

М.Г. Макаренко, В.П. Юрчук

**ВИКОРИСТАННЯ AutoCAD
В ІНЖЕНЕРНІЙ ГРАФІЦІ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України «КПІ» ім. І. Сікорського

М.Г. Макаренко, В.П. Юрчук

**ВИКОРИСТАННЯ AutoCAD
В ІНЖЕНЕРНІЙ ГРАФІЦІ**

Практикум
для студентів технічних напрямів підготовки

Київ 2020

УДК 004.92(076.5)
ББК 3 973.20-018.я7
П 151

Укладачі:

М. Г. Макаренко, В. П. Юрчук

Рецензент

Ю. М. Ковальов – д-р техн. наук, проф. (Національний авіаційний університет).

А. І. Жученко – д-р техн. наук, проф. Національний технічний університет України «КПІ» ім. І. Сікорського,

Затверджено Методичною радою МФМ Національного технічного університету України «КПІ» ім. І. Сікорського, протокол № 3 від 10.05.2017 р.;

Використання AutoCAD в інженерній графіці: Практикум / М.Г. Макаренко, В.П. Юрчук.– К.:НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського. 2018. – 76 с.

Практикум містить вправи та варіанти завдань до розробки графічних конструкторських документів у середовищі графічного редактора AutoCAD у діалоговому режимі з ЕОМ.

Лл. 136. Бібліогр.:4 назв.

ВСТУП

Комп'ютерна графіка – сукупність методів і способів перетворення за допомогою комп'ютера даних у графічне зображення і графічного зображення у дані (Державний стандарт України ДСТУ 2939–94 Система оброблення інформації. Комп'ютерна графіка. Терміни та визначення). Комп'ютерна графіка включає технічні, математичні, лінгвістичні і програмні засоби, що забезпечують взаємодію користувача та ЕОМ на рівні графічних образів.

Використання комп'ютера в конструкторській діяльності як електронного креслярського інструменту значно підвищує точність геометричних побудов, зменшує термін розробки конструкторських документів.

При взаємодії розробника конструкторської документації з комп'ютером розрізняють три рівні роботи: пасивний або без діалоговий, інтерактивний або діалоговий та змішаний – пасивно-інтерактивний.

Робота у пасивному режимі забезпечує автоматичне формування та виведення графічних зображень лише за допомогою пакета прикладних програм.

При роботі в інтерактивному режимі зображення формується в діалозі розробника з комп'ютером. Режим дає можливість оперативно створювати та редагувати геометричне зображення об'єкта.

При роботі у пасивно-інтерактивному режимі зображення формується за допомогою пакета прикладних програм, у яких передбачені багаторазові запити даних у розробника.

Серед систем автоматизованого проектування широкого застосування в Україні набув AutoCAD фірми Autodesk. Система передусім була призначена для побудови двовимірних зображень із можливістю виконання тривимірних побудов.

Розрізняють такі тривимірні моделі:

– *дротяні*, які задаються координатами вершин і каркасу ліній, що їх з'єднують. Ця модель проста, але за її допомогою можна зображувати обмежений клас виробів;

– *полігональні*, які задаються поверхнями (площини, поверхні обертання тощо). Над полігональними моделями можна виконувати логічні операції: об'єднання, віднімання, перетин;

– *твердотільні*, які формуються з елементарних об'єктів із використанням логічних операцій. За такими моделями можливо не лише будувати графічне зображення, але й зробити розрахунки, наприклад, масоінерційних характеристик виробу.

Вправи, які виконують студенти під час лабораторних занять, мають вигляд покрокових інструкцій. Інструкції складено так, щоб користувач міг виконати вправу в діалоговому режимі з ЕОМ за текстом у командному рядку екрана дисплея.

Команди у графічному редакторі AutoCAD при розробці креслень задають за допомогою клавіатури та маніпулятора типу «миша».

Ліва кнопка миші є кнопкою вибору. Права кнопка призначена для виклику на екран контекстного меню.

Якщо в тексті методичних вказівок написано: **Виберіть Tools ⇔ Options**", **Клацніть на піктограмі Line** панелі інструментів **Draw**, **Вкажіть коло на кресленні** – то всі ці операції необхідно виконувати, користуючись лівою кнопкою миші.

Контекстне меню з переліком можливих команд викликають при розташуванні курсору у будь-якій точці екрана, як при виборі зображення об'єкта або піктограми по заданні команди, так і на «чистому» полі кресленика. Надалі команду з викликаного меню задають лівою кнопкою.

Терміни, що стосуються використання миші в AutoCAD:

клацнути – швидко натиснути і відпустити кнопку миші;

клацнути двічі – швидко виконати два натискання кнопки миші з якнайменшим інтервалом між ними;

вказати – підвести курсор до графічного об'єкта і клацнути лівою кнопкою миші;

клацнути і протягти – натиснути ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, переміщати курсор;

відмітити – підсвітити графічний об'єкт, виділивши його, або активізувати деякий елемент управління діалогового вікна.

Якщо в тексті написано «натисніть <Enter>» або наведено значок ↵, то це означає, що необхідно натиснути на клавіатурі клавішу з написом **Enter**.

Користуватися верхнім регістром клавіатури можна при одночасному натисканні клавіші **Shift**, а змінювати мову спілкування – одночасним натисканням функціональних клавіш **Shift** і **Ctrl**.

При заданні команди AutoCAD виводить *черговий запит*, наприклад,

Specify next point or [Undo]:

Задайте наступну точку або [Скасувати],

де частину питання наводять у квадратних дужках. Це означає, що потрібно або зазначити на екрані таку точку, або вибрати опцію (тобто інший варіант команди). Як опцію для цієї команди AutoCAD пропонує «Скасувати» (*Undo*). Щоб скористатися опцією, необхідно її набрати в командному рядку за допомогою клавіатури у верхньому або нижньому регістрі і натиснути <Enter>. Якщо в найменуванні опції якась частина виділена великими буквами (у даному випадку це буква [U]), то достатньо на клавіатурі ввести лише цю частину імені опції, причому можна зробити це як у верхньому, так і в нижньому регістрі.

Для російськомовних версій AutoCAD слід набирати букву **Т**, бо черговий запит має такий вигляд:

Следующая точка или [Отменить].

У деяких випадках окрім опцій подають також і варіант відповіді, наприклад,

Enter number of sides <4>:

Введіть число сторін <4>,

коли пропонується за умовчанням креслити чотирикутник. Якщо за завданням креслять шестикутник, то із клавіатури слід увести цифру **6**.

Деякі команди, наприклад **Bhatch** (Штриховка), мають значну кількість опцій та варіантів відповідей. Для їх виконання наводять діалогові вікна з декількома вкладками.

При виконанні команд в AutoCAD можливі шість способів введення координат точок: як за допомогою миші (значення контролюють за індикатором у рядку стану або вибирають за контекстним меню), так і з клавіатури. В останньому випадку можливе задання як абсолютних, так і відносних прямокутних або полярних координат. Формат подання абсолютних метричних одиниць такий:

65,113.24.

У цьому прикладі задано точку з координатами: $X=65$ мм, $Y=113.24$ мм; кома розділяє значення абсциси та ординати, а точка використовується як роздільник між цілою і дробовою частинами числа. Точка з координатами 0,0 за умовчанням знаходиться у лівому куті графічного екрана.

Відносні прямокутні координати – відстань уздовж осей X і Y від попередньої точки побудов, наприклад:

@50,-25.

Цей запис означає, що нова точка задається щодо попередньої (що визначає символ «@»), із зсувом по осі X на +50 мм (тобто праворуч) і зсувом по осі Y на –25 мм (тобто вниз). Тут кома – також роздільник координат. Числа можуть бути: цілими і дробовими, додатними, нулем і від'ємними.

Відносні полярні координати зазвичай задають у форматі "«Відстань і кут», наприклад:

@33.5<45.

У цій формі запису вже немає коми, зате з'явився символ «<», що інтерпретують як знак кута. У даному прикладі нову точку задають щодо попередньої на відстані 33,5 мм, а вектор із попередньої точки в нову утворить кут 45° із позитивним напрямком осі абсцис стандартної схеми відліку кутів. Відстань повинна обов'язково бути числом додатним, а кут може бути будь-яким числом.

Якщо задають абсолютні полярні координати точки, то запис має такий вигляд:

#33.5<-45.

Така точка розташована на відстані 33,5 мм від початку світової системи координат (її координати 0,0), а вектор із нульової точки в нову утворить кут – 45° із позитивним напрямком осі абсцис стандартної схеми відліку кутів.

Можливе задання точок за допомогою функцій об'єктної прив'язки, наприклад, кінцева точка відрізка прямої, середня точка відрізка прямої, перетин прямих, центр кола та ін. Включена об'єктна прив'язка підсвічується і пояснюється текстом за умови підведення курсора до тієї частини побудованого геометричного об'єкта, який вона визначає. Наприклад, кінець відрізка визначається квадратним значком оранжевого кольору і написом у сірому прямокутнику «Контточка».

Для повного ознайомлення з системою AutoCAD і професійного застосуванням при розробці електронних конструкторських документів, слід звертатися до її повного опису та користувацьких додатків [3].

1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1: ЗАПУСК AUTOCAD. ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС І НАЛАШТУВАННЯ AUTOCAD. ПОБУДОВА ГРАФІЧНИХ ПРИМІТИВІВ

1.1. Запуск AutoCAD

Запуск **AutoCAD** виконують з робочого стола Windows. Якщо на робочому столі Windows є ярлик однієї з версій 2014 – 2018 (рис. 1.1), то підводять до нього курсор і клацають двічі лівою кнопкою миші. За відсутності ярлика програми її запуск виконують з головного меню Windows. Для цього підводять курсор до кнопки **Start** (Пуск) і клацають лівою кнопкою миші. У головному меню вибирають пункт **Programs** (Програми) і з падаючого підменю запускають систему **AutoCAD**. Після запуску з'являється його робочий екран (рис. 1.2).

У першу чергу система пропонує створити новий кресленник з найменуванням **Чертеж 1**, в якому параметри встановлюються за умовчанням.



Рис. 1.1

1.2. Графічний інтерфейс AutoCAD

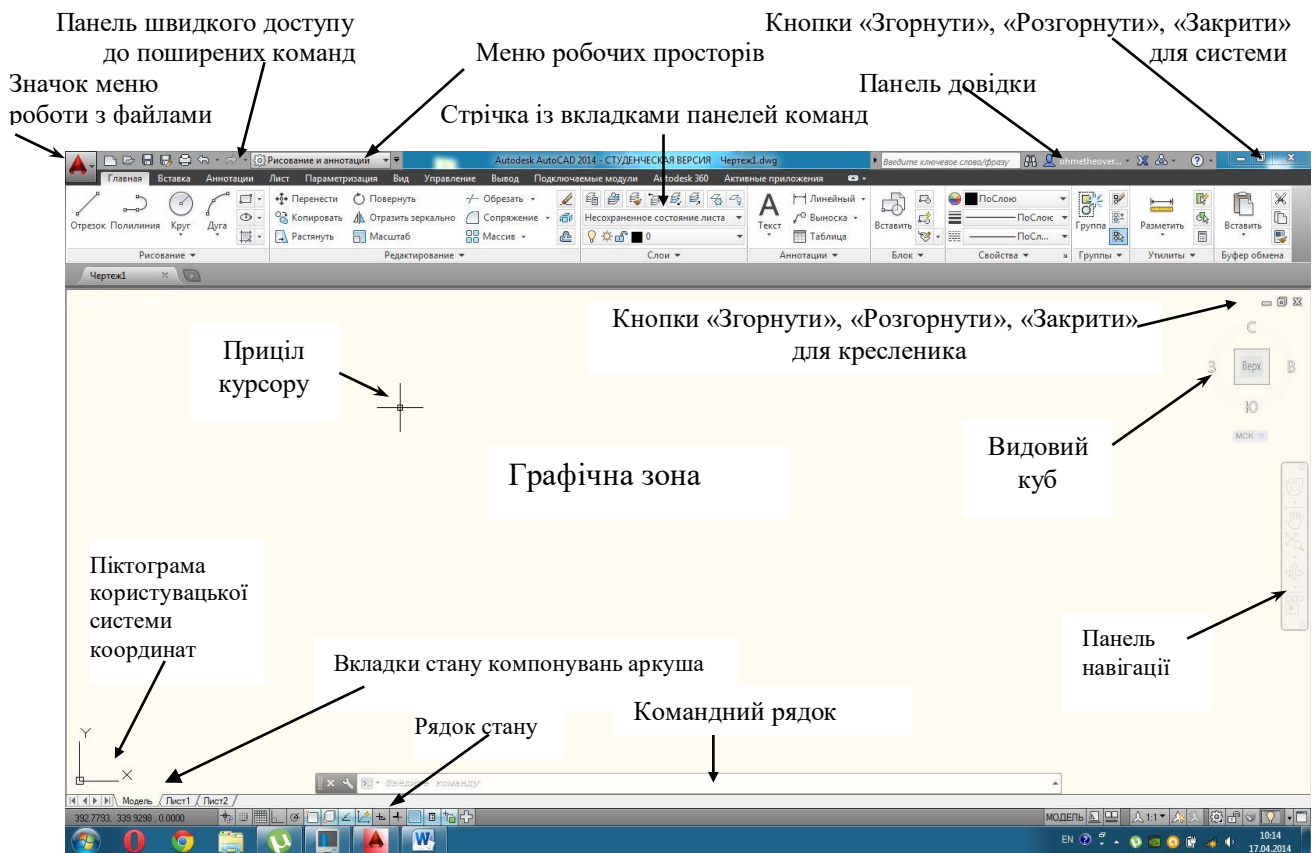


Рис. 1.2

На робочому екрані AutoCAD можна виділити наступні зони.

Графічна зона займає найбільшу пусту частину екрана. Її можна порівняти з чистим аркушем паперу, на якому буде розташовано майбутній кресленник.

Зверніть увагу на нижній лівий кут графічної зони, в якому зображена піктограма системи координат користувача (**UCS**). Напрямок стрілок піктограми збігається з позитивним напрямком координатних осей **X** і **Y**.

У нижній частині графічної зони знаходяться **вкладки стану компоновки аркуша**. Вкладки **Лист** використовують при підготовці розроблених креслеників до друку.

На полі графічної зони є також зображення прицілу – маленький прямокутник із перехрестям відрізків прямих. За допомогою прицілу виділяють об'єкти кресленника, а перехрестя дозволяє візуально оцінювати положення прицілу на полі графічної зони. Зміщення прицілу виконують за допомогою миші.

На правій межі графічної зони розташована **панель навігації**, яка призначена для управління оглядом кресленника і його частин. Частина команд панелі має контекстне меню.

Над панеллю навігації розташований ще один засіб швидкого управління поточним зображенням

– *видовий куб*, який представляє собою спеціальне меню із п'яти елементів.

У правому верхньому куті графічної зони розташовані три кнопки управління файлом кресленника; зліва – праворуч: «Згорнути», «Розгорнути» та «Закрити».

Зона стрічки розташована над графічною зоною. Вона включає рядок системного падаючого меню наступними вкладками: **Главная, Вставка, Аннотации, Лист, Параметризация, Вид, Управление, Вывод, Управление, Пключаемые модули, Онлайн.**

Кожна вкладка містить панелі інструментів, які містять піктограми команд, виклик яких забезпечує побудову графічних об'єктів та їх редагування.

При першому запуску AutoCAD за умовчанням активною є панель **Главная** (див. рис. 1.2). Активізацію інших вкладок виконують клацанням лівої кнопки миші на їх назві.

Над стрічкою знаходяться значки та панелі управління програмним продуктом і файлом кресленника.

Зона командного рядка має вигляд окремого вікна. В ньому записуються найменування команд і опції для їх виконання. Введення тексту найменування команди виконують із клавіатури. Якщо команду викликають через піктограму панелі інструментів відповідної вкладки стрічки, то її текст записується системою автоматично.

Окрім найменування команд у командному рядку відображається вся інформація, яка уводиться користувачем у відповідь на запити системи.

Для читання всіх уведених команд та діалогу з побудови зображень кресленника, текстове вікно може бути відкрите на весь екран при натисканні функціональної клавіші <F2> на клавіатурі.

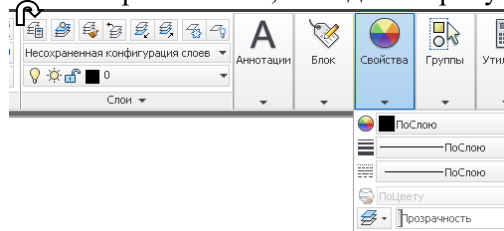
Найнижче знаходиться *рядок стану*. Зліва відстежуються координати курсору, а по центру – кнопки управління режимами креслення.

Усі кресленники, які створені у системі AutoCAD, мають розширення DWG.

Залежно від налаштувань, після запуску AutoCAD відкривається діалогове вікно **Startup** або вікно пустого кресленника з найменуванням **Чертеж 1**.

1.3. Завдання властивостей ліній на кресленнику

Згідно із вимогами ГОСТ 2.303 – 68 кресленники виробів виконують різними типами ліній: суцільною товстою основною, суцільною тонкою, штрихпунктирною тонкою тощо. Цим типам ліній відповідає певна стандартна товщина. В AutoCAD, окрім типу ліній, є можливість ввести ще один атрибут – її колір. Зазвичай, наведені атрибути встановлюють для певного шару – засобу, який забезпечує відтворення на екрані проєктованих об'єктів.



Кожний шар має своє найменування, колір, тип і товщину ліній. За умовчанням AutoCAD, при створенні нового кресленника **Чертеж 1**, задає лише один шар з найменуванням **0** (рис. 1.3). У цьому шарі лінія має чорний або білий колір (залежно від кольору графічної

зони), тип лінії – суцільна (Continuous), товщина лінії – 0,25 мм. Шар включений, розморожений, розблокований.

Створення нового шару виконується за командою **Слой**, яка може бути викликана наприклад, клацанням лівої кнопки миші по першій ліворуч піктограмі панелі інструментів **Шари** – на рис. 1.3 вказана стрілкою. AutoCAD відкриє діалогове вікно **Диспетчер свойств слоев** (Диспетчер властивостей шарів; рис. 1.4).

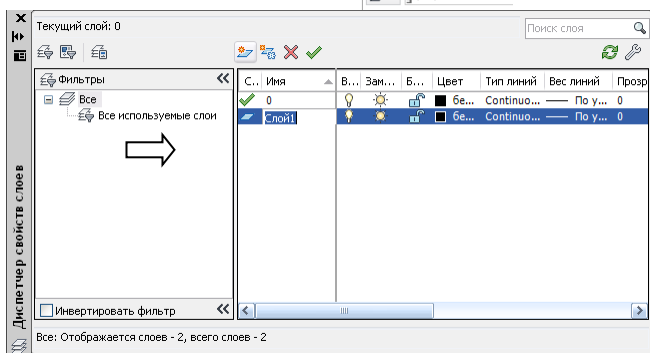


Рис. 1.4

Спочатку у вікні буде показаним лише шар **0**. Для створення нового шару необхідно підвести курсор до кнопки **Создать слой** (Створити шар, на рис. 1.4 вказана стрілкою) і клацнути по ній лівою кнопкою миші.

З'явиться рядок шару з найменуванням **Слой 1**; (Шар 1) на синьому фоні, в якому повторюються властивості попереднього шару **0**.

Зміну найменування шару, наприклад, на **Штрихпунктирні** для штрихпунктирних ліній, виконують із клавіатури, попередньо видаливши клавішею <Backspace> найменування **Слой 1**, надане програмою.

Для зміни кольору необхідно підвести курсор до напису **Белый** (Білий) і клацнути по ньому лівою кнопкою миші – AutoCAD відкриє діалогове вікно **Выбор цвета** (Вибір кольору; рис.1. 5).

Із переліку номерів кольорів вибрати один із стандартних і підтвердити свій вибір, клацнувши по кнопці **ОК**. Зміна кольору відобразиться автоматично в діалоговому вікні диспетчера властивостей шарів. Якщо колір екрана білий, то бажано вибирати більш темні кольори.

Для зміни типу лінії необхідно підвести курсор до напису **Continuous** у рядку шару і клацнути по ньому лівою кнопкою миші – AutoCAD відкриє діалогове вікно **Выбор типа линий** (Вибір типу ліній; рис. 1.6). У наведеному списку типів ліній за умовчанням мається лише один тип – суцільна. Цей список необхідно розширити. Для цього потрібно клацнути лівою кнопкою миші по кнопці **Загрузить** (Завантажити) діалогового вікна. У вікні, що відкриється, **Загрузка/перезагрузка/типов линий** (Завантажити або оновити лінії; рис. 1.7), вибирають потрібний тип лінії, наприклад, **осевая2** (осьова 2). Надалі підтверджують свій вибір клацанням по кнопці **ОК**.

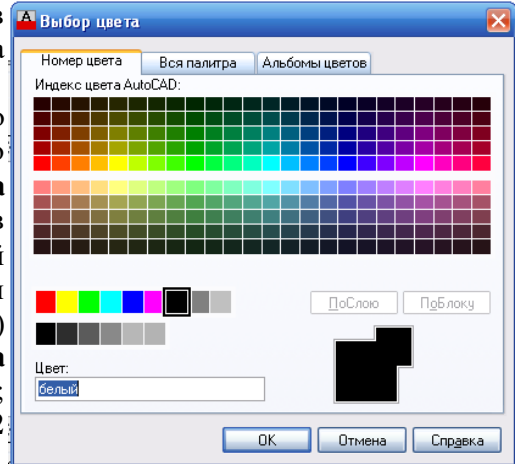


Рис. 1. 5

Далі у діалоговому вікні **Выбор типа линий** (див. рис. 1.6) активізують вибраний тип лінії для даного шару клацанням лівої кнопки миші – назва і вид ліній будуть перезаписані на синьому фоні. Після цього знову підтверджують свій вибір натисканням кнопки **ОК**.

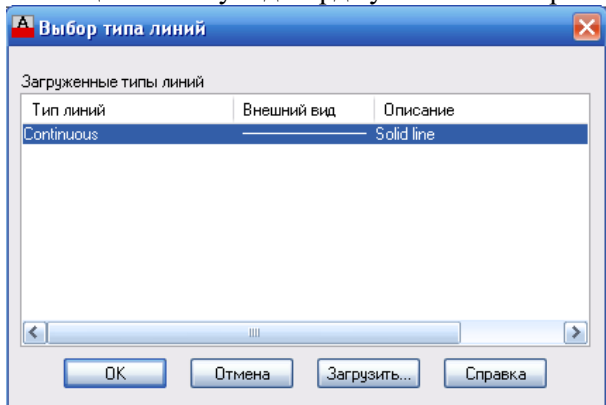


Рис. 1.6

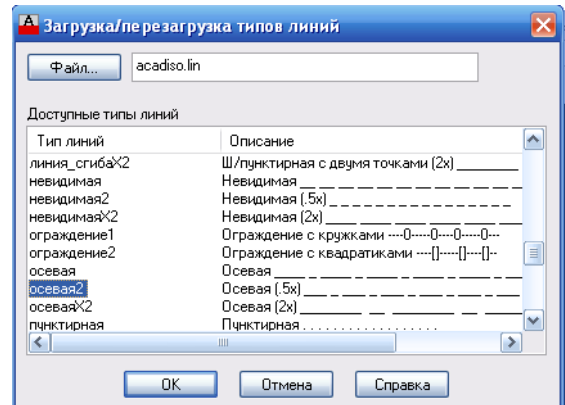


Рис.1.7

Зміна товщини лінії можлива із діалогового вікна **Вес линий** (Товщина ліній; рис. 1.8). Для виклику цього вікна необхідно підвести курсор до запису товщини ліній за умовчанням диспетчера властивостей шарів (див. рис. 1.4) і клацнути по ньому лівою кнопкою миші. Із списку товщин (див. рис. 1.8) вибрати значення – 0,30 мм. Підтвердити свій вибір клацанням по кнопці **ОК**.

За результатами вищевказаних дій створюється шар для креслення об'єктів із наступними властивостями: штрихпунктирна лінія синього кольору товщиною 0,30 мм.

Користуючись заданою послідовністю дій створити ще два шари із наступними властивостями:

1. *Найменування* – суцільні тонкі, *колір* – чорний, *тип лінії* – Continuous, *товщина лінії* – 0,30 мм;
2. *Найменування* – штрихові, *колір* – зелений (96), *тип лінії* – ACAD_...2W100, *товщина лінії* – 0,30 мм.

Для креслення геометричних об'єктів суцільною товстою основною лінією достатньо змінити властивості шару **0**, задавши товщину лінії у ньому рівною 0,80 мм.

Підтвердити властивості чотирьох шарів щиглем по кнопці **ОК** у вікні **Диспетчер свойств слоев** (рис.1.9).

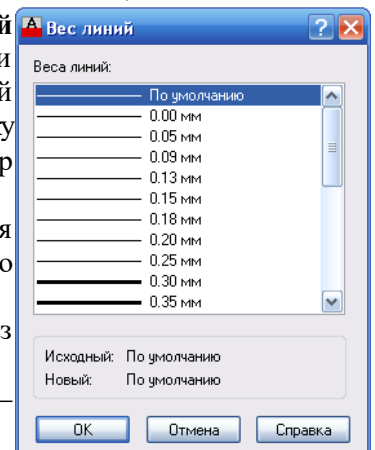


Рис. 1.8

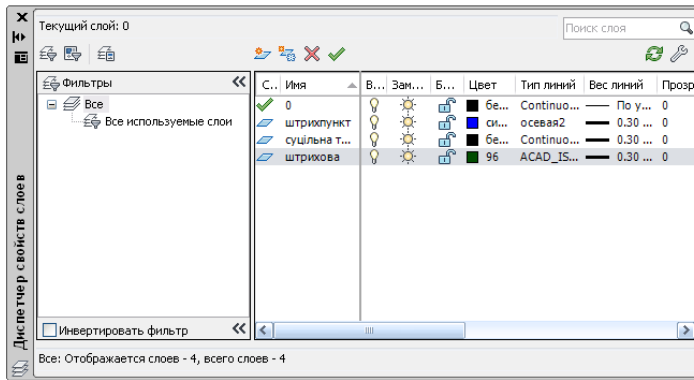


Рис. 1.9

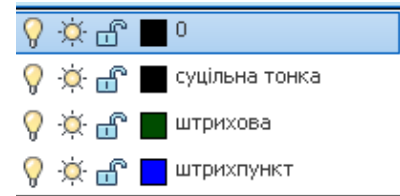


Рис. 1.10

Призначення шарам різних властивостей дозволяє виконувати кресленник у відповідності з вимогами стандартів СКД, підвищувати їх наочність, та розроблювати різні варіанти за рахунок заморожування шарів або вимикання їх властивостей.

Встановлення кожного із заданих шарів поточним, тобто таким у якому будуть виконуватись побудови, виконують при відкритті їх переліку у вікні панелі інструментів Шари (рис. 1.10). Поточний шар висвітлюється на синьому фоні.

1.4. Рисування рамок формату A4

За ГОСТ 2.301 – 68 розміри зовнішньої рамки кресленника формату A4 – 297 x 210 мм; рамку виконують суцільною тонкою лінією. Внутрішню рамку виконують суцільною товстою основною лінією з відступами по 5 мм справа, зверху, знизу та 20 мм зліва від ліній зовнішньої рамки.

Для побудови зовнішньої рамки необхідно поточним встановити шар **Суцільна тонка**. Сама побудова виконується за допомогою команди **Прямоугольник** (Прямокутник), яка може бути викликана клацанням лівої кнопки миші по відповідній піктограмі на панелі **Рисование** (Креслення; рис.1.11). Окрім цього команда може бути введена з клавіатури.

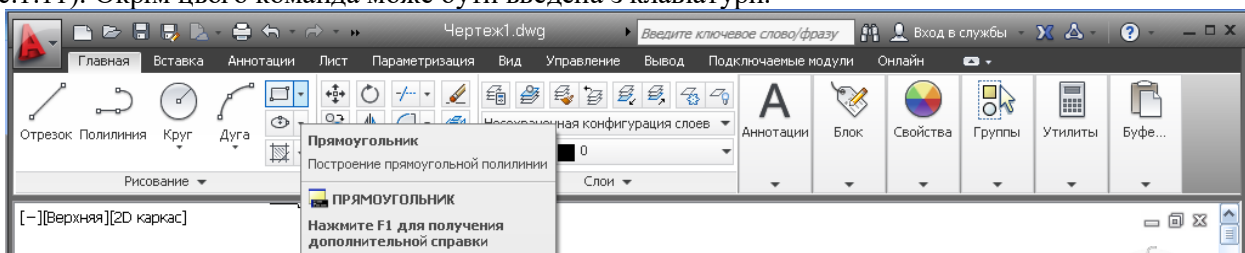


Рис. 1.11

Початковий запит команди:

Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]:

Задайте точку для первого кута або [Фаска/Рівень / Спряження / Висота / Ширина].

На цей запит вводять координати нижнього лівого кута прямокутника – **0, 0 ↵**.

Після вказівки першої точки AutoCAD виводить черговий запит:

Задайте противоположный угол или [Линия/PMн-угол/CMн-угол]:

Задайте точку для другого кута або [Лінія /PMн-кут /CMн-кут].

на який вводять координати протилежного верхнього правого кута прямокутника, що відповідає розміру аркуша формату A4 – **210, 297 ↵**.

Для побудови внутрішньої рамки кресленника встановлюють поточним шар **0**. Для повторного задання команди **Прямоугольник** достатньо натиснути клавішу <Enter>. На початковий і другий запити команди вводять координати нижнього лівого і правого верхнього кутів рамки: **20, 5 ↵** та **@185, 287 ↵** відповідно.

Приклад побудованих рамок формату наведено в дод. 1.

1.5. Збереження кресленника

Збереження файлу кресленника нічим не відрізняється від збереження будь-якого файлу у Windows. Перше збереження дещо відрізняється від наступних, які бажано виконувати після кожної вправи. Відмінність лише у тому, що при першому збереженні необхідно присвоїти файлу оригінальне найменування. Для цього клацніть по піктограмі **Сохранить** (Зберегти)

панелі швидкого доступу (рис. 1.12). На екрані з'явиться діалогове вікно **Сохранение рисунка** (Зберегти рисунок; рис.1.13).



Рис. 1.12

За умовчанням система, залежно від версії і налаштувань, пропонує зберегти даний файл у папці **Мои документы** або **AutoCAD**. Але збереження креслеників у системній папці недоцільне. Креслення зберігають у власній папці, яку створюють на диску вказаному викладачем (рис. 1.14).

Доступ до диска на провіднику можна отримати натискуючи кнопку **На один рівень вверх** діалогового вікна. Надалі на диску створюють **Нову папку** натисканням на однойменну кнопку, якій присвоюють власне найменування, наприклад, **ЛА81 Граб**. Найменування складається зі скороченого найменування факультету, номера студентської групи та прізвища студента. Надалі її відкривають натисканням на кнопку **Open** (Відкрити).

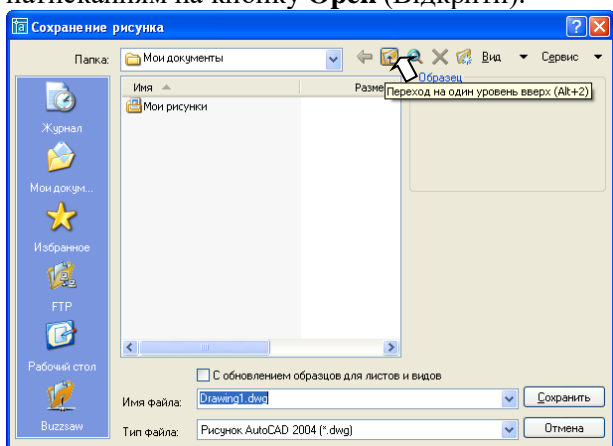


Рис. 1.13

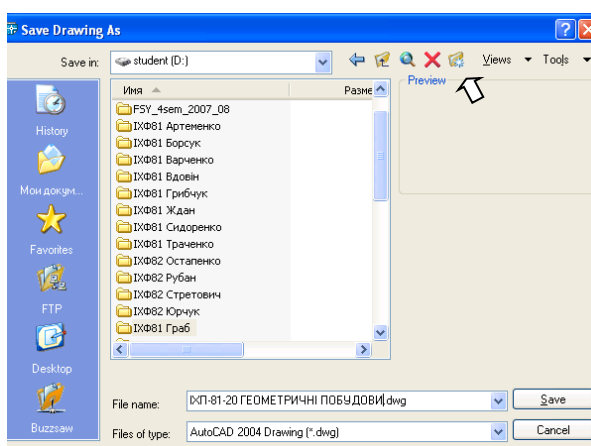


Рис. 1.14

Для зміни початкового найменування файла **"Drawing 1.dwg"** необхідно активізувати однойменне поле, діалогового вікна. За допомогою клавіші <Backspace> видаляють найменування, надане програмою, і вводять нове, наприклад, **ЛА – 81 – 20 геометричні побудови dwg**, де **20** – номер запису прізвища студента Граба у списку студентської групи **81**. При відкритій папці натискають кнопку **Сохранить** (Зберегти).

Нове найменування файла кресленика буде перезаписане і на робочому екрані AutoCAD.

1.6. Рисування відрізків прямих

За вправою будуть:

1. Три горизонтальні відрізки прямих довжиною 50 мм, які виконують суцільною товстою основною, штриховою та штрихпунктирною лініями;
2. Відрізок похилої прямої під кутом 25° та довжиною 55 мм, який креслять тонкою суцільною лінією.

Побудову першого горизонтального відрізка прямої виконують за командою **Отрезок** (Відрізок), текст якої **_line**, вводять із клавіатури латинськими літерами. На перший запит, який задає система AutoCAD у командному рядку та динамічно відображається у вікні біля курсору:

Первая точка:

Задайте точку

вводять її абсолютні координати, наприклад, **25, 280↵**.

Після вказівки першої точки AutoCAD подає черговий запит:

Следующая точка или [Отменить]:

Задайте следующую точку або [Скасувати],

де частина питання стоїть у квадратних дужках. Як опцію AutoCAD пропонує **[Скасувати]**. Ця опція у разі її задання відмінить раніше введену початкову точку відрізка. Тому для побудови відрізка дають відповідь на запит шляхом уведення координат його кінцевої точки **75, 280↵**.

Для побудови другого горизонтального відрізка встановлюють поточним шар **Штрихові** (див. рис. 1.10). Команду **Отрезок** задають із панелі інструментів **Рисование**, у якій кнопка цієї команди є першою (див. рис. 1.11). На перший і другий запити AutoCAD вводять координати початкової та кінцевої точок відрізка, наприклад: **25, 270 ↵** і **@50, 0 ↵**.

Для побудови третього горизонтального відрізка встановити поточним шар **Штрихпунктирні**. Команду **Отрезок** задають повторним натисканням клавіші <Enter>.. На перший і другий запити AutoCAD уводять координати початкової та кінцевої точок відрізка, наприклад:

25, 260 ↵ і @50, 0 ↵.

Для побудови похилого відрізка довжиною 55 мм під кутом 25° до горизонтальної прямої роблять поточним шар **Суцільні тонкі**. Повторне завдання команди **Отрезок** виконують натисканням клавіші <Enter>. На перший і другий запити AutoCAD уводять абсолютні координати початкової та відносні полярні координати кінцевої точок відрізка, наприклад:

25, 230 ↵ і @55 < 25 ↵.

Зберігають зміни в рисунку натисканням кнопки-піктограми **Сохранить** (див. рис. 1.12).

Надалі виклик команди **Отрезок**, як і інших команд, виконують одним із способів, які найбільш зручні для оператора.

Приклад побудованих відрізків прямих наведено в дод. 1.

1.7. Побудова дуги

Дуга представляє собою частину кола. Тому для її креслення необхідно задати системі інформацію не лише про коло, а і визначити ту частину, яка буде зображена.

Перед побудовою дуги готують систему до задання координат її точок за допомогою прив'язок до елементів раніше створених об'єктів. Задання такого режиму креслення можливе, наприклад, за пунктом контекстного меню **Настройка** (Налаштування), який викликають натисканням правої кнопки миші на кнопці рядку стану **Объектная привязка** (Об'єктна прив'язка; рис. 1.15).

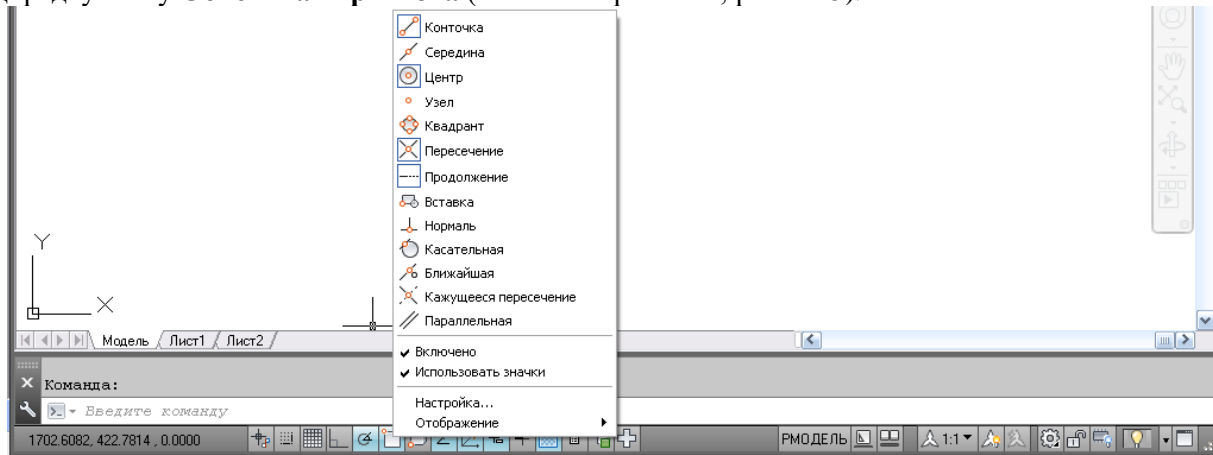


Рис. 1.15

На вкладці **Объектная привязка** ділового вікна **Режимы рисования** (Режими креслення; рис. 1.16)

натисканням лівої кнопки миші включають наступні об'єктні прив'язки: **Конточка** – кінцева точка відрізка; **Центр** – центр кола; **Пересечение** – точка перетину двох ліній. Свій вибір закінчують натисканням кнопки **ОК**.

