

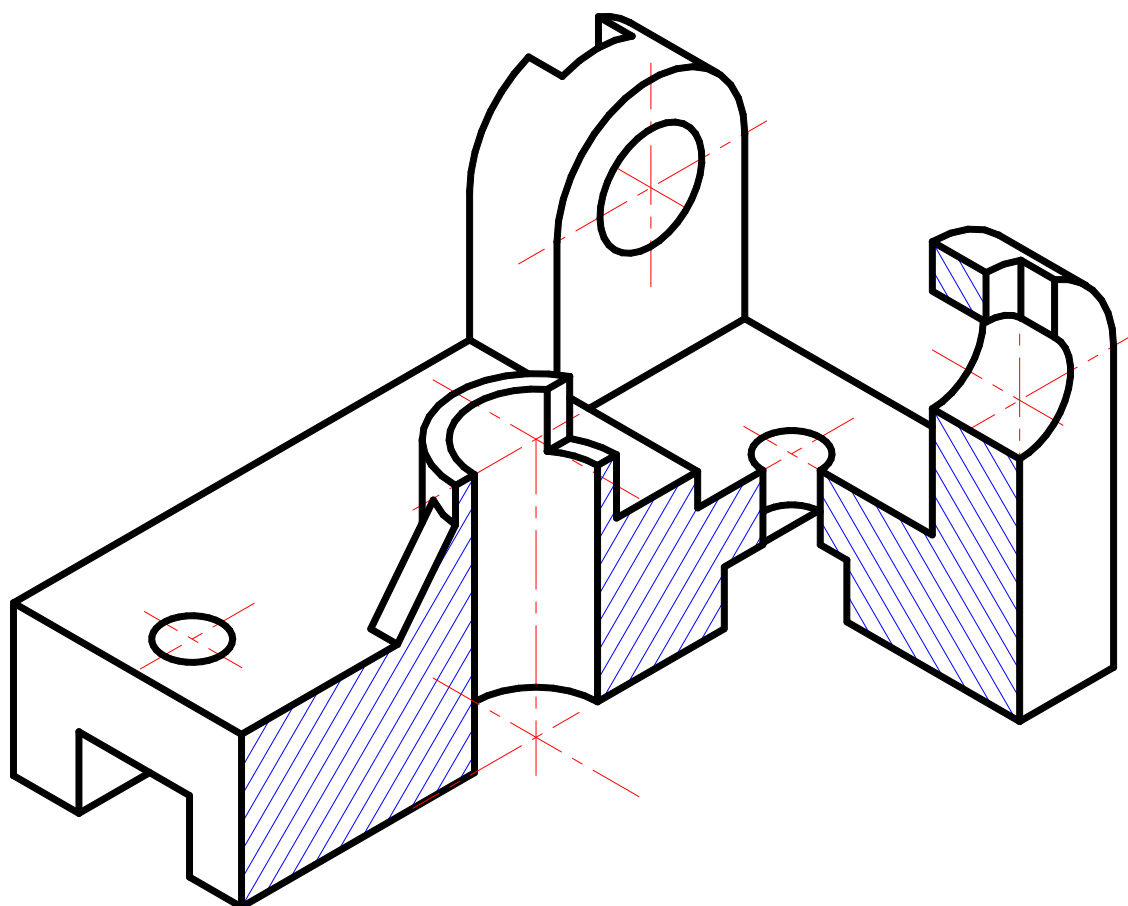
Міністерство освіти та науки України

Національний технічний університет України “КПІ”

Фізико-математичний факультет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з геометричного та проєкційного креслення



Міністерство освіти та науки України
Національний технічний університет України “КПІ”
Фізико-математичний факультет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з геометричного та проєкційного креслення

Рекомендовано
Вченою Радою ФМФ НТУУ “КПІ”
Протокол № 10 від 28.10.2014

Київ 2014

Методичні вказівки з геометричного та проекційного креслення /
Укладач Г.М. Коваль.-К.: НТУУ "КПІ", 2014- 36 с.

Відповідальний редактор к.п.н., доц. Г.О. Гнітецька

Рецензент д.т.н., проф. Г. А. Вірченко

Методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів першого курсу ФЕА та інших інженерно-технічних спеціальностей НТУУ "КПІ" з розділами креслення:

- геометричне креслення;
- зображення – види, розрізи, перерізи;
- аксонометричні зображення;

і містять теоретичні відомості, зразки креслень та варіанти завдань.

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ	4
1.1. Формати	4
1.2. Масштаби	5
1.3. Лінії	5
1.4. Шрифти креслярські	6
1.5. Позначення матеріалів	7
2. ПОБУДОВА СПРЯЖЕНЬ	8
2.1. Робота 1. Спряження	10
3. ЗОБРАЖЕННЯ - ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ	11
3.1. Робота 2. Види	15
3.2. Робота 3. Розрізи прості	16
3.3. Робота 4. Розрізи складні	17
4. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ	19
4.1. Робота 5. Аксонометрія	23
ЛІТЕРАТУРА	23
ДОДАТКИ	24
Додаток 1. Шрифти креслярські	24
Додаток 2. Спряження. Варіанти завдань	25
Додаток 3. Види. Прості розрізи. Варіанти завдань	29
Додаток 4. Складні розрізи. Аксонометрія. Варіанти завдань	33

Методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів ФЕА та інших інженерно-технічних спеціальностей з розділами креслення:

- геометричне креслення;
- зображення – види, розрізи, перерізи;
- аксонометричні зображення;

і містять теоретичні відомості, зразки креслень та варіанти завдань.

Контрольні роботи виконуються згідно варіанта (варіанти 1–24 відповідають останнім цифрам студентського квитка).

1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

1.1. Формати

Формат аркуша паперу визначається розмірами зовнішньої рамки. Існують основні формати (табл.1.1) і додаткові, які утворюються збільшенням короткої сторони основних форматів в кілька разів, наприклад: A0×2, A4×8 (ГОСТ 2.301–68, ДСТУ 3321:2003)

Таблиця 1.1. Основні формати

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Формат, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

На форматі виконують зовнішню та внутрішню рамки, в правому нижньому кутку розташовують основний напис (рис.1.1)

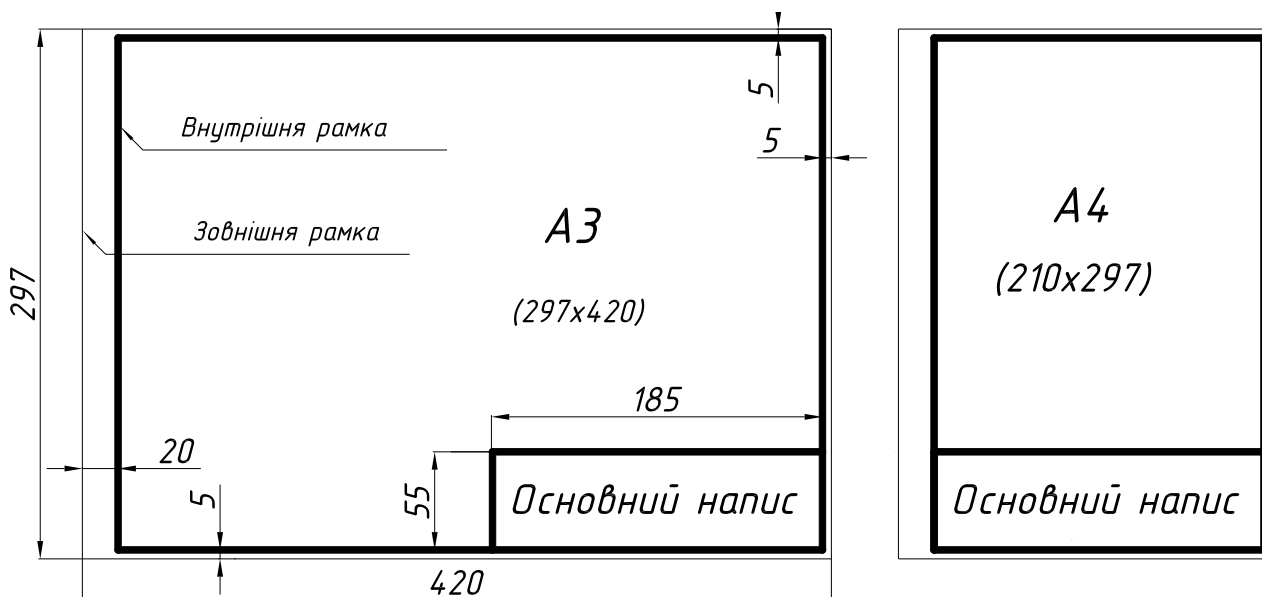


Рис. 1.1

Формат A4 розташовують тільки вертикально, а основний напис розміщують вздовж короткої сторони формату.

Основний напис виконується за ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 (рис.1.2).

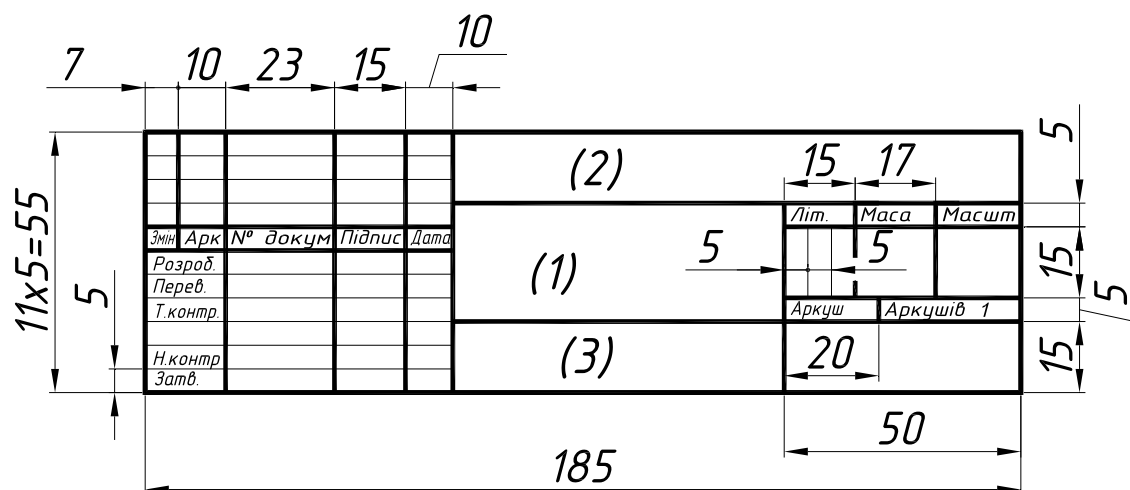


Рис. 1.2

В графі 1 вказують назву виробу, в графі 2 – позначення документа, в графі 3 – позначення матеріалу деталі.

1.2. Масштаби

Масштаби зображень встановлює ДСТУ 3321:2003 (табл.1.2)

Таблиця 1.2. Масштаби

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

В основному написі масштаб позначається так само, наприклад: 1:1, 5:1 тощо, в інших випадках – А(5:1), Б – Б(2:1)...

1.3. Лінії

ГОСТ 2.303 – 68 встановлює 9 типів ліній, кожен з яких має своє зображення, товщину та призначення (табл.1.3).

Призначення найбільш поширених типів ліній показано на рис.1.3 (нумерація ліній відповідає табл.1.3).

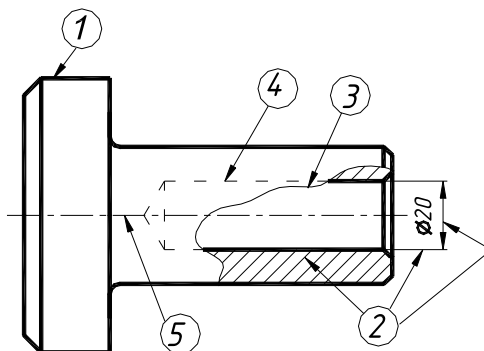



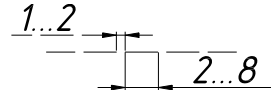
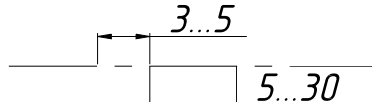
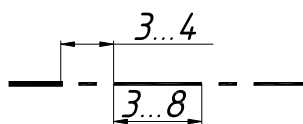
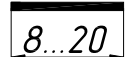
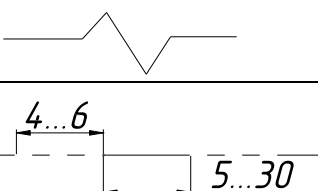
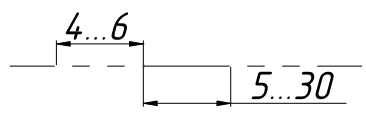


Рис.1.3

Таблиця 1.3. Лінії

Назва	Товщина	Зображення
1. Суцільна товста основна	$S=(0,5...1,4)\text{мм}$	
2. Суцільна тонка	$S/3...S/2$	
3. Суцільна хвиляста	$S/3...S/2$	
4. Штрихова	$S/3...S/2$	
5. Штрихово–пунктирна тонка	$S/3...S/2$	
6. Штрихово–пунктирна потовщена	$S/2...2S/3$	
7. Розімкнена	$S...1,5S$	
8. Суцільна тонка зі зламами	$S/3...S/2$	
9. Штрихово–пунктирна з двома точками тонка	$S/3...S/2$	

1.4. Шрифти креслярські

ГОСТ 2.304 – 81 встановлює 4 типи шрифтів:

- тип А без нахилу,
- тип А з нахилом ($\approx 75^\circ$),
- тип Б без нахилу,
- тип Б з нахилом ($\approx 75^\circ$).

Встановлено такі номери шрифтів : (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Номер шрифту (h) визначає висоту великої букви (в мм). Товщина лінії шрифту залежить від його типу і становить $d=h/10$ для шрифту типу Б (рис.1.4).

Для шрифту цього типу висота малих букв становить $s=7d$, ширина букв та цифр наведена в табл.1.4.

Додаток 1 містить зображення букв, цифр та деяких знаків, виконаних рекомендованим для застосування в контрольній роботі шрифтом типу Б з нахилом.

