МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Т. М. Надкернична, О. О. Лебедєва

КУРС КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD

ТЕОРІЯ
ПРИКЛАДИ
ЗАВДАННЯ

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та нанотехнології (д)»,
спеціалізацією «Прикладна фізика»

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Рецензенти: *Нечай С.О., кандидат технічних наук, доцент*
Коновалова Н.Р., кандидат математичних наук, доцент

Відповідальний редактор *Гумен О.М., доктор технічних наук, професор*

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 2 від 01.10.2020 р.)
за поданням Вченої ради фізико-математичного факультету (протокол №3 від 31.08.2020 р.)

Електронне мережне навчальне видання

Надкернична Тетяна Миколаївна
Лебедєва Ольга Олександрівна.

КУРС КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD

ТЕОРІЯ ПРИКЛАДИ ЗАВДАННЯ

Курс комп'ютерної графіки в середовищі AUTOCAD. ТЕОРІЯ ПРИКЛАДИ ЗАВДАННЯ [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 105 «Прикладна фізика та нанотехнології», спеціалізації «Прикладна фізика» / Т.М. Надкернична, О.О. Лебедєва ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,87 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 191 с.

У навчальному посібнику наведені теоретичні відомості щодо можливостей проектування у пакеті САПР AutoCAD, розглянуті засоби двовимірного та тривимірного геометричного моделювання, отримання компонування кресленика за тривимірною моделлю в межах програми дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для підготовки бакалаврів ФТІ за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали (д)» освітньої програми «Прикладна фізика».

Навчальний посібник містить виклад необхідного теоретичного матеріалу, роз'яснення методики використання засобів AutoCAD, рекомендації для самостійної роботи над кожною темою проілюстровані прикладами, наведені питання для самоконтролю. З кожної теми представлено по 24 варіанти завдань для самостійного виконання студентами.

© Т.М. Надкернична, О.О. Лебедєва, 2020
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020

Вступ

Навчальний посібник рекомендується для студентів інженерно-фізичного інституту, спеціальність «Прикладна фізика». Посібник призначений для вирішення наступних навчальних цілей в межах дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»: опанування методами геометричного та проекційного креслення, тривимірного моделювання геометричних тіл в середовищі AutoCAD. Особливу увагу у посібнику приділено розвитку вміння геометричного моделювання виробів, читання інженерних креслеників, напрацюванню навичок двовимірного та тривимірного геометричного моделювання в середовищі AutoCAD.

Матеріал посібника складається з двох смислових частин. У перший частині розглядається побудова двовимірних об'єктів (організація роботи в AutoCAD, засоби побудови об'єктів системи комп'ютерної інженерної графіки, їхнього редагування, нанесення розмірів та написів). Друга частина знайомить з тривимірним моделюванням (розглянуті основні прийоми роботи з тривимірними моделями та отримання з тривимірних моделей зображень їхніх проекцій).

До кожної частини наведені: теоретичний матеріал, приклади виконання лабораторних робіт, зразки їхнього оформлення та індивідуальні завдання.

1. Знайомство з AutoCAD

1.1. Встановлення на комп’ютері та запуск AutoCAD

1.1.1. Вимоги до комп’ютера

Перед встановленням AutoCAD необхідно переконатися в тому, що комп’ютер відповідає мінімальним вимогам до системи. Чим пізнішою є версія AutoCAD, тим вищими є ці вимоги.

1. На комп’ютері повинна бути встановлена операційна система Windows 7, Windows 8, Windows 10.
2. Для ефективної роботи AutoCAD 2015 встановлювати на комп'ютер з процесором :

2.1. Для 32-розрядної версії AutoCAD 2015 :

32-розрядний процесор Intel® Pentium® 4 або двоядерний процесор AMD Athlon™ з тактовою частотою не менше 3 ГГц і підтримкою технології SSE2.

2.2. Для 64-разрядной версии AutoCAD 2015: Для 64-розрядної версії AutoCAD 2015 :

AMD Athlon 64 з технологією SSE2,
AMD Opteron™ з технологією SSE2,
Intel® Xeon® з підтримкою Intel EM64T і технологією SSE2,
Intel Pentium 4 з підтримкою Intel EM64T і технологією SSE2,
AMD Athlon 64 з технологією SSE2,
AMD Opteron™ з технологією SSE2,
Intel® Xeon® з підтримкою Intel EM64T і технологією SSE2,
Intel Pentium 4 з підтримкою Intel EM64T і технологією SSE2.

3. Вимоги до комп’ютера: оперативна пам’ять як мінімум 2 Гб (рекомендовано – 8 Гб), на жорсткому диску не менше 6 Гб вільного простору (не враховуючи 1 Гб, необхідного для встановлення), графічний адаптер з екранною роздільною здатністю 1280×1024.

1.1.2. Файли креслеників

Кресленик в AutoCAD — це спеціальним чином організований файл, у якому,крім рисунка, міститься ряд параметрів, що визначають режими, одиниці вимірювання, тощо. Ім’я файлу не може перевищувати 256 символів. Дозволяється використовувати великі та малі літери, цифри, а також спеціальні символи: дефіс, підкреслювання та знак оклику. за замовчуванням AutoCAD присвоює файлу розширення .dwg. Це формат файлу-кресленика. Файл-шаблон має розширення .dwt. Для обміну з іншими графічними редакторами використовуються файли у форматі .dxf.

1.1.3. Запуск AutoCAD

Щоб запустити AutoCAD 2015 у середовищі Windows, потрібно натиснути кнопку Start (Пуск), а далі вибрати AllPrograms (Усі програми) ▸ Autodesk ▸ AutoCAD2015 ▸ AutoCAD 2015. Якщо на робочому столі є ярлик програми , то процедура запуску спрощується - потрібно активізувати його подвійним натисканням лівої кнопки миші.

Відкривається вкладка «Нова вкладка» (рис.1.1), яка складається з двох сторінок.

- Сторінка «CREATE (Створення)», яка відображується за замовчуванням, слугує пусковою панеллю, яка забезпечує доступ до файлів-зразків, останніх файлів, шаблонів, оновлень продукту і онлайн-співтовариства. Вона розділена на три колонки: «Get Started (Початок роботи)», «Recent Documents (Останні документи)» і «Notifications (Повідомлення)».
- На сторінці «LEARN (Навчання)» можна ознайомитись з новинами нової версії (What's New), навчальними відео, порадами (Tip).

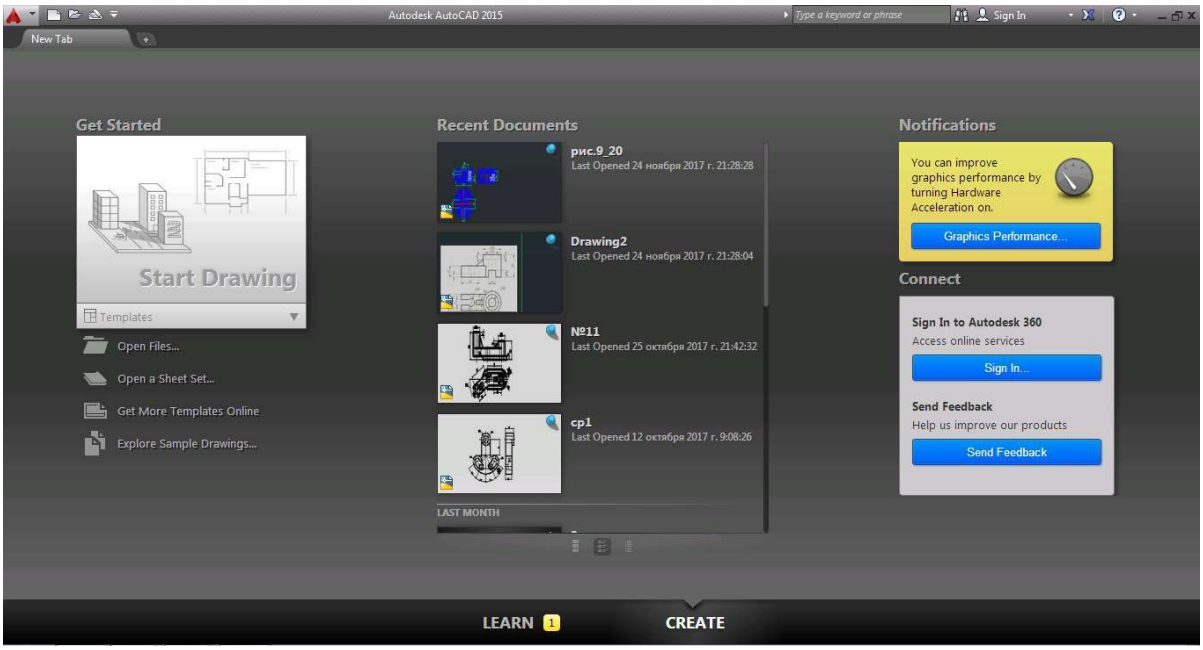


Рис.1.1

Використовуючи інструмент Start Drawing «Початок побудови» в колонці «Початок роботи» (рис.1.2), можна швидко приступити до створення нового кресленика на основі шаблону, встановленого за замовчуванням, або з вибором шаблону із списку, де вони впорядковані по групах (рекомендовано встановити No Template – Metric (Без шаблона – метрична)).

Останній використаний шаблон стає новим шаблоном за замовчуванням. Інші інструменти в цій колонці дозволяють відкривати існуючі креслеників (Open Files) і підшивання, завантажувати нові шаблони з Інтернету і вивчати зразки креслень.

Рис 1.2

Колонка «Останні документи» призначена для перегляду і відкриття останніх креслень, з якими велася робота. Якщо до якогось кресленика ви звертаєтесь регулярно, його можна закріпити в списку.

1.2. Вікно AutoCAD 2015

Після встановлення у вікні Start Drawing параметрів нового кресленика на екрані з'явиться вікно графічного редактора, стандартний вигляд якого показано на рис. 1.3.

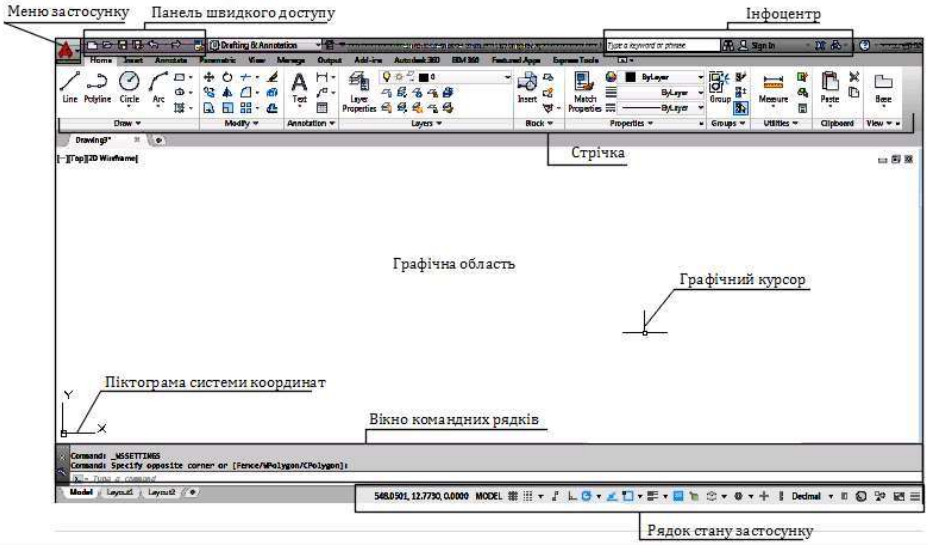


Рис.1.3.

У ньому відображаються елементи інтерфейсу, передбачені робочим середовищем Drafting&Annotation (креслення та анотування). Це робоче середовище встановлюється за замовчуванням. Залежно від цілей використання,

робоче середовище має різне компонування. В системі AutoCAD реалізовані такі робочі простори :

Drafting & Annotation - двовимірне моделювання;

3d Basiks - тривимірне базове;

3d Modeling - тривимірне моделювання;

AutoCAD Classic - класичний AutoCAD.

Перехід між робочими просторами здійснюється вибором зі списку, що розкривається, на панелі інструментів Workspace (Робочі простори), яка розташована у рядку стану програми.

1.2.1. **Графічна область**

Центральна область вікна називається графічною (рис.1.3.) або робочою областю. В ній відображаються об'єкти, з яких складається кресленик. Коли курсор миші знаходиться в цій області, він має форму перехрестя з квадратом посередині. У лівому нижньому куту графічної області розміщується піктограма системи координат.

1.2.2. **Меню програми**

У параграфі 1.1.2 були розглянути варіанти створення нового креслениика, які можна вибрати одразу після запуску AutoCAD. Під час сеансу AutoCAD створити новий або відкрити раніше створений кресленик, зберегти його, експортувати можливо за допомогою команд розташованих в меню програми. Кнопка — Application (Програма) у верхньому лівому куті вікна призначена для відображення меню програми, яке надає доступ до інструментів, що дозволяють створювати, відкривати, зберігати та публікувати файли (рис. 1.4).

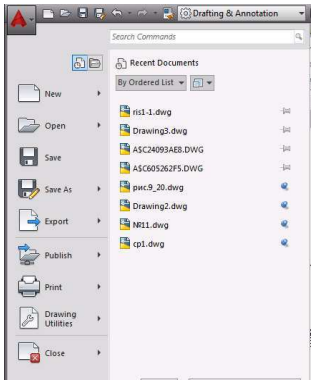


Рис.1.4.

Крім зазначених інструментів, меню містить пошукове поле, за допомогою якого можна в реальному часі здійснювати пошук необхідних команд (New – для створення нового креслення, Open –відкрити одне з наявних креслень, Save – збереження файлу під поточним ім'ям, Save As – збереження

файлу під новим ім'ям, Close – закриття креслениках зі збереженням змін, або без збереження

1.2.3. **Панель швидкого доступу**

Рис.1.5.

У верхній частині вікна відображаються також панель швидкого доступу (QuickAccesstoolbar) (рис.1.5).

Панель швидкого доступу містить загальні команди роботи з файлами — - New, -Save, -Save As, - Open, а також команди - Undo відміни операцій та - Redo поновлення операцій, які були щойно відмінені. Панель швидкого доступу може бути налаштована відповідно до робочого простору шляхом додавання, видалення або зміни розташування команд. До команд, що містяться на панелі за замовчуванням, можна додати будь-яку кількість команд.

1.2.4. **Стрічка**

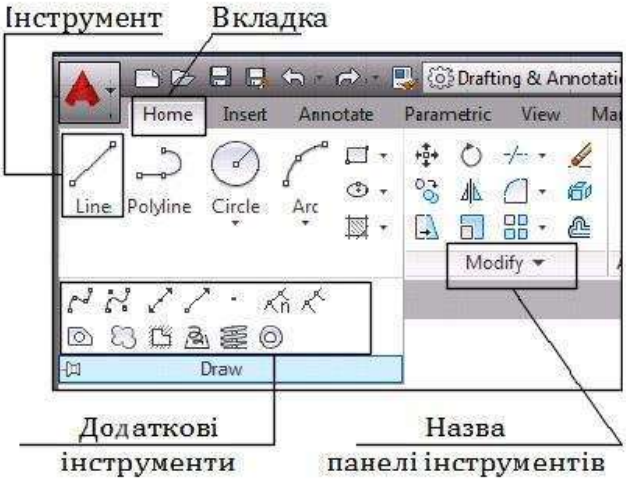


Рис.1.6.

Безпосередньо над графічною областю розташована стрічка. Стрічка — це палітра, на якій розташовані операції, що відносяться до поточного робочого середовища. Стрічка дозволяє уникнути необхідності відображення великої кількості панелей інструментів, завдяки чому максимізується робоча область. Стрічка відображається автоматично у разі створення нового або відкривання наявного креслениках з використанням робочих середовищ Drafting&Annotation, 3d Basiks або 3DModeling.

Стрічка складається з панелей, які організовані у вкладки, що помічені назвою задачі: Home – головна, Insert – вставка, Annotate – анотації та інші. Панелі стрічки містять інструменти та елементи керування. На кожній панелі відображається її назва. Стрілка у нижньому правому куті панелі вказує на те, що панель можна розгорнути для відображення додаткових інструментів та елементів керування (рис. 1.6). за замовчуванням розгорнута панель автоматично згортається, якщо клацнути мишею на іншій панелі. Щоб залишити панель розгорнутою, потрібно натиснути ліву кнопку миші на значку канцелярської кнопки у її нижньому лівому куті.

1.2.5. **Вікно командних рядків**

У нижній частині вікна AutoCAD знаходиться вікно командних рядків. Воно слугує для введення команд та параметрів у процесі діалогу з системою.

1.2.6. **Рядки стану програми та стану креслениках**

Під вікном командних рядків розміщено рядок стану програми (ApplicationStatusBar). У ньому відображаються поточні значення координат

курсору, допоміжні інструменти креслення, інструменти навігації, а також інструменти швидкого перегляду та масштабування анотацій (рис. 1.7).

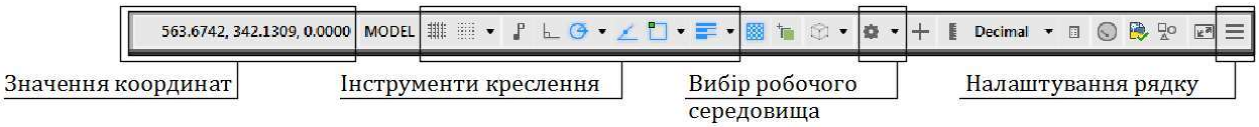


Рис.1.7.

Додати або видалити кнопку можна, вибравши її в списку Customization (Налаштування) (рис. 1.8).

Рис.1.8.

Запитання для самоперевірки

1. Які є можливості для створення нового кресленика?
2. Які бувають робочі простори? Як здійснюється перехід між ними?
3. Чим відрізняються команди Save та Save As?
4. Як організована стрічка?

2. Організація роботи в AutoCAD

2.1. Система координат

Положення будь-якого елемента кресленика визначається за допомогою координат. За замовчуванням AutoCAD використовує свою внутрішню тривимірну прямокутну Декартову систему координат, що називається Світовою — World Coordinate System (WCS). Напрямок осей X та Y відображає піктограма у лівому нижньому куту графічного поля. Вісь Z згідно з правилом правої руки направлена на користувача.

2.2. Одиниці вимірювання

В AutoCAD відстань між точками вимірюється в умовних одиницях, які можуть відповідати будь-яким одиницям вимірювання довжини (футам, метрам, дюймам, тощо). Завдяки цьому в процесі креслення можна оперувати реальними розмірами. Масштабування різних частин зображення відповідно до формату документа здійснюється при виведенні на друк шляхом задання співвідношення між умовними одиницями файлу кресленика і міліметрами кресленика на аркуші.

Переключення між одиницям вимірювання відбувається за допомогою кнопки Units, яка розташована у рядку інструментів креслення (рис.2.1).

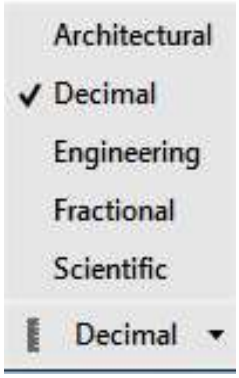


Рис.2.1

2.3. Межі кресленика та його відображення на екрані

Якщо новий кресленик будується без використання шаблона, то необхідно задати його межі. У разі використання метричної системи одиниць вимірювання AutoCAD за замовчуванням встановлює межі кресленика 420 х 297 мм. Установити інші межі можна за допомогою команди LIMITS (ввести у вікні командних рядків).

Після запуску команди видається запит: Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>:. У відповідь на нього потрібно вказати точку (вона буде лівою нижньою вершиною прямокутника, що обмежує кресленик) або вибрати опцію. Після задання точки з'являється запит: Specify upper right corner<420.0000, 297.0000>:, на який потрібно вказати положення правої верхньої вершини.

Опції: ON – встановлює автоматичний контроль за додержанням границь ;

OFF – відключає вище зазначений контроль;

Відображенням креслення на екрані керує:

- Команда Zoom. (ввести у вікні командних рядків) Вона пропонує велику кількість опцій. Розглянемо кожну з опцій.

Realtime– дозволяє збільшувати /зменшувати зображення шляхом переміщення курсору по екрану дисплея. Переміщення від середини екрана до його верхньої межі дає дворазове збільшення, до нижньої – дворазове зменшення.

Previous– повертає попередній вигляд, створений командою Zoom.

Window – збільшує окреслену рамкою прямокутну область кресленика до розмірів екрана.

Dynamic– дозволяє використати вікно вибору зображення, яке можна переміщувати (панорамувати) в межах кресленика. Далі вибрану частину зображення можна масштабувати.

Center – відображає вигляд, центром якого є вказана точка;

Scale– збільшує/зменшує зображення в задане число разів. Якщо за числом стоїть літера x, масштабування відбувається відносно поточного вигляду, якщо її немає – відносно границь кресленика;

In/Out - збільшує/зменшує кресленик вдвічі;

All– виводить на екран цілий кресленик в межах його границь;

Extents– центрує зображення і розгортає його на повний екран.

- За допомогою миші:

- Поворотом коліщатка вперед можна збільшити зображення, а назад - зменшити;
- Подвійне натискання на коліщатко показує кресленик повністю;
- Натиснуте коліщатко при переміщенні миші забезпечує панорамування.

2.4. Властивості об’єктів

Коли ведеться робота з кресленником в AutoCAD, всі елементи за замовчуванням розташовуються на одному шарі. Це означає, що вони просто накладаються один на одного, і приховати якийсь один елемент неможливо, можна тільки видалити його. Цей шар не можна видалити або перейменувати.

Для зручності роботи і підвищення швидкості редагування кресленика рекомендується розміщувати об'єкти різного типу на різних шарах. На шарі компонують примітиви і об'єкти з однаковими властивостями (колір, тип та товщина лінії, стиль друку) на кресленику. Кожен шар повинен мати своє ім'я, яке відповідало б властивостям або призначенню шару. Кількість шарів може бути не обмежено.

Щоб отримати доступ до шарів, можна скористатися спеціальною панеллю інструментів, яка знаходиться на стрічці ▸ закладка HOME ▸ панель

інструментів LAYERS ▸ LAYERS PROPERTIES. Там можна включити диспетчер шарів (рис.1.8), через якого і відбувається уся робота з шарами, - їхнє створення, перейменування, призначення кольору і інші дії.

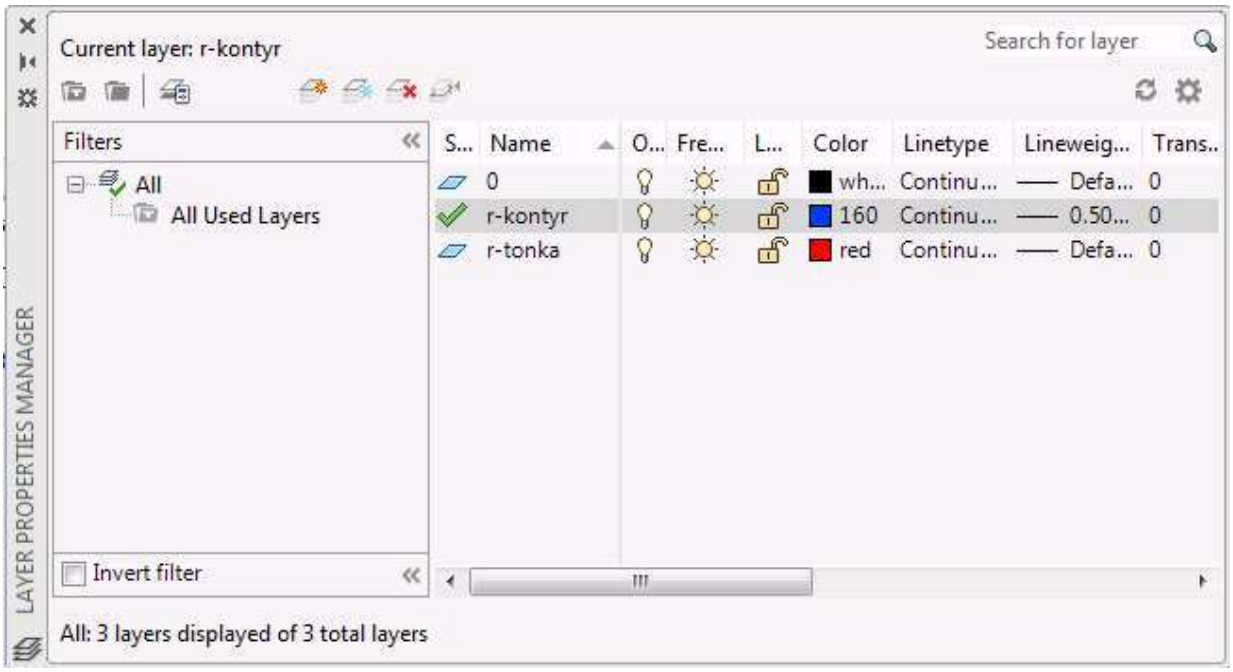


Рис.2.2

Для створення нових шарів використовують кнопку - New Layer, а для видалення шару кнопку - Delete Layer.

У центральній частині вікна розміщена таблиця зі списком шарів та їхніми параметрами, що описують стан шару:

ON - (увімкнений)/ (вимкнений) – вимкнені шари на екрані не відображаються і на друк не виводяться;

FREEZE - (розморожений) / (заморожений) – заморожені шари на екрані не відображаються, на друк не виводяться, і об'єкти на них не регенеруються командою REGEN. Якщо треба часто змінювати стан видимості шарів їх краще вимикати;

LOCK - (розблокування/ (блокування) – на заблокованому шарі об'єкти видимі, доступні для вибору при використанні об'єктної прив'язки, але їх неможливо редагувати.

COLOR – змінює колір об'єктів шару. Якщо клацнути мишею на піктограмі у вигляді зафарбованого квадрата, відобразиться діалогове вікно Select Color (рис.2.3), у якому можна вибрати потрібний колір.

Рис.2.3

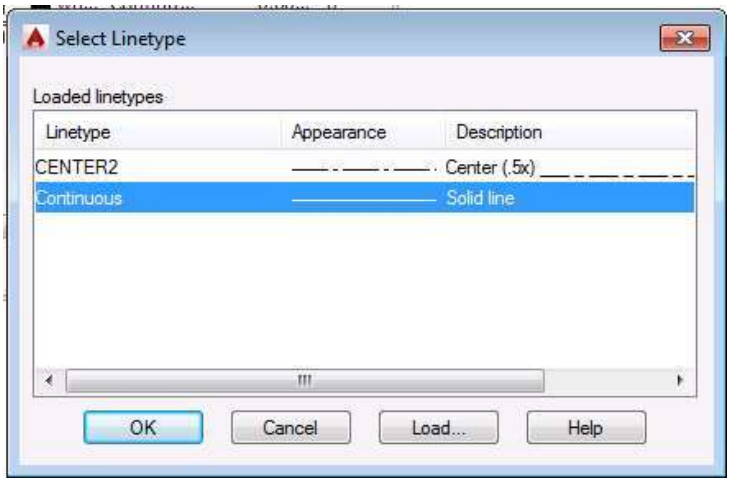
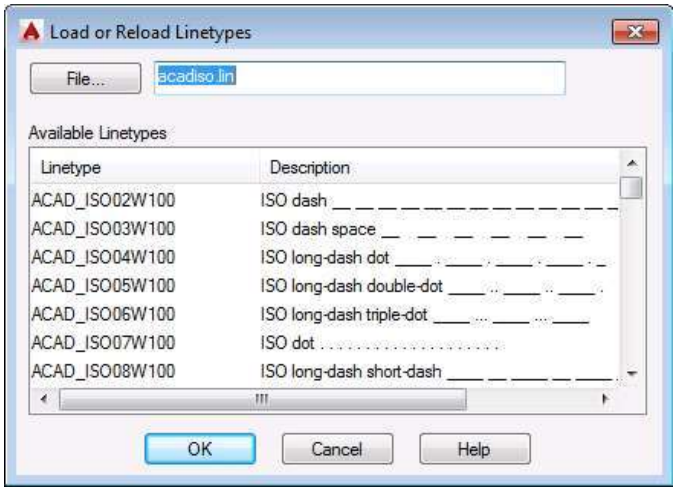


Рис.2.4



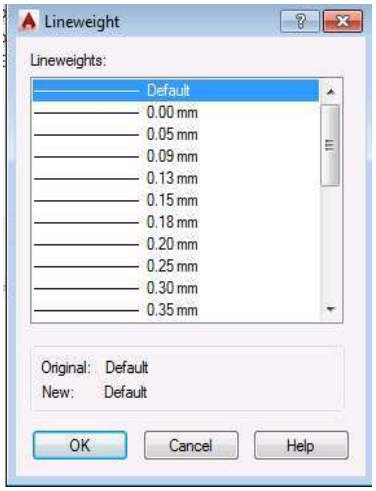


Рис.2.5 Рис.2.6

LINETYPE – у цій колонці здійснюється зміна типу лінії вибраного шару. Натискання лівої кнопки миші на назві лінії викликає діалогове вікно Select Linetype (рис.2.4),, у якому вибирається потрібний тип лінії. Якщо потрібна лінія не відображається, то треба її завантажити, натиснувши кнопку Load. Після цього відкриється вікно завантаження типів ліній, в якому треба вибрати потрібний тип (рис.2.5).

LINEWEIGHT – використовується для зміни товщини лінії. Для встановлення нового значення товщини лінії слід натиснути ліву клавішу миші, встановивши курсор на її назві. Відкривається діалогової вікно Lineweight (рис.2.6) де вибирається нове значення.

2.5. Допоміжні засоби креслення

AutoCAD надає допоміжні засоби, які знаходяться у рядку стану кресленика (рис.1.3). Вони забезпечують додаткові зручності в процесі креслення, особливо при використанні інтерактивного методу задання координат. До них відносяться режими Grid (сітка), GridSnap (прив'язка до сітки), PolarSnap (полярна прив'язка), PolarTracking (полярне відстеження), Ortho (ортогональний), Osnap (об'єктна прив'язка). Активізувати режим можна натиснувши ліву кнопку миші, встановивши курсор на відповідній піктограмі. Розглянемо деякі з них.

Ortho - дозволяє креслити тільки горизонтальні та вертикальні лінії заданої довжини.

PolarTracking – дозволяє креслити лінії під заданим кутом заданої довжини. При увімкненому режимі система відображає на екрані тимчасові допоміжні нескінченні прямі (лінії вирівнювання) (рис.2.7), направлені під кутами, що кратні куту, вказаному користувачем.

За замовчуванням крок кута полярного відстеження (трекінгу) дорівнює 90°.

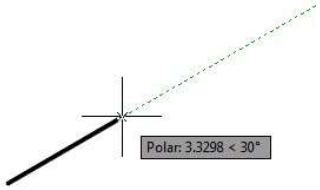


Рис.2.7

Змінити значення кроку кута можна на вкладці PolarTracking діалогового вікна DraftingSettings, викликати яке можна вибором пункту DraftingSettingsз меню Tools або за допомогою контекстного меню, що відкривається при натисканні правої кнопки миші на кнопці Polar Osnap.

ObjectSnap дозволяє виконувати нові побудови на кресленику, прив'язуючись до характерних точок вже існуючих об'єктів або відносно них.

Оскільки типів прив'язок, що використовуються в AutoCAD, досить багато, то перед активізацією режиму слід вибрати потрібний тип (або кілька типів) прив'язки. Зробити це можна на вкладці ObjectSnap діалогового вікна DraftingSettings, що відкривається при натисканні правої кнопки миші на кнопці Osnap. Це вікно можна також відкрити одночасним натисненням кнопки Shift+права кнопка миші.

Нижче подаються типи прив'язок та відповідні їм кнопки на панелі інструментів

— From. Прив’язка до точки, зміщеної відносно іншої (базової) точки. Прив’язка здійснюється в два етапи. Спочатку вказується базова точка (будь-яким способом, в тому числі і методом прив’язки), а потім задається зміщення методом відносних координат або методом напрямок/відстань.

— Endpoint. Прив’язка здійснюється до кінцевої точки відрізка або дуги.

—Midpoint. Прив’язка до точки середини відрізка або дуги.

— Center. Прив’язка до центра дуги або кола.

— Intersection Прив’язка до точки перетину двох об’єктів.

— Nearest. Прив’язка до точки на об’єкті, що є найближчою до позиції перехрестя курсору.

— Node. Прив’язка до об’єкту типу Point (Точка).

— Perpendicular. Прив’язка до точки на прямій, дузі, колу, еліпсі або сплайні, при з’єднанні якої з точкою, що була задана перед цим, утворюється нормаль до вибраного об’єкта.

— Quadrant. Прив’язка до так званих квадрантних точок — точок перетину координатних осей з колом, дугою або еліпсом.

— Tangent Прив’язка до точки на колуі або дузі, при з’єднанні якої з точкою, що була задана перед цим, утворюється дотична до вибраного об’єкта

2.6. Вибір об’єктів

Велика кількість команд AutoCAD потребує вибору об’єктів, про що повідомляє підказка Select objects: командного рядка.

Після появи запиту Select objects: курсор миші набуває вигляду маленького квадратика. За допомогою цього квадратного маркера можна послідовно вибрати потрібну кількість об’єктів. Вибрані об’єкти відображаються пунктирною лінією (стають виділеними). Щоб закінчити процес вибору, необхідно натиснути Enter.

Якщо якийсь з об’єктів вибрано помилково, його можна видалити з набору, помістивши на нього квадратний маркер і натиснувши ліву кнопку миші, утримуючи при цьому натиснутою клавішу Shift.

Квадратний маркер є режимом (методом) вибору за замовчуванням. Окрім цього режиму можна використовувати інші. В процесі формування одного набору вибраних об’єктів можна користуватися різними режимами.

2.6.1. **Режими вибору об’єктів та їхня активізація**

Квадратний маркер. Помістіть квадратний маркер на об’єкт (так, щоб він перетинав об’єкт) і натисніть ліву кнопку миші.

Auto. Помістіть квадратний маркер на вільному полі креслення так, щоб він не перетинав жодного об’єкту, і натисніть ліву кнопку миші. Цім ви визначите кут рамки вибору. Переміщуйте мишу вправо, формуючи прямокутну рамку. Натисніть ліву кнопку миші для фіксації другого кута рамки. Всі об’єкти, що повністю потрапили у рамку стануть виділеними (рис. 2.8).

Якщо переміщувати мишу вліво, то буде сформована січна рамка. При цьому будуть виділеними всі об’єкти, що повністю потрапили в рамку, та об’єкти, що нею перетинаються (рис. 2.9).

В випадку коли треба використати рамку довільної форми треба не відпускати кнопку на протязі створення вікна (рис.2.10).

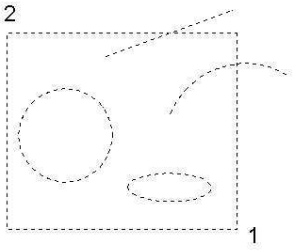


Рис.2.8

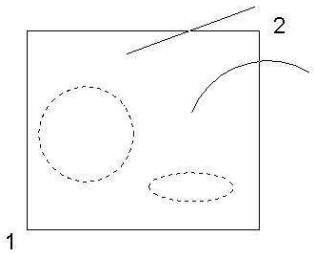


Рис.2.9

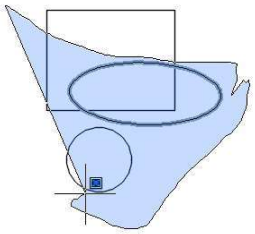


Рис.2.10

ALL. Для активізації режиму потрібно повністю ввести його назву. При цьому будуть вибрані всі об'єкти креслення, за винятком тих, що знаходяться на заблокованих та заморожених шарах.

2.7. Задання координат точок на кресленику

Для всіх команд креслення відображається запит командного рядка, що пропонує вказати точку або положення об'єкта на кресленику.

Програма пропонує п'ять способів введення координат.

- Інтерактивний метод. Координати точки в площині XY вказуються за допомогою миші.
- Абсолютні координати. Значення координат X та Y (відносно початку координат — точки (0,0)) вводяться з клавіатури. Формат введення: X,Y.
- Відносні прямокутні координати. Положення точки визначається її зміщенням вздовж координатних осей відносно останньої точки. Значення зміщень (ΔX, ΔY) вводиться з клавіатури у наступному форматі: @ΔX,ΔY.
- Відносні полярні координати. Положення точки визначається значеннями полярного радіуса R та полярного кута φ, відрахованими відносно останньої точки. Формат введення: @R<φ.
- Метод напрямок/відстань. Положення точки задається напрямком та відстанню по відношенню до останньої точки. Спочатку за допомогою миші потрібно вказати напрямок при включеному режимі Ortho або PolarTracking (відстань, на яку при цьому зміститься курсор, значення не має), а далі ввести з клавіатури значення відстані.
- За допомогою прив'язок. Положення точки визначають за допомогою прив'язок.

2.8. Команди креслення LINE (пряма) та редагування ERASE (стирання), COPY (копіювання)

2.8.1. **Команда креслення LINE.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда LINE.

Команда призначена для побудови послідовності прямолінійних сегментів. При цьому кожен сегмент є окремим об'єктом і може редагуватися самостійно.

`Command: _line`

`Specify first point:` - вказати першу точку

`Specify next point or [Undo]:` - вказати другу точку

`Specify next point or [Undo]:` - вказати третю точку

`Specify next point or [Close /Undo]:` Enter

Точки вводяться одним із способів, описаних вище (див. розділ 2.7).

Опції: Undo – відмінити останню дію;

Close - замкнути контур. Опція з'являється після введення третьої точки.

2.8.2. **Команда редагування ERASE.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда ERASE.

Команда використовується для видалення (стирання) одного або кількох об'єктів.

`Command: _erase`

`Select objects:` - вибрати об'єкти (див. розділ 2.6)

`Select objects: enter`

Видалити об'єкти можна за допомогою клавіші delete.

2.8.3.**Команда редагування** COPY.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда COPY.

Команда забезпечує створення однієї або декількох копій одного або групи об'єктів.

`Command: _copy`

`Select objects: Specify opposite corner:` - вибрати об'єкти (див. розділ 2.6)

`Select objects:`

`Current settings: Copy mode = Multiple` (опція використовується для створення декількох копій).

`Specify base point or [Displacement/mOde] <Displacement>:` вибрати базову точку, якщо вибрати опцію `Displacement`, то базова точка - початок координат

`Specify second point or [Array] <use first point as displacement>:` - вказати точку вставки (вставляти можна декілька копій) див. рис. 2.11.

Рис.2.11

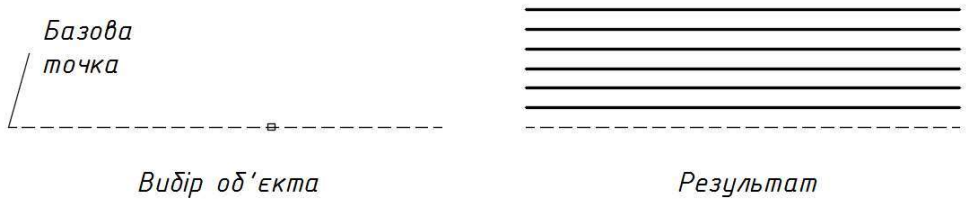


Рис.2.12

Якщо вибрати опцію `Array` див. рис.2.12, то з'являться запити для побудови масиву.

`Specify second point or [Array] <use first point as displacement>: A`

`Enter number of items to array: 7` – вказується кількість копій (враховуючи вибраний об'єкт).

`Specify second point or [Fit]: 5` – відстань між копіями і напрямок копіювання, або вказати переміщення у відносних координатах між базовою точкою та точкою вставки першої копії.

`Specify second point or [Array/Exit/Undo] <Exit>: Enter`

2.8.4 Команда редагування MOVE.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда MOVE.

Команда здійснює переміщення одного або групи об'єктів без зміни їхньої орієнтації (рис.2.13).

`Command: _move`

`Select objects:` – вибрати об'єкти;

`Select objects:` – коли вибрані всі об'єкти, натиснути Enter

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>:` – вказати базову точку. Якщо вибрати опцію `Displacement`, то базова точка - початок координат

`Specify second point or <use first point as displacement>:` - вказати точку переміщення.

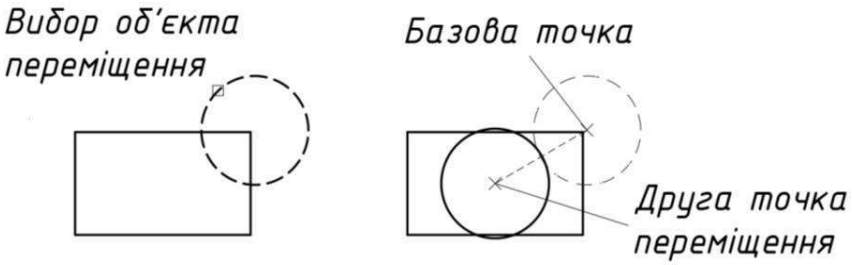


Рис.2.13

Примітка.

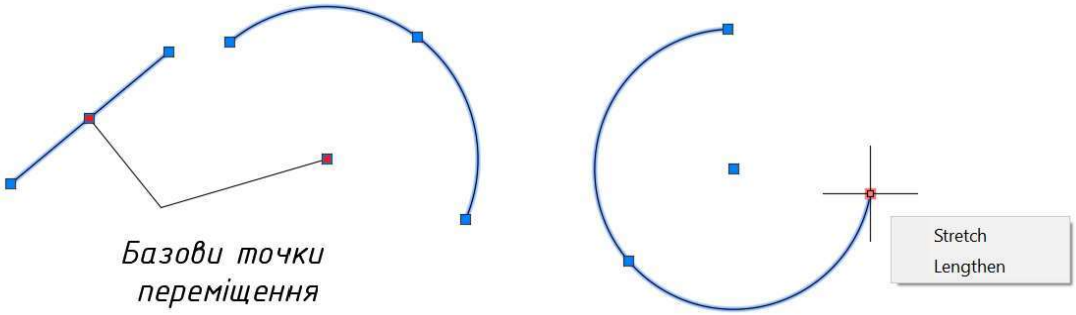
Зверніть увагу на те, що при введенні у відповідь на запит базової точки, наприклад, координат 3,4 , замість введення координат другої точки натиснути ENTER, об'єкт переміститься на 3 одиниці у напрямку осі X та 4 одиниці у напрямку осі Y

2.8.5 Додатковий засіб редагування GRIPS (ручки).

Засіб редагування GRIPS (ручки) – це можливість швидкого спільного використання точок об'єктної прив'язки та команд редагування, які найчастіше використовуються.

Ручки (grips) – малі квадратні маркери (за замовчуванням синього кольору), що з'являються в характерних точках об'єктів (за умови, що не виконується жодна

команда). Перетягуючи ручки, можна здійснювати переміщення (рис.2.14, а), копіювання, розтягування (рис.2.14, б).



а б

Рис. 2.14

За замовчуванням після вибору ручка відображається квадратом червоного кольору. Якщо треба активізувати декілька ручок треба утримувати натиснутою клавішу Shift. Якщо якась з ручок вибрана помилково, то для відміни її вибору потрібно встановити на ній курсор та натиснути ліву клавішу миші при натиснутій клавіші Shift.

2.9. Написи на кресленику

2.9.1. **Текстові стилі.**

Стрічка ▸ закладка ANNOTATE ▸ панель інструментів TEXT.

Текстовий стиль визначає іменовану колекцію параметрів тексту, який визначає його зовнішній вигляд: шрифт, висоту, кут нахилу, колір символів, а також деякі інші параметри. Використання текстового стилю дозволяє швидко форматувати текст.

Всі текстові стилі в кресленику перелічені у списку TEXT STYLE (рис. 2.15). Для створення нового стилю треба викликати діалогове вікно TEXT STYLE натисканням правої клавіши миші на однойменній піктограмі у випадаючому меню у нижній частині панелі ANNOTATE на стрічці. У діалоговому меню натиснути кнопку New, яка виведе діалогове вікно New Text Style та автоматично створить новий стиль с поточним іменем, яке треба змінити (наприклад GOST). Список Font Name відображає всі доступні шрифти (встановимо Isocpeur). Список Font Style містить зразки накреслення шрифту: Italic (Курсив), Regular (Звичайний). Встановимо Italic. Поле введення Height слугує для встановлення висоти тексту. В цьому полі рекомендовано залишати

значення висоти 0, щоб встановлювати висоту під час введення тексту. Область Preview містить вікно попереднього перегляду.

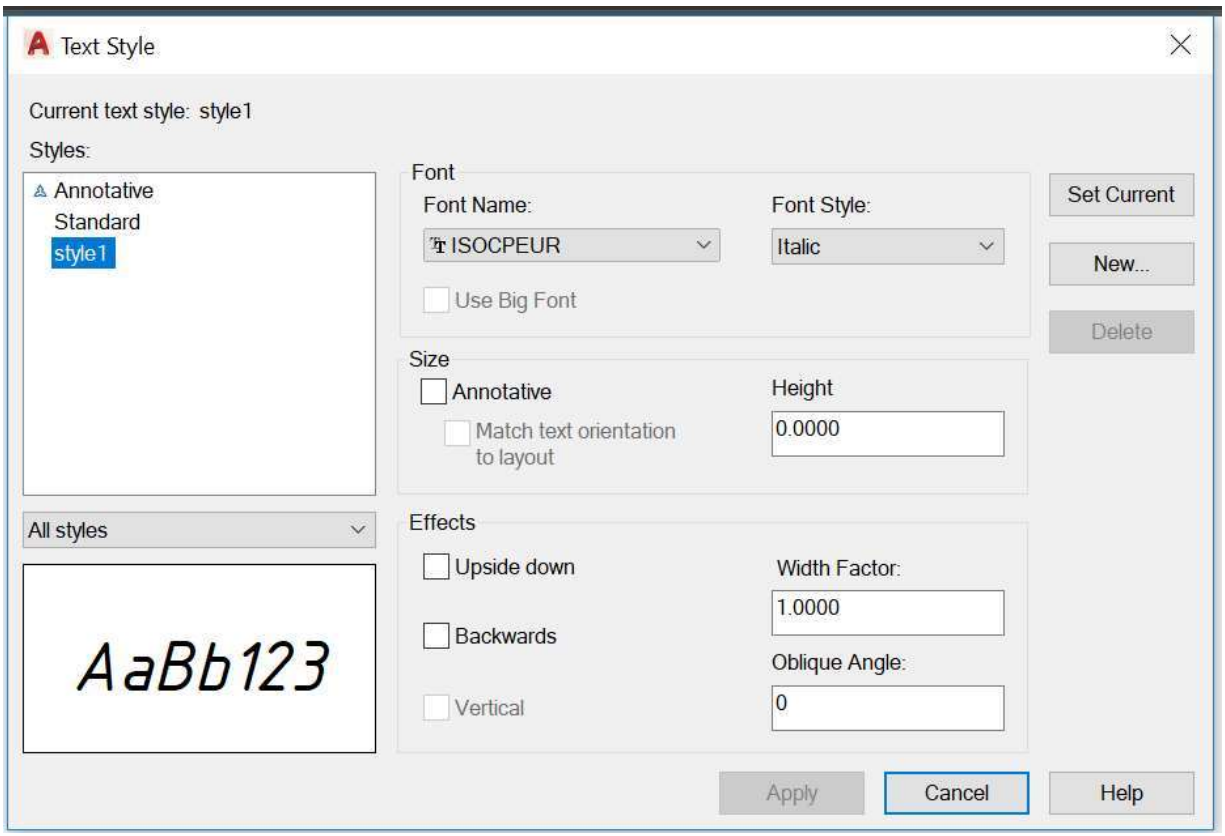


Рис. 2.15

Примітка.

Зверніть увагу на те, що при встановленні висоти шрифту у вікні створення стилю текста, її неможливо буде змінювати на кресленику.

Висоту шрифту не треба встановлювати у вікні New Text Style.

2.9.2. **Створення тексту.**

Стрічка ▸ закладка ANNOTATE ▸ панель інструментів TEXT ▸ команда TEXT

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів ANNOTATE ▸ команда TEXT.

Текст може бути:

- Single Line Text (однорядковий) – команда пропонує вказати початкову точку написання тексту, його параметри (стиль, висоту, вирівнювання тексту). За допомогою команди можна створити один або кілька рядків тексту, відділяючи рядки один от одного натисканням клавіші Enter. При цьому кожний рядок є окремим об'єктом.
- Multiline Text (багаторядковий) – треба вказати рамкою розміри поля тексту, його параметри. На відміну від однорядкового тексту усі рядки багаторядкового тексту є єдиним об'єктом. Можливості формування багаторядкового тексту значно ширші, ніж однорядкового.

2.9.3. **Редагування тексту.**

Вибираємо текст. Два клика лівої кнопки миші по будь-якому тексту виділяють його і надають можливість редагувати, незалежно від того, чи то текст однорядковий, чи багаторядковий.

Якщо треба відредагувати параметри тексту, то зручніше використовувати команду Properties (Властивості) на панелі швидкого доступу. Ця команда забезпечує перегляд та редагування властивостей будь якого об'єкта. Властивості у палітрі згруповані за категоріями.

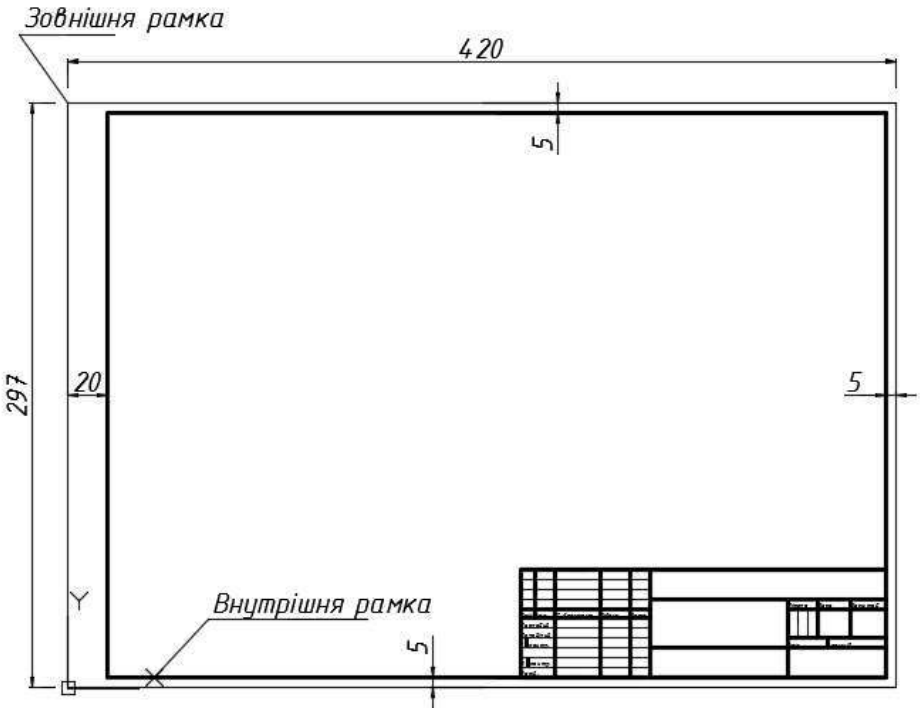
Запитання для самоперевірки

1. Які границі креслення встановлює AutoCAD в метричній системі одиниць за замовчуванням?
2. Які існують режими вибору об'єктів?
3. Як видалити із набору об'єкт, який вибрано помилково?
4. Які способи введення координат передбачені в AutoCAD?
5. Для чого використовуються шари?
6. Як скопіювати окремі властивості одного об'єкта на інший?
7. Чим відрізняється між собою однорядковий та багаторядковий тексти?

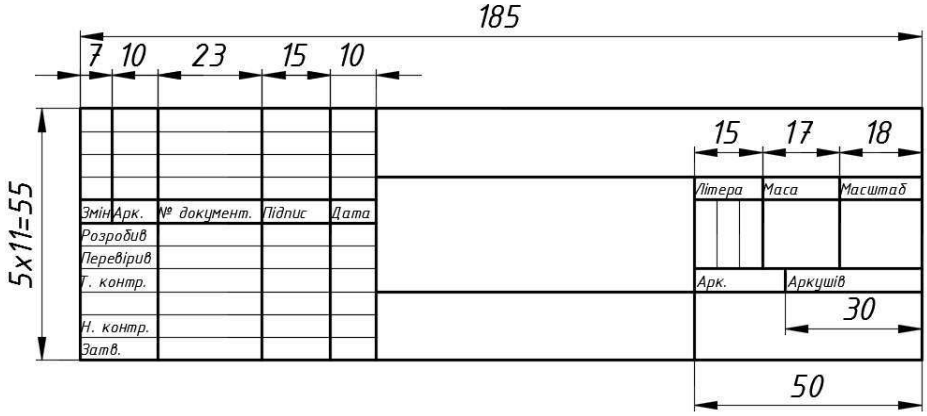
2.10. Приклад побудови кресленика

Побудова рамки та основного напису.

Побудувати рамку та основний напис на форматі А3. (рис.2.9)



а



б

Рис.2.9 а) завдання для побудови; б) розміри для побудови основного напису.

Алгоритм виконання побудови:

- Запустити AutoCAD (див. розділ 1.1.3). Встановити No Template – Metric (Без шаблона – метрична).
- Створити нові шари (див. розділ 2.4) та кожному шару присвоїти свої властивості та назву.

Перший шар – r-kontyr (привласнюємо шару колір і вагу лінії 0.5)

Другий шар – r-tonka (привласнюємо шару колір і вагу лінії - default (по замовчуванню - 0,25))

Третій шар – r-text (привласнюємо шару колір і вагу лінії - default (для тексту у основному напису)).

Послідовність виконання роботи:

1. Встановити поточний шар – r-tonka.

Виконати зовнішню рамку тонкими лініями розміром 420x297, використовуючи команду – LINE (див. розділ 2.8.1). Починати побудову треба задаючи першу точку в початку координат (0,0). (Рекомендовано точки задавати абсолютними координатами (див. розділ 2.3)).

2. Встановлюється поточний шар – r- kontyr.

Будувати внутрішню рамку та основний напис, використовуючи спосіб – відносні прямокутні координати (див. розділ 2.7) та об'єктні прив'язки (наприклад From) (див. розділ 2.5). В цьому випадку треба вказувати базову точку, а потім у відносних координатах відстань до потрібної точки (щоб лінії не накладалися одна на одну).

Десять однакових горизонтальних прямих в основному напису з інтервалом 5 мм легше побудувати за допомогою команди COPY (див. розділ 2.8.3), оскільки вони одного розміру і розміщуються один над одним з однаковим інтервалом. Треба перейти на поточний шар – r-tonka. Накреслити першу лінію командою LINE методом - відносних координат та об'єктні прив'язки.

Потім використовувати команду COPY.

Вказати об'єкт – пряму яку треба копіювати.

Вказати базову точку – кінцева точка прямої.

Вибрати опцію `Array`.

Вказати кількість копій (враховуюче вибраний об'єкт) -10.

Вказати відстань між копіями – (5) і напрямок копіювання.

Результат – десять прямих з інтервалом 5мм.

3. Дві прямі (товщина 0,5) – їх треба перемістити з шару r-tonka в шар r-kontyr.
4. Добудувати ті лінії, яких не вистачає.

5. Перейти на поточний шар r-text. Створити новий текстовий стиль – GOST (див. розділ 2.9.1). Заповнити одну пойменовану зону основного напису. Копіювати в інші зони, а потім відредагувати. Для заповнення пойменованих зон основного напису використовуємо однорядковий текст.

6. Створити папку для своїх робіт. Зберегти за допомогою команди - Save As в папку з назвою кресленика – основний напис та розширенням – dwg.

3. Побудова та редагування графічних об’єктів. Спряження. Нанесення розмірів

3.1. Команди побудови графічних об’єктів

Команда креслення LINE див. розділ 2.8.1.

3.1.1. **Команда креслення XLINE.**

Команда використовується для розмічання кресленика. Вона будує нескінченну пряму лінію (за замовчуванням – через дві задані точки).

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW (додаткові інструменти) ▸ команда CONSTRUCTION LINE.

`Command: _xline`

`Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:`

Опції: `Hor/Ver` – створює лінії горизонтальні або вертикальні;

`Ang` – будує лінії під кутом до осі X проти годинникової стрілки.

`Enter angle of xline (0) or []:` За замовчуванням очікується значення кута, якщо вибрати опцію `Reference`, з’явиться запит від якої лінії відкладати кут, а потім значення кута.

`Bisect` – будує бісектрису кута (спочатку вказують вершину, а потім сторони кута).

`Offset` – дозволяє креслити лінії паралельні до вибраної. Спочатку задається зміщення, а потім вибирають точку, що вказує напрям зміщення.

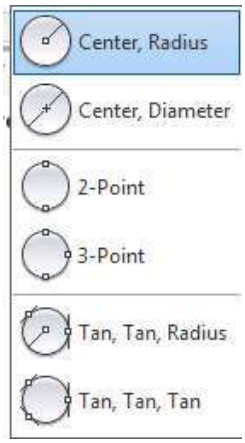


Рис. 3.1

3.1.2. **Команда креслення CIRCLE.**

Команда використовується для побудови кіл і надає користувачеві ряд опцій, які дозволяють будувати кола різними способами (див. рис.3.1).

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда CIRCLE

Опції: `Center, Radius`- вказати точку центра кола, а потім радіус кола;

`Center, Diameter` - вказати точку центра кола, а потім діаметр кола;

`2-Point` - вказати дві точки, які визначать діаметр кола;

`3- Point` - вказати три точки, через які мають належати колу;

`Tan, Tan, Radius` - вказати об’єкти дотику кола, а потім радіус кола;

`Tan, Tan, Tan`- вказати три об’єкти дотику кола, які визначать центр та діаметр кола.

3.1.3. **Команда креслення ARC .**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда ARC

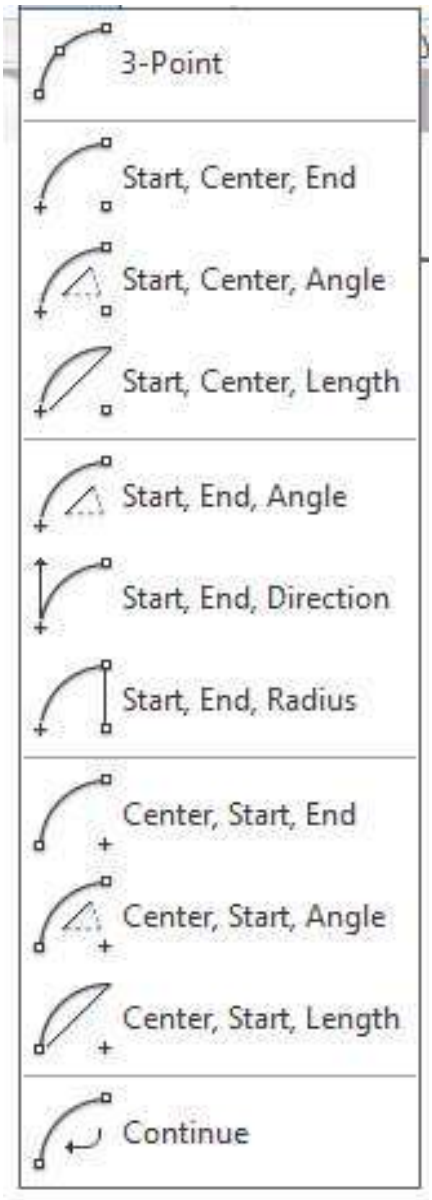


Рис.3.2

Команда реалізує 11 способів побудови дуги залежно від вибору і поєднання опцій (див. рис. 3.2). Серед них: 3 - Point (по трьом точкам); Continue – дуга буде будуватися дотичною до раніше побудованого відрізка або дуги (об’єкти будуть мати спільну дотичну точку); за початковою точкою, центром і кінцевою точкою.

Опції:

`Start point` – початкова точка;

`Radius` – радіус дуги;

`Center` – точка центра;

`Angle` – центральний кут;

`Chord length` - довжина хорди (вказується однією точкою і збігається з вектором, проведеним у цю точку з початкової точки);

`Direction` – проміжна точка на дузі;

`Second point` – проміжна точка на дузі;

`End` – кінцева точка.

3.2. Команди редагування об’єктів

Команди редагування ERASE див. розділ 2.8.2, COPY див. розділ 2.8.3, MOVE див. розділ 2.8.4.

3.2.1. **Команда редагування OFFSET.**

Команда створює новий об’єкт, подібний за формою до одного з наявних. Команду можна застосовувати до кіл, дуг, еліпсів та еліптичних дуг, відрізків, прямих, поліліній, сплайнів.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда OFFSET.

Після запуску команди виводиться запит

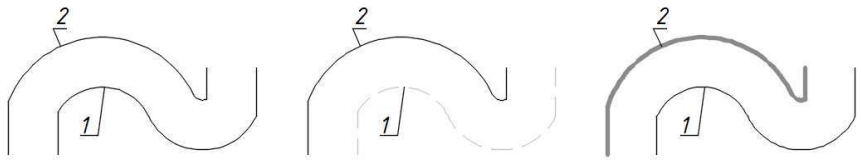
`Command: _offset`

`Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <0.0000>:` – вказати відстань, якщо вибрати опцію:

`Through` – подібний об’єкт проходитиме через точку, вказану на екрані (рис.3.3, а).

`Erase` – видаляє вихідний об'єкт (рис.3.3, б).

`Layer` – дає можливість вибору шара, на якому буде побудований подібний об’єкт (опція - `Current` дозволяє креслити в поточному шарі (рис.3.3, в), опція - `Source` дає можливість креслити в шарі вихідного об'єкта.



а б в

Рис.3.3. 1 – вихідний об’єкт; 2 – подібний об’єкт.

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:` вказати вихідний об'єкт.

