

Міністерство освіти та науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

А. П. Бойко

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD**

**Частина 1.
Геометричне та проекційне креслення**

Навчальний посібник

Миколаїв – 2017

**УДК 004.92/94(075.8)
Б 77**

*Рекомендовано вченою радою ЧНУ ім. Петра Могили
(протокол № 11 від 30 червня 2017 року).*

Рецензенти:

Кошкін К. В., д-р техн. наук, професор, зав. кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національного університету кораблебудування ім. С. О. Макарова;

Устенко С. А., д-р техн. наук, доцент, зав. кафедри комп'ютерної інженерії Миколаївського національного університету ім. В. О. Сухомлинського;

Рудницький В. М., д-р техн. наук, професор, проректор з науково-дослідної роботи та міжнародних зв'язків Черкаського державного технологічного університету.

Б 77

Бойко А. П. Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD. Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення : навч. посіб. / А. П. Бойко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 116 с.

ISBN 978-966-336-386-8

Навчальний посібник містить інформацію про функціональні можливості графічної системи AutoCAD 2016 з описом ефективних способів виконання креслень. Детально розповідається про графічний інтерфейс, режими і формати системи, наводиться великий перелік команд, пояснюється робота різних функцій.

Наводяться практичні рекомендації до виконання графічних робіт з комп'ютерної графіки за темами «Геометричне креслення» та «Проекційне креслення».

Призначений для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 004.92(075.8)

© Бойко А. П., 2017

© ЧНУ ім. Петра Могили, 2017

ISBN 978-966-336-386-8

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ РОБОТИ З ГРАФІЧНИМ РЕДАКТОРОМ AUTOCAD.....	8
1.1. Запуск системи AutoCAD.....	8
1.2. Робочий простір AutoCAD.....	8
1.3. Введення команд системи AutoCAD.....	12
1.4. Властивості об'єктів.....	14
1.5. Завантаження типів ліній.....	15
1.6. Призначення товщини (ваги) лінії.....	16
1.7. Установка шарів.....	17
1.8. Вкладки перемикачів режимів креслення.....	18
1.9. Основні команди креслення в AutoCAD.....	21
1.9.1. Команда <i>Отрезок (LINE)</i>	21
1.9.2. Команда <i>Прямая (CONSTRUCTION LINE)</i>	22
1.9.3. Команда <i>Круг (CIRCLE)</i>	22
1.9.4. Команда <i>Дуга (ARC)</i>	23
1.9.5. Команда <i>Прямоугольник (RECTANGLE)</i>	23
1.9.6. Команда <i>Полигон (POLYGON)</i>	24
1.9.7. Команда <i>Еллипс (ELIPS)</i>	24
1.9.8. Команда <i>Полилиния (POLYLINE)</i>	25
1.9.9. Команда <i>Сплайн (SPLINE)</i>	26
1.9.10. Команда <i>Точка (POINT)</i>	26
1.9.11. Команда <i>Область (REGION)</i>	27
1.9.12. Команда <i>Маскировка</i>	28
1.10. Виконання написів на кресленнях.....	28
1.10.1. <i>Налаштування параметрів тексту</i>	28
1.10.2. <i>Створення написів</i>	30
1.11. Введення координат точок.....	31
1.12. Зберігання креслень.....	32
1.13. Команди редагування зображень в AutoCAD.....	32
1.13.1. Вибір об'єктів.....	32
1.13.2. Основні команди редагування креслення.....	35
1.13.2.1. Команда <i>Переместить (MOVE)</i>	35
1.13.2.2. Команда <i>Копировать (COPY)</i>	36
1.13.2.3. Команда <i>Повернуть (ROTATE)</i>	36
1.13.2.4. Команда <i>Обрезать (TRIM)</i>	37
1.13.2.5. Команда <i>Удлинить (EXTEND)</i>	38
1.13.2.6. Команда <i>Отразить зеркально (MIRROR)</i>	38

Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD
Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення

1.13.2.7. Команда Сместить (OFFSET)	39
1.13.2.8. Команда Массив (ARRAY)	39
1.13.2.8.1. Команда Прямоугольный массив	39
1.13.2.8.2. Круговой массив	41
1.13.2.8.3. Команда Массив по траектории	42
1.13.2.9. Команда Масштаб (SCALE)	42
1.13.2.10. Команда Разрыв (BREAK)	43
1.13.2.11. Команда Фаска (CHAMFER)	43
1.13.2.12. Команда Сопряжение (FILLET)	44
1.13.2.13. Команда Расчленить (EXPLODE)	44
Питання для самоконтролю	45
РОЗДІЛ 2. ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ	46
2.1. Геометричні побудови в AutoCAD	46
2.1.1. Побудова нахилу	46
2.1.2. Побудова конусності	47
2.1.3. Побудова спряження	48
2.1.3.1. Побудова дотичних до двох кіл	49
2.1.3.2. Спряження двох прямих, що перетинаються	49
2.1.3.3. Зовнішнє сполучення двох кіл	50
2.1.3.4. Внутрішнє сполучення двох кіл	51
2.1.4. Нанесення розмірів на креслення	52
2.1.4.1. Налаштування розмірного стилю	53
2.1.4.2. Простановка розмірів	55
2.1.4.3. Редагування розмірів	58
2.2. Методичні рекомендації до виконання завдання «Геометричне креслення»	59
2.2.1. Методичні вказівки до виконання креслення валика	60
2.2.2. Методичні вказівки до виконання креслення плоского контура	62
2.2.3. Методичні вказівки до виконання креслення профілю балки	64
Питання для самоконтролю	69
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ	70
3.1. Зображення геометричних об'єктів	70
3.2. Види	71
3.2.1. Види основні	71
3.2.2. Додаткові та місцеві види	73

3.3. Розрізи	74
3.3.1. Розрізи прості	75
3.3.2. Розрізи складні	79
3.4. Перерізи.....	80
3.5. Методичні рекомендації до виконання завдання з теми «Проекційне креслення»	83
3.5.1. Побудова трьох проекцій деталі (моделі) по її наочному зображенню.....	83
3.5.2. Побудова трьох проекцій деталі (моделі) за двома заданими проекціями.....	87
Питання для самоконтролю.....	90
Список літератури.....	91
Предметний покажчик	93
Додаток А. Оформлення графічної документації.....	94
А.1. Загальні правила оформлення креслень.....	94
А.1.1. Формати креслень	94
А.1.2. Масштаби	94
А.1.3. Лінії креслення.....	95
А.2. Створення шаблону листа формату А3.....	96
Додаток Б. Нанесення розмірів на кресленні	104
Додаток В.	115

ВСТУП

У запропонованому навчальному посібнику розглядаються способи та технічні прийоми розробки графічних конструкторських документів, реалізовані в середовищі універсальної графічної системи AutoCAD.

Система AutoCAD, створена фірмою «Autodesk», є на сьогодні найбільш поширеною графічною системою автоматизованого проектування, що використовується в усіх галузях промисловості. Оскільки принцип відкритої архітектури, покладений в основу AutoCAD, дозволяє адаптувати його функції відповідно до конкретних задач та вимог.

Уміння працювати в програмі AutoCAD допомагає інженерам усіх напрямів виконувати швидко і якісно креслення будь-якої складності.

Цей навчальний посібник складено з тем «Геометричне креслення» та «Проекційне креслення» у відповідності з програмою курсу «Комп'ютерна графіка» для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання.

У посібнику викладення теоретичних основ дисципліни «Комп'ютерна графіка» чергується з поетапним рішенням завдань практичного виконання елементів креслень.

Метою цього посібника є практичне засвоєння студентами технології розробки графічної конструкторської документації у середовищі AutoCAD.

Структура навчального посібника відповідає поставленій меті.

Так, у першому розділі «Основи роботи з графічним редактором AutoCAD» детально описано головне вікно програми, основні вкладки та панелі, діалогові вікна. Розглянуто технологію роботи з векторними графічними примітивами, подано великий перелік команд та різноманітних налаштувань. Наведено застосування можливостей програми AutoCAD з редагування простих та складних об'єктів, особливості роботи з шарами та текстами.

Другий розділ «Геометричне креслення» присвячено розгляду геометричних побудов, які використовуються в сучасній інженерній графіці найбільш часто. Надано методичні рекомендації щодо виконання та оформлення графічної роботи з теми «Геометричне креслення».

У третьому розділі викладено основні теоретичні положення проекційного креслення: принципи побудови зображень предметів, різновиди зображень, класифікацію видів, розрізів, перерізів. Наведено приклади розв'язання типових задач проекційного креслення.

Наприкінці кожного розділу наводяться питання для самоконтролю.

Матеріал, викладений у цьому посібнику може бути використаний на практичних заняттях у комп'ютерному класі, під час самостійної роботи, а також студентами старших курсів під час виконання конструкторської та технологічної частин курсових та дипломних проектів.

Автор сподівається, що запропонований у посібнику базовий курс стане для студентів основою для подальшого удосконалення та поглиблення знань в області інженерної та комп'ютерної графіки.

При викладенні матеріалу за основу прийнято офіційну російськомовну версію Autocad 2016.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ РОБОТИ З ГРАФІЧНИМ РЕДАКТОРОМ AUTOCAD

1.1. Запуск системи AutoCAD

AutoCAD – система автоматизованого проектування, розроблена компанією Autodesk. Інструментальні можливості програми надають користувачам досконалі засоби двовимірного та тривимірного моделювання.

Запуск програми здійснюється подвійним натисненням лівої кнопки «мишки» на піктограмі AutoCAD. Інший спосіб – натиснути кнопку **Пуск** і вибрати в меню, що відкрилося, команду Программы\Autodesk\AutoCAD \AutoCAD 2016.

Після закінчення запуску з'явиться стартова сторінка Autodesk AutoCAD, що пропонує почати побудову, ознайомитися з новими можливостями додатка, переглянути декілька навчальних уроків і т. п. (рис. 1.1.).

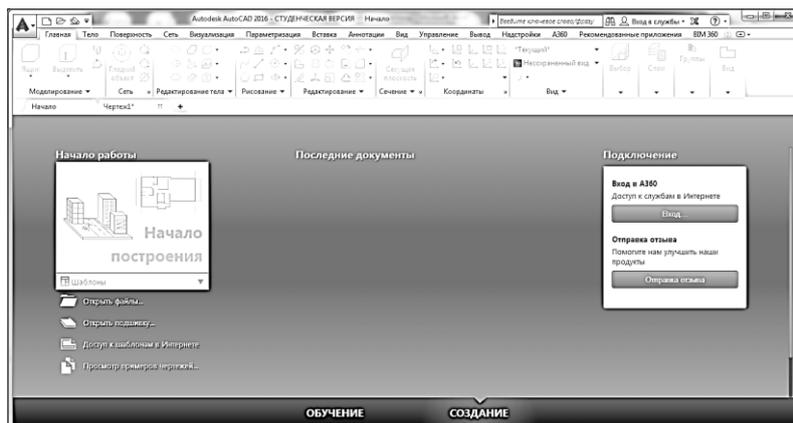


Рис. 1.1.

Для створення нового креслення необхідно натиснути **Начало построения** або кнопку **Создать**  в лівому верхньому кутку та вибрати стандартний шаблон документа **acadiso.dwt**. Після чого з'явиться робоче вікно програми AutoCAD 2016 (рис. 1.4.).

1.2. Робочий простір AutoCAD

Робочий простір AutoCAD являє собою набори меню, панелей, палітр і панелей керування, які певним чином розташовані на робочому столі й відповідають рішенню конкретного завдання.

У системі передбачено перемикання між наступними робочими просторами:

- Малювання і анотації.

- Основи 3D.
- 3D моделювання.

Робочий простір *Малювання і анотації* містить основні інструменти, що дозволяють виконувати двомірні креслення.

Робочий простір *Основи 3D* містить основні інструменти, орієнтовані на створення простих тіл та їх візуалізацію, а *3D моделювання* – повний комплекс інструментів для створення тіл, поверхонь і мереж.

Перемикання між робочими просторами здійснюється за допомогою значка **Рабочее пространство**  , що знаходиться на рядку стану.

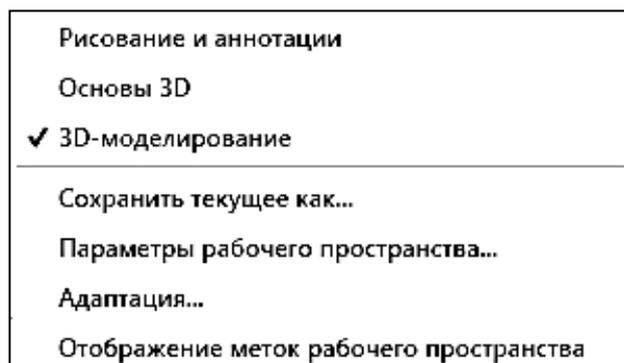


Рис. 1.2.

Натисканням лівої клавіші миші по цьому значку відкриваємо контекстне меню (рис. 1.2.), за допомогою якого вибираємо необхідний робочий простір.

Основні елементи інтерфейсу програми, якими оперуватимемо в процесі роботи, представлені на рис. 1.4. До них можна віднести:

1. *Заголовок вікна* з вказівкою імені створеного креслення (файлу).
2. *Основне меню у вигляді стрічки*.

Стрічка автоматично створюється під час створення або відкриття файлу. Вона містить усі інструменти, необхідні для створення креслення. Стрічку можна адаптувати до власних потреб, змінюючи стан її відображення і порядок панелей, які містять інструменти.

Усі інструменти згруповані по вкладкам у відповідності з областю використання: **Главная**, **Тело**, **Поверхность**, **Сеть**, **Визуализация**, **Параметризация** і так далі. Кожна вкладка складається з *панелей*. На вкладках інструменти згруповані по панелях відповідно до конкретного завдання.

Главная – тут зібрані основні команди та засоби, що використовуються під час роботи з кресленнями. Вид вкладки **Главная** змінюється в залежності від вибраного простору моделювання.

Тело – містить інструменти для роботи з твердотільними моделями.

Поверхность – містить інструменти для роботи з поверхнями.

Сеть – тут зібрані інструменти для створення та редагування каркасних фігур та мереж.

Визуалізація – містить інструменти для вибору джерел світла, місцезнаходження та напрямку сонячних променів та інше.

Параметризація – включає інструменти для параметричного креслення, що дозволяють працювати з геометричними і розмірними обмеженнями. Під час використання таких обмежень задані співвідношення між об'єктами залишаються, навіть якщо самі об'єкти змінюються.

Вставка – містить інструменти для роботи з блоками і зв'язками.

Анотації – тут зібрані інструменти для створення текстових написів в документі

Вид – дозволяє керувати відображенням об'єктів на екрані.

Управління – містить інструменти для зміни різноманітних налаштувань програми, адаптації інтерфейсу (робочого простору, панелей інструментів, меню та комбінації клавіш) для рішення конкретних задач. На цій вкладці також знаходиться група команд для роботи з макросами, що створюються на мові програмування VBA.

Вывод – тут зібрані групи команд для налаштування параметрів попереднього перегляду документа перед друком, виведення його на друк, публікації в Інтернеті і експорту.

Надстройки – містить додаткові інструменти різних категорій, які прості у використанні і охоплюють широкий діапазон функцій програми AutoCAD.

A360 (Autodesk 360) – дозволяє вивантажувати готові креслення у вказане місце, відкривати їх в режимі онлайн, відображати ранні версії креслення, надавати іншим користувачам доступ до креслення, створювати посилання (адреса URL) на креслення для того, щоб його могли переглядати інші користувачі, а також отримувати від них повідомлення.

Рекомендовані додатки – містить посилання на сайт Autodesk Exchange і сайти сторонніх розробників AutoCAD, на яких можна знайти велику кількість допоміжних матеріалів і інструментів.

ВІМ 360 – призначена для роботи з програмною надбудовою ВІМ 360, яка підтримує двосторонню взаємодію робочих процесів координації ВІМ між AutoCAD і хмарою ВІМ 360 Glue.

Вкладки діляться на два типи: статичні і контекстні. *Статичні вкладки* жорстко закріплені на своєму місці і не міняються. *Контекстні вкладки* – динамічні. Вони з'являються на екрані тільки під час натискання правої клавіші миші, під час використання якого-небудь інструменту або під час вибору елемента креслення.

3. Меню додатка.

Меню додатка відкривається кнопкою меню додатка , розташованою у верхньому лівому кутку вікна AutoCAD. Це меню надає доступ до таких загальних функцій, як **Создать**, **Открыть**, **Сохранить**, **Сохранить как**, **Экспорт**, **Публикация**, **Печать**, **Закрыть**.

4. Панель швидкого доступу.

На цій панелі відображаються команди, що дозволяють відмінити або повторити (відновити) зміни у файлі. За потреби на панель можна винести кнопки операцій, що найчастіше викликаються користувачем.

5. Область креслення.

Область служить для відображення видів і листів поточного креслення. Відкриваючи кожне нове креслення за умовчанням воно розгортається на усю графічну область і відображається поверх усіх інших відкритих креслень. Інші креслення водночас також є відкритими, але їх не видно за активним.

Внизу графічного екрану розташовані кнопки вкладок **Модель**, **Лист1**, **Лист2**. Ці вкладки використовуються під час перемикання між робочими просторами моделі і листа. Простір моделі використовується на вкладці **Модель** для проектування, креслення і створення 2D – або 3D –моделей. Простір листа (іменованій лист) використовується для компонування креслення (можливо, з декількома видами) до виводу на друк.

За умовчанням активною є вкладка **Модель**. Праворуч від вкладок розташована горизонтальна лінійка прокрутки для графічного екрану.

6. Інфоцентр.

Панель *Інфоцентр* розташовується в правій верхній частині вікна AutoCAD. Вона надає доступ до таких сервісів, як Комунікаційний центр, онлайн-служба Autodesk 360 і веб-сайт Exchange Apps. Але, найголовніше для користувача те, що ця панель містить команду для доступу до довідки і навчальних матеріалів по AutoCAD.

7. Курсор миші.

8. Командний рядок.

В командному рядку з клавіатури вводяться команди і параметри. А також під час використання інструментів в ньому відображаються підказки і поради з операцій, які виконуються. Під час роботи необхідно постійно стежити за повідомленнями в цьому рядку.

9. Видовий куб.

Видовий куб є зручним інструментом для управління орієнтацією 3D видів.

10. Вказівник системи координат користувача

У лівому нижньому кутку графічної зони вікна програми відображається вказівник системи координат користувача. За замовчуванням в програмі AutoCAD використовується ССК – світова система координат (World Coordinate System, WCS). Її покажчик розташований в точці з координатами (0; 0; 0).

11. Рядок стану.

Розташовується в нижній правій частині вікна, в якому показуються точні координати курсору миші в тривимірній просторовій Декартовій системі координат та вкладки перемикання режимів креслення (рис. 1.3.).

Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD

Частина 1. Геометричне та проекційне креслення

Рядок стану надає швидкий доступ до інструментів управління середовищем креслення.

За допомогою опцій цієї панелі можна: змінити масштаб, назначити товщину (вагу) лінії, вибрати тип об'єктної прив'язки та деякі інші опції.

За допомогою кнопки **Адаптація**  можна вибрати склад вкладок, що розташовуються на рядку стану.

Якщо інструмент в рядку стану активний, то він відображається синім кольором , якщо не активний, то сірим .



Рис. 1.3.

12. Інформаційне поле.

В інформаційному полі наводиться список виконаних команд в хронологічному порядку (інформаційне поле з'являється на екрані тільки після натиснення клавіші F2).

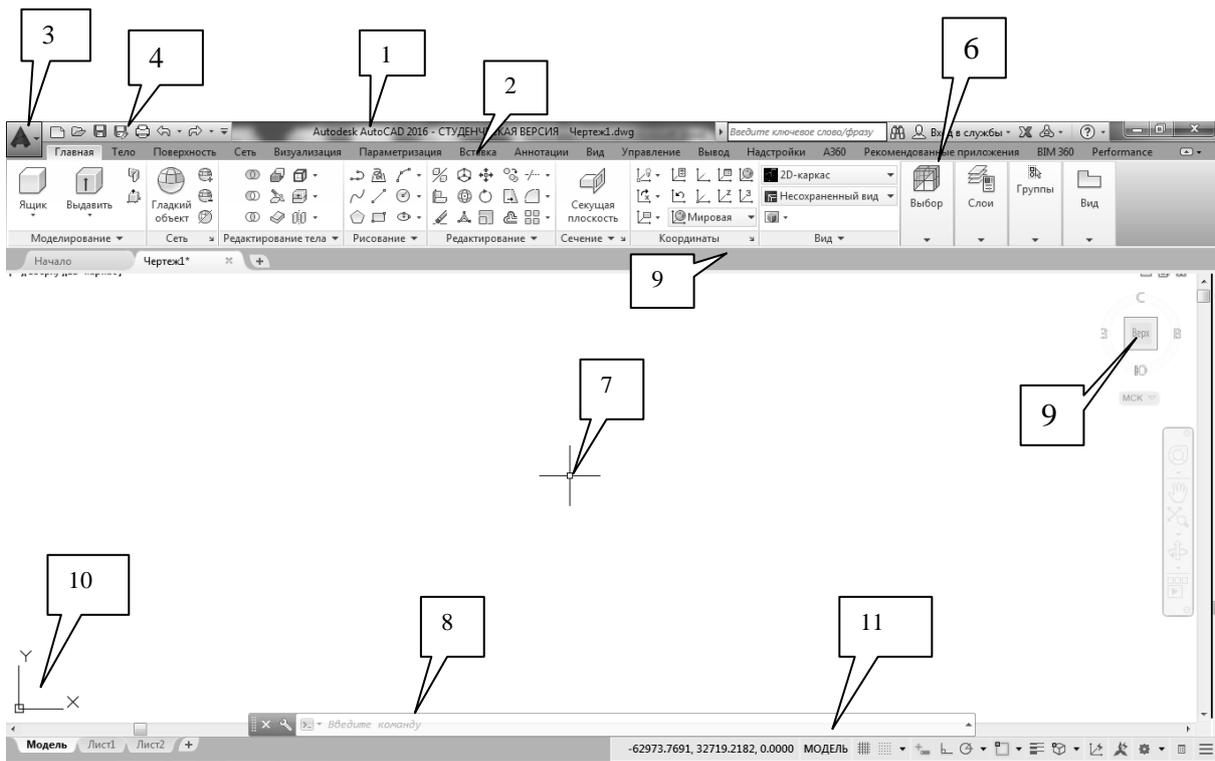


Рис. 1.4.

Для завершення роботи вибрати **Закрить** або комбінацію клавіш **Alt+F4**.

1.3. Введення команд системи AutoCAD

Управління системою AutoCAD полягає у завданні команд для виконання. Існує два способи виклику команд:

- за допомогою команд, що розташовані на панелях інструментів;
- введення у командному рядку.

Після введення команди або її опцій на клавіатурі необхідно натиснути клавішу **<Enter>**.

Якщо у відповідь на запит **Command** натиснути клавішу **<Enter>**, то AutoCAD повторить виклик попередньої команди.

Якщо якої-небудь панелі інструментів на екрані немає, то для її появи необхідно перейти на вкладку **Управление** і вибрати **Пользовательский интерфейс** (рис. 1.5.).

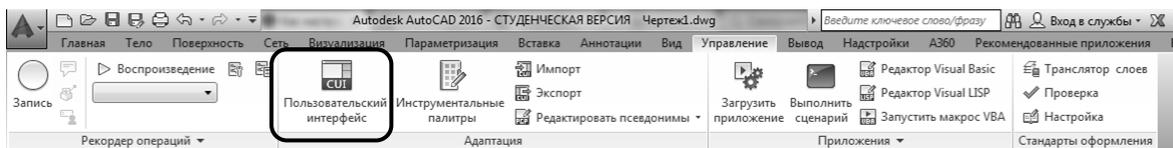


Рис. 1.5.

Усі зміни виконуються у вікні **Адаптация интерфейса пользователя**. В першу чергу необхідно натиснути правою кнопкою миші на робочий простір, який необхідно змінити. У списку, що розкривається, вибираємо опцію *Адаптация рабочего пространства* (рис. 1.6.).

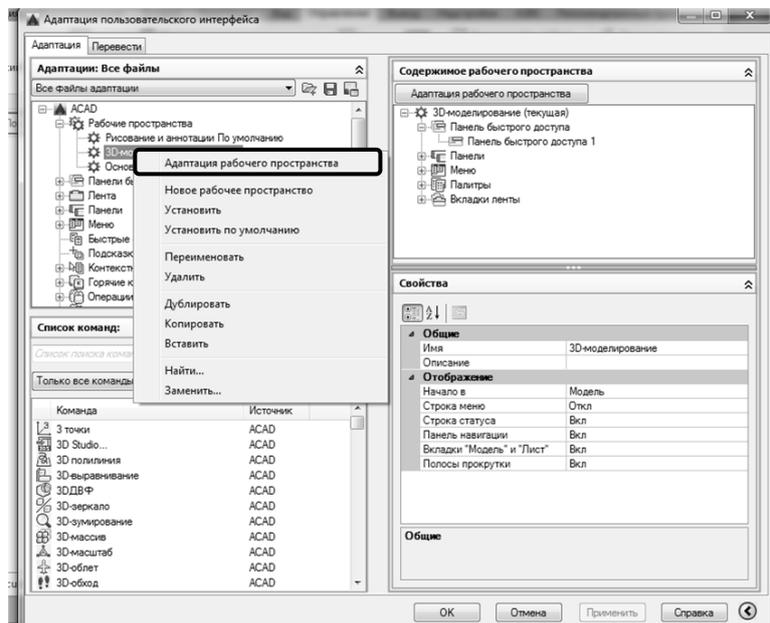


Рис. 1.6.

Після вибору опції *Адаптация рабочего пространства* права колонка трохи змінила зовнішній вигляд, що означає, що вона активна.

Розкриваємо зліва список, наприклад, *Панели*, та відмічаємо панелі, які необхідно вивести на робочий простір (рис. 1.7.).

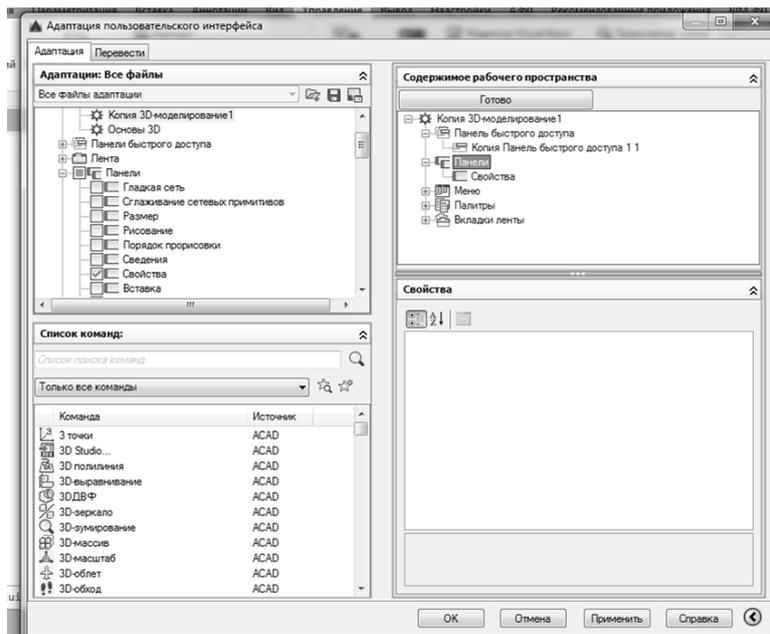


Рис. 1.7.

1.4. Властивості об'єктів

Кожен об'єкт, що створюється на кресленні, має свої властивості. Бувають загальні властивості, які застосовані до усіх об'єктів, а також специфічні, застосовані тільки до певного типу об'єктів.

До основних властивостей об'єктів належать: колір, вага ліній, тип ліній і прозорість. Застосування властивостей до об'єктів здійснюється за допомогою списків, розташованих на панелі **Свойства** (рис. 1.8.).

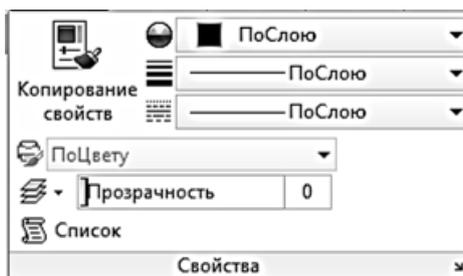


Рис. 1.8.

На панелі властивостей розташовані наступні команди:

1. **Копирование свойств** – копіювання властивостей вибраного об'єкта в інші об'єкти.
2. **Цвет** – список кольорів застосованих до об'єкта.
3. **Вес линии** – список вагів (товщин) ліній.
4. **Тип линии** – список типів ліній, завантажених у креслення.
5. **Стиль печати** – застосовує стиль друку до об'єкта.
6. **Прозрачность** – задає прозорість об'єкта.
7. **Список** – виводить списком поточні налаштування креслення.

1.5. Завантаження типів ліній

Тип лінії визначає, як відобразиться лінія на кресленні. Необхідний тип лінії можна завантажити за допомогою випадаючого списку, що знаходиться на панелі **Свойства** (рис. 1.9.).

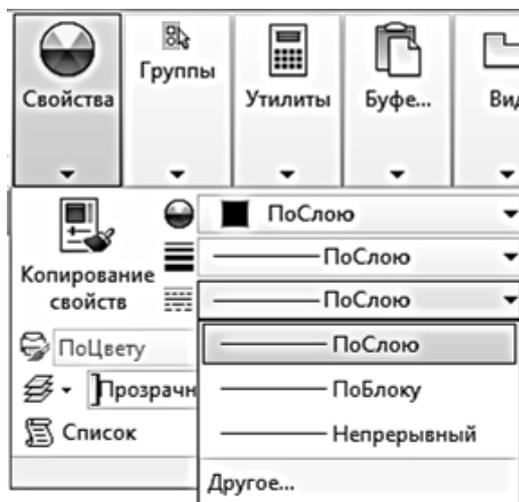


Рис. 1.9.

Для завантаження типів ліній необхідно виконати наступні дії:

1. Клацнути мишею по кнопці **Другое**, що приводить до появи вікна **Диспетчер типов линий** (рис. 1.10.).

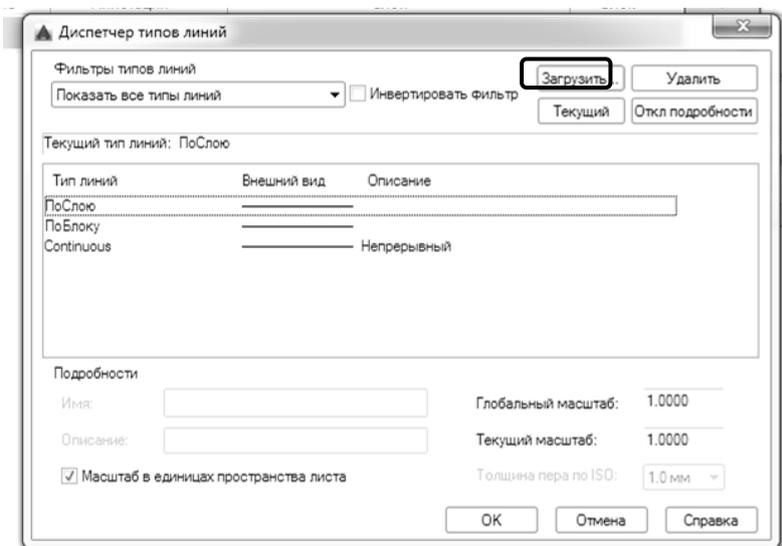


Рис. 1.10.

2. У вікні, що відкрився, клацнути по кнопці **Загрузить**.
3. На екрані з'явиться діалогове вікно **Загрузка/перезагрузка линий**, у якому із області **Доступные типы линий** рекомендується вибрати лінії ISO dash (Штриховая) та Center (Осевая) (рис. 1.11.).

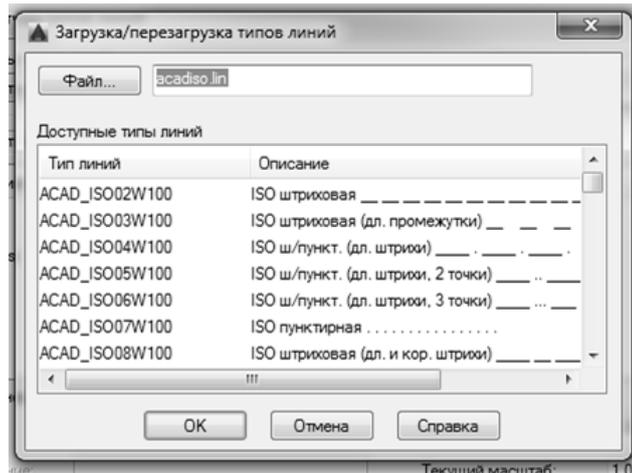


Рис. 1.11.

4. Після вибору кожного з типів лінії клацнути на клавішу ОК для завершення вибору.

1.6. Призначення товщини (ваги) лінії

Ваги ліній визначають товщину зображення об'єктів і використовуються під час виведення об'єктів, як на екран, так і на друк. Призначення шарам і об'єктам різних товщин дозволяє підвищити наочність креслення. Ваги ліній застосовуються для графічного виділення різних об'єктів і інформації аналогічно тому, як це робиться при кресленні за допомогою олівця і лінійки.

Поточне значення ваги, яка привласнюється новим об'єктам, встановлюється за допомогою випадаючого списку, що знаходиться на панелі **Своїства** (рис. 1.12.).

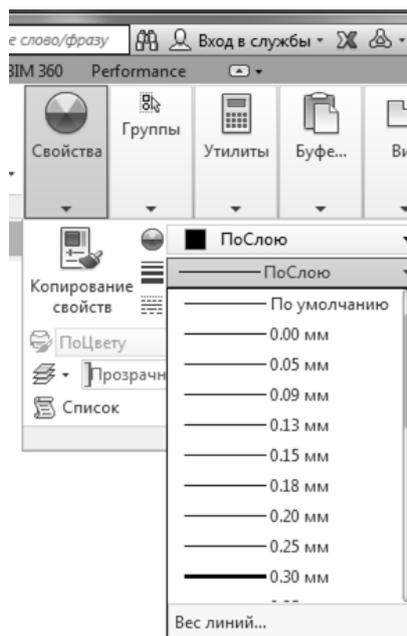


Рис. 1.12.

Ваги ліній (товщини) вибираються з фіксованого ряду значень. Значення ваги ліній можуть виражатися в міліметрах або дюймах (за умовчанням використовуються міліметри).

Поточне значення ваги ліній може бути також задане за допомогою команди **ВЕСЛИН**, що вводиться у командному рядку.

На графічному екрані об'єкти відображаються без ваги, якщо кнопка режиму **ВЕС** вимкнена, і з вагою, якщо ввімкнена.

Якщо режим **ВЕС** не відображається на статусному рядку, то слід вибрати кнопку **Адаптація** в правій частині рядка стану і поставити прапорць навпроти пункту **Толщина ліній**. Після активізації режиму **ВЕС** об'єкти відображатимуться з урахуванням ваги ліній. Під час виведення креслення на друк, так само можна в налаштуваннях друку встановити враховувати вагу ліній або ні.

1.7. Установка шарів

Креслення, що створюється в системі AutoCAD, організоване у вигляді набору шарів. Шар креслення можна порівняти з листом прозорої кальки, зображення на якому може мати свій тип та товщину ліній, колір та інше.

Шари призначені для об'єднання об'єктів креслення за їхнім функціональним призначенням, що дозволяє застосовувати до них єдине оформлення, а також керувати їхньою видимістю. Наприклад, можна розносити по шарах, такі об'єкти, як тексти, розміри, штрихування, допоміжні лінії і тому подібне. Шари – основний інструмент організації об'єктів в кресленні, за допомогою якого можна візуально спростити креслення і підвищити продуктивність завдяки управлінню відображенням або друком об'єктів.

Для створення або налаштування системи шарів використовується вкладка **Главная**, панель **Слой** (рис. 1.13.) та діалогове вікно **Диспетчер свойств слоев** (рис. 1.14.).

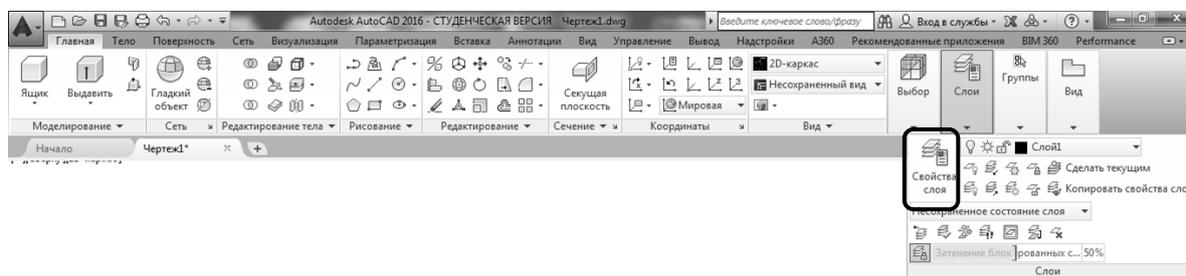


Рис. 1.13.

Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD

Частина 1. Геометричне та проекційне креслення

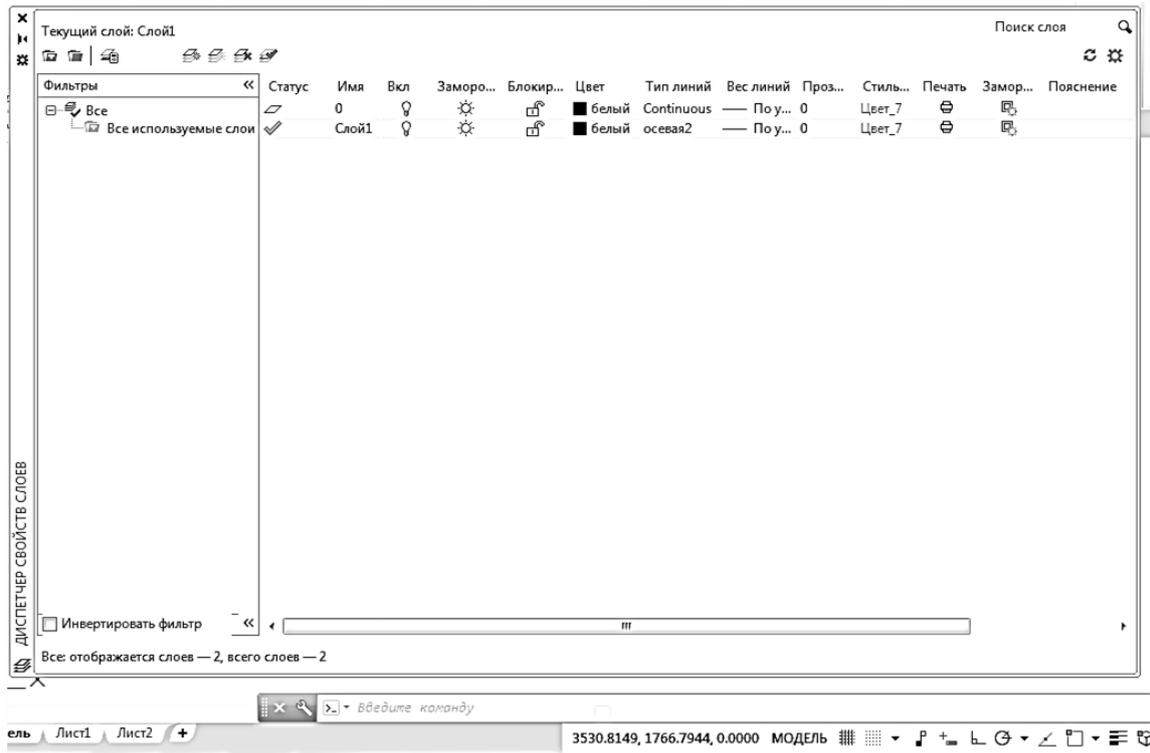


Рис. 1.14.

Під час створення нового шару необхідно вказати (рис. 1.15.):

1. Ім'я шару.
2. Поточний колір шару.
3. Поточний тип лінії шару.
4. Характеристики шару.

Вказуються наступні характеристики шару:

- ввімкнений або вимкнений (вимкнений шар невидимий);
- заморожений (заморожений шар невидимий і не може бути вибраний, тобто не може редагуватися);
- закритий (закритий шар видимий, але не може редагуватися).

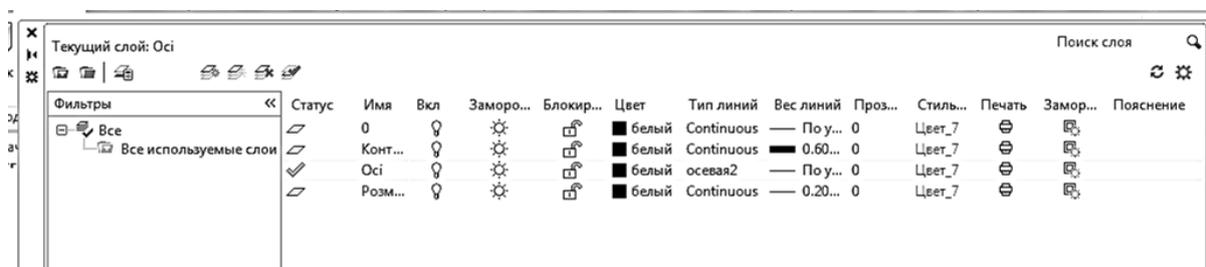


Рис. 1.15.

1.8. Вкладки перемикавання режимів креслення

Вкладки перемикавання режимів креслення розташовуються на рядку стану. Рекомендований їхній склад показано на рис. 1.16.



Рис. 1.16.

Вкладки перемикавання режимів креслення мають наступне призначення:

МОДЕЛЬ – простір моделі або листа.

Режим перемикавання між моделлю і макетом креслення.

 – відображення сітки креслення.

 – режим прив'язки.

Режим прив'язки координат точок до вузлів уявної сітки, за такого режиму курсор миші переміщатиметься тільки по вузлах сітки.

 – динамічний ввід.

Після включення цього режиму можна значення, які вводяться, спостерігати не лише в командному рядку, але і в невеликому віконці, що прикріплено до курсора і переміщується за ним (рис. 1.17.).

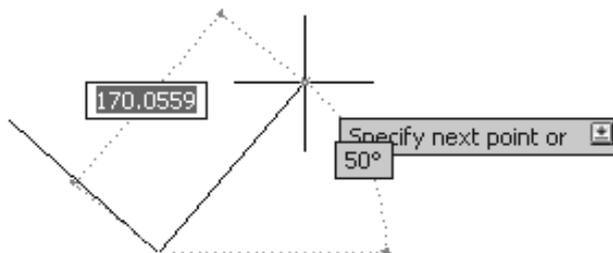


Рис. 1.17.

Крім того, по ходу побудови відображається різна корисна допоміжна інформація – наприклад, поточна довжина відрізка або дуги, кут поточного напрямку відносно попередньої заданої точки і тому подібне.

 – ортогональне обмеження переміщень курсора.

Ортогональний режим, за якого лінії проводяться паралельно осям координат.

 – обмеження переміщень курсора визначеними кутами.

Полярний режим, за якого лінії проводяться під різними кутами.

Полярний і ортогональний режими не можуть встановлюватися одночасно, тобто під час роботи може бути включений або один, або інший.

 – прив'язка курсора до опорних точок в 2D.

У режимі об'єктної прив'язки прив'язка відзначається маркером, форма якого залежить від режиму, що використовується, ім'я якого з'являється біля точки у вигляді підказки.

Для забезпечення точності побудови в AutoCAD застосовуються режими об'єктної прив'язки зображенні на рис. 1.18., що дозволяють виконувати побудову креслення по відношенню до різних характерних точок.

 – відображення/приховування ваги ліній.
Режим включення товщини ліній.

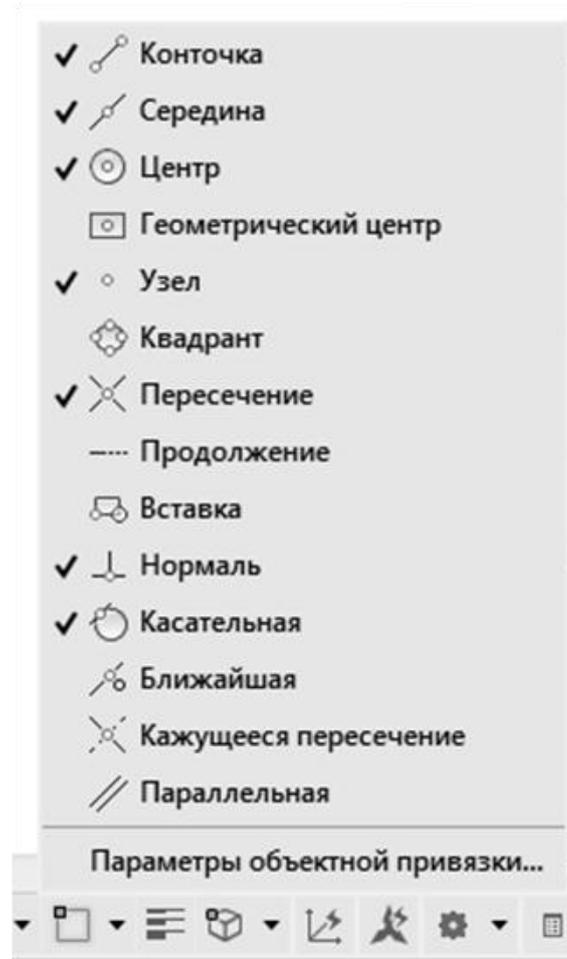


Рис. 1.18.

 – прив'язка курсора до опорних точок в 3D.

 – прив'язка системи координат користувача до площини активних тіл.

Тимчасове вирівнювання площини XY СКК відносно плоскої грані на 3D-моделі.

 – перемикання робочого простору.

 – швидкі властивості.

Відображення палітри «*Быстрые свойства*» під час вибору об'єктів.

 – адаптація.

Дозволяє вибирати необхідний склад режимних кнопок.

1.9.2. Команда *Прямая* (*CONSTRUCTION LINE*)

Команда **Прямая** (*CONSTRUCTION LINE*)  служить для проведення допоміжних ліній, які можуть використовуватися, наприклад, в якості ліній зв'язку між проекціями деталі. Відмінність цього примітиву від відрізка в тому, що він подовжується автоматично в обидві сторони до меж екрану незалежно від масштабу зображення.

Команда **Прямая** має п'ять опцій;

Гор – для побудови горизонтальних ліній.

Вер – для побудови вертикальних ліній.

Угол – для побудови похилих ліній під певним кутом, значення якого вводиться з клавіатури на відповідний запит команди.

Биссект – для побудови бісектриси кута по його вершині і двом точкам, розташованим на сторонах кута.

Отступ – для побудови прямої паралельно будь-якому вказаному відрізку на заданій відстані або через вказану точку.

1.9.3. Команда *Круг* (*CIRCLE*)

Команда **Круг** (*CIRCLE*)  дозволяє викреслити коло одним з шести способів (рис. 1.20):

- по центру кола і його радіусу – опція *Центр, радіус*;
- по центру кола і його діаметру – опція *Центр, діаметр*;
- по двох точках діаметру кола – опція *2 точки*;
- по трьох точках кола – опція *3 точки*;
- по двох дотичних (двом відрізкам, відрізку і колу і т. д.) і радіусу – опція *2 точки касання, радіус*;
- по трьох дотичних – опція *3 точки касання*.

Опції команди вибираються зі списку, що розкривається, команди **Круг** (*CIRCLE*) панелі **Рисование** (рис. 1.20.) або в процесі діалогу з контекстного меню команди.



Рис. 1.20.

1.9.4. Команда Дуга (ARC)

Команда Дуга (ARC)  дозволяє накреслити частину кола.

У AutoCAD існує 12 різних способів завдання дуги. Викликаючи команду Дуга (ARC), послідовно пропонується декілька способів побудови дуги. У відповідь на кожен запит треба або задавати точку, або ввести буквенний код, що означає вибір опції.

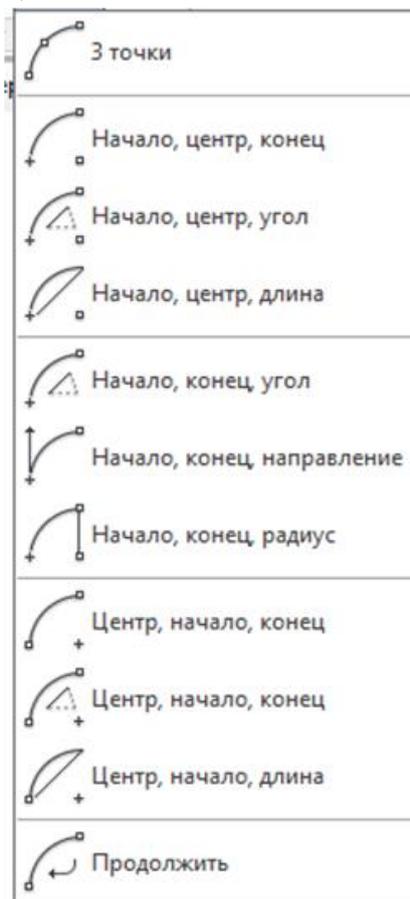


Рис. 1.21.

На рис. 1.21. показані опції команди, які дозволяють накреслити дугу тим або іншим способом. Опції вибираються зі списку, що розкривається, команди Дуга (ARC) меню **Рисование**.

Дуга будується проти годинникової стрілки.

1.9.5. Команда Прямоугольник (RECTANGLE)

Команда Прямоугольник (RECTANGLE)  дозволяє будувати прямокутник по двох протилежних вершинах.

Розглянемо детальніше виконання команди Прямокутник.

1. Викликати команду Прямоугольник (RECTANGLE).
2. Після виклику команди відразу ж, не починаючи побудову, можна змінити зовнішній вигляд прямокутника за допомогою наступних опцій:

Фаска (Chamfer) – формує скоси по кутах під час завдання відстаней від вершини до скосу уздовж обох сторін.

Сопряжение (Fillet) – формує округлення кутів під час введення значення радіусу сполучення.

3. Вказати першу точку прямокутника.

4. Після вказівки першої точки прямокутника з'являються опції, які визначають геометричні параметри прямокутника:

Площадь – визначає метод побудови, виходячи із завдання площі прямокутника та довжини або ширини. Спочатку задається площа прямокутника, потім за допомогою опції вибирається другий параметр побудови: ширина або висота, яку слід ввести після вибору відповідної опції.

Размеры – визначає метод побудови по довжині і ширині. Після вказівка розмірів прямокутника клацанням миші вказується положення прямокутника відносно першої точки: верх ліво, верх управо, вниз вліво або вниз управо.

Поворот – задається кут під яким створюється прямокутник. Після завдання кута можливо вибрати способи побудови по площі або по розмірах.

1.9.6. Команда Полигон (POLYGON)

Команда **Полигон (POLYGON)**  будує правильний багатокутник з кількістю сторін від 3 до 1024.

Після виклику команди у відповідь на запит системи: *Число сторон <4>*: слід ввести необхідну кількість сторін багатокутника. За замовчуванням задається чотири сторони.

Потім з'являється запит:

Укажите центр многоугольника или [Сторона]. Після вказівки центра багатокутника необхідно задати спосіб побудови. Для цього у відповідь на запит: *Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/ Описанный вокруг окружности] *), необхідно вибрати одну із запропонованих опцій.

Після чого задаємо радіус кола:

Укажите радиус окружности.

Під час побудови багатокутника по стороні необхідно вибрати опцію *Сторона* та ввести координати двох точок, що утворюють сторону багатокутника.

1.9.7. Команда Елипс (ELIPS)

Команда **Елипс (ELIPS)**  має різні параметри для креслення еліпсів, які використовуються залежно від початкових даних про об'єкт (рис. 1.22.). Кожна опція команди **Елипс (ELIPS)** визначає метод побудови еліпса або еліптичної дуги.

Опція *Центр* виконує побудову еліпса виходячи з відстані від центру до кінця великої і малої осі.

Опція *Ось, кінець* виконує побудову еліпса виходячи з повної довжини однієї осі і відстані від центру до кінця другої осі.

Опція *Эллиптическая дуга* виконує побудову еліптичної дуги виходячи з повної довжини однієї осі, відстані від центру до кінця другої осі і вказівки початку еліптичної дуги і її кінець.

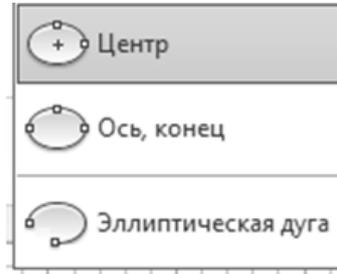


Рис. 1.22.

1.9.8. Команда *Полилиния (POLYLINE)*

Команда **Полилиния (POLYLINE)**  дозволяє будувати послідовність прямолінійних і дугових сегментів.

Команда **Полилиния (POLYLINE)** створює єдиний об'єкт, як замкнутий, так і не замкнутий, який може складатися з дуг і лінійних відрізків. Параметри полілінії можна задавати для кожного окремого сегменту полілінії, після установки першої точки сегменту, яка так само є останньою для усіх сегментів окрім першого.

Полілінія полегшує роботу з об'єктами, оскільки є єдиним об'єктом, на відміну, наприклад, від відрізка.

Для викреслювання полілінії клацнути на піктограмі **Полилиния (POLYLINE)** панелі інструментів **Рисование**. Після запуску команди на екрані з'явиться запрошення: *Начальная точка:*.

У відповідь на це запрошення необхідно вказати початкову точку полілінії. Після чого з'явиться нове запрошення:

Задайте следующую точку или [Дуга/Полуширота/Длина/Отмени/ Ширина].

Команда має шість опцій:

Дуга – переводить команду в режим викреслювання дуг.

Полуширота – дозволяє задати напівширину (відстань від осевої лінії сегменту до краю).

Длина – визначає наступний прямолінійний сегмент в тому ж напрямі, що і попередній.

Отмени – відмінює останній створений сегмент.

Ширина – дозволяє задати ширину подальшого сегмента (AutoCAD просить початкову і кінцеву ширину).

1.9.9. Команда Сплайн (SPLINE)

Команда **Сплайн** (SPLINE)  дозволяє провести на кресленні хвилясту лінію. Сплайн будується по точках, які послідовно вводяться після ви-кликлу команди.

Сплайн є гладкою кривою, що проходить через набір точок, які впливають на форму кривої. За замовчуванням сплайн є поєднанням сегментів кривих поліномів 3-ого ступеня (що також називаються кубічними). Ці криві технічно називаються неоднорідними раціональними В-сплайнами (NURBS), але в цілях простоти вони іменуватимуться просто сплайнами.

Сплайни можна створювати і редагувати з використанням керуючих вершин  або визначальних точок . На рис. 1.23. **а** показаний сплайн на основі керуючих вершин, а на рис. 1.23. **б** на основі визначальних точок. Використовуючи ручки можна перетворювати сплайни з визначальними точками у керуючі вершини і навпаки.

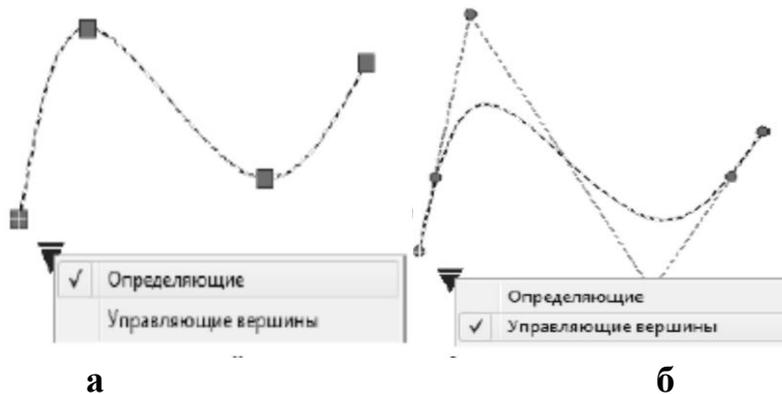


Рис. 1.23.

1.9.10. Команда Точка (POINT)

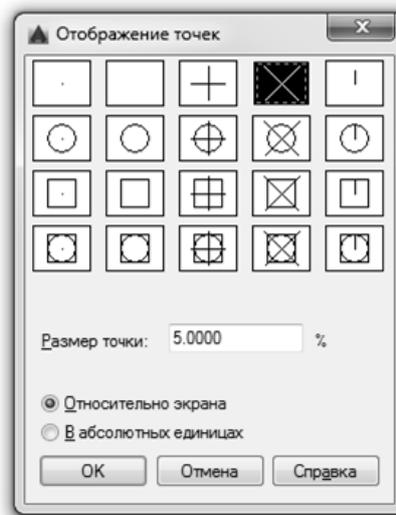


Рис. 1.24.

Команда **Точка** (POINT)  призначається для простановки точки. Опцій не має. Змінюючи масштаб площа точки не міняється. Точка характеризується трьома координатами, але вказуючи точки за допомогою «миші» можна безпосередньо задавати тільки дві координати X і Y . Координата Z береться при цьому рівною нулю в поточній системі координат.

Для завдання розміру і стилю точок використовується команда **Тип точки** (POINT STYLE), що вводиться у командному рядку.

Діалогове вікно (рис. 1.24.) має дві опції:

– *Относительно экрана*. Під час установки цієї опції вибраний символ завжди матиме на екрані постійний розмір, незалежно від масштабування зображення.

– *В абсолютных единицах*. Ця опція використовується у тому випадку, якщо необхідно, щоб знак на кресленні мав реальний розмір так само, як і будь-який інший об'єкт. Розмір встановлюється в умовних одиницях лінійних величин креслення.

1.9.11. Команда **Область** (REGION)

Область – це двовимірний об'єкт, який обмежений замкнутим контуром. У області можуть бути наявними отвори. Області можна віднімати і складати. Вони непрозорі (окрім ділянок, які є отворами). Аналогом області є тонка листова деталь, яка може мати вирізи. Але найголовніше – області можуть використовуватися для побудови тіл складної форми (за допомогою витискування і обертання), що знадобиться під час побудови 3D моделей.

Будь-який плоский замкнутий контур (коло, замкнута полілінія, відрізки у формі замкнутої ламаної і інші подібні до них об'єкти) можна зробити областю.

Для створення області клацнути на піктограмі  **Область** (REGION) панелі інструментів **Рисование**.

Команда **Область** (REGION) спочатку просить вибрати об'єкти і після закінчення їх вибору повідомляє про кількість створених областей. Вибрані об'єкти повинні утворювати єдиний замкнутий контур. Замкнутість забезпечується використанням об'єктної прив'язки.

На рис. 1.25, **а** показаний приклад контура, який може бути перетворений в область. В той же час чотири відрізки на рис. 1.25, **б** не можуть бути перетворені на область, оскільки не утворюють єдиного замкнутого контура (для створення області ці відрізки необхідно заздалегідь обрізувати).

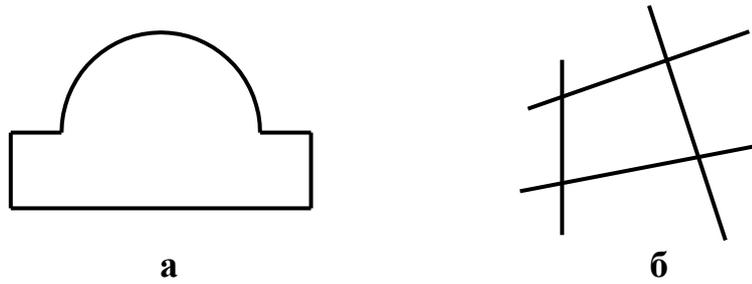


Рис. 1.25.

1.9.12. Команда Маскировка

Команда **Маскировка**  використовується для приховування об'єктів. Ця команда створює область розташовану вище за усі об'єкти.

Для створення маскувальної області треба вибрати команду **Маскировка** і послідовно вказувати точки області. Після завершення побудови маскувальної області усі елементи, що потрапили в цю область, будуть приховані. Якщо область слід відредагувати, треба використати ручки. Для видалення маскувальної області її досить вибрати і видалити, як будь-який інший об'єкт.

1.10. Виконання написів на кресленнях

1.10.1. Налаштування параметрів тексту

Текст AutoCAD можна умовно розділити на два типи: однорядковий і багаторядковий. Однорядковий текст має невелику кількість налаштувань і використовується, як правило, для нанесення невеликих позначок. Багаторядковий текст має різноманітні налаштування і підходить для створення великих блоків тексту.

Перед введенням тексту необхідно виконати налаштування параметрів конкретного тексту. Поєднання певних характеристик тексту (шрифт, зображення, висота, нахил та ін.) називають *стилем тексту*. Очевидно, що для різних цілей, наприклад, виконання основного напису і заповнення специфікації, потрібні різні стилі тексту. Під час завантаження системи за умовчанням поставлений певний стиль тексту *Standard*, в якому встановлений шрифт *Arial*. Якщо написів на кресленні багато, то кожного разу міняти шрифт в діалоговому вікні текстового редактора незручно.

Для створення і редагування стилю тексту використовується діалогове вікно **Стили тексту**, яке можна відкрити наступними способами:

– Вкладка **Главная**, панель **Аннотации**, панель, що розкривається, додаткових інструментів **Стили тексту** (рис. 1.26.). Необхідно вибрати команду **Управление стилями текста**.

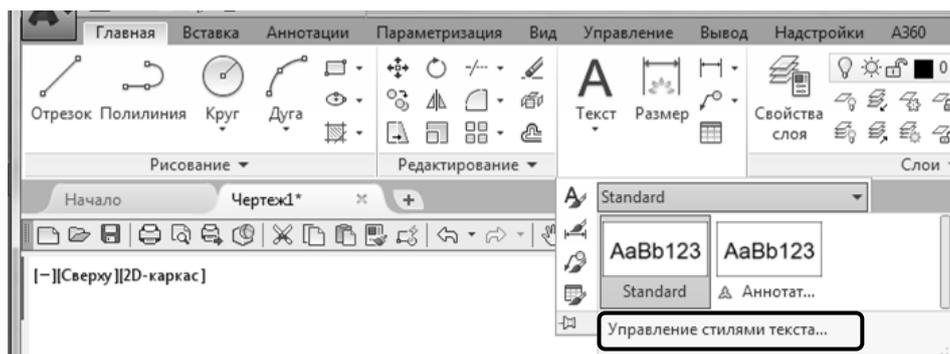


Рис. 1.26.

– Вкладка **Аннотации**, панель **Текст**, стрілка в правій нижній частині панелі (рис. 1.27.).

У діалоговому вікні **Стили текста** (рис. 1.28.) створюються, видаляються і налаштовуються стилі тексту.

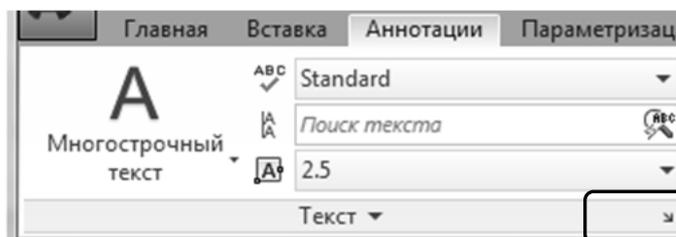


Рис. 1.27.

Для виконання написів на кресленні рекомендується використати шрифт **ISOCPEUR**, який більшою мірою відповідає ГОСТ 2.304–81 «Шрифти креслярські».

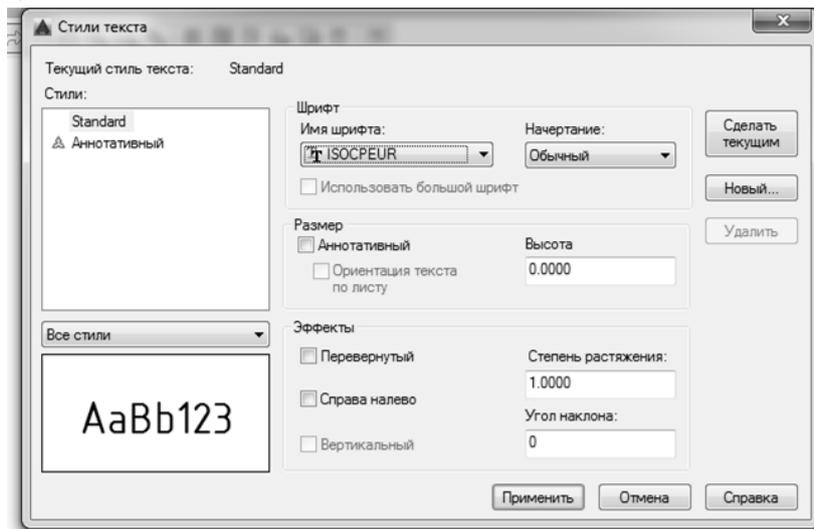


Рис. 1.28.

Водночас стандартній ширині відповідає значення коефіцієнта *Степень растяжения* 1 (тобто не відбувається ні розтягання, ні стискання).

Після вибору необхідних параметрів тексту клацнути на кнопці **Сделать текущим**, потім послідовно клацнути на кнопках **Применить** і **Закерть**.

1.10.2. Створення написів

Для включення в креслення одного рядка текстової інформації в AutoCAD використовується команда **Однорочный Текст** (TEXT). Виклик цієї команди відбувається наступними способами:

- вкладка **Главная**, панель **Аннотации**, команда **Однорочный Текст**;
- вкладка **Аннотации**, панель **Текст**, команда **Однорочный Текст**.

Для створення багаторядкового тексту необхідно:

1. Викликати команду одним з наступних способів:
 - вкладка **Главная**, панель **Аннотации**, команда **Многорочный Текст**;
 - вкладка **Аннотации**, панель **Текст**, команда **Многорочный Текст**.
2. Двома точками встановити область введення тексту. Розмір області у разі потреби надалі можна міняти. Після вказівки першої точки області в командному рядку можна задати первинні налаштування тексту, використовуючи опції, які також можна встановити після побудови області.
3. Після побудови області введення тексту, вводиться текст і задаються налаштування за допомогою контекстної вкладки **Текстовый редактор** (рис. 1.29.).

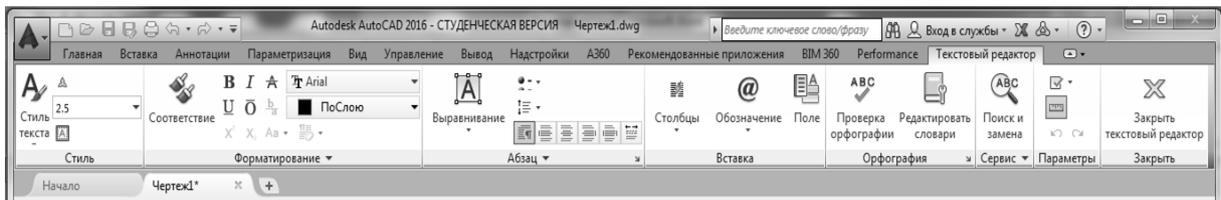


Рис. 1.29.

Команди контекстної вкладки **Текстовый редактор** можна використовувати як під час введення так і під час редагування тексту.

Контекстна вкладка **Текстовый редактор** містить наступні панелі:

– *Стиль* – містить команди, які дозволяють змінювати стиль та висоту тексту.

– *Форматирование* – містить команди, які дозволяють налаштувати зовнішній вигляд шрифту. Наприклад, напівжирний, курсив, перекреслений, підкреслений, надчеркнутий, дріб, нижній індекс, верхній індекс та інше.

– *Абзац* – команди цієї панелі дозволяють задавати вирівнювання для вибраного тексту, задавати та налаштувати списки, змінювати міжрядковий інтервал.

– *Вставка* – містить команду **Столбцы**, яка дозволяє налаштувати зображення тексту по стовбцям, команду **Обозначение @** та команду **Поле**.

Команда **Обозначение** – відкриває список спеціальних символів для вставки, таких як діаметр, плюс/мінус, знаки валют і тому подібне. Якщо в

списку відсутній потрібний символ, то його можна вставити, викликавши команду **Другое** у кінці списку символів.

Команда **Поле** – дозволяє створювати об'єкт багаторядкового тексту з полем, що автоматично оновлюється під час змін пов'язаного з ним значення.

– *Орфографія* – включає/відключає автоматичну перевірку орфографії.

– *Сервіс* – включає команду **Поиск и замена**, яка відкриває діалогове вікно **Поиск и замена**, в якому задаються параметри пошуку.

– *Параметри* – містить команди **Набор Символов**, **Параметры редактора**, **Справка**, **Линейка**.

– *Закреть* – закриває текстовий редактор.

1.11. Введення координат точок

Координати точок в **AutoCAD** можуть вводитися у вигляді абсолютних і відносних координат.

Введення *абсолютних координат* полягає у вказівці величин, що становлять відстані від точки до початку координат.

Введення абсолютних координат здійснюється в двох форматах:

– прямокутних (декартових) координат (X, Y) . Під час введення координат з клавіатури кома є роздільником між абсцисою X і ординатою Y , а точка використовується як роздільник між цілою і дробовою частиною числа.

– полярних координат $r<\alpha$, де r – радіус, а α – кут, заданий в градусах проти годинникової стрілки.

Відносні координати задають зміщення по осях X і Y від останньої введеної точки.

Введення відносних координат здійснюється аналогічно введенню абсолютних координат, але перед ними ставиться знак @.

Запис відносних декартових координат виглядає наступним чином: @ X, Y . Наприклад, запис @10, 20 означає, що нова точка задається відносно попередньої із зміщенням по осі X вправо на 10 мм і зміщенням по осі Y вгору на 20 мм.

Запис відносних полярних координат @ $r<\alpha$. Наприклад, запис @70<30 означає, що точка, яка будується, лежить на відстані 70 мм та під кутом 30° до осі X відносно попередньої точки.

Поточні координати відображаються в рядку стану (лівий нижній кут екрану). Вони змінюються під час переміщення курсора миші в межах робочої зони.

Значення координат незалежно від способу введення завжди пов'язані з деякою системою координат. За умовчанням в AutoCAD використовується так звана *світова система координат* (*World Coordinate System – WCS*). На рис. 1.30. показана піктограма світової системи координат. Вісь X спрямо-

вана зліва направо, вісь Y – з низу до верху, а вісь Z – перпендикулярна екрану.

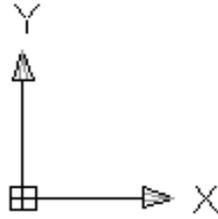


Рис. 1.30.

1.12. Збереження креслень

Для збереження файлу на диску треба використати пункт меню додатків **Сохранить** або **Сохранить как** (рис. 1.31.).

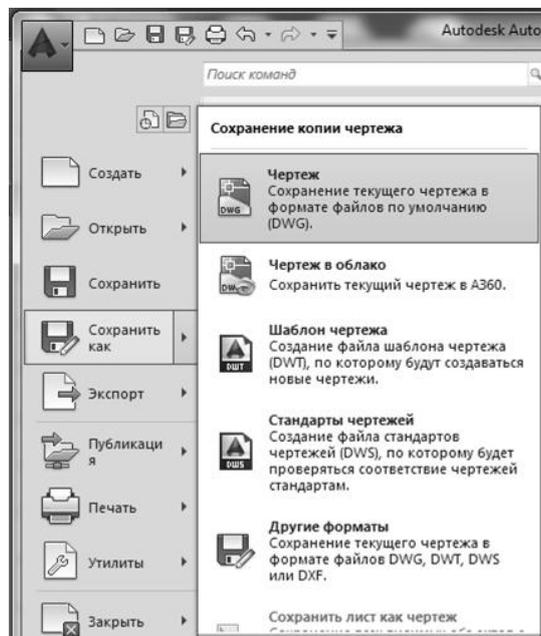


Рис. 1.31.

Необхідно вибрати збереження файлу у вигляді креслення, що має формат DWG. Потім у вікні, що з'являється, **Сохранение чертежа** вибирається поточний диск і папка для розміщення файлу та вводиться ім'я файлу.

1.13. Команди редагування зображень в AutoCAD

1.13.1. Вибір об'єктів

Щоб відредагувати об'єкт, його необхідно вибрати. Для одних команд редагування (стирання, копіювання, перенесення, поворот, дзеркальне відображення, створення масиву) можна спочатку вибрати об'єкт або декілька об'єктів, після чого викликати команду, або навпаки, спочатку викли-

кати команду редагування, а потім вибрати об'єкти. Проте для інших команд (подовження, обрізання, розривання, подібність, створення фасок і спряжень) вибір об'єктів можна робити тільки після виклику команди у відповідь на запрошення *Виберіть об'єкти*.

На початковому етапі освоєння системи, щоб уникнути втрати часу, завжди спочатку викликайте команду редагування, а потім здійснійте вибір об'єктів, уважно стежачи за діалогом у командному рядку.

Для вибору об'єкта на нього слід навести курсор миші і клацнути лівою кнопкою миші. Під час наведення курсора на об'єкт він підсвічується і його можна вибрати. Для послідовного вибору об'єктів досить просто клацати по них.

Вибір рамкою

У AutoCAD є два типи рамки – це стандартна рамка і січна рамка. Рамки будуються на основі двох точок, які визначають прямокутну рамку. Під час створення рамки утримувати ліву кнопку миші не треба.

Стандартна рамка (рис. 1.32, *а*) будується зліва направо і вибирає об'єкти, які потрапили в неї усіма своїми точками. Стандартна рамка має напівпрозорий синій фон і суцільну межу.

Січна рамка (рис. 1.32, *б*) будується справа наліво і вибирає об'єкти, які потрапили в неї частково або цілком. Січна рамка має напівпрозорий зелений фон і пунктирну межу.



Рис. 1.32.

Вибір за допомогою ласо

Як і рамок, в AutoCAD є два типи ласо: стандартне і січне. За допомогою ласо можна вказати довільний замкнений контур, що визначає область вибору об'єктів креслення. Під час побудови ласо необхідно утримувати ліву кнопку миші.

Стандартне ласо (рис. 1.33, *а*) будується зліва направо і вибирає об'єкти, які потрапили в нього усіма своїми точками. Стандартне ласо має напівпрозорий синій фон і суцільну межу.

