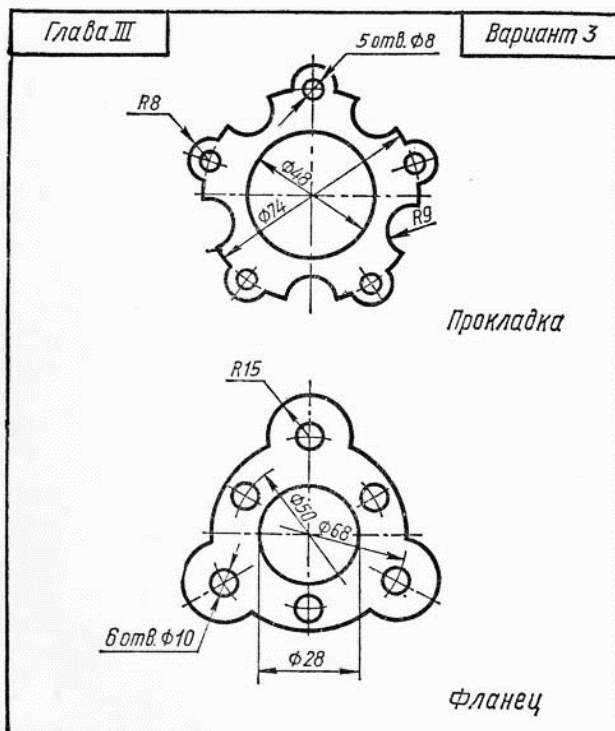
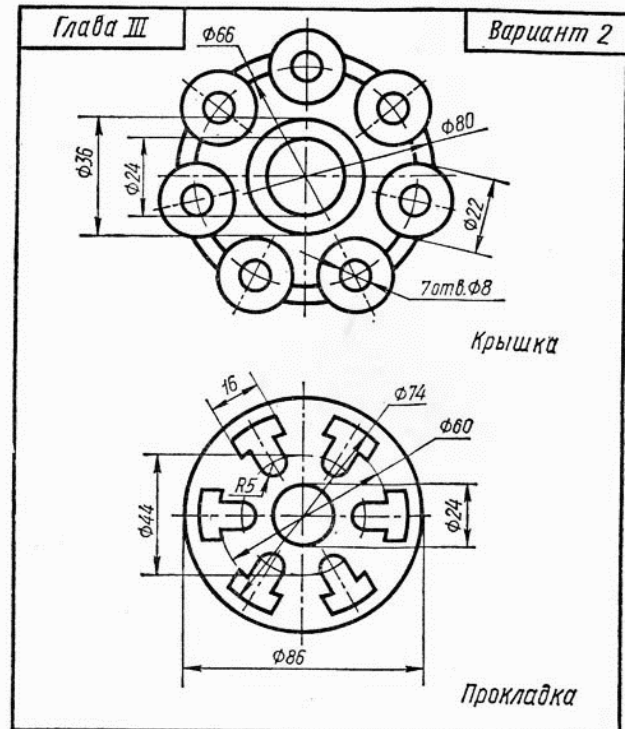
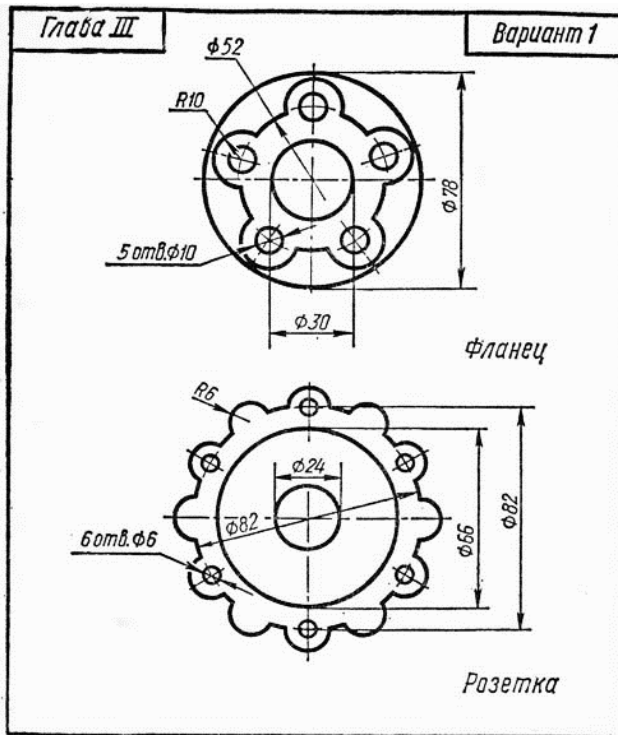
ДОДАТОК 1.4. Шрифти креслярські. Титульний аркуш

90	Міністерство освіти і науки України	№7	20
50	Державна академія будівництва та архітектури	№7	20
65	Національна школа зварювання та інженерної графіки	№7	20
65			
105	АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ	№14	65
50			
65	30 семестр 20 - 20 навчального року	№10	50
65	студент групи	№10	25
30	180	№7	30
15	180	№7	15
10	140	№7	10

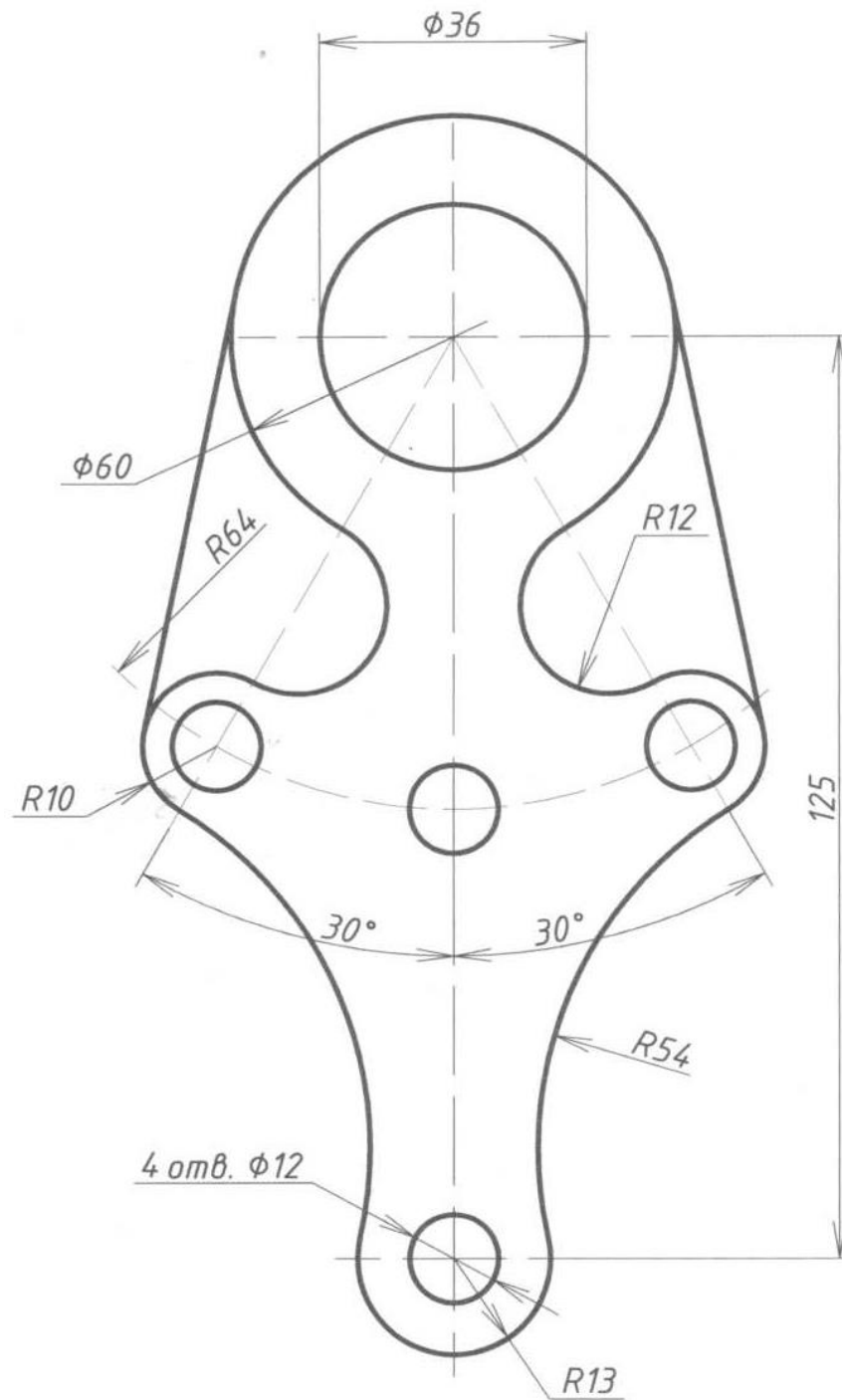
Рис.Д1.4. Зразок виконання титульного аркушу для Альбому креслень (рекомендовані розміри для компоновки надписів)

ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ. ДЕТАЛЬ.

