

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-енергетичний факультет

**Кафедра електроенергетики,
електротехніки та електромеханіки**

Системи автоматичного проектування і розрахунку (САПР)
метод. реком. для виконання практ. робіт здобувачами першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв

2023

УДК 004.92

С34

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією Інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету (протокол № 3 від 13.11.2023 р.).

Укладач:

Володимир МАРТИНЕНКО – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Василь ГРУБАНЬ – канд. т. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

Лариса ВАХОНІНА – канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1.....	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2.....	11
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3.....	17
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4.....	22
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5.....	27
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6.....	36
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7.....	42
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8.....	49
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9.....	56
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10.....	60
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.....	75
ДОДАТОК.....	77
ЛІТЕРАТУРА.....	99

ВСТУП

Перш ніж виготовити будь-який об'єкт, конструктор повинен наочно зобразити його – тобто. спроектувати та сконструювати. На етапі проектування розглядаються креслення прототипів виробу та виробляються відповідні розрахунки. На етапі конструювання розробляється повний комплект конструкторської та технологічної документації на основі розробленого макету.

В результаті виконання десяти практичних робіт формуються практичні навички щодо створення за допомогою примітивів двомірних креслень будь-якої деталі (вузла) та їх редагування. Студенти та інженерні працівники зможуть грамотно поміряти створене зображення відповідно до вимог ДСТУ, включаючи горизонтальні, вертикальні, похилі, паралельні, кутові, лінійні "від бази" та ланцюжкові розміри, а також розміри радіусів та діаметрів. Навчаються викреслювати об'єкти з розміщенням їх за шарами, що дозволяє отримувати різні компоненти креслення (розміри, штрихування, текст тощо) на різних шарах незалежно один від одного (креслення при цьому не захищені непотрібними на даний момент деталями). Навчаться створювати тверді копії креслення на принтері або графобудівнику, а також керувати зображенням у просторі моделі та просторі аркуша, редагувати об'єкти (змінювати властивості об'єктів, наносити та редагувати штрихування тощо), правильно виконувати текстові написи на кресленнях, по роботі з блоками та зовнішніми файлами.

Як САПР використовується популярний програмний продукт автоматизованого 2D-проекування AutoCAD.

Цей навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за технічними спеціальностями усіх напрямків, і також може бути корисним як довідник по командах AutoCAD для широкого кола інженерно-технічних працівників підприємств, конструкторських бюро та проектних організацій, що займаються проектуванням машин та обладнання нафтогазових промислів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Знайомство з середовищем AutoCAD

Мета роботи Отримати початкові відомості щодо роботи з САПР AutoCAD.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти:

1. Налаштовувати робочий простір.
2. Створювати нове креслення на основі шаблону або без шаблону. Викликати для редагування існуюче креслення.
3. Користуватися різними видами меню та панелями інструментів AutoCAD, освоїти способи завдання команд у командному рядку.
4. Використовуйте команди управління видами. Використовувати іменовані види.
5. Створювати в просторі моделі видові екрани, що не перекриваються.
6. Зберігати креслення у процесі роботи.

Завдання

1. Запустіть AutoCAD подвійним клацанням на піктограмі на робочому столі або з головного меню Windows.
2. AutoCAD завантажить своє меню та виведе на екран стартове вікно (рис. 1).

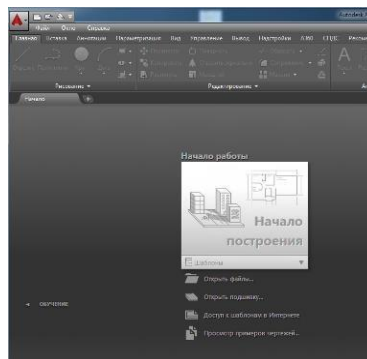


Рис. 1 Стартове вікно

3. Для початку оберіть режим створення креслення без шаблону Без шаблону метричні одиниці. AutoCAD відкриє нове креслення без будь-яких попередніх нестандартних установок.

Вивчіть структуру екрана. Робочий стіл AutoCAD представлений на рис. 2.

1 - рядок заголовка - верхній рядок, 2 - панель швидкого доступу, 3 - падаюче меню (за замовчуванням приховано), 4 - рядок вкладок панелей інструментів, 5 - панелі інструментів, 6 – рядок назв панелей інструментів, 7 – коріння закладок відкритих документів, 8 – знак системи координат (за умовчанням – світова СК), 9 – коріння вкладок компонок просторів моделі та аркуша, 10 - командна строка, 11 - рядок стану, 12 - видовий куб, 13 - панель навігації, 14 - графічне поле - займає основну частину робочого столу.

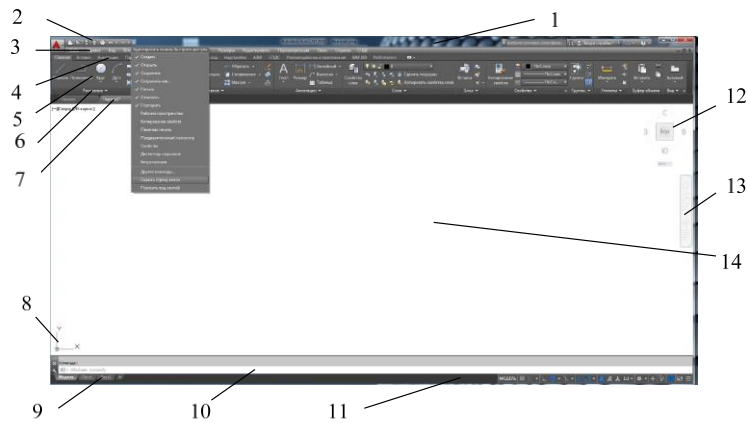


Рис.2 Робочий стіл AutoCAD

4. Ознайомтеся з меню AutoCAD. Відкрийте рядок меню, вибравши команду натисканням стрілки на панелі швидкого доступу. За потреби можна додатково відкрити будь-які панелі інструментів, наприклад, "Стандартна", "Малювання", "Редагування" та ін. Для цього виберіть з меню пункт Сервіс панелі інструментів AutoCAD Стандартна. Інші панелі відкриваються аналогічно.

5. Вигляд екрана з налаштованими панелями інструментів називається робочим простором. Збережіть поточний робочий простір, натиснувши кнопку



"Переключення робочого простору" у рядку стану і вибравши у списку доступних команд рядок "Зберегти поточне як...". У діалоговому вікні (рис. 3) введіть ім'я Вашого робочого простору. Якщо під час роботи в AutoCADі будуть додані або видалені кнопки, панелі, збережіть робочий простір зі старим ім'ям або введіть нове ім'я.

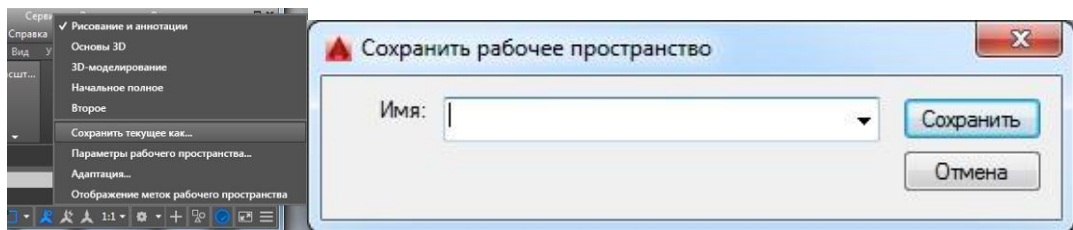





Рис. 3. Діалогове вікно



6. Викличте команду "ВІДРІЗОК" користуючись піктограмою  з панелі інструментів. (Можете викликати цю ж команду з меню, що падає, пункт Малювання). Зверніть увагу, як змінюється командний рядок під час виклику команд. Завжди слідкуйте за повідомленнями у командному рядку та рядку стану. Після цього мишкою малюйте відрізки у графічному полі. Завершення команди - натискання <Enter> або <Space> (пробіл) або виклик з контекстного меню (права клавіша миші) потрібного пункту.

7. Почніть нове креслення за допомогою шаблону.

Меню пункт Файл Створити чи кнопка  на панелі швидкого доступу. Відкриється вікно Вибір шаблону. У ньому виберіть файл під назвою А4_лаб.dwt. У цій роботі креслення-прототип є рамкою формату А4 (розмір 210x297 мм) зі штампом з проведеними в цьому файлі налаштуваннями згідно ЕСКД.

8. Цей файл можна зберегти, надавши йому нове ім'я, в папку з назвою своєї групи. За промовчанням він буде мати розширення .dwg.

9. Щоб завантажити існуючий файл креслення, слід вибрати закладку Відкрити файли... у стартовому вікні (рис.1) або кнопку  на панелі швидкого доступу. У діалоговому вікні "Вибір файлу" відкрийте файл Л1_приклад.dwg у папці з назвою своєї групи.

10. Ознайомтеся з командами керування видами на екрані – Панорамування  (Переміщення виду в площині креслення) та ЗУМУВАННЯ  (Показати у реальному часі).

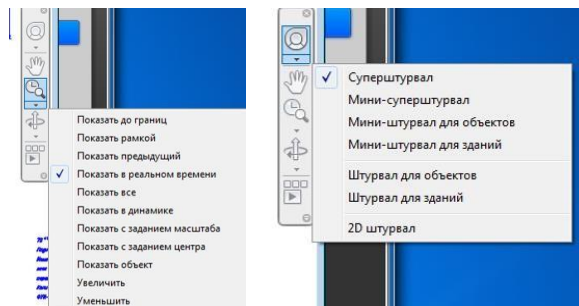



Рис. 4. Панель навігації

Команда ПАНОРАМУВАННЯ переміщує межі видимої на екрані частини креслення без зміни його масштабу, ніби пересуваючи екран монітора його площиною. Можна викликати з панелі навігації (рис.4), або з меню Вигляд Панорамувати У реальному часі (рис.5), або натисканням кнопки  на панелі Стандартна. Опції команди ПАНОРАМУВАННЯ показано на малюнку 5.

Переміщайте курсор по екрану мишею з лівою клавішею. Курсор набуде вигляду долоні, зображення потягнеться за курсором. Вихід із команди - <Esc>.

Команда ЗУМУВАННЯ дозволяє керувати масштабом креслення на екрані. (Ефект об'єктива зі змінною фокусною відстанню). Опції команди ЗУМУВАННЯ показано на рис 5.

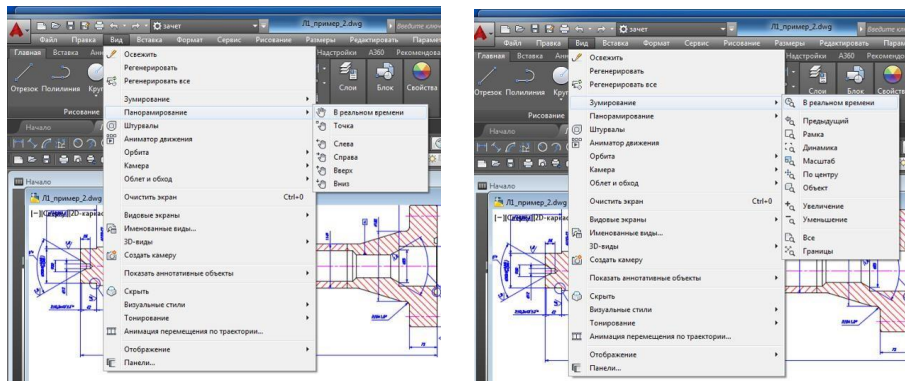


Рис. 5. Пункт меню Вигляд

11. Ознайомтеся із засобом AutoCAD, що називається "Штурвал", що також дозволяє масштабувати та панорамувати зображення.

Виберіть пункт меню Вигляд Штурвали (рис.5) або кнопку на панелі навігації (мал.4). Штурвалом зручно користуватися під час роботи з великими кресленнями.

12. У самому низу графічної області знаходиться корінець із написом "Модель".



Креслення знаходиться на цій вкладці графічної області. Інші вкладки знадобляться для підготовки креслення до виведення на друк.

13. За допомогою команд ПАНОРАМУВАННЯ та ЗУМУВАННЯ налаштуйте зображення на екрані аналогічно рис.6.

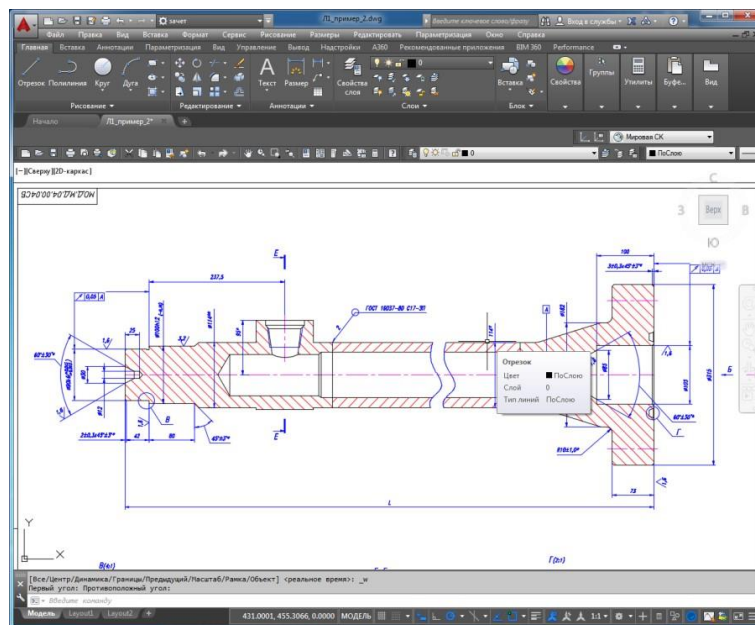


Рис.6. Схема налаштування зображення на екрані

Після цього викличте з меню команду Вид Іменовані види... Відкриється діалогове вікно "Диспетчер видів" (рис.7). Клацніть на кнопки "Створити...", щоб відкрити вікно "Новий вигляд", у полі введення якого введіть ім'я для нового виду (наприклад, "Головний вигляд" тощо).

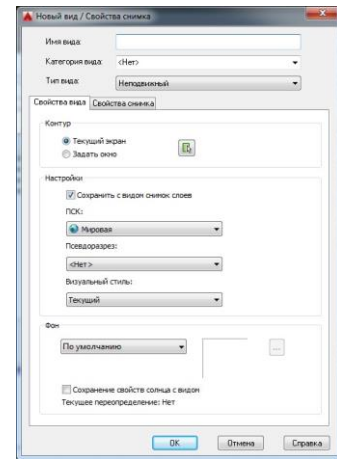
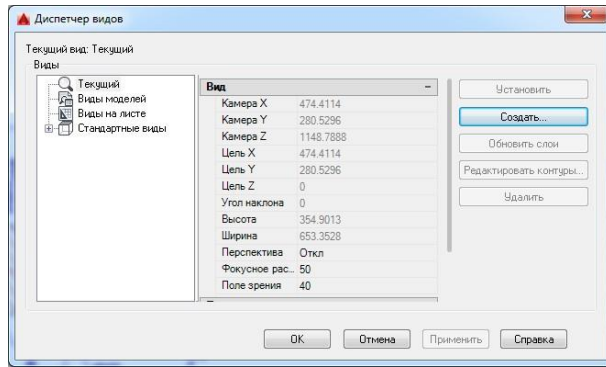


Рис.7. Диалогове вікно "Диспетчер видів"

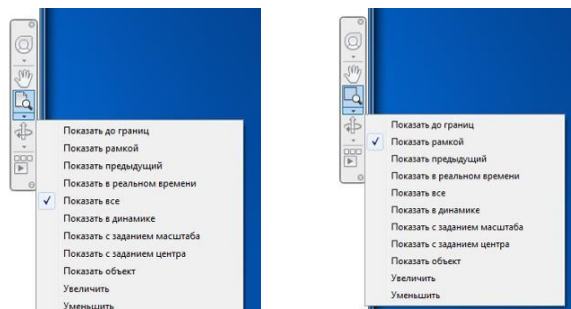
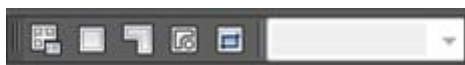


Рис.8. Панель навігації "Показати все"

Натисніть кнопку "ОК" у вікні "Новий вигляд", а потім у вікні "Диспетчер видів". За допомогою команди на панелі навігації "Показати все" (рис.8) впишіть все креслення у межі екрана. Потім виберіть рамкою (команда "Показати рамкою") область креслення для створення ще одного виду, наприклад розрізу або перерізу.

Повторіть усі дії пункту 13. Після цього за допомогою команди "Показати попередній" поверніться до загального вигляду креслення. Створіть 5 різних названих видів. У меню Сервіс □ Панелі інструментів □ AutoCAD □

Видові екрани відкрийте панель Видові екрани



. Тепер Ви можете виводити часто використовуючи-

мій вигляд на екран, не налаштовуючи його масштабуванням та переміщенням. Достатньо вибрати потрібний вигляд у вікні цієї панелі.

14. Зараз у графічній зоні AutoCAD за замовчуванням відкритий єдиний видовий екран, що повністю займає вікно. Щоб створити додаткові видові екрани, виберіть меню Вигляд □ Видові екрани. З'явиться підменю зі стандартними варіантами компоновок (ри. 9), у якому виберіть "Нові VE...". У вікні, перегляньте наявні варіанти компоновання видових екранів і зробіть вибір, аналогічний рис.10.

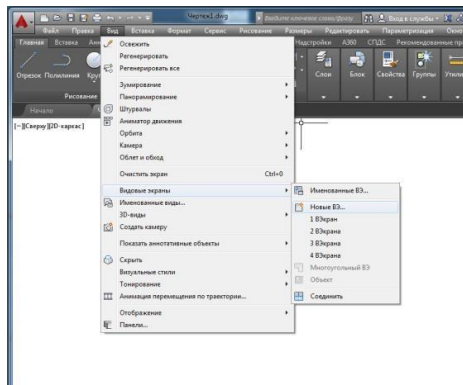


Рис. 9 Підменю зі стандартними варіантами компоновок

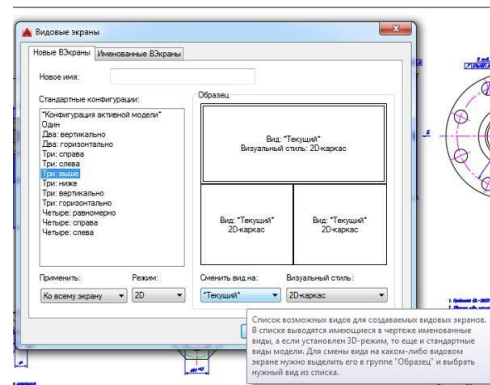


Рис. 10 Компонування видових екранів

15. Налаштуйте зображення в 3-х видових екранах, використовуючи іменовані види: робіть вікна активними, клацнувши на них мишкою. За допомогою списку видів, що відкривається натисканням кнопки "Змінити вид на" (мал.10), встановіть в одному екрані загальний вигляд, а в інших - окремі фрагменти. Натисніть "ОК".

16. Збережіть файл із цим кресленням у своїй папці з новим ім'ям, використовуючи пункт меню Файл □ Зберегти як...

Що потрібно запам'ятати

1. Файл креслення, з яким Ви працюєте, повинен зберігатись у папці (каталозі) під назвою Вашої групи.
2. Якщо Ви використовуєте креслення-прототип, то його файл має бути присутнім у папці ... \AutoCAD\TEMPLATE\
3. Не забувайте зберігати Ваше креслення в процесі роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 ШАРИ. ПОБУДОВА ПРИМІТИВІВ.

Мета роботи Навчитися викреслювати об'єкти за координатами та розміщувати їх на шарах.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти

1. Використовуючи команди побудови примітивів та опції цих команд, викреслювати відповідні примітиви (відрізок, коло, дугу, полілінію).
2. Створювати шари, задаючи їм необхідний колір, тип лінії та товщину лінії. Поточний шар має бути увімкнений!
3. Користуватися контекстним меню (викликається натисканням правої кнопки миші).


Прийняті позначення:

Command:- з підкресленням – повідомлення AutoCAD.

<Enter>, <Esc> - позначення клавіш на клавіатурі.

Файл□, ЗМІТИ, Закрити/Скасувати – назва пункту меню, ім'я команди, опція.

ЗАВДАННЯ

1. Запустіть AutoCAD. Почніть нове креслення.
2. Використовуючи пункт меню Формат□Шар, або кнопку  на панелі інструментів, створіть шари для побудови примітивів. У вікні "Диспетчер властивостей шарів" задайте ім'я шару, колір і тип лінії (рис. 1)

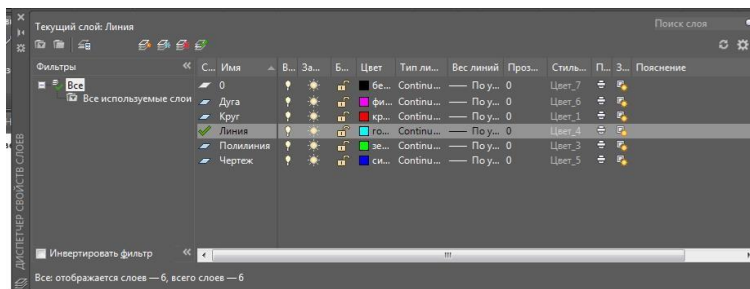



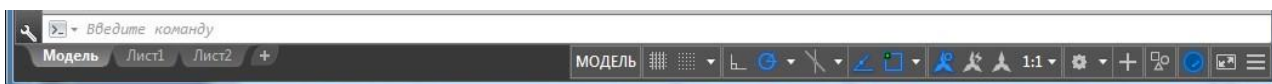
Рис.1 Вікно "Диспетчер властивостей шарів"

3. Освоїти роботу з командою ВІДРІЗОК та її опціями.

З меню меню викликати команду Малювання□Лінія (або натисканням кнопки  на панелі інструментів).

Зробити поточний шар під назвою "Лінія".

Увімкнути режим ортогональності (ORTHO) – клацання у відповідному вікні у рядку стану або клавіша <F8>, сітку (GRID) – клавіша <F7> та прив'язка до вузлів сітки, крок (SNAP) – клавіша <F9>.



Налаштування кнопок рядка стану – натискання кнопки "Адаптація" (останнє у рядку).

Налаштування масштабу сітки та величини кроку (відстань прив'язки) здійснюється викликом пункту меню Сервіс□Режими малювання... Відкриється вікно "Режими малювання". На вкладці "Крок та сітка" зробити відповідні налаштування - масштаб сітки та величина кроку – 10 мм і у віконцях повинні стояти прапорці (рис.2).

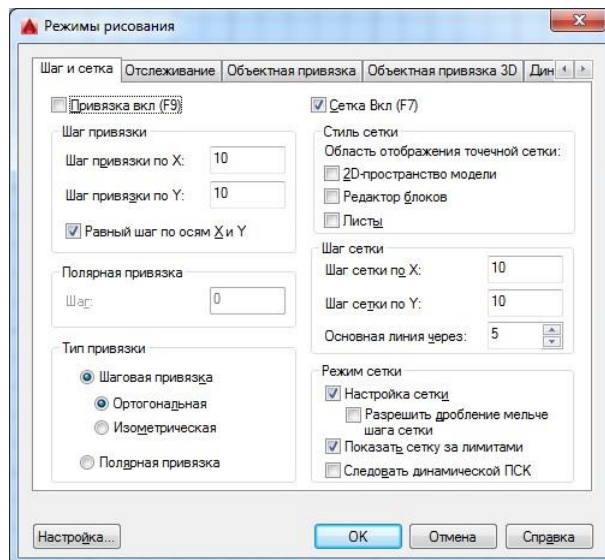


Рис. 2 Вікно "Режими малювання"

Побудувати чотирикутник із відрізків, використовуючи абсолютні декартові координати.

Меню Малювання □ Відрізок ВІДРІЗОК Перша точка: 60,210

Наступна точка або [скасувати]:60,270<Enter>

Наступна точка або [скасувати]:160,270<Enter>

Наступна точка або [Замкнути/Скасувати]:160,210<Enter>

Наступна точка або [Замкнути/Скасувати]:z <Enter> (Остання команда "ЗАМКНУТИ").

Побудувати чотирикутник, використовуючи відносні декартові координати.

Координати слід вводити з клавіатури. Меню Малювання □ Відрізок

ВІДРІЗОК Перша точка:60,70<Enter>

Наступна точка або [скасувати]:@ 0,60 <Enter>

Наступна точка або [скасувати]:@ 100,0 <Enter>

Наступна точка або [Замкнути/Скасувати]:@0,-60<Enter>

Наступна точка або [Замкнути/Скасувати]:z <Enter>

Побудувати чотирикутник, використовуючи відносні полярні координати.

Координати вводити з клавіатури.

Меню Малювання □ Відрізок

ВІДРІЗОК Перша точка:190,210<Enter>

Наступна точка або [скасувати]:@ 60 <90 <Enter>

Наступна точка або [скасувати]:@100<0<Enter>

Наступна точка або [Замкнути/Скасувати]:@ 60 <270 <Enter>



Наступна точка або [Замкнути/Скасувати]:z <Enter>

Побудувати чотирикутник, використовуючи відносні полярні координати.

Координати вводити тільки за допомогою миші (клавіатура не задіяна), увімкнувши в рядку стану опцію ВІДСТЕЖЕННЯ, яка допоможе відстежувати полярні координати.

1-а точка 100,100; 2-а 80<90; 3-тя 100<0; 4-а 80<270; 5-та 100<180.

Освоїти роботу з командою КРУГ та її опціями.

З меню меню викликати команду Малювання  Коло, або  з панелі інструментів. У командному рядку та екранному меню тепер перелічені опції цієї команди. Якщо будь-яка опція в командному рядку поміщена у квадратні дужки, вона може бути виконана за замовчуванням.

Зробити поточний шар з ім'ям "Коло". Шар "Лінія" вимкнути.

Побудувати коло по центру та радіусу.

Меню Малювання  Коло  Центр, радіус

КОЛО Центр кола або [3Т/2Т/ККР (кас кас радіус)]: 100,90<Enter>

Радіус кола або [Діаметр]: 40<Enter>

Радіус можна вказати за допомогою миші, при цьому коло відстежується гумовою лінією. Якщо радіус вводиться мишею, краще увімкнути сітку та крок.

Побудувати коло по двох точках, що визначає її діаметр.

Меню Малювання  Коло  2 точки

У командному рядку задати координати першої точки 240180; другий точки на діаметрі 240,260.

Після вказівки першої точки з'являється "гумова лінія", що відстежує положення майбутнього кола.

Побудувати коло по трьох точках, що не лежать на одній прямій.

Меню Малювання  Коло  3 крапки


На запит AutoCADa у командному рядку вказати координати першої точки – 70,180; другий точки 80,260; третьої точки 120,240.

Після вказівки першої точки з'являється "гумова лінія", що відстежує положення майбутнього кола.

Побудова кола заданого радіусу щодо двох прямих

(Рис.3).

Для виконання цього пункту збудуйте трикутник, користуючись навичками, отриманими при виконанні п.3. Вершини трикутника мають такі координати: 200,80; 280,150; 310,30.

Меню Малювання  Коло  2 точки торкання, радіус

Вкажіть точку на об'єкті, що задає першу дотичну:(мишкою вказати першу дотичну)

Вкажіть точку на об'єкті, що задає другу дотичну:(вказати другу дотичну)

Радіус кола:< >:15<Enter>

Аналогічно побудуйте згідно з (рис.3) коло радіусом 25. Слід зазначити, що коло можна побудувати стосовно будь-яких об'єктів.

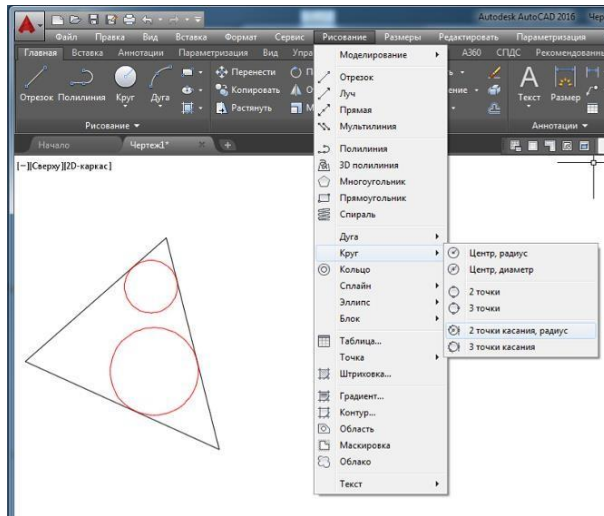


Рис.3 Приклад побудови кола

Освоїти роботу з командою ДУГА та її опціями.

З меню меню викликати команду Малювання □ Дуга. У меню наведено опції цієї команди.

Якщо будь-яка опція в командному рядку поміщена у квадратні дужки, вона може бути виконана за замовчуванням.

Існує багато способів побудови дуги. У рамках цієї роботи Ви маєте освоїти лише три.

Зробити поточним шар "Дуга", інші заповнені шари вимкнути.

Побудова дуги за трьома точками.

Меню Малювання □ Дуга □ 3 точки

ДУГА Початкова точка дуги або [Центр]:25,260<Enter> Друга точка дуги або [Центр/Кінець]: 60,270<Enter> Кінцева точка дуги: (мишкою вказати точку).

Після визначення другої точки з'явилася "гумова лінія". Точки, якими проходить дуга, можна вводити з клавіатури чи мишею. При введенні точок мишею треба увімкнути сітку та крок.

Побудова дуги по початковій, центральній та кінцевій точках.

Меню Малювання □ Дуга □ Початок,центр,кінець

ДУГА Початкова точка дуги або [Центр]:25,200<Enter>

Друга точка дуги або [Центр/Кінець]: _c

Вкажіть центральну точку дуги:55,165<Enter>

Вкажіть кінцеву точку дуги (утримуйте клавішу CTRL для перемикавання напрямку) або [Кут/Довжина хорди]:100,165<Enter>

Усі точки можуть бути задані мишею. Зверніть увагу: при побудові за трьома точками дуга ляже за годинниковою стрілкою, якщо задавати точки в цьому порядку, і проти - якщо задати точки проти годинникової стрілки.

У разі дуга лягла проти годинникової стрілки. Цей режим закладено за замовчуванням. Дуга завжди буде проводитись проти годинникової стрілки, якщо Ви самі не вкажете їй інший напрямок.

5.4. Побудова дуги по початковій точці, радіусу та кінцевій точці. Меню Малювання □ Дуга □ Початок, кінець, радіус

ДУГА Початкова точка дуги або [Центр]:110,245<Enter>

Друга точка дуги або [Центр/Кінець]: _e

Кінцева точка дуги:185,245<Enter>

Вкажіть центральну точку дуги (утримуйте клавішу CTRL для перемикавання напрямку) або [Кут/Напрямок/Радіус]: _r

Вкажіть радіус дуги (утримуйте клавішу CTRL для перемикавання напрямку): 145,245 <Enter> 5.5. Використання опції "Продовжити".

Ця опція дозволяє провести ряд дуг таким чином, що кінцева точка попередньої дуги буде початком наступної. Після побудови дуги за п.6.4 викликати пункт меню Малювання □ Дуга □ Продовжити при цьому на екрані з'явиться "гумова лінія" дуги, а в командному рядку буде запит координати кінцевої точки дуги. Ведіть її і на екрані промальовується дуга, що має своїм початком кінець дуги, побудованої в попередньому пункті. (Те саме можна зробити, натиснувши після виклику команди ДУГА – клавішу <Enter>). І тут зручніше задати координату мишею.

Використовуючи навички, отримані під час виконання попередніх пунктів, побудувати креслення за рис.4.

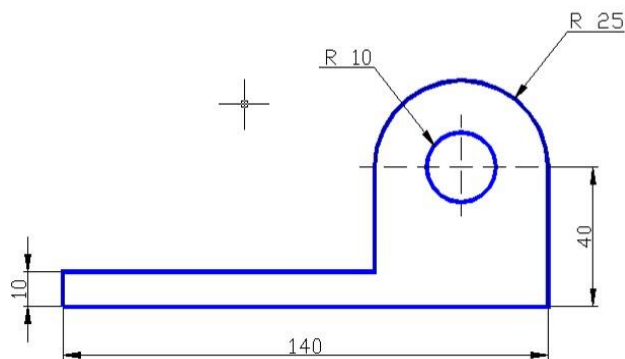


Рис.4 Креслення деталі

Побудову розпочати з виконання на шарі "Креслення" рамки по периметру креслення, попередньо встановивши межі (команда ЛІМІТИ) креслення. Після включення лімітів програма не дозволить накреслити будь-що за цими межами.

Меню Формат Ліміти креслення, далі у командному рядку –

Команда: '_limits

Перевстановлення лімітів простору моделі:

ЛІМІТИ Лівий нижній кут або [Вкл/оТкл] <0.0000,0.0000>:<Enter> ЛІМІТИ Правий верхній кут <420.0000,297.0000>: 210,297 <Enter>

Після цього кордону треба включити:

Формат Ліміти креслення

ЛІМІТИ Лівий нижній кут або [Вкл/оТкл] <0.0000,0.0000>: <Enter>

Для креслення рамки – пункт меню Малювання Прямокутник


Команда: '_rectang

Вкажіть точку першого кута або [Фаска/Рівень/Спряження/Висота/Ширина]: 0,0 <Enter>

Вкажіть точку другого кута або [Площа/Розміри/Поворот]: 210,297

6.3. Побудувати креслення за рис.4. Попередньо погасіть всі заповнені шари, зробіть поточним шар з ім'ям "Креслення", налаштуйте сітку та прив'язку до вузлів сітки з кроком 5 мм. Координата лівої нижньої точки креслення 25,130.

Освоїти роботи з командою ПОЛІЛІНІЯ та її опціями.