Побудова дуги виконується в поточному шарі **Суцільні тонкі** за командою **Дуга** (Дуга), яку викликають натисканням відповідної кнопки на панелі інструментів **Рисование** (див. рис. 1.11). Керуючись умовами завдання вибирають пункт **Начало, конец, угол**.

На перший запит команди:

Начальная точка дуги или [Центр]:

Задайте начальную точку дуги или [Центр]

підводять приціл курсору до початкової точки раніше побудованого похилого відрізка. Після появи на кінці відрізка зображення об'єктної прив'язки **Конточка** натискають ліву кнопку миші. Так будуть задані координати початкової точки дуги.

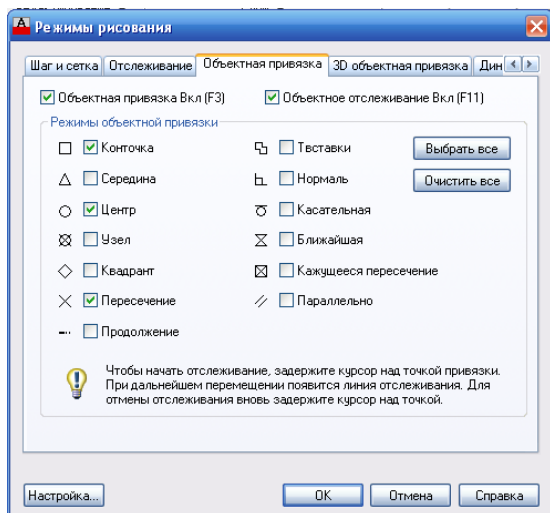
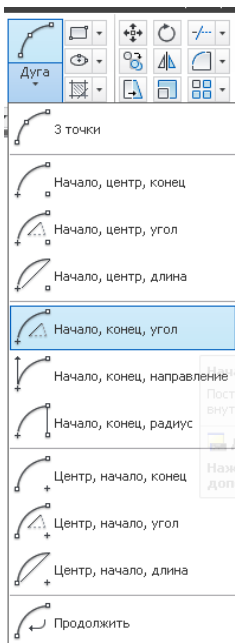


Рис. 1.16

На наступний запит:

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]:

Задайте вторую точку дуги или [Центр / Кінець]



вибирають, наприклад, опцію **Конец**. Початкову букву її найменування **К** вводять із клавіатури.

На наступний запит AutoCAD:

Конечная точка дуги:

Задайте конечную точку дуги

вказують прицілом на кінцеву точку похилого відрізка використовуючи об'єктну прив'язку **Контотчка**.

Наступний запит AutoCAD:

Центр дуги или [Угол/Направление/Радиус]:

Задайте центр дуги або [Кут / Напрям / Радіус]

На цей запит доцільно вибрати опцію **Угол**. Початкову букву її найменування вводять із клавіатури: **У**.

Кінцевий запит AutoCAD:

Центральный угол:

Задайте центральный кут.

На цей запит із клавіатури вводять значення кута, наприклад, **90**.

Збережіть зміни в рисунку.

Приклад побудованої дуги наведено в дод. 1.

Рис. 1.17

1.8. Побудова полілінії змінної товщини

Полілінія представляє собою примітив, який складається із відрізків прямих і дуг кіл. Побудова полілінії виконується в поточному шарі **0** за командою **Полилиния** (Полілінія) натисканням відповідної кнопки на панелі інструментів **Рисование** (див. рис. 1.11). Для динамічної візуалізації побудов їх рекомендується виконувати за умови включеної кнопки **Отображение линий в соответствии с весами** (Товщина), яка розташована у рядку стану.

На запит AutoCAD:

Начальная точка:

Задайте первую точку

із клавіатури вводять координати точки, наприклад, **45, 170**.

Наступне запрошення системи:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Поточна товщина полілінії дорівнює 0.0000

Задайте наступну точку або [Дуга /Замкнути /Напівширина / Довжина / Відмінити / Ширина].

дозволяє змінити товщину елемента полілінії. Для цього слід вибрати опцію **Ширина**, увівши першу букву її найменування з клавіатури – **Ш**.

На перший запит цієї опції :

Начальная ширина <0.0000>:

Задайте початкову ширину

вводять із клавіатури її значення, наприклад, **8**.

Другий запит, чи буде змінюватись кінцева ширина порівняно з початковою:

Конечная ширина <8.0000>:

Задайте конечную ширину.

Якщо товщина лінії буде змінюватись, то із клавіатури вводять її значення, наприклад, **2**.

Після цього система повертається до запиту про вид елемента полілінії:

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте наступну точку або [Дуга /Замкнути /Напівширина / Довжина / Відмінити / Ширина].

Якщо це відрізок прямої, то достатньо увести із клавіатури координату наступної точки відносно початкової, наприклад, **@50, 0**.

За черговим запитом:

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте наступну точку або [Дуга /Замкнути / Напівширина / Довжина / Відмінити / Ширина].

можна перейти від креслення відрізків прямих до креслення дуг полілінії. Для цього необхідно вибрати опцію *Дуга*, увівши перші літери її найменування з клавіатури – *Д↵*.

На перший запит із побудови дуги:

Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]:

Задайте кінцеву точку дуги або [Кут / Центр / Замкнути / Напря / Напівширина / Лінія / Радіус / Друга точка / Відмінити / Ширина]

слід увести опцію *Кут*, увівши перші літери її найменування з клавіатури – *У↵*.

На цю опцію система запитує значення кута розгортання дуги:

Центральный угол:

Задайте центральний кут

На цей запит вводять із клавіатури відповідні цифри, наприклад, *145↵*.

Надалі можливі три варіанти побудови дуги:

Конечная точка дуги или [Центр/Радиус]

Задайте кінцеву точку дуги або [Центр / Радіус]

Виходячи із умов побудови, доцільно вибрати опцію *Радіус*, увівши перші літери її найменування з клавіатури – *Р↵*.

На наступний запит:

Радиус дуги:

Задайте радіус дуги

уводять з клавіатури його значення, наприклад, *20↵*.

На кінцевий запит системи з побудови дуги:

Направление хорды для дуги <0>:

Задайте напрям хорди дуги <0> вводять значення кута, наприклад, *150↵*.

Після завершення побудови елемента полілінії, AutoCAD знову повертається до запиту:

Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]:

Задайте кінцеву точку дуги або [Кут / Центр / Замкнути / Напря / Напівширина / Лінія / Радіус / Друга точка / Відмінити / Ширина]

На цьому етапі побудови можливе повернення знову до проведення відрізків прямих шляхом вибору опції *Л↵*. Система повторює запит із побудови відрізків:

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте наступну точку або [Дуга / Замкнути / Напівширина / Довжина / Відмінити / Ширина].

У відповідь можна вказати координати наступної точки або вибір однієї з запропонованих опцій. На прикладі виконання вказана точка ліворуч від кінцевої точки дуги (див. дод. 1).

Для виходу із команди натискають, наприклад клавішу <Enter>.

1.9. Побудова правильних багатокутників

За вправою будують: правильний шестикутник та правильний п'ятикутник. Радіус описаного кола навколо шестикутника 30 мм, а радіус вписаного кола у п'ятикутник – 22,5 мм.

Спочатку проводять центрові лінії описаного кола навколо шестикутника. Лінії будують у поточному шарі **Штрихпунктирні** з включеним режимом рисування **Орто** за командою **Отрезок** (Відрізок). Координати початкової точки на вертикальній осі задають із клавіатури, наприклад, **112, 280**, а кінцевої – візуально за індикатором у рядку стану переміщуючи мишу на себе. На прикладі виконання вправи (див. дод. 1; шестикутник) це точка з координатами **112, 224.5**. Горизонтальна осьова лінія має наступні координати точок-визначників – **85, 252** і **142.4, 252**.

Контур багатокутника рисують основними суцільними лініями в поточному шарі **0** за командою **Многоугольник** (Багатокутник), яку задають натисканням лівої кнопки миші по відповідній кнопці-піктограмі панелі **Рисование** (рис. 1.18).

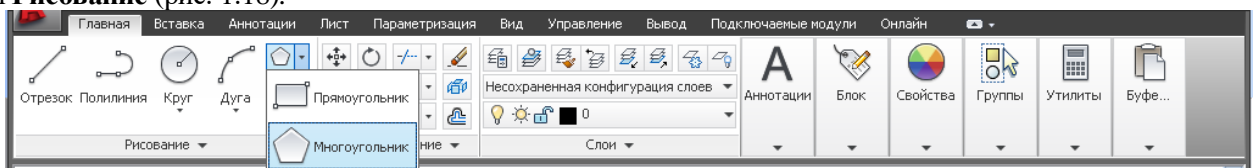


Рис. 1.18

На перший запит команди:

Число сторін <4>

Введіть число сторін <4>

потрібно ввести число сторін шестикутника: **6**. У дужках запиту підказується число сторін багатокутника, яке використовувалося у попередньому виклику цієї команди; за першим викликом AutoCAD виводить **<4>**.

На наступний запит:

Укажіть центр многоугольника или [Сторона]:

Задайте центр багатокутника або [Сторона]

доцільно задати координати центра за об'єктною прив'язкою до перетину осьових ліній. Для цього необхідно підвести курсор до точки перетину ліній і, при висвітленні символу у вигляді перехрестя, клацнути лівою кнопкою миші. Надалі система запитує опцію розміщення кола:

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <В>:

Задайте опцію розміщення [Вписаний в коло / Описаний навколо кола] <В>.

При відповіді **В** багатокутник за умовчанням вписується в коло, при завданні опції **О** – описується навколо нього. Для побудови шестикутника, що вписується в коло, достатньо натиснути клавішу **<Enter>**.

Останній запит – про розмір радіуса кола, у яке вписується багатокутник:

Радиус окружности:

Задайте радіус кола.

У відповідь на цей запит вводять відповідну цифру, наприклад, **30**.

Побудову п'ятикутника виконують за вищеописаною послідовністю. Положення осей вписаного у фігуру кола, студент вибирає самостійно, орієнтуючись на рис. дод. 1.

Збережіть зміни в рисунку .

1.10. Побудова еліпса за великою та малою осями

Еліпс – це геометричне місце точок, сума відстаней до яких від двох фіксованих точок (фокусів) є постійна. У даній вправі довжина великої осі еліпса дорівнює 50 мм, а малої – 30 мм.

Побудову осьових ліній еліпса доцільно виконувати шляхом копіювання раніше побудованих осьових ліній для описаного кола навколо шестикутника. Копіювання об'єктів у AutoCAD виконують паралельно вектору, який задають початковою і кінцевою точками за допомогою команди **Копировать** (Копіювати). Команду задають із панелі **Редактирование** (Редагування; рис.1.19).

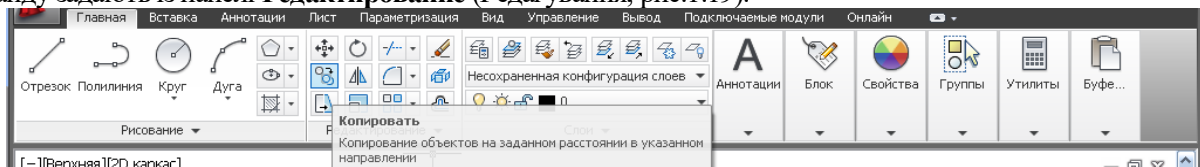


Рис. 1.19

На перший запит:

Выберите объекты:

Выберіть об'єкт

підводять прямокутний приціл курсору по чергові на вибрані прямі, клацаючи кожного разу лівою кнопкою миші. Вибір об'єктів для копіювання закінчують натисканням клавіші **<Enter>**. Після того, як об'єкти для операції копіювання обрані, система дає наступний запит:

Текущая настройка: Режим копирования = Несколько

Базовая точка или [Перемещение/режим] <Перемещение>:

Поточні налаштування: Режим копіювання = Декілька

Задайте базову точку або [Переміщення, / Вариант режима копирования] <Переміщення>,

на який задають координати першої базової точки. Це може бути будь-яка точка кресленника, але зручніше зазначити одну з характерних точок об'єкта, що копіюється, наприклад, точку перетину прямих за однойменною об'єктною прив'язкою. В цілому результат операції копіювання обчислюється як різниця абсцис та ординат між другою і першою точками вектора копіювання за таким запитом:

Вторая точка или [Массив] <использовать для перемещения первую точку>:

Задайте другу точку переміщення або [Масив] <Вважати переміщенням першу точку>.

На цей запит укажіть координати точки, в якій бажане розміщення центра еліпса, наприклад, **@55, -65**. У результаті утвориться копія обраних об'єктів, що зсунута щодо оригіналу праворуч на 55 мм, а вниз – на 50 мм.

Побудова еліпса виконується в поточному шарі 0 за командою **Еллипс** (Еліпс), яку задають натисканням відповідної кнопки панелі **Рисование** (рис.1. 20). Керуючись умовою завдання вибирають пункт **Центр**. Ця опція дозволяє побудувати еліпс за відомими координатами його центра і довжинами великої і малої осей.

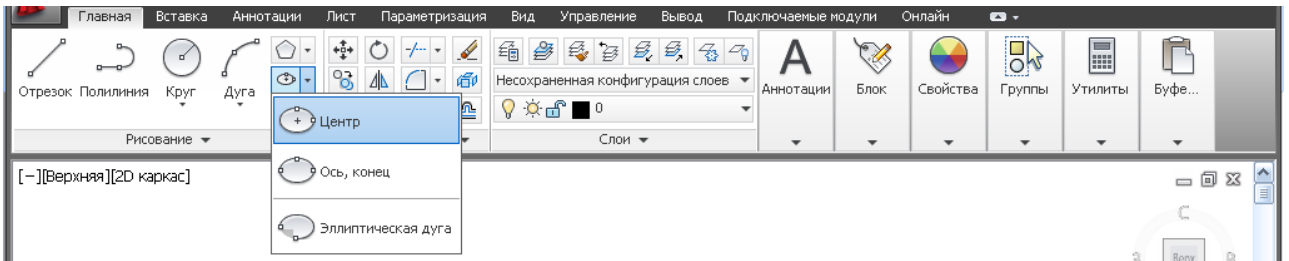


Рис. 1.20

На перший запит:

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]: _C

Центр эллипса:

Задайте конечную точку оси эллипса або [Дуга/Центр] _Ц

Задайте центр эллипса

за вибраною програмою опцією **Центр** необхідно вказати координат точки центра еліпса. Центр доцільно вказати за об'єктною прив'язкою до точки перетину скопійованих осьових ліній. Надалі запит:

Конечная точка оси.:

Задайте конечную точку оси.

Укажіть зміщення від центра еліпса на половину довжини великої осі @25, 0↵. Після цього видається заключне питання:

Длина другой оси или [Поворот]::

Задайте длину второй оси або [Поворот],

на яке необхідно ввести зміщення від центра еліпса на половину малої осі 15↵.

Збережіть зміни в рисунку.

Приклад побудованого еліпса наведено в дод. 1.

1.11. Побудова спряження двох прямих, які перетинаються під заданим кутом

Відрізки прямих, які перетинаються, рисують основними суцільними лініями довжиною від 45 до 60 мм із використанням команди **Отрезок** (див. послідовність побудов ліній у вправі 6). Спряження цих лінійних об'єктів із наступним їх обрізанням виконують дугою кола. Радіус дуги спряження – 5 мм.

Побудова виконується за командою **Сопряжение** (Спряження). Команду задають із панелі інструментів **Редактирование** (рис.1. 21).

Перше повідомлення, яке видається командою, містить інформацію про поточні налаштування і запит першого об'єкта для спряження:

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000

Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]

Поточні налаштування: Режим – із обрізуванням, радіус спряження = 0.0000 **Виберіть перший об'єкт або [Полілінія / Радіус / Обрізка/Декілька].**

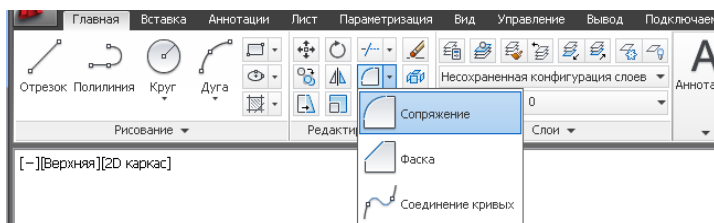


Рис. 1.21

Після запиту про розмір радіуса:

Радиус сопряжения <0.0000>:

Задайте радиус сопряжения

необхідно ввести його значення, наприклад, 5↵.

Наступний запит:

Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:

Виберіть перший об'єкт або [Відмінити / Полілінія / Радіус / Обрізан / Декілька].

Якщо поточні налаштування відповідають умовам вправи, то виділяють перший об'єкт для сполучення. Однак за умовою вправи радіус дуги спряження дорівнює 5 мм. Тому необхідно на перший запит команди ввести опцію *раДиус*, набираючи із клавіатури велику букву в назві опції: **Д↵**.

На цей запит указують на один із відрізків. Після цього видається заключне питання:

*Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:
Выберите другой объект или нажмите клавишу Shift, чтобы задать кут, или [Радиус].*

Коли буде виділений другий відрізок, то AutoCAD побудує необхідну дугу спряження або повідомить про те, що спряження за даним радіусом неможливе. Якщо діє режим із обрізанням, то прямі, що сполучаються, укорочуються до точок початку дуги.

Збережіть зміни в рисунку .

Приклад побудови спряження двох прямих наведено в дод. 1.

1.12. Побудова спряження двох кіл

За вправою виконують зовнішнє спряження кіл радіусів $R_1=15$ мм та $R_2=20$ мм із міжцентровою відстанню O_1O_2 по горизонталі – 5 мм, по вертикалі – 45 мм. Радіус дуги кола, яким виконують спряження – 20 мм.

Побудова зображення кіл. Побудову кіл необхідно починати з побудови їх осевих ліній. Ці побудови доцільно виконати шляхом копіювання раніше накреслених осевих. Виконання команди копіювання описана у вправі 1.10. При копіюванні осевих другого кола за першу базову точку рекомендується вибрати точку перетину осевих першого кола. Точку вставки задають відносно першої базової точки у відносних декартових координатах за умовою вправі @5,45↵.

Креслення кіл виконується у поточному шарі 0 за командою **Круг** (Коло). Команду можна вибрати із панелі **Рисование** (рис. 1.22), деталізовану шістьма пунктами . За умовами завдання вибирають пункт **Центр, радіус**.

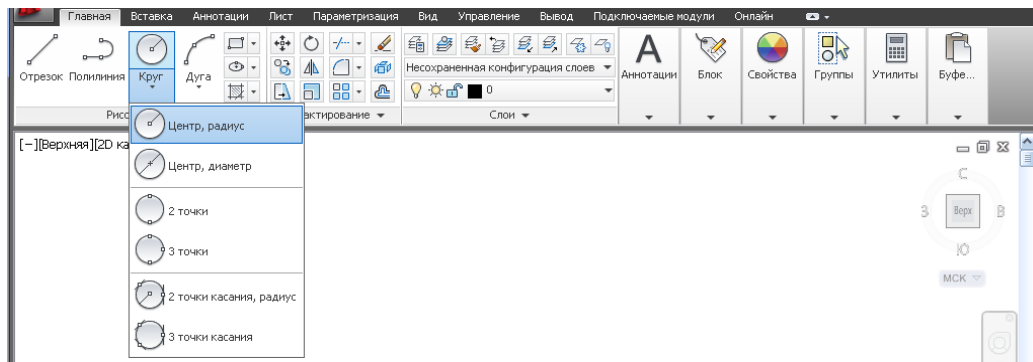


Рис. 1.22

При викликанні команди AutoCAD видає запит:

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]:

Задайте центр кола або [3Т/2Т/ДТР (дотична дотична радіус)].

У відповідь на цей запит укажіть координати точки, яка є центром майбутнього кола, за об'єктною прив'язкою до перетину осевих ліній.

Після цього видається такий запит:

Радиус круга или [Диаметр]:

Задайте радіус кола або [Диаметр],

на який вводять число, що буде радіусом першого кола, наприклад, 15↵. Якщо ввести символ **Д**, то це означає, що вибирають опцію **Диаметр** і коло будують за значенням його діаметра 30 мм.

Команду **Круг** для побудови другого кола, як повторну, визивають натисканням клавіші <Enter>. На другий запит команди вводять значення радіуса кола 20↵.

Спряження кіл. Як і у вправі 1.9, на перше повідомлення команди **Сопряжение** (Спряження)

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 5.0000

Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]

Поточні налаштування: Режим – із обрізкою, радіус спряження = 5.000 **Виберіть перший об'єкт або [Відмінити/Полілінія/Радіус/Обрізка/Декілька]**

виконують поточні налаштування параметрів лінії, яка буде побудована, введенням опції *раДиус: Д*↵.

На другий запит:

Радиус сопряжения <5.0000>:

Задайте радіус спряження<5.0000>

необхідно ввести значення за умовою вправі – 20↵, замість числа <5.0000>, пропонуваного програмою.

Наступний запит:

Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/обБрезка/Несколько]:

Виберіть перший об'єкт або [Відмінити / Полілінія / Радіус / Обрізан / Декілька].

На цей запит указують на одне із кіл. Після цього видається заключне питання:

Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:

Виберіть другий об'єкт або натисніть клавішу Shift, щоб задати кут, або [Радіус].

На цей запит указують на друге коло. Коли буде виділено друге коло, то AutoCAD побудує дугу зовнішнього спряження або повідомить про те, що спряження за даним радіусом неможливе.

Збережіть зміни в рисунку.

Приклад побудови спряження кіл наведено в дод. 1.

1.13. Побудова фаски

Фаска – це скошена поверхня незначних розмірів, яка слугує як перехідна від однієї зовнішньої (або внутрішньої) поверхні до другої. Її виконують зазвичай за кутом і висотою на поверхнях обертання або за сторонами на площинах.

Команда **Фаска** (Фаска) дозволяє виконувати операцію підрізання двох прямих, що перетинаються, на заданій відстані від точки їх перетину. В AutoCAD параметри фаски визначають двома катетами, або одним катетом і кутом по відношенню до тої із ліній, на якій відкладена довжина катета.

Відрізки прямих, які перетинаються під прямим кутом, рисують основними суцільними лініями у шарі **0** довжиною від 35 до 50 мм із використанням команди **Отрезок** (див. послідовність побудов у вправі 1.6). Команда **Фаска** задається із панелі інструментів **Редактирование** (див. рис.1. 21) за однойменним пунктом на кнопці **Спряжение**. Як і при виконанні спряження, спочатку повідомляється поточний стан режиму креслення і параметри фаски, а потім видається запит про вибір об'єкта:

(Режим С ОБРЕЗКОЙ) Параметры фаски: Длина1 = 0.0000, Длина2 = 0.0000

Выберите первый отрезок или [Отменить/полИлиния/Длина/Угол/обБрезка/Метод/Несколько]:

(Режим із обрізанням) Параметры фаски: Довжина 1 = 0.0000; Довжина 2 = 0.0000

Виберіть першу лінію або [Відмінити/Полілінія/Довжина/Кут/Обрізка/Метод/Декілька].

Для побудови фаски висотою 12 мм під кутом 30° спочатку задають опцію **Угол** (Кут) з клавіатури – **У↵**. У відповідь на запит:

Первая длина фаски <0.0000>:

Задайте катет фаски на першій лінії <0.0000>

вводять значення висоти фаски за умовою вправи: **12↵**.

На наступний запит AutoCAD:

Угол фаски с первым отрезком <0>:

Задайте кут фаски на першій лінії<0>

вводять значення кута: **30↵**.

На запит:

Выберите первый отрезок или [Отменить/полИлиния/Длина/Угол/обБрезка/Метод/Несколько]:

Виберіть першу лінію або [Відмінити/Полілінія/Довжина/Кут/Обрізка / Метод/Декілька].

вказують відрізок, на якому буде відкладена висота фаски.

На запит:

Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Расстояние/Угол/Метод]:

Виберіть другу лінію або натисніть клавішу Shift, щоб задати кут, або [Відстань/ Кут/Метод].

вказують другий відрізок.

Збережіть зміни в рисунку.

Приклад побудови фаски наведено в дод. 1.

1.14. Побудова діаграми залежності $y = f(x)$

Діаграму будують за наступними точками **A(70, 40); B(80, 45); C(90, 60); D(100, 68); E(110, 63); F(120, 65); G(130, 75)**. За умовчанням точки, які використовувались раніше для побудови геометричних образів, не відображались на екрані. Для відображення точок необхідно задати відповідний стиль їхнього креслення. Для цього в меню **Утилиты** (Утиліти; рис. 1.23) вибирають пункт **Отображение точек** (Стиль точок), щоб відкрити однойменне діалогове вікно (рис. 1.24). Для визначення необхідного стилю точки клацніть на тому полі діалогового вікна, де накреслений необхідний символ, наприклад,

коло. Вибране поле висвітлиться чорним кольором. Потім установить розмір вибраного символу у полі **Размер точки** (Розмір точки) за однією з двох пропорованих опцій. Рекомендується опція **Относительно экрана** (Установити розмір стосовно екрана). Саме значення розміру, наприклад, **5%**.

Побудову точок виконують за командою **Несколько точек** (Точка), яку викликають із розширеного меню панелі **Рисование** (рис. 1.25).

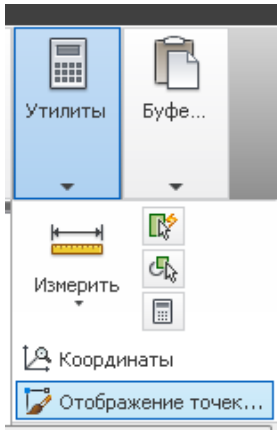


Рис. 1.23

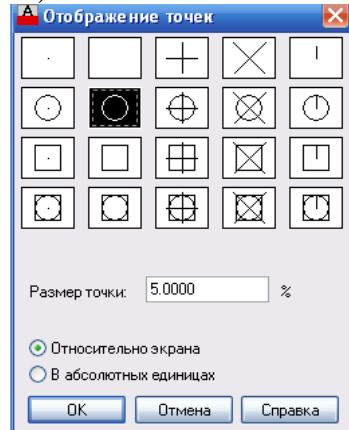


Рис. 1.24

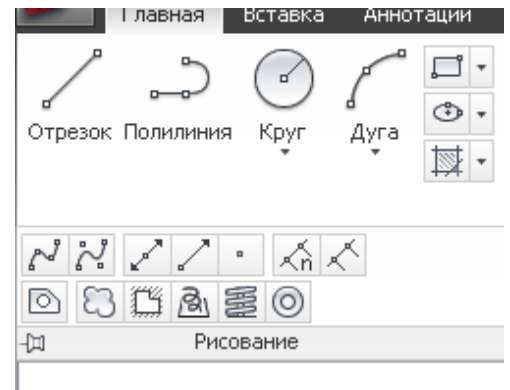


Рис. 1.25

На перше повідомлення у командному рядку:

Текущие режимы точек: PDMODE=33 PDSIZE=0.0000

Укажите точку:

Поточні стилі точок: PDMODE = 33 PDSIZE = 0.0000

Здайте точку

у відповідь вводять координати першої точки **A – 70, 40**. У більшості версій AutoCAD, після побудови першої точки, черговий запит на введення нової точки автоматично не повторюється. Для креслення наступної точки необхідно знову викликати команду **Point** натисканням клавіші <Enter>. Вищеповисаний цикл дій повторюють за числом заданих точок.

Саму діаграму виконують у поточному шарі **0** за командою **Слайн по определяющим точкам** (Слайн), що дає можливість креслити гладку лінію, яка проходить через задані точки і задовольняє умови дотику в початковій, кінцевій або обох точках. Команда може бути викликана натисканням на відповідну кнопку-піктограму розширеного меню панелі **Рисование** (рис. 1.26).

На початковий запит команди:

Текущие настройки: Способ=Определяющие Узлы=Хорда

Первая точка или [Способ/Узлы/Объект]:

Поточні налаштування: Спосіб=Визначники Вузли=Хорда

Здайте першу точку або [Спосіб/ Вузли/Об'єкт]

необхідно задати першу точку на кривій за об'єктною прив'язкою **Узел**

(Вузол; див. рис. 1.15). Уведення такої прив'язки забезпечить точне визначення точок за їх зображеннями без повторного задання координат. Другу точку кривої визначають за запитом:

Следующая точка или [Касание в начале/Допуск]:

Здайте наступну точку[/ Допуск].

Після завдання другої точки система видає інший запит:

Следующая точка или [Касание в конце/Допуск/Отменить]:

Здайте наступну точку або [Дотична на кінці/ Допуск/Відмінити].

Наступні запити мають текст:

Следующая точка [Касание в конце/Допуск/Отменить/Замкнуть]:

Здайте наступну точку або Дотична на кінці/ Допуск/Відмінити/Замкнути.

Можливе як подальше вказування точок, так і замикання лінії за допомогою опції **Замкнуть**, або запровадження допуску (тоді лінія утворюється більш гладкою і може відхилитися від введених точок лише на розмір заданого допуску). Точки креслять згідно умов вправи аж до кінцевої точки. Після визначення останньої точки необхідно натиснути клавішу <Enter>.

Збережіть зміни в рисунку.

Приклад побудови діаграми наведено в дод. 1.



Рис. 1.26

1.15. Виконання написів

Перед початком виконання напису доцільно ознайомитись із текстовими стилями. Поточний текстовий стиль задає тип шрифту, висоту літер, кут нахилу літер, орієнтацію тексту тощо. За умовчанням поточним стилем є **Standard**. Робота з текстовими стилями здійснюється за допомогою команди **Стиль тексту** (Стиль тексту), яку викликають натисканням кнопки у рядку найменування панелі **Текст** (рис. 1.27). За командою викликається діалогове вікно **Text Style** (Стиль тексту; Текстові стилі; рис. 1.28).

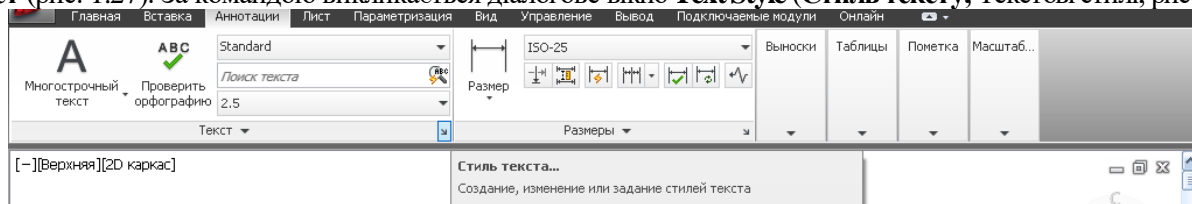


Рис.1. 27

У лівому верхньому куті діалогового вікна знаходиться перелік стилів, серед яких активним є ім'я поточного стилю **Standard**. У середній частині вікна описуються параметри шрифту, які використані в поточному стилі: ім'я шрифту і висота букв. У нижній лівій частині вікна розташовані поля для включення

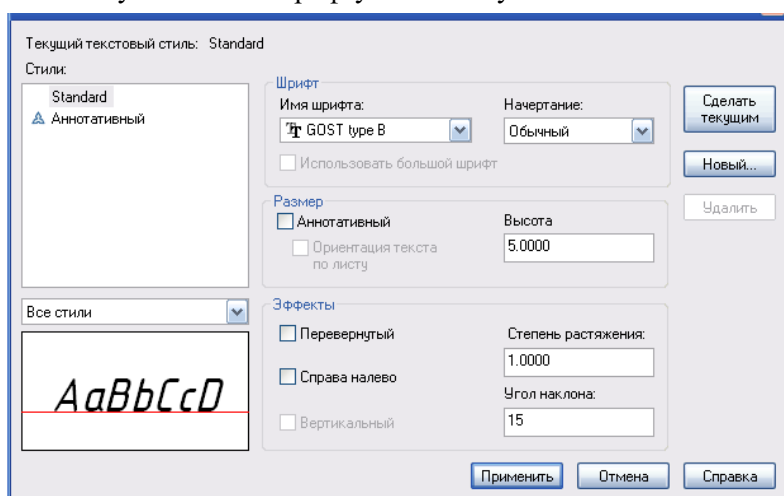


Рис. 1.28

різноманітних ефектів написання (перевернутий, справа-наліво, вертикально). Коефіцієнт ширини змінює співвідношення між висотою і шириною букв, а нахил букв у написах задають у полі **Угол нахилу** (Кут нахилу). Якщо змінити параметри у відкритих полях діалогового вікна, то ці зміни можуть бути внесені в поточний стиль за допомогою розташованої у верхньому правому куті вікна кнопки **Применить** (Застосувати), яка після проведених налаштувань стане доступною.

Для виконання вправи в текстовому стилі **Standard** задають такі параметри шрифту: ім'я – **GOST type B**;

висота – **5.0000**; коефіцієнт ширини – **1**; кут нахилу літер – **15**; без ефектів. Зразок шрифту надається в полі попереднього огляду. Надалі клацніть лівою кнопкою миші по кнопці **Закри́ть** (Застосувати), яка замінить кнопку **Отмена**.

Напис може бути створений за допомогою однорядкового або багаторядкового тексту. Команда, яка створює написи в один рядок, може бути викликана натисканням на пункт **Однорядковий текст** кнопки-піктограми **A** панелі **Текст** вкладки **Аннотации**.

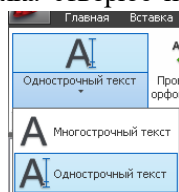


Рис. 1.29

Після запуску команди спочатку видається повідомлення про поточний стиль, за яким буде виконано текст:

Текущий текстовый стиль: "Standard" Высота текста: 5.0000 Аннотативный: Нет
Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]:

Поточний текстовий стиль: "Standard" Висота тексту: 5.0000 Анотований: Ні
Задайте початкову точку тексту або [Вирівнювання/Стиль].

Напис починають зі зазначення координат початкової лівої точки базової лінії напису. Доцільно положення початку рядка вказати прицілом курсору у нижній частині формату кресленника.

На подальший запит:

Угол поворота текста <0>:

Задайте кут повороту текстового рядка <0>

потрібно зберегти значення **0** за умови горизонтального розташування текстового рядка, натиснувши клавішу **<Enter>**.

У тому місці, де визначено початок напису, з'явиться курсор у формі букви **I**. Наберіть на клавіатурі текст, наприклад, **Виконав студент групи ЛА – 81 I. Граб** і закінчіть його набір натисканням клавіші **<Enter>**. При цьому текстовий курсор переміститься на рядок нижче. Надалі можливе введення нового тексту у другому рядку або вихід із команди. Для закінчення команди натискають клавішу **<Enter>**. Слід зауважити, що редагування тексту в рядку можливе лише до натискання клавіші **<Enter>**.

1.16.. Закриття файлу кресленника. Закриття AutoCAD

Для закриття файлу кресленника необхідно клацнути по відповідній кнопці **Закрити** для кресленника (див. рис. 1.2). Якщо не проводилось поточне збереження зображення у процесі створення кресленника, то AutoCAD запропонує цю операцію. На екрані з'явиться вікно, яке наведено на рис. 1.30. Вибирають **Да** (Так) – і змінений кресленник запишеться у файл зі своїм найменуванням, а зображення зникне з екрана. Однак програма AutoCAD залишається надалі активною. Для виходу з програми необхідно клацнути по кнопці «Закрити» для системи (див. рис. 1.2).



Рис. 1.30

1.17. Завершення роботи у Windows

Закінчувати роботу у Windows не можна звичайним відключенням живлення комп'ютера, оскільки це може привести до зникнення даних. Після натиску на кнопку **Пуск** (рис. 1.31) у головному меню вибирають пункт **Виключить комп'ютер** (Вимкнути комп'ютер) і надалі вимикають його натисканням відповідної кнопки у діалоговому вікні (рис. 1.32).

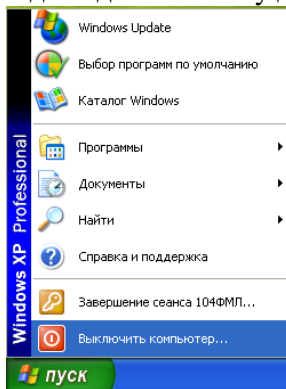


Рис. 1.31

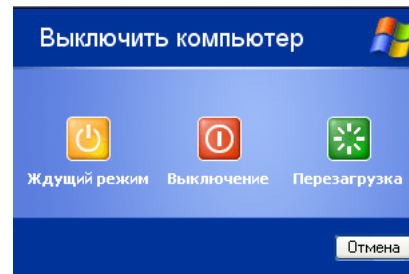


Рис. 1.32

2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2: РЕДАГУВАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

Лабораторну роботу №2 студенти виконують за вихідними креслениками з наступними найменуваннями: **Прокладка 1 – 4; Прокладка 5 – 8; Прокладка 9 – 12; Прокладка 13 – 16**, які наведені у додатку 2 даного практикуму. Шляхом зміни одного з вихідних креслеників необхідно виконати вид спереду деталі **Прокладка №...** згідно варіанту, який вказує викладач, наприклад, за номером комп'ютера, або номером прізвища студента у списку групи.

Відомо, що жоден кресленик не вдається «довести до розуму» без коригування. Вносять зміни в кресленики з різних причин. Деякі процедури редагування є частиною процесу побудови кресленика, наприклад, копіювання геометричного примітиву – замість його повторного креслення. Часто виникає потреба у видаленні якихось фрагментів, перенесенні, повороті або зміні масштабу. У деяких випадках необхідно виправити допущені помилки, або зміни до зображень вносять внаслідок удосконалення конструкції проєктованого виробу.

