

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

Г. С. Шепель, Т. М. Надкернична

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СТАНДАРТІВ ДСТУ ТА ISO

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за інженерно-технічними спеціальностями

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
2026

УДК 514.18:744(075.8)

Ш19

Автори: *Шепель Ганна Сергіївна*, ст. викл.
Надкернична Тетяна Миколаївна, ст. викл.

Рецензент *Залевський Сергій Володимирович*, к.т.н., доцент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки фізико-математичного факультету, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Голова Ольга Олександрівна*, к.т.н., доцент

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 9 від 26.06.2026 р.)
за поданням вченої ради фізико-математичного факультету
(протокол № 5 від 10.06.2026 р.)*

Шепель Г.С.
Ш19 Інженерна графіка. Геометричне креслення з використанням стандартів ДСТУ та ISO. [Електронний ресурс] : навч. посіб.: для здобувачів ступеня бакалавра за інженерно-технічними спеціальностями / Г. С. Шепель, Т. М. Надкернична; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 103 с.

У посібнику викладено теоретичні основи геометричних побудов та оформлення технічної документації з використанням стандартів ДСТУ та ISO. Містить відомості про побудову спряження, конусність, ухили, стандарти оформлення креслень. Особливістю посібника є порівняльне викладення вимог стандартів ГОСТ та ISO, що забезпечує студентам розуміння як традиційної системи ЄСКД, так і сучасних міжнародних норм технічного креслення. Приділено увагу покроковим алгоритмам виконання графічних робіт вручну. Наведено детальні рекомендації щодо аналізу геометричної форми контура та компонування зображень. Запропоновано раціональну методику побудови плоских контурів деталей. Призначений для здобувачів ступеня бакалавра за інженерно-технічними спеціальностями.

УДК 514.18:744(075.8)

Реєстр. № НП 25/26-499. Обсяг 7,0 авт. арк.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>
Свідectво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© Г. С. Шепель, Т. М. Надкернична, 2026
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026

Зміст

Вступ.....	4
1. Спряження	5
2. Конусність та ухили.....	14
3. Аналіз геометричної форми контура	20
4. Рекомендації до побудови контурів.....	22
5. Оформлення графічної документації.....	33
6. Формати	36
7. Основний напис.....	43
8. Масштаб	51
9. Типи ліній	54
10. Шрифти креслярські.....	60
11. Нанесення розмірів	67
12. Виконання кресленика деталі.....	74
Контрольні запитання.....	77
Список використаних джерел	78
Додаток А.....	79

Вступ

Інженерна графіка формує базові компетенції читання та виконання технічної документації, необхідні інженеру незалежно від галузі спеціалізації. Посібник супроводжує перше графічне завдання курсу – виконання кресленика деталі, що закладає фундаментальні навички геометричних побудов та стандартизованого оформлення технічної документації.

Ключовою особливістю посібника є відображення процесу гармонізації національної системи стандартизації з міжнародними вимогами. Україна перебуває в перехідному періоді впровадження стандартів серії ДСТУ ISO та ДСТУ EN ISO замість традиційної системи ЄСКД (ДСТУ ГОСТ). У посібнику паралельно викладено вимоги обох систем стандартів – від форматів аркушів і типів ліній до методів нанесення розмірів. Майбутні інженери працюватимуть як з архівною документацією вітчизняних підприємств за стандартами ДСТУ ГОСТ, так і з новими проектами за міжнародними стандартами ISO. Таке порівняльне висвітлення формує комплексне розуміння розвитку нормативної бази та готує студентів до професійної діяльності в умовах європейської інтеграції України.

Мета посібника – забезпечити комплексне методичне супроводження виконання графічної роботи через одночасне засвоєння теоретичних основ геометричних побудов, практичних навичок креслення вручну та нормативних вимог до оформлення. Структура побудована за принципом від простого до складного: теоретичний матеріал супроводжується детальними ілюстраціями та покроковими алгоритмами кожної побудови.

Враховуючи неоднорідний рівень довузівської підготовки студентів, матеріал викладено детально, з обґрунтуванням вибору методів побудови. Посібник розроблено відповідно до силабусів дисципліни «Інженерна графіка» та може використовуватися як для аудиторної роботи під керівництвом викладача, так і для самостійного опанування матеріалу.

1. Спряження

Проектування сучасних виробів машинобудування, приладобудування та робототехніки вимагає від інженера не лише знання проєкційних методів, а й розуміння геометричних закономірностей формування поверхонь.

Поверхні переважної більшості деталей на кресленнях зображають лініями (прямими або кривими), які плавно переходять одна в одну. Такі плавні переходи не є випадковими, вони чітко визначаються конструктивними властивостями виробів, специфікою їхнього функціонального призначення, а також обраною технологією виготовлення.

Спряженням називається плавний перехід однієї лінії (прямої або дуги) в іншу лінію. В основі будь-якого спряження лежить принцип геометричної дотичності, що забезпечує безперервність контуру деталі без різких зламів та перепадів.

Інженерне значення плавних переходів. Виконання спряжень на робочих кресленнях є критично важливим з огляду на кілька факторів:

- **Зниження концентрації напружень:** у місцях різкої зміни форми (гострих кутів) виникають зони підвищеної напруги, що значно знижує міцність деталі та може призвести до її передчасного руйнування під дією експлуатаційних навантажень. Спряження (конструктивний елемент деталей має назву галтелі) дозволяють рівномірно розподілити напруження по перерізу.
- **Технологічність виробництва:** при виготовленні деталей методом лиття наявність плавних переходів забезпечує якісне заповнення форми рідким металом та легке виймання готової моделі. При механічній обробці (фрезеруванні, точінні) форма різального інструменту природним чином формує радіусні переходи.
- **Естетика та ергономіка:** вироби з плавними обводами мають кращий зовнішній вигляд, є зручнішими та безпечнішими у користуванні, що особливо важливо для корпусних деталей та елементів керування.

Основні елементи спряження. Для точної побудови будь-якого спряження на кресленні необхідно графічно визначити три базові елементи:

1. **Центр спряження точка O** – є центром дуги переходу і рівновіддалена від ліній, що спрягаються.
2. **Радіус спряження R** – задана величина дуги кола, що виконує перехід.

3. **Точки спряження** – точки дотику, де відбувається фактичний перехід однієї лінії в іншу. Чітке визначення цих точок (наприклад, точок A і B на рис. 1.1 б) є обов’язковим, оскільки вони визначають межі побудови дуги.