Січна рамка (рис. 1.33, *б*) будується справа наліво і вибирає об'єкти, які потрапили в неї частково або цілком. Січне ласо має напівпрозорий зелений фон і пунктирну межу.

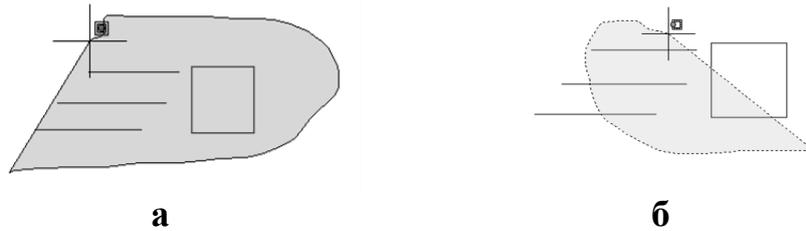


Рис. 1.33.

Вибір за допомогою лінії

Інструмент вибору об'єктів за допомогою лінії дозволяє вибрати об'єкти, що перетинають лінію вибору. Під час використання лінії для вибору об'єктів необхідно почати побудову рамки, вибрати опцію *Лінія* і послідовно вказати декілька точок лінії вибору водночас об'єкти, що перетинають лінію вибору будуть вибрані (рис. 1.34.).

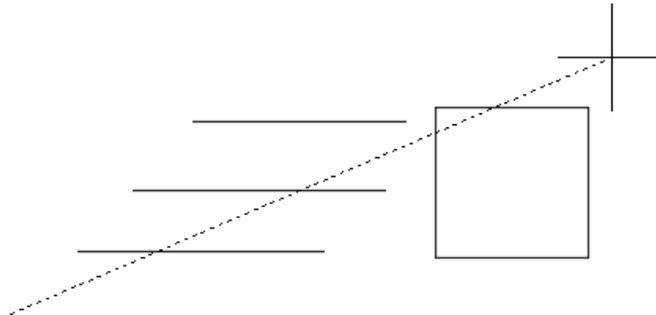


Рис. 1.34.

Вибір за допомогою багатокутника

Як і рамок, в AutoCAD є два типи багатокутника вибору: стандартний і січний. За допомогою багатокутника вибору можна вказати довільний багатокутник, що визначає область вибору об'єктів креслення.

Для виклику стандартного багатокутника вибору необхідно почати побудову рамки, вибрати опцію **РМн-угол** і послідовно вказати декілька точок, що визначають багатокутний контур вибору. Стандартний багатокутник (рис. 1.35, *a*) вибирає об'єкти, які потрапили в нього усіма своїми точками. Стандартний багатокутник має напівпрозорий синій фон і суцільну межу.

Для виклику січного багатокутника вибору необхідно почати побудову рамки, вибрати опцію **СМн-угол** і послідовно вказати декілька точок, що визначають багатокутний контур вибору. Січний багатокутник (рис. 1.35, *б*) вибирає об'єкти, які потрапили в нього частково або цілком. Січний багатокутник має напівпрозорий зелений фон і пунктирну межу.

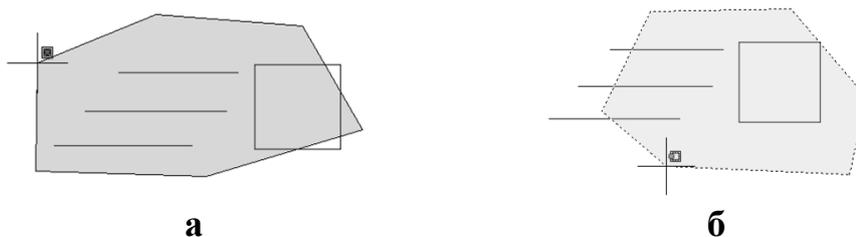


Рис. 1.35.

Після вибору об'єкта будь-яким з описаних способів об'єкт підсвічується синім кольором, що візуально виділяє його від не вибраних.

1.13.2. Основні команди редагування креслення

Практично усі команди редагування знаходяться на панелі **Редактирование** (рис. 1.36.). Для виклику команди редагування треба клацнути мишею по відповідній піктограмі.

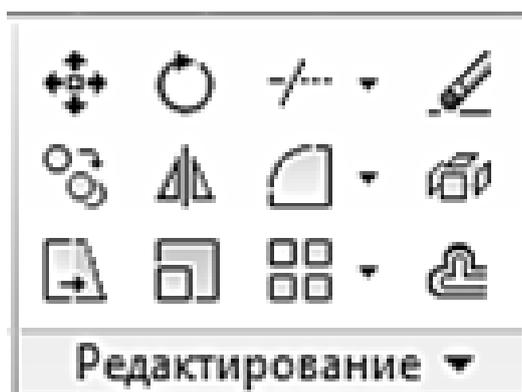


Рис. 1.36.

1.13.2.1. Команда *Переместить* (MOVE)

Команда **Переместить** (MOVE)  забезпечує переміщення об'єкта або групи об'єктів.

Після виклику команди на екрані з'являється квадратик прицілу для вибору об'єктів, а в командному рядку повідомлення:

Выберите объекты:.

Вибравши об'єкти, натиснути на клавішу **Enter** або клацнути правою кнопкою миші, підтверджуючи закінчення вибору. В результаті з'явиться наступний запит команди:

Базовая точка или [Смещение:].

Базова точка – це точка, за яку здійснюється дія з об'єктом.

Після завдання базової точки з'явиться черговий запит:

Вторая точка или <считать смещением первую точку>:

У відповідь на запит треба задати нове положення базової точки або вектор переміщення відносно першої базової точки.

Нове положення базової точки можна вказати наступними способами:

- використовується метод «напря́м-відста́нь» – за допомогою миші показується напря́м і з клавіатури вводиться відста́нь;
- вводяться нові координати положення базової точки, наприклад 0,0;
- положення базової точки вказується, прив'язавши її за допомогою об'єктної прив'язки до існуючого об'єкта;
- довільно клацнувши в області креслення.

1.13.2.2. Команда Копировать (COPY)

Команда **Копировать** (COPY)  дозволяє копіювати створений об'єкт або групу об'єктів.

Команда **Копировать** схожа на команду **Перенести**, тільки створює копії об'єктів.

Після виклику команди необхідно вибрати об'єкт та вказати базову точку.

Слід вказати точку, відносно якої передбачається копіювання об'єктів (рекомендується вибирати характерну точку креслення, наприклад, перетин осей). Під час вибору рекомендується використати відповідну об'єктну прив'язку. Після введення базової точки у командному рядку з'явиться другий запит:

Вторая точка или <использовать для смещения первую точку>:

Необхідно задати точки, куди необхідно перемістити копії вибраних об'єктів.

1.13.2.3. Команда Повернуть (ROTATE)

Команда **Повернуть** (ROTATE)  дозволяє повертати об'єкт або групу об'єктів навколо базової точки, яка визначається в процесі діалогу команди. Після виклику команди і вибору об'єктів команда видає наступні запити:

Базовая точка:

Угол поворота или [Копия/Опорный угол]:).

Після вибору базової точки вказується кут повороту, або за допомогою введення в командний рядок і підтвердження за допомогою клавіші **Enter**, або за допомогою покажчика миші і підтвердження клацанням лівою кнопкою миші (ЛКМ).

Команда **Повернуть** має наступні опції:

- *Копия* – дозволяє повертати об'єкт, одночасно створюючи його копію і залишаючи початковий об'єкт в поточному положенні.

– *Опорный угол* – при виборі опції пропонується вибрати початковий кут відносно якого буде задано новий кут. Опорний кут може не співпадати з поточним кутом повороту об'єкта.

1.13.2.4. Команда *Обрезать* (TRIM)

Команда **Обрезать** (TRIM)  дозволяє видалити частину об'єкта точно по ріжучій кромці (рис. 1.37.).

Команда **Обрезать** дозволяє видалити частину об'єкта, якщо він з однієї або з двох сторін перетинається іншим об'єктом, обрізати можна дуги, відрізки, кола т. п. Обрізання об'єкта здійснюється до іншого об'єкта, який визначає точку обрізання. Об'єкт, який визначає точку обрізання, називається *ріжучою кромкою*.

Ріжучою кромкою можуть служити усі розглянуті вище примітиви, а також штриховка і текст. Після запуску команди у відповідь на запит *Вибери об'єкти*: необхідно вибрати об'єкти – ріжучі кромки. Вибір закінчується натисненням клавіші **Enter**. Після цього необхідно вказати ту частину об'єкта, яка має бути видалена. Вибір об'єкта має бути прямим, тобто без використання рамки вибору. Вибір закінчується натисненням клавіші **Enter**.

Кожного разу після обрізання об'єкта система повторює останній запит. Для виходу з команди треба натиснути клавішу **Enter** або клацнути правою кнопкою миші на екрані.

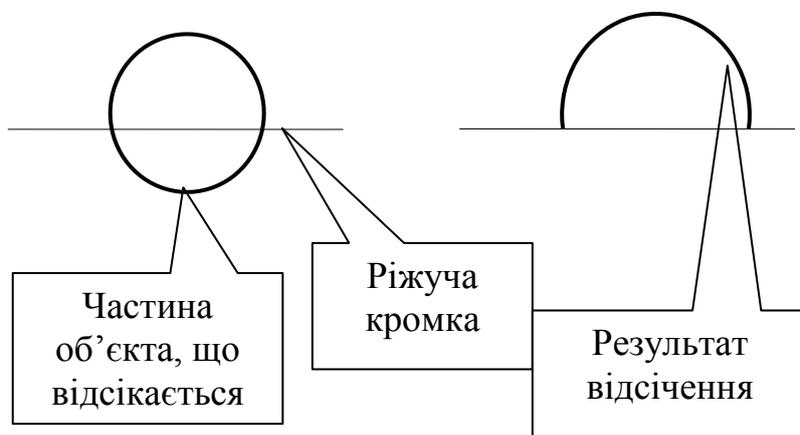


Рис. 1.37.

Після виклику команди **Обрезать** і вибору ріжучих кромки для команди можна задати наступні опції:

- *Линия* – опція дозволяє вибрати обрізуванні частини об'єктів за допомогою ламаної лінії, а не послідовно або рамкою.
- *Секрамка* – опція дозволяє вибрати обрізуванні частини об'єктів за допомогою січної рамки.

- *Проекція* – визначає режим проектування під час обрізання елементів, має наступні параметри:
 - *Нет* – обрізує об'єкти, що перетинають ріжучу кромку в 3D просторі.
 - *ПСК* – обрізує об'єкти, що не перетинають ріжучу кромку в 3D просторі.
 - *Вид* – обрізує об'єкти, що перетинають кромку під поточною точкою зору.
- *Кромка* – дозволяє використати січну кромку, що фізично не перетинає обрізуванні об'єкти, в точці уявного перетину для обрізання об'єктів.
- *Удалить* – дозволяє видаляти об'єкти, не перериваючи команду обрізання.
- *Отменить* – відміняє обрізання останнього об'єкта усередині команди.

1.13.2.5. Команда Удлинить (EXTEND)

Команда **Удлинить (EXTEND)**  подовжує об'єкти (поєдновано по одному) до вказаної граничної кромки.

В якості граничної кромки може бути відрізок, дуга або полілінія.

Структура цієї команди повторює структуру команди **Обрезать (TRIM)**. У процесі діалогу спочатку вибираються ті об'єкти, які є граничними кромками, а потім ті, які подовжуються. Подовжуванні об'єкти вибираються вказівкою тієї частини, яка подовжується, причому вибір має бути прямим (без використання рамки вибору).

1.13.2.6. Команда Отразить зеркально (MIRROR)

Команда **Отразить зеркально (MIRROR)**  формує дзеркальне відображення об'єкта.

Ця команда часто використовується в машинобудівних кресленнях. З її допомогою можна отримати цілу деталь, використовуючи половину або навіть чверть побудованої деталі.

Після запуску команди і вибору об'єктів для створення дзеркального відображення, система просить задати першу і другу точки осі відображення – осі симетрії. Вводити можна будь-які дві точки, що належать осі.

У командному рядку необхідно дати відповідь на запит «Удалить исходные объекты?». Відповідаючи «Да» початкові об'єкти будуть переміщені відносно осі відображення, відповідаючи «Нет» початкові об'єкти видалені не будуть і будуть створені копії об'єктів відносно осі відображення. За замовчанням пропонується відповідь «Нет», тому якщо початкові об'єкти видаляти не потрібно, досить натиснути клавішу **Enter** після появи запиту. Після відповіді на запит команда завершиться автоматично.

1.13.2.7. Команда Сместить (OFFSET)

Команда **Сместить** (OFFSET)  використовується для створення прямолінійних і криволінійних подібних відрізків, зміщених по нормалі на фіксовану відстань.

Після запуску команда видає запит:

Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой]:

Якщо у відповідь на цей запит ввести величину зміщення, то система відповідь запрошенням:

Выберите объект для смещения или [Выход/Отменить]:

Треба вибрати один з об'єктів, клацнувши на ньому мишею (у цій команді для вибору не можна використати рамку). Після першого клацання по об'єкта з'явиться наступний запит:

Укажите точку, определяющую сторону смещения:

У відповідь на цей запит треба вказати мишею, з якого боку відносно об'єкта створюватиметься йому подібний.

Натиснути **Enter** для виходу з команди.

Команда не працює із заздалегідь вибраними об'єктами.

1.13.2.8. Команда Массив (ARRAY)

Команда **Массив** (ARRAY)  передбачає можливість створення трьох типів масивів: прямокутного, кругового і масиву по траєкторії (рис. 1.38.).

1.13.2.8.1. Команда Прямоугольный массив

У прямокутних масивах елементи розподіляються у будь-якій комбінації рядків, стовпців і рівнів.

Після виклику команди необхідно вибрати об'єкт або об'єкти для створення масиву. Підтвердити вибір об'єктів, натиснувши клавішу **Enter**.

Далі задаються параметри масиву, або за допомогою опцій в командному рядку, або за допомогою контекстної вкладки, що з'явилася, **Создание массива** (рис. 1.39.). Зручніше і наочніше встановлювати параметри за допомогою контекстної вкладки.

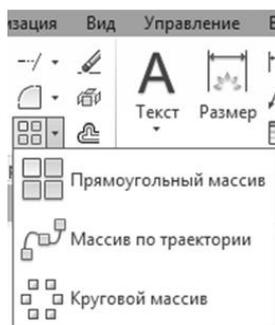


Рис. 1.38

Після завдання параметрів масиву закрийте контекстну вкладку використовуючи кнопку **Закрийте масив**.

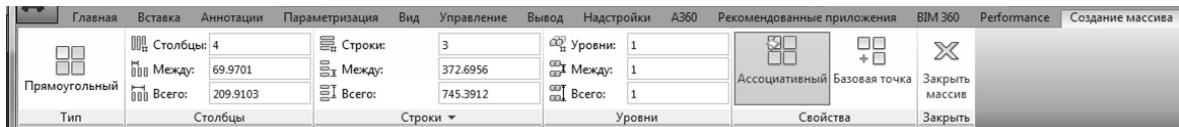


Рис. 1.39.

Розглянемо параметри масиву, які можна встановити за допомогою контекстної вкладки **Создание массива**.

1. Панель **Тип** – інформує про тип масиву, в цьому прикладі **Прямоугольный**.

2. Панель **Столбцы**.

– *Столбцы* – вказується кількість стовпців.

– *Между* – задається відстань між стовпцями. Вказуючи цей параметр загальна довжина масиву розраховується виходячи з вказаного значення і кількості стовпців.

– *Всего* – задається загальна довжина масиву. Вказуючи цей параметр відстань між стовпцями розраховується виходячи з вказаного значення і кількості стовпців.

3. Панель **Строка**.

– *Строки* – вказується кількість рядків.

– *Между* – задається відстань між рядками. Вказуючи цей параметр загальна довжина масиву розраховується виходячи з вказаного значення і кількості рядків.

– *Всего* – задається загальна відстань між першим і останнім рядками. Вказуючи цей параметр відстань між рядками розраховується виходячи з вказаного значення і кількості стовпців.

4. Панель **Уровни** – на цій панелі задається кількість елементів по осі Z і тим самим створюється тривимірний масив.

– *Уровни* – вказується кількість рівнів по осі Z.

– *Между* – задається відстань між рівнями. Вказуючи цей параметр загальна довжина масиву по осі Z розраховується виходячи з вказаного значення і кількості рядків.

– *Всего* – задається загальна довжина масиву. Вказуючи цей параметр відстань між рівнями по осі Z розраховується виходячи з вказаного значення і кількості стовпців.

5. Панель **Свойства**.

– *Ассоциативный* – якщо масив асоціативний, то його можна редагувати після завершення побудови. Асоціативний масив буде єдиним об'єктом. Не асоціативний масив після створення розчленовується на окремі об'єкти і редагування не можливе.

– *Базовая точка* – примусово задає положення базової точки масиву. У базовій точці відобразатиметься ручка для редагування масиву.

6. Панель **Закреть** – містить кнопку завершення побудови масиву. Після завершення роботи з масивом параметри можна відредагувати, якщо він асоціативний. Інакше редагувати створений масив буде неможливо.

1.13.2.8.2. Команда *Круговой массив*

У кругових масивах елементи рівномірно розподілені навколо центральної точки і осі обертання.

Після виклику команди та вибору об'єкта або об'єктів для створення масиву задаються параметри масиву, або за допомогою опцій в командному рядку, або за допомогою контекстної вкладки **Создание Массива** (рис. 1.40.). Зручніше і наочніше встановлювати параметри за допомогою контекстної вкладки.

Розглянемо параметри масиву, які можна встановити за допомогою контекстної вкладки **Создание Массива**.

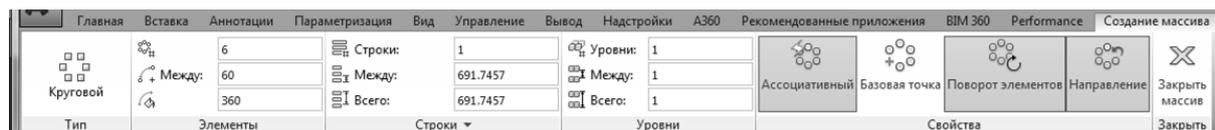


Рис. 1.40.

1. Панель **Тип** – інформує про тип масиву, в цьому прикладі **Круговой**.

2. Панель **Элементы**.

– *Число элементов* – визначає число елементів.

– *Между* – визначає кут між елементами. Вказуючи цей параметр кут заповнення масиву розраховується виходячи з вказаного значення і кількості елементів.

– *Угол заповнения* – визначає кут заповнення масиву. Вказуючи цей параметр кут між елементами визначається виходячи з вказаного значення і кількості елементів.

3. Панель **Строки**.

– *Строки* – вказується кількість рядків в круговому масиву.

– *Между* – задається відстань між рядками. Вказуючи цей параметр загальна відстань між рядками розраховується виходячи з вказаного значення і кількості рядків.

– *Всего* – задається загальна відстань між першим і останнім рядками. Вказуючи цей параметр відстань між рядками розраховується виходячи з вказаного значення і кількості стовпців.

4. Панель **Уровни** – на цій панелі задається кількість елементів по осі Z і тим самим створюється тривимірний масив.

– *Уровни* – вказується кількість рівнів по осі Z.

– *Между* – задається відстань між рівнями. Вказуючи цей параметр загальна довжина масиву по осі Z розраховується виходячи з вказаного значення і кількості рядків.

– *Всего* – задається загальна довжина масиву. Вказуючи цей параметр відстань між рівнями по осі Z розраховується виходячи з вказаного значення і кількості стовбців.

5. Панель **Свойства**.

– *Ассоциативный* – якщо масив асоціативний, то його можна редагувати після завершення побудови. Асоціативний масив являється єдиним об'єктом. Не асоціативний масив після створення розчленовується на окремі об'єкти і редагуванню не підлягає.

– *Базовая точка* – примусово задає положення базової точки масиву. У базовій точці відображатиметься ручка для редагування масиву.

– *Поворот элемента* – визначає чи будуть обертатися елементи в масиві.

– *Направление* – визначає напрям масиву: за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки.

6. Панель **Закреть** – містить кнопку завершення побудови масиву.

1.13.2.8.3. Команда **Массив по траектории**

За допомогою масиву по траєкторії можна рівномірно розподілити копії початкового об'єкта уздовж заданої траєкторії. Траєкторія може бути лінією, полілінією, 3D полілінією, сплайном, спіраллю, дугою, колом або еліпсом.

Далі задаються параметри масиву, або за допомогою опцій в командному рядку, або за допомогою контекстної вкладки **Создание массива** (рис. 1.41.).

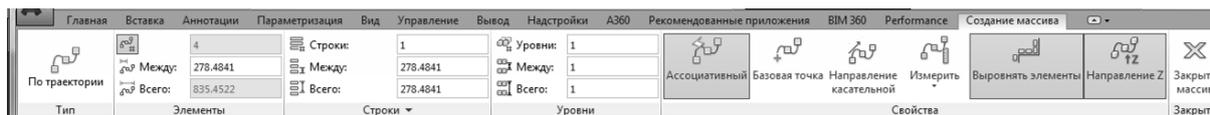


Рис. 1.41.

1.13.2.9. Команда **Масштаб (SCALE)**

Команда **Масштаб (SCALE)**  забезпечує зміну розмірів існуючих об'єктів.

Після виклику команди та вибору об'єктів, задається базова точка, відносно якої відбуватиметься масштабування.

Потім команда видає наступний запит:

Масштаб или [Копия/Ссылка]:

У відповідь треба ввести число, на яке множитимуться усі розміри вибраних об'єктів, або вибрати опцію *Ссылка* для визначення коефіцієнта масштабування із застосуванням існуючих об'єктів.

1.13.2.10. Команда Разрыв (BREAK)

Команда **Разрыв** (BREAK)  дозволяє здійснити розрив вибраного об'єкта між двома точками.

Команда працює з відрізками, дугами, колами, полілініями, еліпсами, сплайнами, кільцями і деякими іншими типами об'єктів.

Програма перетворить коло в дугу, видаляючи її частину від першої до другої точки проти годинникової стрілки.

Після запуску команди і вибору об'єкта з'являється наступний запит:

Вторая точка или [Первая точка]:

Якщо в якості першої точки має бути інша точка, то треба у відповідь на перший запит вибрати опцію *Первая точка*, після чого знову наступить запит про вибір другої точки *Определите вторую точку*. В результаті відбувається стирання частини об'єкта між першою і другою точками.

Якщо ввести другу точку, співпадаючу з першою, то відбувається розбиття об'єкта на два без стирання якої-небудь частини. Виключенням є коло, на якому точки розриву не можна задавати співпадаючими.

1.13.2.11. Команда Фаска (CHAMFER)

Команда **Фаска** (CHAMFER)  створює фаски на кутах, утворених двома прямими, що перетинаються.

Після запуску команда видає повідомлення про розміри катетів фаски, які були встановлені раніше. За умовчанням, під час першого запуску команди, поточні значення катетів фаски дорівнюють нулю.

Якщо поточні параметри фаски не влаштовують, то необхідно встановити необхідні параметри фаски. Вибирається одна з двох опцій: *Длина* – для формування фаски по двох катетах або опція *Угол* – для формування фаски по катету і куту.

Після вибору опції *Длина* треба ввести необхідні значення катетів, після чого система видасть запит про вибір об'єктів.

В результаті сформується фаска (рис. 1.42.), яка підрізатиме першу вибрану пряму на величину першої довжини фаски, а другу – на величину другої довжини фаски.

Якщо для формування фаски вибрана опція *Угол*, то необхідно ввести по черзі першу довжину фаски та кут фаски.

Після установки необхідних параметрів фаски система видасть запит про вибір об'єктів.

Під час повторного запуску команда сформує повідомлення про встановлені параметри і знову видасть запит про вибір об'єктів.

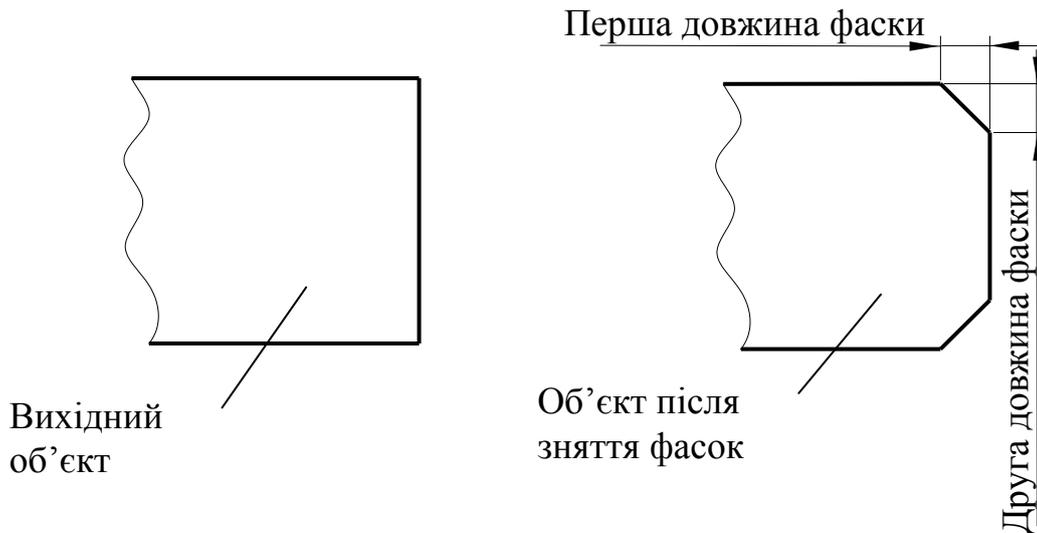


Рис. 1.42.

1.13.2.12. Команда *Сопряжение* (FILLET)

Команда **Сопряжение** (FILLET)  здійснює сполучення двох відрізків, дуг, кіл або лінійних сегментів полілінії.

Процес спряження аналогічний процесу створення фаски. Спочатку встановлюється потрібний радіус сполучення, а потім вибираються два об'єкти, що сполучаються.

Для установки радіусу треба у відповідь на перший запит команди вибрати опцію *Радіус* та ввести необхідне значення радіусу спряження.

1.13.2.13. Команда *Расчленишь* (EXPLODE)

Команда **Расчленишь** (EXPLODE)  здійснює розділення блоків на примітиви, що їх складають.

Після виклику команди вибрати об'єкт, що підлягає розділенню і натиснути клавішу **Enter**.

Питання для самоконтролю

1. Яким чином виконується запуск програми AutoCAD 2016?
2. Які робочі простори існують в AutoCAD 2016?
3. Що собою уявляє робочий простір AutoCAD?
4. Якими вкладками представлений інтерфейс програми AutoCAD 2016? З якою метою використовується кожна з вкладок?
5. Призначення командного рядка?
6. Доступ до яких функцій надає меню Додатків?
7. Яким чином виконується адаптація інтерфейсу користувача?
8. Що називається графічним примітивом?
9. Загальні властивості графічних примітивів?
10. Описати роботу діалогового вікна, що дозволяє здійснювати управління шарами у в AutoCAD.
11. Як створити новий шар креслення? Як вибрати потрібний тип лінії для цього шару?
12. Як задаються необхідні типи ліній в програмі в AutoCAD?
13. Як встановлюється необхідна товщина ліній в AutoCAD?
14. Способи введення команд в AutoCAD?
15. Основний набір інструментів для побудови креслень в AutoCAD.
16. Якими способами здійснюється введення координат? У чому полягає різниця між абсолютними та відносними координатами?
17. З якою метою використовується режим динамічного вводу?
18. Порядок роботи з інструментами редагування в програмі в AutoCAD.
19. Які команди редагування можна виконати за допомогою «ручок»?
20. Основні інструменти редагування креслень в AutoCAD.
21. Яким чином створюються елементи, що повторюються в AutoCAD?
22. З якою метою використовується режим об'єктної прив'язки в AutoCAD?
23. Які види об'єктної прив'язки використовуються в AutoCAD?
24. Яким чином можна точно викреслити лінію заданого розміру в AutoCAD?
25. Основні команди панелі меню Анотація? Їхнє призначення?
26. Як створити новий стиль тексту?
27. Порядок виконання написів в AutoCAD?
28. У чому полягає різниця між однорядковим та багаторядковим текстами?
29. Яка опція відповідає за вирівнювання тексту?
30. Які панелі містить контекстна вкладка Текстовий редактор? Їхнє призначення?
31. Яким чином виконується редагування тексту в AutoCAD?
32. Як зберігається креслення в AutoCAD?

РОЗДІЛ 2. ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

2.1. Геометричні побудови в AutoCAD

В цій частині посібника розглядаються геометричні побудови, які використовуються в сучасній інженерній графіці найбільш часто. Під геометричними побудовами розуміють елементарні побудови на площині, що спираються на основні положення геометрії. До них належать: побудова нахилів, конусності та виконання спряжень. Знання щодо геометричних побудов дозволяють правильно накреслити контур будь-якого виробу, прискорюють роботу над кресленням, оскільки надають можливість у кожному випадку обрати найбільш раціональні способи побудов.

2.1.1. Побудова нахилу

Під час креслення профілів прокатної сталі: двотаврових, швелерних та інших – часто доводиться будувати прямі лінії, кут нахилу яких задається за допомогою величини нахилу.

Нахилом називають величину, що характеризує нахил однієї прямої лінії відносно іншої прямої, розташованої горизонтально або вертикально. Нахил чисельно дорівнює тангенсу кута α між цими прямими (рис. 2.1.).

Нахил на кресленні може задаватися або відношенням одиниці до цілого числа (наприклад, 1:10), або в відсотках (наприклад, 10 %). У прикладі на рис. 2.1. нахил вимірюється відношенням меншого катета AC прямокутного трикутника (одна одиниця довжини) до більшого катета CB (десять одиниць довжини) Водночас $\operatorname{tg}\alpha = \frac{AC}{CB} = \frac{1}{10}$.

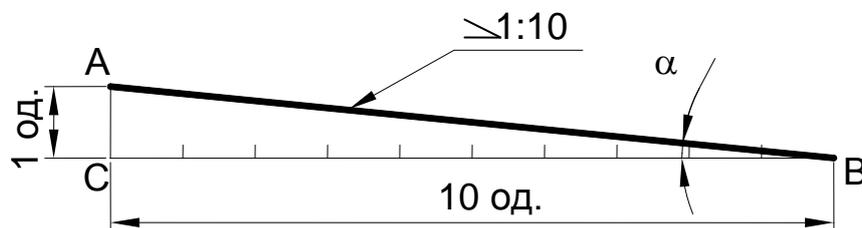


Рис. 2.1.

На виносній поличці (в цьому випадку горизонтальній), яка упирається своєю стрілкою в похилу пряму, перед відношенням чисел ставиться умовний знак нахилу \sphericalangle . Одна сторона цього кута повинна бути паралельна

виносній полиці, а вершина кута – направлена в сторону нахилу (в сторону частини профілю, яка звужується).

Якщо нахил задається у відсотках, то число відсотків відносять до 100 і отримують відношення двох цілих чисел. Наприклад, якщо нахил задається 12 %, то 12 віднесемо до 100 і будемо мати 12:100. Якщо взяти за одиницю довжини 1 мм, то можна побудувати прямокутний трикутник з горизонтальним катетом 100 мм і вертикальним – 12 мм. Гіпотенуза визначає нахил, що дорівнює 12 % (рис. 2.2.).

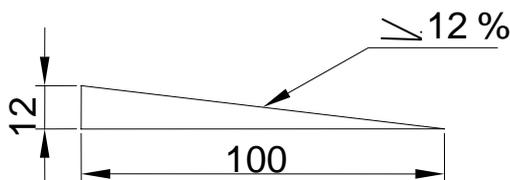


Рис. 2.2.

За великих кутів нахилу (близько 15° і вище) нахили прямої лінії вимірюються в градусах. Наприклад, поличка штабобульбової сталі, яка широко використовується в суднобудуванні, має нахил 20° і 30° (рис. 2.3., 2.4.). Кут 20° приблизно дорівнює нахилу з відношенням сторін 7:20.

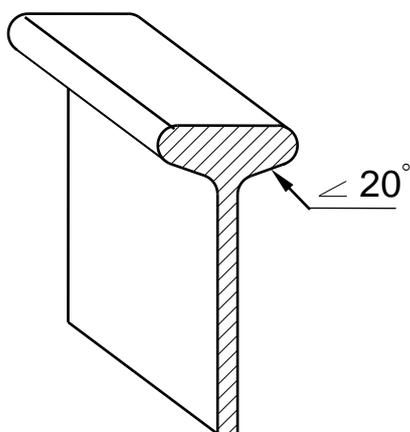


Рис. 2.3.

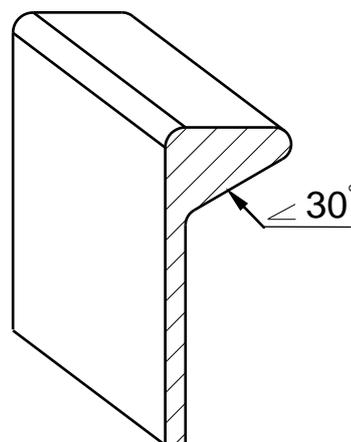


Рис. 2.4.

2.1.2. Побудова конусності

Для багатьох тіл обертання характерною величиною є конусність. Обробка конічних поверхонь, як правило, також ведеться за заданою конусністю.

Конусністю називається відношення діаметра кола основи конуса до його висоти.

Якщо конус зрізаний (а цей випадок має місце в більшості технічних деталей), то конусність визначається як відношення різниці діаметрів основ до його висоти (рис. 2.5.):

$$K = \frac{D-d}{h} = 2\operatorname{tg}\varphi \quad (1)$$

Відношення, що визначає конусність, виражається одиничним дробом (наприклад, 1:5), у відсотках (20 %) або градусах (12°).

У машинобудуванні використовується наступний ряд нормальних конусностей:

1:3	1:7	1:10	1:15	1:30	1:100
1:5	1:8	1:12	1:20	1:50	1:200,

а також конусності: 30° , 45° , 60° , 90° , 120° .

Інші види конусності використовувати не рекомендується.

Перед розмірним числом, яке характеризує конусність, ставиться умовний знак конусності \triangleright . Це рівнобедрений трикутник з вершиною, яка направлена в сторону вершини конуса.

Конусність проставляється або на горизонтальній виносній поличці (рис. 2.4, *a*) або всередині конуса вздовж його осі (рис. 2.5, *б*).

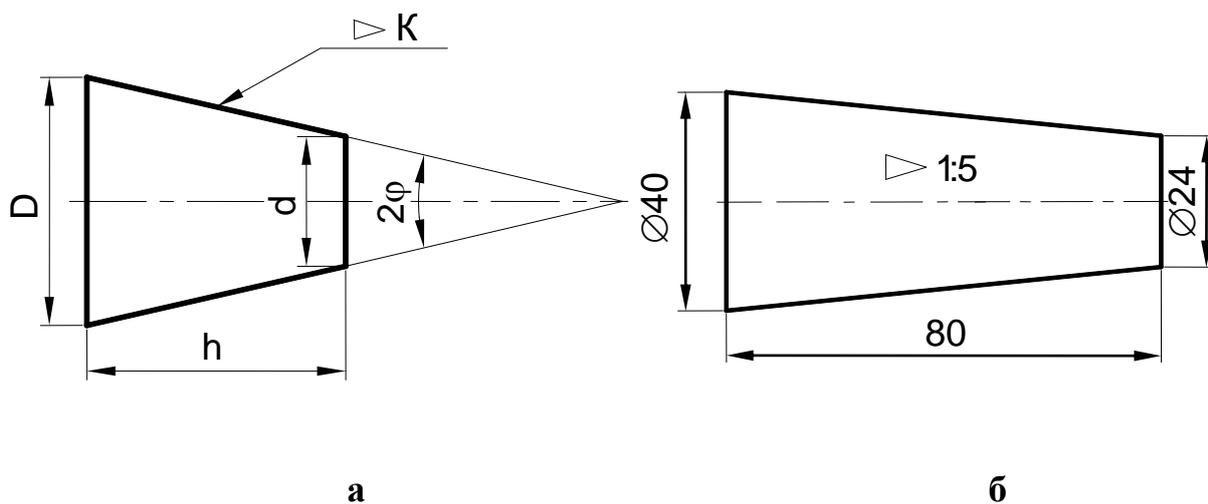


Рис. 2.5.

2.1.3. Побудова спряження

В інженерній практиці під час виконання креслень плоских контурів дуже часто зустрічається побудова сполучень: сполучення двох прямих ліній, сполучення прямої і кола, сполучення двох кіл.

Для виконання вказаних геометричних побудов в AutoCAD використовуються команди:

- **Отрезок** (LINE) з використанням режиму об'єктної прив'язки *Касательная*.
- **Круг** (CIRCLE) з використанням опції *2 точки касания, радиус*.
- **Сопряжение** (FILLET).

2.1.3.1. Побудова дотичних до двох кіл

Побудова дотичних до двох кіл виконується таким чином (рис. 2.6.):

- Клацнути на піктограмі команди **Отрезок** (LINE) .
- Вибрати в налаштуваннях об'єктної прив'язки функцію *Касательная*.
- Клацнути курсором в точці **1** (рис. 2.6, *а*).
- Клацнути курсором в точці **2** (умовне місце розташування точки дотику другого кола).