Практично всі команди редагування знаходяться на панелі **Редактирование** (див. рис. 1.2). Щоб відредагувати геометричний примітив, надалі об'єкт, його необхідно вибрати. AutoCAD пропонує користувачеві різноманітні засоби вибору об'єктів. У більшості випадків можна скористатися одним із двох варіантів:

1. Задати команду, а потім вказати об'єкти, котрі за цією командою будуть редагуватись;
2. Спочатку вказати об'єкти, а потім задати команду, яка виконає однотипні перетворення з відібраними об'єктами.

Після виклику команди редагування у ситуації, коли немає обраних об'єктів, AutoCAD виведе запрошення:

Выберите объекты:

Выберите об'єкти.

Самий простий спосіб вибору об'єкта – установити приціл курсору на його зображення і клацнути кнопкою вибору. Зазначений користувачем об'єкт AutoCAD виділяє на екрані, як правило, *пунктиром*. AutoCAD буде повторювати запрошення про вибір об'єктів, тому можна вибрати стільки об'єктів, скільки вважаєте потрібним. Коли всі заплановані для редагування об'єкти будуть вибрані, натискають клавішу <Enter>.

Якщо об'єкт вибирають до завдання команди, то його зображення стає пунктирним, і на ньому з'являються маленькі квадратики, названі *ручками*. Надалі задається команда редагування.

2.1. Відкриття кресленика

Завантажують існуючий файл кресленика до запуску AutoCAD користуючись провідником (рис. 2.1). Команда **Проводник** (Провідник) входить до головного контекстного меню, яке визивають натисканням правої кнопки миші по кнопці **Пуск**.

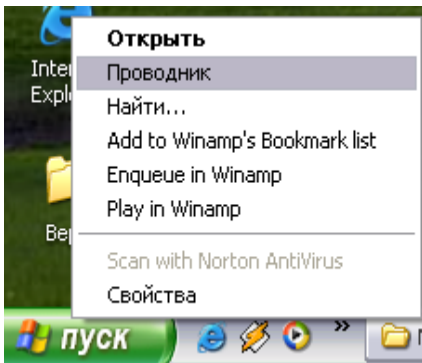


Рис. 2.1

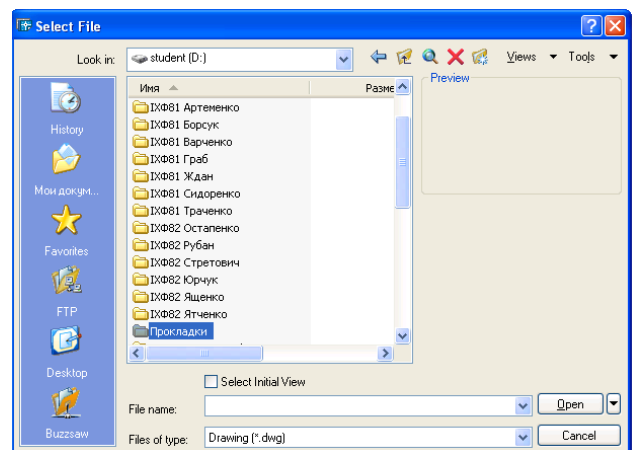


Рис. 2.2

Звичайно, для відкриття документа необхідно знати його найменування і місце розташування. Вікно провідника, яке відкривається (рис. 2.2), відрізняється від інших вікон тим, що в ньому відображається графічно «дерево» об'єктів комп'ютера – дисків і папок. Із списку папок на диску **D** спочатку активізують папку **Прокладки** а потім відкривають її натисканням на кнопку **Open** (Відкрити).

Можливе відкриття вихідного кресленика із робочого екрана AutoCAD (див. рис. 1.2). Натиском

на значок роботи з файлами відкривається вікно (рис. 2.3). із доступом до команди **Открыть** (Відкрити креслення). Залежно від налаштувань, у відповідь на команду **Открыть**, система звернеться до провідника або виведе список із декількох файлів, із якими працювали раніше.

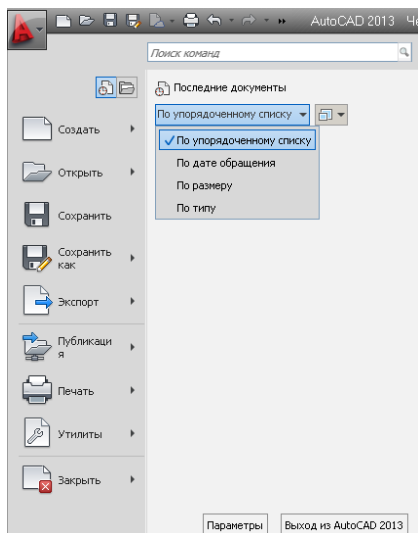


Рис. 2.3

Для вибору зі списку слід зазначити потрібний файл і клацнути на кнопку **Открыть**.

Завантажити файл за вищеописаною послідовністю можна також із панелі швидкого доступу до поширених команд на робочому столі AutoCAD (див. рис. 1.2).

2.2. Збереження креслення

Збереження файла з креслеником під новим найменуванням виконують за командою **Сохранить как** (Зберегти рисунок как; див. рис. 2.3). Файл креслення зберігають у папці студента, наприклад, **ЛА -81 Граб** за най-менуванням **ЛА-81-20 прокладка 2.dwg**, де 2 – варіант завдання.

Для зміни найменування файлу необхідно активізувати те поле діалогового вікна, де записано його початкове найменування. Збереження

креслення за командою **Сохранить как** дозволить створити новий файл без внесення змін до вихідного.

2.3. Переміщення та зміна масштабу зображення прокладки

Вихідне зображення прокладки має розміри, які недостатні для його читання і воно розташоване не по центру екрана. Для переміщення зображення по полю графічної зони без зміни його масштабу використовують команду **Панорамирование** (Панорамування). Для того, щоб включити режим панорамування, клацніть кнопкою вибору на кнопці з рисунком руки панелі **Навигация** (Навігація) вкладки **Вид** (Вид; рис. 2.4).

Відразу після цього зміниться вид покажчика миші – він прийме форму долоні. Якщо встановити його в будь-якому місці графічної зони, і перемістити мишу при натиснутій лівій кнопці, то зображення також буде рухатися за курсором. Для того, щоб вийти з режиму панорамування, натискають клавішу <Esc> або <Enter>.

Інший варіант запуску команди – виклик на екран контекстного меню, яке містить команди редагування (рис. 2.5), натисканням правої кнопки миші. Команда **Панорамирование** відноситься до числа прозорих. Її можна викликати, не завершуючи поточну команду креслення.

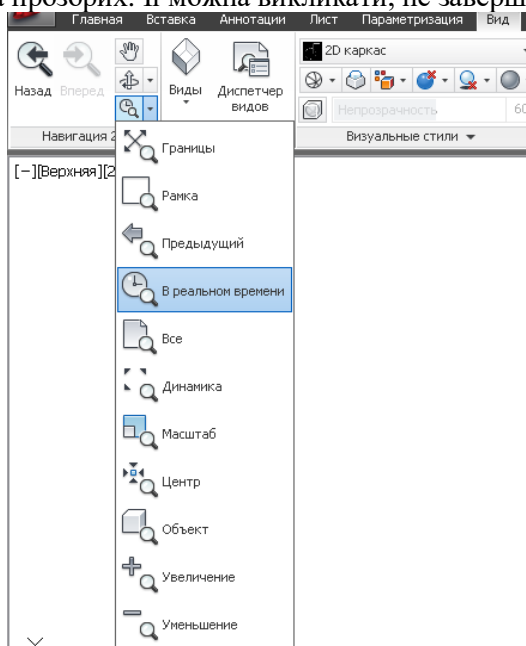


Рис. 2.4

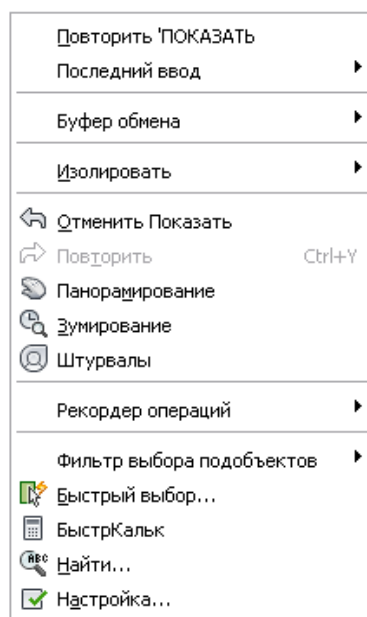


Рис. 2.5

Контексне меню можна використовувати для виходу з режиму панорамування або переходу до режиму масштабування в реальному часі. Використовуючи команду панорамування, переміщують вихідне зображення прокладки по центру екрана.

Вихідний рисунок має незначні розміри відносно розміру екрана. Зміну масштабу зображення у реальному часі виконують за допомогою команди **Покажи** (Покажи). Команда може бути викликана, наприклад, натисканням на кнопку-піктограму **В реальному часі** панелі **Навігація** (див. рис. 2.4) або за пунктом **Зумирование** контекстного меню (див. рис. 2.5).

Для зміни масштабу зображення необхідно натиснути ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, буксирувати вгору або вниз. При буксированні вгору, зображення на екрані збільшується, якщо вниз – зменшується. Вихід із команди **Покажи** такий самий, як і у команди панорамування, – це натискання клавіш <Esc> або <Enter> та через праву кнопку миші, вибираючи пункт **Выход** (Вихід) контекстного меню.

Використовуючи команду **Покажи** установіть масштаб зображення вихідного кресленника прокладки біля 75% розміру екрана дисплея.

2.4. Видалення графічного примітиву

Без видалення об'єктів не обходиться ні один процес побудови зображень на кресленнику. Щоб видалити примітив (відрізок, коло, багатокутник тощо), достатньо вибрати його і клацнути на відповідній кнопці **Стереть** (Зітри) панелі **Редактирование** (рис. 2.6). Можна зробити і навпаки – визвати команду, а потім вибрати об'єкт для видалення. За об'єкт для видалення на вихідних кресленниках прокладки (див. дод. 2, рис. 1 – 4). задають сплайн (рис. 2.7, а).

За результатом виконання команди **Стереть** (Зітри) криволінійний контур зникне з вихідного зображення (рис. 2.7, б).

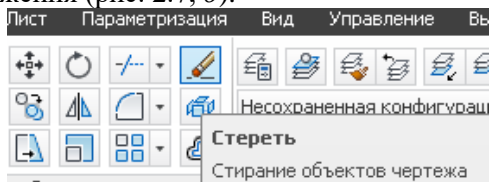


Рис. 2.6



Рис. 2.7

Збережіть отримане зображення.

2.5. Видалення частини графічного примітиву

При виконанні кресленників досить часто доводиться видаляти певні частини його елементів. У цій справі необхідно видалити *лише частину* геометричного примітиву (відрізка). Фрагмент вихідного зображення прокладки показаний на рис. 2.8, а. За вправою, наприклад, необхідно видалити частину горизонтального відрізка *m*, яка розташована ліворуч від вертикального відрізка *n*, і на рисунку перекреслена. Команду **Обрезать** (Обрізування) визивають за вибором однойменного пункту відповідної кнопки панелі **Редактирование** (рис. 2.9). У відповідь на запрошення:

Текущие установки: Проекция=ПСК, Кромки=Без продолжения

Выберите режущие кромки ...

Выберите объекты или <выбрать все>::

Поточні налаштування: Проекція=КСК, Крайки=Без подовження

Выберіть ріжущі крайки ... Выберіть об'єкти або <вибрати все>

прицілом курсора виділяють вертикальний відрізок n, який є межею обрізування; зображення вказаного відрізка стає пунктирним (рис. 2.8, б). Звернемо увагу на ту обставину, що відрізок *n* необхідно виділяти не у точці перетину прямих. Якщо інші межі обрізування не указують, то натискають клавішу <Enter>.

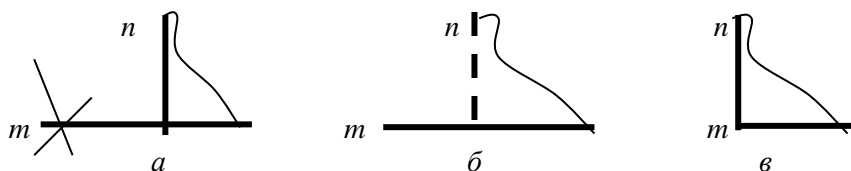


Рис. 2.8

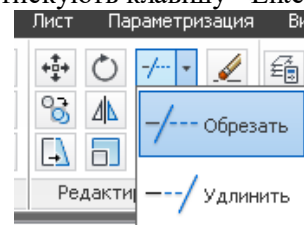


Рис. 2.9

У відповідь на наступне запрошення:

Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или [Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/удалить/Отменить]::

Выберіть об'єкти для підрізання(+Shift – подовжений) або [Линія/Січна рамка/Проекція / Крайка /Видалити/ Скасувати]

прицілом курсора виділяють ту частину відрізка m , що підлягає укороченню. У даному прикладі укороченню підлягає ліва частина горизонтального відрізка. AutoCAD виконує обрізування (рис. 2.8, в). Зазначимо, що межею обрізування може бути вибраний будь-який із примітивів кресленика – існуючий або такий, що вводиться тимчасово. Примітиви, які кресляться спеціально для виконання операції обрізування, потім видаляють.

Збережіть отримане зображення.

2.6. Подовження графічного примітиву до перетину з іншим

Фрагмент вихідного зображення прокладки показаний на рис. 2.10, а. За вправою необхідно подовжити вертикальний відрізок m до перетину з горизонтальним відрізком n .

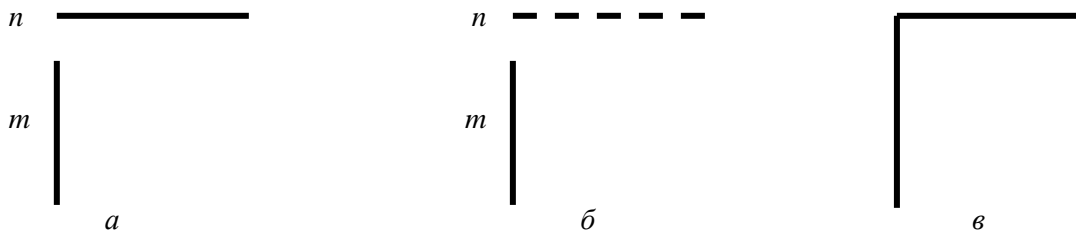


Рис. 2.10

Для команди **Удлинить** (Подовжити) використовують ті ж запрошення, що і для **Обрезать** (Відрізати), але замість видалення частини об'єктів до відрізної лінії, ця команда подовжує їх до граничної крайки. Подовжувати можна наступні об'єкти AutoCAD: дуги, кола, еліптичні дуги, відрізки, відкриті полілінії, промені та сплайни. За граничні крайки, крім перелічених об'єктів, можна використовувати текст і прямі (**xline**).

Для визивання команди **Удлинить** (Подовжити) клацніть лівою кнопкою миші на відповідному пункті меню піктограмі **Стереть** панелі **Редактирование** (див. рис. 2.9). AutoCAD видає запит:

Текущие установки: Проекция=ПСК, Кромки=Без продолжения

Выберите граничные кромки ... Выберите объекты или <выбрать все>:

Поточні налаштування: Проекція = ПСК, Крайки=Без подовження

Виберіть граничні крайки...Виберіть об'єкти або <вибрати все>.

У першому рядку запиту AutoCAD вказує значення тих двох системних змінних, які підтримують процес подовження графічного примітиву.

У відповідь на цей запит виділяють об'єкт, до якого необхідно подовжити інший. У цьому прикладі це горизонтальний відрізок n . Зображення виділеного відрізка стає пунктирним (рис. 2.10, б). Для завершення вибору натискають клавішу <Enter>.

На запрошення:

Выберите удлиняемый (+Shift -- обрезаемый) объект или

[Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/Отменить]:

Виберіть об'єкти для подовження або(+Shift – обрізування) або [Лінія/Січна рамка/Проекція / Крайка /Видалити/ Скасувати]

вказують відрізок, довжину якого передбачають відкоригувати. При виборі об'єктів для подовження, необхідно вказувати лінію з тієї сторони об'єкта, де необхідне подовження. У цьому прикладі приціл курсору підводять на верхній кінець відрізка m , що подовжується. Для завершення вибору натискають клавішу <Enter>. AutoCAD виконає подовження (рис. 2.9, в).

Послідовність подовження горизонтального відрізка k до перетину з вертикальним відрізком l наведена на рис. 2.11.

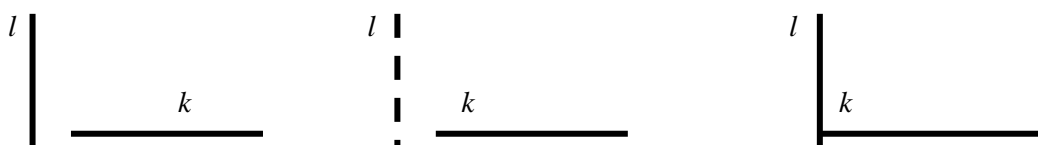


Рис. 2.11

Збережіть отримане зображення.

2.7. Редагування відрізка з використанням «Ручок»

«Ручки» – це засіб редагування об'єктів, при якому команди AutoCAD у явному вигляді не викликають. За допомогою «ручок» об'єкти можна розтягувати, переносити, повертати, масштабувати і віддзеркалювати.

Коли об'єкт вибирають, то його зображення на екрані трансформується – лінія стає пунктирною, а в точках об'єктної прив'язки з'являються маленькі квадратики – «ручки» синього кольору. Якщо клацнути лівою кнопкою миші по самій «ручці», то вона стає активною і її можна використовувати для трансформації об'єкта. Активна «ручка» за умовчанням виділяється червоним кольором (рис. 2.12). Щоб перевести в активний стан декілька «ручок», по чергово клацають по них одночасно, утримуючи натиснутою клавішу <Shift>. Після того, як «ручка» стала активною, можна, клацнувши правою кнопкою миші, відкрити контекстне меню (рис. 2.13). У ньому утримується список усіх команд, які виконують сумісно з «ручками». За допомогою ручок ці операції виконують, не викликаючи перелічені команди. Запити AutoCAD з'являються в командному рядку у відповідь на активізацію «ручки».

У даній вправі похилий відрізок, залежно від варіанту, необхідно повернути у вертикальне або горизонтальне положення. Для цього виділяють похилий відрізок (див. рис. 2.12, а) і активізують вільну кінцеву «ручку». Надалі утримують активізовану ручку лівою кнопкою миші і протягують її до точки вставки. У цьому прикладі за точку вставки вибрано виділену за об'єктною прив'язкою кінцеву точку на горизонтальному відрізку. AutoCAD автоматично поверне відрізок у вибране положення (рис. 2.12, б).

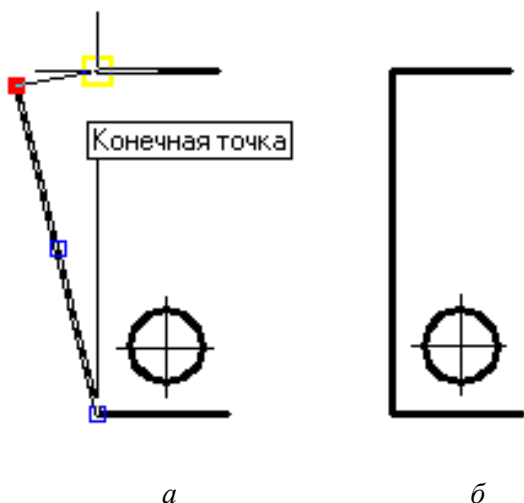


Рис. 2.12

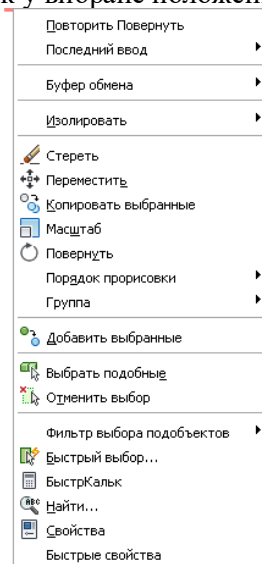


Рис. 2.13

По завершенні редагування відрізок залишається виділеним, залишаються світитися і «ручки», тому внесення змін у положення відрізка можна продовжувати. Якщо «ручки» потрібно видалити – то натискають клавішу <Esc> два рази.

Зауважимо, якщо редагуванню підлягають декілька виділених об'єктів, (і після редагування першого хочуть перейти до редагування іншого об'єкта), то натискають клавішу <Esc>. «Ручки» на всіх виділених об'єктах залишаються і кожен з них можна активізувати.

Збережіть отримане зображення.

2.8. Перенесення та поворот об'єктів

За вправою необхідно перенести зображення правильного багатокутника або еліпса так, щоб його центр збігся з точкою перетину осевих рисунка. Перенесення об'єктів у AutoCAD виконується командою **Перенести** (Перенести). Для перенесення об'єкта потрібно клацнути по однойменній кнопці на панелі **Редактирование** (рис. 2.14). AutoCAD відповість таким запрошенням:

Выберите объекты:

Выберите объекты.

У відповідь указують на три об'єкти: багатокутник (еліпс) та дві його осьові. Виділені об'єкти зображуються штриховими лініями. Для завершення вибору натискають клавішу <Enter>.

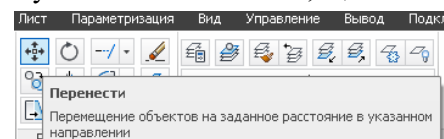


Рис. 2.14

Можна виконати операції у зворотному порядку – спочатку рамкою вибрати об'єкти, а потім задати команду.

Наступний запит AutoCAD:

Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>:

Задайте базову точку або [Зсув] <Зсув>.

Відповідь на це запрошення можлива за двома методами:

– за *методом зсуву*: можна ввести параметр зміщення об'єкта у вигляді координат точки, у яку буде перенесений об'єкт, щодо точки, яка використовувалася для вибору об'єкта в прямокутній або в полярній системі координат. Слово *зсув* вказує на відносний характер щодо параметра, який уточнюється, тому символ @ при завданні координат не використовують;

– за *методом базової (початкової) точки та другої точки вставки*: можна зазначити базову точку в будь-якому місці кресленика. У вправі доцільно вибрати точку перетину осей багатокутника (еліпса), скористатись об'єктною прив'язкою до точки їх перетину.

У відповідь на запрошення:

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Задайте другу точку або <використовуйте першу точку в якості параметра зсуву>

потрібно визначити відстань та кут повороту або зазначити другу точку (точку вставляння).

На рис. 2.15, а – рис. 2.15, в наведена послідовність перенесення вихідного зображення квадрата у точку перетину осьових ліній. Точка **1** використана як базова, а точка **2** – точка вставляння.

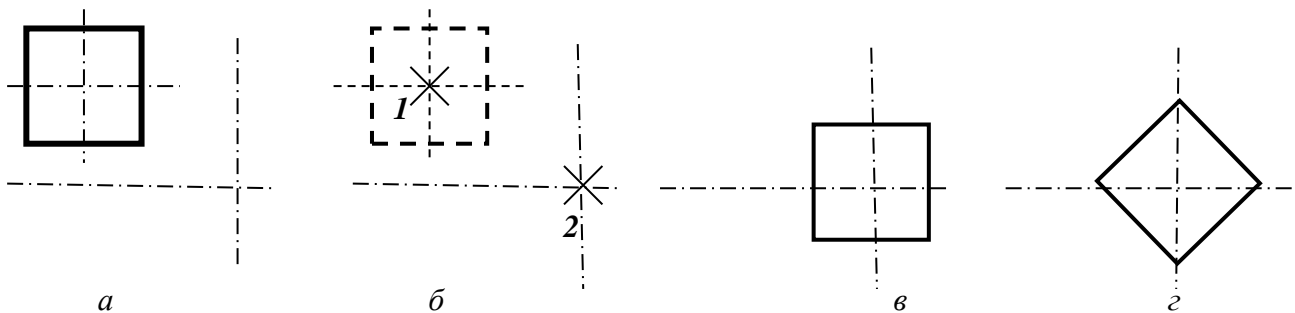


Рис. 2.15

AutoCAD дає можливість повертати об'єкт або групу об'єктів навколо базової точки на заданий кут. Обертання виконують за командою **Повернуть** (Повернути), яку задають натисканням однойменної кнопки панелі **Редактирование** (рис. 2.16).

AutoCAD відповідь таким запрошенням:

Текущие установки отсчета углов в ПСК ANGDIR=против ч/с ANGBASE=0 Выберите объекты

Поточні налаштування відліку кутів у КСК: ANGDIR=проти з/с ANGBASE=0 Виберіть

об'єкти, на яке вказують багатокутник (еліпс) та його осьові.

Виділені об'єкти, як і при виконанні будь-якої команди

редагування примітива, зображуються штриховими лініями.

Для завершення вибору натискають клавішу <Enter>.

Наступний запит AutoCAD:

Базовая точка:

Задайте базову точку.

У більшості випадків базову точку вибирають із числа

розташованих на об'єкті; для даної вправи – це точка перетину осьових.

Надалі видається черговий запит:

Угол поворота или [Копия/Опорный угол] <0>:

Задайте кут повороту або [Копія/Базовий кут] <0>:

на який уводять значення кута, наприклад, **45** ↺. Відлік значення кута йде від горизонтальної лінії, спрямованої вправо; позитивне значення кута – проти годинникової стрілки. Якщо ввести від'ємне значення кута, то обертання об'єкта буде вестись за годинниковою стрілкою. У відповідь AutoCAD поверне багатокутник (еліпс) на вказаний кут. На рис. 2.15, г квадрат зображено повернутим відносно положення, зображеного на рис. 2.15, в.

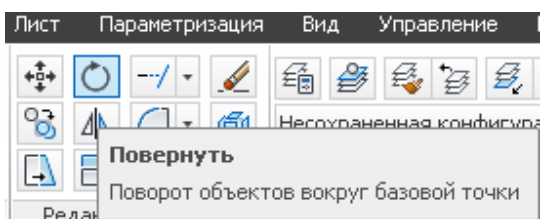


Рис. 2.16

2.9. Побудова симетричного об'єкта за його дзеркальним відображенням

У багатьох виробках є симетричні елементи. Часто можна створювати половину або чверть необхідного зображення деталі, а потім відсутні частини зображення формувати шляхом дзеркального відображення накресленого відносно осі симетрії.

Наприклад, за вправою необхідно побудувати ще одне зображення круглого отвору (рис. 2.17, а), який був би симетричним зображеному відносно горизонтальної осі симетрії.

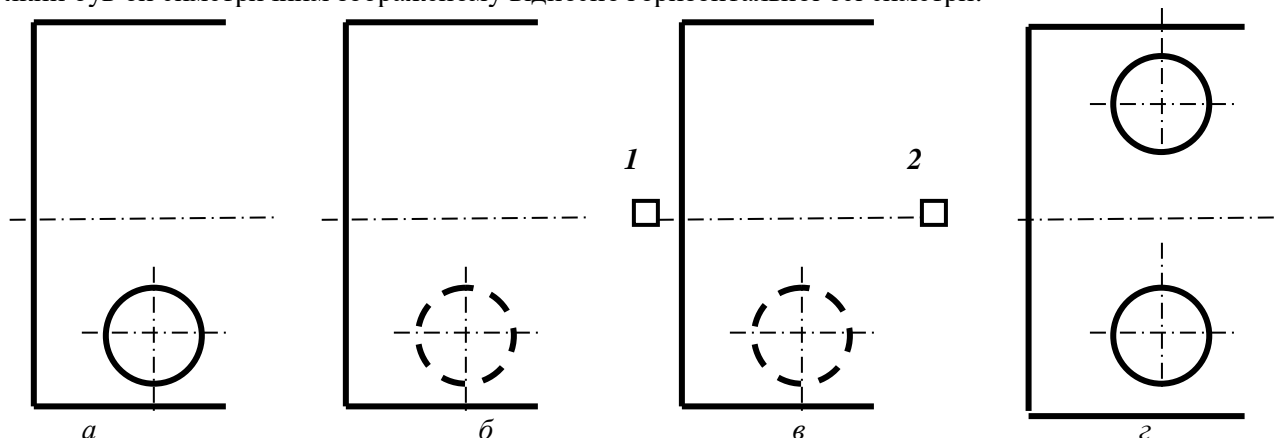


Рис. 2.17

Щоб одержати симетричний відбиток кола та його осей, задають команду **Зеркало** (Дзеркало) клацанням по однойменній кнопці панелі **Редактирование** (рис. 1.18). На запит AutoCAD:

Выберите объекты:

Выберите объекты

вказують на три об'єкти: коло та дві його осьові. Виділені об'єкти зображуються штриховими лініями (рис. 2.17, б). Для завершення вибору натискають клавішу <Enter>. Можна виконати операції й у зворотному порядку – спочатку вибрати об'єкти, а потім – клацнути кнопку.

У відповідь на наступне запрошення AutoCAD:

Первая точка оси отражения:

Задать первую точку оси отбитка

зазначають на осі симетрії, наприклад, кінцеву ліву точку **1** (рис. 2.17, в). У відповідь на запрошення AutoCAD:

Вторая точка оси отражения:

Задать вторую точку

зазначають, наприклад, праву кінцеву точку **2** на осі. Зауважимо, що за умови ортогонального режиму креслення (увімкнута кнопка **Orto**) і горизонтального положення вісі симетрії, друга точка може бути задана у будь-якому місці екрана.

У відповідь на запрошення AutoCAD:

Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <N>:

Удалити старі об'єкти? [Так/Ні]<N>

натискають клавішу <Enter>, підтверджуючи відповідь **Н** (Ні), запропоновану за умовчанням. Старими об'єктами називають ті об'єкти, які обрані для віддзеркалювання. Як результат – AutoCAD виконає копіювання кола разом із осями симетрично відносно горизонтальної осі (рис. 2.17, з).

Збережіть отримане зображення.

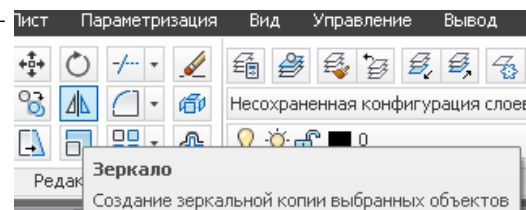


Рис. 2.18

2.10. Створення масиву зображень об'єктів

Команда **Массив** (Масив) дозволяє створювати багато копій об'єктів, які розташовуються упорядковано у вигляді прямокутного, за траєкторією або кругового або масиву. У круговому масиві копії об'єкта розташовуються за колом заданого радіуса, центр якого встановлюється користувачем.

Наприклад, за варіантом вправи необхідно побудувати зображення прокладки з п'ятьма отворами (рис. 2.19, а). На вихідному зображенні цієї деталі лише один отвір (рис. 2.19, б).

Команду **Массив** (Масив) визивають натисканням одноіменної кнопки на панелі **Редактирование** (рис. 2.20). Команда має меню за видами масивів. Після натискання пункту **Круговой массив** (Круговий масив) у командному рядку надається запит:

Выберите объекты:

Выберіть об'єкти

На кресленику виділяють коло та його горизонтальну осьову. Виділені об'єкти зобразяться штриховими лініями.

На повторний запит AutoCAD:

Select objects:

Выберіть об'єкти

натискають клавішу <Enter>, що свідчить про завершення вибору об'єктів. Кількість вибраних об'єктів висвітлиться у командному рядку.

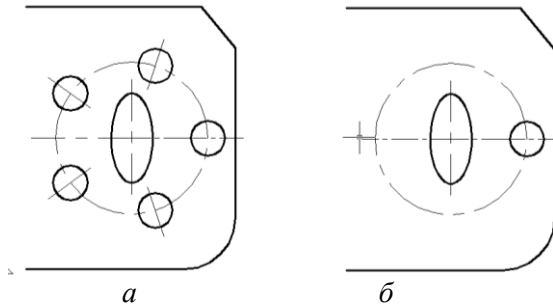


Рис. 2.19.

Наступний запит AutoCAD:

Укажите центральную точку массива или [Базовая точка/Ось вращения]

Вкажіть центр масиву або [Базова точка/Вісь обертання]

Центральною точкою масиву отворів є точка перетину осьових, яку доцільно вказати за відповідною об'єктною прив'язкою.

Наступний запит AutoCAD:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Объекты/Угол между/угол Заполнения/сТроки/Уровни/Поворот элементов/вВход] <Выход>: o

Выберіть ручку, щоб редагувати масив, або [Асоціативний/ Базова точка/ Об'єкти/ Кут між елементами/ Кут заповнення/ Рядки/ Рівні/ Поворот елементів/ Вихід]< Вихід>.

За умовчанням система задає шість елементів масиву та кут заповнення 360°. Якщо за умовою завдання вказана інша кількість, то у відповідь необхідно увести опцію *Объекты*. Для цього набирають першу букву опції **O**.

На наступний запит AutoCAD:

Количество элементов в массиве или [Выражение] <6>

Кількість елементів у масиві або [Формула] <6>

набирають *задане число елементів масиву*, а не число копій, наприклад, **5** як у прикладі на рис. 2.19.

Наступний запит AutoCAD:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Объекты/Угол между/угол Заполнения/сТроки/Уровни/Поворот элементов/вВход] <Выход>: o

Выберіть ручку, щоб редагувати масив, або [Асоціативний/ Базова точка/ Об'єкти/ Кут між елементами/ Кут заповнення/ Рядки/ Рівні/ Поворот елементів/ Вихід]< Вихід>.

Так як за умовою вправи зображення отворів заповнює повне коло за кутом 360° то за умовчанням приймається опція <Выход>, шляхом натискання клавіші <Enter>.

Слід відзначити, що після указування центру масиву відкривається діалогове вікно (рис. 2.21) у якому не тільки відображаються параметри масиву, а й можливе їх завдання.

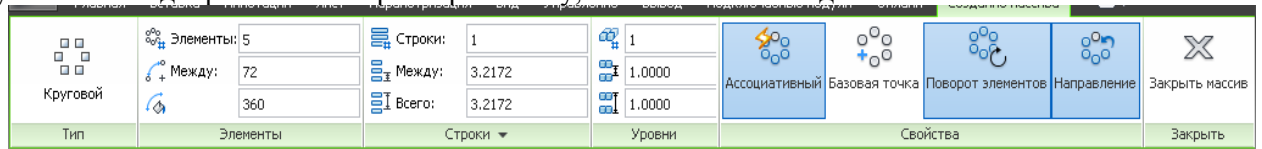


Рис. 2.21

Після вказування всіх параметрів масиву AutoCAD поверне об'єкти навколо центра і створить із них масив у п'ять кіл з осьовими лініями.

Збережіть отримане зображення.

Прямокутний масив створюється таким чином, щоб вибрані елементи розташовувались у вигляді рядків та стовпців.

2.11. Побудова заокруглення та фаски

Заокруглення одного з кутів деталі «Прокладка» виконують дугою кола радіусом 15 мм. Фаску на іншому куті виконують за розміром 12 x 10 мм. Місце розташування на кресленнику цих елементів деталі визначають за варіантом завдання (див. дод. 2, рис. 1 – 4).

Послідовність виконання команд зі спряження ліній і зняття фаски розглянуто у вправах 1.11 та 1.13 лабораторної роботи №1.

Збережіть отримане зображення.

2.12. Зміна товщини ліній

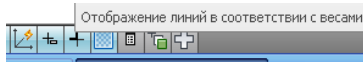


Рис. 2.22

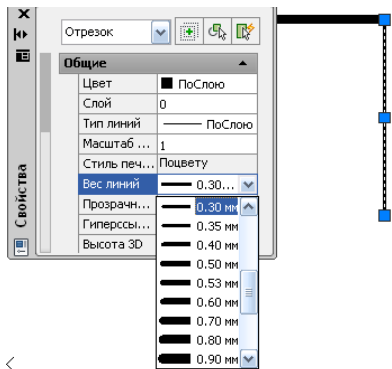


Рис. 2.23

Зазвичай кресленник виконують при виключеному режимі відображення товщини ліній. У вихідному кресленнику прокладки одна із ліній зовнішнього контуру нарисована суцільною тонкою, тоді як за ГОСТ 2.303 – 68 вона повинна виконуватись суцільною товстою основною. Відмінність у товщині ліній буде видимою при включеній кнопки **Отображение линий в соответствии с весами** (Відображення ліній відповідно до їх товщини) рядка стану (рис. 2.22).

Зміну товщини лінії виконують після її виділення, наприклад, за пунктом **Свойства** контекстного меню (див. рис. 2.13). Товщину суцільної товстої основної лінії – 0,80 мм вибирають зі списку **Вес линий** (Товщина ліній) у вікні властивостей відрізка (рис. 2.23). Після корекції товщини «знімають» ручки з виділеної лінії.

Збережіть отримане зображення.

2.13. Виконання написів

У нижній частині поля кресленника виконують напис:

Виконав студент групи ЛА–81 І. Граб.

Напис виконують у текстовому стилі **Standard** із наступними параметрами шрифту: ім'я – **GOST type B**; висота – **5.0000**; коефіцієнт ширини – **1**; кут нахилу літер – **15**; без ефектів. Послідовність виконання команди **Текст** викладена у вправі 1.15 лабораторної роботи №1.

У верхній частині поля кресленника виконують напис: **Прокладка №** (далі номер за варіантом).

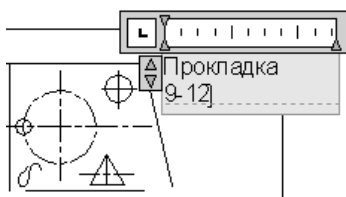


Рис. 2.24

Цей напис необхідно виконати шляхом редагування вихідного тексту, наприклад, **Прокладка 9 – 12**. Для цього виділяють вказаний напис і за допомогою подвійного клацання лівої кнопки миші виводять діалогове вікно текстового редактора (рис. 2.24).