Команду побудови полілінії можна викликати з меню, що падає, або кнопкою  з панелі інструментів. Опції команди викликаються або мишею з контекстного меню (викликається натисканням правої кнопки миші), або з командного рядка. Викликати можна лише опції, які пропонуються в командному рядку.

Зробіть поточний шар з ім'ям "Полілінія", вимкніть усі шари, крім "Полілінія" та "Креслення".

Обведіть виконаний у п.6 креслення полілінією завтовшки 1.0 мм.

Товщина полілінії призначається опцією всередині команди полілінії.

Введення точок зручніше здійснювати мишею, включивши сітку, крок і режим ортогональності.

Полілінія має бути безперервною замкненою лінією. Перемикання від лінійної ділянки до дугового проводиться усередині команди ПОЛІЛІНІЯ опціями дуга, друга (при виборі проміжної точки на дузі), лінійна (при переході від дуги до прямолінійної ділянки).

Окремо обведіть внутрішнє коло. Майте на увазі таке: полілінією не можна обвести відразу все коло, тільки дугу. Тому обведіть спочатку верхнє півколо, а потім нижнє, пам'ятаючи при цьому, що дуга за умовчанням будується проти годинникової стрілки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРЕСЛЕННЯ. ОБ'ЄКТНА ПРИВ'ЯЗКА.

Мета роботи

Навчитися використовувати допоміжні засоби роботи з AutoCAD та настроювати систему AutoCAD для побудови креслення.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти 1. Налаштовувати одиниці виміру.

Встановлювати режими малювання (сітка, режим ортогональності, крок, режим стеження координат) за допомогою діалогового вікна та функціональних клавіш.

Користуватися об'єктною прив'язкою та вміти встановити постійні та тимчасові об'єктні прив'язки.

ЗАВДАННЯ

Запустіть AutoCAD. Створіть нове креслення.

Викличте з меню пункт Формат Одиниці... Відкриється діалогове вікно "Одиниці креслення" (рис. 1). Виберіть одиниці виміру – "Десятичні", "Точність" – 2 знаки після коми (зазвичай цього достатньо). - Одиниці виміру кутів – десяткові градуси, точність – цілі.

"Напрямок" - Схід;

Напрямок відліку – за замовчуванням проти годинникової стрілки;

Встановіть ліміти креслення Формат Ліміти креслення – (210 по осі X та 297 по осі Y – формат A4).

Використовуючи навички, отримані в попередніх роботах, створіть шар з ім'ям "Прив'язка", типом лінії continuous та будь-яким кольором, крім білого та шар з ім'ям "Полінія", типом лінії continuous і кольором, відмінним від кольору шару "Прив'язка".

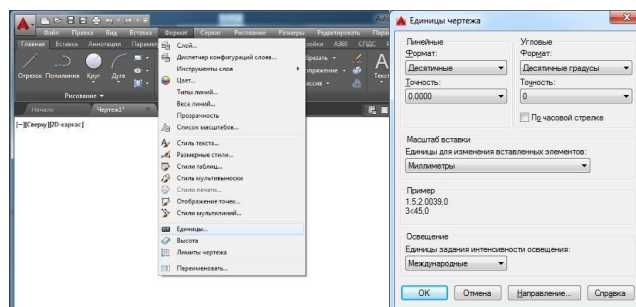


Рис. 1 Одиниці виміру креслення

4. Увімкніть встановлені ліміти креслення. Для цього викличте з меню меню Формат □ Ліміти креслення. Далі у командному рядку:

Команда: '_limits

Перевстановлення лімітів простору моделі:

Лівий нижній кут або [Вкл/оТкл] <0.0000,0.0000>:В<Enter> Тепер креслення не зможе вийти за межі встановлених розмірів.

Викресліть рамку розміром 210x297 – так само, як Ви це робили в роботі №2.


Налаштуйте масштаб сітки та величину кроку (відстань прив'язки) – пункт меню Сервіс □ Режими малювання... У вікні "Режими малювання" на знайомій вже вкладці "Крок і Сітка" зробіть налаштування масштабу сітки та величини кроку такими, які будуть зручні для роботи.

Увімкнення/вимкнення кроку, сітки, режиму ортогональності, режиму відстеження полярних кутів клацніть лівою клавішою миші у віконцях рядка стану.



Розгляньте креслення, показане на рис.5. На ньому вказані об'єктні прив'язки, використовуючи які потрібно проводити шиккування.

При введенні точок можна використовувати геометрію об'єктів, що є у малюнку. Такий спосіб введення називається об'єктною прив'язкою. Він дозволяє точно вказувати такі точки, як середина відрізка чи дуги, центр кола, точки перетину дуги та кола тощо.

Постійні прив'язки (такі, що діють протягом усієї роботи з файлом) встановлюються після ввімкнення кнопки  у рядку стану (рис.2).

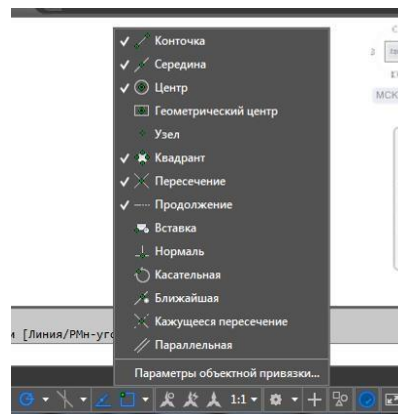


Рис. 2. Постійні прив'язки

Також постійні режими об'єктної прив'язки можна встановити через діалогове вікно установки (рис.3), де у потрібних віконцях виставляються прапорці. Воно викликається із рядка стану (рис.2) Параметри об'єктної прив'язки. Постійними зручно мати прив'язки "Кінцева точка" та "Перетин".

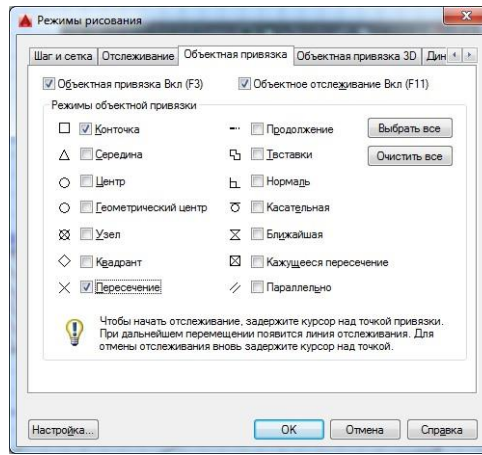


Рис.3. Диалогове вікно установки Режиму креслення

Тимчасові об'єктні прив'язки викликаються з панелі інструментів "Об'єктна прив'язка" після вибору команди малювання або редагування.



Коли Ви вказуєте мишкою на потрібну піктограму, з'являється підказка-назва. Вибір опції здійснюється клацанням лівої кнопки миші. Поява на екрані кольорового прицілу є ознакою того, що діє режим об'єктної прив'язки.

Запам'ятайте, що тимчасові об'єктні прив'язки встановлюються безпосередньо після команди малювання чи редагування і лише однієї точки.

Наприклад: Малювання Відрізок

Команда: ВІДРІЗОК

Перша точка:(на запит точки викликаєте з панелі інструментів прив'язку, потім вказуєте прицілом об'єкт, до якого треба прив'язати початок відрізка, та натискаєте ліву клавішу миші).

Наступна точка або [скасувати]:(Знову вказуєте необхідну прив'язку).

Якщо Ви хочете, щоб панель тимчасових об'єктних прив'язок була на робочому столі AutoCAD, викличте з меню Сервіс Панелі інструментів AutoCAD Об'єктна прив'язка (рис.4). Панель, що з'явиться, розташуйте в зручному місці за межами графічної зони (наприклад, вгорі).

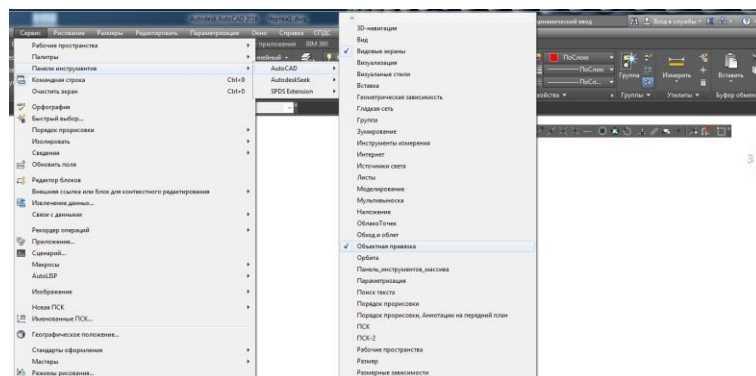


Рис.4. Об'єктна прив'язка

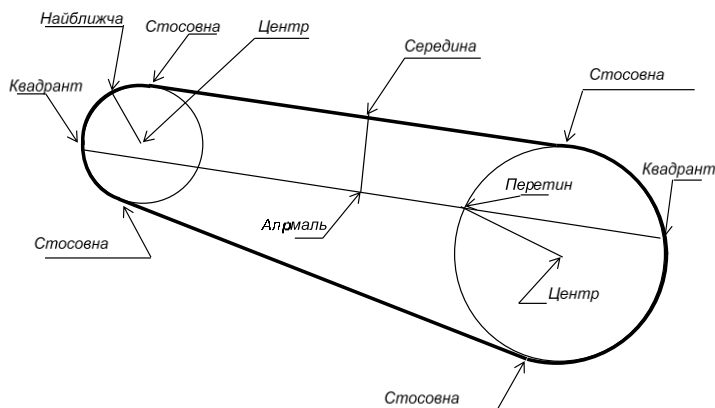


Рис. 5. Приклад тимчасових прив'язок

Створіть рамку формату А4. Виконайте у рамці у шарі "Прив'язка" креслення (рис.5). Використовуйте тимчасові прив'язки, позначені на малюнку.

Зробіть шар "Полілінія" поточним.


Встановіть постійну об'єктну прив'язку "Контточка". Для цього у вікні "Режими малювання" (мал. 3) поставте прапорець у вікні "Контточка". 12. Обведіть зовнішній контур креслення, не відриваючись полілінією товщиною 0,5 мм, використовуючи команду ПОЛІЛІНІЯ та її опції, а також прив'язку до кінцевих точок.


Під час роботи з командою використовуйте опції переходу в режим промальовування дуг, а потім назад у режим промальовування відрізків. Пам'ятайте, що за замовчуванням дуга будується проти годинникової стрілки. Постійне об'єктне прив'язування "Контточка" допоможе Вам правильно і швидко обвести креслення.

Збережіть креслення у папці.

Виконайте переріз деталі (рис. 7).

Створіть 3 шари "Допоміжний", "Основний" та "Осьові" Тип ліній на осьовому шарі – Осьова 2. У діалоговому вікні "Режими малювання" (мал.3) на вкладці "Об'єктна прив'язка" встановіть об'єктні прив'язки "Перетин" та "Центр". На вкладці "Отслеживание" задайте кути 45о і 135о.

На допоміжному шарі збудуйте горизонтальну, вертикальну, а також під кутами 45 і 135 градусів прями лінії (кнопка ) , з початковою точкою 100,170.

Побудуйте коло радіусом 30 з центром у точці перетину ліній конструкції та за допомогою прив'язок промені з Меню Малювання  Промінь із точок перетину кола та ліній конструкції згідно з рис.6.

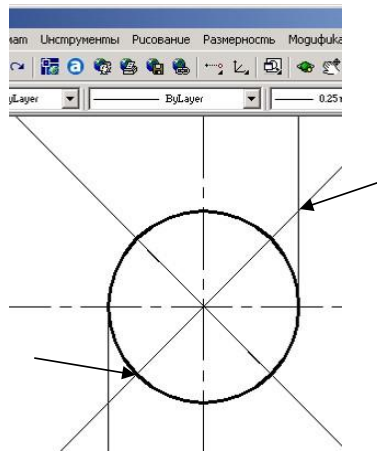


Рис. 6 Приклад побудови квадрата

Побудуйте квадрат, прив'язавши два його кути до точок перетину, показаних на рис. 6 стрілками.

Побудуйте кола з діаметрами, вказаними на рис. 7, об'єктні прив'язки центрів – до центральної точки перетину. Подальші побудови згідно з рис.7.

Помістіть осьові лінії у шарі "Осьові".

На шарі "Основний" зробіть обведення основних ліній полілінією завтовшки 0,6 мм.

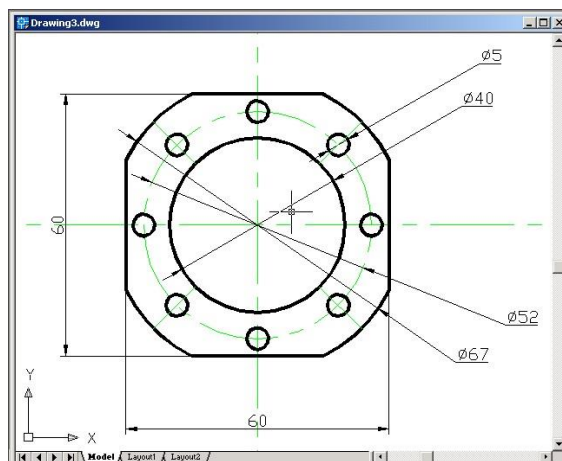


Рис. 7 Побудуйте кола з діаметрами

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ДЕЯКІ КОМАНДИ РЕДАКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

Мета роботи

Навчитися вибирати та редагувати об'єкти. Виконувати сполучення та фаски.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти

Робити вибір за допомогою вказівки об'єкта та за допомогою рамки;

Правильно використовувати команди подовжити, обрізати, дзеркальне відображення;

Виконувати сполучення різними радіусами;

Виконувати фаски;

Правильно використовувати команду РОЗРВАТИ В ТОЧЦІ.

ЗАВДАННЯ

Підготовча частина роботи

Завантажити у графічний редактор креслення, виконане у роботі №3.

Створити новий шар з ім'ям "Редакт", типом лінії Continuous та будь-яким кольором, відмінним від кольорів вже існуючих шарів. Включити цей шар та зробити його поточним.

Створити новий шар "Полілінія1", з типом лінії Continuous та будь-яким кольором, відмінним від кольорів вже існуючих шарів.

Вимкнути шар "Полілінія".

Провести відрізок АВ, як зазначено на кресленні (рис. 1 а).

Провести відрізок DF вертикально.

Вимкнути ліміти.

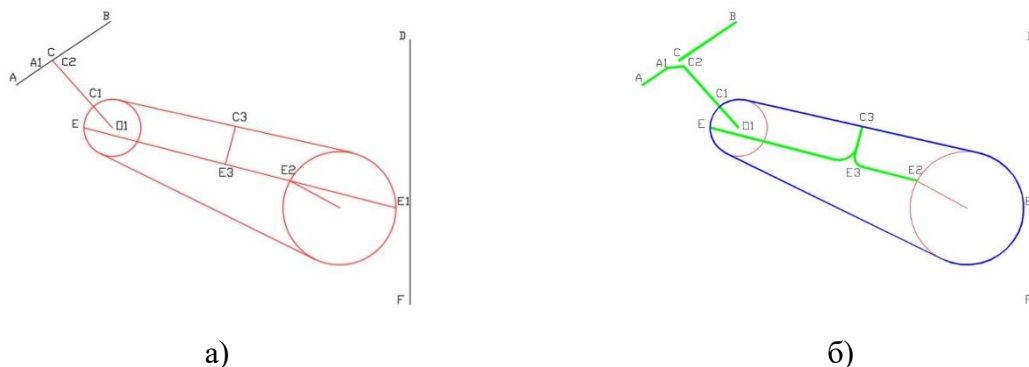


Рис. 1. Схема виконання креслення

Основна частина роботи

Вся робота виконується згідно з кресленням, наведеним на рис.1.

Робота з командою ПОДОВЖИТИ

8. Використовуючи команду подовжити, продовжіть лінію O1C1 до лінії АВ наступним чином. Виберіть пункт Редагувати Подовжити.

(Або натисніть кнопку  на панелі Редагування). Настане діалог:

Виберіть граничні кромки.

ПОДОВЖИТИ Виберіть об'єкти або <вибрати все>:(Вкажіть мишкою на відрізок АВ, клацніть лівою кнопкою).

Виберіть об'єкти або <вибрати все>: знайдено: 1

Подовжити Оберіть об'єкти: (Натисніть <Enter> або праву клавішу миші, показуючи, що вибір меж закінчено).

Виберіть об'єкт, що подовжується (+Shift -- обрізається) або


ПОДОВЖИТИ [Лінія/Секрамка/Проекція/Кромка/Скасувати]: (Вкажіть на відрізок O1C1 та натисніть ліву клавішу миші.)

ПОДОВЖИТИ [Лінія/Секрамка/Проекція/Кромка/Скасувати]: (Натисніть <Enter>, показуючи, що вибір закінчено).

При виконанні цієї команди пам'ятайте, що спочатку вибирається примітив, який служить кордоном (тут - відрізок АВ), і тільки потім об'єкт для подовження (тут - відрізок O1C1). Слідкуйте за командним рядком! Кінець вибору – натискання <Enter>, або правою кнопкою миші.

Робота з командою ОБРЕЗАТИ

9. Використовуючи команду ОБРІЗАТИ, видаліть відрізок E1E2. Виберіть пункт меню

редагувати □ Обрізати. (Або натисніть кнопку  на панелі інструментів) Настає діалог:

Виберіть ріжучі кромки...

ОБРІЗАТИ Виберіть об'єкти або <вибрати все>: (Вкажіть мишкою на коло, усередині якого буде видалятися відрізок).

Виберіть об'єкти або <вибрати все>: знайдено: 1

Виберіть об'єкти: (Клацніть правою клавішею миші або натисніть <Enter>, показуючи, що вибір меж закінчено).

Виберіть обрізний (+Shift - об'єм, що подовжується) або

ОБРІЗАТИ [Лінія/Секрамка/Проекція/Крімка/удалить/Скасувати]: (Вкажіть на відрізок E1E2 та натисніть ліву клавішу миші.)

ОБРІЗАТИ [Лінія/Секрамка/Проекція/Крімка/удалить/Скасувати]: (Клацніть правою клавішею миші або натисніть <Enter>, вибір закінчено).


Слідкуйте за командним рядком! Правила виконання цієї команди ті самі, що й попередньої: спочатку вибираються межі, потім об'єкт (примітив), який хочете обрізати.

Робота з командами СПОРУДЖЕННЯ та РОЗІРВАТИ

Використовуючи команду СПОЛУЧЕННЯ, сполучіть:

радіусом 11 мм – відрізки С3Е3 – Е3Е радіусом 5 мм – відрізки С3Е3 – Е3Е2 Після виклику команди треба задати радіус сполучення. Для повторного дзвінка – права клавіша миші.

Поєднання відрізків С3Е3 – Е3Е

10.1.1. Спробуйте виконати пару, викликавши команду Редагувати □ Спряження з меню або кнопкою  з панелі інструментів.


Команда: `_fillet`

Поточні налаштування: Режим = 3 ОБРІЗКОЮ, Радіус сполучення = 0.0000. Виберіть перший об'єкт або [Скасувати/полілінію/Радіус/Обрізання/ Кілька]: Д <Enter>

Радіус сполучення <0.0000>:11 <Enter> (або клацання правою кнопкою). Вкажіть лівою клавішею миші на відрізки, що сполучаються.

Переконайтеся, що пару неправильно. 10.1.2. Скасуйте результати роботи.

10.1.3. Для правильного виконання пар розділіть відрізок EE2 командою РОЗРОПВАТИ В ТОЧЦІ на два відрізки в точці E3.

Обов'язково використовуйте об'єктну прив'язку "Перетин", щоб вказати точку розриву. Розрив виконується таким чином: меню Редагувати Розірвати у точці (кнопка  на панелі інструментів), далі діалог:

Команда: `_break`

Виберіть об'єкт: Вкажіть прицілом на лінію EE2 у будь-якій її точці, клацніть лівою клавішею миші.

Друга точка розриву або [Перша точка]: `_f`

Перша точка розриву: Виберіть прив'язку "Перетин", вкажіть прицілом точку перетину та клацніть лівою клавішею миші. Друга точка розриву: `@`.

10.1.4. Перевірте правильність виконання команди РОЗРОПВАТИ У ТОЧЦІ. Клацніть лівою кнопкою миші, вказавши на той же відрізок. Ви побачите, що відзначено лише одну його частину. В результаті виконання цієї команди з одного примітиву утворилося два.

10.1.5. Виконайте пару. Виберіть з меню команду Редагувати Сполучення, далі діалог:

Команда: `_fillet`

Поточні налаштування: Режим = 3 ОБРІЗКОЮ, Радіус сполучення = 0.0000. Виберіть перший об'єкт або [Скасувати/полілінію/Радіус/Обрізання/ Кілька]: Д <Enter>

Радіус сполучення <0.0000>:11 <Enter> (або права клавіша миші). Виберіть перший об'єкт або [Скасувати/Полінія/Радіус/Обрізка/Декілька]: (Вкажіть мишею на відрізок С3Е3 і клацніть лівою клавішею). Виберіть другий об'єкт або натисніть Shift під час вибору, щоб створити кут, або [Радіус]: (вкажіть Е3Е і клацніть лівою клавішею). Цього разу поєднання виконалося правильно.



10.2. Поєднання відрізків С3Е3 – Е3Е2 виконайте самостійно, задавши радіус сполучення 5 мм.

Робота з командою ФАСКА

Використовуючи команду ФАСКА, виконати фаску А1С2 (по двох катетах) таким чином, щоб А1С=7 мм, СС2=4 мм.

Порядок роботи:

Розірвіть відрізок АВ у точці З командою РОЗРОПВАТИ У ТОЧЦІ аналогічно описаному вище.

Виконайте фаску за допомогою команди ФАСКА. Меню Редагувати  Фаска або кнопка  на панелі інструментів.

Команда: `_chamfer`

(Режим З ОБРІЗКОЮ) Параметри фаски: Довжина1 = 0.0000, Довжина2 = 0.0000

<Enter>

Виберіть перший відрізок або

[Скасувати/Полінія/Довжина/Кут/Обрізка/Метод/Кілька]:Д <Enter>


Перша довжина фаски <0.0000>:7<Enter>

Друга довжина фаски <7.0000>:4<Enter> Вкажіть перехрестям на відрізок АС і клацніть лівою кнопкою миші.



Вкажіть перехрестям на відрізок О1С і клацніть лівою кнопкою миші.

Обведення креслення

Зробіть поточним шар "Полінія1".

Обвести креслення полілінією, використовуючи команду ПОЛІЛІНІЯ , Так, як показано на рис.1 б. Товщину полілінії встановити 1,0 мм. Робота з командою ДЗЕРКАЛО та вибір об'єкта за допомогою рамки

Використовуючи команду ДЗЕРКАЛО, відобразіть креслення щодо відрізка DF.

Меню Редагувати  Дзеркало або кнопка  на панелі інструментів. Ця команда вимагатиме зробити вибір об'єктів для відображення, про що дасть повідомлення в командному рядку.

Вибір здійснюється за допомогою прямокутної рамки, кути якої задаються клацаннями по діагоналі. Якщо кути задані зліва направо, буде вибрано об'єкти, охоплені рамкою лише повністю. Якщо кути задані праворуч наліво, будуть вибрані об'єкти, що повністю або частково потрапили в область, обмежену рамкою.

Команда: `_mirror`

Дзеркало Виберіть об'єкти:Вкажіть один із кутів вікна вибору, натисніть ліву клавішу миші.

Протилежний кут:Клацніть лівою клавішею миші в протилежному діагоналі куті вікна вибору.

Дзеркало Виберіть об'єкти:Закінчіть вибір, натиснувши праву клавішу миші. Перша точка осі відображення: (Встановивши прив'язку "Кінцева точка", вкажіть прицілом точку на відрізьку DF поблизу точки D) Друга точка осі відображення: (Встановивши прив'язку "Кінцева точка", вкажіть прицілом точку на відрізьку DF поблизу точки F). Видалити вихідні об'єкти? [Так/Ні] <Ні>: <Enter>.

Самостійно виконайте побудови згідно з кресленнями на рис.2, рис.3, рис.4 і рис.5.

Допоміжні побудови, показані на рис.2 та рис.3 використовуються для побудови сполучення двох кіл дугою заданого радіусу. Використовуйте допоміжні побудови на рис.2 для побудови фігури 1 (див. рис.3,4), а на рис.3 для побудови фігури 2 (див. рис.4).

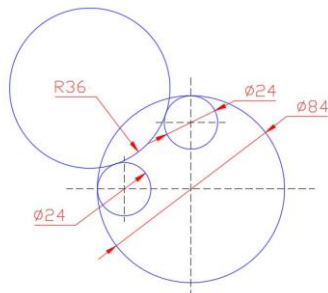


Рис. 2. Виконання креслення

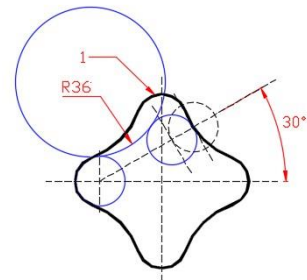



Рис. 3. Виконання креслення с допоміжними побудовами

Фігура 1 на рис.4 отримана за допомогою команди полілінії. Для малювання допоміжних побудов використовувалися команди КОПІРОВАННЯ та Малювання□КРУГ□Дві точки дотику, радіус. Для допоміжних побудов фігури 2 використовувалась команда ДЗЕРКАЛО.

Для побудови фігур 3, 4, показаних на рис.4 користуйтеся командою Зміщення 

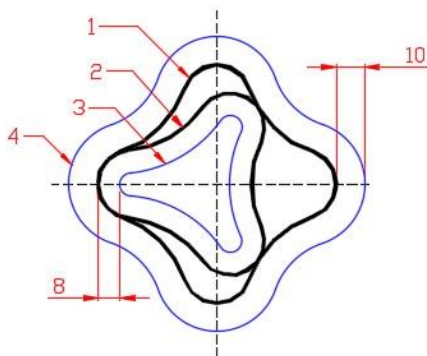


Рис. 4. Схема побудови фігури

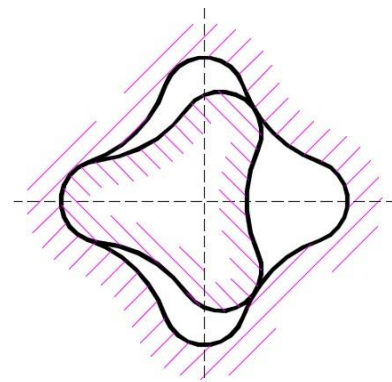


Рис. 5. Схема нанесення штрихування

Штрихування на рис.5 нанесете після знайомства з практичною роботою №5, в якій докладно описаний процес нанесення штрихування.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 ФОРМУВАННЯ ТЕКСТА. НАНЕСЕННЯ ШТРИХОВОК.

ПОБУДУВАННЯ ТАБЛИЦЬ

Мета роботи

Навчитися виконувати текст на кресленні, створювати текстові стилі. Навчитися наносити штрихування. Навчитися створювати стилі таблиць та будувати таблиці.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти

Нанести штрихування паралельними лініями під кутом 45о з різною відстанню між лініями;

Користуватися піктографічним меню вибору типу штрихування;

Правильно створювати замкнутий контур для нанесення штрихування;

Створити будь-який стиль написання тексту за допомогою команди СТИЛЬ ТЕКСТА;

Використовувати різні види вирівнювання тексту;

Вводити за допомогою керуючих послідовностей знак градуса, діаметра, плюс-мінус, відсоток тощо;

Будувати різні види таблиць, створювати стилі таблиць.



ЗАВДАННЯ

Почніть нове креслення за допомогою шаблону. У списку доступних шаблонів виберіть файл A4_лаб.dwt.

Створіть два шари з іменами "Текст" та "Штрихування", типом лінії Continuous та відмінними один від одного кольорами.

Робота з текстом, створення стилів

3. Зробіть шар із ім'ям "Текст" поточним. 4. Створіть стиль для написання тексту російськими літерами.

Вікно "Стилі тексту" можна відкрити з меню Формат  Стиль тексту... або натисканням кнопки у вигляді маленької стрілки  на вкладці Інструкції (рис. 1).

Відкривається вікно "Стилі тексту", у діалогових віконцях якого Ви встановите параметри шрифту (рис. 1).

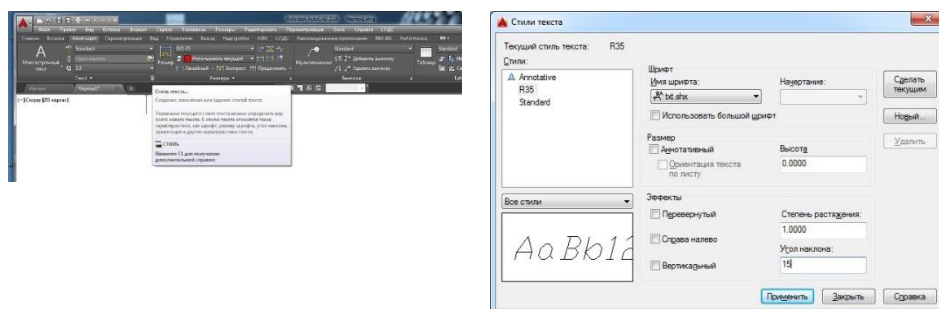


Рис. 1. Вікно "Стилі тексту"

Стиль визначає параметри шрифту: формат написання та тип шрифту, кут нахилу шрифту, його висоту та інші ефекти. Стиль Ви створюєте самі, використовуючи у своїй файлі, у якому зберігається той чи інший шрифт.

Натиснувши клавішу "Новий...", введіть ім'я стилю. Ви можете встановити його довільно, ім'я значення не має, але для зручності роботи пропонуємо позначити його як R35, натисніть ОК. Ім'я файлу шрифту вибирається у відповідному вікні. Відповідним буде файл з ім'ям txt.shx. Кут нахилу – 15 (у градусах щодо вертикалі). Ступінь розтягування (за замовчуванням) – 1. Натисніть "Застосувати". Тепер R35 – поточний стиль.

Висота символів визначається нульовою. Це робиться для того, щоб не задавати багато стилів із різною висотою символів. У разі завдання нульової висоти остання запитуватиметься безпосередньо під час введення тексту. Якщо символи мають відрізнятися як висотою, а й іншими параметрами, то їм треба буде створити спеціальні стилі.

5. Для введення тексту викликається команда Текст.

(Команда ТЕКСТ показує текст, що набирається не тільки в командному рядку, але і в графічній зоні екрана і дозволяє вводити текст, що складається з декількох рядків). Меню: Малювання □ Текст □ Однорядковий.

_text

Поточний стиль тексту: "R35" Висота тексту: 2.5000 Анотація: Ні

Вирівнювання: зЛіва

Вкажіть початкову точку тексту або [Вирівнювання/Стиль]:У

Задайте в контекстному меню (права кнопка миші) опцію Вирівнювання.

Виберіть у списку опцію зЛева.

Задайте

параметр

[сЛева/Центр/впРаво/впИсанный/середина/Поширине/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]:

Л

Вкажіть початкову точку тексту:Висота <2.5000>: 5<Enter>

Кут повороту тексту <0>:<Enter>

Далі слід надрукувати перший рядок згідно з рис.3.

зліва- Запитується початкова точка і текст вирівнюється по ній.

Центр– запитує центральна точка, і текст центрується щодо неї. впРаво – запитується точка і з ній вирівнюється текст правою

кордону.

вписаний- Запитуються дві точки, і між ними розміщується текст. Висота тексту змінюватиметься відповідно до пропорцій шрифту. Середина – запитуються центральна точка, і щодо неї цін-

тується текст. Вона є серединою і за висотою рядка також.

По ширині- Розміщення тексту, як у попередній опції. Висоту треба задати у діалозі.

ВЛ– по верхньому краю найвищої літери та ліворуч у точці вставки;

ВЦ– по верхньому краю та вирівнювання по центру;

ВП– по верхньому краю та праворуч у точці вставки;

СЛ- середина по висоті та ліворуч у точці вставки;

СЦ- вирівнювання по центру по вертикалі та горизонталі;

СП- середина по висоті та праворуч у точці вставки;

НЛ- по нижньому краю нижніх елементів букв і вліво; НЦ – по нижньому краю та по центру; НП - по нижньому краю та вправо.

Під час роботи з цією командою з'являється запит кута – це кут нахилу всього рядка, а не символів у рядку.

Завершується команда подвійним натисканням кнопки <Enter>.

Самостійно введіть усі рядки тексту згідно з вказаними (рис. 3) опціями. Координати точок введення задаються мишкою довільно, але так, щоб весь текст вмістився на кресленні.

Деякі шрифти підтримують коди керування та спеціальні символи, які можна задати, включивши в текстовий рядок керуючі послідовності. Наприклад:

%%o – перемикання режиму надкреслення (Увімк./Вимкнено);

%%u – перемикання режиму підкреслення (Увімк./Вимкнено);

%%d – спеціальний символ "градус" (°); %%p – спеціальний символ "допуск" (±);

%%c – спеціальний символ "діаметр" (Ø); %%% - Висновок одиничного символу відсотка;

%% nnn – спецсимвол з десятковим кодом nnn.

Заповніть штамп на кресленні так, як показано на рис.3. Під час заповнення штампу змінійте висоту тексту залежно від того, яку колонку штампу заповнюєте.

Робота з командою "ШТРИХІВКА"

Вимкніть шар "Текст", зробіть поточним шар "Штрихування".

Побудуйте контури для штрихування довільних розмірів згідно з рис. 4.


При виконанні штрихування:

контур штрихування завжди може бути замкнутий, тобто. при виділенні контуру повинні виділятися тільки ті примітиви, які обмежують цей контур і ніякі інші, інакше штрихування виконається неправильно;

для створення замкнутого контуру слід використовувати команду КОНТУР або обвести цей контур полілінією нульової ширини, будуючи її на іншому допоміжному шарі, щоб потім можна було її видалити, не торкаючись самого креслення;

штрихування розглядається AutoCADом як єдиний об'єкт і при видаленні видаляється вся, а не окремі її відрізки.