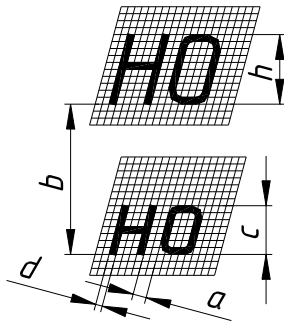


Рис. 1.4

Відстань між буквами (a)

$$(2/10)h = 2d$$

Мінімальна відстань між словами

$$(6/10)h = 6d$$

Мінімальний крок рядків (b)

$$(17/10)h = 17d$$

Таблиця 1.4. Ширина букв та цифр для шрифту Б

Великі букви	Ширина	Малі букви	Ширина	Цифри	Ширина
Ж,Ф,Ш,Щ	8d	ж,т,ф,ш,щ	7d	1	3d
А,Д,М,Х,Ю	7d	м,ю	6d	решта	5d
Е,Є,З,С	5d	е,є,з,с	4d		
Ї	3d	ї	3d		
І	d	і	d		
решта	6d	решта	5d		

1.5. Позначення матеріалів

Графічне позначення матеріалів в перерізах (ГОСТ 2.306) незалежно від виду матеріалів показано на рис.1.5.

Приклади графічного позначення матеріалів з урахуванням виду матеріалу наведені на рис.1.6, де

- а – метали та тверді сплави,
- б – неметалічні матеріали, за виключенням таких, що мають особисте позначення, наприклад, такі як
- в – кераміка,
- г – скло та інші світло прозорі матеріали,
- д – ґрунт.

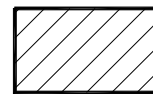
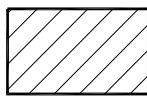
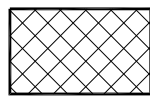


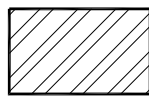
Рис. 1.5



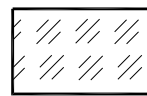
а



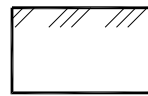
б



в



г



д

Рис. 1.6

Штриховку виконують суцільною тонкою лінією товщиною $S/3 \dots S/2$.

Паралельні лінії штриховки мають бути нахилені під кутом 45° до лінії контура зображення, або до його осі, або до ліній рамки креслення (в будь який бік). Якщо при такому нахилі лінії штриховки стають паралельними лініям контура або осі, штриховку слід виконувати під кутом 30° або 60° .

Відстань між лініями штриховки в залежності від площі штриховки повинна бути від 1 до 10 мм. Для всіх перерізів тієї ж деталі нахил та відстань, як правило, повинні бути однаковими.

2. ПОБУДОВА СПРЯЖЕНЬ

Спряження – плавний перехід однієї лінії в другу, що виконується за допомогою додаткової лінії, найчастіше кола. Додаткове коло при цьому задається, як правило, радіусом, а центр та кінцеві точки дуги визначають побудовою. Для побудови спряжень використовуються геометричні місця точок (гмт) – сукупність точок, що задовольняють певним умовам. Найбільш поширеними гмт є такі:

- гмт, віддалених від прямої на задану відстань – дві прямі, паралельні до заданої та віддалені від неї на задану відстань;
- гмт, віддалених від кола радіуса R на задану відстань d – два (одне) концентричні з заданим колом, радіуси яких дорівнюють $R \pm d$.

Загальний алгоритм побудови спряжень за допомогою кола:

1. Побудувати відповідні гмт;
2. Знайти їх перетин – центр кола спряження;
3. Для визначення кінцевих точок дуги побудувати або лінії центрів, що сполучають центри відповідних кіл, або перпендикуляри, якщо виконується спряження прямих.

Рис.2.1 містить приклади побудови спряжень двох кіл, радіуси яких дорівнюють R_1 та R_2 , за допомогою дуги радіуса R : зовнішнє спряження (рис.2.1а), внутрішнє (рис.2.1б), змішане (рис.2.1в). Точка O – центр кола спряження, прямі OO_1 та OO_2 – лінії центрів, точки S – кінцеві точки дуги спряження.

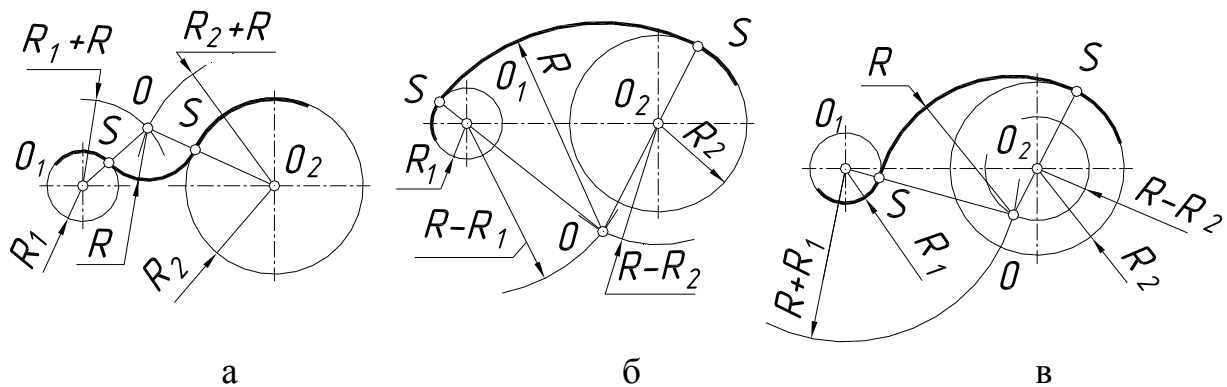


Рис. 2.1

На рис.2.2 показано спряження прямої та кола за допомогою дуги радіуса r .

Центр кола спряження – точка O – є точкою перетину прямої, яка паралельна заданій прямій та віддалена від неї на відстань $d=r$, та дуги, центр якої співпадає з центром заданого кола, а радіус $R=d \pm R_1$ відповідно для зовнішнього (рис.2.2а) та внутрішнього (рис.2.2б) спряжень.

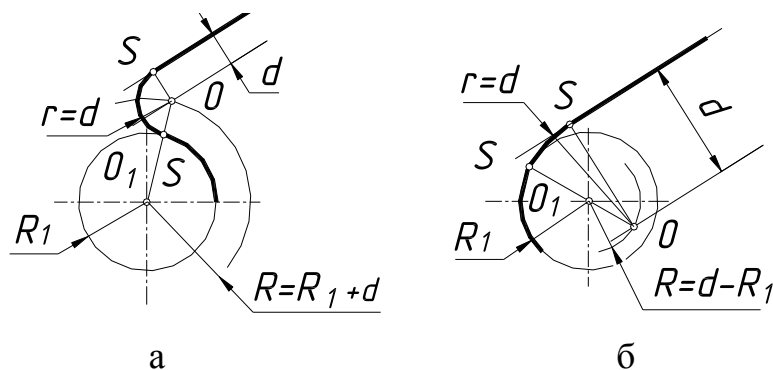


Рис. 2.2

На рис.2.3 зображено спряження двох прямих. Центр дуги спряження – точка O – є точкою перетину прямих, які паралельні до заданих та віддалені від них на задану відстань d . Радіус дуги спряження $R=d$.

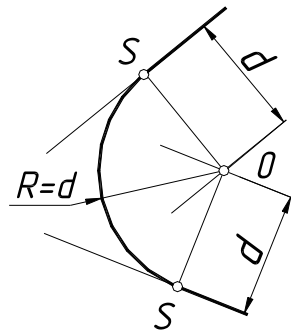


Рис. 2.3

На рис.2.4 побудована пряма, що проходить через точку P та дотична до кола з центром в точці O . Для її побудови використовується допоміжне коло, для якого відрізок PO є діаметром. Точка K – точка перетину допоміжного кола з заданим – є точкою дотику шуканої прямої до заданого кола.

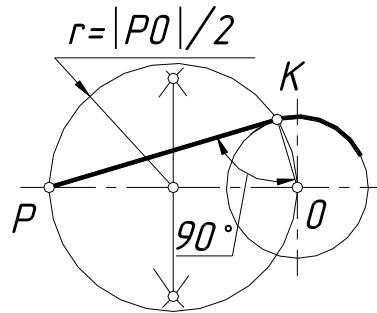


Рис. 2.4

Побудова дотичних до двох кіл виконана на рис.2.5; зовнішня дотична побудована на рис.2.5а, внутрішня – на рис.2.5б.

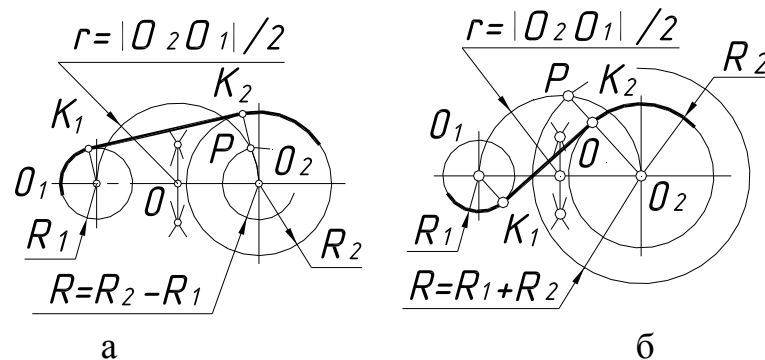


Рис. 2.5

Допоміжне коло радіусом r побудовано на відрізку O_1O_2 , як на діаметрі, друге, радіус якого $R=R_2 \pm R_1$ (при $R_2 > R_1$), концентричне з колом більшого радіуса. Точка P є точкою перетину допоміжних кіл. Прямі O_2K_2 та O_1K_1 паралельні між собою (точка P належить O_2K_2), пряма K_1K_2 є шуканою дотичною.

На рис.2.6 показано побудову овала за двома осями. Менша вісь овала дорівнює α , більша – b . Побудова овала виконується за таким алгоритмом:

1. Побудувати два концентричних кола, діаметри яких дорівнюють осям овала (рис.2.6а).
2. З'єднати точки A та B .
3. Від точки A по прямій AB відкласти відстань $R_3=(b-\alpha)/2 = |AK|$.
4. Провести серединний перпендикуляр до відрізка BK (лінію центрів). Точки перетину цієї прямої з осями (точки O_1 та O_2) є центрами відповідних дуг; радіуси дуг r та R визначаються за побудовою.
5. Побудувати точки, симетричні точкам O_1 та O_2 відносно точки O (рис.2.6б) і провести відповідні дуги.

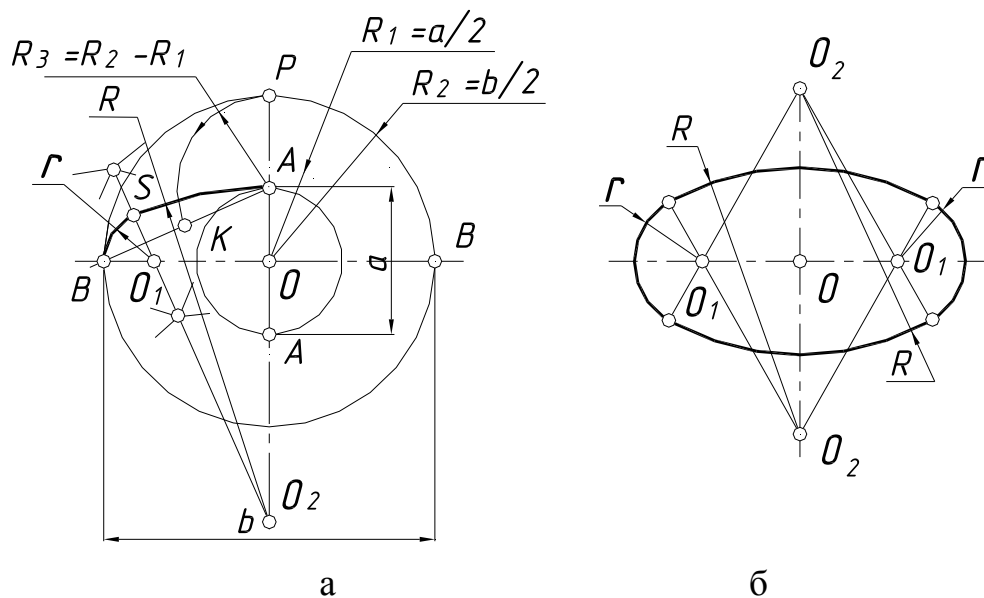


Рис. 2.6

2.1. Робота 1. Спряження

Креслення рекомендується виконувати на форматі А4, масштаб обрати самостійно.

Позначити на кресленні товщину прокладки (3 мм).

Зразок роботи зображено на рис. 2.7, варіанти завдань розміщені в Додатку 2.

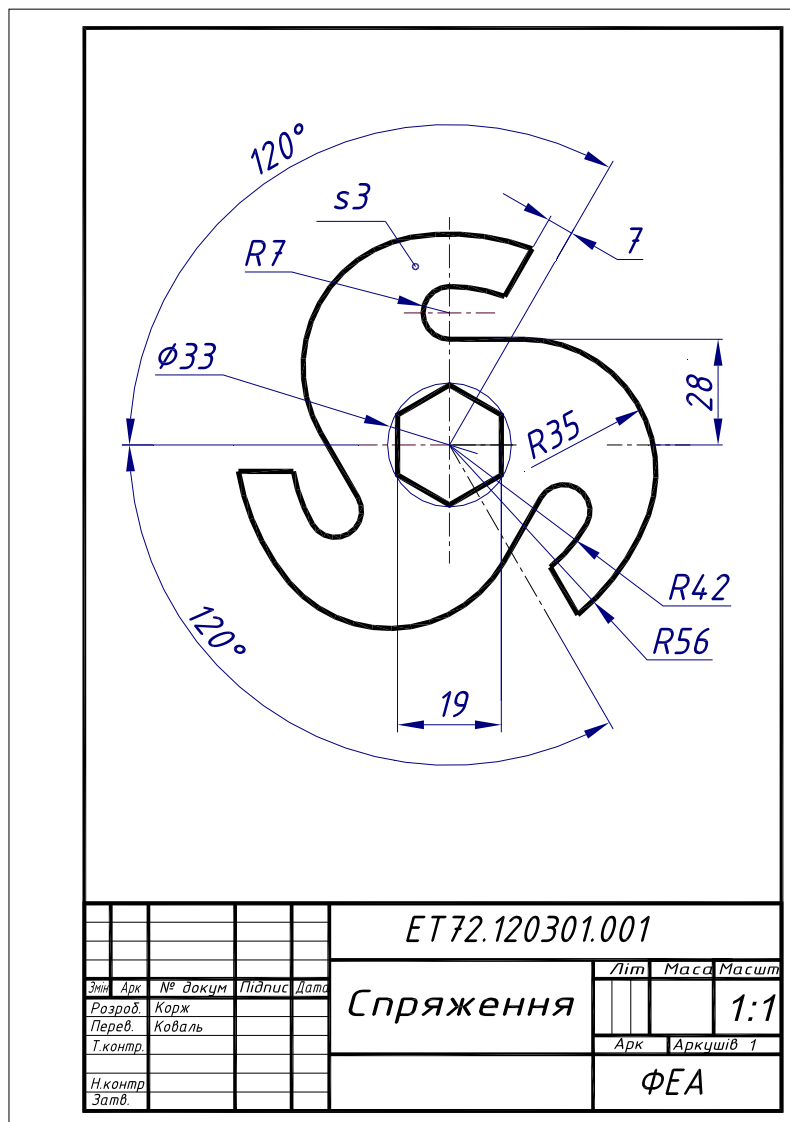


Рис. 2.7

3. ЗОБРАЖЕННЯ - ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

Зображення предметів виконується за способом прямокутного проєкціювання (ГОСТ 2.305–68 або ДСТУ ISO 128-30:2005; ДСТУ ISO 128-50:2005; ДСТУ ISO 128-44:2005). Предмет вважається розташованим всередині куба і проєкціюється на шість його граней, які приймають за основні площини проєкцій (рис.3.1). Грані суміщають з фронтальною площиною проєкцій, зображення на якій приймають за головне (рис.3.2).