Розглянемо практичне застосування цих принципів на конкретному прикладі. На рис. 1.1 представлено два кола діаметрами 30 та 40 мм, які плавно з’єднуються комбінованим способом: зверху – дугою кола радіусом $R=30$ мм між точками A і B (зовнішнє спряження), а знизу – спільною дотичною прямою між точками C і D . Алгоритм побудови такої деталі передбачає послідовне знаходження центра спряження (точка O), з якого надалі буде проведена дуга, та геометричне визначення точок спряження A , B і C , D в яких дугова та лінійна ділянки переходить у контур основних елементів деталі.

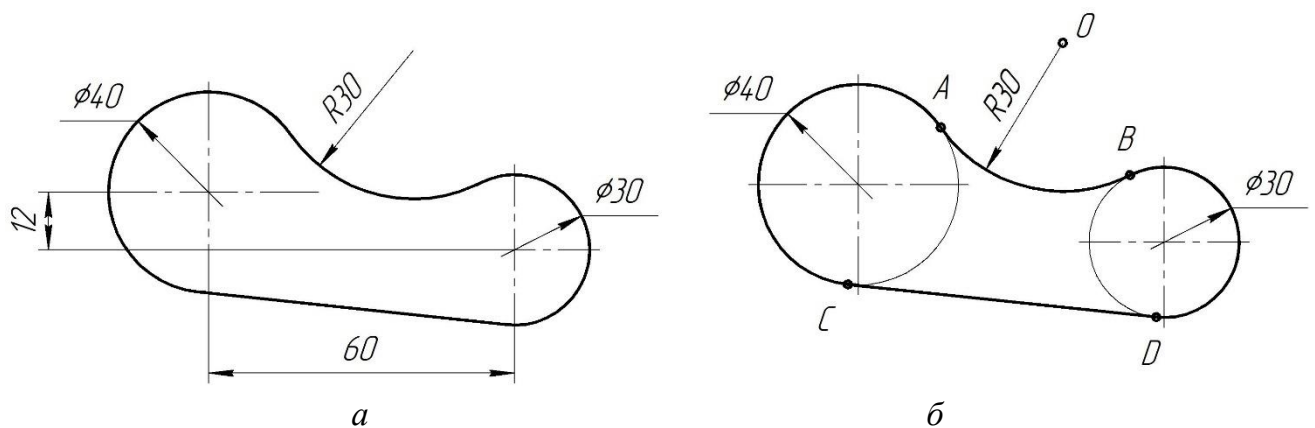


Рис. 1.1. Зразок побудови спряжень: a – креслення деталі;
 b – креслення з проміжними побудовами точок та центру спряження

Спряження двох дотичних кіл. Два кола будуть дотичними, якщо точка дотику K перебуває на прямій, яка з’єднує центри O_1 і O_2 (рис. 1.2). Дотик кола може бути зовнішнім (рис 1.2 а) або внутрішнім (рис. 1.2 б).

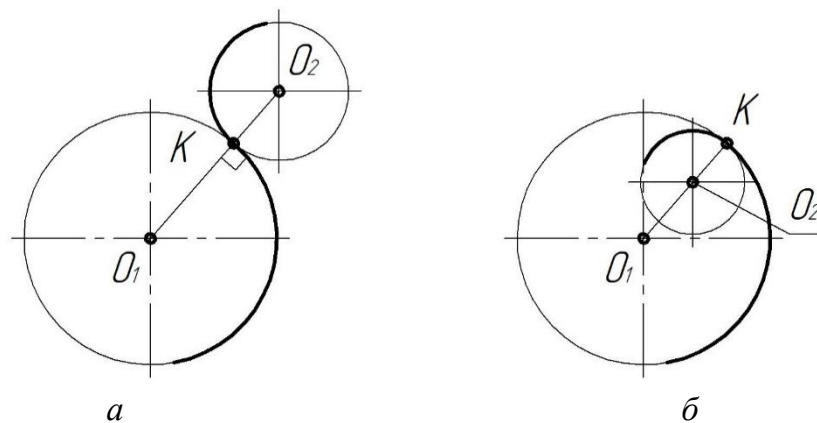


Рис. 1.2. Спряження двох дотичних кіл із зовнішнім (а) та внутрішнім (б) дотиком

Пряма дотична до кола, якщо вона перпендикулярна до радіуса, проведеного до точки дотику (рис. 1.3). Для проведення дотичної прямої із заданої точки A до кола з центром в точці O будують прямий кут OKA (рис. 1.4) як внутрішній кут допоміжного кола діаметром OA .

Для цього з'єднують центр кола O з заданою точкою A та будують серединний перпендикуляр до OA . Знайдена проєкція точки O_1 буде центром допоміжного кола діаметром OA . Точка перетину кіл з центрами в точках O та O_1 позначена K і вона є шуканою точкою дотику.

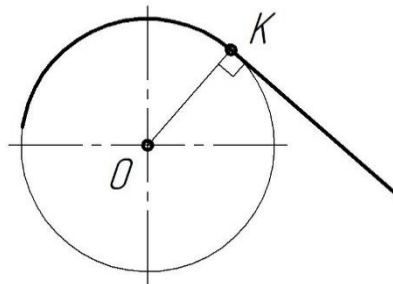


Рис. 1.3. Пряма, що є дотичною до кола

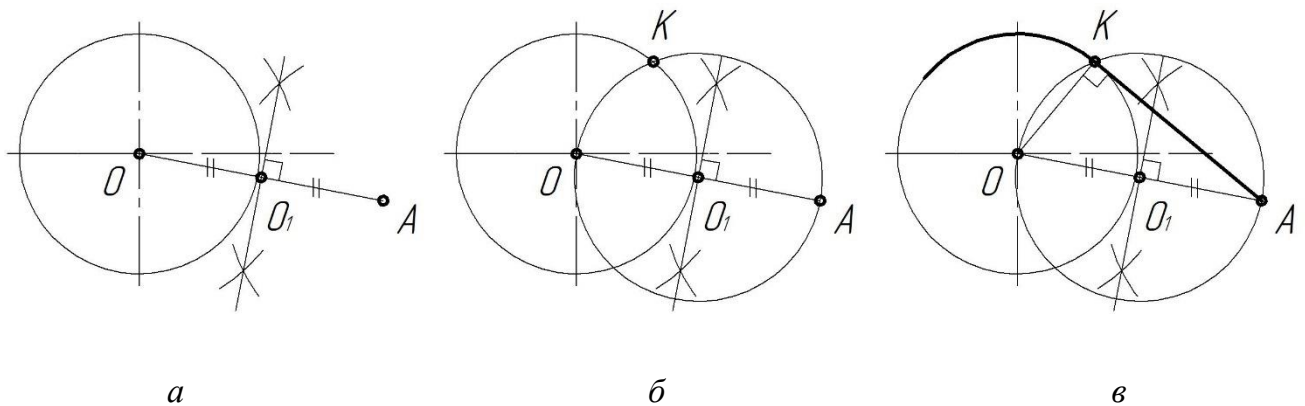


Рис. 1.4. Побудова дотичної до кола в точці K : побудова серединного перпендикуляра до відрізка OA (a); знаходження точки дотику K ($б$); побудова дотичної ($в$)

Спряження двох кіл дугою. Така задача вимагає знаходження точки, яка рівновіддалена від точок дотику обох тіл. Для цього спочатку потрібно знайти геометричне місце точок для одного кола, потім – для іншого.

