

ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

2.1. Геометричні побудови в AutoCAD 2016

Під геометричними побудовами розуміють елементарні побудови на площині, що спираються на основні положення геометрії. До них відносяться: побудова уклонів, конусності та виконання спряжень. Знання щодо геометричних побудов дозволяють правильно накреслити контур будь-якого виробу, прискорюють роботу над кресленням, так як надають можливість у кожному випадку обрати найбільш раціональні способи побудов.

2.1.1. Побудова уклону

При кресленні профілів прокатної сталі: двотаврових, швелерних та інших – часто приходится будувати прямі лінії, кут нахилу яких задається за допомогою величини уклону.

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

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

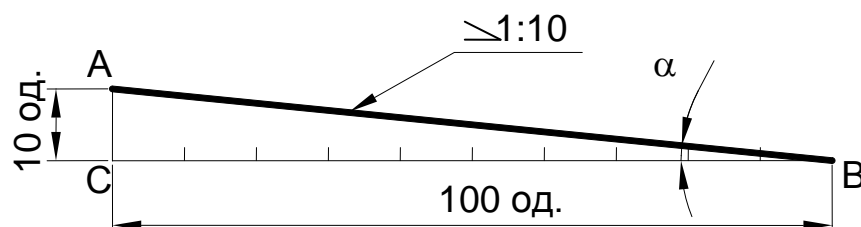


Рис. 2.1

На виносній полиці (в даному випадку горизонтальній), яка упирається своєю стрілкою в похилу пряму, перед відношенням чисел ставиться умовний знак уклону \searrow . Одна сторона цього кута повинна бути паралельна виносній полиці, а вершина кута – направлена в сторону уклону (в сторону частини профілю, яка звужується).

Якщо уклон задається у відсотках, то число відсотків відносять до 100 і отримують відношення двох цілих чисел. Наприклад, якщо уклон 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 уклон, що дорівнює 12 % (рис. 2.2).

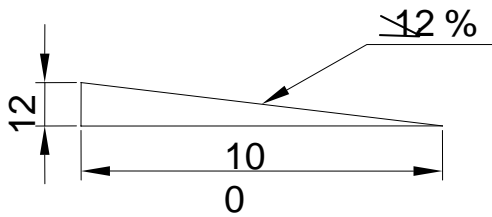


Рис. 2.2

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,*а*) або всередині конуса вздовж його осі (рис. 2.5,*б*).

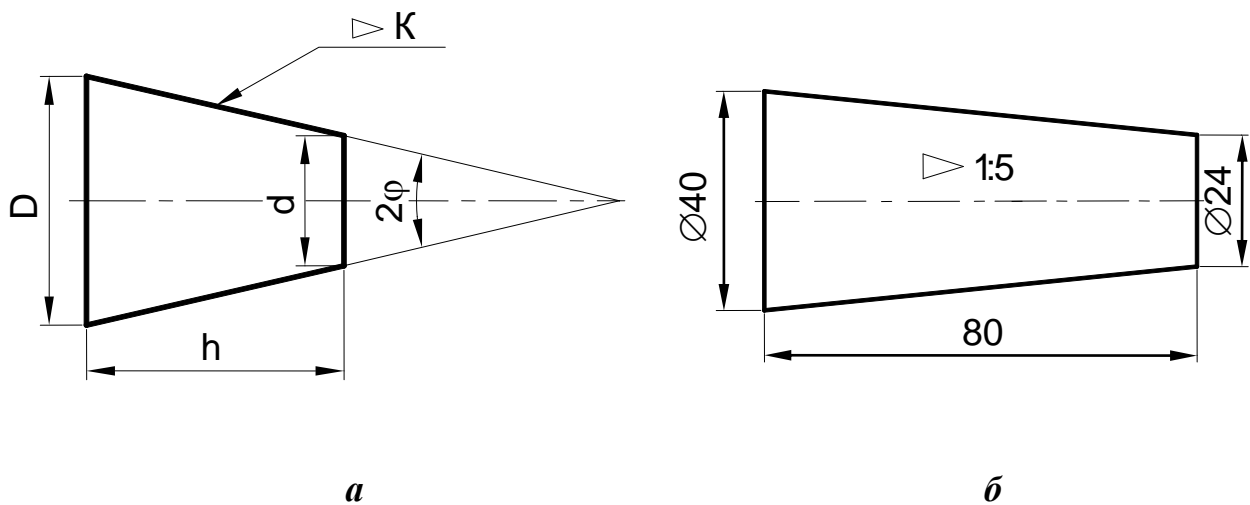


Рис. 2.5

2.1.3. Побудова спряження

У інженерній практиці при виконанні 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 2016** 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.