штрихування виконувати на окремому шарі

10.1. Спробуйте виконати команду ШТРИХІВКА. Меню Малювання □ Штрихування... або кнопка  на панелі інструментів. Буде викликано команду _hatch. У графічній області натисканням правої кнопки миші викликається контекстне меню і там пункт Параметри.

Відкриється вікно діалогу Штрихівка та градієнт.

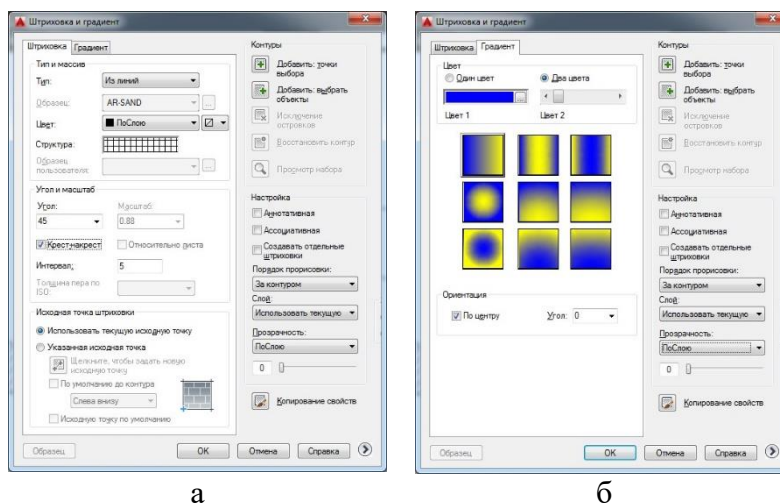


Рис. 2 Вікно діалогу Штрихівка та градієнт

На вкладці "Штрихування" (рис.2а) вибір файлу з малюнком штрихування або завдання користувача варіанта виду штрихування.

На вкладці "Градiєнт" (рис.2б) призначення контурів штрихування.

Вибравши тип штрихування та натиснувши клавішу "Додати: вибрати об'єкти", вкажіть прицілом на кресленні контур штрихування – клацніть лівою клавішею миші на примітивах, що обмежують цей контур. Вибір завершіть натисканням правої клавіші миші або <Enter>. Можна просто встановити точку всередині контуру штрихування.

Якщо сегмент заштрихований неправильно, це сталося через неправильно вибраного контуру. Іноді неправильне штрихування можна відредагувати. Якщо це неможливо, видаліть неправильне штрихування.

10.2. Обведіть сегмент полілінією:

створіть допоміжний шар, зробіть його поточним;

Використовуючи команду ПОЛІЛІНІЯ та об'єктні прив'язки, обведіть область, яку потрібно заштрихувати, полілінією нульової товщини.

Зробіть знову шар з ім'ям "Штрихування" поточним і заштрихуйте сектор так само, як вказувалося в п.10.1. Переконайтеся, що штрихування виконане правильно.

Вимкніть допоміжний шар.

Заштрихуйте прямокутник (рис. 4а), використовуючи у вікні Штрихування та градієнт "Тип" не "Стандартний", а "З ліній". Тоді потрібно задати кут нахилу ліній штрихування та відстань між ними у вікнах "Кут" та "Інтервал". Якщо потрібно, поставте прапорець у вікні "Хрест-навхрест". Після цього задайте контур штрихування та виконайте команду.

Заштрихуйте інші контури креслення (b, c, d, e, f) тип штрихування "Стандартний". Вибирайте зразки з типами штрихування, показаними на рис. 4. Проблема полягає в тому, що ви повинні встановити масштаб штрихування. До вибору масштабу слід поставитися дуже уважно - якщо він занадто малий, то штрихування виглядатиме суцільною заливкою, а якщо великий, то штрихування взагалі не буде збудовано. Штрихування контуру (g) на рис.4 зроблено типом "З ліній". Задані різні кути та інтервали.

Листів напису					Вирівнювання ліворуч			Вирівнювання праворуч				
	Староб. N				<p style="text-align: center;"><i>Вписаний</i></p> <p style="text-align: center;">За шириною (Fit)</p> <p style="text-align: center;">Центр-текст відцентрований</p> <p style="text-align: center;">Середина</p> <p style="text-align: center;">Керуючі послідовності:</p> <p style="text-align: center;">$\varnothing=200\pm 1\text{мм}; 90\%; t=-10^\circ$</p>							
Листів у дано												
Кв. N												
Вказ. кв. N												
Листів у дано					<i>Практична робота</i>							
					ТЕКСТ			Лист			Масштаб	
Мм. Лист				N форм.				Лист			Дата	
Розроб.				МНУА			Лист			Листов		
Лист												
7. контр.												
N контр.												
Утв.				<i>Корисен</i>			<i>Стр. 44</i>					

Рис. 3 Рамка креслення

Побудова таблиць.

1. Створіть стиль таблиці. Для цього в меню Формат □ Стилі таблиць... відкрийте вікно Стилі таблиць.

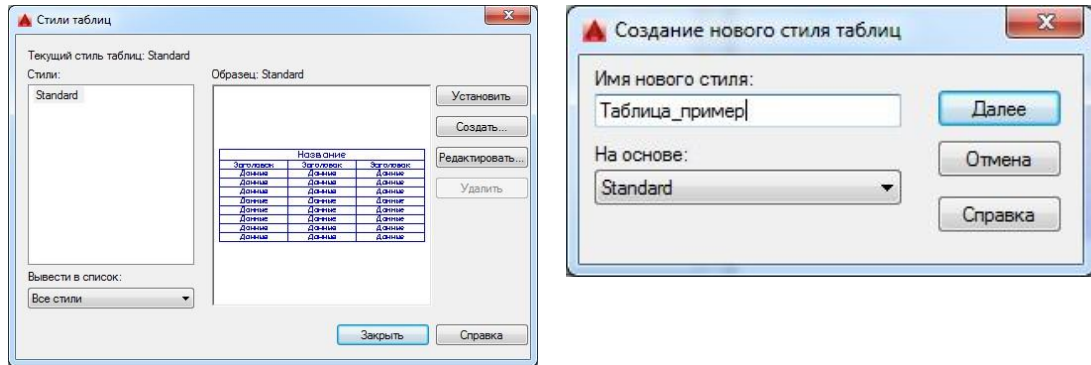


Рис. 5. Стилі таблиць

2. Введіть ім'я нового стилю, натисніть "Далі", відкриється вікно Новий стиль таблиць

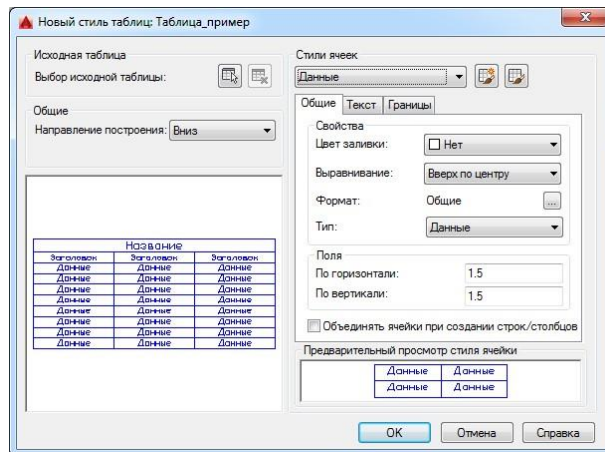


Рис. 6. Новий стиль таблиць

Послідовно відкриваючи закладки стилів осередків "Загальні", "Текст", "Кордони" для розділів "Дані", "Заголовок" та "Назва", Ви можете налаштувати необхідний стиль оформлення таблиці.

Крім наявних (Назва, Заголовок, Дані), відкривши вікно Управління стилями осередків, можете створити новий стиль осередків (рис. 7).

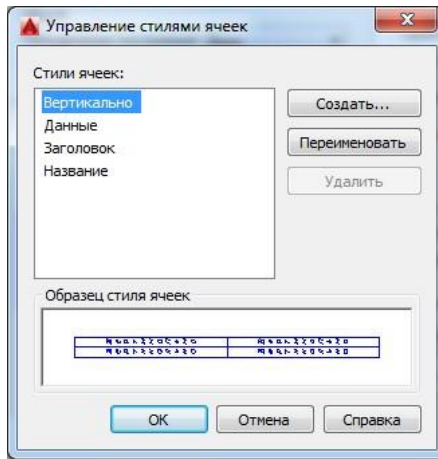




Рис. 7. Управління стилями

Навіть якщо новий стиль не створено, буде використано за промовчанням стиль "Standard". Усі зміни можна зробити безпосередньо при побудові самої таблиці.

Створіть новий файл із вкладки "Початок" "Без шаблону – метричні одиниці вимірювання". Створіть шар "Таблиці" та побудуйте на цьому шарі прямокутник формату A4, лівий нижній кут у точці (0,0).

Викличте з меню Малювання  Таблиця... або з панелі інструментів кнопка . Відкриється вікно Вставка таблиці (рис. 8).

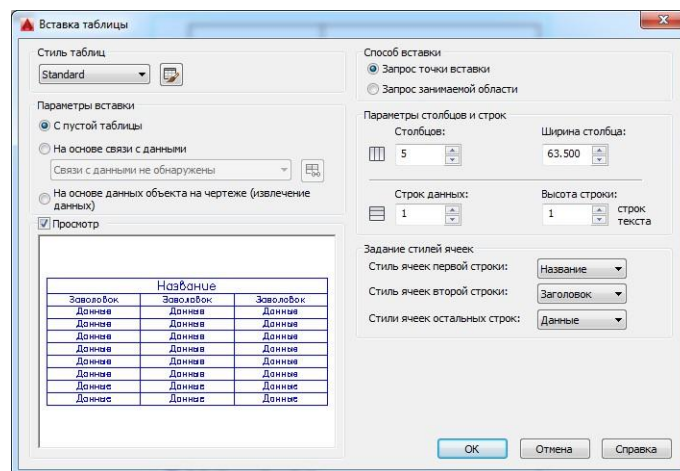


Рис. 8. Вставка таблиці

Побудуйте таблиці аналогічно рис. 9.

Технические данные					
Передачное число		u	3,15	4	5
Параметры эпоцикления	Модуль нормальный, мм	m	2,25	2	1,75
	Число зубьев	z_1	13	11	10
	Число зубьев	z_2	41	45	51
	Угол наклона линии зуба в середине зубчатого венца	β	35°		
Крутящий момент на тихоходном валу, Н·м	T_n	125 (при частоте вращения высокходного вала 1500 мин ⁻¹)			
Допускаемая консольная нагрузка на тихоходном валу, Н, при схеме сборки	F_k				
	1,2		1400		
	3		700		
Масса, кг			23,1		

Общее передачное число		u	12,5	16	20	25	31,5	Крутящий момент на тихоходном валу, Н·м	300	
Параметры эпоцикления	Передачное число	u_0	3,15	4	5					Максимальная частота вращения высокходного вала, мин ⁻¹
	Нормальный модуль	m_n	2,25	2,0	1,75					
	Число зубьев	z_1	13	11	10					
		z_2	41	45	31					
	Угол наклона и тип зуба	β	35°, зуб круговой							
	Исходный контур		ГОСТ 16282-81							
Степень точности		B-7-7-8 ГОСТ 1643-81								
Параметры эпоцикления	Передачное число	u_0	4		5		63	Допускаемая консольная нагрузка на тихоходном валу, Н, при схеме сборки	5600	
	Нормальный модуль	m_n	2,5							
	Число зубьев	z_1	19		16		13			
		z_2	77		80		83			
	Угол наклона	β	35°15'37"							
	Исходный контур		ГОСТ 13733-81							
Степень точности		B-7-7-8 ГОСТ 1643-81								
			Масса, кг						25	
									70	

Исполне ние	Червячное колесо	Червяк
I	$n=5, z_2=39$	$n=5, z_1=1, q=9$
II	$n=3, z_2=39$	$n=5, z_1=2, q=10$
III	$n=6, z_2=31$	$n=6, z_1=1, q=9$
IV	$n=6, z_2=31$	$n=6, z_1=2, q=9$
V	$n=6, z_2=31$	$n=6, z_1=3, q=9$

Рис. 9. Побудова таблиць

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ПРОСТАНОВКА РОЗМІРІВ

Мета роботи

Навчитися правильно наносити розміри на креслення.

В результаті виконання практичної роботи Ви повинні вміти 1. Працювати із розмірними стилями.

Користуватись командами нанесення розмірів.

Редагувати розміри.

ЗАВДАННЯ

Почніть нове креслення за допомогою файлу-шаблону з ім'ям A4_лаб.dwt, розташованого в папці \Template\.

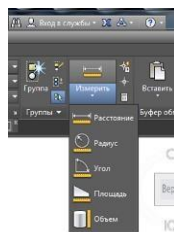
Створіть необхідні шари (наприклад «Осі», «Побудова», «Розміри», «Штрихування» тощо). Кольори поставте на свій розсуд, враховуючи при цьому, що колір розмірів повинен бути контрастним кольору контуру деталі.

Виконайте креслення деталі, наведеної на рис.11. При побудові використовуйте «Тимчасовий трекінг» – вказівку точки щодо послідовності ортогональних зсувів.

У шарі «Осі» провести осьові лінії.

Провести побудови у шарі «Побудова».

Для довідок про координати та вимірювання відрізків використовуйте кнопки на панелі інструментів «Виміряти».



Створіть окремий стиль шрифту розмірних чисел.

Встановіть потрібні опції постійної об'єктної прив'язки.

Перейдіть до шару «Розміри».

Проставлення розмірів досить трудомісткий процес. Для його полегшення слід зробити налаштування відповідно до вимог ЕСКД, поставивши розмірний стиль.

Діалогове вікно налаштування розмірного стилю (див. мал.2). «Диспетчер розмірних стилів» викликається з меню Розміри Стиль... або Формат Розмірні стилі або кнопкою на вкладці «Анотації» Розміри або кнопкою на панелі інструментів Розміри (див. рис. 1).

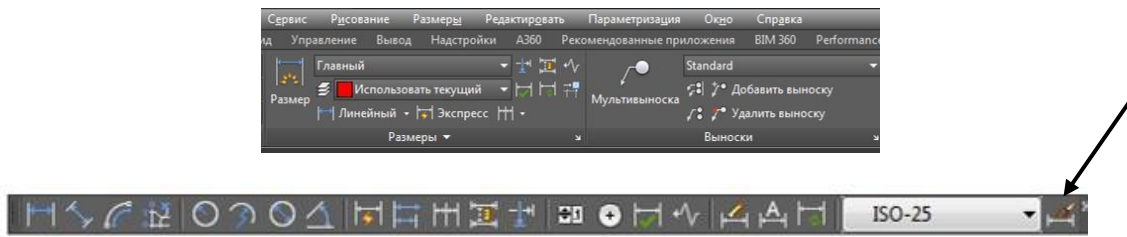


Рис.1. Панелі інструментів Розміри

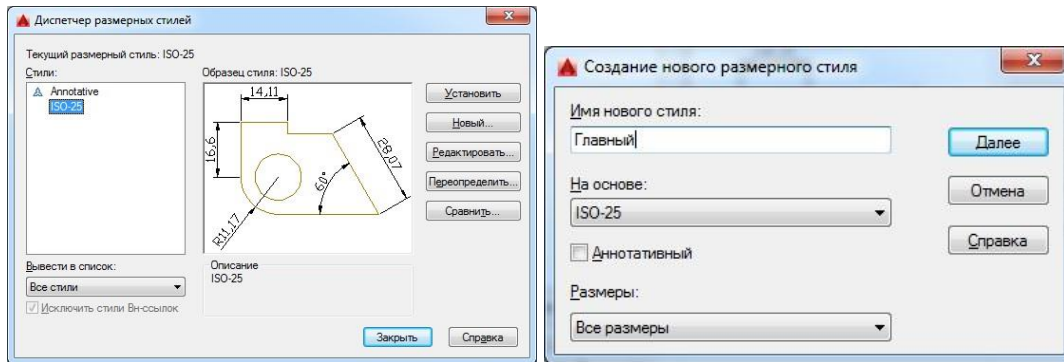


Рис. 2.

Розмірний стиль – це названа сукупність значень всіх розмірних змінних, що визначає вид розміру малюнку. Всі розміри створюються за допомогою поточного розмірного стилю.

У вікні Диспетчер розмірних стилів можна визначати нові стилі та модифікувати існуючі.

Щоб створити новий розмірний стиль, натисніть кнопку "Новий". У діалоговому вікні (рис.2) задайте ім'я нового стилю і встановіть той стиль, який збираєтеся взяти за основу. Натисніть Далі.

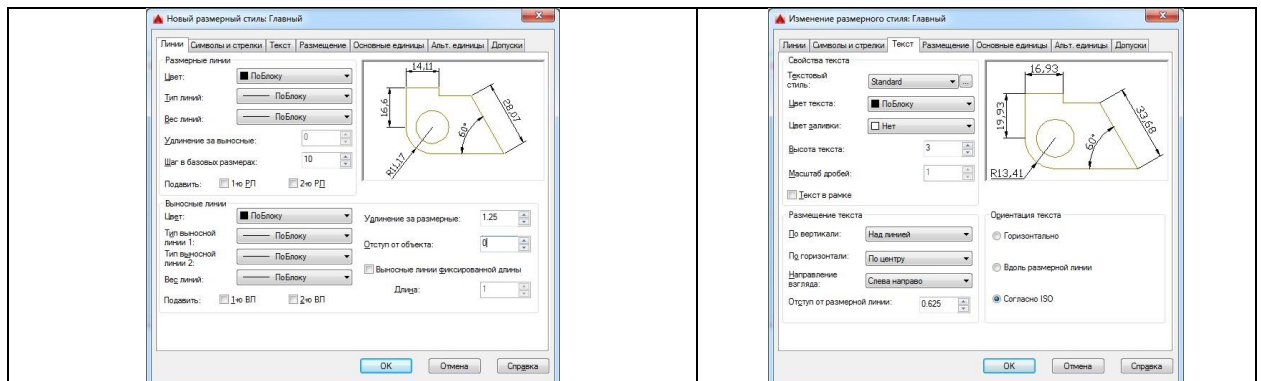


Рис.3. Діалогове вікно вкладка "Линії та стрілки"

Рис.4. Діалогове вікно вкладка "Текст"

Діалогове вікно на рис.3: вкладка "Линії та стрілки", дозволяє визначити зміни для розмірної та виносних ліній, вкладка "Символи та стрілки" - для розмірних стрілок, маркера центру кола та ін.

Діалогове вікно на рис.4, вкладка "Текст", дозволяє визначити розміщення розмірного тексту та задати текстовий стиль для розмірного напису.

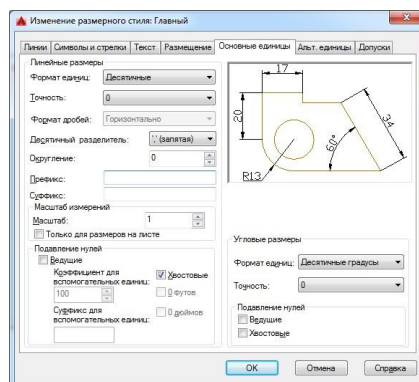







Рис.5. Діалогове вікно вкладка "Основні одиниці"


На вкладці "Основні одиниці" (рис.5) встановлюється формат одиниць, точність, а також, за потреби, вносяться додаткові написи до або після розмірного значення. Наприклад, коли потрібно поставити значок діаметра перед числом на лінійному розмірі (на діаметральному розмірі значок ставиться автоматично).

На решті вкладок відкриваються вікна для встановлення альтернативних одиниць, налаштування характеру розміщення стрілок та написів у стиснених місцях креслення, допусків.

Створіть на базі стилю Головний стилі для проставлення: розміру з префіксом у вигляді значка діаметра, розміру без полички – на прямій лінії, розміру з допуском, фаски (2x45o), розміру без виносної лінії, розміру з префіксом "0...", розміру, що дозволяє будувати виноску


Для проставлення розмірів служать меню, плаваюча панель інструментів і екранне меню. Плаваюча панель інструментів представлена на рис.1.

У цій роботі будуть використовуватися піктограми побудови лінійного розміру , діаметра , кутового розміру , розміру від озагальною бази, розмірного ланцюга , лінії-виноска .

При нанесенні лінійних розмірів 

Вказати прицілом на початок першої виносної лінії та натиснути ліву клавішу миші, потім також вказати початок другої виносної лінії.

Встановити прицілом положення розмірної лінії та положення тексту на ній. За промовчанням ставиться вимірне значення.

Базовий  проставляє розміри, використовуючи як базову точку першу виносну лінію останнього лінійного розміру. Команда працює, коли вже запроваджено один розмір (рис.6). Якщо попередній введений розмір був не лінійний, або у відповідь на попередній запит було натиснуто клавішу <Enter>, у командному рядку з'явиться пропозиція:

Виберіть вихідний розмір: Вкажіть мишкою на першу виносну лінію наявного лінійного розміру.

Потім, після запиту AutoCAD, задайте початок другої виносної лінії і розмір буде нанесений на креслення. AutoCAD запросить початок наступної виносної лінії. Таким чином, можна швидко створити кілька розмірів від загальної бази. Розмір "a" ставиться як лінійний.

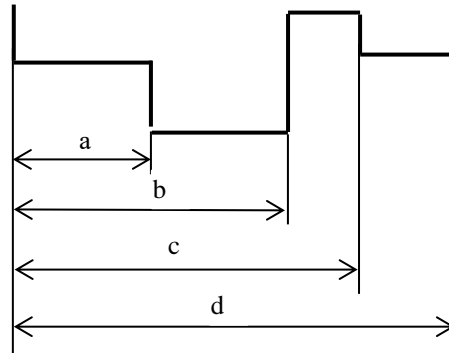



Рис. 6. Лінійний

Ланцюг  (рис.7) проставляє ланцюжок розмірів (горизонтальних та вертикальних).

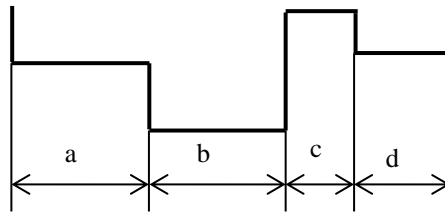




Рис. 7. Ланцюг

Дії ті самі, що й у попередньому випадку: спочатку ставиться перший лінійний розмір.

7.4. Вибравши Діаметр , Ви наносите розмір діаметра кола або дуги, вказавши мишею потрібне коло. Розмірний текст за замовчуванням починається зі знака Ø.

7.5. При нанесенні кутових розмірів, якщо у відповідь на запит у командному рядку Виберіть дугу, коло, відрізок або <вказати вершину>: натиснути <Enter>, AutoCAD вимагатиме вказати вершину, а потім першу та другу кінцеві точки кута. Після цього треба зазначити положення розмірної дуги. 8. Лінії-виноска наносяться на креслення за допомогою команди Мультивиноска. Вона може бути викликана з вкладки "Анотації" 



Виноски, а також з панелі мультивиноска.

Значення параметрів ліній виноска встановлюються в діалоговому вікні

Диспетчер стилів мультивиноска, яке відкривається після натискання кнопки, вказаної

стрілкою на панелі мультивиноски, або меню Формат □ Стиль мультивиноски або кнопкою у вигляді маленької стрілочки на вкладці "Анотації".

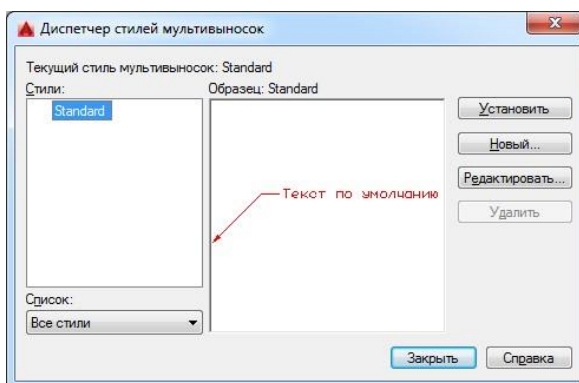


Рис.8. Диспетчер стилів мультивиноска

На вкладках вікна Диспетчер стилів мультивиноска встановлюються параметри мультивиноска, що дозволяє задати зовнішній вигляд лінії, стрілки та тексту.

9. Якщо потрібно змінити текст або існуючі розмірні примітиви, користуйтеся командами редагування розмірів




Команда Редагувати розмір – редагування розмірного тексту та виносних ліній. Запит у командному рядку має такий вигляд:


Операція редагування розмірів
 [Повернути/Новий/Повернути/нахилити]<Повернути>:

Повернути – повертає текст до вигляду відповідно до установок стилю.

Новий – дозволяє надрукувати новий текст замість існуючого.

Повернути – повертає текст напису. Нахилити - нахиляє виносні лінії.

 Команда Редагувати текст - переносить та повертає розмірний текст, змінює розташування розмірної лінії.

 Оновити розмір – оновлює розмір відповідно до поточного розмірного стилю.

10. Можна редагувати один розмір у вікні Властивості (рис.9).

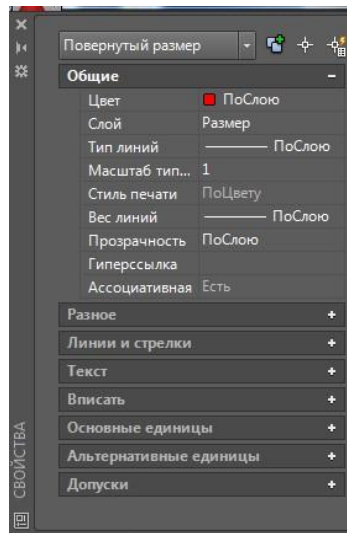


Рис. 9. Вікно Властивості

Відкривається або з контекстного меню командою Властивості, або натискається маленька стрілочка в нижньому правому куті панелі Властивості на вкладці Головна (рис.10).

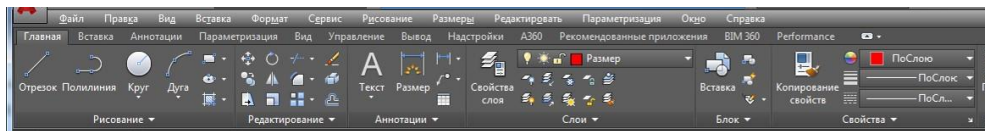


Рис.10. Властивості на вкладці Головна

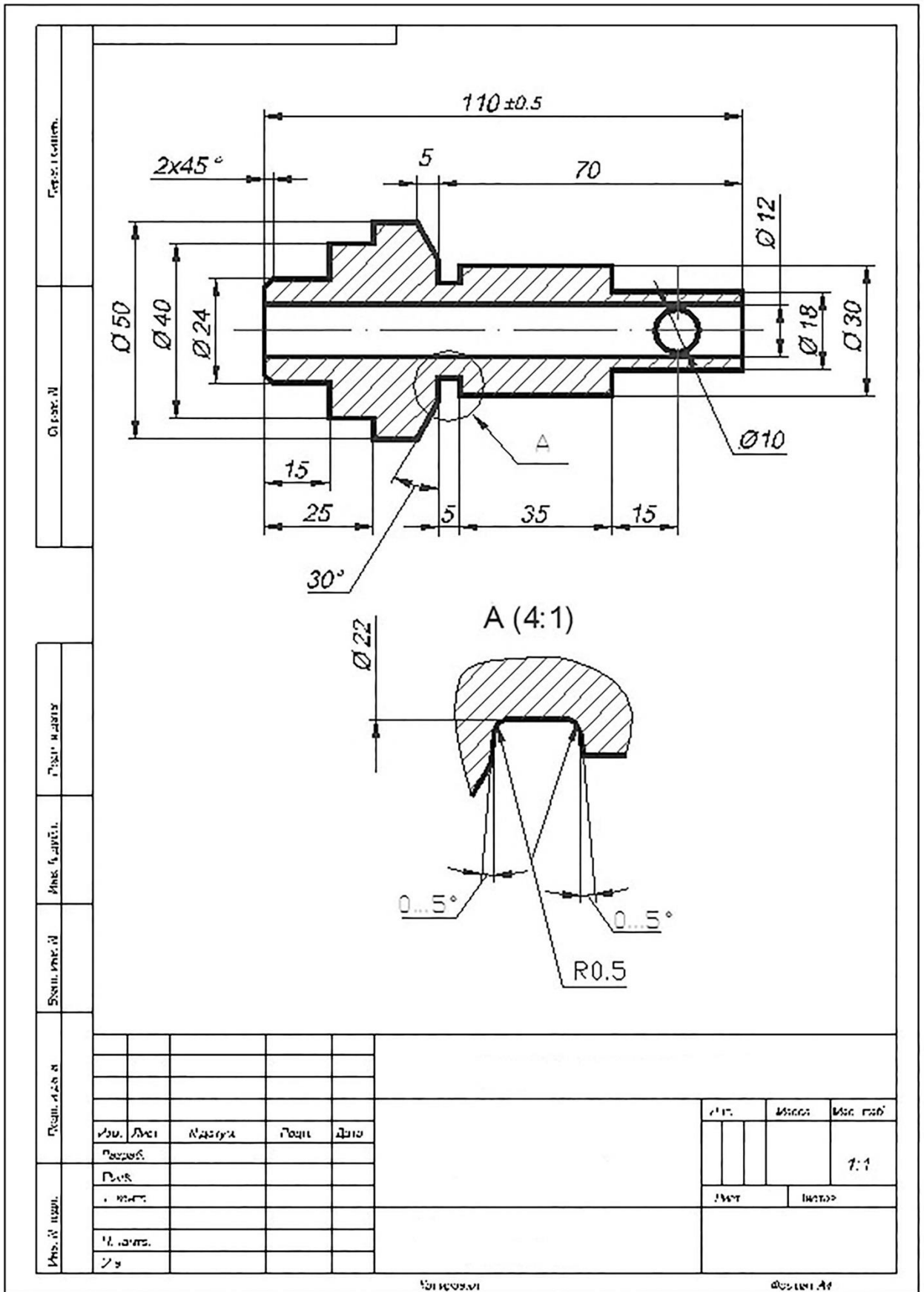


Рис. 11. Приклад креслення

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7
РЕДАГУВАННЯ КРЕСЛЕНЬ.
КОРИСТУВАЛЬНА СИСТЕМА КООРДИНАТ.
ПІДГОТОВКА КРЕСЛЕННЯ ДО ВИСНОВКУ НА ДРУК

Мета роботи

Закріпити знання, отримані щодо теми "Редагування креслень". Навчитися створювати Користувацькі системи координат. Підготовляти креслення до друку.

В результаті виконання практичної роботи Ви повинні вміти

Вибирати об'єкти для редагування;

Переміщати, копіювати, масштабувати набір об'єктів;

Здійснювати поворот набору об'єктів;

"Витягувати" об'єкти;

редагувати за допомогою ручок;

Редагувати за допомогою кнопки "Властивості".

Створювати систему координат.

Підготувати креслення у просторі листа до виведення на друк.

ЗАВДАННЯ

Почніть нове креслення за допомогою файлу-шаблону з ім'ям A4_лаб.dwt.

У новому кресленні за умовчанням встановлено Світову систему координат (ССК).

Знак її знаходиться у лівому нижньому куті графічного поля (рис.1), якщо в межах видимості на екрані в графічному полі немає початку координат – крапки з координатами (0,0). Знак МСК прив'язаний до початку координат, якщо точка з координатами (0,0) є в межах видимості в графічній зоні (і якщо для знака зроблено відповідні установки).

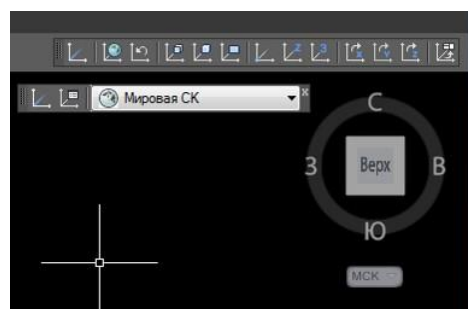
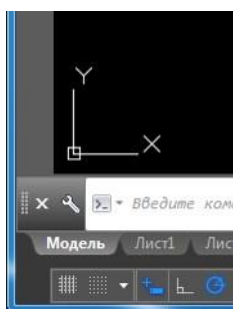


Рис. 1. Знак Світової систему координат Рис. 2. Робота з системою координат

Як правило, лівий нижній кут рамки креслення пов'язаний із точкою (0,0). Це не завжди зручно, і іноді початок координат потрібно перемістити, наприклад, приєднати до будь-якого об'єкта креслення, або якщо у файлі не один креслення, у кожному з них

створити свій початок координат. Тому краще створити Користувальницьку систему координат (КСК) (або кілька), присвоїти їй ім'я і, при необхідності, переходити до неї.

Для створення КСК виберіть з меню меню Сервіс □ Нова КСК □ Початок (рис. 3). У відповідь на запит у командному рядку задайте координати нового початку координат, або вкажіть об'єкт мишкою на кресленні.

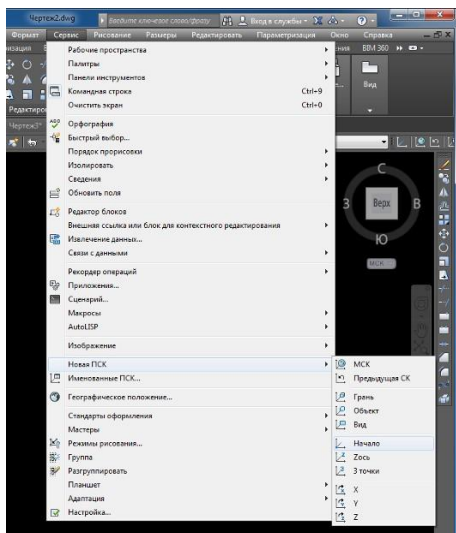


Рис. 3. Користувальницьку систему координат

Команда: `_ucs`

Поточна ПСК: * СВИТОВА *

Початок ПСК або [Грань/іменована/Об'єкт/попередня/Вигляд/Світ/X/Y/Z/ZВісь] <Світ>:

Крапка на осі X або <прийняти>: Вкажіть точку або задайте координати.