Надалі виконують редагування виділеного тексту, замінюючи напис **9 – 12** наприклад, на **№10**. Після редагування тексту натискають клавішу <Esc> і підтверджують зміни у тексті, наприклад, за

допомогою клавіші <Enter>.

Приклад виконаної лабораторної роботи наведено у дод. 2, рис. 2.

«Прокладка» (рис. 3.2). Виріб має площину симетрії за координатним напрямом Y КСК. Виходячи з габаритних розмірів деталі 145 мм за координатним напрямом X і 100 мм за координатним напрямом Y , осьову проводять приблизно посередині вільного поля формату за вертикальним напрямом на відстані 25 мм від лівої сторони внутрішньої рамки.

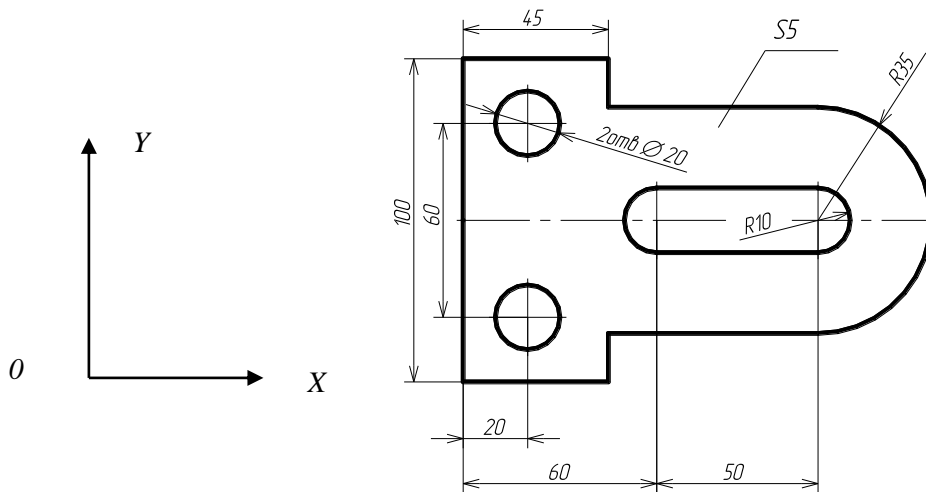


Рис. 3.2

Діалог система-оператор з побудови осьової лінії у командному вікні AutoCAD має наступний вигляд:

Command: **_line 21,12**

Первая точка:

Задайте первую точку: 25,170↵.

Следующая точка или [Отменить]:

Задайте следующую точку або [Скасувати]: @150,0↵.

Для зручності подальших побудов слід знову ввести нове положення користувальної системи координат, перенісши її початок з лівої нижньої точки рамки формату в одну з базових точок, наприклад, у точку перетину проекції лівого торця деталі і осьової лінії за координатами **27,170**. Послідовність дій з уведення нової системи координат наведена у попередній вправі.

Надалі слід накреслити нижню частину обводу контуру керуючись вказаними розмірами його елементів від базової поверхні (45 мм, 60 мм, 50 мм, R35 мм) та осьової лінії (100 мм). Вибір нижньої частини контуру пов'язаний з особливостями креслення дуг в AutoCAD. Діалог система-оператор з побудови лінії контуру в командному вікні AutoCAD має наступний вигляд:

Command: **_pline**

Начальная точка:

Задайте первую точку: 0,0↵.

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Поточна товщина полілінії дорівнює 0.0000

Задайте следующую точку або [Дуга/Напівширина/Довжина/Відмінити/Ширина.]

Відповідь: **@0,-50↵.**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте следующую точку або [Дуга /Замкнути/Напівширина Довжина/Відмінити /Ширина].

Відповідь: **@45,0↵.**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте следующую точку або [Дуга /Замкнути /Напівширина / Довжина / Відмінити /Ширина].

Відповідь: **@0,15↵.**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте следующую точку або [Дуга /Замкнути /Напівширина / Довжина / Відмінити /Ширина].

Відповідь: **@65,0↵.**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:

Задайте наступну точку або [Дуга /Замкнути /Напівширина / Довжина / Відмінити / Ширина].

Відповідь: Д↵.

Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/ Вторая/Отменить/Ширина]

Кінцева точка дуги або [Кут/Центр/Замкнути/Напряв/Напівширина/Лінійний/Радіус/Друга/ Відмінити Ширина].

Відповідь: Ц↵.

Центр дуги:

Задайте центр дуги :

Відповідь: 110,0↵.

Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/ Вторая/Отменить/Ширина]:

Кінцева точка дуги або [Кут/Центр/Замкнути/Напряв/Напівширина/Лінійний/Радіус/Друга/ Відмінити Ширина].

Відповідь: У↵.

Центральний угол:

Задайте центральний кут.

Відповідь: 90↵.

Результат побудов наведено на рис. 3.3.

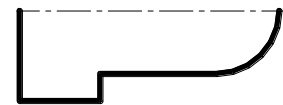


Рис. 3.3

Зображення отвору діаметром 20 мм починають із креслення осьових ліній за командою **Отрезок** (Відрізок), керуючись їх положенням відносно базових поверхонь (20мм від лівого торця і 60 мм відносно площини симетрії). Довжину ліній вибирають на 4 мм більшою від діаметра отвору. На перший і другий запити AutoCAD (див.

вправу 1.6 лабораторної роботи №1) для вертикального відрізка вводять наступні координати кінцевих точок **20,42↵** і **@0,24↵**, а для горизонтального – **8,-30↵** і **@24,0↵**.



Рис. 3.4

Коло креслять за командою **Круг**. На перший і другий запити AutoCAD (див. вправу 1.12 лабораторної роботи №1) центр кола вказують за об'єктною прив'язкою до перетину побудованих осьових ліній та задають його радіус – **10↵**.

Результат побудов наведено на рис. 3.4.

Зображення паза також слід починати з проведення осьових ліній. Їх довжина і положення визначають за розмірами: R10 мм, 60 мм, 50 мм (див. рис. 3.2). Осьові лінії креслять за командою **Отрезок** (Відрізок). Координати кінцевих точок для першого відрізка **60,-12↵** і **@0,24↵** відповідно, а для другого – **110,-12↵** і **@0,24↵**.

Зображення самого паза можливе з використанням різних примітивів: полілінії, дуг і відрізків прямих, кіл і відрізків прямих. Розглянемо варіант із використанням двох кіл і двох відрізків прямих.

Кола креслять за командою **Круг**. На перший і другий запити AutoCAD центри кіл вказують за об'єктною прив'язкою до перетину побудованих осьових ліній з осьовою лінією деталі та задають їх радіус – **10↵**.

Надалі за командою **Отрезок** (Відрізок) проводять горизонтальні відрізки, початкові і кінцеві точки яких виділяють за об'єктною прив'язкою до точок перетину вертикальних осьових паза з побудованими колами.

Остання дія з побудови зображення паза – видалення внутрішньої частини кіл за командою **Обрезать** (Обрізування) (див. вправу 2.5 лабораторної роботи №2). За границю обрізки вибирають вертикальні осьові лінії.

Результат побудов наведено на рис. 3.5 і 3.6.

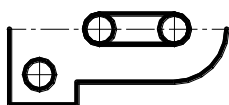


Рис. 3.5

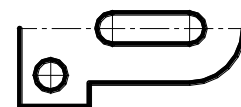


Рис. 3.6

Відсутні частини зображення контуру деталі та циліндричного отвору діаметром 20 мм можна отримати шляхом копіювання побудованих ліній відносно осьової деталі за командою **Зеркало** (Дзеркало) (див. вправу 2.9 лабораторної роботи №2).

3.4. Нанесення розмірів на кресленку

Розмір на кресленку – складний об’єкт, який складається з багатьох елементів. Дуже важливо з самого початку розібратися, що саме означають ці елементи і як вони пов’язані з об’єктом в цілому. Нижче наведено перелік складових елементів розміру.

Розмірне число визначає номінальний розмір ділянки, яка вимірюється. Це число може бути цілим, у виді десяткового дробу, простого дробу для розміру в дюймах.

Виносні лінії йдуть від об’єкта, який вимірюється. За допомогою виносних ліній розмір візуально зв’язується з ділянкою виробу, що вимірюється.

Розмірна лінія йде в обидві сторони від розмірного числа до виносних ліній або ліній контуру деталі.

Розмірні стрілки визначають перетин розмірної і виносної лінії. Можуть мати різноманітну форму: стрілки, засічки (косого штриха) або точки.

Визначальні точки – це невидимі точки, що визначають межі ділянки, яка вимірюється. При нанесенні першого розміру на кресленку AutoCAD автоматично створює шар **Defpoint**. Цей шар не виводиться на плотер. Визначальні точки можна побачити, клацнувши мишею на самому розмірі; ручки з’являються саме в цих точках.

Для створення більшості технічних креслеників цілком може підійти встановлений за умовчанням стиль **Standard** (Стандартний), який при необхідності можна відрегувати у діалоговому вікні **Диспетчер розмірних стилей** (Менеджер розмірного стилю). Викликання діалогового вікна виконують за натисканням кнопки у полі **Размеры** (Розміри) вкладки **Аннотации** (Анотації) (рис. 3.7).

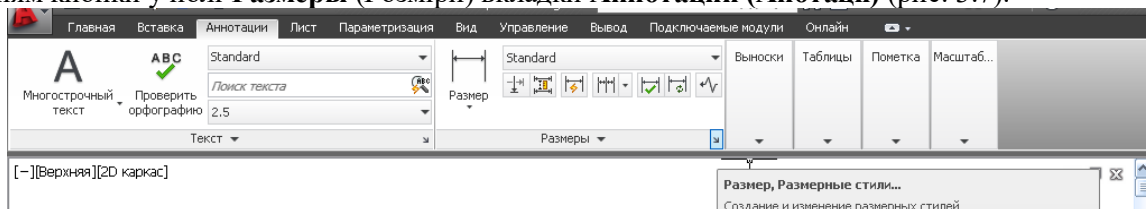


Рис. 3.7

Після натискання на кнопку **Редактировать...** (Змінити...) (рис. 3.8) AutoCAD відкриє вікно **Изменение размерного стиля: Standard** (Змінити розмірний стиль: Standard), яке містить шість вкладок (рис. 3.9).

Вкладка **Линии** (Лінії) за умовчанням відкривається першою і дозволяє налаштувати параметри розмірних і виносних ліній. У цій вкладці необхідно змінити такі параметри: подовження виносних ліній за розмірні – **3,0**; відступ від об’єкта до виносних ліній – **0**.

Вкладка **Символы и стрелки** (Символи та стрілки) визначає стиль, властивості та розміри стрілок (рис. 3.10). За цієї вкладкою слід вибрати стрілки – **Разомкнутая 30**, а її розмір – **5**. У правій частині діалогового вікна можна переглянути, як будуть виглядати розміри з внесеними змінами.

Вкладка **Текст** (Текст) призначена для налаштування розміщення і формату розмірних написів. Ця вкладка показана на рис. 3.11. У цій вкладці необхідно змінити такі параметри: висота тексту – **5**; розташування тексту по вертикалі – **Над линией**; відступ від розмірної лінії – **1**; орієнтування тексту – **Вдоль размерной линии**.

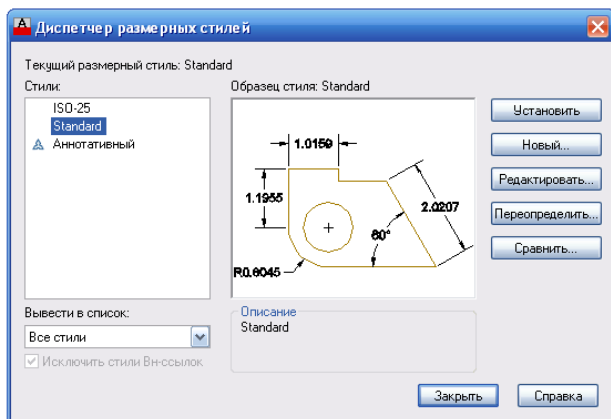


Рис. 3.8

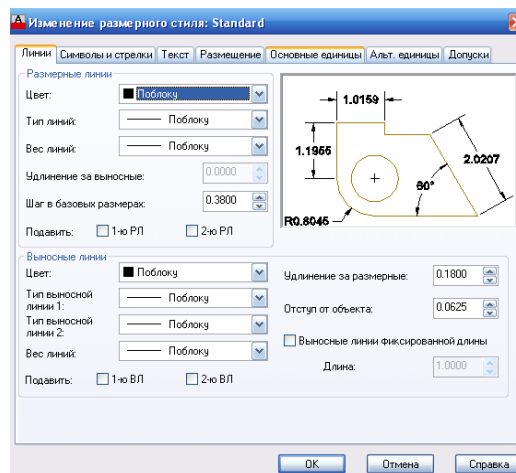


Рис. 3.9

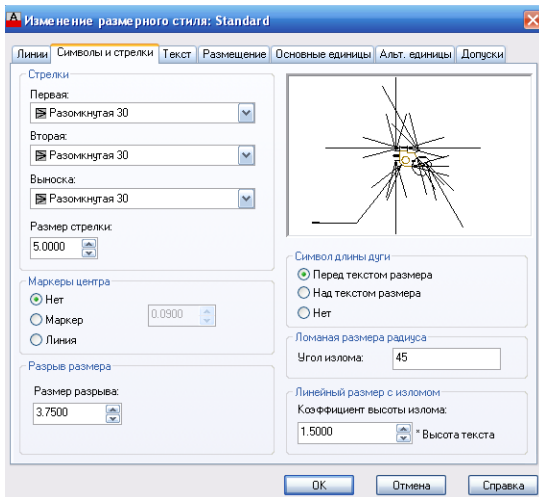


Рис. 3.10

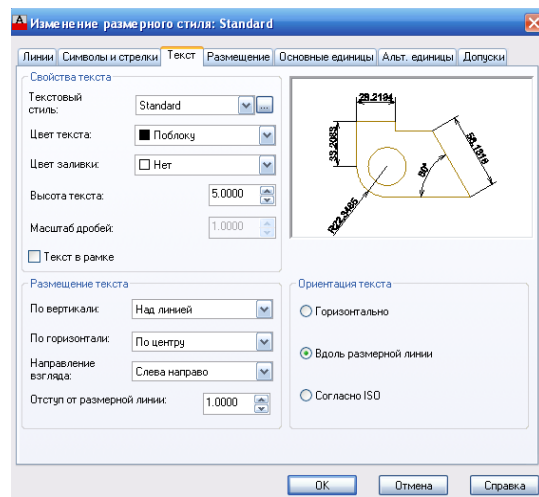


Рис. 3.11

Вкладка **Размещение** (Розташування) призначена для настроювання розташування стрілок і напису розмірів через недостатність для них місця над розмірними лініями. Ця вкладка показана на рис. 3.12. Встановлюють опцію підгонки **Либо текст, либо стрелки (оптимально)**. Текст, при відсутності місця для його розташування над розмірною лінією, записують за опцією **Перемещать размерную линию**. У деяких випадках доцільно скористатись розташуванням тексту вручну.

Вкладка **Основные единицы** (Основні одиниці) дозволяє визначати формат основних одиниць для лінійних і кутових розмірів. Ця вкладка показана на рис. 3.13. У цій вкладці необхідно змінити параметр точності – **0** для лінійних розмірів замість **0,00**.

Після внесення змін до параметрів настроювання розмірного стилю натискають кнопку **OK** діалогового вікна **Изменение размерного стиля: Standard** і вікно закривається.

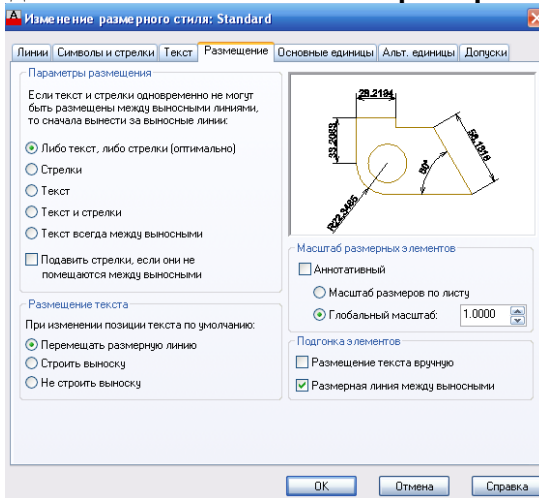


Рис. 3.12

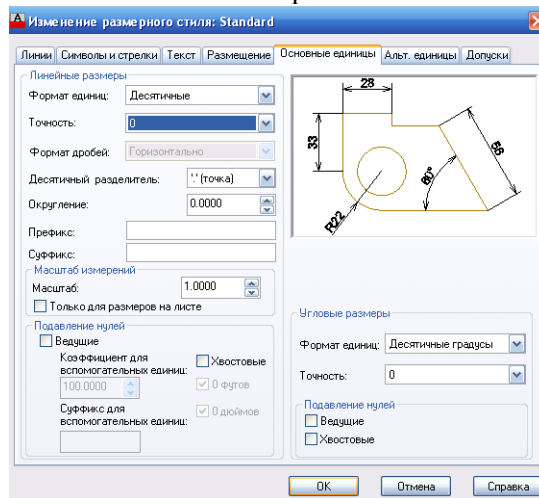


Рис. 3.13

У діалоговому вікні **Диспетчер размерных стилей** (Менеджер розмірного стилю), яке відкриється повторно, розглядають зразок нанесення розмірів. Якщо всі параметри розмірного стилю влаштовують розробника креслеників, то натискають кнопку **Закреть** (Закрити).

Доступ до команд для роботи з розмірами в AutoCAD можливий через відповідну панель **Размеры** (Розміри) вкладки **Аннотации** (Анотації). (рис. 3.14). Вводити імена команд із клавіатури не рекомендується через їхні довгі назви.

Нанесения линейных размеров. Лінійні розміри наносять для відрізків прямих, поліліній і блоків. Можливе нанесення лінійних розмірів для дуг і кіл – у результаті буде визначена довжина хорди дуги, діаметр або радіус кола. Для нанесення розміру, наприклад, відрізка вибирають пункт **Линейный** (Лінійний). AutoCAD надасть перший запит:

Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:

Задайте начаток первой выносной линии або <выберите объект>.

У відповідь за об'єктною прив'язкою вказують одну з кінцевих точок відрізка.

Наступний запит:

Начало второй выносной линии:

Задайте начаток второй выносной линии.

У відповідь за об'єктною прив'язкою вказують другу кінцеву точку відрізка.

Якщо команда не буде повторюватись (розмір вказують лише для одного об'єкта), то на перший запит AutoCAD натискають клавішу <Enter>. На другий запит:

Выберите объект для нанесения размера:

Выберите объект для нанесения размера

вказують об'єкт, наприклад, відрізок.

На запит:

Положение размерной линии или

[Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:

Задайте положения размерной линии або [Мтекст / Текст / Кут / Горизонтальный / Вертикальный / Повернутый]

за допомогою миші вказують положення розмірної лінії.

Нанесения размеров радиусів. Щоб нанести на кресленику розміри радіусів, потрібно вибрати, наприклад, піктограму **Радиус** (Радіус). AutoCAD відповідь запитом:

Выберите дугу или круг:

Значте дугу або коло.

На цей запит виділяють потрібну дугу або коло. У відповідь на другий запит:

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:

Задайте положения размерной линии або [Мтекст/Текст/Кут/]

вказують, де саме повинна з'явитися розмірна лінія. AutoCAD автоматично додасть знак **R** перед розмірним числом для вказівки, що це розмір радіуса.

Нанесения размеров диаметров. Для цього, наприклад, натискають кнопку-піктограму **Диаметр** (Діаметр) розмірної панелі інструментів. AutoCAD відповідь запитом

Выберите дугу или круг:

Значте дугу або коло.

Виділяють дугу або коло. У відповідь на другий запит:

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:

Задайте положения размерной линии або [Мтекст/Текст/Кут]

вказують, де саме повинна з'явитися розмірна лінія. AutoCAD автоматично додасть знак \varnothing для показу того, що цей розмір ставиться до діаметра.

Для нанесення розмірів можна також використовувати одну або декілька опцій, запропонованих у командному рядку.

Опція **Мтекст** дозволяє замінити розмірне число, яке автоматично визнає AutoCAD, або добавляти до нього якийсь текст (як на початку, так і наприкінці). Якщо на останній запит увести в командному рядку букву **M** (рис. 3.15, а), то AutoCAD відкриє вікно редагування (рис. 3.15, б). Новий текст набирають із клавіатури (рис. 3.15, в). Після натиску клавіші <Esc> у вікні збереження змін тексту натискають кнопку **ДА** (рис. 3.15, г).

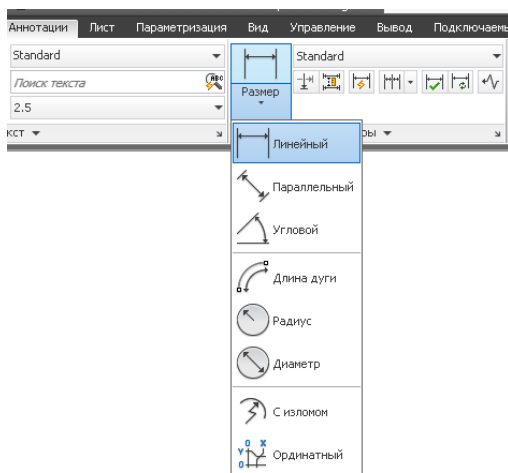


Рис. 3.14

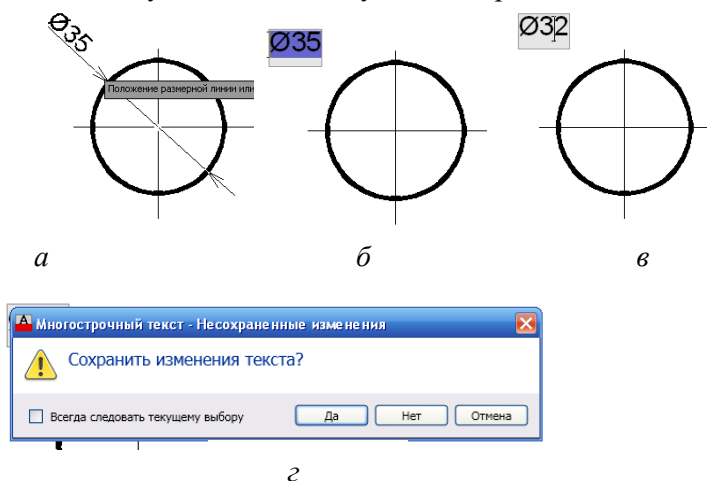


Рис. 3.15

Кількість розмірних ліній і їх розташування на кресленику плоского контуру студенти визначають за його вихідним зображенням. Для забезпечення необхідної точності нанесення розмірних чисел рекомендується виконувати команди з нанесення розмірів при включеній кнопці об'єктних прив'язок.

Для наведеного прикладу кресленика плоского контуру (див. рис. 3.1) розміри у міліметрах слід нанести за наступними командами:

лінійний – (по вертикалі – 100, 60; по горизонталі – 20, 60, 50, 45); *радіус* – R10, R35; *діаметр* – Ø20. За опцією *Мтекст* позначення розміру отворів доповнено записом про їх кількість.

Після закінчення вправи з нанесення розмірів зберігають кресленик.

3.5.. Заповнення основного напису

Основний напис заповнюють за прикладом, який наведено у дод. 3 використовуючи однорядковий текст (див. вправу 1.15 лабораторної роботи №1). Розміщення однорядкового тексту в графах основного напису виконують за опцією **Вирівнювання**.

На перший запит команди:

Текущий текстовый стиль: "Standard" Высота текста: 2.5000 Аннотативный: Нет

Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]:

Задайте начаткову точку або [Вирівнювання / Стиль]

вводять у командному рядку букву **В↵**. AutoCAD відповість:

Задайте параметр

[впИсанный/По ширине/Центр/сЕредина/впРаво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]:

Введіть опцію

[Вписаний/По ширині/Центр/Середина/Вправо/ВЛ/ОЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/ НЛ/НЦ/НП].

Задають підопцію *Вписаний* набираючи із клавіатури букву **И↵**. Підопція *Вписаний* відповідає двома запитам:

Первая конечная точка базовой линии текста:

Задайте першу кінцеву точку базової лінії рядка;

Вторая конечная точка базовой линии текста:

Задайте другу кінцеву точку базової лінії рядка.

На запити вказують початок і кінець текстового рядка (межі графи основного напису). Потім AutoCAD запросить текст, ступінь стискання якого буде обрана системою так, щоб заповнити текстом увесь рядок. Надалі заповнюють усі рядки і графи основного напису кресленика.

Інші підопції визначають розміщення точки вставки тексту стосовно текстового рядка.

4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. АЛГОРИТМИ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА ДЕТАЛІ

Деталлю називається виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням і маркою матеріалу без застосування будь-яких складальних операцій: – згвинчування, запресування, зварювання, склеювання і т. п. Наприклад: точений вал, литий корпус, пресований маховичок.

Кресленик деталі – робочий конструкторський документ, який містить зображення деталі і дані, необхідні для її виготовлення і контролю. Для деталі її кресленик є єдиним документом, за яким вона виготовляється і контролюється.

У цій роботі студенти виконують кресленик деталі «Корпус2 як приклад конструкторського документу (КД) з якнайбільшим наближенням до виробничих вимог.

Виконання креслеників деталей потребує дотримання вимог стандартів Системи конструкторської документації (СКД), що вивчались у попередніх розділах навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»:

- ГОСТ 2.101 – 68 Виды изделий;
- ГОСТ 2.102 – 68 Виды и комплектность конструкторской документации;
- ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Основні написи;
- ГОСТ 2.109 – 68 Основные требования к рабочим чертежам;
- ГОСТ 2.301 – 68 Форматы;
- ГОСТ 2.302 – 68 Масштабы;
- ГОСТ 2.303 – 68 Линии;
- ГОСТ 2.304 – 81 Шрифты чертежные;
- ГОСТ 2.305 – 68 Изображения – виды, разрезы, сечения;
- ГОСТ 2.306 – 68 Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах;
- ГОСТ 2.307 – 68 Нанесение размеров и предельных отклонений;
- ГОСТ 2.309 – 73 Обозначения шероховатости поверхности;
- ГОСТ 2.310 – 68 Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.

Згідно з вимогами ГОСТ 2.109 – 73 кресленик деталі повинен містити:

- а) *зображення* деталі (види, розрізи, перерізи, виносні елементи);
- б) *розміри*, необхідні для виготовлення (і контролю) деталі;
- в) *позначення шорсткості* поверхонь деталі;
- г) *технічні вимоги* (записані текстом на полі кресленика дані про геометрію, термічну обробку, покрив деталі, які недоцільно або неможливо вказати на її зображеннях);
- д) *основний напис*, який містить найменування та позначку деталі, відомості про матеріал для її виготовлення, відомості про виконавців та організацію, що виконали кресленик, інші дані, визначені ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.

На вихідному кресленику корпусу (дод. 3, рис. 1) наведено два його зображення: вид спереду і вид зверху. Необхідно проаналізувати форму литої деталі за заданими її видами і виконати кресленик корпусу на форматі А4 із основним написом за формою №1.

Кресленик деталі має містити необхідну і достатню кількість зображень виробу: вид спереду суміщений із фронтальним розрізом та вид зверху. Частина розрізу суміщають із частиною розрізу згідно з вимогами ГОСТ 2.305–68. Нанести на розріз за допомогою штрихування умовну графічну позначку матеріалу за ГОСТ 2.306–68, виходячи з умови, що матеріали деталей – сплави металів; вид сплаву і його марка вказані у варіанті завдання.

Розміри деталі та її елементів нанести за прикладом їх розташування на вихідному рисунку.

Технічні вимоги записати, виходячи із умови виготовлення деталі литвом.

Заповнення граф основних написів кресленика і лівої верхньої кутової граfi виконують згідно з рекомендаціями, які викладені у [1].

Приклад виконання робочого кресленика корпусу наведено в дод. 3, (рис. 2).

4.1. Побудова рамок формату А4, граф основного напису кресленика та лівої кутової граfi

Розглянемо приклади набору команд AutoCAD, які можуть бути використані для побудови виду зверху корпусу (рис. 4.1).

Рисунки зовнішньої і внутрішньої рамок формату А4 виконують за командою **Прямоугольник** (Прямокутник). Послідовність реалізації запитів команди при побудові рамок описана у вправі 1.4 лабораторної роботи 1, граф основного напису – у вправі 3.2 лабораторної роботи 3.

Зберігають файл кресленника за найменуванням **ЛА-81-20 Корпус. dwg**. Послідовність дій по першому збереженню кресленника описана у вправі 1.5 лабораторної роботи 1.

4.2. Вибір оптимального набору команд AutoCAD для побудови виду корпусу зверху

1. Побудова зовнішнього контуру корпусу у вигляді прямокутника

Зовнішній контур зображення корпусу на виді зверху (див. рис. 4.1) є прямокутник із двома пазами. Побудувати цей контур за командами AutoCAD можна за трьома варіантами (табл. 4.1).

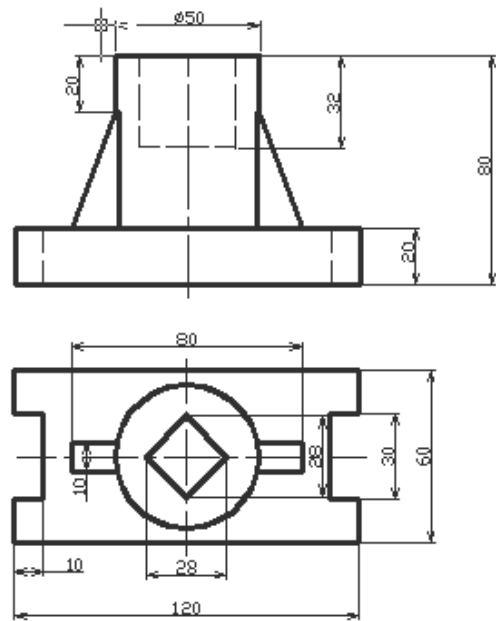


Рис. 4.1

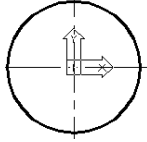
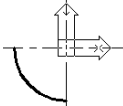
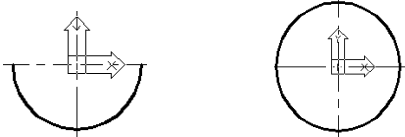
Таблиця 4.1

Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
<p>1. Будують осі симетрії за командою Отрезок (Відрізок).</p> <p>2. Будують контур зображення за командою Отрезок (Відрізок), починаючи, наприклад, з точки A.</p> <p>A</p> <p>Висновок. Креслення вимагає введення однієї команди, задання сімнадцяти проміжних точок та однієї опції.</p>	<p>1. Будують осі симетрії за командою Отрезок (Відрізок).</p> <p>2. Будують контур зображення за командою Прямоугольник (Прямокутник).</p> <p>3. Будують межі зображення пазів за командою Отрезок (Відрізок).</p> <p>4. Видаляють частину ліній прямокутника за допомогою команди Обрезать (Обрізка).</p> <p>Висновок. Креслення вимагає введення шести команд, задання чотирнадцяти точок, виділення восьми об'єктів.</p>	<p>1. Будують осі симетрії за командою Отрезок (Відрізок).</p> <p>2. Будують четверту частину контуру зображення за командою Отрезок (Відрізок), починаючи з точки B.</p> <p>B</p> <p>3. Копіюють частину контуру за командою Зеркало (Дзеркало) відносно осі у напрямі Y.</p> <p>4. Копіюють частину контуру за командою Зеркало (Дзеркало) відносно осі у напрямі X.</p> <p>Висновок. Креслення вимагає введення п'яти команд, задання дев'яти точок, виділення чотирьох об'єктів.</p>

2. Побудова зображення поверхні циліндра у вигляді кола

Побудова кола за командами AutoCAD можлива за двома варіантами (табл. 4.2).

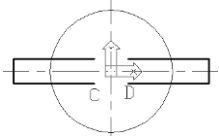
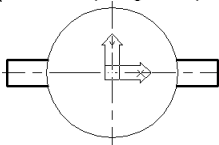
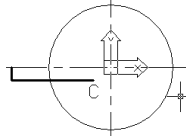
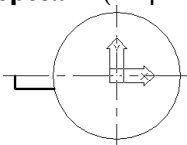
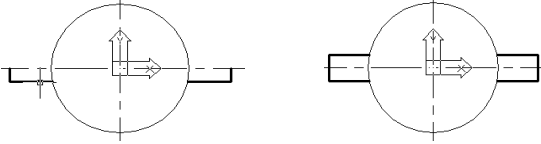
Таблиця 4.2

Варіант 1	Варіант 2
<p>1. Будують коло за командою Круг (Коло).</p>  <p>Висновок. Креслення вимагає введення однієї команди, задання однієї точки та значення параметра.</p>	<p>1. Будують четверту частину кола за командою Дуга (Дуга).</p>  <p>2. Копіюють частини кола за командою Зеркало (Дзеркало), відносно осей у напрямках <i>Y</i> та <i>X</i>.</p>  <p>Висновок. Креслення вимагає введення трьох команд, завдання трьох точок, виділення трьох об'єктів та значення параметра.</p>

3. Побудова зображення ребер жорсткості у вигляді незамкнутого контуру

Побудова контуру за командами AutoCAD можлива за двома варіантами (табл. 4.3).

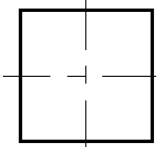
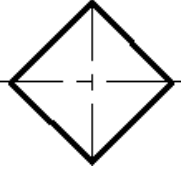
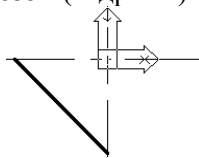
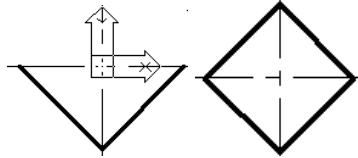
Таблиця 4.3

Варіант 1	Варіант 2
<p>1. Будують незамкнуті контури за допомогою команди Отрезок (Відрізок), починаючи з точок C і D, які знаходяться усередині раніше побудованого кола.</p>  <p>2. Видаляють частини контурів за допомогою команди Обрезать (Обрізка).</p>  <p>Висновок. Креслення вимагає введення трьох команд, завдання восьми точок та виділення одного об'єкта.</p>	<p>1. Будують половину незамкнутого контуру за допомогою команди Отрезок (Відрізок), починаючи з точки C, яка знаходиться усередині раніше побудованого кола.</p>  <p>2. Видаляють частину контуру за допомогою команди Обрезать (Обрізка).</p>  <p>3. Копіюють частини контуру за командою Mirror (Дзеркало) відносно осей в напрямках <i>Y</i> та <i>X</i>.</p>  <p>Висновок. Креслення вимагає введення чотирьох команд, завдання трьох точок та виділення чотирьох об'єктів.</p>

4. Побудова зображення призми у вигляді квадрата з вершинами на осях

Побудова квадрата за командами AutoCAD можлива за двома варіантами (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Варіант 1	Варіант 2
<p>1. Будують квадрат за командою Многоугольник (Багатокутник).</p>  <p>2. Обертають квадрат на 90° за командою Повернуть (Повернути).</p>  <p>Висновок. Креслення вимагає введення двох команд, завдання двох точок та двох значень параметрів, виділення одного об'єкта.</p>	<p>1. Будують зображення сторони квадрата за командою Отрезок (Відрізок).</p>  <p>2. Копіюють частини квадрата за командою Зеркало (Дзеркало), відносно осей у напрямках Y та X.</p>  <p>Висновок. Креслення вимагає введення трьох команд, завдання двох точок, виділення чотирьох об'єктів.</p>

На основі аналізу кількості команд, опцій та даних, що вводяться користувачем за різними варіантами креслення елементів зображення на вигляді корпусу зверху, оптимальним є наступний алгоритм його побудови:

1. Будують осі за командою **Отрезок** (Відрізок).
2. Будують четверту частину зображення зовнішнього контуру за командою **Отрезок** (Відрізок).
3. Будують зображення циліндра у вигляді кола за командою **Круг** (Коло).
4. Будують зображення сторони квадрата за командою **Отрезок** (Відрізок).
5. Будують половину зображення ребра жорсткості у вигляді незамкнутого контуру за допомогою команди **Отрезок** (Відрізок), починаючи з точки C, яка знаходиться усередині раніше побудованого кола.
6. Видаляють частину контуру, яка знаходиться усередині кола за допомогою команди **Обрезать** (Обрізати) (рис. 4.2, а).
7. Копіюють об'єкти, що побудовані за пп. 2, 4 і 5, використовуючи команду **Зеркало** (Дзеркало), відносно, наприклад, осі у напрямі Y (рис. 4.2, б).
8. Копіюють об'єкти, що побудовані за п. 7 за командою **Зеркало** (Дзеркало) відносно осі в напрямі X (рис. 4.2, в).

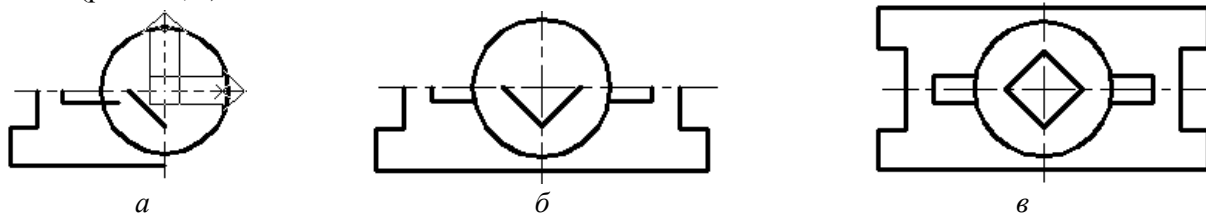


Рис. 4.2

Всього команд – десять (із них повторюваних, що визивають натисканням клавіші <Enter>, – сім), задано координати шістнадцяти точок, виділено чотири об'єкти, із них два – рамкою.