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:` вказати сторону зміщення.
Опція: `Multiple` дає можливість використовувати команду декілька разів не вказуючи знову початковий об'єкт

3.2.2. **Команда редагування ROTATE.**

Команда забезпечує поворот одного або групи об’єктів навколо заданої базової точки. Поворот можна здійснити як на відносний кут (об’єкти обертаються навколо базової точки на кут по відношенню до свого поточного положення), так і на абсолютний (його задання призводить до зміни поточного кута повороту об’єкта на вказаний).

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда ROTATE.

`Command: _rotate`

`Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0`

`Select objects:` – вибрати об’єкти.

`Select objects:`

`Specify base point:` – вказати базову точку.

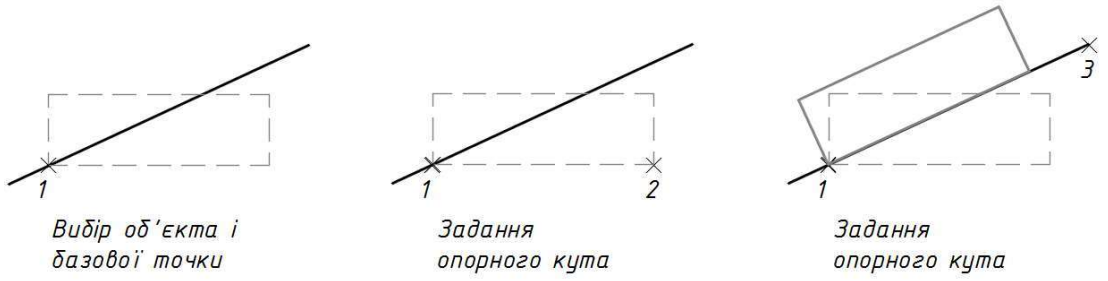
`Specify rotation angle or [Copy/Reference] <45>:` – вказати кут повороту.

Якщо вибрати опцію: `Copy` – об’єкт копіюється з поворотом

`Rotating a copy of the selected objects.`

`Reference` – об’єкт можна повернути на кут вказаний на екрані.

Опцію використовують тоді, коли абсолютне значення кута невідоме. Приклад такого використання показано на рис. 3.4. Спочатку обираються об’єкти і базова точка (т.1 на рис.3.4,а). Далі (після вибору опції `Reference`) задається опорний кут. Якщо його числове значення невідоме, можна вказати дві точки на екрані (т.1 і т.2 на рис.3.4,б), щоб визначити кут графічно. На наступний запит нового кута можна вказати його числове значення або точку (т.3 на рис3.4,в).



а б в

Рис.3.4

3.2.3. **Команди редагування FILLET, CHAMFER**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда FILLET або CHAMFER

Команда FILLET виконує спряження дугою заданого радіусу кіл, дуг, еліпсів та еліптичних дуг, відрізків, прямих, поліліній, сплайнів. Після запуску команди система виводить повідомлення про поточний режим та параметри, що виконуються за замовчуванням.

`Command: _fillet`

`Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000`

`Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/`

`Multiple]:` – вказати перший об'єкт або опції.

Опції: `Radius` - дозволяє змінити радіус дуги спряження (при `Radius`=0, режимі `Trim` – об'єкти підрізаються до точки перетину об'єктів). Приклад такого використання показано на рис.3.5.

`Trim` - дозволяє змінити режим спряження (`Trim` - об'єкти обрізаються , `No Trim` – об'єкти залишаються незмінними). Приклад такого використання показано на рис.3.6.

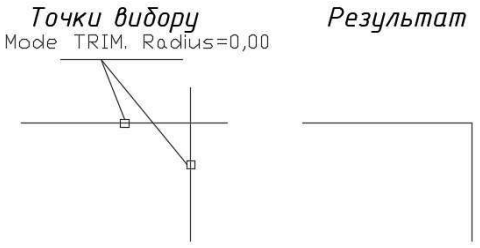


Рис.3.5

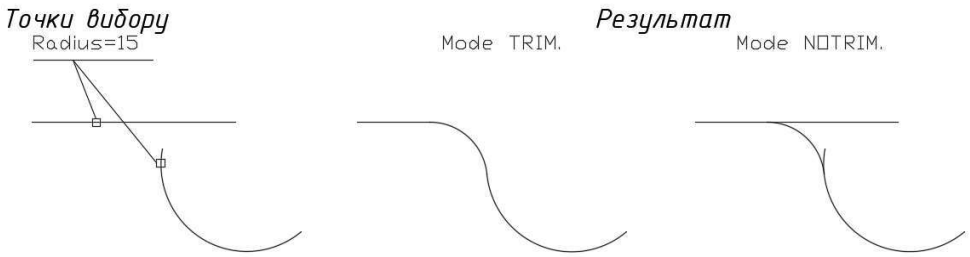


Рис.3.6

`Multiple` - дозволяє в процесі одного сеансу команди побудувати декілька спряжень.

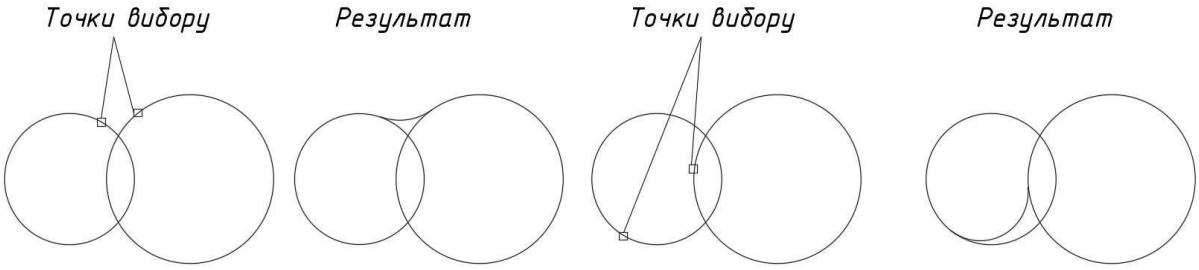


Рис.3.7

Спряження дуг та кіл можна виконати кількома способами. Дугу спряження будують таким чином, щоб її кінцеві точки знаходились якомога ближче до точок вибору об'єктів (рис. 3.7).

Команда CHAMFER призначена для побудови фасок. Фаски будуються для прямих ліній. Їх задають:

- двома лінійними розмірами – довжинами катетів;
- одним лінійним розміром та одним кутовим.

Після запуску команди система виводить повідомлення про поточний режим та параметри, що виконуються за замовчуванням.

```
Command: _chamfer
(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000
Select first line or
[Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:
```

Вказати перший об'єкт або опції.

Опції:

`Distance` – дозволяє задати нові значення довжин фаски (рис. 3.8, а), якщо значення дистанцій = 0 то об'єкти підрізаються до точки перетину об'єктів;

`Angle` – використовується, коли необхідно побудувати фаску при відомій довжині катета фаски на відрізку, що вибирається першим, та за значенням кута

відносно цього відрізка. В випадку, коли дистанція та кут = 0 об’єкти підрізаються до точки перетину об’єктів;

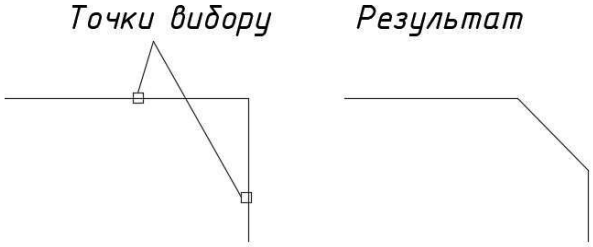


Рис. 3.8

`Trim` – визначає потрібно обрізати чи ні вибрані відрізки до кінцевих точок фаски;

`mEthod` – дозволяє призначити метод побудови фасок.

3.2.4. **Команди редагування TRIM, EXTEND**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда TRIM або EXTEND

Об'єкти (кола, дуги, еліпси та еліптичні дуги, відрізки, прямі, полілінії, сплайни можна обрізати (команда TRIM) або продовжувати (команда EXTEND) так, щоб вони закінчувалися точно на граничних кромках, визначених іншими об'єктами (колами, дугами, еліпсами та еліптичними дугами, відрізками прямих, поліліній, сплайнів).

Після запуску команди TRIM виводиться перший запит:

`Command: _trim`

`Current settings: Projection=None, Edge=Extend`

`Select cutting edges` – треба обрати об’єкти, які слугуватимуть ріжучими кромками, або натиснути Enter, щоб вибрати всі об’єкти як потенційні ріжучі кромки.

Наступний запит:

`Select objects:`

`Select object to trim or shift-select to extend or`

[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]:

Does not intersect with the cutting edge.

Select object to trim or shift-select to extend or[Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: - потребує вибору об’єктів для обрізання або вибору опцій.

У випадку, коли потрібно продовжити об’єкти, не виходячи з команди TRIM, треба вибирати їх з натиснутою клавішею Shift (див. рис. 3.9).

Опції:

Fence/Crossing - дозволяють вибирати підрізуванні об'єкти за допомогою тимчасової ламаної лінії і січної рамки;

Edge - включає/вимикає режим продовження кромки до уявного перетину. При включеному режимі підрізування в AutoCAD робитиметься і в тих випадках, коли підрізуваний об'єкт неявно перетинається з ріжучою кромкою;

eRase - ця опція дозволяє видаляти об'єкти, не перериваючи виконання команди обрізання.

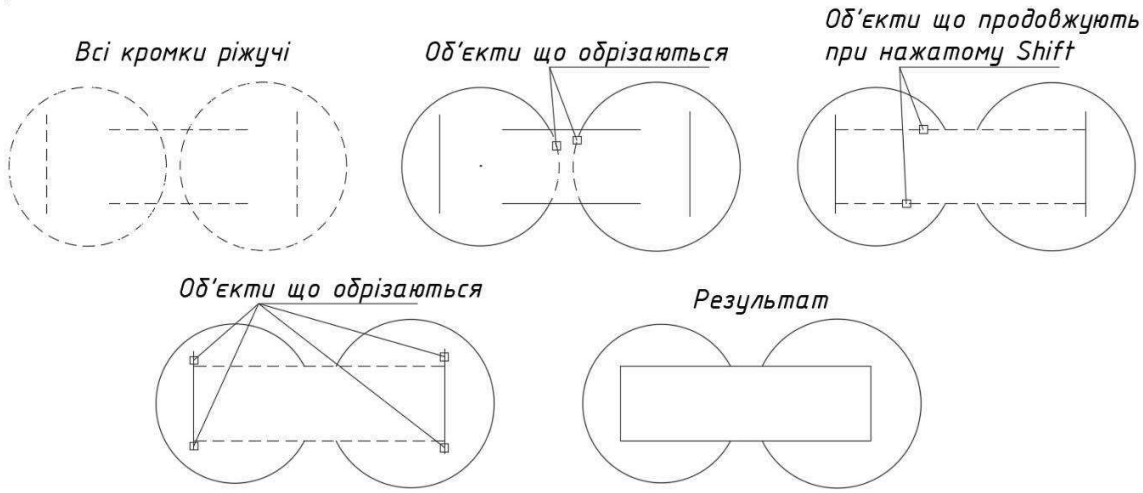


Рис.3.9

Команда EXTEND – має такі ж опції, як і команда TRIM. Вибір об’єктів обрізання з натиснутою клавішею Shift переведе у режим обрізання об’єкта.

3.2.5. **Команда редагування BREAK та BREAK AT POINT**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда BREAK

Команда дозволяє видаляти певні ділянки об’єктів, створюючи, таким чином, проміжок між частинами, які залишились (вказують першу точку розриву, а потім другу його точку). Якщо треба розбити об’єкт на дві частини використовують кнопку команди BREAK AT POINT (вказують об’єкт, а потім точку розриву).

3.2.6. **Команда редагування LENGTHEN**

Команда призначена для зміни довжин розімкнених об’єктів, а також центральних кутів дуг.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда LENGTHEN.

Після запуску команди LENGTHEN виводиться запит на вибір об’єкта або опції:

```
Command: _lengthen
Select an object to measure or [DElta/Percent/Total/DYnamic] <Total>:
```

Якщо у відповідь вибрати об’єкт, то система повідомить його довжину, а для дуги ще й центральний кут.

Опції:

`DElta`- дозволяє змінити розміри об’єкта на задану величину (додатне значення збільшує, від’ємне – зменшує довжину об’єкта);

`Percent`- дозволяє змінити розміри у процентах по відношенню до вихідного значення (вихідний розмір дорівнює 100 %);

`Total`- використовується, коли відомий кінцевий розмір об’єкта;

`DYnamic`- дозволяє змінювати розмір об’єкта в динамічному режимі.

3.2.7. **Команда редагування ARRAY**

Команда дозволяє створювати потрібну кількість копій об’єктів, розміщуючи їх упорядковано у вигляді прямокутного або кругового масиву, чи за траєкторією.

Масиви можуть бути *асоціативні* (елементи зберігаються в одному об'єкті – масиву) або *неасоціативні.* В *асоціативних* масивах елементи створюються як

пов’язані об'єкти, Можливе редагування властивостей масиву, таких як відстань або кількість елементів; перевизначення властивостей елемента або заміна вихідних об'єктів елемента; редагування вихідних об'єктів елемента для зміни всіх елементів, які посилаються на ці вихідні об'єкти. В *неасоціативних* масивах елементи незалежні. Зміна одного елемента не впливає на інші.)

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда ARRAY

- Rectangular ARRAY (прямокутний масив) – елементи розподіляються в будь-якій комбінації рядків та стовпців.

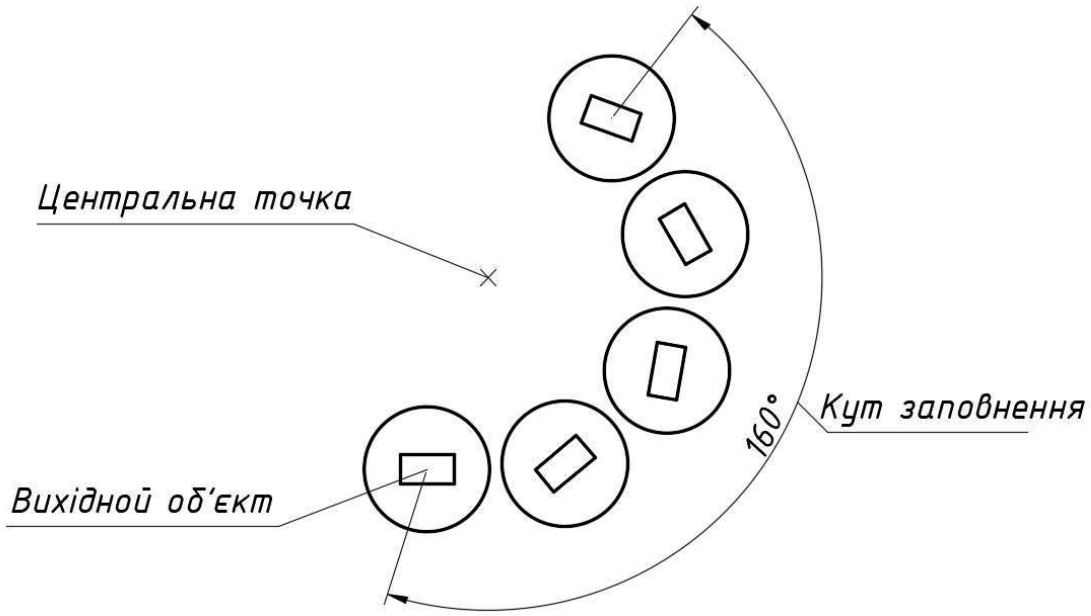


Рис.3.10

- Polar ARRAY (круговий масив) - елементи рівномірно розподілені у круговому напрямку навколо зазначеної центральної точки і осі обертання (див. рис. 3.10)

За замовчуванням масив будується проти годинникової стрілки. Щоб масив будувався в протилежному напрямі, потрібно задати від’ємне значення кута заповнення.

Прапорець Rotate items as copied забезпечує поворот об’єктів при копіюванні

3.3. Нанесення розмірів

Параметри розмірів та спосіб їхнього проставляння визначається стилем. Розмірним стилем називається іменована група установок розмірних змінних, яка визначає зовнішній вигляд розміру.

Розміри можуть бути *асоціативними* (автоматичне змінюють своє положення, орієнтацію та значення величин при редагуванні асоційованих з ними геометричних об'єктів), *неасоціативними* (розміри не змінюються автоматично при зміні об'єктів) та розчленованими (являються набором об'єктів: стрілок, ліній, стрілок).

3.3.1. Створення розмірних стилів.

В AutoCAD змінити розмір, а вірніше, налаштувати його зовнішній вигляд, можна в Dimensions Style Manager (диспетчері розмірних стилів). Виклик цього діалогового вікна виконується зі стрічки інструментів: Стрічка ▸ закладка ANNOTATE ▸ DIMENSIONS (рис. 3.11)

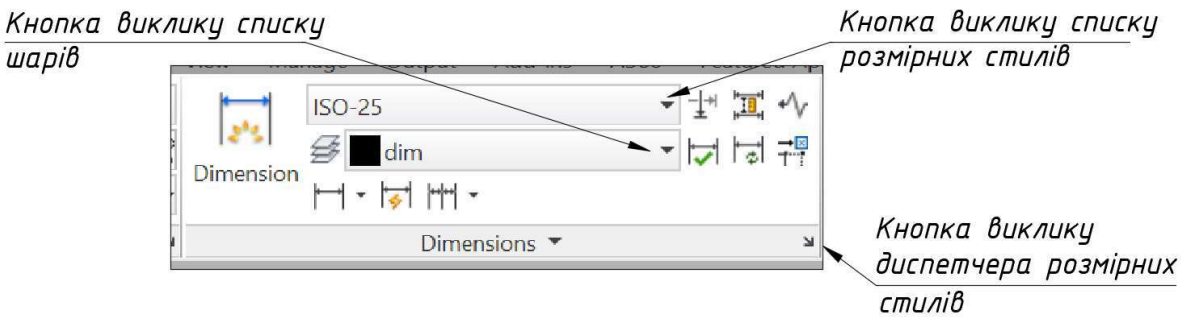


Рис.3.11

Діалогове вікно Dimensions Style Manager показано на рис.3.12.
Список Styles відображає імена розмірних стилів поточного креслення.
Кнопки: Set Current – дозволяє зробити розмірний стиль поточним;
New – дозволяє створити новий розмірний стиль; Modify - модифікувати розмірний стиль.

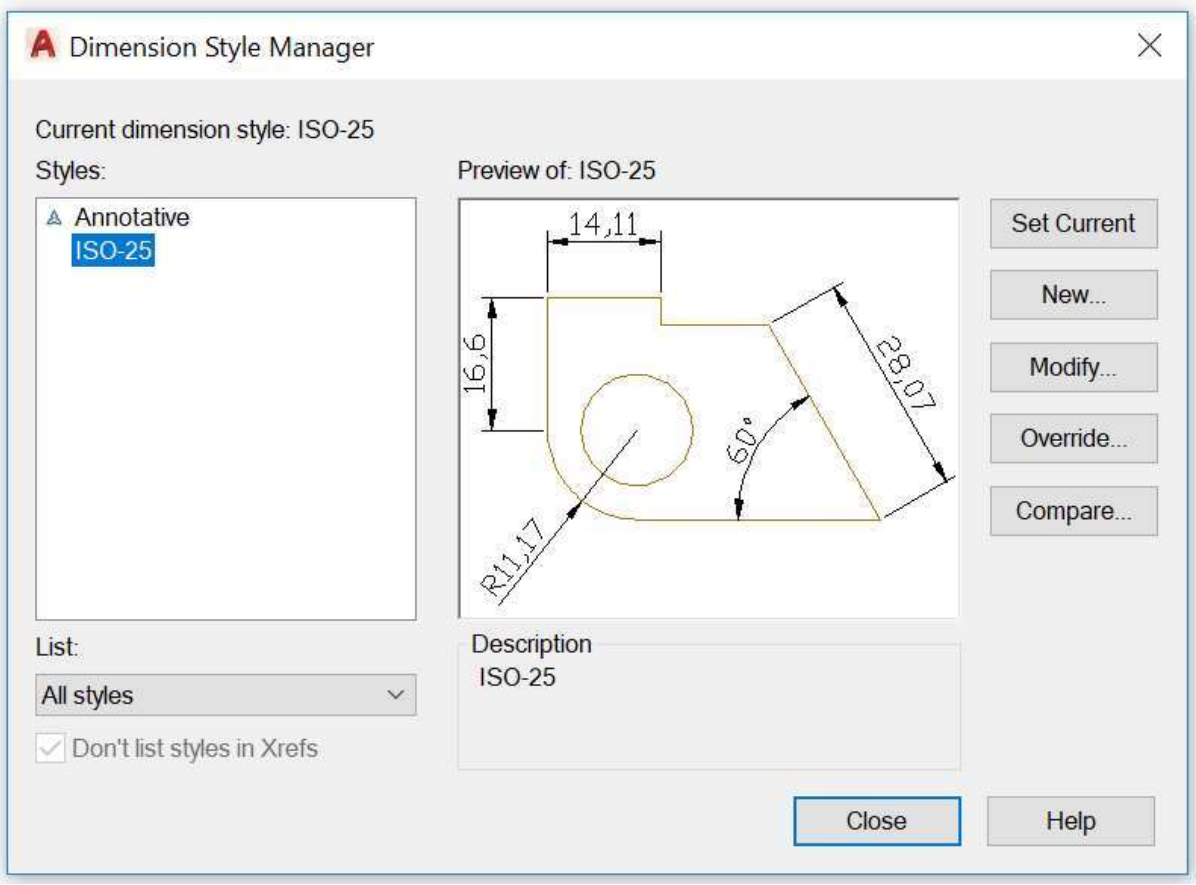


Рис.3.12

Після натиснення кнопки New відкривається діалогове вікно Create New Dimension Style. Треба в списку Start With вибрати базовий розмірний стиль, а у полі New Style Name ввести ім'я стилю, що створюється. Кнопка Continue викликає діалогове вікно New Dimension Style (рис.3.13).

Вікно New Dimension Style має сім вкладок (Lines, Symbols and Arrows, Text, Fit, Primary Units, Alternate Units, Tolerances), в яких можна змінювати параметри розмірів. Кожна вкладка має вікно перегляду, в якому миттєво відображаються результати установок.

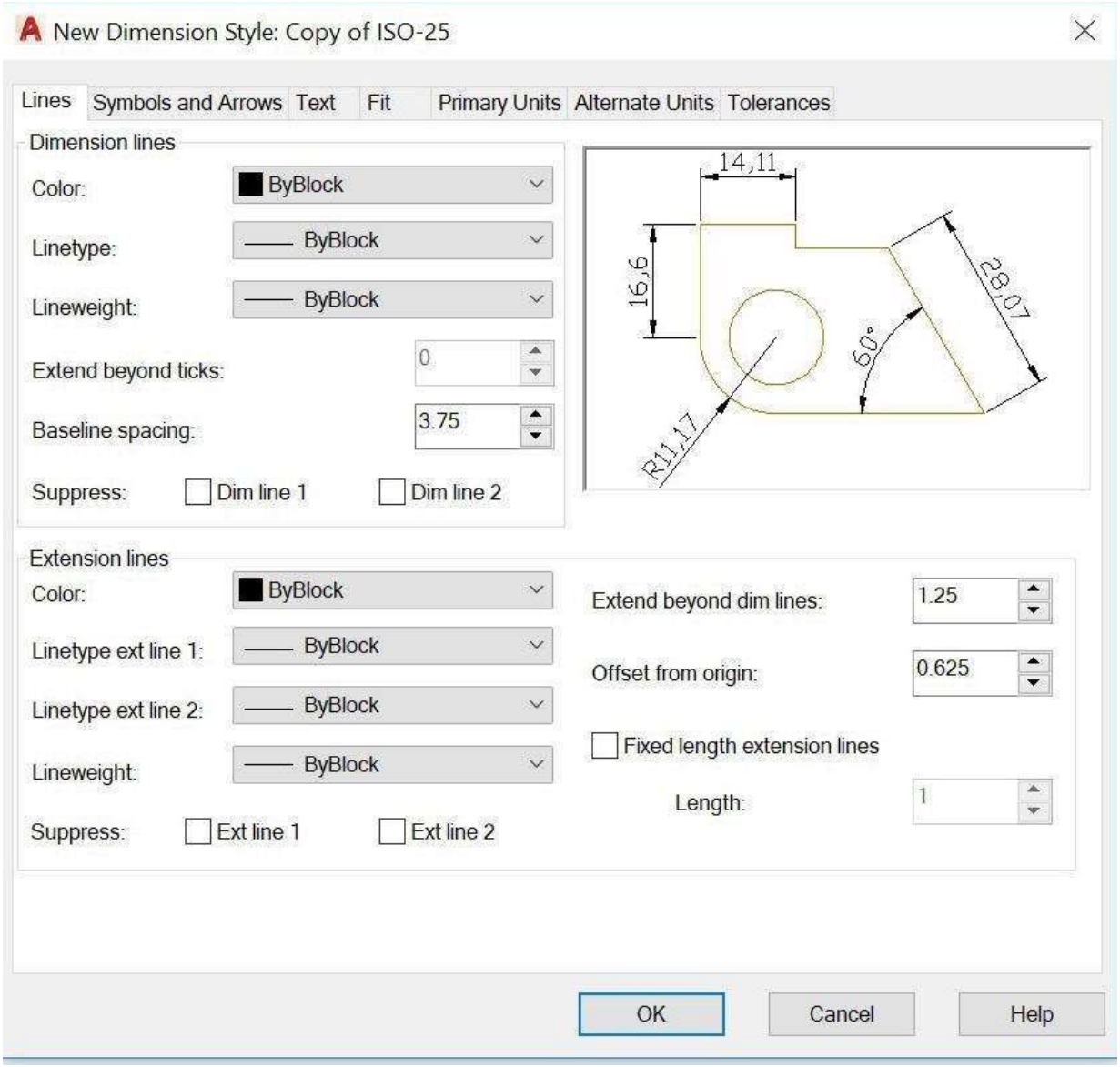


Рис.3.13

Вкладки:

- Lines - дозволяє задати властивості розмірних та виносних ліній. Колір та товщину ліній рекомендовано встановити по шару. Групи *Suppress* в областях *Dimension Style* та *Extension Style* керують подавленням першої та другої виносних ліній. В цьому випадку встановлюємо прапорець на лінії, яку треба подавити. В полі *Extend beyond dim lines* визначають, наскільки виносні лінії виступатимуть за межі розмірної лінії. В полі

Offset from origin задають величину відступу виносних ліній від вказаних точок об'єкту.

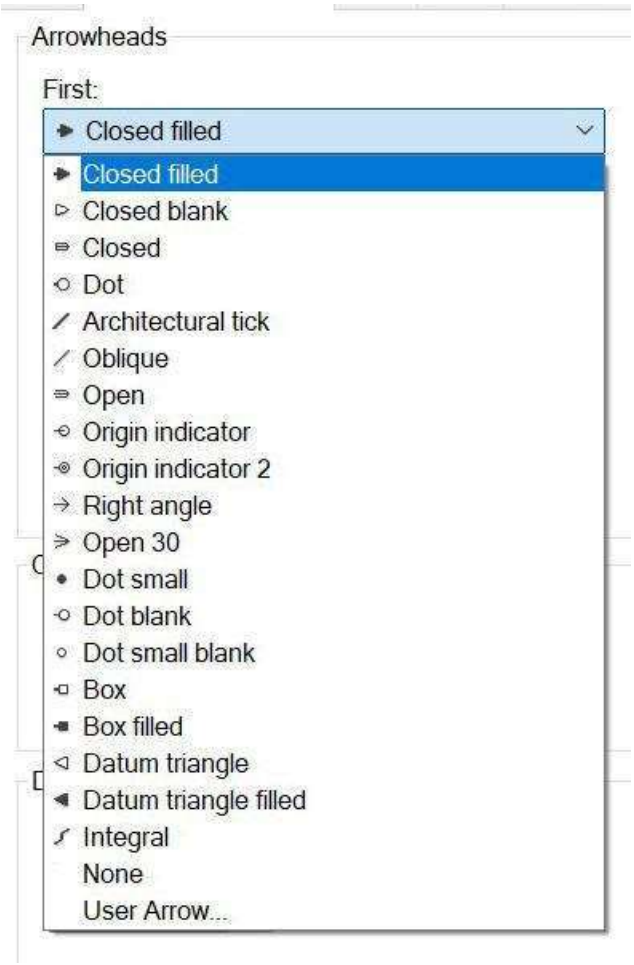


Рис.3.14

Symbols and Arrows дозволяє задати властивості стрілок та маркерів центра.

У полі *Arrowheads* можна встановити потрібний тип стрілки (рис.3.14).

В полі *Arrow size* задається розмір стрілки.

Text – призначена для визначення формату, розміщення та вирівнювання тексту. Ця вкладка містить три області:

В полі *Text appearance* (вигляд тексту) - визначається стиль тексту (вибирається або створюється новий). Кнопка з зображенням трьох крапок відкриває діалогове вікно *Text style* (див. розділ 2.5.1).

В полі *Text placement* (розміщення тексту) – задається положення тексту відносно розмірних та виносних ліній

У списку *Vertical* керують положенням тексту по вертикалі відносно розмірної лінії: *centered* (текст розміщується у розриві розмірної ліні), *above* (текст розміщується над розмірною лінією), *outside* (текст розміщується ззовні), *jis* (відповідає вимогам промислових стандартів Японії).

У списку *Horizontal* (за горизонталлю) задається тип розміщення розмірного тексту відносно розмірної і виносних ліній за горизонталлю з використанням наступних опцій: *Centered* (по центру) - розмірний текст центрується уздовж розмірної лінії між виносними лініями; *At Ext Line 1* (біля першої виносної) - текст розміщується над розмірною лінією, біля першої виносної лінії; *At Ext Line 2* (біля другої виносної) - текст розміщується над розмірною лінією біля

другої виносної лінії; *Over Ext Line 1* (поза виносних ліній з боку першої виносної) - текст розміщується паралельно до першої виносної лінії; *Over Ext Line 2* (поза виносних ліній з боку другої виносної) - текст розміщується паралельно другій виносній лінії.

У списку V*iew Direction* (Напрямок погляду) задається напрямок розмірного тексту: *Left-to-Right* (зліва направо) або *Right-to-Left* (справа наліво).

В полі *Offset From dim line* (відступ від розмірної лінії) задається величина зазору між розмірною лінією і текстом.

В області *Text alignment* (вирівнювання тексту) – визначається спосіб вирівнювання розмірного тексту відносно розмірних ліній: *Horizontal* (горизонтально) - встановлює горизонтальне розташування тексту незалежно від кута нахилу розмірної лінії; *Aligned with dimension line* (уздовж розмірної лінії) - задає паралельне розташування тексту до розмірної лінії; *ISO Standard* (стандарт ISO) - встановлює розташування тексту відповідно до стандарту ISO (якщо текст знаходиться між виносними лініями, він розташовується уздовж розмірної лінії, а якщо ззовні - горизонтально).

- Fit (вписання) – визначає варіанти оформлення розмірного тексту, стрілок, виносок і розмірних ліній у випадках, коли звичайне їх розташування неможливо через обмежені умови.

В області *Fit Options* (опції вписання) представлена група перемикачів, що дозволяють вирішити ситуацію, коли текст і стрілки одночасно не можуть бути розміщені між виносними лініями. Область *Text placement* (розміщення тексту) призначена для налаштування параметрів, що визначають положення розмірного тексту при переміщенні розмірного блоку з колишнього місця: *Beside the dimension line* (Поруч з розмірною лінією) - встановлює режим, при якому розмірна лінія переміщається разом з текстом; *Over the dimension line, with a leader* (За розмірною лінією, с виноскою) - задає режим, в якому створюється додаткова виноска, що зв'язує розмірний текст і розмірну лінію; *Over the dimension line, without a leader* (За розмірною лінією, без виноски) - встановлює режим, при якому розмірна лінія не переміщається разом з текстом.

- Primary Units (основні одиниці) - містить параметри, що визначають формат основних лінійних і кутових одиниць виміру, а також точність їх подання.

В області *Linear dimensions* (лінійні розміри) встановлюється формат і точність представлення лінійних одиниць вимірювання: *Precision* (точність) -задається кількість значущих цифр у розмірному тексті; *Round off* (округлення) - задається кратність округлення для всіх типів розмірів; *Prefix* (Префікс) можна задати рядок символів, який буде розташовуватися перед розмірним текстом; *Suffix*

(Суфікс) можна вказати рядок символів, який буде розташовуватися після розмірного тексту .

В області *Measurement scale* (масштаб вимірювань) - міститься масштабний множник *Scale factor* (масштаб), на який множаться все лінійні розміри.

- Alternate Units (альтернативні одиниці) - містить параметри (аналогічно основним одиницям вимірювання), що визначають формат альтернативних одиниць виміру. Крім того, тут визначається коефіцієнт перерахунку, за яким основні одиниці вимірювання перераховуються в альтернативні.
- Tolerances (допуски) - містить параметри, що визначають форму проставляння допусків.

3.3.2. Команди нанесення розмірів.

Нанесення розмірів полягає в тому, що після введення команди, курсором миши вказуються початкові точки виносних ліній і точка, що задає положення розмірної лінії. Рекомендується включити режим об'єктної прив'язки.

Варіанти нанесення розмірів містяться у вигляді кнопок на панелі Dimensions.
Стрічка ▸ закладка ANNOTATE ▸ DIMENSIONS
Команди (див рис.3.15):

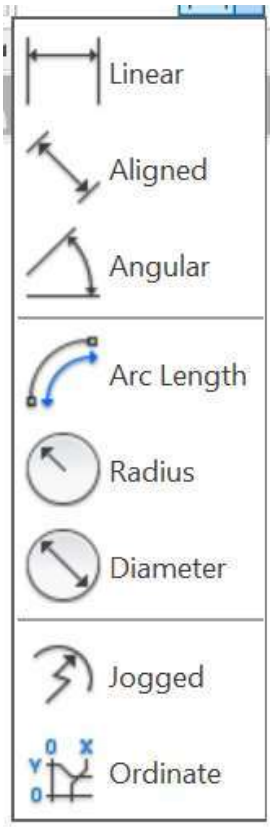


Рис.3.15

Linear - команда для побудови лінійних горизонтальних і вертикальних розмірів (розуміється, що розмір визначає відстань між зазначеними точками в напрямку осей X або Y поточної системи координат);

Aligned - команда для побудови лінійного розміру, розмірна лінія якого паралельна вказаному відрізку;

Angular - команда призначена для нанесення кутових розмірів;

Radius - команда призначена для нанесення розміру радіуса кола або дуги;

Diameter - команда призначена для нанесення розміру діаметру кола або дуги;

Jogged - команда призначена для нанесення розміру радіуса центр якого віддалений на кресленику;

Continue - команда призначена для нанесення ланцюжка лінійних, кутових розмірів від другої виносної лінії попереднього розміру;

Baseline - команда призначена для нанесення лінійних, кутових розмірів від базової лінії попереднього розміру.

Запитання для самоперевірки

8. Яка різниця між командами LINE та XLINE?
9. В яких випадках команду FILLET слід використовувати?
10. В яких випадках слід використовувати опцію TTR команди CIRCLE?
11. Для чого використовують команду ARRAY?

3.4. Побудова контуру деталі.

Виконати креслення контуру опори з використанням шарів (рис.3.16).

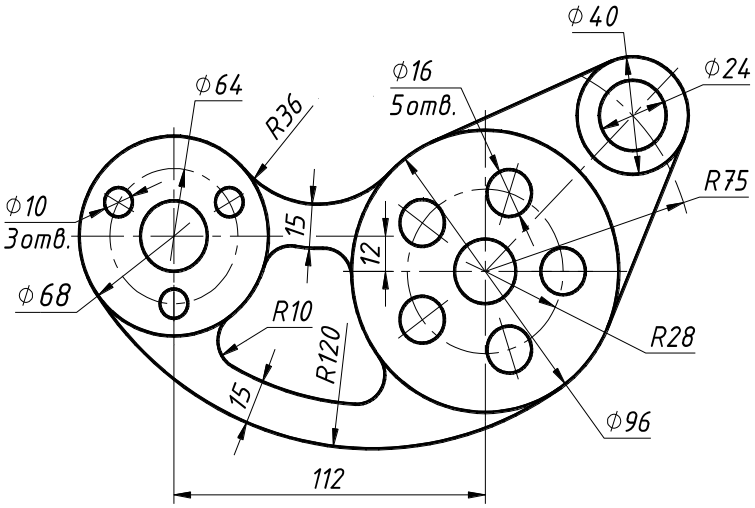


Рис.3.16

- Запустимо AutoCAD та розпочнемо нове креслення.
- Для спрощення керування об’єктами та їх редагування створимо три шари (OSI, KONTUR, ROZMIR), призначивши їм відповідні типи та товщини ліній. За допомогою списку Layer control, який знаходиться на панелі Layers, встановимо поточним шар OSI.
- Встановимо режим ORTHO, це дозволить побудувати вертикальну та горизонтальну лінії. Вмикання/вимикання режиму здійснюється клавішею F8 або кнопкою ORTHO в статусному рядку.
- За допомогою команди XLINE креслимо осьові лінії 1 (рис.3.17.)

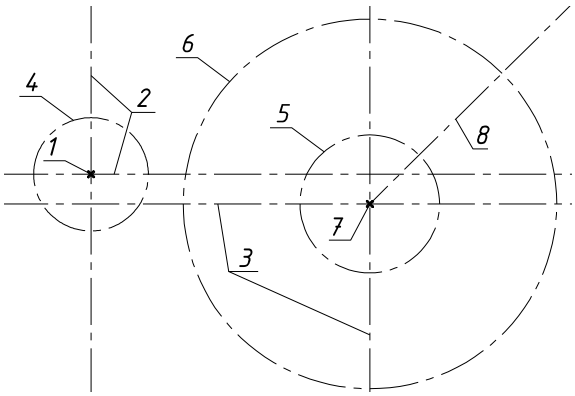


Рис.3.17

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Draw ▸

Меню: Draw ▸ Construction lin*Командний рядок:*

Command: `_xline Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:` - вказується точка 1, через яку пройде вертикальна та горизонтальна лінії 2.

`Specify through point:` - вказується точка в горизонтальному напрямку.

`Specify through point:` - вказується точка в вертикальному напрямку.

`Specify through point:` - Enter

За допомогою опції OFFSET команди XLINE креслимо осьові лінії 3.

Command: `_xline Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: O`

`Specify offset distance or [Through] <Through>:` 12 – вказуємо дистанцію.

`Select a line object:` - вказуємо горизонтальну лінію.

`Specify side to offset:` - вказуємо сторону переносу.

`Select a line object:` - Enter

Command: `_xline Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: O`

`Specify offset distance or [Through] <Through>: 112`

`Select a line object:` - вказуємо вертикальну лінію.

`Specify side to offset:` - вказуємо сторону переносу.

`Select a line object:` - Enter

- За допомогою команди CIRCLE накреслимо коло 4 (R23) з центром в т.1.

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Draw ▸

Меню: Draw ▸ Circle

Командний рядок:

Command: `_circle`

`Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:` - т.1 (центр кола)

`Specify radius of circle or [Diameter]: 23` – радіус кола

Кола 5 (R28) та 6 (R76) креслимо з центром в т.7.

За допомогою команди RAY креслимо пряму 8 під кутом 45 ° з точки 7.

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Draw ▸

Меню: Draw ▸ Ray

Командний рядок:

Command: `_ray Specify start point:` -(т.7) початкова точка променя.

`Specify through point:` <45 вказується кут проміння.

`Angle Override:` 45

`Specify through point:` вказується напрямок проміння.

`Specify through point:` - Enter

- Встановимо поточним шар KONTUR.
- Будуємо 3 кола, розташованих по колу з центром в т.1 (рис.3.18)

Спочатку креслимо вихідні об'єкти на відповідних шарах: коло 1(R5) (команда CIRCLE) (рис.3.18) та осьова лінія 2 (команда LINE). Кожний об'єкт будується у своєму шарі. Круговий масив створюється командою ARRAY.

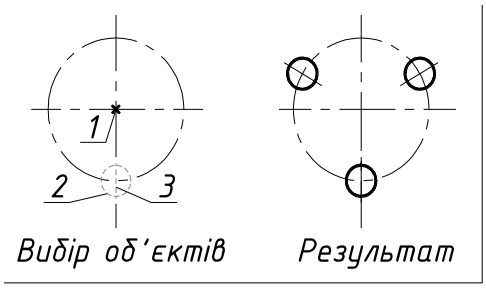


Рис.3.18

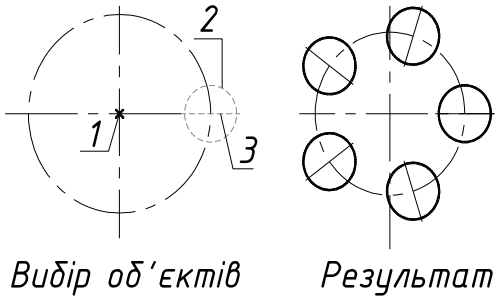


Рис.3.19

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Modify ▸

Меню: Modify ▸ Array

Командний рядок:

*Command:*_arraypolar

Select objects: 1 found – вказується коло 2

Select objects: 1 found, 2 total - вказується вісь 3

Select objects:

Type = Polar Associative = Yes

Specify center point of array or [Base point/Axis of rotation]:- т.1 центральна точка

Enter number of items or [Angle between/Expression] <4>: 3 – кількість об'єктів

Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) or [EXpression] <360>:-кут заповнення

Press Enter to accept or [ASsociative/Base point/Items/Angle between/Fill angle/ROWs/Levels/ROTate items/eXit]<eXit>:- Enter

Будуємо 5 кіл розташованих по колу з центром в точці т.7 (рис.3.17). Побудова кругового масиву у правій частині здійснюється аналогічним чином (рис.3.19).

Задається вихідний об'єкт коло 2(R8) та вісь 3, кут заповнення – 360, кількість об'єктів – 5, центр кола кругового масиву т.1.

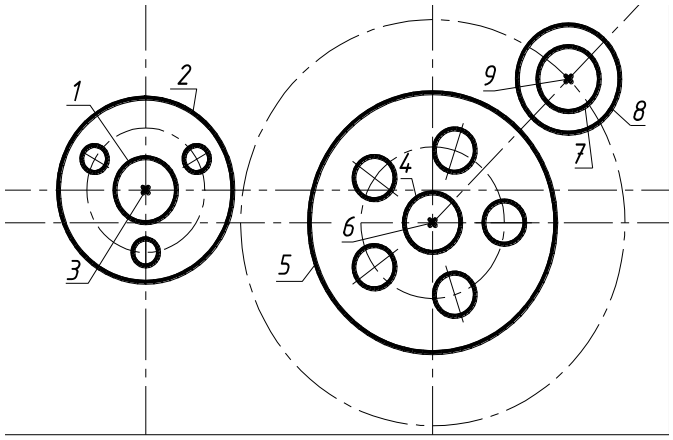


Рис.3.20

- На шарі KONTUR будуємо контур деталі (рис.3.20).

Спочатку креслимо коло 1(R12) та коло 2(R34) - відносно т.3, а потім кола 4(R11), 5(R48) - відносно т.6. Кола 7(R12) та 8(R20) креслимо відносно т.9.

- Рекомендується перед продовженням роботи відрізати осьові лінії по межі кіл командою Trim. Ріжучі кромки – кола 2, 5, 8 (рис.3.20); об'єкти, що обрізуються - осьові лінії за межами кола. Командою Erase стираються непотрібні лінії. Результат на рис.3.21.
- Будуємо спряження у нижній частині контуру деталі (рис.1-6).

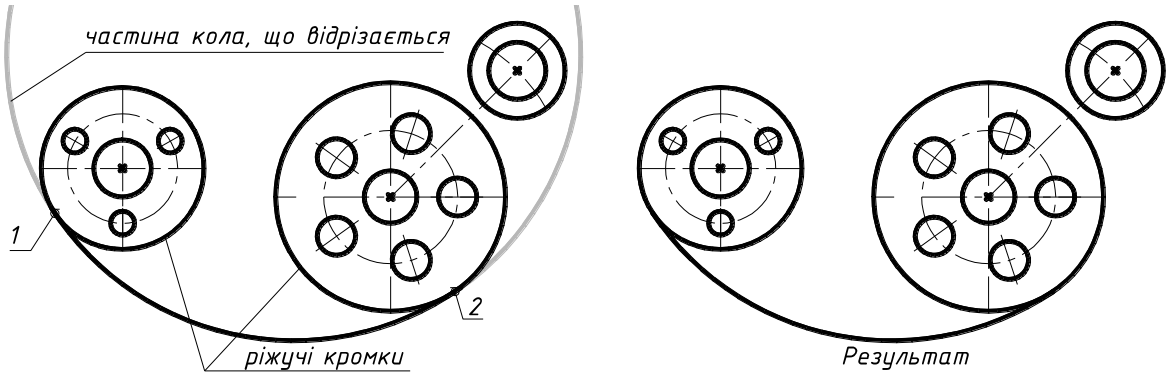


Рис.3.21

Нижню частину деталі креслимо за допомогою опції TTR (дотична, дотична, радіус) команди Circle.

`Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _ttr`

`Specify point on object for first tangent of circle:` - точка приблизного дотику (1).

`Specify point on object for second tangent of circle:` - точка приблизного дотику (2).

`Specify radius of circle <28>: 120`

- Будуємо спряження у верхній частині контуру деталі (рис.3.22).

Нижню частину деталі креслимо за допомогою FILLET.

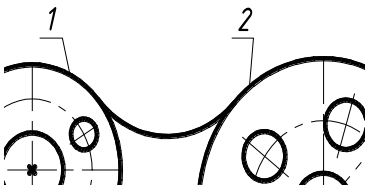


Рис.3.22

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Modify ▸

Меню: Modify ▸ Fillet

Командний рядок:

Command: _fillet

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: R

Specify fillet radius <0.0000>: 36

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:- вибирається перший об’єкт спряження (1).

Select second object or shift-select to apply corner or [Radius]:-]:- вибирається другий об’єкт спряження (2).

Створення внутрішнього контуру.

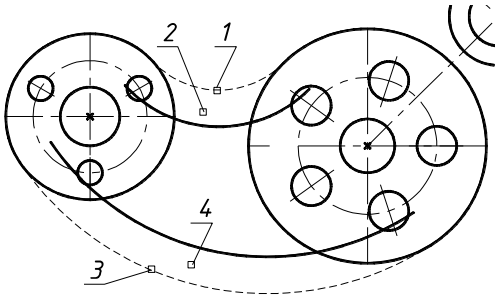


Рис.3.23

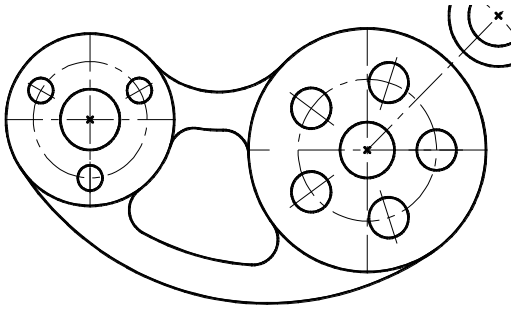


Рис3.24

За допомогою команди OFFSET будуємо внутрішній контур (рис.3.23).

Command: _offset

Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0

Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>: 15

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:-` вказується дуга 1

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:-` вказується сторона переносу 2

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:-` вказується дуга 3

`Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:>:-` вказується сторона переносу 4

`Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:-` Enter

- Редагування внутрішньої форми.

Редагуємо форму за допомогою команди FILLET. Радіус спряження повторюється, тому треба встановити опцію `Multiple`. Треба пам'ятати, що коли увімкнена опція `Trim`, кінці спряжених відрізків відрізаються. Радіус спряження 10 (рис.3.24).

- Побудова правої частини деталі.

Встановлюємо поточний шар KONTUR.

За допомогою команди LINE будуємо внутрішній контур (рис.3.25).

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Draw ▸

Меню: Draw ▸ LINE

Командний рядок:

`Command: _line Specify first point: _tan to ]` - вказується за допомогою прив'язки точка приблизного дотику (1).

`Specify next point or [Undo]: _tan to]` - вказується за допомогою прив'язки точка приблизного дотику (2).

`Specify next point or [Undo]:` - Enter

`Command:_line Specify first point: _tan to` - вказується за допомогою прив'язки точка приблизного дотику (3).

`Specify next point or [Undo]: _tan to` - вказується за допомогою прив'язки точка приблизного дотику (4).

`Specify next point or [Undo]:` - Enter

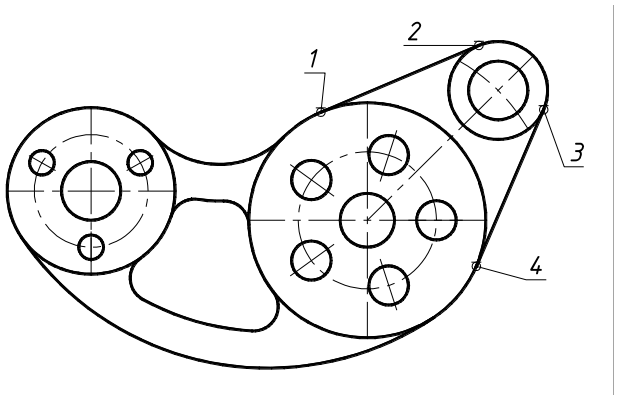


Рис.3.25

- Редагування осей креслення. За допомогою команди LENGTHEN подовжуємо осі за межі контура деталі на 3мм.

Стрічка: вкладка Home ▸ панель Modify ▸

Меню: Modify ▸ Lengthen

Командний рядок:

`Command: _lengthen`

`Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]: DE`

`Enter delta length or [Angle] <0.0000>:` 3 - вказується продовження в мм.

`Select an object to change or [Undo]:` - вказується кінець осі, яку треба продовжити. Запит повторюється, поки всі потрібні кінці не будуть продовжені.

`Select an object to change or [Undo]:` - Enter

- Нанесення розмірів.

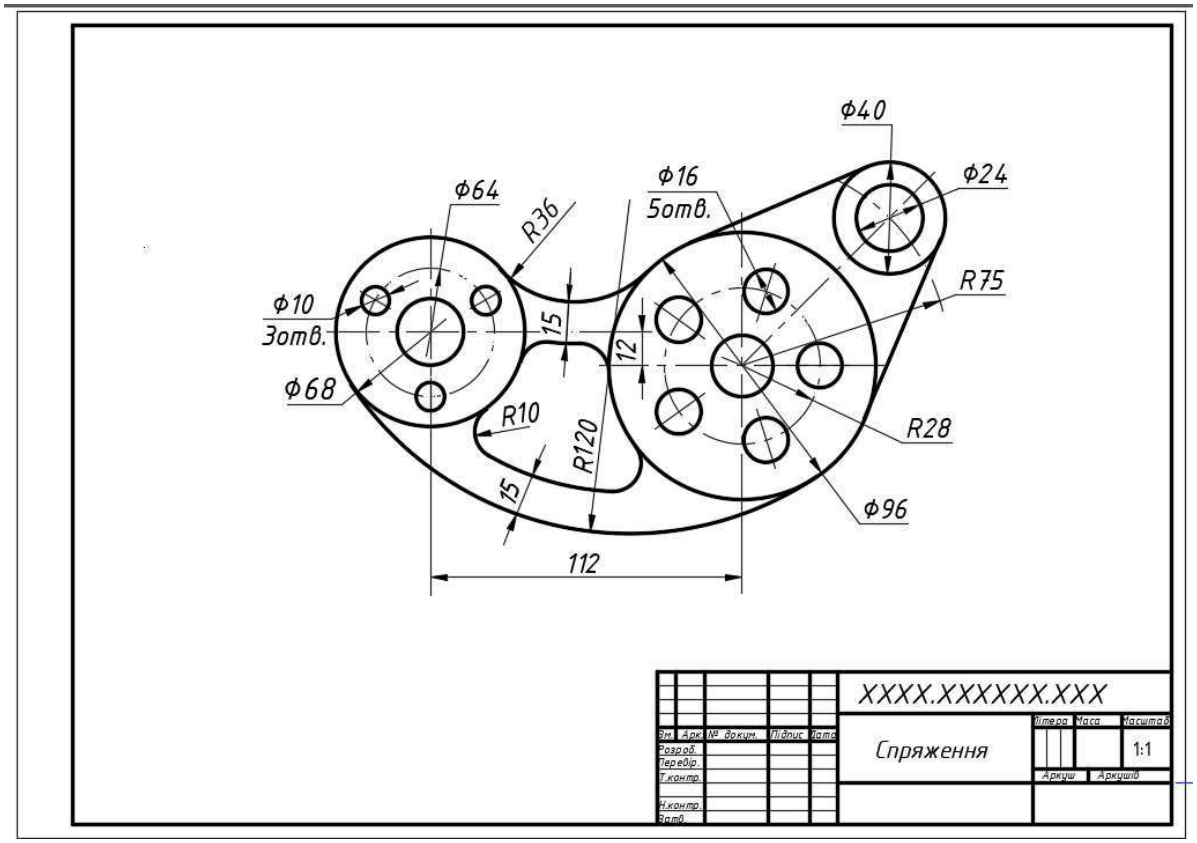


Рис.3.26

Встановлюємо поточний шар ROZMIR. Створюємо розмірні стилі (докладно розповідається у розділі 3.3). Знадобиться два стилі, оскільки для нанесення розмірів між осьовими лініями потрібен розмірний стиль з подавленням виносних ліній.

Наносимо необхідні розміри.

- Оформлення креслення з основним написом рис.3.26.

Відкриваємо креслення з основним написом. Копіюємо рамку с основним написом через буфер обміну з базовою точкою (Ctrl+Shift+C), та вставляємо в креслення (Ctrl+V). Редагуємо написи.

- Зберігаємо креслення командою SAVEAS, вказавши ім'я та шлях до файлу.

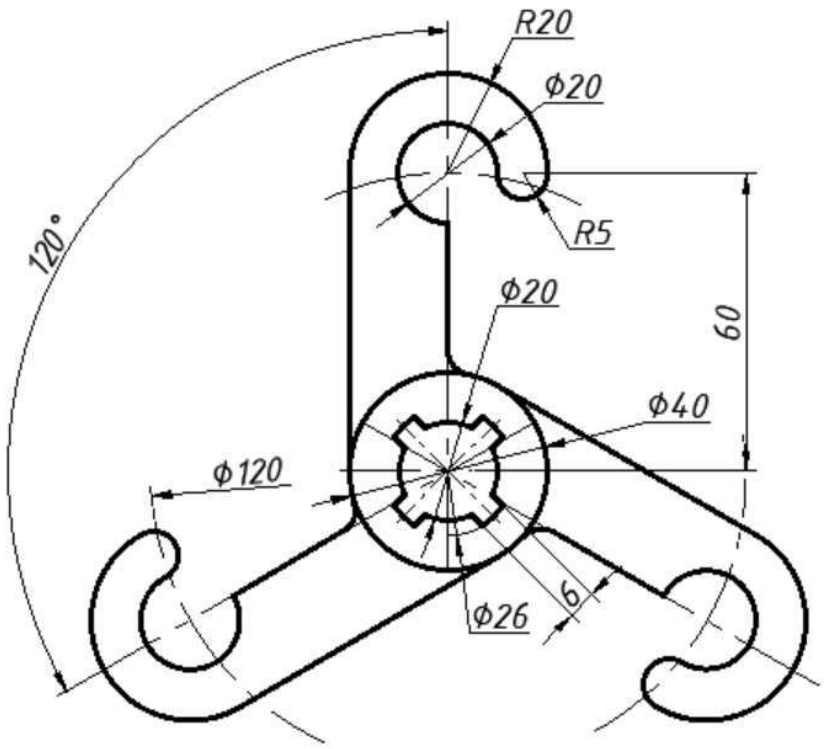
Закриваємо графічний редактор.

3.5. Вправи для самостійної роботи

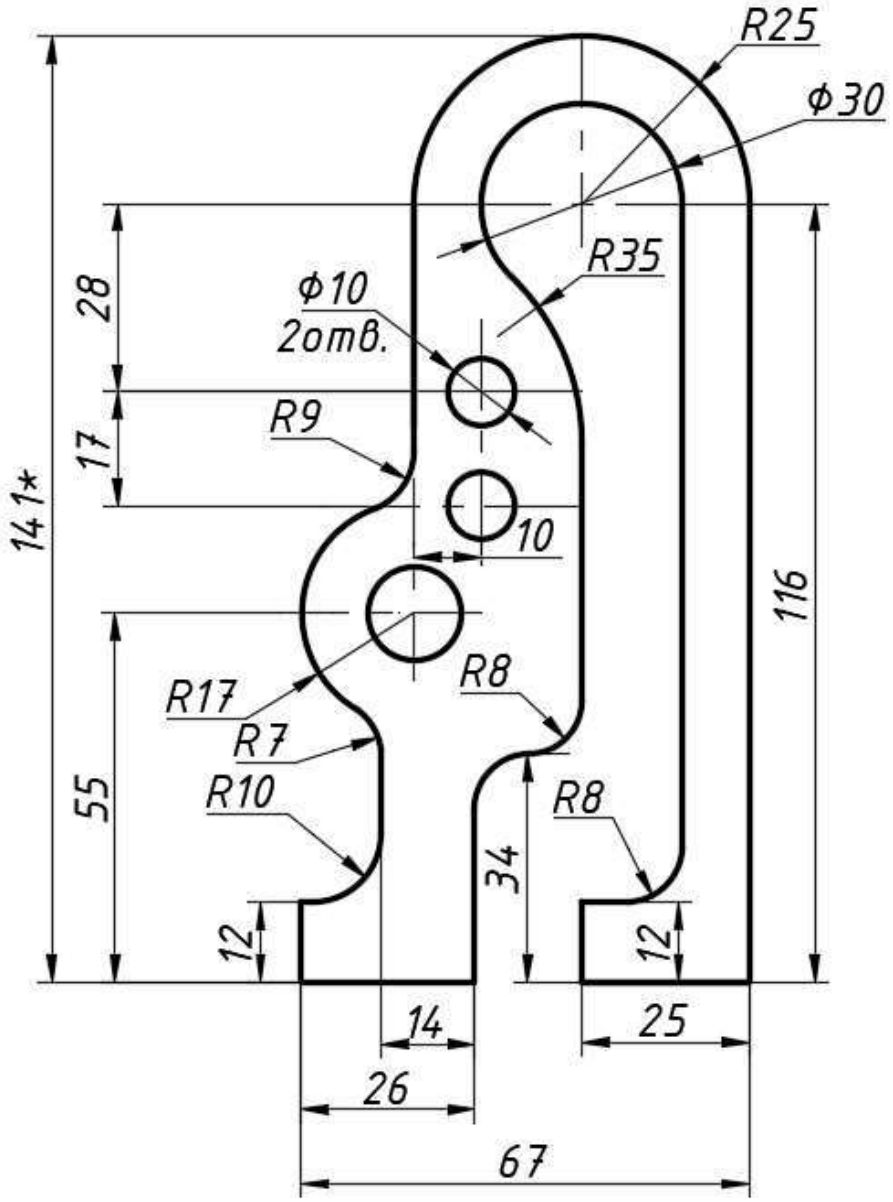
1. Виконати кресленик деталі на форматі А3, проставити розміри, заповнити основний напис.

2. Виконати кресленик деталі в середовищі AutoCAD з використанням шарів (див. п. 3.4. Побудова контуру деталі.). Нанести розміри. Оформити кресленик.