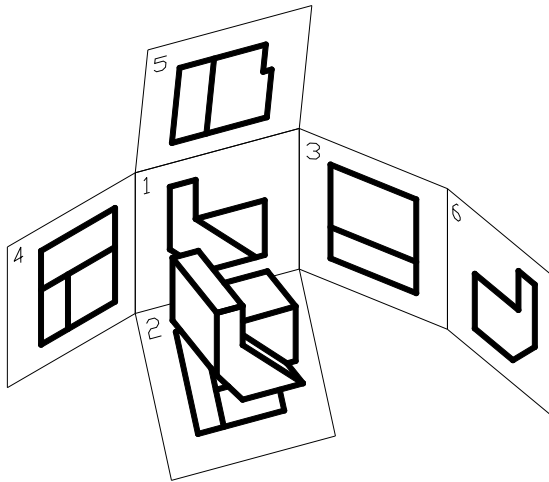


Рис. 3.1

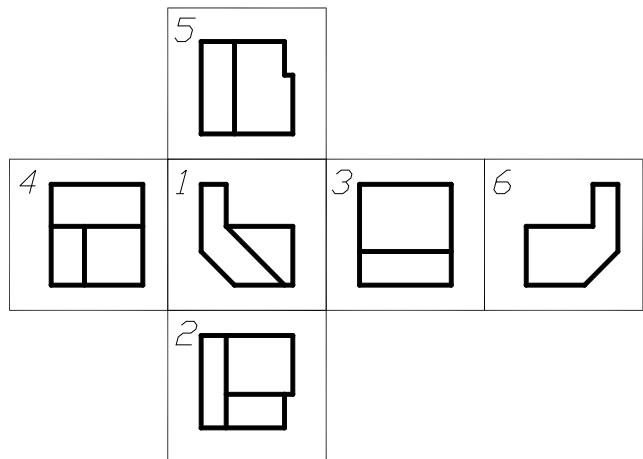


Рис. 3.2

Залежно від змісту зображення поділяються на види, розрізи та перерізи.

Вид – зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. На виді дозволяється за допомогою штрихових ліній показувати невидимі частини поверхні предмета.

Види поділяються на основні, допоміжні та місцеві.

Основних видів (рис.3.2) існує 6 : вид спереду або головний (1), зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), та ззаду (6).

Якщо основні види розташовані в проєкційному зв'язку за схемою, наведеною на рис.3.2, вони не позначаються.

Основні види позначаються в таких випадках:

- якщо вони не мають безпосереднього проєкційного зв'язку з головним видом (вид зверху на рис.3.3);
- якщо вони відділені від головного виду іншими зображеннями;
- якщо вони розташовані на іншому аркуші.

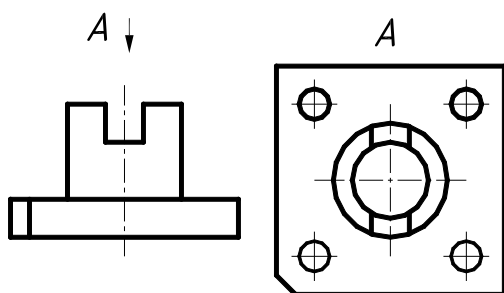


Рис. 3.3

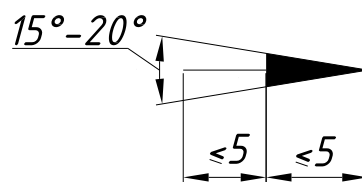


Рис. 3.4

В цих випадках вид позначається літерою та стрілкою, яка вказує напрямок погляду. Розміри стрілки наведені на рис.3.4.

Якщо на основних видах якусь частину предмета неможливо показати без спотворення форми та розмірів, використовують *допоміжні види* (рис.3.5).

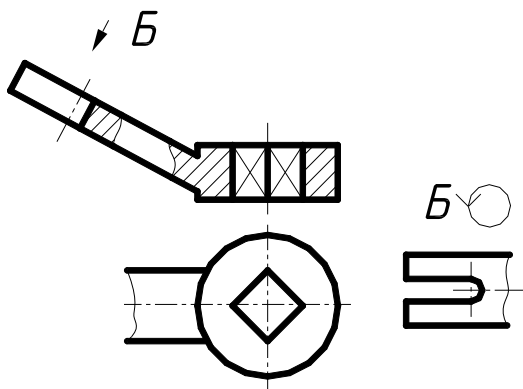


Рис. 3.5

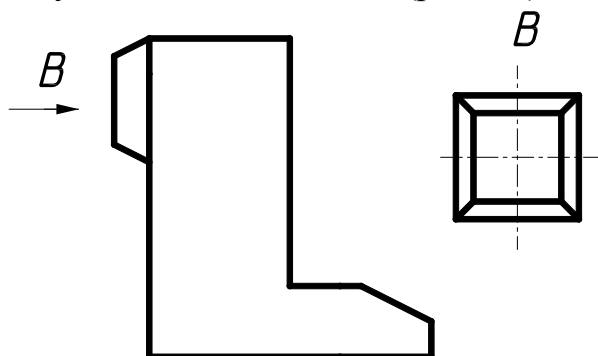


Рис. 3.6

Допоміжний вид позначають, якщо він розташований не в проекційному зв'язку з основним видом. Допоміжний вид можна повертати відповідно до положення предмета на головному виді, позначення у цьому випадку доповнюється спеціальним знаком.

На *місцевому виді* зображується обмежена частина поверхні предмета. Місцевий вид (рис.3.6) може бути обмеженим лінією обриву, або ні. Позначається місцевий вид так само, як і допоміжний.

Розріз – зображення предмета, умовно розрізаного однією або кількома площинами.

На розрізі показують те, що лежить в січній площині та за нею. Те, що попало безпосередньо в січну площину (крім порожнин), виділяється на кресленні штриховкою. Розрізи, які виконуються на різних зображеннях предмета, ніяк не пов'язані між собою і не змінюють інші зображення (рис.3.7)

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на *горизонтальні*, *вертикальні* (в тому числі фронтальні та профільні) та *нахилені*.

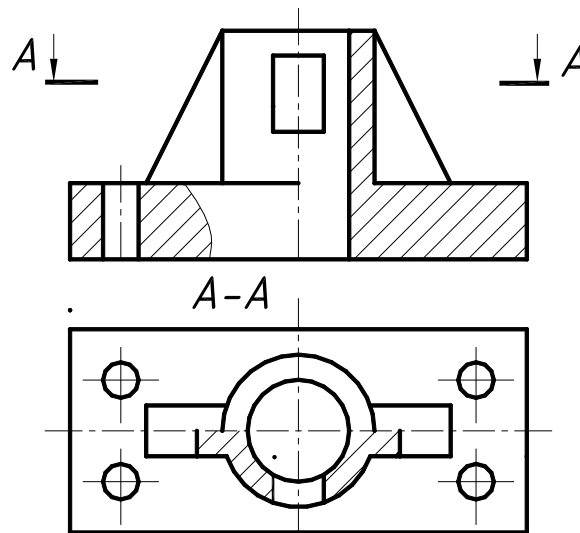


Рис. 3.7

Залежно від кількості площин розрізи поділяються на *прості* (одна січна площина, рис.3.7) та *складні* (кілька січних площин), які в свою чергу поділяються на *ступінчасті* (січні площини паралельні, рис.3.8) та *ламани* (січні площини перетинаються, рис.3.9).

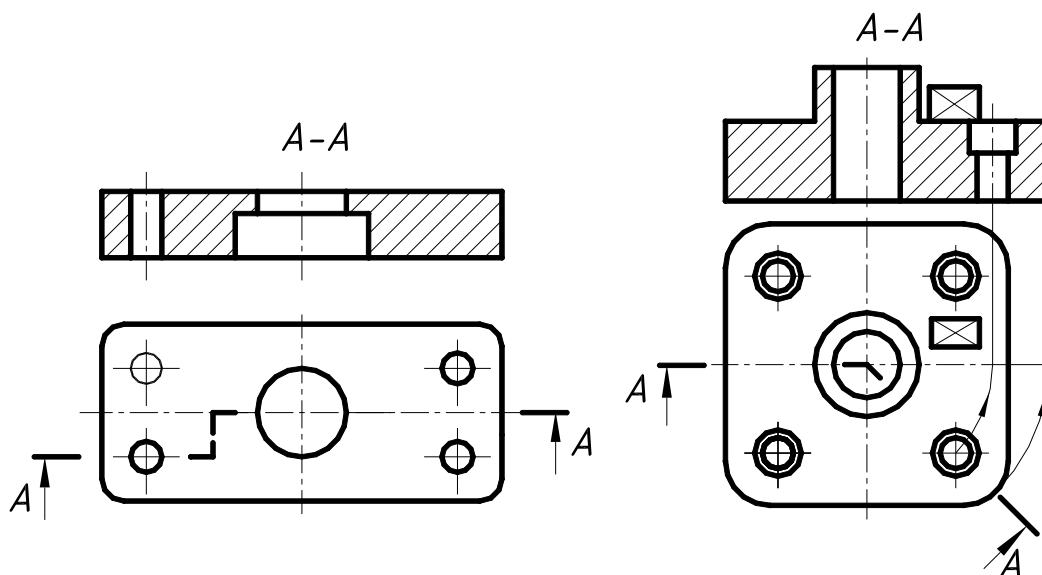


Рис. 3.8

Рис. 3.9

Дозволяється з'єднувати на одному зображенні частину виду та частину розрізу, відокремлюючи їх суцільною хвилястою лінією. Якщо з'єднують половину виду з половиною розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, лінією їх розділу є вісь симетрії (рис.3.7).

При ламаних розрізах січні площини умовно розвертають до суміщення в одну площину, при цьому напрямок повороту не залежить від напрямку погляду. Частини предмету, розташовані за січною площиною, креслять так, як вони проєктуються на площину, з якою виконується суміщення, тобто без повороту (рис.3.9).

Застосовуються також розрізи, які виявляють внутрішню будову предмета в обмеженому місці – *місцеві* розрізи (рис.3.5, рис.3.7).

Положення січної площини показують на кресленні за допомогою розімкненої

лінії завтовшки S–1,5S. На складних розрізах позначається також перехід від однієї січної площини до другої, причому на самому розрізі цей перехід ніяк не виділяється.

Початковий та кінцевий штрихи не повинні перетинати контур зображення; на відстані 2–3 мм від зовнішніх відносно зображення кінців штрихів мають стояти стрілки, які вказують напрямок погляду, та однакові великі букви. Сам розріз позначається написом – тими самими буквами через тире. Букви мають бути приблизно вдвічі більшого розміру, ніж розмірні числа на тому ж кресленні. Букви слід брати в алфавітному порядку і не повторювати на одному кресленні.

Складні розрізи позначаються завжди, місцеві – ніколи. Прості розрізи не позначаються тільки тоді, коли січна площина є площиною симетрії фігури, відповідні зображення розташовані на одному аркуші в проекційному зв'язку і не відділені один від одного ніяким іншим зображенням (це стосується тільки горизонтальних, фронтальних та профільних простих розрізів – наприклад, розріз на місці головного вигляду на рис.3.7).

Переріз – зображення фігури, яке утворюється при умовному перерізі предмета однією або кількома площинами. На перерізі показують тільки те, що лежить в січній площині. Перерізи поділяють на *винесені* (рис.3.10а) та *накладені* (рис.3.10б, рис.3.10в). Якщо січна площина проходить через вісь отвору, що є поверхнею обертання, контур показують повністю (рис.3.10а).