Отриманий кресленик зберігають.

4.3. Вибір оптимального варіанта команд побудови виду корпусу спереду

Попередня побудова виду корпусу зверху показала, що доцільно креслити частину необхідного зображення, а потім його копіювати. Skorистаємось отриманим досвідом і побудову виду спереду виконаємо у такій послідовності:

1. Будують за командою **Отрезок** (Відрізок) центральну вісь у проекційному зв'язку з видом корпусу зверху.
2. Переносять початок координат у точку на побудованій осі, яка є одночасно осью лінійою циліндра.
3. Будують половину зображення зовнішнього контуру деталі за командою **Отрезок** (Відрізок), починаючи з точки, яка має координати **0,0** (рис. 4.3, а).
4. Копіюють побудоване зображення відносно осьової лінії за командою **Зеркало** (Дзеркало) (рис. 4.3, б).
5. Будують проекції ліній перетину площин призми з циліндром (проекції мають вигляд прямих EK і KL ; рис. 4.3, в). Координату X точки K визначають за об'єктною прив'язкою до проекції прямої KL на виді зверху, яка проектується там точкою. Справа проекції ліній перетину не креслять, оскільки тут буде розташовуватись зображення розрізу.

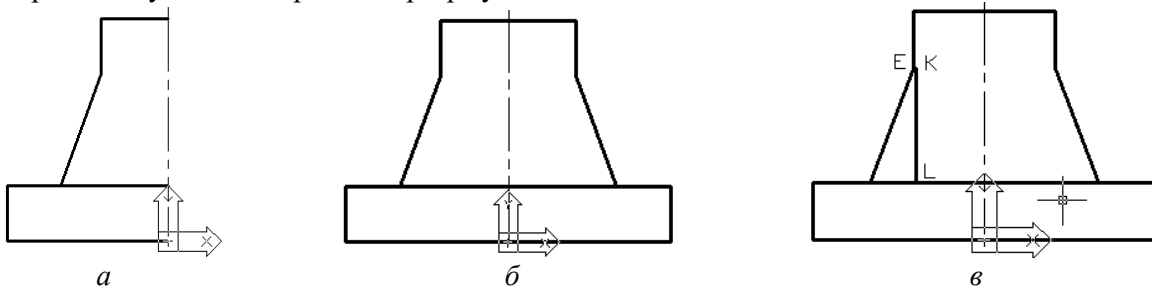


Рис. 4.3

Для побудови вигляду спереду використано усього п'ять команд (повторюваних – дві), задано координати десяти точок, застосовано два виділення, одне із них – рамкою.

Отриманий кресленик зберігають.

4.4. Вибір оптимального варіанту команд побудови фронтального розрізу

Деталь «Корпус» має фронтальну і профільну площини симетрії в цілому і зображення знаходяться безпосередньо у проекційному зв'язку (див. рис. 4.1). Тому, згідно з вимогами ГОСТ 2.305–68 положення січної площини на кресленику не вказують (вона збігається зі фронтальною площиною симетрії), і сам розріз не надписують.

Для одночасного показу зовнішніх і внутрішніх форм корпусу частину його виду спереду корисно поєднати із частиною фронтального розрізу. Через те, що деталь має профільну площину симетрії, то згідно вимог ГОСТ 2.305–68, потрібно поєднати половину виду і половину розрізу; лінією розмежування цих зображень слугує осьова. Але на частину осьової накладається зображення ребра призми, яке у розрізі рисується суцільною основною лінією. У цьому випадку стандарт рекомендує виділяти основну лінію, а розріз і вид розмежувати суцільною тонкою хвилястою лінією. Розріз розташовують справа від виду та виконують більше половини зображення.

Частину тіла корпусу, що знаходиться безпосередньо у січній площині, заштриховують, за винятком ребра жорсткості. Ребра жорсткості не штрихують при повздовжньому розрізі за вимогою ГОСТ 2.305 – 68.

Розріз будують за такими командами:

1. Проводять суцільну хвилясту лінію зліва від осі за командою **Сплайн**. Сплайн проводять від зображення площини прилягання до проекції площини верхньої основи циліндра (рис. 4.4, а).
2. Будують зображення двох ребер призми та частини площини дна за командою **Отрезок** (Відрізок).
3. Подовжують проекцію площини дна до лінії розділу зображень, а відрізок RT – до лінії зображення верхньої площини основи (точка P) за командою **Удлинить** (Подовжити). Проводять проекцію грані пазу (рис. 4.4, б).
4. Видаляють частину лінії PG за командою **Обрезать** (Обрізка).
5. Заштриховують частину тіла корпусу в двох контурах, які виділені точками: 0-1-2-3-0 та 0-3-4-5-6-7-8-9-0 (рис. 4.4, в) за командою **Штриховка** (Штрихування). Вигляд розрізу із нанесеною штриховкою показано на рис. 4.4, г.

Для створення штрихування варто клацнути по однойменній кнопці-піктограмі панелі інструментів **Рисование** (Креслення) вкладки **Главная** (рис. 4.5). За командою відкривається діалогове вікно **Создание штриховки** (Штрихування; рис. 4.6). Потрібний зразок штрихування можна відшукати

у полі **Образец штриховки** (Зразок штрихування). За списком, що відкривається, необхідно вибрати **ANSI31**, що відповідає штрихуванню для сплавів металів за ГОСТ 2.306 – 68.

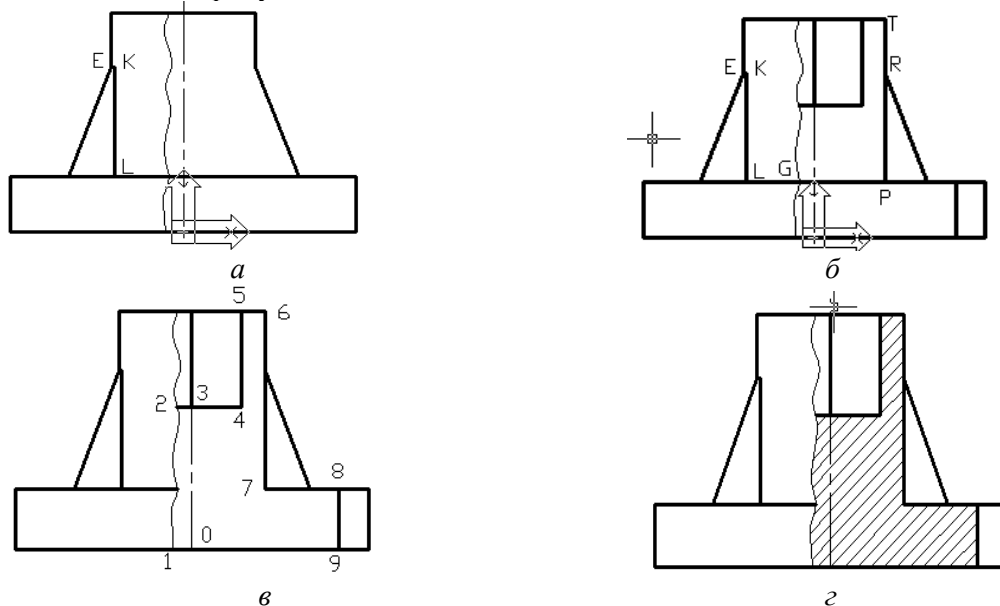


Рис. 4.4

Кут нахилу зразка штриховання можна задати у полі **Угол** (Кут). При перегляді різних зразків штриховання можна констатувати, що лінії в них уже накреслені під деяким кутом. Для зразка штриховання ANSI31 значення кута нахилу дорівнює **0** (нуль), тому що в зразку уже накреслені лінії за діагоналлю.

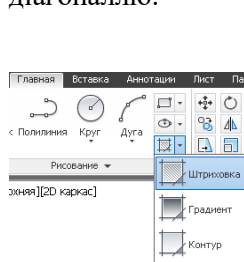


Рис. 4.5

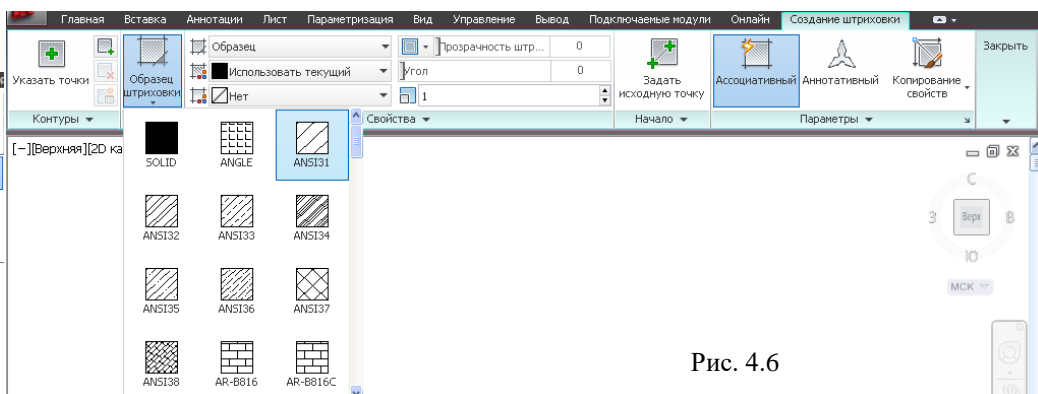


Рис. 4.6

Для вказівки масштабу штриховання вводять відповідне значення в полі **Масштаб образца штриховки** (Масштаб), яке знаходиться нижче поля **Угол**, і AutoCAD автоматично виконає масштабування штрихування відповідно до його визначення. Виставлене значення масштабу штрихування **1** приймають за умовчанням.

При нанесенні штрихування важливо правильно зазначити місце його розміщення. Простіше усього розмістити штрихування, задавши його для всього об'єкта в цілому. Проте часто область зображення, на якій потрібно розмістити штрихування, достатньо складна, і програма AutoCAD сама виконує обчислення для визначення місця його розташування.

Маємо два способи вказівки контурів штрихування: вказівка точки усередині призначеної для штрихування частини кресленника і вибір об'єктів. Вибирають перший, натискаючи кнопку **Указать точки** (Вибрати точки).

У відповідь на запрошення:

Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Параметры]:

Выберите внутреннюю точку або [Вибрати об'єкти/Параметры]

зазначають внутрішню точку одного із контурів, який планується заповнити штриховкою, наприклад, 0-1-2-3-0. Далі цей процес повторюють для сусіднього контуру кресленника – 0-3-4-5-6-7-8-9-0. Для завершення процесу вибору контурів штрихування натискають клавішу <Esc>.

Якщо штрихування не відбудеться, то виводиться попередження про помилку у визначенні замкнутого контуру і рекомендацією з усунення причини виконання команди (рис. 4.7).

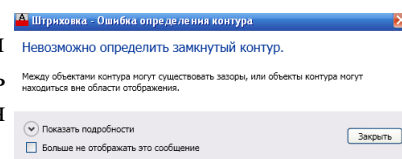


Рис. 4.7

4.5. Нанесення розмірів на кресленнику

Команди з нанесення розмірів на кресленнику та їх редагування описані у вправі 3.4 лабораторної роботи №3. Кількість розмірних ліній і їх розташування на кресленнику корпусу студенти визначають за його вихідним зображенням. Для забезпечення необхідної точності нанесення розмірних чисел рекомендується виконувати команди з нанесення розмірів при включеній кнопці об'єктних прив'язок.

Для наведеного прикладу кресленника корпусу (див. дод. 3) розміри у міліметрах слід нанести за наступними командами:

лінійний розмір – (по вертикалі – 20, 32, 80, 30, 28, 60; по горизонталі – 120, 28, 80, 10, 50);

За опцією *Мтекст* доповнено знаком \varnothing розмір 50 циліндра, який попередньо був визначений як лінійний.

Після закінчення вправи з нанесення розмірів зберігають кресленник.

4.6. Позначення шорсткості поверхонь корпусу

Характеристикою мікрогеометрії поверхні є її шорсткість. ГОСТ 2789–73 встановлює шість параметрів оцінки якості поверхні, основним серед яких є середнє арифметичне відхилення профілю (символ Ra).

В машинобудуванні здебільшого користуються параметром Ra в інтервалі: 100; 80; 63; 50; 40; 32; 20; 25; 20; 16; 12,5; 10; 8; 6,3; 5; 4; 3,2; 2,5; 2; 1,6; 1,25; 1; 0,8; 0,63; 0,5; 0,4; 0,32; 0,25; 0,2; 0,16; 0,125; 0,1 мкм.

Правила позначення шорсткості поверхні на кресленнях визначає ГОСТ 2 309–73. Застосовують знаки трьох видів (рис. 4.8) для таких випадків:

а) вид обробки конструктор не встановлює (рис. 4.8, а);

б) поверхня має бути створена зняттям шару металу механічною обробкою – точінням, фрезеруванням, шліфуванням тощо (рис.4.8, б);

в) поверхня має бути створена без зняття шару металу – литвом, прокатом, куванням, згинанням тощо (рис 4.8, в). Цим самим знаком також позначають поверхні, що не обробляють за даним кресленником, тобто зберігають у стані постачання.

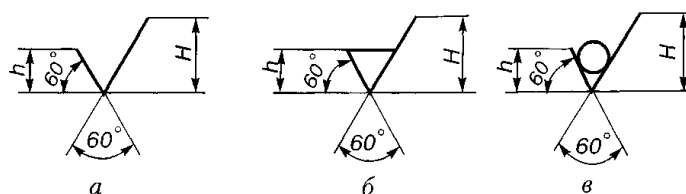


Рис. 4.8

Висота елемента h знака приблизно дорівнює висоті цифр розмірних чисел, якими записується значення шорсткості поверхонь: $H = (1,5...3)h$. Товщина ліній знаків становить $0,5s$, де s – товщина основної лінії на кресленнику.

Позначення шорсткості поверхні на кресленнях розміщують на лініях контуру, виносних лініях (якомога ближче до розмірної лінії) або на полчках ліній-виносів. Якщо не вистачає місця, то позначення шорсткості розміщують на розмірних лініях або на їхніх продовженнях, а також розривають виносні лінії. На лінії невидимого контуру наносять знак шорсткості тільки тоді, коли від цієї лінії нанесено розмір.

Якщо всі поверхні деталі мають однакову шорсткість, то її значення на зображеннях не наносять, а розміщують у правому верхньому куті формату.

Для позначення однакової шорсткості частини поверхонь деталі, що не позначена на кресленнику, в правому верхньому куті формату поміщають знак цієї шорсткості, висотою $1,5h$ та умовне позначення – знак у круглих дужках (див. рис. 2 дод.3).

У даній роботі вважати, що всі поверхні корпусу мають шорсткість $Ra=12,5$ мкм після ливарної форми, окрім поверхні прилягання та внутрішніх отворів, які після механічної обробки отримали шорсткість $Ra=3,2$ мкм.

Знаки шорсткості накреслити за командою **Отрезок** (Відрізок), керуючись їх розмірами за рис. 4.8. Після закінчення вправи з позначення шорсткості зберігають кресленник

4.7. Запис технічних вимог

Технічні вимоги, як правило, є на кожному робочому кресленнику. Їх розміщують над основним написом на першому аркуші кресленника незалежно від кількості аркушів. Між технічними вимогами та основним написом не повинно бути ніяких зображень, таблиць тощо. Якщо технічні вимоги не вміщаються над основним написом, то їх продовжують зліва від нього, відділивши колонку завширшки 185 мм. Нумерація пунктів має бути наскрізною, справа наліво, зверху вниз.

Близькі за змістом технічні вимоги подають на робочому кресленнику як окремі пункти, бажано в такій послідовності:

- а) вимоги до матеріалу, заготовки, термічної обробки, властивостей матеріалу готової деталі, вказівки щодо матеріалу-замінника;
- б) розміри, граничні відхилення розмірів, форми, розміщення поверхонь, маси тощо;
- в) вимоги до якості поверхонь, вказівки щодо покриву, оздоблення тощо;
- г) інші вимоги до якості виробу;
- д) умови та методи випробування;
- ж) вказівки щодо маркування та таврування.

У даній роботі вказують деякі вимоги, які, зазвичай, записують на кресленниках деталей, виготовлених литвом.

1. Для того, щоб корпусна деталь не мала дефектів литва, а також внутрішніх напружень (тріщин), її зовнішні і внутрішні кути скругляють. Радіуси скруглень залежать від товщини стінок, але для однієї деталі вони мають бути однаковими (найбільшими з можливих). Скруглення на кресленнику показують, але їх розміри, оскільки їх багато і вони однакові, вказують не на зображеннях, а записують у технічних вимогах, наприклад: **Незначені ливарні радіуси – 1,6 мм.**

Конструктивні скруглення і спряження зображують і наносять їх розміри за загальними правилами.

2. Стінкам ливарних деталей надають похили $0^{\circ} 30' \dots 3^{\circ}$, а штампованих – $0^{\circ} 15' \dots 1^{\circ}$. Похили необхідні для того, щоб деталь легко виймалась із ливарної форми. Ці похили на кресленнику не зображують, а в технічних вимогах роблять запис: **Похили ливарні - за ГОСТ 3212 -80.**

Конструктивні похили зображують і їх розміри наносять за загальними правилами.

Текст технічних вимог виконують за командою **Многострочный текст** (Багаторядковий текст; див. рис. 1.29).

Після закінчення вправи із запису технічних вимог зберігають кресленник.

4.8. Заповнення основного напису

Основний напис заповнюють за прикладом, який наведено у дод. 3. Розміщення однорядкового тексту в графах основного напису виконують командою **Однострочный текст** (Однорядковий текст). Послідовність реалізації команди описана у вправі 3.5 лабораторної роботи №3.

Вид і марка матеріалу, з якого виготовлений корпус, наведені у завданні (див. рис. 1 дод. 3). Стандарт, який нормує властивості цього матеріалу, студент визначає самостійно за підручниками з інженерної графіки.

Після закінчення вправи із заповнення основного напису зберігають кресленник.

Закінчену лабораторну роботу студент для перевірки надає викладачу.

5. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. ТРИВИМІРНІ ПОБУДОВИ

У цій роботі об'ємні зображення за дротяною моделлю будують за вихідним плоским зображенням, яке наведено за варіантом у дод. 4, рис. 1. Вихідне зображення включає сітчастий планшет 120x120 мм із чарункою 10x10 мм. На сітку нанесені фігури **A**, **B**, **B** (коло, сектори, багатокутники). Використовуючи задані фігури, необхідно побудувати наочне зображення циліндра (зрізаного циліндра) та призми заданої висоти. За наочним зображенням визначити види спереду і зверху побудованої композиції фігур на екранах, що не перекриваються, та виконати фарбування об'єктів.

5.1. Побудова вихідного зображення сітки

За умови завдання у вікні **Рабочее пространство** пункту **Рисование и аннотации** вихідне зображення сітки виконують за двома командами. Спочатку за командою **Прямоугольник** (Прямокутник) креслять тонкими суцільними лініями товщиною 0,25 мм чарунок у вигляді квадрата. Координати точок кутів багатокутника – **0,0** і **10,10**.

Потім за командою **Прямоугольный массив** (Прямокутний масив; див. рис. 2.20) копіюють створений об'єкт. На перший запит AutoCAD:

Выберите объекты:

Выберите объекты

на кресленику вказують побудований квадрат. На другий запит системи про вибір об'єктів натискають клавішу <Enter>. Кількість вибраних об'єктів **1** висвітлиться у командному рядку.

Наступний запит AutoCAD:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/Уровни/вход] <вход>:

Выберите ручку для редактирования массива или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/Столбцы/Рядки/Ровни/Выход] <Выход>.

На цей запит доцільно вибрати, наприклад, опцію *столбцы*, увівши із клавіатури велику букву **L** у її назві.

На запит:

Количество столбцов или [Выражение] <4>

Кількість стовпців або [Вираз] <4>

слід вказати їх кількість – **12**.

На запит:

Расстояние между столбцов или [ВСего/Выражение] <15>

Відстань між стовпцями або [Усього/Вираз] <15>

набирають значення, яке дорівнює довжині сторони квадрата – **10**.

Надалі AutoCAD повторює запит:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/Уровни/вход] <вход>:

Выберите ручку для редактирования массива или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/Столбцы/Рядки/Ровни/Выход] <Выход>.

На цей запит доцільно вибрати, наприклад, опцію *строки*, увівши із клавіатури велику букву **T** у її назві.

На запит:

Количество строк или [Выражение] <3>:

Кількість рядків або [Вираз] <3>

слід вказати їх кількість – **12**.

На запит:

Расстояние между строк или [ВСего/Выражение] <15>:

Відстань між стовпцями або [Усього/Вираз] <15>

набирають значення, яке дорівнює довжині сторони квадрата – **10**.

Зауважимо, що при визначенні відстані між рядками і стовпцями увести додатні числа, то масив будуватиметься знизу вгору, і зліва праворуч. За умови від'ємних значень – зверху вниз і справа ліворуч.

На запит:

Укажите приращение отметок между строк или [Выражение] <0>

Вкажіть приріст відміток між рядками або [Вираз] <0>

слід натиснути клавішу <Enter>.

На повторний запит:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/сТроки/Уровни/вЫход <вЫход>:

Виберіть ручку для редагування масиву або [Асоціативний/Базова точка/Кількість/Интервал/Стовпці/Рядки/Рівні/Вихід] <Вихід>.

слід натиснути клавішу <Esc> і AutoCAD виконує зображення сітки. Зберігають файл кресленника, наприклад, за найменуванням ЛА 81-20 D3. dwg♥.

5.2. Побудова вихідного зображення фігур

Багатокутники і сектори, які включають у себе дуги кіл і прямі, креслять на сітці лише за командою **Полилиния** (Полілінія; див. рис. 1.11). Для динамічної візуалізації побудов їх рекомендується виконувати за умови ввімкненої кнопки відображення товщини ліній, а суцільні основні лінії бажано задати у кольорі. Послідовність побудов поліліній описана у вправі 1.8 лабораторної роботи №1. Зауважимо, що початок і кінець відрізків вказують за об'єктною прив'язкою до вузлових точок сітки, керуючись вихідним рисунком вправі. Слід також нагадати, що дуги кресляться системою проти годинникової стрілки. Тому перед кресленням визначають, яка точка полілінії повинна слугувати початковою на дузі, а яка кінцевою.

Коло креслять командою **Круг** (Коло), вибираючи положення його центра і радіус за варіантом роботи.

5.3. Завдання режиму тривимірних побудов

Завдання режиму тривимірних побудов виконують шляхом використання пункту **3D моделирование** (3D моделювання) у вікні **Рабочее пространство** (рис. 5.1).

Надалі на стрічці слід вибрати вкладку **Виды**, і на панелі **Виды** (рис. 5.2), підпункт **ЮВ Изометрия** (Південно-східна ізометрія).

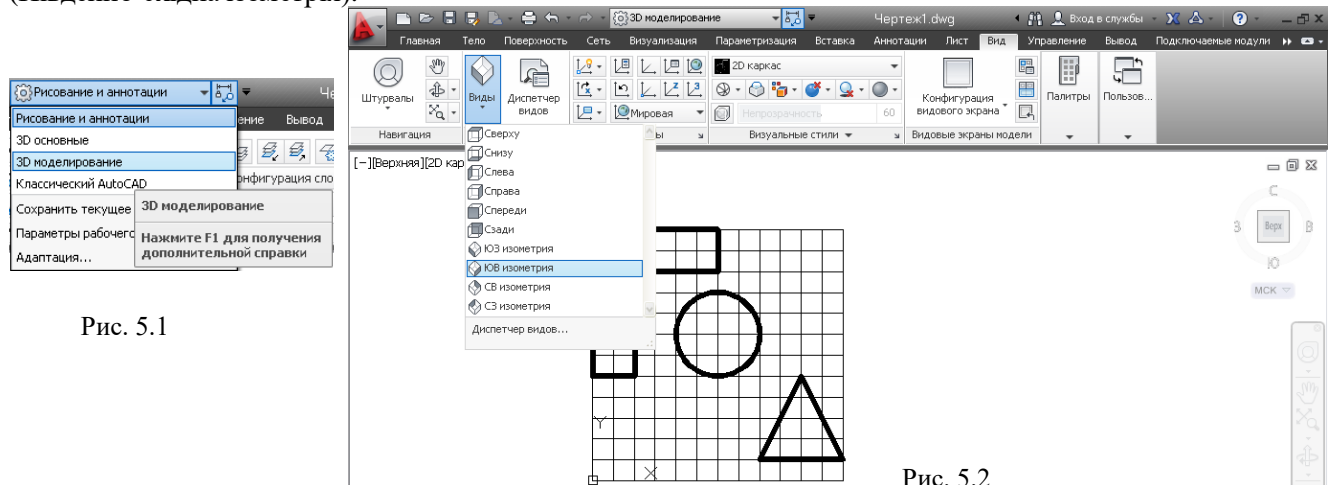


Рис. 5.1

Рис. 5.2

При виконанні тривимірних побудов змінюється зовнішній вигляд графічного екрана: піктограма осей світової системи координат (ССК) розвертається так, що кут між осями буде вже не прямим, а 120 градусів, приймає новий вигляд і курсор. У південно-східній ізометрії позитивний напрям вісі Z йде вертикально вгору від точки початку координат, вісі X – праворуч, а вісі Y – від нас. Приймуть новий вигляд побудовані полілінії та коло (рис. 5.3).

Для побудови наочного зображення накреслених фігур змінюють одну із їх характеристик – висоту. У нашому випадку це буде означати, що коло перетвориться в циліндр із віссю, яка спрямована паралельно осі Z ССК, а багатокутники – у призми із ребрами паралельними осі Z. Для цього першим виділяють, наприклад, коло. Надалі, використовуючи контекстне меню, відкривають діалогове вікно **Свойства** (Властивості), яке виводиться правою кнопкою миші. У пункті **Высота 3D** змінюють параметр із значення **0**, наприклад, на **120**. При цьому двовимірне коло перетвориться в тривимірний циліндр (рис. 5.4). На криволінійній частині циліндра AutoCAD для наочності виводить деякі твірні, кількість яких може регулюватись. Крім того, у робочому режимі всі стінки циліндра доступні для редагування і прозорі, щоб бачити весь об'єкт повністю. Надалі по чергово виділяють побудовані об'єкти і змінюють їх висоту за варіантом.

Операція зміни висоти називається ще *витискуванням двовимірного об'єкта*

Для кращого візуального сприйняття зображень за командою **Скрыть (Сховати)**, кнопка-піктограма якої розташована на панелі **Визуальные стили (Візуальні стилі)**, видаляють невидимі частини циліндра і призми. Із рис. 5.4 видно, що верхня основа циліндра непрозора. Такий результат специфічний для кола в AutoCAD. У витинутій замкнутої полілінії у формі багатокутника непрозорими будуть тільки бічні стінки.

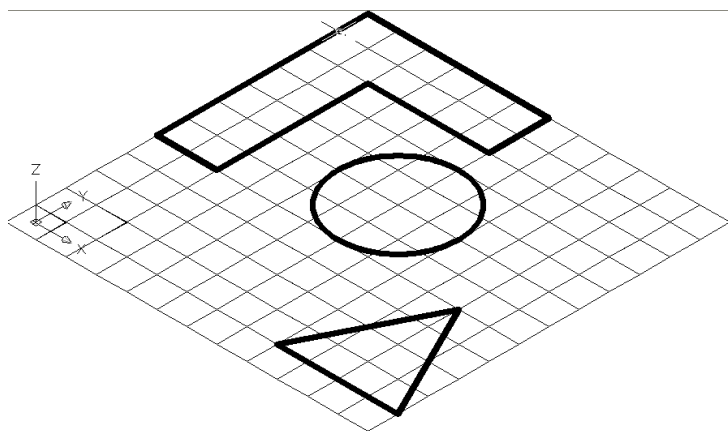


Рис. 5.3

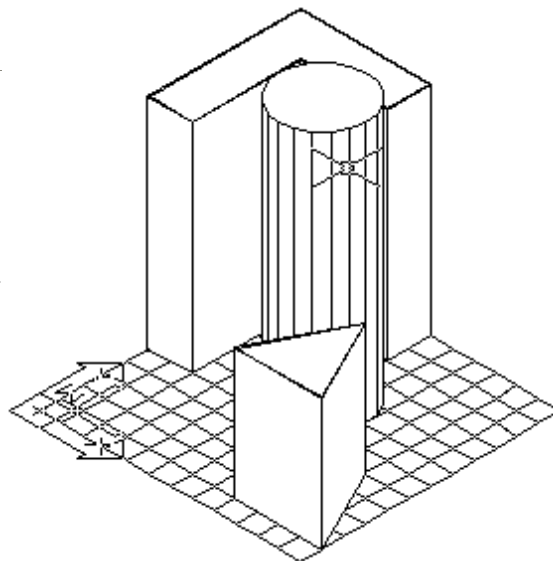


Рис. 5.4

5.4. Види і видові екрани

При роботі з моделлю тривимірного об'єкта зручно поділяти графічний екран на частини, у кожній із яких задають певну точку зору або проекцію. AutoCAD дозволяє створювати конфігурації з будь-якої кількості частин (видових екранів), що не перекриваються. Створення конфігурації видових екранів виконують за командою **Именованные ВЭкраны (Іменовані видові екрани)**, що викликається натисканням однойменної кнопки-піктограми, яка розташована на панелі **Видовые экраны модели (Видові екрани моделі; рис. 5.5)**

Команда відкриває діалогове вікно **Видовые экраны (Видові екрани) (рис. 5.6)**.

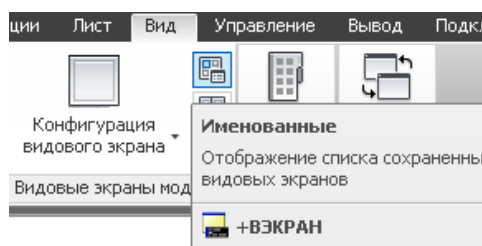


Рис. 5.5

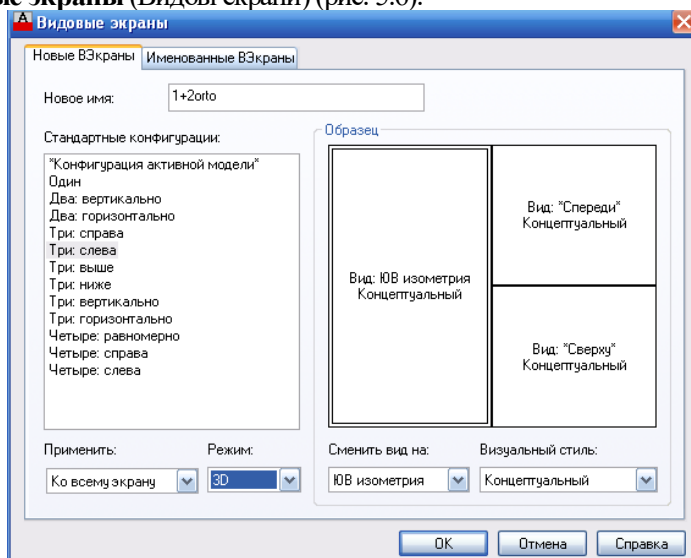


Рис. 5.6

На вкладці **Новые ВЭкраны (Нові видові екрани)** у полі **Новое имя (Нове найменування)** записують оригінальне найменування утвореної конфігурації видових екранів. Найменування, яке вводиться, повинно задовольняти звичайним обмеженням, що накладаються на найменування таких символів AutoCAD, як шари, описи блоків, типи ліній та ін. Якщо не задати найменування, то нова конфігурація екранів створюється (графічний екран ділиться на необхідні частини), але не зберігається. Ввести найменування, наприклад, **1+2orto**.

Поле **Образец (Попередній вигляд)** відображає ту конфігурацію, яку вибирають у полі **Стандартные конфигурации (Стандартні конфігурації)**. У полі **Применить (Застосувати)** можна вибрати одне з двох значень, які вказують, до якої частини графічного екрана буде застосовуватися операція розподілу на частини: до всього екрана або до поточного видового екрану.

У полі **Режим** (Налаштування) користувачу доступні тільки два значення: **2D** або **3D**. Встановити **3D**. Тоді автоматично у полі **Сменить вид на:** (Замінити вид на:) визначається який вид встановлено в основному видовому екрані (доступні стандартні імена ортогональних та ізометричних виглядів).

Вибирають із переліку стандартних конфігурацій **Три: слева** (Три: зліва), заповнюють інші поля за рис. 5.6 і закривають діалогове вікно кнопкою **ОК**.

Графічний екран розділиться на три частини (рис. 5.7). З трьох видових екранів, що утворилися, тільки один є активним – це той екран, у якому покажчик миші має вигляд перехрестя, а не стрілки та виділений рамкою. У нашому випадку активним є лівий видовий екран. Якщо потрібно активізувати інший екран, просто клацають по ньому лівою кнопкою миші.

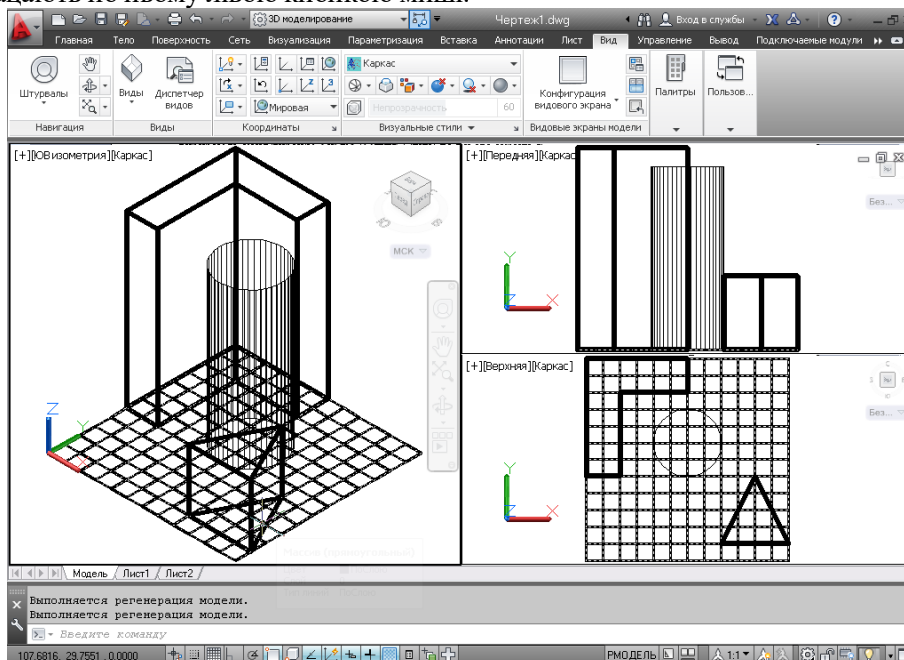


Рис. 5.7

У випадку повернення до одноекранної конфігурації активізують той видовий екран, вид на якому залишають. Надалі знову відкривають діалогове вікно **Видовые экраны** (див. рис. 5.6) і вибирають конфігурацію **Один** (Один) до всього екрану.

У кожному видовому екрані (або графічному екрані, якщо він не розділений) можна установлювати свій вид, задаючи в цьому екрані певний напрямок погляду і масштаб відображення. Види, як і видові екрани, можна іменувати, а потім відновлювати за цими іменами

У цій вправі необхідно активізувати лівий видовий екран і почергово задати усі стандартні аксонометрії, спостерігаючи за зміною зображення. Зберігають найбільш наочне.

Надалі почергово активізують інші видові екрани і задають на них нові основні вигляди, вибираючи ті два, що є достатніми для визначення форми побудованих геометричних тіл.

Після закінчення вправи кресленник зберігають.

5.5. Динамічна зміна вигляду та розфарбовування об'єктів

Ще одна цікава можливість керування видом – команда **Орбита** (Orbit), яка може бути задана за однойменним пунктом панелі **Навигация** вкладки **Вид** (рис. 5.8). Рекомендується вибрати підпункт **Свободная орбита** (Вільна орбіта). Можливий виклик команди 3D-орбіта через **Штурвал** (рис. 5.9).

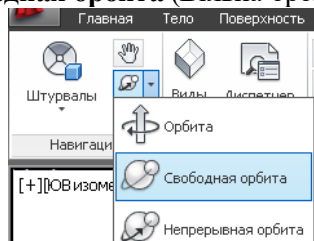


Рис. 5.8

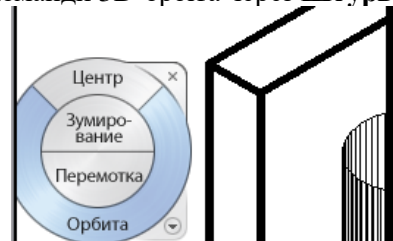


Рис. 5.9

Команда дозволяє динамічно змінювати вигляд тривимірних об'єктів. Якщо в момент виклику команди на рисунку були обрані якісь об'єкти, то в подальших маніпуляціях беруть участь тільки вони. При відсутності обраних об'єктів динамічно змінюють положення усі видимі об'єкти.

На період роботи команди **3D orbit** знак системи координат користувача змінюється на кольоровий знак із осей *X*, *Y*, *Z*, а на виді з'являється орбітальне кільце (рис. 5.10).

Центр орбітального кільця збігається з центром виду. При переміщенні курсору по екрану він приймає різні форми, що вказує на різні механізми обертання вигляду.

Курсор може знаходитися:

- усередині орбітального кільця (при натисканні лівої кнопки миші і переміщенні курсору зображення об'єкта обертається навколо точки цілі. Обертання можливе у всіх напрямках);
- поза орбітальним колом (при натисканні лівої кнопки миші і переміщенні курсору зображення об'єкта обертається навколо осі, яка перпендикулярна екрану);
- на лівому або правому малому колах, розташованих на орбітальному колі (при натисканні лівої кнопки миші і переміщенні курсору з цих точок зображення об'єкта обертається навколо вертикальної осі, яке проходить через центр орбітального кола);
- на верхньому або нижньому малому колах орбітального кола (при натисканні лівої кнопки миші і переміщенні курсору з цих точок викликає обертання зображення об'єкта навколо горизонтальної осі, що проходить через центр орбітального кола).