Результат побудови показаний на рис. 2.6, *б*. Нижня дотична побудована аналогічним чином.

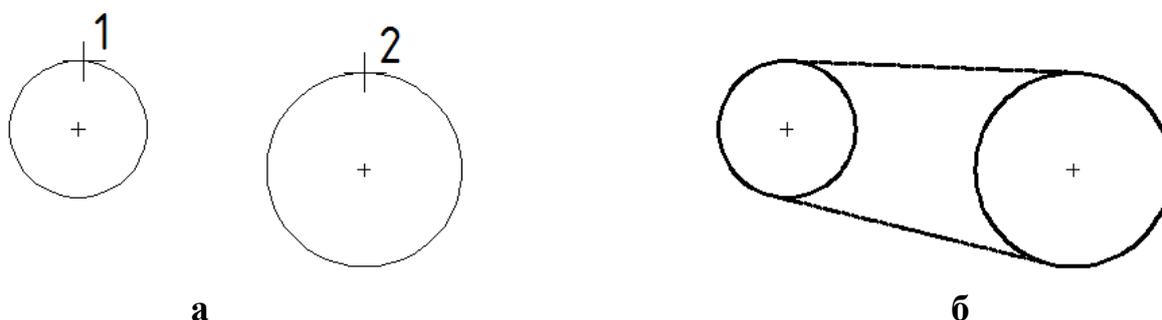


Рис. 2.6.

2.1.3.2. Спряження двох прямих, що перетинаються

Для спряження двох прямих, що перетинаються, дугою кола заданого радіусу необхідно виконати наступну послідовність дій:

- Вибрати команду **Сопряжение** (FILLET) .
- Клацнути правою кнопкою миші (за умови включеного режиму динамічного введення) і в контекстному меню, що відкрилося (рис. 2.7.), вибрати опцію *Радіус*.
- З клавіатури ввести значення радіусу та натиснути клавішу **Enter**.
- У командному рядку з'явиться запит про вибір першого об'єкта.

Клацнути курсором на першому відрізку (рис. 2.7, *а*). Потім вказати курсором на другий відрізок.

Результат побудови спряження показано на рис. 2.7, *б*. Зверніть увагу, що після виконання спряження автоматично обрізуються частини прямої, що знаходяться за дугою.

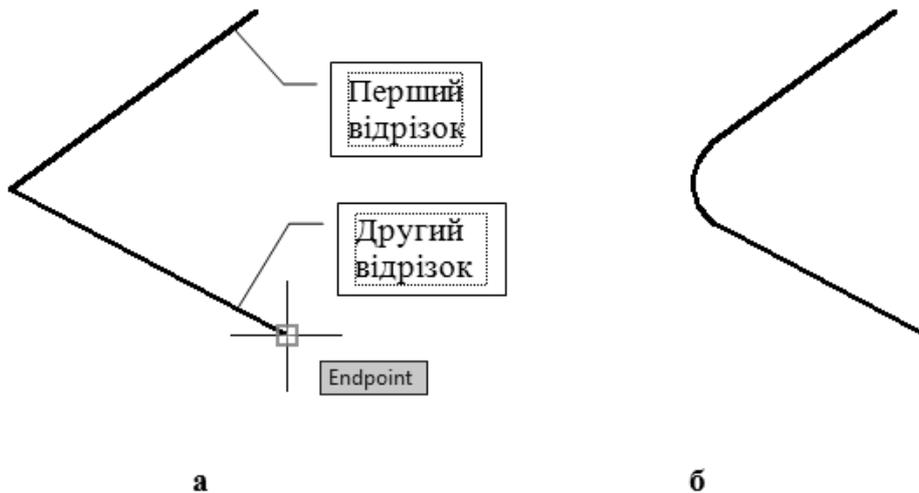


Рис. 2.7.

2.1.3.3. Зовнішнє сполучення двох кіл

Під час зовнішнього спряження центри кіл, що сполучаються, лежать за дугою, яка їх сполучає. Для виконання зовнішнього сполучення рекомендується використати команду **Сопряжение (FILLET)** .

Порядок побудов наступний:

- Вибрати команду **Сопряжение (FILLET)**.
- Клацнути правою кнопкою миші і в контекстному меню, що відкрилося, вибрати опцію **Радіус (RADIUS)**.
- З клавіатури ввести задане значення радіусу та натиснути клавішу **Enter**.

– У командному рядку з'явиться повідомлення *Виберіть перший об'єкт або.*

Клацнути курсором на першому колі приблизно у тому місці, де ви припускаєте точку сполучення – точка **1** (рис. 2.8, *a*).

– У командному рядку з'явиться повідомлення про вибір другого об'єкта. Клацнути курсором на другому колі в точці **2**.

Результат побудови зовнішнього сполучення кіл показано на рис. 2.8.

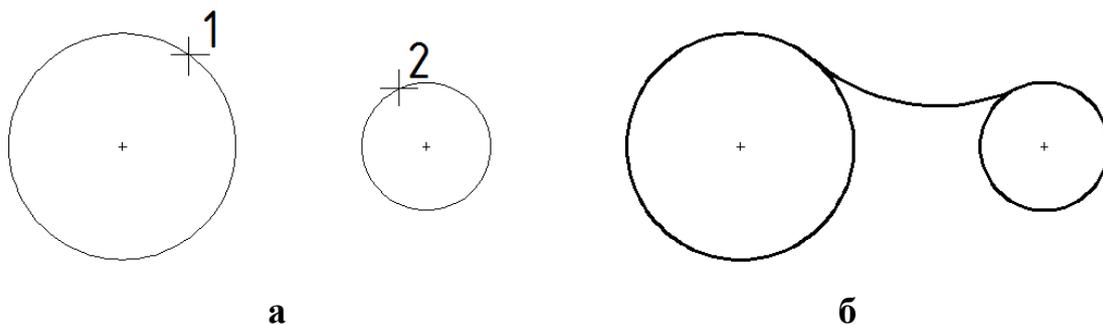


Рис. 2.8.

2.1.3.4. Внутрішнє сполучення двох кіл

При внутрішньому сполученні центри кіл, що сполучаються, лежать усередині дуги, яка їх сполучає. Для виконання внутрішнього сполучення рекомендується застосовувати команду **Круг (CIRCLE)** з використанням опції *2 точки касання, радіус (Tan, Tan, Radius)*.

Порядок побудови внутрішнього сполучення:

- Вибрати команду **Круг (CIRCLE)** панелі інструментів **Рисование**.
- У меню, що відкрилося, вибрати опцію *2 точки касання, радіус* (рис. 2.9).

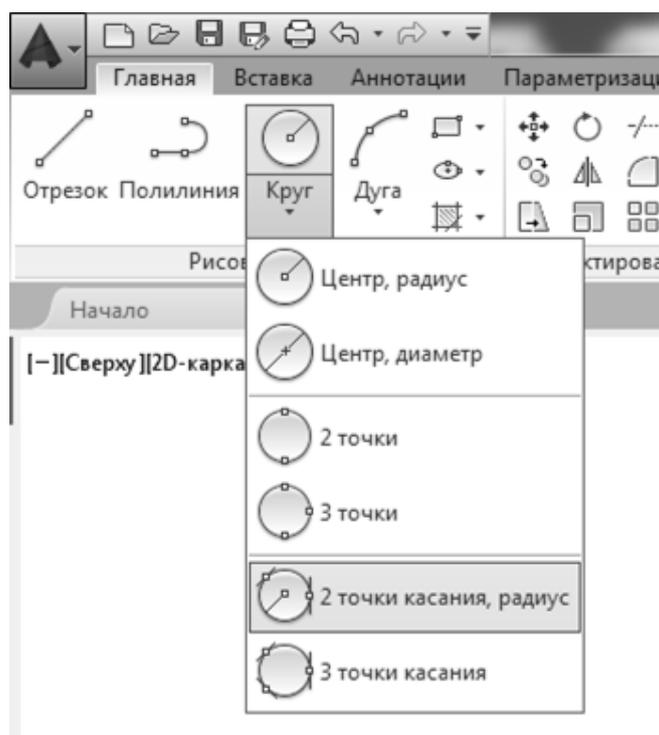


Рис. 2.9.

У командному рядку з'явиться повідомлення:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную.:

Клацнути лівою кнопкою миші на першому колі. За такої умови на колі з'являється значок  *Задержанная Касательная* (рис. 2.10.).



Рис. 2.10.

Для правильного виконання спряження, необхідно вказувати ту чверть кола, де передбачається точка спряження.

– У командному рядку з'явиться повідомлення:

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:.

Клацнути лівою кнопкою миші на другому колі.

– Наступне повідомлення в командному рядку: *Радиус круга.*

Необхідно ввести з клавіатури значення радіусу дуги спряження і натиснути **Enter**.

Результат побудов показано на рис. 2.11, **б**. Частину кола, що лежить вище за точки спряження треба видалити, використовуючи команду **Обре-зати (TRIM)** .

За ріжучі кромки прийняти початкові кола. Остаточний результат побудов показаний на рис. 2.11, **в**.

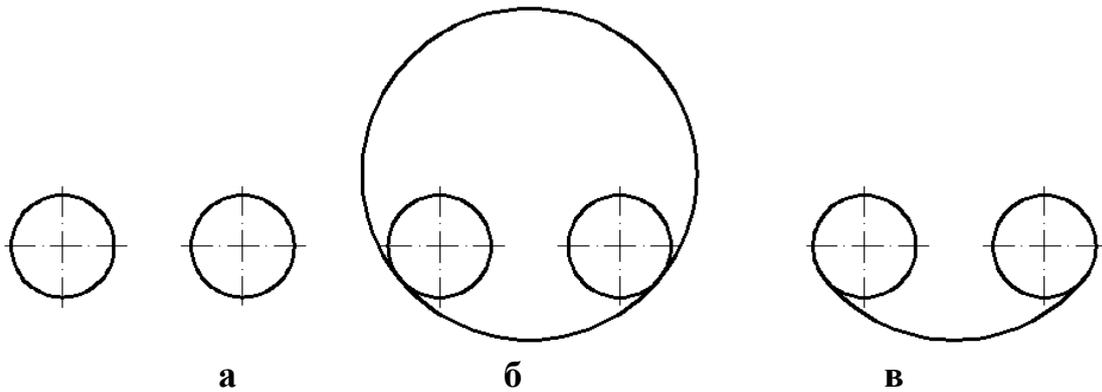


Рис. 2.11.

2.1.4. Нанесення розмірів на креслення

Нанесення розмірів є одним з найбільш трудомістких етапів в процесі створення креслення. Система **AutoCAD** дозволяє автоматизувати наступні операції:

– нанесення розміру, тобто автоматична побудова усіх елементів (виносних і розмірних ліній, стрілок, розмірного тексту, поличок) залежно від типу розміру;

– постановку послідовності пов'язаних розмірів: ланцюжки розмірів і розмірів від базової лінії.

Розмір має ті ж властивості, що і штрихування – є асоціативним блоком, тобто, змінюється під час зміни форми деталі.

Команди постановки розмірів викликаються за допомогою піктограм панелі **Аннотации** вкладки **Главная** (рис. 2.12.) або піктограм вкладки **Аннотации** (рис. 2.13.).

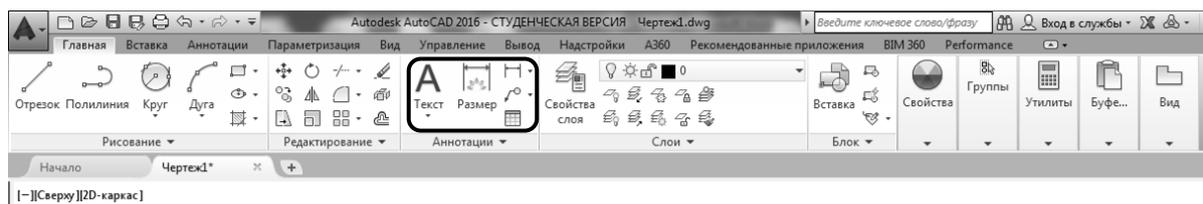


Рис. 2.12.

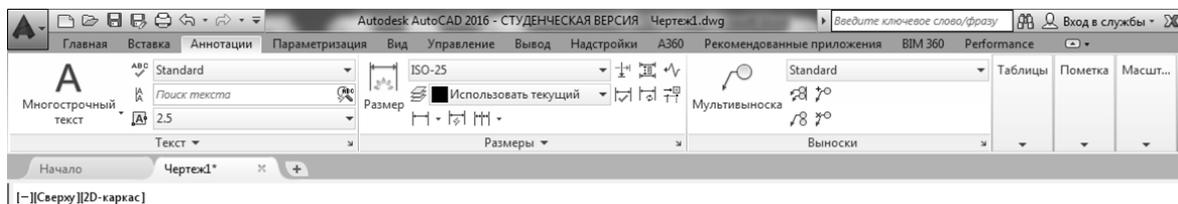


Рис. 2.13.

Розміри в AutoCAD включають наступні елементи:

- розмірна лінія – лінія зі стрілками, виконана паралельно відповідному виміру;
- розмірні стрілки;
- виносні лінії – проводяться від об'єкта до розмірної лінії;
- розмірний текст – текстовий рядок, що містить величину розміру і іншу інформацію;
- винесення – використовуються, якщо розмірний текст неможливо розташувати поряд з об'єктом.

Розміри показують геометричні величини об'єктів, відстані і кути між ними, координати окремих точок. У AutoCAD використовується 11 типів розмірів, які можна розділити на три основні типи: лінійні, радіальні і кутові.

2.1.4.1. Налаштування розмірного стилю

Розмірний стиль – сукупність значень усіх розмірних змінних, що визначають вид розміру на кресленні.

Під час завантаження системи встановлюється стиль ISO–25, який визначається набором параметрів розміру (відстанню між розмірними лініями, розміщенням тексту, розміром тексту і стрілок, шрифтом тексту і т. д.).

Для налаштування розмірного стилю необхідно перейти на вкладку **Аннотации**, панель **Размеры** та натиснути стрілку в правій нижній частині панелі, що викликає команду **Размерный стиль** (рис. 2.14.).

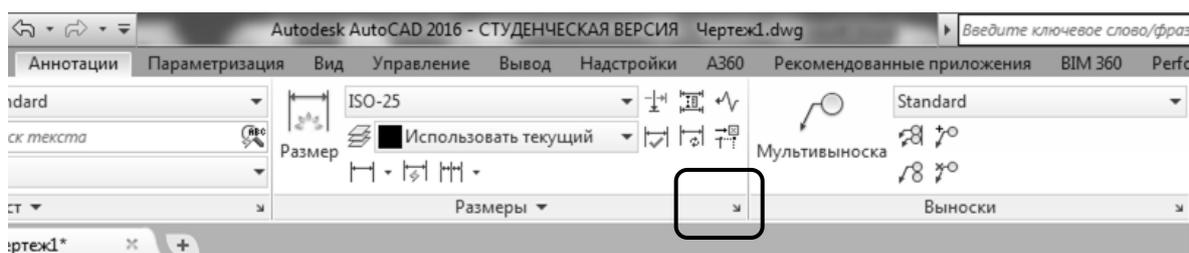


Рис. 2.14.

Команда **Размерные стили (DIMENSION STYLE)** викликає діалогове вікно **Диспетчер размерных стилей** (рис. 2.15.) і дозволяє внести зміни в існуючий стиль для простановки розмірів відповідно до ДСТУ 2.307–2013.

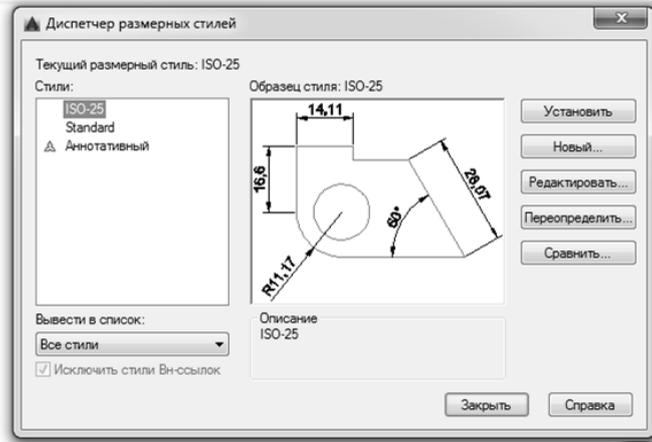


Рис. 2.15.

Порядок налаштування розмірного стилю наступний:

1. Клацнути на кнопці **Редактировать**.
2. У діалоговому вікні **Изменение размерного стиля ISO–25** (рис. 2.16.) клацнути на вкладці **Символы и стрелки**.

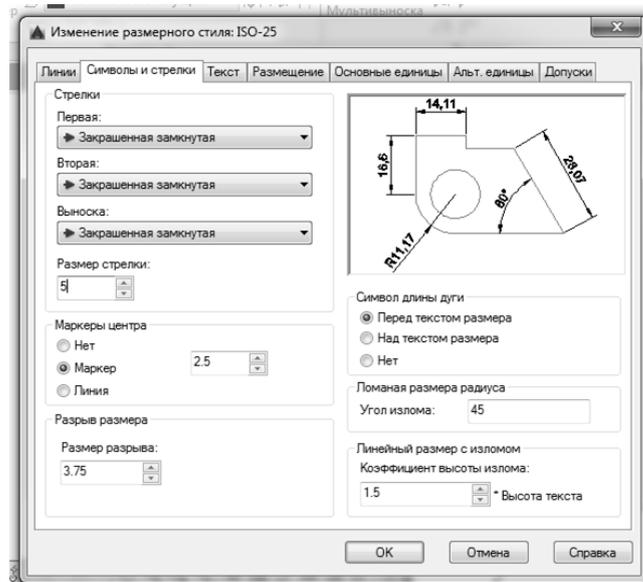


Рис. 2.16.

3. У полі **Розмір стрілки** встановити довжину стрілок рівною 5 мм.
4. Клацнути на вкладці **Текст**. У діалоговому вікні, що відкрилося (рис. 2.17.), клацнути на кнопці **Текстовый стиль** і вибрати ім'я шрифту ISOCPEUR, висоту тексту задати 5. Вибрати варіант орієнтації тексту – *Согласно ISO*. Потім закрити вікно, клацнувши на кнопці **ОК**.
5. Вибрати вкладку **Основные единицы** (рис. 2.18.) і в діалоговому вікні, що відкрилося, розкрити список **Точность** та вибрати точність 0. У

цьому ж вікні можна задати масштабування розмірів. Наприклад, якщо масштаб зображення 2:1, то масштабування розмірів слід задати 0.5.

6. Клацнути на кнопці **ОК** і на кнопці **Закрить** для закриття діалогових вікон.

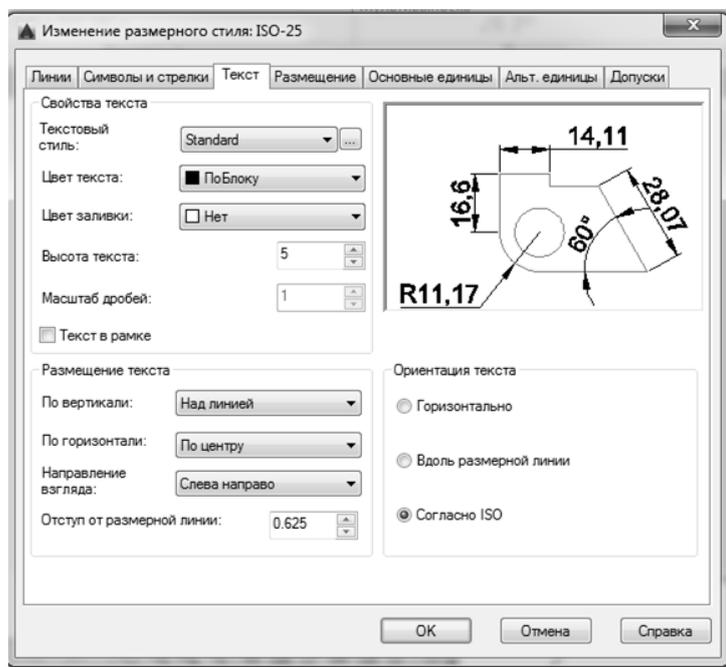


Рис. 2.17.

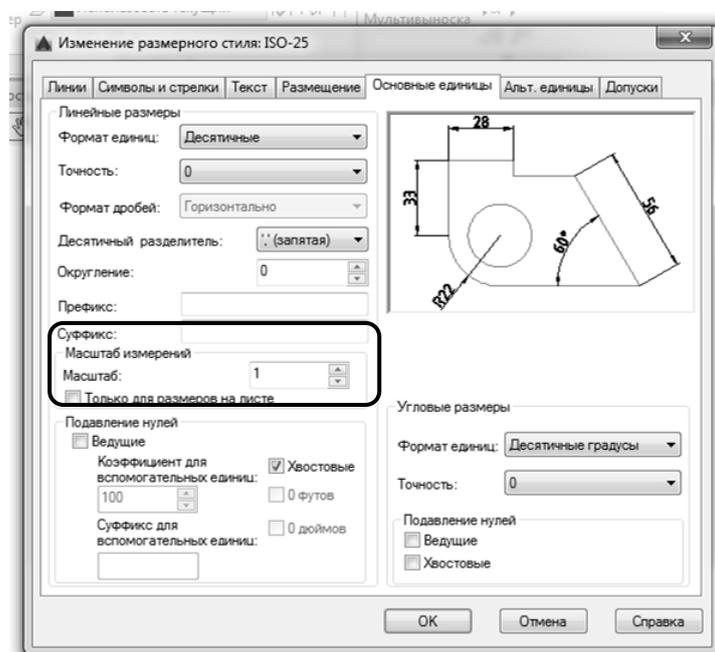


Рис. 2.18.

2.1.4.2. Постановка розмірів

Інструменти для постановки розмірів знаходяться у випадяючому меню панелі **Размеры** (рис. 2.19.).

Інструмент  **Линейный (LINEAR)** дозволяє створити горизонтальний, вертикальний або повернений розмір.

Розмір можна задавати двома способами:

- послідовно вказати точки початку виносних ліній, після чого вказати точку розташування розмірної лінії;
- вибрати об'єкт (початкові точки виносних ліній в цьому випадку визначаються автоматично), а потім вказати точку розташування розмірної лінії.

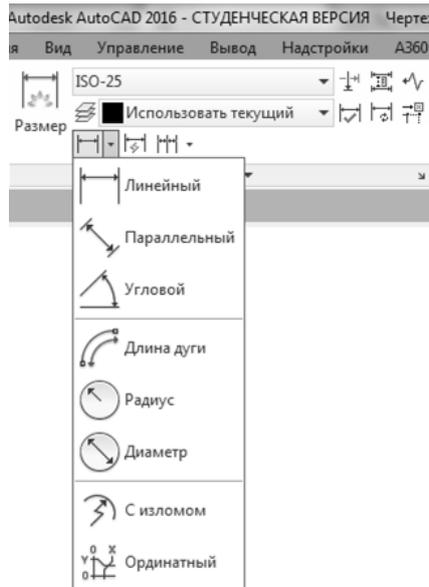


Рис. 2.19.

Якщо після запуску команди на запит
Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:
вказати на початок першої виносної лінії, то далі з'явиться запит про початок другої виносної лінії

Начало второй выносной линии:

Після введення початкової точки другої виносної лінії з'явиться запрошення

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый].

У відповідь треба вказати на екрані точку, через яку проходить розмірна лінія, або вибрати для внесення змін одну з перерахованих опцій:

- у текст розміру – опції *Мтекст*, *Текст*, *Угол*;
- у розташування розмірної лінії – опції *Горизонтальный*, *Вертикальный*, *Повернутый*.

Якщо вимагається змінити, наприклад, текст розміру, то треба вибрати опцію *МТекст* і ввести текст з клавіатури.

Для простановки розміру другим способом, тобто по вибору об'єкта, треба на перший запит команди про вибір об'єкта натиснути **Enter**, після

чого вказати на об'єкт. Далі з'явиться запит про розташування розмірної лінії і вибір опцій команди.

Для вказівки початкових точок виносних ліній рекомендується використати об'єктні прив'язки, а для вибору опцій – контекстне меню команди. Контекстне меню зручно використати і для повторних викликів команди.

Інструмент  **Параллельный (ALIGNED)** дозволяє наносити лінійний розмір з розмірною лінією, паралельною об'єкта. Паралельний розмір створюється аналогічно горизонтальному і вертикальному розмірам.

Інструмент  **Радиус (RADIUS)** дозволяє побудувати розмір радіусу кола або дуги.

На запит команди *Выберите дугу или круг*: треба вказати на коло або дугу. Далі встановлюється положення розмірної лінії або вибирається одна з опцій команди: *Мтекст*, *Текст*, *Кут* – що дозволяють змінити текст або кут нахилу розмірного тексту.

Інструмент  **Диаметр (DIAMETER)** дозволяє побудувати розмір діаметру кола або дуги. Створюється аналогічно радіальному розміру.

На кресленнях розмір діаметру отвору часто наноситься на тій проекції, де отвір показаний в подовжньому розрізі. Отже, при його завданні треба використати інструменти простановки лінійних розмірів **Линейный** або **Параллельный**. За такої умови доводиться міняти текст розміру, вводячи перед цифрою знак діаметру.

Інструмент  **Угловой (ANGULAR)** дозволяє нанести розмір, що показує кут між двома непаралельними лініями.

На перший запит команди

Выберите дугу, круг, отрезок или <указать вершину>:

треба вказати на першу лінію кута або натиснути **Enter**. Якщо вказати на першу лінію кута, то з'явиться запит про введення другої лінії. Далі визначається положення розмірної дуги або вибирається одна з опцій команди:

Укажите положение размерной дуги или [Мтекст/Текст/Угол/ Квадрант]:

Якщо на перший запит команди натиснути **Enter**, то система попросить вказати на вершину кута. Після вибору кута у відповідь на чергові запити вказуються дві точки, через які проходить розмірна дуга.

Команди нанесення групи розмірів

Інструмент  **Базовый (BASELINE)** дозволяє нанести послідовно групу розмірів від загальної бази (рис. 2.20.).

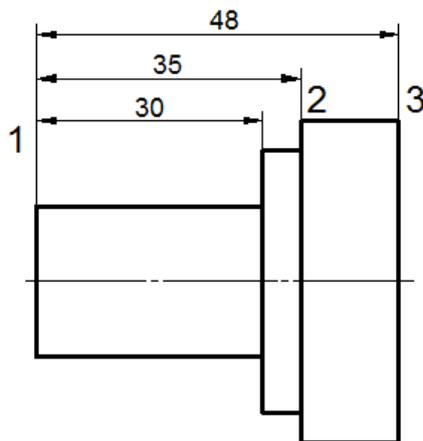


Рис. 2.20.

Після виклику команди і вказівки базової лінії **1** на подальші чергові запити *Начало второй выносной линии или [Отменить/Выбрать]<Выбрать>*: треба ввести кінцеві точки (**2, 3**) виносних ліній.

Інструмент  **Продолжить** (CONTINUE) дозволяє створити розмір, що починається від виносної лінії раніше створеного розміру. Розмірні лінії вирівнюються автоматично. Створюється аналогічно базовому розміру.

Інструмент  **Экспресс** (QUICK DIMENSION) дозволяє автоматизувати простановку групи розмірів. Після запуску команди з'являється запит: *Выберите объекты для нанесения размеров*).

У відповідь на цей запит можна вибрати всю деталь або частину деталі, використовуючи різні опції вибору об'єкта. Після підтвердження закінчення вибору – натиснення клавіші **Enter** – на робочому полі креслення з'явиться послідовність розмірів, а в командному рядку – запит про вказівку точки введення групи розмірів або виборі однієї з опцій команди, що визначають структуру групи розмірів *Положение размерной линии или [Цель/Ступенчатый/Базовый/Ординатный/Радиус/Диаметр/Точка/Редактировать/Параметры]<Цель>*:).

2.1.4.3. Редагування розмірів

У AutoCAD передбачено декілька інструментів для редагування розмірів.

Інструмент **РЗМРЕД** (DIMEDIT) дозволяє змінити розмірний текст та його розташування, а також кут нахилу розмірних ліній.

Опції команди *Вернуть, Новый, Повернуть* дозволяють маніпулювати з текстом, а опція *Наклонить* дозволяє змінити кут нахилу виносних ліній.

Інструмент **РЗМРЕДТЕКСТ** (DIMTEDIT) дозволяє змінити місце розташування тексту на розмірній лінії і орієнтацію тексту.

Інструмент **Обновить** (DIMENSION UPDATE) дозволяє перевизначити параметри розміру відповідно до поточних установок розмірного стилю.

Наприклад, якщо в розмірному стилі змінити розмір стрілок, встановивши їхню довжину – 4 мм, а потім за допомогою інструмента **Обновить размер** вказати на який-небудь розмір на кресленні, то величина стрілок цього розміру стане рівною 4 мм.

Для редагування розмірного числа також можна подвійно клацнути на ньому лівою кнопкою миші, після чого з'являється контекстне меню **Текстовый редактор** (рис. 2.21.), яке було докладно описано у п.1.10.2 цього посібника.

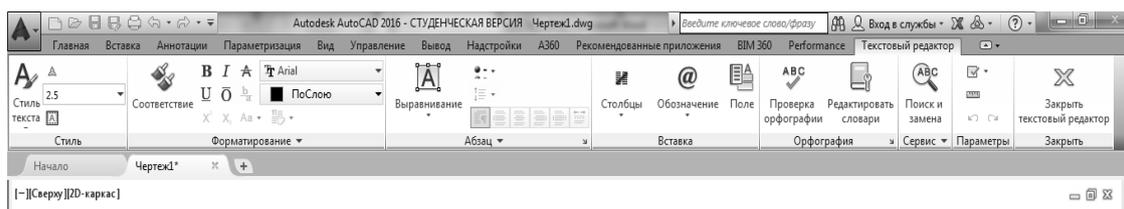


Рис. 2.21.

Розмір, як і будь-який інший об'єкт, можна редагувати за допомогою ручок, які з'являються під час його вибору. Крайні ручки використовуються для зміщення виносної лінії, а середня – для зміщення розмірної лінії і для переміщення тексту уздовж неї.

2.2. Методичні рекомендації до виконання завдання «Геометричне креслення»

Завдання виконують на аркуші формату А3 (розмір 297×420 мм) за допомогою інструментів середовища Autocad. Попередньо студент готує робоче поле креслення, тобто проводить лінії робочої рамки, відступивши від ліній формату: зліва на 20 мм і від інших сторін на 5 мм. Потім у правому нижньому кутку виконує основний напис та в верхньому лівому кутку додаткову графу. Розміри та рекомендації до виконання основного напису та додаткової графи наводяться в Додатку А.

Завдання «Геометричне креслення» складається з декількох простих креслень, а саме: валик, плоский контур та профіль балки. Зразок виконання представлений на рис. 2.36. Розташування креслень на форматі довільне (тільки не можна їх розвертати на кут 90°). Під час розміщення побудов необхідно розташовувати деталі і надписи на аркуші рівномірно, використовуючи все поле креслення.

Починати побудову треба з проведення осей симетрії, якщо креслення їх має, потім виконати контур основної частини і різноманітні дрібні елементи (отвори, пази та інше). Після цього на деталях проставляють розміри відповідно до ДЕСТ 2.307 – 2013. Основні рекомендації стосовно проставки розмірів на кресленнях наводяться в додатку Б. Потім виконують штриховку тих частин креслень, що показано у розрізі.

2.2.1. Методичні вказівки до виконання креслення валика

На прикладі виконання креслення тіла обертання (валика) дається декілька технічних понять. По-перше, дуже часто валики мають конічну частину у вигляді зрізаного конуса. На кресленні, як правило, задається або діаметр однієї з основ, висота конуса і розмір конусності, або діаметри основ та розмір конусності. Для визначення розміру, якого не вистачає, необхідно виконати розрахунок за допомогою формули (1).

Наприклад (рис. 2.22.), якщо діаметр більшої основи $D = 40$ мм, висота $h = 70$ мм, конусність 1:7, то невідома величина меншої основи визначається наступним чином:

$$\frac{D-d}{h} = \frac{1}{7}; \frac{40-d}{70} = \frac{1}{7}; d = 30 \text{ мм.}$$

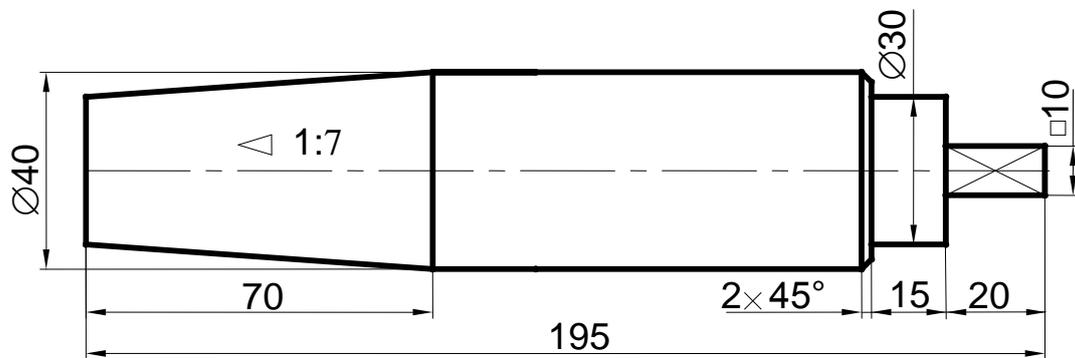


Рис. 2.22.

Послідовність виконання завдання розглянемо на прикладі креслення, представленого на рис. 2.22.

1. Задати три шари: «Контур» (тип лінії Continuous, товщина лінії 0,5 – 0,6); «Осі» (тип лінії Center, товщина лінії 0,15); «Розміри» (тип лінії Continuous, товщина лінії 0,15).

2. У шарі «Осі» провести горизонтальний відрізок (осьову лінію валика) (рис. 2.23.).

Рис. 2.23.

3. Перейти на шар «Контур». Побудувати по розмірам верхню частину валика без фасок та скруглень (рис. 2.24.).



Рис. 2.24.

4. Одним з елементів цієї деталі є фаска.

Фаски – це сточені на конус кінці валиків або циліндричних елементів для зручності роботи з ними та запобіганню травм. Розміри фасок під ку-

том 45° наносяться так, як показано на рис. 2.25, б. Перше число означає висоту зрізаного конуса, який утворює фаску. В цьому випадку напис $2 \times 45^\circ$ означає, що висота сточеної частини дорівнює 2 мм, а кут нахилу твірної конуса до його осі дорівнює 45° .

За допомогою команди **Фаска** (CHAMFER) виконати необхідні фаски та побудувати вертикальні відрізки фасок (рис. 2.25.). Детально команда **Фаска** (CHAMFER) описана у п. 1.13.2.11.



Рис. 2.25.

5. Потім дзеркально відобразити верхню половину деталі відносно горизонтальної осі використовуючи команду **Отразить зеркально** (MIRROR) (рис. 2.26.).

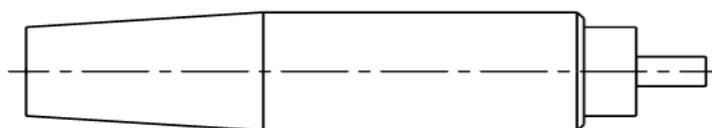


Рис. 2.26.

6. Деталь, що розглядається, має хвостовик квадратного перерізу. Квадрат за відсутності проекції, яка визначає його конфігурацію, необхідно позначати знаком \square , який проставляється перед розмірним числом квадрата (рис. 2.27, б). Водночас на зображенні грані суцільними тонкими лініями наносяться діагоналі (рис. 2.27, а).

У Autocad 2016 знак квадрата \square знаходиться у контекстному меню **Текстовый редактор**, панель **Вставка**, список, що розкривається **Обозначения**. У списку необхідно натиснути **Другое** та у таблиці символів, що відкриється, вибрати шрифт ISOCPEUR і знак \square . Для того, щоб вибраний символ з'явився поряд з розмірним числом необхідно послідовно натиснути кнопки **Выбрать** і **Копировать**.

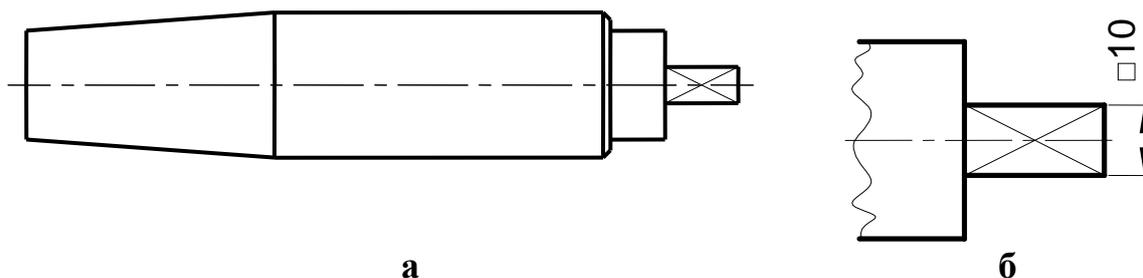


Рис. 2.27.