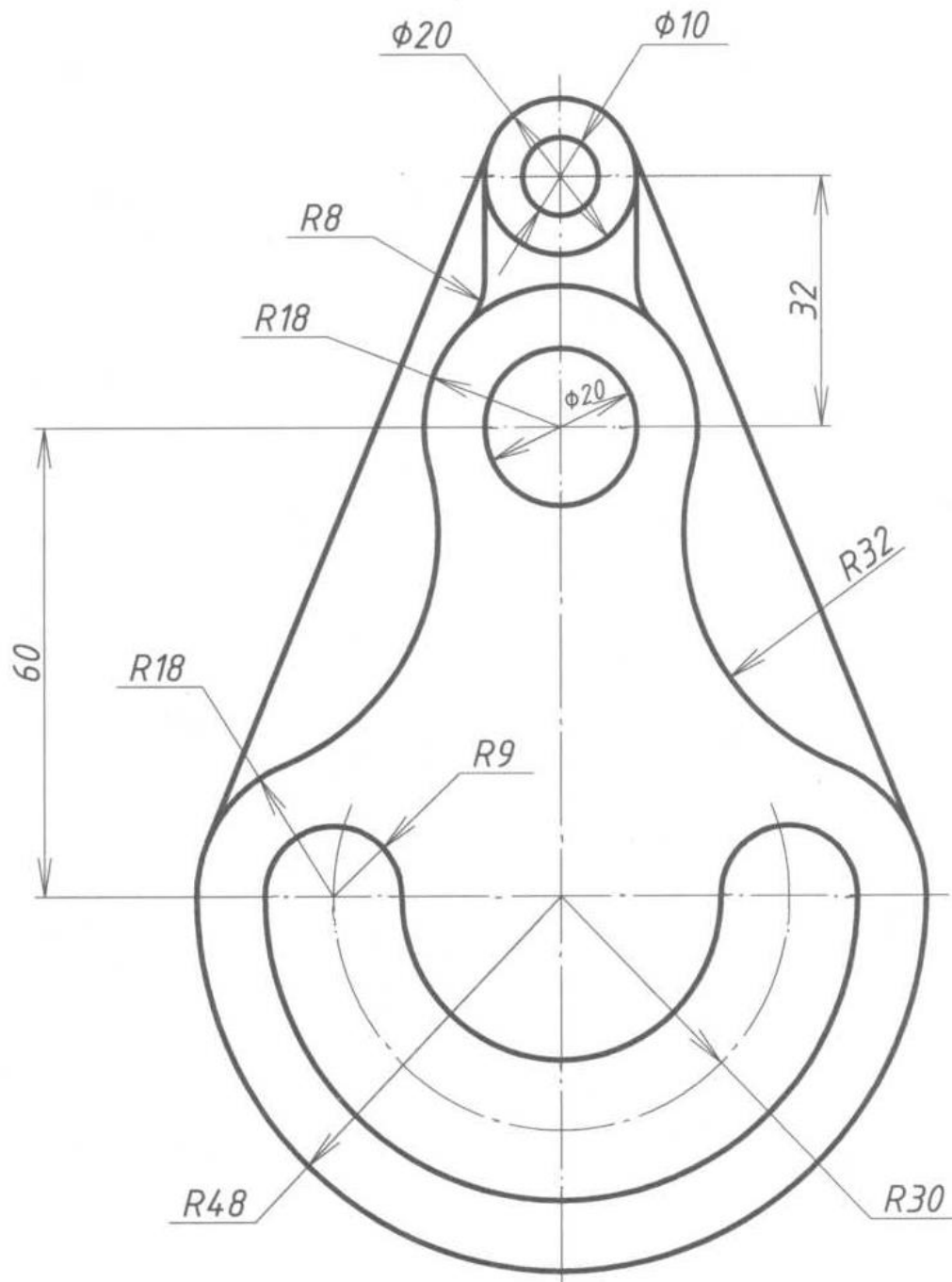
Варіанти завдань



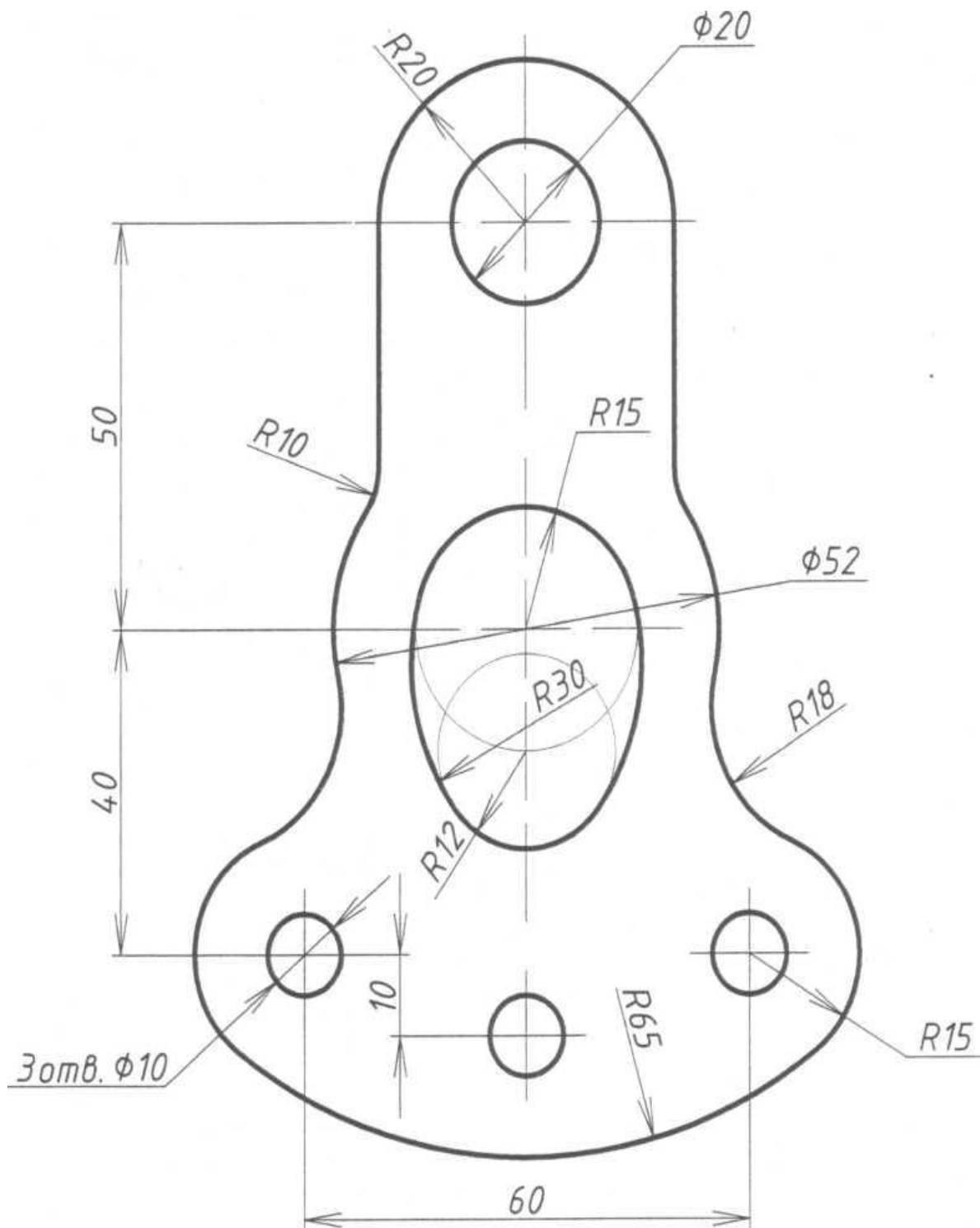
Вариант 3



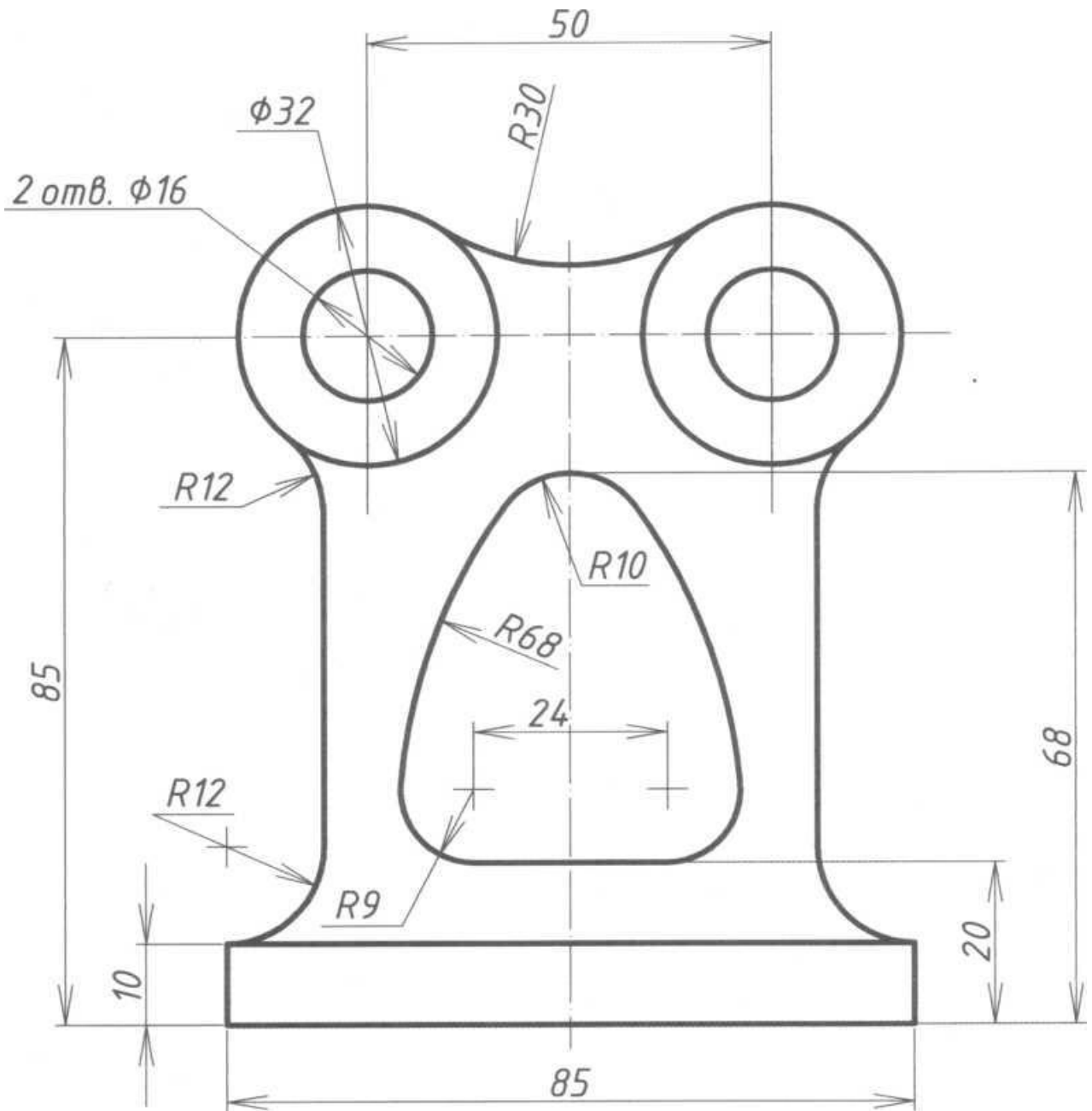
Вариант 4