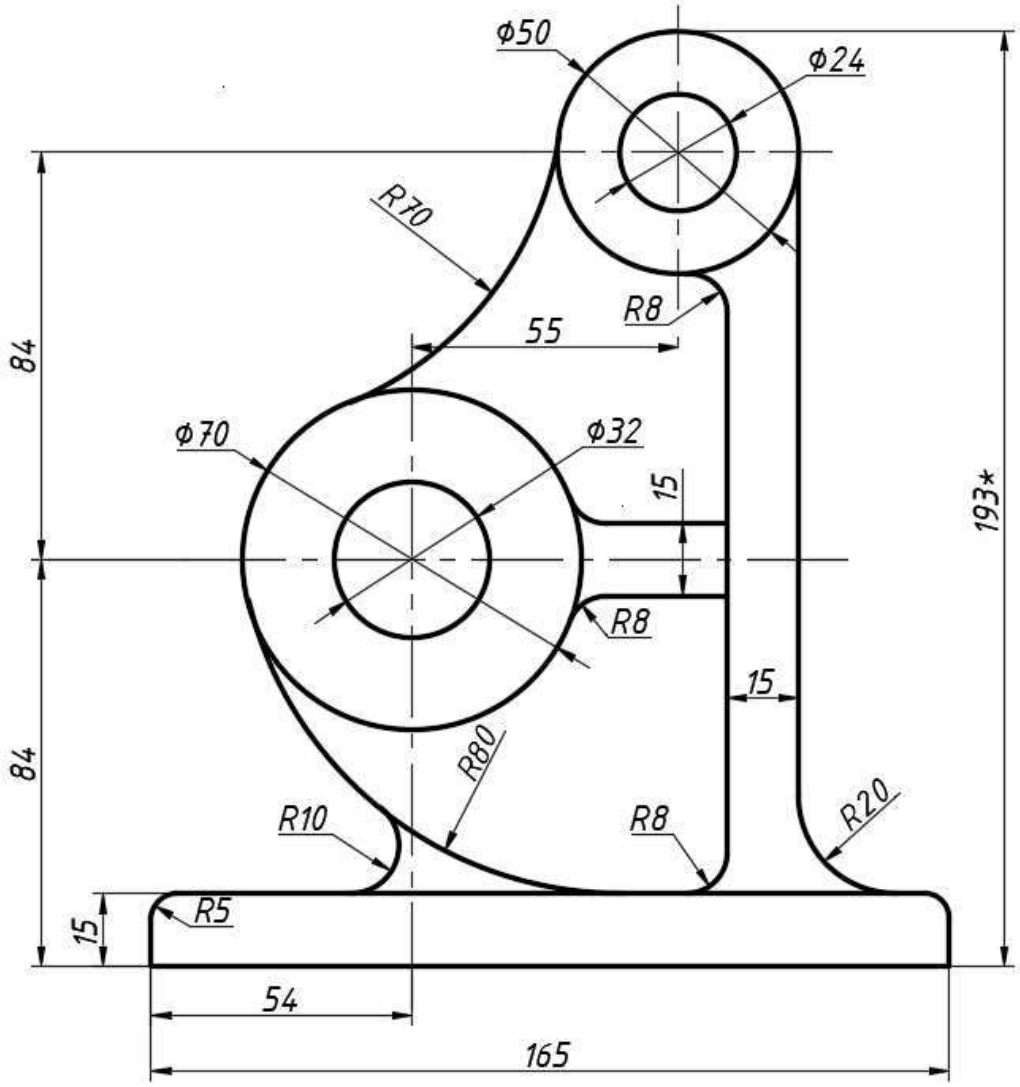
Варіант 1



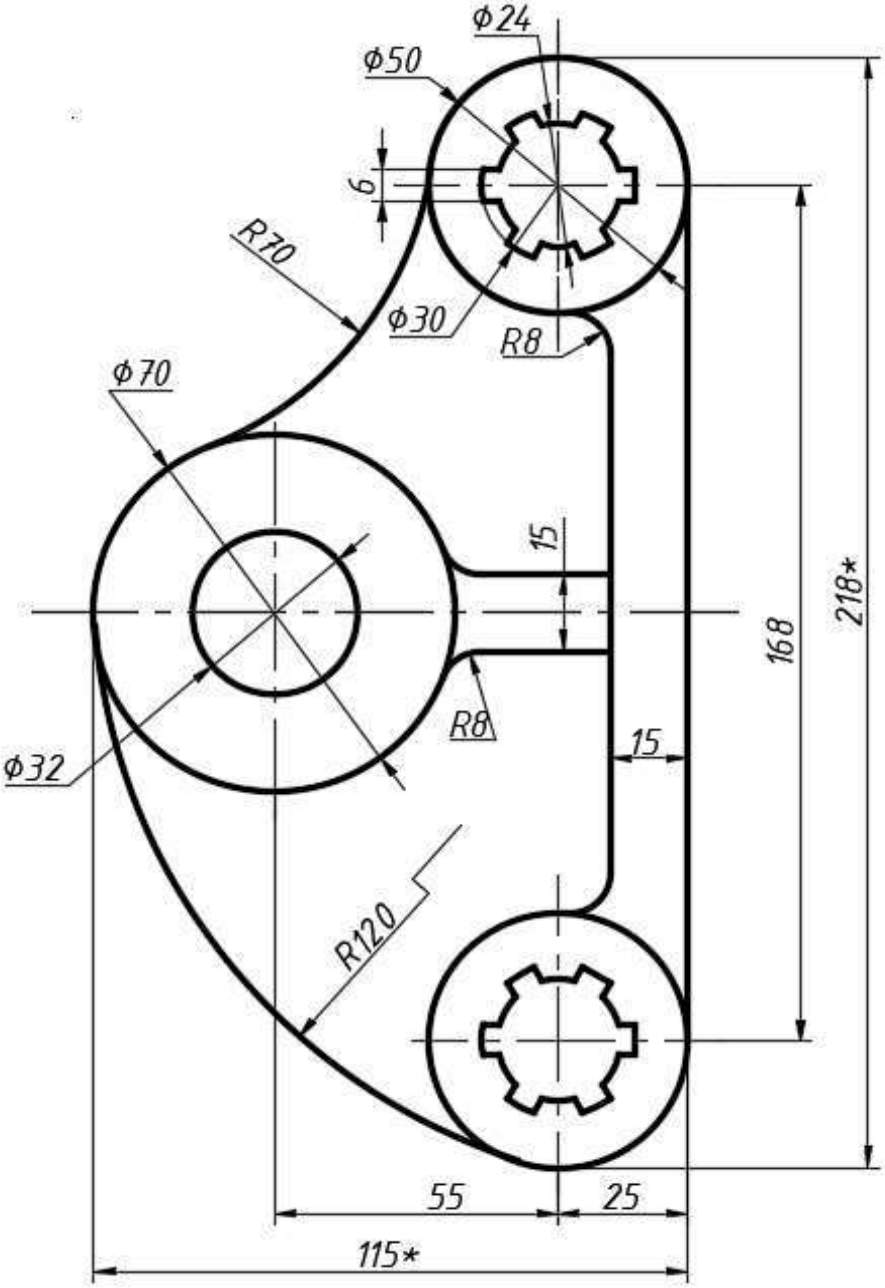
Варіант2


R25
Ф30
R35
Ф10
2отв.
28
17
R9
141*
10
116
R17
R8
R7
R10
R8
55
34
12
12
14
25
26
67

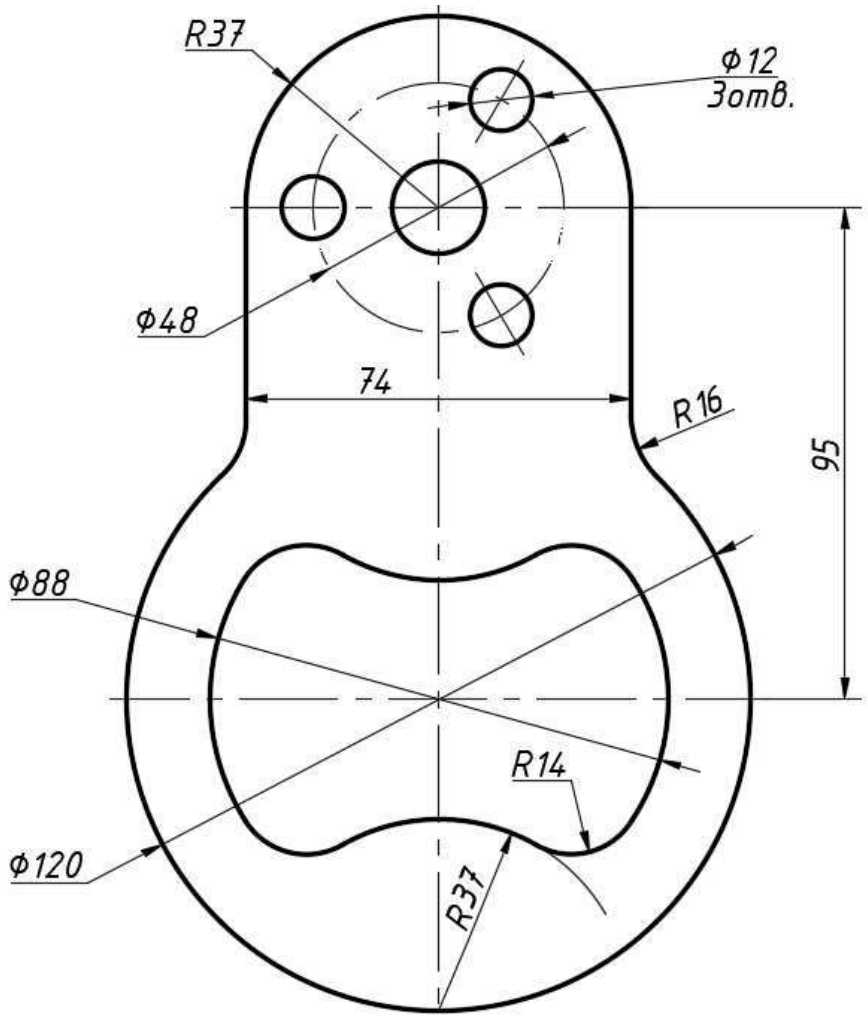
Варіант 3


Ф50
Ф24
R70
R8
55
84
Ф70
Ф32
15
193*
R8
15
84
R80
R10
R8
R20
R5
15
54
165

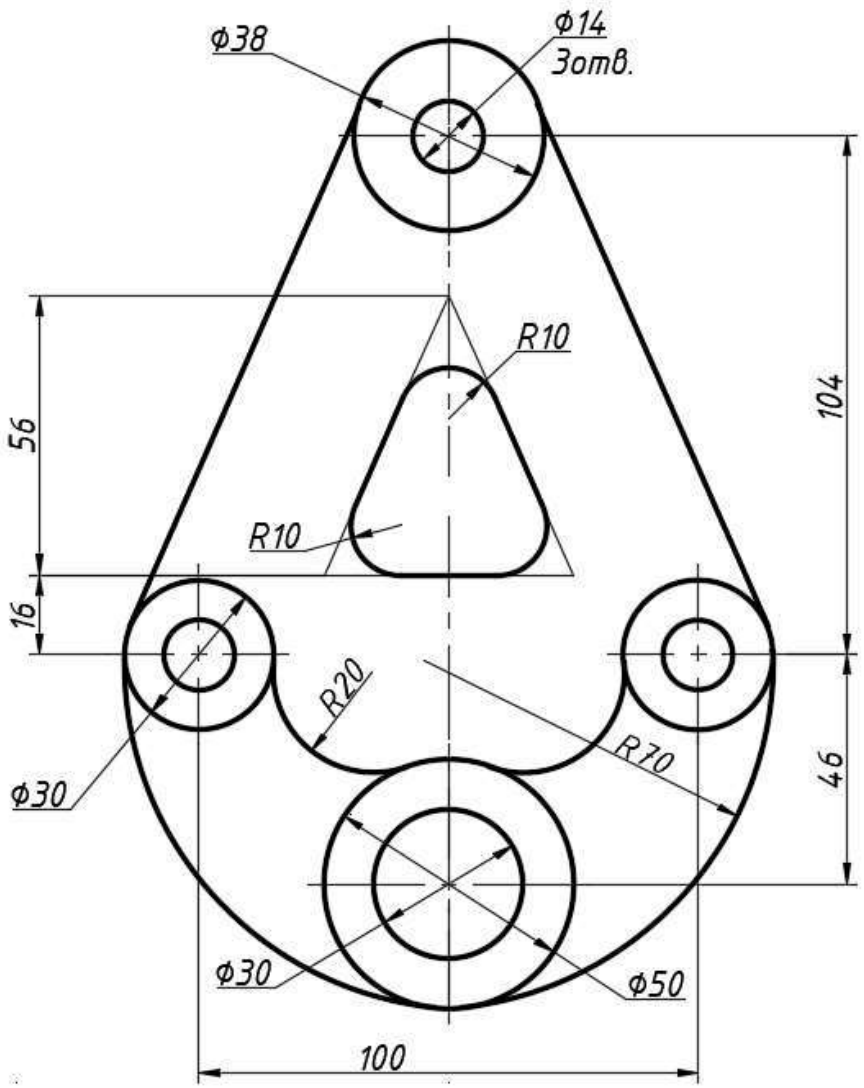
Варіант 4



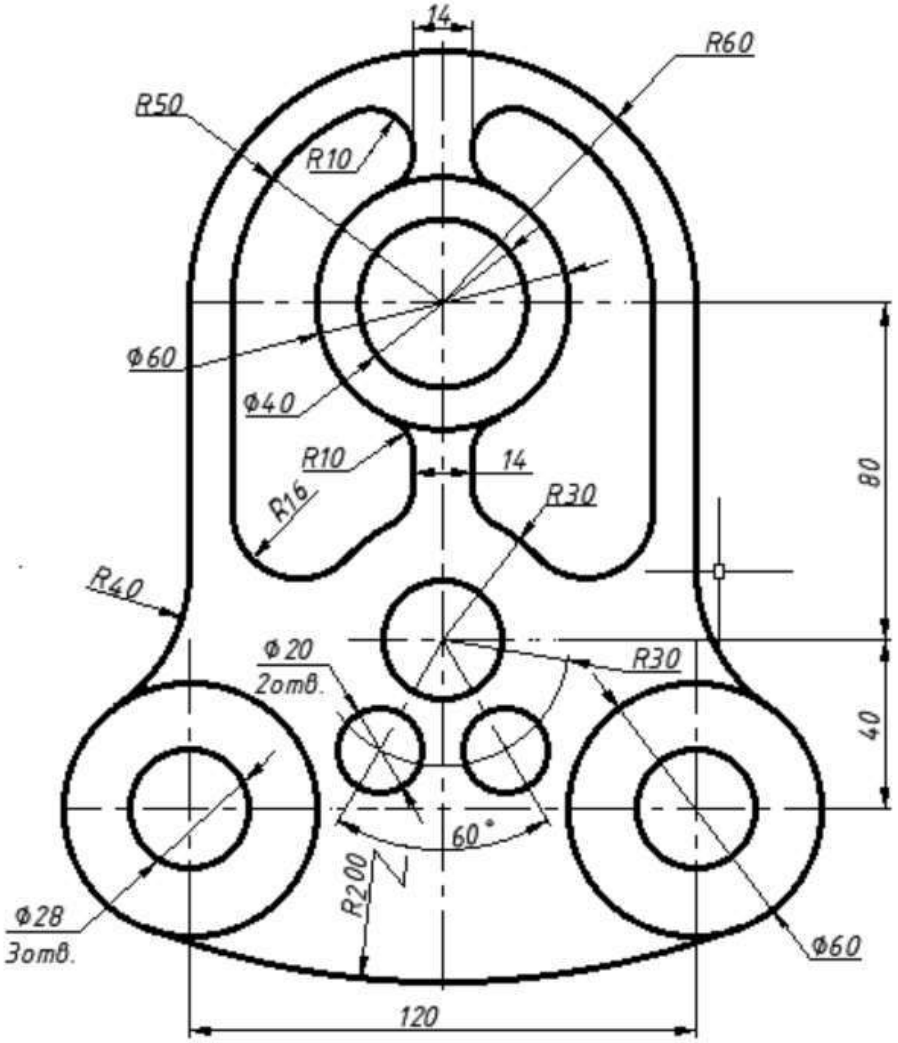
Варіант 5



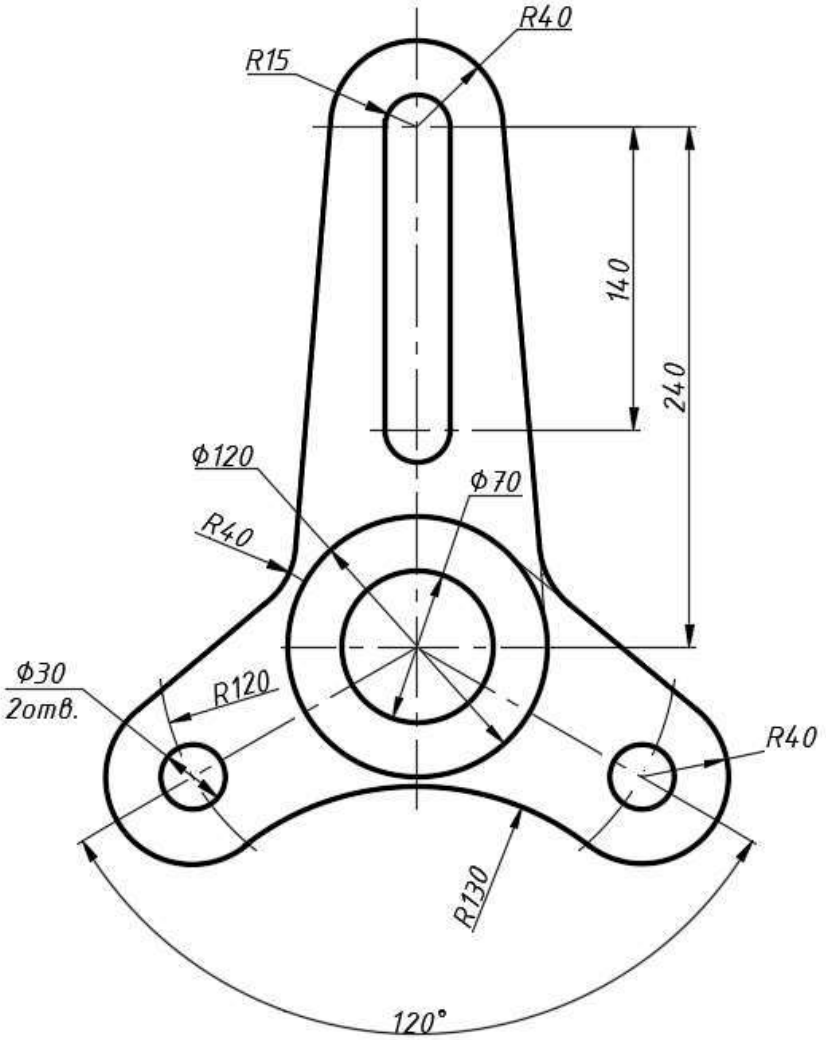
Варіант 6



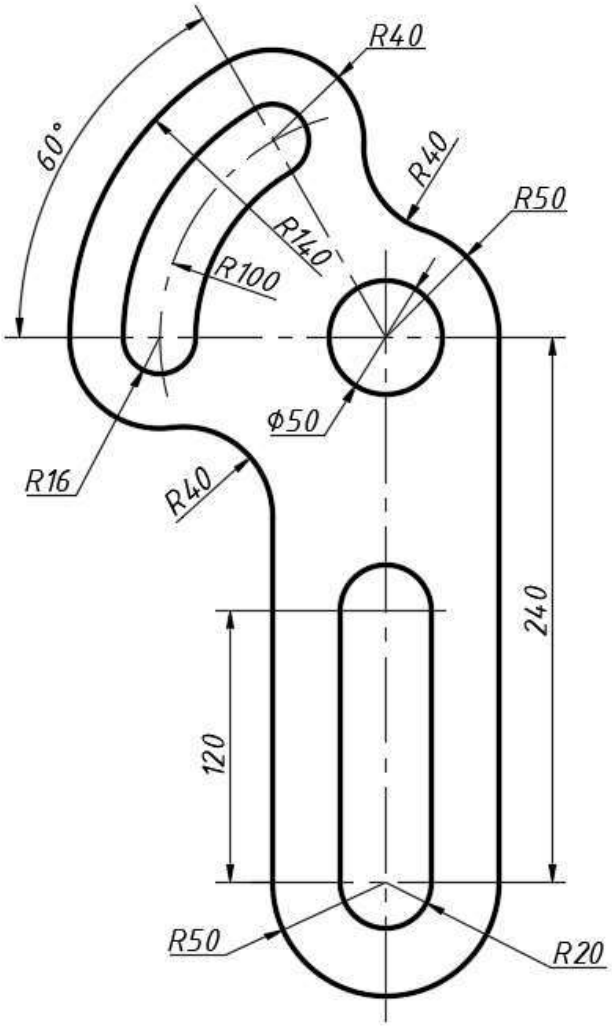
Варіант 7


14
R60
R50
R10
Ф60
Ф40
R10
14
R16
R30
80
R40
Ф20
2отв.
R30
40
60°
R200
Ф28
3отв.
Ф60
120

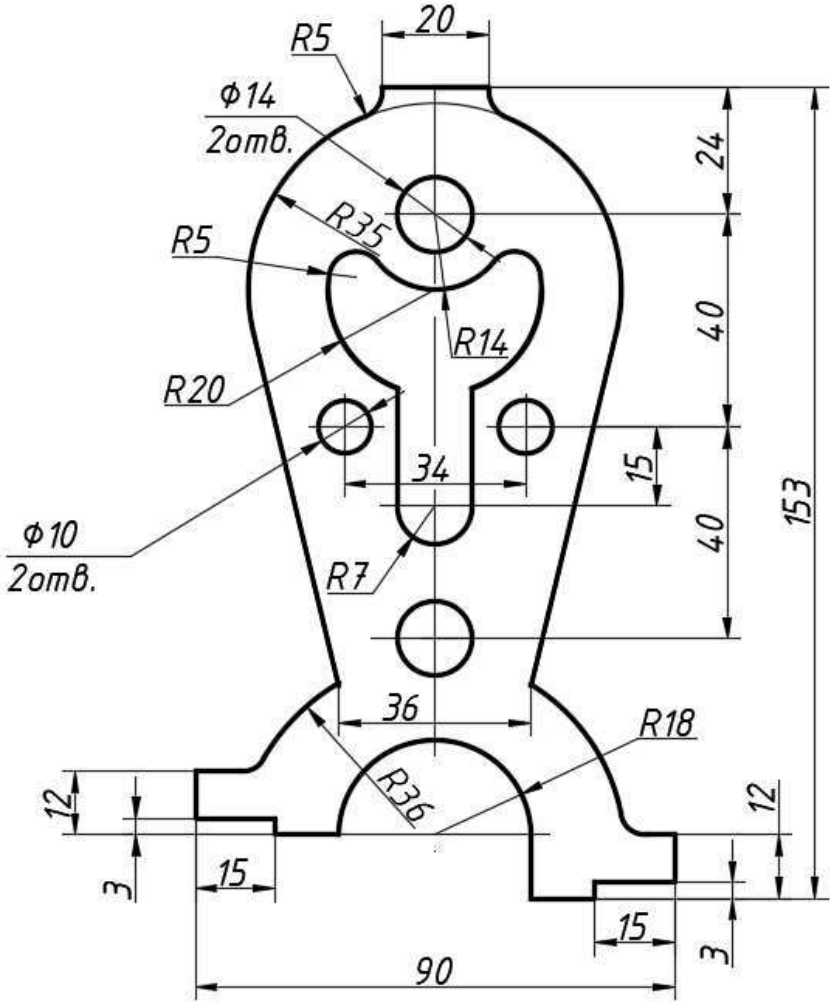
Варіант 8



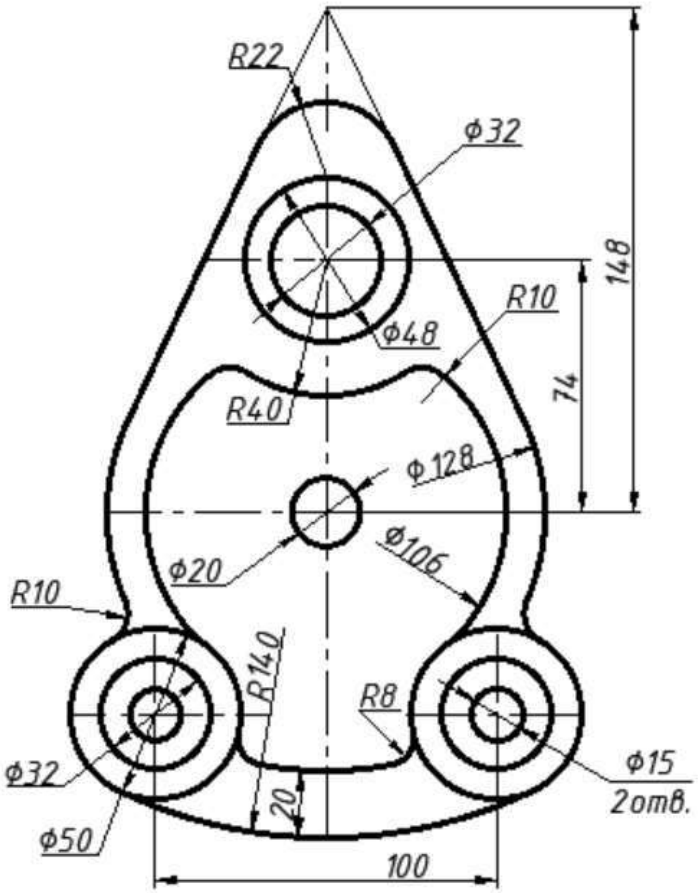
Варіант 9



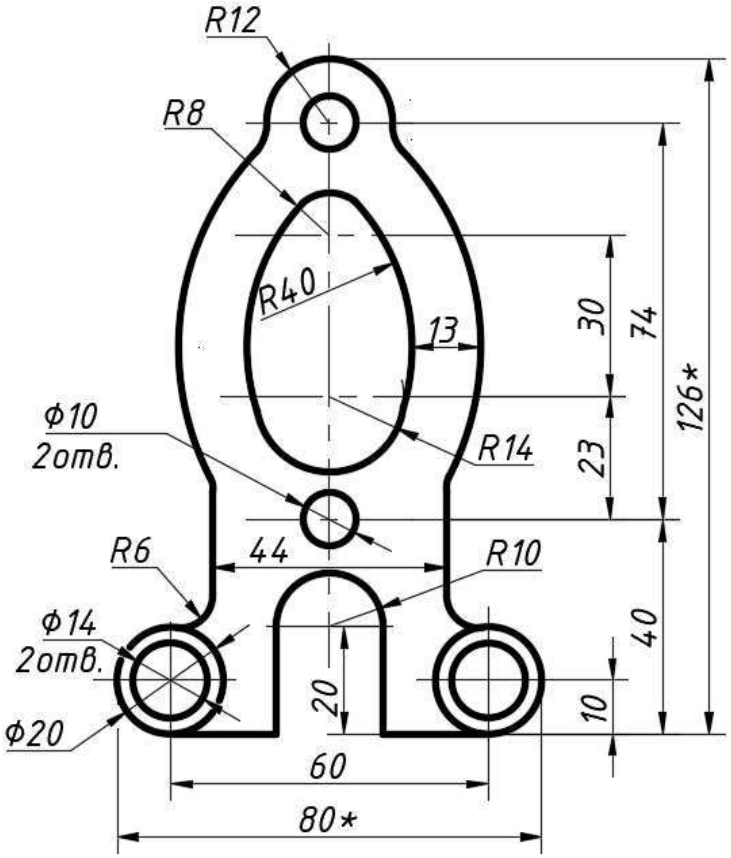
Варіант 10


20
R5
Ф14
2отв.
24
R35
R5
40
R14
R20
34
15
153
Ф10
2отв.
40
R7
36
R18
R36
12
12
3
15
15
3
90

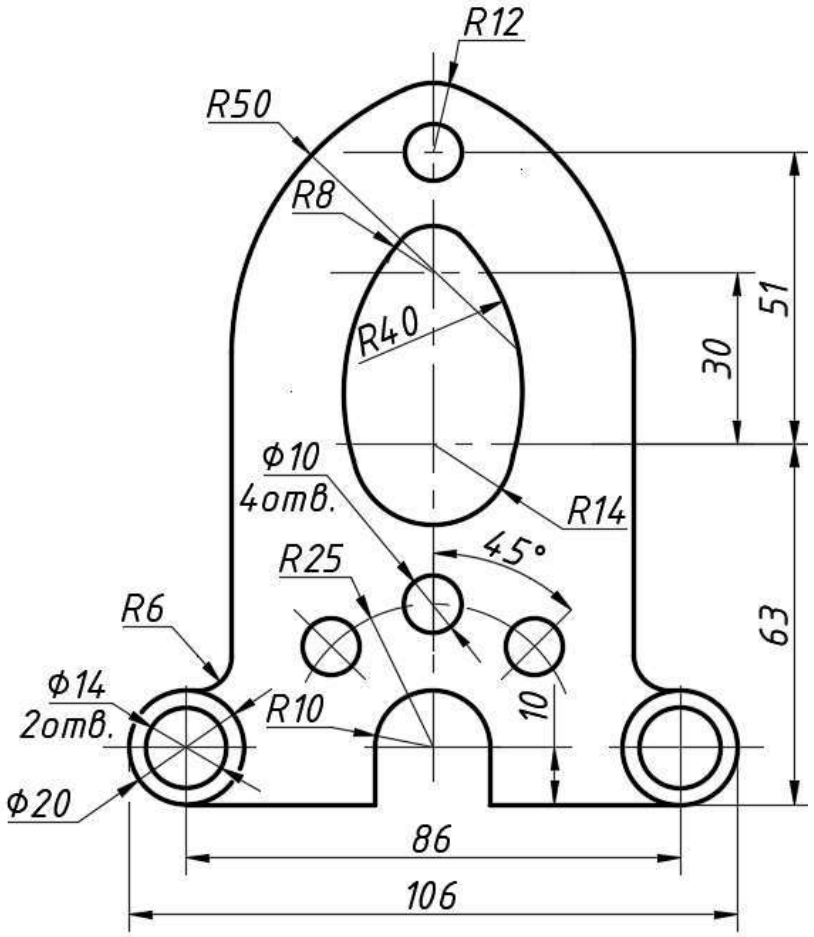
Варіант 11


R22
ϕ32
148
R10
ϕ48
74
R40
ϕ128
ϕ20
ϕ106
R10
R140
R8
ϕ32
ϕ15
2отв.
20
ϕ50
100

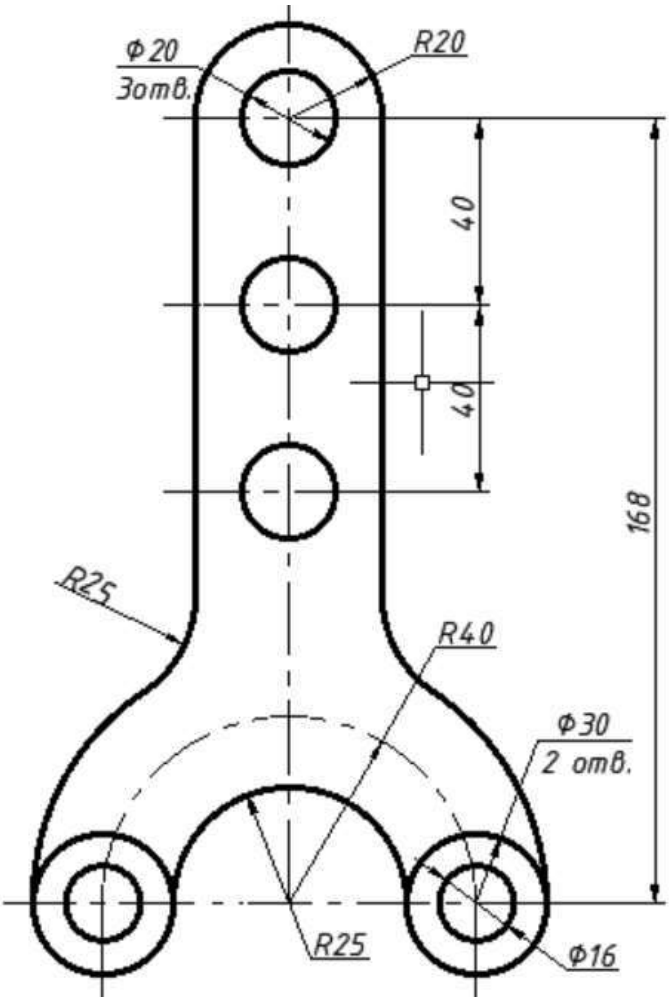
Варіант 12


R12
R8
R40
13
30
74
126*
Ф10
2отв.
R14
23
R6
44
R10
Ф14
2отв.
40
20
10
Ф20
60
80*

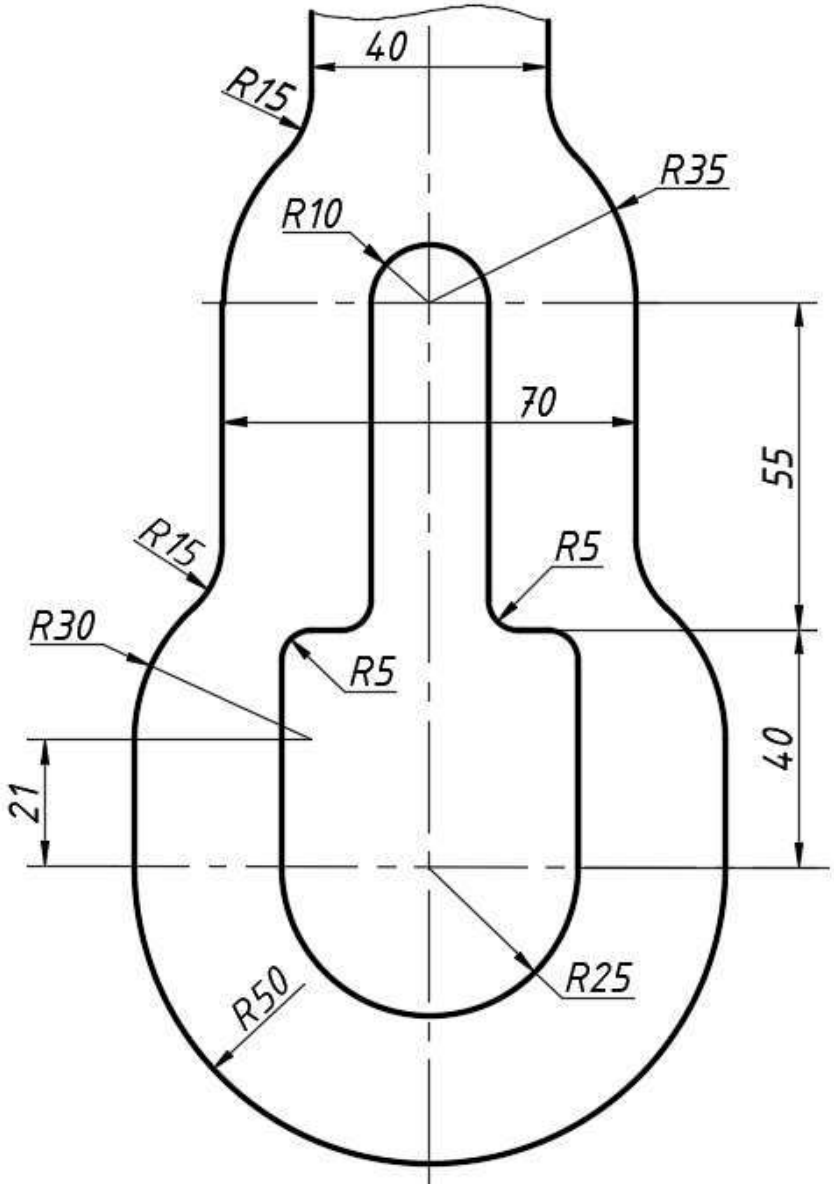
Варіант 13


R12
R50
R8
R40
51
30
Ф10
4отв.
R14
45°
R25
R6
63
Ф14
2отв.
R10
10
Ф20
86
106

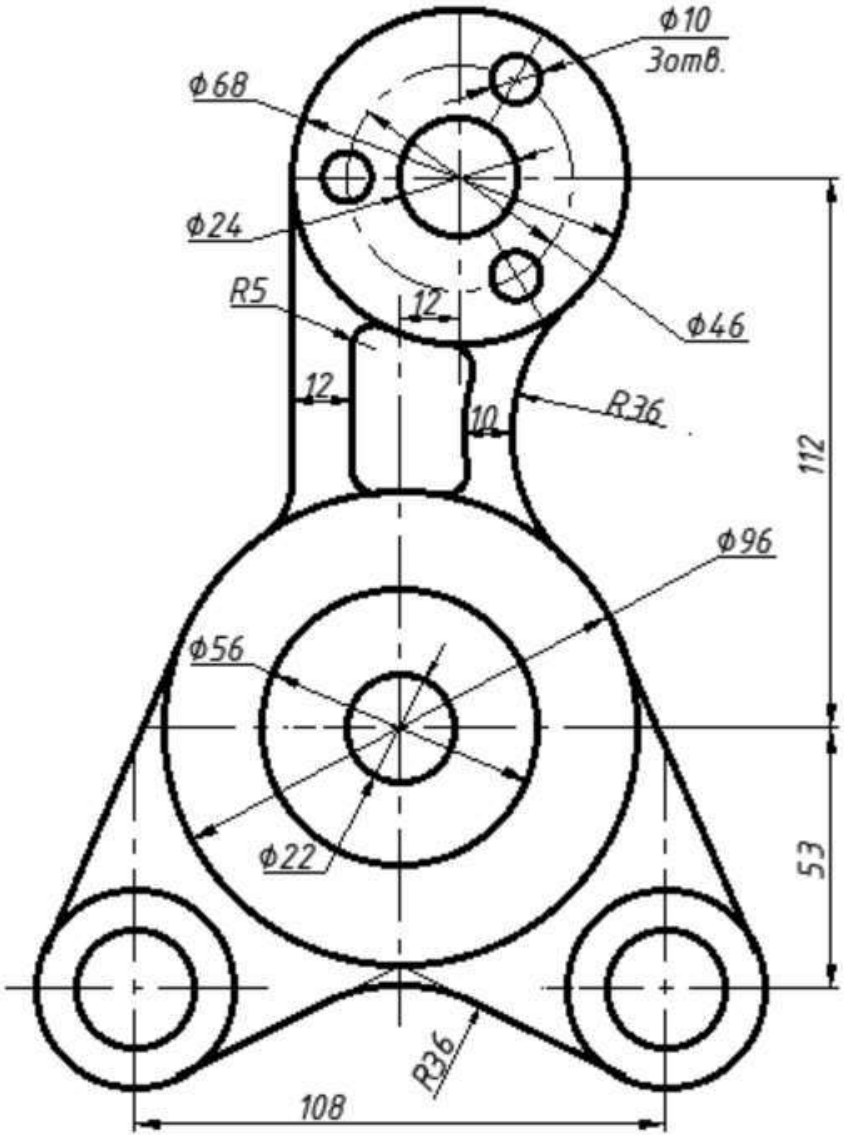
Варіант 14



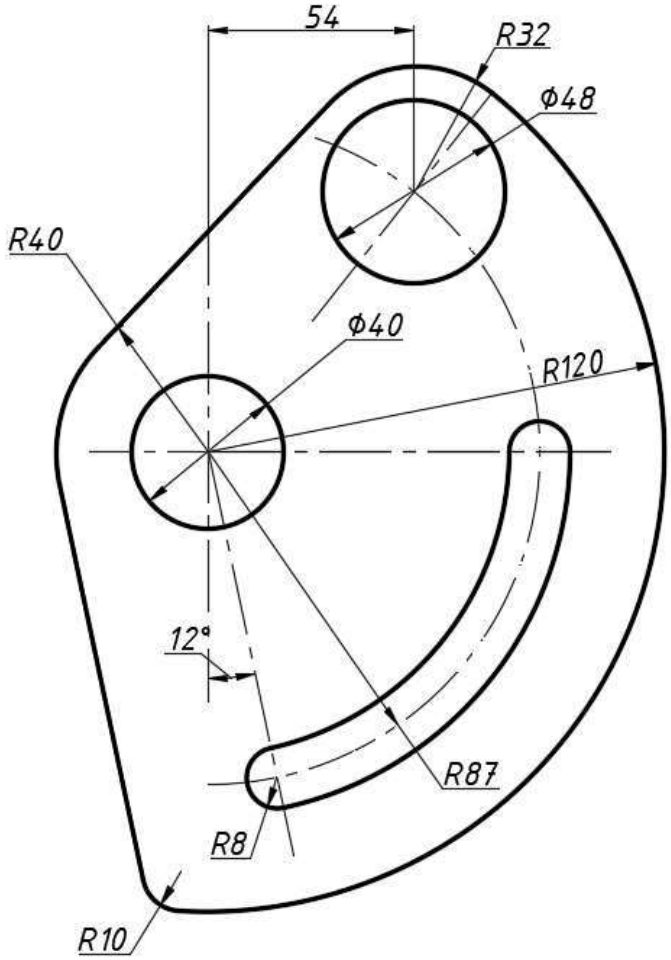
Варіант 15



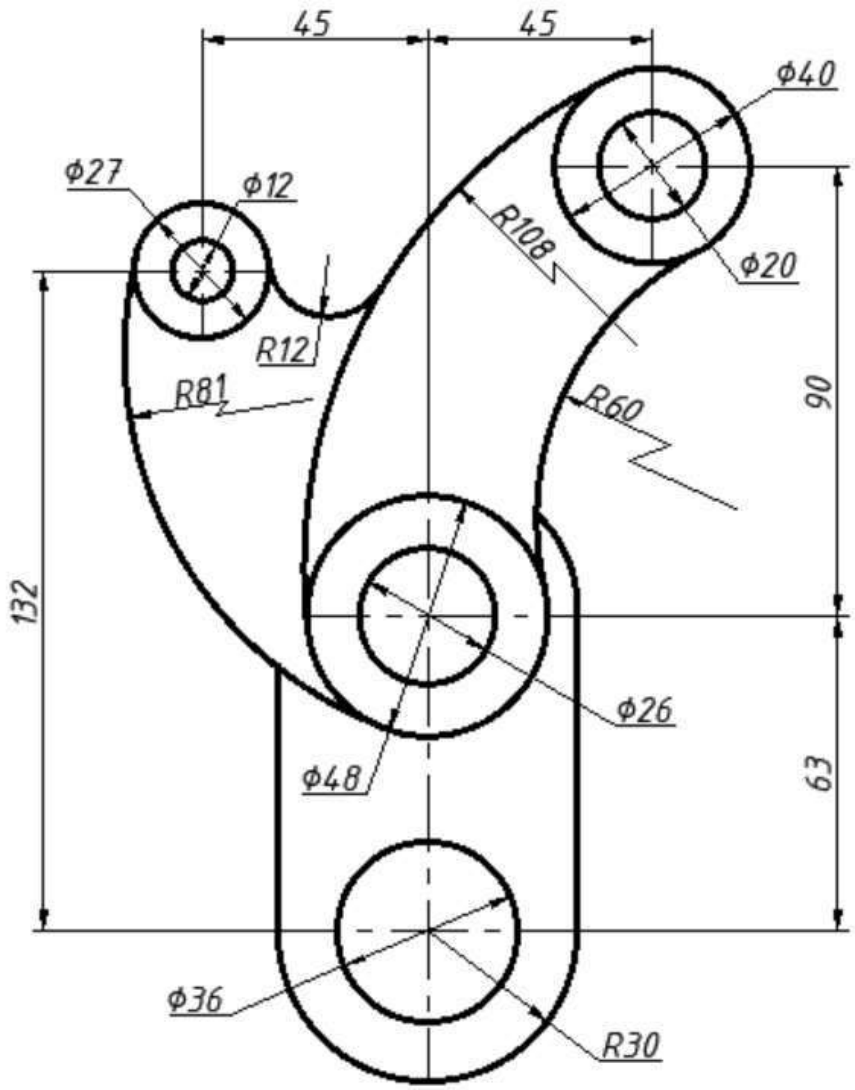
Варіант 16



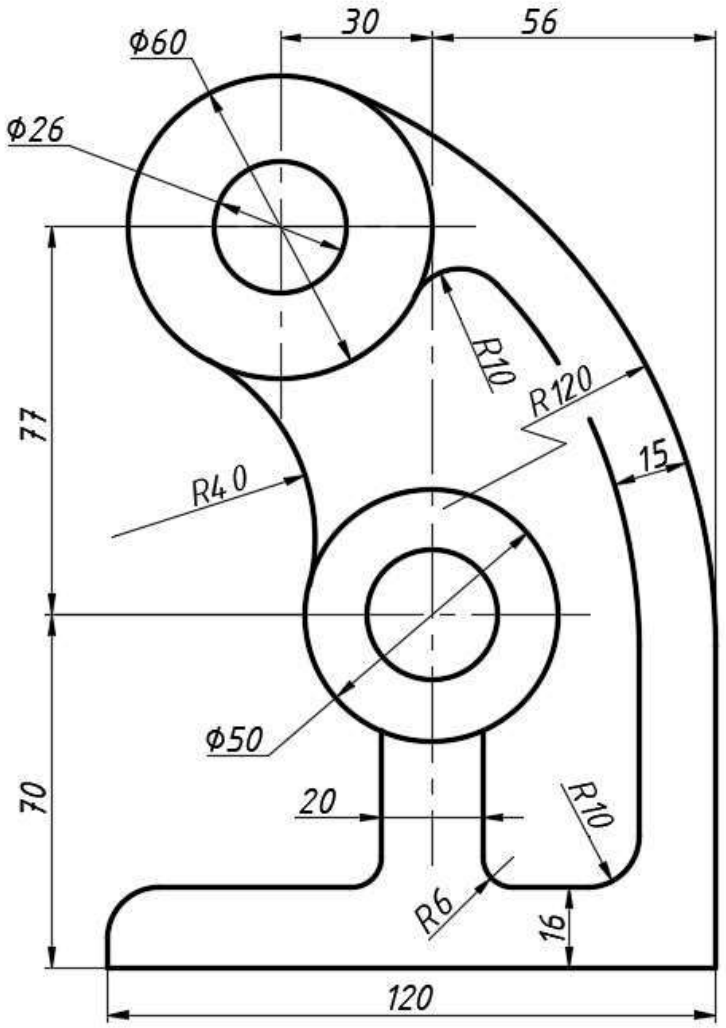
Варіант 17



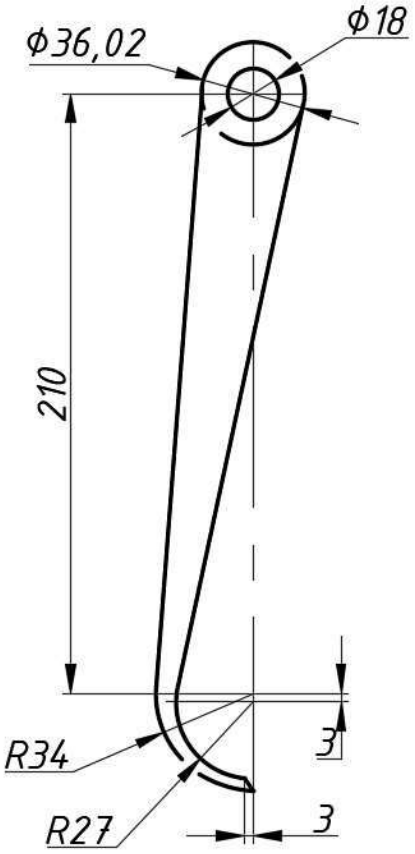
Варіант 18



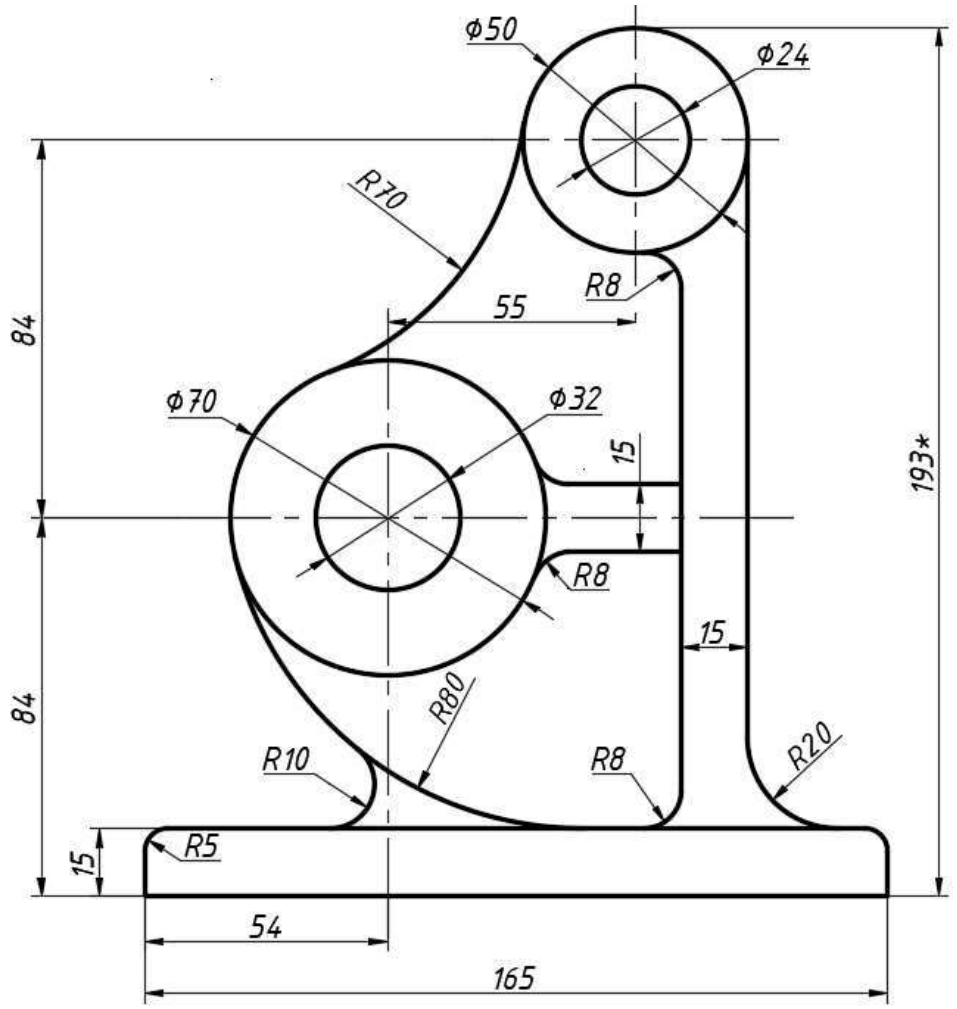
Варіант 19



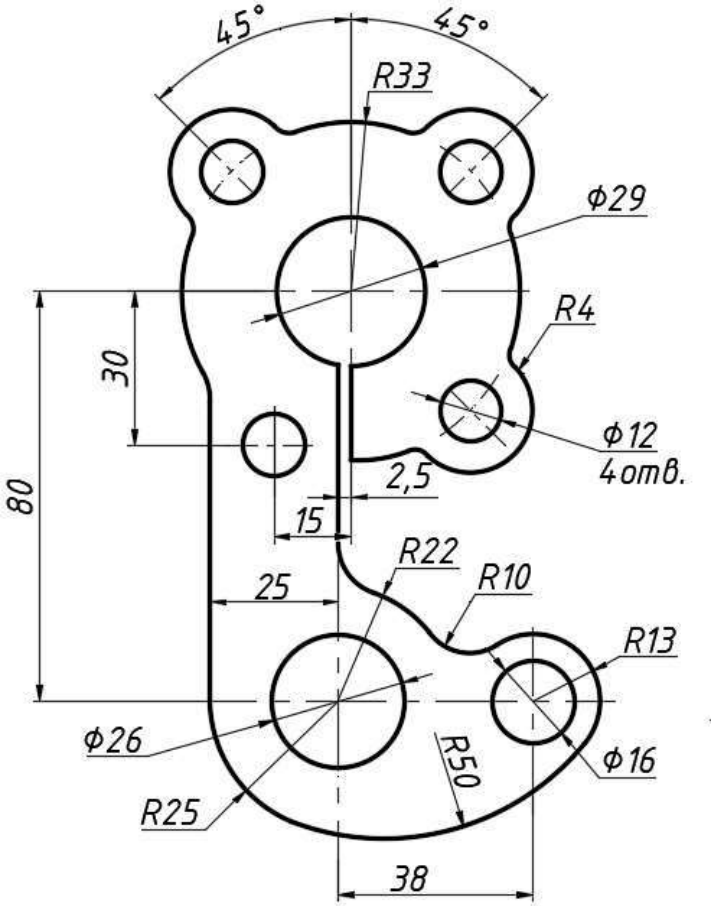
Варіант 20



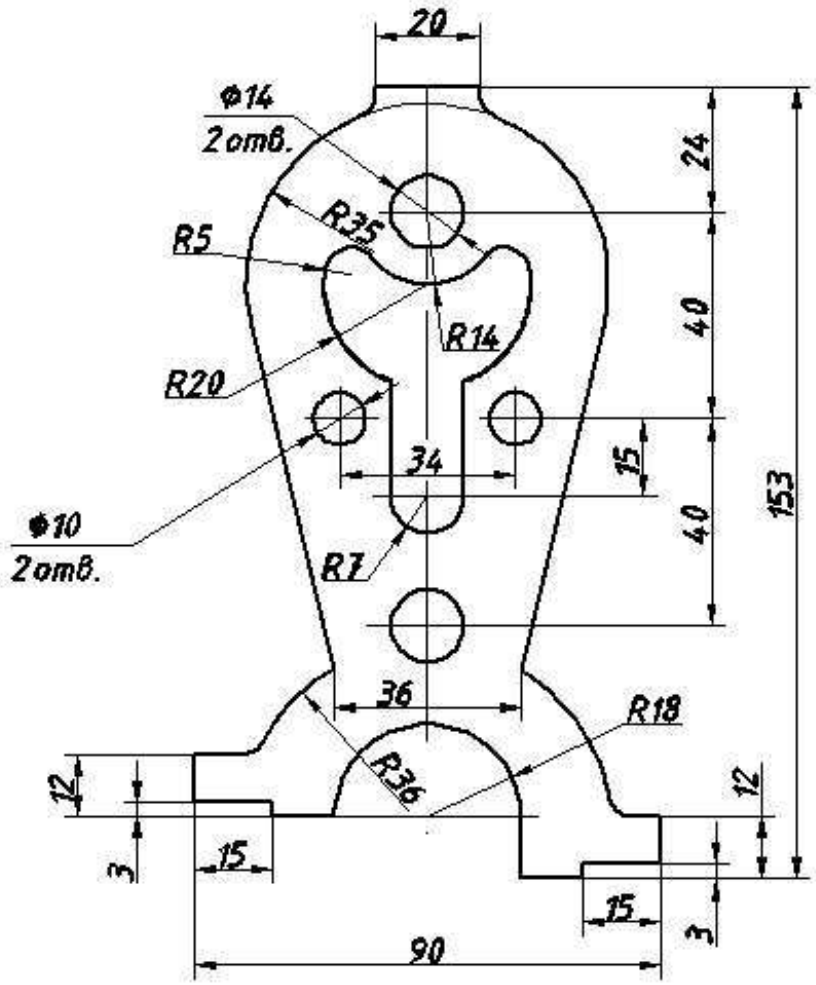
Варіант 21


Ф50
Ф24
R70
R8
55
84
Ф70
Ф32
15
193*
R8
15
84
R80
R10
R8
R20
15
R5
54
165

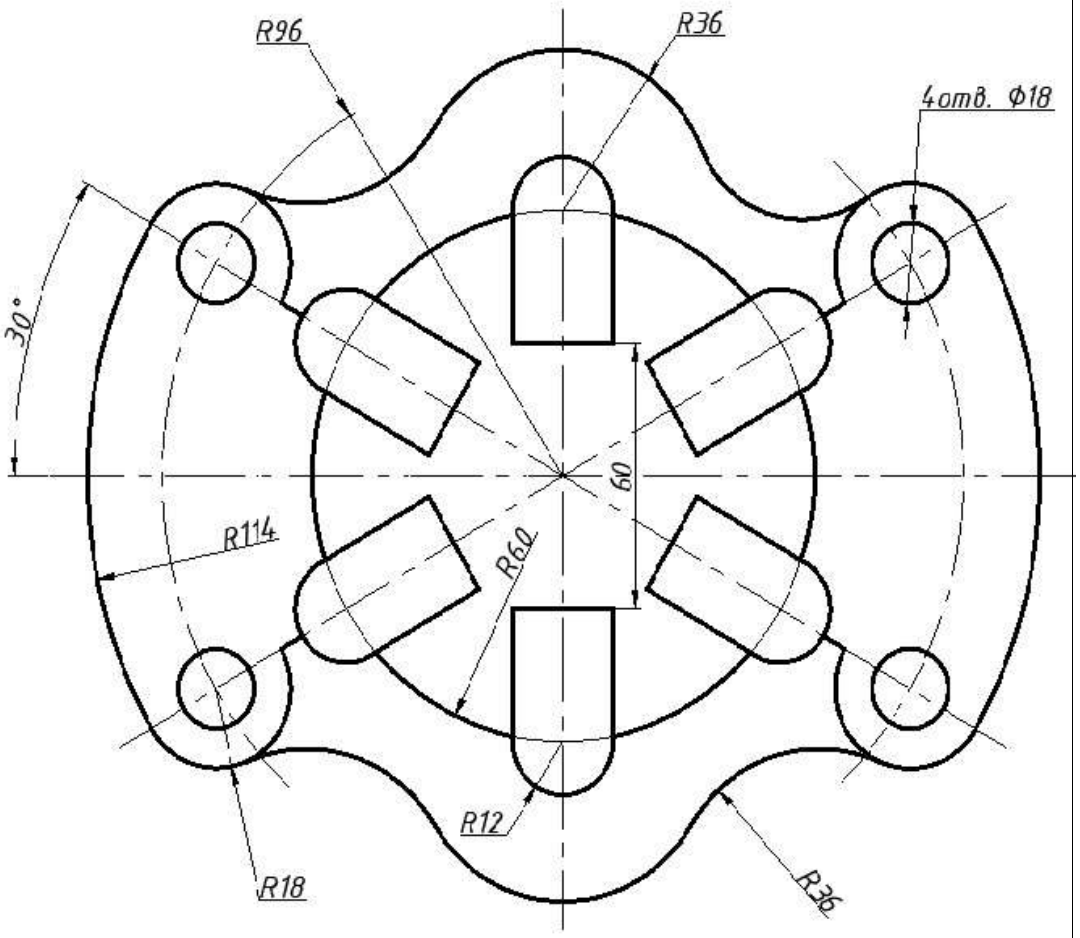
Варіант 22


45°
45°
R33
Ф29
R4
30
80
Ф12
4отв.
2,5
15
R22
R10
25
R13
Ф26
R50
Ф16
R25
38

Варіант 23


20
Ф14
2 отв.
R35
R5
R14
R20
24
40
15
40
153
34
Ф10
2 отв.
R7
36
R18
R36
12
3
15
12
15
3
90

Варіант 24



4. Проекційне креслення. Побудова видів та розрізів деталі. Виконання та редагування штриховки. Нанесення розмірів.

4.1. Засоби виконання побудови зображень у проекційному зв'язку.

Проекційне креслення вимагає виконання побудови зображень у проекційному зв'язку. Для того, щоб забезпечити проекційний зв'язок, треба креслити всі три вигляди одночасно. AutoCAD дозволяє здійснювати проекційні побудови різними засобами.

Розглянемо засіб полярного та об'єктного відстеження.

Для виконання полярного та об'єктного відстеження треба ввімкнути допоміжні режими відстеження (PolarTracking, Osnap, Object Snap Tracking). Оскільки типів прив'язок багато, то слід вибрати тільки потрібні типи прив'язок. Під час побудови, прив'язки та режими відстеження іноді ускладнюють роботу, тоді їх слід вимикати, а потім, за необхідністю, знову вмикати. Для побудови третьої проекції необхідно накреслити допоміжну лінію (стала кресленика) під < -45^0 до горизонталі на допоміжному шарі (щоб мати можливість його вимикати). Для того, щоб лінія проекційного зв'язку могла змінити напрямок під кутом 90^0, треба використовувати прив'язку - Temporary track point. При виборі цього типу прив'язки створюється тимчасова точка, через яку буде проходити вектор вирівнювання, що генерується в режимі PolarTracking. Вікно, де знаходиться прив'язка, можна відкрити одночасним натисненням кнопки Shift+права кнопка миші. Крім того, визвати прив'язку можна набравши з клавіатури tt.

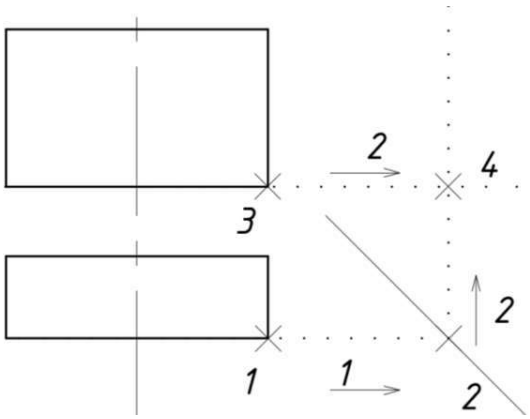


Рис.4.1

Спочатку (стрілка 1) відстежується т.1 (набираємо tt з клавіатури) до перетину з сталою креслення т.2 (рис.4.1). Коли з'явиться маркер у вигляді хрестика, натискаємо ліву кнопку миші. Лінія вирівнювання змінює напрям на вертикальний (стрілка 2). Повертаємося курсором у т.3 і починаємо переміщувати його вправо. З'явиться горизонтальна лінія вирівнювання від т.3 (стрілка 2). На перетині цієї лінії та отриманої раніше вертикальної лінії від т.2 фіксуємо т.4.

Таким чином креслимо вид зліва.

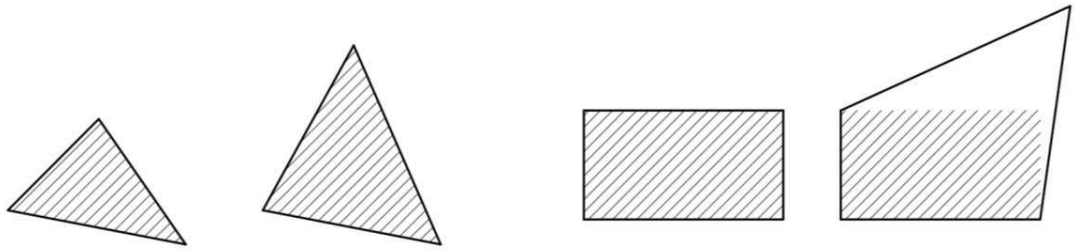
В випадках, коли точки знаходяться занадто близько для відстеження, використовують команду CONSTRUCTION LINE. В цьому випадку лінії треба розташовувати на допоміжному шарі.

4.2. Команди побудови графічних об'єктів

4.2.1. **Команда креслення HATCH.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда HATCH.

Команда призначена для нанесення штриховки всередині замкнутого контуру. Команда починає роботу з обчислення межі області штриховки на основі об'єктів, що утворюють замкнутий контур. Після цього виконується штрихування області, обмеженої цим контуром. Штриховки можуть бути асоціативними (тобто такими, що відслідковують усі модифікації контуру, рис.4.2а) або неасоціативними рис.4.2б (такими що не змінюються при модифікації контуру).



а б

Рис.4.2

Для створення штрихування в AutoCAD з'являється тимчасова вкладка "Hatch Creation (Створення штрихування)" рис.4.3.

Рис.4.3

- Закладка BUNDARIES (контур).

Кнопка - Pick Points – забезпечує автоматичне створення контуру штриховки з об’єктів, що утворюють замкнену область навколо вказаної точки.

Кнопка - Select – забезпечує визначення контуру штриховки на основі вибраних об’єктів. Цей метод є ефективним для простих областей, що визначаються одним замкненим об’єктом.