7. Нанести розміри згідно вимог стандарту (рис. 2.22.).

2.2.2. Методичні вказівки до виконання креслення плоского контура

Креслення плоского контура передбачає наявність практичних навичок у побудові спряжень. Вживання спряжень настільки різноманітне і багатопланове, що навести всі приклади їхнього використання просто неможливо. Спряження в технічних деталях, виробах застосовують для збільшення міцності, зниження корозійності, зручного і безпечного використання, естетики зовнішньої форми.

Щоб побудувати креслення плоского контура необхідно здійснити ряд графічних операцій – геометричних побудов. Геометричною побудовою називають спосіб рішення задачі, за якого відповідь отримують графічним шляхом без будь-яких обчислень.

Приступаючи до виконання креслення або розмітки, потрібно спочатку визначити, які з геометричних побудов необхідно застосувати в цьому випадку, тобто провести аналіз графічного складу зображення.

Під аналізом графічного складу зображення розуміється процес розділення виконання креслення на окремі графічні операції.

Як правило, починають побудову з проведення осей симетрії, потім виконують контур основної частини (лінії, кола і т. п.). Визначають вид спряження (спряження двох прямих ліній, спряження прямої та кола, спряження двох кіл) та обирають тип спряження (внутрішнє спряження, зовнішнє спряження чи змішане). Розглянемо принцип побудови на прикладі (рис. 2.28.).

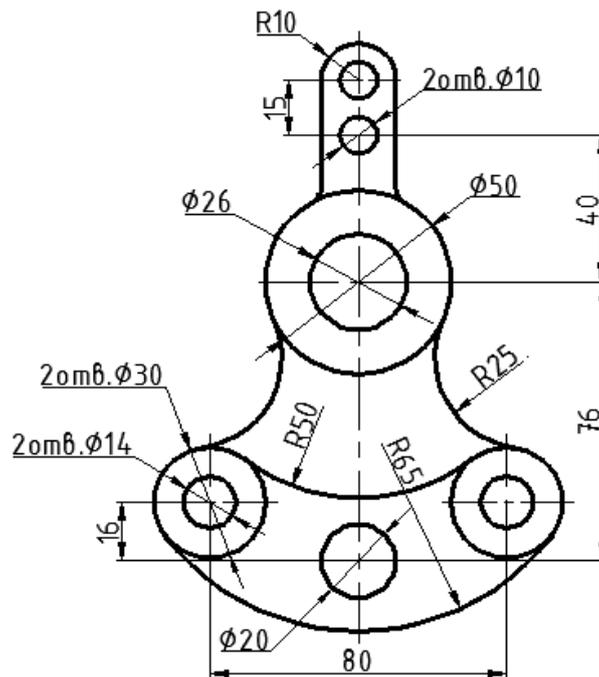


Рис. 2.28.

Рекомендована методика побудови:

1. У шарі «Осі» провести осьові лінії деталі за допомогою команди **Отрезок** (LINE) (рис. 2.29.). Спочатку необхідно накреслити вертикальну та одну з горизонтальних осьових ліній (рис. 2.29, *а*). Всі інші осьові лінії отримують шляхом зміщення існуючих ліній на відповідну відстань. При цьому рекомендується використовувати команду **Смещение** (OFFSET) (рис. 2.29, *б*).]

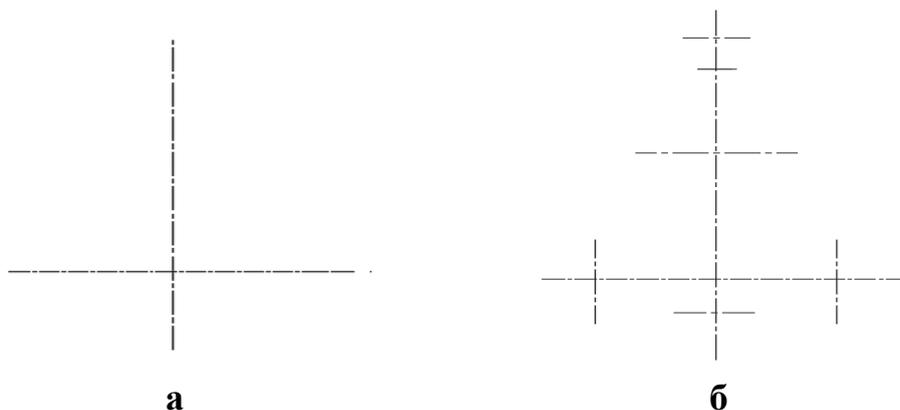


Рис. 2.29.

2. У шарі «Контур» побудувати усі кола відповідно до завдання (рис. 2.30.). Побудови виконувати за допомогою команди **Круг** (CIRCLE) – по центру кола і його радіусу (опція *Центр, радіус*).

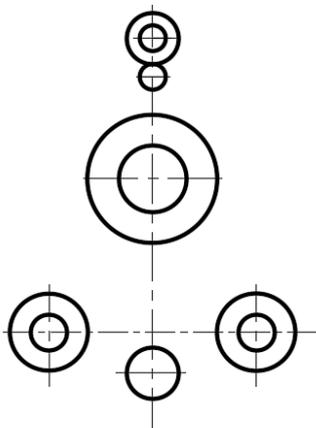


Рис. 2.30.

3. За допомогою команди **Сопряжение** (FILLET) виконати послідовно три зовнішніх спряження: коло 1 та коло 3, коло 2 та коло 3 радіусом 25 мм, потім коло 1 та коло 2 радіусом 50 мм (рис. 2.31, *а*).

4. Виконати внутрішнє спряження кіл 1 та 2 дугою радіусом 65 мм командою **Окружность** (CIRCLE) з використанням опції *2 точки касання, радіус*. За допомогою команди **Обрезать** (TRIM) видалити верхню части-

ну побудованого кола. За ріжучі кромки прийняти початкові кола. Результат побудов показаний на рис. 2.31, б.

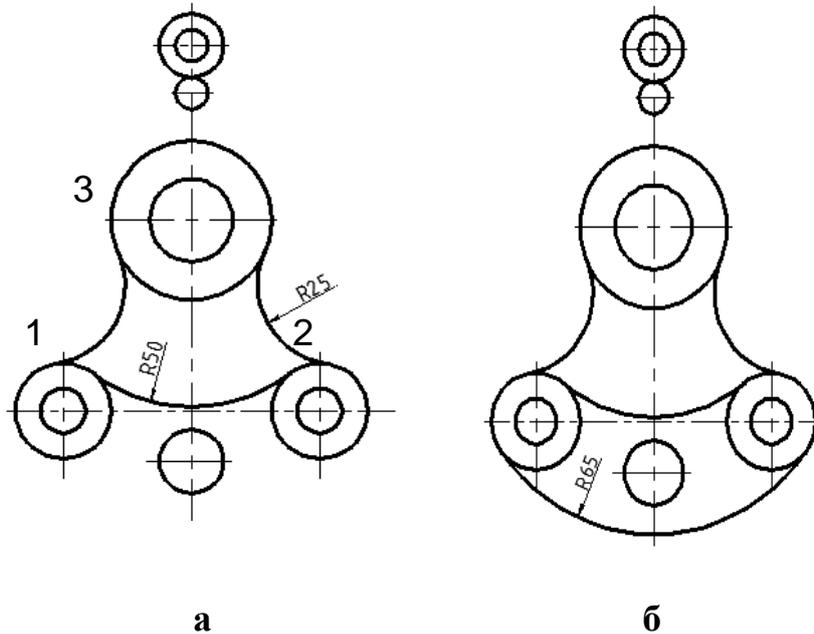


Рис. 2.31.

5. З точок перетину верхнього кола з горизонтальною осью проведи два вертикальні відрізки (рис. 2.32, а).

6. Виконати зовнішнє спряження вертикальних відрізків і кола 3 радіусом 5 мм (рис. 2.32, б). Потім обрізати нижню частину кола 4 командою **Обрежать** (TRIM). За ріжучі кромки прийняти вертикальні відрізки.

7. Перейти в шар «Розміри» та нанести розміри згідно зі стандартом (Додаток Б).

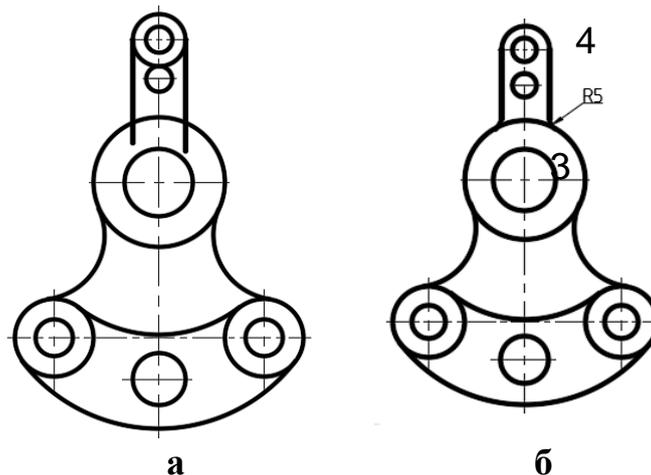


Рис. 2.32.

2.2.3. Методичні вказівки до виконання креслення профілю балки

У завданні приводяться найбільш поширені в інженерній практиці контури сталевих балок (додаток В): швелер, балка двотаврова, штабобульби симетричний та несиметричний.

Розглянемо побудову профілю швелера (рис. 2.33.).

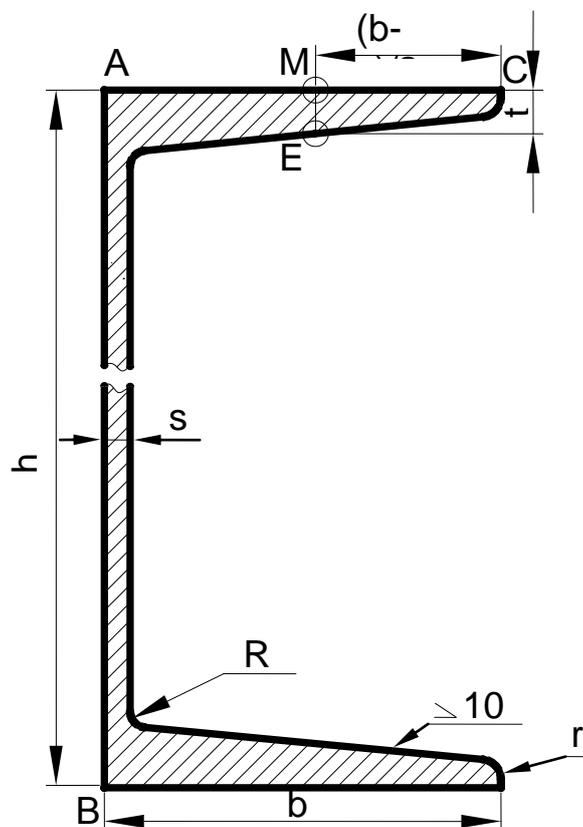


Рис. 2.33.

1. Провести вертикальну лінію, довжина якої дорівнює висоті швелера h (відрізок АВ), з отриманих точок А і В під прямим кутом відкласти ширину швелера b (рис. 2.34, а).

2. Сторону АВ змістити за допомогою команди **Сместить** (OFFSET) на відстань s (рис. 2.34, б). Таким чином отримують товщину вертикальної стінки профілю.

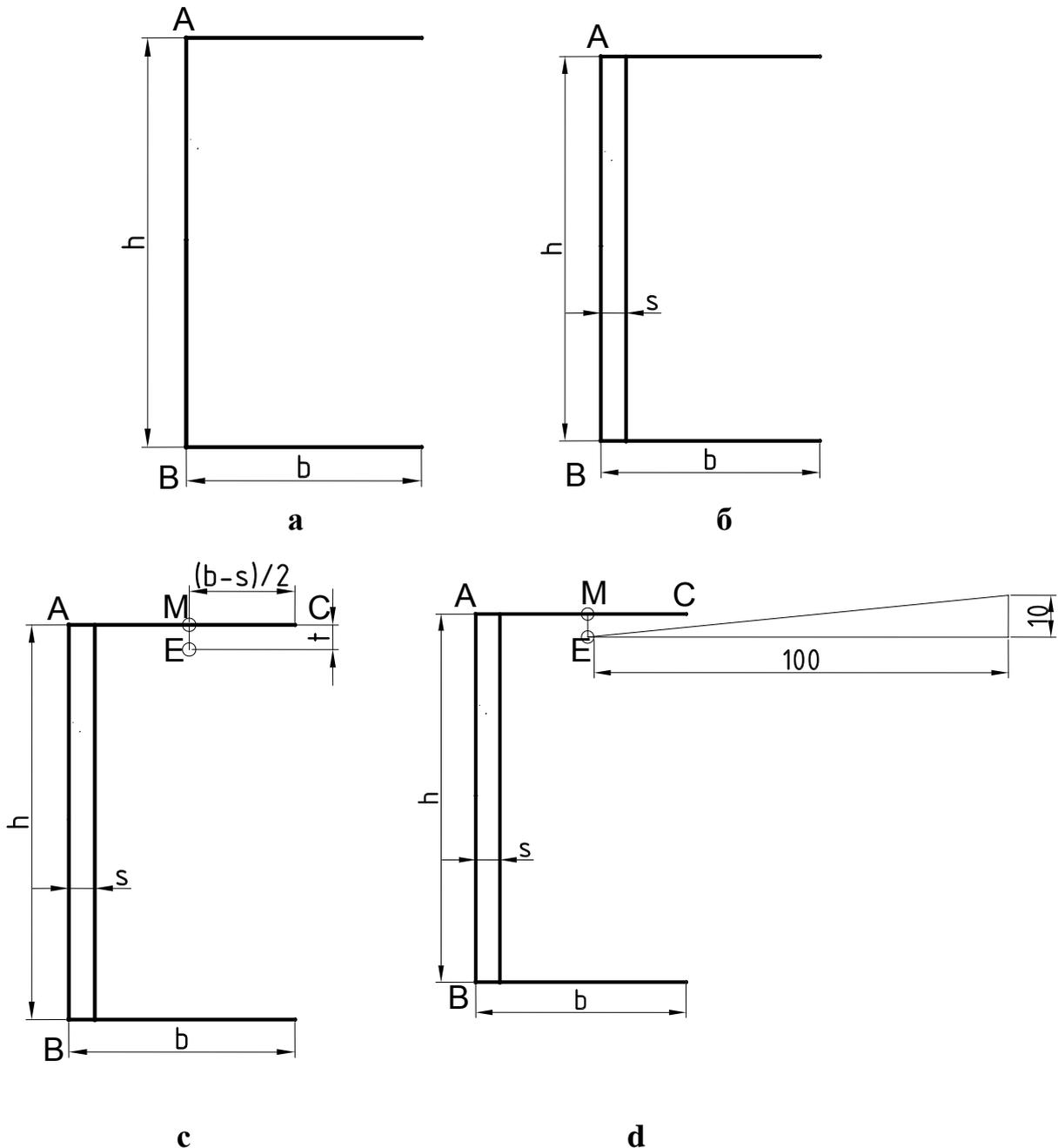
3. Внутрішні контури горизонтальних полиць профілю швелера мають нахил. Для побудови нахилу спочатку необхідно визначити положення точки Е. Для цього на прямій АС від точки С відкласти відстань, яка дорівнює $\frac{b-s}{2}$, де b – ширина горизонтальної полиці, s – товщина стінки профілю. Через отриману точку М провести перпендикуляр МЕ довжиною t (рис. 2.34, с).

4. Через точку Е необхідно побудувати пряму з нахилом 10 % (рис. 2.34. д) та продовжити її до перетину з вертикальною стінкою балки за допомогою команди **Удлинить** (EXTEND). З точки С провести вертикальну пряму до перетину з побудованою лінією нахилу (рис. 2.34, е).

5. Оскільки побудований профіль симетричний відносно горизонтальної осі, то раціонально побудувати нижню частину профілю використовуючи команду **Отразить зеркально** (MIRROR) (рис. 2.34, *f*).

6. Побудований обрис профілю округлити радіусами R і r за допомогою команди **Сопряжение** (FILLET). Потім нанести штриховку в перерізі командою **Штриховка** (HATCH) та проставити розміри відповідно до ДСТУ 2.307–2013 (рис. 2.33.).

Після виклику команди **Штриховка** (HATCH)  з'являється контекстна вкладка **Создание штриховки**. На панелі інструментів **Образец** вибрати тип штриховки ANSI31 та вказати внутрішню точку області, яку необхідно заштрихувати.



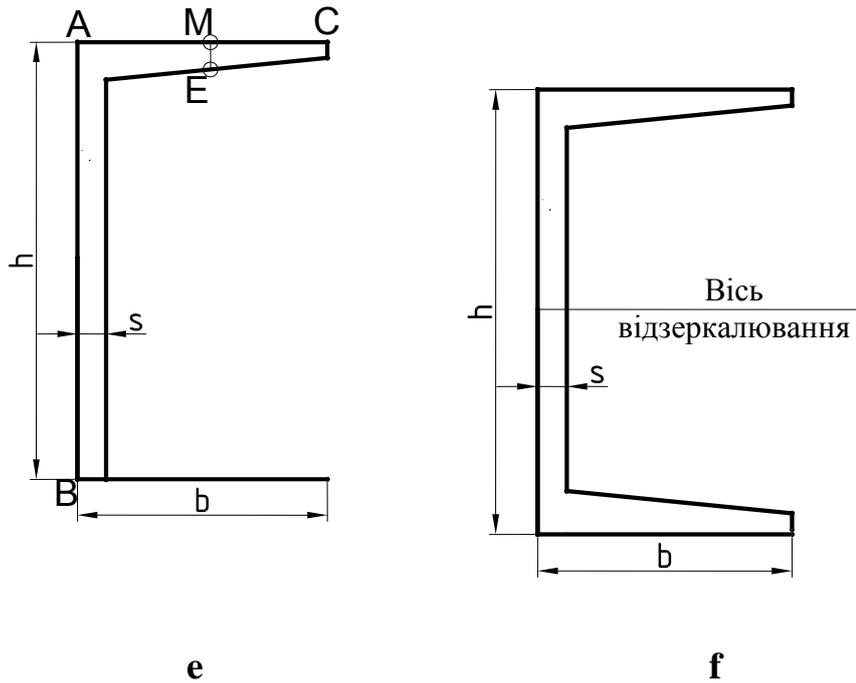


Рис. 2.34.

Профіль двотаврової балки будується подібно до профілю швелера. Відмінність в тому, що під час побудови нахилів внутрішнього обрису полиць двотаврової балки різницю $b - s$, яка потрібна для визначення точки E, поділяють на 4 (бо розмір $b - s$ є ширина не однієї, а двох полиць цієї балки). Крім того, двотаврова балка має нахил в 12 % (рис. 2.35.).

Під час креслення профілів сталевих балок буквені позначення необхідно замінити на цифрові, які беруться з таблиць вихідних даних відповідно до варіанту.

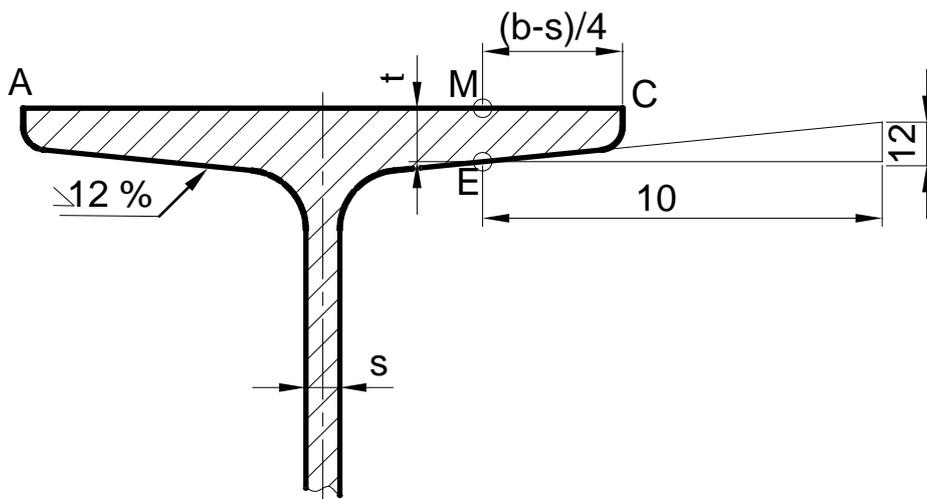


Рис. 2.35.

Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD
Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення

За малих розмірів профілів необхідно виконувати креслення в масштабі 2:1, а за великих – рекомендується масштаб 1:1 (водночас зображення виконують з розривом).

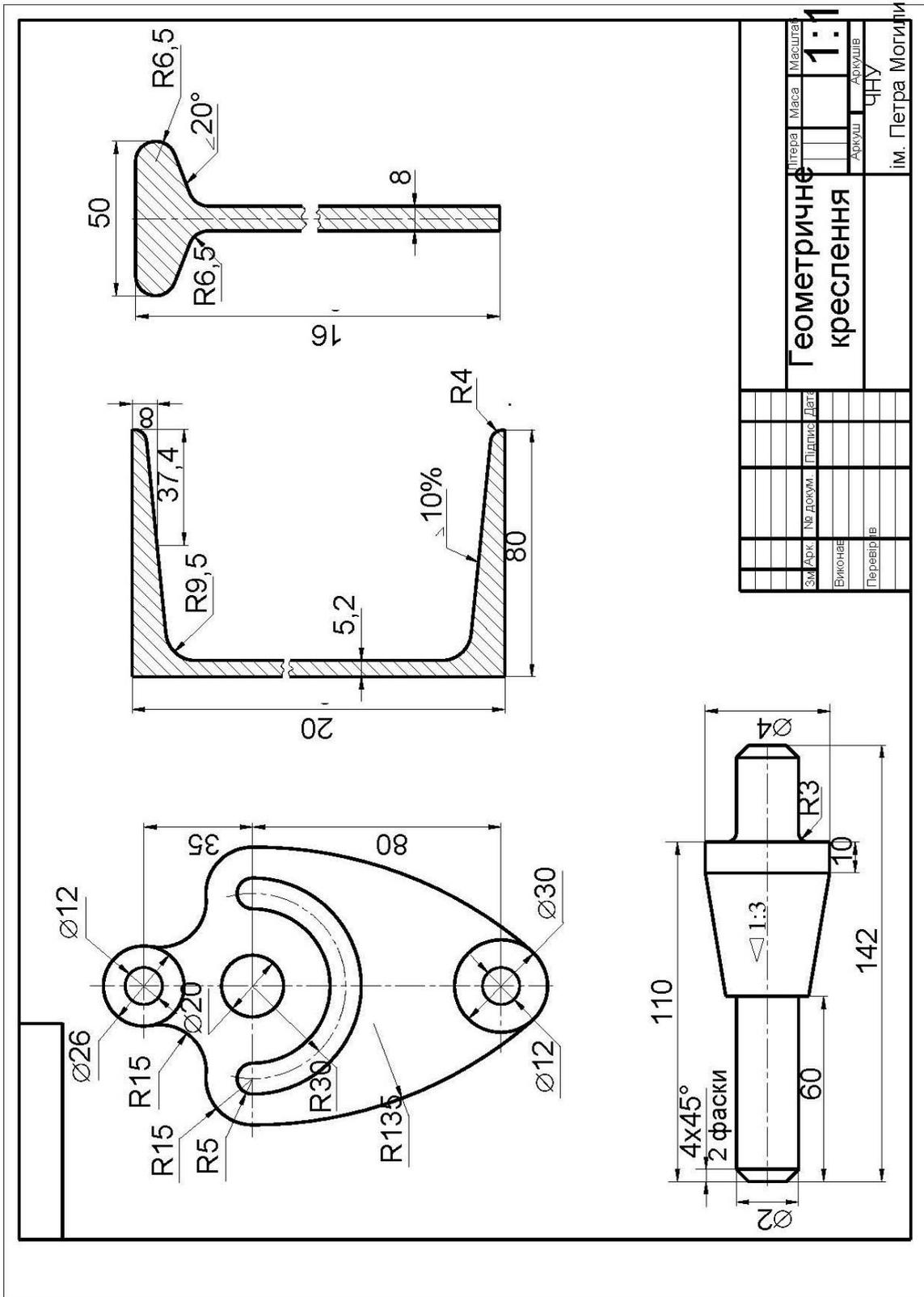


Рис. 2.36.

Питання для самоконтролю

1. Що називають конусністю і нахилом?
2. Як побудувати нахил 10 % та 12 %?
3. Які правила нанесення розмірів конусності та нахилів?
4. Що називають спряженням? Які його основні елементи?
5. Яке спряження називають зовнішнім, внутрішнім, змішаним?
6. Які команди використовуються для побудови спряжень в AutoCAD?
7. Яким чином виконується зовнішнє спряження в AutoCAD?
8. Послідовність виконання внутрішнього спряження в AutoCAD?
9. Яким чином виконується спряження двох прямих, що перетинаються?
10. За допомогою яких команд виконуються фаски в AutoCAD?
11. Що таке розмірний стиль та для чого він потрібен?
12. Як створити свій власний розмірний стиль?
13. Які способи створення розмірів існують в AutoCAD?
14. Яким чином можна проставити розміри для креслення, виконаного в масштабі?
15. Основні інструменти панелі Розміри.
16. Як проставляються радіальні та діаметральні розміри?
17. Які способи редагування розмірів існують в AutoCAD?
18. Редагування розмірного числа за допомогою контекстного меню Текстовий редактор.
19. Яким чином додаються знаки символів (діаметр, квадрат, градус та інше) в AutoCAD?
20. Яка команда призначена для виконання штриховки? Як вибрати шаблон штрихування?
21. Як задати область штрихування?

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

3.1. Зображення геометричних об'єктів

Зображення предметів згідно ДСТУ ISO 128-34:2005 виконуються за методом прямокутного проєкціювання. Згідно цього методу зображуваний предмет подумки поміщається між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій. За основні площини проєкції приймаються шість граней куба. Предмет розміщується у середині куба і проєкціюється на його грані (рис. 3.1.). Отримані зображення називаються основними видами. Усі грані куба суміщають у певному порядку з фронтальною площиною проєкцій (рис. 3.2.).

Зображення на фронтальній площині проєкцій приймається на кресленні в якості головного. Предмет слід розташовувати відносно фронтальної площини проєкції так, щоб зображення на ній давало якнайповніше уявлення про форму і розміри предмета.

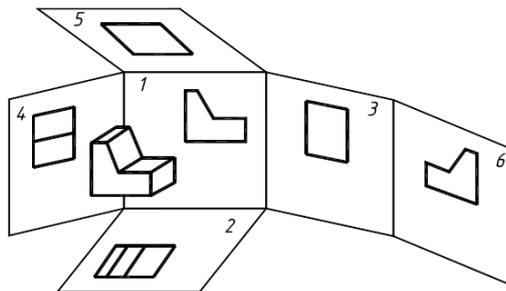


Рис. 3.1.

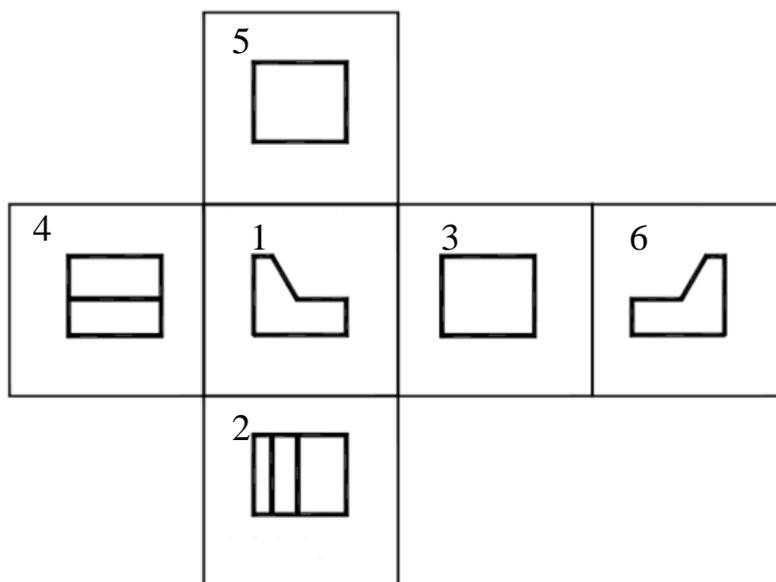


Рис. 3.2.

Усі зображення на кресленнях в залежності від їхнього змісту поділяються на види, розрізи та перерізи.

3.2. Види

Вид – це зображення звернутої до спостерігача видимої частини предмета. За характером виконання та змістом види поділяють на основні, додаткові та місцеві.

3.2.1. Види основні

У залежності від площини проєкцій, на якій побудований основний вид, встановлено їх назви (рис. 3.2.):

- 1 – вид спереду – головний вигляд (розташований на фронтальній площині проєкцій);
- 2 – вид зверху (розташований на горизонтальній площині проєкцій);
- 3 – вид зліва (розташований на профільній площині проєкцій);
- 4 – вид справа;
- 5 – вид знизу;
- 6 – вид ззаду.

За основу побудови креслень приймається вид спереду – головний вид. Усі інші види розташовуються у проєкційному зв'язку по відношенню до головного виду. А саме: вид зверху розміщують під головним видом, вид ліворуч – з правого боку головного виду, вид праворуч – з лівого боку головного виду, вид знизу – розміщують над головним видом. За такого розміщення назви видів не підписують і не показують лінії зв'язку між зображеннями.

Видимі контури предмета на кресленнях прийнято зображати основною лінією (суцільна товста лінія товщиною 0,5...1,4 мм), а контури невидимих поверхонь – штриховою лінією (товщина у 2...3 рази менша ніж товщина основної).

Як правило, три основні види обов'язково розташовуються у проєкційному зв'язку. Інші три види можуть знаходитися як в проєкційному зв'язку, так і на вільному місці креслення.

У разі, коли які-небудь види розташовані не в проєкційному зв'язку, їх позначають великими літерами українського алфавіту, а напрями видів показують стрілками (рис. 3.3.) з тими самими літерами. Напряму погляду повинен бути вказаний стрілкою, яка позначається прописною буквою української абетки (рис. 3.4.). Розмір шрифту буквених позначень приблизно в два рази більше розміру цифр розмірних чисел.

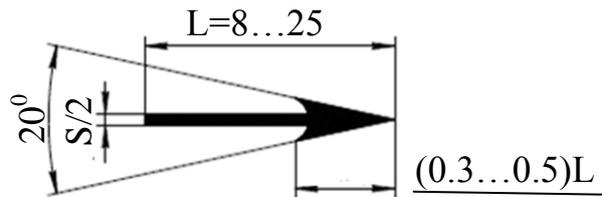


Рис. 3.3.

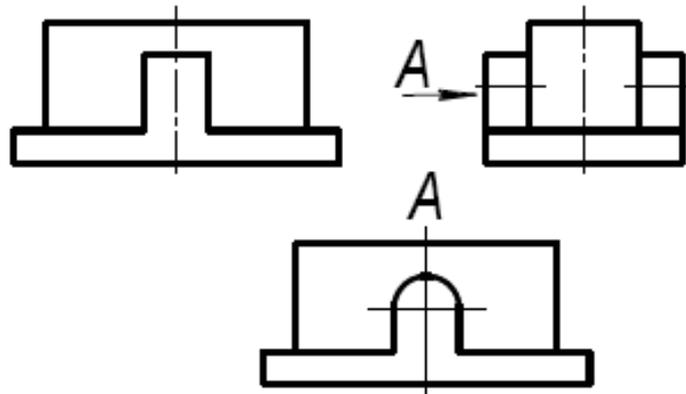


Рис. 3.4.

На кресленні кількість зображень повинна бути мінімальною, але разом з тим достатньою для повного розуміння форми та розмірів цього предмета.

Викреслюючи предмет насамперед необхідно правильно вибрати головний вид.

Головний вид повинен давати найповніше уявлення про форму, розміри та службове призначення предмета. Правильний вибір головного виду предмета зумовлює мінімальну кількість потрібних зображень. На вибір головного виду предмета впливають також його конструктивні особливості та технологічні фактори виготовлення.

У типових деталях головний вид розташовується наступним чином:

1. Деталі, що мають форму тіла обертання (валики, осі, штуцери, втулки, пробки), зазвичай зображують горизонтально, тобто паралельно основному напису креслення. Таке зображення обумовлене положенням деталі під час її обробки на верстаті.

2. Корпуси, кришки, фланці і інші подібні деталі, які виготовляються зазвичай литвом з подальшою механічною обробкою, прийнято зображувати так, щоб основна оброблена площина деталі розташовувалася горизонтально відносно основного напису креслення.

3. Плоскі деталі, виготовлені, наприклад, з листового матеріалу, зображують на кресленнях так, щоб вісь симетрії була горизонтальною або вертикальною.

3.2.2. Додаткові та місцеві види

Додатковий вид отримують шляхом проєкціювання предмета або його частини на додаткову площину проєкцій, не паралельну основним площинам (рис. 3.5, а). Таке зображення необхідно виконувати у тому випадку, коли яка-небудь частина предмета не може бути зображена на основній площині без спотворення форми або розмірів. Додаткова площина в цьому випадку має бути перпендикулярна одній з основних проєкцій.

Якщо який-небудь вигляд зміщений відносно головного зображення (проєкційний зв'язок з головним видом порушений), то над цим видом виконують напис за типом: А, Б і так далі. Напрямок погляду має бути вказаний стрілкою, позначеною тією ж прописною буквою, як і сам вигляд (рис. 3.5, б).

Додатковий вигляд можна повернути, зберігаючи водночас положення, прийняте для цього предмета, за такої умови до напису треба додати спеціальний знак (рис. 3.5, в). На знаку зображують стрілку, яка показує в яку сторону (по годинниковій або проти годинникової стрілки) здійснений поворот зображення (рис. 3.6.). Якщо вигляд повернений на який-небудь кут не рівний 90° , то величина фактичного кута повороту може бути вказана поряд зі знаком: $\curvearrowright 45^{\circ}$, якщо за такої умови змінюється масштаб, то він також має бути вказаний: $\curvearrowright 45^{\circ} (2:1)$.

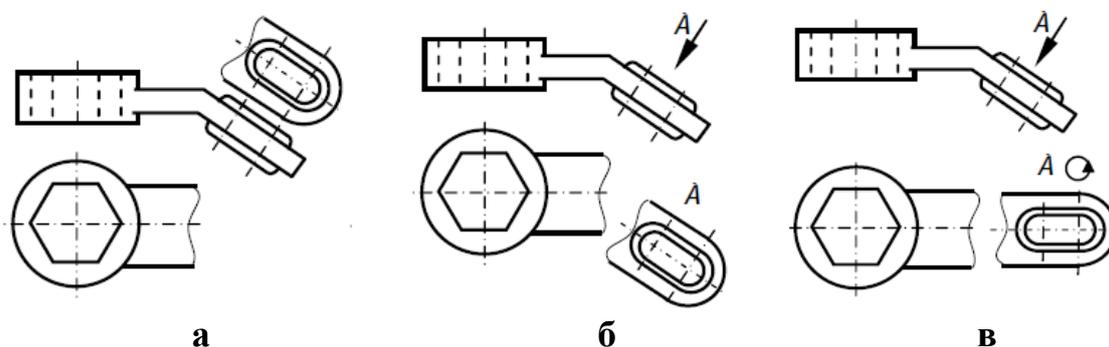


Рис. 3.5.

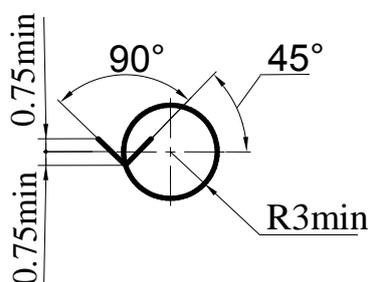


Рис. 3.6.

Місцевий вид – зображення окремого обмеженого місця поверхні предмета. Місцевий вид можна розташовувати на будь-якому вільному місці креслення, відмічаючи написом типу «А», а у пов'язаного з ним зображен-

ня предмета має бути поставлена стрілка, що вказує напрям погляду з відповідним буквеним позначенням (рис. 3.7.). Місцевий вид може бути обмежений лінією обриву, по можливості в найменшому розмірі (рис. 3.7, вид Б) або не обмежений (рис. 3.7., вид А).