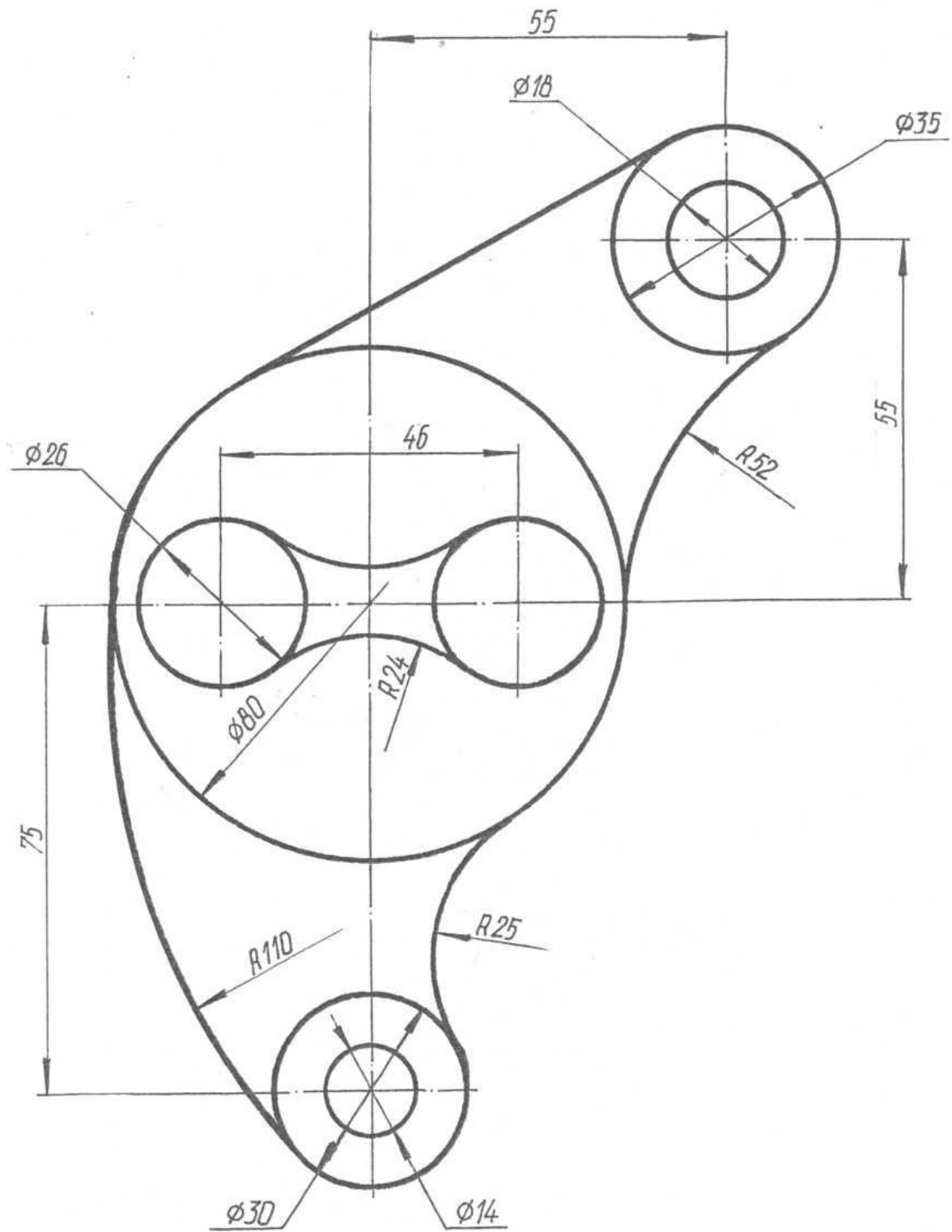
Варіант 5



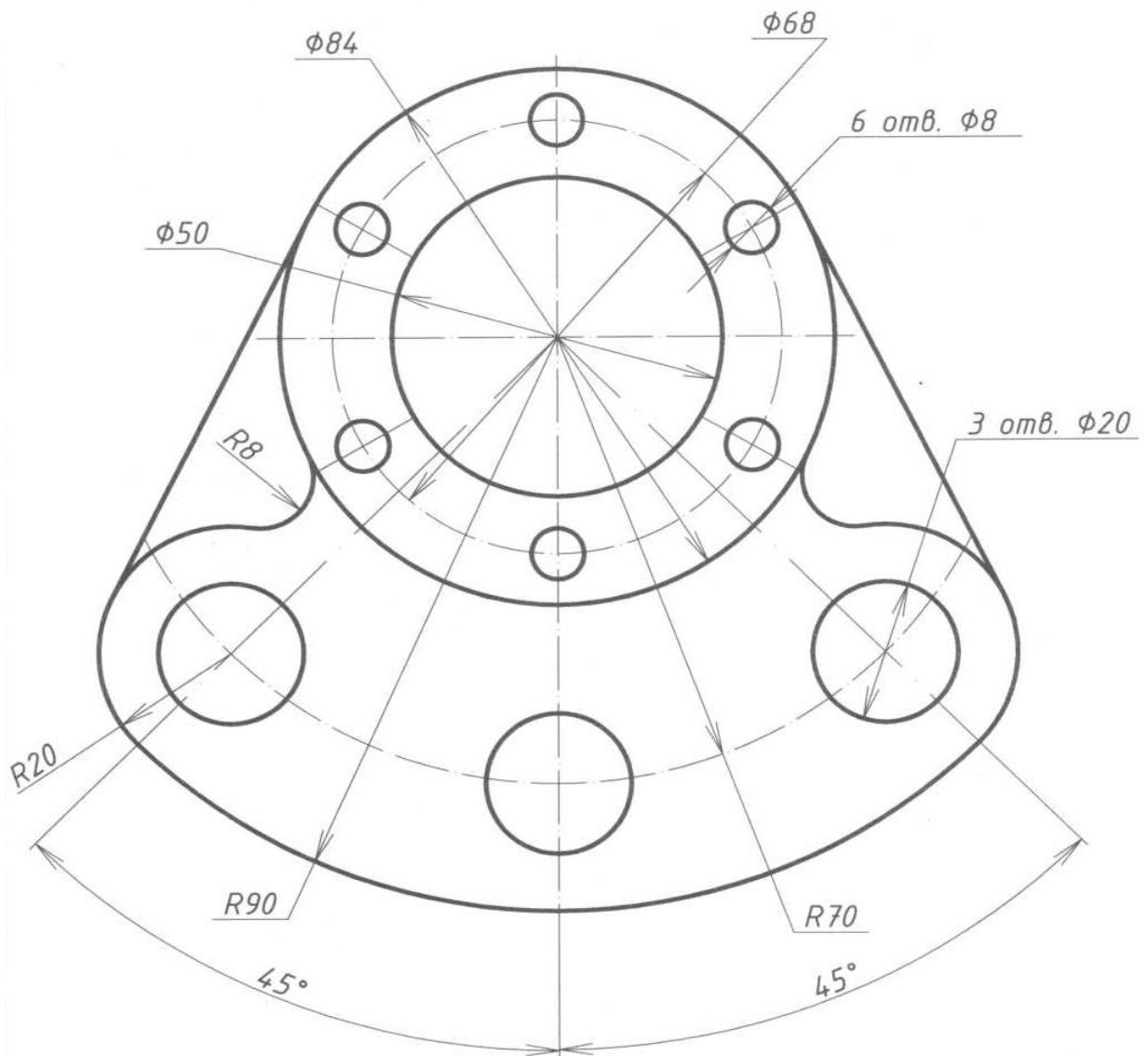
Варіант 6



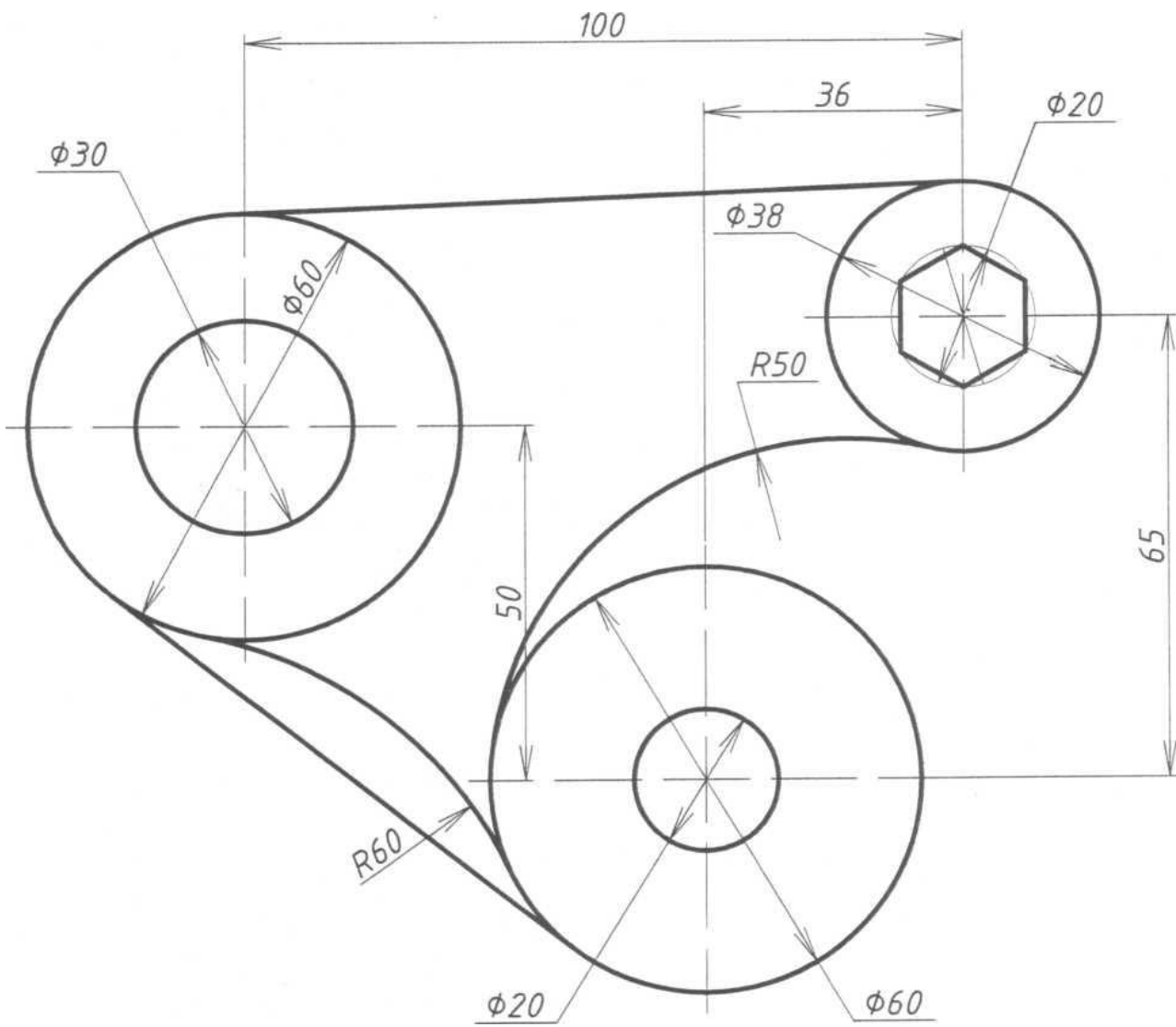
Варіант 7