Тут задайте точку всередині рамки у верхньому лівому куті штампу.

Точка на площині XY або <прийняти>:<Enter>

У меню виберіть пункт Сервіс □ Іменована ПСК. У діалоговому вікні ПСК, що відкрилося, на вкладці "Іменовані ПСК" (рис. 4) будуть присутні імена всіх раніше створених іменованих ПСК. Поточна ПСК з'явиться у списку під ім'ям "Без імені". Клацніть на цьому імені та замініть його назвою, присвоєною Вами новій системі координат. Натисніть кнопку ОК.

Переконайтеся, що на початку координат креслення стоїть піктограма не світової системи координат, а користувача. Перевірте, чи у вікні ПСК на вкладці "Режими" повинні стояти прапорці "Вкл", "На початку ПСК".

Все це можна робити, відкривши панелі інструментів ПСК і ПСК-2, меню Сервіс □ Панелі інструментів □ AutoCAD □ ПСК (ПСК-2) (рис.2). У вікні панелі "ПСК-2" відображається поточна система координат і там можна, відкривши список всіх систем координат, переходити від однієї до іншої.

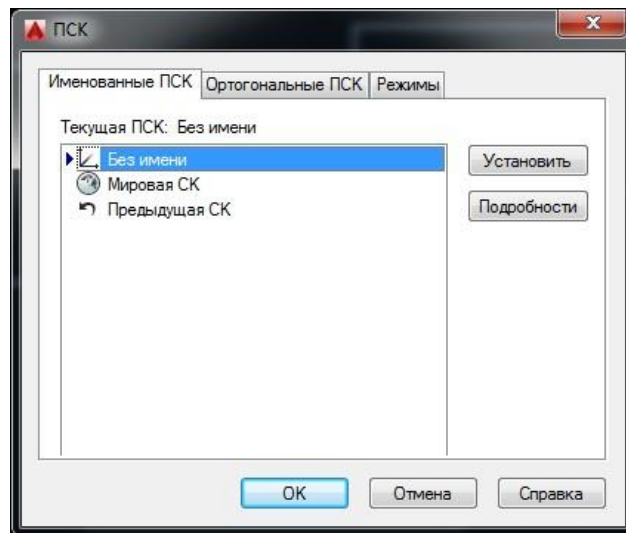




Рис. 4. Створення Користувальницьку систему координат

Створіть шари - "Осьові", "Побудови", "Штрихування", "Обведення", "Додатковий". Кольори поставте на свій розсуд. Створіть креслення, наведене малюнку 7.

Порядок виконання креслення.

Побудуйте в шарі "Побудови" коло 2 радіусом 1,5 мм (координати центру 75,150).

Побудуйте копію кола 2 за допомогою команди Копіювати, для цього скористайтесь кнопкою  Копіювати на вкладці Головна  панель інструментів "Редагування". Тепер


командою МАСШТАБ кнопка Масштаб  збільште копію вдесятеро. Отримано коло 1.

Побудуйте в шарі "Штрихування" опору 13 щодо кола 1.

Скопіюйте коло 2 для побудови повзуна 3 і розташуйте копію на відстані, що дорівнює довжині важеля і під кутом 38о. (Відстань між центрами кіл дорівнює довжині важеля).

Довжина важелів (від центру до центру шарнірів): 6 – 68 мм, 7 – 103 мм, 8 – 103 мм, 9 – 23 мм.

У шарі "Штрихування" побудуйте повзун 3 (прямокутник 6х10 мм).

Виберіть повзун 3 (разом із шарніром та віссю) за допомогою січної рамки, скопіюйте його та копію помістіть у позицію 5. Кут між важелем 7 і вертикальною віссю дорівнює 25о. 4.8. Скориставшись кнопкою  Повернути, поверніть копію на 90°. (Базовою точкою буде центр кола).

Побудуйте шарнір 10 (скопіюйте його з повзуна 5 на відстань 103 мм під кутом 25о з горизонтальною віссю) та шарнір 11 (кут 30о між важелями 8 та 9).

Побудуйте важелі 6, 7, 8, 9, з'єднавши центри шарнірів.

Побудуйте в позиції 4 опору (трикутник рівносторонній, сторона – 8 мм, штрихування у прямокутнику довільних розмірів). 4.12. Побудуйте коло 12 (траєкторію руху кінця кривошипа): центр – у центрі шарніра 11, радіус – клацання лівої клавіші миші у центрі шарніра 10.

Щоб розмножити групу примітивів, які на кресленні зображені триразово, погасимо (або заблокуємо) шари "Штрихування" та "Осьові", потім об'єднаємо об'єкти в групу.

З панелі інструментів "Групи" на вкладці "Головна" виберіть рядок "Диспетчер груп" (рис.5).

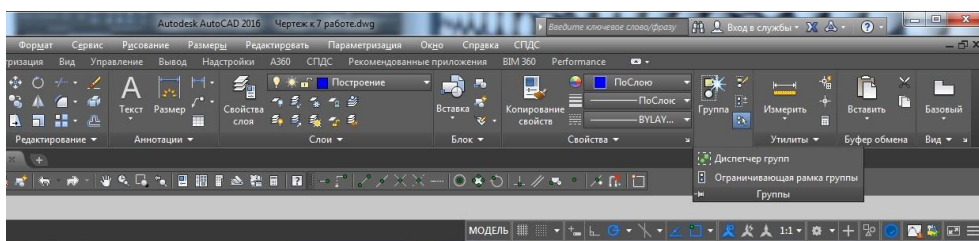


Рис. 5 Диспетчер груп

Відкриється вікно групи об'єктів (рис.6).

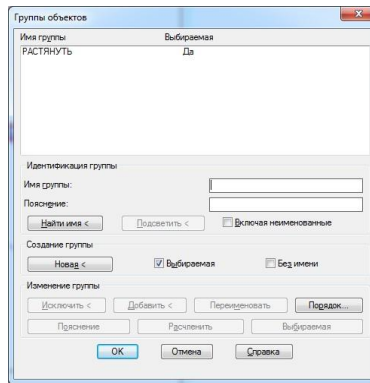



Рис.6. Вікно групи об'єктів

У полі "Ім'я групи" введіть ім'я (Розтягнути), натисніть кнопку "Нова" і за допомогою рамки, що січе, виберіть об'єкти для групування. 5.2. Викличте команду Копіювати , виберіть об'єкти для копіювання, вказавши мишею на будь-який елемент групи. Створіть дві копії вибраної групи. Розташуйте першу копію, посунувши її горизонтально, на відстані 4 мм, а другу на відстані 8 мм від початкової групи. В якості базової точки використовуйте центр кола 2. 5.3. Розташуйте отримані копії так, як зазначено на малюнку (рис.7). Попередньо визначте точки перенесення шляхом побудови допоміжних кіл, радіусами рівними довжинам важелів.

5.4. Для перенесення клацніть на будь-якому елементі групи. Вибраними об'єктами можна маніпулювати за допомогою ручок – маленьких квадратиків, які висвічуються у визначальних точках об'єктів. Для редагування за допомогою ручок вибирається одна ручка, яка розглядається як базова точка операції редагування. У цьому відбувається перехід до режимів редагування з допомогою ручок, тобто. об'єкти можна розтягувати, переносити, повертати, масштабувати та відбивати. Перемикачі ручки з одного режиму до іншого можна вибираючи потрібний з контекстного меню.

5.5. Увімкніть усі шари і, використовуючи ручки та об'єктні прив'язки, відредагуйте отримане зображення.

5.6. Погасіть шар із допоміжними колами.

Виділіть усі елементи креслення, виконані на рис. 7 штрихпунктирною лінією (крім осьових) та призначте для них на панелі інструментів "Властивості" вкладки "Головна" тип ліній ФАНТОМ2. Для кола 12 встановіть тип ліній ПУНКТИРНИЙ2. Для осьових ліній – тип ліній ОСІВАЯ2 призначений за шаром.

Встановіть для всіх об'єктів з типом ліній ФАНТОМ2 та ПУНКТИРНИЙ2 масштаб типу ліній 0.5. Для цього виберіть всі ці об'єкти та

Виберіть із контекстного меню команду Властивості. Відкриється вікно Властивості.
У рядку "Масштаб типу ліній" встановіть 0.5.

Обведіть полілінією елементи малюнка згідно з рис.3. За допомогою полілінії намалюйте стрілки.

Заповніть штамп.

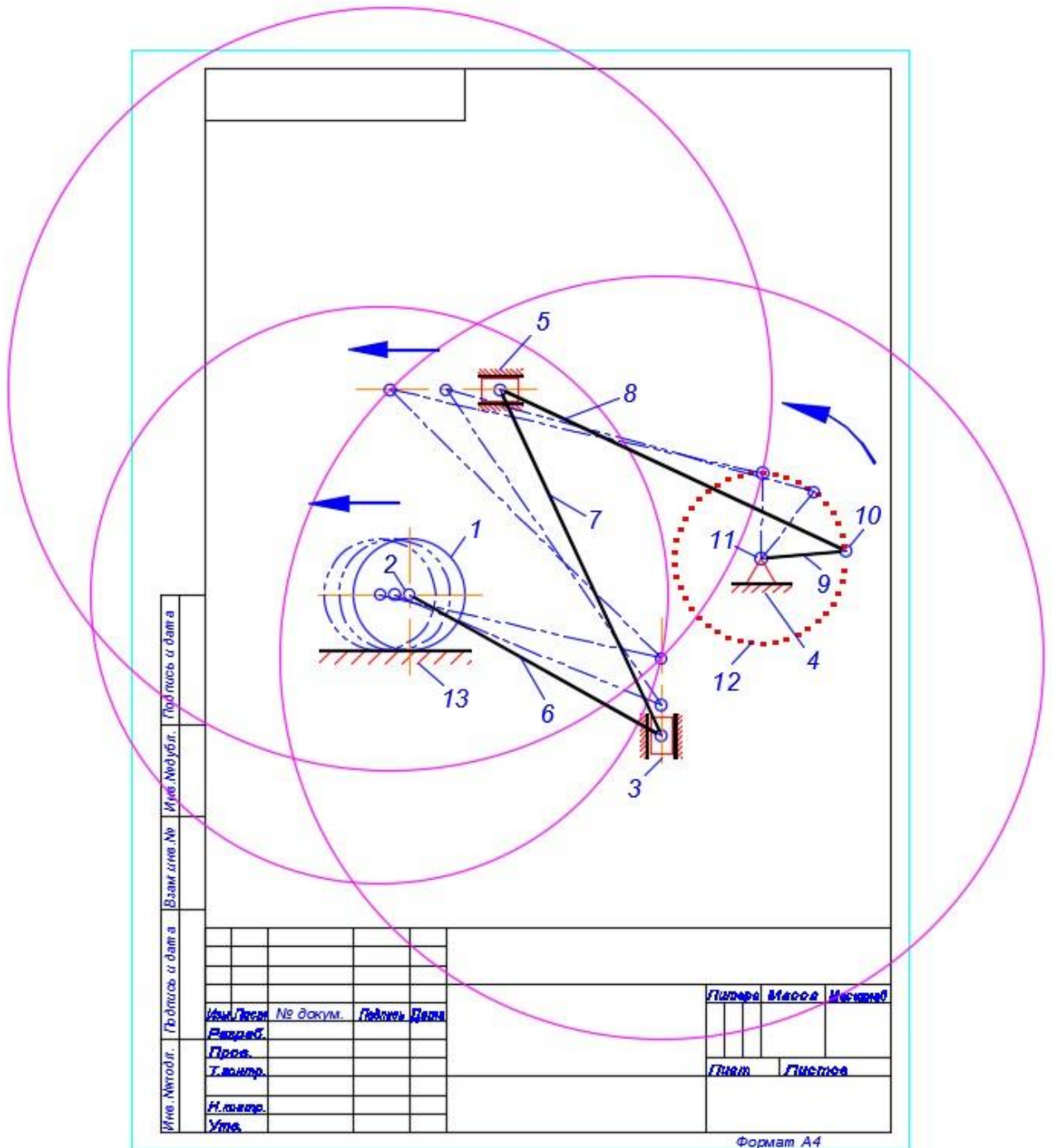


Рис.7. Приклад креслення

Зробіть налаштування для виведення креслення на друк. (Поточний шар 0).

У меню виберіть пункт Сервіс Майстра Компонування аркуша... (рис.8).
Відкриється перше вікно майстра (рис.9). Введіть ім'я компоновки в полі імені.

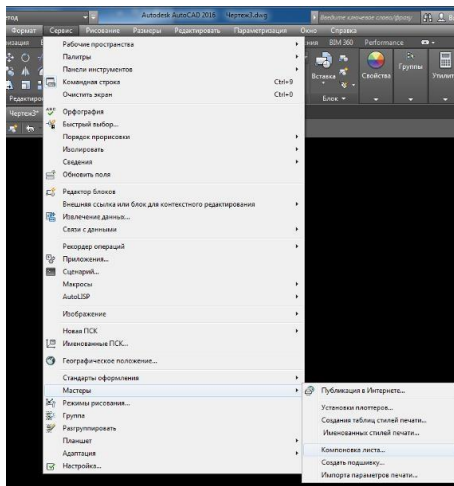


Рис.8 Компонування аркуша

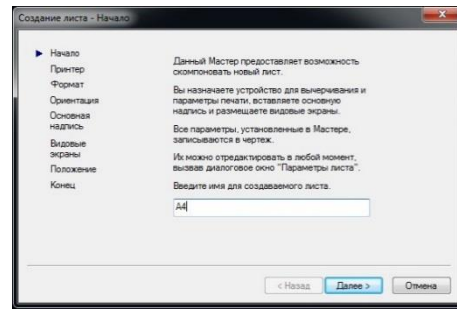


Рис.9. Створення аркуша

У другому вікні майстра вкажіть пристрій друку (принтер або плотер), на який буде виведено креслення (з'ясуйте тип доступного пристрою друку у викладача).

У третьому вікні майстра потрібно задати розмір паперового листа, на якому буде викреслено документ, та одиниці виміру.

У наступному вікні вкажіть орієнтацію креслення на аркуші – "книжкова" чи "альбомна".

Далі можна вибрати і включити в простір аркуша блок штампу, але в цій роботі виберіть рядок "Ні".

У вікні "Видові екрани" встановіть опцію компонування видових екранів на аркуші.

Варіант "Один экран" утворить єдиний плаваючий видовий екран на аркуші. У цьому вікні можна встановити масштаб представлення креслення у видових екранах (за замовчуванням – вписати).

У вікні "Положення" майстер пропонує вказати на аркуші пару куткових точок, що визначають розмір області, яка буде зайнята всіма (якщо їх кілька) видовими екранами. Натисніть клавішу "Вигляд розташування" і на аркуші мишкою вкажіть область друку. 10. Можна створити вкладку компоування та вручну, без допомоги майстра. Для роботи з компоуванням відкрийте контекстне меню клацанням правої клавіші миші на вкладці Layout1. Виберіть "Новий лист".

Буде створено вкладку "Лист1" і буде доступна вкладка "Лист" з панелями інструментів. На панелі "Аркуш" цієї вкладки натисніть кнопку "Параметри сторінки" (рис.10). Відкриється вікно Диспетчер параметрів аркушів, де натиснувши кнопку "Редагувати", у вікні Параметри листаЛист1 треба зробити всі необхідні налаштування (рис.11). (З "Моделі" можна аналогічно вищевикладеному викликати "Диспетчер параметрів аркушів" і зробити налаштування у вікні Параметри аркуша-Модель).

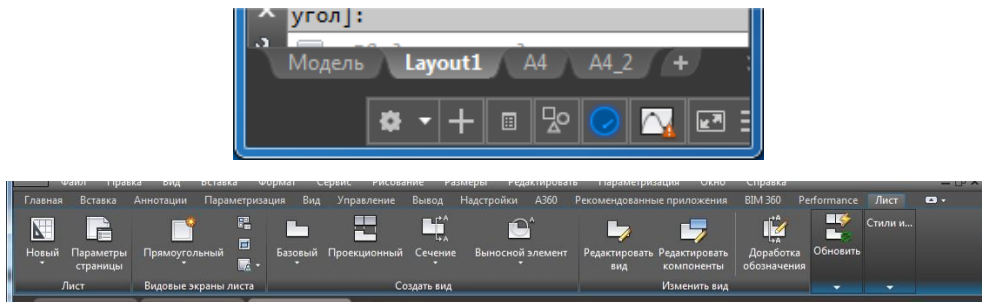


Рис.10. Панель "Аркуш" вкладки "Параметры сторінки"

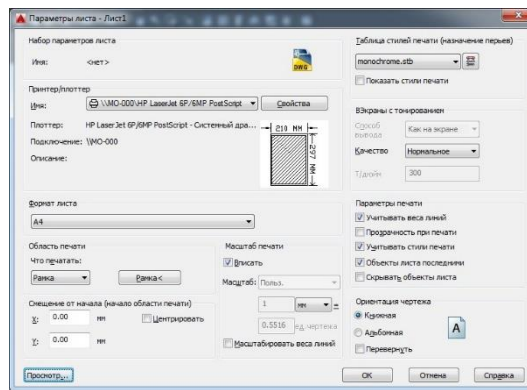


Рис.11. Параметры аркуша

Виведення на друк здійснюється (рис.12) викликом команди "Друк". Відкриється вікно діалогу Друк – Модель (або –Лист) (рис.13). У полі "Набір параметрів аркушів" "Ім'я" цього вікна встановить назву створеної Вами компоновки, всі налаштування вже будуть зроблені та параметри принтера внесені. Щоб відобразити друк, натисніть ОК.

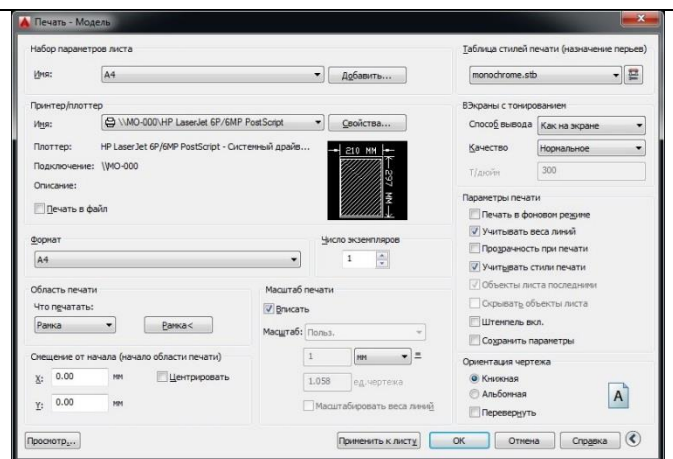
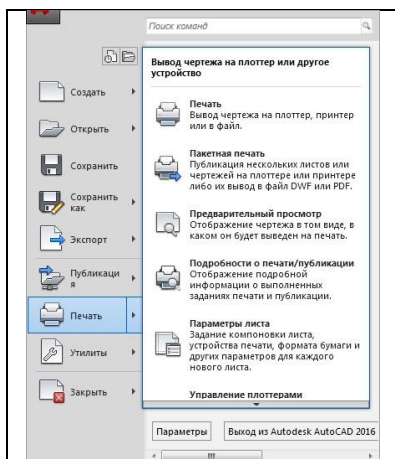


Рис.12. Виведення на друк

Рис.13. Вікно діалогу Друк

Закінчіть роботу, зберігши файл, налаштування на друк збережуться у файлі.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

РОБОТА З БЛОКАМИ ТА АТРИБУТАМИ

Мета роботи

Навчитися використовувати блоки та атрибути у кресленні. Об'єднувати об'єкти креслення в блоки та надалі модифікувати як одне ціле.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти

Об'єднувати об'єкти у блоки;

Вставляти блоки та файли в креслення;

Керувати блоками;

Працювати із атрибутами.

ПОЯСНЕННЯ

Блоки атрибути є важливою складовою автоматизованого формування креслень, вони дозволяють повторно використовувати якість створені групи об'єктів і текст, а також робити посилання на креслення. Блок AutoCAD – це один об'єкт, незалежно від кількості об'єктів, використаних для його створення. А оскільки це один об'єкт, його можна легко переміщати, копіювати, масштабувати або обертати. У разі потреби блок можна розчленувати на вихідні об'єкти.

З блоком можна працювати як і з будь-яким об'єктом креслення. Можна використовувати прив'язку до характерних точок окремих об'єктів у блоці, хоча змінювати окремі об'єкти не можна. Блок можна зберегти в кресленні або окремому файлі і надалі вставляти в будь-який креслення.

AutoCAD дозволяє приєднувати до блоку певні атрибути. Атрибути – це ярлики, пов'язані із блоком. Атрибути часто використовують для запису тексту, який належить до блоку. Прив'язувати атрибути можна лише до блоків. Вони використовуються для маркування об'єктів і для створення простих баз даних.

ЗАВДАННЯ

Підготовча частина роботи

Почніть нове креслення без шаблону, одиниці за промовчанням виберіть метричні.

Створіть шари для побудови (див. рис.1).

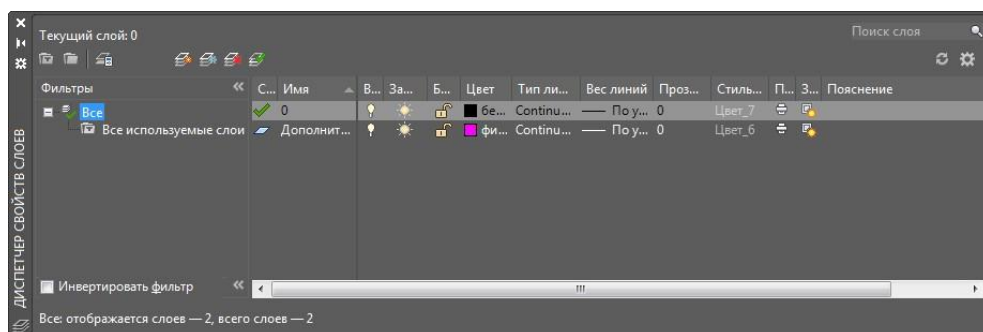


Рис.1 Шари для побудови

Встановіть ліміти формату А3.

Основна частина роботи

Вставлення блоку4. Вставте блок штампу в креслення. При цьому необхідно знати, що блок вставляється за допомогою базової точки, яка повинна бути присутня в кожному

блоці. Базова точка матиме координати, які Ви вкажете під час вставлення блоку в креслення. Для блоку штампу базова точка розташовується в нижньому лівому кутку рамки. Щоб вставити блок штампу, виконайте таке:

4.1. Виберіть на панелі інструментів "Блок" на вкладці "Головна" команду Вставка або з меню Вставка □ Блок. Відкриється діалогове вікно Вставка, показане на рис.2. Можна вставляти блок або файл. Блок рамки формату А3 зі штампом міститься у файлі А3_МО.

4.2. Щоб вставити файл, натисніть кнопку "Огляд". Відкриється діалогове вікно для вибору файлу креслення. Виберіть файл А3_МО. У зоні "Точка вставки" встановіть прапорець "Вказати на екрані", а в зонах "Масштаб" та "Кут повороту" прапорці вимкніть. Прапорець "Розчленувати" повинен бути відключений (він включається, коли потрібно вставити блок у вигляді окремих об'єктів, а не у вигляді єдиного блоку). Натисніть кнопку ОК.

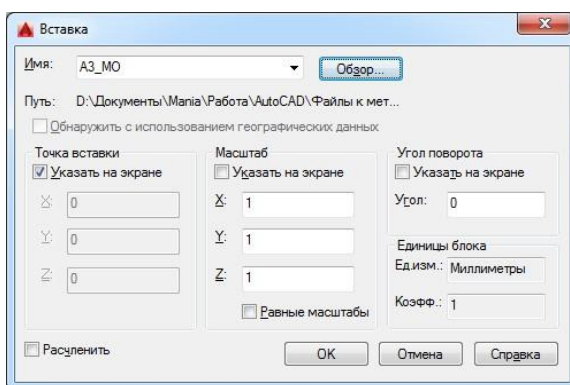


Рис.2. Діалогове вікно Вставка

4.3. Відобразиться зображення блоку. Так як для точки вставки вибрано опцію "Вказати на екрані", у командному рядку з'явиться запит, у відповідь на який введіть координати базової точки 0,0.

Далі відкриється вікно "Редагування атрибутів", вводьте значення атрибутів, відповідаючи послідовно на всі питання, що стосуються заповнення штампу (див. рис.11).

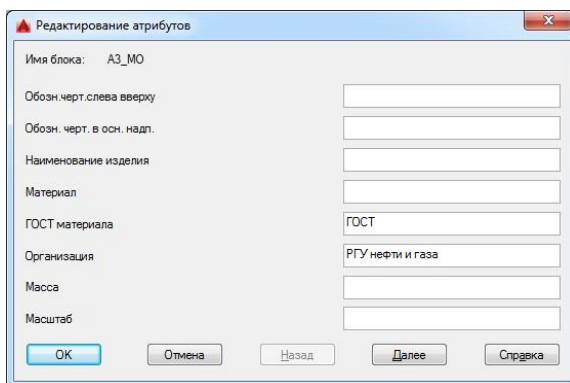


Рис.3. Вікно "Редагування атрибутів"

Це був приклад вставки блоку із прикріпленими до нього атрибутами. Тепер перейдемо до створення таких блоків.

Створення блоку з атрибутами

На шарі "Додатковий" виконайте побудови знаків шорсткості згідно з рис.4. використовуйте під час побудови команди "Копіювання", "Дзеркальне відображення", "Масштабування".

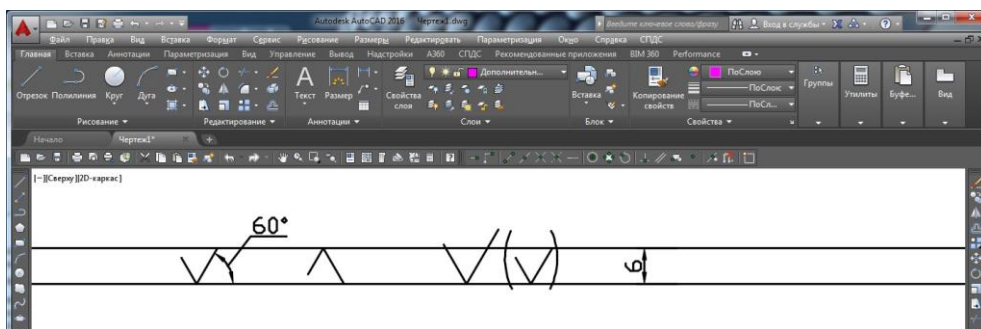


Рис.4. Шарі "Додатковий"

Після створення об'єктів виберіть команду меню Малювання Блок Визначення атрибутів.. або кнопка на панелі "Блок" вкладки "Головна"

"Визначення атрибутів"



" . З'явиться діалогове вікно

Визначення атрибута, показане на рис.5. Заповніть поля відповідно до рис.5 і, клацнувши на кнопці "Вказати на екрані", вкажіть точку вставки атрибута (див. малрис.5). Розмістивши атрибут і встановивши необхідні параметри в діалоговому вікні, натисніть кнопку ОК, щоб завершити команду.

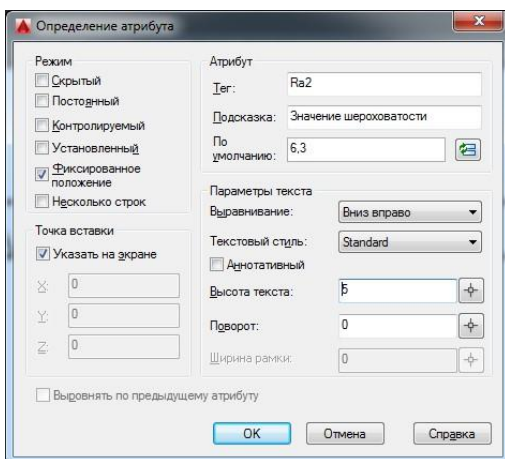


Рис.5. Діалогове вікно Визначення атрибута

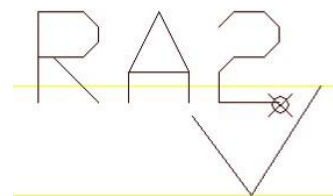



Рис.6. Приклад атрибута



Рис.7. Приклад атрибута

Поки не створено блок, атрибути можна копіювати, розміщувати їх біля інших блоків та змінювати за допомогою команди "Властивості". Скопіюйте щойно створений атрибут, розмістіть та відредагуйте його (подвійне клацання на атрибуті) відповідно до рис.6 та 7.

Приступимо до створення блоків. Перенесіть всі об'єкти, які будуть входити до блоків на шар "0". Виберіть пункт меню Малювання Блок

Створення... (або натисніть на піктограмі "Створити"  панелі інструментів). Відкриється діалогове вікно Визначення блоку, показане на рис.8. У текстовому полі "Ім'я" введіть ім'я блоку RA2. Натисніть кнопку "Вибрати об'єкти". Тимчасово Ви повернетесь до свого креслення.

Виберіть об'єкти – два відрізки та атрибут RA2 (див. мал.7). Клацніть на кнопці "Вказати" (базову точку) та за допомогою об'єктної прив'язки виберіть точку – вершину кута. У полі "Одиниці блоку" оберіть безрозмірні одиниці. Прапорець Видалення увімкнено для видалення з екрана об'єктів, що входять до блоку. Це дає можливість додаткового контролю над правильністю вибору об'єктів. Натисніть кнопку ОК. У разі помилки використовуйте команду "Скасувати" і створіть блок повторно.

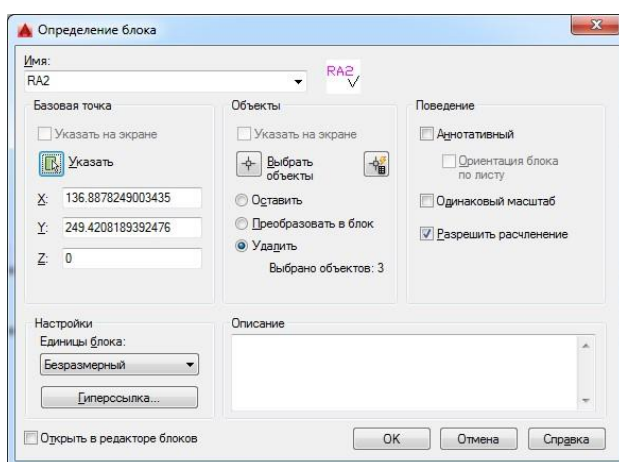


Рис.8 Діалогове вікно Визначення блоку

Аналогічно створіть блок знака шорсткості, перевернутого на 180° з ім'ям RA3 і знака шорсткості, що переважає на кресленні (у правому верхньому куті) з ім'ям RA1.

На замітку

Іноді необхідно, щоб блок після вставки належав до поточного шару, а іноді потрібно зберегти його належність до початкового шару, на якому він був створений. Існує кілька способів, які застосовуються при визначенні блоку.

У розглянутому прикладі блоки були створені шарі "0", цей спосіб є універсальним. При вставці такого блоку будь-який новий креслення він отримає властивості поточного шару, при цьому нових шарів не створюється.

Ще один спосіб, який використовується далі, полягає у створенні блоку з об'єктів, створених на різних шарах зі своїм кольором і типом ліній, з властивостями за шаром. При вставці блоку в нове креслення переносяться об'єкти на своєму шарі. Якщо шар був відсутній, то він буде створений, якщо такий шар існував, але з іншими кольором і типом ліній, об'єкти, що входять в блок, будуть мати нові властивості шару.

Вставте у свій креслення файл іншого креслення. Для цього погасіть шар "Додатковий", виконайте вставку файлу Lab9_gis1 аналогічно п. 4.

Вставте у своє креслення виносні елементи які у файлі "Lab9_Блоки". Для цього зручно використовувати Центр керування (рис. 9). Завантаження Центру керування здійснить за допомогою комбінації клавіш Ctrl-2, або з меню Сервіс □ Центр керування.

З його допомогою знайдіть файл "Lab9_Блоки" у папці своєї групи. Пошук потрібно здійснювати у лівому вікні Центру керування. Розкрийте список елементів подвійним клацанням лівої клавіші миші на імені файлу у вікні Дизайн-центру, а потім у вікні перегляду виберіть опцію "Блоки", що знаходиться в цьому файлі.

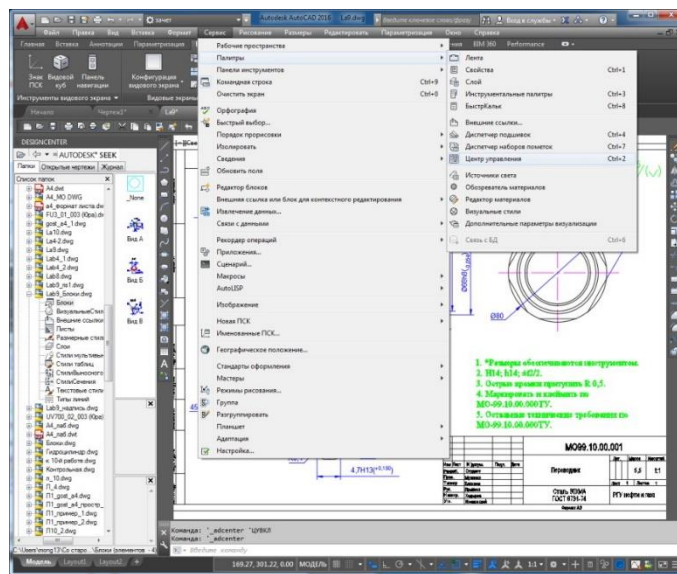



Рис. 9. Центр керування

Утримуючи натиснутою лівою кнопку миші, перенесіть блоки – Вид А, Вид Б, Вид В у своє креслення, розмістивши їх на вільному місці.