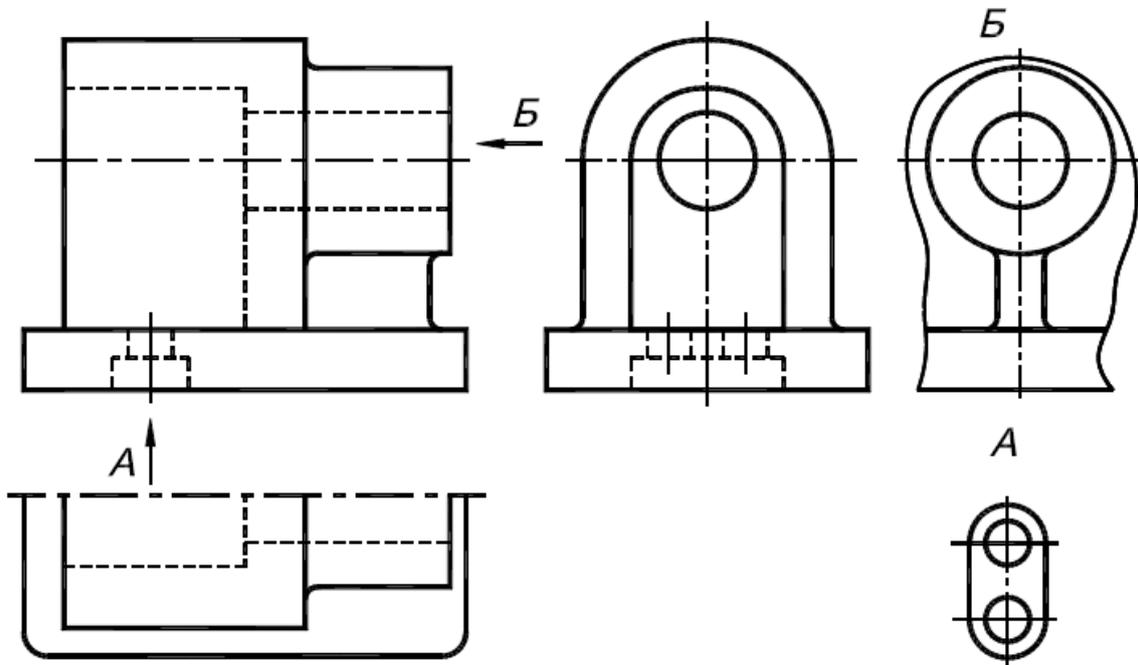


Рис. 3.7.

3.3. Розрізи

Багато машинобудівних деталей мають різні отвори, виїмки, проточки і тому подібне, які не повністю виявляються на видах. Якщо невидимий внутрішній контур показувати штриховими лініями, то у разі складних внутрішніх форм деталі креслення виходить не яким і незручним для читання. Для виявлення внутрішнього контура деталі користуються розрізами і перерізами. Під час виконання розрізу або перерізу деталь розтинають уявною площиною і видаляють частину, що знаходиться між спостерігачем і січною площиною.

Розріз – це зображення предмета, який уявно розсічений однією або кількома площинами для виявлення його невидимих поверхонь (ДСТУ ISO 128–40:2005).

На розрізі показують те, що розміщено в січній площині (ця площина заштриховується) та за нею. Відсічену частину предмета, що розташована між січною площиною та спостерігачем, подумки видаляють. Внутрішні лінії контура, які зображуються на кресленні штриховими лініями, на розрізі стають видимими і зображуються суцільними основними лініями (рис. 3.8.). Уявний розтин об'єкта належить тільки до цього розрізу і не веде до зміни інших зображень того ж об'єкта.

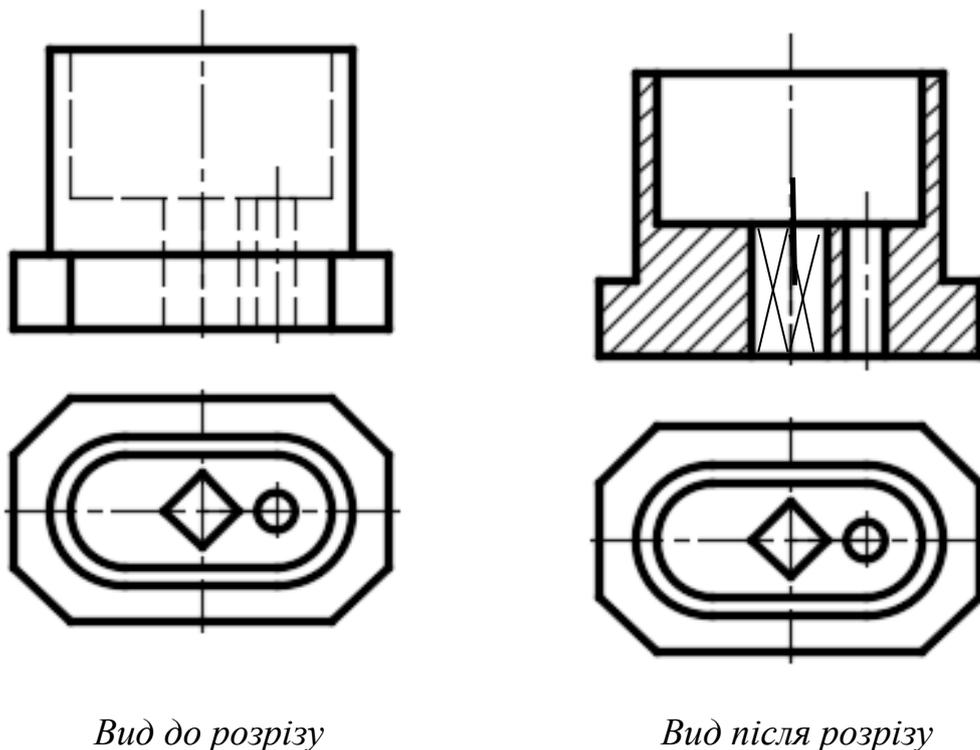


Рис. 3.8.

В залежності від кількості січних площин розрізи поділяються на прості та складні.

3.3.1. Розрізи прості

Розріз, який виконується однією січною площиною, називають *простим*.

В залежності від положення січної площини та виду, на якому виконується розріз, прості розрізи поділяються на:

– *Горизонтальні* – січна площина паралельна горизонтальній площині проєкцій.

– *Вертикальні* – січна площина перпендикулярна горизонтальній площині проєкцій.

Вертикальний розріз називається фронтальним, якщо січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій (рис. 3.9.) і профільним, якщо січна площина паралельна профільній площині проєкцій (рис. 3.10.).

– *Похилі* – січна площина складає з горизонтальною площиною проєкцій кут, що відрізняється від прямого (рис. 3.11.).

Фронтальний розріз

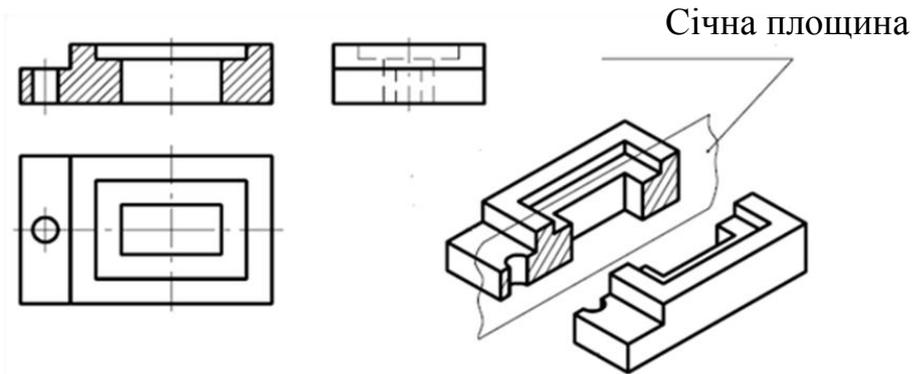


Рис. 3.9.

Профільний розріз

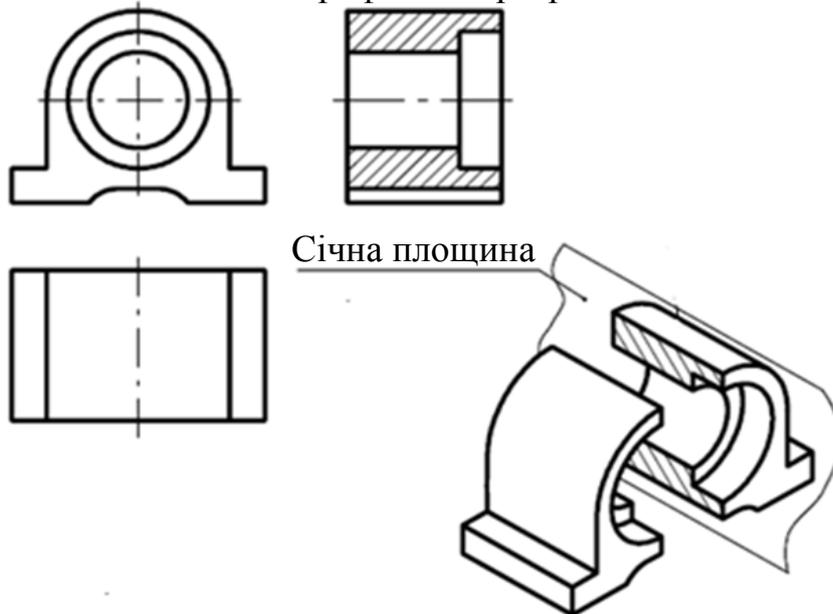


Рис. 3.10.

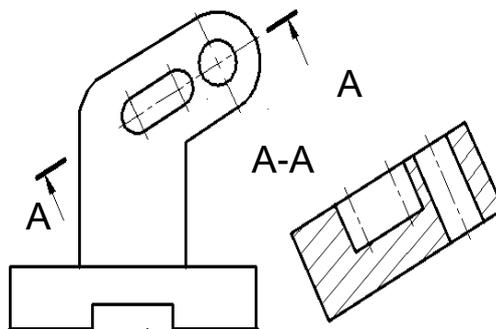


Рис. 3.11.

Розрізи можуть бути розташовані як на місці основних видів, так і на вільному полі креслення. У всіх випадках, коли від цього не страждає ясність креслення, розрізи поміщають на місці видів: горизонтальний розріз

– на місці виду зверху, фронтальний розріз – на місці головного виду (рис. 3.9.) і профільний розріз – на місці виду зліва (рис. 3.10.).

Якщо січна площина збігається з лінією симетрії деталі, а зображення розміщується в проекційному зв'язку, положення січної площини не показують і зображення розрізу не позначають (рис. 3.9., 3.10.).

Якщо ж січна площина у цілому не співпадає з площиною симетрії деталі (рис. 3.12.), то положення січної площини позначають розімкнутою лінією товщиною у півтора рази більшою за основну суцільну лінію креслення. Напрямок проєкціювання показують стрілками.

Біля стрілок з зовнішньої сторони кінців лінії перерізу наносять велику букву української абетки розміром шрифту 7 (рис. 3.13.). Ці букви завжди розташовані паралельно основному напису, незалежно від орієнтації лінії перерізу. Зображення розрізу позначають цими ж буквами, між якими ставлять тире.

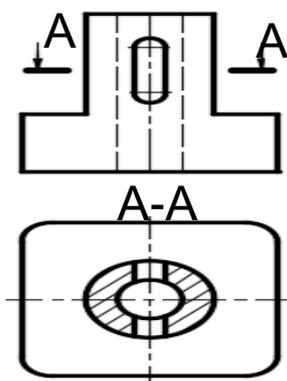


Рис. 3.12.

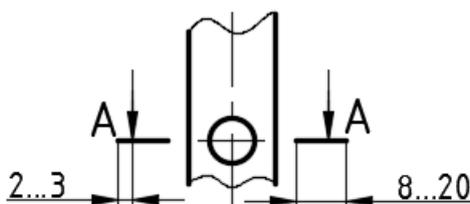


Рис. 3.13.

На кресленнях дозволяється з'єднувати половину виду і половину розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою. Лінії невидимого контура на частинах виду і розрізу, що сполучаються, зазвичай не показують. Якщо вид і розріз є симетричними фігурами (рис. 3.14.), то сполучають половину виду і половину розрізу, розділяючи їх штрихпунктирною тонкою лінією, що є віссю симетрії.

За наявності вертикальної вісі симетрії половина розрізу в усіх випадках розташовується справа від неї (рис. 3.14.).

Редра жорсткості показують умовно не заштрихованими при розтині січною площиною уздовж ребра.

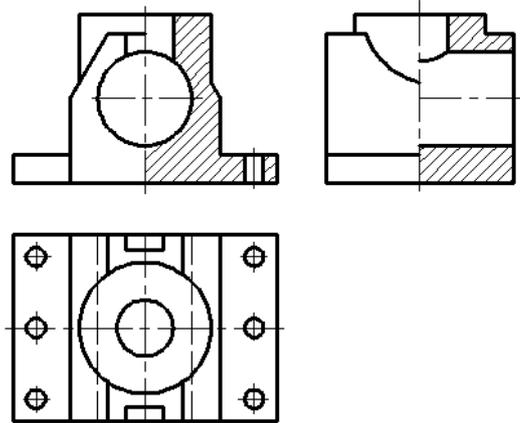


Рис. 3.14.

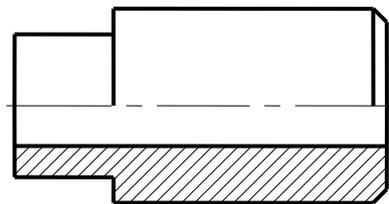


Рис. 3.15.

За наявності горизонтальної вісі симетрії (рис. 3.15.) половина розрізу розміщується знизу від неї.

Під час з'єднання симетричних частин виду і розрізу, якщо з віссю симетрії співпадає проєкція якоїсь лінії, наприклад, ребра (рис. 3.16.), то вигляд від розрізу відділяють суцільною хвилястою лінією, щоб ребро стало видимим.

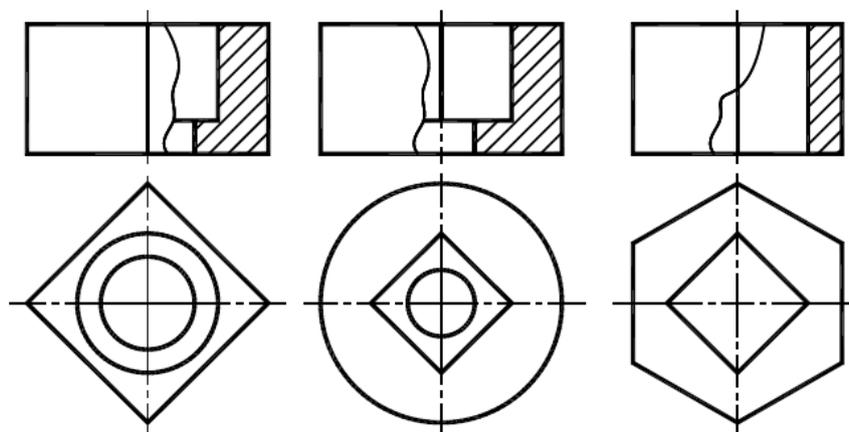


Рис. 3.16.

Під час з'єднання на одному зображенні частини виду і розрізу, кожний з яких є несиметричною фігурою, частину виду від частини розрізу необхідно відокремлювати суцільною хвилястою лінією (рис. 3.17.).

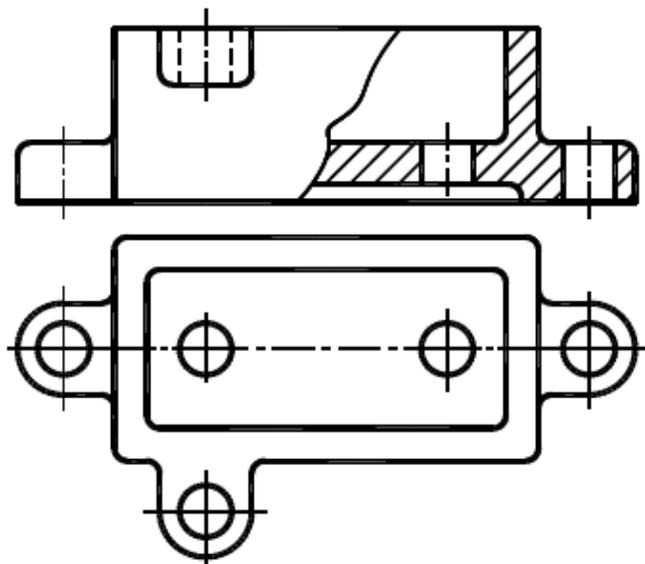


Рис. 3.17.

Місцеві розрізи застосовують для виявлення будови предмета в окремому обмеженому місці (рис. 3.18.). Місцевий розріз виділяють на вигляді суцільною хвилястою лінією, яка не повинна співпадати з іншими лініями зображення.

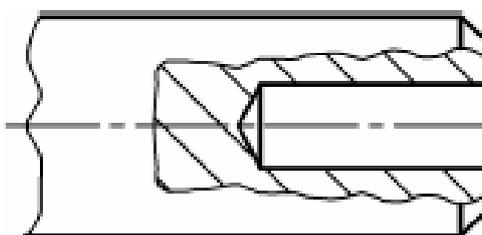


Рис. 3.18.

3.3.2. Розрізи складні

Якщо розріз виконується кількома січними площинами, його називають *складним*.

Складні розрізи поділяються на:

- *Ступінчасті* – якщо січні площини паралельні між собою (рис. 3.19, *а*).
- *Ламані* – якщо січні площини перетинаються. За такої умови січні площини умовно повертають до поєднання в одну площину (рис. 3.19, *б*), причому напрям повороту може не співпадати з напрямом погляду.

Положення січних площин вказується розімкнутою потовщеною лінією ($1,5 S$, де S – товщина основної лінії), причому у перегинів ліній також проводять штрихи. В початковий та кінцевий штрихи упираються стрілки, котрі показують напрям погляду. Поряд зі стрілками наносять буквені позначення.

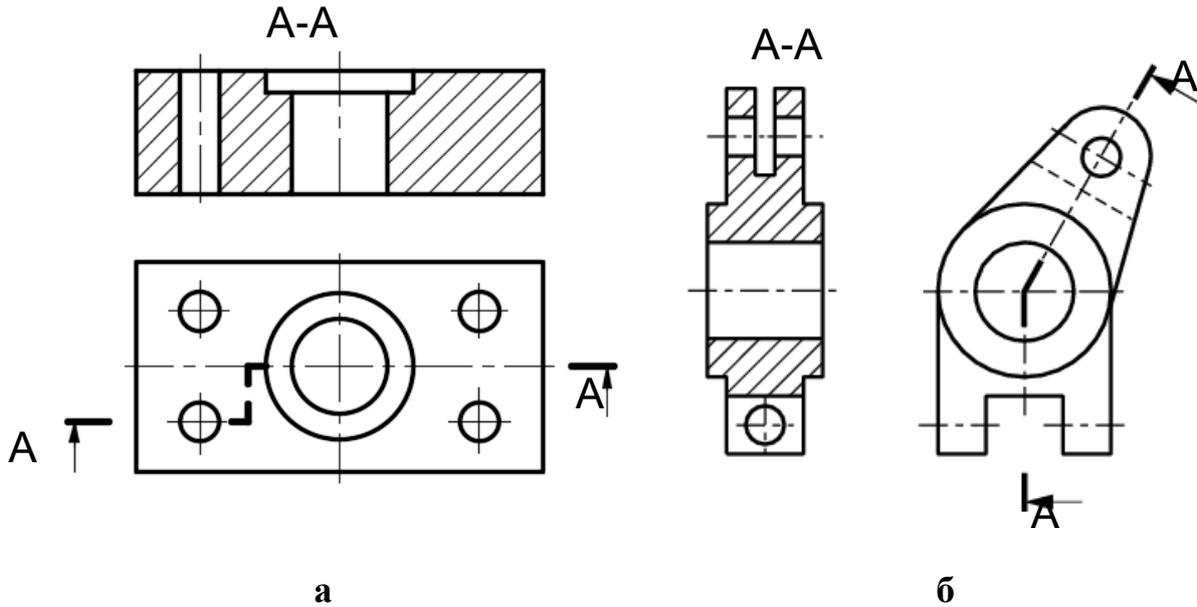


Рис. 3.19.

3.4. Перерізи

Переріз – це зображення фігури, яка утворюється в результаті уявного розсічення предмета однією або декількома площинами. В перерізі показується тільки те, що знаходиться безпосередньо у січній площині. Перерізи використовуються у тих випадках, коли види і розрізи не дають повного уявлення про форму окремих елементів предмета. Позначення січних площин і їхні надписи оформлюються аналогічно розрізам.

Перерізи поділяються на винесені та накладені.

Переріз називається *винесеним*, якщо він виконаний окремо від основного зображення, а саме:

- в розриві між частинами одного і того ж зображення (рис. 3.21.);
- на продовженні сліду січної площини (рис. 3.20.);
- на вільному полі креслення (рис. 3.22.).

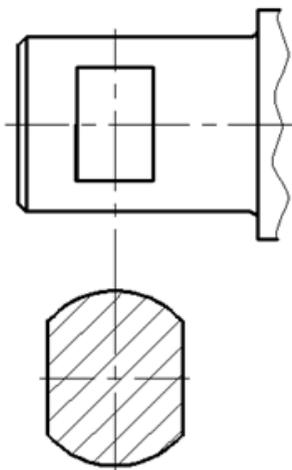


Рис. 3.20.

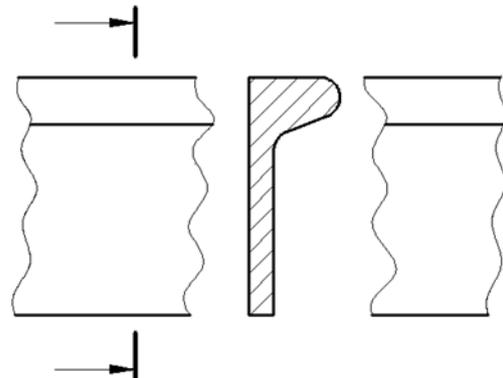


Рис. 3.21.

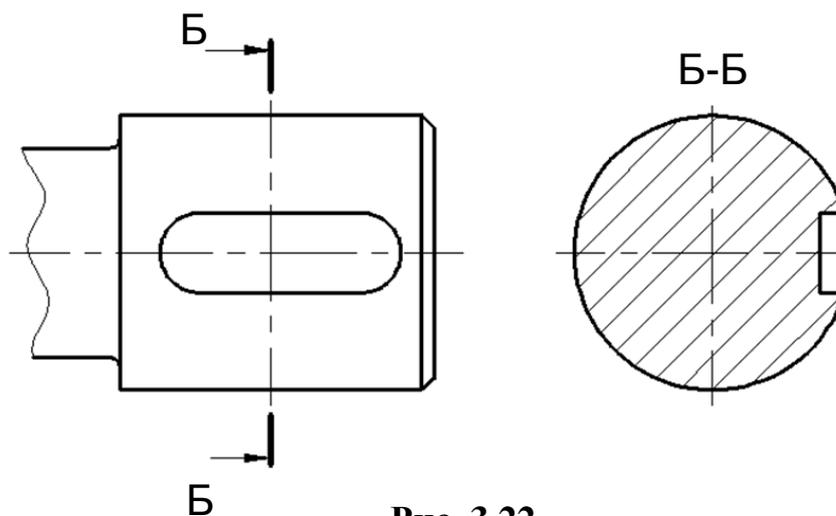


Рис. 3.22.

У розриві між частинами зображення і на продовженні сліду січної площини рекомендується розташовувати симетричні перерізи, тоді вони не позначаються. Якщо переріз розташовано на вільному полі креслення, то він позначається так само, як і розріз. Контур винесеного перерізу завжди обводиться суцільною товстою лінією.

Накладений переріз викреслюється безпосередньо на зображенні деталі. Його контур обводиться тонкою суцільною лінією. У місці розташування накладеного перерізу лінії контура зображення деталі не перериваються. Якщо накладений переріз симетричний, то лінії січної площини зображуються тонкою штрихпунктирною лінією і переріз не позначається (рис. 3.23, *а*). Для несиметричних перерізів, які розташовані у розриві або накладенні, вказують положення січної площини і напрям погляду, але буквами не позначають (рис. 3.23, *б*). Накладенні перерізи рекомендується використовувати у тих випадках, коли контур його не перетинається ніякими лініями видимого контура деталі.

Бажано виконувати на кресленнях винесенні перерізи, оскільки накладенні перерізи ускладнюють його читання і на них не допускається нанесення розмірів.

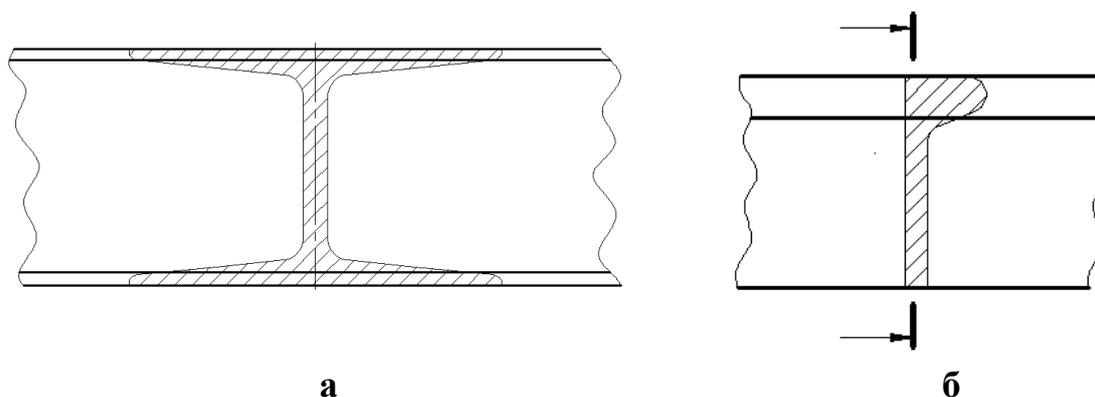


Рис. 3.23.

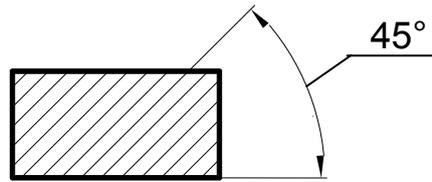


Рис. 3.24.

Для умовного графічного позначення матеріалів у розрізах та перерізах застосовують штриховку за ГОСТ 2.306–68 (рис. 3.24.). Лінії штриховки наносять під кутом 45° до основного напису креслення. Якщо вона співпадає з контурними або осьовими лініями, то штриховку виконують під кутом 30° або 60° .

Далі вибрати положення моделі для побудови її головного зображення. Модель потрібно розташувати відносно фронтальної площини проєкції так, щоб зображення на ній давало найбільш повне уявлення про її форму і розміри. Для цієї моделі за головний вибирається вигляд по стрілці А.

Потім треба встановити необхідну кількість зображень для виявлення форми моделі. В учбових цілях у цій роботі виконується три зображення незалежно від форми моделі. Розглянемо послідовність виконання цієї роботи.

1. Тонкими суцільними лініями нанести габаритні прямокутники, що відповідають зображенням моделі. Водночас передбачити рівномірне заповнення поля формату з урахуванням нанесення розмірів. Провести осьові лінії (рис. 3.26.).

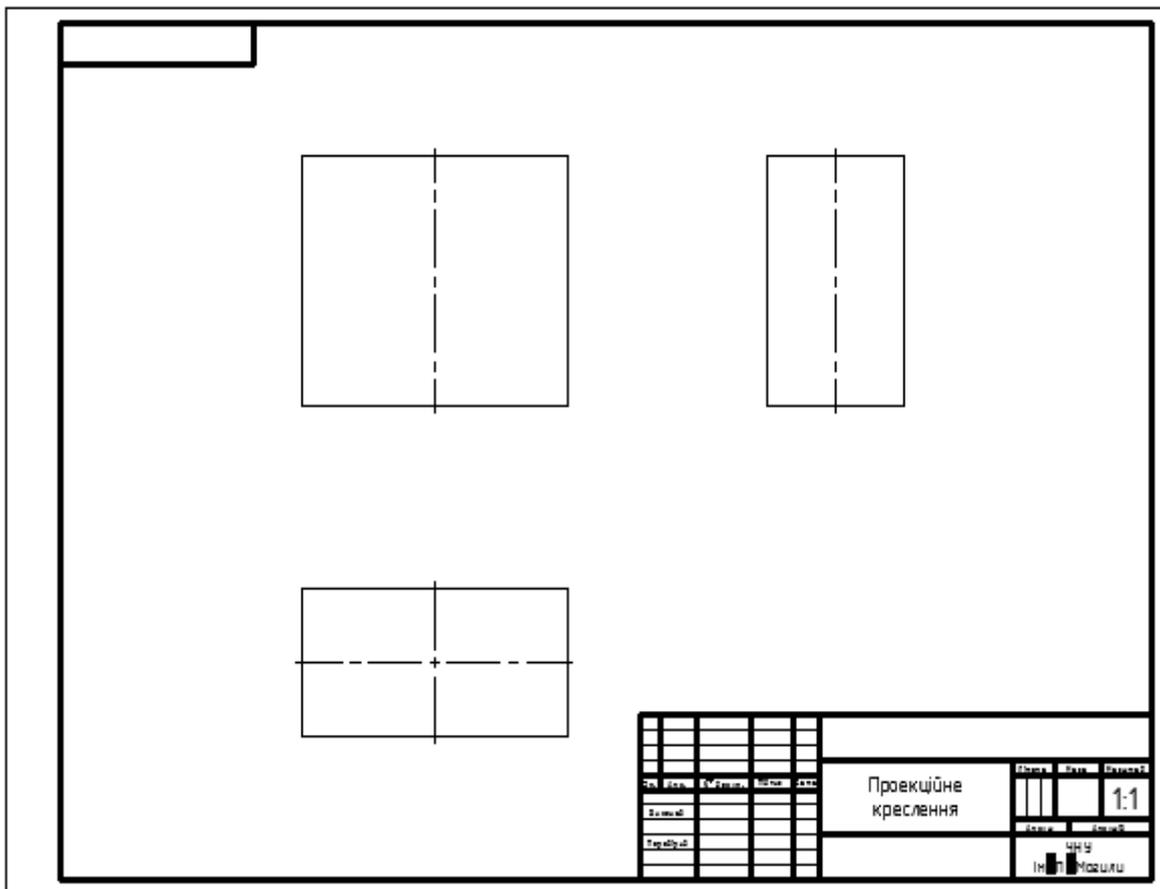


Рис. 3.26.

2. Побудувати три види моделі в тонких лініях. Штриховими лініями показати внутрішній контур моделі (рис. 3.27.).

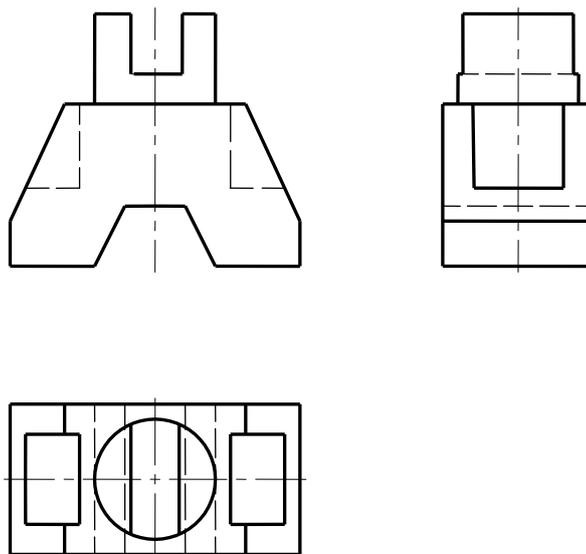


Рис. 3.27.

3. Виконати необхідні розрізи (рис. 3.28.).

Ця модель має дві площини симетрії, тому можна сполучати половину головного виду і виду ліворуч з половиною відповідного розрізу, причому переважно зображують розріз праворуч від вертикальної осі, розділяючи половину виду і половину розрізу осью симетрії. У цій роботі розрізи не позначаються, оскільки січні площини співпадають з площинами симетрії.

Наносимо лінії штрихування, використовуючи штриховку типу ANSI31, що відповідає вимогам ЄСКД.

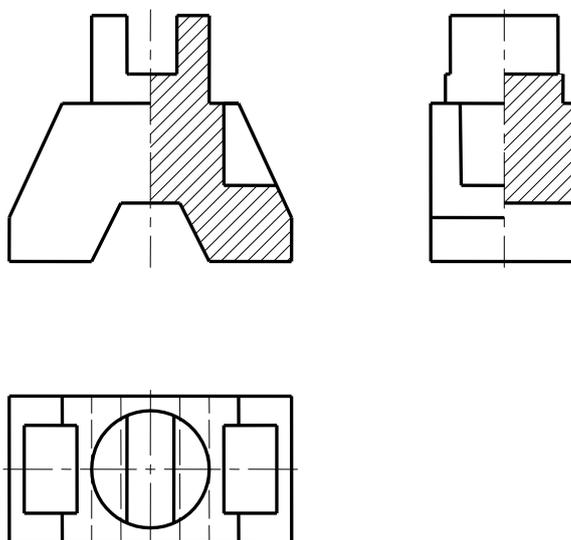


Рис. 3.28.

4. Проставити розміри (рис. 3.29.), заздалегідь уважно вивчивши основні положення Додатка Б «Нанесення розмірів на креслення». Загальне число розмірів на кресленні має бути мінімальним, але достатнім для виготовлення і контролю виробів.

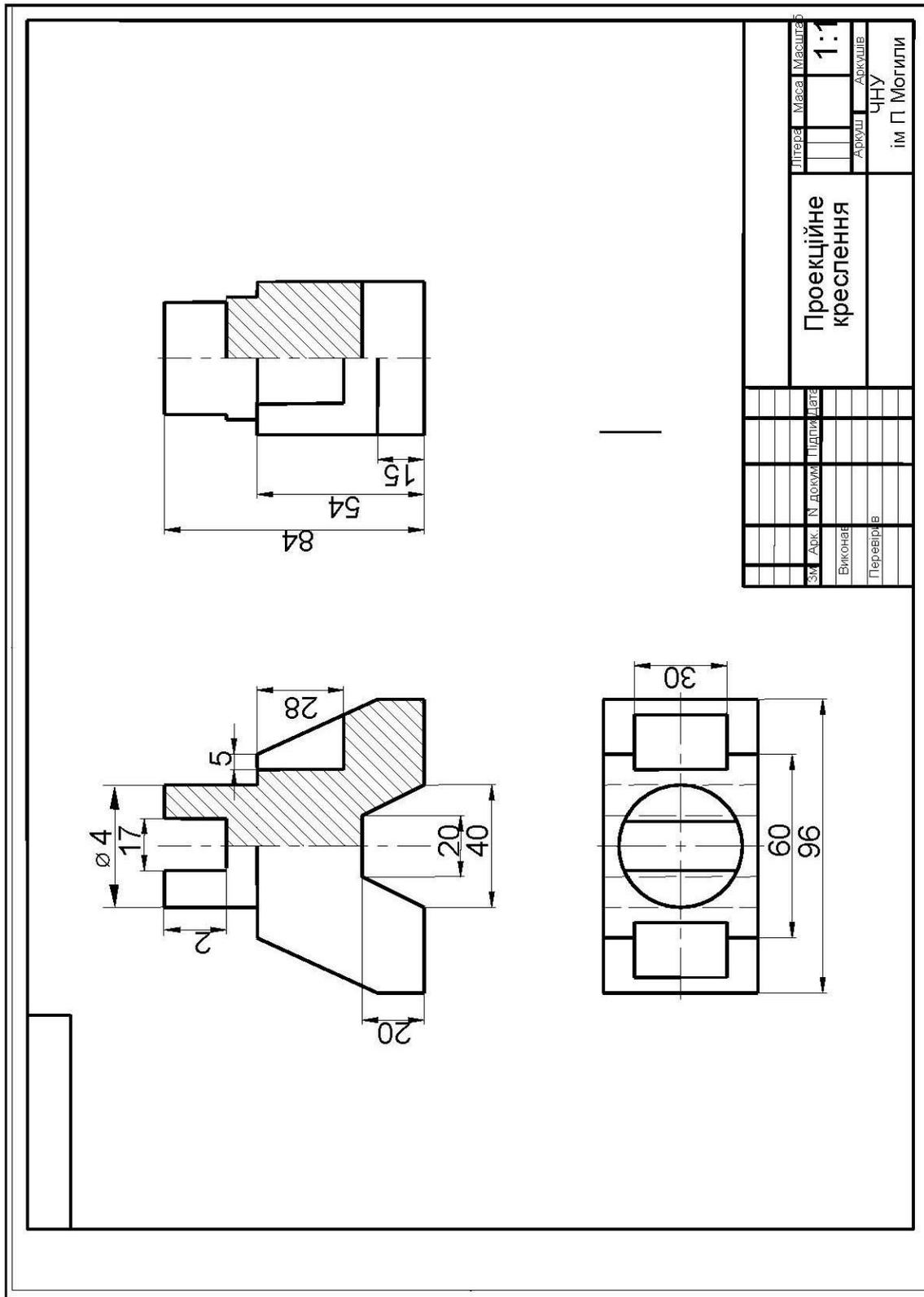


Рис. 3.29.

3.5.2. Побудова трьох проекцій деталі (моделі) за двома заданими проекціями

Необхідно виконати:

- а) за двома заданими видами предмета побудувати його вид зліва;
- б) виконати необхідні розрізи;
- в) проставити розміри.

Рекомендується наступна послідовність виконання.

1. На формат А3 перекреслити два задані види деталі (вид спереду та вид зверху) згідно з індивідуальним завданням відповідно до варіанту (рис. 3.30.).