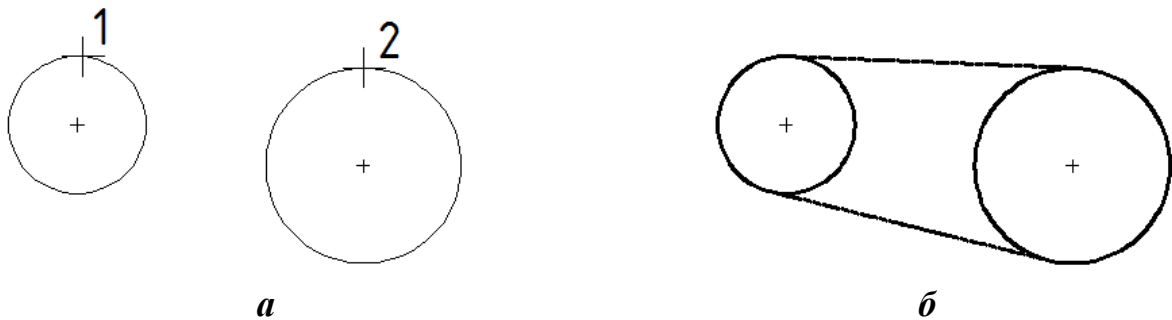



Рис. 2.6

2.1.3.2. Спряження двох прямих, що перетинаються

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

- Вибрати команду **Сопряжение (FILLET)** .
- Клацнути правою кнопкою миші (при включеному режимі динамічного введення) і в контекстному меню, що відкрилося (рис. 2.7), вибрати опцію *Радіус*.
- З клавіатури ввести значення радіусу, наприклад 30, натиснути клавішу **Enter**.
- У командному рядку з'явиться запит про вибір першого об'єкту. 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.

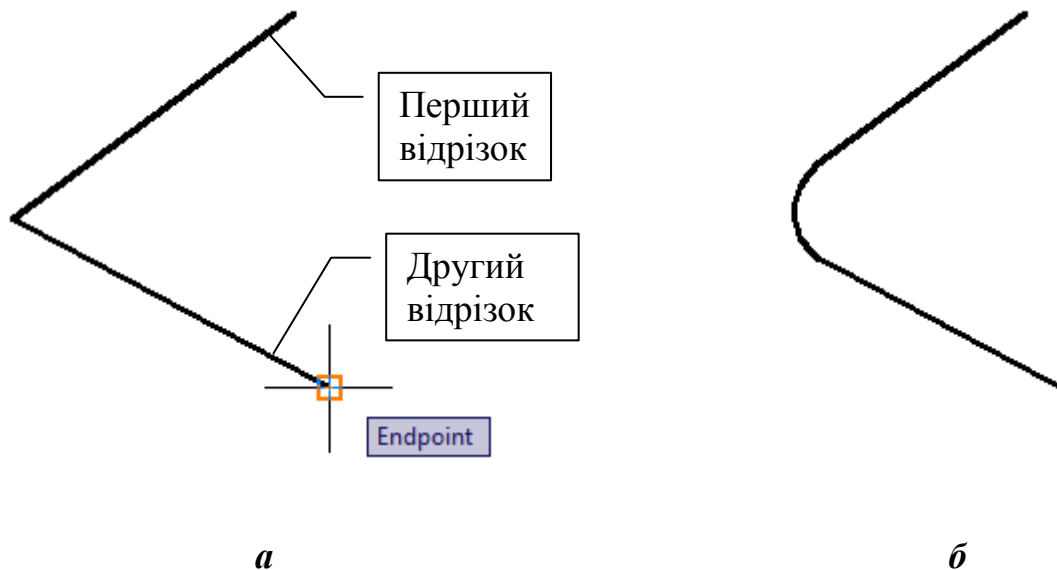



Рис. 2.7

2.1.3.3. Зовнішнє сполучення двох кіл

При зовнішньому спряженні 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 в тому місці, де ви припускаєте точку сполучення – точка **1** (рис. 2.8,а).

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

Результат побудови зовнішнього сполучення кіл показаний на рис. 2.8,**б**.

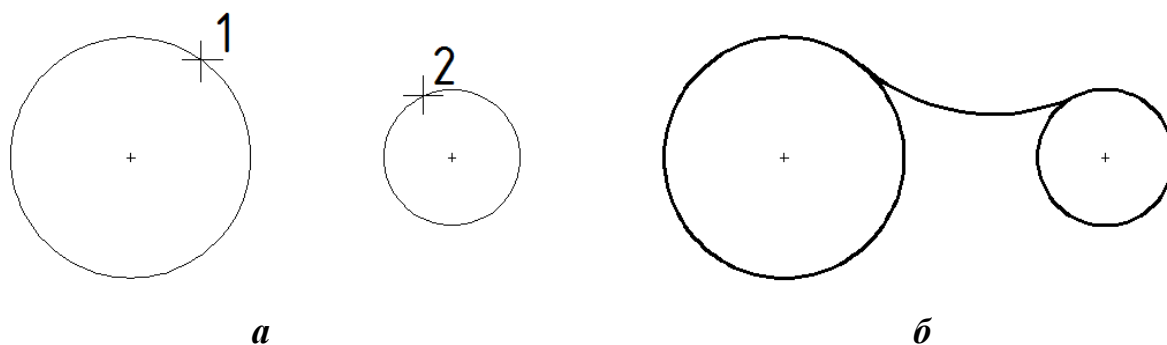


Рис. 2.8

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).

У командному рядку з'явиться повідомлення:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

Клацнути лівою кнопкою миші на першому колі. При цьому на колі з'являється значок  *Задержанная Касательная* (рис. 2.10).