Закрийте Центр управління. Розмістіть чотири блоки відповідно до вимог ГОСТу. Переконайтеся, що разом з блоками у Ваше креслення були перенесені шари, текстові та розмірні стилі (якщо вони були відсутні).

Розставте на кресленні символи шорсткості відповідно до рис.11. Для цього скористайтесь створеними раніше блоками RA1, RA2, RA3.

Вставте у своє креслення блок напису з технічними вимогами. розмістіть напис над штампом. Розчленуйте цей блок на вихідні складові за допомогою команди "Розчленувати" (кнопка  на панелі редагування) та відредагуйте напис відповідно до рис.11.

Самостійна робота. Створіть в окремому файлі блок МО_А4, до якого увійде рамка зі штампом та текстовими атрибутами формату А4. Щоб зберегти блок як файл, введіть у командному рядку команду ПБЛОК (або _WBLOCK), призначену для запису блоку.

У діалоговому вікні (рис. 10) у списку Джерело даних увімкніть опцію Весь креслення, при цьому як блок буде використано все креслення. Введіть ім'я файлу (збігається з ім'ям блоку). У списку Одиниці виміру виберіть одиниці виміру. Завершіть запис блоку кнопкою ОК.

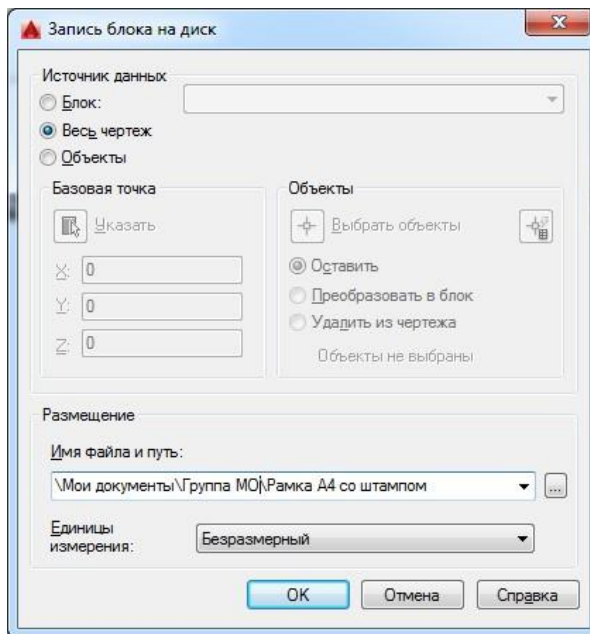


Рис. 10. Діалогове вікно Джерело даних
Збережіть цей файл, поставивши ім'я та шлях.

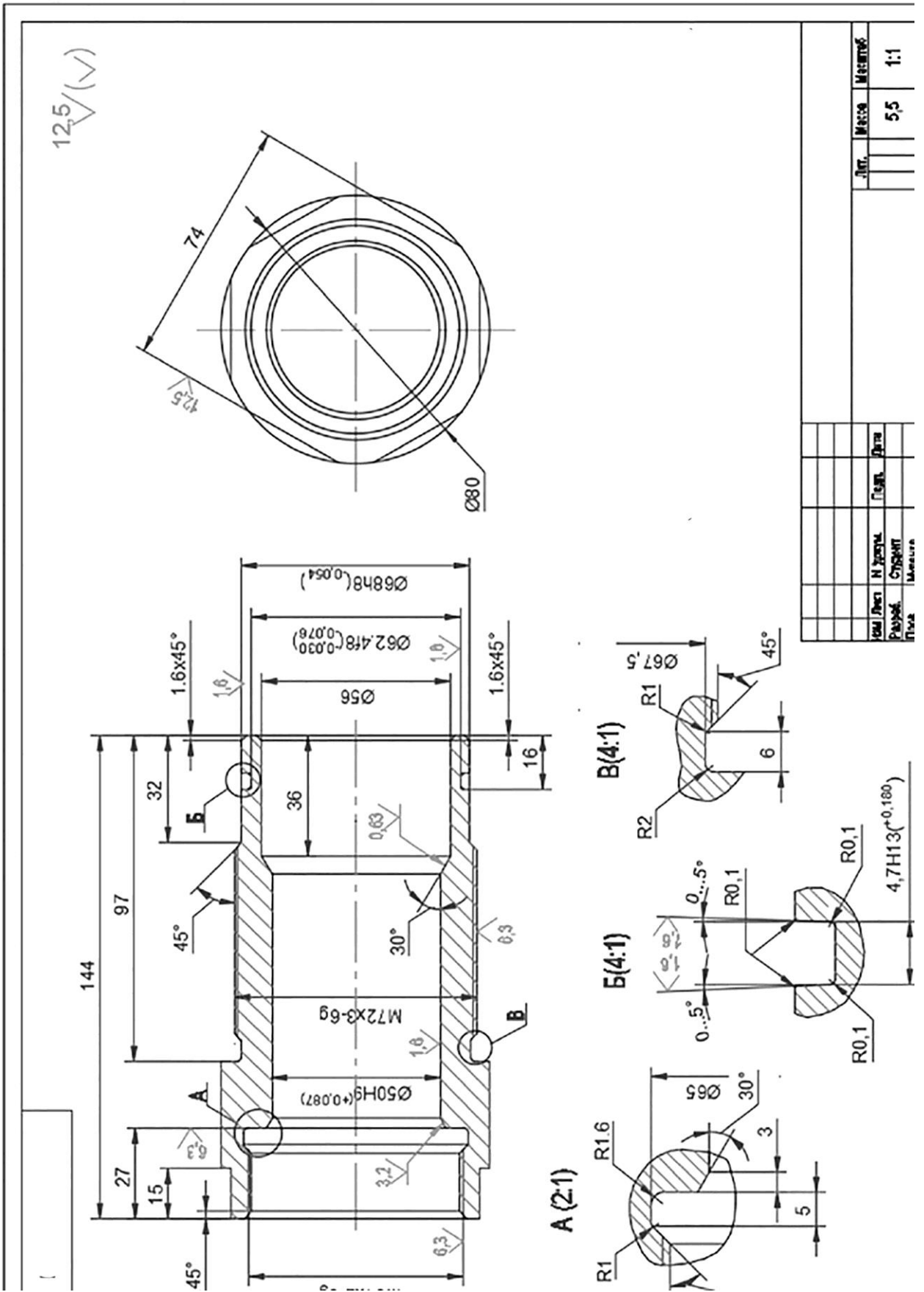


Рис.11 Кресления

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

СТВОРЕННЯ ТА РЕДАКТУВАННЯ ТВОРЧИХ ОБ'ЄКТІВ

Мета роботи

Навчитися будувати 3D об'єкти способами видавлювання та обертання. Навчитися створювати складні тіла.

В результаті виконання практичної роботи Ви повинні вміти 4. Створювати твердотілі об'єкти.

Складати та віднімати 3D об'єкти у тривимірному просторі.

Користуватись командами модифікації 3D об'єктів.

Розташовувати 3D об'єкти у просторі, зафарбовувати побудовані об'єкти.

ЗАВДАННЯ

Почніть нове креслення без використання шаблону.

Створіть шари: "Осі", "Побудова", "Обсяг".

Виконайте у шарі "Побудова" креслення деталі, наведене на рис.1. Координати початкової точки 100,100.

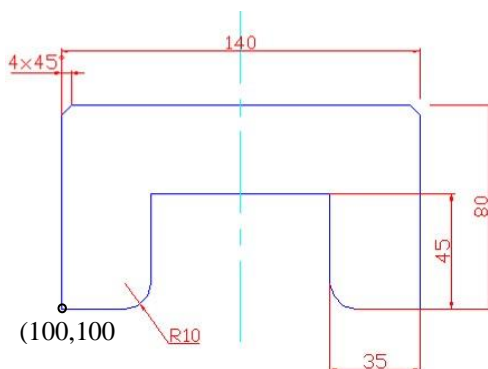


Рис.1

Для роботи з твердотілими моделями виведіть на екран панелі інструментів "Моделювання" (рис.2), "Вигляд" (рис.3) та "Візуальні стилі" (рис.4).



Рис.2.

Рис.3.

Рис.4.

Побудований профіль складається з відрізків та дуг. Щоб його видавити, потрібно замінити відрізки та дуги на полілінію. Для цього введіть команду в меню Редагувати □ Об'єкт □ Полілінія.

Команда: `_pedit`

Виберіть полілінію або [Кілька]: Вкажіть мишкою будь-який відрізок креслення.

Вибраний об'єкт - не полілінія

Зробити його полілінією? <Д><Enter>

Встановіть

параметр

[Замкнути/Додати/Ширина/Вершина/Згладити/Сплайн/Прибрати згладжування/Типлін/Звернути/Скасувати]: Виберіть опцію Додати. Виберіть об'єкти: Виберіть послідовно всі об'єкти, які утворюють профіль. <Enter>

Встановіть

параметр

[Замкнути/Додати/Ширина/Вершина/Згладити/Сплайн/Прибрати згладжування/Типлін/Звернути/Скасувати]: <Enter>

Тепер весь профіль є єдиною полілінією – безперервний замкнутий контур.

Побудуйте два вертикальні видові екрани. На вкладці Вигляд на панелі Видові екрани моделі кнопка Конфігурація видового екрана, Два ВЕ: вертикально.

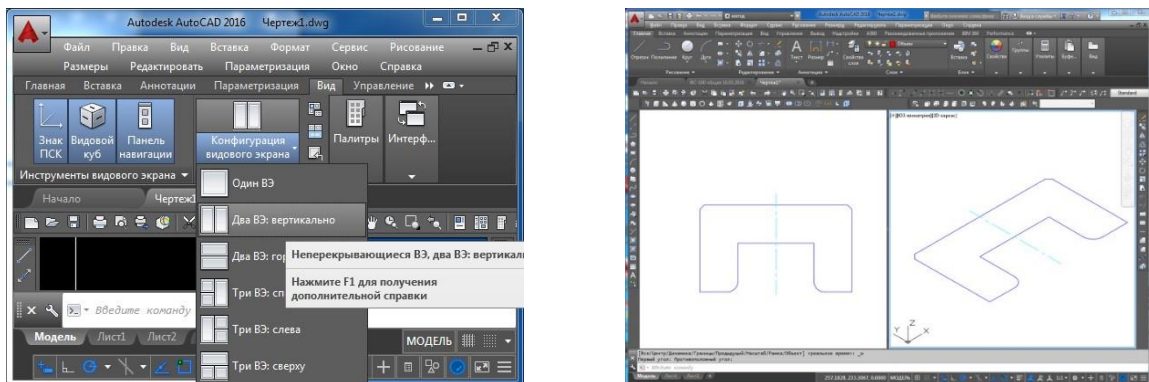





Рис.5. панель Вигляд

У правому видовому екрані встановіть панель Вигляд –  Південно-західна ізометрія (рис.5). Продовжуйте працювати у лівому видовому екрані (за умовчанням це вид зверху).

Перейдіть до шару "Обсяг". Клацніть на піктограмі Видавити панелі інструментів Моделювання . Вкажіть профіль, натисніть <Enter>.

Встановіть висоту видавлювання 70, кут звуження при видавлюванні 0 (за замовчуванням).

Перейшовши у правий видовий екран, зафарбуйте візуальним стилем "Реалістичний" .

Побудуйте у шарі "Побудова", у лівому видовому екрані профіль для видавлювання по напрямній кривій. Це багатокутник із координатами центру 450,150.


Викличте багатокутник з меню або панелі інструментів Малювання.

Команда: `_polygon` Кількість сторін <4>:5

Вкажіть центр багатокутника або [Сторона]:450,150

Задайте параметр розміщення [Вписаний у коло/Описаний навколокола] <В>:
<Enter> Радіус кола: 80

Побудуйте напрямну криву. Це буде дуга, проведена із центру багатокутника. Побудуйте в центрі багатокутника (координати центру відомі) точку (вузол) – меню Малювання □ Точка □ Одиночна.

У лівому видовому екрані встановіть "Вид спереду"  (багатокутник у проекції виглядає як відрізок, і вузол, побудований у центрі, зливається з відрізком).

Побудуйте дугу.

Команда: `_arc`

Початкова точка дуги або [Центр]:Прив'яжіть початкову точку дуги до вузла.

Хоч самого вузла не видно, але об'єктна прив'язка працює.

Друга точка дуги або [Центр/Кінець]:Ц (показуємо, що будуть координати центру дуги.)

Вкажіть центральну точку дуги: `@ -200,0`.

Вкажіть кінцеву точку дуги (утримуйте клавішу CTRL для перемикання напрямку) або [Кут/Довжина хорди]: `@0,200` (кінцева точка дуги).

У шарі "Обсяг" побудуйте тривимірне зображення за допомогою команди Видавити аналогічно п.7. Настане діалог:

Команда: `_extrude`

Поточна щільність каркасу: `ISOLINES=8`, Режим створення замкнених профілів = Тіло

Виберіть об'єкти для видавлювання або [РЕЖИМ]: `_MO` Режим створення замкнених профілів [Тіло/Поверхня] <Тіло>: `_SO` <Enter>

Виберіть об'єкти для видавлювання або [Режим]:(мишкою вкажіть на відрізок – проекцію багатокутника) знайдено: 1

Виберіть об'єкти для видавлювання або [Режим]:<Enter>


Висота видавлювання або [Напрямок/Траєкторія/Кут конусності/Вираз]:Т (вибираємо опцію "Траєкторія").


Виберіть траєкторію видавлювання або [Кут звуження]:мишкою вкажіть на дугу.

Тривимірне зображення побудовано і, якщо поруч відкритий видовий екран із південно-західною ізометричною проекцією, це одразу буде видно. З панелі інструментів (рис.4) виберіть потрібний вид зафарбовування моделі.

Почніть нове креслення, створіть у ньому шари "Осі", "Побудова", "Штрихування", "Об'єм1", "Об'єм2" і побудуйте деталь, зображену на рис.6.

Обведіть полілінією нульової товщини (у шарі "Об'єм1") замкнутий контур перерізу деталі (отвори відсутні).

Створіть тривимірну модель способом повороту перерізу навколо осі на 270 градусів. Використовуйте для цього клавішу "Обертати"  на панелі інструментів моделювання.

Погасіть шар "Об'єм1" і в шарі "Об'єм2" обведіть полілінією половину периметра отворів – замкнутий контур (до осі). Контури чотирьох отворів створіть зверху, потім відкрийте вид спереду і там створіть ще два контури (або скопіюйте за допомогою команди з меню Правка  Копіювати з базовою точкою) – всього 6 отворів на деталі.

Створіть об'ємні зображення отворів аналогічно п. 15 способом повороту перерізів навколо вертикальних осей.

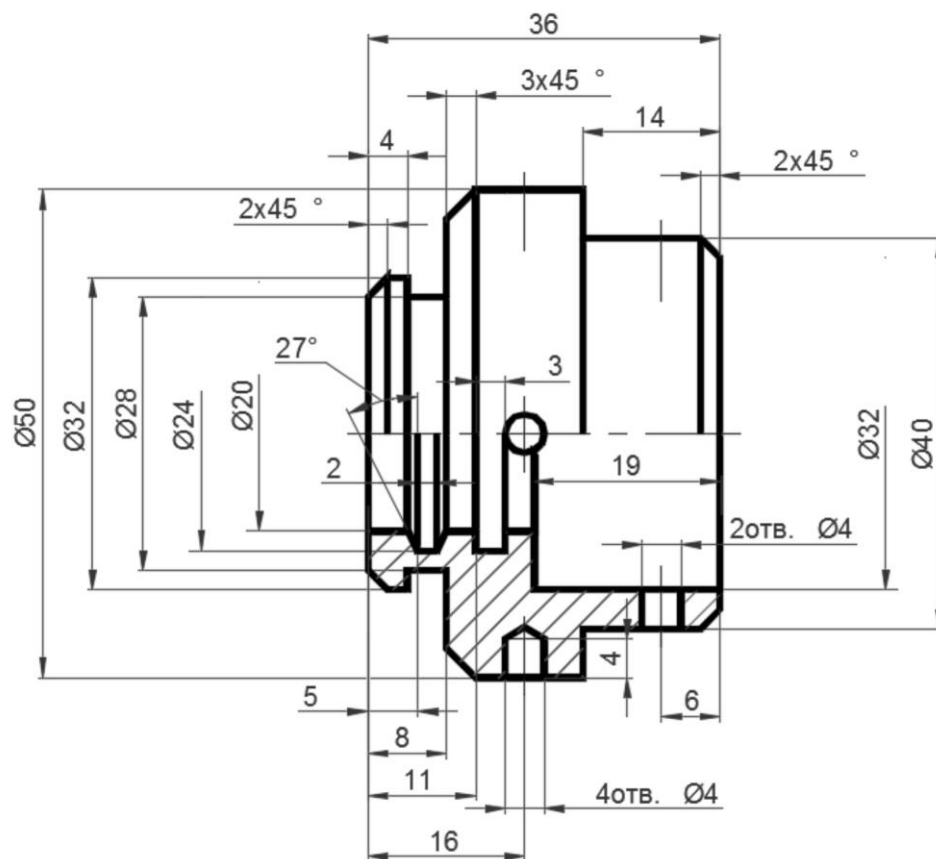




Рис. 6. Прилад креслення

Спосіб віднімання обсягів за допомогою команди ВІДЧИТАННЯ  проріжте отвори в деталі. У діалозі, запропонованому AutoCADом, спочатку вкажіть фігуру, з якої потрібно відняти обсяг, а потім області, яких треба позбутися.

Виберіть режим фарбування моделі.



За допомогою режиму 3DCORBITУ (викликається кнопкою  в панелі навігації) розгляньте просторову модель у зручному ракурсі, перевірте, чи немає помилок у побудові. Якщо помилок немає, закрийте AutoCAD із збереженням файлу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10

СТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ КРЕСЛЕНЬ

Мета роботи

Сформувані вміння розробляти параметричне 2D креслення у системі автоматизованого проектування AutoCAD.

Після виконання практичної роботи Ви повинні вміти

Використовувати двовимірну геометричну параметризацію;

Використовувати двовимірну розмірну параметризацію у кресленні, яка заснована на побудові ескізів (з накладенням на об'єкти ескізу різних параметричних зв'язків) та накладення користувачем обмежень у вигляді системи рівнянь, що визначають залежність між параметрами;

Застосовувати двовимірну табличну параметризацію створення таблиці параметрів типових деталей;

Редагувати та керувати параметричними залежностями.


ПОЯСНЕННЯ


При проектуванні, до креслення доводиться вносити зміни, викликані недоліками конструкції чи модифікації, і часом навіть незначні коригування у розмірах однієї деталі призводять до редагування значної частини креслення. Щоб прискорити цю роботу в AutoCAD краще скористатися двовимірною параметризацією, що дозволяє значно підвищити продуктивність за рахунок обмежень: накладання геометричних та розмірних залежностей. Геометричні залежності відповідають за розміщення елементів один щодо одного у просторі, а розмірні – регламентують сталість розмірів, або ж задають розміри, що змінюються за певними формулами.


Інструменти для створення геометричних та розмірних залежностей розміщені на вкладці стрічки ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ, яка за умовчанням відображається у робочому просторі 2D малювання та анотації.


Геометричні залежності

Геометричні залежності встановлюють та підтримують обмеження щодо геометрії об'єктів, ключових точок на об'єктах, а також між об'єктом та системою координат. Пари базових точок об'єкта (або 2 об'єктів) можуть бути вирівняні по вертикалі або горизонталі щодо поточної системи координат. Так, наприклад, можна вказати, що два кола завжди повинні бути концентричними, що дві лінії завжди паралельні, або, що одна сторона прямокутника завжди горизонтальна. Геометричні залежності визначаються за допомогою обмежень панелі ГЕОМЕТРИЧНІ вкладки ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ.


 Збіг. З'єднує два об'єкти в одній точці (точки можуть лежати на продовженні об'єкта).


 Колінеарність. Має два (або кілька) відрізка (ів) на одній уявній прямій.


 Паралельність. Робить паралельними два відрізки або два сегменти полілінії.


 Перпендикулярність. Робить перпендикулярними два відрізки або два сегменти полілінії.


 Торкання. Встановлює торкання двох об'єктів, наприклад дуги та відрізка.

 Згладжування. Продовжує сплайн до відрізка, дуги, полілінії або сплайну.


 Концентричність. Розміщує центри двох кіл, дуг або еліпсів в одній точці.

 Фіксація. Закриває зміни координати точки на об'єкті щодо Світової системи координат.

 Горизонтальність. Встановлює відрізок (або 2 точки об'єкта) горизонтально.

 Вертикальність. Встановлює відрізок (або 2 точки об'єкта) вертикально.

 Симетрія. Подібно до дзеркала. Зберігає симетрію об'єктів.

 Рівність. Зберігає рівність довжини двох чи кількох ліній.

Після накладення обмежень поруч із об'єктами, на які вони були накладені, відобразатимуться іконки обмежень. Ці значки можна перетягувати в будь-яку точку екрана, приховати вибрані та, використовуючи стрічку, приховати або показати всі обмеження на кресленні. Також можна керувати видимістю значків, використовуючи менеджер Налаштування залежностей.

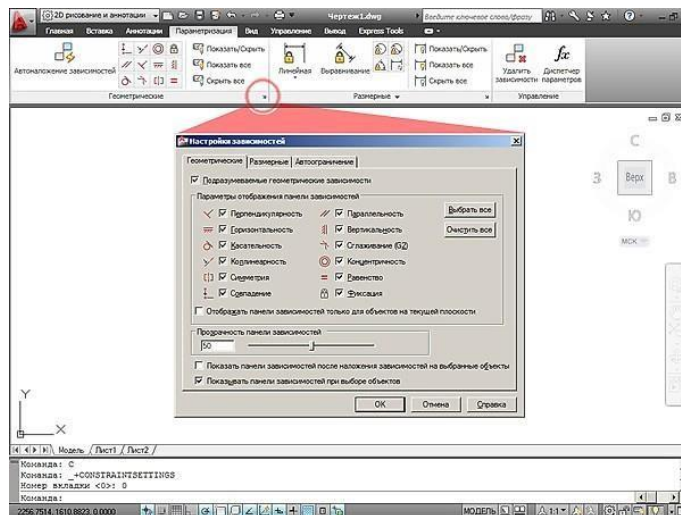


Рис.1. Менеджер Налаштування залежностей

Можна увімкнути режим АВТООБМЕЖЕННЯ (Автонакладення залежностей), при цьому автоматично накладаються геометричні залежності на існуючий контур, викреслений згідно з усіма вимогами.

Через налаштування залежностей можна задати пріоритет на накладення тих чи інших залежностей, а також допуски щодо відхилення кута (наприклад, від горизонталі та вертикалі тощо).

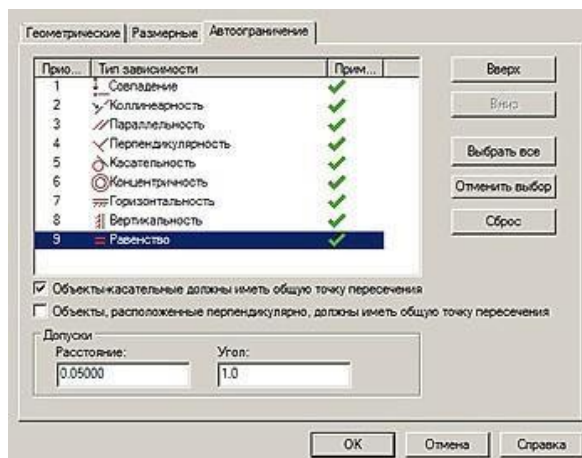


Рис.2. Режим АВТООБМЕЖЕННЯ

Хоча Автообмеження прискорює процес накладання залежностей, неможливо спиратися лише з цю команду, т.к. можлива поява зайвих обмежень, які можуть зробити модель неприцездатною.

Автоматична параметризація

Є інструмент Передбачувана залежність, який дозволяє параметризувати креслення автоматично під час малювання та редагування.

Цей режим включається у вікні Налаштування залежностей на вкладці Геометричні (рис.3).

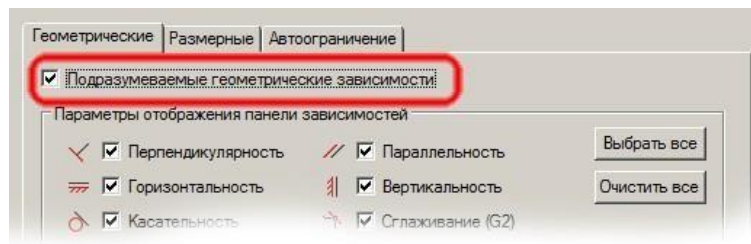


Рис.3. Налаштування геометричних залежностей

Автоматична параметризація працює спільно з об'єктною прив'язкою та накладає обмеження на кінцеві точки, середину, центр, прив'язку до точки тощо, що також спрощує подальшу роботу. Так, наприклад, при створенні двох кіл з загальним центром (використовується прив'язка), буде накладено параметр збігу точки двох кіл в їх центрі, і при переміщенні одного кола другий буде переміщатися разом з ним.

При використанні таких прив'язок як дотична і перпендикуляр для об'єктів, що створюються або редагуються, автоматично створюються відповідні обмеження на геометрію. Також, у цьому випадку, автоматично застосовується параметр Збіг точок або Збіг типу «точкаоб'єкт». Використання прив'язки ПАРАЛЕЛЬНО автоматично накладає параметр паралельності, а під час малювання горизонтальних або вертикальних сегментів ліній також накладаються відповідні обмеження (іноді ці обмеження краще відключати).

При накладенні досить великої кількості залежностей на кресленні відображаються іконки залежностей, які можуть захаращувати зображення, тому їх видимість можна відключити, використовуючи контекстне меню обмеження, хрестик, розташований у правому верхньому кутку іконки, або використовуючи органи управління на палітрі Геометричні вкладки Параметризація (рис. 4).



Рис.4. Вкладки Параметризація

Але при накладанні нових обмежень при їх вимкненій видимості нові залежності будуть відображатися на екрані. Також можна, використовуючи вікно налаштування (рис.5), вимкнути видимість обмежень під час їхнього накладання на об'єкти, а зробити їх видимими тільки при виділенні тих об'єктів, до яких вони належать.

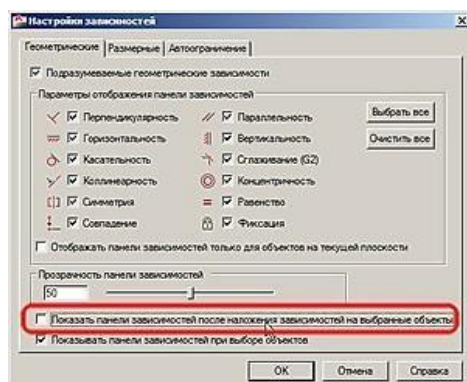


Рис.5. Налаштування залежностей

Розмірні залежності

Розмірні залежності створюються шляхом додавання параметричних розмірів об'єктів креслення. Цей крок є завершальним у процесі повного визначення геометрії через залежність. У разі встановлення параметричного розміру на об'єкті та вказівки його значення розмір об'єкта змінюється відповідно до значення проставленого розміру. Розмірні залежності визначають розмір, значення кута, радіус, діаметр (рис.6).

Розмірні залежності можуть містити як числа, а й формули з посиланнями інші параметричні залежності.

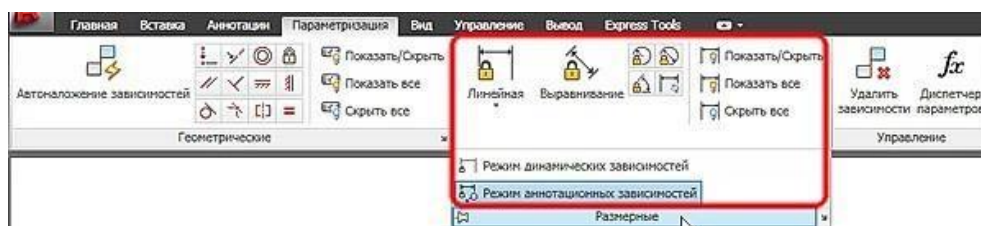


Рис.6. Розмірні залежності

Розмірні залежності можуть відображатися у вигляді динамічних або анотаційних залежностей. Інакше кажучи, режим динамічної залежності призначений тільки для відображення властивостей, і під час друку залежності не відображатимуться. Режим анотаційних залежностей призначений для використання в тих випадках, коли потрібно використовувати розмірні залежності одночасно і як анотовані розміри для коректного відображення на аркушах. Поточні розмірні стилі не впливають на зовнішній вигляд динамічних розмірних залежностей, а анотаційні залежності відображаються відповідно до заданого розмірного стилю.

Також, щоб не виконувати подвійну роботу з параметризації в AutoCAD передбачено інструмент для перетворення проставлених асоціативних розмірів у розмірні залежності.

У вікні Налаштування залежностей можна налаштувати Формат відображення розмірних залежностей, а також відображення залежностей, якщо вони приховані, при

виділенні об'єктів, на які ці залежності накладені (рис.7). Видимістю розмірних залежностей можна керувати (приховати/показати).

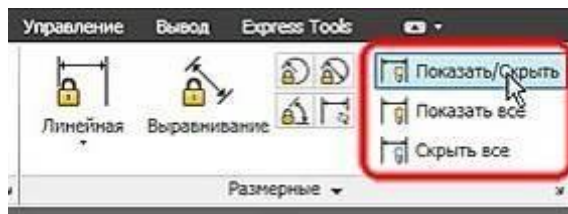


Рис.7. Формат відображення розмірних залежностей

Після завдання розмірних залежностей ними найпростіше керувати за допомогою Диспетчера параметрів (рис.8), де ви можете створювати параметри користувача, присвоїти будь-якому параметру нове ім'я, а також задати йому числове значення або формулу як його вираз. Формульний вираз параметра може містити посилання інші параметри так, щоб його значення автоматично оновлювалося при зміні цих параметрів. Крім цього параметризація дозволяє працювати з додатковими змінними для користувача, необхідними для правильного завдання форми виробу. В якості таких змінних можуть бути використані довідкові параметри, необхідні розрахунку розмірів виробів, а при використанні в блоках вони можуть бути використані як атрибути.

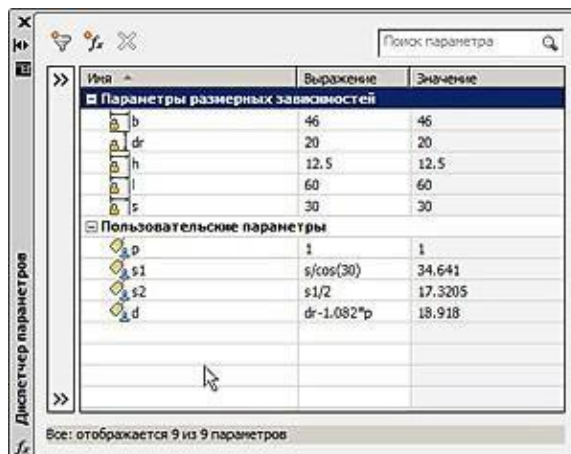


Рис.8. Диспетчера параметрів

Параметризація у динамічних блоках

При створенні динамічних блоків можна також використовувати параметризацію при накладенні обмежень і всередині динамічних блоків (рис.9).



Рис.9. Накладенні обмежень всередині динамічних блоків

Тепер стрічка та Палітра варіацій редактора блоків, крім операцій та параметрів, містять геометричні та розмірні обмеження (рис.10).



Рис.10. Палітра варіацій редактора блоків

Геометричні обмеження

Геометричні обмеження всередині редактора блоку можна накладати так само, як і в графічному редакторі. Вся параметризація, накладена в кресленні, під час створення блоку, також буде перенесена в блок.

Параметри залежності

У динамічному блоці можна застосовувати обмеження, на кшталт розмірних залежностей, які називаються параметри залежності. Параметри залежності поведуться так само, як і розмірна параметризація, але, на додаток до всього, вони можуть бути використані як атрибути блоку і відображаються у властивостях блоку. Також у параметрів залежності, як і лінійних параметрів, ви можете контролювати кількість ручок, доступних користувачеві для редагування, їх число може бути від 0 до 2.

Параметри залежності можна додавати лише у блоці не до його створення.

Допоміжна геометрія

Іноді, для створення геометрії, потрібно створення додаткових побудов (наприклад, для створення залежностей щодо допоміжних елементів), але видимість цих побудов у кінцевому блоці не потрібна. У редакторі блоків з цією метою передбачена команда БЛОКОНСТР - кнопка "Побудова" (рис.11), яка дозволяє перетворити існуючу геометрію на допоміжну геометрію, і навпаки, і навіть приховати чи її.

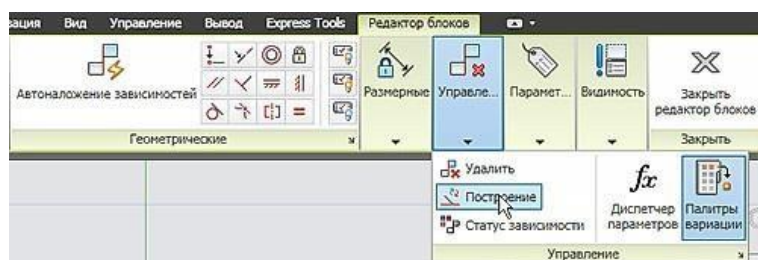


Рис.11. Редактор блоків

Диспетчер параметрів

У диспетчері параметрів (рис.12), доступному в блоці, перераховані параметри користувача, параметри розмірних залежностей, атрибути. Використовуючи диспетчер параметрів, ви можете керувати значенням і видимістю параметра, а також вказати порядок, в якому будуть вибудовані параметри.