- Закладка PATTERN (зразок)

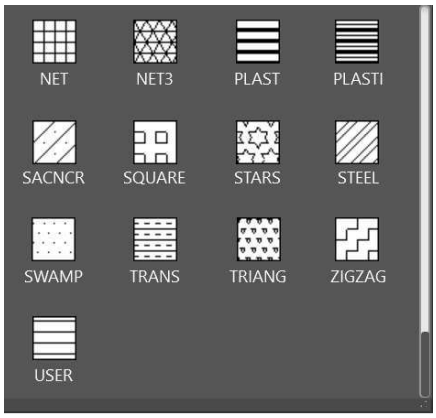


Рис4.4

Відображаються слайди рис.4.4, на яких показано графічну структуру стандартного зразка штриховки. Це дозволяє наочно вибрати потрібний зразок штрихування.

- Закладка PROPERTIES (Властивості)

Angle (кут нахилу) – маємо можливість змінити кут нахилу штриховки до осі X поточної системи координат

Кнопка - змінює масштаб для вибраного зразка штриховки

- Закладка OPTIONS (опції)

Кнопка Associative - вмикає та вимикає асоціативність штриховки (рис.4.2)

Кнопка Match Properties - копіює властивості. Забезпечує штрихування вибраних контурів на основі параметрів наявної у кресленні штриховки.

4.2.2 Команда креслення RECTANGLE..

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда RECTANGLE.

Команда будує прямокутну полілінію, використовуючи вказані параметри прямокутника (довжина, ширина, кут повороту) і тип кутів (спряження, фаска або прямій).

Відображаються наступні запити.

Поточні налаштування: Поворот = 0

Command: _rectang

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width:- вказується точка;

Команда надає користувачеві ряд опцій , що забезпечує різні засоби побудови.

Опції: first corner point – точка першого кута

other corner point – точка другого кута (рис.4.5а).

Area (площа) - створює прямокутник з використанням значень площі, а також значень довжини або ширини.

Dimensions (розміри)- побудова прямокутника по заданих значеннях довжини і ширини.

Rotation (поворот) – створює прямокутник під заданим кутом повороту (рис. 4.5б).

Chamfer (фаска) – дозволяє побудувати прямокутник з фасками. Треба задати розміри фаски (рис. 4.5в).

Elevation (рівень) – задає зміщення площини побудови прямокутника по осі Z (рис. 4.5ж).

Fillet (спряження) – дозволяє заокруглити кути прямокутника. Треба задати радіус заокруглення (рис. 4.5г).

Thickness (висота) – будує тривимірний об’єкт. Треба задати висоту для призми, основою якої буде прямокутник (рис. 4.5з).

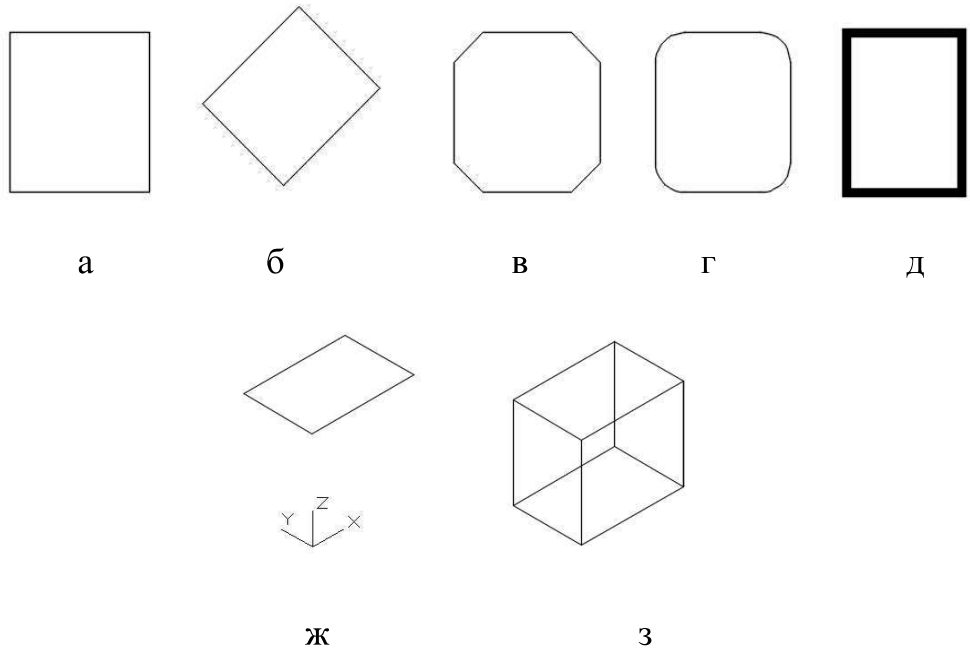


Рис. 4.5

`Width` (товщина) – будує прямокутник с заданою товщиною полілінії. Треба задати товщину лінії (рис. 4.5д).

4.2.2. **Команда креслення POLYGON.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда POLYGON.

Команда будує правильний багатокутник (полілінію) з числом сторін від 3 до 1024.

Команда реалізує 3 способи побудови багатокутника залежно від вибору і поєднання опцій. Серед них: побудова багатокутника вписаного в певне коло, побудова багатокутника описаного навколо певного кола, за стороною багатокутника.

Відображаються наступні запити.

`Command: _polygon Enter number of sides <4>:` - вказати кількість кутів;

`Specify center of polygon or [Edge]:`

Команда надає користувачеві ряд опцій , що забезпечує різні засоби побудови.

Опції: `number of sides` – вказати кількість сторін;

`Center of polygon` – вказати центр багатокутника;

`Inscribed in circle` – вписаний в коло;

`Circumscribed about circle` – описаний навколо кола;

`Edge` – дозволяє побудувати багатокутник за положенням однієї з його сторін шляхом задання її початкової та кінцевої точок. Будується проти годинникової стрілки.

`Radius of circle` – задається радіус вписаного або описаного кола.

Примітка.

Зверніть увагу, що при запиті радіуса кола, вписаного у багатокутник або описаного навколо багатокутника, відображається ескіз багатокутника. Ескіз багатокутника обертається навколо центральної точки слідом за курсором. Можна вказати місце (орієнтацію в просторі) розташування багатокутника до його побудови. Якщо ввести значення радіуса, то багатокутник розташовується таким чином, що орієнтація нижньої сторони збігається з напрямом осі X.

4.2.3. **Команда креслення ELLIPSE.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів ▸ DRAW ▸ команда ELLIPSE.

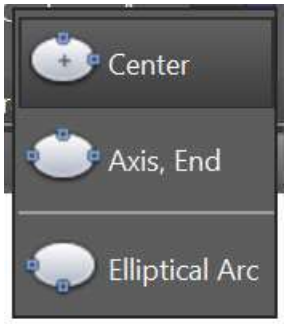


Рис.4.6

Команда призначена для побудови еліпсів та еліптичних дуг. Команда реалізує 3 способи побудови еліпсів залежно від вибору і поєднання опцій (див. рис.4.6). Серед них:

- Center - вказуються центр та кінцеві точки осей,
- Axis, End – вказується перша вісь еліпса двома її кінцевими точками. Після того, як буде задана кінцева точка осі еліпса, з'явиться запит на другу кінцеву точку цієї осі. Далі потрібно визначити другу вісь еліпса. За замовчуванням друга вісь задається відстанню, що становить половину її довжини;

- Arc – дозволяє побудувати еліптичну дугу. У разі вибору цієї опції з'явиться запит на побудову повного еліпса. Після цього - запити на визначення початкового та кінцевого кутів дуги.
- Опція Rotation - дозволяє будувати еліпс як проекцію кола на площину, що обертається навколо діаметра, визначеного заданими перед цим точками.

4.3. Команди редагування об'єктів

4.3.1. **Команда редагування MIRROR.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда MIRROR.

Команда створює дзеркальне відображення існуючих на кресленні об'єктів відносно заданої осі симетрії (рис.4.7). При цьому оригінали зображення можна зберегти або видалити.

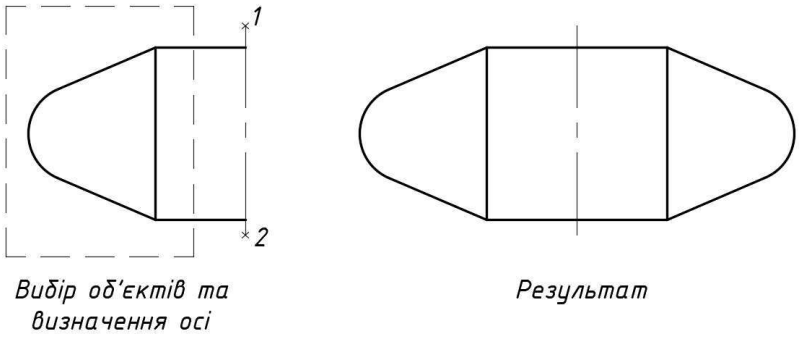


Рис.4.7

Після запуску команди та вибору об'єктів виводиться запит на першу та другу точки, які визначають вісь відображення. Далі запитується, видалити чи ні об'єкти –оригінали (Yes - видалити об'єкти пропонується за замовчуванням. Щоб прийняти цю опцію, достатньо натиснути Enter).

4.3.2. **Команда редагування STRETCH.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда STRETCH.

Команда використовується для розтягування об'єкта шляхом переміщення його частини рис. 4.8.

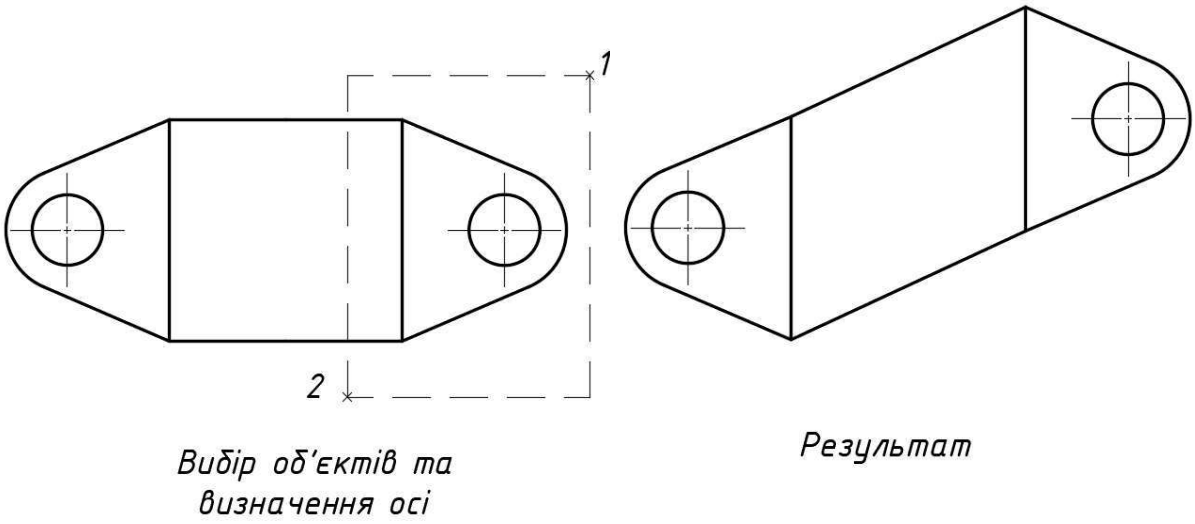


Рис. 4.8

Після запуску команди виводиться запит на вибір об'єктів для розтягування. Вибір дозволяється здійснювати тільки січною рамкою. При цьому слід мати на увазі, що розтягуються об'єкти, у яких хоча б одна вершина або кінцева точка потрапили в середину січної рамки. Об'єкти, повністю охопленні рамкою, переміщуються без змін їхніх розмірів. Положення кінцевих точок та вершин, що знаходяться поза рамкою, залишається незмінним.

4.3.3. **Команда редагування SCALE.**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ команда SCALE.

Команда використовується для масштабування об'єктів. Після вибору об'єктів пропонується вказати базову точку, а потім коефіцієнт масштабування або вибір опції: Copy – забезпечує копію початкового об'єкта; Reference – дозволяє здійснювати масштабування за довжиною опорного відрізка рис.4.9.

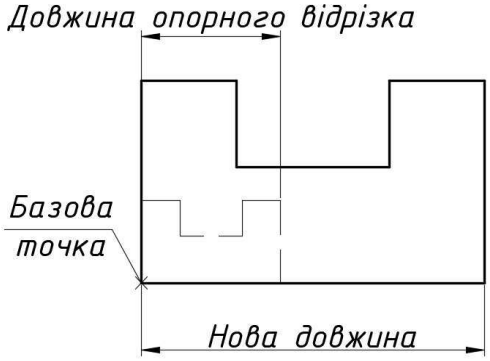


Рис.4.9

Запитання для самоперевірки

12. Якими режимами забезпечується проекційний зв’язок?
13. Чим відрізняються асоціативна та неасоціативна штриховки?
14. В якому випадку командою STRETCH переміщують об’єкти без змін їхніх розмірів?

4.4. Побудова проекційного кресленика

Виконати по аксонометрії (рис. 4.10) необхідні види та розрізи деталі. При побудові застосувати шари, полярне та об'єктне відстеження. Нанести розміри.

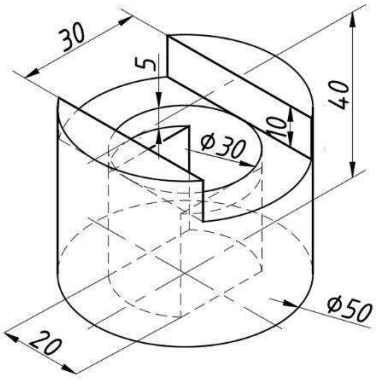
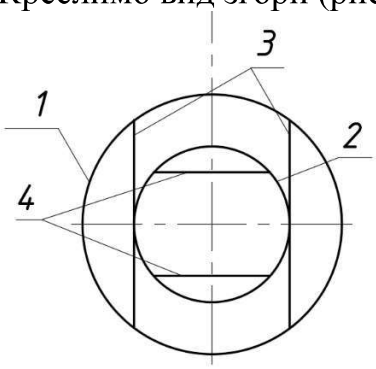


Рис.4.10

- Запустимо AutoCAD. Встановимо необхідні початкові налаштування: формат кресленика, одиниці вимірювання, шари (OSI, KONTUR, ROZMIR, HATCH, HELP), текстові та розмірні стилі.
- Виконання роботи починаємо з вибору головного виду. Головний вид – вид на паз (Рис. 4.10). Встановлюємо поточний шар OSI. Креслимо оси за допомогою команди XLine.
- Креслимо вид згори (рис. 4.11).



Командою CIRCLE креслимо коло 1 (діаметр 50) та коло 2 (діаметр 30) з центром у перетині осей. За допомогою команди OFFSET будуємо вертикальні (3) та горизонтальні (4) лінії відносно вертикальної та горизонтальної осей. Редагуємо командою TRIM.

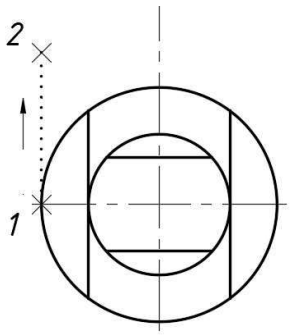
Рис.4.11

- Креслимо головний вид у проекційному зв'язку з виглядом згори.

Для спрощення виконання кресленика вмикаємо допоміжні режими креслення (PolarTracking, Osnap, Object Snap Tracking), які вмикаються\вимикаються кнопками розміщеними у статусному рядку).

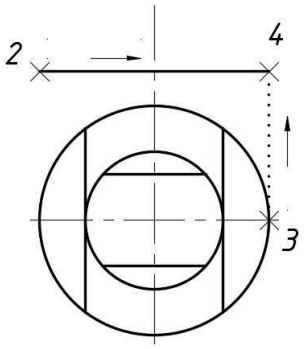
Вибираємо потрібні прив'язки: endpoint – кінцева точка, intersection – точка перетину двох об'єктів. Зайві прив'язки тільки ускладнять відстеження.

За допомогою команди Line креслимо контур основного виду.



Після вводу команди підводимо курсор до т.1 на виді згори та утримуємо до появи маркера прив'язки. Далі починаємо ввести курсор вгору. З'явиться тимчасова допоміжна нескінченна пряма, яка відстежує точку 1 об'єкта (рис.4.12). Натиснувши ліву клавішу миші, отримуємо на цій прямій точку 2.

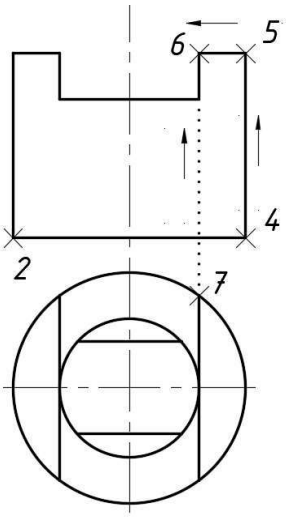
Рис.4.12



Далі (рис.4.13) відводимо від т.2 курсор вправо і після появи лінії вирівнювання підводимо курсор до т.3. Коли з'явиться маркер прив'язки, починаємо вести курсор вгору. Продовжуємо до того моменту, коли лінії вирівнювання від точок 2 та 3 перетнуться в в т.4 натискаємо ліву кнопку миші.

і

Рис.4.13



Вказуємо вертикальний напрямок та креслимо вертикальний відрізок від точки 4 до точки 5 (рис.4.14). Далі відводимо курсор від т.5 вліво, коли з'явиться лінія вирівнювання підводимо курсор до т.7. Після появи маркера прив'язки, починаємо вести курсор вгору. Ввдемо його до моменту, коли лінії вирівнювання від точок 7 та 5 перетнуться в т.6 та натискаємо ліву клавішу миші. Таким самим чином знаходимо точки для побудови решти прямих.

Рис.4.14

Знаходимо лінії внутрішнього контуру. Точку 9 відстежуємо від т.8.

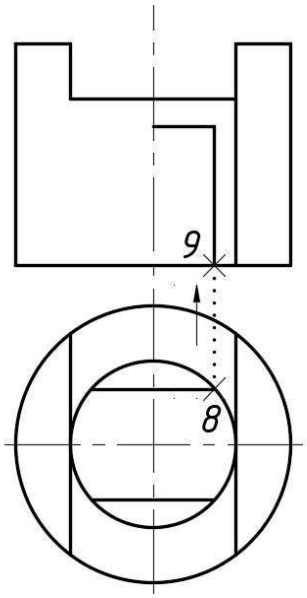


Рис.4.15

- Побудови вигляду зліва.

Для побудови виду зліва треба побудувати сталу кресленика (рис.4.16). Побудову сталої кресленика рекомендується розміщувати на шарі HELP, який можна вимикати, коли стала кресленика буде заважати побудовам, або буде непотрібна.

При побудові сталої кресленика використовуємо команду Line. Визначаємо т.1, якомога ближче до побудованих проекцій і, при включеному режимі кутової прив'язки, проводимо лінію під кутом -45. Через точку перетину горизонтальної осі симетрії вида згори та сталої кресленика проводимо вертикальну вісь симетрії для вида зліва, зробивши поточним шар OSI.

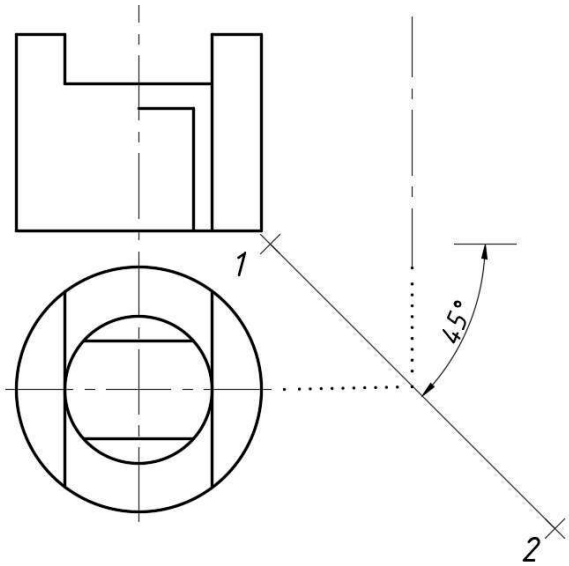


Рис.4.16

Побудову вигляду зліва починаємо з побудови зовнішнього контуру.

Перед початком треба перевірити прив'язки. У нашому випадку будуть потрібні прив'язки endpoint , intersection, quadrant.

Після вводу команди Line відстежуємо т.1 горизонтальною лінією вирівнювання у напрямку сталої кресленика (рис.4.17). З клавіатури вводимо

tt, або іншім чином (з меню чи панелі інструментів) вказуємо прив'язку temporary track point (тимчасова точка відстеження).

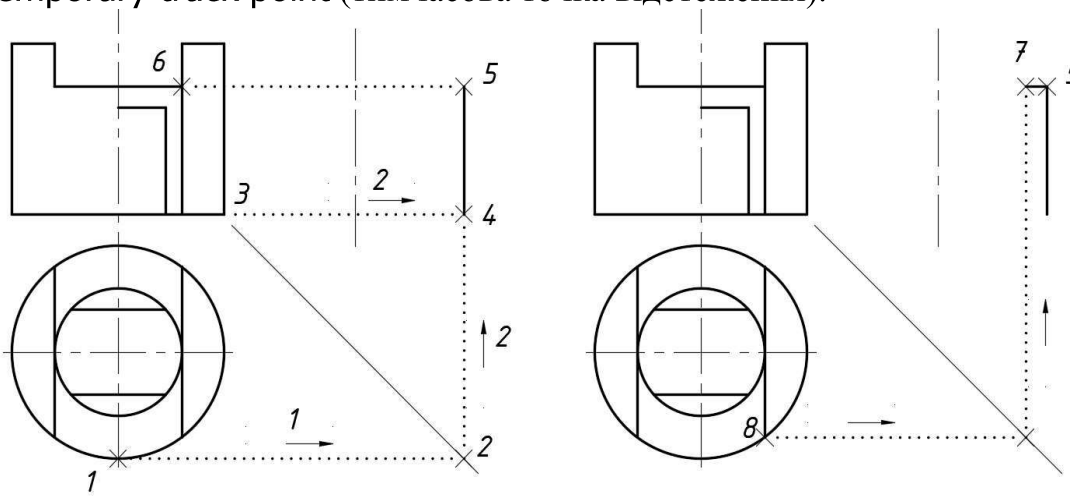


Рис.4.17

Коли курсор досягне сталої кресленика у тимчасовій точці 2 (стрілка 1) та з'явиться маркер у вигляді маленького хрестика, натискаємо ліву кнопку миші. Лінія вирівнювання змінює напрям на вертикальний (стрілка 2). . Повертаємося курсором у т.3 і починаємо переміщувати його вправо. З'являється горизонтальна лінія вирівнювання від т.3 (стрілка 2). На перетині цієї лінії та отриманої раніше вертикальної лінії від т.2 фіксуємо т.4. Далі будуємо т.5, відстежуючи т.6. Побудувавши таким чином половину зображення віддзеркалимо його за допомогою команди MIRROR (див. розділ 4.3.1). Осьова лінія є лінія віддзеркалення (рис.4.18).

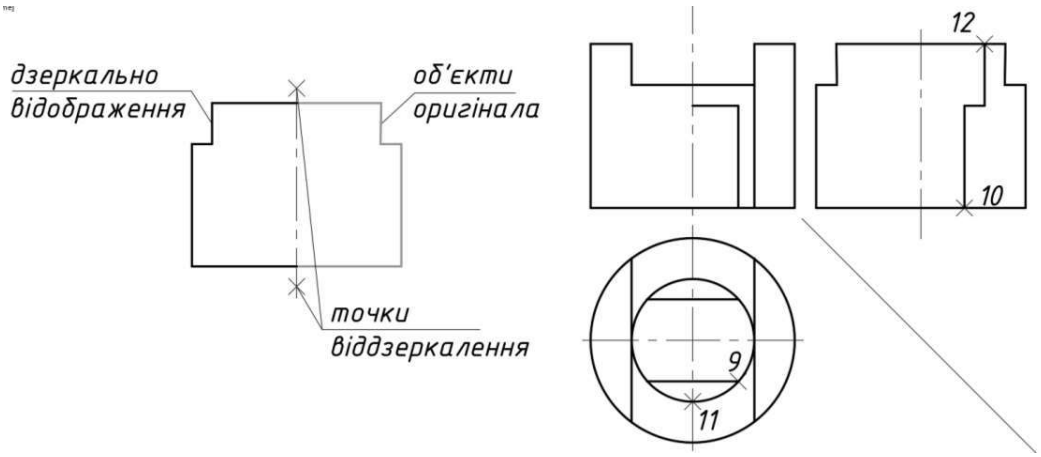


Рис 4.18

Побудова ліній внутрішнього контуру в частині, де буде зображено розріз, здійснюється аналогічно до побудови зовнішнього контуру (рис .4.18), тобто за

допомогою відстежування відповідних точок (т.10 за допомогою т.9, а т.12 за допомогою т.11).

- Виконуємо штриховку на зображенні розрізу.

Встановлюємо поточний шар HATCH.

Виконуємо штриховку на зображенні розрізу (див. розділ 4.2.1). Вказуємо область штриховки на головному виді (рис.4.19), створюємо потрібний стиль штриховки (вибираємо з стандартних зразків штриховку User), яка складається з горизонтальних ліній. Вказуємо кут 45^0, відстань між лініями штриховки 3мм. Якщо відстань буде занадто мала або велика, її требо буде редагувати.

Рекомендовано: Штриховку на різних зображеннях виконувати окремо, щоб легше було редагувати штриховку.

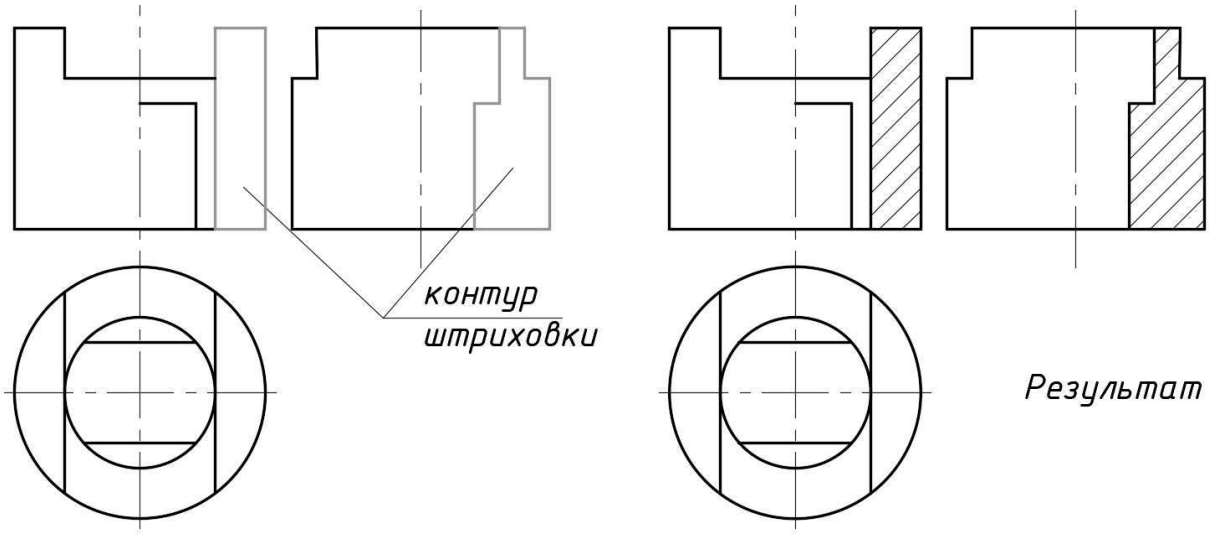


Рис.4.19

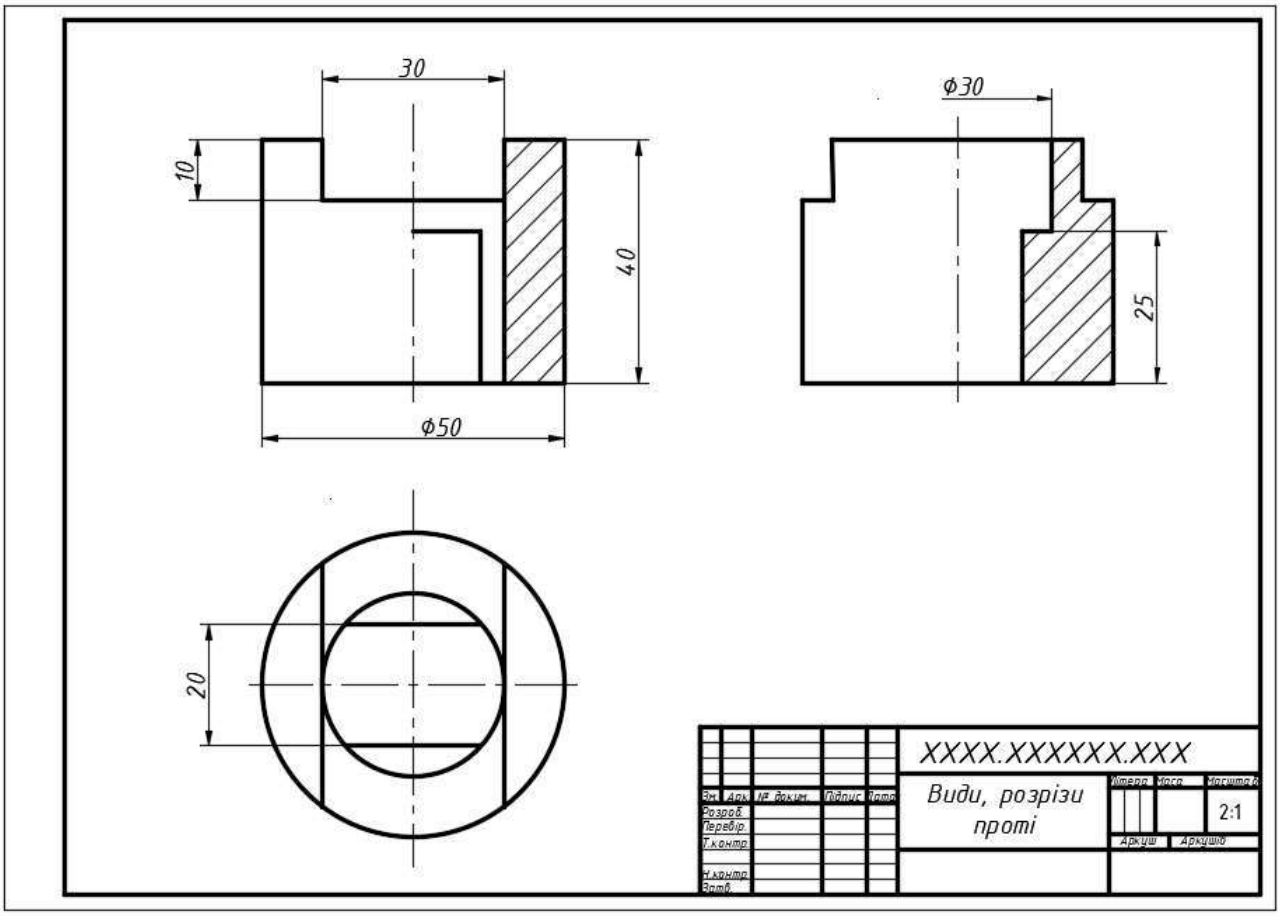


Рис.4.20

- Наносимо розміри.
- Оформлюємо основний напис кресленика (рис. 4.20).
- Зберігаємо кресленик командою SAVEAS, вказавши ім'я та шлях до файлу.

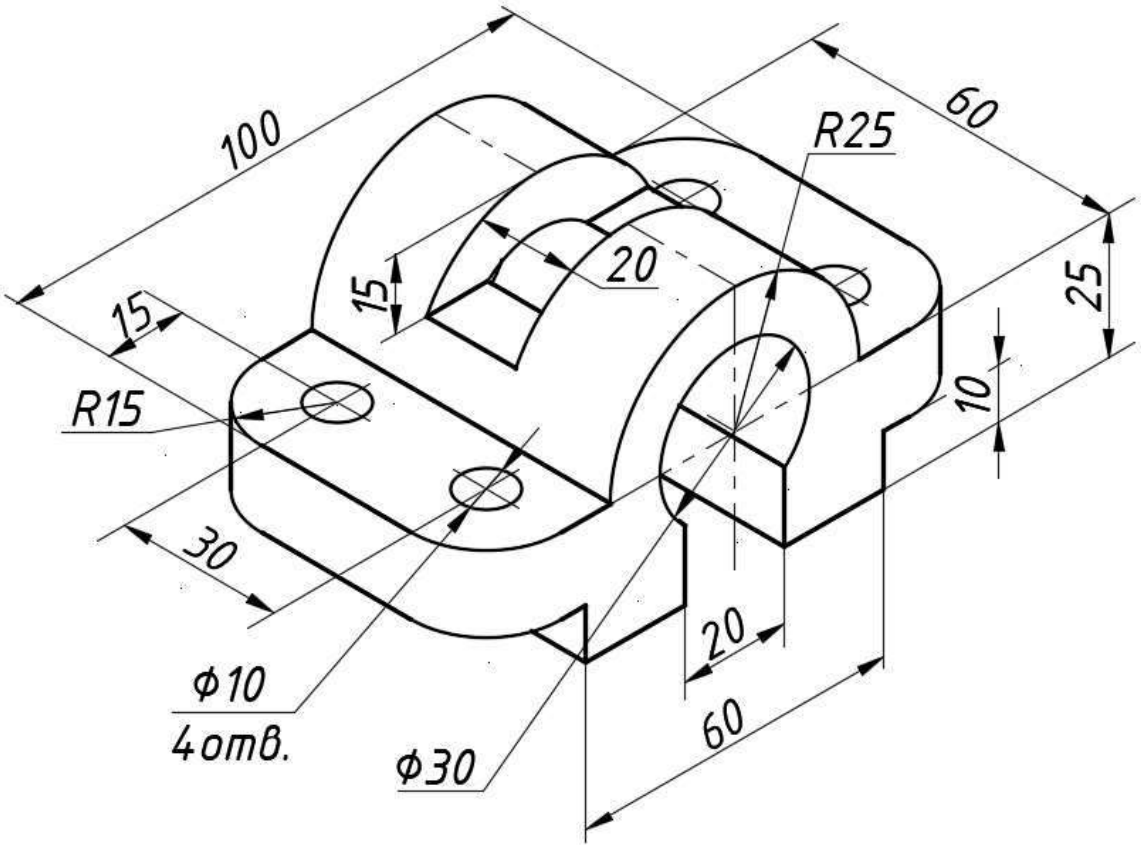
Закриваємо графічний редактор.

4.5. Вправи для самостійної роботи

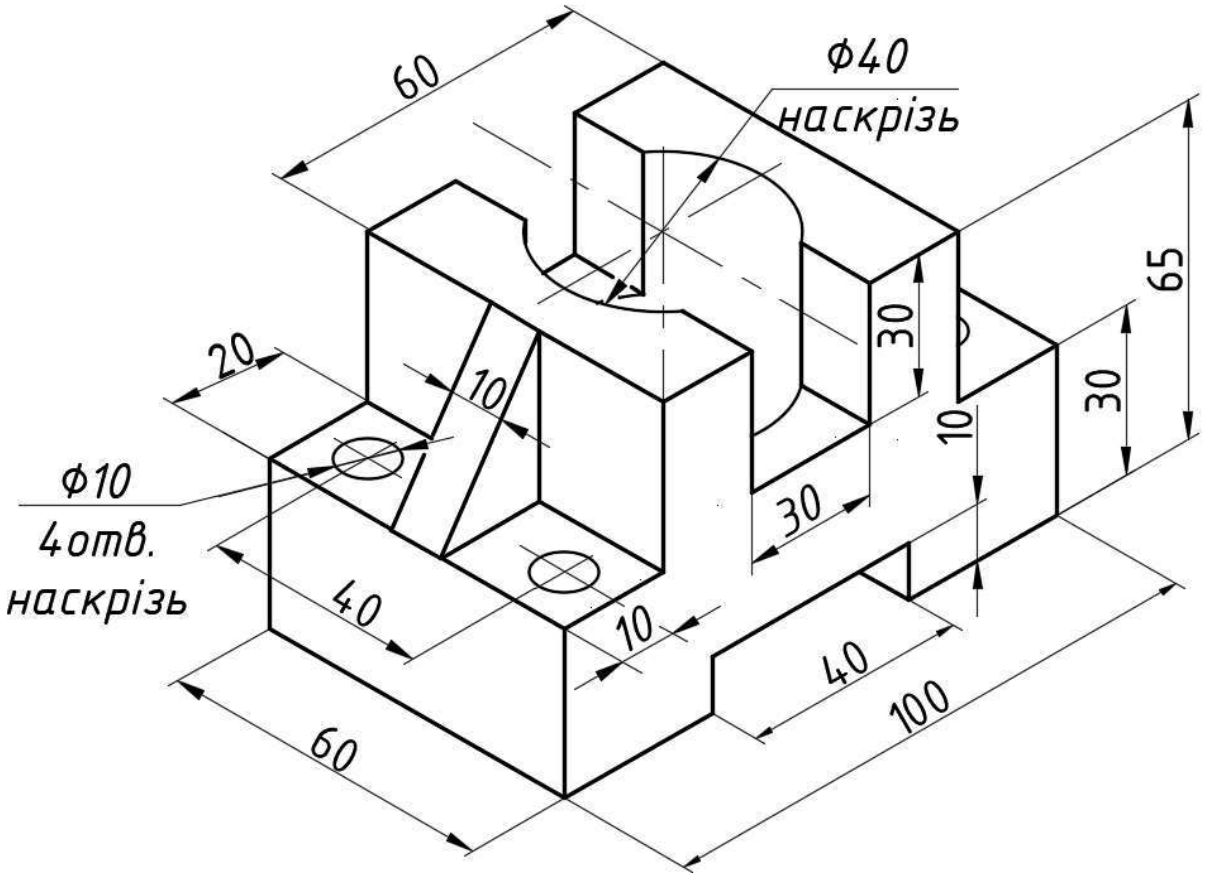
Виконати по аксонометрії необхідні види та розрізи деталі. При побудові застосувати шари, полярне та об’єктне відстеження.

Нанести розміри.