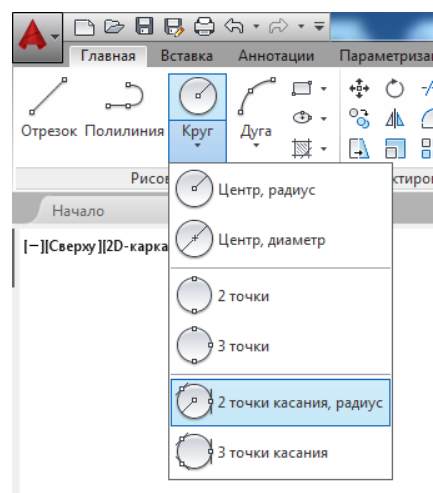


Рис. 2.9

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:.




Рис. 2.10

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 **Обрезать (TRIM)** .

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

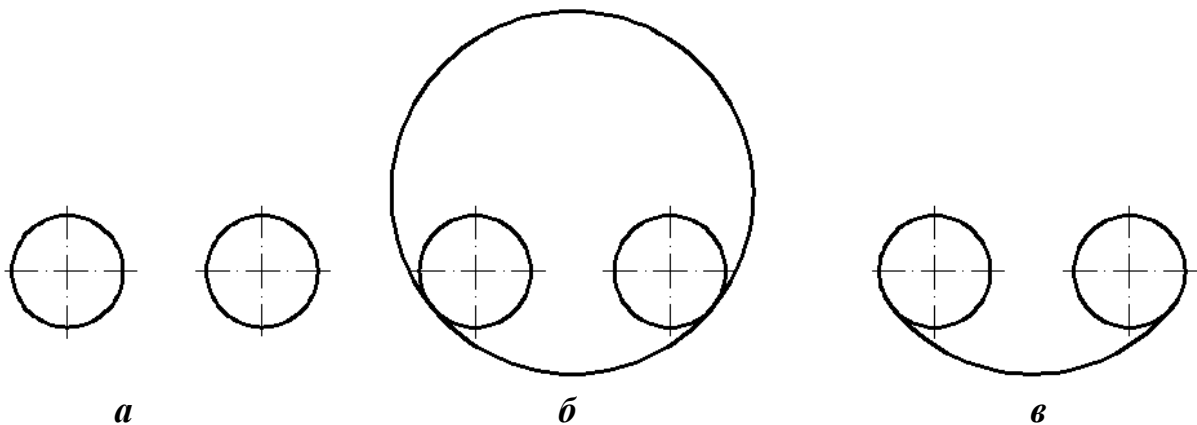


Рис. 2.11

2.2. Методичні рекомендації до виконання завдання

"Геометричне креслення"

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°). При розміщенні 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 ГОСТ 2.307–68. Основні рекомендації стосовно постановки розмірів на кресленнях приводяться 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. В усіх варіантах завдання валики мають конічну частину у вигляді зрізаного конуса. На кресленні дається або діаметр однієї з основ, висота конуса і розмір конусності, або діаметри основ та розмір конусності. Для визначення розміру, якого недостає, 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 величина меншої основи визначається наступним чином:

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

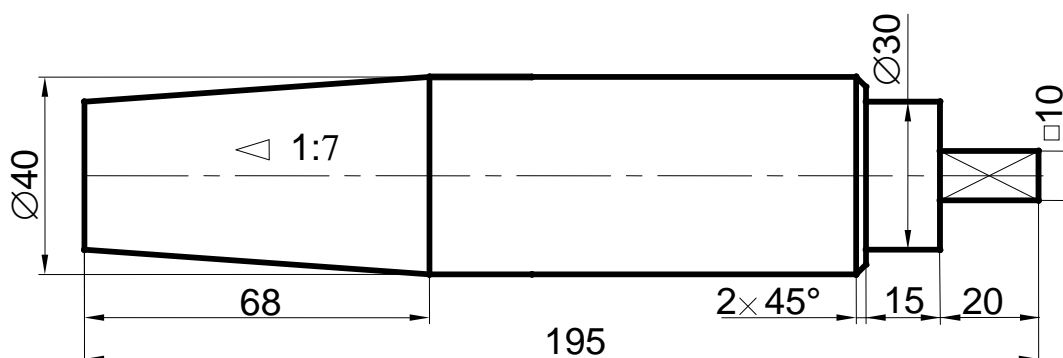


Рис. 2.22

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

1. Задати три шари: "Контур" (тип лінії Continuous, колір чорний, товщина лінії 0,4 – 0,5); "Осі" (тип лінії Center, колір чорний, товщина лінії 0,2); "Розміри" (тип лінії Continuous, колір чорний, товщина лінії 0,2).

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).

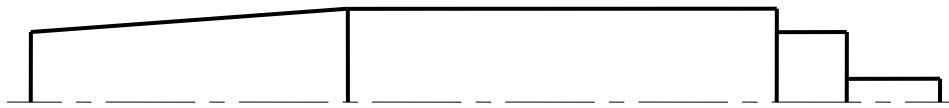


Рис. 2.24

4. Одним з елементів даної деталі є фаска.