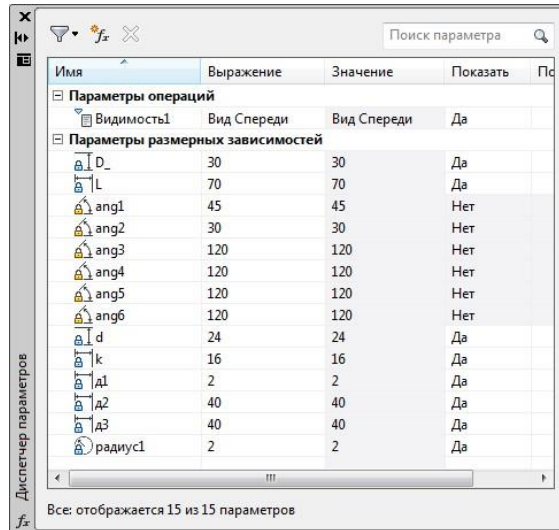


Рис.12. Диспетчері параметрів

Тестування блоку

Після створення блоку необхідно протестувати, як він поводитиметься в кресленні. Для цього необхідно в Редакторі блоків викликати команду Тестувати блок (рис.13).



Рис.13. Редактор блоків викликати команду Тестувати блок

Після чого AutoCAD відкриє тимчасове вікно, подібне до вікна креслення, в якому буде вже вставлений створений вами блок. Вікно тестування легко розпізнати за кольором фону та контекстною вкладкою стрічки з однією кнопкою Закрити вікно тестування блоків, натиснувши на яку ви повернетеся до редактора блоків (рис.14).

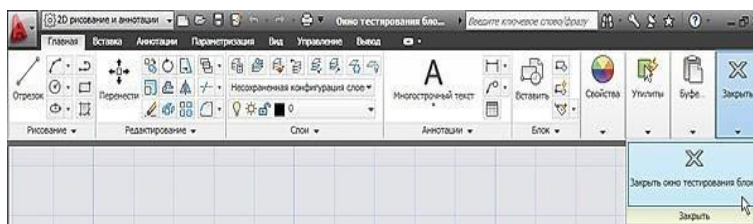


Рис.14. . Вікно тестування

Таблица блоку

Таблиця блоку, подібна до параметра вибору в динамічному блоці. Викликати її можна з панелі Розмірні та, задавши місце розташування таблиці та кількість її ручок (0 або 1) у вікні Таблиця редагування властивостей, можна визначити різні варіанти параметрів, значення яких ви можете задати вручну або скопіювати таблицю з Microsoft Office Excel (рис.15- 16).

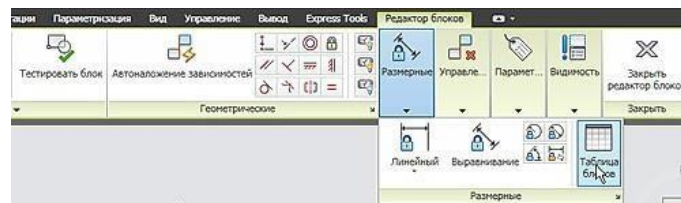


Рис.15. Панель Таблица блока

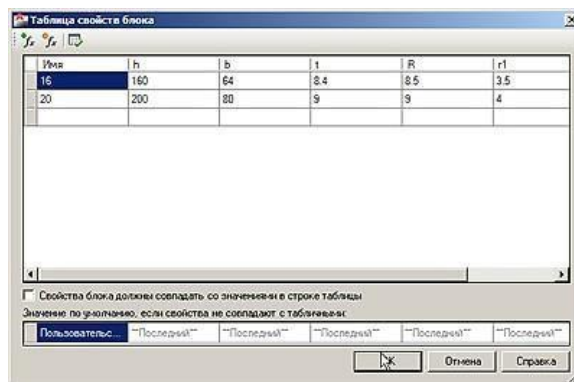


Рис.16. Таблица блока

ЗАВДАННЯ

Підготовка частина роботи

Почніть нове креслення "Без шаблону", одиниці за промовчаням виберіть метричні.

Створіть шари для побудови.

Основна частина роботи

3. Створіть динамічний блок Болт ГОСТ7798-70 Створення блоку відбуватиметься

за етапами:

Викреслення основи блоку.

Створення блоку.

Параметризація її у площині моделі.

Додавання таблиці значень.

Викресліть основну геометрію для майбутнього блоку, використовуючи основні команди побудови геометрії AutoCAD та геометричну та розмірну параметризацію (рис.17). Червоні лінії використовуються як додаткові побудови. Геометричні залежності можна накладати як до перетворення об'єкта на блок, так і після. Накладені ГЕОМЕТРИЧНІ залежності зберігаються.

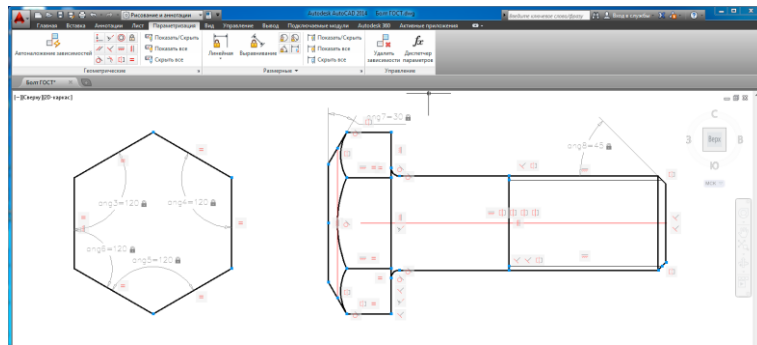


Рис.17. Геометрична та розмірна параметризацію

Створіть блок Болт_ГОСТ7798-70 (без пробілів в імені блоку) (рис.18), де в якості точки вставки буде середина лівої стінки у вигляді спереду капелюшка болта.

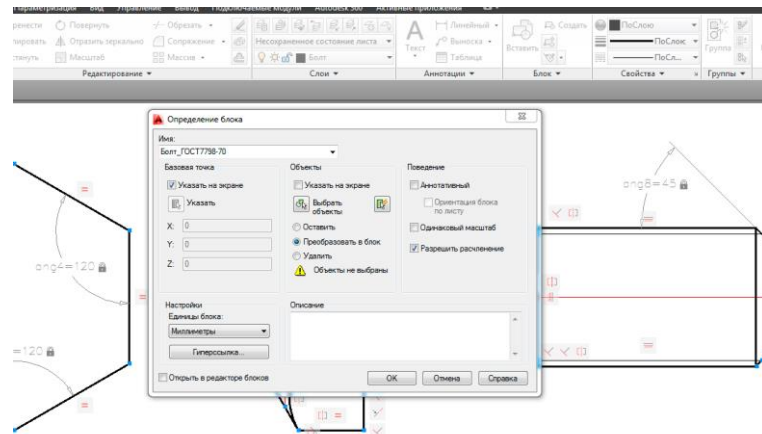


Рис.18. Приклад креслення

Якщо ви створили блок без накладання параметричних залежностей (на малюнку вище є), то після створення блоку можете скористатися командою "Автонакладення залежностей" (рис.19).



Рис.19. Автонакладення залежностей

Попередньо проконтролювавши, які залежності у вас накладатимуться (див. рис.20), осі болта перетворіть на допоміжну геометрію.

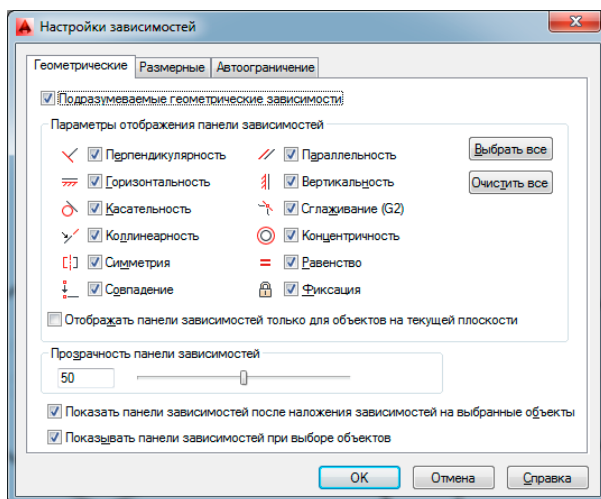


Рис.20.

Внаслідок чого осі всередині блоку відобразатимуться штриховою лінією, а при вставці блоку їх не буде видно. І щоб геометричні залежності надалі не заважали вам накладати розмірні залежності, можна відключити їх видимість (рис.21).

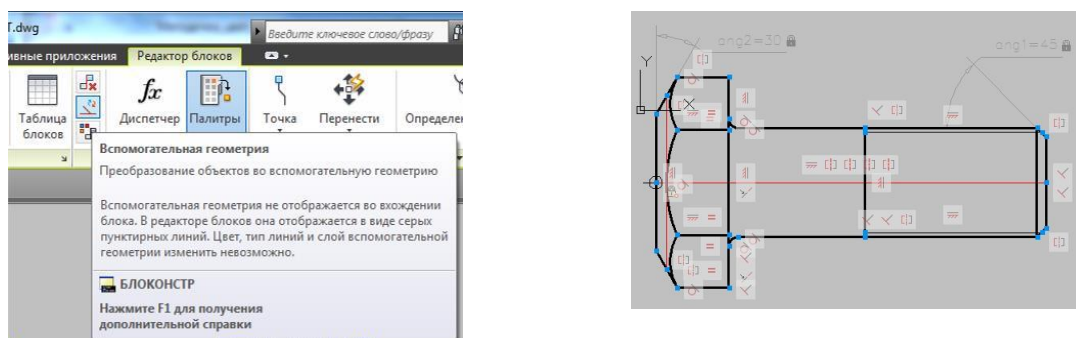


Рис.21. Допоміжна геометрія

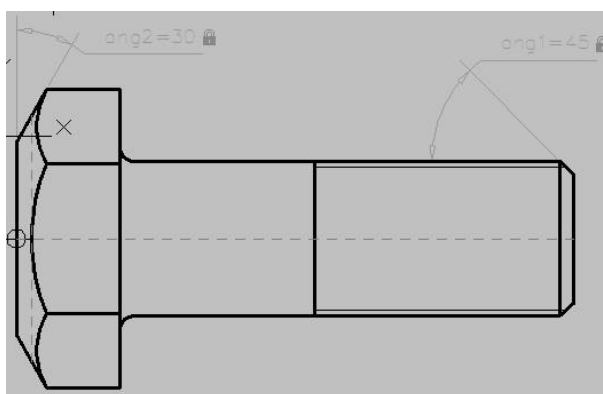


Рис.22. Приклад нанесення залежності

Нанесіть залежності (рис.23). Як правило, при заданні розмірних залежностей дуже важливо відслідковувати послідовність завдання точок. Справа в тому, що при розмірній параметризації черговість завдання точок означає, від якої точки до якої змінюватиметься довжина відрізка при зміні розміру: це впливатиме на розташування ручок.

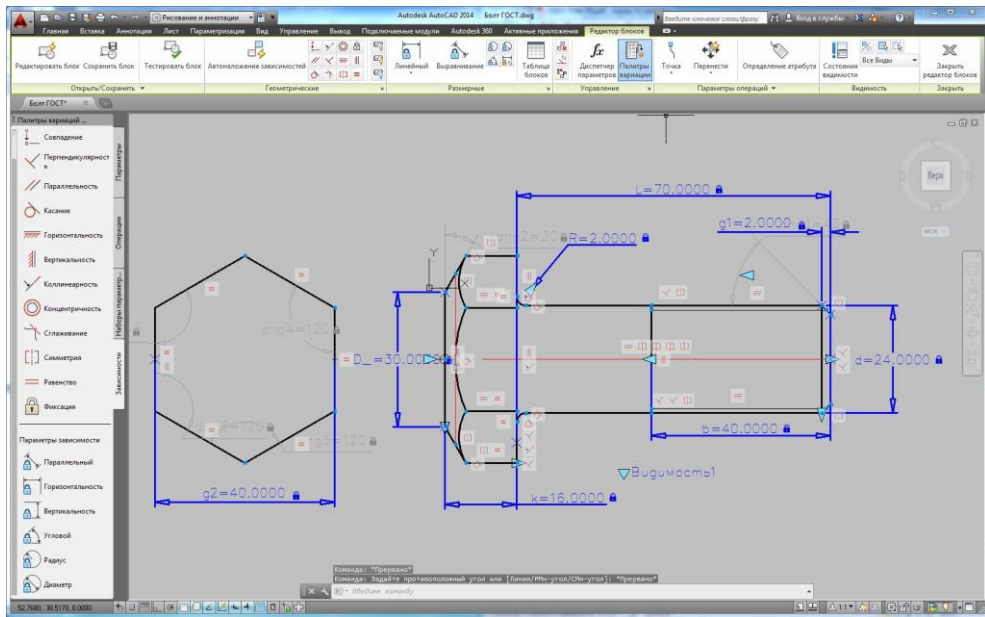


Рис.23. Нанесиння залежності

Щоб на екрані відображалося лише ім'я величини (без розміру), зробіть відповідне налаштування залежностей (рис.24).

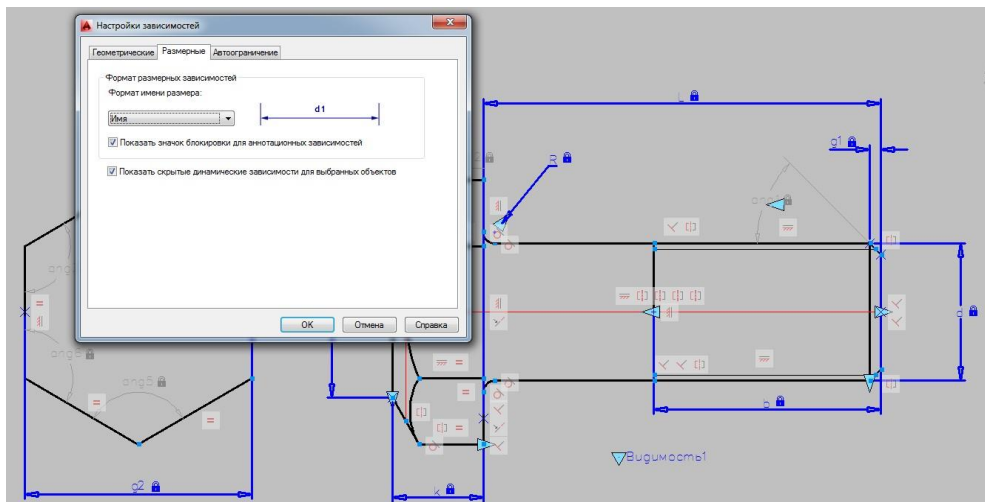


Рис.24. Налаштування залежностей

Додавання таблиці значень параметрів.

Розміщуємо таблицю блоків натисканням на кнопку ТАБЛИЦЯ БЛОКІВ і вказуємо місце її розміщення. Бажано, щоб це була точка поряд із центром болта. Натискаємо кнопку додавання властивостей та вибираємо потрібні нам параметри. Вибір можна здійснювати послідовно, вказуючи потрібний порядок, а можна вибрати всі параметри і відсортувати стовпці в таблиці (рис.25).

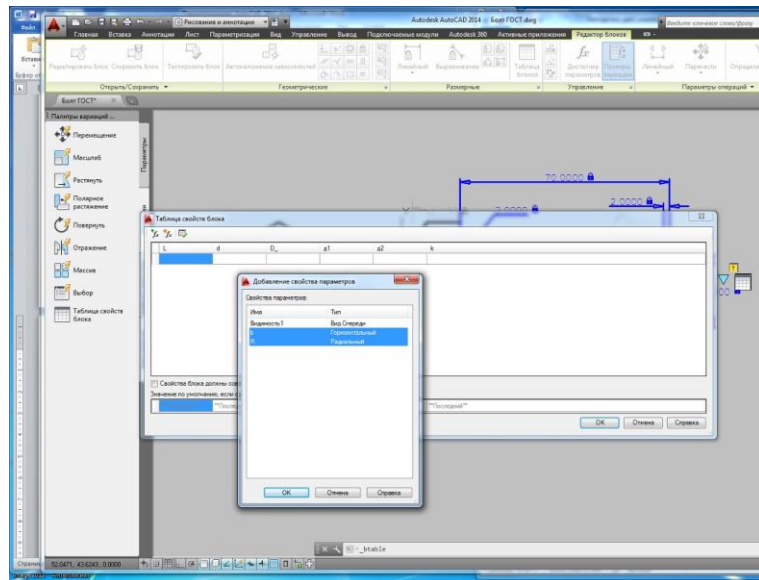


Рис.25. ТАБЛИЦЯ БЛОКІВ

Створюємо Новий параметр користувача НОМЕР_БОЛТА (тип РЯДКУ) і розміщуємо його в першому стовпці (рис.26).

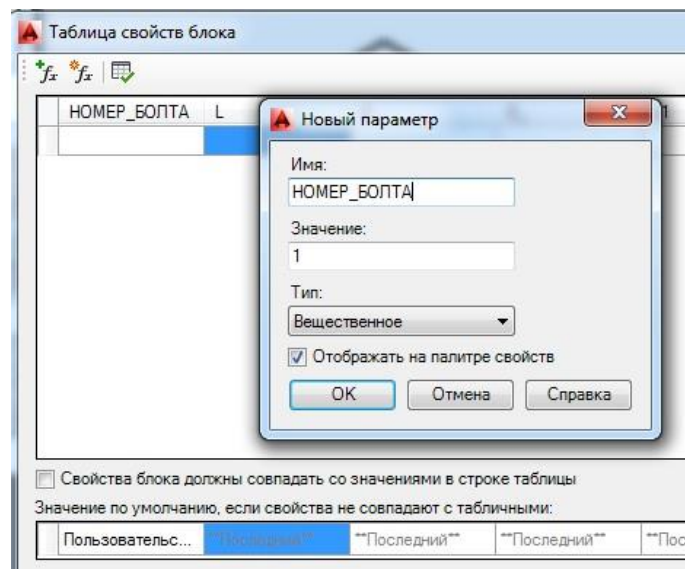


Рис.26. Новый параметр користувача

Після цього заповнюємо таблицю вручну, або можна скористатися електронними таблицями Excel для перенесення копіюванням діапазону значень таблиць Excel в таблицю блоку (рис.27). Зауважте, що всі десяткові числа написані через точку.

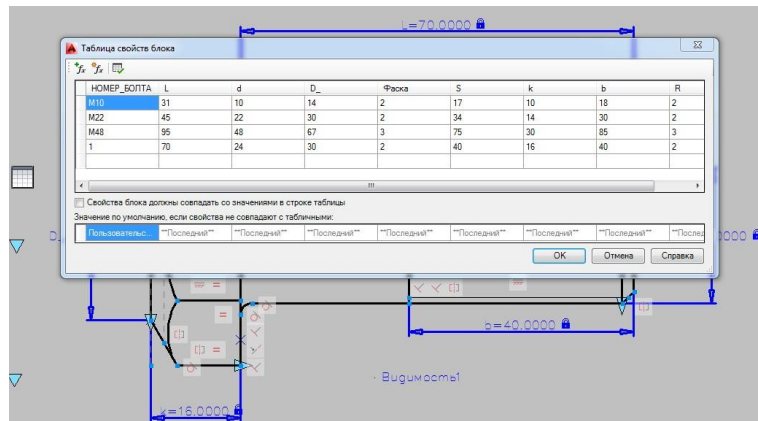


Рис.27. Перенесення копіюванням діапазону значень таблиць Excel в таблицю блоку
Налаштування кількох станів видимості у динамічному блоці

Цю процедуру можна використовувати тільки після додавання параметра видимості для визначення блоку з панелі інструментів Параметри та вказівки розташування ручки видимості (рис. 28)

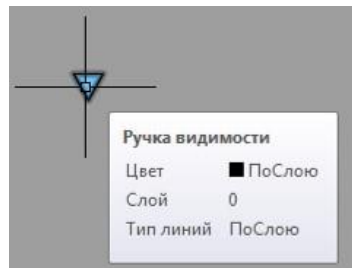


Рис.28. Налаштування кількох станів видимості

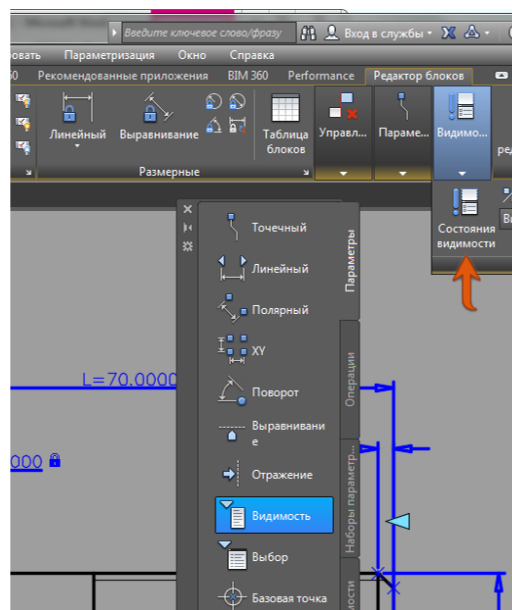


Рис.29. Редактор блоків

Перейдіть на вкладку "Редактор блоків" панель "Видимість" □ "Состояния видимости" (Рис.29).

У діалоговому вікні Стан видимості клацніть "Новий".

У діалоговому вікні Новий Стан видимості введіть ім'я нового стану видимості "Вид Спереду" (рис. 30). Виберіть із наведеного нижче: Приховати всі наявні об'єкти
 Показати всі існуючі об'єкти
 Залишити видимість існуючих об'єктів незмінною

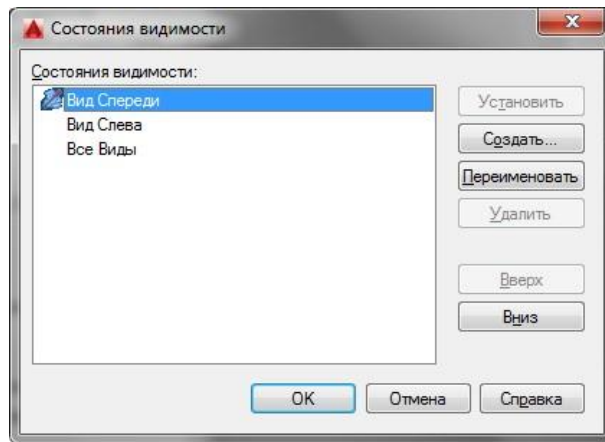


Рис.30. Вікно Новий Стан

Аналогічно створіть "Вигляд Ліворуч" (рис.31).

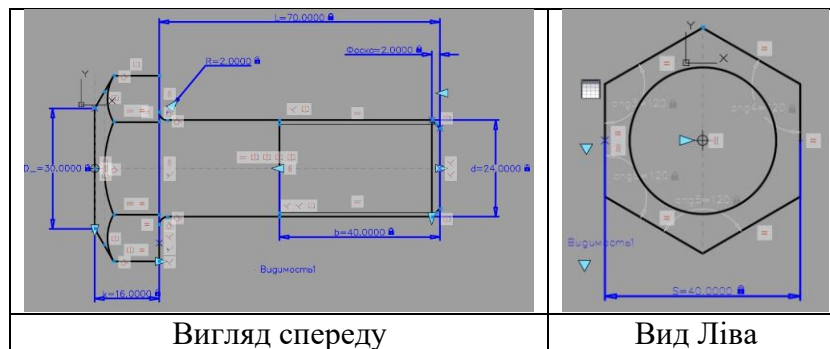




Рис.31. "Вигляд Ліворуч"

Для зміни поточного стану видимості користуйтеся кнопками

"Зробити видимим"  та "Зробити невидимим"  на вкладці ВИДИМНІСТЬ (Рис. 32).

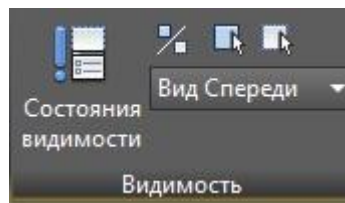


Рис.32. Вкладці ВИДИМНІСТЬ

Збережіть опис блоку та закрийте редактор блоків.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ (теоретичні)

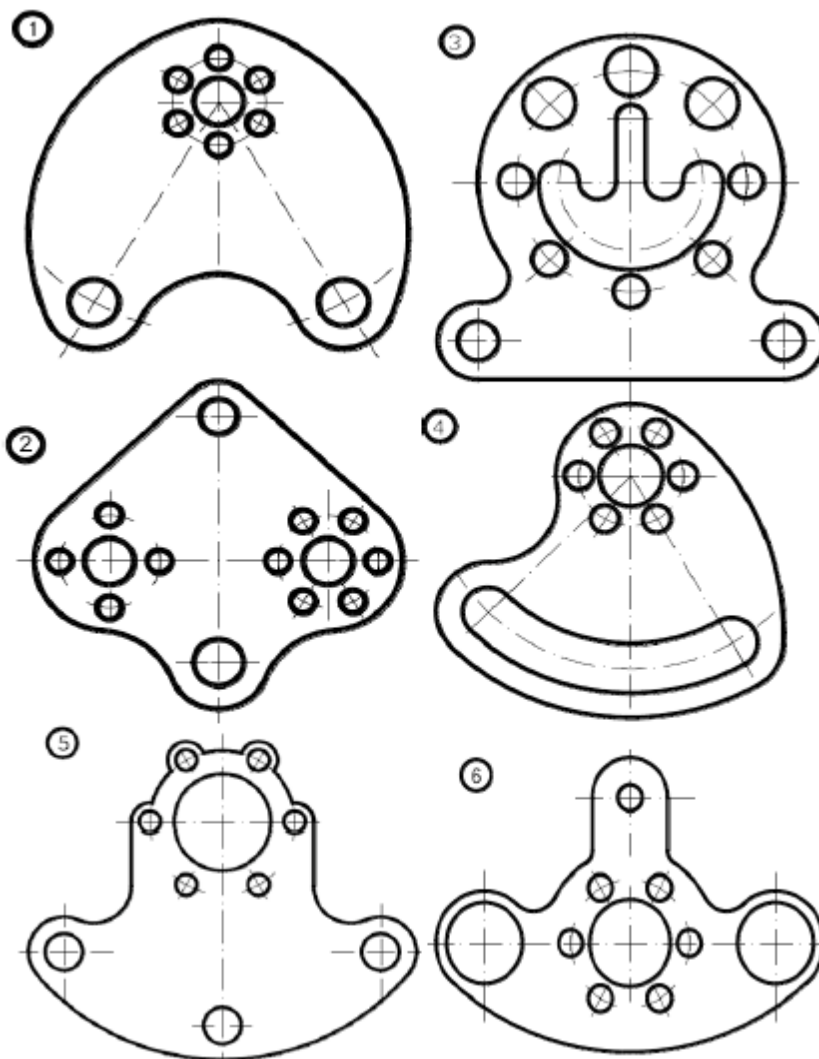
4. Охарактеризуйте функціональні зони основного вікна AutoCAD. Їхнє призначення.
5. Який спектр можливостей має система AutoCAD?
6. В якому порядку слід виконувати креслення у системі AutoCAD?
7. Призначення функціональних клавіш клавіатури під час роботи у AutoCAD.
8. Креслення в системі AutoCAD. Способи створення нового креслення у AutoCAD.
9. Формати відображення координат, передбачені AutoCAD. Які системи координат застосовуються у AutoCAD?
10. Як встановити систему координат?
11. Команди у системі AutoCAD. Їхні функції. Формат уведення команд. Методи введення команд. Способи повторення виконання команди та спосіб переривання виконання команди.
12. Введення координат у системі AutoCAD. Способи завдання координат точок. Формати введення координат (відносні та абсолютні координати).
13. Як вибирати об'єкти в AutoCAD? Режими вибору.
14. Як встановити одиниці виміру та межі креслення?
15. Які команди установки режимів креслення (малювання)?
16. Які команди установки кроку переміщення графічного курсору і фонові допоміжної сітки?
17. Команди керування зображенням на екрані монітора. Панорамування та зумування.
18. Графічний примітив. Прості та складові примітиви. Їхні властивості.
19. Команди викреслення точок та ліній у AutoCAD.
20. Команди викреслення багатокутників у AutoCAD.
21. Команди викреслення кіл, еліпсів та дуг у AutoCAD.
22. Команда креслення поліліній у AutoCAD.
23. Команда викреслення сплайнів у AutoCAD.
24. Команди креслення променя та прямий у AutoCAD.
25. Що таке об'єктна прив'язка до AutoCAD? Інструменти панелі об'єктної прив'язки. Налаштування режимів об'єктної прив'язки.
26. Техніка шарів у AutoCAD. Концепція шару. Властивості шарів. Команда створення шарів.

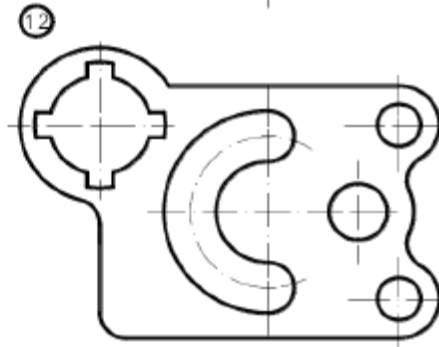
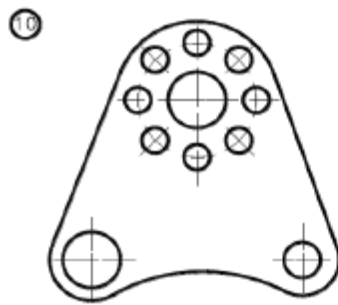
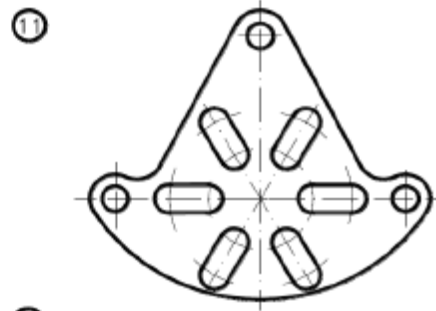
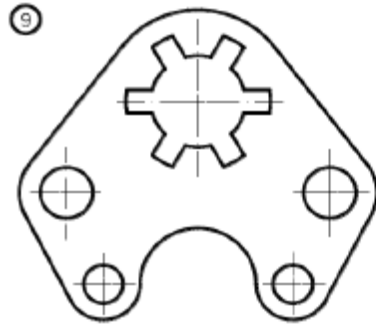
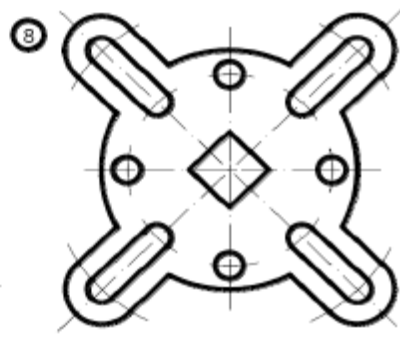
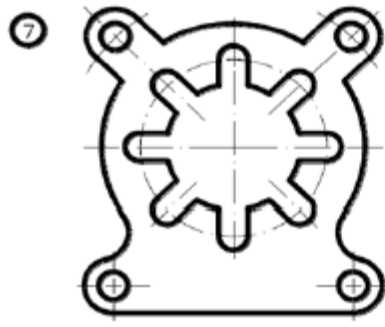
27. Панель інструментів "властивості об'єктів". Призначення панелі.
Характеристика інструментів цієї панелі.
28. Налаштування кольору та типу ліній для об'єктів, що належать шару.
29. Редагування властивостей об'єктів креслення AutoCAD.
30. Команди, що використовуються для створення фаски та сполучення примітивів.
31. Команди масштабування примітивів та масштабування типів ліній.
32. Команди створення копії примітиву та створення подібних об'єктів.
33. Команди збільшення, подовження та витягування об'єктів.
34. Команди розчленовування об'єктів, розбиття об'єкта на складові та видалення об'єктів.
35. Команди перенесення, повороту та дзеркального відображення об'єктів.
36. Команда редагування полілінії.
37. Редагування об'єктів за допомогою ручок.
38. Текст у системі AutoCAD. Шрифт. Типи шрифтів. Текстовий стиль. Команда створення текстового стилю.
39. Створення текстових об'єктів у AutoCAD. Команда нанесення та редагування однорядкового тексту.
40. Створення текстових об'єктів у AutoCAD. Команда нанесення та редагування багаторядкового тексту.
41. Способи вирівнювання тексту у системі AutoCAD.
42. Блоки у системі AutoCAD.
43. Атрибут блоку. Властивості блоку. Команда визначення атрибутів блоку.
44. Команда вставки блоку та команди розбиття блоку.
45. Динамічні блоки Приклад використання динамічних блоків.
46. Штрихування в системі AutoCAD. Правила нанесення штрихування.
47. Команди нанесення штрихування на креслення в системі AutoCAD. Стили штрихування.
48. Команда редагування штрихування в AutoCAD.
49. Розміри. Складові елементи зображення розмірів: розмірна лінія, лінія винесення, розмірний текст, допуски, стрілки. Розмірний блок.
50. Розмірні стилі системи AutoCAD. Структура розмірного стилю (батьківський та дочірній стилі). Створення розмірних стилів.
51. Редагування існуючого розмірного стилю. Часткове зменшення поточного розмірного стилю. Порівняння розмірних стилів.