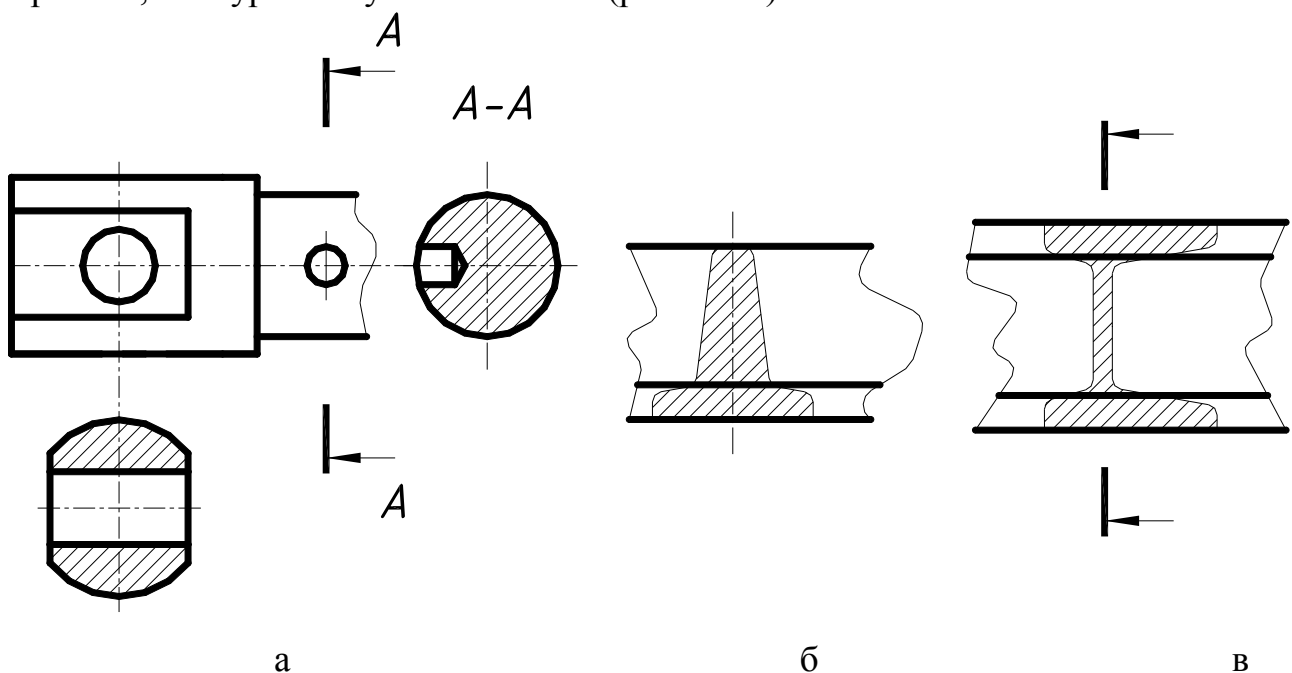


Рис. 3.10

Розміри на кресленнях проставляються за ГОСТ 2.307–68. Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю виробу. Розміри того ж самого елемента деталі не повинні повторюватись.

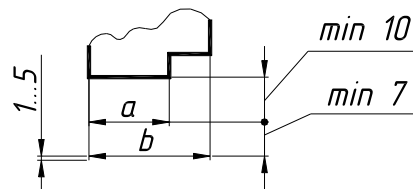
Розміри, які не підлягають виконанню за даним кресленням, є довідковими. На кресленні їх позначають знаком *, а в технічних вимогах записують: “ * Розміри для довідок”.

Лінійні розміри на кресленні найчастіше вказують в міліметрах, одиницю виміру

при цьому не позначають, але в технічних умовах одиниці виміру позначати необхідно. Куткові розміри задають з позначенням одиниць виміру, наприклад: 30° .

Розміри на кресленні вказують за допомогою розмірних чисел та розмірних ліній. Наносити розмірні лінії рекомендується поза зображенням, проставляти розміри до ліній невидимого контуру дозволяється тільки тоді, коли це зменшує кількість зображень.

Мінімальна відстань між контурними та розмірними лініями – 10мм, між сусідніми розмірними – 7мм, виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірних ліній на 1...5 мм (рис.3.11)



Розмірне число наносять над розмірною лінією якомога ближче до її середини, при потребі – над її продовженням або на поличці лінії-виноски.

Бажано уникати перетину виносних та розмірних ліній.

Нанесення розмірних чисел для різних положень розмірних ліній визначаються зручністю їх читання.

Розмірні числа не можна перетинати або розділяти жодними лініями креслення.

Не дозволяється переривати контурні лінії для нанесення розмірних чисел, а також розташовувати розмірні числа в місцях перетину осевих, розмірних або центрових ліній. В місці нанесення розмірного числа осеві, центрові лінії та лінії штриховки мають бути перервані.

Діаметр та радіус позначаються знаками \varnothing та R , знаки \sphericalangle , \triangleleft , та s використовують для позначення нахилу, конусності та товщини відповідно.

Розміри, які стосуються якогось елементу виробу, слід групувати на тому зображенні, де форма цього елементу показана найбільш повно.

Розміри зовнішніх поверхонь рекомендується проставляти зі сторони вигляду деталі, розміри внутрішніх поверхонь – зі сторони розрізу.

При нанесенні розмірів доцільно виділити в деталі прості геометричні фігури (призми, циліндри тощо) і для кожної з цих фігур проставити розміри форми та розміри положення, після чого проставити габаритні розміри всієї деталі.

Наприклад, на кресленні “Види” (Рис.3.13) розміри 30 та 40 є розмірами положень двох циліндричних отворів, розмірами форми яких є $\varnothing 15$ та висота 30; розміри 20 і 22 – розміри форми наскрізного призматичного отвору в циліндрі $\varnothing 60$ – нанесені на головному вигляді, де форма цього отвору показана найбільш наочно. Габаритні розміри деталі 160x80x90.

3.1. Робота 2. Види.

За аксонометричним зображенням деталі необхідно виконати 3 види (головний вид, види зверху та зліва), проставити розміри.

Цю та всі наступні роботи рекомендується виконувати на форматі А3.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рис.3.12, виконано на рис. 3.13.

Варіанти завдань містяться в Додатку 3.

Стрілка на аксонометричному зображенні вказує напрямок погляду на головний вид деталі.

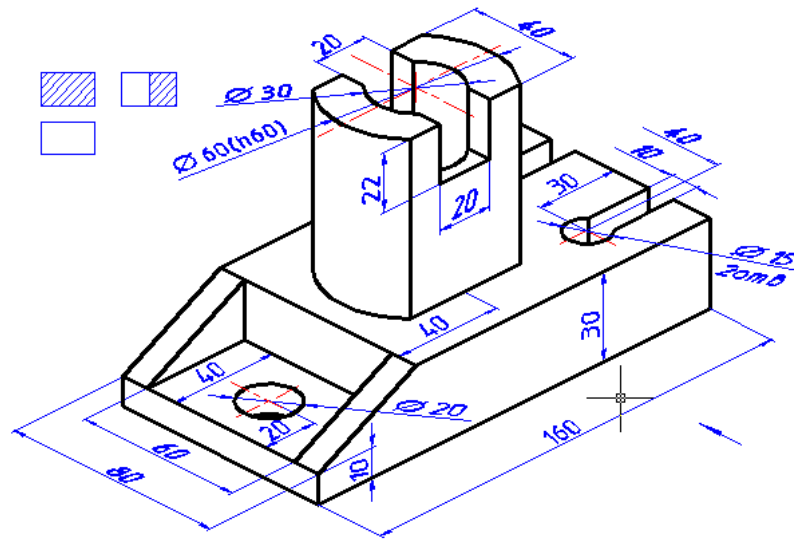


Рис. 3.12

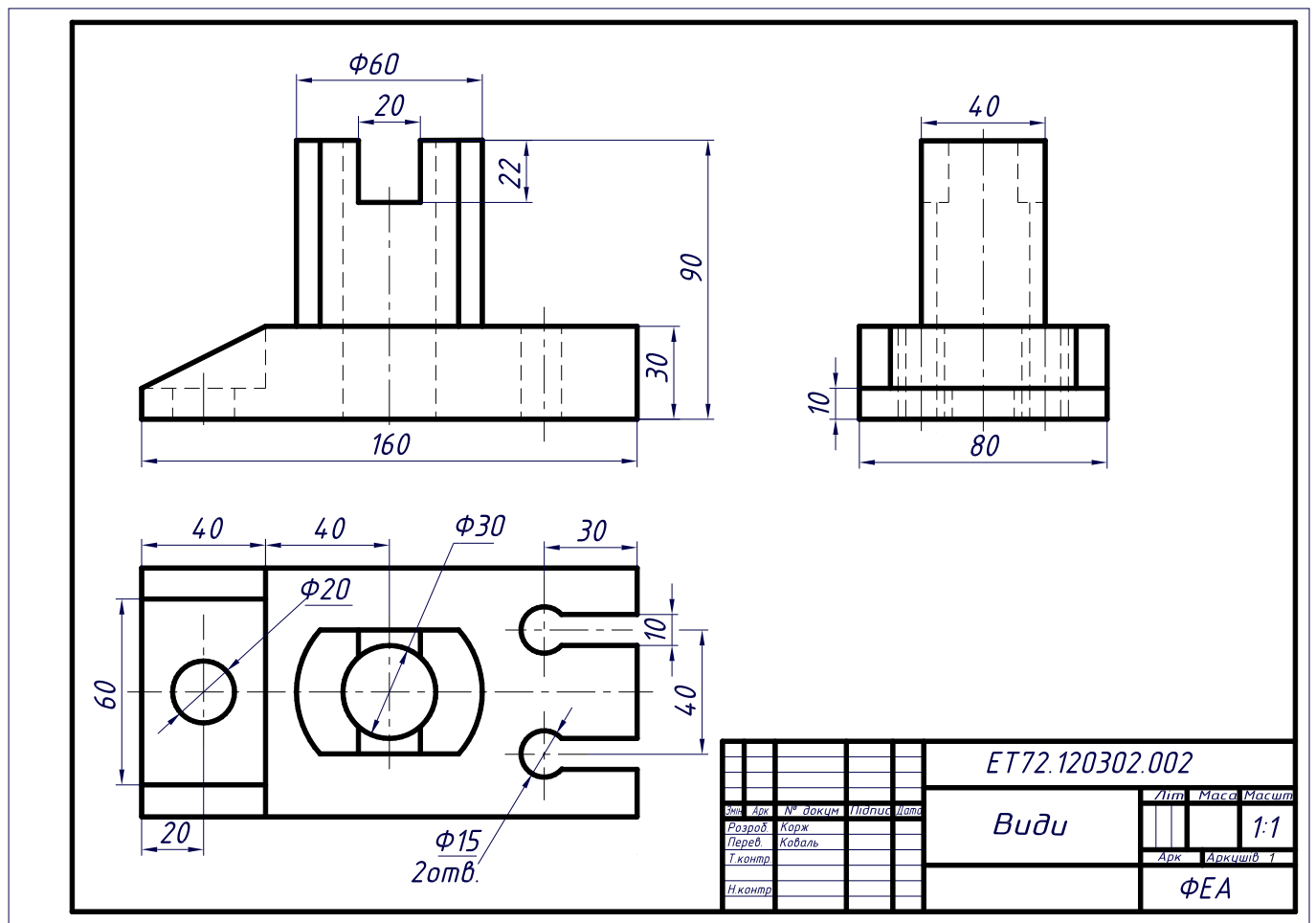


Рис.3.13

3.2. Робота 3. Розрізи прості.

За аксонометричним зображенням деталі необхідно виконати 3 зображення деталі з рекомендованими розрізами (табл.3.1.).

Таблиця 3.1.

Вар.	Фронтальний розріз	Профільний розріз	Горизонтальний розріз	Місцевий розріз
1	2	3	4	5
зразок	Ø30	Ø30		
1	Отвір20х22	Ø42	Ø42	Ø8
2	Ø42	Ø42	Отвір45х53	Ø11
3		Ø32		Ø11
4	Ø28	Ø28	Отвір20х8	Ø6
5	Отвір30х30	Ø40		Ø9
6	паз 7х8х23	Ø36		Ø10
7	Ø30	Ø20		
8	R10	Ø22	Ø22	Ø9
9	Ø30	Ø30		Ø10
10	Ø40	Ø40	отвір 20х20	Ø8

Закінчення табл. 3.1.

1	2	3	4	5
11	Ø20	Ø20	Ø18	Ø10
12	Ø30	Ø30	отвір 14х20	Ø9
13	Ø20	Ø14	Ø14	Ø10
14	Ø20	Ø20	отвір 16х16	Ø5
15	Ø30	Ø30	отвір 10х20	Ø9
16	паз 10х30	Ø20		Ø10
17	R9	Паз36х36		Ø12
18	паз 16х20х50	R20		Ø8
19	Ø20	Ø20		Ø8
20	Ø22	Ø22		Ø9
21	Ø20	Ø20		Ø10
22	Ø30	Ø30		Ø10
23	Ø30	Ø30	отвір 20х20	Ø10
24	отвір 20х40	отвір 20х40		Ø10

Розрізи деталі слід виконувати за схемою, де використані такі умовні позначення:



повний
розріз;



половина виду і
половина розрізу;



місцевий
розріз.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рис.3.12, виконано на рис. 3.14.
Варіанти завдань містяться в Додатку 3.

3.3. Робота 4. Розрізи складні.

В роботі за двома заданими видами деталі необхідно побудувати третій – вид

зліва, на місці головного виду виконати вказаний складний розріз, вид зліва сумістити з вказаним простим розрізом.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рис.3.15, виконано на рис. 3.16. Варіанти завдань містяться в Додатку 4.