За вправою активізують лівий видовий екран і виконують обертання зображень усіх об'єктів кресленика. Курсор по чергово переміщують по зонах екрану відносно орбітального кільця, викликаючи обертання навколо різних осей. Знаходять вид, коли взаємне положення об'єктів якнайбільш наочне.

Вихід із команди **3D orbit** – натисканням клавіш <Esc> або <Enter>.

Під час роботи команди можна користуватися контекстним меню, що викликається натисканням правої кнопки миші.

Розфарбовування підвищує наочність зображень. У сучасних версіях AutoCAD можливе використання десяти візуальних стилів. Їх перелік знаходиться на панелі інструментів **Візуальні стилі**. На рис. 5.10 використано стиль **Тонированный с ребрами**, коли грані багатокутників в кольорі, а переходи граней згладжуються за допомогою відтінків.

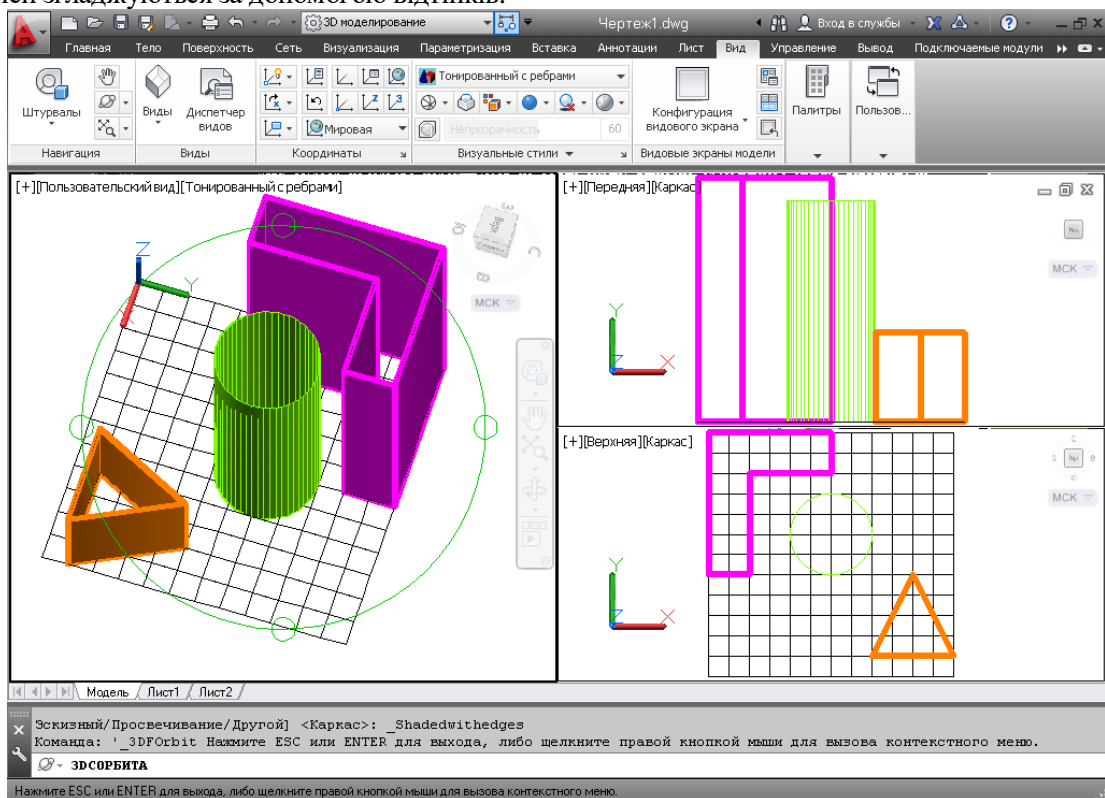
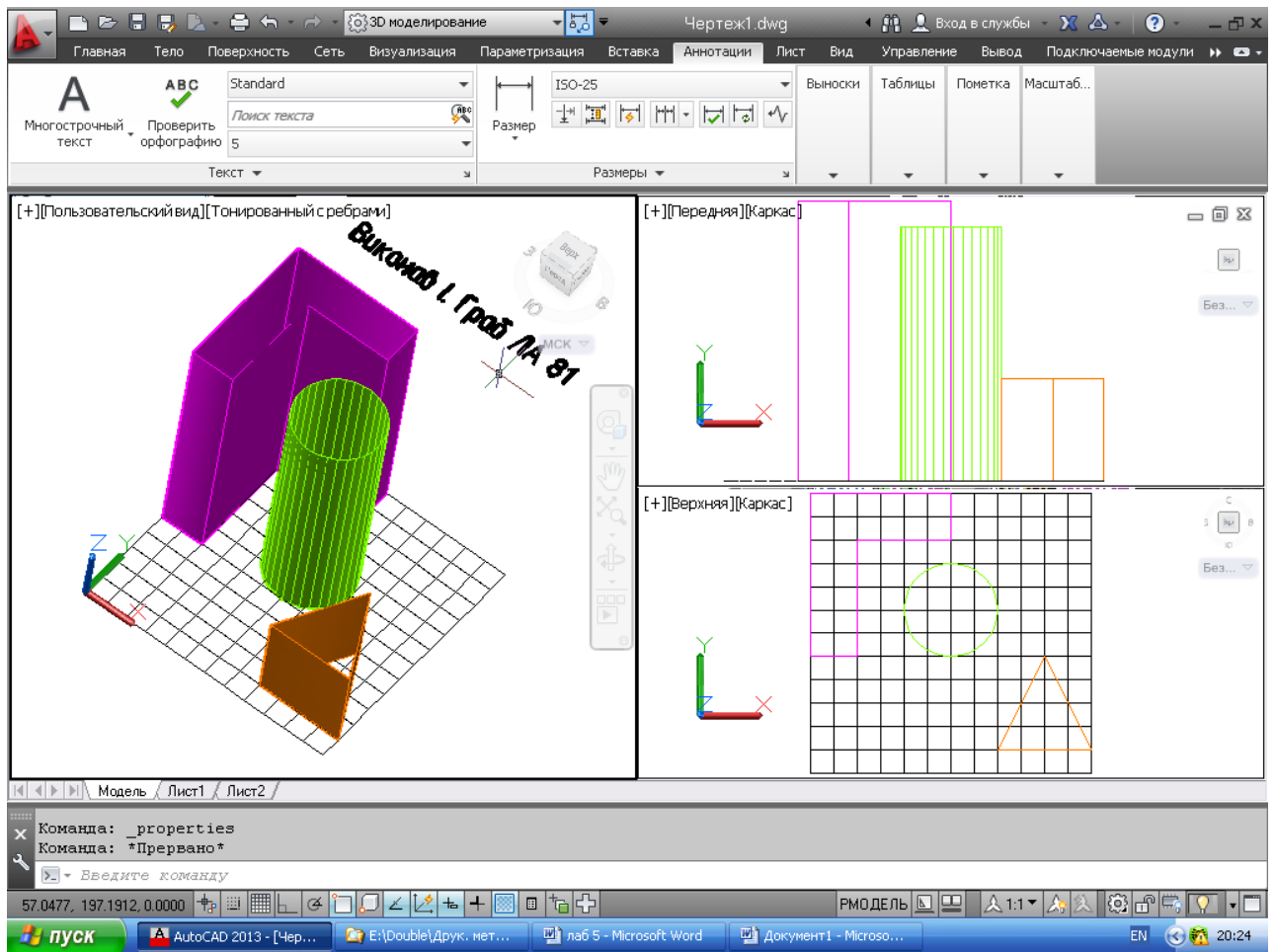


Рис. 5.10

Виконаний кресленик супроводжують написом (рис. 5.11).

Після закінчення вправи кресленик зберігають і виконану роботу надають викладачеві для перевірки.



Приклад виконаної графічної роботи наведено у дод. 4, рис. 2.

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6. ТВЕРДОТІЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

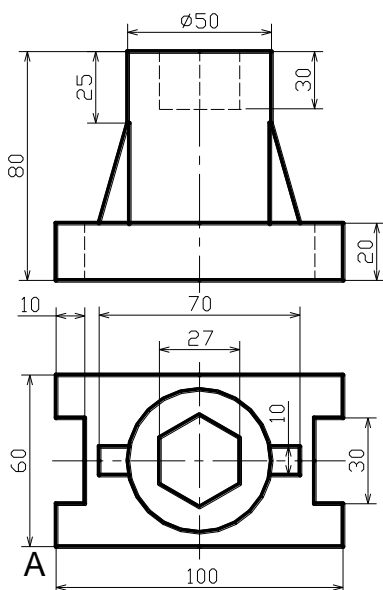


Рис. 6.1

Основу корпусу – чотирнадцятигранна призма. На верхній площині основи розміщено циліндр, який підпирається двома ребрами жорсткості у вигляді клинових поверхонь. У тілі циліндра є заглиблення правильної шестигранної форми.

6.1. Аналіз форми деталі

Побудовані у лабораторній роботі 5 об'єкти за дротяною моделлю є пустотілими, бо обмежені визначниками поверхонь у вигляді ліній. Такі обмежуючі поверхні мають нульову товщину. Об'єм реальних виробів завжди заповнений певним матеріалом, які визначають його масу, момент інерції та інші параметри. Моделі виробів, що мають об'єм, розробляють із використанням об'єктів AutoCAD, які називають тілами.

Для створення у системі AutoCAD твердотільної моделі виробу необхідно подумки поділити його на елементарні геометричні тіла. Потім шляхом логічних операцій (об'єднання, віднімання, перетину), а також операцій редагування тіл створити потрібний об'єкт.

У цій роботі виконують твердотільну модель деталі «Корпус», ортогональні зображення якої виконано за результатами лабораторної роботи 4. Вихідні зображення див. рис. 1 дод. 4.

Як приклад, розглянемо послідовність побудов корпусу, зображеного на рис. 6.1.

6.2. Побудова виду корпусу зверху

Починають створювати твердотільну модель корпусу із побудови контуру основи на виді зверху (рис. 6.2) за умови завдання у вікні **Рабочее пространство** пункту **Рисование и аннотации**. Спочатку проводять осьові лінії за командою **Отрезок** (Лінія) і переносять у точку їх перетину початок координат за командою **ПСК**. Контур рисують лише за командою **Полилиния** (Полілінія), починаючи, наприклад, з точки **A** у лівому ближньому куті. Зображення циліндра рисують за командою **Circle** (Коло), а ребер жорсткості – **Прямоугольник** (Прямокутник) із наступним обрізанням по колу. Шестикутник не рисують.

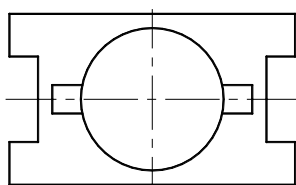


Рис. 6.2

Завдання режиму тривимірних побудов виконують, як і в лабораторній роботі №5, за пунктом **3D моделирование** (3D моделювання) у вікні **Рабочее пространство** (див. рис. 5.1) із наступним вибором підпункту **ЮВ Изометрия** (Південно-східна ізометрія) панелі **Виды** на вкладці **Вид** (див. рис. 5.2).

Зберігають кресленик, наприклад, за найменуванням **ЛА 81-20-D3Корпус.dwg**.

6.3. Динамічне формування тіла основи корпусу

У системі AutoCAD передбачено чотири засоби формування тіл із простих двовимірних об'єктів за динамічними просторовими операціями: витягування, зсув, обертання та ін. Кнопки-піктограми відповідних команд розташовані на панелях інструментів **Моделирование** (Моделювання) і **Редактировать тело** (Редагування тіл) вкладки **Главная** (рис. 6.3).

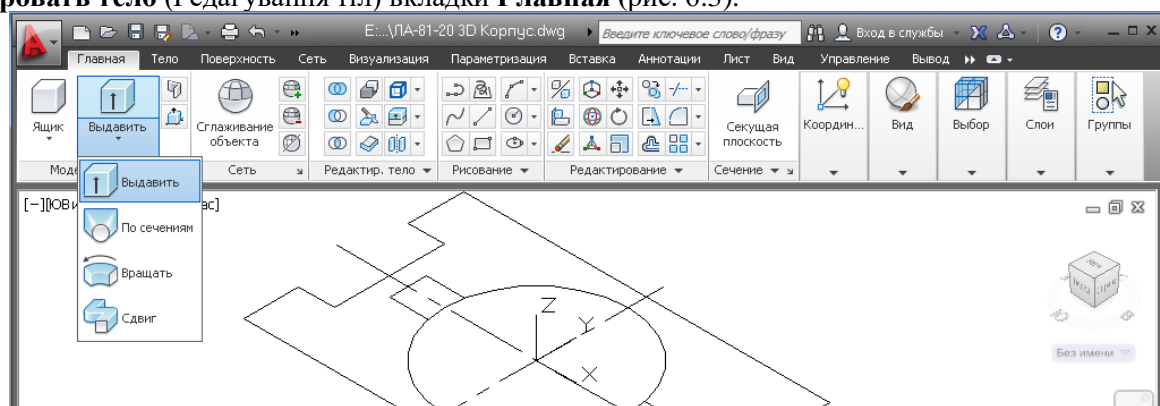


Рис. 6.3

Наочне зображення основи будують за командою **Выдавить** (Витиснути).

Перший запит AutoCAD

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4, Режим создания замкнутых профилей = Тело

Выберите объекты для выдавливания или [РЕжим]:

_МО Режим создания замкнутых профилей [Тело/Поверхность] <Тело>: _SO

Потокова щільність каркаса ISOLINES=4, Режим створення замкнутих профілів = Тіло
Виберіть об'єкти для витягування або [Режим].

Перша частина запиту інформує про щільність ліній каркаса визначників поверхні та про створення тіла, а не поверхні. На цей запит виділяють полілінію контуру основи і натискають клавішу <Enter>.

Другий запит AutoCAD

Высота выдавливания или [Направление/Траектория/Угол конусности/Выражение]:

Висота витискання або [Напряв/Траєкторія/Кут конусності/Вираз].

На цей запит вибирають опцію *Напряв* яка дозволяє задати напрям за двома просторовими точками, набравши на клавіатурі початкову букву найменування: **Н↵**.

Третій запит AutoCAD

Начальная точка направления:

Початкова точка напрямку.

На цей запит уводять координати центральної точки **0,0,0↵**

Кінцевий запит AutoCAD

Конечная точка направления:

Кінцева точка напрямку.

На цей запит уводять координати точки, що відповідає зміні висоти основи корпусу, наприклад **@0,0,-20↵** і виходять із команди.

Збережіть отримане зображення.

6.4. Зображення ребер жорсткості

Ребра жорсткості рисують за командою **Клин** (Клин), яку можна викликати клацанням лівої кнопки миші по відповідній піктограмі на панелі **Моделирование** (рис. 6.4).

Перший запит AutoCAD

Первый угол или [Центр]:

Перший кут або [Центр].

На цей запит доцільно за об'єктною прив'язкою вказати одну із точок на основі клина, наприклад **1** перетину з проекцією нижньої основи циліндра, (рис. 6.5).

Другий запит AutoCAD

Другой угол или [Куб/Длина]:

Інший кут або [Куб/Довжина].

На цей запит вказують точку **2** перетину проєкцій основи клина і нижньої основи циліндра.

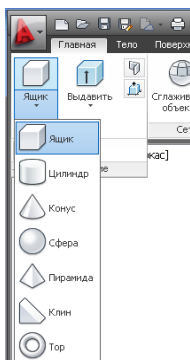


Рис. 6.4

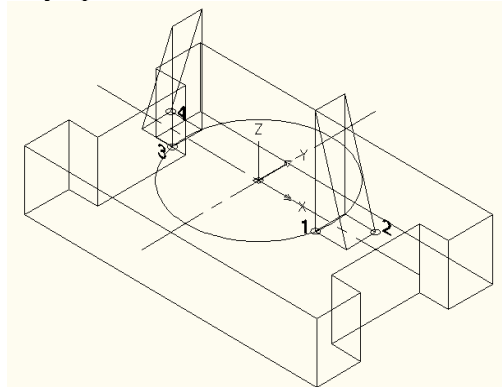


Рис. 6.5

Третій запит AutoCAD

Высота или [2Точки]:

Висота або [2Точки].

На цей запит вказують висоту клина **35↵**, попередньо за допомогою миші витягуючи клин угору.

Другий клин будують за повторним викликом команди, використовуючи точки **3** і **4**.

Збережіть отримане зображення.

6.5. Динамічне формування тіла циліндра

Наочне зображення циліндра будують, наприклад, за командою витискання, за якою вже будували зображення основи корпусу.

Перший запит AutoCAD

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4, Режим создания замкнутых профилей = Тело
Выберите объекты для выдавливания или [РЕжим]:

_МО Режим создания замкнутых профилей [Тело/Поверхность] <Тело>: _SO

Потокова щільність каркаса ISOLINES=4, Режим створення замкнутих профілів = Тіло
Виберіть для витягування або [Режим].

На цей запит виділяють проекцію нижньої основи циліндра і натискають клавішу <Enter>, завершуючи вибір об'єктів.

Другий запит AutoCAD

Высота выдавливания или [Направление/Траектория/Угол конусности/Выражение]:

Висота витискання або [Напряв/Траєкторія/Кут конусності/Вираз].

На цей запит вибирають опцію *Напряв*: **H↵**.

Третій запит AutoCAD

Начальная точка направления:

Початкова точка напрямку.

На цей запит вводять координати центра кола **0,0,0↵**

Кінцевий запит AutoCAD

Конечная точка направления:

Кінцева точка напрямку.

На цей запит вводять координати точки, що відповідає зміні висоти циліндра **@0,0,60↵**.

Збережіть отримане зображення.

6.6. Поєднання тіл

Для створення складної моделі виробу на базі простих геометричних форм застосовують логічні операції: поєднання, віднімання, перетину. Цим операціям відповідають відповідні команди: об'єднання, віднімання, перетин. Команди завдають із панелі інструментів **Редактировать тело** (Редагування тіл) вкладки **Главная** (див. рис. 6.3).

Проміжну твердотільну модель корпусу можна бути отримати шляхом об'єднання тіл основи, ребер жорсткості та циліндра. Цю операцію виконують за командою **Объединение** (Об'єднання; рис. 6.6).

На запит AutoCAD

Выберите объекты: Противоположный угол:

Виберіть об'єкти: Протилежний кут

рамкою виділяють вище розглянуті три об'єкти.

На другий запит AutoCAD

Выберите объекты:

Виберіть об'єкти

натискають клавішу <Enter>, завершуючи пошук. Надалі в AutoCAD маємо єдиний об'єкт.

Збережіть отримане зображення.

6.7. Віднімання тіл

У циліндричній частині корпусу виконано шестигранну виїмку завглибшки 30 мм. Виїмку починаємо будувати із зображення основи призми у вигляді правильного шестикутника. Центр описаного кола навколо шестикутника збігається з центром кола верхньої основи циліндра.

Шестикутник будують за командою **Многоугольник** (Багатокутник), яку задають, наприклад, клацанням лівої кнопки миші по відповідній кнопці-піктограмі панелі **Рисование** (див. рис. 6.3). Послідовність побудови шестикутника наведена у праві 7 роботи 1.

Надалі за командою витискання, за якою вже будували зображення основи корпусу і циліндра, зображають призму. У якості об'єкта для витягування вибирають шестикутник. Координати початкової точки – центр кола верхньої основи циліндра(**0,0,60↵**), а координати кінцевої точки слід задати відносно початкової з урахуванням глибини виїмки – **@0,0,-30↵**.

Матеріал з тіла циліндра видаляють за командою: **Вычитание** (Віднімання; див. рис. 6.7).

Перший запит AutoCAD

Выберите тела, поверхности и области, из которых будет выполняться вычитание ..

Выберите объекты:

Выберите тела и области из которых выполнят вычитание...

Выберите объекты.

На цей запит вказують на зображення тіла, яке слід зберегти, – корпус.

Другий запит AutoCAD

Выберите тела, поверхности или области для вычитания ..

Выберите объекты:

Выберите тела и области які необхідно відняти...

Выберите объекты.

На цей запит вказують на зображення призми.

Третій запит AutoCAD

Выберите объекты:

Выберите объекты.

У зв'язку з тим, що інших об'єктів для віднімання немає, на цей запит виходять із команди, натиснувши клавішу Enter.

Для більшої наочності отримане зображення корпусу фарбують, наприклад за стилем **Тонированный с ребрами.**

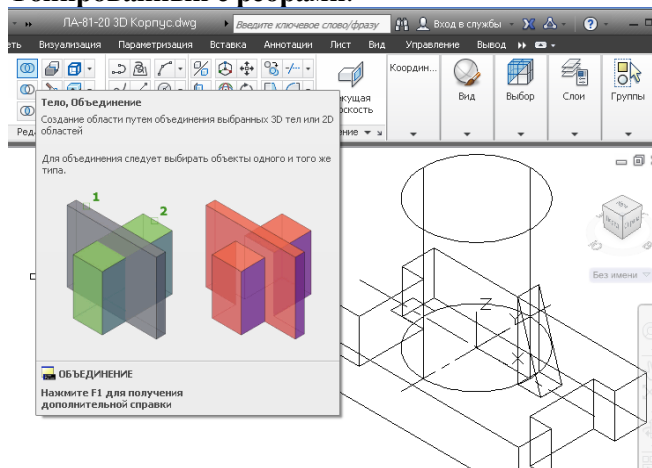


Рис. 6.6

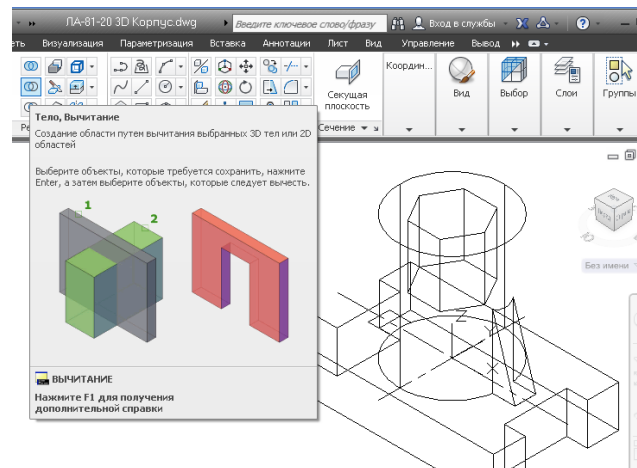


Рис. 6.7

6.8. Виконання розрізу тіла корпусу за координатними площинами

Команда **Сечение** (Розтин) дозволяє розрізати тіло на дві частини і, за необхідності, видалити непотрібну. Тому для вирізання за координатними площинами доцільно скористатися побудовою додаткової чотиригранної призми за командою **Ящик**. Бічне ребро такої призми слід сумістити з аксонометричною віссю Z, а сторони основи повинні виступати за тіло корпусу.

На перший запит AutoCAD

Первый угол или [Центр]:

Перший кут ящика або [Центр]

завдають координати першого кута на основі призми **0,0,-20**.

Другий запит AutoCAD

Другой угол или [Куб/Длина]:

Другий кут або [Куб/Довжина].

На запит уводять координати протилежного кута основи призми за умови його розташування за межами тіла корпусу, наприклад, **@55,-35,85**.

Утворене тіло призми розфарбовують у інший колір аніж зображення корпусу.

Видалення матеріалу з тіла корпусу виконують за командою віднімання у послідовності, яка була розглянута у вправі 7. На перший запит AutoCAD вказують на зображення тіла, яке повинно зберегтися, – корпус, а на другий запит – зображення призми. Вправу завершають виходом із команди, натиснувши клавішу <Enter>.

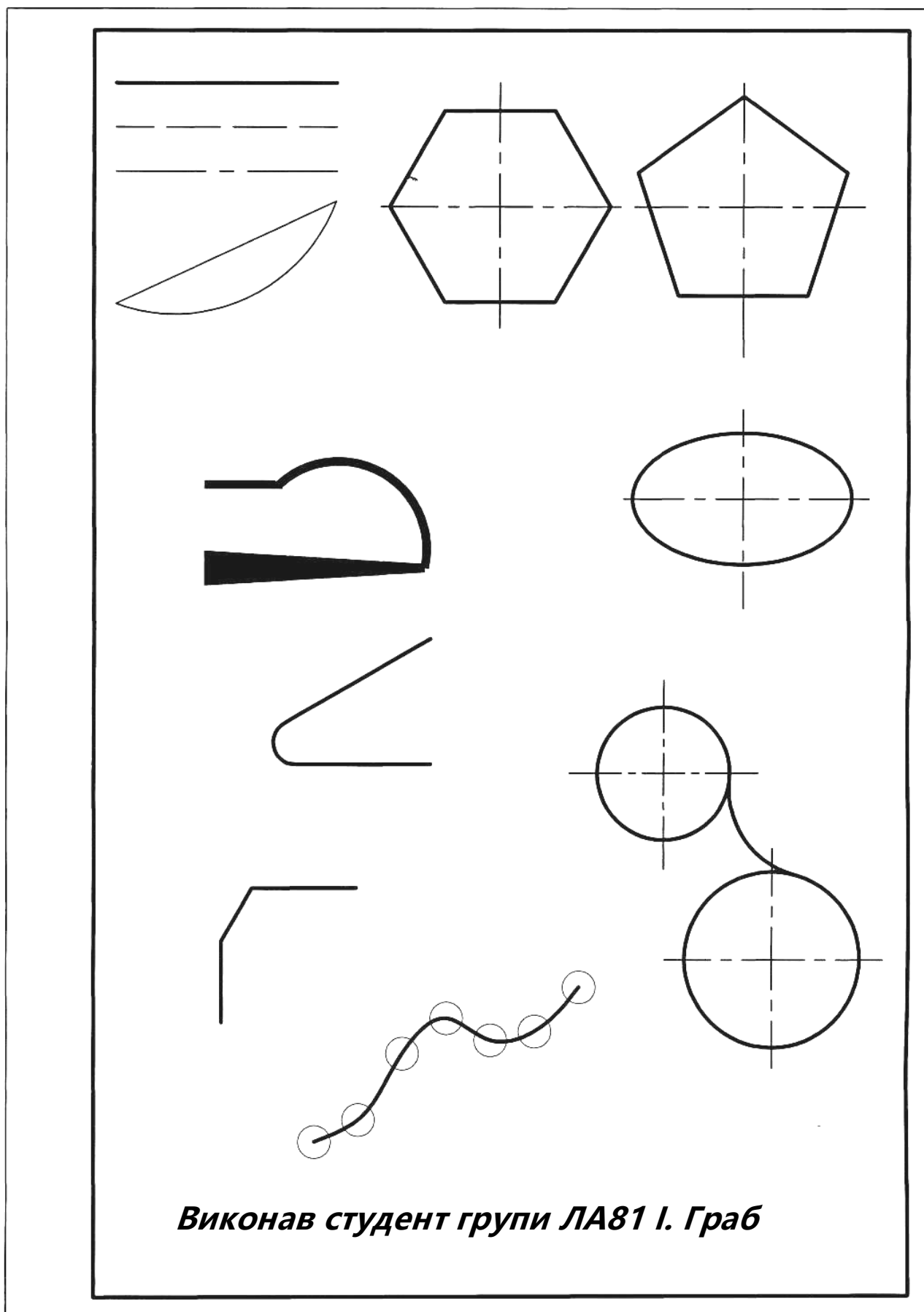
Підпишіть кресленик і збережіть отриманий файл.

Приклад виконаної лабораторної роботи №6 наведено у дод. 6.

Список літератури

1. *Михайленко В .Є.* Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / В. Є.Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. В. Скидан; за ред. В. Є.Михайленка. – К.: Вища шк. 2004. – 342с
2. *Ванін В .В.* Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD / В. В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.О. Надкернична. – К.: Каравела, 2005. – 335 с.
3. *Ванін В .В.* Оформлення конструкторської документації: навч. посібник 4-те вид., випр. і доп. / В. В. Ванін, А. В. Бліок, Г. О. Гнітецька. – К.: Каравела, 2012. – 200 с.

Приклад виконання лабораторної роботи 1



Виконав студент групи ЛА81 І. Граб

Варіанти завдань та приклад виконання лабораторної роботи 2

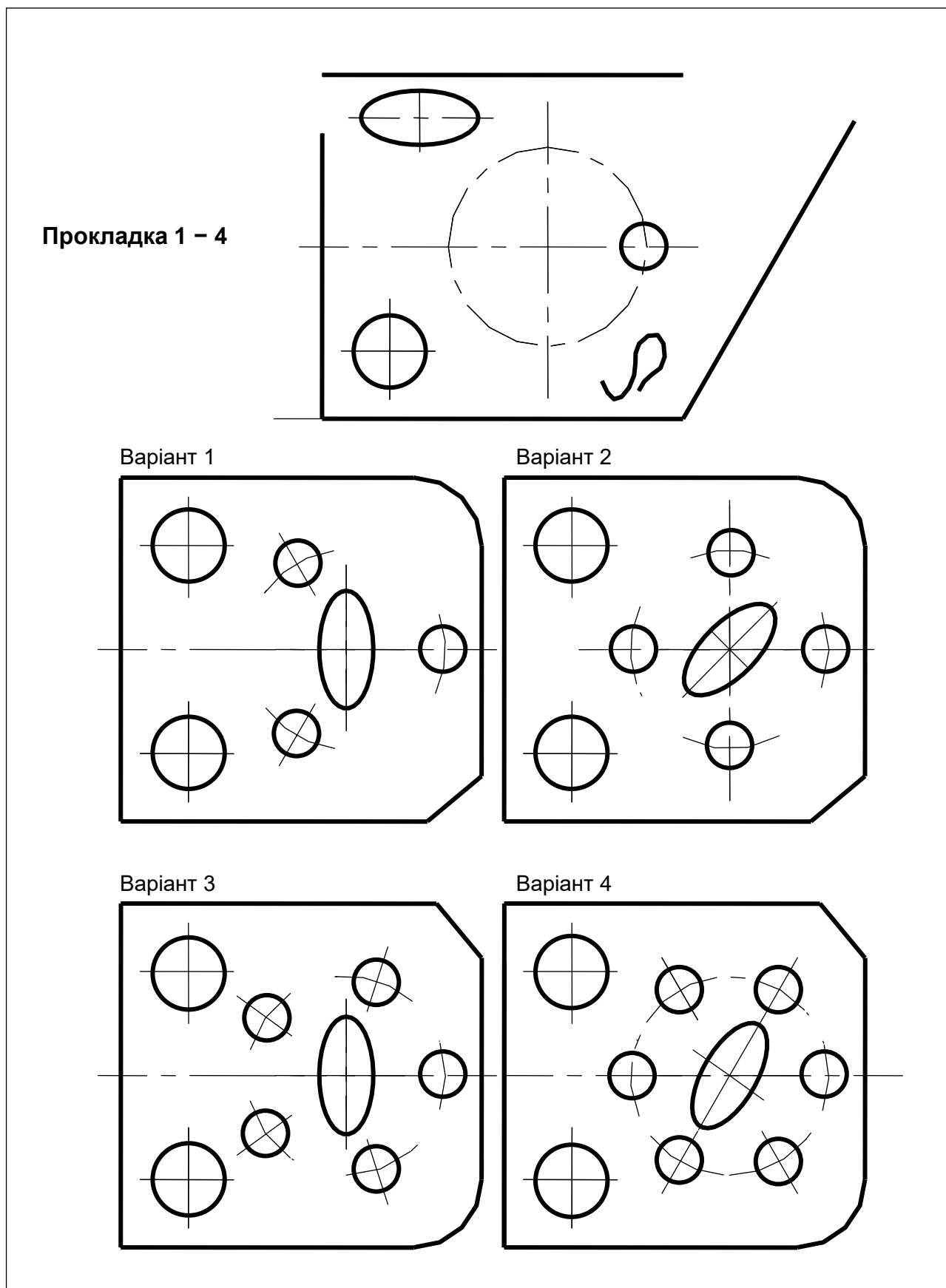


Рис. 1 (див. також с. 56 —59)

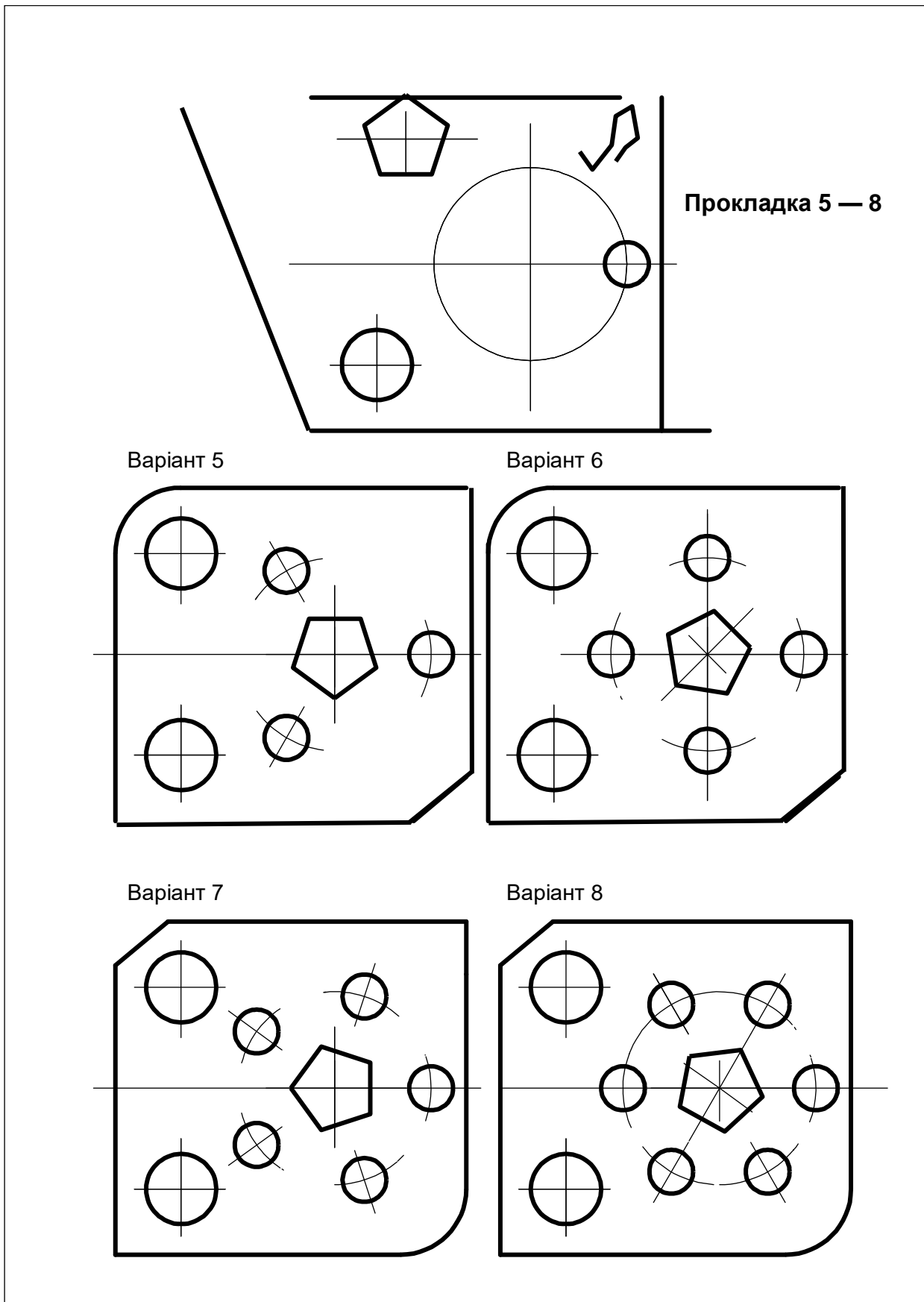
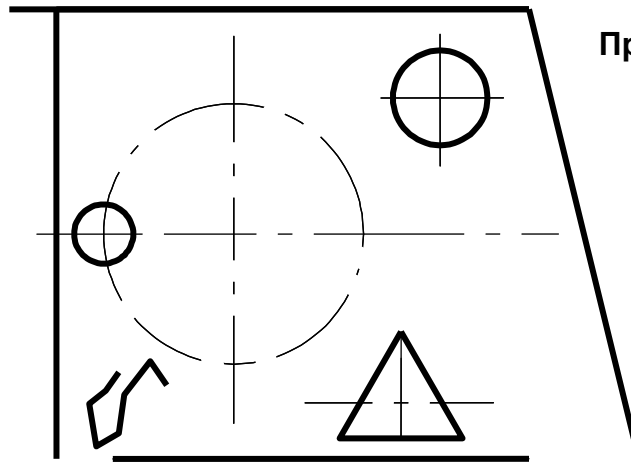
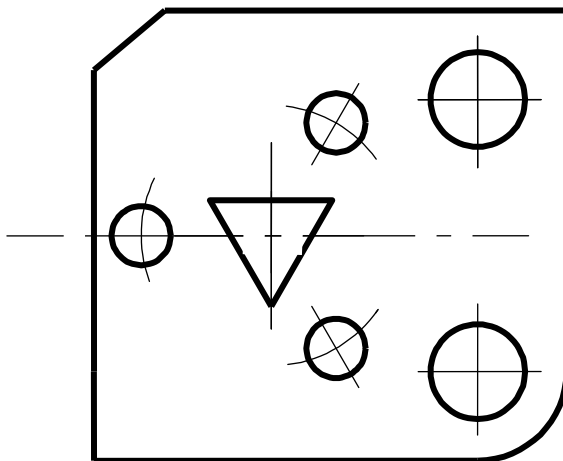


Рис. 1 (продовження)