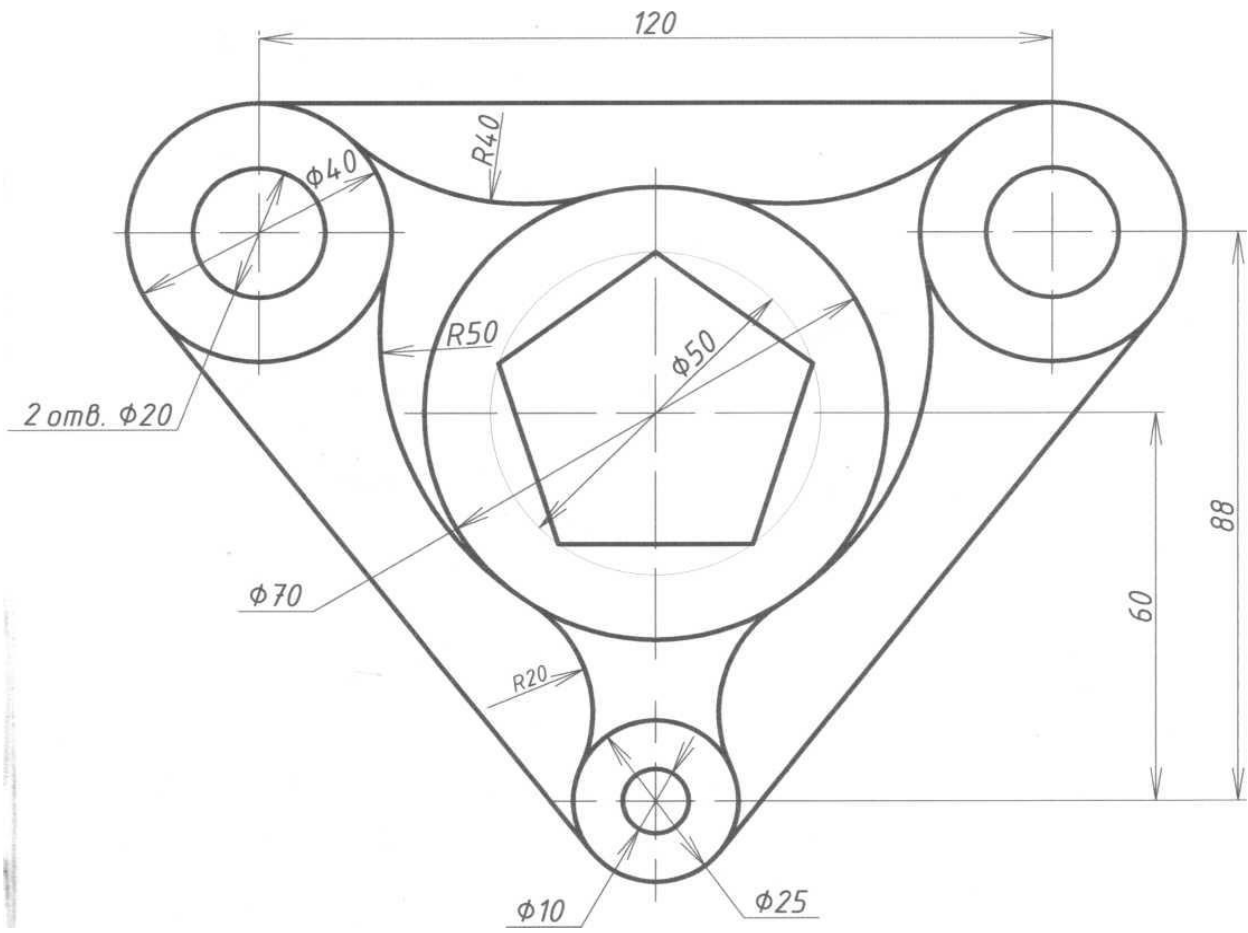
Варіант 8



Варіант 9



Вариант 10

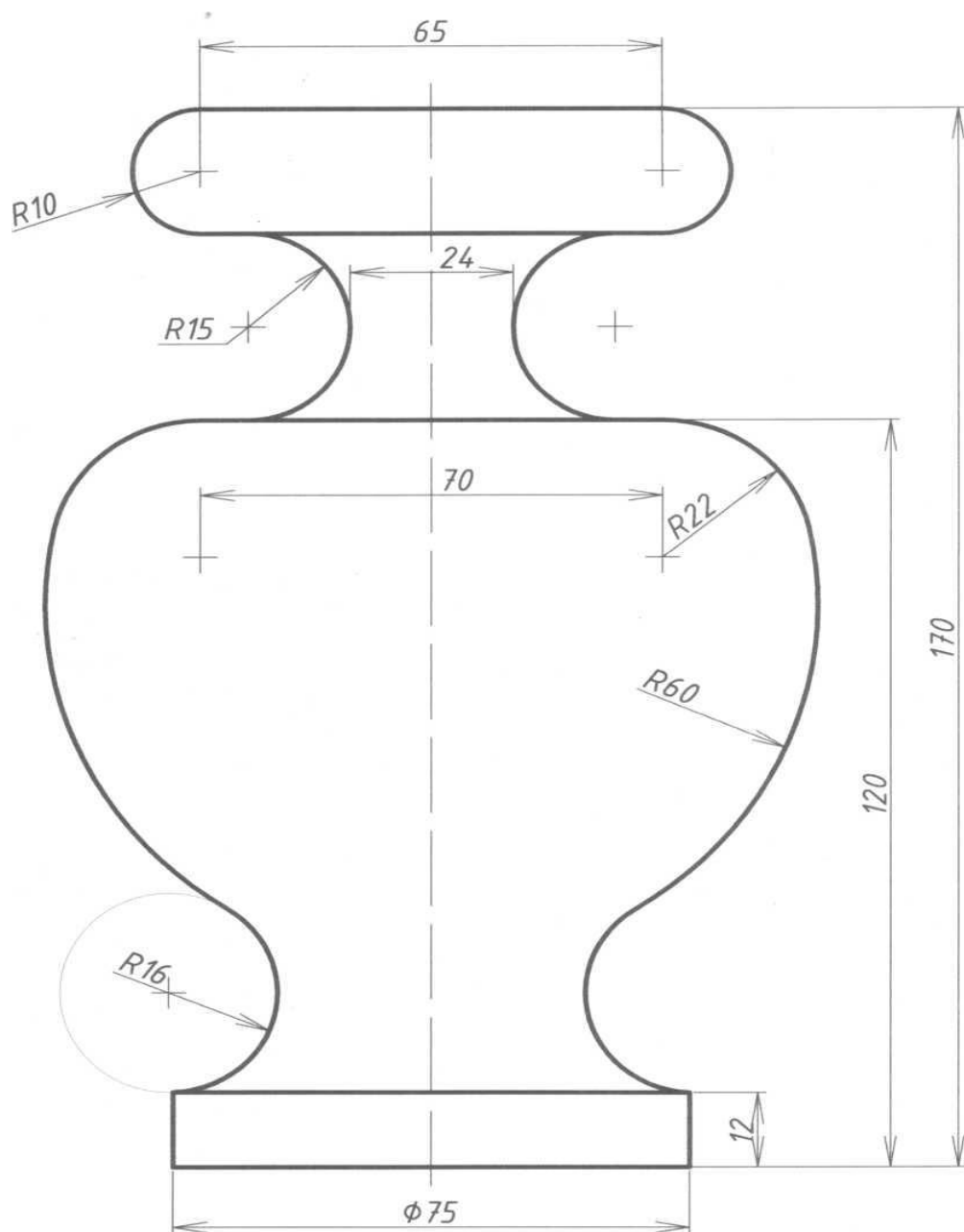


ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ. СПРЯЖЕННЯ.