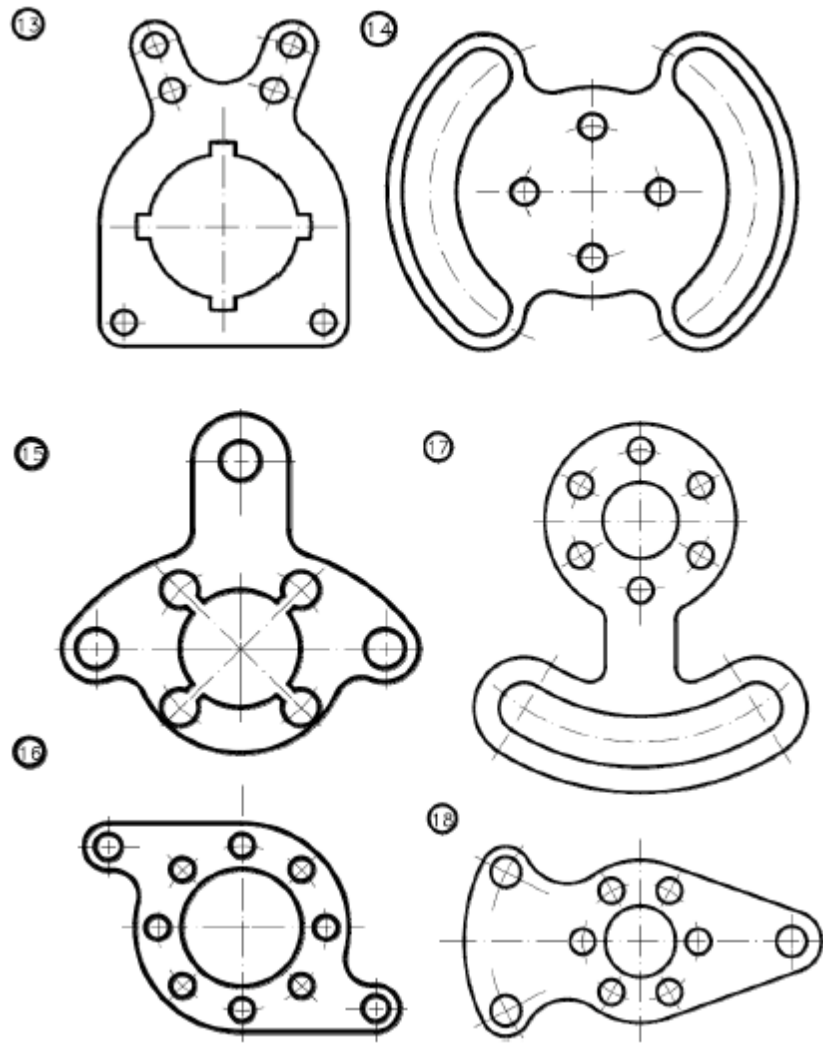
52. Команди нанесення лінійних розмірів.
53. Нанесення розмірів загальної бази.
54. Викреслення розмірних ланцюгів у AutoCAD.
55. Нанесення кутових розмірів у AutoCAD.
56. Нанесення розмірів дуг та кіл в AutoCAD.
57. Викреслення лінії виноски в AutoCAD.
58. Проставляє допуски форми та розташування поверхонь в AutoCAD.
59. Параметри, що налаштовуються під час налаштування лінії-виноски.
60. Команди для редагування розмірного блоку.
61. Типи краєвидів. Створення видових дисплеїв.
62. Створення параметричних креслень у AutoCAD. Зміст вкладки "Параметризація". Геометричні залежності. Розмірні залежності. Робота в режимі "Автоматична параметризація".
63. У чому призначення простору аркуша та простору моделі AutoCAD? Їхня відмінність.
64. Виведення креслення на принтер (плотер).

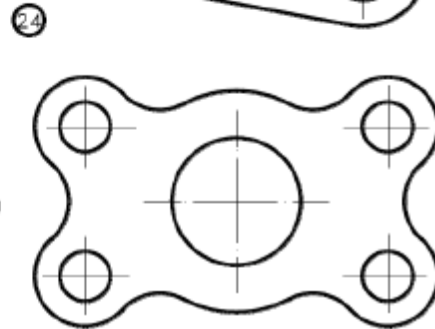
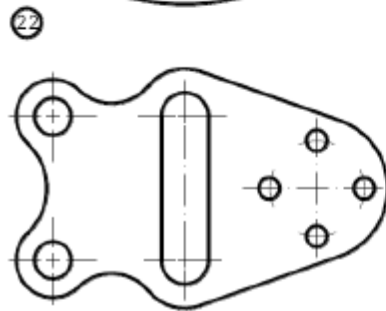
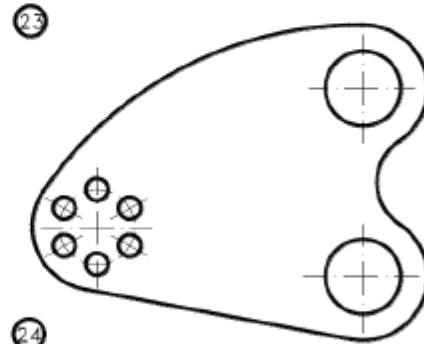
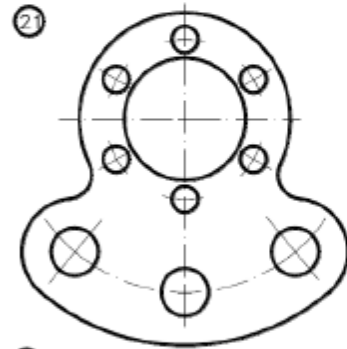
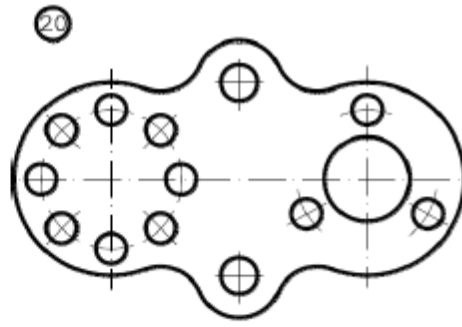
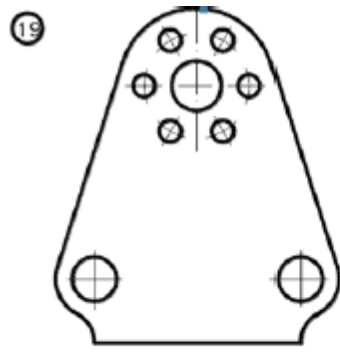
ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Завдання «Основні примітиви. Поєднання. Редагування об'єктів»

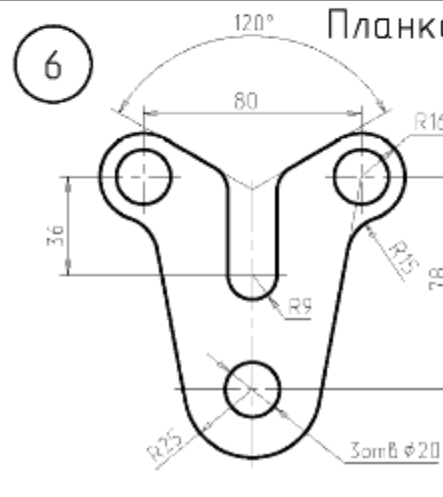
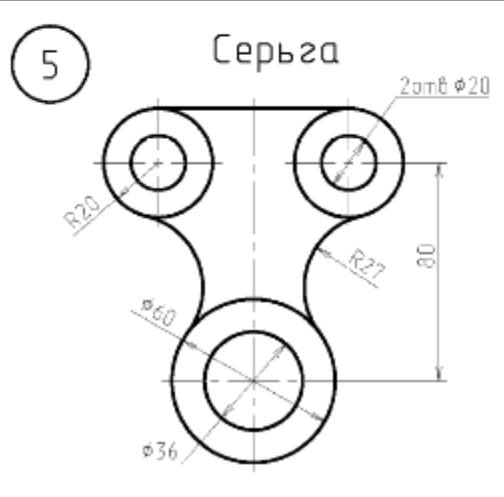
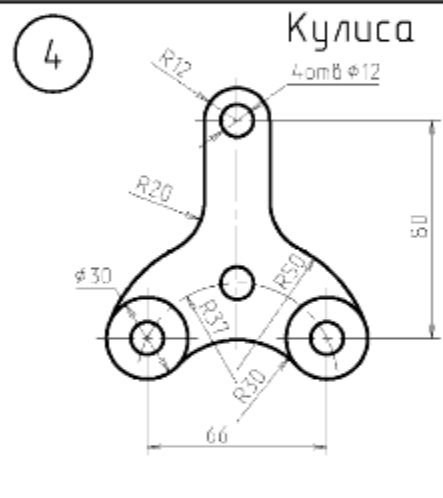
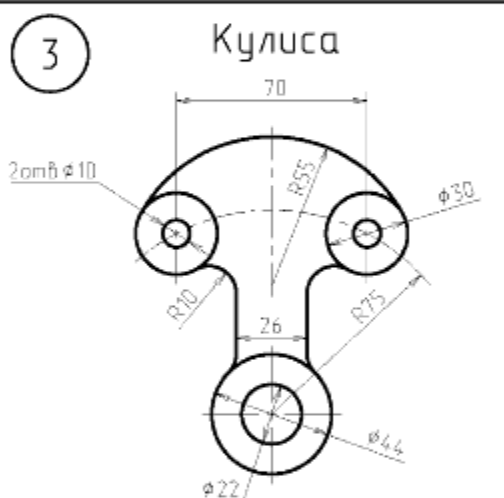
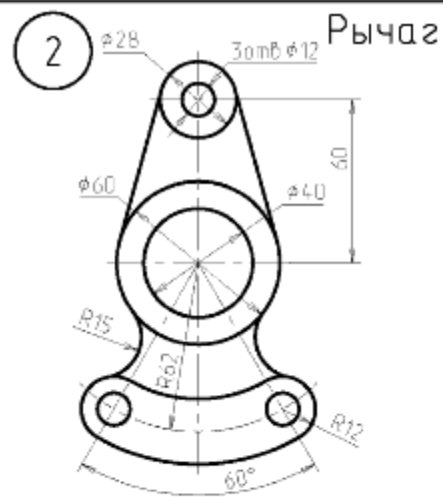
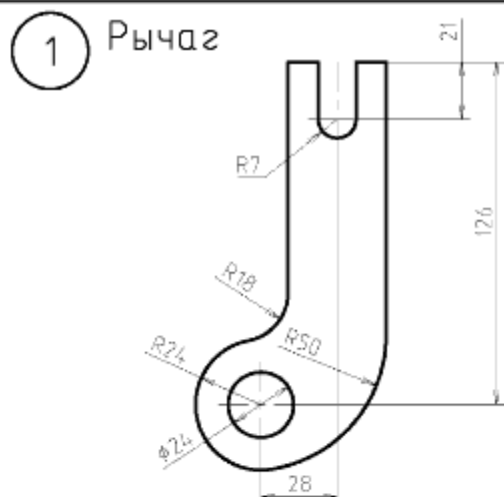


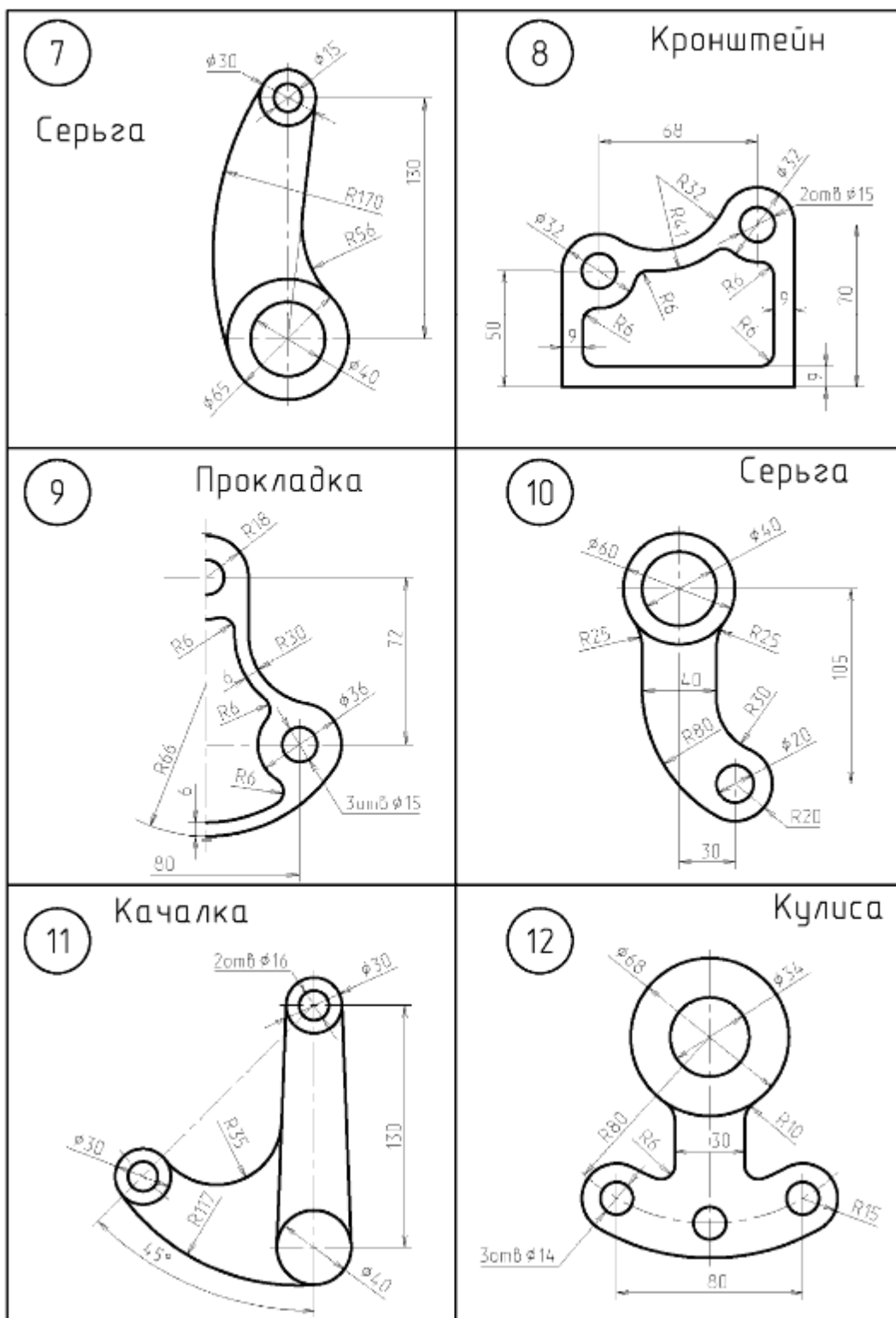




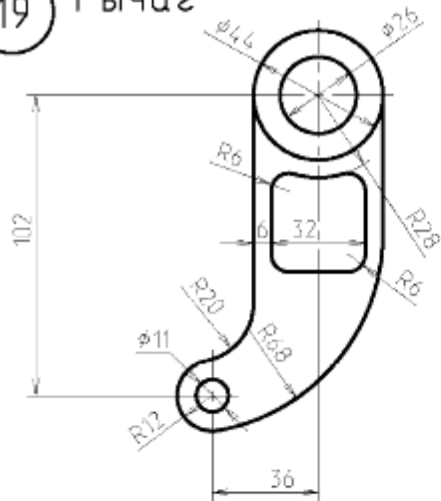


Завдання «Нанесення розмірів. Поєднання.»

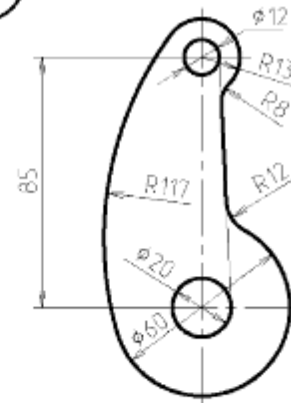




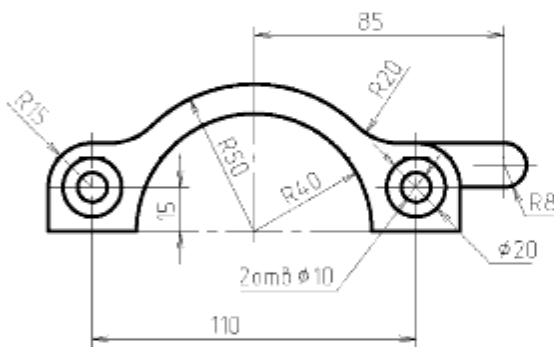
19 Рычаг



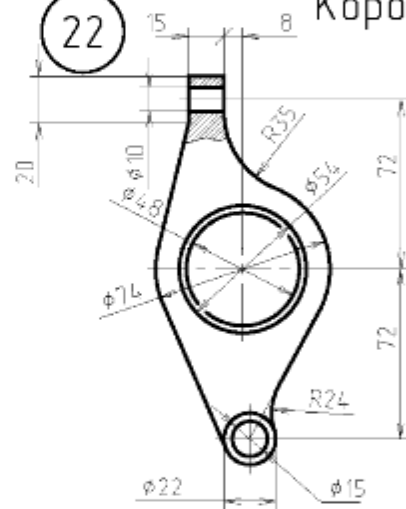
20 Серьга



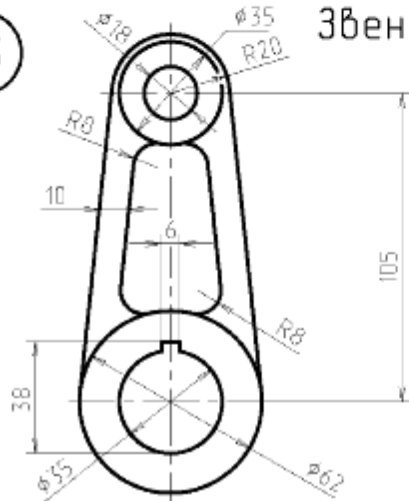
21 Крышка



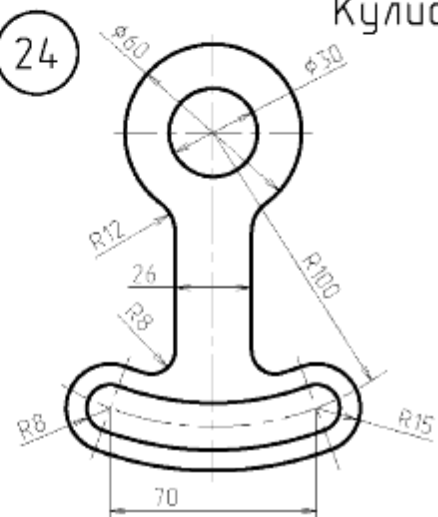
22 Коромысло



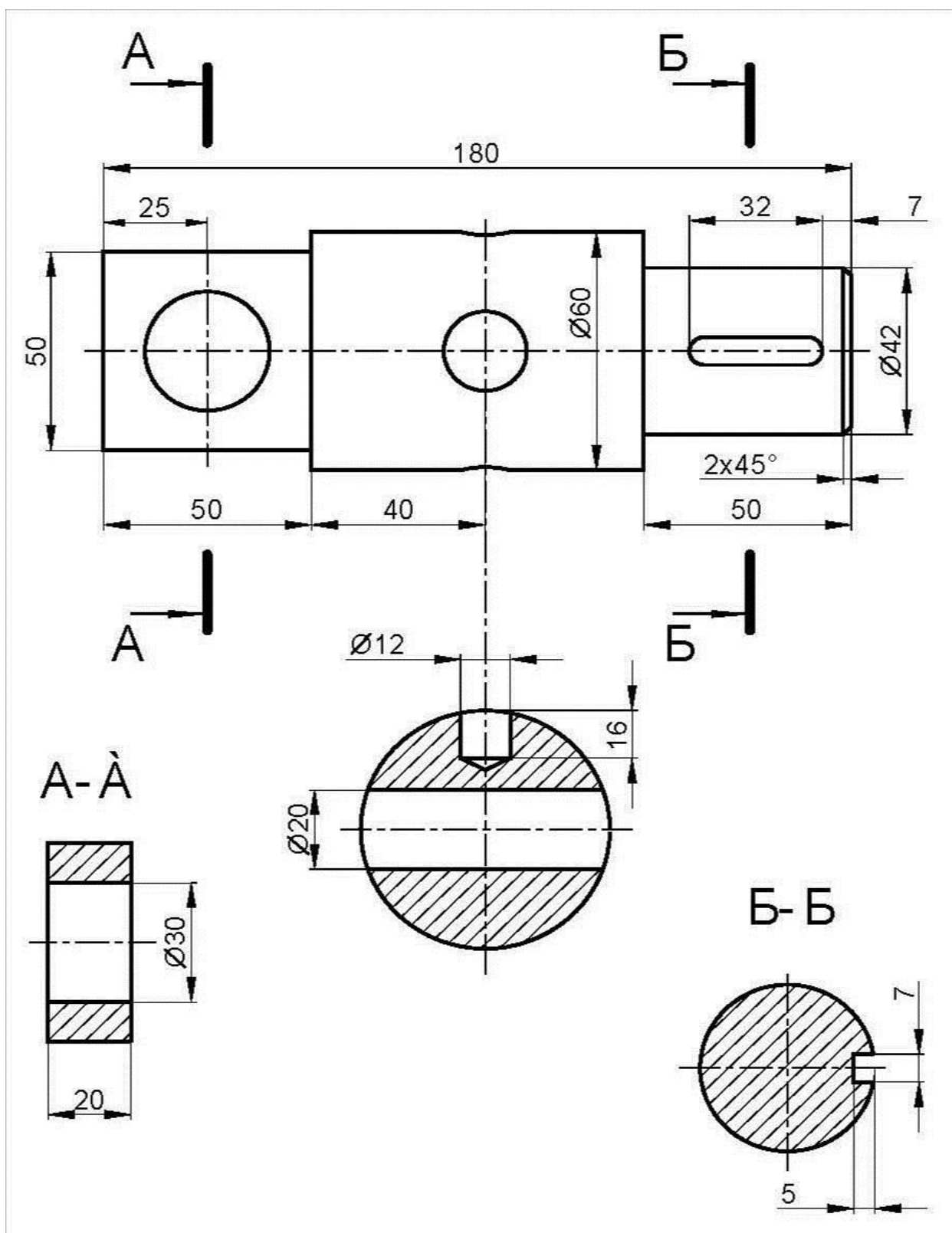
23 Звено



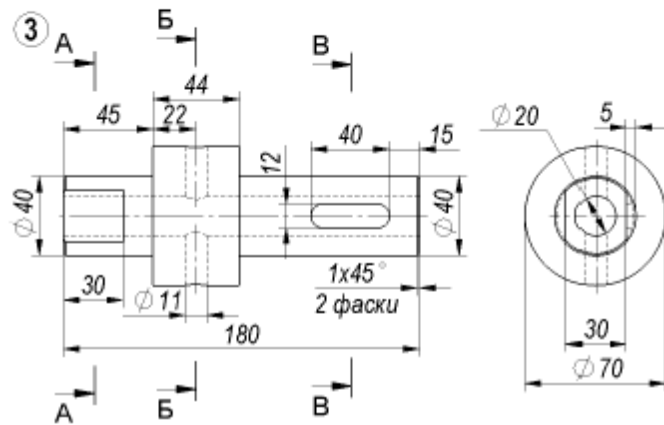
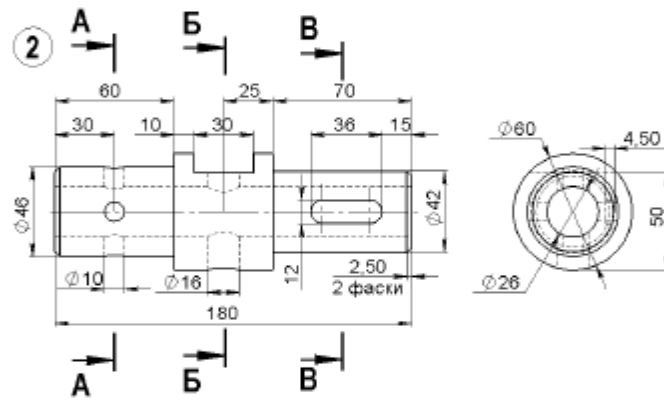
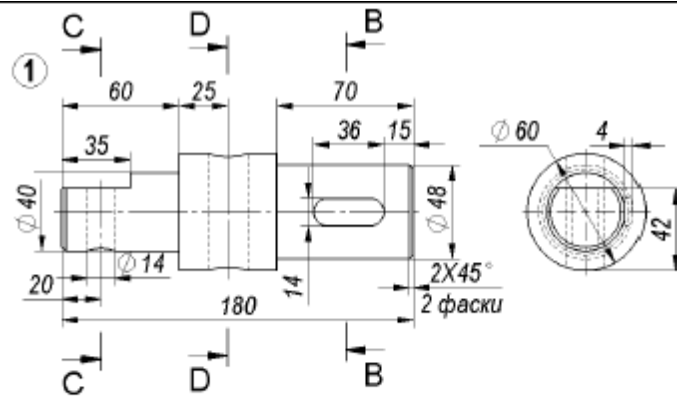
24 Кулиса



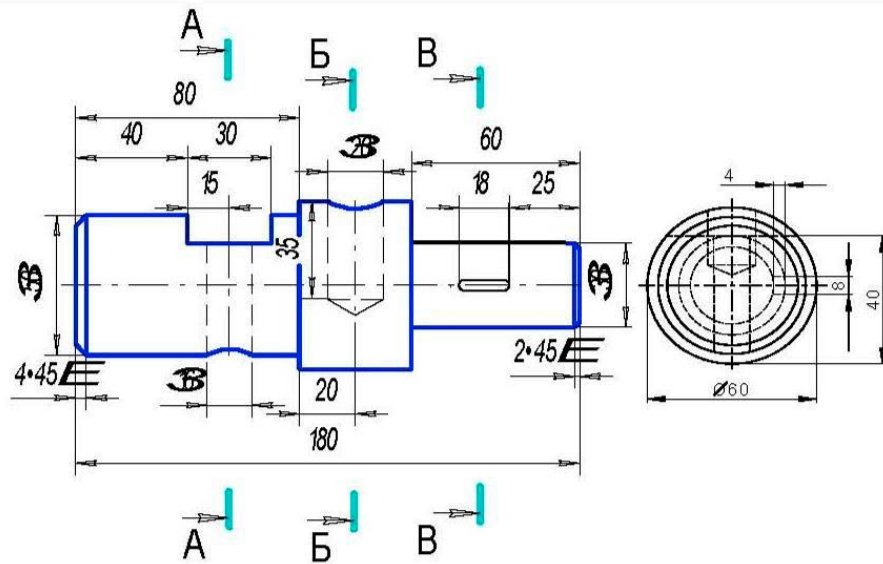
Завдання «Побудувати перерізи»



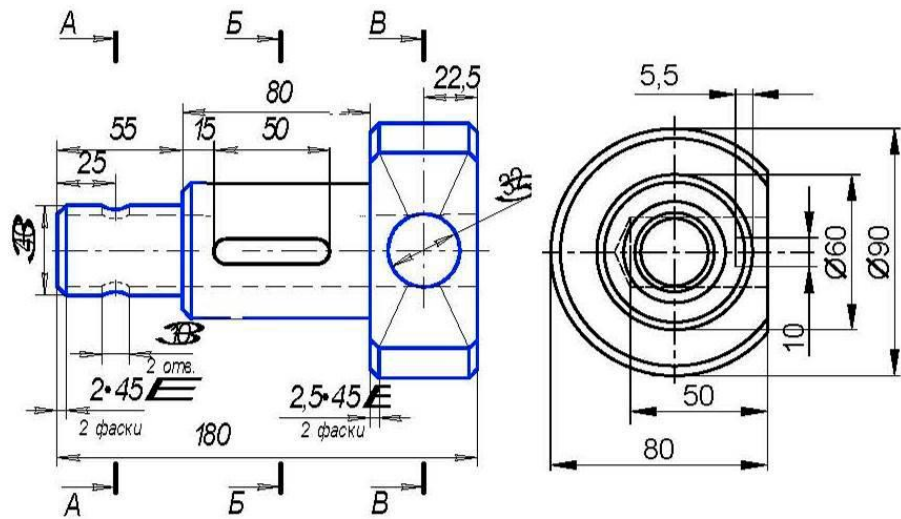
Зразок виконання завдання «Побудувати перерізи»