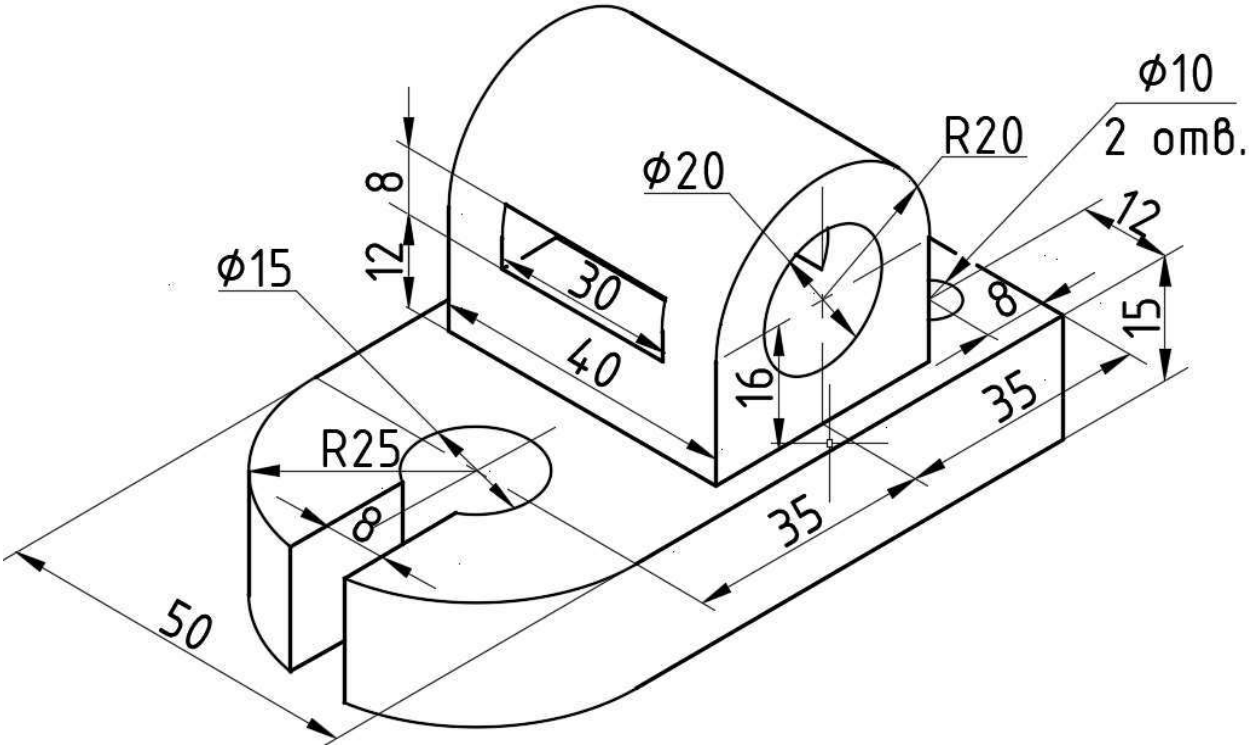
Варіант 1



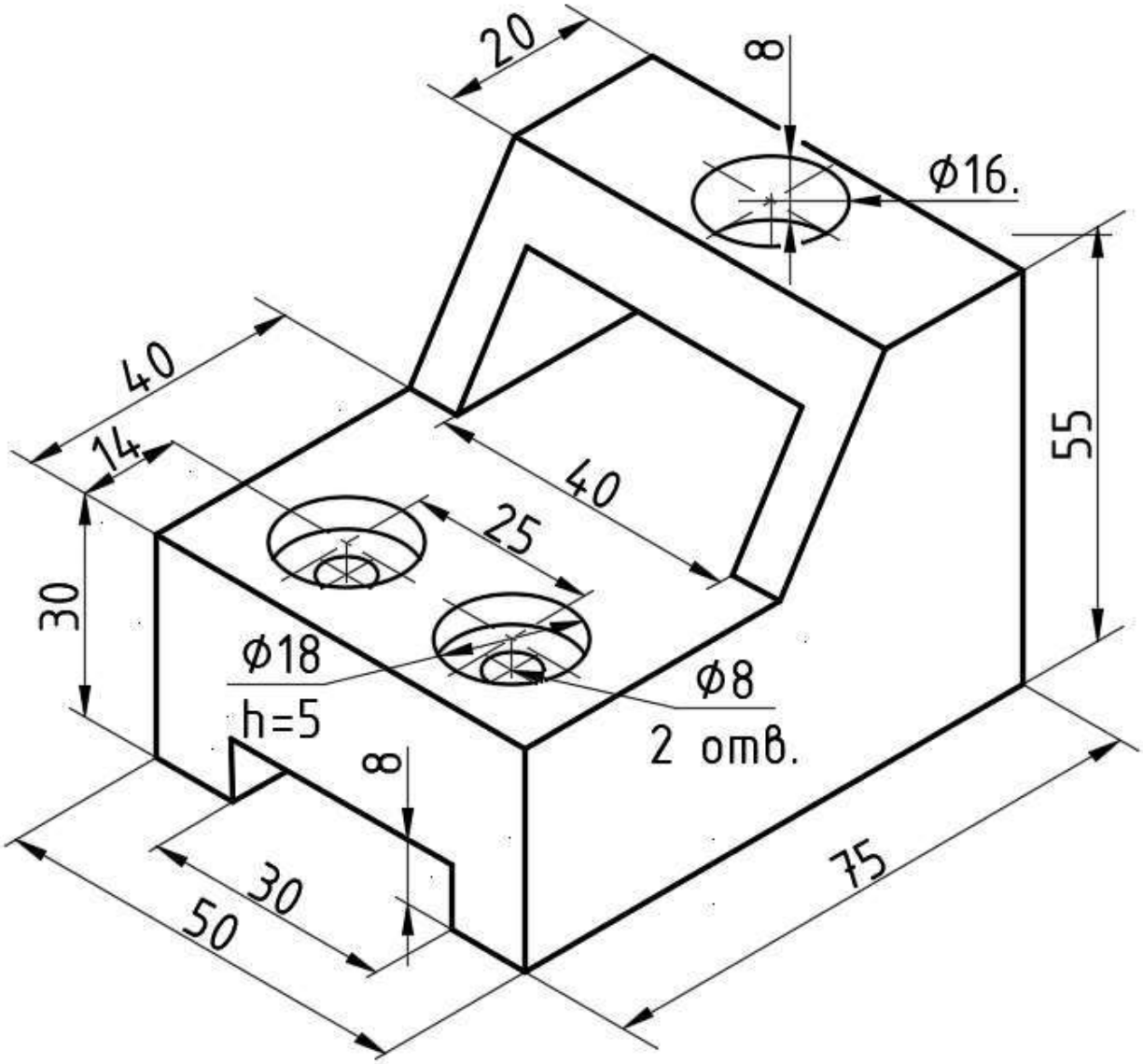
Варіант 2


60
Ф40
наскрізь
65
30
30
10
20
10
Ф10
4отв.
наскрізь
30
40
10
40
100
60

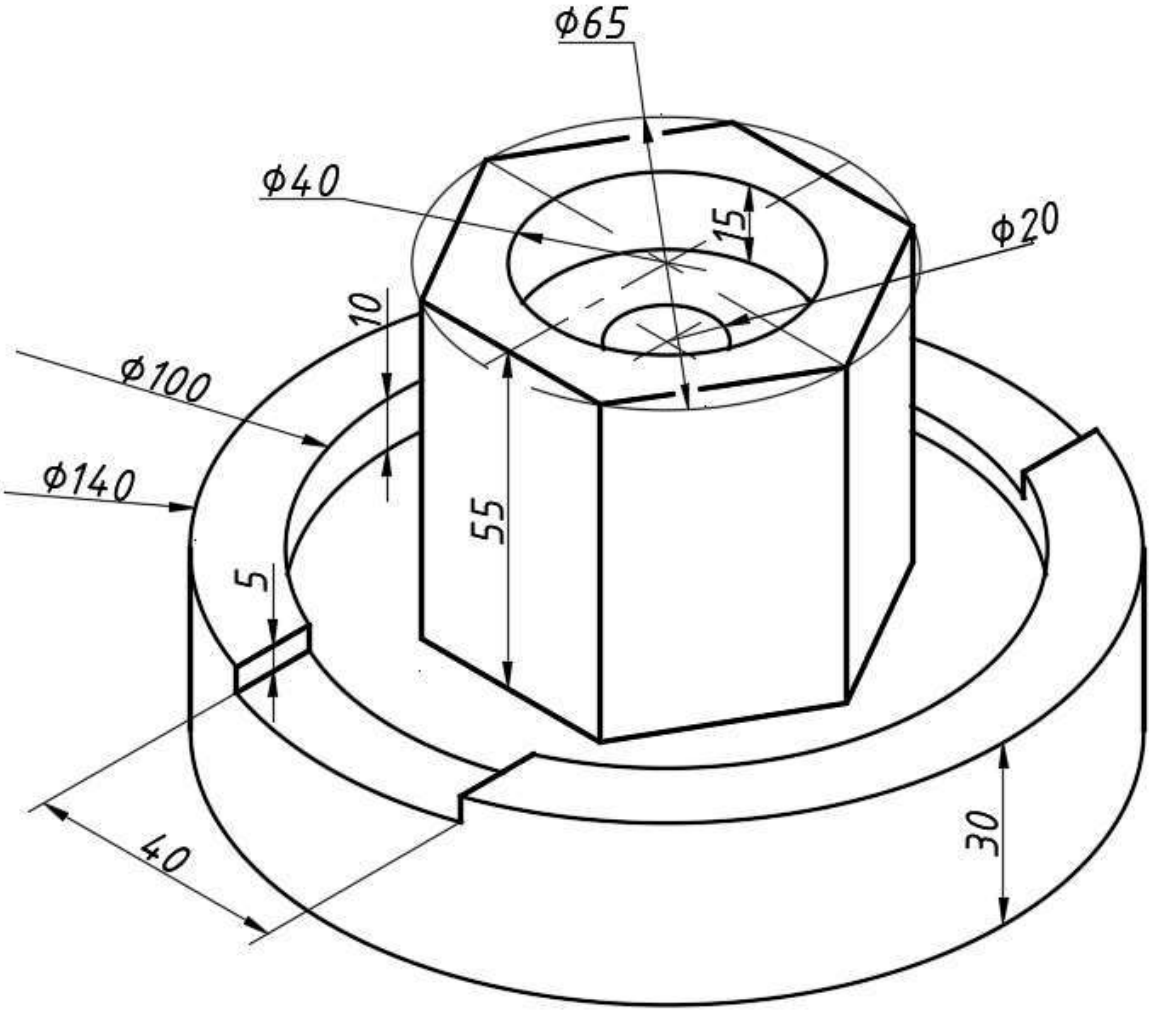
Варіант 3



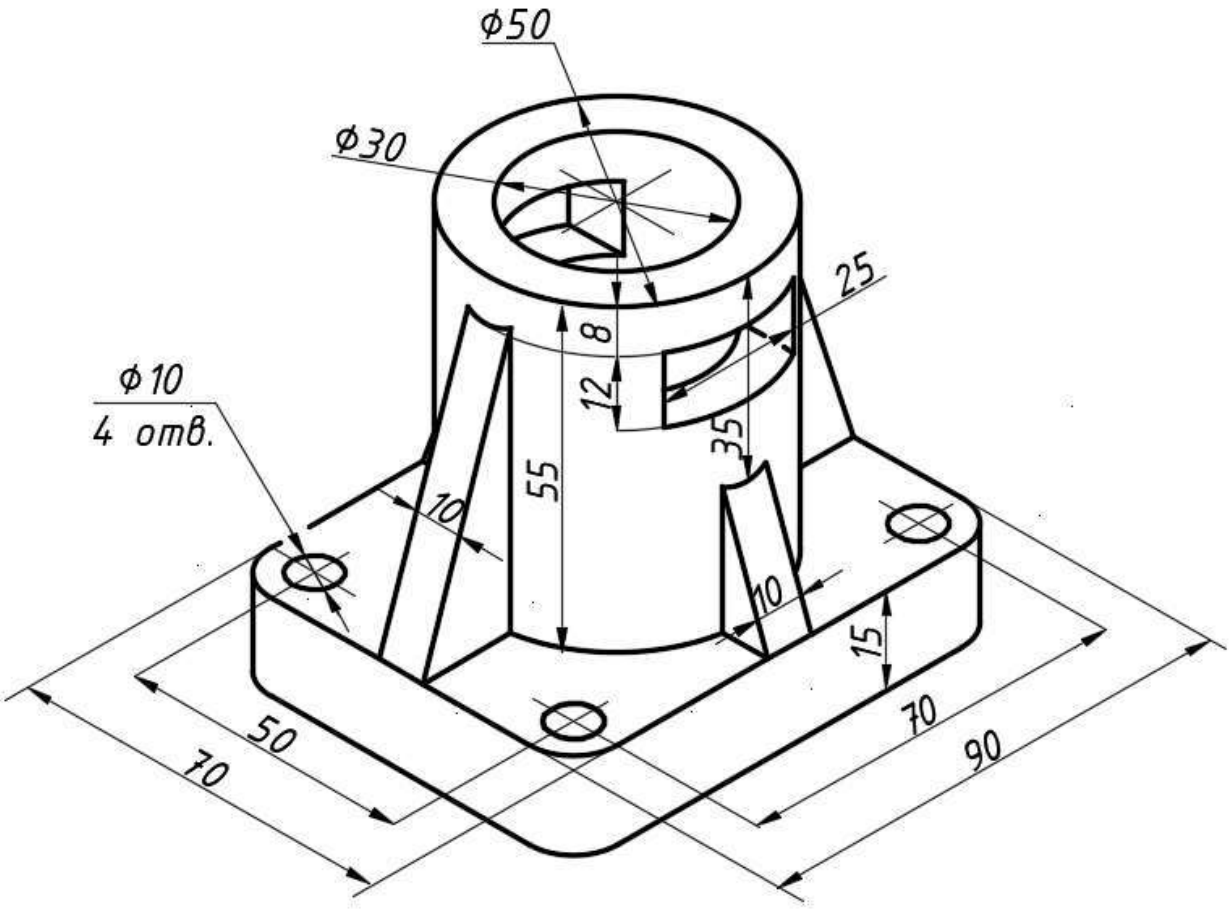
Варіант 4



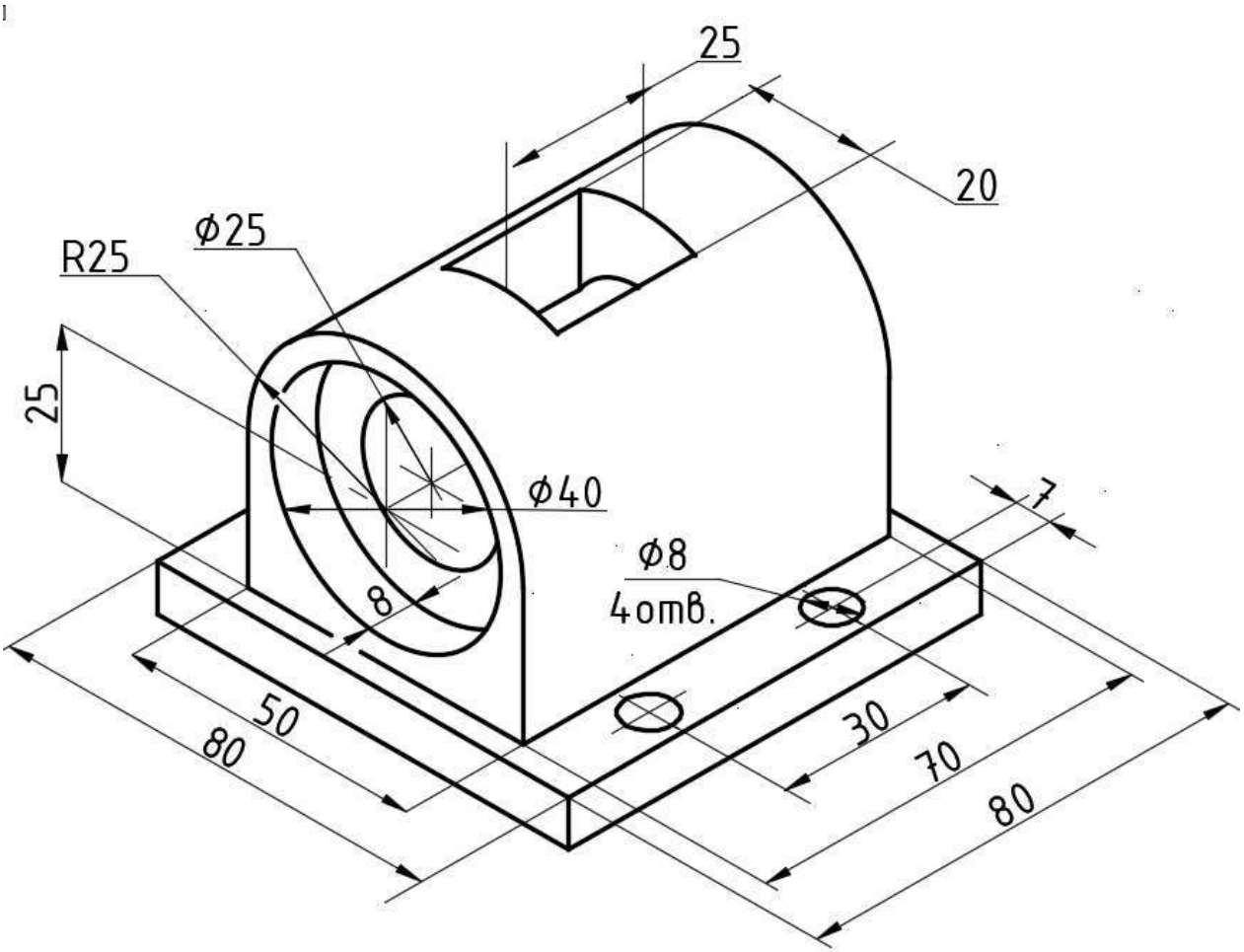
Варіант 5



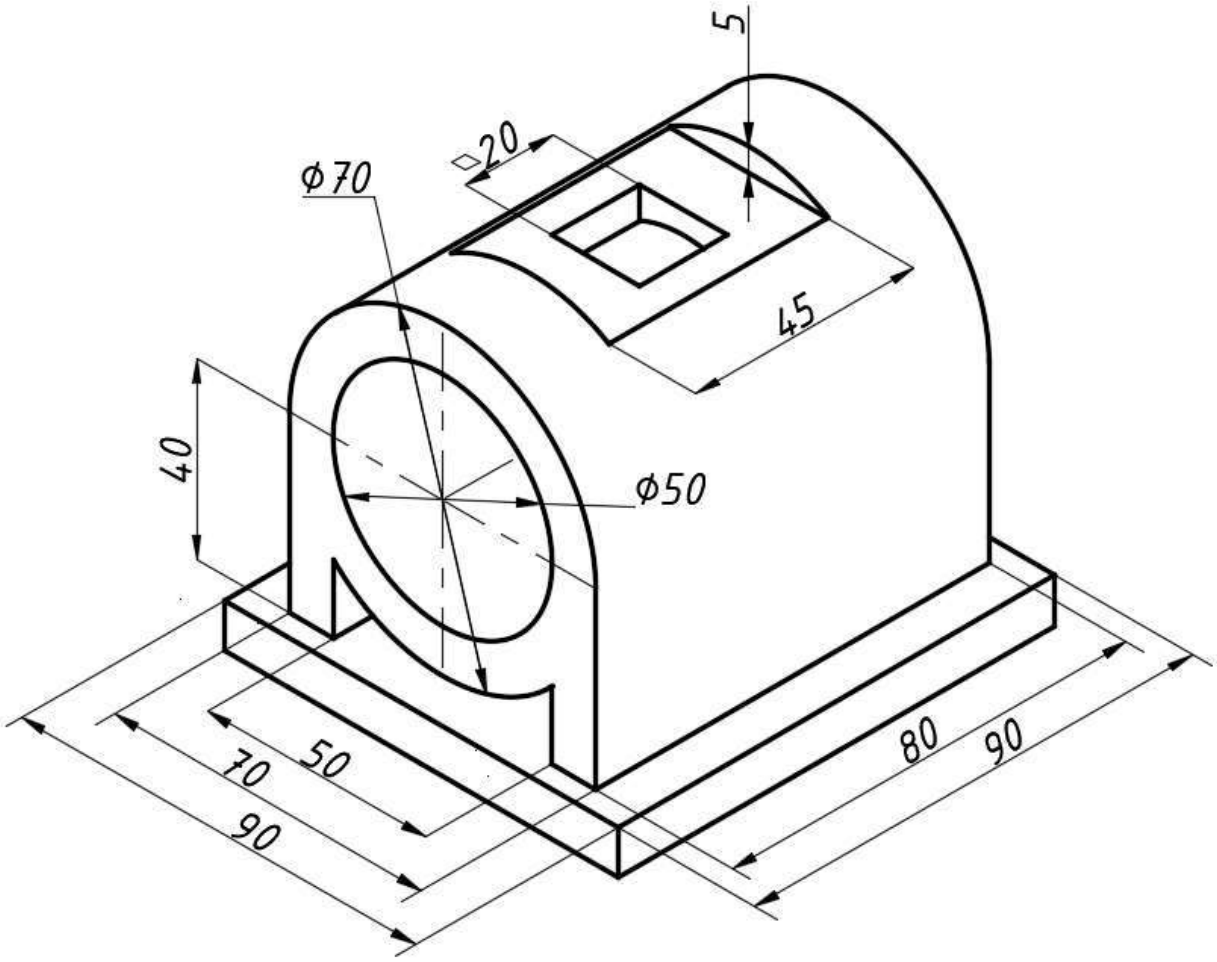
Варіант 6



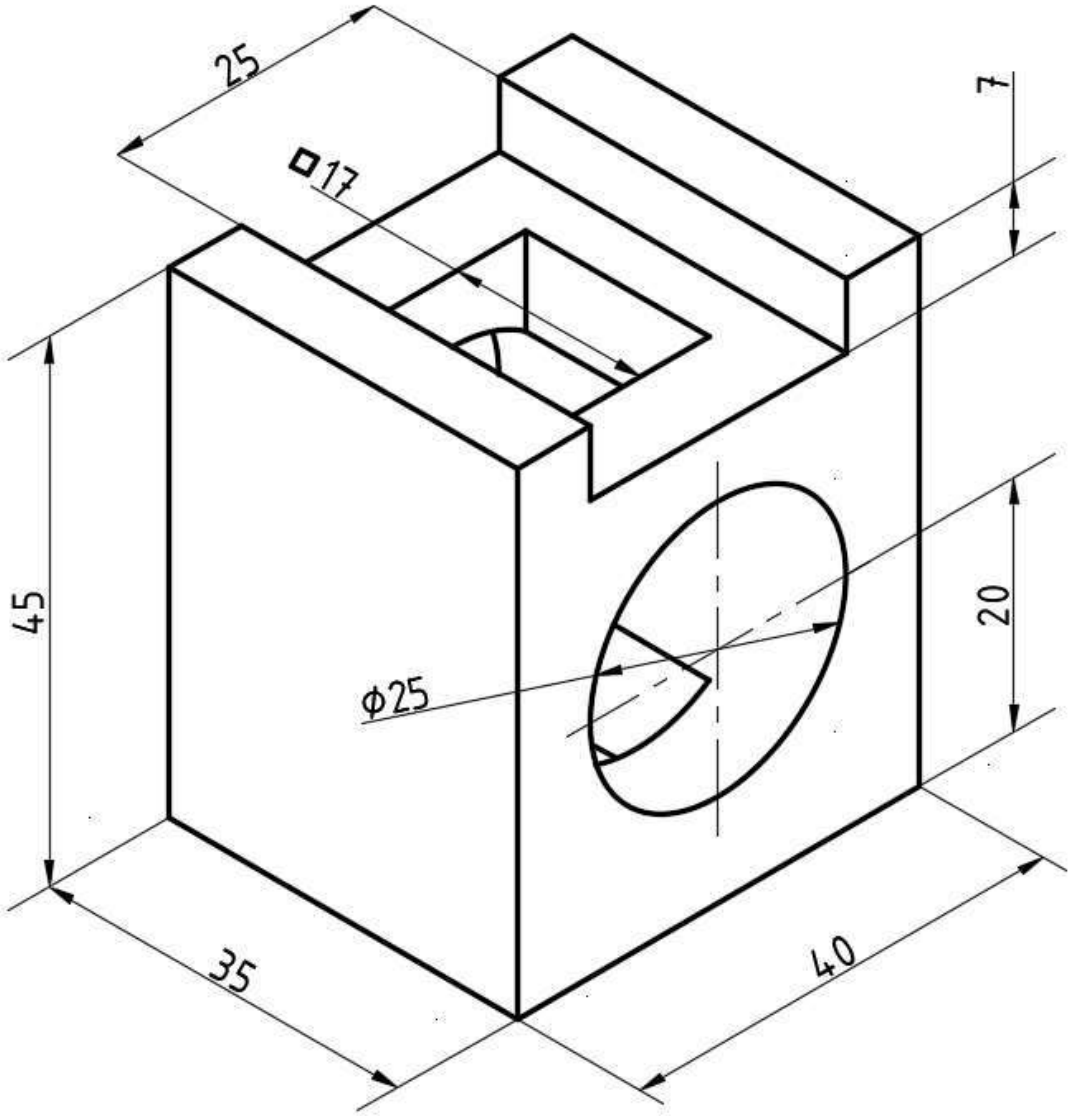
Варіант 7



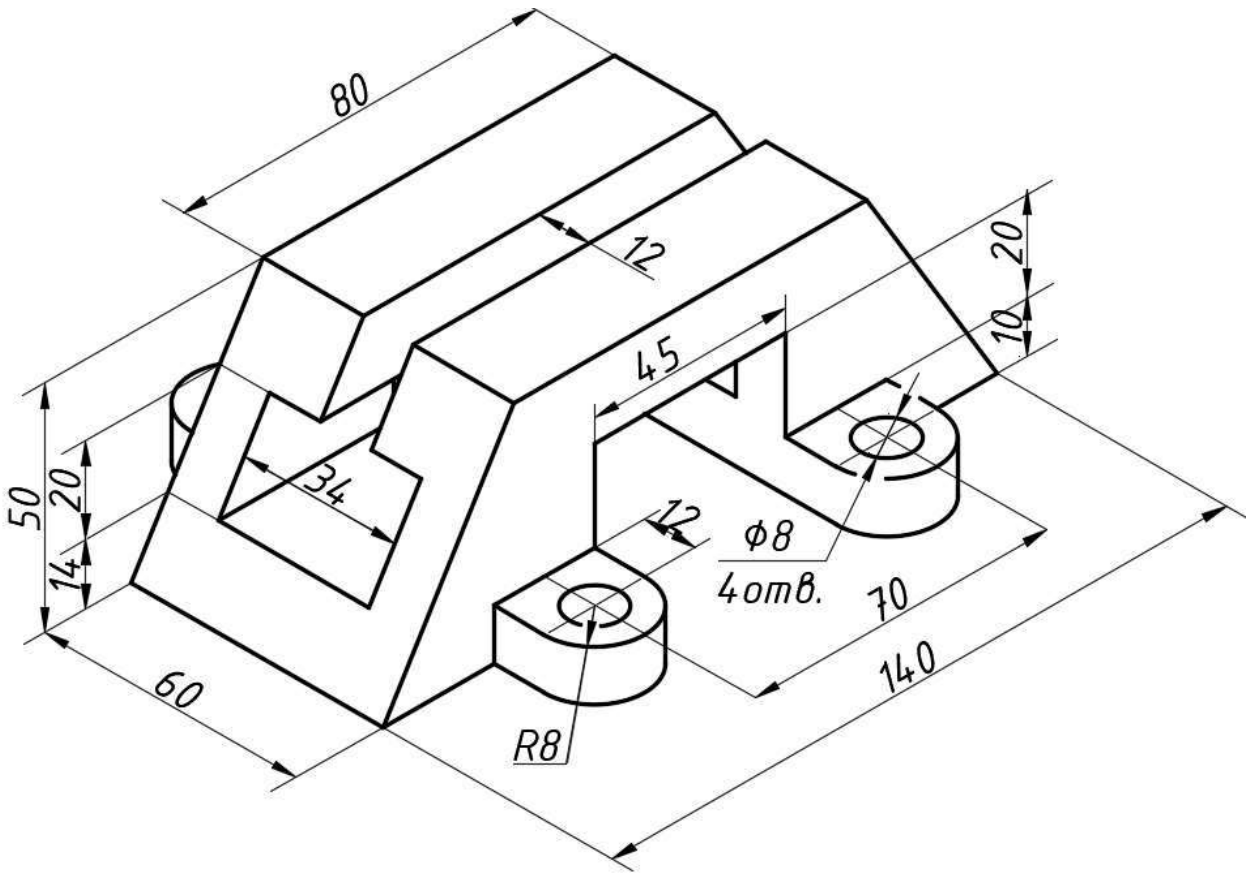
Варіант 8



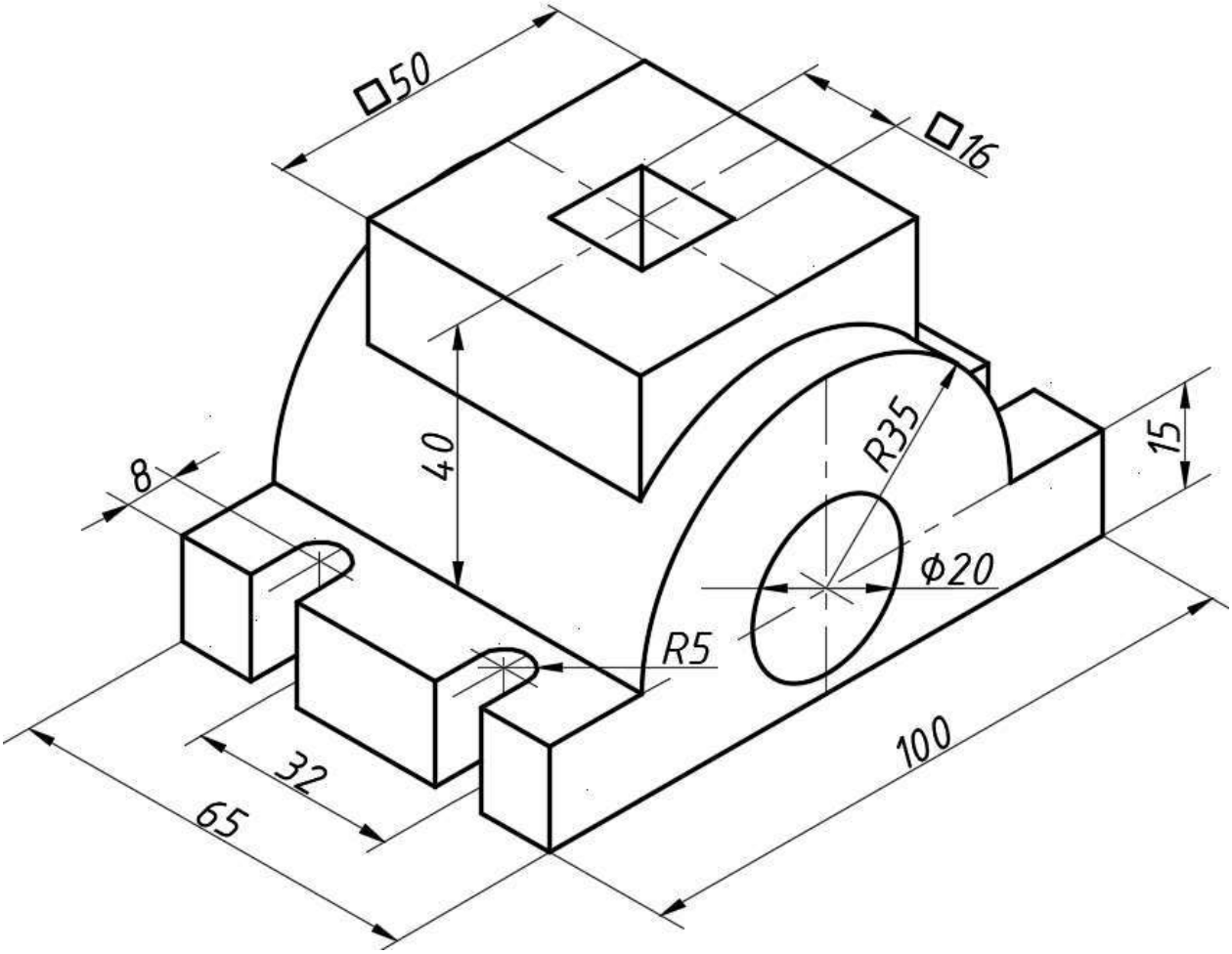
Варіант 9



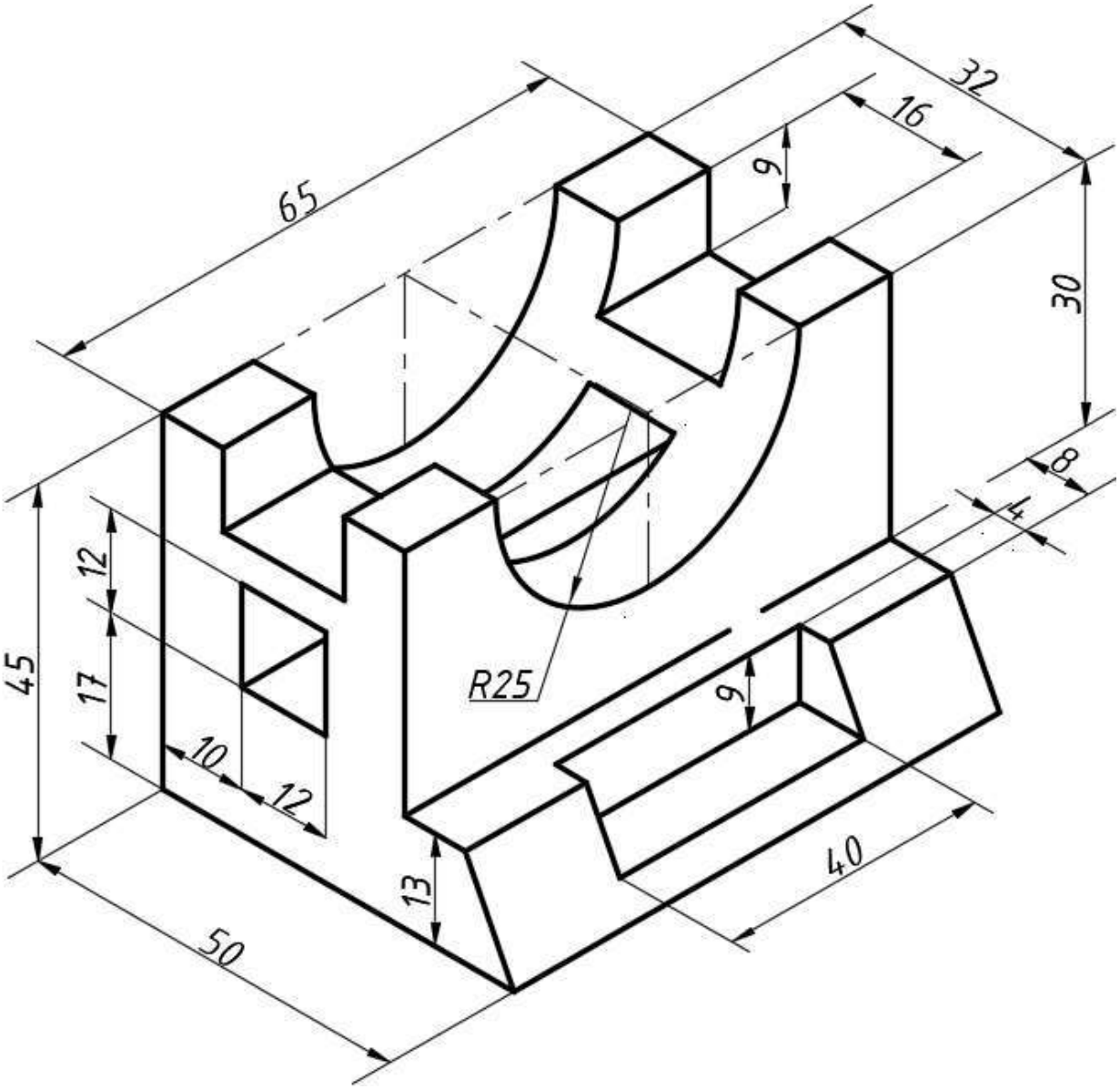
Варіант 10



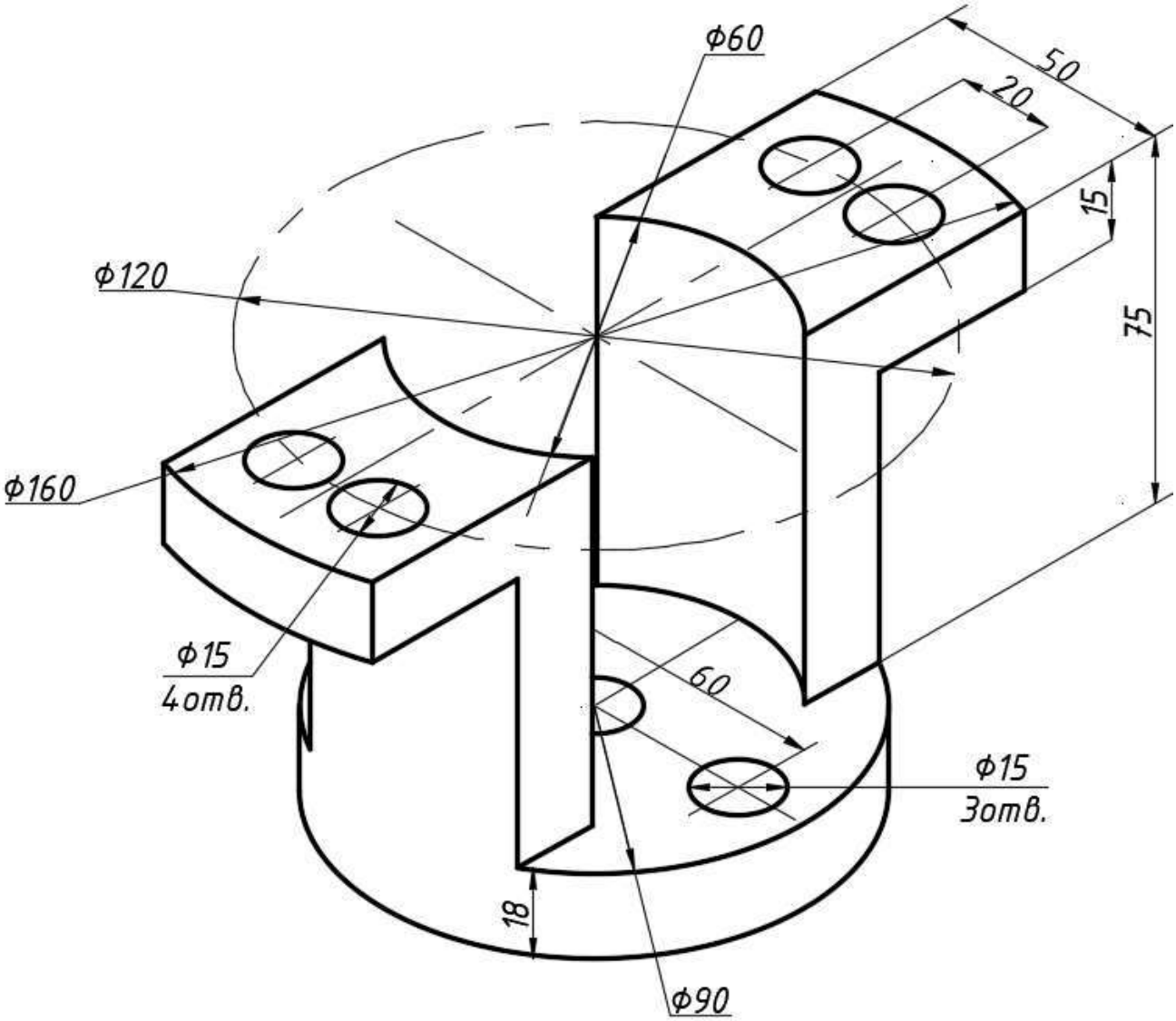
Варіант 11



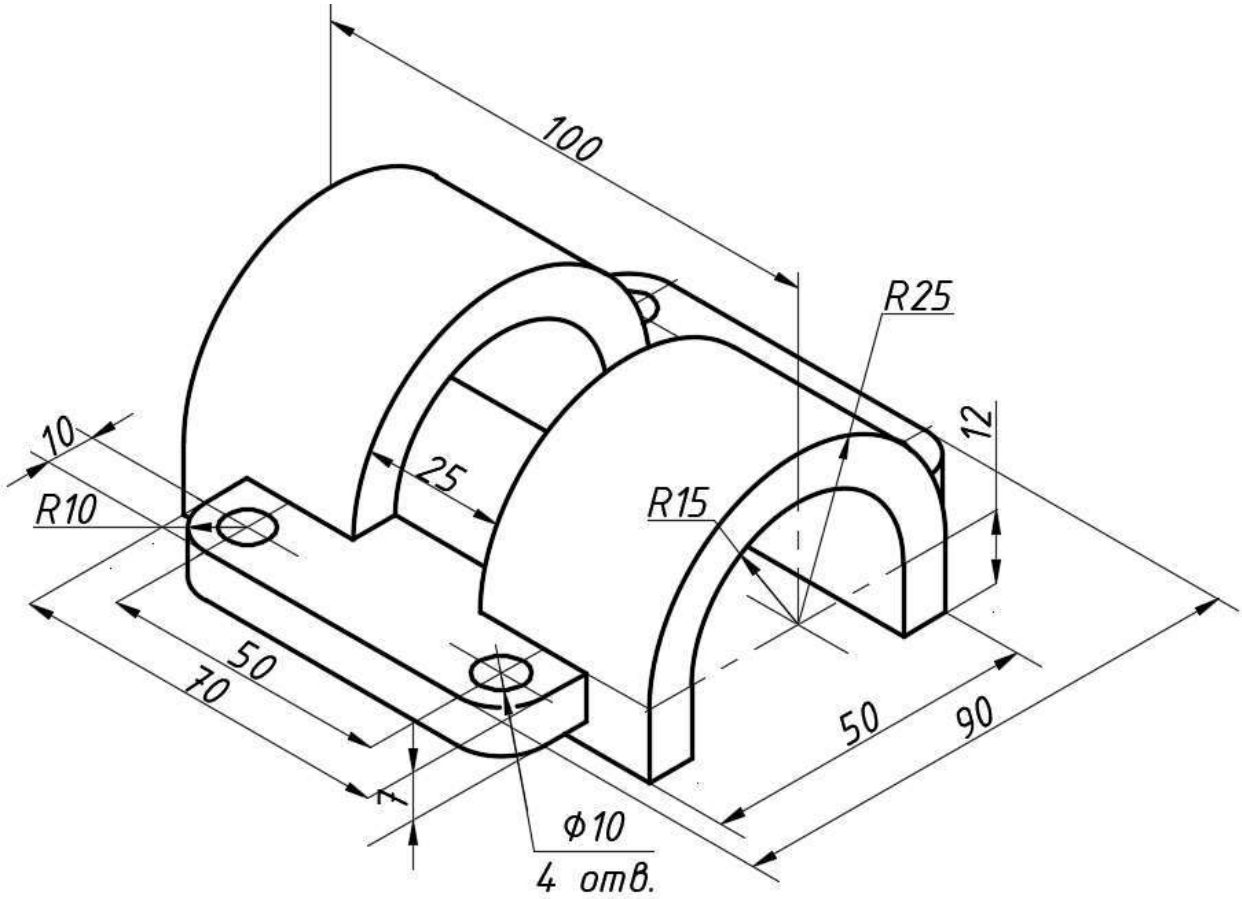
Варіант 12



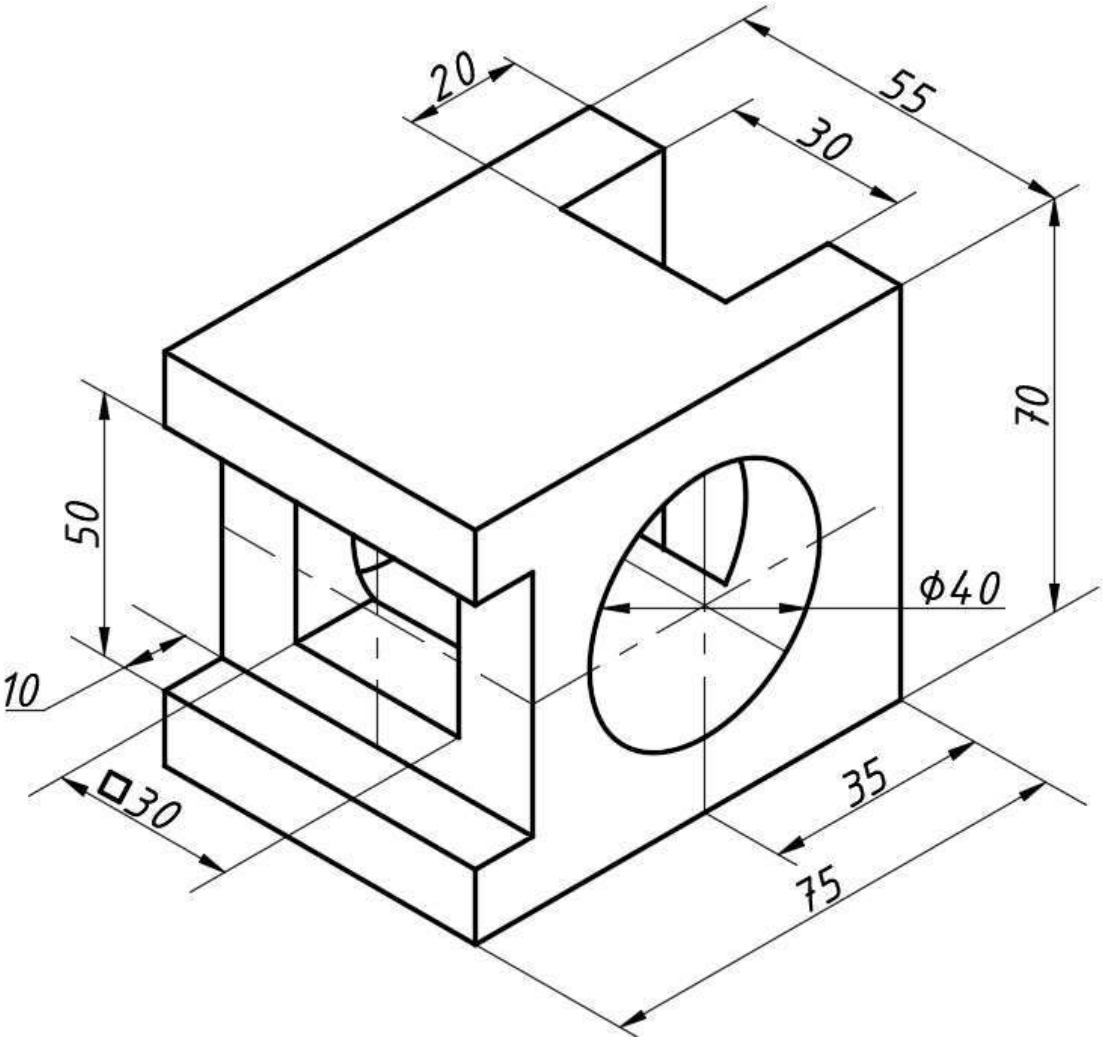
Варіант 13



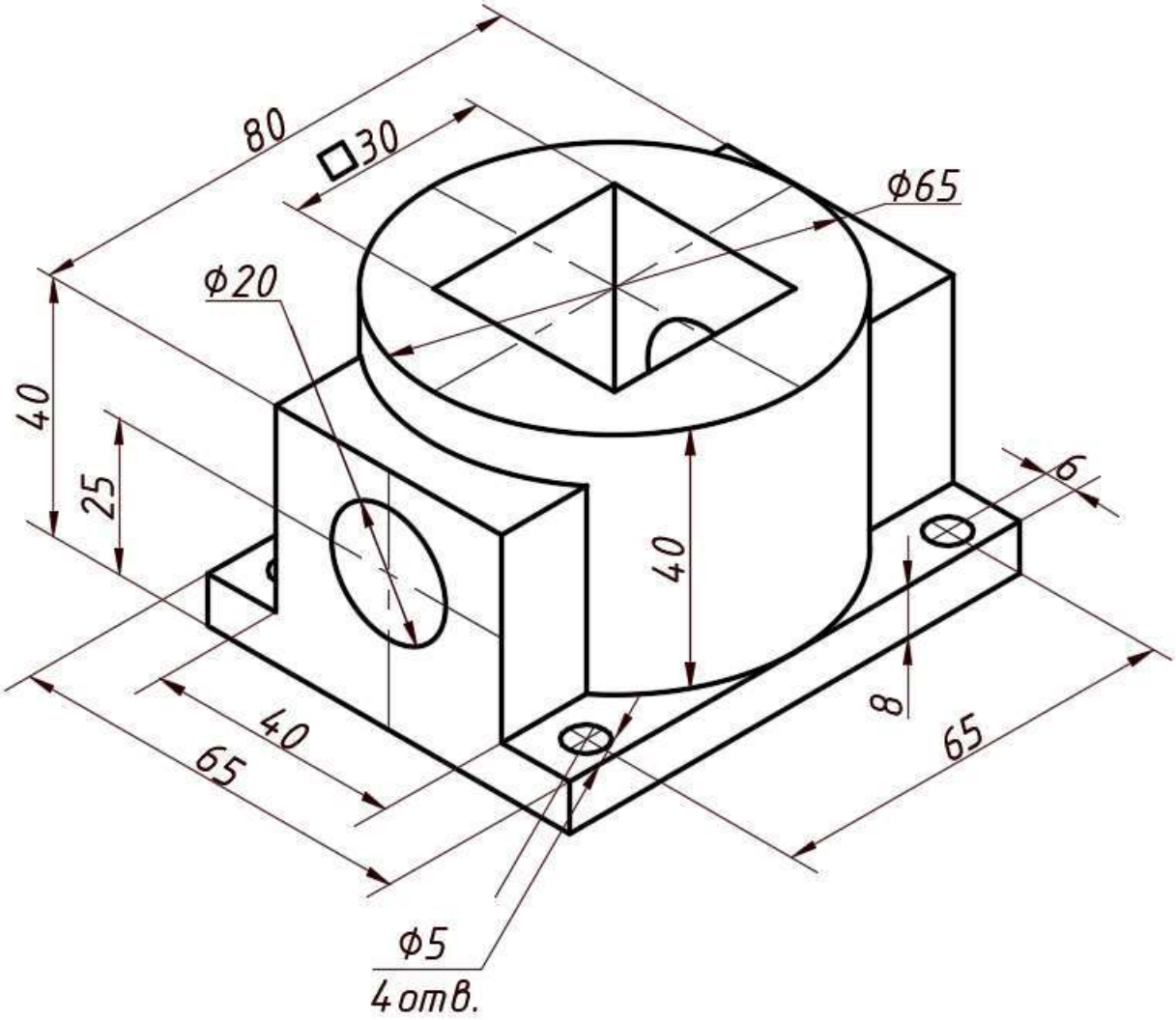
Варіант 14



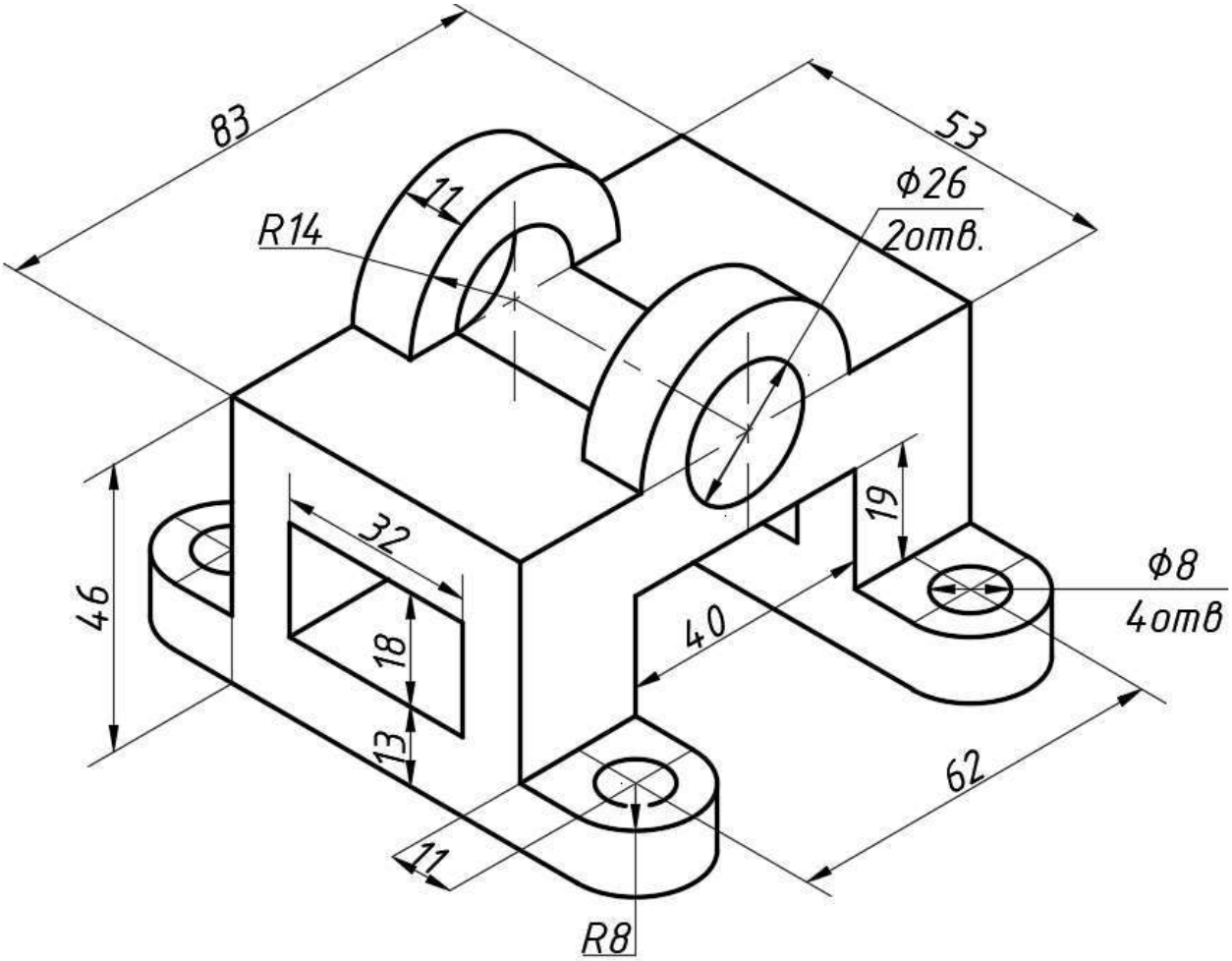
Варіант 15



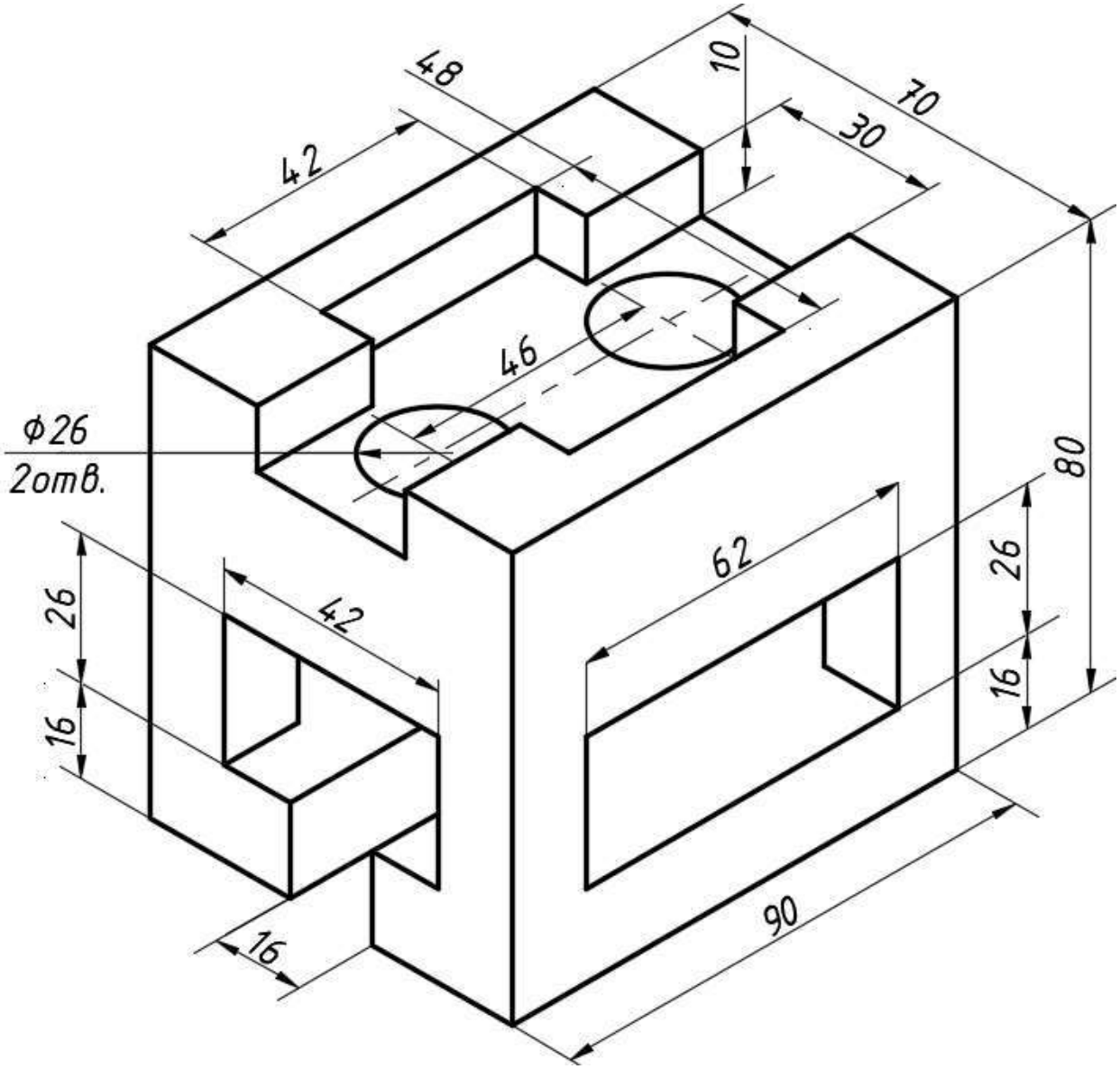
Варіант 16



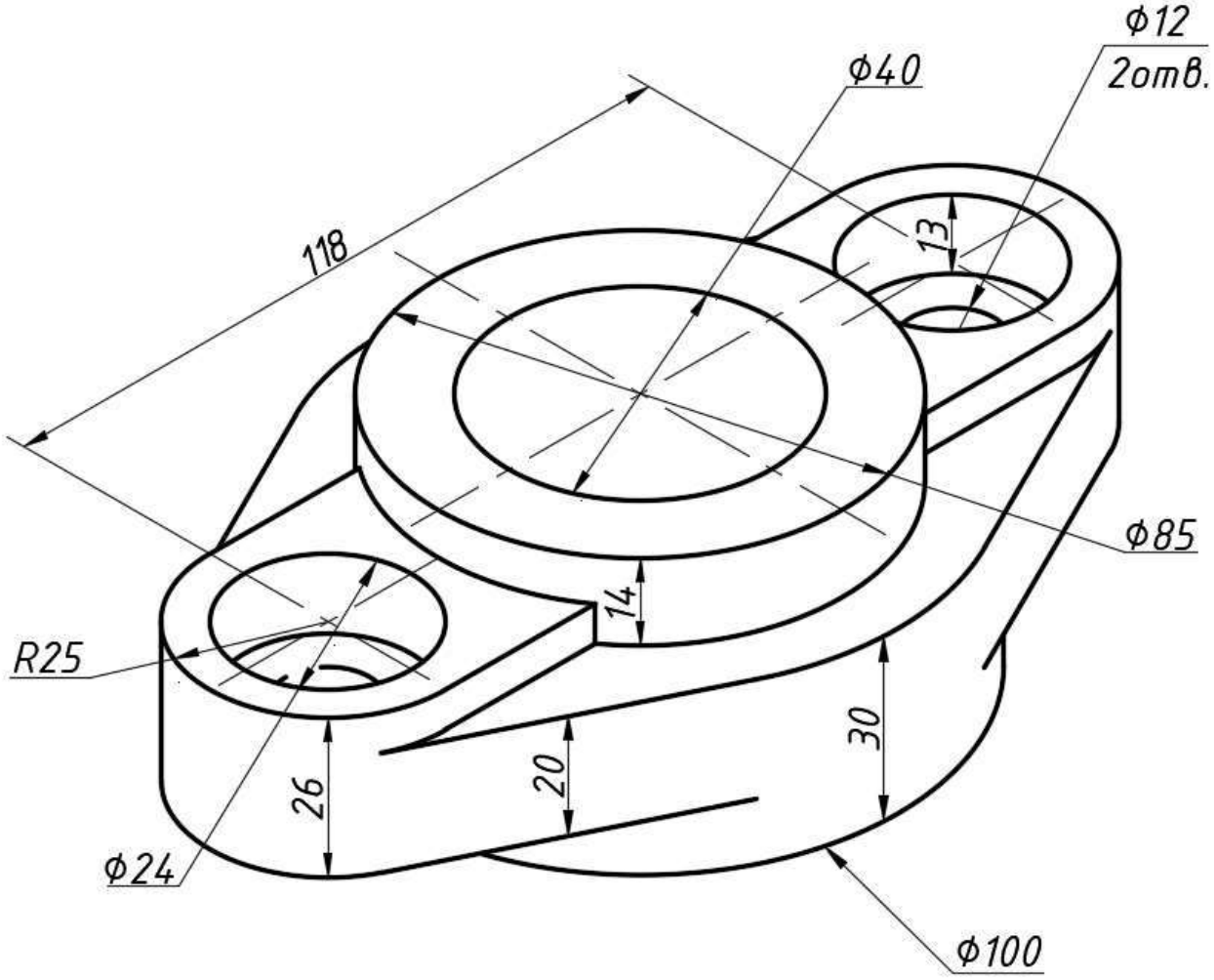
Варіант 17



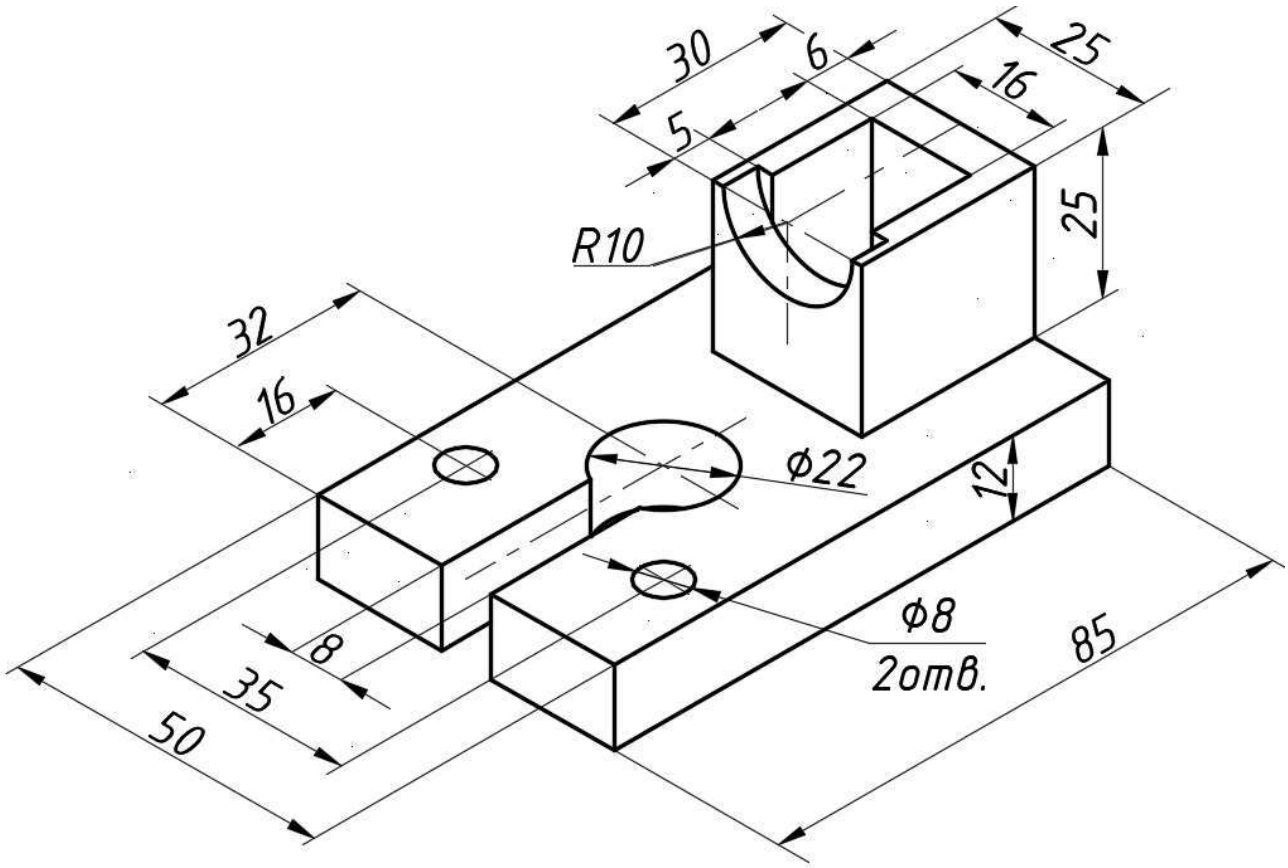
Варіант 18



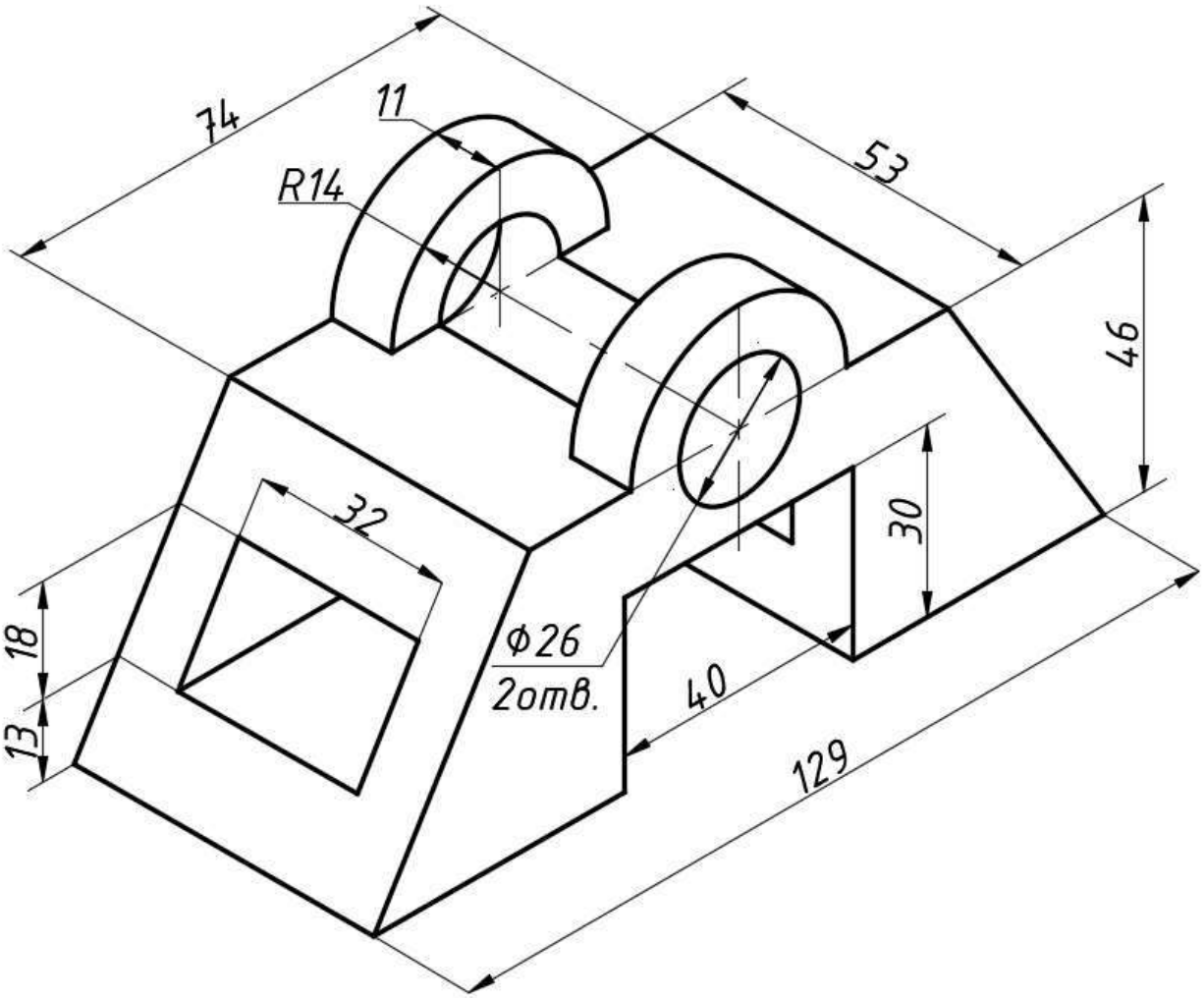
Варіант 19



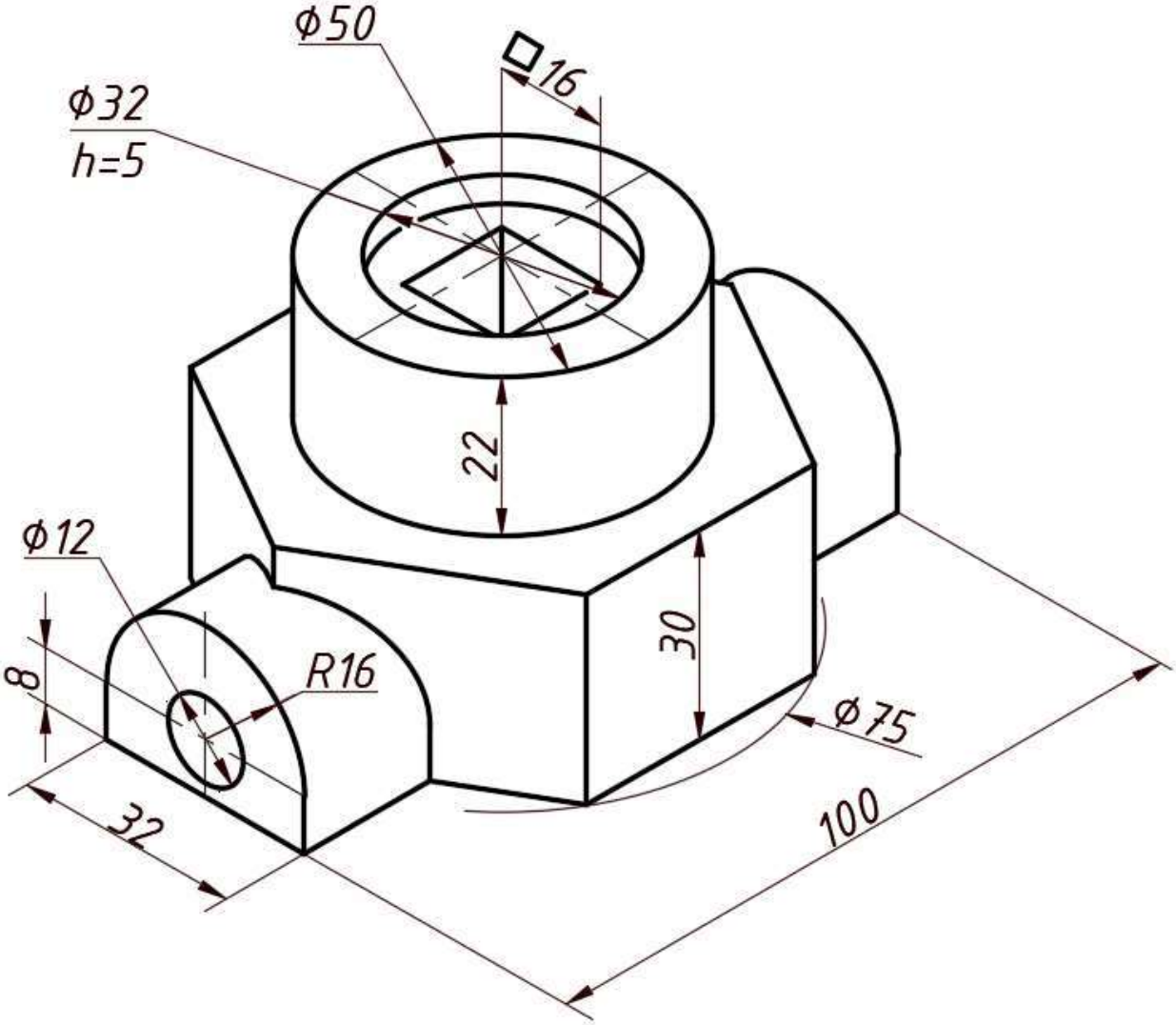
Варіант 20



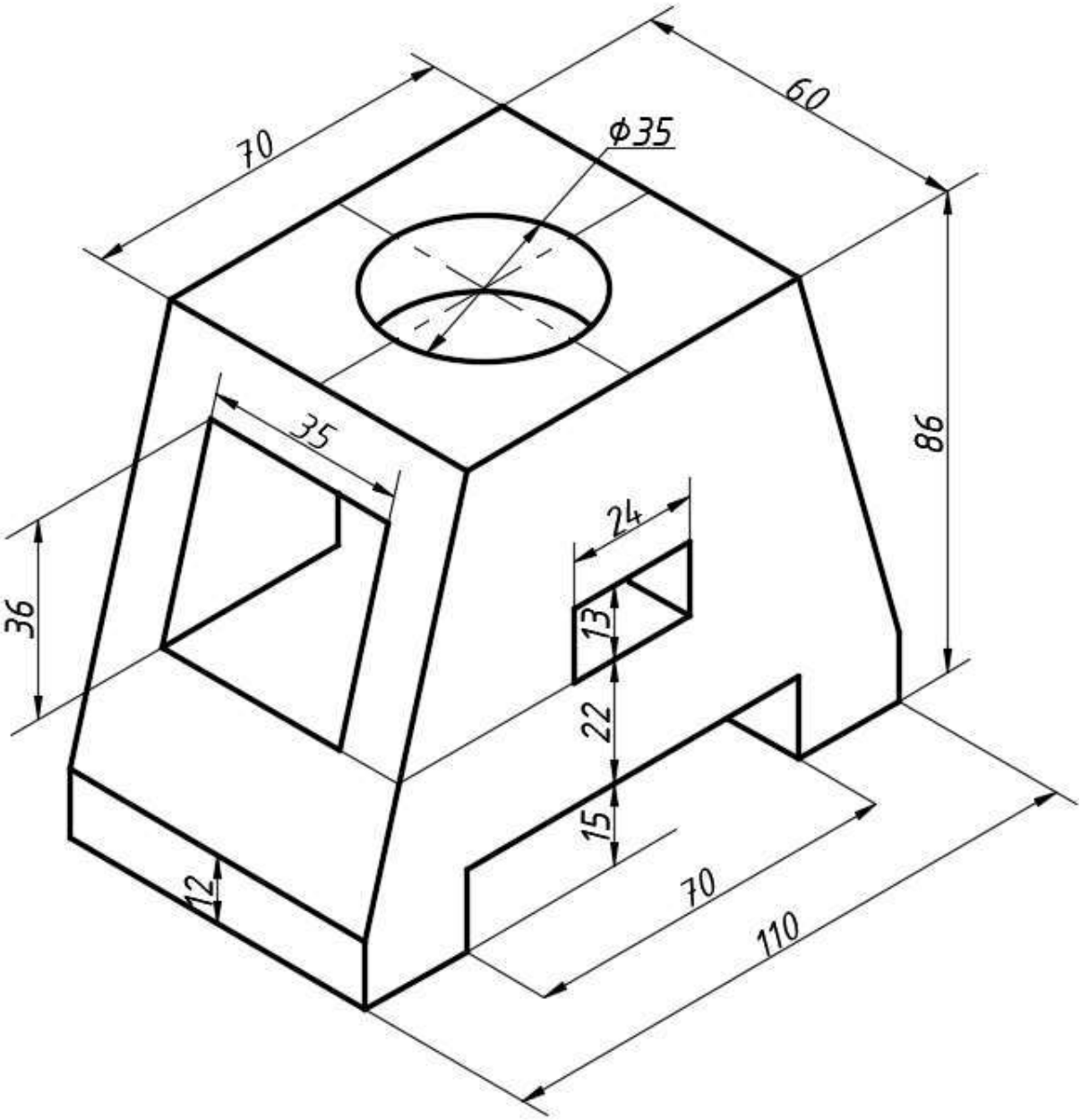
Варіант 21



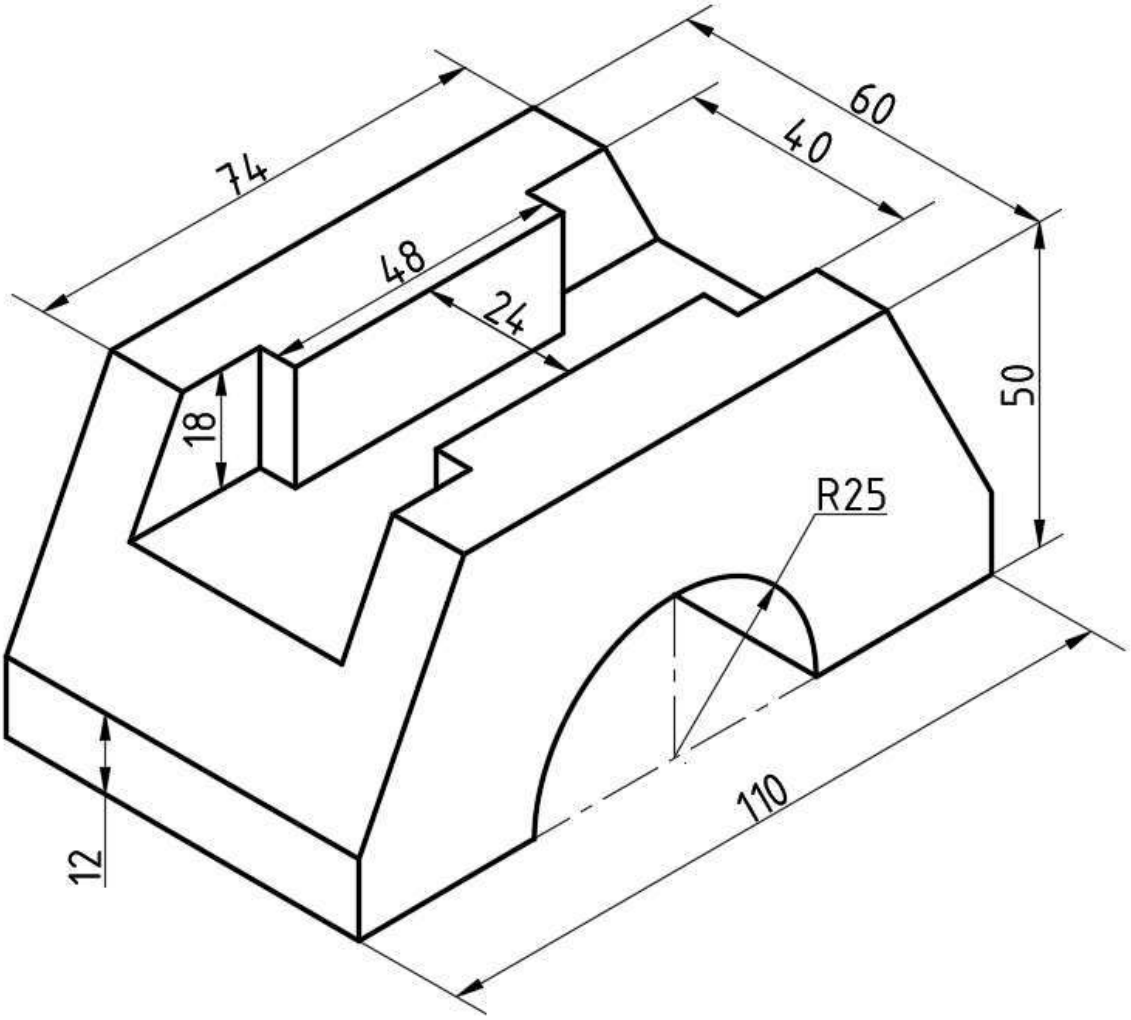
Варіант 22



Варіант 23



Варіант 24



5. Основи роботи у тривимірному просторі AutoCAD

Операції 3D моделювання в AutoCAD дозволяють створювати кресленики з використанням таких об'єктів, як тіла, поверхні і мережі. Тіла, поверхні і мережі характеризуються різними функціональними можливостями, які в сукупності представляють собою потужний набір засобів 3D моделювання.

Твердотільна модель - 3D тіло, яке має такі властивості, як маса, об'єм, центр ваги та моменти інерції.

5.1. Робочий простір при 3Д моделюванні

Для роботи в 3D рекомендується робочий простір 3D-моделювання (3d Modeling). Воно універсальне, тому що має інструменти 2Д проектування і 3Д моделювання. Перехід між робочими просторами виконується, як описано у пункті 1.2. При перемиканні робочого простору змінюється тільки стрічка (рис.5.1), закладки та інструменти якої будуть розглянуті далі.

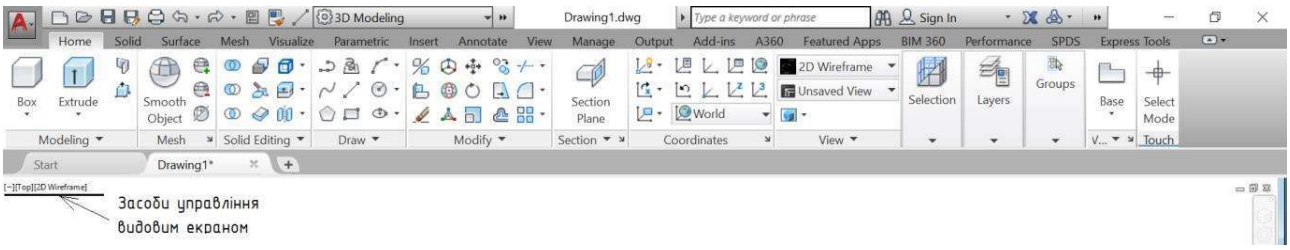


Рис.5.1

Графічна область для 2Д - це окремий випадок графічної області 3Д (вісь Z спрямована перпендикулярно екрану). Якщо повернути екран (Shift + колесо миші) то побачимо вісь Z, а плоске зображення і побудови лежатимуть у площині XY (в цих випадках дивимось на робочий простір під різними кутами).

5.2. Засоби управління видовим екраном

Засоби управління видовим екраном відображаються в лівому верхньому куту кожного видового екрану (див. рис.5.1) і дозволяють легко змінювати види, візуальні стилі і інші параметри.

Для зміни налаштувань потрібно натиснути ліву кнопку миші всередині кожної з трьох областей, що взяті в дужки в лівому верхньому куті графічної області.

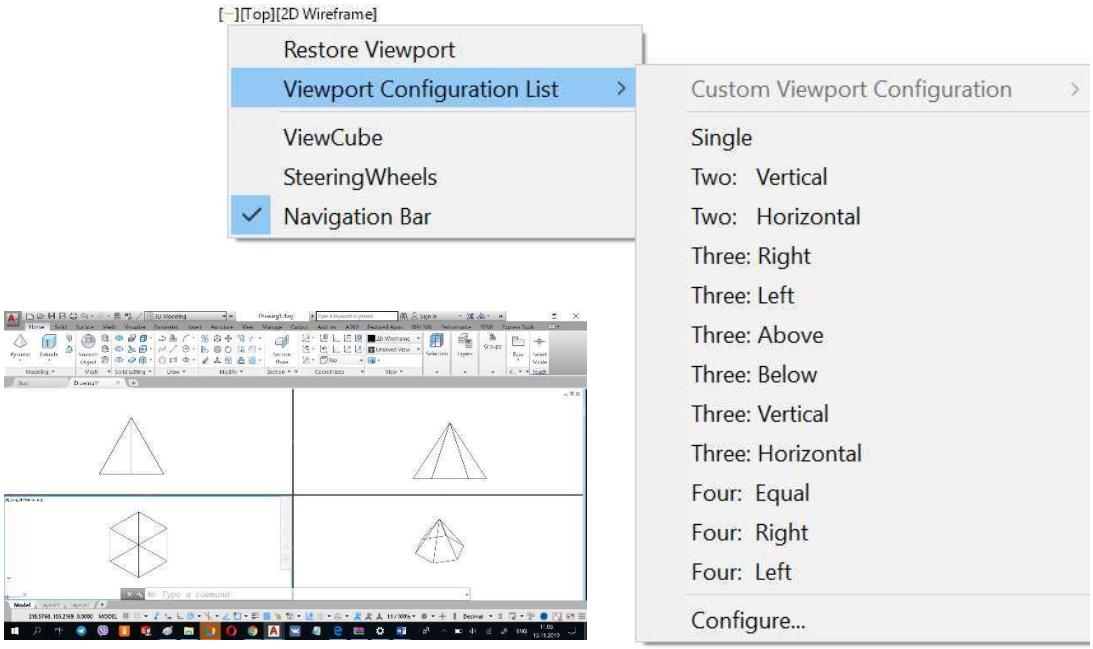
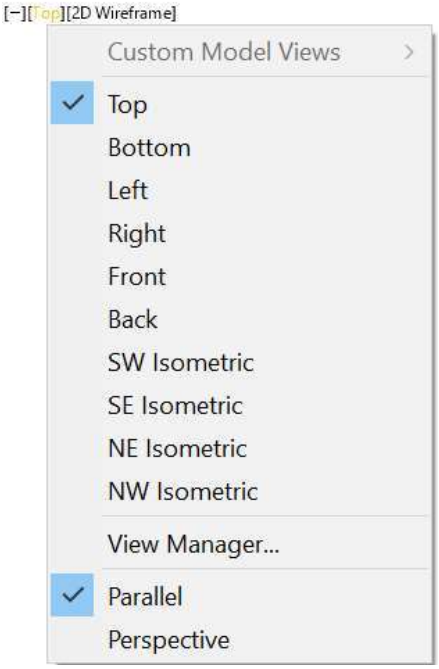


Рис.5.2

Налаштування: [-/+] - відображення параметрів розгортання видового

екрану, зміна його конфігурації (можна створити до 4 екранів і в кожному екрані встановити свої параметри екрану (рис.5.2) або управління відображенням інструментів навігації.