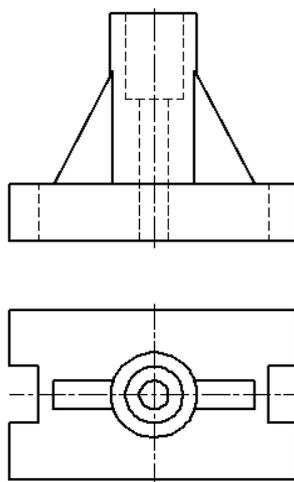


Рис. 3.30.

2. Представити зовнішній вигляд і внутрішні контури деталі, побудувати її третій вид.

Вид ліворуч будується методом перенесення розмірів по висоті з головного виду, а по ширині – з виду зверху. Для цього спочатку визначають місце розташування на виді ліворуч габаритного прямокутника та проводять вісь симетрії (рис. 3.31.). Виконують побудови у наступному порядку: висоту моделі переносять з головного виду, а ширину моделі (розмір b) з виду зверху.

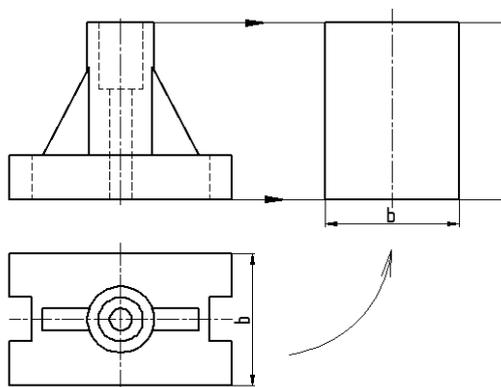


Рис. 3.31.

Потім на виді зліва зображають інші геометричні елементи, які утворюють зовнішній та внутрішній контури заданої моделі (рис. 3.32.). Внутрішній невидимий контур зображується штриховими лініями.

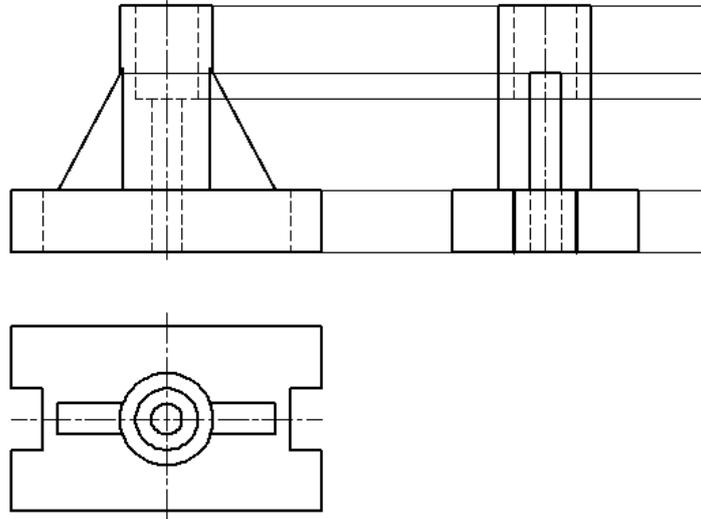


Рис. 3.32.

3. Виконати фронтальний та профільний розрізи.

Оскільки задана деталь симетрична відносно поперечної та поздовжньої площин, то рекомендується сумістити половину розрізу з половиною виду як на виді спереду, так і на виді зліва.

Ця модель має такі елементи як ребра жорсткості. Необхідно пам'ятати, що ребра жорсткості у розрізах та перерізах не штрихуються (рис. 3.33.).

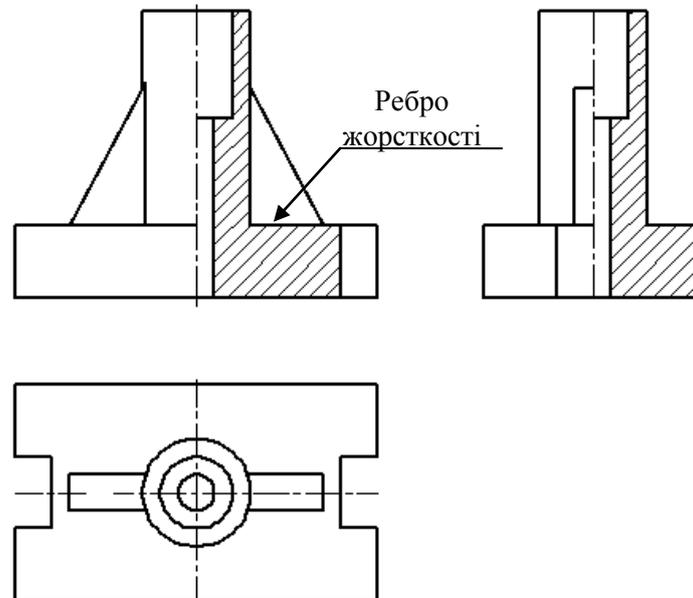


Рис. 3.33.

4. Проставити розміри згідно з вимогами стандарту. Результат виконання завдання представлено на рис. 3.34.

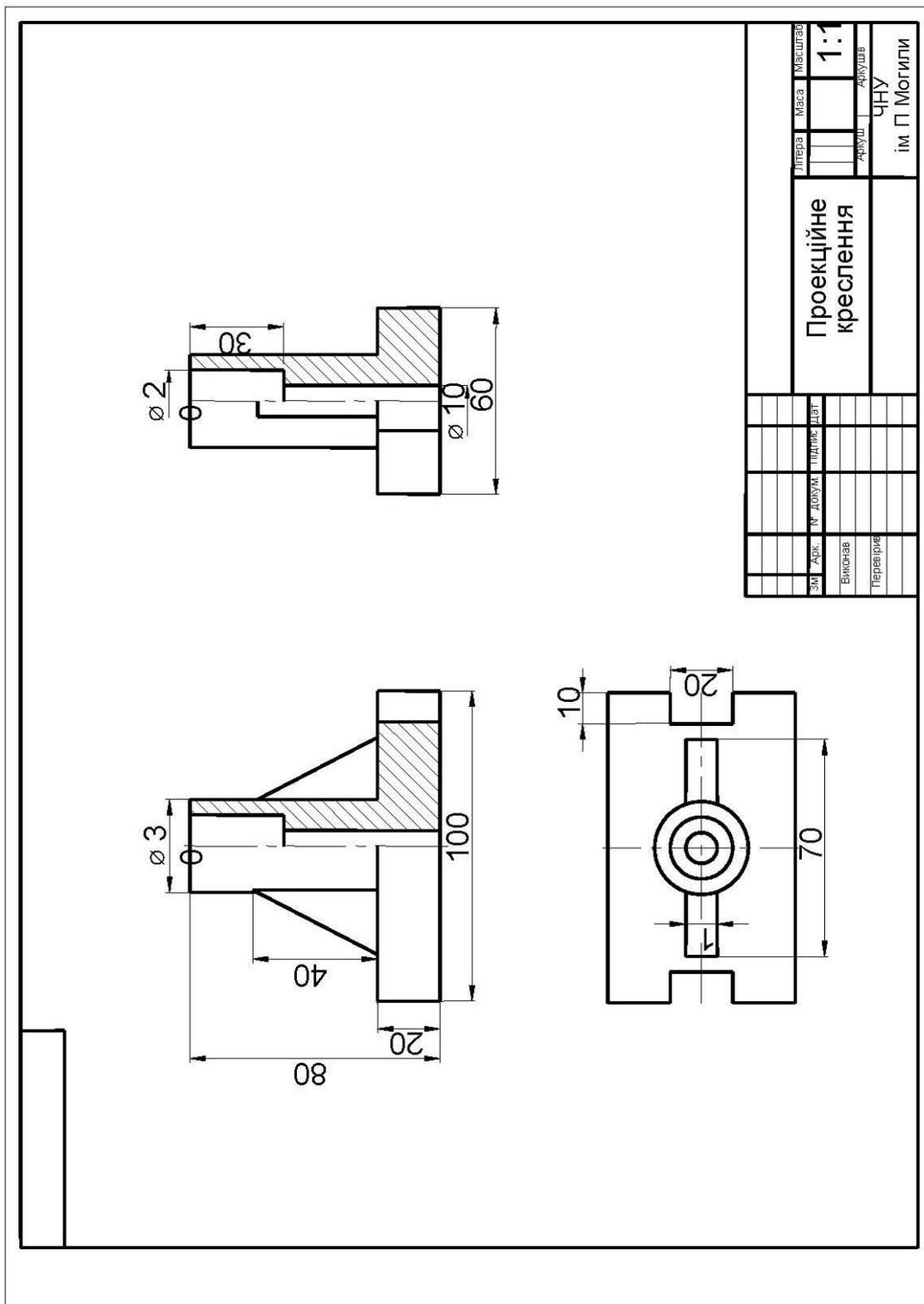


Рис. 3.34.

Питання для самоконтролю

1. Що називають видом? Які є основні види?
2. Як розміщують та позначають основні види?
3. Яким чином вибирається головний вид?
4. Які вигляди називають додатковими? Як їх розміщують та позначають?
5. Чим відрізняються місцеві вигляди від додаткових?
6. У чому відмінність між розрізом і перерізом?
7. Як поділяють розрізи залежно від кількості січних площин?
8. Як класифікуються прості розрізи в залежності від положення січної площини та виду, на якому виконується розріз?
9. Як поділяються складні розрізи в залежності від положення січних площин?
10. Як виконують місцевий розріз?
11. У яких випадках прості розрізи не позначаються?
12. Як оформити поєднання частини вигляду з частиною розрізу?
13. Чим відрізняється накладений переріз від винесеного? Коли переріз не позначається?
14. Які частини деталей штрихуються у розрізах та перерізах?
15. Як зображують на розрізі тонкі стінки та ребра жорсткості?
16. Яким чином за двома заданими видами предмета виконується побудова його третього виду?
17. Нанесення штриховки на креслення за допомогою команд AutoCAD.

Список літератури

1. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник [Текст] / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, І. М. Підкоритов, І. А. Скидан; За ред. В. Є Михайленко.– 3-е вид., перероб. і допов. – К. : Видавничий Дім «Слово», 2011. – 352 с.
2. Борисенко В. Д. Правила оформлення креслень [Текст] : методичні вказівки / В. Д. Борисенко, В. Ю. Кремсал, О. Ю. Кукліна. – Миколаїв : НУК, 2006. – 52 с.
3. Єдина система конструкторської документації. Загальні правила виконання креслень [Текст] : довід. / за заг. ред. Л. В. Іванова. – Л. : НТЦ «Леонорм-стандарт», 2001. – 223 с.
4. Бойко А. П. Методичні вказівки до виконання графічної роботи на тему «Геометричне креслення» [Текст] / А. П. Бойко, О. Ю. Кукліна. – Миколаїв : НУК, 2011. – 42 с.
5. Полещук, Н. Н. AutoCAD 2010 [Текст] *Н. Н. Полещук.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 800 с.
6. Соколова, Т. Ю. AutoCAD 2010. Учебный курс [Текст] / Т. Ю. Соколова. – СПб. : Питер, 2010. – 576 с.
7. Куклина О. Ю. Лабораторные работы по компьютерной графике в среде проектирования AutoCAD : учебное пособие [Текст] / О. Ю. Куклина, А. П. Бойко. – Николаев : НУК, 2013. – 110 с.
8. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT) [Текст]. – На заміну ГОСТ 2.101-68; чинний від 2007-07-01. – К. : Держспоживчстандарт України, 2007. – 21 с.
9. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. ЄСКД. Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT) [Електронний ресурс]. – На заміну ГОСТ 2.307-68; чинний від 2014-09-01: введений в дію наказом Мінекономрозвитку України від 11 грудня 201 р. № 1470. – Режим доступу URL : <http://vsegost.com/Catalog/51/51106.shtml>.
10. ДСТУ ISO 128-34:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних креслениках (ISO 128-34:2001, IDT) [Текст]. – К. : Держспоживчстандарт України, 2007. – 12 с.
11. ДСТУ ISO 128-40:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи (ISO 128-40:2001, IDT) [Текст]. – К. : Держспоживчстандарт України, 2007. – 6 с.
12. ДСТУ ISO 128-44:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних креслениках. (ISO 128-44:2001, IDT)) [Текст]. – К. : Держспоживчстандарт України, 2006. – 12 с.

13. ДСТУ ISO 128-24:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленнях. (ISO 128-24:1999, IDT) [Текст]. – К. : Держспоживчстандарт України, 2006. – 18 с.

Предметний покажчик

- Ваги ліній, 16
- Вид, 10, 38, 71, 73, 83
- Видовий куб, 11
- Властивості об'єктів, 3, 14
- Головний вид, 71, 72
- Додатковий вид, 73
- ДСТУ, 53, 66, 70, 74, 95, 101
- Заголовок вікна, 9
- Інтерфейс, 9, 10, 21
- Командний рядок, 11, 36
- Комбінований спосіб, 105
- Комп'ютерна графіка, 6
- Контекстні вкладки, 10
- Конусність, 47, 48, 60
- Координатний метод, 104
- Ланцюговий метод, 104
- Масштаб, 4, 42, 94
- Меню, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 32, 49, 50, 51, 59, 61
- Меню додатка, 10
- Місцевий вид, 73
- Моделювання, 8, 9
- Нахил, 28, 46, 47, 57, 58, 61, 66, 67, 112
- Переріз, 80
- Примітив, 21
- Робочий простір, 3, 8, 9, 13
- Розмірний стиль, 53
- Розріз, 74
- Рядок стану, 11
- Світова система координат, 11, 31
- Січна площина, 75, 77
- Спряження, 4, 44, 48, 49, 50, 51, 62, 64
- Статичні вкладки, 10
- Тип лінії, 15
- Фаска, 4, 24, 43, 60, 61
- Формат, 94
- Шаблон, 8, 96, 102
- Шар креслення, 17
- Штрихування, 17, 52, 85, 95

ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

А.1. Загальні правила оформлення креслень

А.1.1. Формати креслень

Формат являє собою розміри зовнішньої рамки аркуша конструкторського документа. Формат креслення вибирають залежно від розмірів зображення. Основні формати креслень надано у табл. А.1.

Таблиця А.1

Позначення формату	Розміри, мм
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Основні формати отримаємо, якщо послідовно будемо ділити формат А0 щоразу на дві рівні частини; лінія поділу має бути паралельна меншій стороні відповідного формату.

У разі потреби застосовуються додаткові формати. Вони утворюються внаслідок збільшення розмірів основних форматів на величину, кратну розмірам формату А4.

А.1.2. Масштаби

Масштабом називається співвідношення лінійних розмірів на кресленні предмета до його дійсних розмірів.

Переважно креслення виконують в масштабі 1:1. Однак в залежності від величини та складності предмета, а також від виду креслення часто необхідно розміри зображення збільшувати чи зменшувати. У цих випадках користуються для побудови кресленням у масштабі.

У відповідності зі стандартом встановлено наступні масштаби:

- дійсна величина – 1:1;
- зменшення – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб креслення вказують у призначеній для цього графі основного напису, пишуть без літери «М» (наприклад, 1:1; 1:2; 2:1).

У разі потреби допускається застосовувати масштаби збільшення (100 n): 1, де n – ціле число.

Незалежно від масштабу зображення предмета, на кресленні завжди виставляють тільки справжні розміри.

А.1.3. Лінії креслення

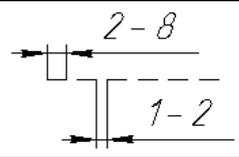
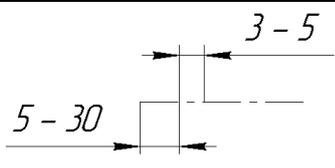
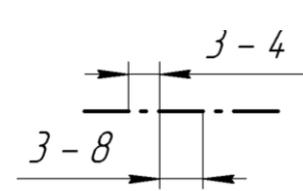
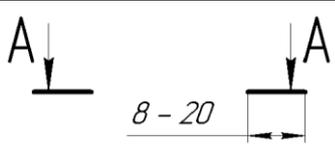
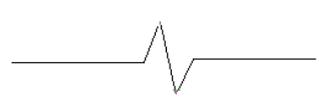
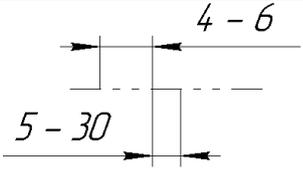
Згідно до ДСТУ ISO 128–24:2005 встановлені такі типи ліній, які застосовують на кресленнях: суцільна основна, суцільна тонка, суцільна хвиляста, штрихова, штрихпунктирна тонка, штрихпунктирна потовщена, розімкнута, суцільна тонка зі зламами, штрихпунктирна з двома крапками.

Товщина кожної лінії залежить від прийнятої на кресленні товщини лінії видимого контура, яка позначається буквою s. Товщини ліній і їхнє призначення наведені у таблиці А.2.

Товщину основної лінії s беруть у межах 0,5–1,4 мм залежно від розмірів і складності зображення та від формату креслення. Товщина ліній має бути однаковою для всіх зображень на цьому кресленні, які виконані в одному й тому ж масштабі. На одному кресленні штрихи ліній мають бути однакової довжини. Відстань між штрихами кожної лінії повинна бути приблизно однаковою. Штрихпунктирні лінії мають закінчуватися штрихами. Довжину штрихів у штрихпунктирних лініях вибирають залежно від розмірів зображення. Якщо діаметр кола на кресленні менший за 12 мм, то штрихпунктирні лінії, що використовуються як центрові, треба замінювати суцільними тонкими лініями.

Таблиця А.2

Назва лінії	Накреслення	Товщина ліній	Призначення
Суцільна основна		$s = 0,5-1,4$ мм	Лінії видимого контура; лінії переходу видимі; лінії контура перерізу (винесеного і такого, що входить до складу розрізу).
Суцільна тонка		Від $s/3$ до $s/2$	Лінії контура накладеного перерізу; лінії розмірні та виносні; лінії штрихування; лінії-виноски та їхні полички; лінії для підкреслювання фізичних написів та позначення розміщених поруч деталей.
Суцільна хвиляста		Від $s/3$ до $s/2$	Лінії обриву; лінії розмежування вигляду та розрізу.

Штрихова		Від s/3 до s/2	Лінії невидимого контура; лінії переходу невидимі.
Штрих-пунктирна тонка		Від s/3 до s/2	Лінії осьові та центрові; лінії перерізів, що є осями симетрії для накладених чи винесених перерізів; лінії для зображення розгортки, суміщеної з виглядом.
Штрих-пунктирна потовщена		Від s/3 до 2/3s	Лінії, що позначають поверхні, які потребують термообробки або на які наноситиметься покриття; лінії для зображення елементів, розміщених перед січною площиною (накладна проєкція)
Розімкнута		Від s до 1,5s	Лінії перерізу.
Суцільна тонка зі зламами		Від s/3 до s/2	Довгі лінії обриву.
Штрих-пунктирна з двома крапками		Від s/3 до s/2	Лінії згину на розгортках; лінії для зображення частини виробу в крайніх чи проміжних положеннях; лінії для зображення розгортки, суміщеної з виглядом.

А.2. Створення шаблону листа формату А3

Кожен аркуш креслення повинен бути оформлений так, як це рекомендують відповідні нормативні документи – стандарти та правила оформлення технічної документації. Поле креслення на аркуші будь-якого формату обмежене рамкою, яку проводять суцільними товстими (основними) лініями на відстані 5 мм від меж формату; зліва лінію рамки проводять на відстані 20 мм (рис. А.2). Поле завширшки 20 мм залишають на випадок брошурування креслень

Перед виконанням індивідуальних графічних завдань в AutoCAD необхідно створити шаблон листа, який включає в себе рамку креслення, основний напис та додаткову графу.

Рекомендується наступна послідовність виконання.

1. Накреслити прямокутник, який визначає межі листа формату А3 (420 x 297 мм). Для цього викликати команду **Прямоугольник** (RECTANGLE), яка дозволяє будувати прямокутник по двох протилежних вершинах.

У командному рядку з'явиться запит:

Укажите точку первого угла или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина].

У відповідь з клавіатури задати координати лівого кута прямокутника: 0,0. (Таким чином, суміщається лівий нижній кут прямокутника з початком координат). Координати вводяться через кому, спочатку *X*, потім *Y*.

Потім на запрошення вказати точку другого кута, з клавіатури ввести координати протилежного кута прямокутника: 420,297. Після виконання команди на екрані з'являється прямокутник, що визначає межі листа формату А3 (рис. А.1.).

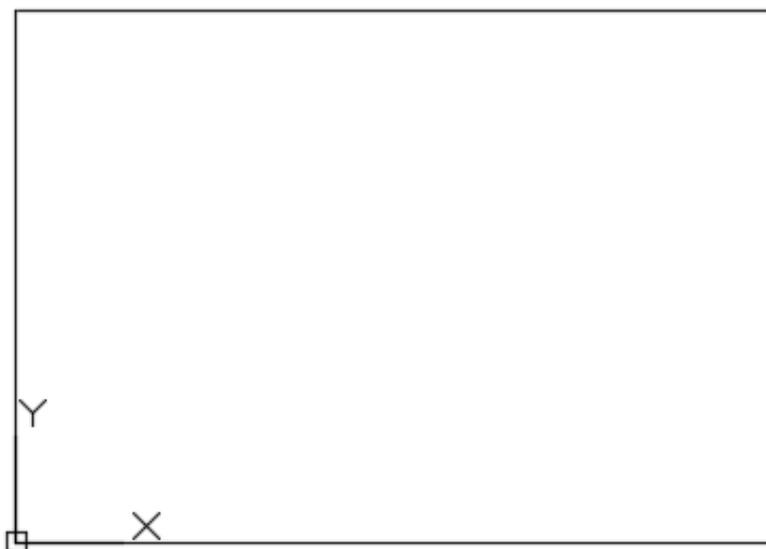


Рис. А.1.

2. Зобразити внутрішню рамку, яка відповідає кресленню формату А3 (рис. А.2.).

– Клацнути на піктограмі  **Отрезок** (LINE) і з клавіатури ввести координати початкової точки 20,5.

– Включити режим **ОРТО**, перемістити мишку вправо, ввести з клавіатури 395 і натиснути клавішу **Enter**.

– Перемістити мишку вгору, ввести з клавіатури 287 і натиснути клавішу **Enter**.

– Перемістити мишку вліво, ввести з клавіатури 395 і натиснути клавішу **Enter**.

– Ввести з клавіатури **C** (CLOSE) і натиснути клавішу **Enter**.

– Виділити лінії рамки і встановити товщину ліній рівною 0,6 мм.



Рис. А.2.

3. Накреслити по розмірам основний напис креслення.

Для цього рекомендується спочатку прокреслити габаритний прямокутник розмірами 185x55.

– Викликати команду **Отрезок** (*Line*) і вказати точку 1 (рис. А.3., *а*).

– Перемістити мишу вліво, ввести з клавіатури 185 і натиснути клавішу **Enter**.

– Перемістити мишу вгору, ввести з клавіатури 55 і натиснути клавішу **Enter**.

– Перемістити мишу вправо, ввести з клавіатури 185 і натиснути клавішу **Enter**.

Результат побудови показано на рис. А.3, *б*.

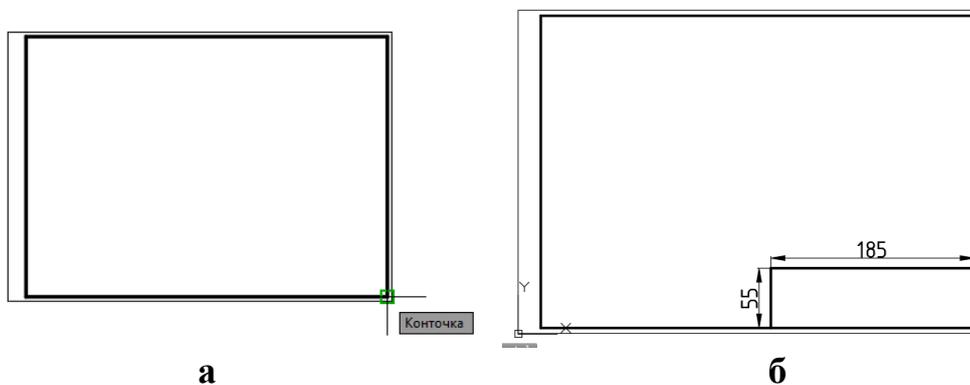


Рис. А.3.

Основний напис виконується згідно з ДЕСТ 2.104:2006.

За допомогою команди **Сместить** (OFFSET) провести вертикальні відрізки на відстані 7, 10, 23, 15, 10, 70 мм один від одного (рис. А.4). За первинний об'єкт для створення подібних відрізків приймаємо лівий вертикальний відрізок межі основного напису.

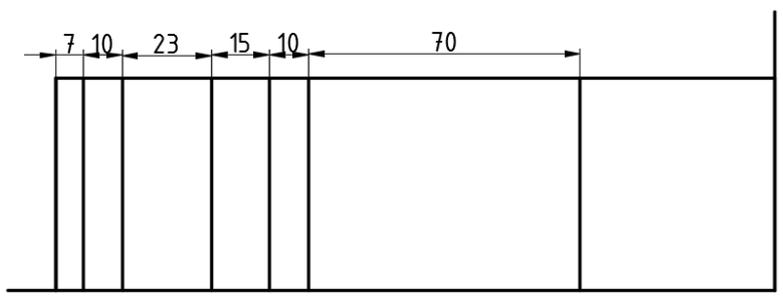


Рис. А.4.

Командою **Сместить** (OFFSET) створити горизонтальний відрізок, розташований на відстані 5 мм від верхньої горизонтальної лінії межі основного напису (рис. А.5, а).

Далі за допомогою команди **Обрезать** (TRIM) привести відрізок до виду, вказаного на рис. А.5, б, потім виділити його та призначити товщину 0,15 мм.

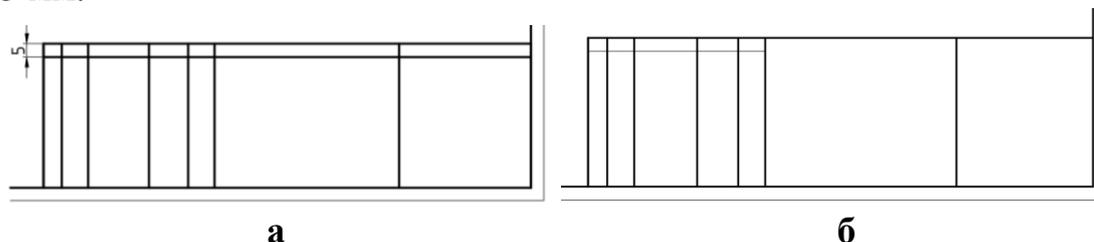


Рис. А.5.

Після чого створити десять подібних відрізків на відстані 5 мм командою **Сместить** (OFFSET) (рис. А.6).

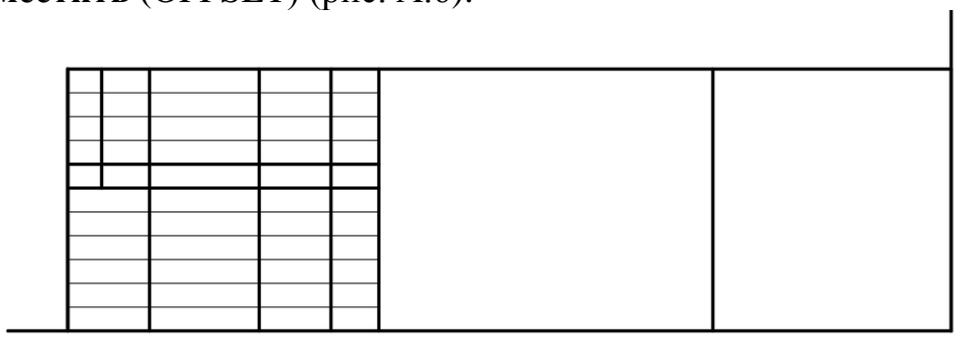


Рис. А.6.

Далі за допомогою команд **Отрезок** (LINE), **Сместить** (OFFSET) та **Обрезать** (TRIM) викреслити праву частину основного надпису згідно розмірам (рис. А.7).

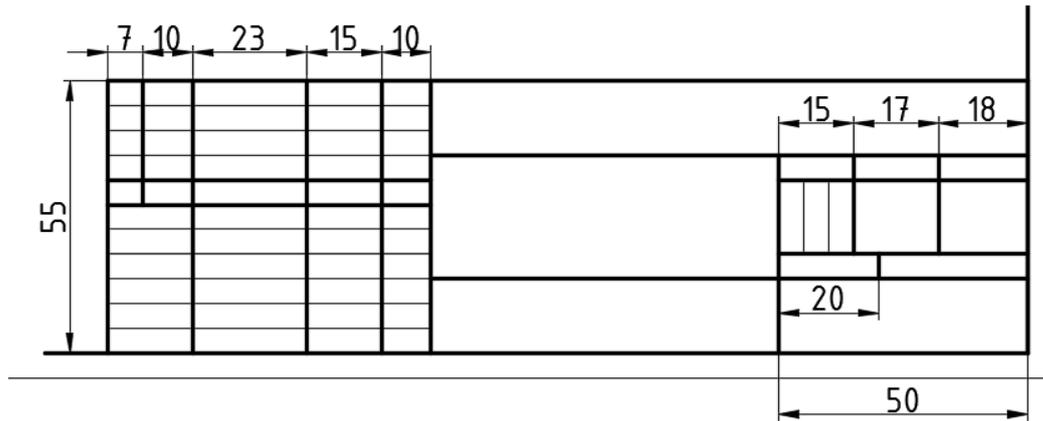


Рис. А.7.

У лівому верхньому кутку аркуша накреслити додаткову графу у вигляді прямокутника розмірами 70x14 (рис. А.8).

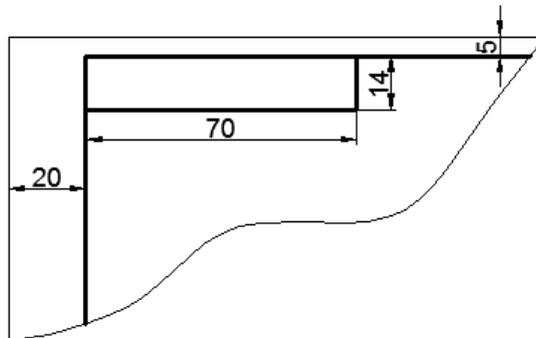


Рис. А.8.

4. Далі заповнити графи основного напису. Спершу необхідно налаштувати текстовий стиль відповідно до рекомендацій п.1.10.1 цього посібника. Для написання тексту викликати команду **Многострочный Текст**, після чого з'являється запит: *Первый угол*. У відповідь вказати точку першого кута (рис. А. 9).

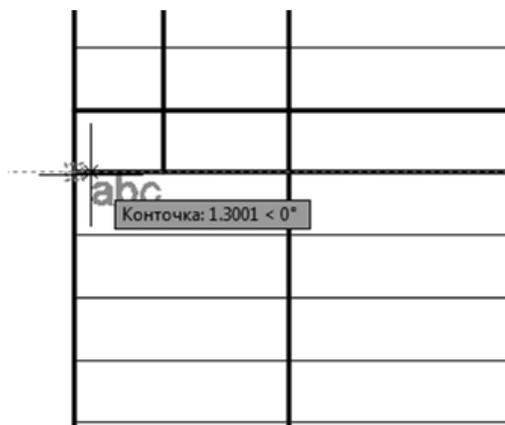


Рис. А. 9.

Потім на другий запит: *Противоположный угол или [Высота/ выравнивание/ Межстрочный интервал/ Поворот/ Стиль/ Ширина]*: вказати точку протилежного кута.

– у графі 13 – дати виконання і задачі креслення;

Приклад заповнення 2-ї графі для першої графічної роботи, виконаної студентом, який навчається на спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія», у групі 205, номер варіанта 1 представлено на рис. А. 13.

					(2)			
						Літера	Маса	Масштаб
Зм	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	(1)			(6)
Виконав								
Перевірив	(11)	(12)	(13)			Аркуш	Аркушів	
					(3)		(9)	

Рис. А. 12.

				123.205.01.01			
					Літера	Маса	Масштаб
Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
наб							
					Аркуш	Аркушів	

Рис. А. 13.

5. Заповнити прямокутну графу в лівому верхньому кутку. Для цього, після виклику команди **Многострочный Текст** і вказівки першого кута текстового вікна, у відповідь на запит:

Противоположный угол или [Высота/выравнивание/Межстрочный интервал/Поворот/Стиль/Ширина]:

необхідно вибрати опцію *Поворот* та на питання: *Угол поворота* ввести 180 градусів. Після чого вказати мишею протилежний кут прямокутника та ввести текст, попередньо вибравши розмір шрифту – 7, вирівнювання – *Середина по центру* (рис. А. 14).

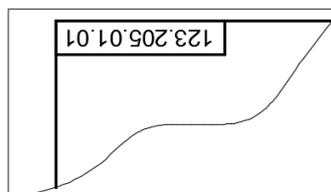


Рис. А. 14.

В результаті буде створено шаблон листа формату А3 (рис. А.15), який у подальшому використовується під час виконання всіх графічних робіт.

Зм.	Арк	№документа	Підпис	Дата		Літера	Маса	Масштаб	
Виконав					Аркуш				
Перевірив					Аркушів				
ЧНУ ім. П. Могили									

Рис. А. 15.

НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННІ

Величина виробу, що зображується визначається на кресленні розмірами, що наносять, як правило, розмірними числами разом з розмірними лініями. Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю виробу. Лінійні розміри вказують у міліметрах без позначення одиниці виміру. Кутові розміри – в градусах, хвилинах, секундах з позначенням одиниць вимірювання, наприклад $12^{\circ}45'30''$. У курсі креслення на графічних роботах наносять, як правило, номінальні розміри виробу, тобто розміри без зазначення граничних відхилень, якими визначається точність виготовлення виробу. На кресленні може бути окремо розташований розмір – він називається ланкою. Кілька розмірів, написаних в одному напрямку по одній лінії утворюють розмірний ланцюг.

У машинобудуванні поширені три способи нанесення розмірів на кресленнях: ланцюговий, координатний і комбінований.

Ланцюговий метод – коли всі розміри наносяться по одній лінії (ланцюжком) один за іншим (рис. Б.1.). Цей метод нанесення розмірів дає деяку сумарну похибку, тому в замкнутому ланцюзі один не проставлений розмір, обумовлений загальною довжиною деталі, приймається таким, що вимагає найменшу точність. Ланцюговий спосіб застосовують у тих випадках, коли найменш точними повинні бути сумарні розміри ланок ланцюжка.

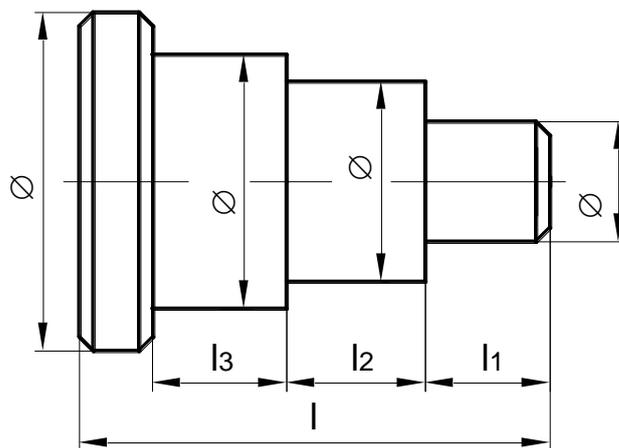


Рис. Б.1.

Координатний метод – коли всі розміри наносяться відносно однієї базової поверхні незалежно один від одного (рис. Б.2.). Цей метод відрізняється підвищеною точністю виготовлення, але здорожує вартість виготовлення деталі. Нанесення розмірів за координатним способом пов'язано з

так званими базами. База – це поверхня деталі (чи її елемент), від якої ведеться відлік розміру інших елементів деталі. Розрізняють конструкторські і технологічні бази.

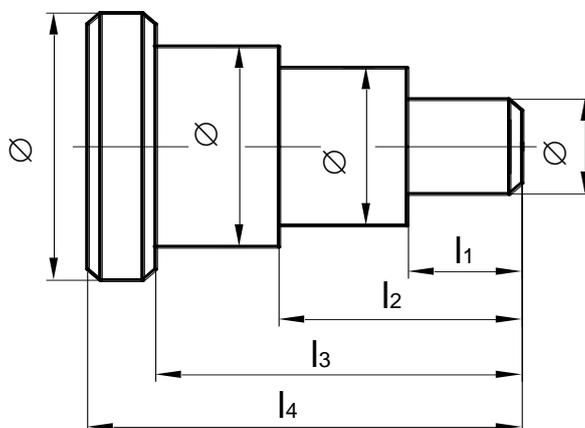


Рис. Б.2.

Конструкторськими базами є поверхні, лінії чи точки, відносно яких орієнтуються інші деталі виробу.

Технологічні бази – бази, від яких у процесі обробки зручніше і легше робити вимір розмірів. Базами можуть бути:

- площини, з яких починається обробка (торцеві, привалочні);
- прямі лінії (осі симетрії, взаємно перпендикулярні краї деталі).

Деталь може мати кілька вимірювальних баз, з яких одна вважається головною, а інші – допоміжними. За головну базу приймають ту, від якої ведеться підрахунок основних розмірів.