Фаски – це сточені на конус кінці валиків або циліндричних елементів для зручності роботи з ними та запобіганню травм. Розміри фасок під кутом 45° наносяться так, як показано на рис. 2.25,б. Перше число означає висоту зрізаного конуса, який утворює фаску. В даному 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 фаски та побудувати вертикальні відрізки фасок (рис. 2.25).

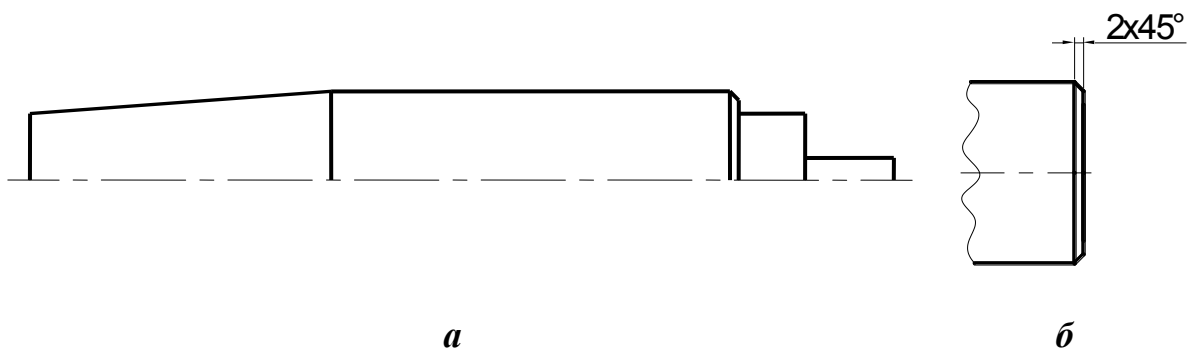


Рис. 2.25

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

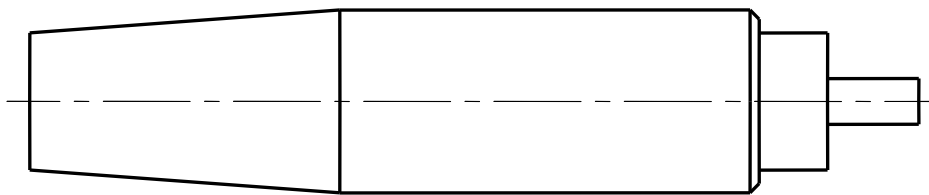


Рис. 2.26

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

У Autocad 2016 знак \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**.

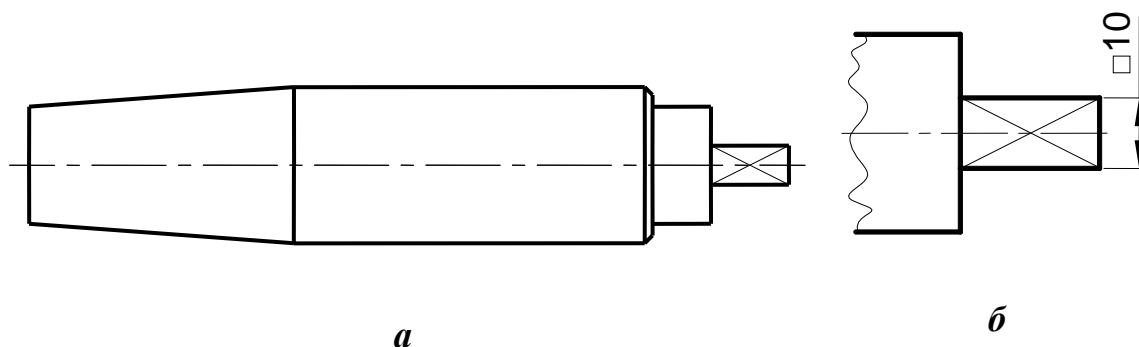


Рис. 2.27

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

2.2.2. Методичні вказівки до виконання креслення плоского контуру

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).

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*).

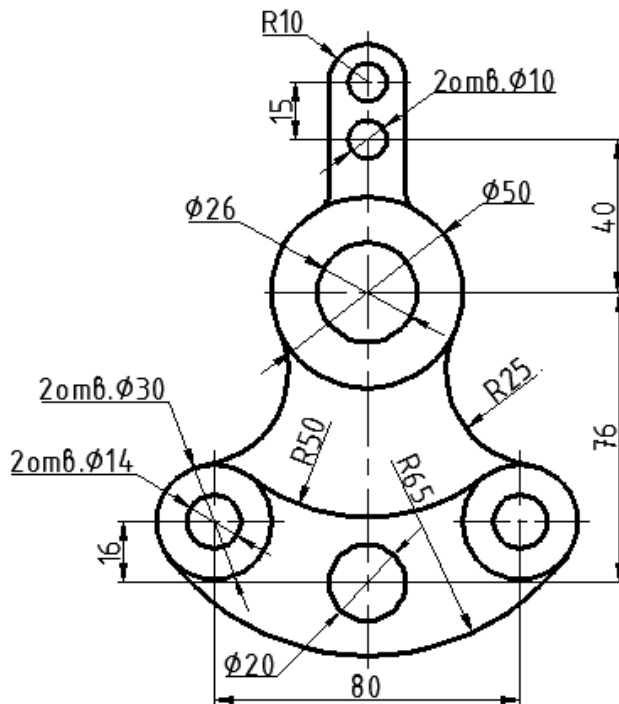


Рис. 2.28

Всі інші осьові лінії отримують шляхом зміщення існуючих ліній на відповідну відстань. При цьому рекомендується використовувати команду **Смещение (OFFSET)** (рис. 2.29,*б*).