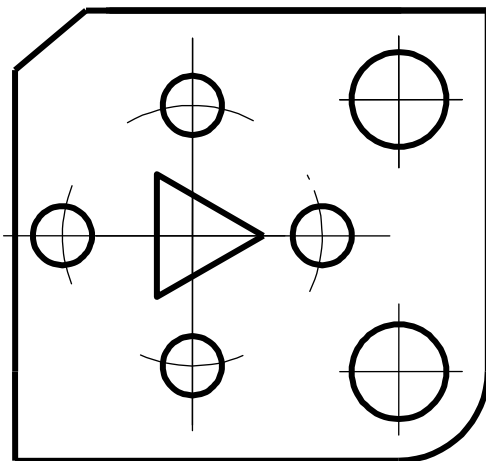


Прокладка 9—12

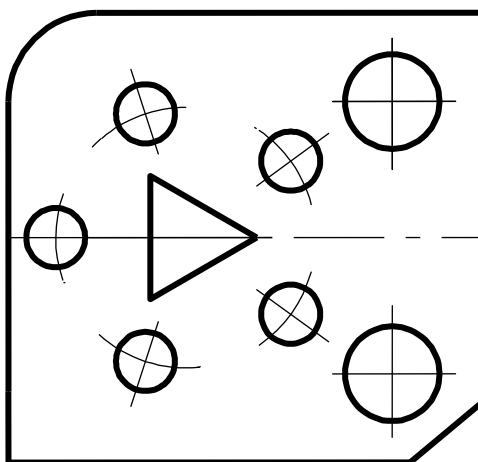
Варіант 9



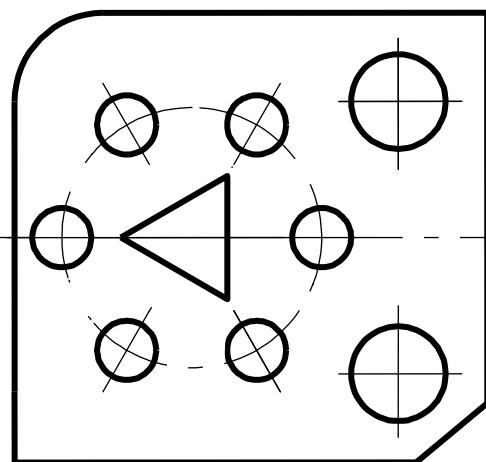
Варіант 10



Варіант 11



Варіант 12



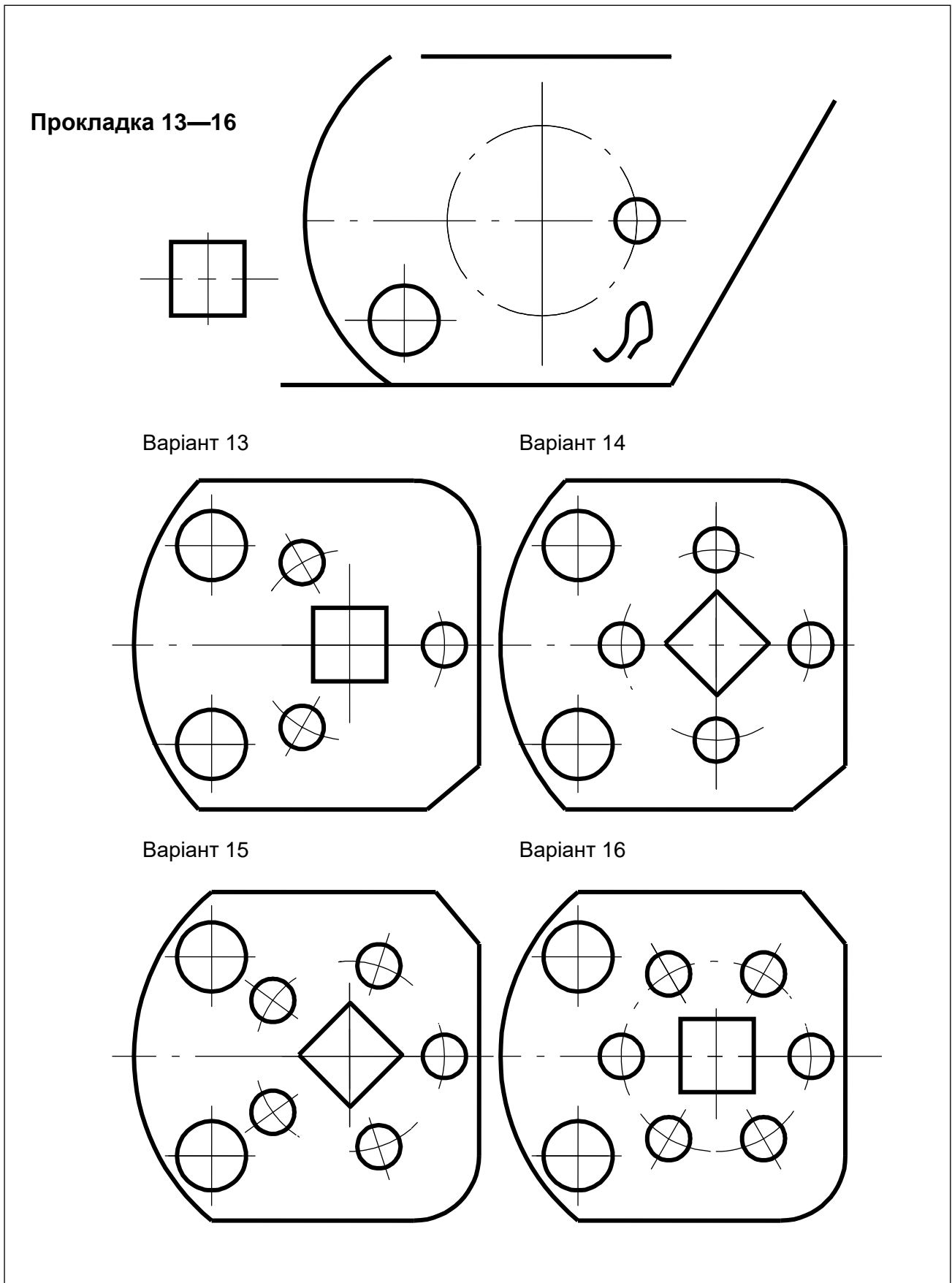
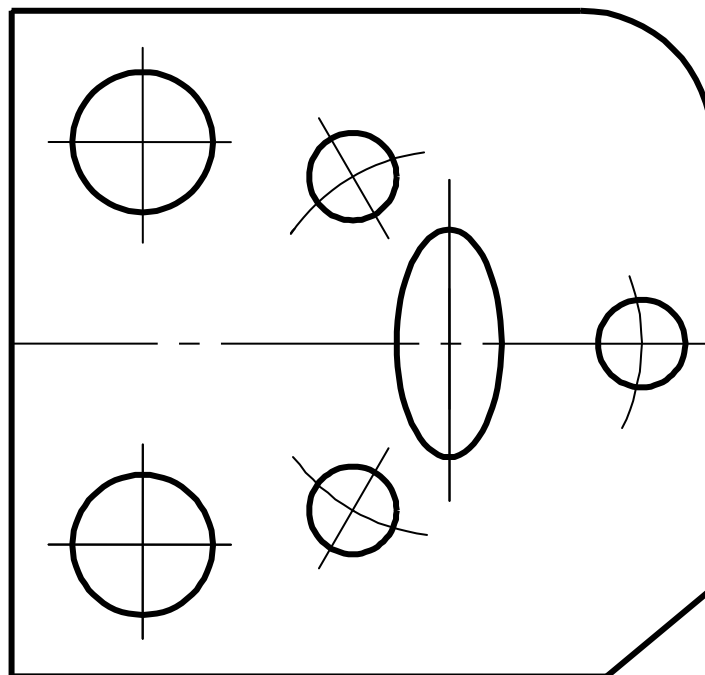


Рис. 1 (закінчення)

Грокладка 2



Виконав студент групи ЛА81 І. Граб

Рис. 2

Варіанти завдань та приклад виконання лабораторної роботи 3

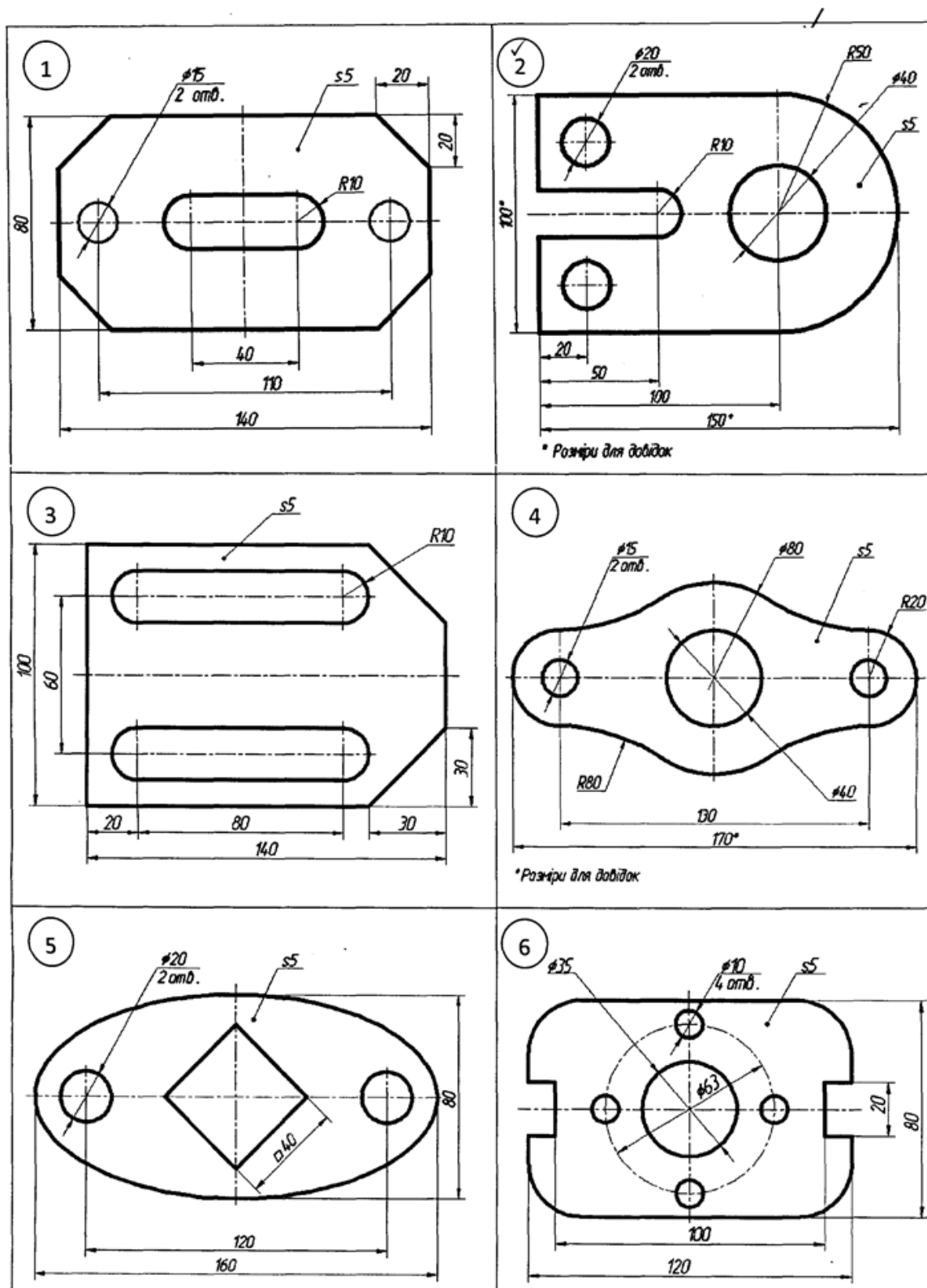
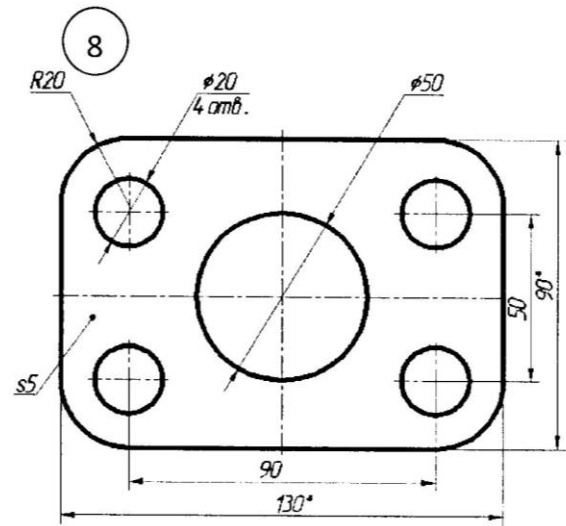
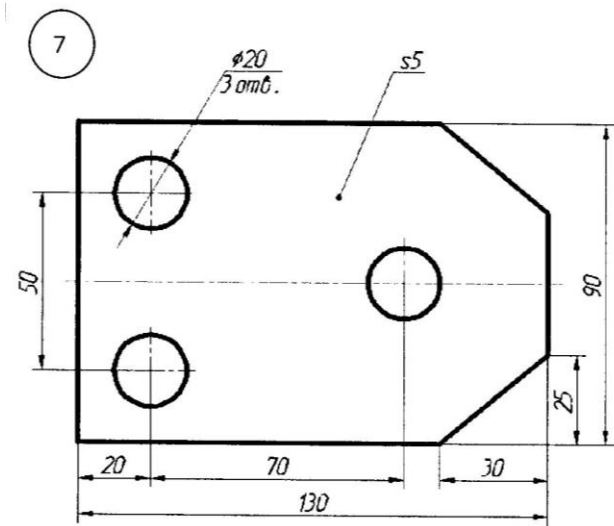
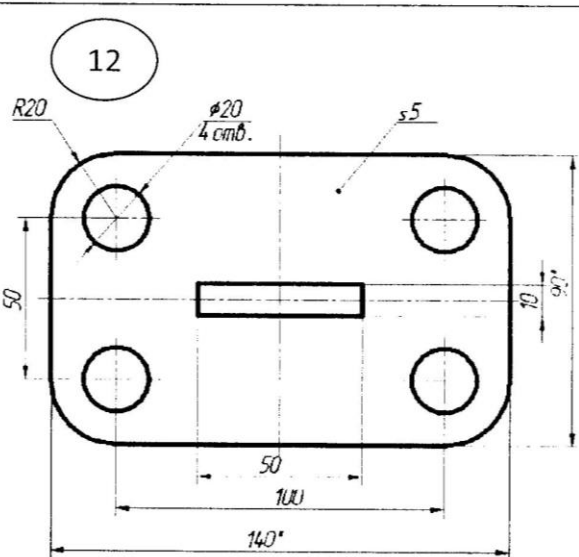
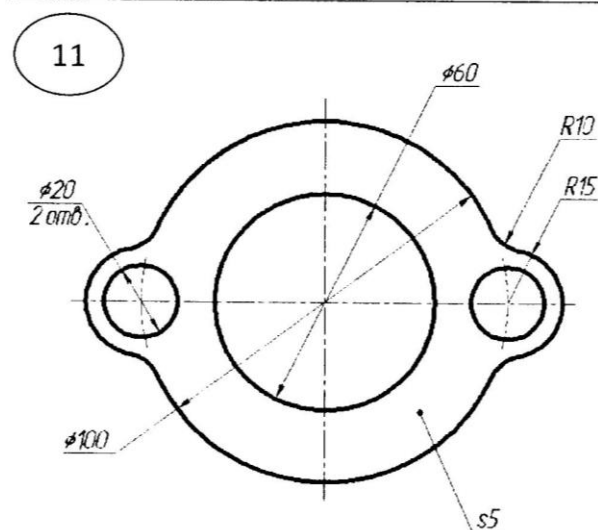
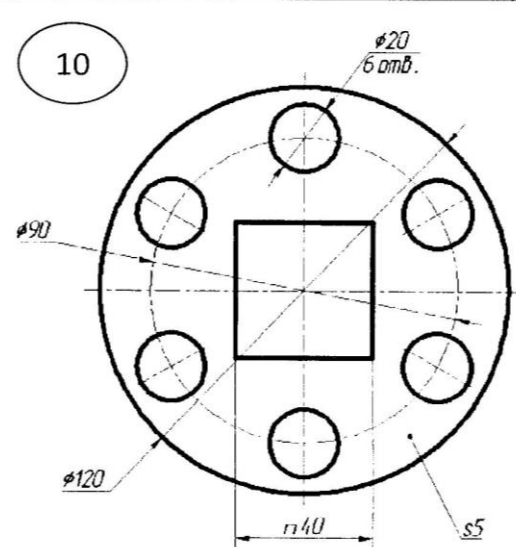
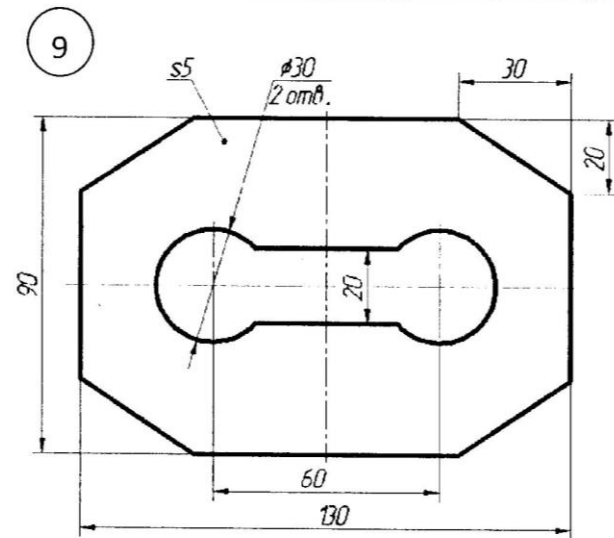


Рис. 1 (див. також с. 62 — 65)

Продовження дод. 3



* Розміри для довідок



* Розміри для довідок

Рис. 1 (продовження)

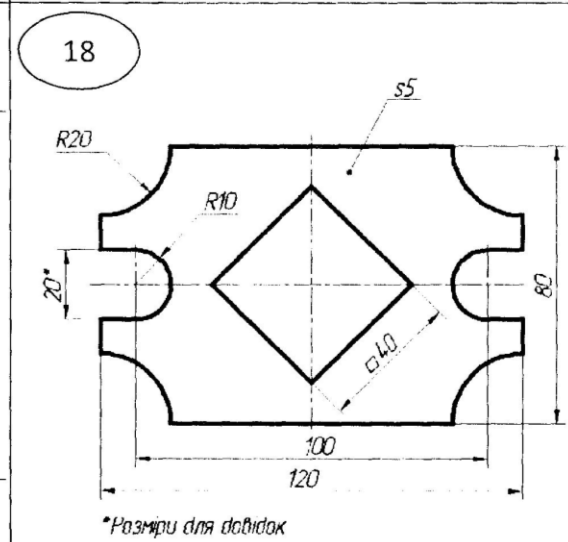
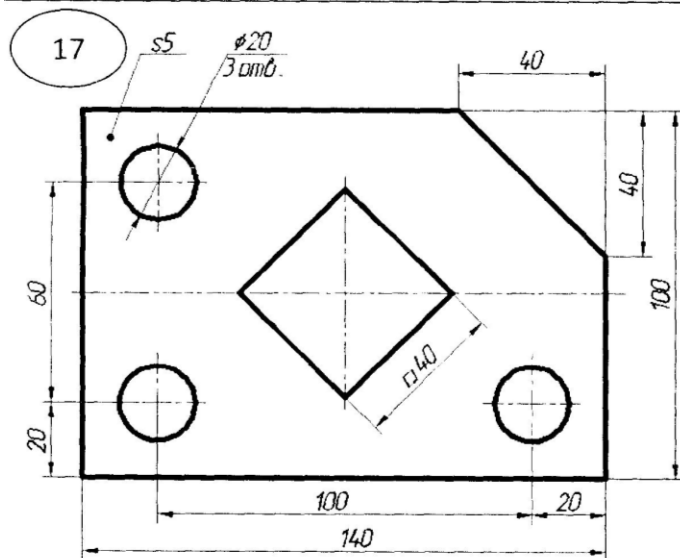
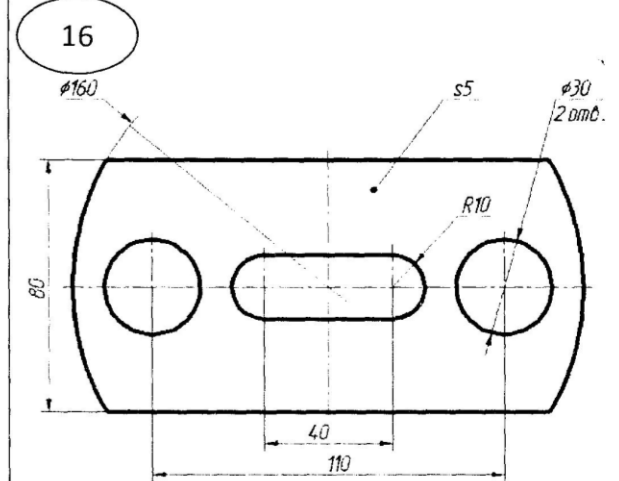
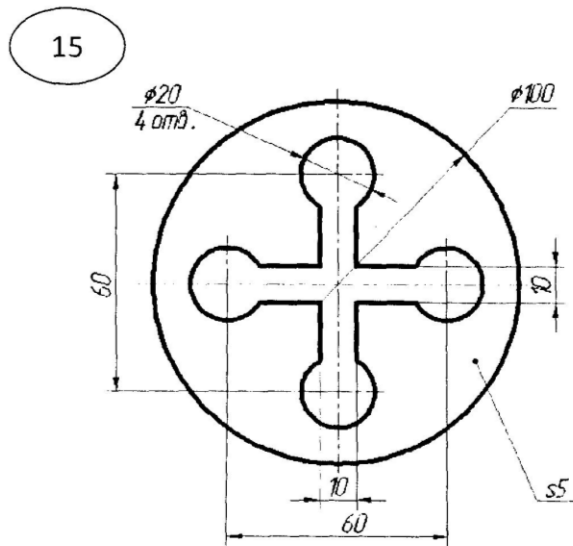
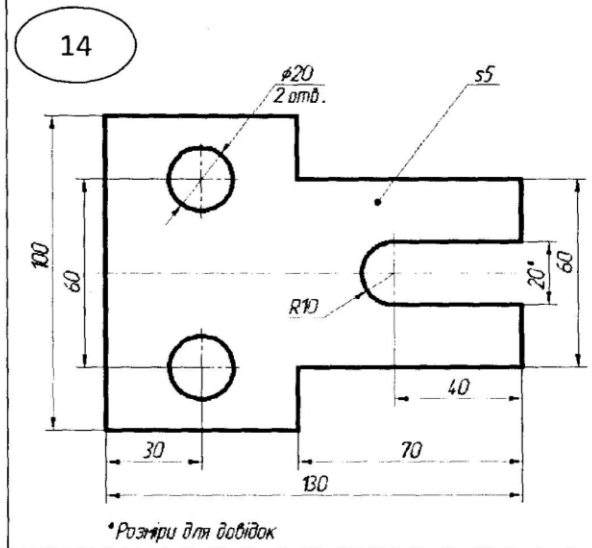
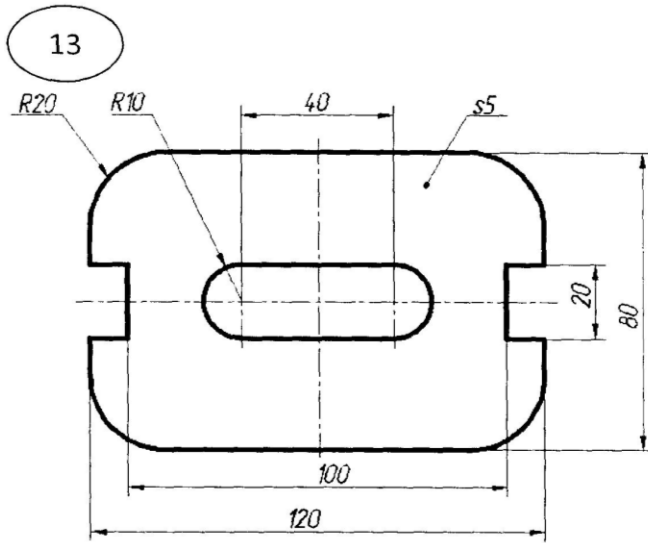
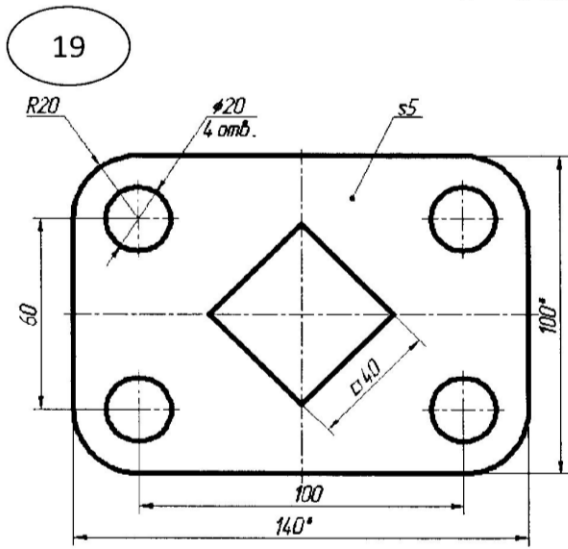
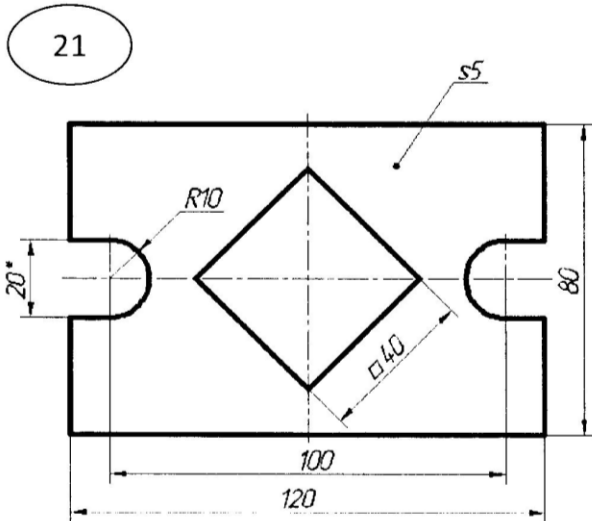
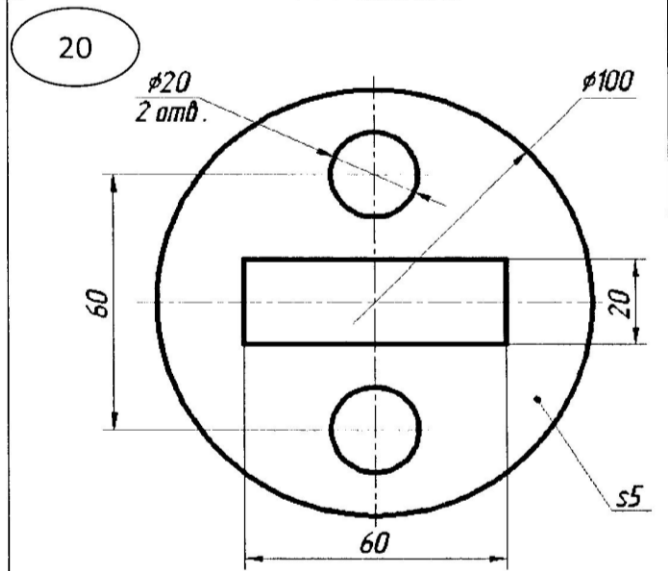


Рис. 1 (продовження)



*Розміри для довідок



*Розміри для довідок

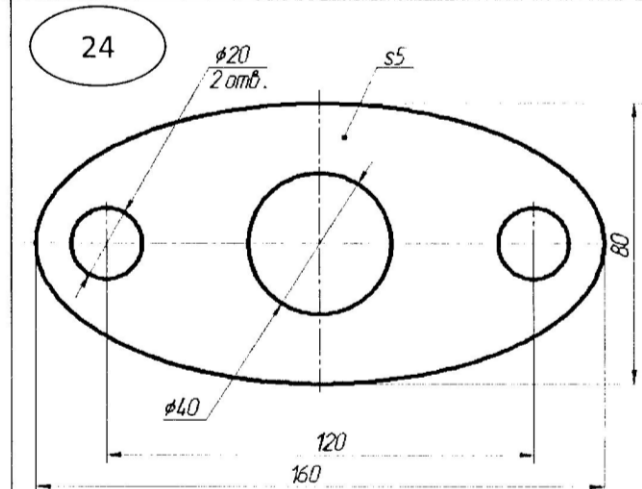
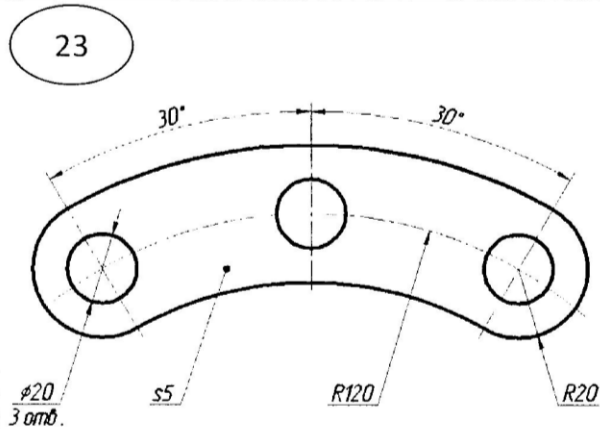
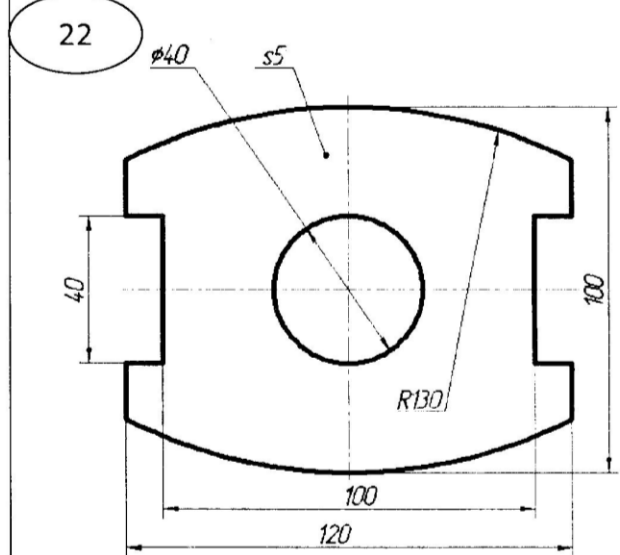


Рис. 1 (продовження)

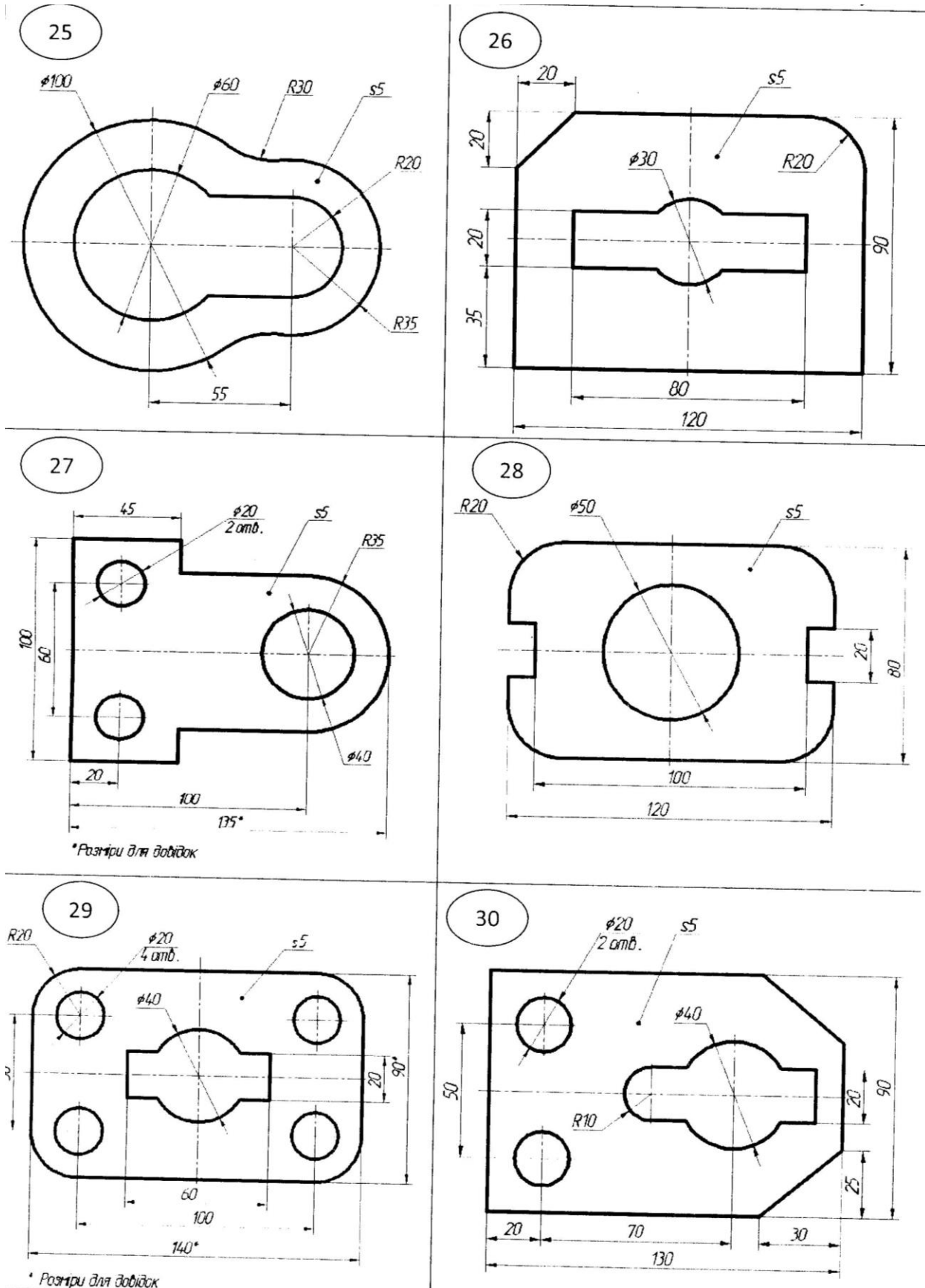


Рис. 1 (закінчення)