Центр дуги спряження O двох кіл перебуває на серединному перпендикулярі до прямої, яка з'єднує їх центри O_1 і O_2 і на однаковій відстані від точки дотику. Спряження дугою двох кіл може бути зовнішнім (рис. 1.5 a), внутрішнім (рис. 1.5 $б$) та змішаним (розглянемо на прикладі рис. 1.6 $a, б$).

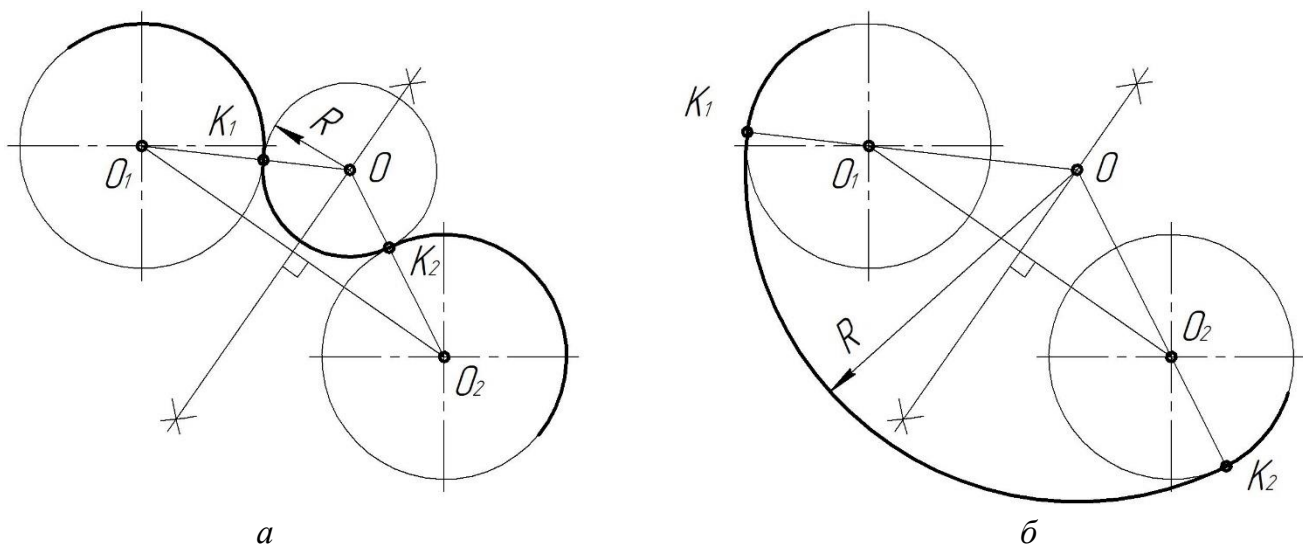


Рис. 1.5. Зовнішнє (а) та внутрішнє (б) спряження кіл однакового радіуса

При спряженні двох **кіл різних радіусів** аналогічно маємо три види дотику кіл: зовнішнє (рис. 1.6), внутрішнє (рис. 1.7), змішане (рис. 1.8). Для побудови спряження в загальному випадку необхідно визначити точку центру спряження O та точки переходу – точки спряження K_1, K_2 .

Для **зовнішнього спряження** (рис. 1.6) центр O дуги спряження буде віддалений від центрів заданих кіл на відстань суми радіусів відповідного кола та радіуса спряження (він завжди задається). Величиною радіуса $R_{cn} + R_1$ будується засічка з центру першого кола O_1 , а величиною радіуса $R_{cn} + R_2$ – будується засічка з центру другого кола O_2 .

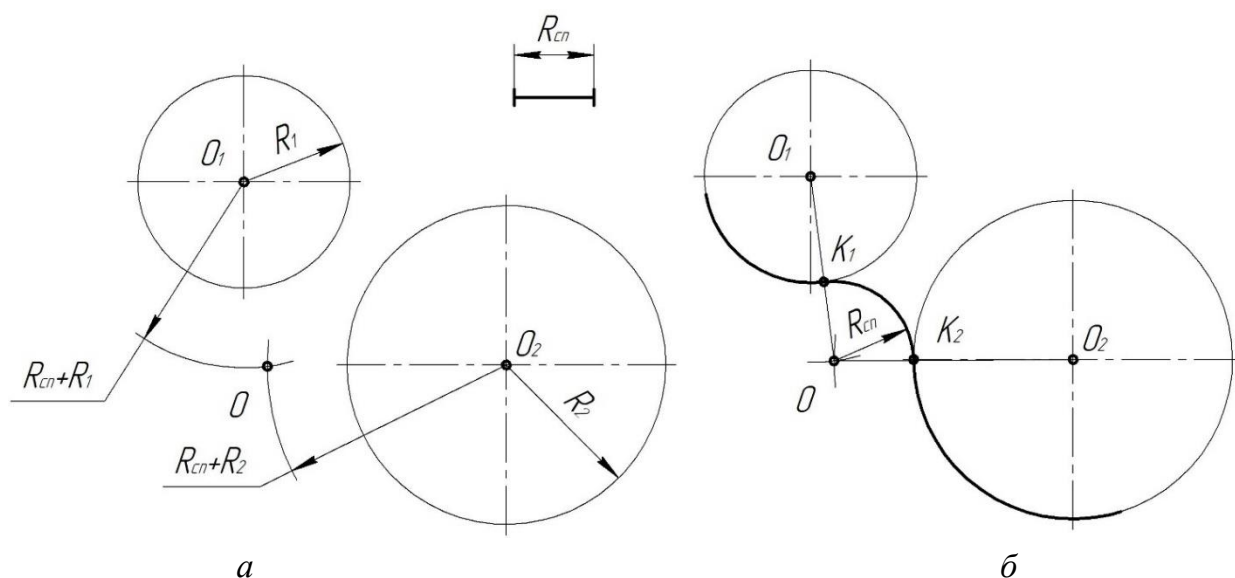


Рис. 1.6. Зовнішнє спряження кіл різних радіусів: а – пошук центра спряження O ; б – визначення точок спряження K_1, K_2

У місці перетину засічок знаходиться центр спряження O . Отриману точку O потрібно з'єднати з центрами обох кіл O_1 та O_2 . У місцях перетину прямих з колами отримаємо точки спряжень – K_1 та K_2 . Дуга спряження будується з центру O заданим радіусом спряження R_{cn} між точками K_1 та K_2 .