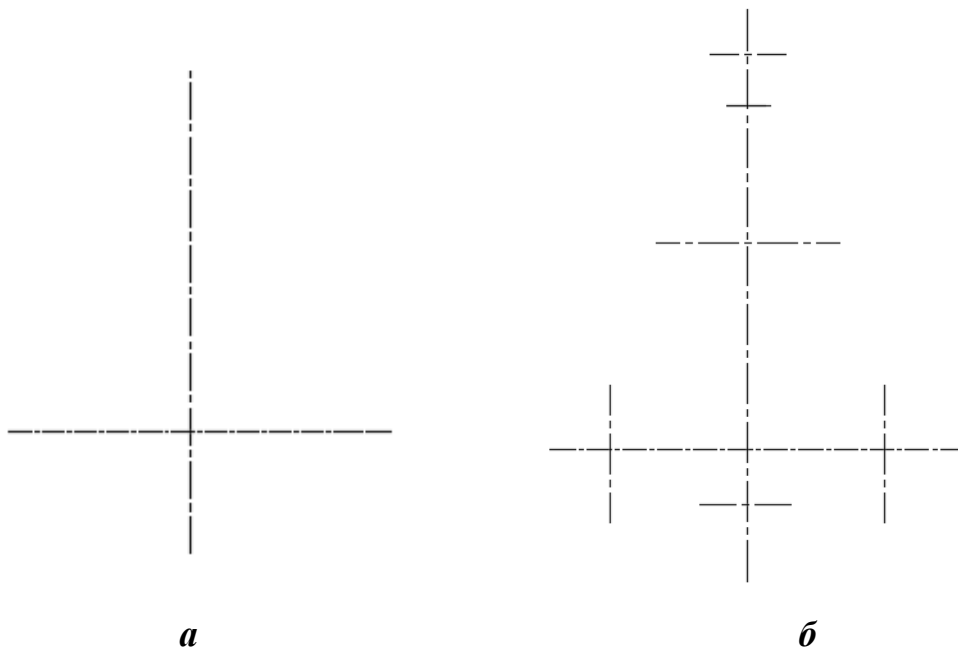


Рис. 2.29

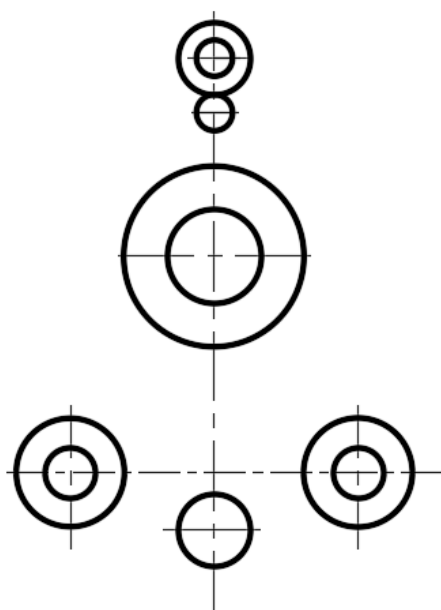


Рис. 2.30

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*).