Комбінований спосіб – коли нанесення розмірів виконується ланцюговим і координатним методами, він найбільш поширений (рис. Б.3.).

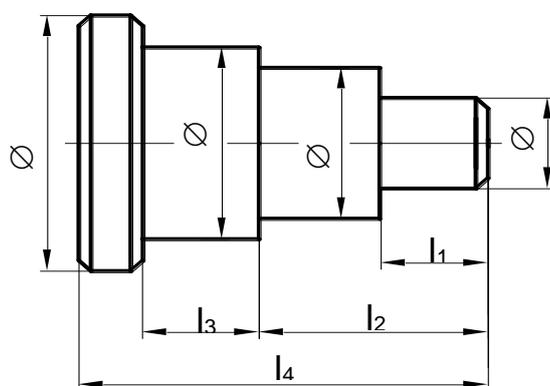


Рис. Б.3.

Величину елементів стрілок розмірних ліній вибирають у залежності від товщини лінії видимого контура і викреслюють їх приблизно однаковими

на всьому кресленні. Форма стрілки і співвідношення її елементів показані на рис. Б.4.

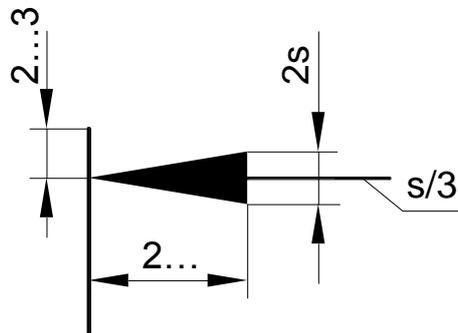


Рис. Б.4.

Б.1. Розміри прямолінійних відрізків

Перпендикулярно до відрізка через його кінці проводять виносні лінії (суцільні тонкі) (рис. Б.5.). Паралельно відрізку проводять розмірну лінію (суцільна тонка), яка обмежується стрілками, що упираються у виносні лінії. Її проводять між виносними лініями, проведеними перпендикулярно розмірним. Допускається розмірні лінії проводити безпосередньо до ліній видимого контура, осьових і центрової. В окремих випадках розмірна лінія може проводитися не перпендикулярно виносній. Розмірне число (висотою 3,5 або 5 мм) – наносять над розмірною лінією ближче до середини. Відстань від розмірної лінії до лінії контура або відстань між паралельними розмірними лініями вибирають у межах 6...10 мм.

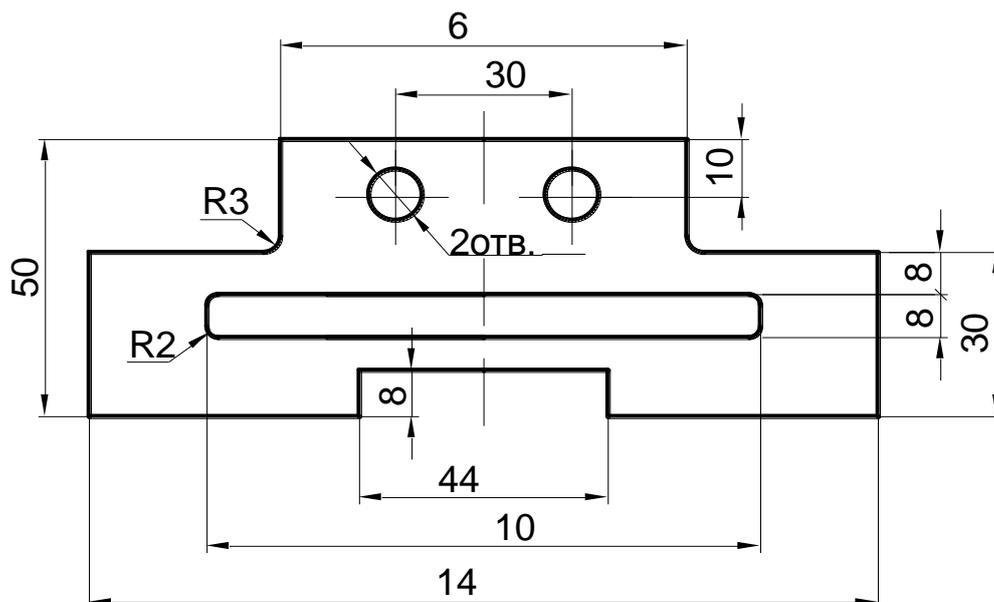


Рис. Б.5.

Виносні лінії виходять за кінці стрілок на 1...5 мм. Варто уникати взаємного перетину розмірних і виносних ліній. Тому менші розміри ставлять ближче до контура зображення, ніж великі розміри. Допускається тільки перетин виносних ліній між собою.

Б.2. Розміри радіусів дуг кіл

Розмірну лінію радіуса обмежують однією стрілкою з боку дуги (рис. Б.6.).



Рис. Б.6.

Розмірна лінія радіуса проходить через центр дуги, коли його позначено (рис. Б.7., а).

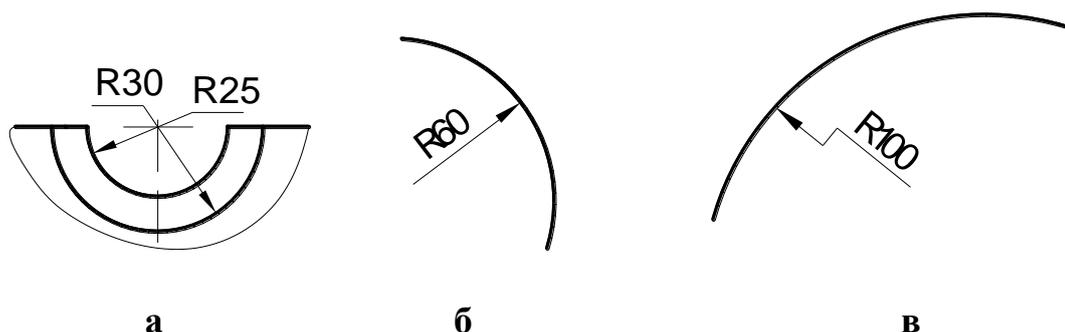


Рис. Б.7.

У тих випадках, коли на кресленні зображена дуга великого радіуса, для якої центр можна не позначати, розмірну лінію обривають, не доводячи до центра (рис. Б.7., б). Якщо ж у цьому випадку центр необхідно відзначити, допускається наближати його до дуги (рис. Б.7., в). Розмірна лінія в цьому випадку показується зі зломом і обидві ділянки розмірної лінії проводяться паралельно.

Б.3. Розмір діаметра кола

Перед розмірним числом діаметра наноситься знак \varnothing (рис. Б.8., а). Причому між знаком і числом ніяких пропусків не передбачено. Для кіл малого діаметра розмірні лінії, стрілки і сам розмір наносять за одним з варіантів, наведених на рис. Б.8, б.

Для декількох однакових отворів (елементів) завжди вказують їхню кількість, розмір наносять один раз, наприклад, 2отв. $\varnothing 10$ (рис. Б.5.).

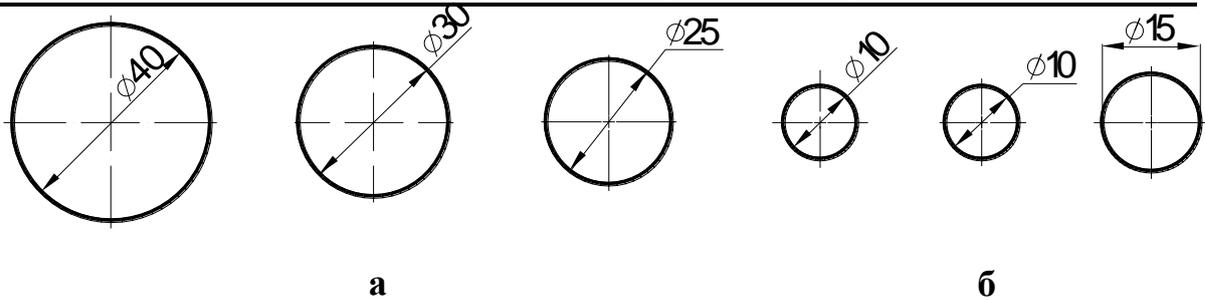


Рис. Б.8.

Б.4. Габаритні розміри

Габаритні розміри – це розміри, що визначають граничні зовнішні чи внутрішні обриси виробу.

Б.5. Довідкові розміри

Довідкові розміри служать для більш зручного користування кресленням. Довідкові розміри відмічають на кресленні знаком *, наприклад 25* і в технічних вимогах, які поміщають над основним написом, роблять запис «*Розміри для довідок» (рис. Б.10.).

Б.6. Групування розмірів

Розміри, які належать до одного конструктивного елемента (отвір, виступ, паз і т. п.) рекомендується групувати в одному місці, де найбільш повно показана геометрична форма цього елемента (рис. Б.5.).

Не допускається перетинати чи розділяти розмірні числа лініями креслення.

Не допускається використовувати лінії контура, осьові, центрові і виносні лінії в якості розмірних.

Найчастіше під час обробки тіл обертання вісь розташована горизонтально. Тому тіла обертання рекомендується викреслювати з горизонтально розташованою віссю.

Від невидимого контура, зображеного на кресленні штриховими лініями, розміри не проставляються.

Розміри повинні бути проставлені так, щоб робітник не витрачав час на математичні розрахунки під час виготовлення деталі.

Розміри на проточки, виточення, фаски і т. п. треба проставляти окремо, не включаючи їх у розмірні ланцюги.

Розміри фасок під кутом 45° наносять, як показано на рис. Б.9., а. Якщо на кресленні деталі зображено кілька фасок однакового розміру, то розмір фасок наноситься один раз з додаванням напису: 2 фаски, 4 фаски і т. п. (рис. Б.9., а).

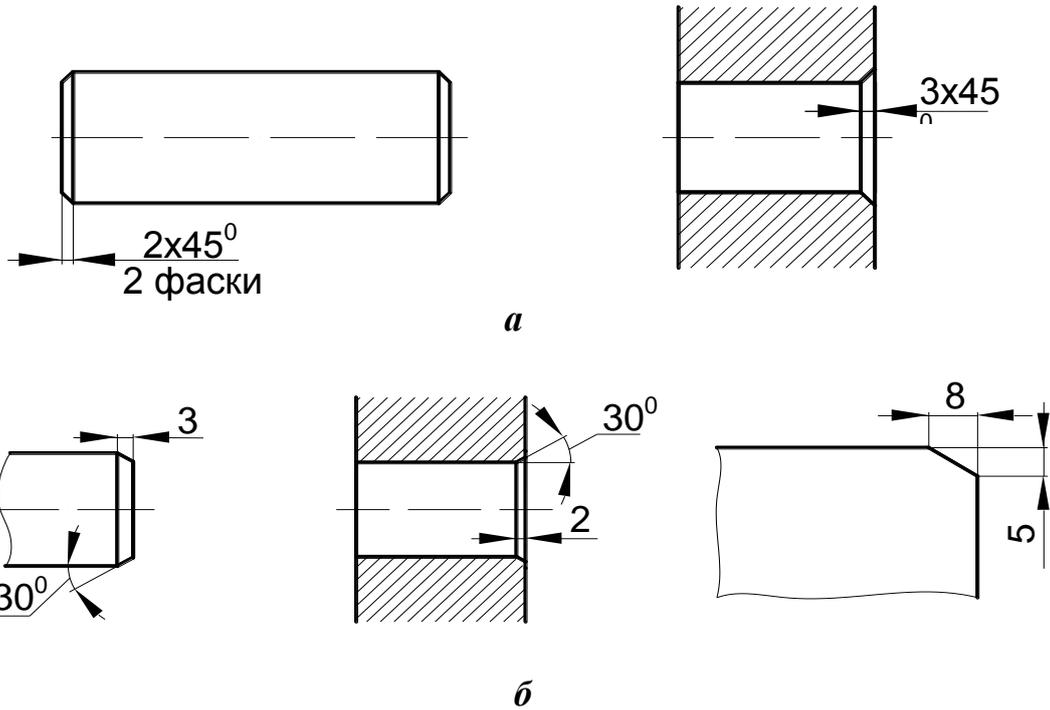
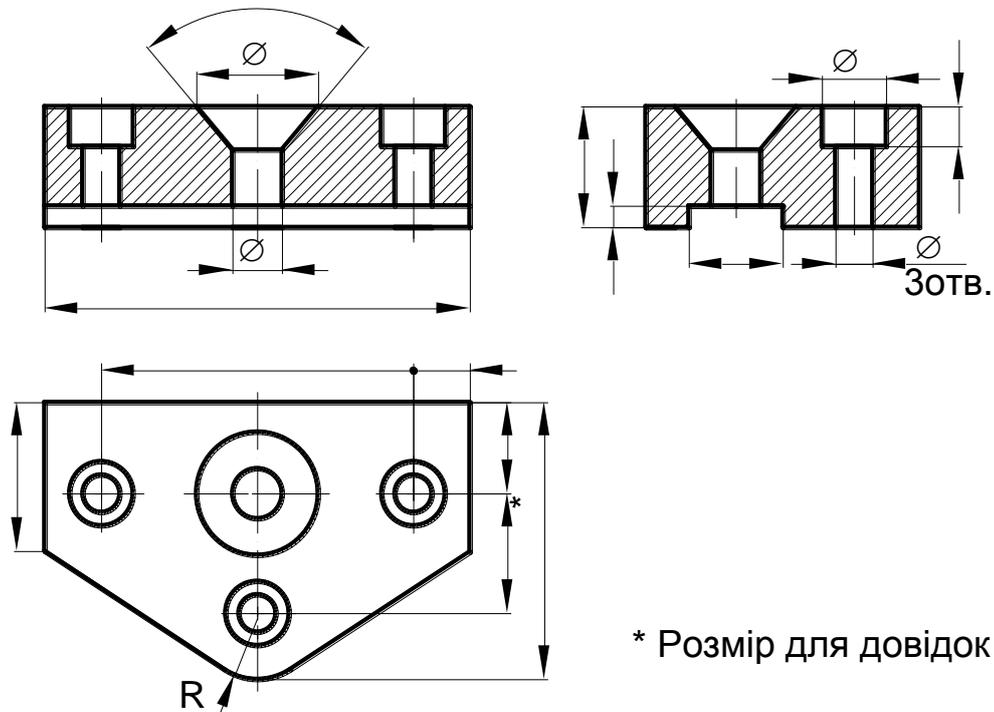


Рис. Б.9

Розміри фасок під іншими кутами показують за загальними правилами – лінійним і кутовим розміром чи двома лінійними розмірами (рис. Б.9., б).

Координувати отвори рекомендується на тих проекціях, де осі отворів зазначені не осьовими лініями, а точками (рис. Б. 10.). Координування отворів здійснюється від базових поверхонь до осьових ліній.



* Розмір для довідок

Рис. Б.10

Якщо отвори знаходяться на осях симетрії і спрягаються з отворами інших деталей не точно, кутові розміри на положення отворів проставляти не слід. За умови точного розташування отворів кутові розміри повинні бути задані для кожного отвору (рис. Б.11.).

Якщо отвори розташовані по колу рівномірно, то кутові розміри між центрами не позначаються, а вказується тільки кількість отворів.

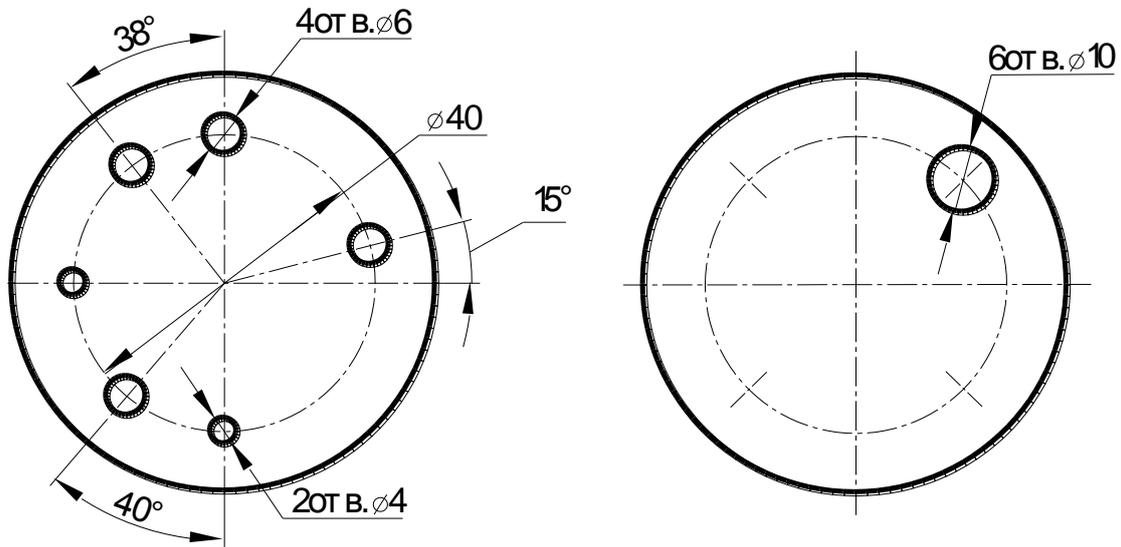


Рис. Б.11.

Нанесення виносних і розмірних ліній, умовних знаків і надписів

Величини елементів стрілок розмірних ліній вибирають у залежності від товщини ліній видимого контура і викреслюють їх приблизно однаковими по всьому кресленні. Форма стрілки і співвідношення її елементів показані на рис. Б.4.

Якщо довжина розмірної лінії не достатня для розміщення на ній стрілок, то розмірну лінію продовжують і стрілки наносять ззовні, як показано на рис. Б.12., а.

За нестачі місця для стрілок на розмірних лініях розташованих ланцюжком, стрілки допускається замінити чіткими точками (рис. Б.12., б) чи зарубками, які наносяться під кутом 45° до розмірних ліній (рис. Б.12., в).

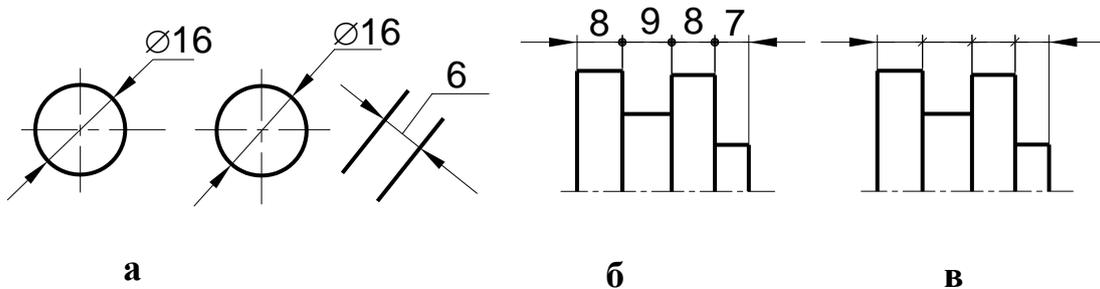


Рис. Б.12.

За нестачі місця для стрілки через близьке розташування контурної чи виносної лінії останні допускається переривати.

Контурні, штрихові, осьові, центрові і виносні лінії не повинні використовуватися як розмірні лінії.

Допускається діаметр кола чи розмір для симетричних елементів деталі позначати не повністю, а з обривом, як зазначено на рис. Б.13. За такого варіанту розмірна лінія повинна переходити за осьову лінію кола, ось симетрії чи лінію обриву.

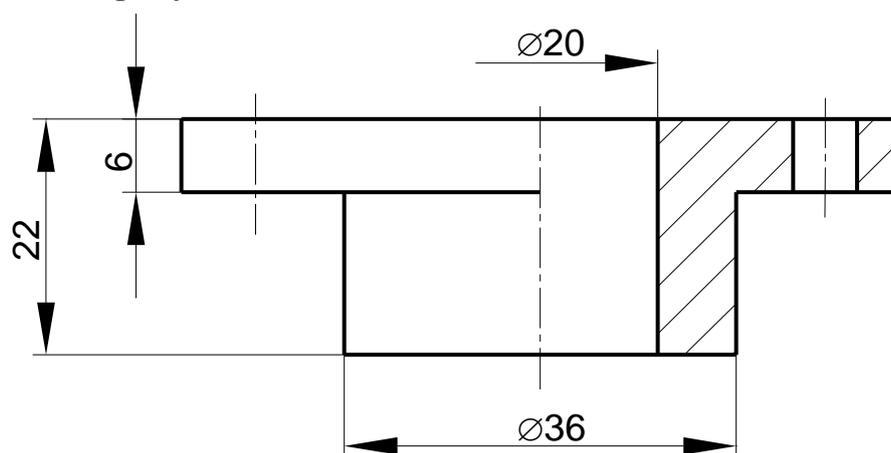


Рис. Б.13.

Якщо деталь зображена з розривом, то розмірні лінії треба проводити повністю. Водночас проставляється повна довжина деталі, що зображується (рис. Б.14.).

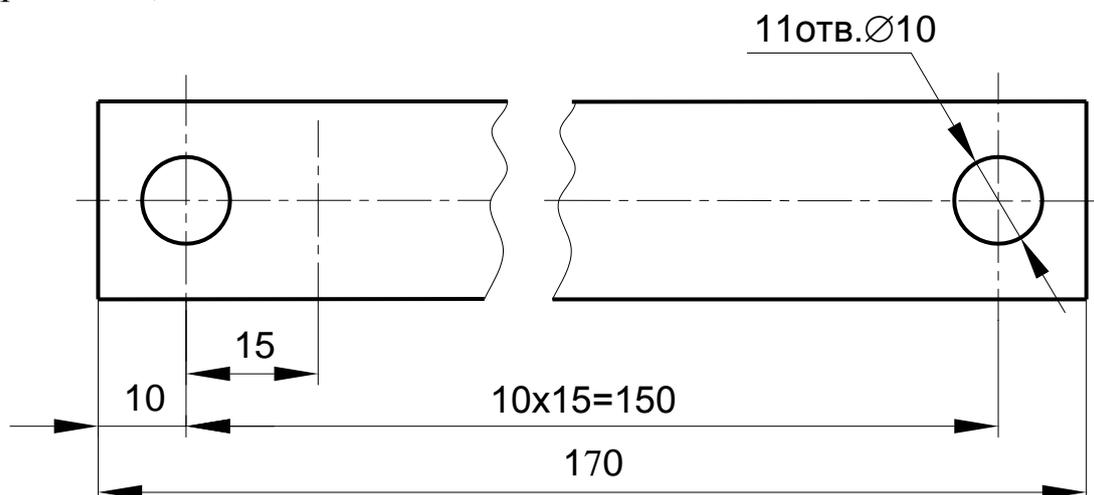


Рис. Б.14.

Нанесення розмірних чисел

За умови паралельних або концентричних розмірних ліній, розташованих близько одна до одної, розмірні числа рекомендується наносити в шаховому порядку (рис. Б.15.).

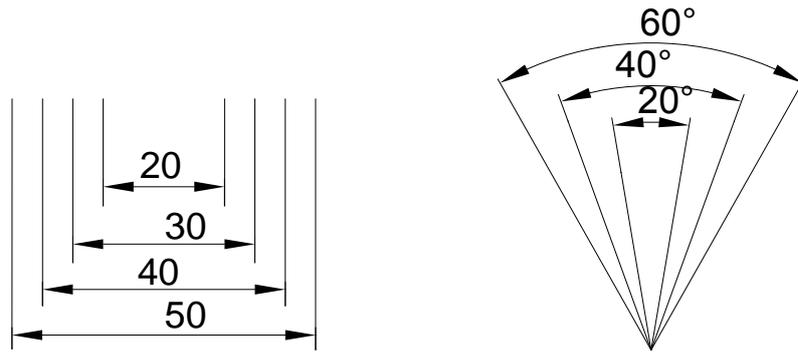


Рис. Б.15.

Розмірні числа лінійних розмірів при різних нахилах розмірних ліній розташовують так, як показано на рис. Б.16., а. Спосіб нанесення розмірного числа при різних положеннях розмірних ліній (стрілок) на кресленні визначається найбільшою зручністю читання. У випадку розташування розмірної лінії вертикально, розмірні числа наносять зліва від лінії. Якщо розмірні лінії похилі, то розмірні числа розташовують на верхній стороні ліній, як показано на рис. Б.16., а. Якщо розмірна лінія знаходиться в заштрихованій зоні (див. рис. Б.16., а), то розмірне число необхідно винести із цієї зони і нанести на поличці лінії-виноски.

Кутові розміри наносять так, як показано на рис. Б.16., б.

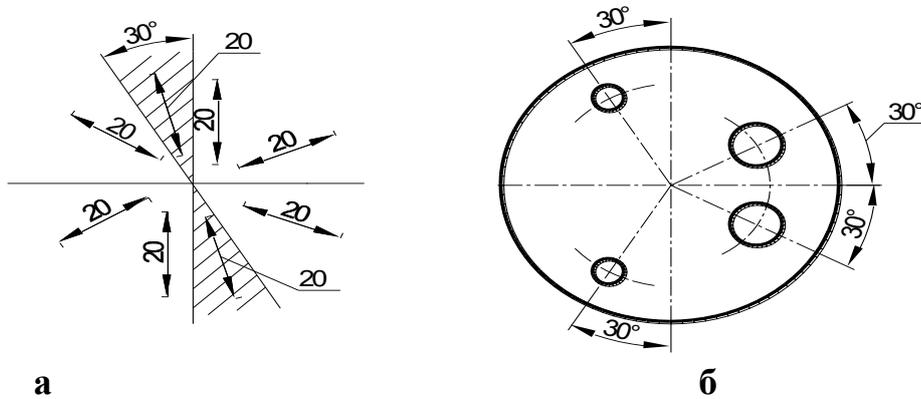


Рис. Б.16.

Якщо для написання числа недостатньо місця над розмірною лінією, то розміри наносять, як показано на рис. Б.17.

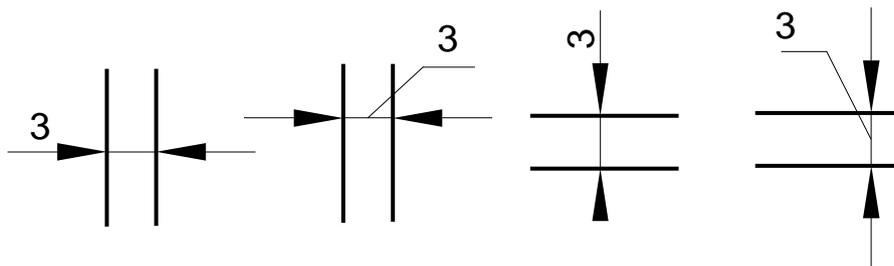


Рис. Б.17.

Розмірні числа не можна розділяти чи перетинати будь-якими лініями. Під час нанесення розмірного числа допускається переривати ці лінії.

Під час простановки розмірного числа на заштрихованому полі штриховку в цьому місці треба переривати (рис. Б.18.).

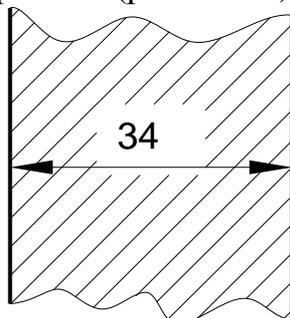


Рис. Б.18.

Для швидкого читання креслення розмірні числа, що визначають зовнішній і внутрішній контур деталі, рекомендується групувати і проставляти по різні сторони проекції деталі (рис. Б.19.).

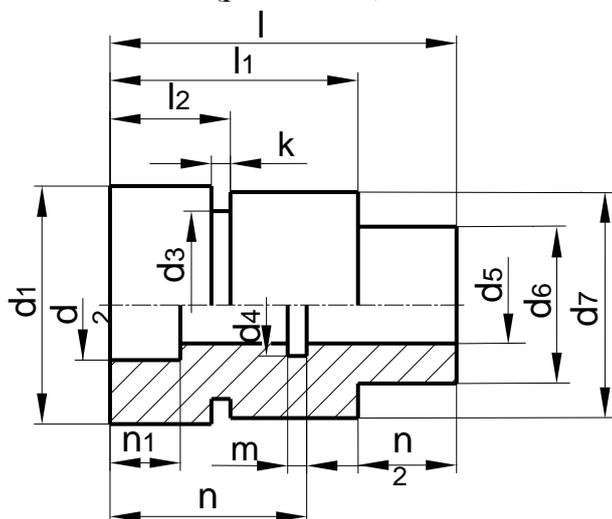


Рис. Б. 19.

Не допускається наносити розміри між зовнішньою і внутрішньою формами деталі (рис. Б.20.).



Невірно

Вірно

Рис. Б.20.

Спрощення під час простановки розмірів

Якщо на кресленні немає необхідності вказувати центр радіуса дуги, то розмірну лінію дозволяється обривати.

Якщо потрібно координувати центр радіуса дуги, але через відсутність місця радіус дуги не вдається провести, то центр допускається наближати до дуги, що позначається, зображуючи за такої умови розмірну лінію з двома зломами під кутом 90° (рис. Б.21.). Водночас допускається зсув розмірної лінії радіуса щодо центра.

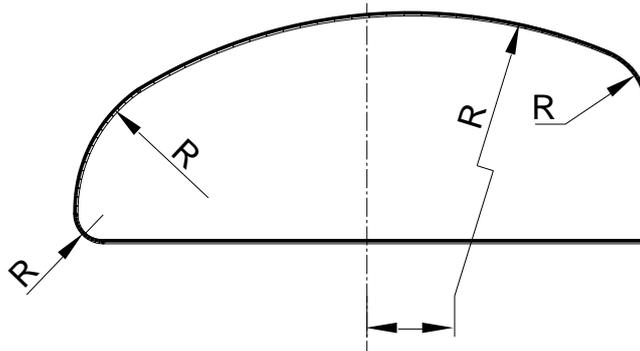


Рис. Б.21.

Розмір на елементи деталі, що повторюються, дозволяється проставляти один раз із зазначенням кількості елементів (рис. Б.22).

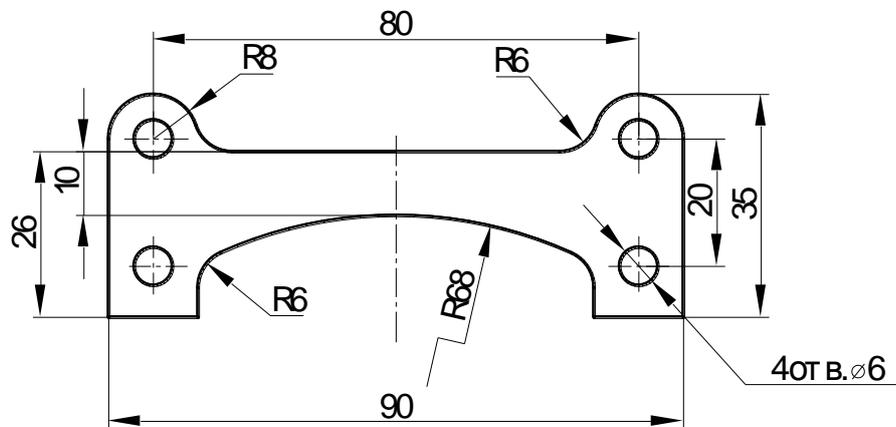
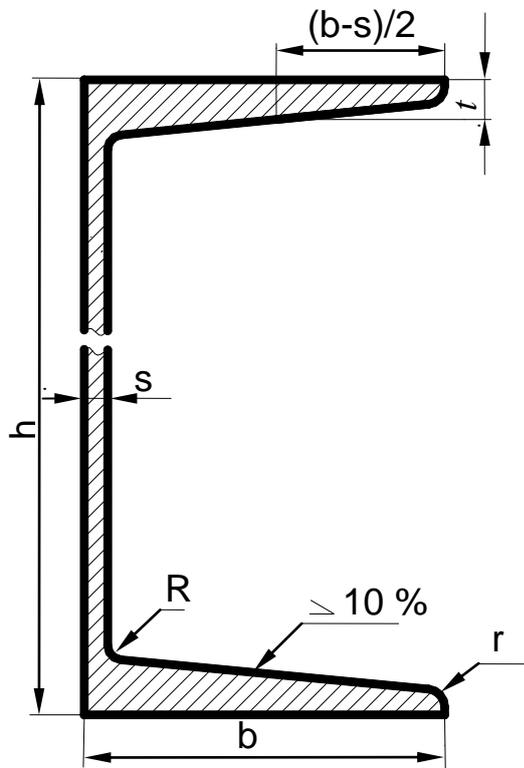


Рис. Б.22.

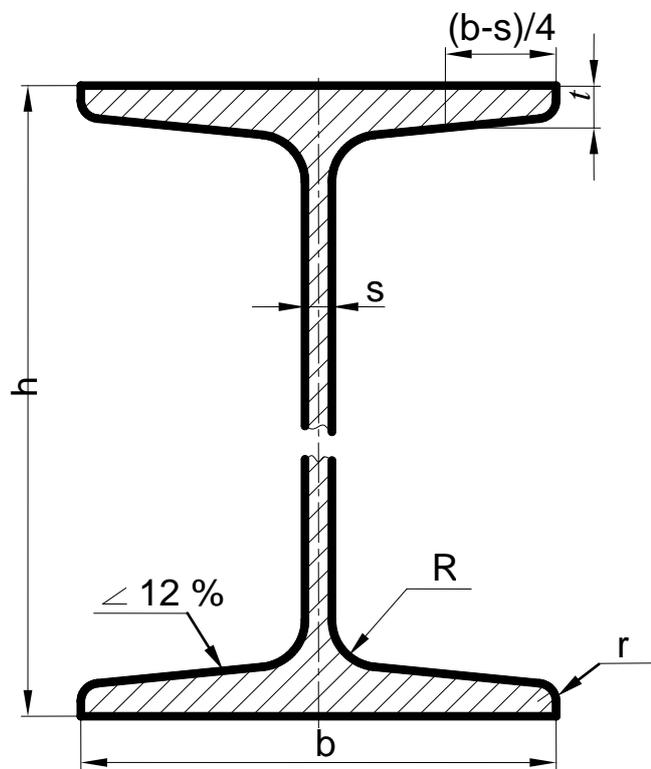
Якщо на виробі є два однакових елементи, які розташовані симетрично (крім отворів), то розміри наносять один раз, без вказівки їхньої кількості (рис. Б.22.). Як правило, всі розміри групують в одному місці.

Якщо однакові елементи деталі розташовані на рівних відстанях, то для спрощення креслення рекомендується замість розмірного ланцюга наносити позначення з записом на першому місці кількості елементів (наприклад, отворів), на другому – величину проміжку і на третьому – відстані між крайніми елементами (рис. Б.14.).

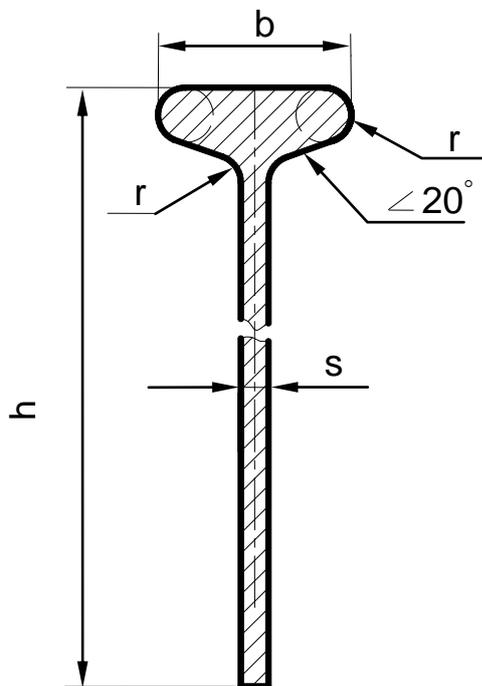
Швелер



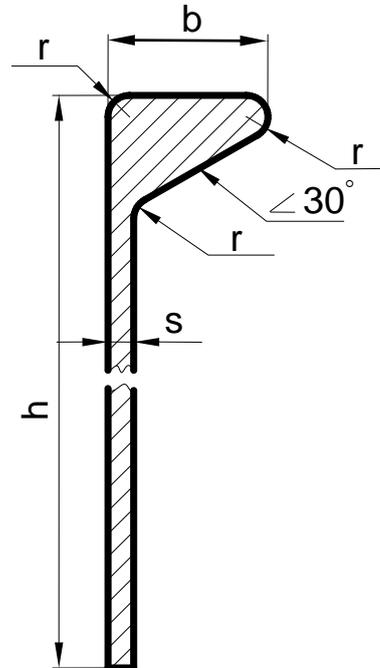
Балка двотаврова



Штабобульб симетричний



Штабобульб несиметричний



Навчальне видання

А. П. Бойко

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ AUTOCAD

**Частина 1.
Геометричне та проєкційне креслення**

Навчальний посібник

Редактор *А. Якименко*.

Комп'ютерна верстка, дизайн обкладинки *Л. Бернацька*.
Друк *С. Волинець*. Фальцювально-палітурні роботи *О. Кутова*.

Підп. до друку 29.11.2017.

Формат 60 × 84^{1/16}. Папір офсет.

Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.

Ум. друк. арк. 9,42 . Обл.-вид. арк. 3,3.

Тираж 300 пр. Зам. № 5322.

54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3460 від 10.04.2009.