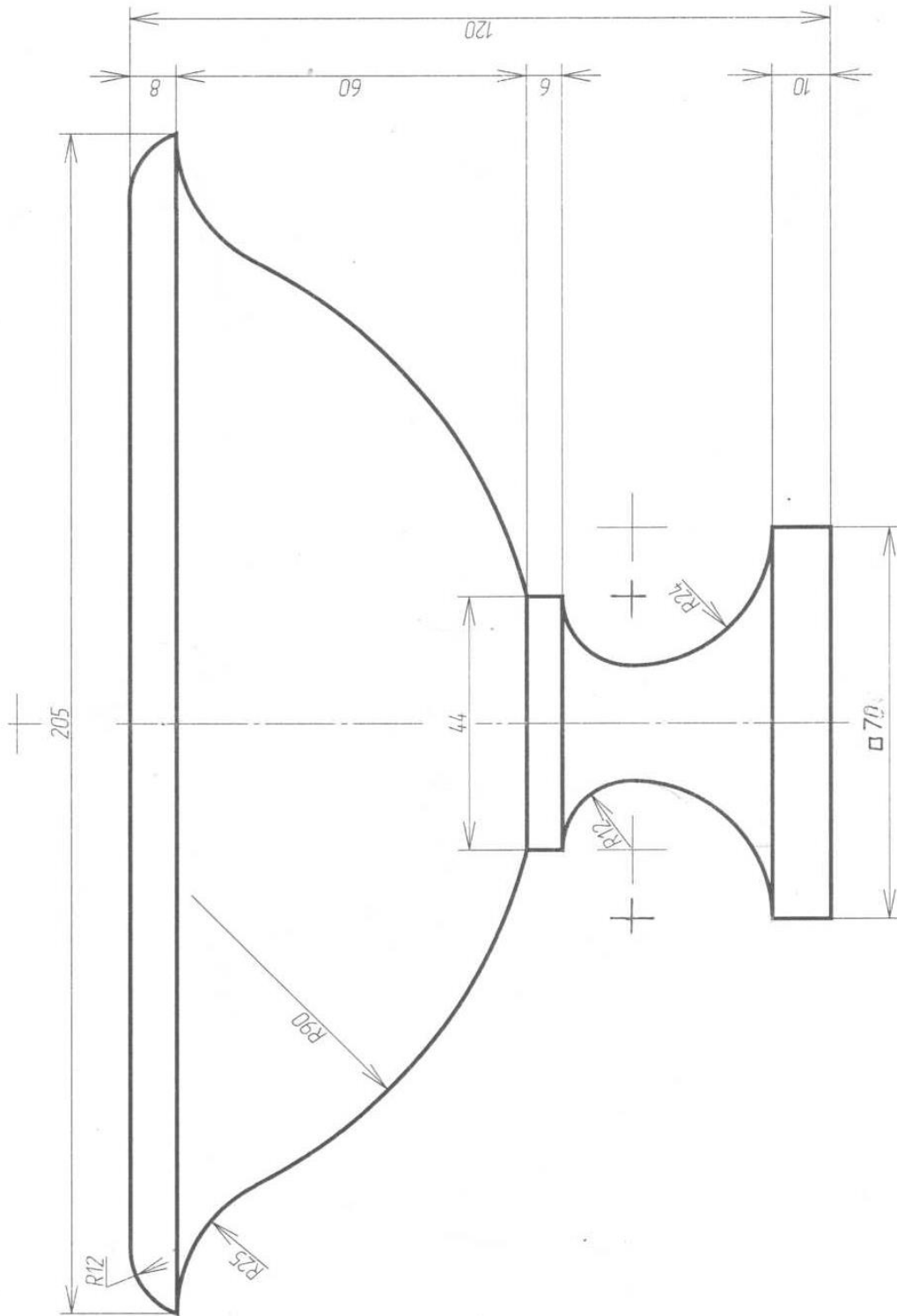
АРХІТЕКТУРНЕ КРЕСЛЕННЯ. ВАЗА

Варіанти завдань

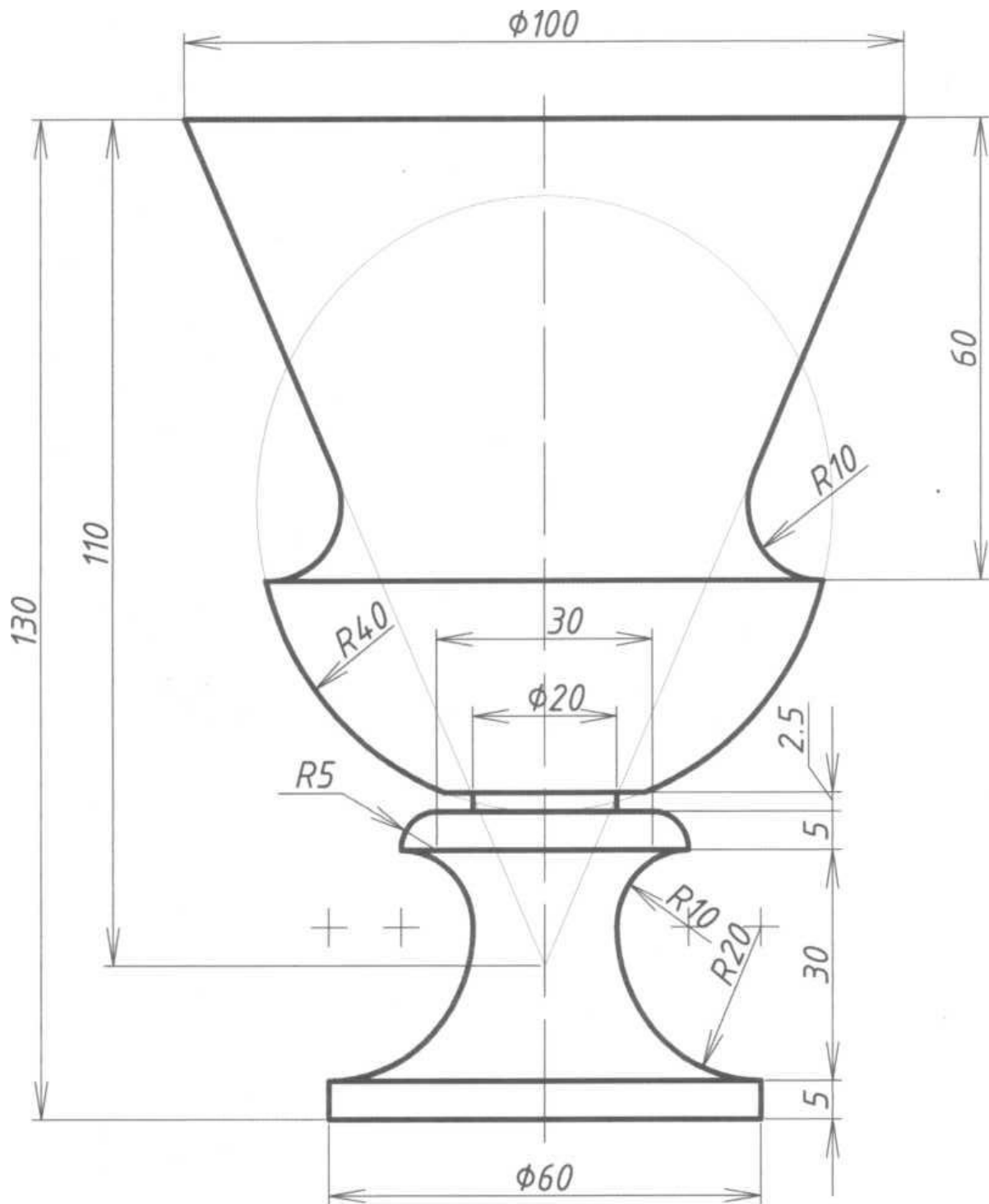
Варіант 1



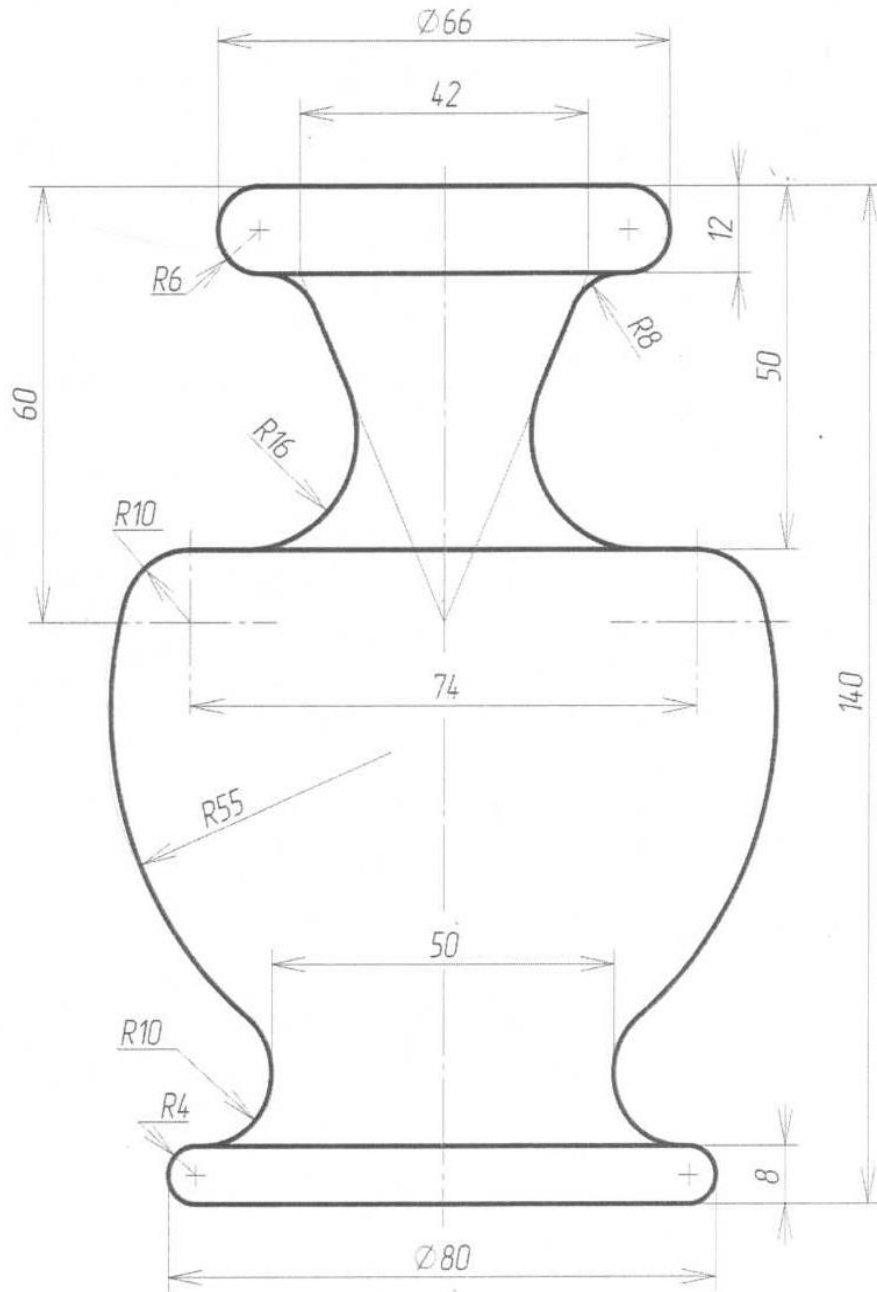
Варіант 2



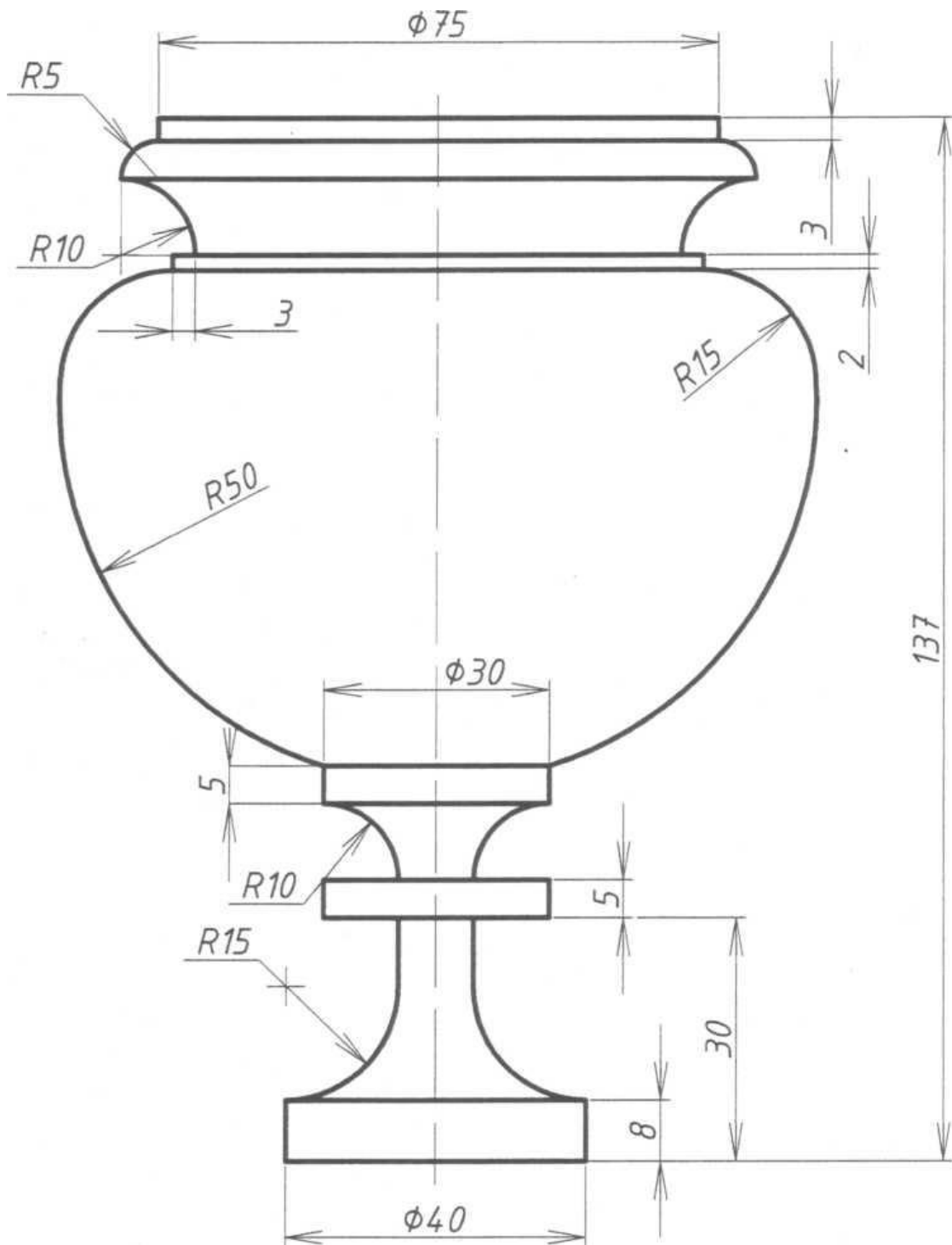
Варіант 3