Для побудови **внутрішнього спряження** (рис. 1.7) виконують аналогічні побудови, але центр спряження O знаходимо за різницею радіусів $R_{cn} - R_1$ та $R_{cn} - R_2$. Отриману точку центра спряження O потрібно з'єднати з центрами обох кіл O_1 та O_2 і продовжити до протилежної сторони заданого кола. У місцях перетину прямих з колами отримаємо точки спряжень – K_1 та K_2 . Дуга спряження будується з центру O заданим радіусом спряження R_{cn} між точками K_1 та K_2 .

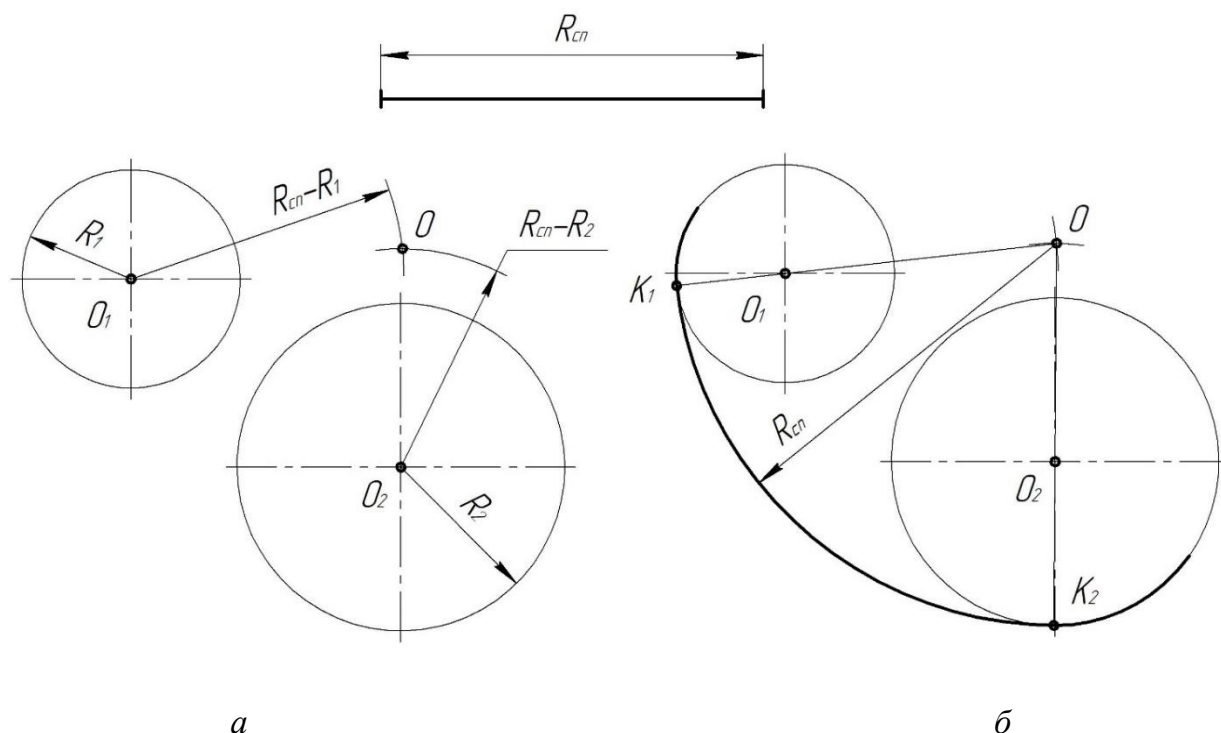


Рис. 1.7. Внутрішнє спряження кіл різних радіусів: *а* – пошук центра спряження O ; *б* – визначення точок спряження K_1, K_2

Для побудови **змішаного спряження** (рис. 1.8) використовується комбінація зовнішнього та внутрішнього спряжень. Для одного кола з центром O_1 та радіусом R_1 робиться засічка радіусом $R_{cn} - R_1$ (точка спряження K_1 буде знаходитися у нижній правій чверті кола, як для внутрішнього спряження).

Для другого кола з центром O_2 та радіусом R_2 – засічка радіусом $R_{cn} + R_2$ (точка спряження K_2 буде знаходитися у верхній лівій чверті кола, як для зовнішнього спряження).