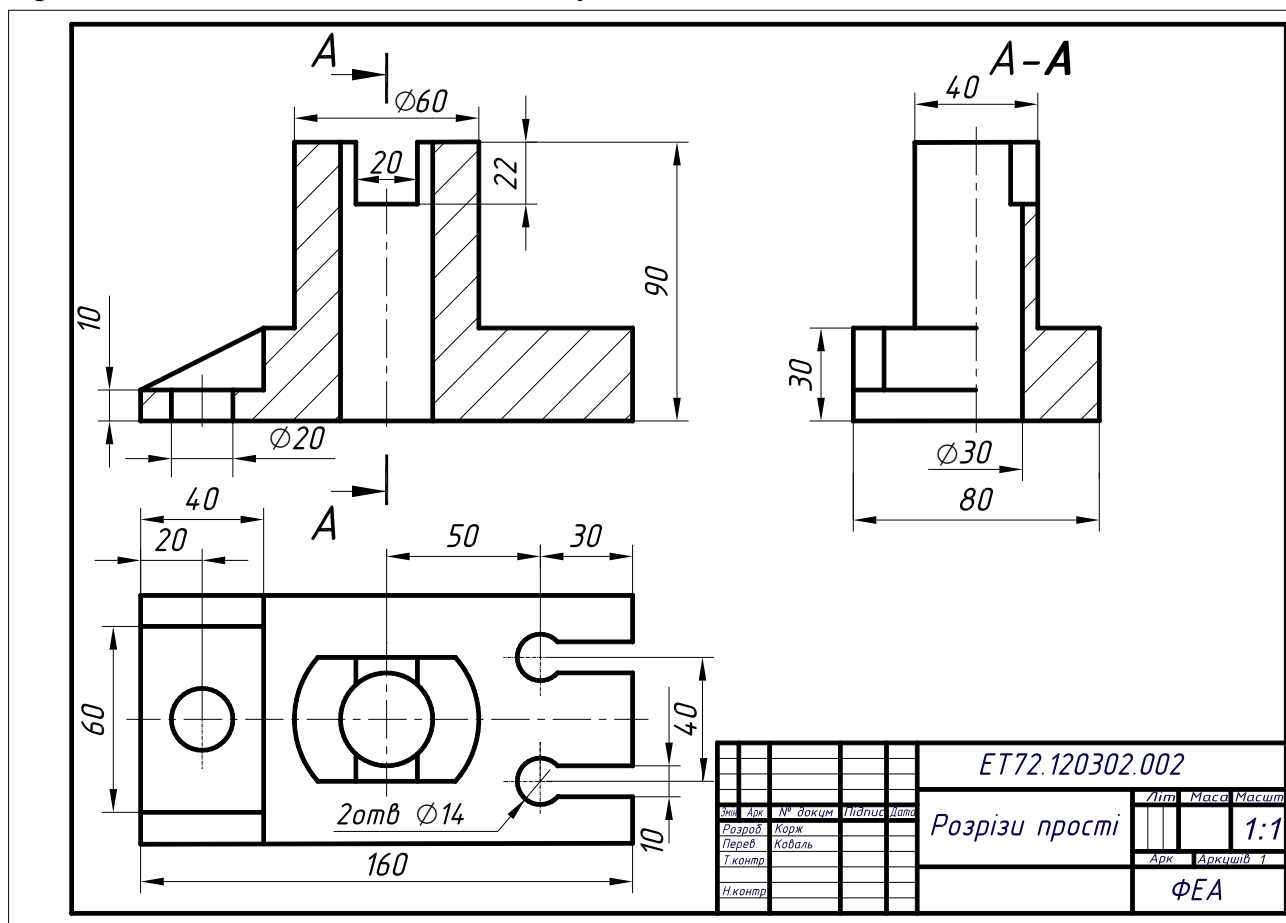


Рис.3.14

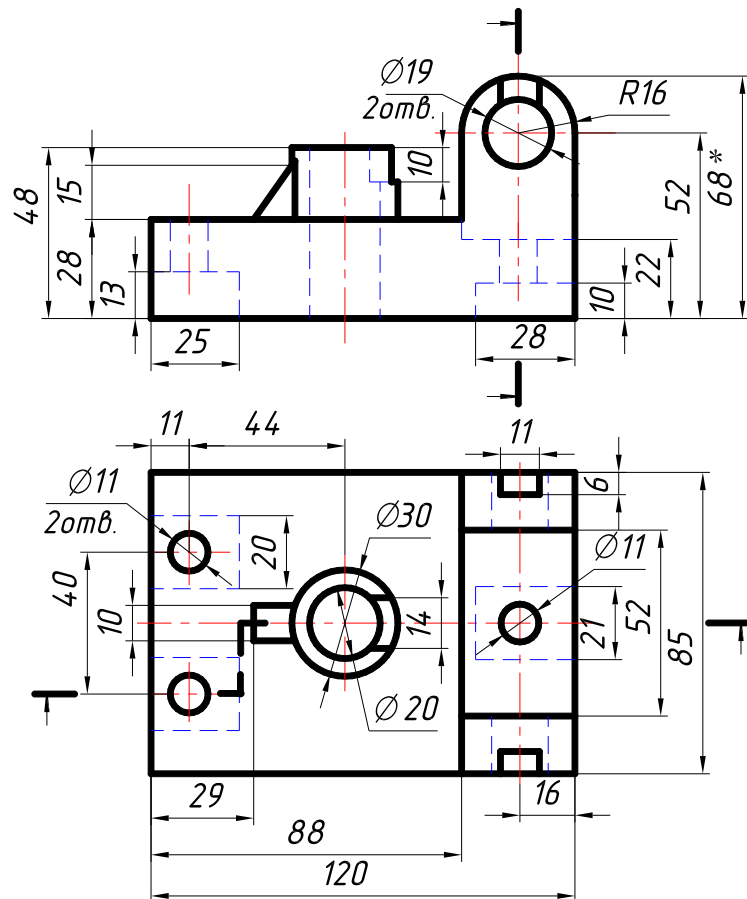


Рис.3.15

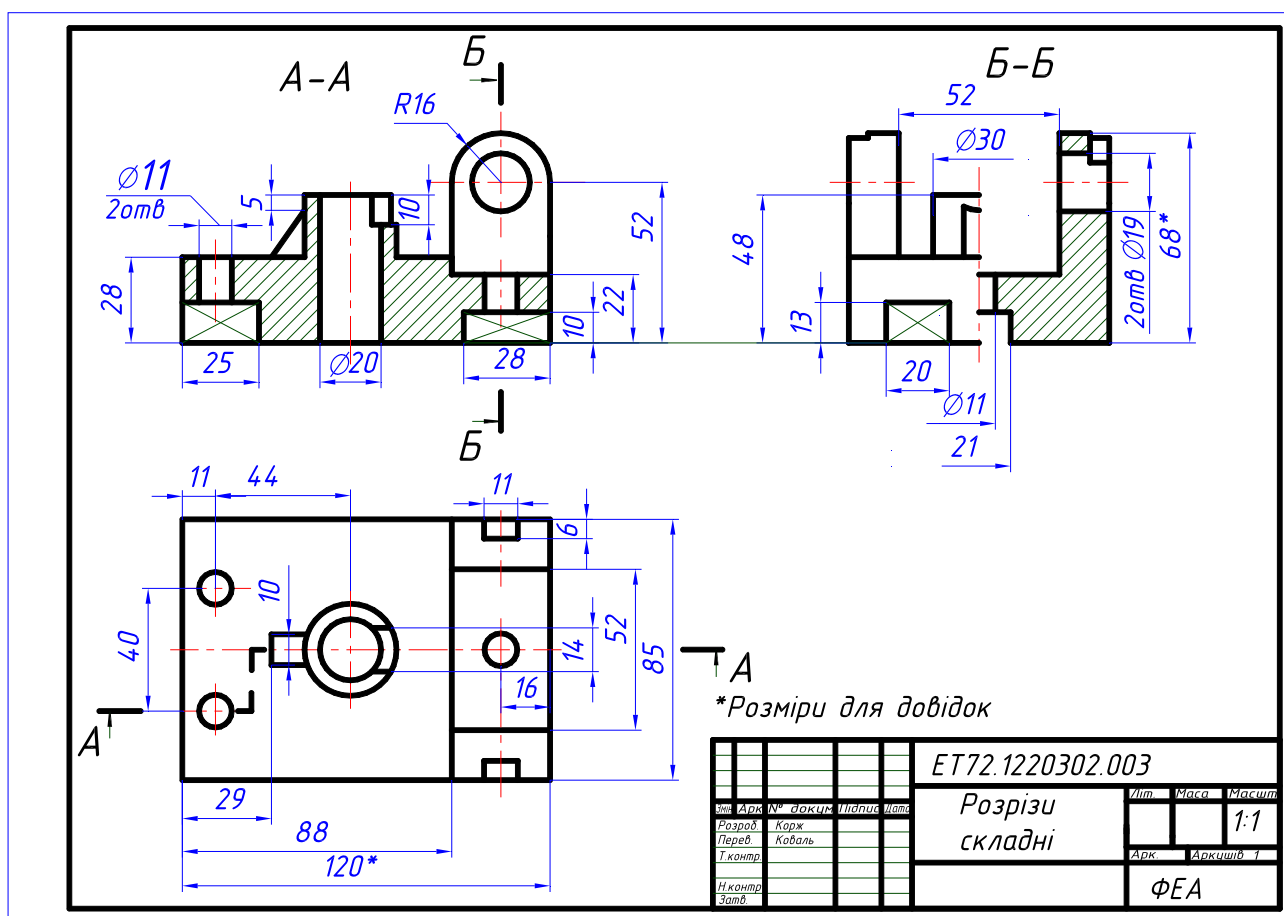


Рис. 3.16

4. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

Суть аксонометричного проєкціювання полягає в тому, що предмет разом з системою ортогональних координат, до якої він віднесений, паралельно проєкціюється на площину аксонометричних проєкцій.

Напрямок проєкціювання при цьому не збігається з жодною з осей координат і може бути перпендикулярним або не перпендикулярним до площини Π' (прямокутна і косокутна аксонометрія відповідно). Рис.4.1 містить схему проєкціювання точки A на площину Π' . Точка A' є аксонометричною проєкцією точки A , точка A'_1 – вторинна її проєкція.

Для кожної з осей встановлюються коефіцієнти спотворення

$$p = O'A'_x/OA_x = x'/x,$$

$$q = O'A'_y/OA_y = y'/y,$$

$$r = O'A'_z/OA_z = z'/z.$$

Коефіцієнти спотворення зв'язані співвідношенням:

$$p^2 + r^2 + q^2 = 2 + \text{ctg}^2 \varphi,$$

де φ – кут між напрямком проєкціювання та площиною Π' .

Для прямокутної аксонометрії маємо: $p^2 + r^2 + q^2 = 2$.

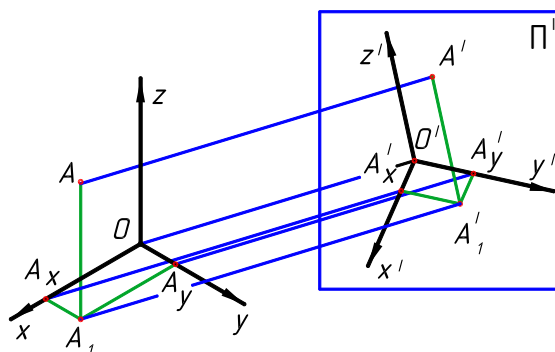


Рис. 4.1

Встановлено 5 стандартних видів аксонометрії:

- *прямокутна ізометрія* (рис.4.2а). Коефіцієнти спотворення рівні і становлять $p=q=r=0,82$. Для спрощення користуються так званими приведеними коефіцієнтами: $p=q=r=1$,

- *прямокутна диметрія* (рис.4.2б), для якої $p=r=0,94$; $q=0,47$ (приведені коефіцієнти $p=r=1$; $q=0,5$);

- *косокутна фронтальна ізометрія* (рис.4.3а), виконується без спотворення по осям;

- *косокутна горизонтальна ізометрія* (рис.4.3б), виконується без спотворення по осям;

- *косокутна фронтальна диметрія* (рис.4.3в), для якої коефіцієнти спотворення $p=r=1$; $q=0,5$);

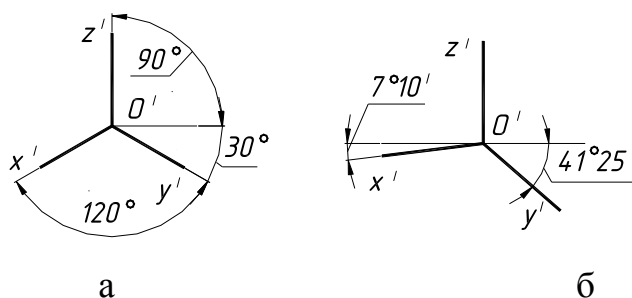


Рис. 4.2

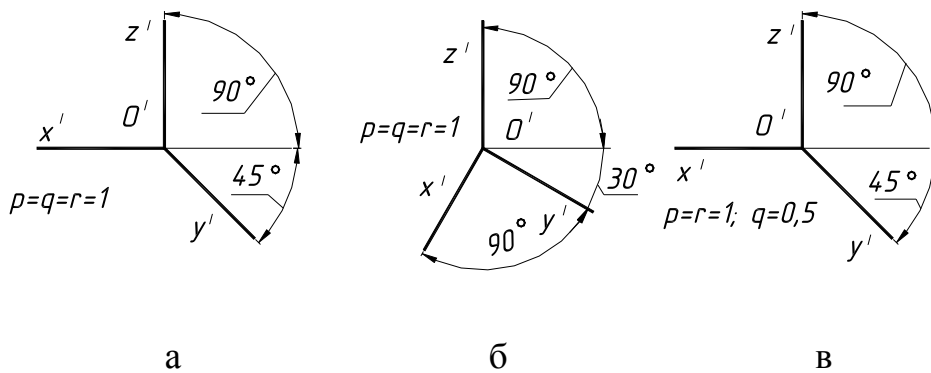


Рис. 4.3

На рис.4.4 зображений правильний шестикутник, розташований в горизонтальній площині, центр якого співпадає з початком координат, а дві вершини належать осі x (рис.4.4а), в ізометрії (рис.4.4б) та диметрії (рис.4.4в).

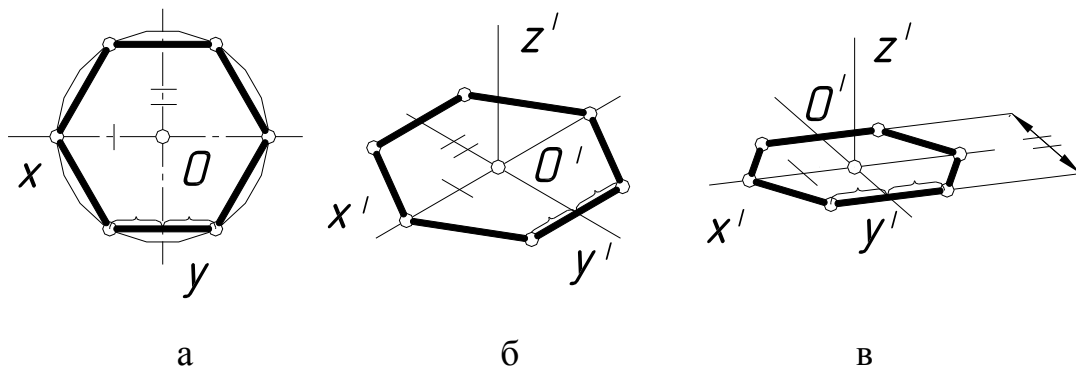


Рис. 4.4

АксонOMETричною проекцією кола є еліпс. Якщо коло лежить в площині, яка паралельна одній з площин проекцій, тоді мала вісь еліпса паралельна до координатної осі, яка відсутня в площині кола, велика – перпендикулярна до неї (рис. 4.5).

Для приведеної прямокутної ізометрії для всіх площин проекцій мала вісь дорівнює $0,71d$, велика – $1,22d$, де d – діаметр кола.

Для спрощення побудови замість еліпсів дозволяється будувати овали.