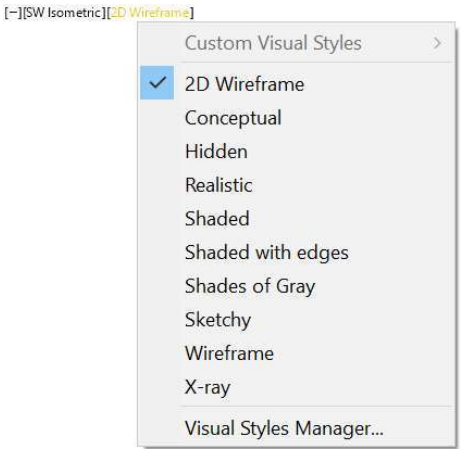


Рис.5.3 Рис.5.4

[Top] (рис.5.3) – вибір одного з декількох стандартних (зверху, знизу, зліва, справа, прямо, ззаду, чотири види ізометрії), призначених для користувача видів.

[2D Wireframe] (рис.5.4) – вибір одного з декількох візуальних стилів.

При включеному 2D Wireframe - 3D модель має вигляд дротяного каркаса, в решті випадків – з встановленими візуальними властивостями.

5.3. Інструмент "Видовий куб"

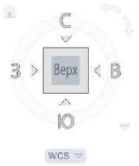


Рис.5.5

Видовий куб - це спеціальне меню незвичайної форми (див. Рис.5.5.), яке, як правило, постійно знаходиться на екрані в правому верхньому куті. При необхідності його можна убрати з екрану (а потім знову відновити) за допомогою пункту Видовий куб (ViewCube) меню налаштувань управління відображенням іструментів навігації [-/+].

Кожна складова частина будь-якого елементу видового куба несе певне функціональне навантаження і працює при натисканні миші на цій частині. Такими функціональними частинами є:

• грань куба - для вибору основних ортогональних видів (зліва, спереду, зверху і т. п.). Курсор повинен знаходитись приблизно у центрі обраної грані;

• ребро куба - для вибору вигляду, який є проміжним між основними ортогональними видами. Курсор повинен знаходитися приблизно на середині обраного ребра;

• вершина куба - для вибору стандартного ізометричного вигляду. Курсор повинен знаходитися на обраній вершині.

5.4. Задання тривимірних координат

Як і в випадку 2D координат, можна вводити як абсолютні координати (від початку координат), так і відносні (відраховані від останньої зазначеної точки). Для введення координат у відносній формі використовується знак @, що вказується перед числовими значеннями.

При створенні об'єктів в 3D просторі для вказівки точок використовуються декартові, циліндричні або сферичні координати.

3D декартові координати

вказують на точне розташування за допомогою трьох координат: X, Y і Z. Тривимірні декартові координати (X, Y, Z) задаються аналогічно двовимірним (X, Y) координатами. До двох складових по осях X і Y додається третя по осі Z. Таким чином, 3D координати вводяться у форматі: X, Y, Z.

Завдання циліндричних координат аналогічно завданням полярних координат для 2D простору. Додатково додається значення відстані від зазначеної полярної координати до необхідної точки простору перпендикулярно площині XY. X <[кут до осі X], Z.

Введення сферичних координат в 3D просторі подібно до введення полярних координат в двовимірному. Положення точки визначається її відстанню від початку координат поточної ПСК, кутом до осі X в площині XY і кутом до площини XY. X <[кут до осі X] <[кут до площини XY].

5.5. Управління системою координат

МСК (світова система координат) є фіксованою декартовою системою координат. Всі системи координат, відмінні від світової, називаються призначеними для користувача (ПСК). МСК і ПСК співіснують в одному кресленику. Однак, зазвичай, зручніше створювати і редагувати об'єкти на основі ПСК, яку можна налаштувати відповідно до вимог до проекту. ПСК є активною системою координат, яка задає площину XY (робоча площина) і напрямок осі Z для створення креслеників і моделювання.

Для створення нової ПСК користуються палітрою інструментів Coordinates
Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів COORDINATES (рис.5.6)

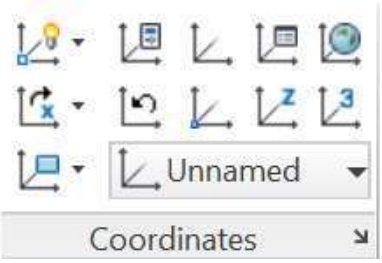


Рис.5.6

Ця панель містить наступні елементи:

-World UCS		Відновлює Світову систему координат
- UCS Previous		Відновлює попередню СК
- Origin UCS		Зміщує початок СК
- 3 Point UCS		Зміщує початок СК та напрямок осей X та Y
- Z Axis Vector UCS		Визначає нову СК за напрямом осі Z
X Y Z	Rotate UCS: - X Axis - Y Axis - Z Axis	Обертає поточну СК: Навколо осі X Навколо осі Y Навколо осі Z
	- View UCS - Object UCS - Fase UCS	Визначає нову систему координат площина XY якої: Паралельно екрану Вибраному плоскому об’єкту За гранню тривимірного об’єкту

5.6. Використання GIZMO (Гизмо) для редагування об'єктів

Для перенесення, обертання і масштабування об'єктів і підоб'єктов у 3D вигляді використовуються GIZMO.

За замовчуванням GIZMO відображаються автоматично, коли обраний об'єкт або підоб'єкти у вигляді, для якого є 3D візуальний стиль. GIZMO сприяють отриманню більш передбачуваних результатів, оскільки при їх використанні зміни виконуються уздовж певних площин або осей. Можна вказати, які Гизмо повинні відображатися при виборі об'єкта. Крім того, можна пригнічувати відображення Гизмо.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів ▸ MODIFY

- 3D MOVE	Зміна місця розташування обраних об'єктів уздовж обраної осі або площини.
- 3D ROTATE	Обертання вибраних об'єктів навколо зазначеної осі.
- 3D SCALE	Зміна масштабу обраних об'єктів уздовж зазначеної площини або осі (тільки для поверхонь), або рівномірно уздовж всіх трьох осей.

5.7. Створення примітивів

До тривимірних примітивів в системі AutoCAD відносяться наступні: тіла, поверхні (процедурні і NURBS-поверхні), мережі (полігональні, багатогранні і гладкі), а також тривимірні спіралі, полілінії і сплайни.В твердотільних об’єктах основа будується в площині XY поточної СК.

5.7.1. **Команда креслення BOX (ЯЩИК) .**

Команда будує твердотільний об’єкт у вигляді прямокутного паралелепіпеда основа якого паралельна площині XY поточної СК.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда BOX.

`Command: _box`

`Specify first corner or [Center]:` - вказати перший кут

`Specify other corner or [Cube/Length]:` - вказати другий кут

Опції: `Center:` – вказати центр паралелепіпеда (в цьому випадку центр паралелепіпеда розташовується посередині вказаної довжині, ширини, висоти).

`Height:` - вказати висоту
`2Point:` - вказати висоту двома точками в графічному вікні
`Cube:` - будується куб з довжиною ребра, яку треба вказати у відповідь на запит.
`Length:` - вказати довжину
`Width:` - вказати ширину

5.7.2. **Команда креслення CYLINDER (ЦИЛІНДР).**

Будує прямий круговий або еліптичний циліндр.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда CYLINDER.

`Command: _cylinder`

`Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:` – вказати центральну точку основи циліндра

`Specify base radius or [Diameter] <>:` -вказати радіус або діаметр

Опції: `3P:` - вказати 3 точки які належать колу основи
`2P:` - вказати 2 точки діаметра
`Ttr:` - вказати об'єкти дотику кола (повинні належати площині основи циліндра), а потім радіус кола
`Specify height:` - вказати висоту
`2Point:` - вказати висоту двома точками в графічному вікні
`Axis endpoint:` - вказати положення протилежної точки осі циліндра. Використання цієї опції дозволяє змінити орієнтацію циліндра.

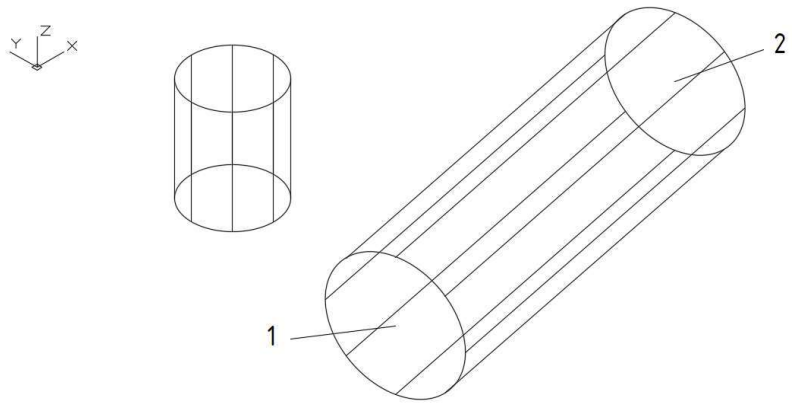


Рис.5.7

На рис.5.7 видно, що циліндр змінив орієнтацію в даній СК.

`Elliptical:` - при виборі цієї опції спочатку ідуть запити для побудови еліпса, а потім – для побудови циліндра.

5.7.3. **Команда креслення CONE (КОНУС).**

Будує прямий конус з циліндричною або еліптичною основою, а так само дає можливість будувати усічений конус (рис.5.8).

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда CONE.

```
Command: _CONE
```

Опції такі самі, як при побутові циліндра

```
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
Specify base radius or [Diameter] <>:
Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <>: T
```

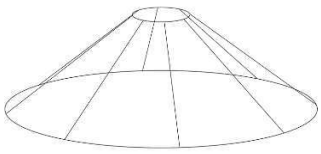


Рис.5.8

`Specify top radius <…>:` радіус верхньої основи зрізаного конуса

`Specify height or [2Point/Axis endpoint] <>:`

5.7.4. **Команда креслення SPHERE (СФЕРА).**

Команда дозволяє побудувати сферу за її центром та значенням радіуса або діаметра.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда SPHERE.

```
Command: _SPHERE
Specify center point or [3P/2P/Ttr]:
Specify radius or [Diameter] <>:
```

На запроси треба вказати центр, радіус або діаметр.

5.7.5. **Команда креслення PYRAMID (ПІРАМІДА).**

Команда дозволяє побудувати піраміду за її центром та значенням радіуса (діаметра) кола, описаного навколо багатокутника основи або по стороні, а також дає можливість будувати зрізану піраміду.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда PYRAMID.

```
Command: _pyramid
 4 sides  Circumscribed
```

`Specify center point of base or [Edge/Sides]:`

Опції: `Specify center point of base` – вказати центр багатокутника

`Specify base radius or [Inscribed] <>:` – вказати радіус

`Edge` – дає можливість задати багатокутник по стороні (будується проти годинникової стрілки)

`Sides` – задає кількість сторін

`Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <>:` далі опції аналогічні опціям конуса.

5.7.6. **Команда креслення WEDGE (КЛИН).**

Команда створює клин з ребрами, паралельними осям X,Y та Z поточної СК. Запити та опції в режимі побудови твердотільного об'єкта у формі клина аналогічні до запитів та опцій команди BOX.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда WEDGE.

При побудові клина потрібно враховувати, що його основа викреслюється паралельно площині XY поточної ПСК, а похила грань розташовується навпроти першого зазначеного кута основи. Висота клина паралельна осі Z.

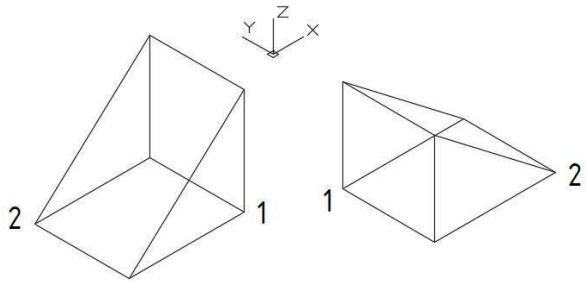


Рис.5.9

Як видно з рис.5.9, при побудові клина слід враховувати орієнтацію осі Y, а також розташування точок 1 і 2. Для того, щоб змінити орієнтацію клина, необхідно змінити систему координат

5.7.7. **Команда креслення TORUS (ТОР).**

Команда будує твердотільний об'єкт у формі тора.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда TORUS.

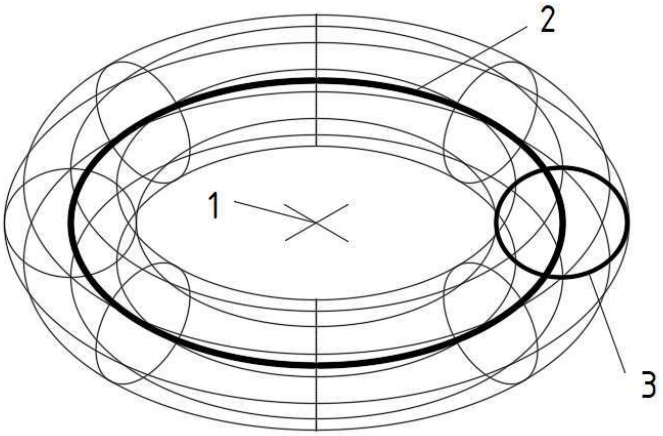


Рис.5.10

`Command: _torus`
`Specify center point or [3P/2P/Ttr]`: вказуємо центр тора (т.1), або опції, як для кола
`Specify radius or [Diameter] <>:` радіус або діаметр кола 2
`Specify tube radius or [2Point/Diameter]`: радіус або опції для задання кола 3

5.8. Створення креслеників за 3D моделями

Можна генерувати кресленики з 3D-моделей, які будуть асоціативними по відношенню до моделі, із якої вони були створені. Цією моделлю може бути модель 3D-тіла.

Межа виду кресленика відображається тільки при створенні виду або при наведенні на нього курсора. Незважаючи на те, що межа виду розміщується на поточному шарі, вона не друкується. Геометрія виду відображається завжди і створюється в попередньо визначеному наборі шарів. Оскільки геометрія виду пов'язана з вихідною 3D-моделлю, її неможливо змінювати безпосередньо на виді. Перший вид, що розміщується на кресленику, називається базовим. Базові види - це види креслення, які отримуються безпосередньо з 3D-

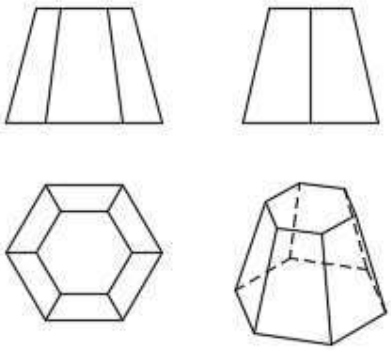


Рис.5.11

моделі. Після розміщення базового виду на аркуші можна створити проекційні види на його основі (рiс.5.11). На відміну від базового виду, проекційні види не є безпосередньо похідними від 3D-моделі. Вони є похідними від базового виду (або іншого проекційного вигляду, який вже існує у просторі листа).
Після створення видів можна додавати примітки, розміри, символи, осьові лінії і інші анотації.

Вид креслення - це прямокутний об'єкт, що містить 2D-проекцію 3D-моделі. Команда VIEWBASE дозволяють створити види креслення з 3Dмоделі.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів VIEW ▸ команда BASE

`Command: _VIEWBASE`

`Specify model source [Model space/File] <Model space>: _M` вказати модель або все (якщо всі побудовані об’єкти - тіла)

`Select objects or [Entire model] <Entire model>: 1 found`

`Enter new or existing layout name to make current or [?] <Layout1>:` погоджуємся створювати в Layout1 (спочатку задати розміри листа)

`Type = Base and Projected  Hidden Lines = Visible and hidden lines  Scale = 2:1` автоматично підбирає масштаб

`Specify location of base view or [Type/sElect/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility] <Type>:` вказується точка вставки, або опції

Опція:

`Type –` вибір бази або проекції від існуючий бази

`Orientation –` дозволяє змінити базовий вид

`Hidden lines, Visibility –`опції, які керують зображенням

`Select option [sElect/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility/Move/eXit] <eXit>:`

`Specify location of projected view or <eXit>: вказати розташування проекцій`

Проекційні види зберігають зв'язок "батько-нащадок" з видом, з якого вони були створені. Після створення видів можна додавати примітки, розміри, символи, осьові лінії і інші анотації.

Запитання для самоперевірки

1. Як змінити конфігурацію екрана? Як створити 3 екрани?
2. Чим відрізняється команда MOVE від 3D MOVE (GIZMO)?
3. Чим відрізняється команда ROTATE від 3D ROTATE (GIZMO)?
4. Як створити ПСК?
5. Побудова WEDGE (КЛИН)?
6. Побудова кресленика з 3D моделі?

5.9. Побудова 3D примітивів. Створення креслеників з 3D моделі

Побудувати тривимірні геометричні тіла за їхніми проекціями за допомогою примітивів. Створити види (головний вид, види зверху, зліва та аксонометрію). Проставити розміри.

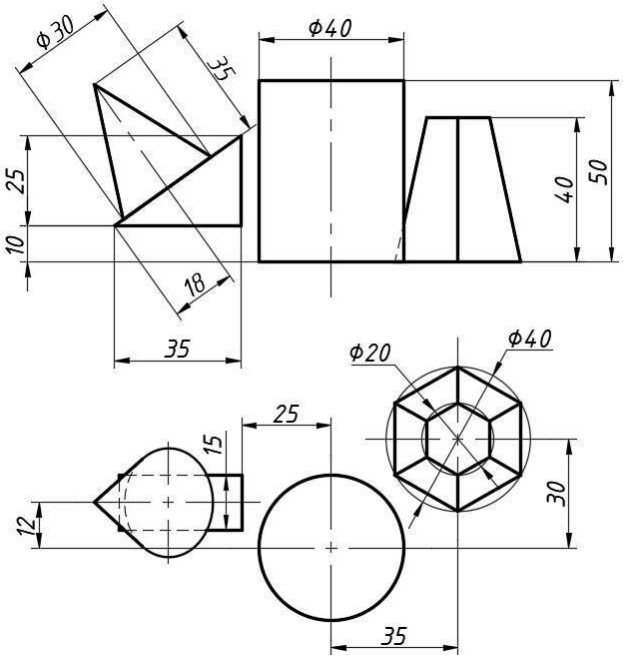


Рис.5.12

- Запустимо AutoCAD та почнемо новий кресленик.
- Встановимо робочий простір 3D-моделювання (3d Modeling).
- Створимо чотири видових екрани. В кожному видовому екрані встановлюємо свій вид: спереду, зверху, зліва, аксонометрію. Це дозволить не допустити похибок при переміщенні примітивів.
  Вибираємо примітив, відносно якого розташовані інші. В нашому випадку циліндр R20, h50, початок основи циліндра 0,0,0 (рис.5.13)
  `Command: _cylinder`
  `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:` 0,0 – центр циліндра
  `Specify base radius or [Diameter] <20.0000>:` 20 - радіус циліндра
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint] <50.0000>:` 50 – висота циліндра

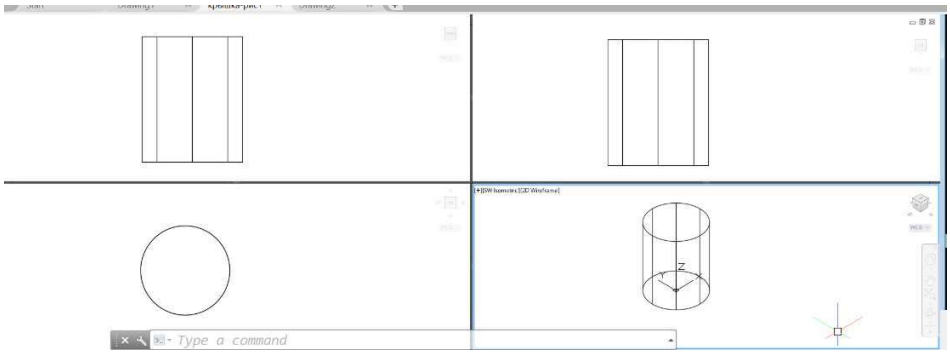


Рис.5.13

- Далі будуємо зрізану піраміду (рис.5.14). Вона знаходиться від початку координат на відстані X=35, Y=30 (треба враховувати напрямок осей).
  `Command: _pyramid`
  `6 sides  Circumscribed`
  `Specify center point of base or [Edge/Sides]`:35,30 - координати центра основи
  `Specify base radius or [Inscribed] <23.0940>`: 20 – радіус основи
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <40.0000>`: T – запит опції
  `Specify top radius <11.5470>`: 10 – радіус верхньої основи
  `Specify height or [2Point/Axis endpoint] <40.0000>`: 40 – висота

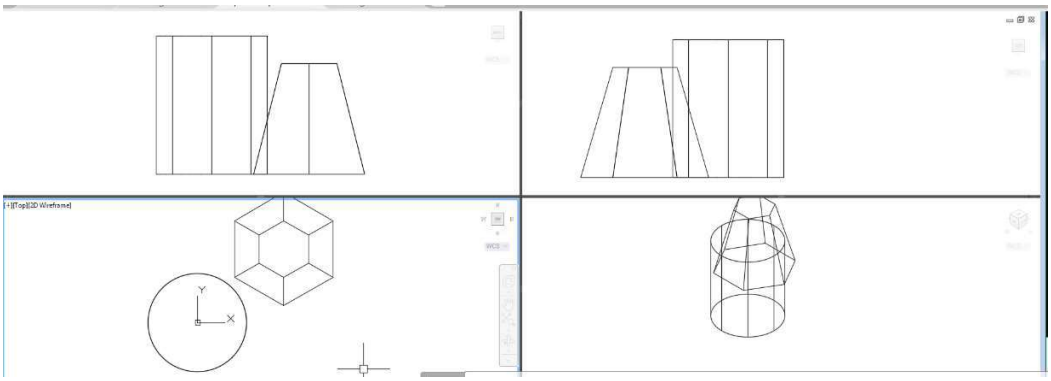


Рис.5.14

- Будуємо клин в початку координат. При побудові клину треба враховувати напрямок осі Y. Потім, за допомогою 3D MOVE (GIZMO), переміщуємо, вказуючи напрямок по осі X і відстань 25, напрямок по осі Y - відстань 12, напрямок по осі Z - відстань 10 (рис.5.15).

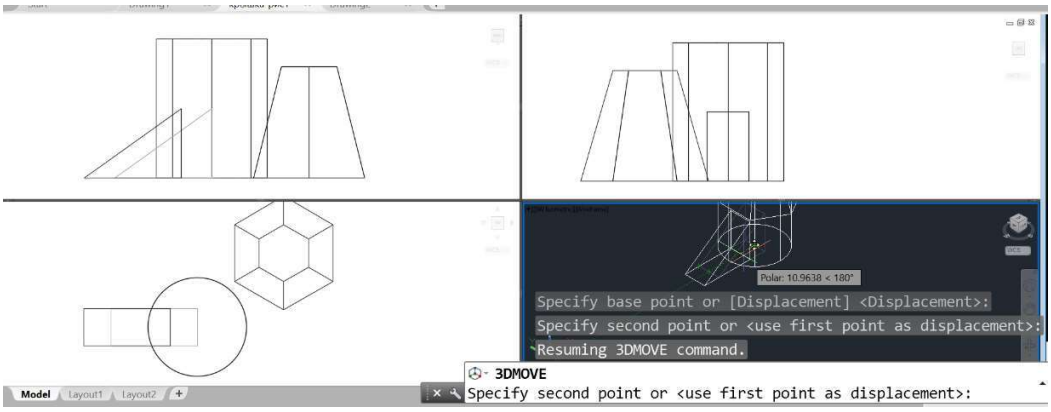


Рис.5.15

`Command: _wedge`
`Specify first corner or [Center]:`0,7.5 – перша точка зміщена відносно початка координат таким чином, щоб середина ширини була в початку координат.
`Specify other corner or [Cube/Length]:` @35,15 - друга точка основи.
`Specify height or [2Point] <40.0000>:` 25 – висота

- Будуємо конус (рис.5.16). Основа розташована на нахиленої частині клину. Щоб основа розташовувалась на ній треба змінити СК.

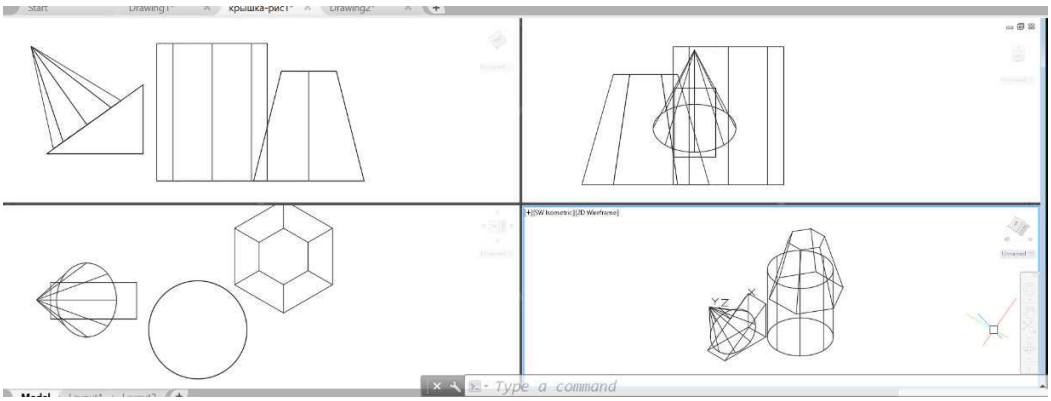


Рис.5.16

```
Command: _ucs
Current ucs name:  *WORLD*
Specify origin of UCS or
[Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis]
<World>: - f
```

Select face of solid, surface, or mesh: – вказати базову поверхню (нахилена частина клину)
Command: _cone
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
Specify base radius or [Diameter] <13.6206>: 15 – радіус основи конуса
Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <25.0000>: 35 – висота конуса

- Створюємо види (рис.5.17).

Command: _VIEWBASE
Specify model source [Model space/File] <Model space>: _M – вибираємо примітиви
Crossing Lasso Press Spacebar to cycle options4 found
Select objects or [Entire model] <Entire model>:
Enter new or existing layout name to make current or [?] <Layout1>: enter (формується кресленик на лист1)
Regenerating layout.
Type = Base and Projected Hidden Lines = Visible and hidden lines Scale = 1:2
Specify location of base view or [Type/sElect/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility] <Type>: вказується базова точка розташування базового виду

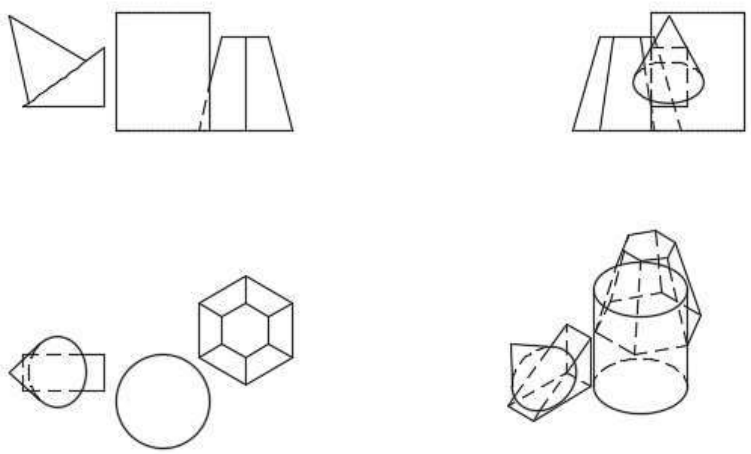


Рис.5.17

Select option [sElect/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility/Move/eXit] <eXit>:

`Specify location of projected view or <eXit>:` вказується розташування виду зверху

`Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>:` вказується розташування виду зліва

`Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>:` вказується розташування виду аксонометрії

`Base and 3 projected view(s) created successfully.`

Креслимо осі, проставляємо розміри, оформляємо кресленик (рис.5.18).

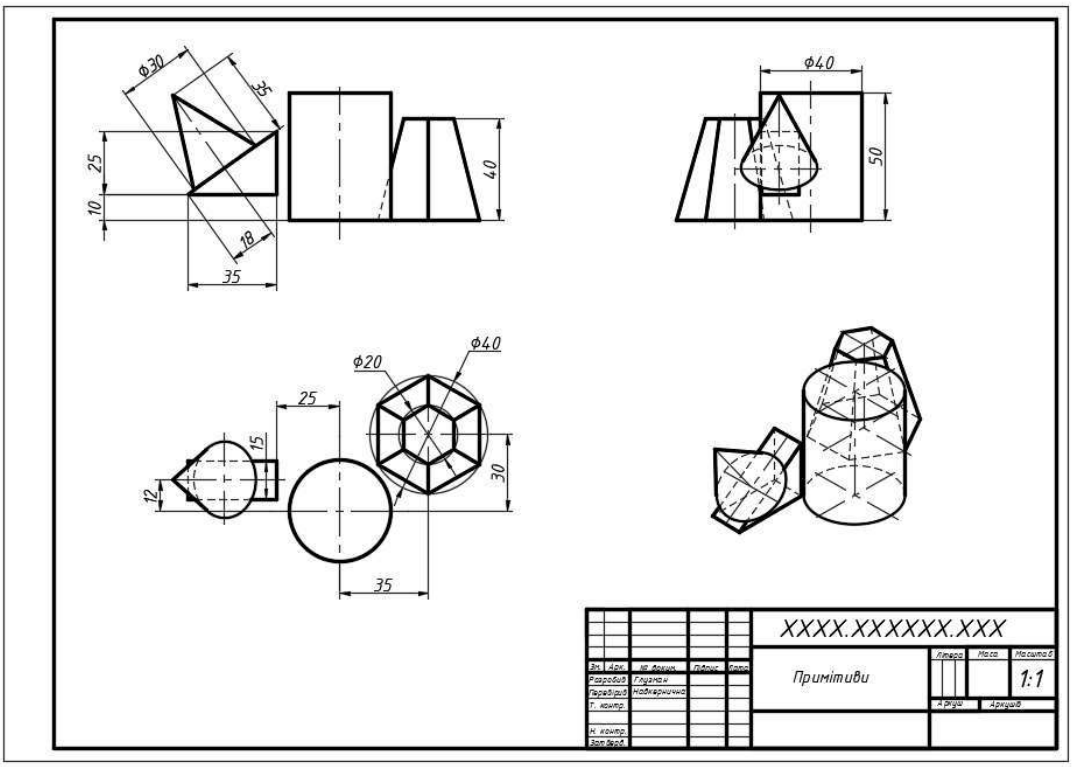


Рис.5.18

5.10. Вправи для самостійної роботи

1. Побудувати тривимірні геометричні тіла по їх проекціям за допомогою примітивів (ящик, циліндр, конус, клин, сфера) по індивідуальним завданням.
2. Створити види (головний вид, види зверху, зліва та аксонометрію). Проставити розміри. Оформити кресленик.

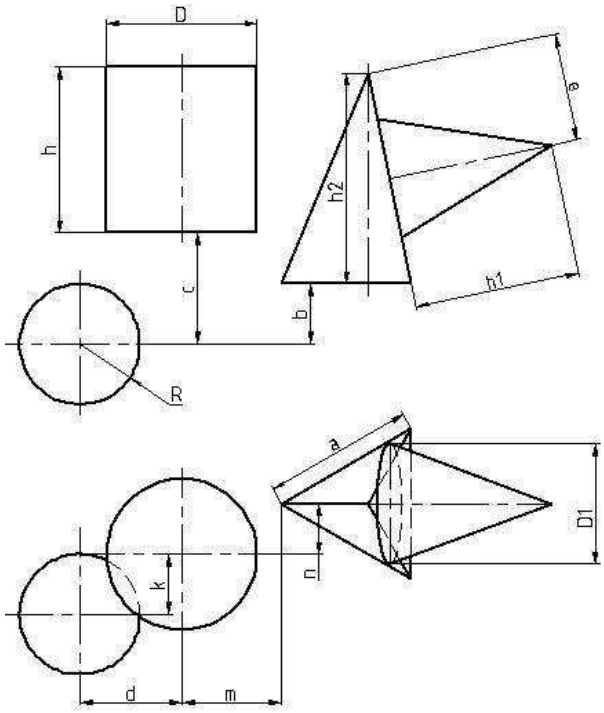


Рис.1.

Позначення до рис.1														
№ вар.	D	h	D1	h1	a	h2	R	b	c	d	k	m	n	e
1	70	80	40	55	50	85	30	15	30	35	25	45	10	45
5	65	80	45	50	55	60	25	5	30	5	5	60	-10	30
9	70	65	20	55	40	30	25	10	0	-30	-60	35	-35	10
13	75	70	30	15	55	80	20	0	-15	60	30	-45	70	0
17	55	70	55	70	45	50	30	45	0	60	0	30	30	30
21	65	65	35	50	55	65	30	5	25	10	5	60	10	30

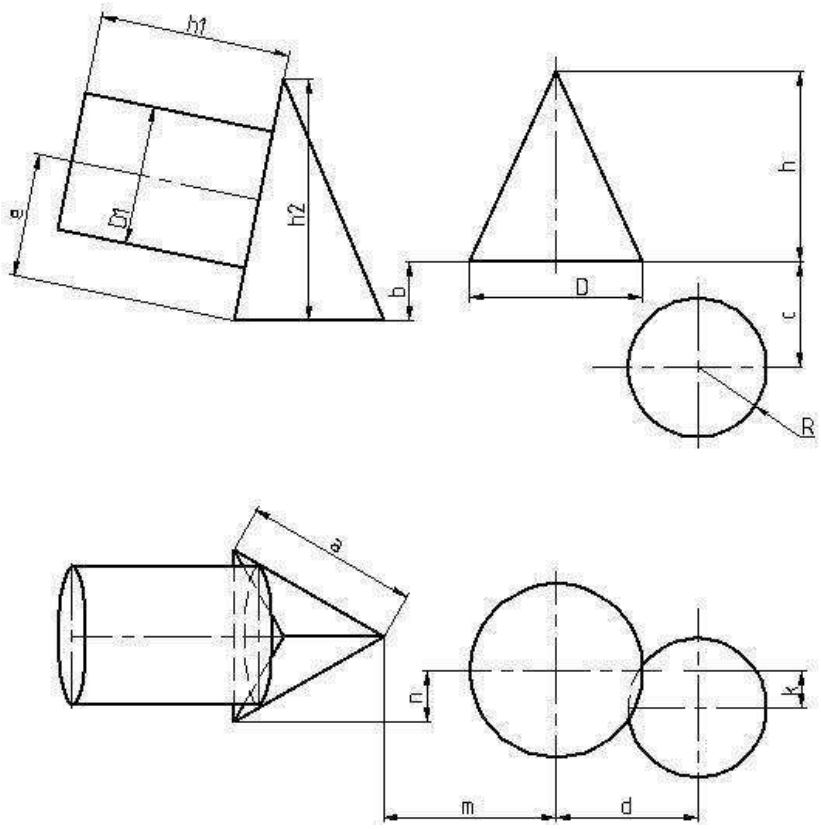


Рис.2

Позначення до рис.2														
№ вар.	D	h	D1	h1	a	h2	R	b	c	d	k	m	n	e
2	55	70	55	70	45	50	30	45	35	0	0	35	30	30
6	70	80	40	55	50	85	30	15	45	35	35	80	10	45
10	70	65	40	55	40	30	25	10	0	0	60	25	-35	40
14	75	70	30	15	55	80	20	0	15	15	-60	80	0	0
18	65	80	45	50	55	60	25	5	30	5	5	60	-10	30
22	55	65	55	55	40	30	25	10	0	35	60	25	-30	40

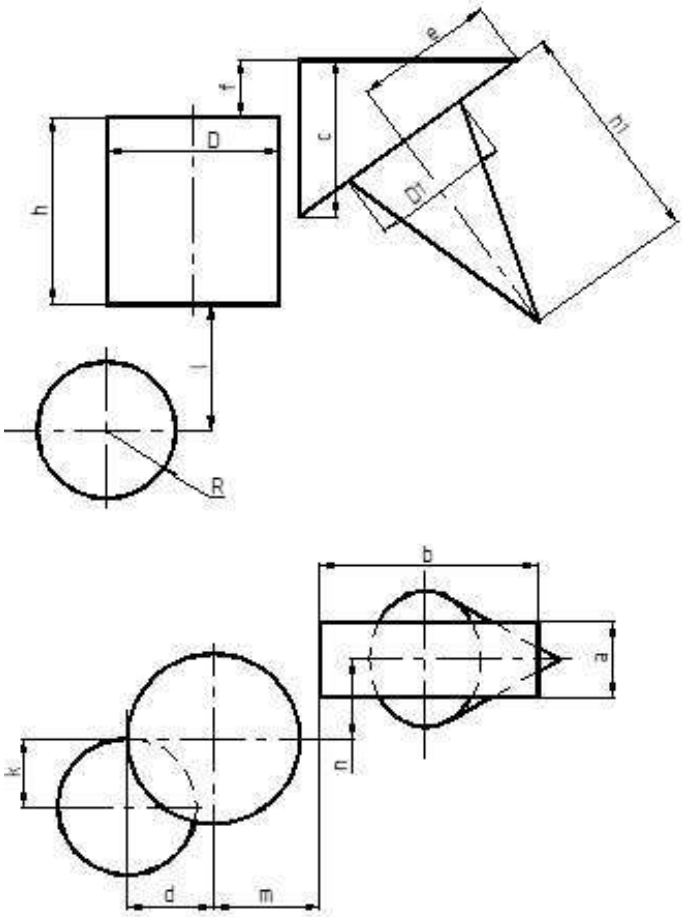


Рис.3

Позначення до рис.3															
№ вар.	D	h	D1	h1	R	a	b	c	d	m	n	k	l	f	e
3	55	70	45	70	25	30	50	45	30	30	0	25	30	15	30
7	70	80	40	55	30	85	30	15	70	35	-10	65	0	-10	15
11	65	65	40	45	20	30	45	10	-20	40	20	30	25	0	5
15	75	70	30	15	25	40	20	50	45	45	30	35	0	-15	30
19	65	80	45	50	35	60	25	55	30	5	80	30	40	0	30
23	60	75	40	45	20	30	45	10	20	40	20	30	25	15	5

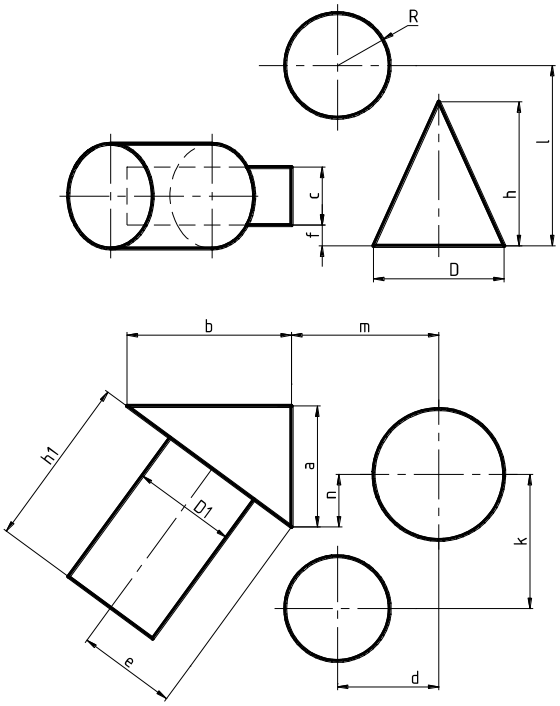


Рис.4

Позначення до рис.4															
№ вар.	D	h	D1	h1	R	a	b	c	d	m	n	k	l	f	e
4	65	65	40	45	20	30	45	10	-20	40	20	30	75	0	5
8	55	70	45	70	25	30	50	45	40	30	0	45	55	-15	30
12	75	70	30	15	25	40	20	50	45	65	30	65	0	15	30
16	65	80	45	50	35	60	25	55	30	45	-20	35	70	0	30
20	70	80	40	55	30	85	30	35	0	35	-10	65	0	-40	15
24	60	75	30	25	25	40	20	50	45	65	30	-65	0	15	30

6. Побудова та редагування твердотільних об’єктів.

Тверді тіла можна створювати на основі наявних в AutoCAD базових форм (розглянуті в гл.4), а також за допомогою видавлювання (екструзії) 2D об’єктів довільної форми вздовж заданого напряму або його обертанням навколо осі.

Об’єкти, що використовуються в якості контурів для видавлювання чи обертання мають бути замкненої форми. Це можуть бути замкнені полілінії та сплайни, багатокутники, кола еліпси, кільця, регіони. В іншому разі будуть створені поверхні.

Після видавлювання AutoCAD може видалити або залишити вихідний профіль в залежності від значення системної змінної `DELOBJ`. Якщо значення цієї системної змінної дорівнює нулю, профіль залишається, якщо дорівнює одиниці, профіль видаляється.

Складніші форми можна створювати шляхом виконання булевих операцій (об’єднання, віднімання або перетину тіл). У подальшому тверді тіла можна редагувати шляхом зняття фасок або заокруглення їхніх ребер. Грані твердого тіла можна редагувати без додаткових геометричних побудов.

6.1. Команди побудови двовимірних об’єктів замкненої форми

6.1.1. **Команда PLINE.**

Полілінії - це багатосегментні об’єкти, які можуть містити як прямолінійні, так і дугові сегменти. Незалежно від кількості складових сегментів, полілінія обробляється AutoCAD як єдиний об’єкт. Полілінія містить від 3до 500 вершин.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда PLINE.

Після запуску команди виводиться запит:

`Command: _pline`

`Specify start point:` вказати першу точку -

`Current line-width is 0.0000`

`Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width/Close]`: вказати другу точку або обрати опцію:

`Arc` – дозволяє перейти в режим побудови дугових сегментів;

`Length` – запитує довжину наступного сегмента полілінії;

`Undo` – відміняє сегмент, побудований останнім;

`Width` – дозволяє задати ширину для наступного сегмента.

`Close` - з'єднує кінцеву точку останнього сегмента з початковою точкою першого сегмента та завершує команду.

6.1.2. **Команда REGION.**

Команда перетворює об'єкти, що утворюють замкнутий контур, в єдиний об'єкт. Контур може складатись з відрізків, поліліній , еліптичних дуг та сплайнів. Контур обов'язково має бути замкненим, тобто складатися з одного замкненого об'єкта або із замкненої послідовності об'єктів, що з'єднуються в кінцевих точках.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда REGION.

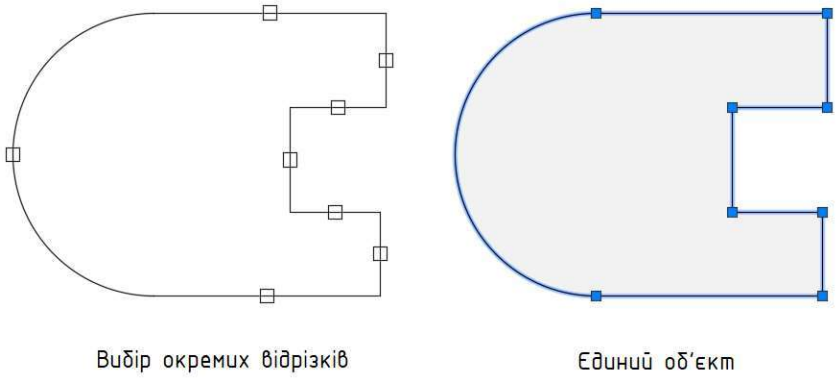


Рис.6.1

Після запуску команди виводиться запит `Select objects`, у відповідь на який треба вибрати об'єкти, що створюють замкнений контур (рис.6.1).

6.1.3. **6.1.3 Команда BOUNDARY**

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда BOUNDARY.

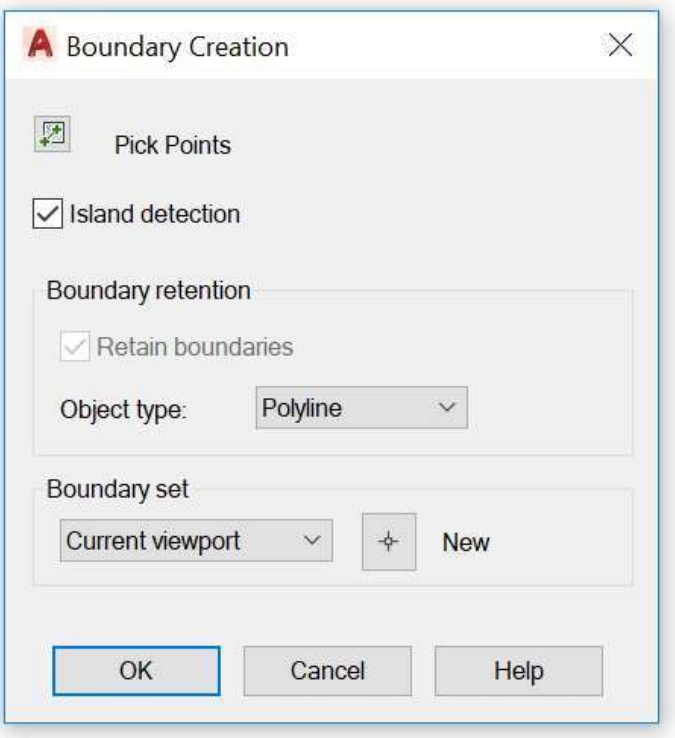


Рис.6.2

Команда дозволяє створити полілінію або область зі зв'язаних між собою або накладених один на одного об'єктів. Команда відкриває діалогове вікно Boundare Creation (рис.6.2).

У вікні кнопка Pick Point забезпечує автоматичне створення об'єкта типу полілінії. Після натискання цієї кнопки система видає запит `Select objects`, у відповідь потрібно вказати точку всередині деякої замкненої області (рис.6.3).

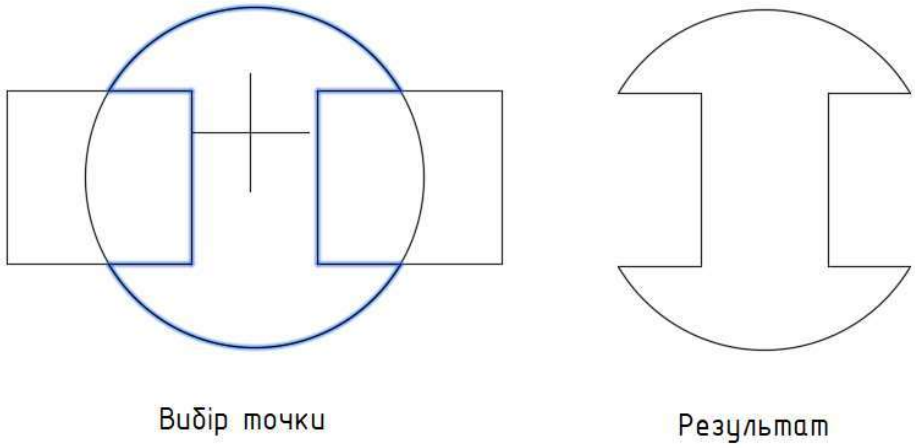


Рис.6.3

6.2. Команди побудови твердотільних об’єктів

6.2.1. **Команда EXTRUDE.**

Команда дозволяє створювати твердотільні об’єкти шляхом видавлювання двовимірних об’єктів (профілів) на задану висоту або вздовж заданого шляху.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда EXTRUDE.

`Command: _extrude`

`Current wire frame density: ISOLINES=8, Closed profiles creation mode = Solid`

`Select objects to extrude or [MOde]: _MO Closed profiles creation mode [SOlid/SUrface] <Solid>: _SO`

`Select objects to extrude or [MOde]:` вказати замкнені об’єкти

`Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <>:` вказати висоту (рис.6.4).

В результаті команда створює об’єкт заданої висоти.

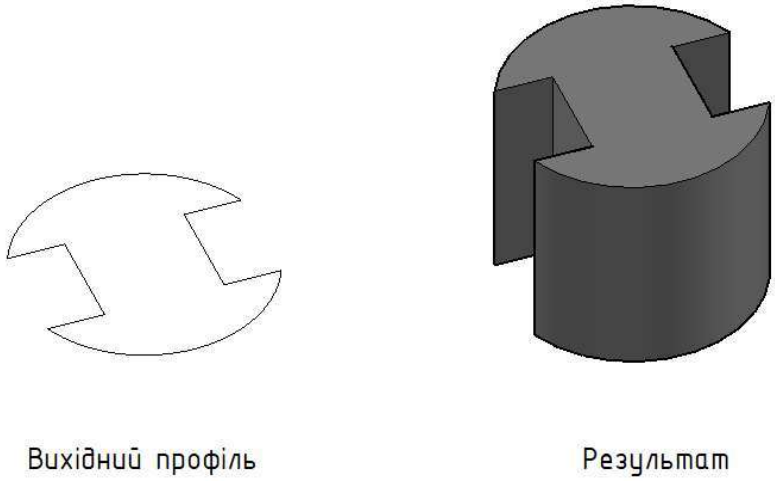


Рис.6.4

Опції: `Direction` – створює об’єкт в напрямку вказаних точок. Висота – відстань між точками (рис.6.5).

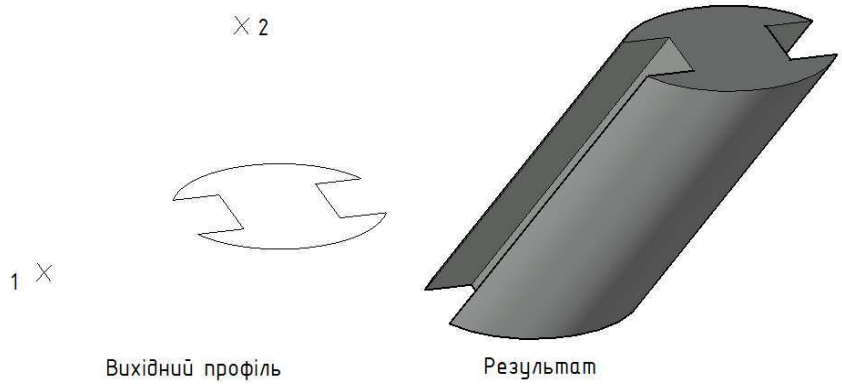
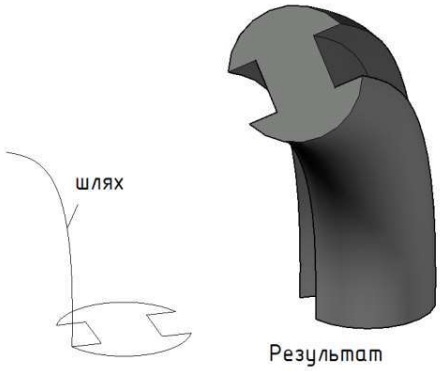
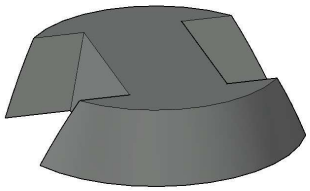


Рис.6.5



`Path` – дозволяє видавлювати профіль по заданому шляху (рис.6.6). В якості щляху можна використовувати відрізки прямих, кола, дуги, еліпси, еліптичні дуги, полілінії, сплайни. Шлях не повинен лежати в тій самій площині, що і профіль, а також мати ділянки з високою кривиною.

Рис.6.6



`Taper angle` – (вказати кут звужування (рис.6.7). Допустимі значення кута лежать в межах від -90 до +90 градусів. При додатних значеннях кута об’єкт звужується, а при від’ємних – розширюється.

Рис.6.7

6.2.2. **Команда REVOLVE.**

Команда дозволяє створювати твердотільний об’єкт шляхом обертанням двовимірного об’єкта (профілю) навколо осі.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда REVOLVE.

`Command: _revolve`

`Current wire frame density: ISOLINES=8, Closed profiles creation mode = Solid`

Після ініціалізації команди виводиться повідомлення про значення системної змінної `ISOLINES`, а потім запит:

`Select objects to revolve or [MOde]: _MO Closed profiles creation mode [SOlid/SUrface] <Solid>: _SO`

`Select objects to revolve or [MOde]:` – вибрати об'єкти для обертання

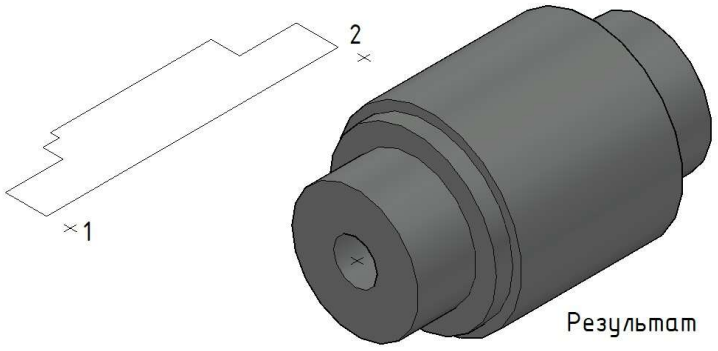


Рис.6.8

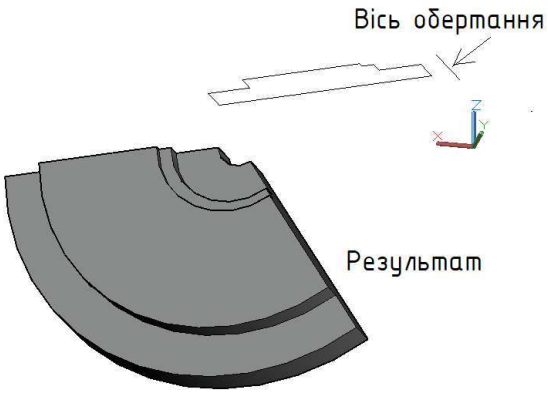


Рис.6.9

`Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>:` - потрібно вказати початкову точку осі обертання т.1 (рис.6.8), або вибрати опцію.

`Specify axis endpoint:` вказати кінцеву точку осі обертання

`Specify angle of revolution or [STart angle/Reverse/EXpression] <360>:` - вказати значення кута обертання

Опції: `Object` – дозволяє визначити вісь обертання за наявними в кресленику відрізком прямої або сегментом полілінії (рис.6.9).

`X(Y або Z)` – забезпечує режим, в якому віссю обертання є вісь `X(Y або Z)` поточної системи координат

6.2.3. **Команда PRESSPULL**

Команда витягування динамічно змінює об'єкти екструзією та зміщенням. З її допомогою утворюються тіла шляхом витягування обмежених областей перпендикулярно їхньої поверхні (альтернатива команді EXTRUDE). Обмежена область *не обов'язково* повинна бути полілінією, *не обов'язково* початкові і кінцеві точки відрізків мають збігатися (рис.6.10).

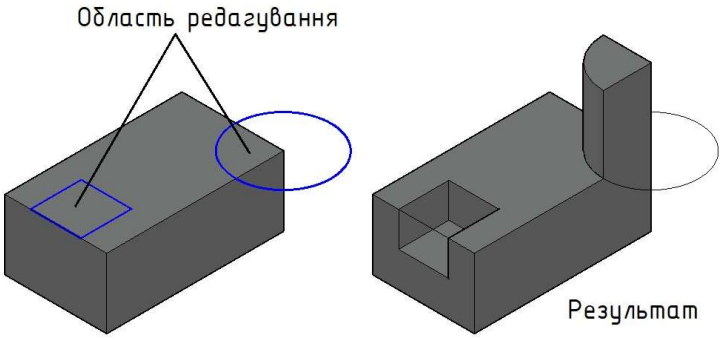
Рис.6.10

За її допомогою є можливість не тільки створювати тіла, але й редагувати їх (рис.6.11).

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда PRESSPULL.

`Command: _presspull` витягування.

`Select object or bounded area:` - вказати обмежену область або грань



`Specify extrusion height or [Multiple]:` - вказати висоту

Команда повторюється автоматично, поки не натиснути клавіші Esc, Enter або пробіл.

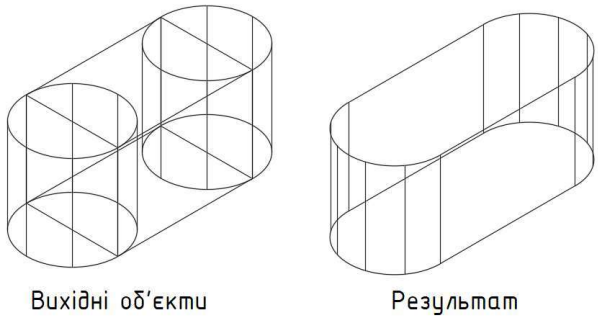
Рис.6.11

6.3. Моделювання об’єктів складної форми за допомогою булевих операцій

6.3.1. **Команда UNION.**

Команда дозволяє створити тверде тіло або двовимірну область з набору наявних об’єктів відповідного типу (рис.6.12). Об’єднання області і твердого тіла неможливе.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів SOLID EDITING ▸ команда UNION.




```
Command: _union
Select objects: Specify
opposite corner: 1 found
Select objects:
```
потрібно вибрати об’єкти для об’єднання

Рис.6.12

6.3.2. **Команда SUBTRACT.**

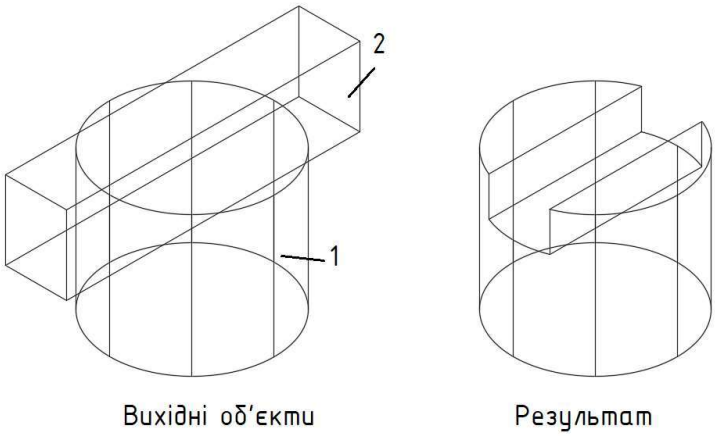
Команда створює тверде тіло або область шляхом віднімання, відповідно, їхніх об’ємів або площ.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів SOLID EDITING ▸ команда SUBTRACT.

```
Command: _subtract Select solids, surfaces, and regions
to subtract from ..
```

`Select objects: 1 found` вибрати об’єкти (1), від яких буде здійснюватися віднімання (рис.6.13).

```
Select solids, surfaces, and regions to subtract ..
```

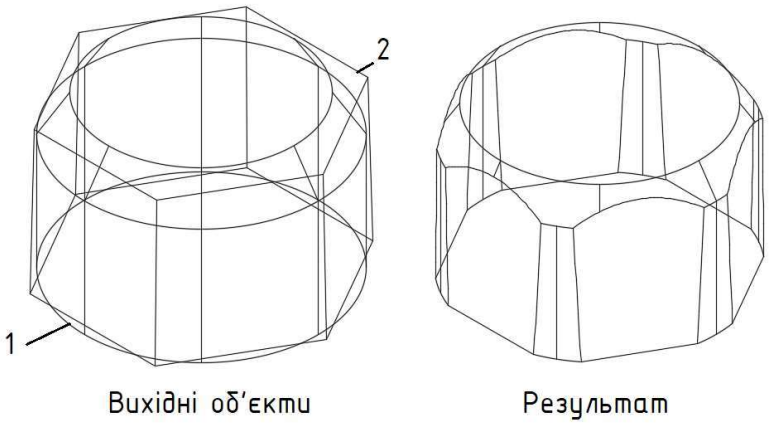


`Select objects: 1 found` слід вибрати об'єкти (2), які слід відняти (рис.6.13).

Рис.6.13

6.3.3. **Команда INTERSECT.**

Команда дозволяє створити тверде тіло або область шляхом утворення їх з областей перетину наборів об'єктів відповідного типу (рис.6.14). Вихідні об'єкти не зберігаються.



Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів SOLID EDITING ▸ команда INTERSECT.