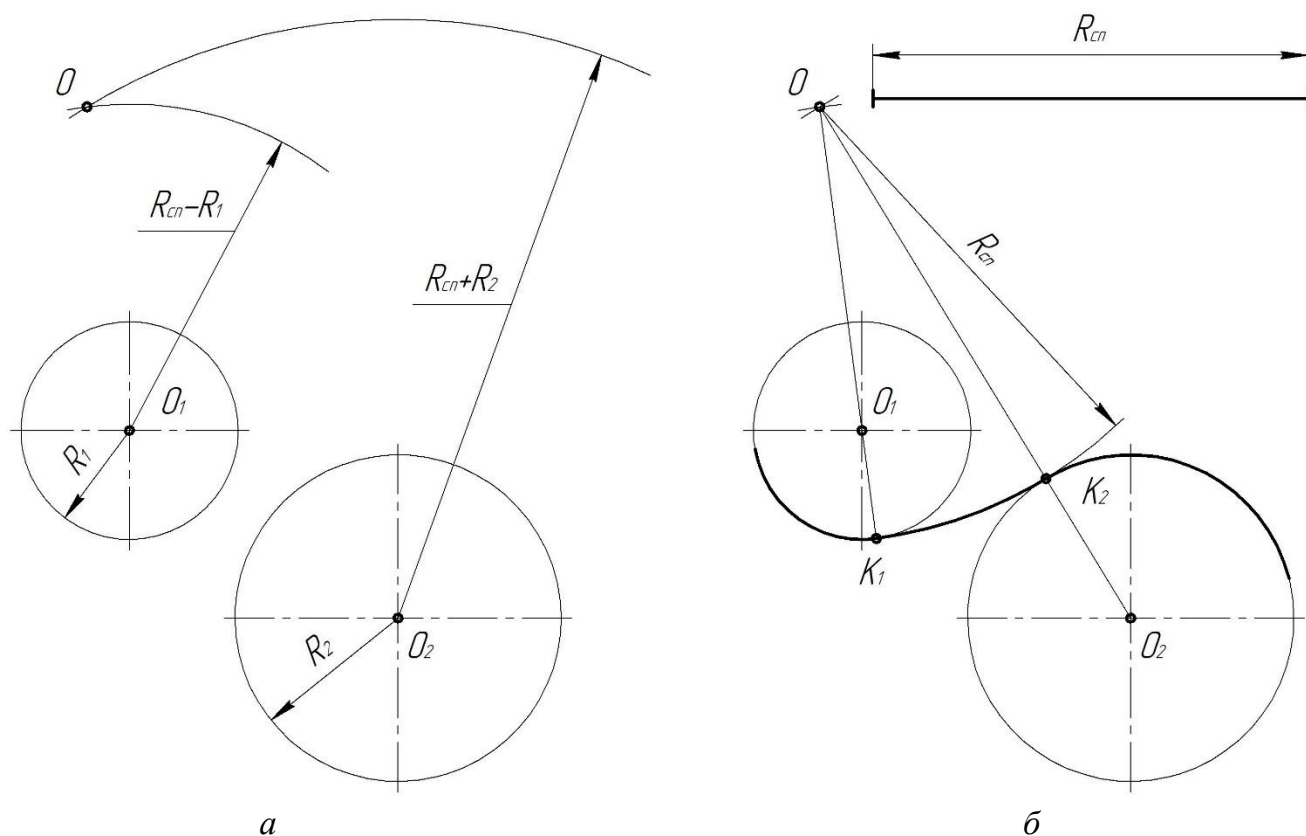


Рис. 1.8. Змішане спряження двох кіл різних радіусів: *а* – пошук центра спряження *O*; *б* – визначення точок спряження *K₁*, *K₂*

Спряження двох кіл дотичною прямою. Необхідно знайти пряму, що перпендикулярна до радіусів двох кіл – з'єднати центрів кіл *O₁* та *O₂* і поділити відрізок *O₁O₂* навпіл в точці *A* (рис. 1.9). З центром у точці *A* проводиться дуга радіусом *O₁A* = *O₂A*.

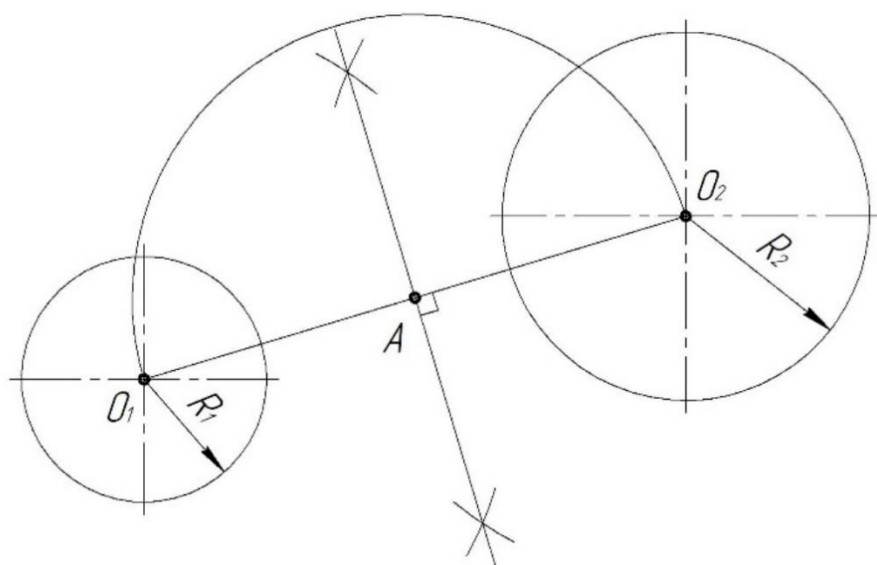


Рис. 1.9. Побудова змішаного спряження двох кіл

З центра більшого кола O_2 проводиться коло радіусом $R_2 - R_1$ (рис. 1.10). На перетині побудованого кола і дуги позначається точка B_2 . З центра кола O_2 через точку B_2 проводиться промінь на зовнішню сторону кола.

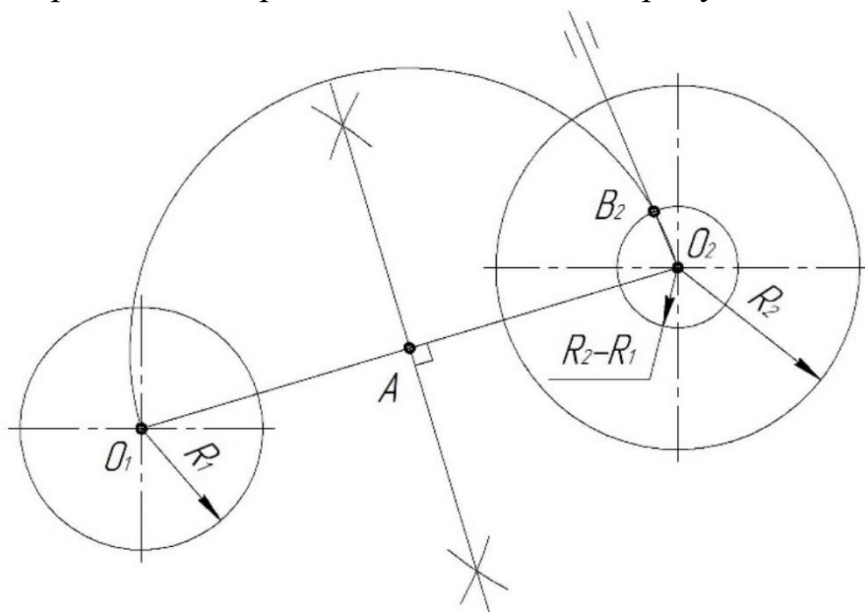


Рис. 1.10. Побудова змішаного спряження двох кіл

На перетині побудованого променя та кола отримуємо точку K_2 . Паралельно до O_2K_2 проводиться промінь з центра меншого кола O_1 до перетину з самим колом – знайдемо точку K_1 (рис. 1.11).

Перевірка правильності побудови: якщо з'єднати точки O_1 та B_2 – отримаємо катет прямокутного трикутника з гіпотенузою O_1O_2 . З'єднавши точки K_1 та K_2 отримаємо шукану побудову дотичної прямої до заданих кіл (рис. 1.12).