На рис. 4.6 наведено побудову ізометричного овалу, яким приблизно замінено еліпс – проекцію кола радіуса R , яке розташоване в площині $x'O'y'$. Величини R_1 та R_2 визначаються за побудовою.

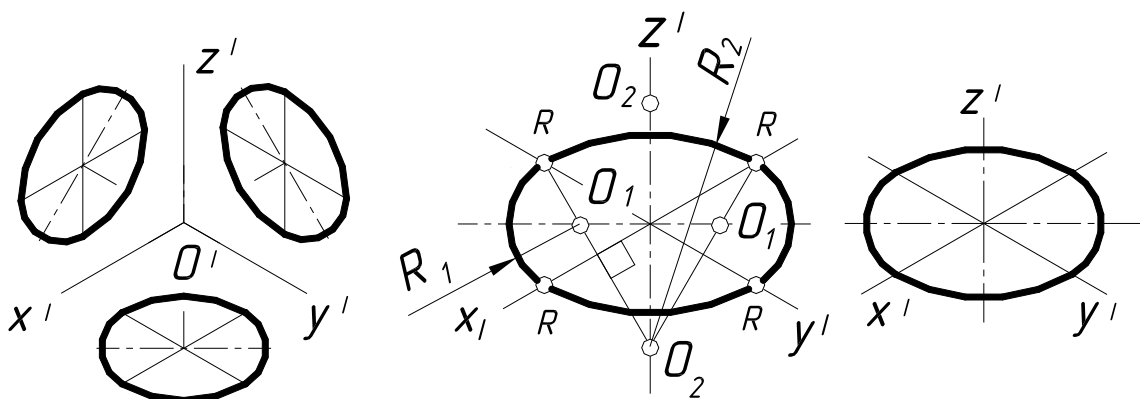


Рис. 4.5

Рис. 4.6

Штриховка перерізів в аксонометрії виконується паралельно до однієї з діагоналей проєкцій квадратів, які розташовані в відповідних координатних площинах і мають сторони, паралельні до аксонометричних осей.

На рис. 4.7 показані обидва способи виконання штриховки в прямокутній ізометрії.

На рис. 4.8 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

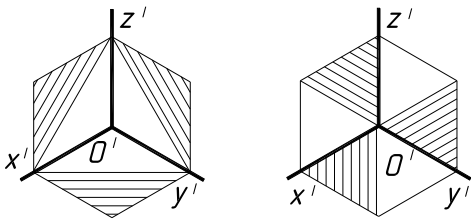


Рис. 4.7

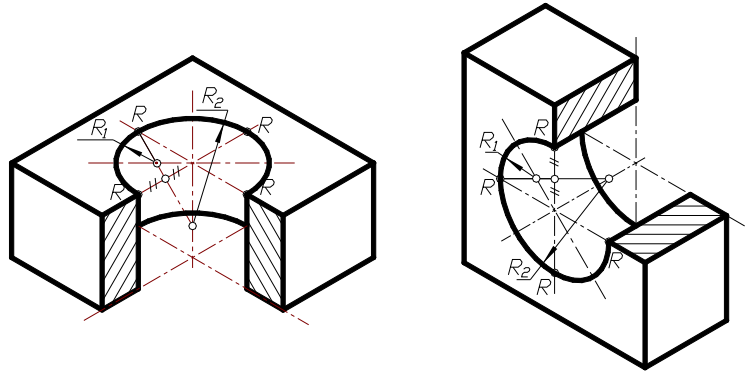


Рис. 4.8

Деталі в аксонометрії найчастіше зображують з вирізом її передньої частини. Січні площини при цьому рекомендується проводити через вісь найбільшого отвору деталі.

Побудову аксонометрії можна виконувати в такій послідовності, як зображено на рис 4.9 (спочатку виконується аксонометричне зображення всієї деталі, потім частина зображення видаляється), або так, як зображено на рис 4.10 (побудова аксонометрії деталі починається з побудови перерізів).

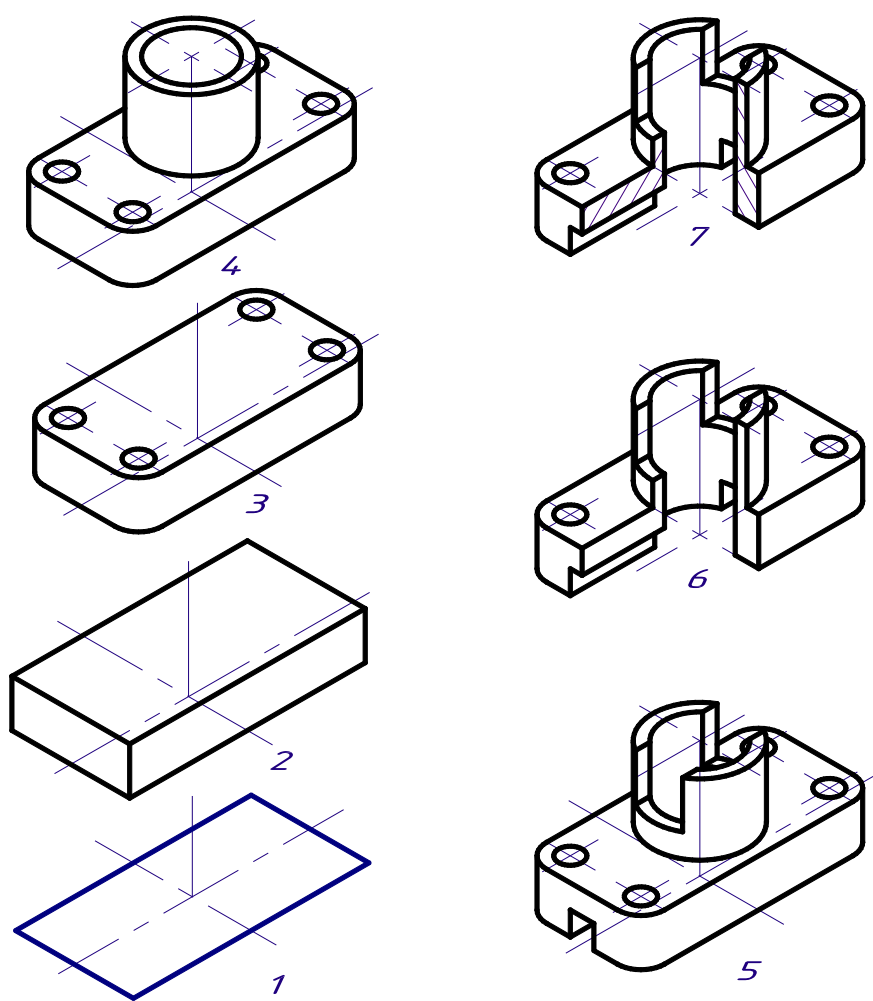


Рис. 4.9

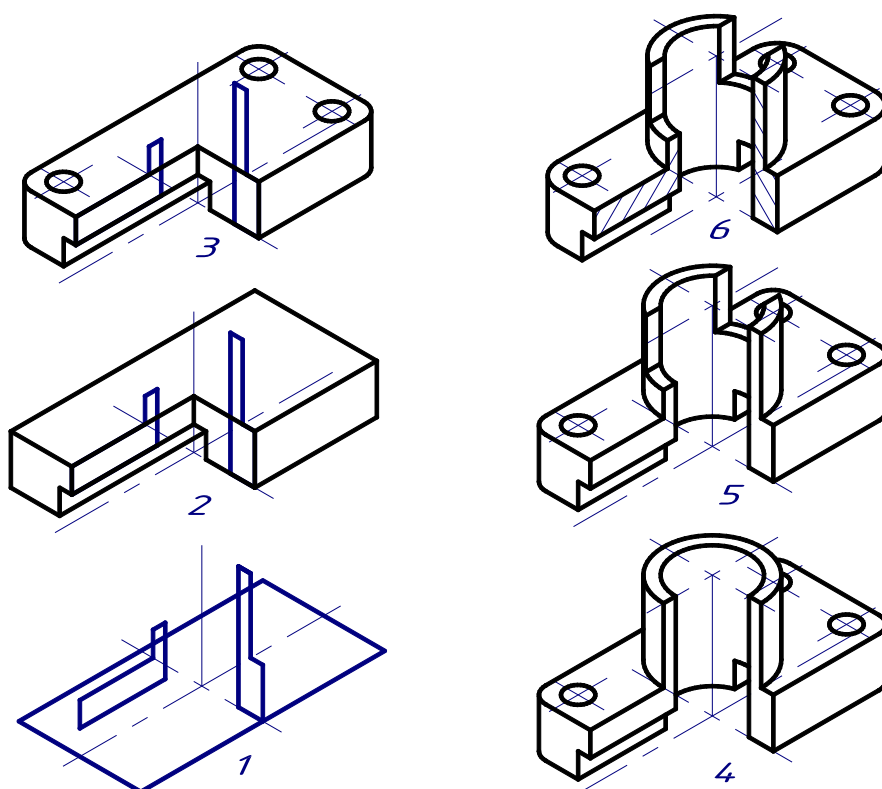


Рис. 4.10

4.1. Робота 5. Аксонометрія.

Виконується прямокутна ізометрія деталі з вирізом її частини.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рис. 3.15, виконано на рис. 4.11, варіанти завдань розміщені в Додатку 4.

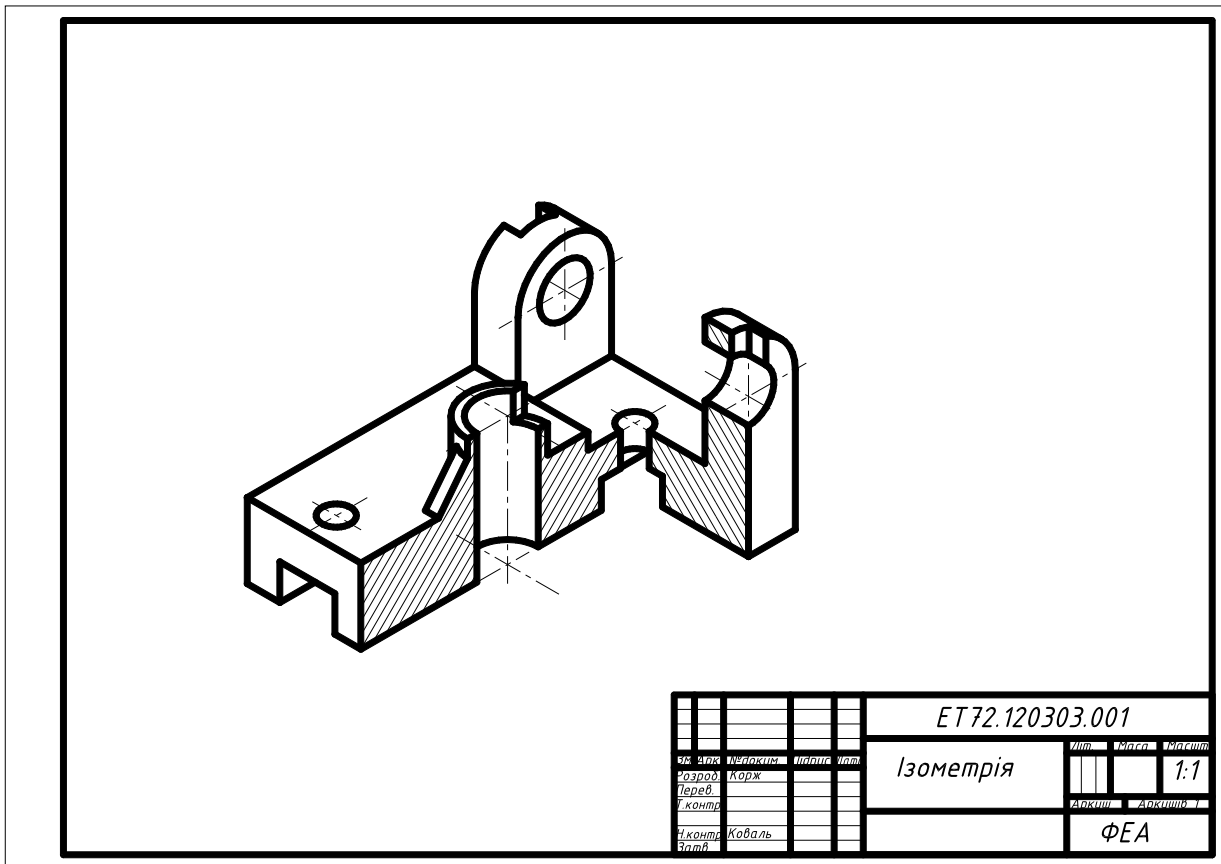


Рис. 4.11

ЛІТЕРАТУРА

- Блюк А.В., Ванін В.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібник. 4-те вид., випр. і доп. –К.: Каравела, 2012.–200 с.
- Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009.– 400 с.: іл.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Шрифти креслярські

АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМН

ОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

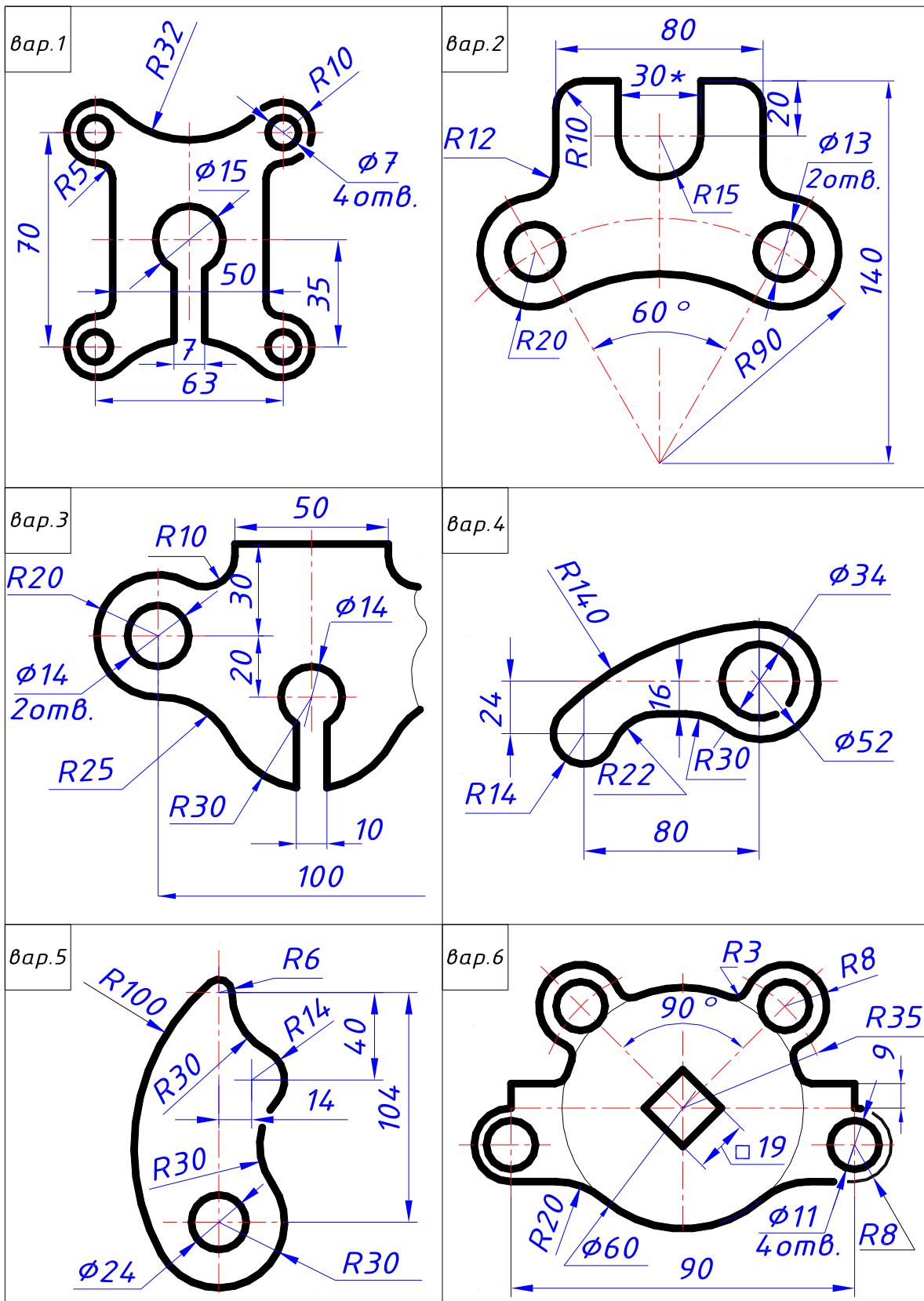
1234567890 3

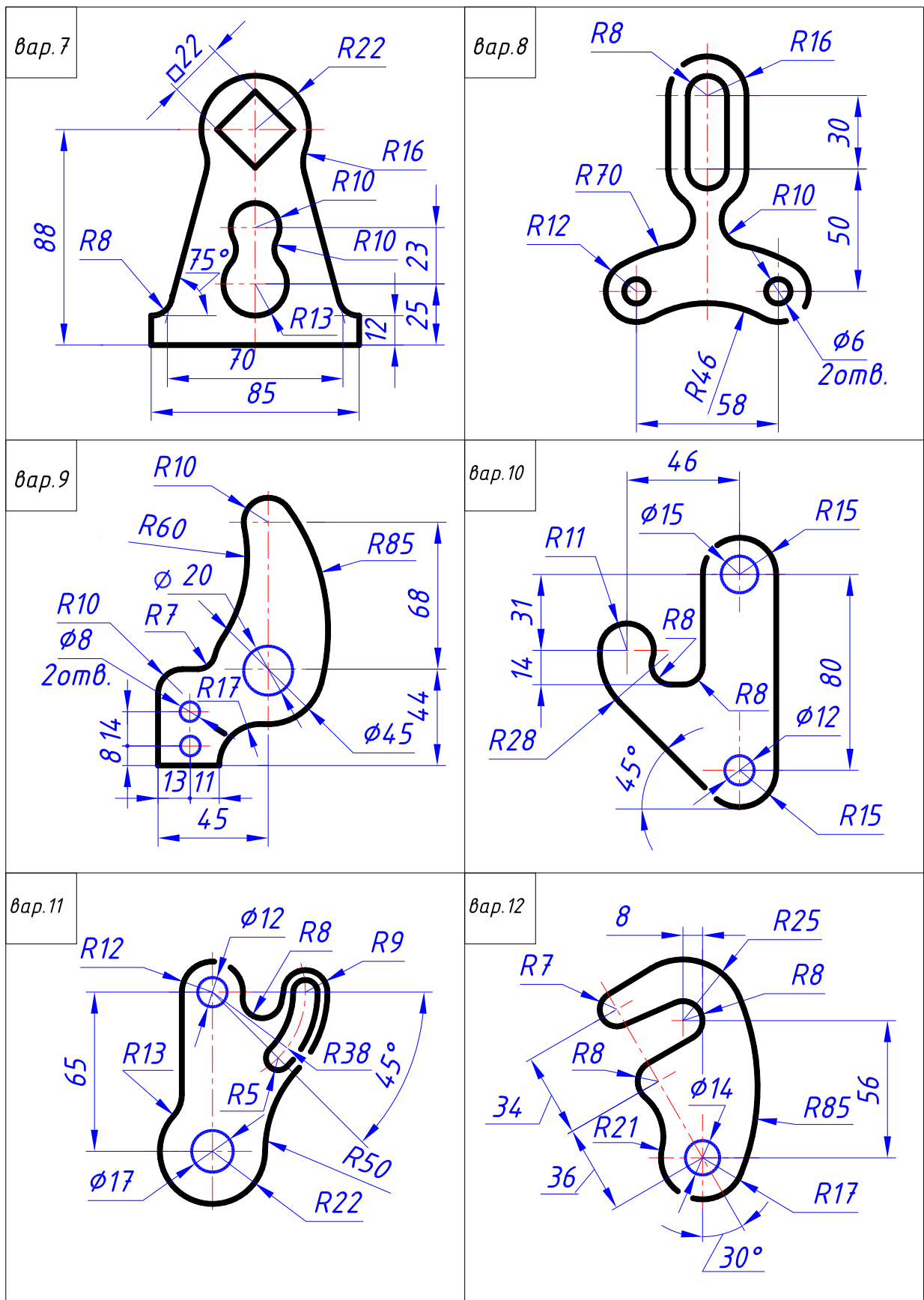
R3 Ø5* □7>1:10 ▷1:5 s4

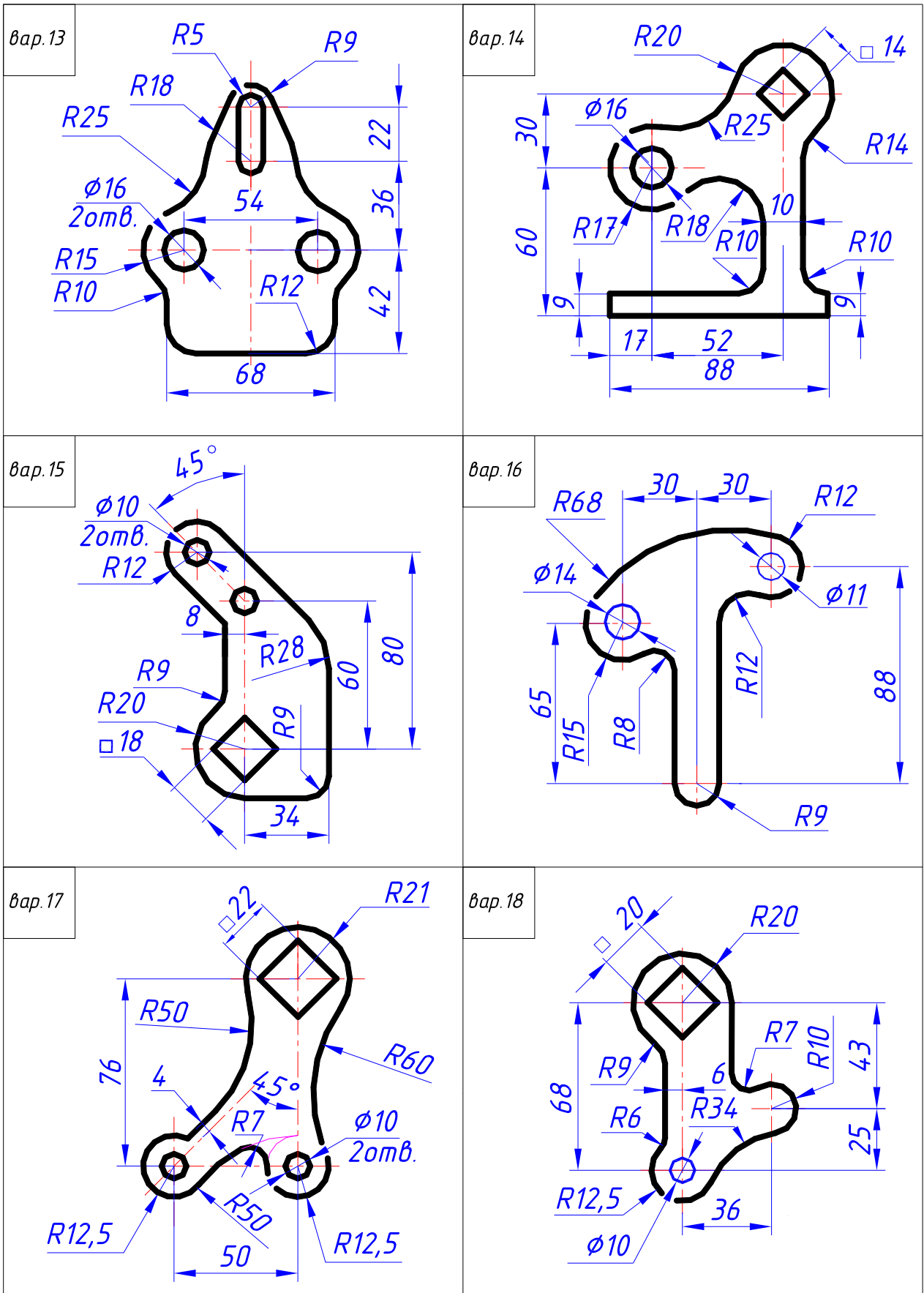
абвгдеєжзиіїйклмн

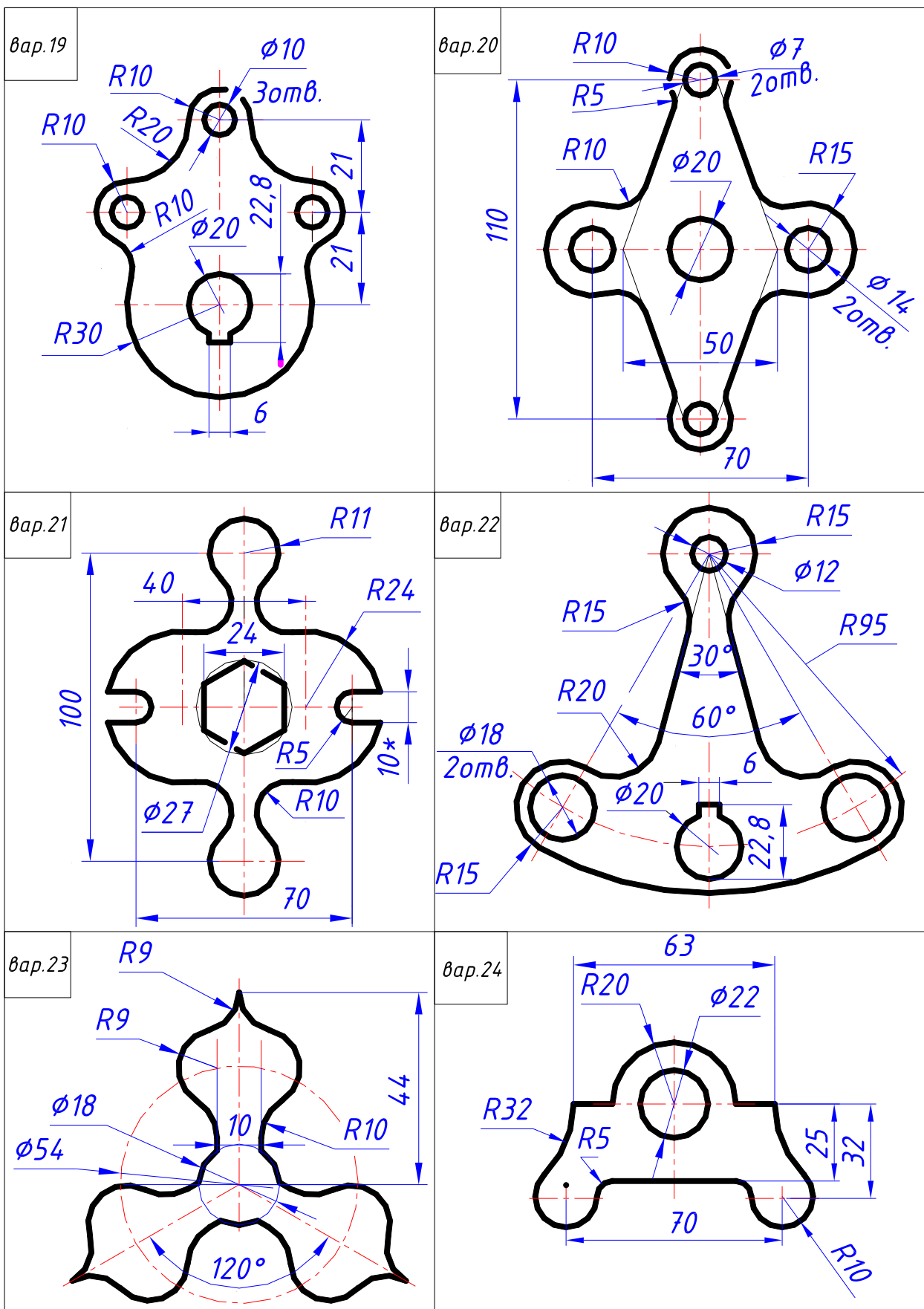
опрстуфхцчшщьюя

Додаток 2. Спряження. Варіанти завдань

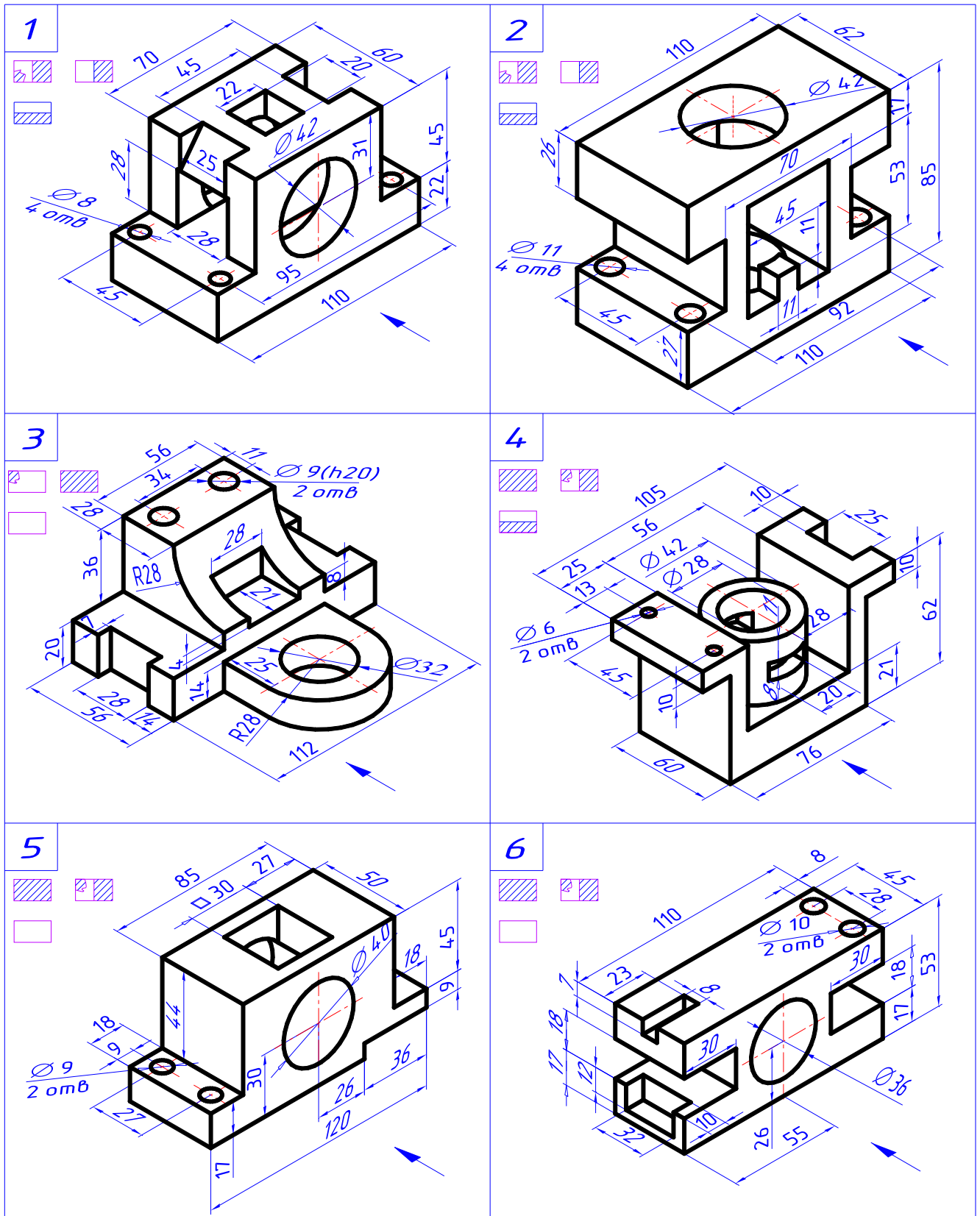