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

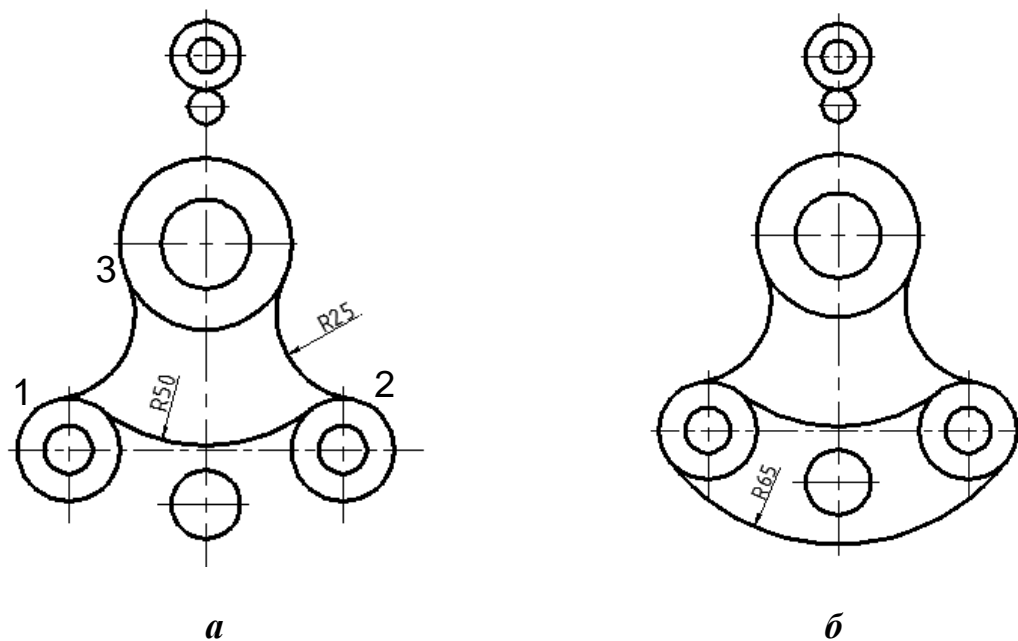


Рис. 2.31

5. З точок перетину верхнього кола з горизонтальною осьовою лінією провести 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 **Обрезать** (TRIM). За ріжучі кромки прийняти вертикальні відрізки.

7. Перейти в шар "Размеры" та нанести розміри згідно зі стандартом (Додаток Б).

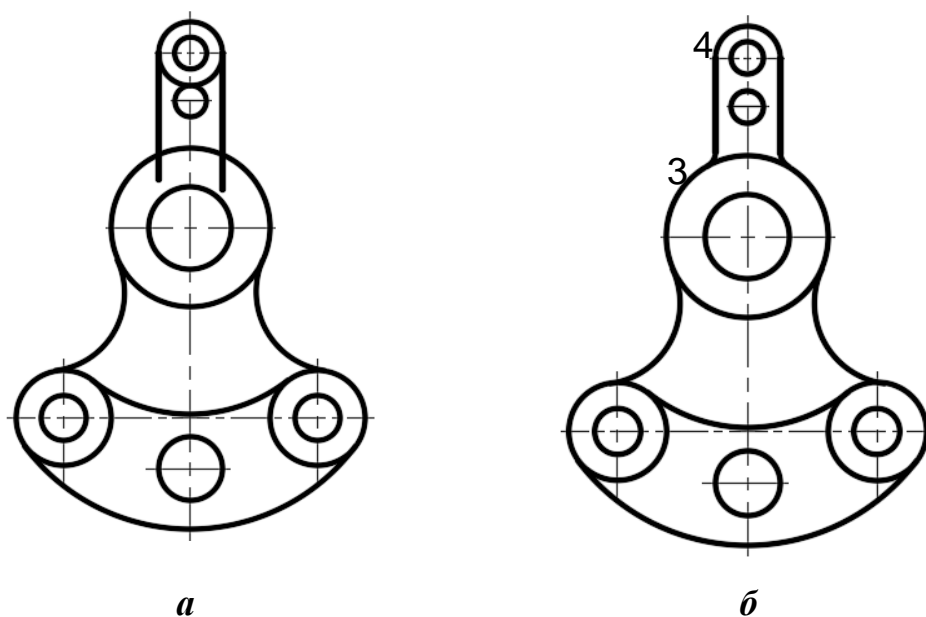


Рис. 2.32

2.2.3. Методичні вказівки до виконання креслення профілю балки

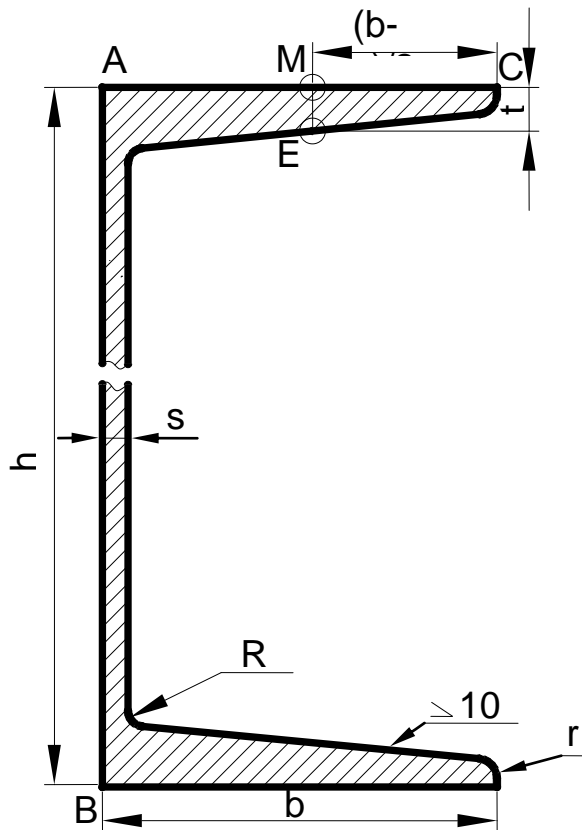


Рис. 2.33

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

Розглянемо побудову профілю швелера (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 уклон. Для побудови уклону 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).