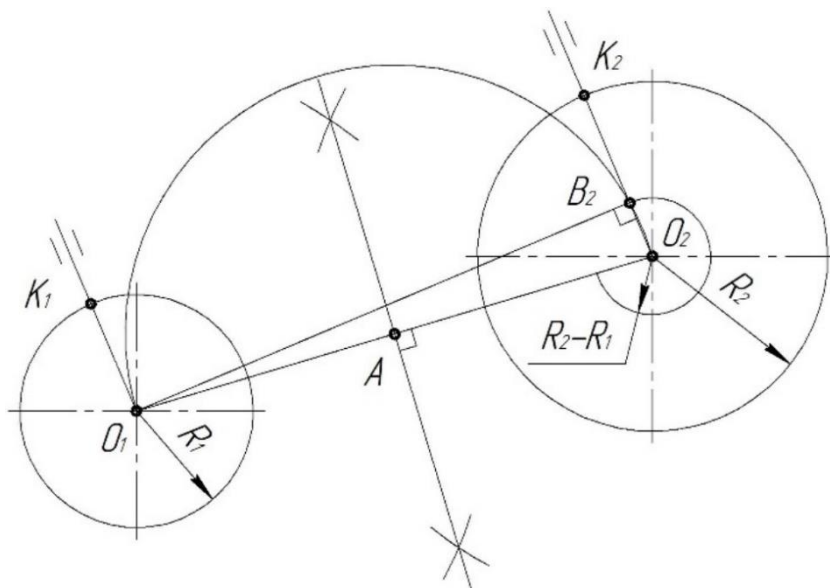
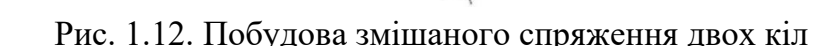
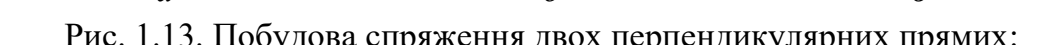


Рис. 1.11. Побудова змішаного спряження двох кіл

[illegible]

ести паралельні прямі на відстані R_{cn} до заданих прямих – отрима

Побудова спряження гострого кута поетапно показана на рис. 1.14, загальний принцип побудови повторюється. На рис. 1.15 представлено послідовну побудову спряження двох прямих, розташованих під тупим кутом.

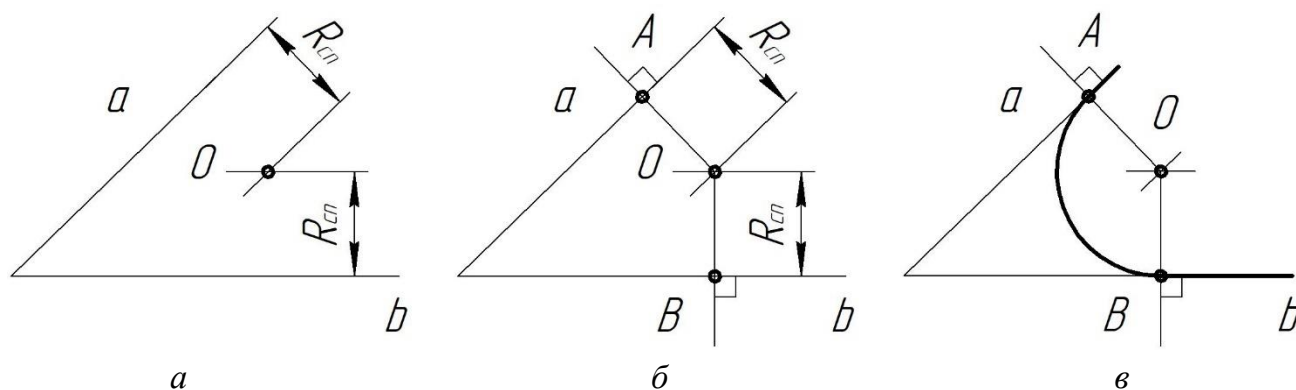


Рис. 1.14. Побудова спряження двох прямих, що утворюють гострий кут:
 а – провести паралельні прямі на відстані R_{cn} до заданих прямих – отримати точку центра спряження O ; б – побудувати перпендикуляри з точки O до заданих прямих – отримати точки спряження A і B ; в – величиною радіуса R_{cn} побудувати спряження з центру O від точки A до B

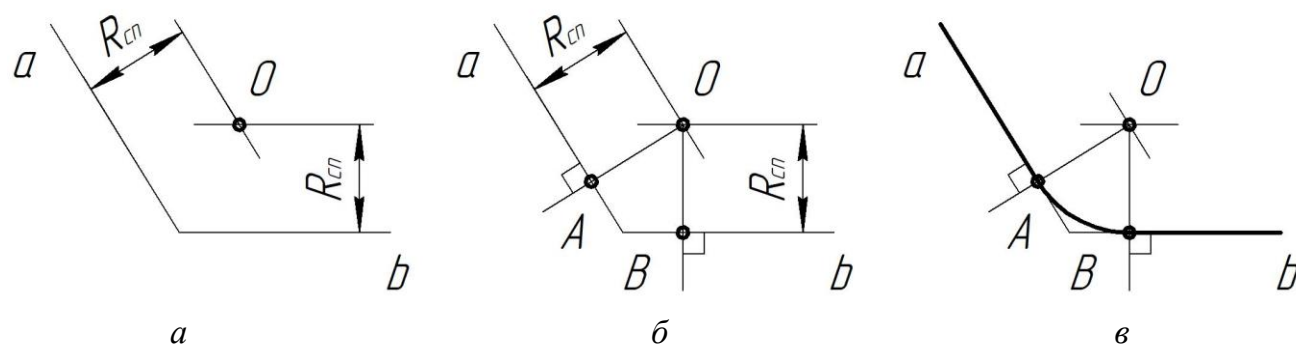


Рис. 1.14. Побудова спряження двох прямих, що утворюють тупий кут:
 а – провести паралельні прямі на відстані R_{cn} до заданих прямих – отримати точку центра спряження O ; б – побудувати перпендикуляри з точки O до заданих прямих – отримати точки спряження A і B ; в – величиною радіуса R_{cn} побудувати спряження з центру O від точки A до B

2. Конусність та ухили

Конусністю називають відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними (рис. 2.1):