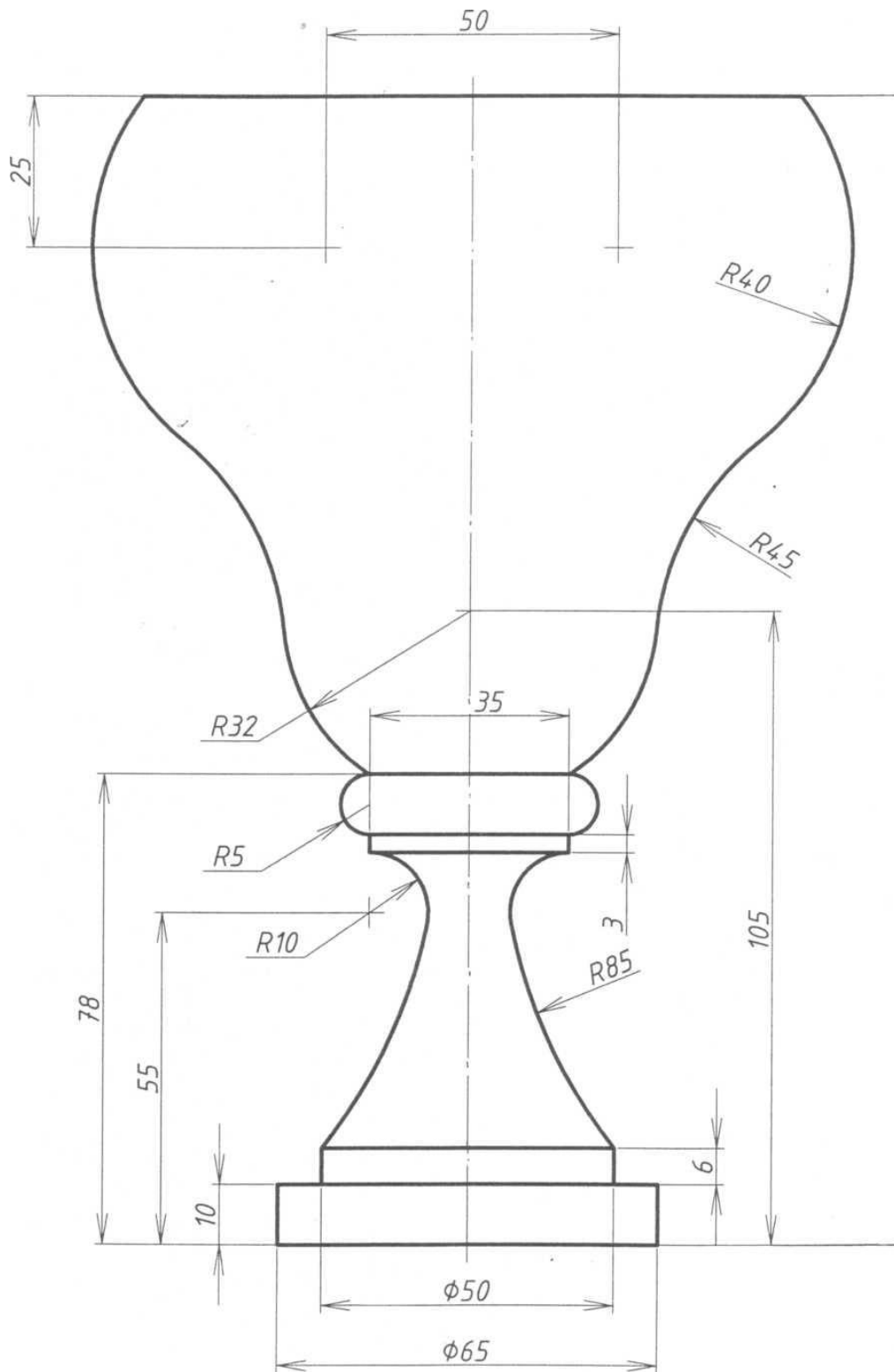
Варіант 4



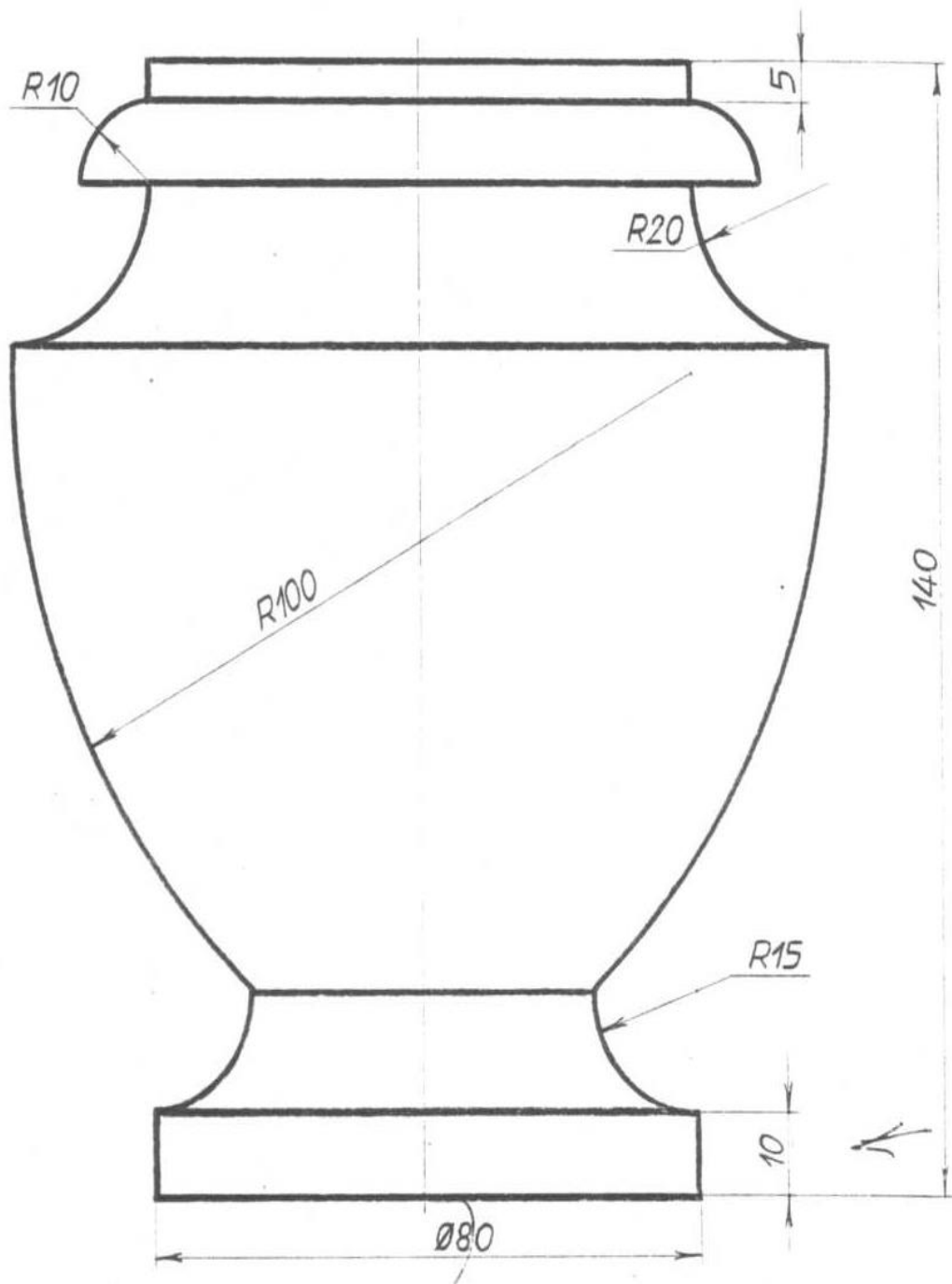
Вариант 5



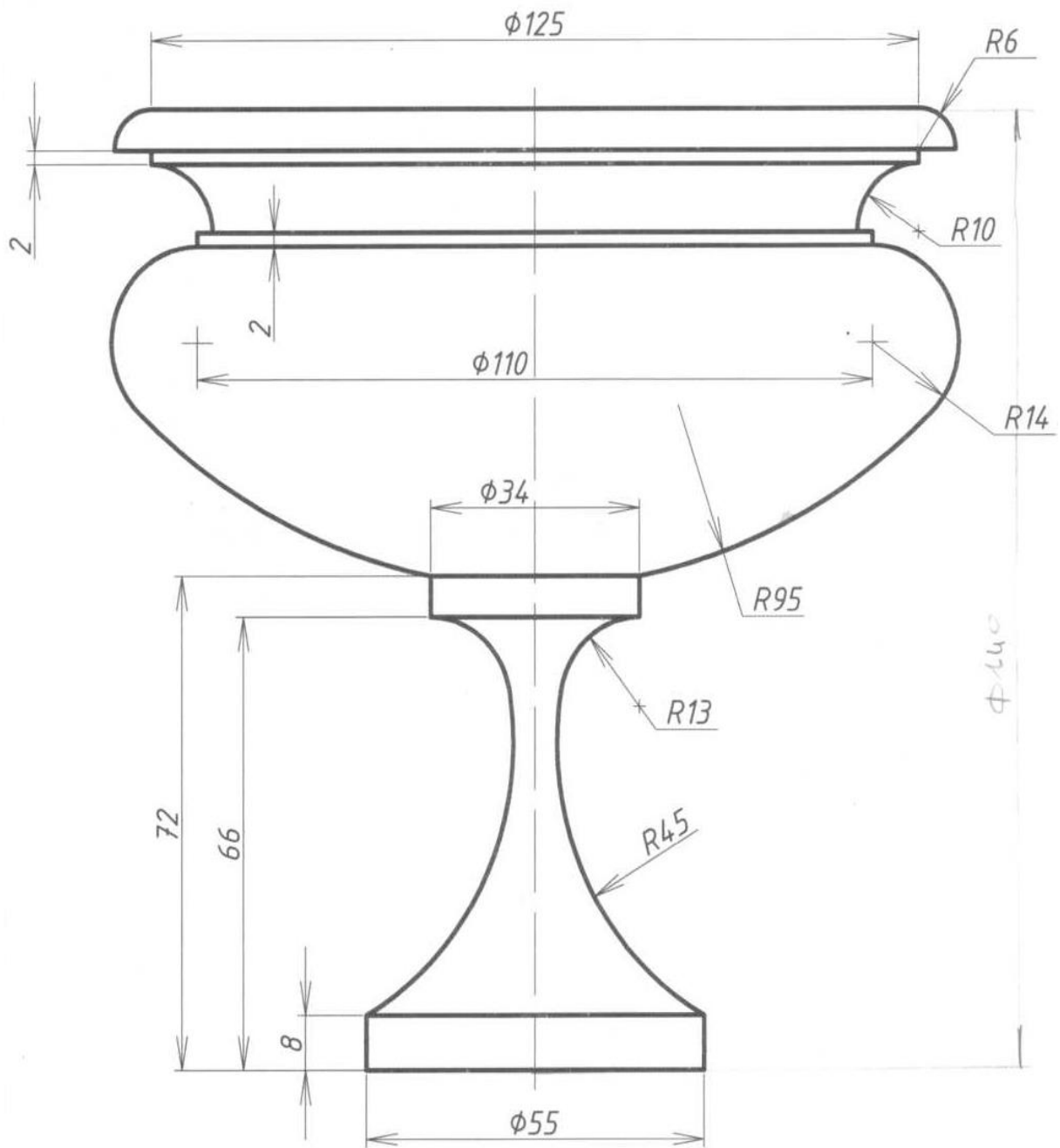
Варіант 6



Вариант 7



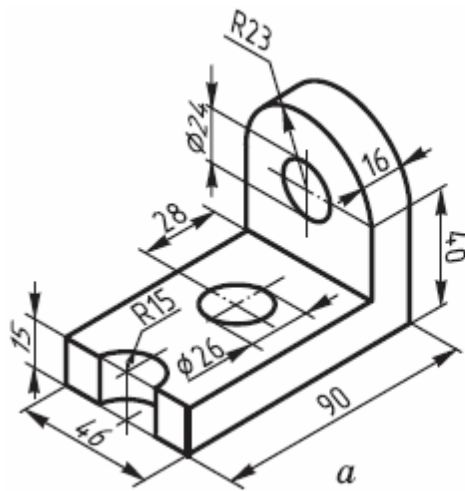
Вариант 8



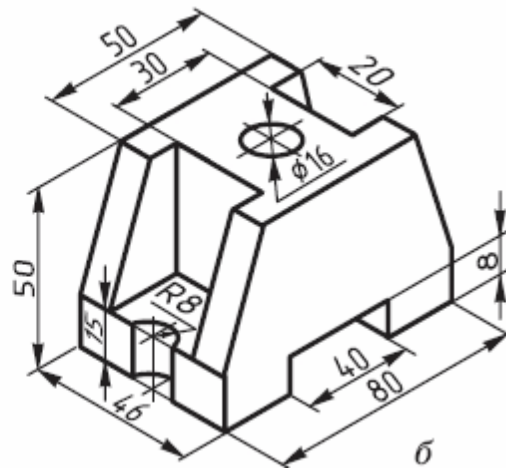
ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ. ТЕХНІЧНА ДЕТАЛЬ.

Варіанти завдань

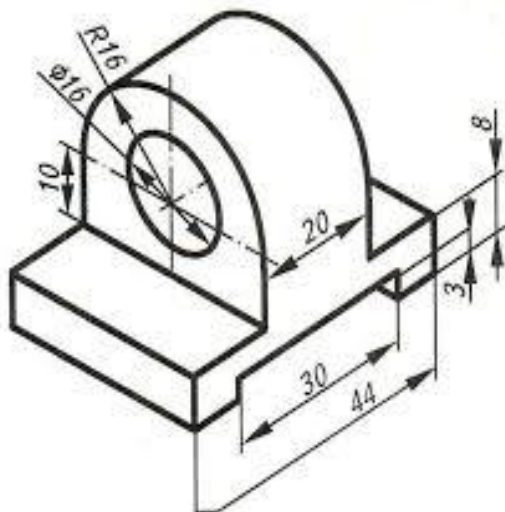
Варіант 1



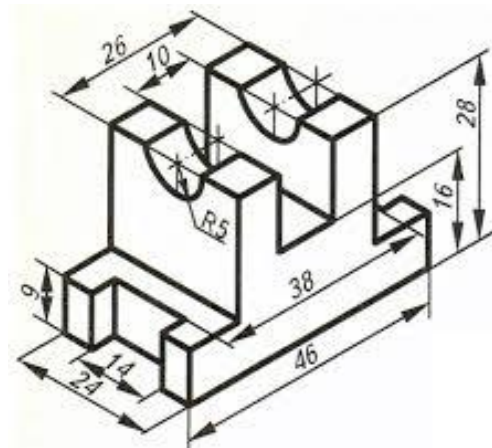
Варіант 2



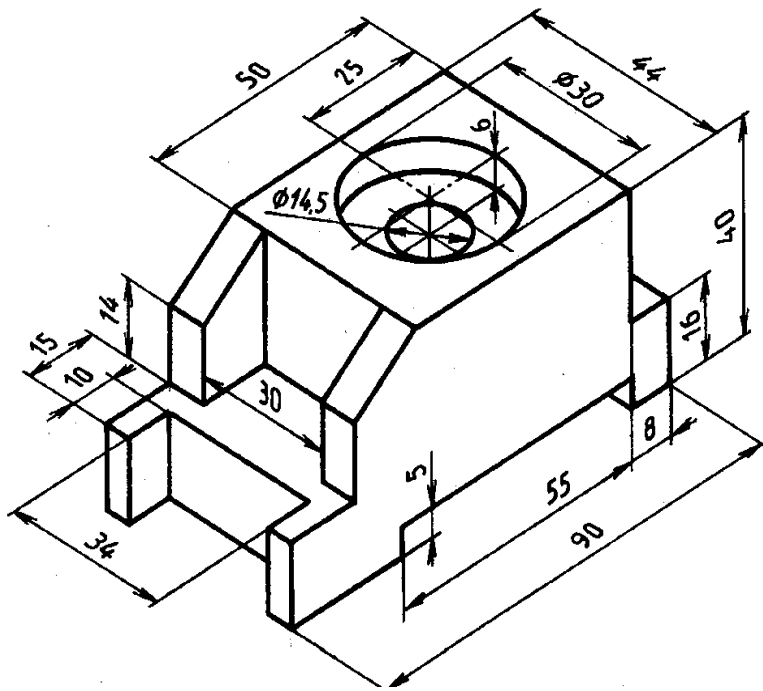