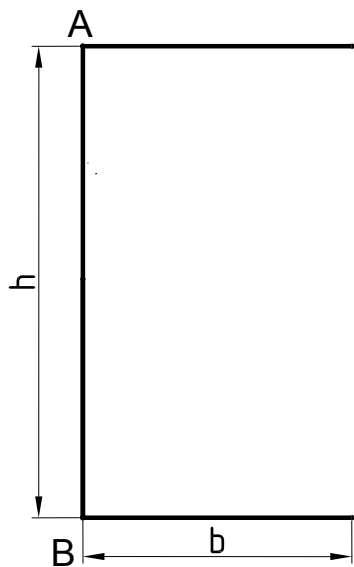
4. Через точку Е необхідно побудувати пряму з уклоном 10 % (рис. 2.34,д) та продовжити її до перетину з вертикальною стінкою балки

за допомогою команди **Удлинить** (EXTEND). З точки С провести вертикальну пряму до перетину з побудованою лінією уклону (рис. 2.34,*e*).

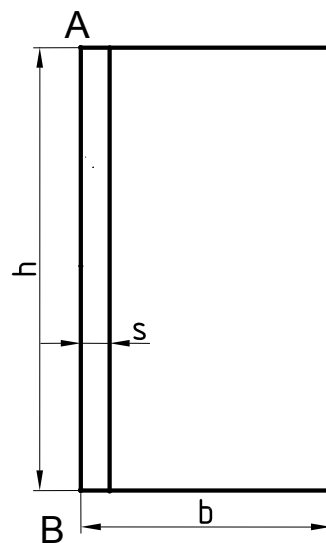
5. Так як побудований профіль симетричний відносно горизонтальної осі, то раціонально побудувати нижню частину профілю використовуючи команду **Отразить зеркально** (MIRROR) (рис. 2.34,*f*).

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 ГОСТ 2.307–68 (рис. 2.33).

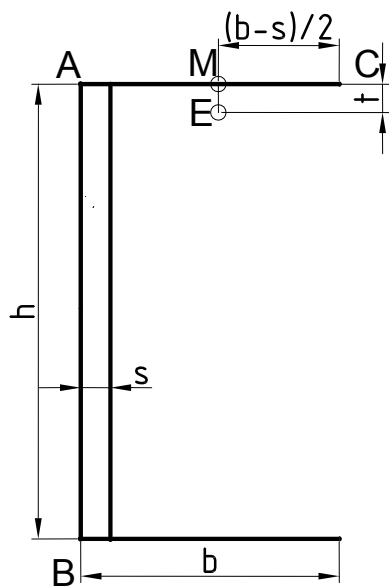
Після виклику команди **Штриховка** (HATCH)  з'являється контекстна вкладка **Создание штриховки**. На панелі інструментів **Образец** вибрати тип штриховки ANSI31 та вказати внутрішню точку області, яку необхідно заштрихувати.



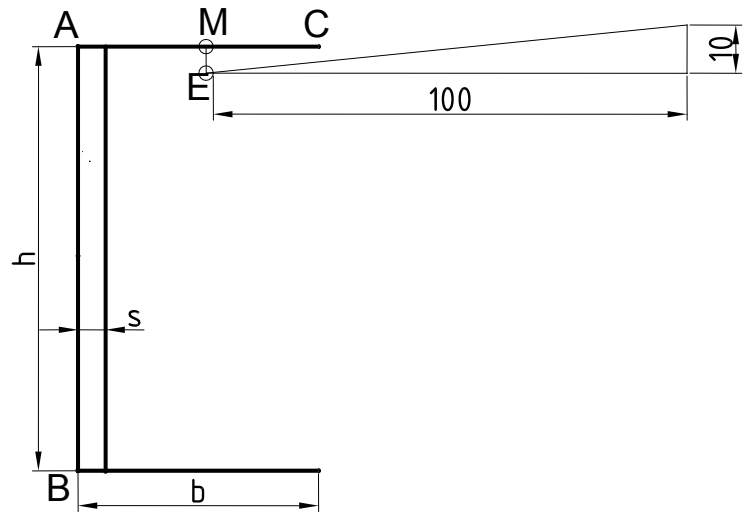
a



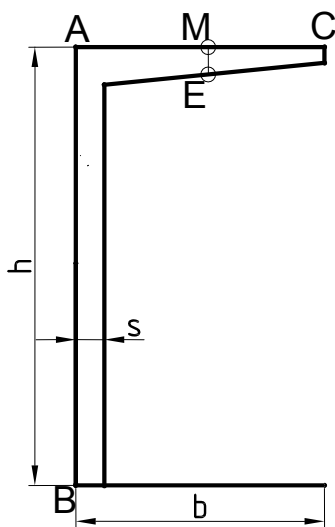
б



c



d



e



f

Рис. 2.34

Профіль двотаврової балки будується подібно до профілю швелера. Відмінність в тому, що при побудові уклонів 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 уклон в 12 % (рис. 2.35).