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

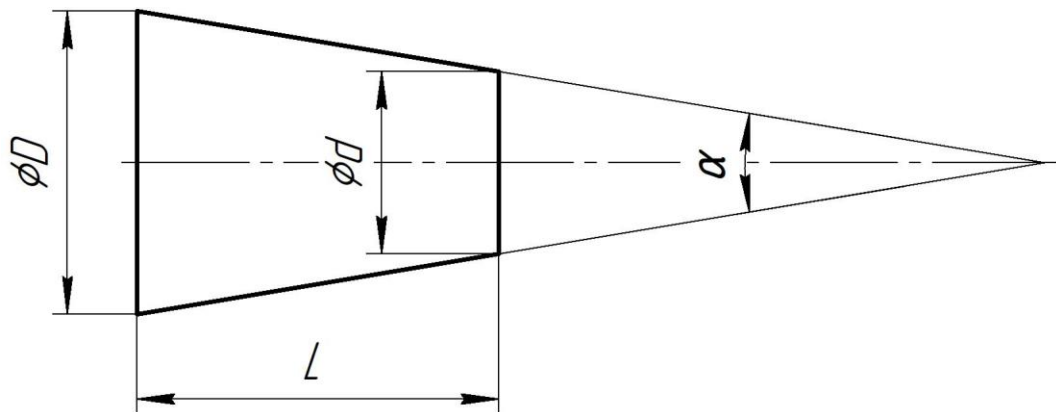


Рис. 2.1. Конусність

Якщо конічна поверхня є повним конусом, то конусність визначають як відношення діаметра основи конуса до його висоти, тобто $C = D / l$.

Конусність слід зазначати за допомогою графічного символу, наведеного на рис. 2.2, розташованого по центру опорної лінії. Його вершину спрямовують у бік вершини конуса.

Кількість розмірів на кресленику повинна бути мінімальною, але достатньою для однозначного визначення геометрії деталі, її виготовлення та контролю. Не допускається дублювання або нанесення надлишкових розмірів, які не несуть функціонального навантаження.

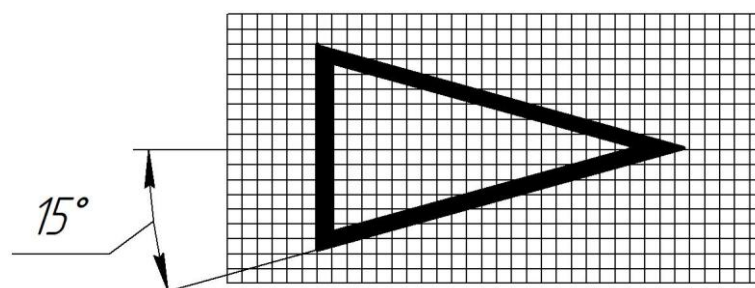


Рис. 2.2. Графічне позначення конусності

Вибір параметрів для задання конічної поверхні залежить від конструктивних вимог до деталі та технології її обробки. Типові варіанти поєднання розмірів (таких як діаметри основ, довжина/висота конуса, кут нахилу або конусність) наведено на рис. 2.3.

Допоміжні розміри: За необхідності надання додаткової інформації, яка полегшує читання кресленика, можуть бути вказані допоміжні розміри. Такі розміри не підлягають контролю під час приймання виробу і наносяться в круглих дужках.

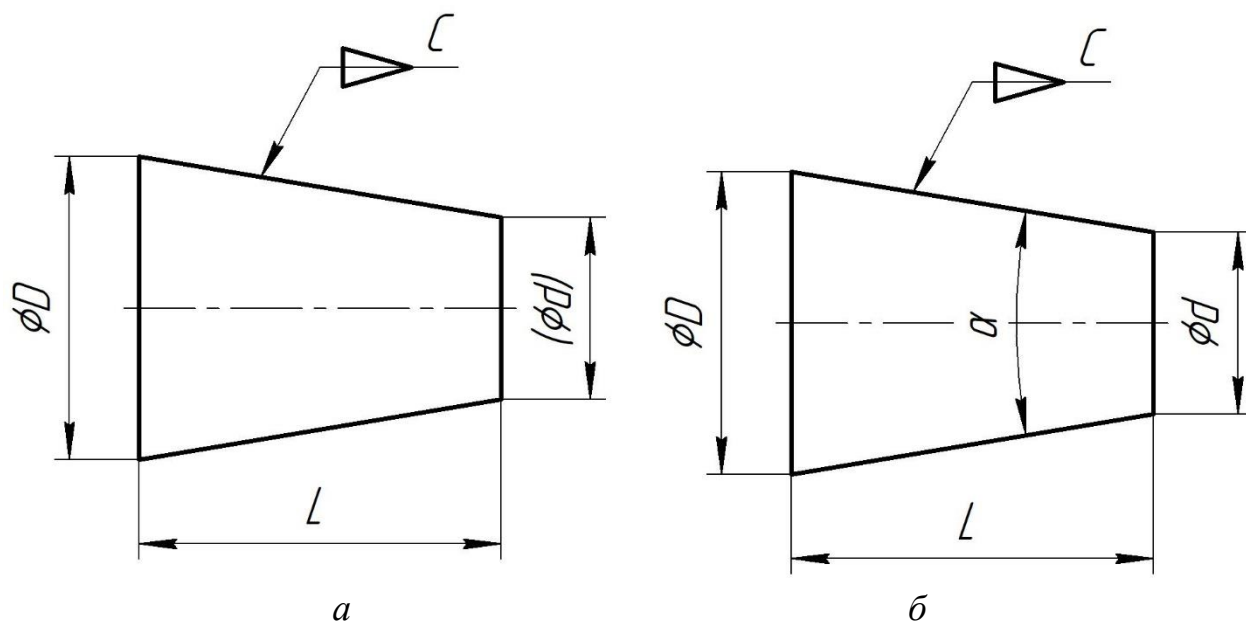


Рис. 2.3. Варіанти поєднання параметрів для задання конічної поверхні:

a – з використанням допоміжного розміру (*d*);

б – комбіноване задання через лінійні та кутові параметри

Графічний символ конусності разом із її числовим значенням слід розміщувати безпосередньо біля відповідного конструктивного елемента. Оформлення цього напису виконують згідно з такими правилами (рис. 2.4):

- Опорна лінія (поличка), на якій розташовується символ та значення, повинна бути проведена паралельно осі конуса;
- Лінія-виноска, що відходить від полички, має закінчуватися стрілкою на контурі конічної поверхні;
- Графічний символ конусності – вказує напрям звуження поверхні.

Запис вигляду 1:5 є стандартною формою представлення значення конусності на технічній документації.