Варіант 3



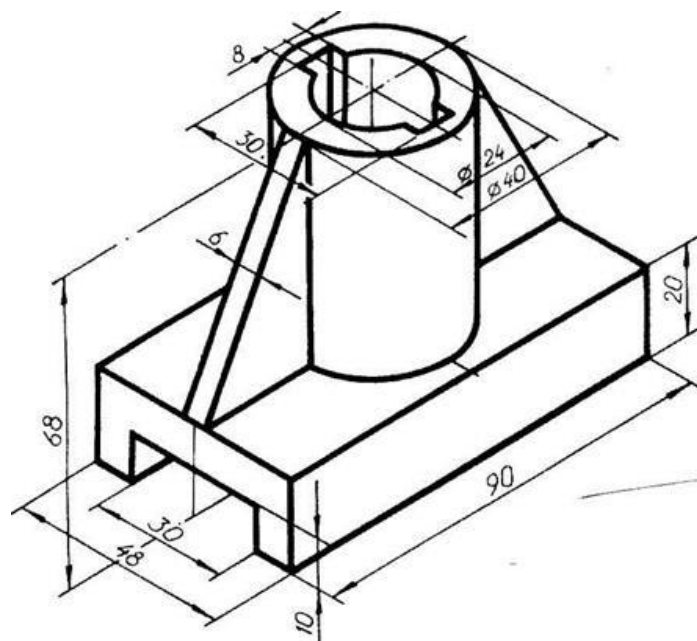
Варіант 4



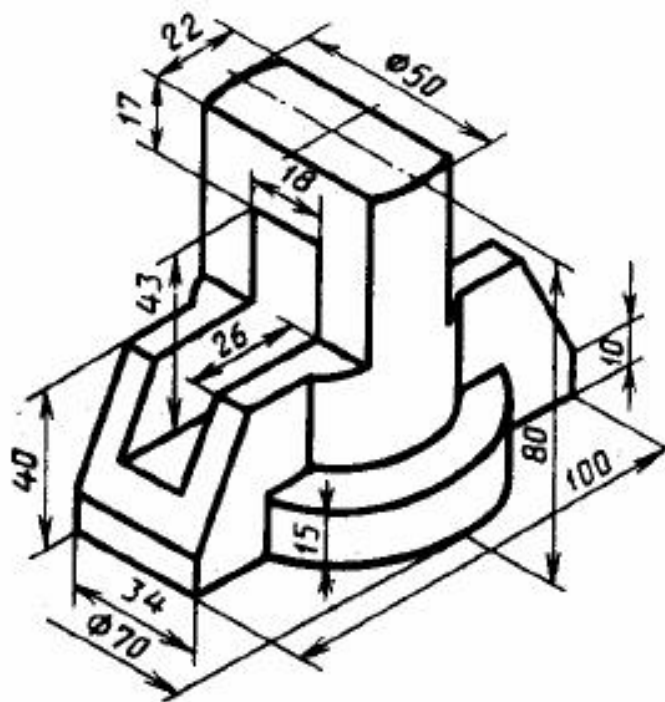
Вариант 5



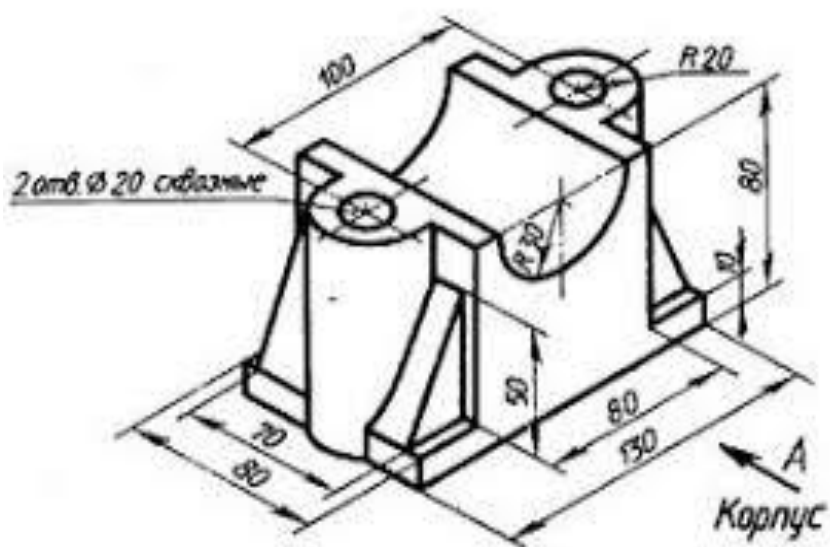
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ. ТЕХНІЧНА ДЕТАЛЬ.

Варіанти завдань