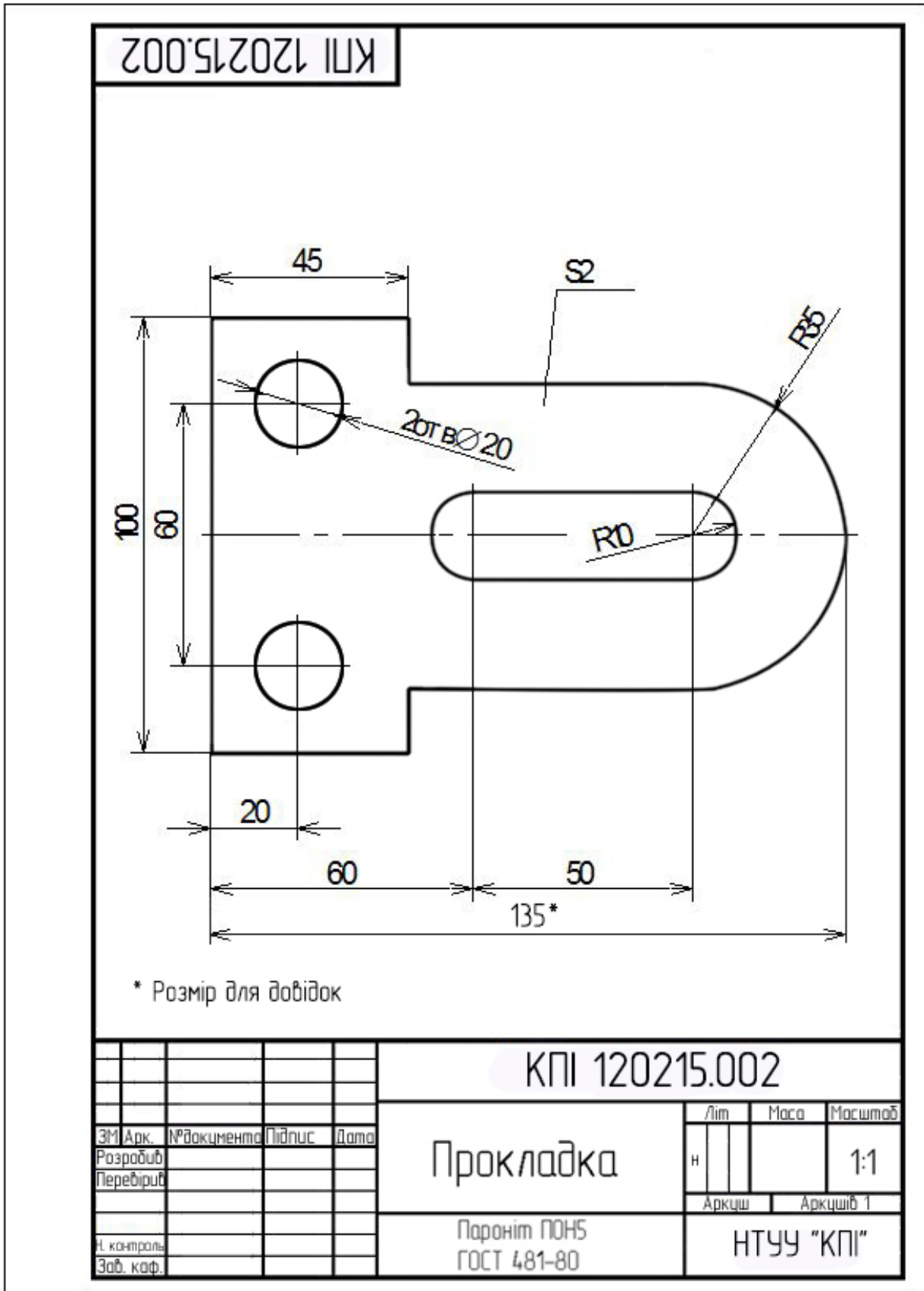
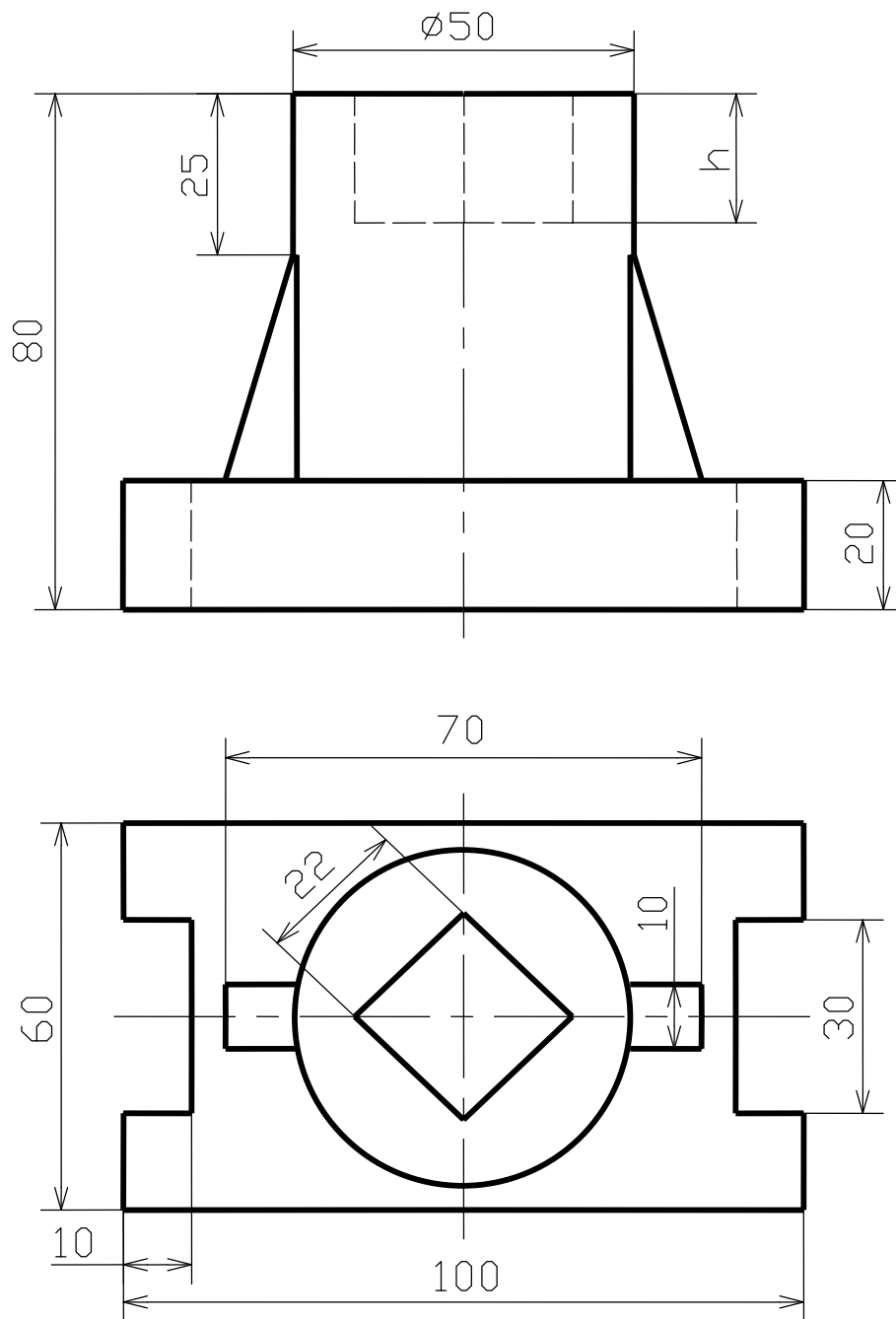


Рис. 2

Варіанти завдань та приклад виконання лабораторної роботи 4



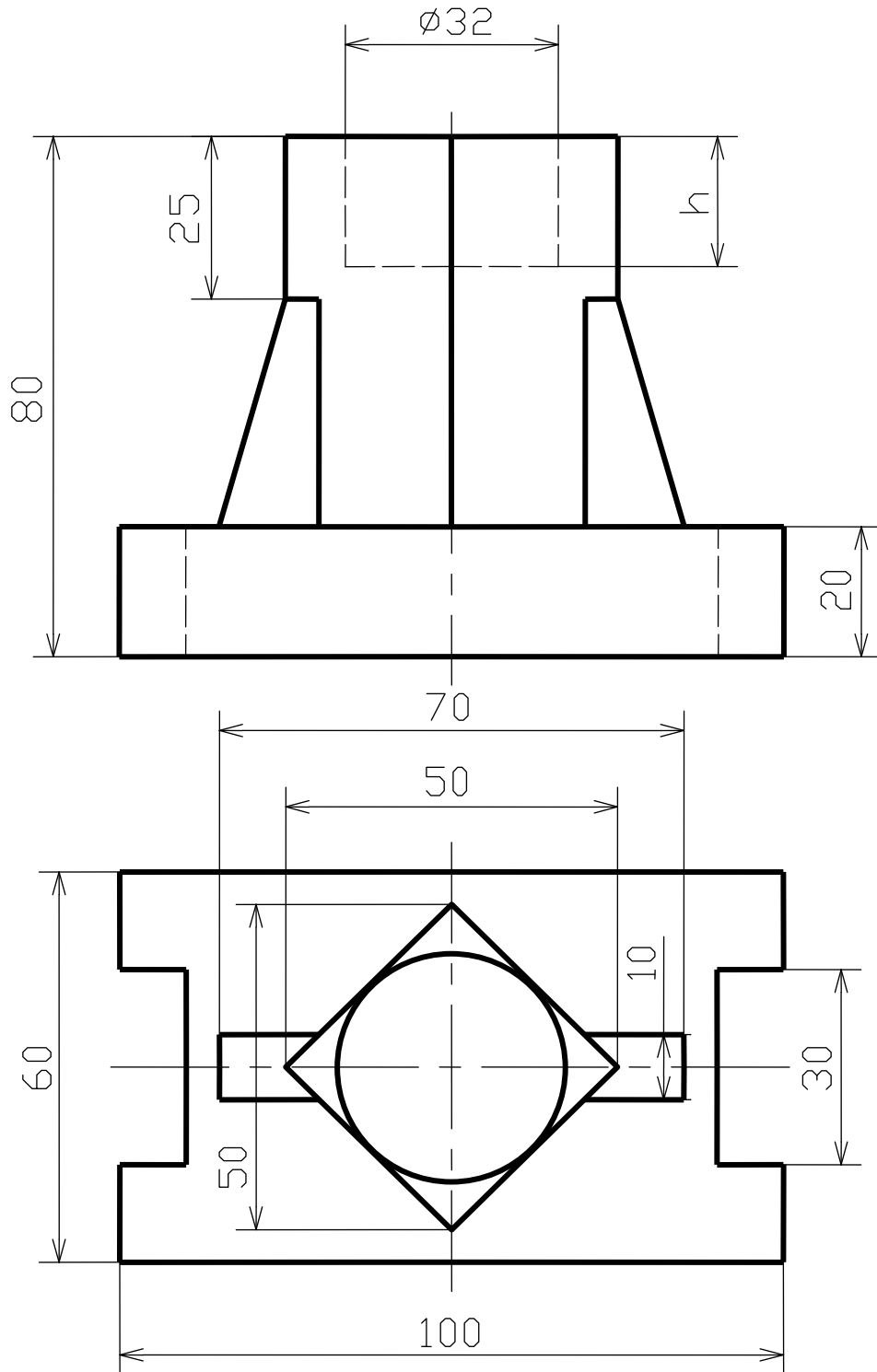
Варіант 1 $h=20$ мм, матеріал деталі СЧ 18.

Варіант 2 $h=30$ мм, матеріал деталі АЛ9.

Варіант 3 $h= 25$ мм, матеріал деталі БрСЦС-В-7-5-1.

Варіант 4 $h=35$ мм, матеріал деталі Сталь 20Л

Рис. 1 (див. також с. 67 — 69)



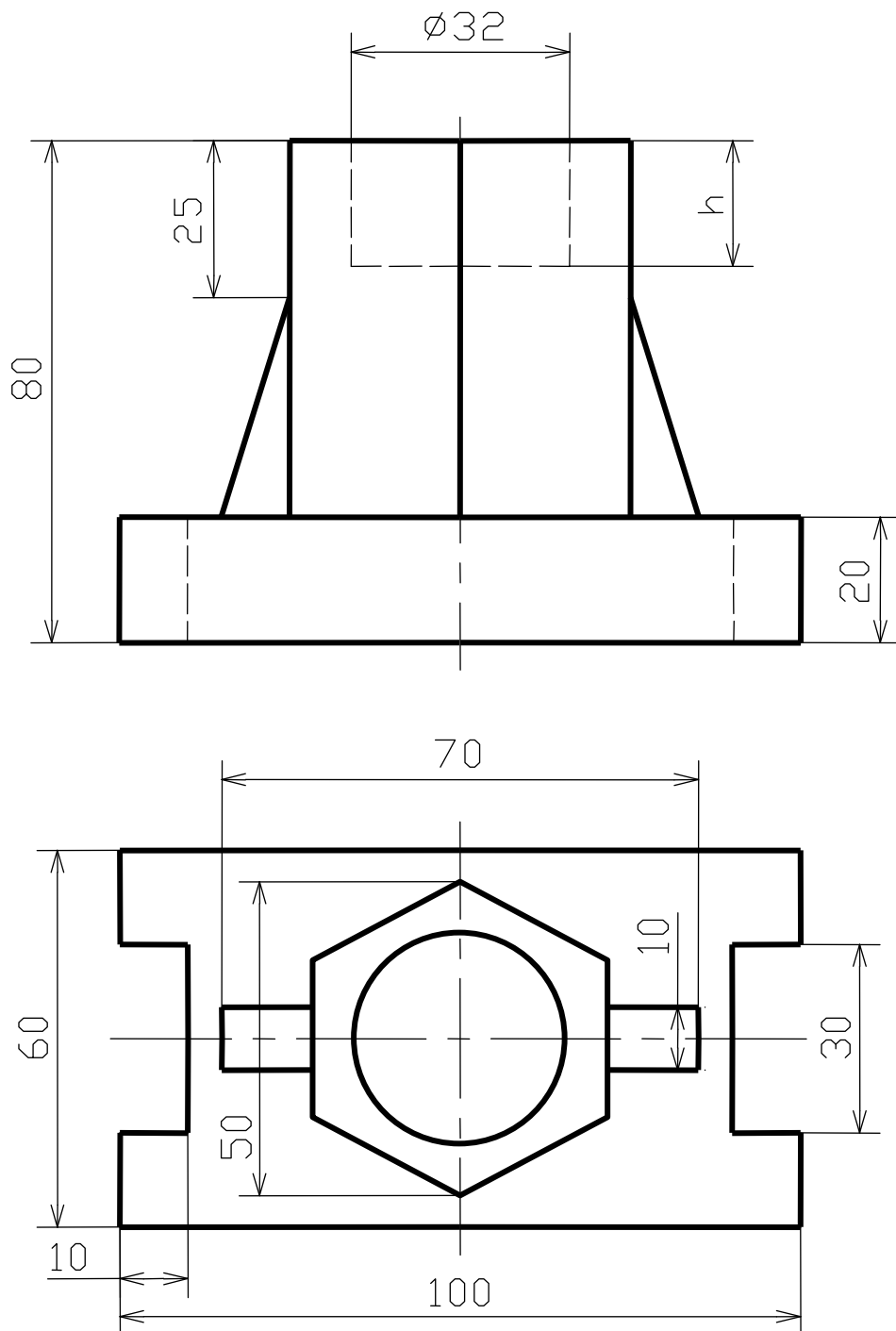
Варіант 5 $h=20$ мм, матеріал деталі СЧ 18.

Варіант 6 $h=30$ мм, матеріал деталі АЛ9.

Варіант 7 $h=25$ мм, матеріал деталі БрЦЦВ-7-5-1.

Варіант 8 $h=35$ мм, матеріал деталі Сталь 20Л

Рис. 1 (продовження)



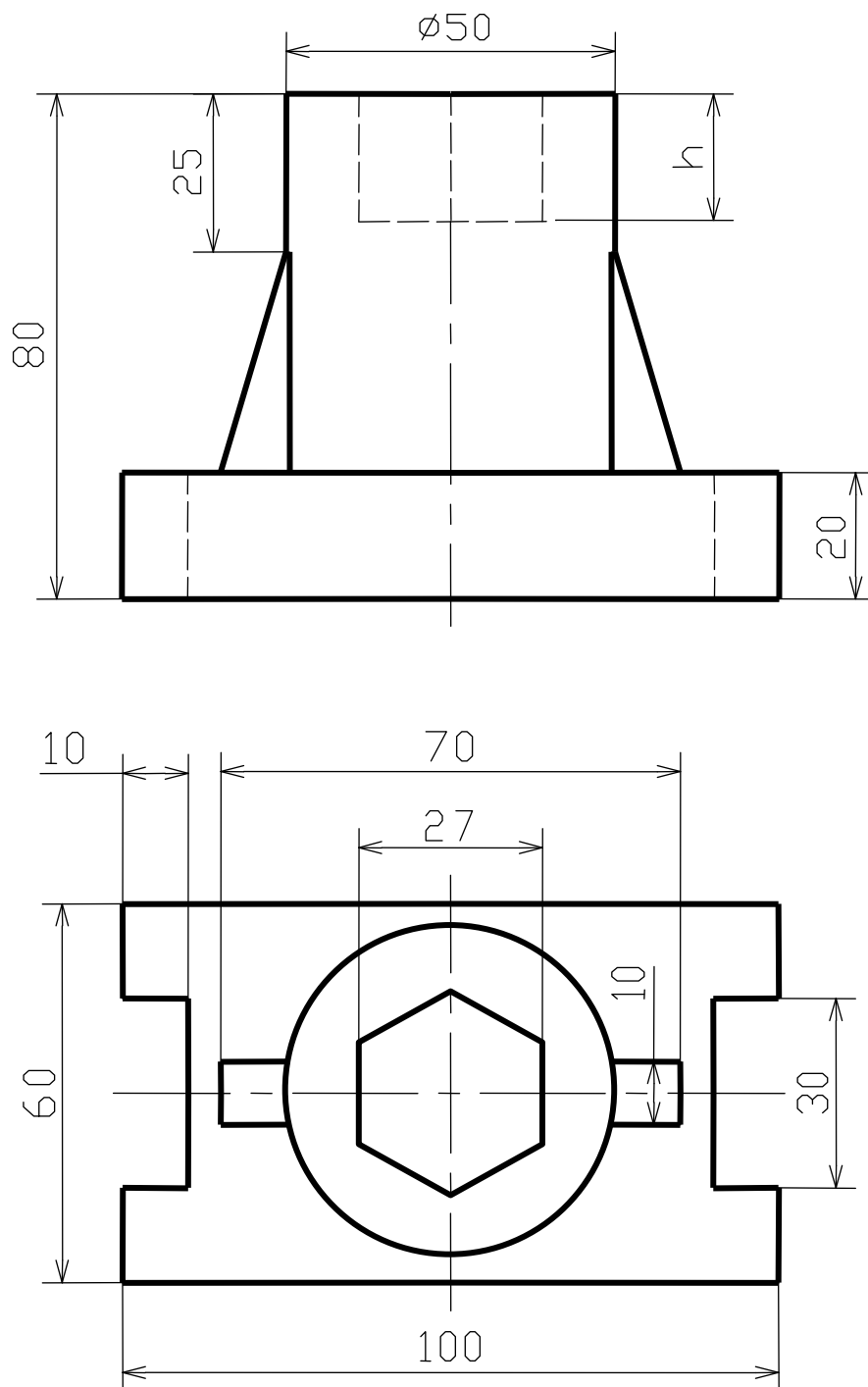
Варіант 9 $h = 30$ мм, матеріал деталі С-20.

Варіант 10 $h = 36$ мм, матеріал деталі БрОЦС4-4-4.

Варіант 11 $h = 45$ мм, матеріал деталі АЛ11.

Варіант 12 $h = 50$ мм, матеріал деталі Сталь 25Л.

Рис. 1 (продовження)



Варіант 13 $h=32$ мм, матеріал деталі СЧ40.

Варіант 14 $h=52$ мм, матеріал деталі АЛ3.

Варіант 15 $h=38$ мм, матеріал деталі ЛЦ40СД.

Варіант 16 $h=48$ мм, матеріал деталі КЧ37-12.

Рис. 1 (закінчення)

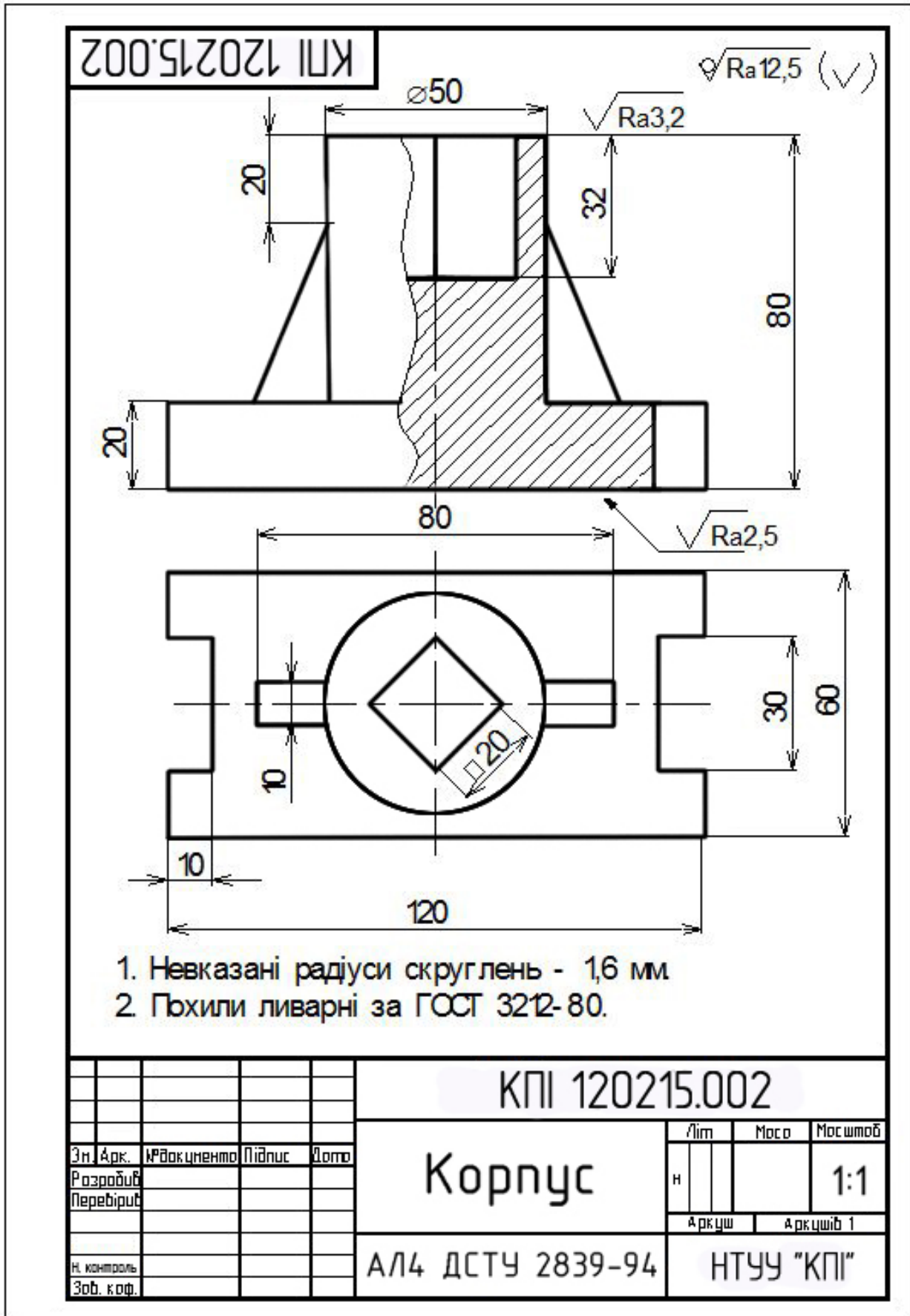
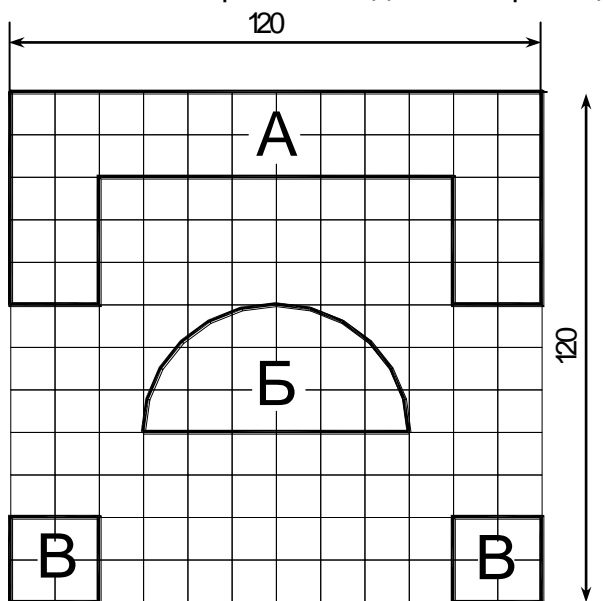
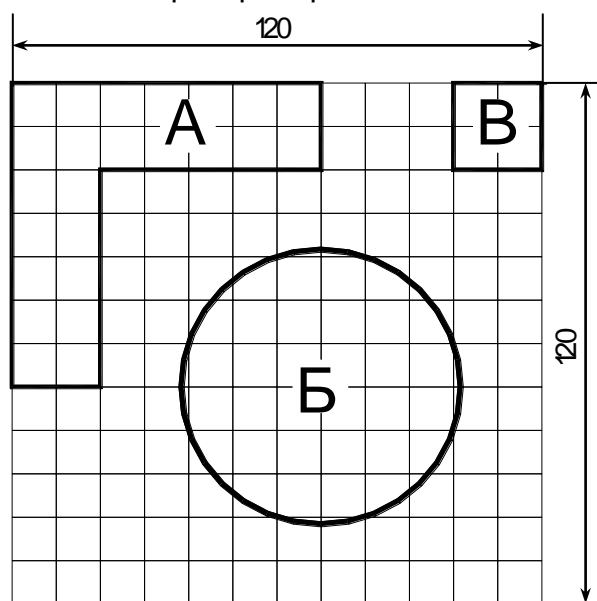


Рис. 2

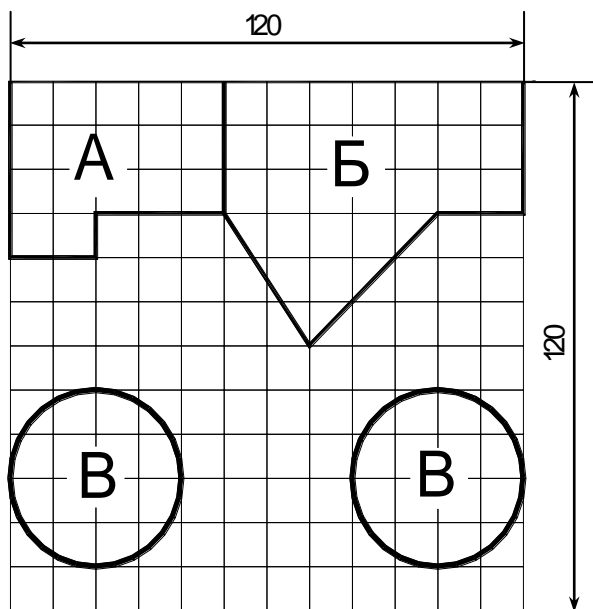
Варіанти завдань та приклад виконання лабораторної роботи 5



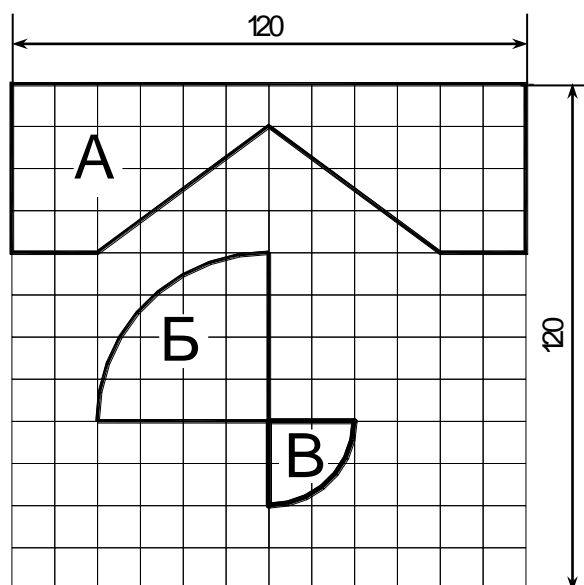
Варіант	Висота об'єкта (мм)
1	$h_A = 65; h_B = 120; h_B = 40$
2	$h_A = 75; h_B = 120; h_B = 45$
3	$h_A = 85; h_B = 120; h_B = 50$
4	$h_A = 90; h_B = 120; h_B = 55$



Варіант	Висота об'єкта (мм)
5	$h_A = 100; h_B = 40; h_B = 120$
6	$h_A = 90; h_B = 40; h_B = 100$
7	$h_A = 80; h_B = 40; h_B = 90$
8	$h_A = 70; h_B = 40; h_B = 80$



Варіант	Висота об'єкта (мм)
9	$h_A = 80; h_B = 110; h_B = 40$
10	$h_A = 75; h_B = 110; h_B = 40$
11	$h_A = 70; h_B = 110; h_B = 50$
12	$h_A = 65; h_B = 110; h_B = 50$



Варіант	Висота об'єкта (мм)
13	$h_A = 50; h_B = 120; h_B = 40$
14	$h_A = 55; h_B = 120; h_B = 45$
15	$h_A = 60; h_B = 120; h_B = 45$
16	$h_A = 65; h_B = 120; h_B = 50$

Рис. 1

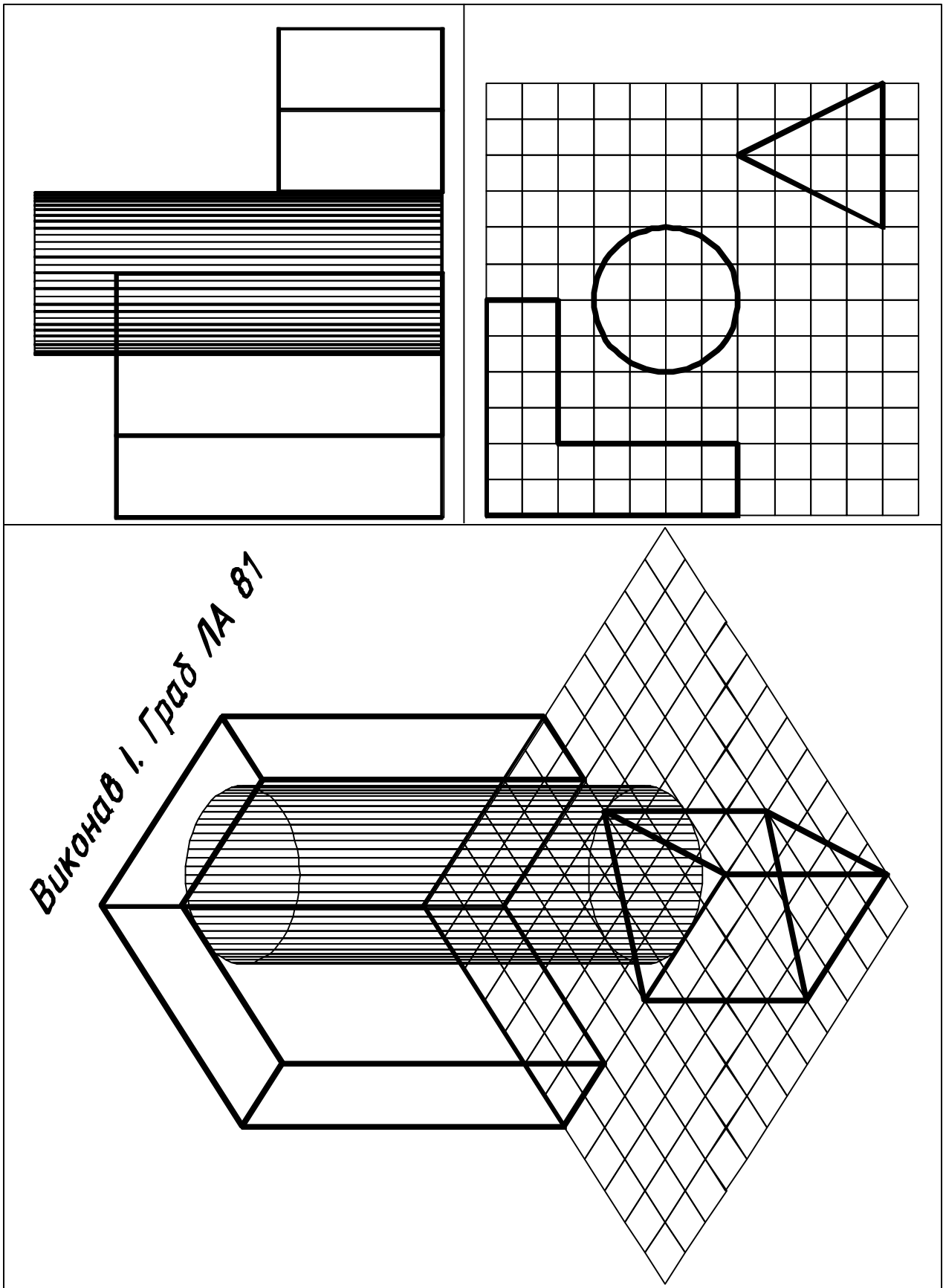
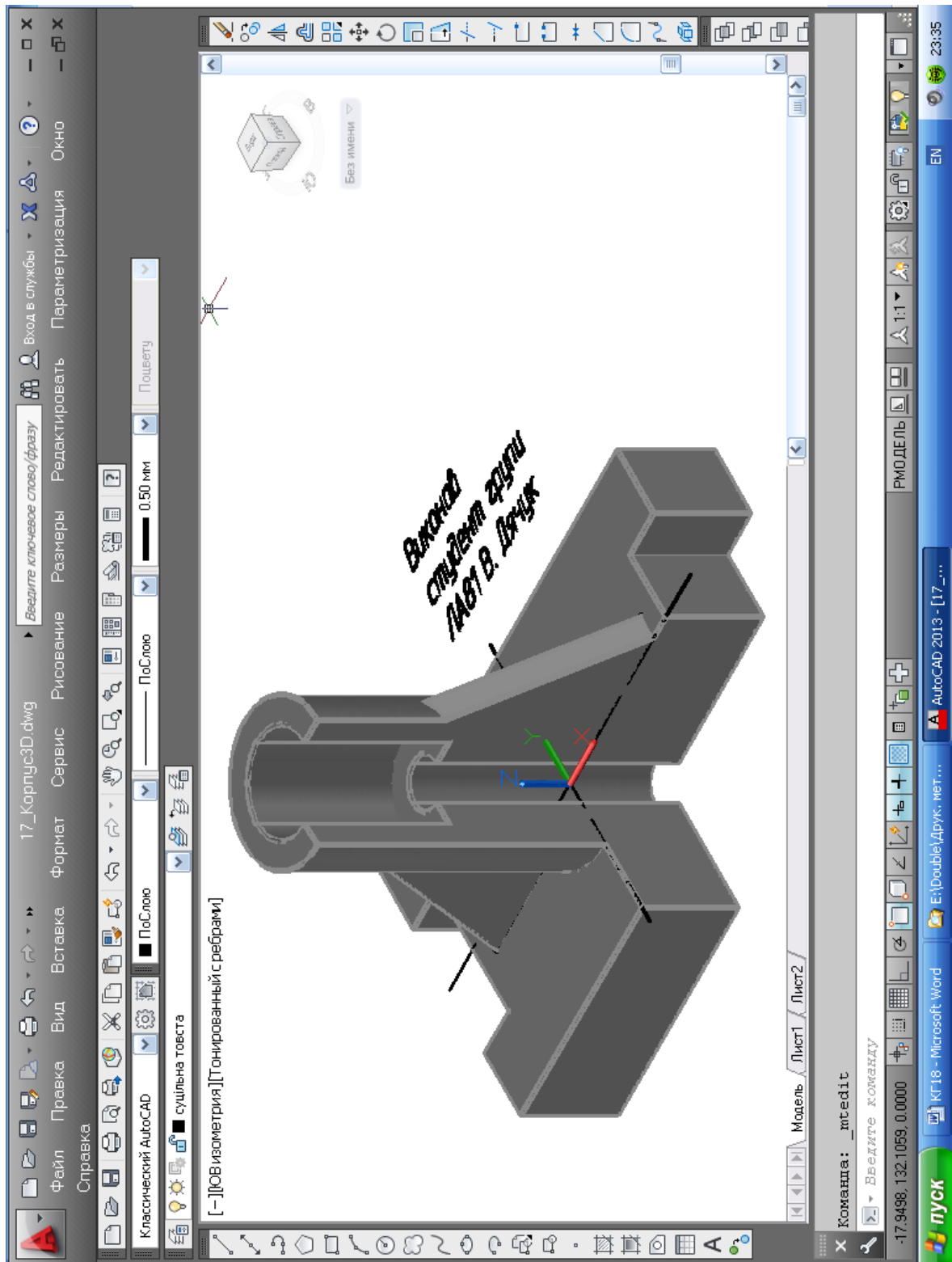


Рис. 2

Приклад виконання лабораторної роботи 6



ЗМІСТ

Вступ	3
Лабораторна робота №1. Запуск AutoCAD. Графічний інтерфейс і налаштування AutoCAD. Побудова графічних примітивів	5
1.1. Запуск AutoCAD.....	5
1.2. Графічний інтерфейс AutoCAD.....	5
1.3. Завдання властивостей ліній на кресленику.....	6
1.4. Рисування рамок формату A4.....	8
1.5. Збереження кресленика.....	8
1.6. Рисування відрізків прямих.....	9
1.7. Побудова дуги.....	10
1.8. Побудова полілінії змінної товщини.....	11
1.9. Побудова правильних багатокутників.....	12
1.10. Побудова еліпса за великою та малою осями.....	13
1.11. Побудова спряження двох прямих, які перетинаються під заданим кутом.....	14
1.12. Побудова спряження двох кіл.....	15
1.13. Побудова фаски.....	16
1.14. Побудова діаграми залежності $y = f(x)$	16
1.15. Виконання написів.....	18
1.16.. Закриття файлу кресленика. Закриття AutoCAD.....	19
1.17. Завершення роботи у Windows.....	19
Лабораторна робота №2. Редагування креслеників	20
2.1. Відкриття кресленика.....	20
2.2. Збереження кресленика.....	21
2.3. Переміщення та зміна масштабу зображення прокладки.....	21
2.4. Видалення графічного примітиву.....	22
2.5. Видалення частини графічного примітиву.....	22
2.6. Подовження графічного примітиву до перетину з іншим.....	23
2.7. Редагування відрізка з використанням «Ручок».....	24
2.8. Перенесення та поворот об'єктів.....	24
2.9. Побудова симетричного об'єкта за його дзеркальним відображенням.....	25
2.10. Створення масиву зображень об'єктів.....	26
2.11. Побудова заокруглення та фаски.....	28
2.12. Зміна товщини ліній.....	28
2.13. Виконання написів.....	28
Лабораторна робота №3. Побудова контуру технічної деталі	29
3.1. Побудова рамок формату A4.....	29
3.2. Побудова граф основного напису кресленика та лівої кутової граfi.....	29
3.3. Побудова зображення деталі.....	29
3.4. Нанесення розмірів на кресленику.....	32
3.5.. Заповнення основного напису.....	35
Лабораторна робота №4. Алгоритми виконання кресленика деталі	36
4.1. Побудова рамок формату A4, граф основного напису кресленика та лівої кутової граfi.....	36
4.2. Вибір оптимального набору команд AutoCAD для побудови виду корпусу зверху.....	37
4.3. Вибір оптимального варіанта команд побудови виду корпусу спереду.....	39
4.4. Вибір оптимального варіанту команд побудови фронтального розрізу.....	40
4.5. Нанесення розмірів на кресленику.....	42
4.6. Позначення шорсткості поверхонь корпусу.....	42
4.7. Запис технічних вимог.....	42
4.8. Заповнення основного напису.....	43

Лабораторна робота №5. Тривимірні побудови	44
5.1. Побудова вихідного зображення сітки.....	44
5.2. Побудова вихідного зображення фігур.....	45
5.3. Завдання режиму тривимірних побудов.....	45
5.4. Види і видові екрани	46
5.5. Динамічна зміна вигляду та розфарбовування об'єктів.....	47
Лабораторна робота №6. Твердотільне моделювання	50
6.1. Аналіз форми деталі.....	50
6.2. Побудова виду корпусу зверху.....	50
6.3. Динамічне формування тіла основи корпусу.....	50
6.4. Зображення ребер жорсткості.....	51
6.5. Динамічне формування тіла циліндра.....	52
6.6. Поєднання тіл.....	52
6.7. Віднімання тіл.....	52
6.8. Виконання розрізу тіла корпусу за координатними площинами	53
Список літератури	54
<i>Додаток 1</i>	55
<i>Додаток 2</i>	56
<i>Додаток 3</i>	61
<i>Додаток 4</i>	67
<i>Додаток 5</i>	72
<i>Додаток 6</i>	74