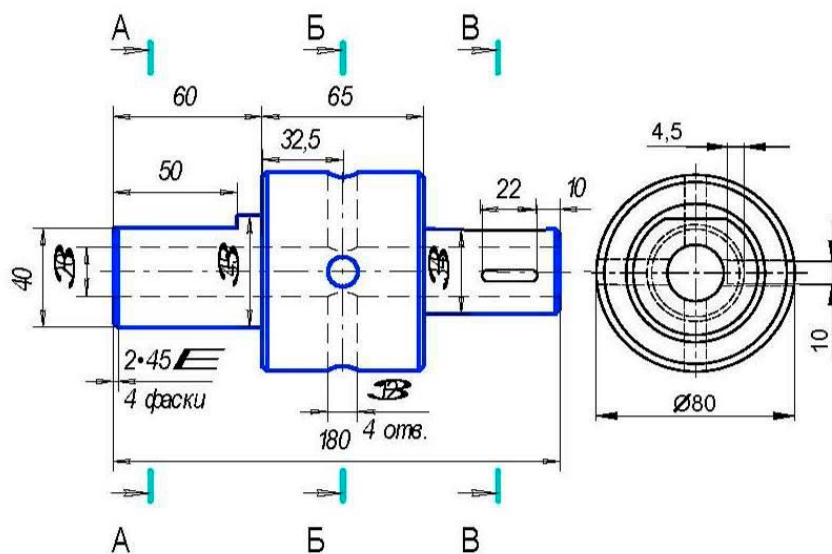
4



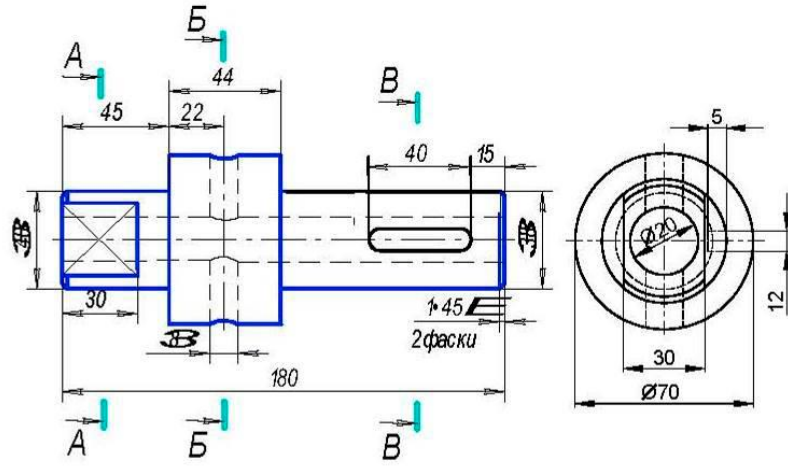
5



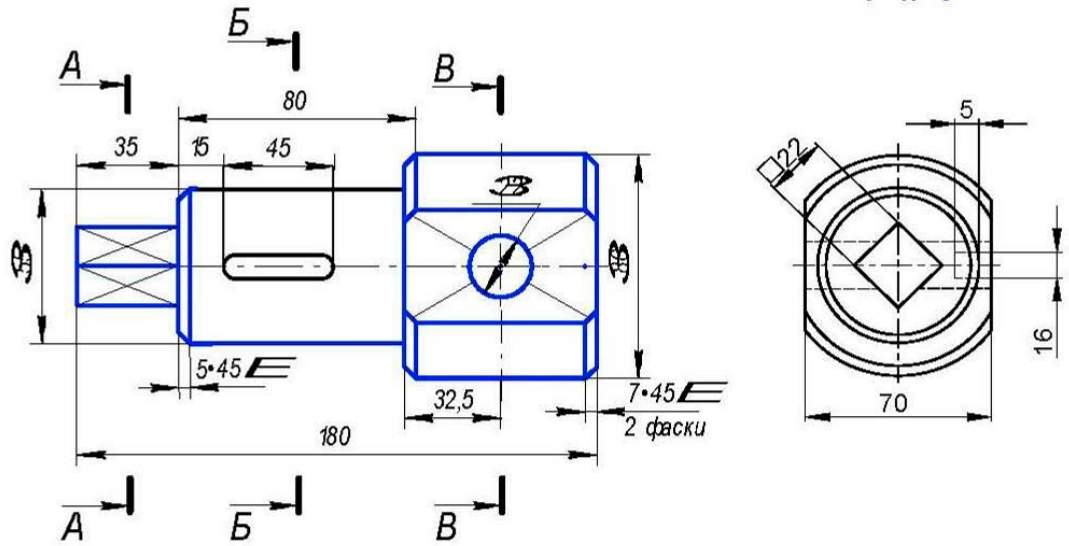
6



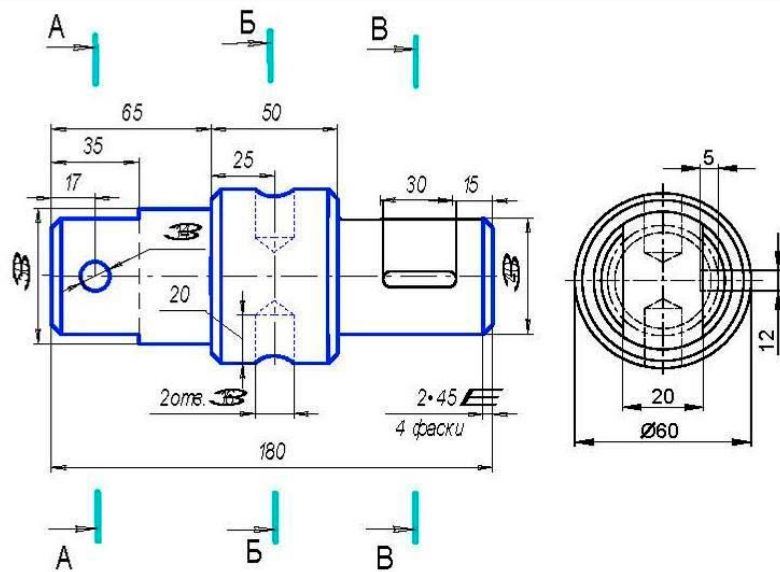
7



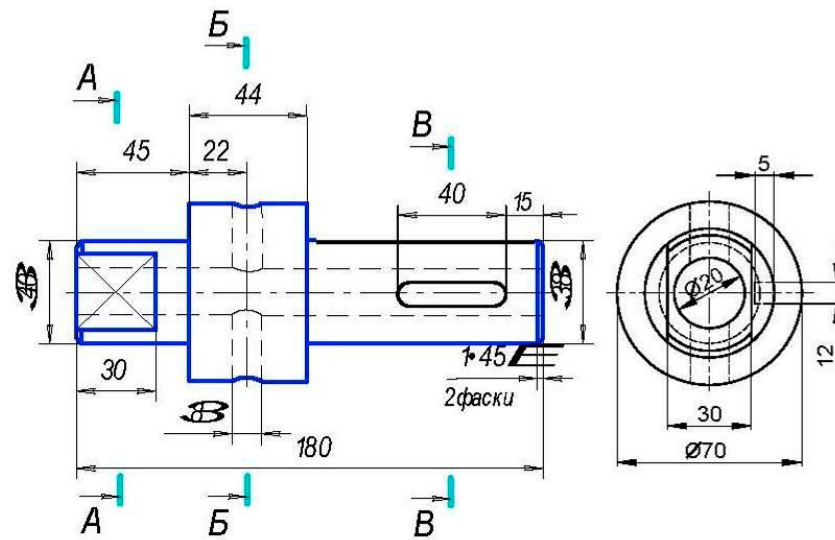
8



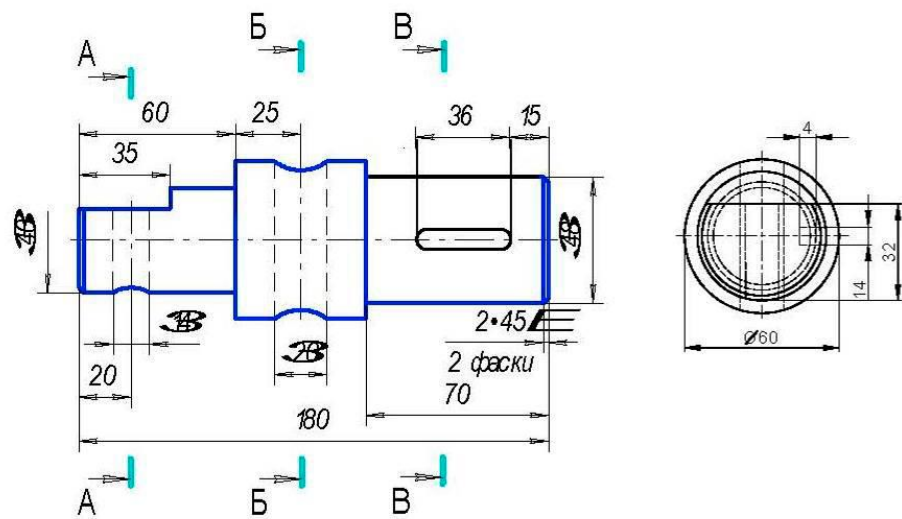
9



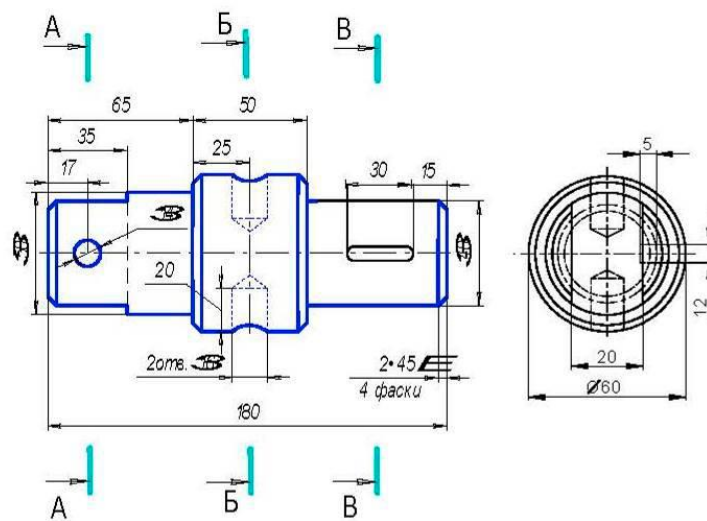
10



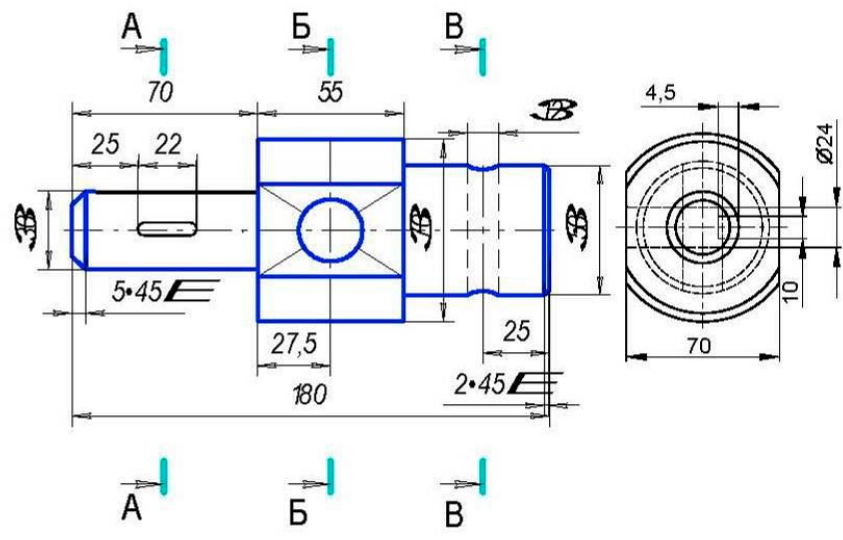
11



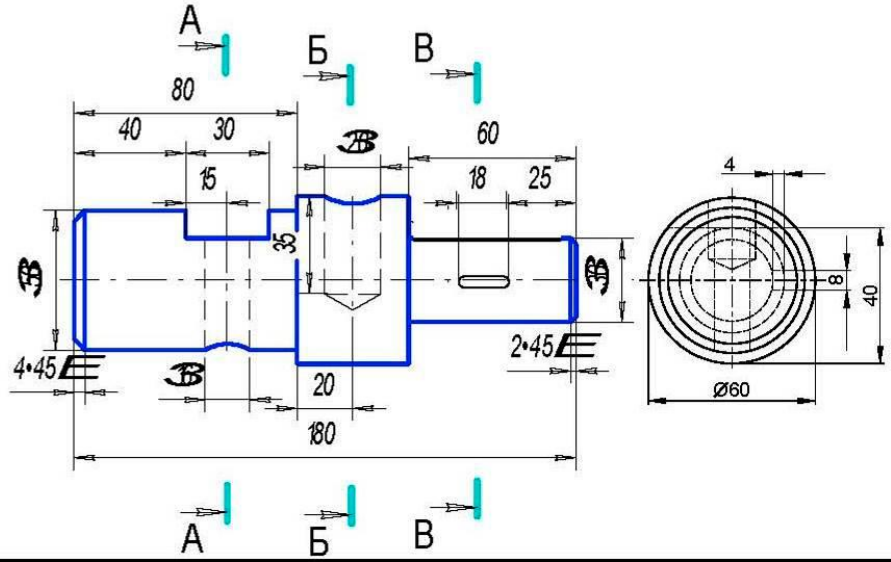
12



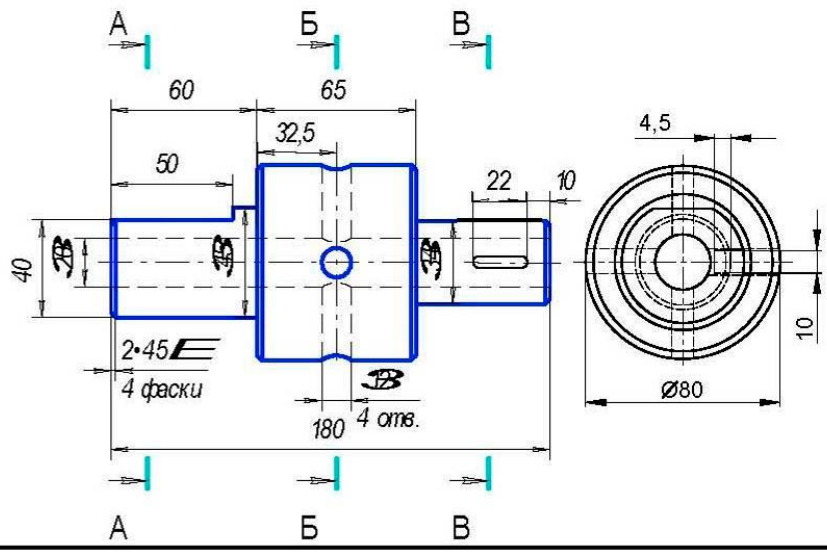
16



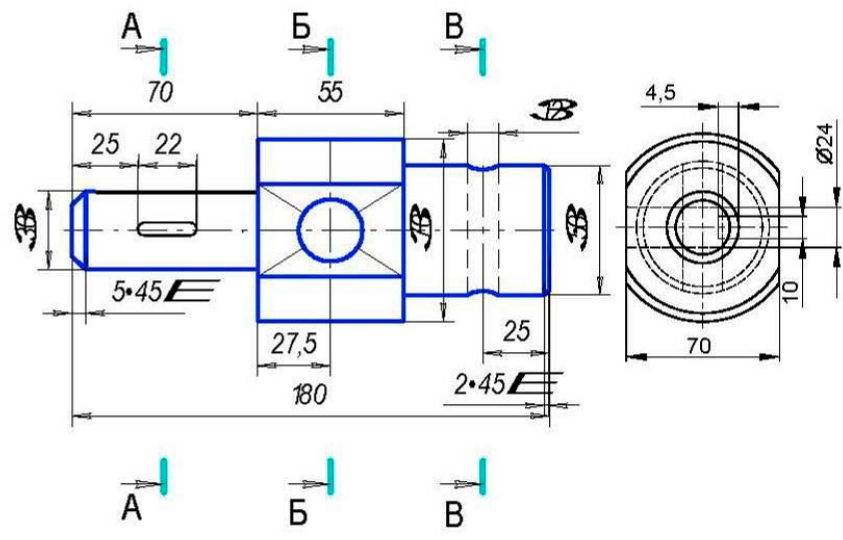
17



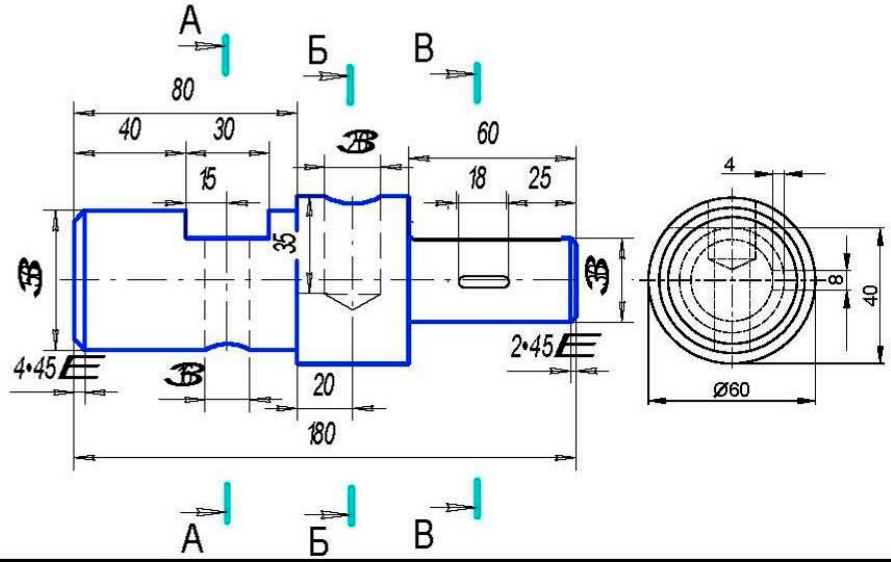
18



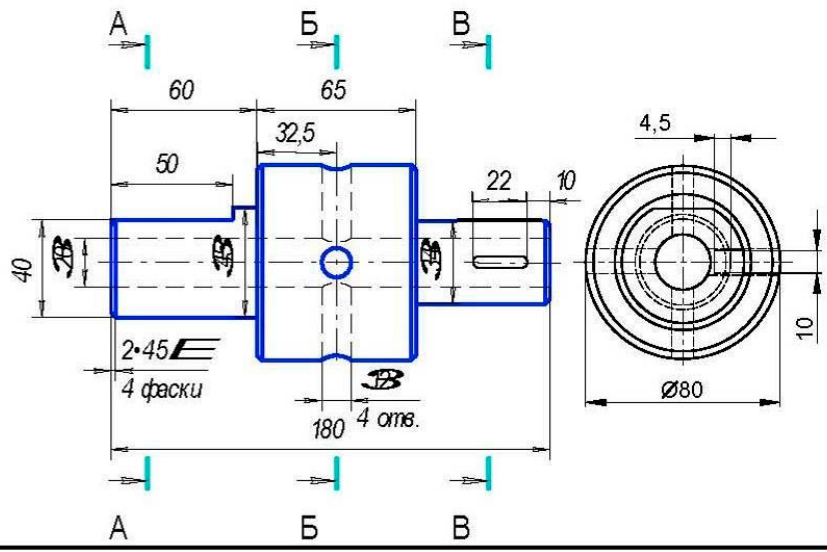
16



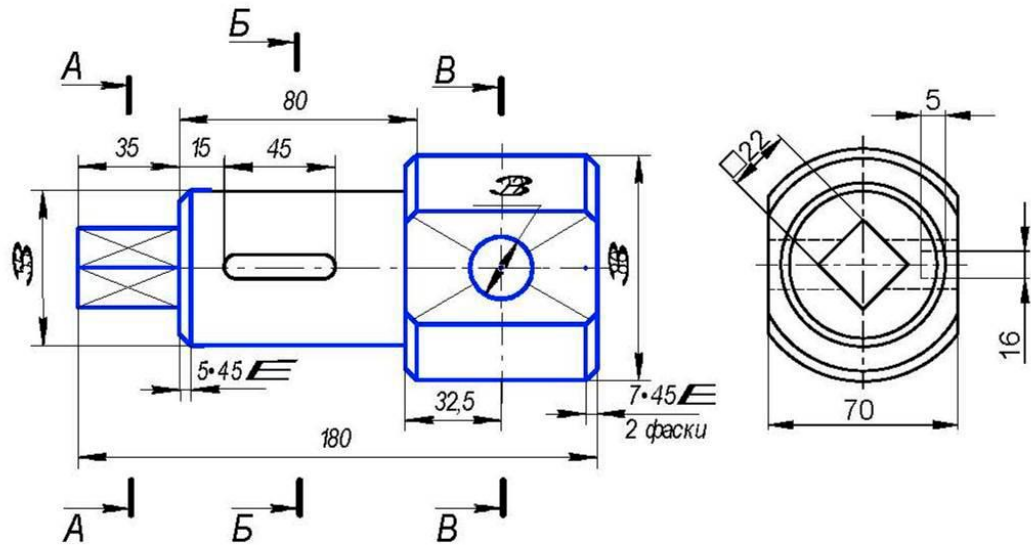
17



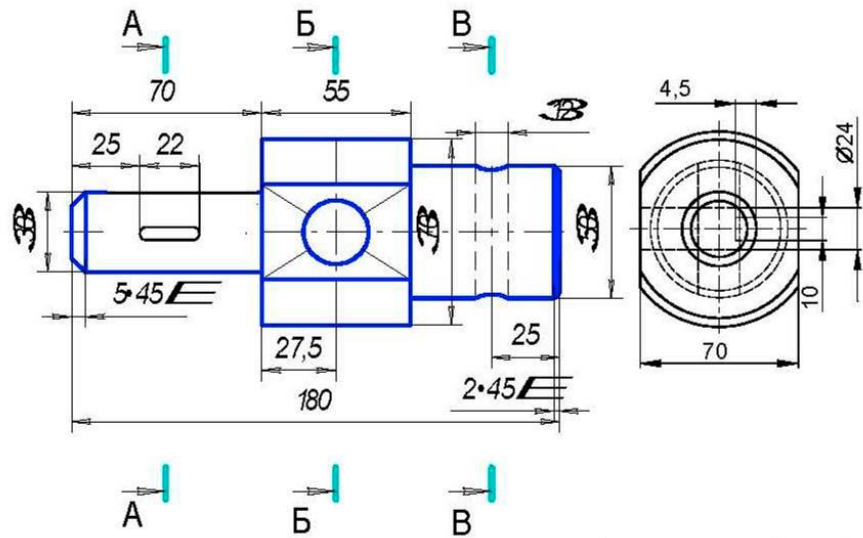
18



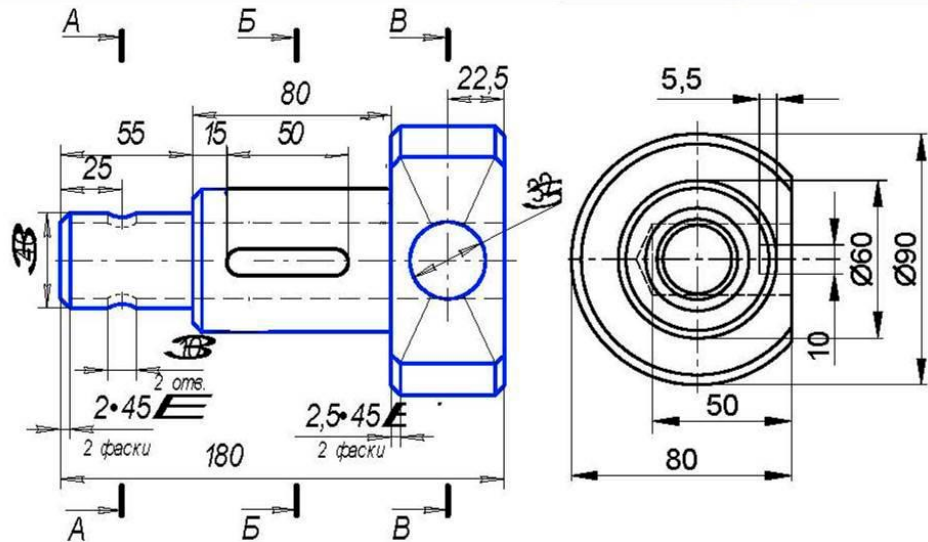
22



23



24



Завдання «Викреслення складального креслення, що включає різьбові з'єднання»

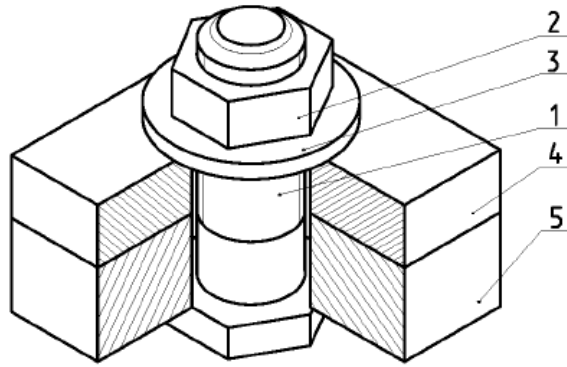


Рис. 1. Болтове з'єднання.

Складається з болта (1), гайки (2), шайби (3) і деталей, що з'єднуються (4 і 5).

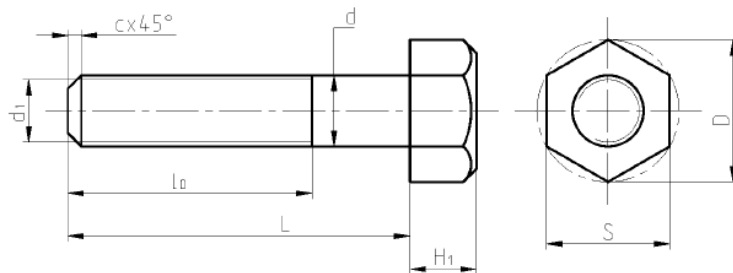


Рис.2 Болт із шестигранною головкою.

L - Довжина болта; d – зовнішній діаметр різьблення (розрахункова величина); $d1$ – внутрішній діаметр різьблення; l_0 - Довжина різьблення для накручування гайки; H_1 – висота головки болта; S – розмір під ключ.

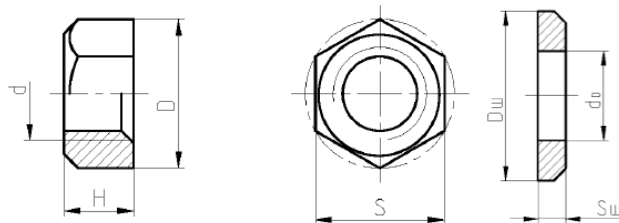
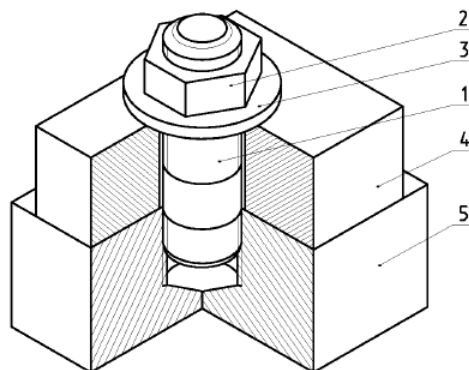


Рис. 3. Гайка з шестигранною головкою та шайба.



Мал. 4. Шпилькове з'єднання

Складається зі шпильки (1), гайки (2), шайби (3), деталей, що з'єднуються: з наскрізним отвором (4), з глухим різьбовим отвором (5).

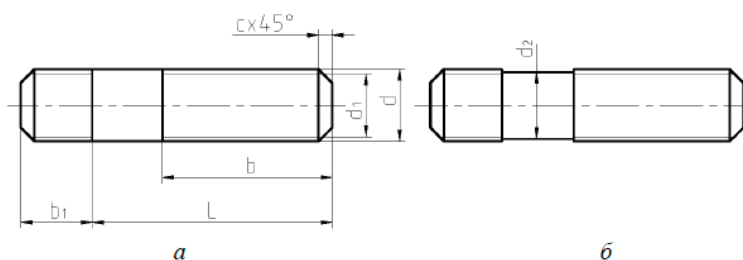


Рис.5. Шпилька.

L - Довжина шпильки; d – зовнішній діаметр різьблення (розрахункова величина); $d1$ – внутрішній діаметр різьблення; $d2$ – середній діаметр різьблення; $b1$ - посадковий (вкручується) кінець; b – гайковий (стяжний) кінець.

Один кінець шпильки з довжиною різьблення називається гайковим, на нього нагвинчується гайка. $b = 2d + 6$, за $L \leq 130$ мм, $b = 2d + 12$, за $L > 130$ мм, де L – довжина шпильки.

Якщо при розрахунку виявилось $b \geq L$, то слід визначити за формулою:

$$b = L - 0,5d - 2P, \text{ де } P - \text{ крок різьблення.}$$

Інший кінець шпильки з довжиною різьблення $b1$ називається винчується, він загвинчується в глухий різьбовий отвір деталі. Довжина $b1$ залежить від матеріалу цієї деталі (табл. 1).

Таблиця 1.

ГОСТ 22032-76* $b1 = d$	Для вкручування в сталеві, бронзові, латунні деталі.
ГОСТ 22034-76 * $b1 = 1,25 d$	Для вгвинчування в деталі з ковкого чавуну.
ГОСТ 22038-76* $b1 = 2d$	Для вкручування в деталі з легких сплавів.

При кресленні болтового з'єднання необхідно врахувати таке:

Креслення з'єднання має складатися із трьох зображень: фронтальний розріз, вид зверху, вид зліва.

Болт, гайку та шайбу у розрізі умовно зображують нерозсіченими.

Болтове з'єднання викреслюють зі спрощеннями: без фасок на гайці, шайбі та головці болта за зразком, наведеним на рис. 6.

Головку болта та гайку на головному зображенні показують трьома гранями.

Розміри, що проставляються на кресленні повинні відповідати зразку на рис.6.

На вільному полі креслення записують умовні позначення болта, гайки та шайби шрифтом 5. Наприклад: Болт М16х60 ГОСТ 7798-70 (болт першого виконання, із зовнішнім діаметром різьблення $d = 16$ мм, з великим кроком, завдовжки 60 мм); Болт М16х1, 5х60 ГОСТ 7798-70 (те ж, з дрібним кроком 1,5 мм); Гайка 2.М16 ГОСТ 5915-70; (Гайка шестигранна, другого виконання, із зовнішнім діаметром різьблення $d = 16$ мм, з великим

кроком); Гайка 2.М16х1, 5 ГОСТ 5915-70 (те ж, з дрібним кроком 1,5 мм); Шайба 2.16 ГОСТ 11371-78 (шайба кругла, 2-го виконання, для болта із зовнішнім діаметром різьблення 16 мм).

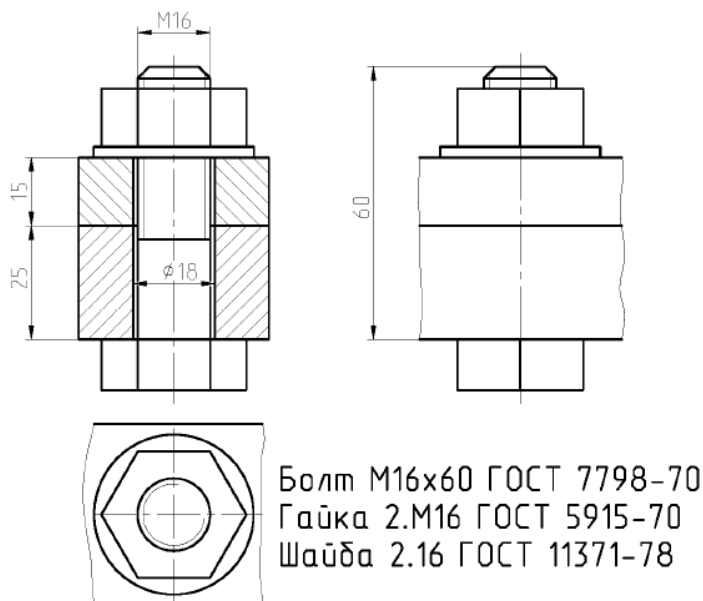


Рис.6. Зразок виконання завдання болтового з'єднання

При кресленні шпилькового з'єднання потрібно врахувати наступні моменти: 1. Шпилькове з'єднання потрібно викреслити у двох зображеннях: головний вид з фронтальним розрізом і зверху. Викреслюють також глухий свердлений отвір та глухий отвір з різьбленням (рис.7).

Глибина гнізда під шпильку b_2 умовно береться на $0,5d$ більше довжини кінця шпильки, що загвинчується, b_1 .

Шпильку, гайку та шайбу у розрізі показують нерозсіченими.

З'єднання шпилькою викреслюють зі спрощеннями: без фасок на гайці та шайбі, а також не зображують західну фаску та недоріз різьблення в глухом отворі.

Гайку на головному зображенні показують трьома гранями.

Лінію розділу деталей, що з'єднуються, викреслюють так, щоб вона збігалася з кордоном різьблення посадкового кінця шпильки.

Дно глухого отвору має мати конічну форму з кутом 120° .

Особливу увагу при кресленні шпилькового з'єднання потрібно звернути на зображення різьбового з'єднання – перехід ліній різьблення шпильки в лінії різьблення отвору.

За зразком, наведеним на рис. 7 проставити необхідні розміри і написати шрифтом 5 умовне позначення шпильки, звертаючи увагу на позначення різьблення з дрібним і великим кроком і матеріал деталі, що приєднується. Наприклад: Шпилька М20х60 ДЕРЖСТАНДАРТ 22034-76* (шпилька з діаметром різьблення $d = 20$ мм, великим кроком,

довжиною $L = 60$ мм, для деталей з чавуну); Шпилька M20x1x60 ГОСТ 22034-76* (те саме з дрібним кроком 1 мм).

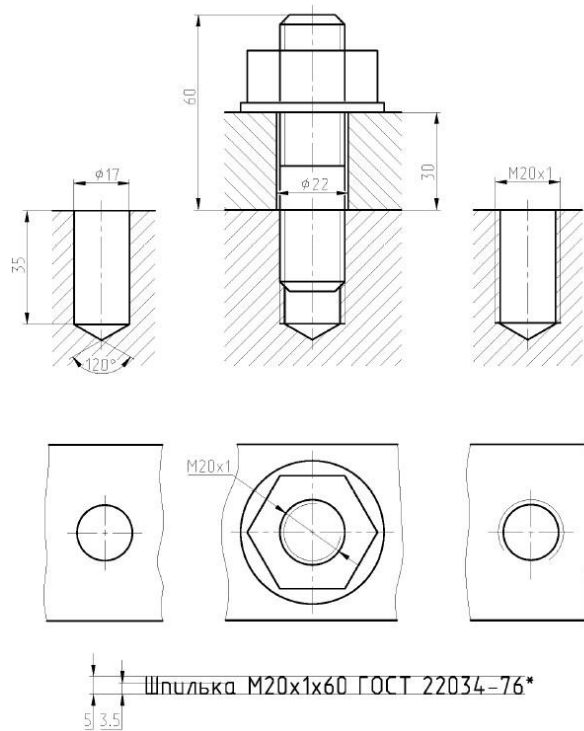


Рис.7. Зразок виконання завдання шпилькового з'єднання

Таблиця 2. Варіанти індивідуальних завдань

варіант	Болтове з'єднання				варіант	Шпилькове з'єднання			
	Болт номінальний діаметр)	A товщина провітціт алі)	У товщина другий деталі)	Масштаб		Шпилька номі альний діаметр)	Товщина що приєднується деталі	Матеріал	Масштаб
1	M16	20	25	1:1	1	M30x2	87	Сталь	1:2
2	M20x1,5	25	30	1:1	2	M30	90	Чавун	1:2
3	M24	30	40	1:1	3	M30x2	80	Сталь	1:2
4	M27x2	40	20	1:1	4	M30	80	Чавун	1:2
5	M30	20	35	1:1	5	M27x2	75	Сталь	1:2
6	M36x2	35	70	1:2	6	M27	70	Чавун	1:2
7	M42	45	60	1:2	7	M27x2	68	Сталь	1:2
8	M16x 1,5	25	25	1:1	8	M27	65	Чавун	1:2

9	M20	20	25	1:1	9	M24x2	52	Сталь	1:1
10	M24x2	30	35	1:1	10	M18	30	Алюміній	1:1
11	M27	36	20	1:1	11	M24x2	60	Сталь	1:1
12	M30x2	25	40	1:1	12	M24	46	Чавун	1:1
13	M36	50	60	1:2	13	M16x1, 5	30	Алюміній	1:1
14	M42x3	60	35	1:2	14	M24	54	Чавун	1:1
15	M16	30	25	1:1	15	M22x1, 5	52	Сталь	1:1
16	M20x1, 5	30	30	1:1	16	M22	48	Чавун	1:1
17	M24	35	20	1:1	17	M22x1, 5	50	Сталь	1:1
18	M27x2	25	25	1:1	18	M22	55	Чавун	1:1
19	M30	20	50	1:1	19	M20x1, 5	53	Сталь	1:1
20	M36x2, 5	35	60	1:2	20	M20	48	Чавун	1:1
21	M42	40	60	1:2	21	M 20x1,5	52	Сталь	1:1
22	M16x1, 5	20	30	1:1	22	M20	50	Чавун	1:1
23	M20	30	20	1:1	23	M18x1, 5	47	Сталь	1:1
24	M24x2	20	40	1:1	24	M16	32	Алюміній	1:1
25	M27	54	20	1:1	25	M18x1, 5	45	Сталь	1:1
26	M30x2	40	30	1:1	26	M18	46	Чавун	1:1
27	M36	60	40	1:2	27	M16x1, 5	42	Чавун	1:1
28	M42x3	40	70	1:2	28	M16	25	Алюміній	1:1
29	M16	30	30	1:1	29	M24x2	50	Сталь	1:1
30	M18x1, 5	40	30	1:1	30	M22	45	Чавун	1:1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3321-2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. – [Чинний від 2003-12-08]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2005. 51 с.
2. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – [Чинний від 1994-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 93 с.
3. Черных И. А., Журиле А. Г., Краевская Е. А., Адашевская И. Ю. Геометрическое моделирование в компьютерной графике. Харьков : НТМТ, 2017. 320 с.
4. David E. Weisberg The Engineering Design Revolution. URL: <http://cadhistory.net/>.
5. Системы автоматизированного проектирования. URL: <https://msd.com.ua/osnovny-proektirovaniya-ximicheskix-proizvodstv-ioborudovaniya/sistemy-avtomatizirovannogo-proektirovaniya/>
6. Hirschtick J. Celebrating 25 Years of SolidWorks: Founding Memories From 1993. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/celebrating-25-yearssolidworks-founding-memories-from-jon-hirschtick> .
7. Стенін О. А., Лапковський С. В., Солдатова М. О. Використання CALS-технологій в сучасній промисловості. *Адаптивні системи автоматичного управління*. 2011. № 18(38). С. 114–123.
8. Гонсьор О. Й. Впровадження CALS-технологій в системи управління якістю на підприємствах агропромислового комплексу. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2013. № 753. С. 135–139.
9. Каратанов А. В. Методы и модели оценки качества систем автоматизированного проектирования в едином информационном пространстве. Системы управління, навігації та зв'язку. 2013. 3(27). С. 122-128.

Навчальне видання

Системи автоматичного проектування і розрахунку (САПР)

Методичні рекомендації

Укладач: **Мартиненко** Володимир Олександрович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,3

Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.