`Command: _intersect`

`Select objects: -` вибір об'єктів

Рис.6.14

6.4. Побудова фасок та спряження граней твердих тіл

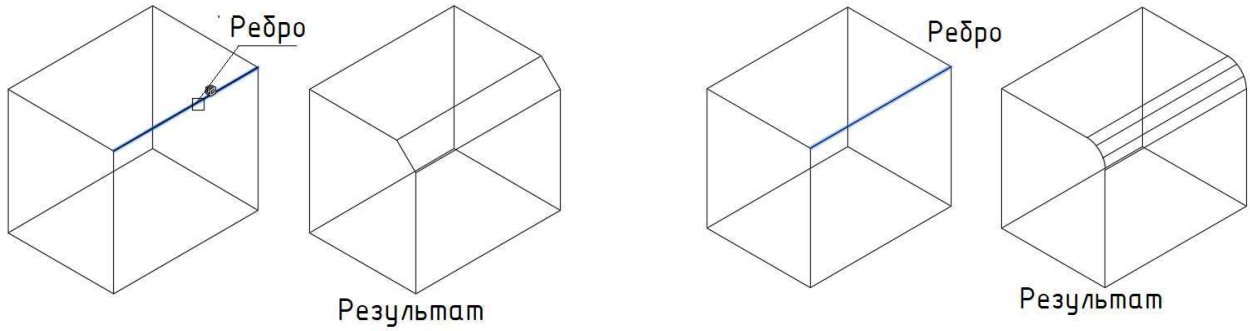
Команда для побудови фасок та спряження граней може використовувати стандартні “двовимірні” та “тривимірні” команди CHAMFER та FILLET.

6.4.1. **Команда CHAMFER.**

Команда будує фаски на перетині суміжних граней твердих тіл. (рис.6.15а).
Стрічка ▸ закладка SOLID ▸ панель інструментів SOLID EDITING ▸ команда

CHAMFER.

```
Command: _CHAMFEREDGE Distance1 = 1.0000, Distance2 =
1.0000
```



а б

Рис.6.15

`Select an edge or [Loop/Distance]:` вказати ребро яке треба редагувати або опції

`Select another edge on the same face or [Loop/Distance]:` `D` – якщо треба змінити катети

```
Specify Distance1 or [Expression] <..>:
Specify Distance2 or [Expression] <..>:
Select another edge on the same face or [Loop/Distance]:
```

`L` - щоб побудувати фаски одночасно на всіх ребрах, що обмежують базову грань

6.4.2 **Команда FILLET.**

Команда будує спряження суміжних граней твердотільних об’єктів. (рис.6.15б).
Стрічка ▸ закладка SOLID ▸ панель інструментів SOLID EDITING ▸ команда

FILLET.

Command: _FILLETEDGE
Radius = 1.0000
Select an edge or [Chain/Loop/Radius]: вказати ребро яке треба редагувати або опції
Select an edge or [Chain/Loop/ Radius]: R - якщо треба змінити катети

Enter fillet radius or [Expression] <1.0000>: 10

Chain – дозволяє одразу вибрати послідовність ребер, що йдуть одне за одним.

Запитання для самоперевірки

1. Які способи побудови твердих тіл ви знаєте?
2. Які вимоги до об'єктів, що підлягають видавлюванню та обертанню?
3. Яка різниця між командами EXTRUDE та PRESSPULL?
4. Як діють команди CHAMFER та FILLET?

6.5. Побудова тривимірної моделі за її проекціями

Побудувати тривимірну модель за двома її проекціями (рис. 6.16).

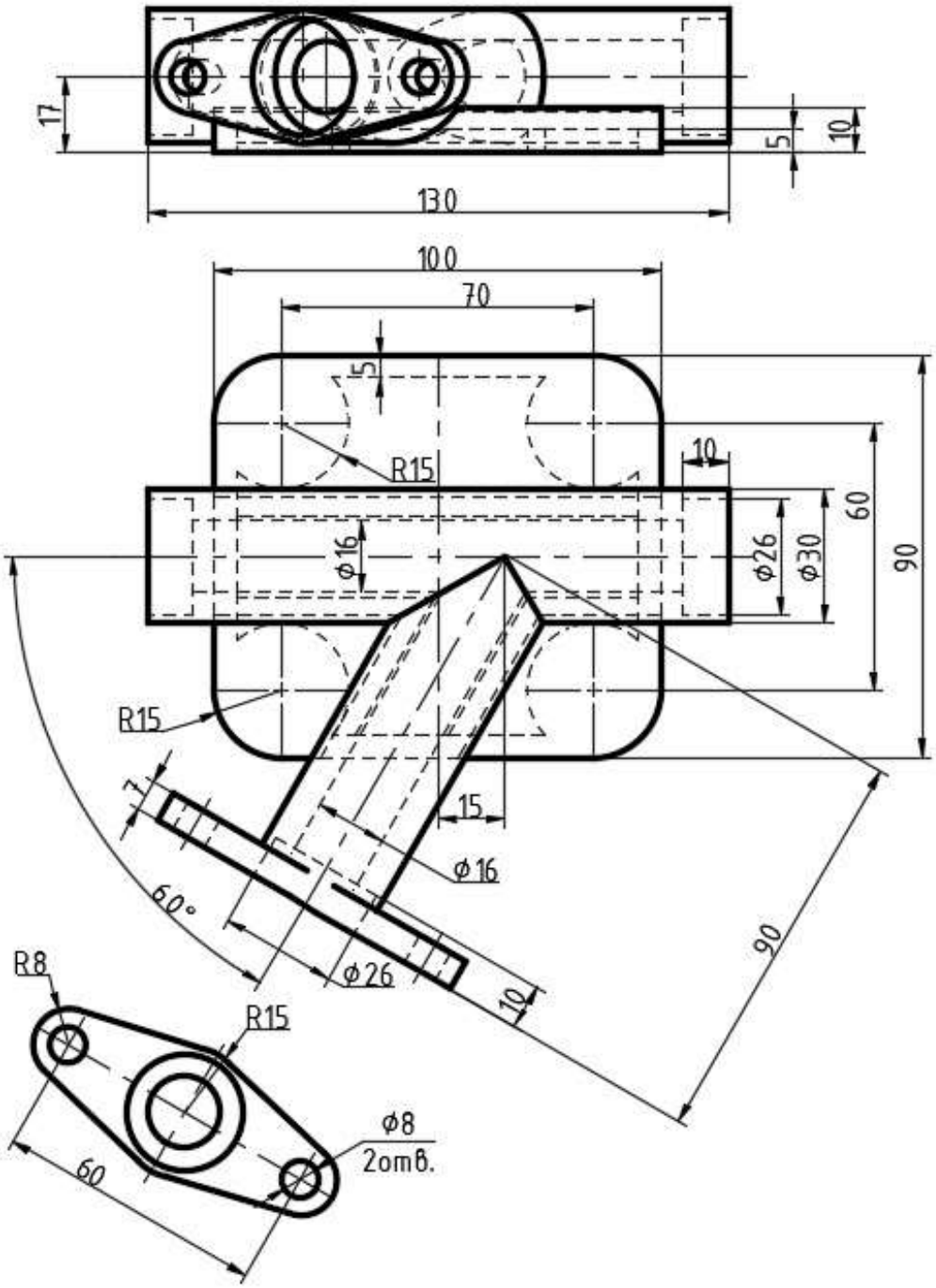


Рис.6.16

Запустимо AutoCAD та розпочнем роботу над кресленником.

Встановимо робочий простір 3D-моделювання (3d Modeling).
Створимо шари для побудови зовнішніх та внутрішніх форм, а також осей.

Виконувати побудову будемо в декілька етапів.

- Підготовчий етап.

  Досліджуємо деталь, уявно розчленовуючи її на прості складові геометричні форми (форми які можна побудувати за допомогою однієї команди), та, в залежності від них, обираємо спосіб побудови.

- Етап побудови примітивів базової частини корпусу. Бажано внутрішні та зовнішні форми виконувати на різних шарах.

Рекомендовано, якщо дозволяють параметри екрана, створити 3 або 4 видових екрани (див. главу 5).

Будуємо осьові лінії та контур основи моделі (рис.6.17). Слід пам'ятати, що для отримання з двовимірного контуру твердотільного об'єкта методом видавлювання, контур має бути замкненою суцільною полілінією або областю (об'єктом типу REGION) у площині, паралельній площині XY поточної системи координат. Оскільки за замовчуванням при завантаженні графічного пакету AutoCAD встановлюється світова система координат (ССК), в якій площиною кресленика (площиною XY) є горизонтальна площина, можна будувати контур базової частини корпусу, не створюючи систему координат користувача.

Базова частина вихідного профілю корпусу - прямокутник с заокругленими кутами (рис.6.17а). Його можна побудувати за допомогою команди RECTANG.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда

RECTANG

`Command: _rectang`

`Current rectangle modes: Fillet=0.0000`

`Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: F` встановлюємо опцію спряження

`Specify fillet radius for rectangles <0.0000>:` 15 - радіус спряження

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/

Thickness/Width]: 0,0 - перша точка діагоналі прямокутника

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: 90,100 – друга точка діагоналі прямокутника

Одержуємо прямокутник зі спряженими кутами (R15) - полілінія.

На його основі креслимо контур фігурної виїмки контуру (рис.6.17б).

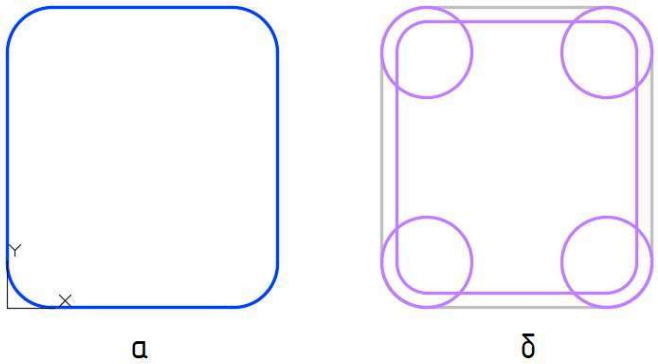


Рис.6.17

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODIFY ▸ OFFSET

Command: _offset

Current settings: Erase source=No Layer=Source OFFSETGAPTYPE=0

Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <1.0000>: 5 відстань між зовнішнім та внутрішнім контуром

Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: вказуємо зовнішній контур

Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: вказуємо точку всередині контуру і отримуємо внутрішній на відстані 5 мм від вихідного.

Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: *Cancel*

Будуємо контур бобишки (потовщення на литій деталі в місці свердління отворів під болти) за допомогою команди CIRCLE

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів DRAW ▸ команда CIRCLE

Command: _circle

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _cen of –центр вказуємо прив'язкою до центру дуги

Таким чином створюємо внутрішній контур виїмки. Для створення основи використовуємо команду видавлювання EXTRUDE (рис.6.18а).

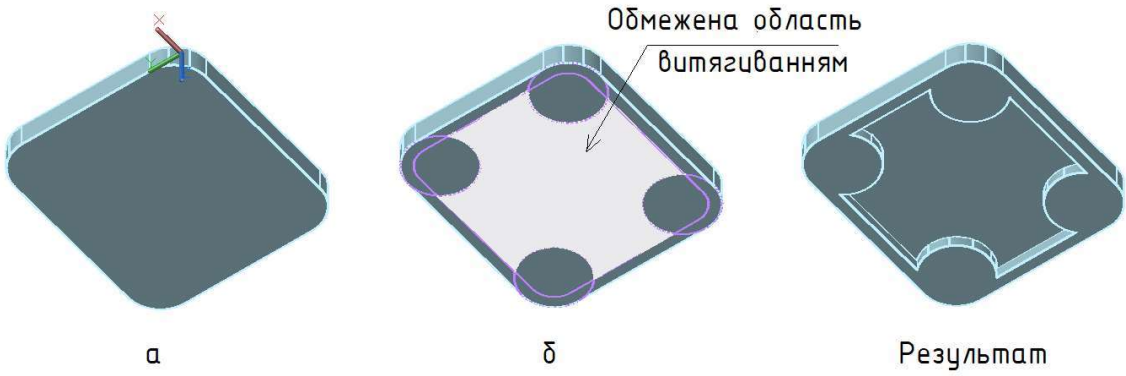


Рис.6.18

Якщо використовувати команду витягування PRESSPULL (рис.6.18б) для створення виїмки, нам не потрібно буде створювати полілінію або область, крім того, команду віднімання SUBTRACT також не потрібно буде застосовувати, якщо контур буде в площині основи твердотільного об'єкта.

Приступимо к побудові горизонтального циліндра. Простіше за все використовувати команду побудови примітиву CYLINDER. В цьому випадку не потрібно буде змінювати систему координат.

Стрічка ▸ закладка HOME ▸ панель інструментів MODELING ▸ команда CYLINDER

Command: _cylinder

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: вказуємо середину основи (рис.6.19а)

Specify base radius or [Diameter] <1.00>: 15 - радіус циліндра

Specify height or [2Point/Axis endpoint] <-5.0000>: A - вибираємо опцію Axis endpoint (кінцева точка осі).

`Specify axis endpoint:` вказуємо середину протилежного ребра

За допомогою команди 3DMOVE (GIZMO) переміщуймо циліндр по осі Z

`Command: _3dmove`

`Select objects: 1 found` (рис.5.19б) вибираємо циліндр

`Select objects:`

`Specify base point or [Displacement] <Displacement>:` вказуємо вісь Z та напрямок переміщення

`** MOVE **`

`Specify move point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: 7` - значення переміщення (рис.5.19 б).

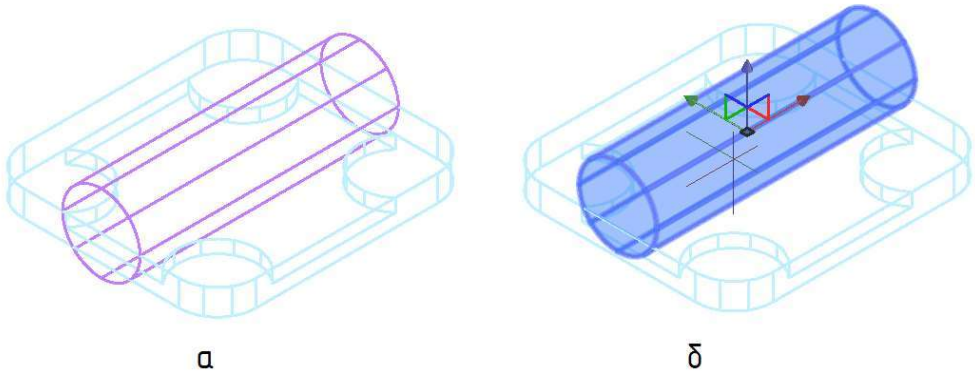


Рис.6.19

Креслимо осі та будуємо другий циліндр (рис.6.20 а,б).

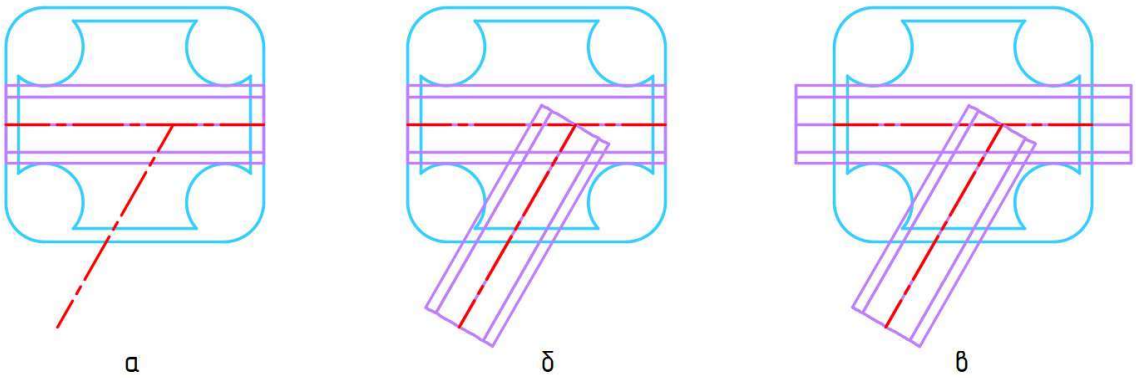


Рис.6.20

Редагуємо перший циліндр. Він виступає за основу на 15мм з обох сторін. Використовуємо команду PRESSPULL (рис.6.20в).

Встановлюємо систему координат за гранню тривимірного об’єкту (торець бічного циліндру) і креслимо фланець. Якщо тривимірні об’єкти будуть заважати, шар, на якому вони розташовуються, треба вимкнути після того, як будуть побудовані осі (рис.6.21а,б). Команда PRESSPULL побудує фланець без створення полілінії (треба вимкнути шар осі), а при використанні команди EXTRUDE (див. 6.2.1) треба перетворити контур фланцю в полілінію.

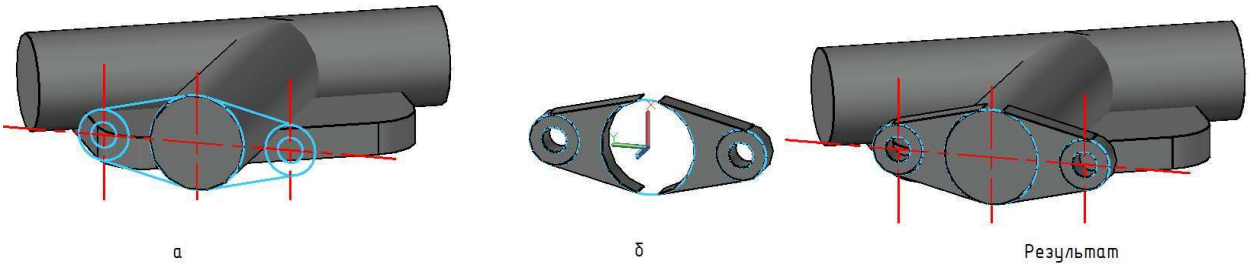


Рис.6.21

Об’єднаємо циліндри та фланець з основою за допомогою команди UNION.

Побудову внутрішніх отворів можна виконати за допомогою команди створення циліндрів або команди обертання.

Розглянемо побудову за допомогою команди обертання REVOLVE. Для початку зробимо профіль обертання 2 (профіль обертання 2), який будемо обертати навколо осі обертання 1 (осі обертання 2), якій належать точки 1 та 2 (якій належать точки 3 та 4). Внутрішні отвори розташовані паралельно горизонтальній площині, тому можна для зручності вимкнути шар, на якому розташована побудована модель, та побудувати профіль обертання. Треба

пам’ятати, що профіль має бути полілінією. Після створення циліндрів - внутрішніх отворів, об’єднаємо їх. Послідовність побудови розглядається на рис.6.22.

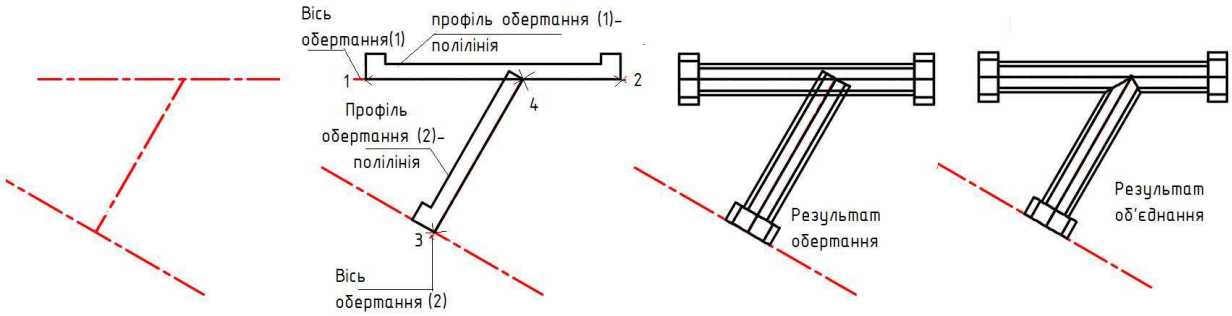


Рис.6.22

Для створення отворів у корпусі застосовуємо команду віднімання SUBTRACT. Спочатку вказуємо на корпус і натискаємо ENTER, а потім вказуємо на об’єкт, якій потрібно відняти – внутрішні, щойно об’єднані, циліндри (рис.5.23).

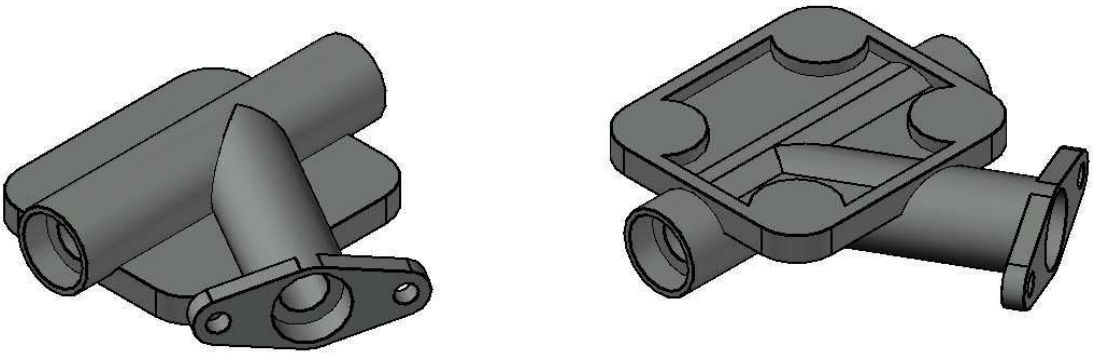


Рис.6.23

- Оформлюємо кресленик (рис.6.24)
- Зберігаємо кресленик.

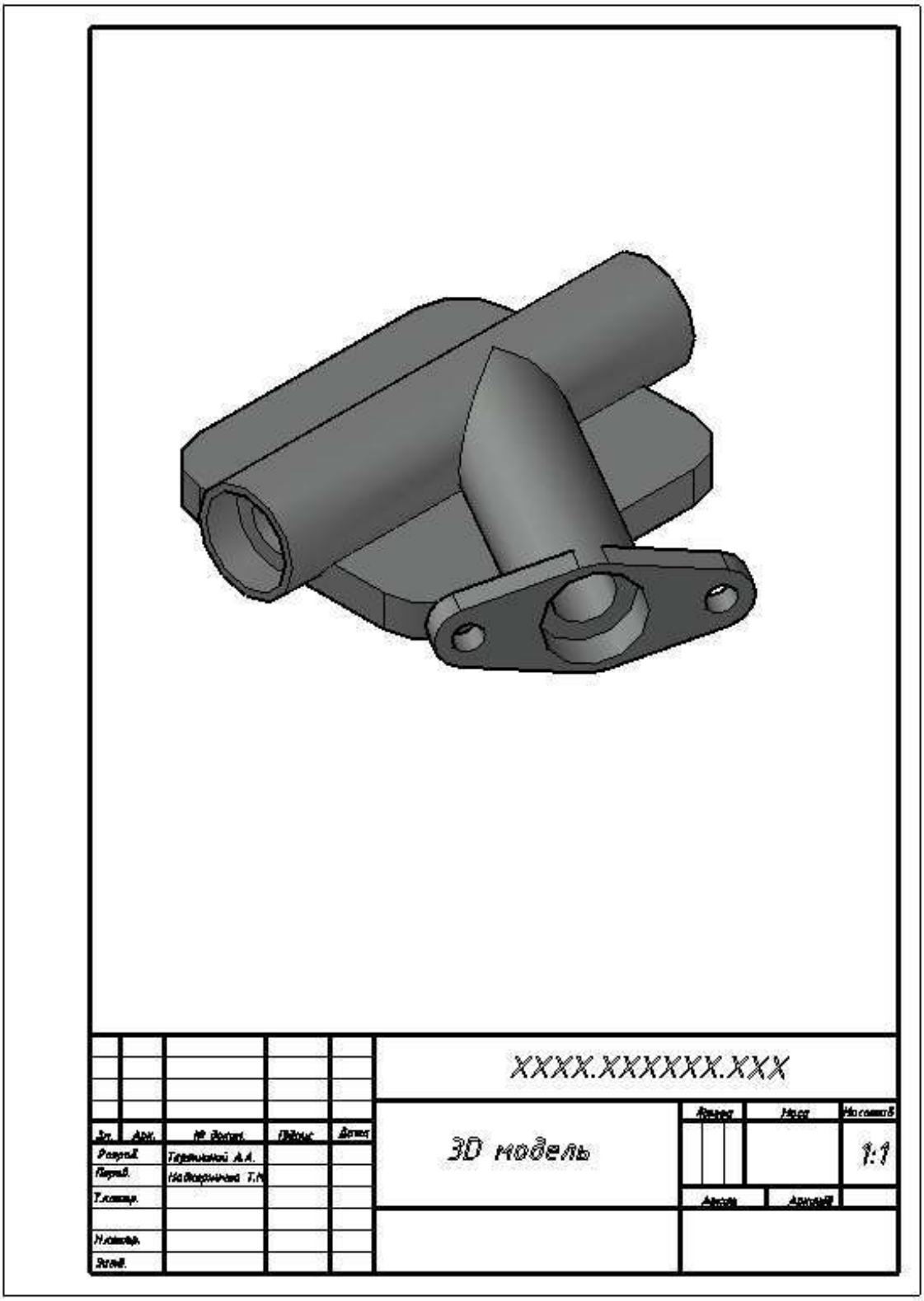
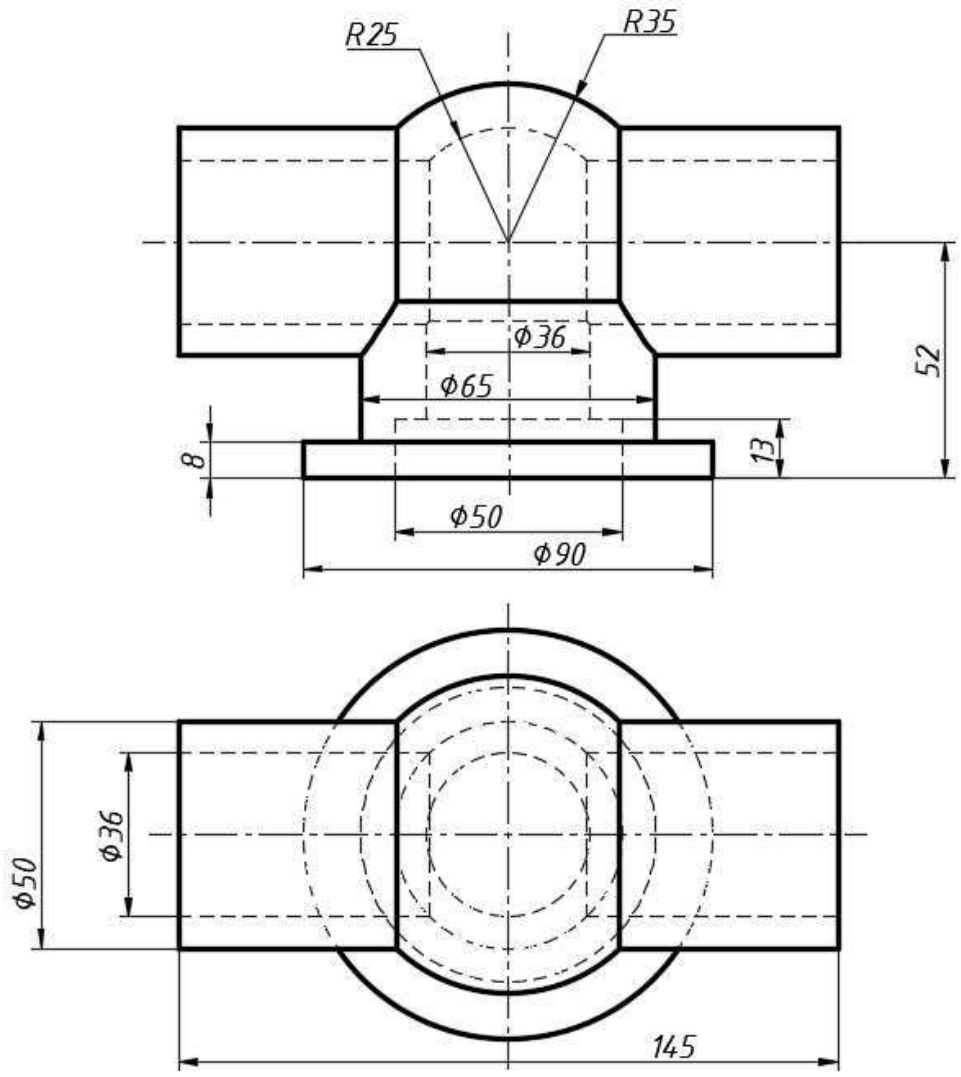

XXXX.XXXXXX.XXX
3D модель
Лист
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов
Изм.
Лист.
№ докум.
Подпис
Дата
Разраб.
Терешкина А.А.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.

Рис.6.24

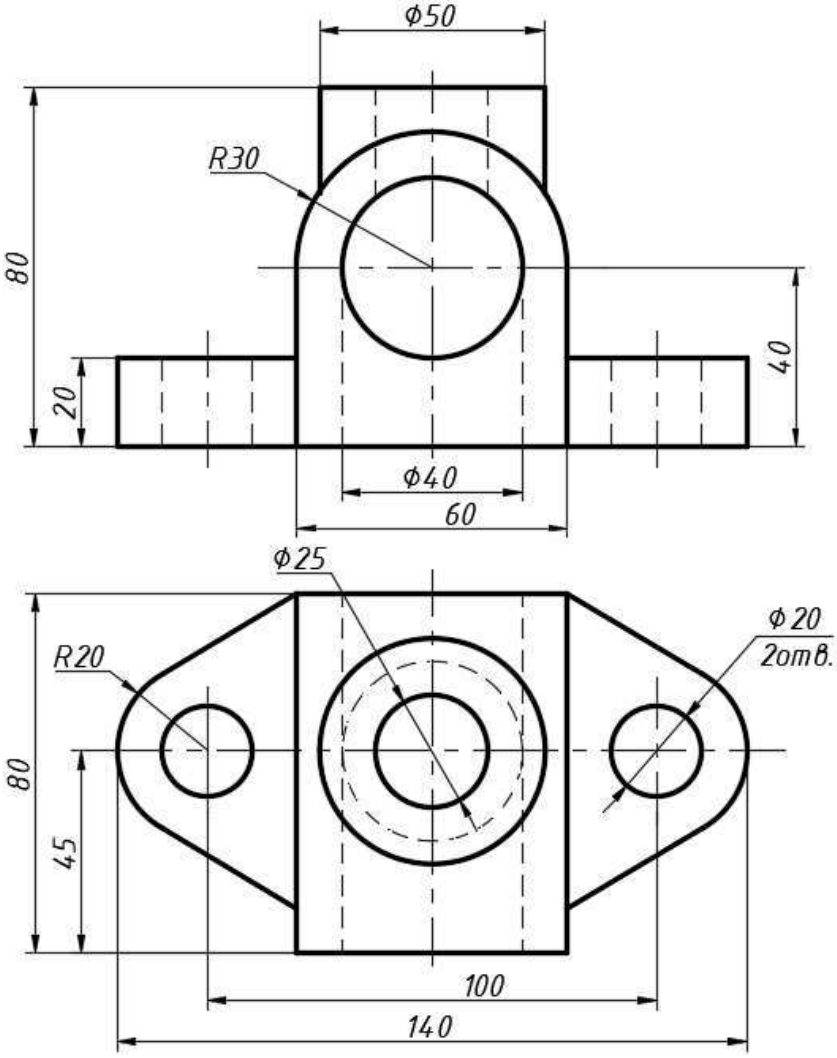
6.6. Вправи для самостійної роботи

Побудувати тривимірну модель деталі за двома її проекціями.