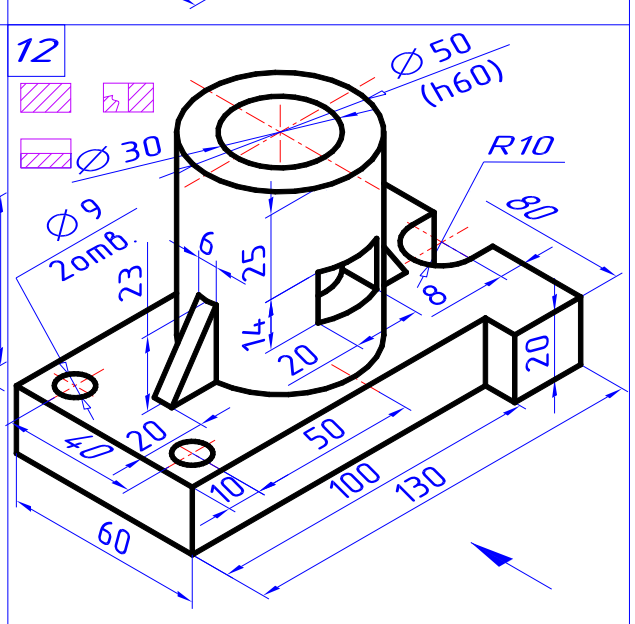
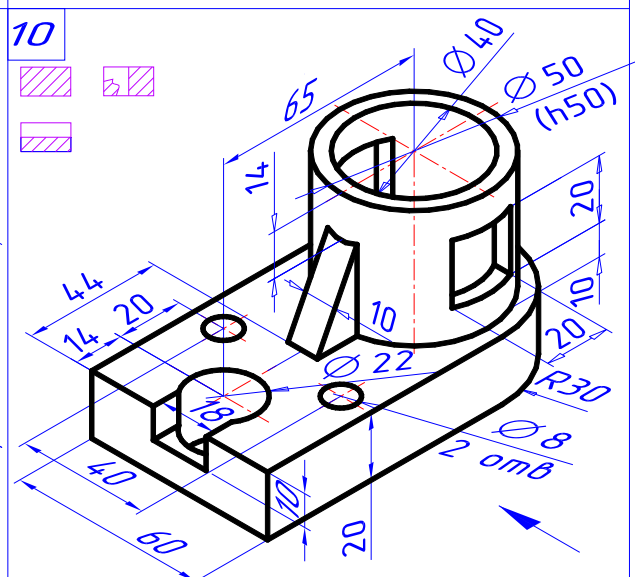
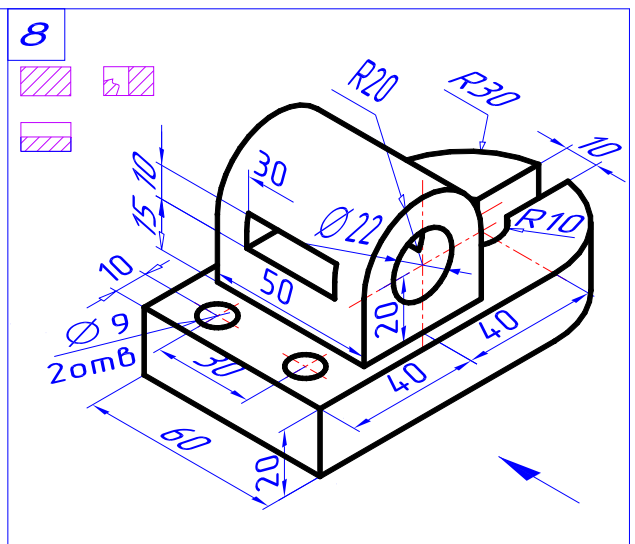


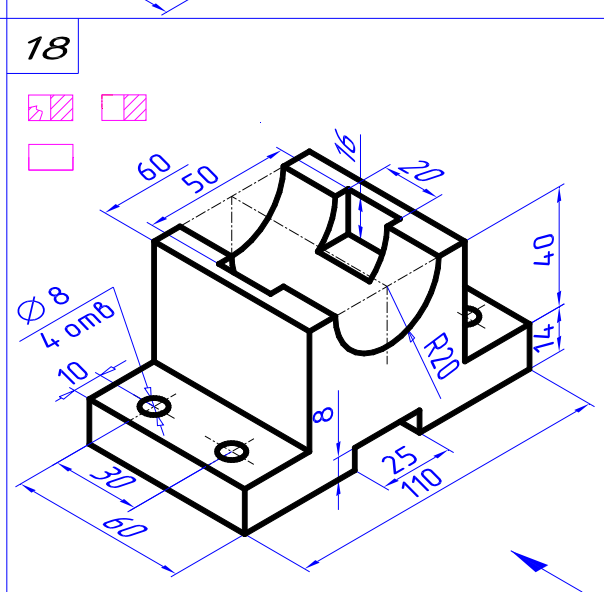
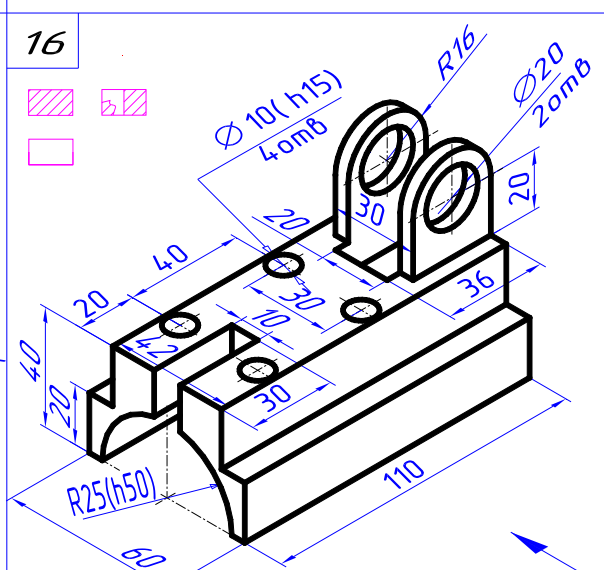
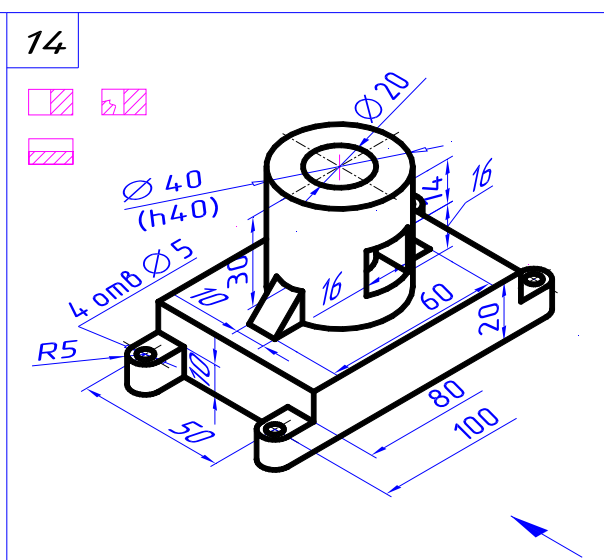


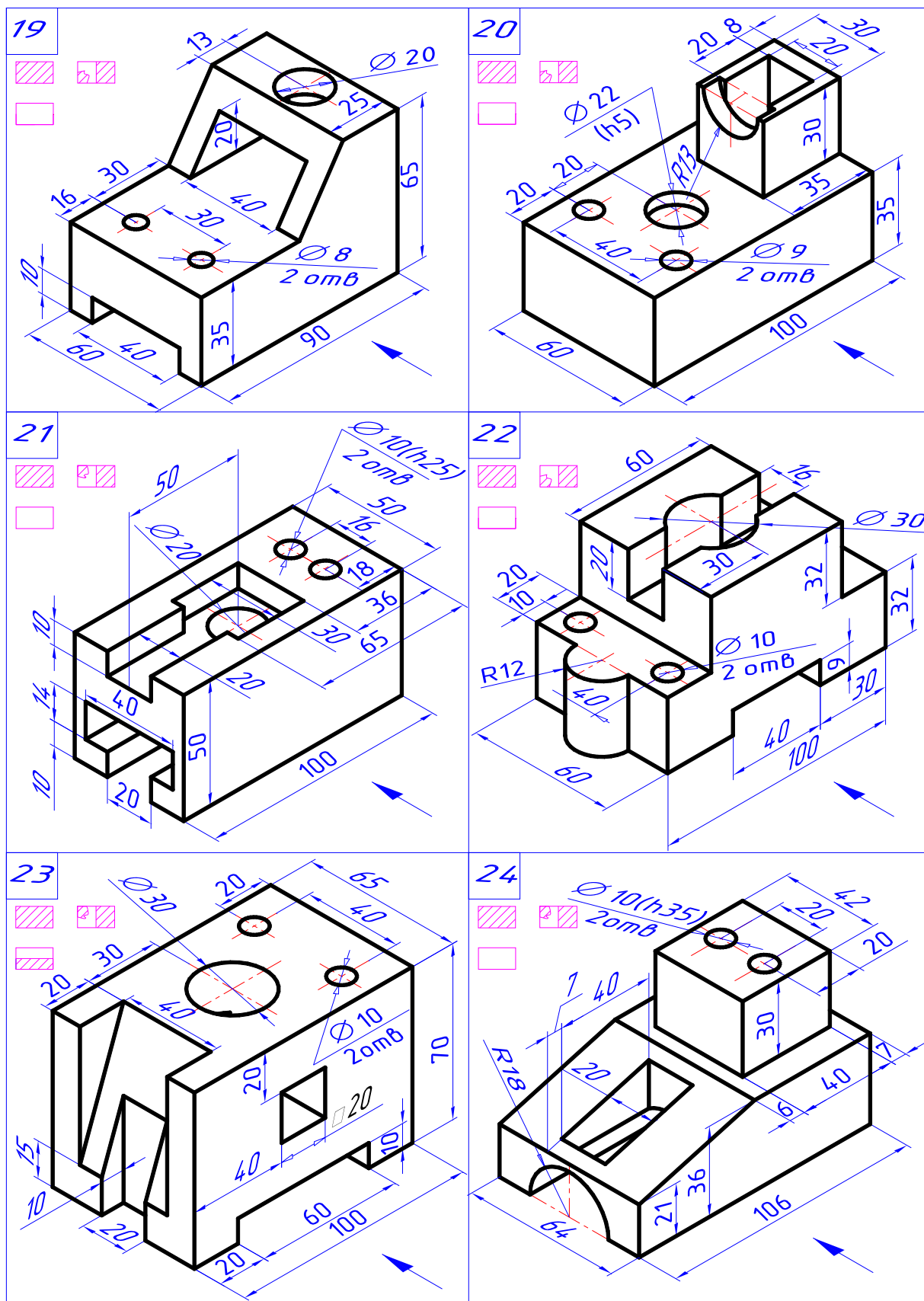


Додаток 3. Види. Прості розрізи. Варіанти завдань









Додаток 4. Складні розрізи. Аксонометрія. Варіанти завдань