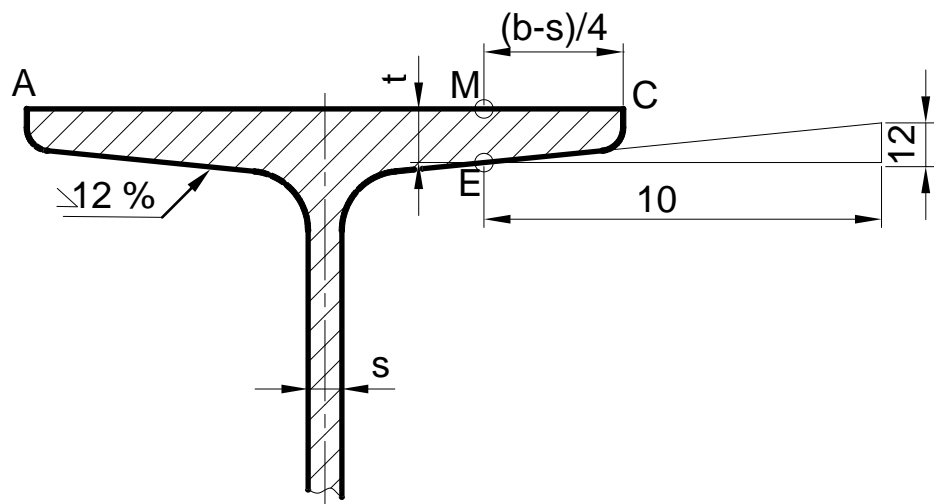


Рис. 2.35

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

При малих розмірах профілів необхідно виконувати креслення в масштабі 2:1, а при великих – рекомендується масштаб 1:1 (при цьому зображення виконують з розривом).

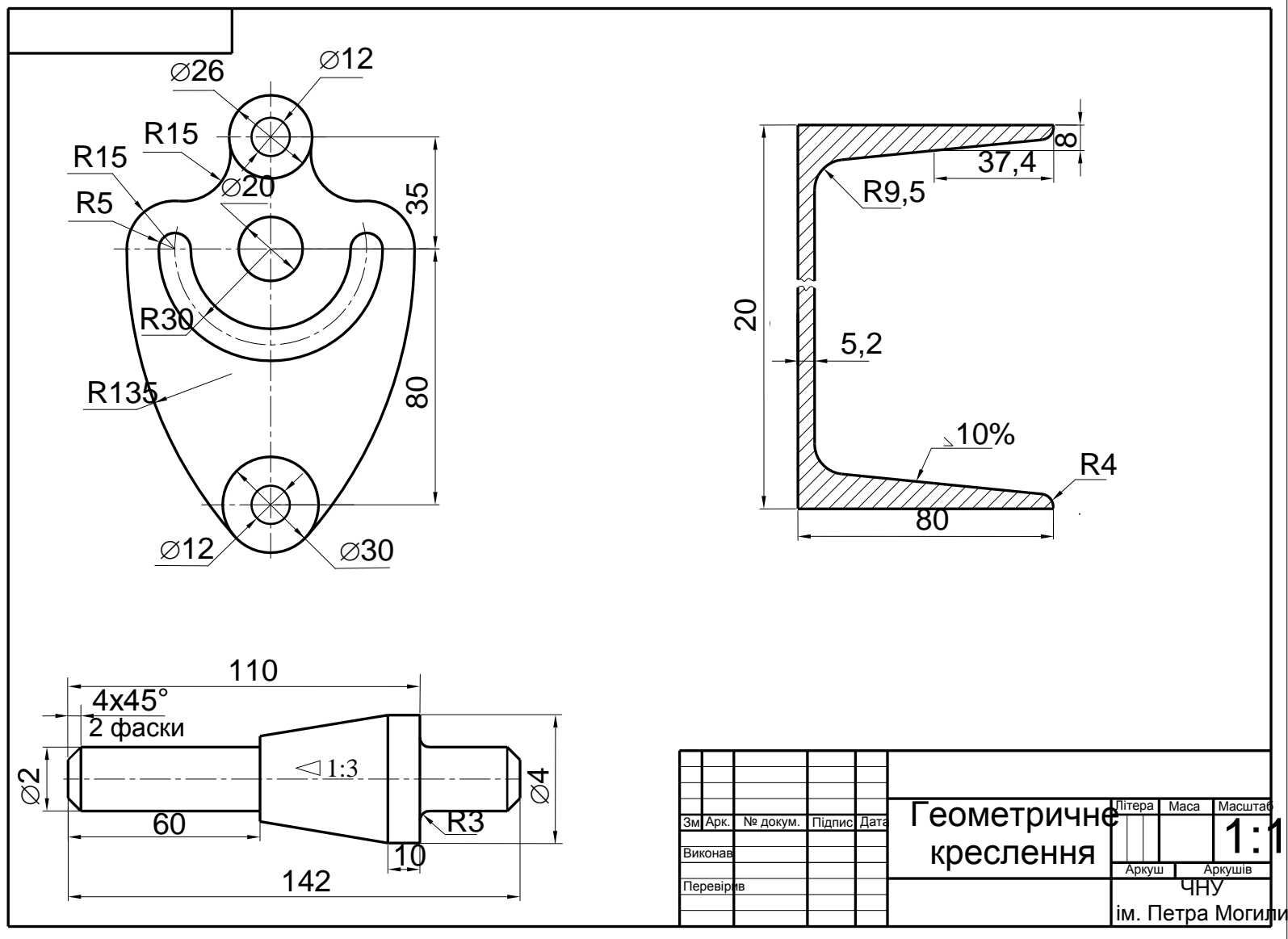


Рис. 2.36