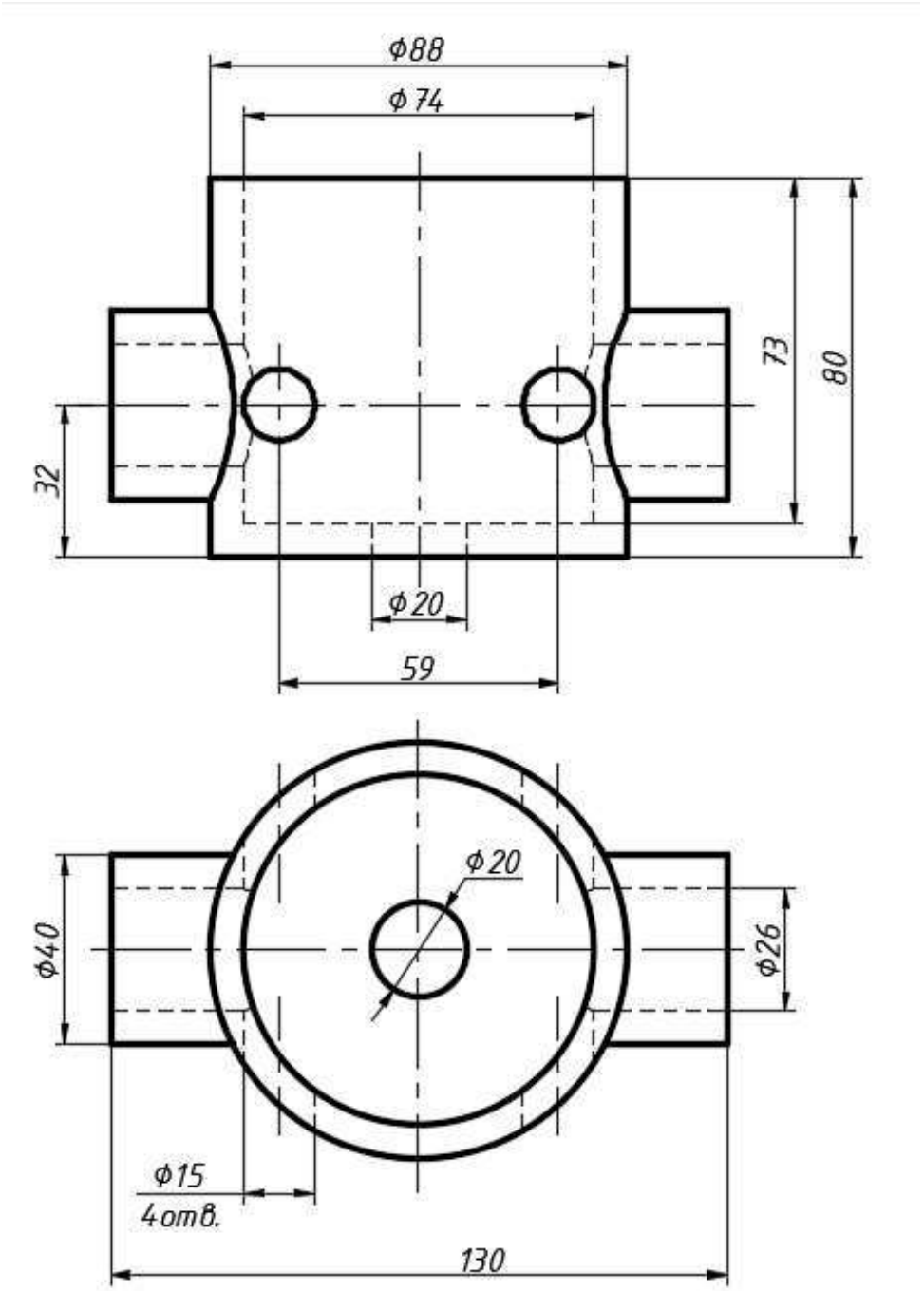
Варіант1



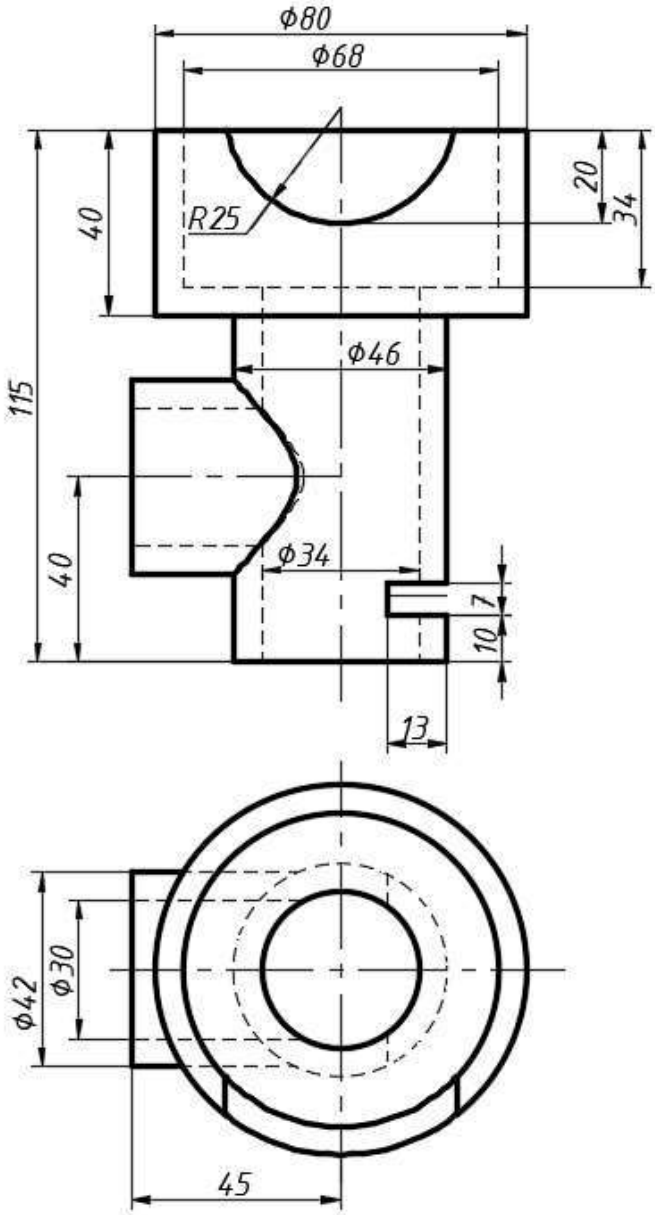
Варіант2



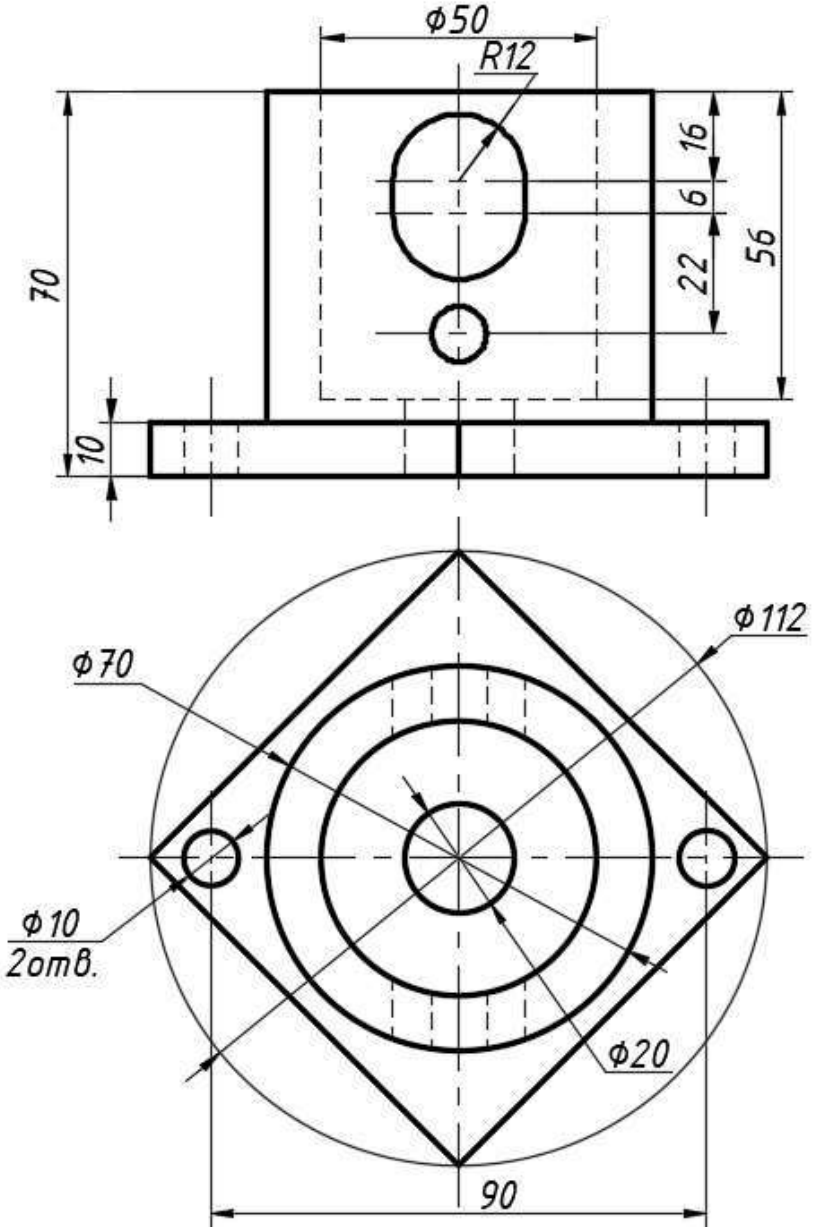
Варіант 3



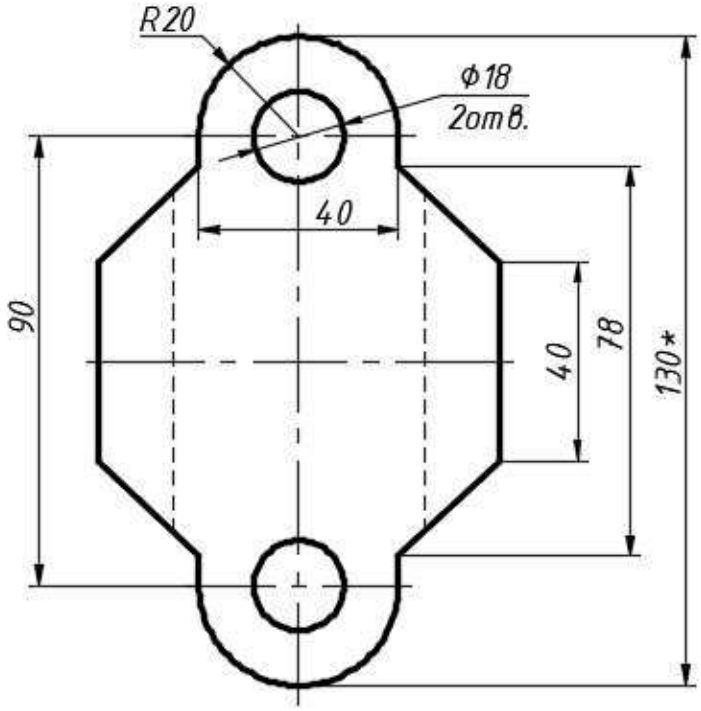
Варіант 4

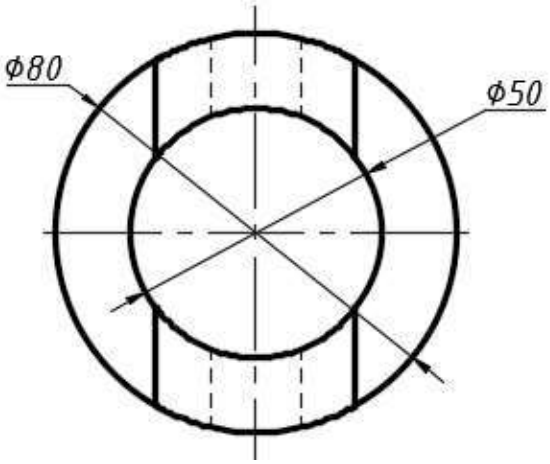


Варіант 5

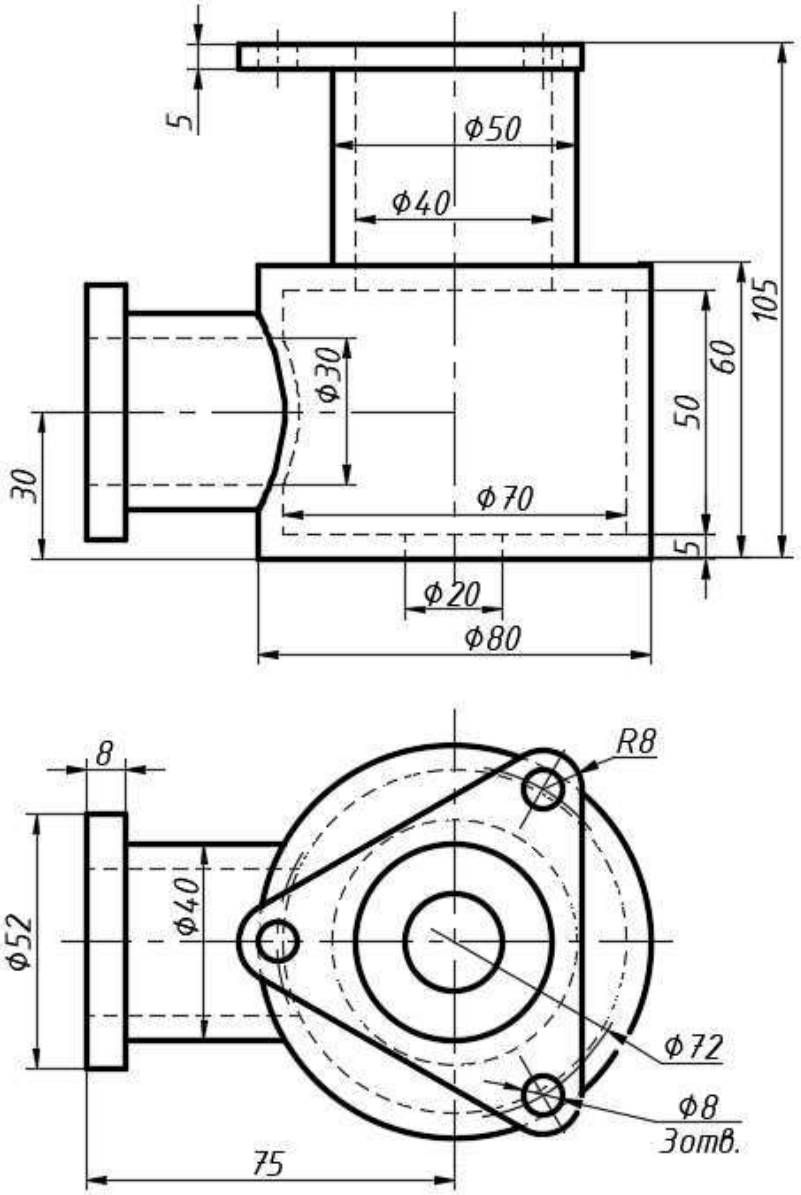


Варіант 6

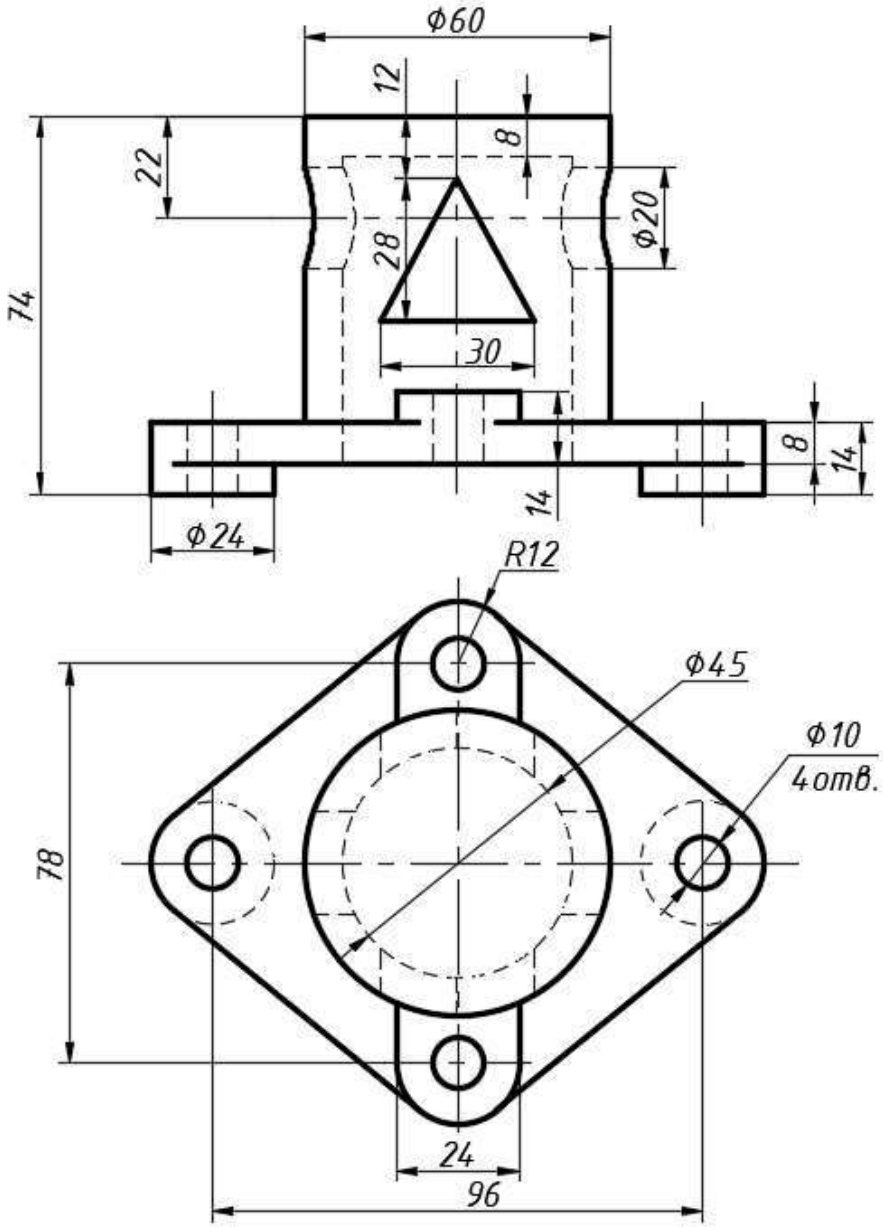




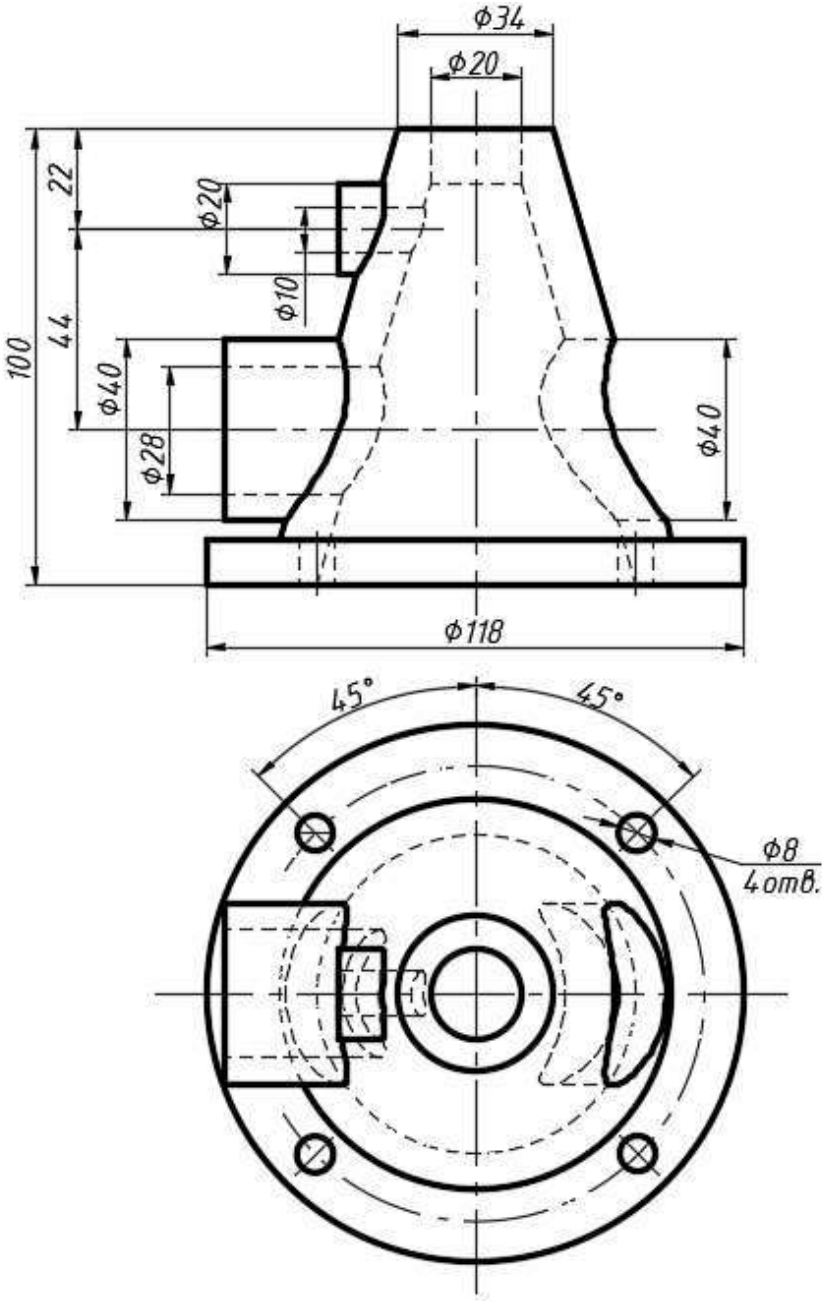
Варіант 7



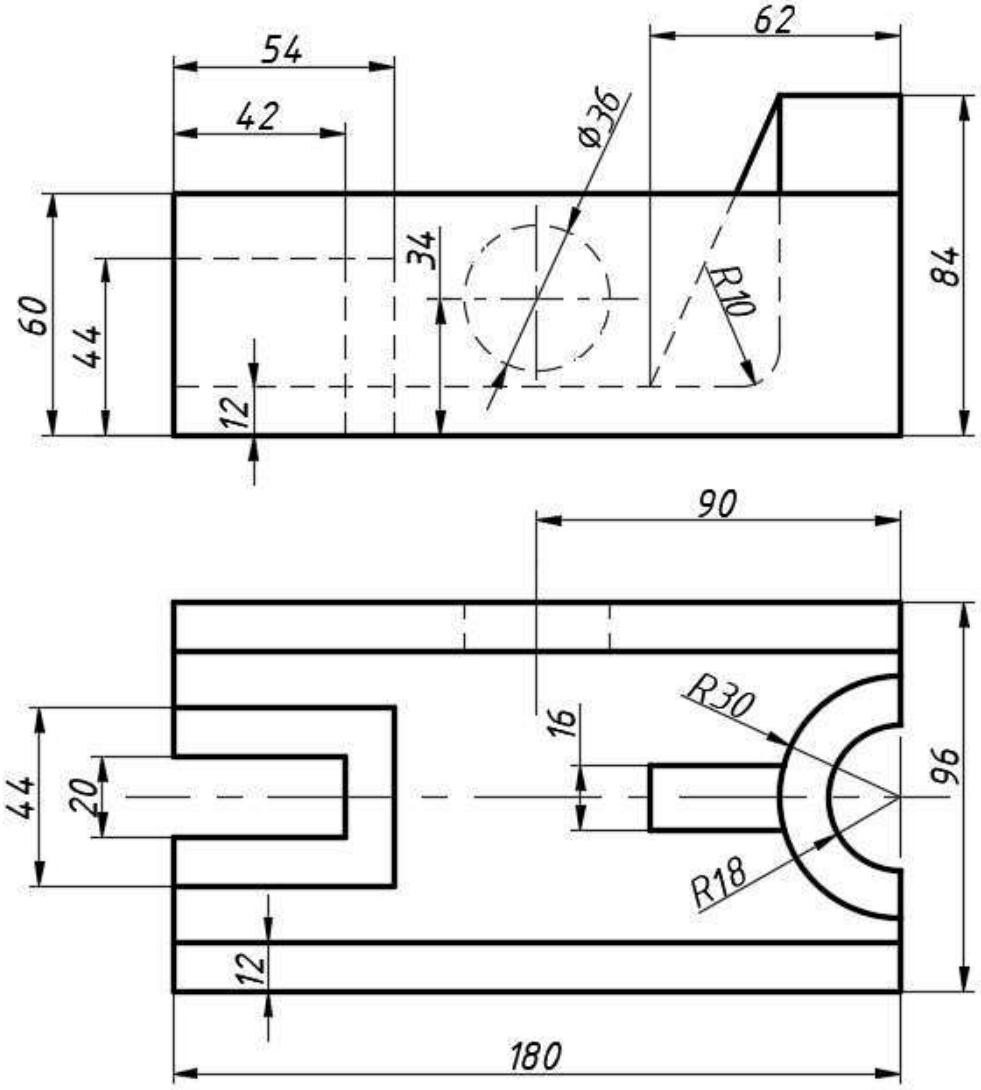
Варіант 8



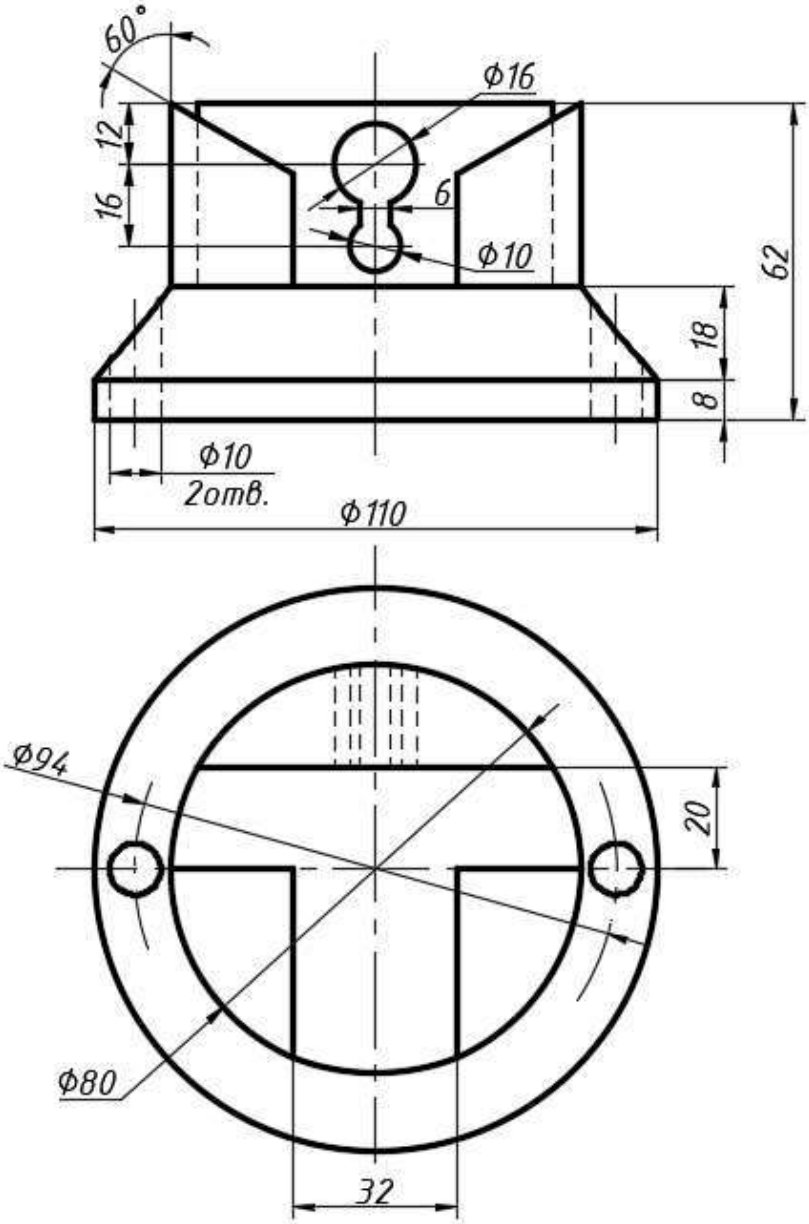
Варіант 9



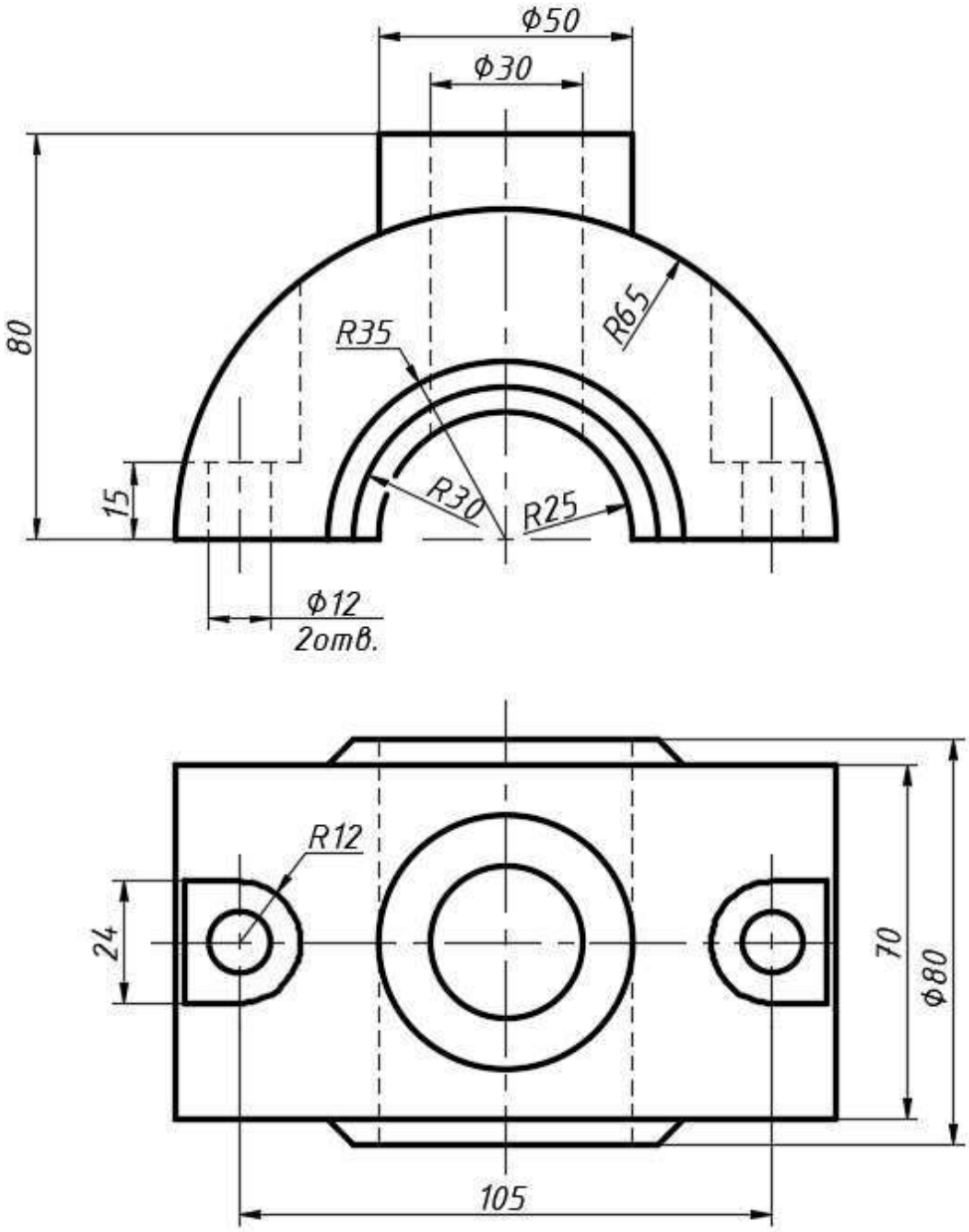
Варіант 10



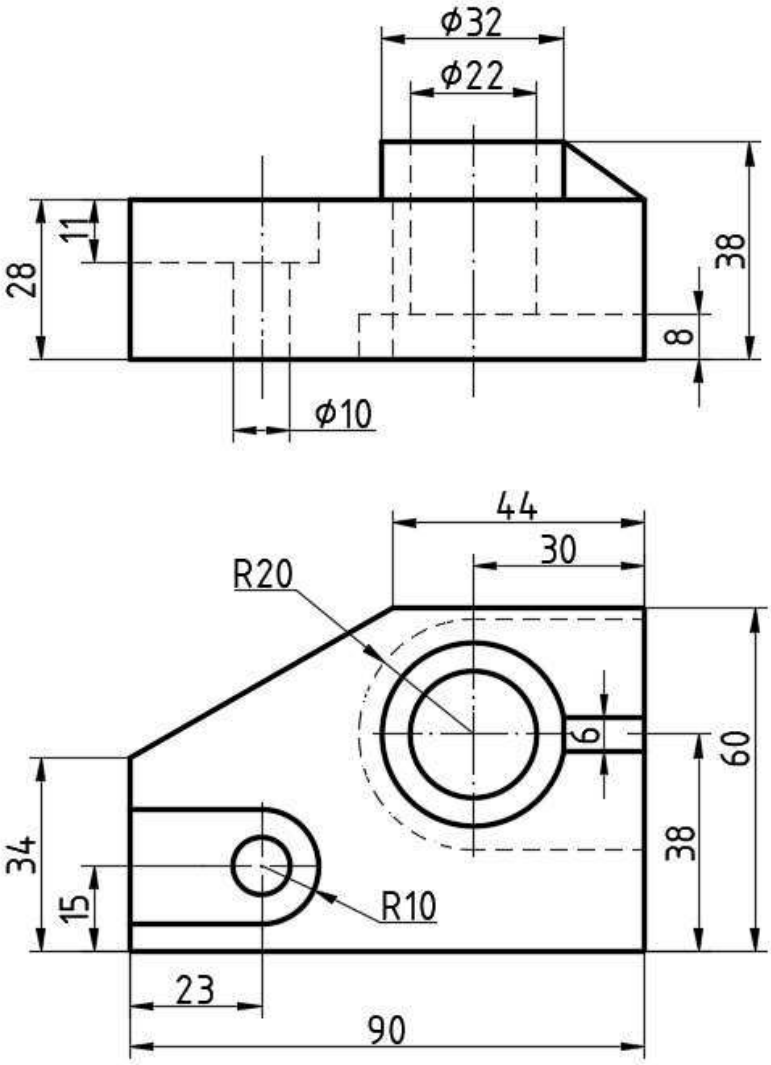
Варіант 11



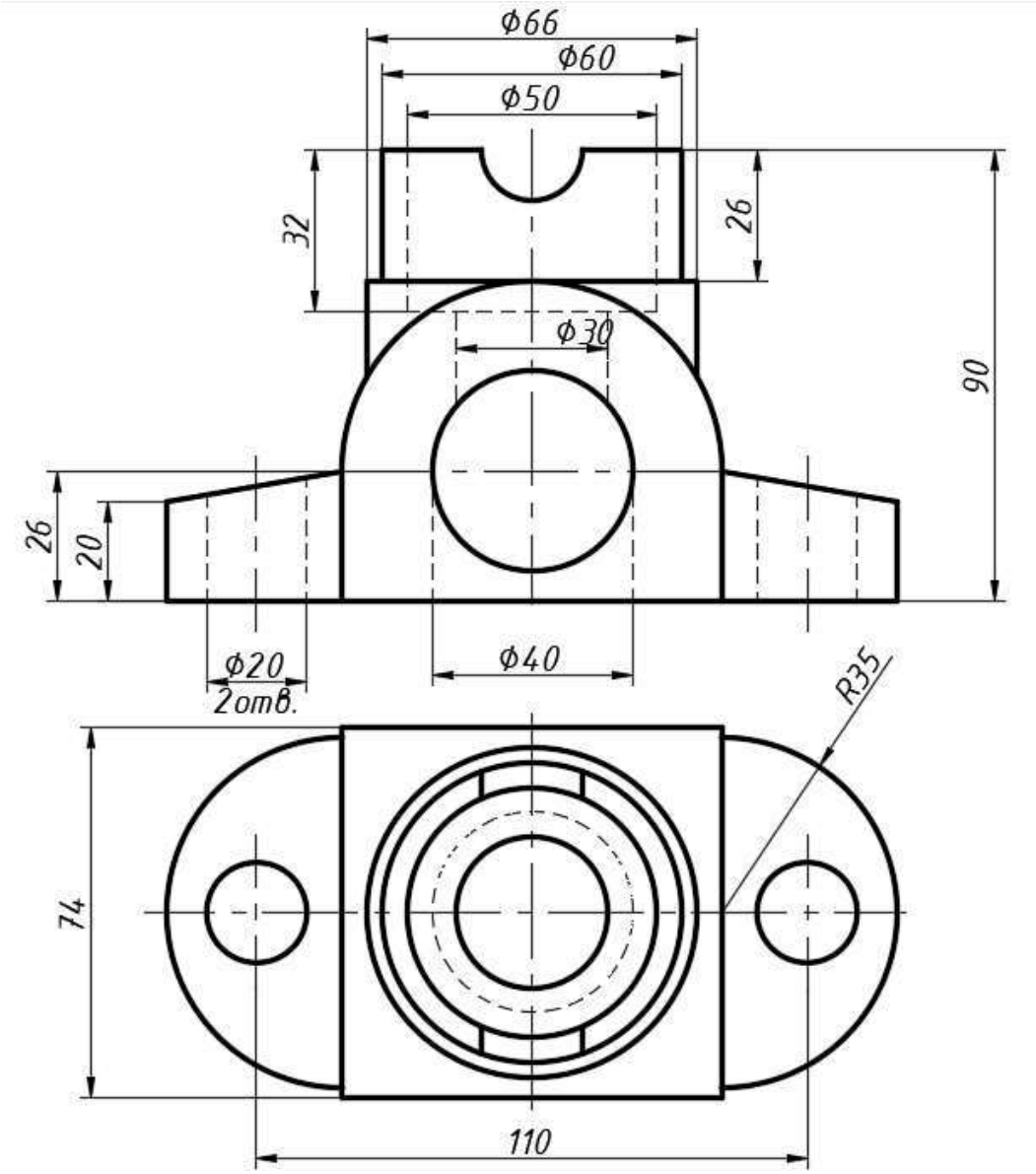
Варіант 12



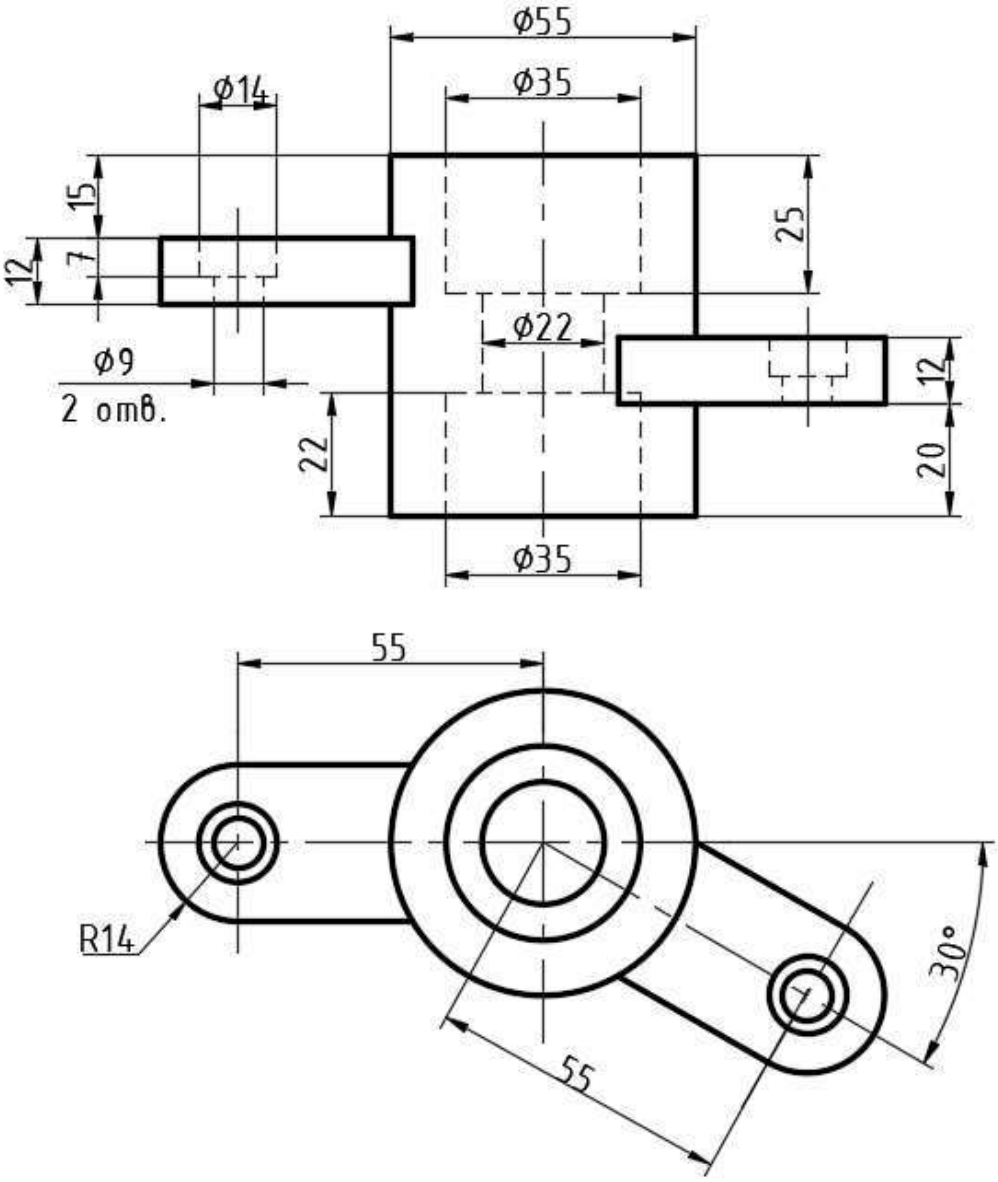
Варіант 13



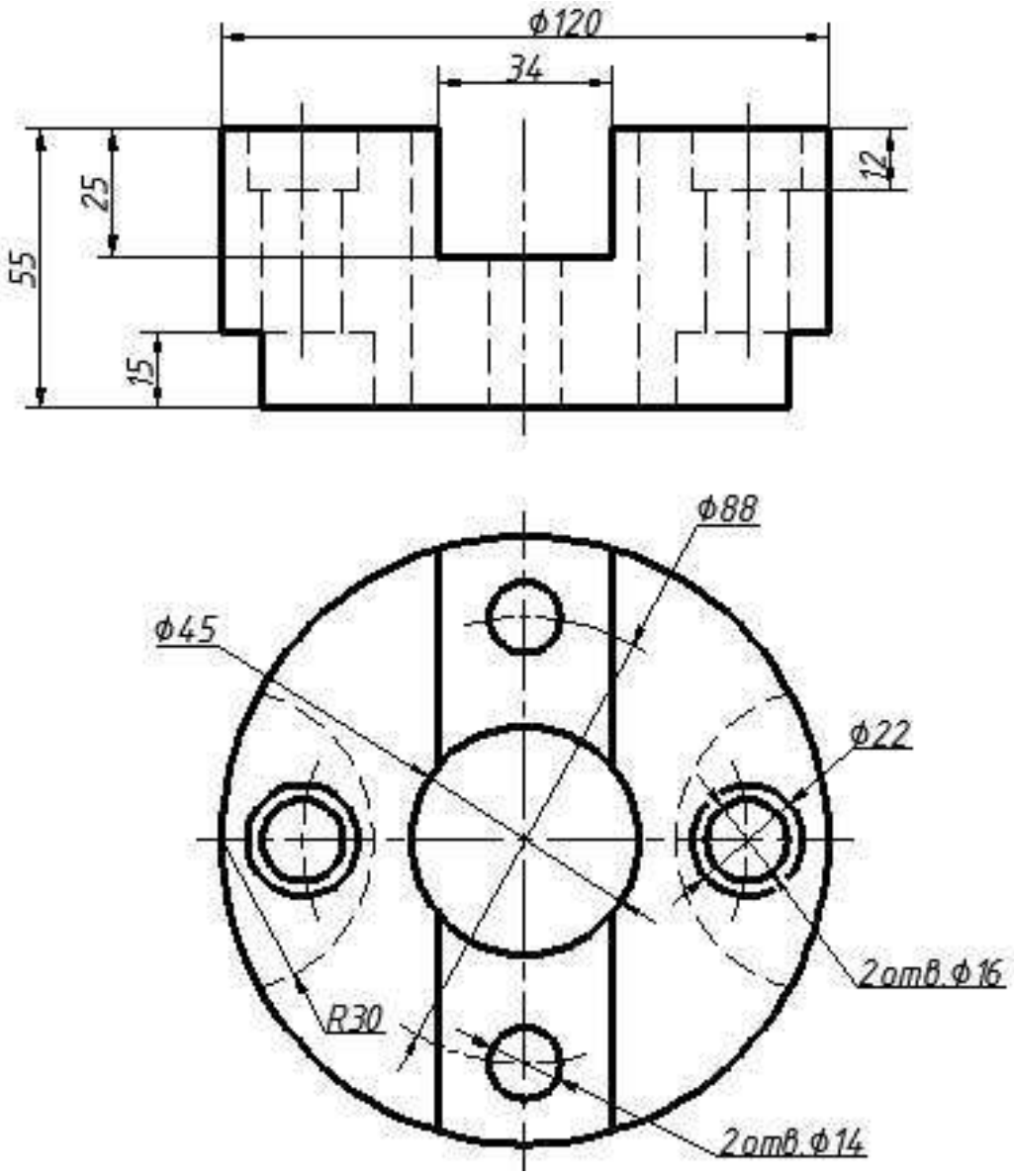
Варіант 14



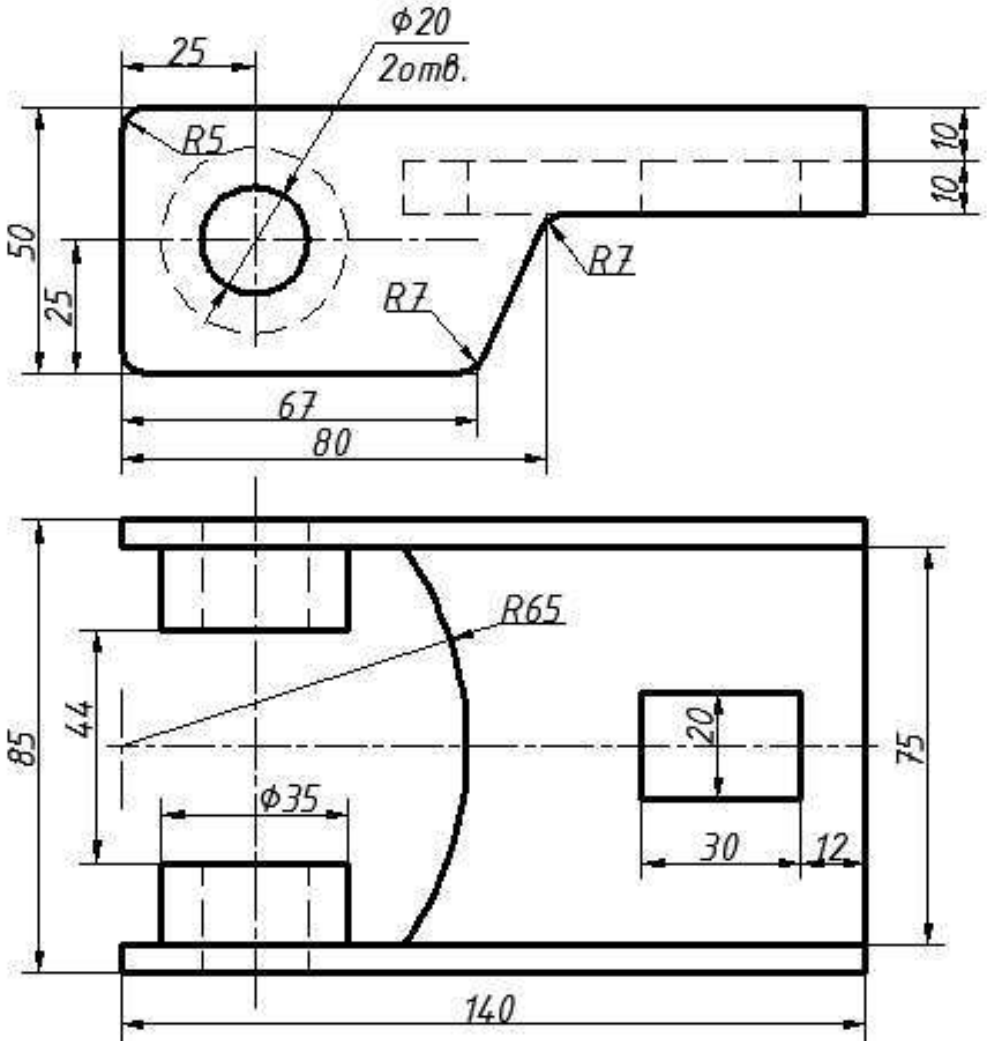
Варіант 15



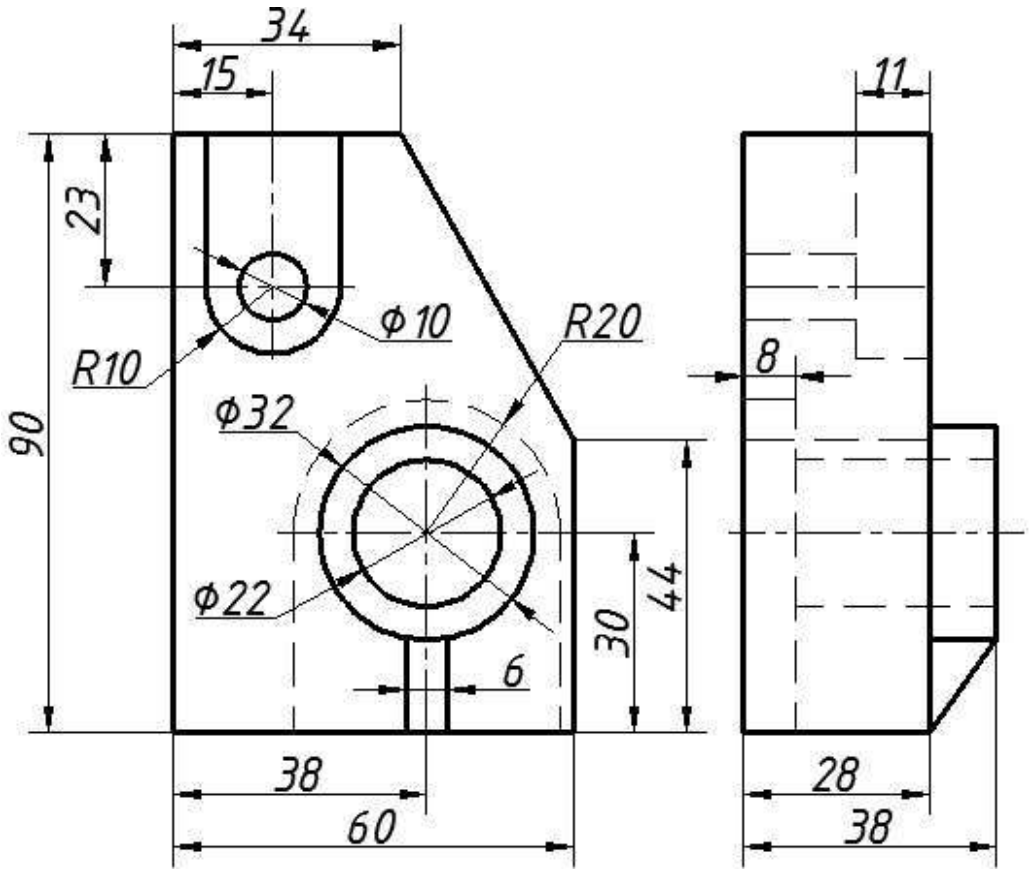
Варіант 16



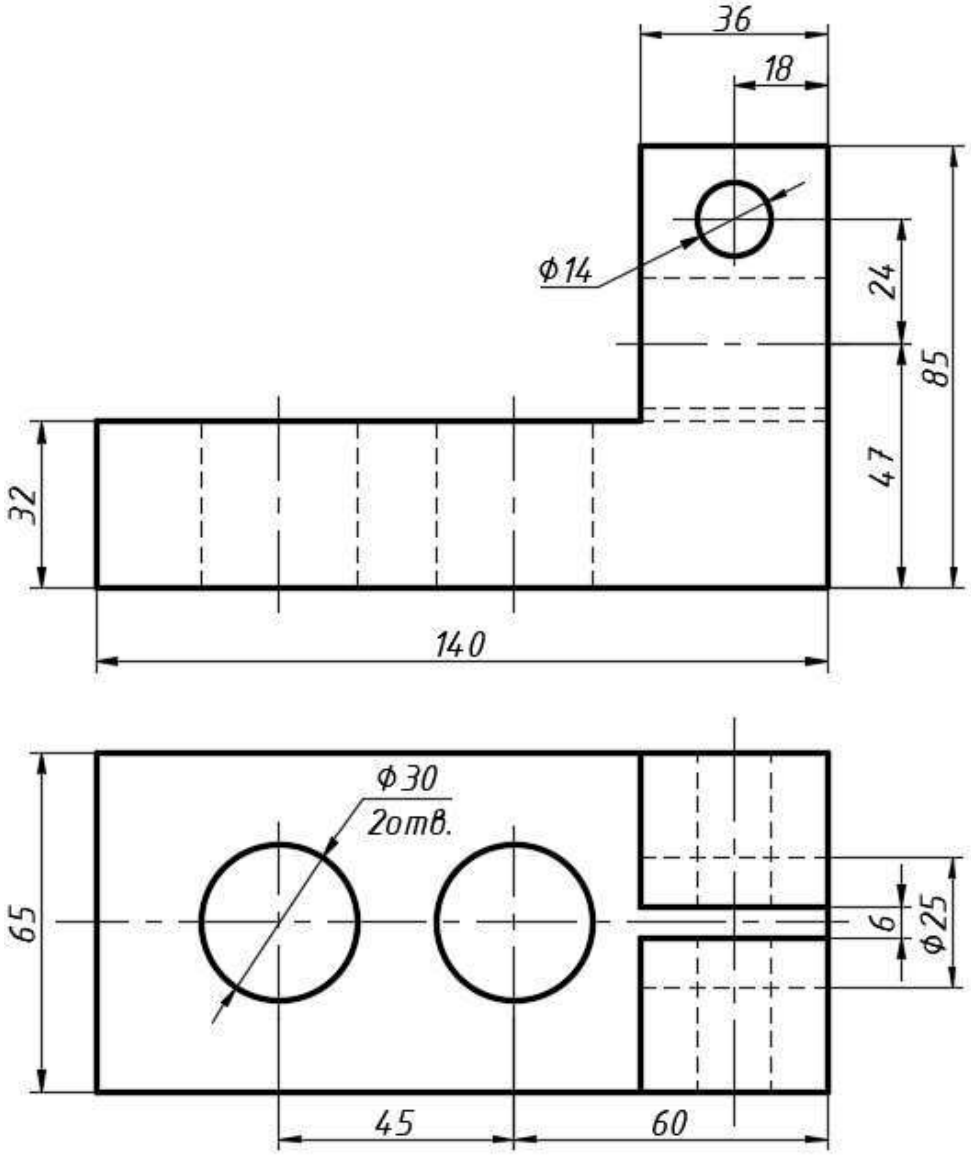
Варіант 17



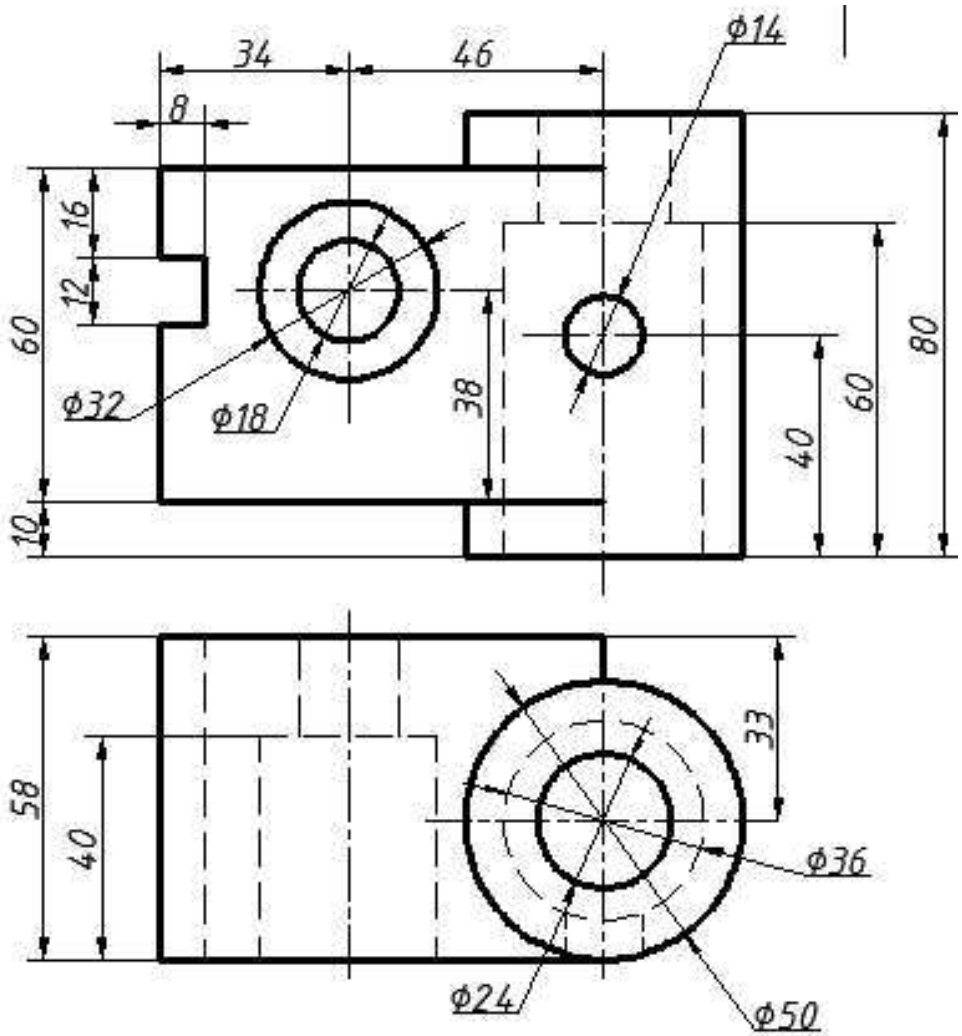
Варіант 18



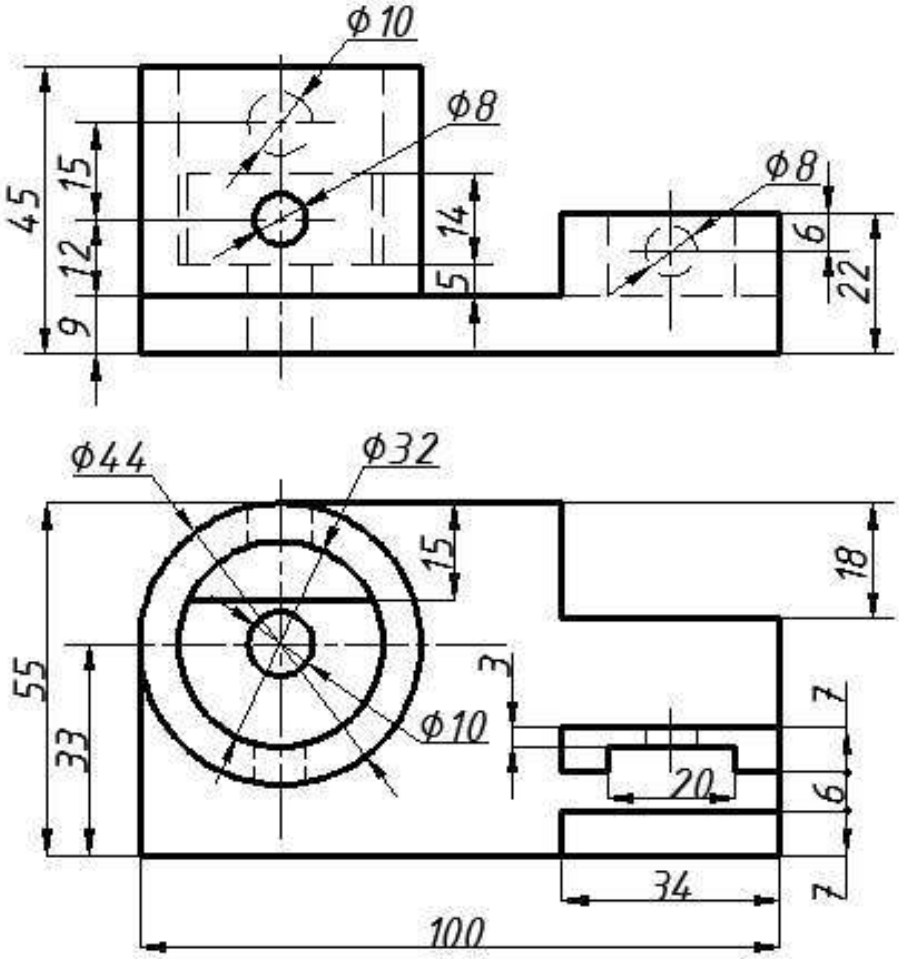
Варіант 19



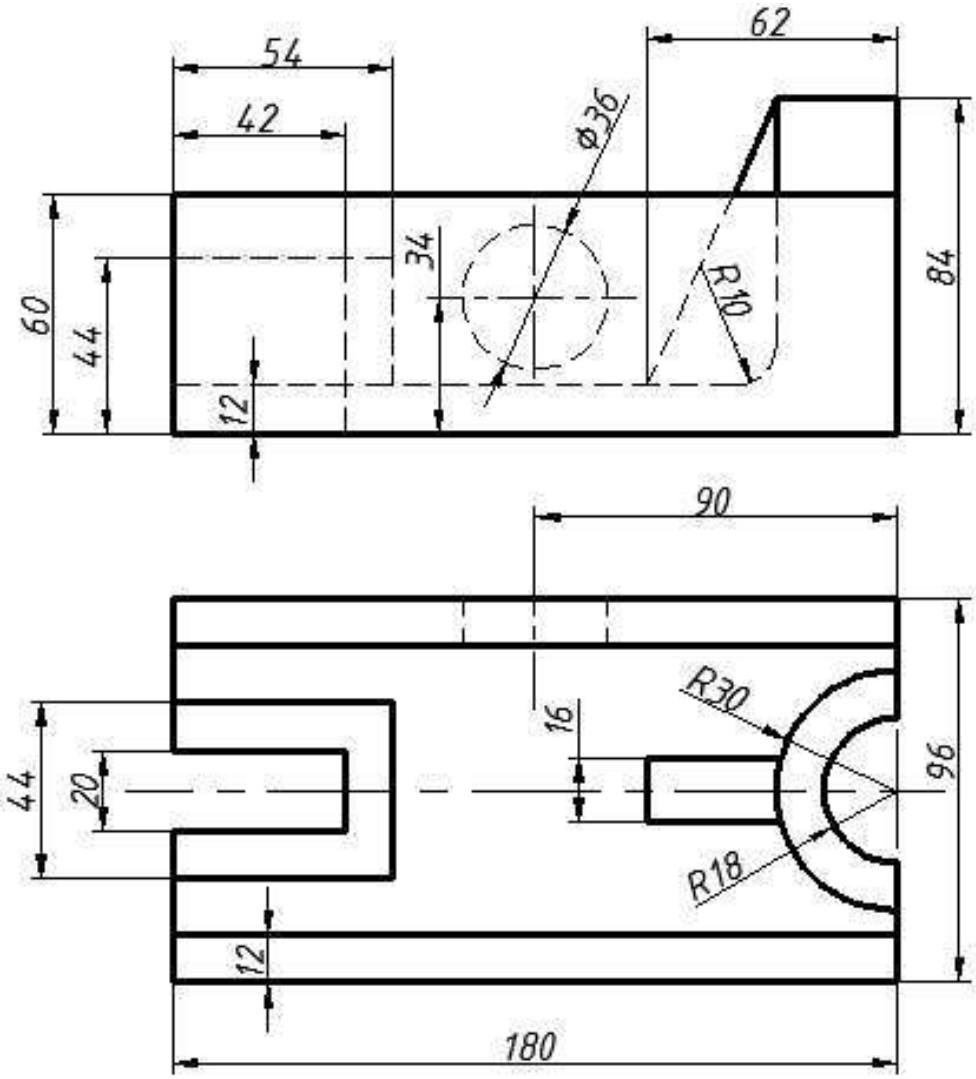
Варіант 20



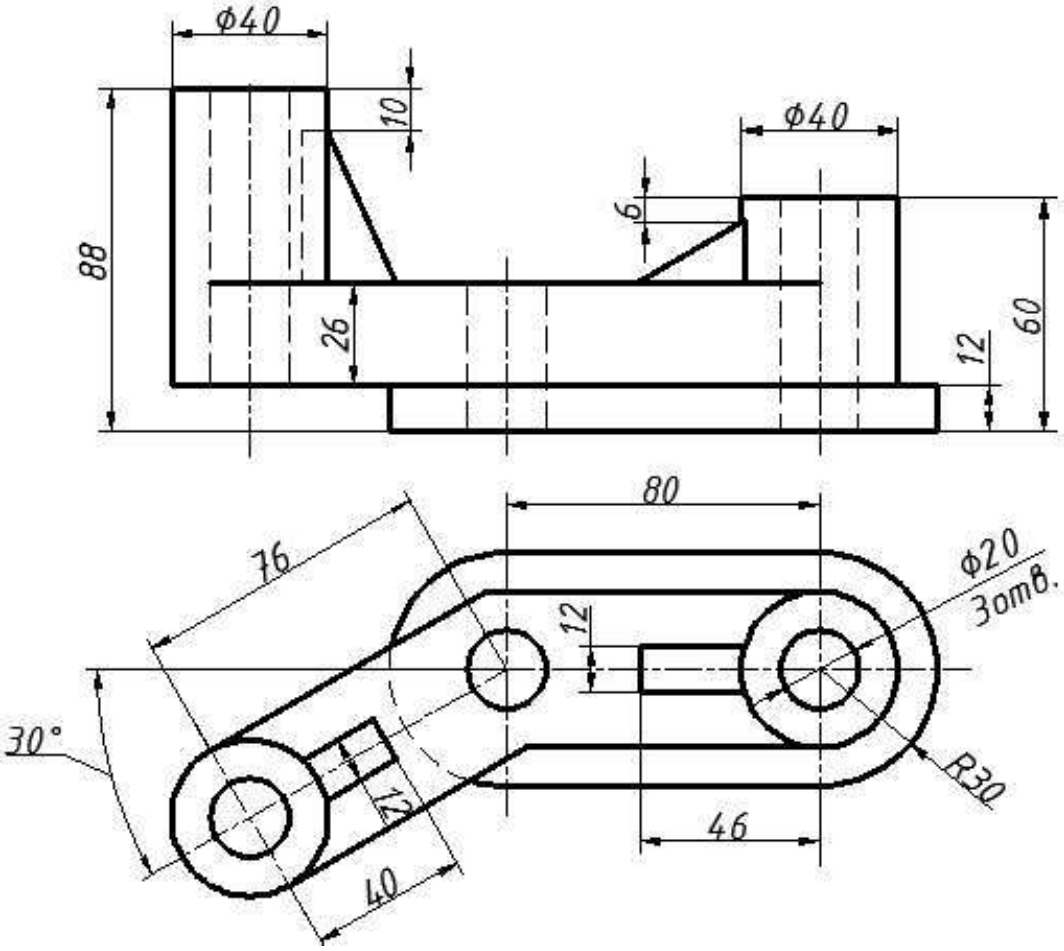
Варіант 21



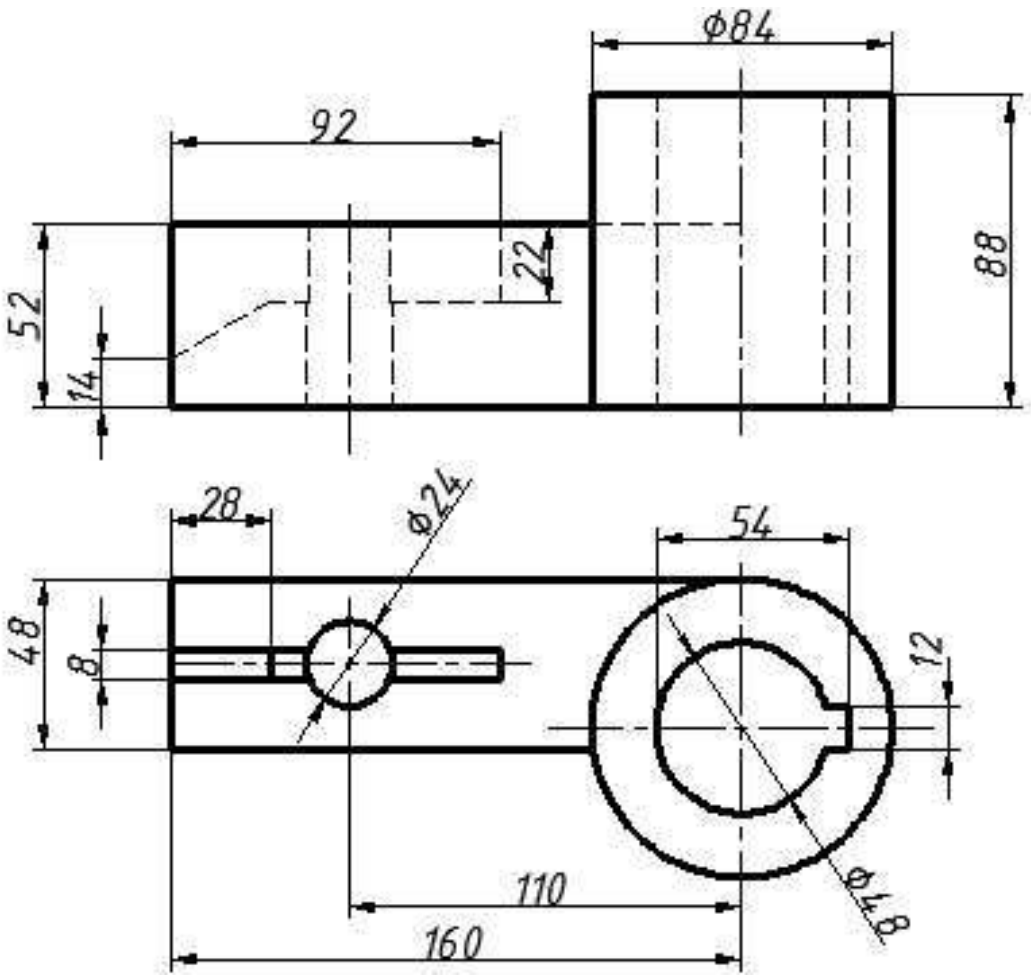
Варіант 22



Варіант 23



Варіант 24



6.7. Вправи для самостійної роботи підвищеної складності

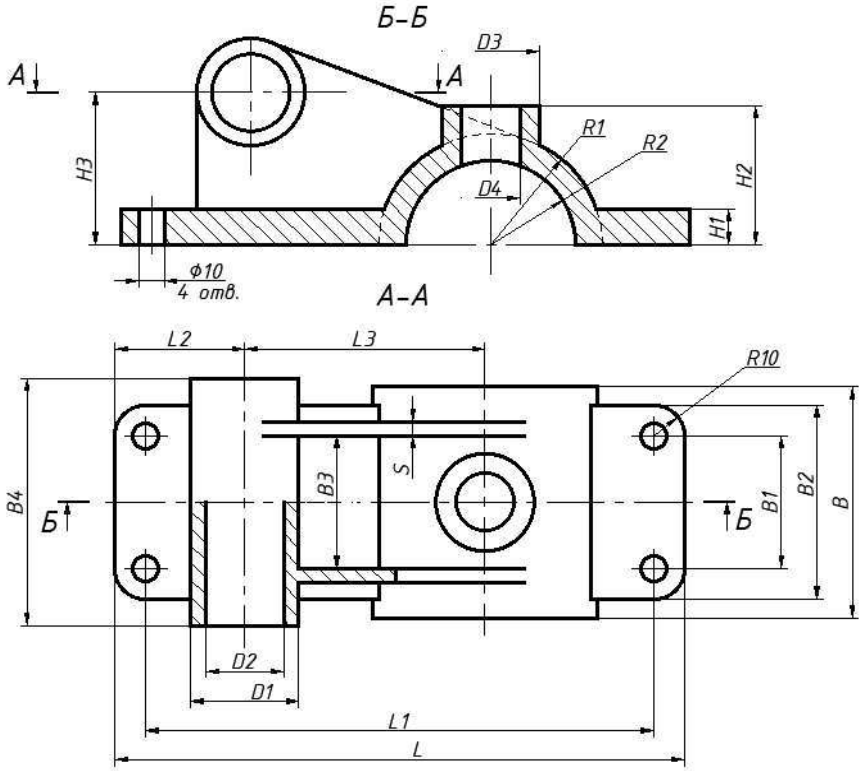


Рис.1.

Таблица1

№ вар.	Позначення до рис.1																		
	L	L1	L2	L3	B	B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	D1	D2	D3	D4	R1	R2	S
1	175	155	45	55	60	40	60	30	70	7	75	50	30	20	25	12	35	28	7
6	200	180	50	70	70	40	60	40	60	10	60	35	30	20	35	25	40	30	10
11	165	145	45	50	70	45	65	40	65	7	45	65	25	15	25	10	30	25	7
16	175	155	50	50	65	50	70	40	70	10	50	55	35	20	35	20	35	30	10
21	190	170	50	60	80	50	70	50	70	12	50	50	40	20	40	30	40	32	10
26	200	175	60	60	80	50	80	60	90	10	75	50	25	15	15	10	55	45	10

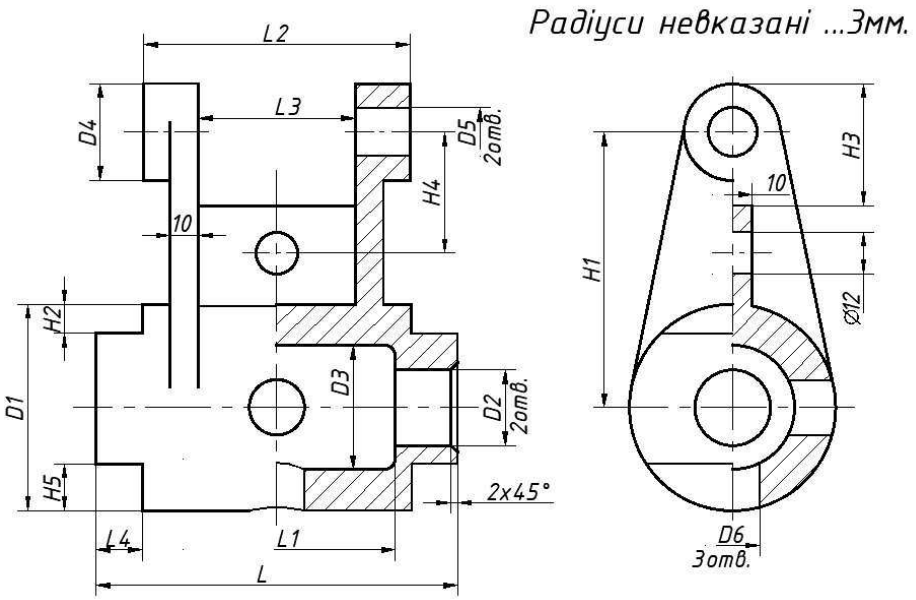


Рис.2

Таблиця 2

№ вар.	Позначення до рис.2															
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	H1	H2	H3	H4	H5	L	L1	L2	L3	L4
2	60	25	40	30	20	16	80	10	35	30	10	80	40	60	35	10
7	65	22	40	25	10	14	80	15	30	30	-	80	35	70	40	10
12	70	30	50	35	20	12	100	-	40	35	15	60	30	70	40	5
17	55	20	30	20	10	10	75	10	30	35	-	75	35	60	30	15
22	60	25	35	40	25	18	100	-	45	45	30	65	25	70	30	5

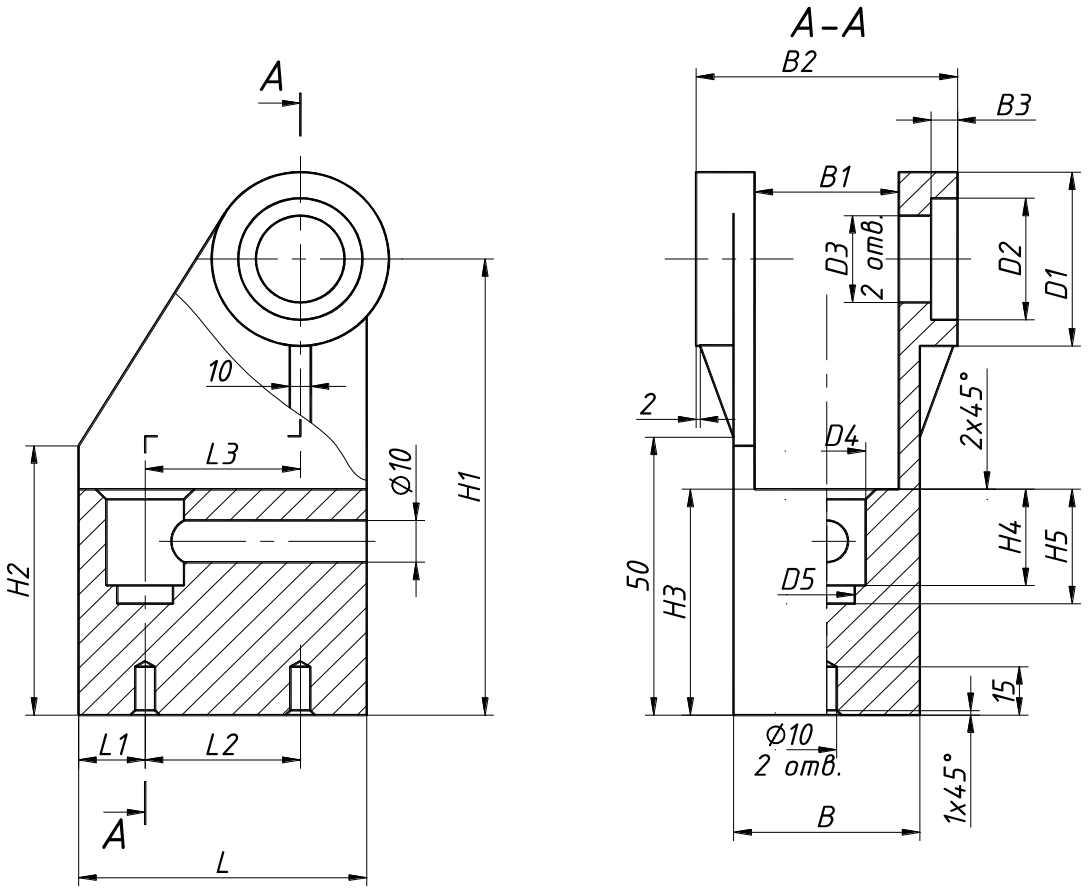


Рис.3

Таблица 3

№ вар.	Позначення до рис.3																	
	L	L1	L2	L3	B	B1	B2	B3	H1	H2	H3	H4	H5	D1	D2	D3	D4	D5
3	70	20	30	30	45	30	55	5	105	55	50	25	-	40	30	20	25	-
8	80	25	30	35	50	35	70	-	110	50	45	20	25	45	-	30	30	20
13	75	15	45	45	50	30	75	10	100	50	50	25	-	35	25	20	20	-
18	85	25	35	40	55	40	75	-	115	50	45	20	25	40	-	30	35	20
23	80	20	40	40	50	35	70	5	115	55	50	25	-	45	30	25	30	-

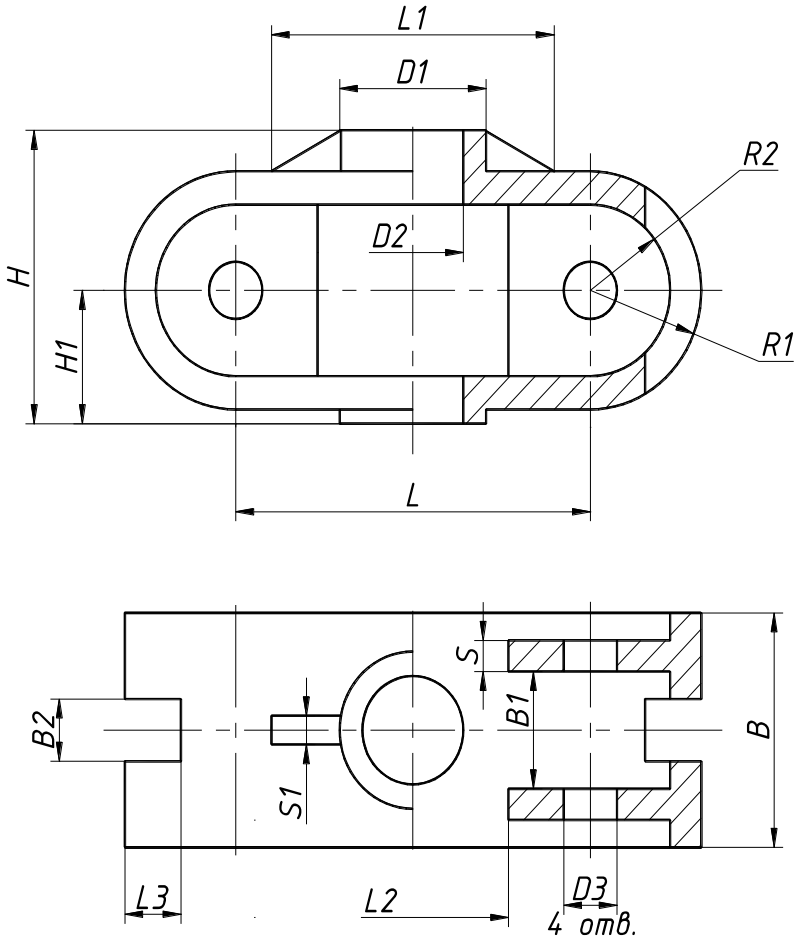


Рис.4

Таблица 4

№ вар.	Позначення до рис.4															
	L	L1	L2	L3	B	B1	B2	S	S1	H	H1	R1	R2	D1	D2	D3
4	80	75	60	15	50	30	10	5	7	70	30	25	20	25	15	10
9	75	75	-	35	70	50	15	10	15	80	40	35	25	30	20	15
14	90	85	45	20	80	55	20	5	7	105	50	40	35	35	25	10
19	100	90	-	40	80	60	20	10	10	125	50	45	35	35	25	20
24	95	95	50	25	70	40	15	10	15	115	47	40	30	40	30	25

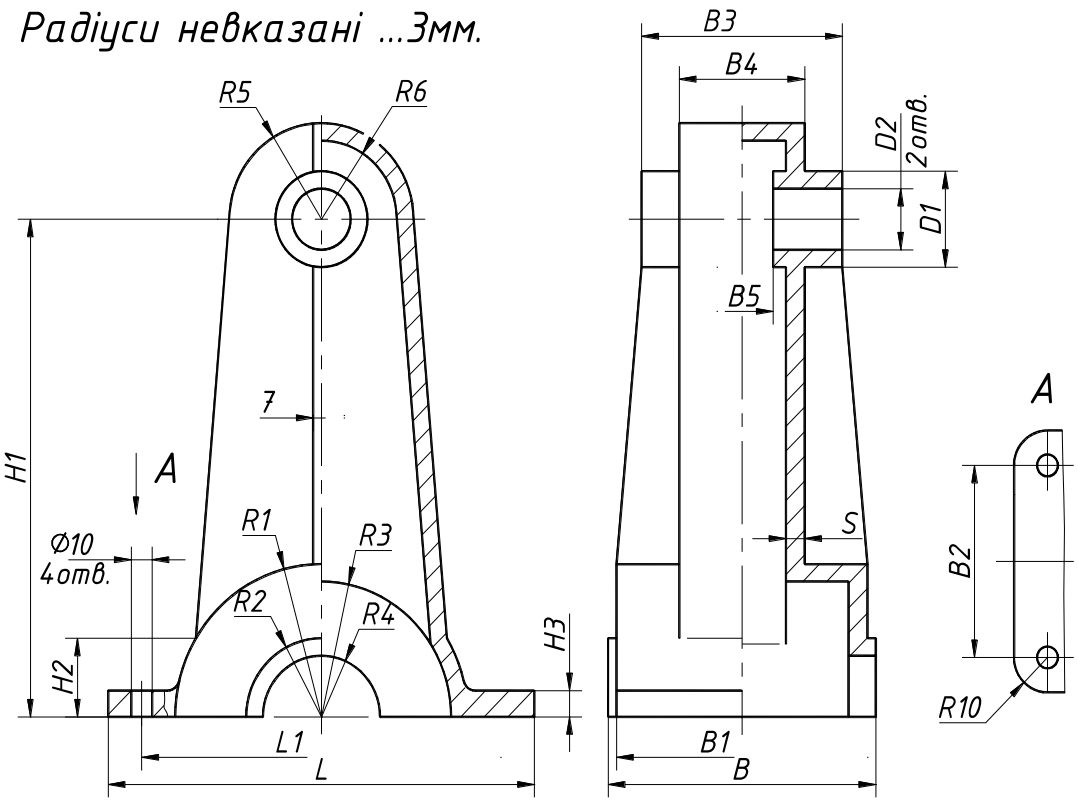


Рис.5

Таблица 5

№ вар.	Позначення до рис.5																			
	L	L1	B	B1	B2	B3	B4	B5	H1	H2	H3	S	R1	R2	R3	R4	R5	R6	D1	D2
5	190	170	130	110	110	110	60	40	230	40	12	5	70	40	65	30	45	40	45	30
10	190	170	130	100	110	110	50	30	220	20	15	7	65	40	58	30	40	33	40	25
15	200	180	120	100	100	80	50	30	180	20	10	5	75	50	70	40	35	30	30	20
20	200	180	120	90	100	80	60	40	200	30	10	7	75	40	68	30	35	28	30	20
25	200	180	130	100	110	80	50	30	215	30	12	5	65	50	60	40	40	35	40	30

7. Література.

1 Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. Навч.посібник.-К.:Каравела,2005.-336с.

2. Autodesk AutoCad 2012. Руководство пользователя 2011. pdf - Abobe Reader. http://file2pc.ru/programmy/21807-autodesk-autocad-2013-x86-x64-2012-rus-eng-m0nkrus.html

3. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.О., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. Підручник. –К.: Видавнича група BHV, 2009. -400с.:іл.

4. Черчение. Сборник задач/ А.М. Хаскин, К.А. Цицюра.-Киев: Вища школа. Головное изд-во,1981.-232с.

5. Боголюбов С.К. Задачник по черчению. Издательство «Машиностроение» Москва 1964.-215 с.

6. https://help.autodesk.com/view/ACD/2019/ENU/?guid=GUID-37463F74-0B06-46E2-8791-6C5B852A069D

Зміст

1. Знайомство з AutoCAD 4
1.1. Встановлення та запуск AutoCAD 4
1.1.1. Вимоги до комп'ютера 4
1.1.2. Файли креслеників 4
1.1.3. Запуск AutoCAD 5
1.2. Вікно AutoCAD 2015 6
1.2.1. Графічна область 7
1.2.2. Меню програми 7
1.2.3. Панель швидкого доступу 8
1.2.4. Стрічка 9
1.2.5. Вікно командних рядків 9
1.2.6. Рядки стану програми та стану кресленика 9
2. Організація роботи в AutoCAD 12
2.1. Система координат 12
2.2. Одиниці вимірювання 12
2.3. Межі кресленика та його відображення на екрані 12
2.4. Властивості об'єктів 13
2.5. Допоміжні засоби креслення 16
2.6. Вибір об'єктів 18
2.6.1. Режими вибору об'єктів та їхня активізація 18
2.7. Задання координат точок на кресленику 19
2.8. Команди креслення LINE (пряма) та редагування ERASE (стирання), COPY (копіювання) 19
2.8.1. Команда креслення LINE. 19
2.8.2. Команда редагування ERASE. 20

2.8.3. Команда редагування COPY. 20
2.8.4 Команда редагування 22
2.8.5 Додатковий засіб редагування GRIPS (ручки). 22
2.9. Написи на кресленику 23
2.9.1. Текстові стилі. 23
2.9.2. Створення тексту. 24
2.9.3. Редагування тексту. 25
2.10. Приклад побудови кресленика 26
3. Побудова та редагування графічних об’єктів. Спряження. Нанесення розмірів 29
3.1. Команди побудови графічних об’єктів 29
3.1.1. Команда креслення XLINE. 29
3.1.2. Команда креслення CIRCLE. 29
3.1.3. Команда креслення ARC 30
3.2. Команди редагування об’єктів 31
3.2.1. Команда редагування OFFSET. 31
3.2.2. Команда редагування ROTATE. 32
3.2.3. Команди редагування FILLET, CHAMFER 33
3.2.4. Команди редагування TRIM, EXTEND 35
3.2.5. Команда редагування BREAK та BREAK AT POINT 37
3.2.6. Команда редагування LENGTHEN 37
3.2.7. Команда редагування ARRAY 37
3.3. Нанесення розмірів 39
3.3.1. Створення розмірних стилів. 39
3.3.2. Команди нанесення розмірів. 44
3.4. Побудова контуру деталі. 46
3.5. Вправи для самостійної роботи 55

4. Проекційне креслення. Побудова видів та розрізів деталі. Виконання та редагування штриховки. Нанесення розмірів. 79
4.1. Засоби виконання побудови зображень у проекційному зв’язку. 79
4.2. Команди побудови графічних об’єктів 80
4.2.1. Команда креслення HATCH. 80
4.2.2. Команда креслення POLYGON. 83
4.2.3. Команда креслення ELLIPSE. 84
4.3. Команди редагування об’єктів 85
4.3.1. Команда редагування MIRROR. 85
4.3.2. Команда редагування STRETCH. 85
4.3.3. Команда редагування SCALE. 86
4.4. Побудова проекційного кресленика 88
4.5. Вправи для самостійної роботи 94
5. Основи роботи у тривимірному просторі AutoCAD 118
5.1. Робочий простір при 3Д моделюванні 118
5.2. Засоби управління видовим екраном 118
5.3. Інструмент "Видовий куб" 120
5.4. Задання тривимірних координат 120
5.5. Управління системою координат 121
5.6. Використання GIZMO (Гизмо) для редагування об'єктів 122
5.7. Створення примітивів 123
5.7.1. Команда креслення BOX (ЯЩИК) 123
5.7.2. Команда креслення CYLINDER (ЦИЛІНДР). 124
5.7.3. Команда креслення CONE (КОНУС). 124
5.7.4. Команда креслення SPHERE (СФЕРА). 125
5.7.5. Команда креслення PYRAMID (ПІРАМІДА). 125
5.7.6. Команда креслення WEDGE (КЛИН). 126

5.7.7. Команда креслення TORUS (TOP). 126
5.8. Створення креслеників за 3D моделями 127
5.9. Побудова 3D примітивів. Створення креслеників з 3D моделі 130
5.10. Вправи для самостійної роботи 135
6. Побудова та редагування твердотільних об’єктів. 139
6.1. Команди побудови двовимірних об’єктів замкненої форми 139
6.1.1. Команда PLINE. 139
6.1.2. Команда REGION. 140
6.1.3. 6.1.3 Команда BOUNDARY 141
6.2. Команди побудови твердотільних об’єктів 142
6.2.1. Команда EXTRUDE. 142
6.2.2. Команда REVOLVE. 143
6.2.3. Команда PRESSPULL 145
6.3. Моделювання об’єктів складної форми за допомогою булевих операцій 146
6.3.1. Команда UNION. 146
6.3.2. Команда SUBTRACT. 146
6.3.3. Команда INTERSECT. 147
6.4. Побудова фасок та спряження граней твердих тіл 148
6.4.1. Команда CHAMFER. 148
6.4.2. Команда FILLET. 148
6.5. Побудова тривимірної моделі за її проекціями 150
6.6. Вправи для самостійної роботи 158
6.7. Вправи для самостійної роботи підвищеної складності 182
7. Література. 187