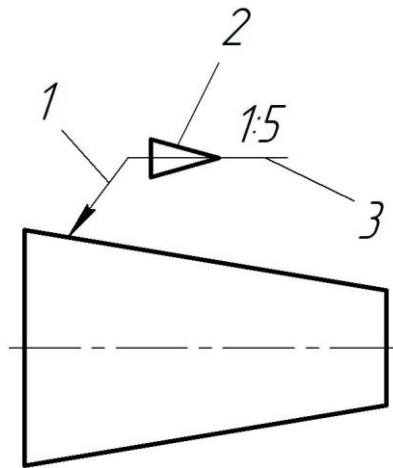


Рис. 2.4. Структура позначення конусності: 1 – лінія-виноска; 2 – графічний символ конусності; 3 – опорна лінія

Для конусів, що належать до стандартизованих рядів (зокрема метричних або конусів Морзе за ISO 1119), на полиці лінії-виноски замість числового значення конусності вказують їхнє умовне позначення. Наприклад, замість дробового запису «1:20,047» використовують кодифікацію «Конус Морзе 1» (рис. 2.5). Такий підхід спрощує читання кресленика та однозначно визначає всі геометричні параметри деталі згідно зі стандартом.

Використання стандартизованих інструментальних конусів в інженерній практиці зумовлене необхідністю забезпечення високої точності центрування та надійної фіксації деталей, які підлягають частому збиранню та розбиранню. Конуси Морзе та метричні конуси є ключовими стандартами для кріплення оснащення у шпинделях верстатів, оскільки їхня геометрія забезпечує самоцентрування та можливість передачі значних зусиль. Оскільки кожен номер такого конуса має суворо визначені в стандартах табличні значення діаметрів, довжин та допусків, зазначення лише умовної назви на кресленику є цілком достатнім для його точного виготовлення та технічного контролю.

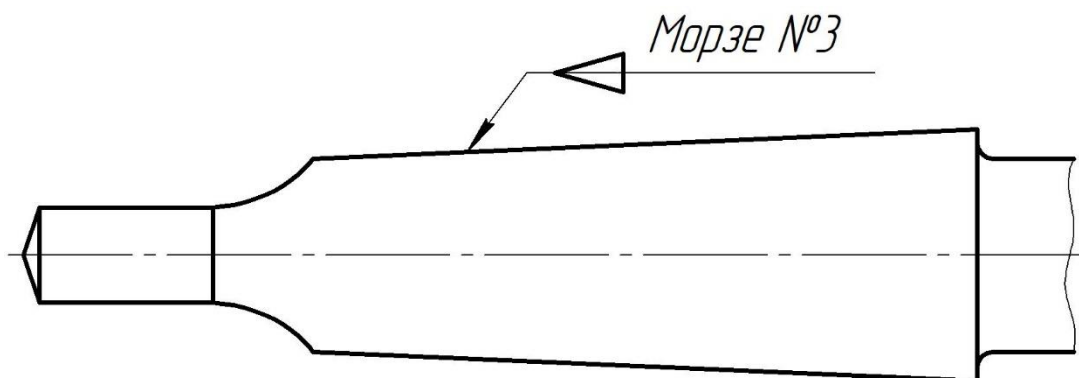


Рис. 2.5. Приклад позначення стандартного інструментального конуса Морзе

Щоб накреслити контур зображення конічної поверхні, достатньо знати величину її конусності, діаметр однієї з основ конуса і довжину/висоту конічної поверхні. Діаметр другої основи конуса розраховують або будують графічно. Наприклад, якщо конусність дорівнює 1:3, $D = 40$ мм і $L = 70$ мм, то можемо розрахувати:

$$d = D - C \times L = 40 - \frac{1}{3} \times 70 = 16,67$$

Графічно визначити діаметр d можна наступним чином. Якщо будувати повний конус, то $d = 0$, тоді будемо мати співвідношення:

$$C = \frac{D}{L} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{40}{70}$$

Це співвідношення показує, що повна висота конуса від основи до вершини дорівнює трьом основам, а графічно виглядатиме так, як показано на рис. 2.6.

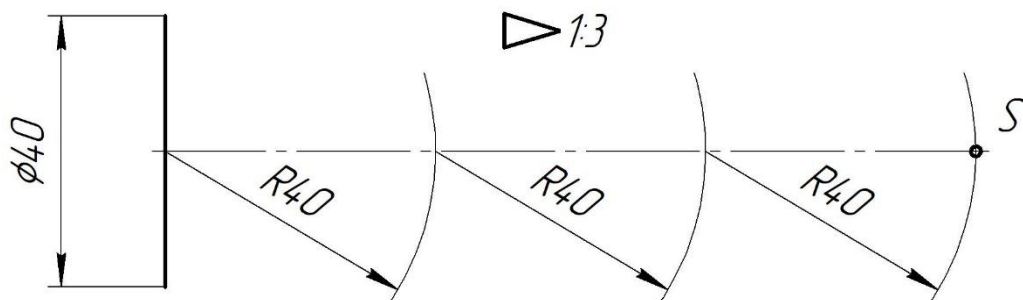


Рис. 2.6. Побудова вершини конуса

З'єднавши основу конуса із вершиною S (остання засічка $R 40$), отримаємо конічну поверхню із заданою конусністю. Обмеживши висоту конуса від заданої основи величиною 70 мм, отримаємо другу основу конуса (рис. 2.7). На рис. 2.8 наведена завершена побудова конуса.

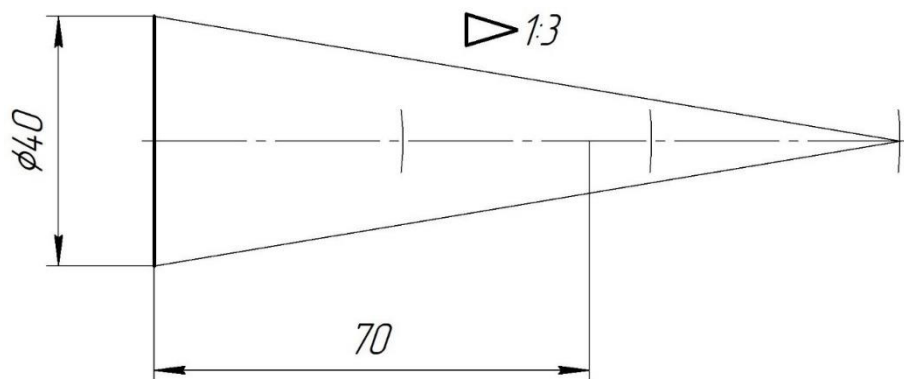


Рис. 2.7. Побудова повної висоти конуса

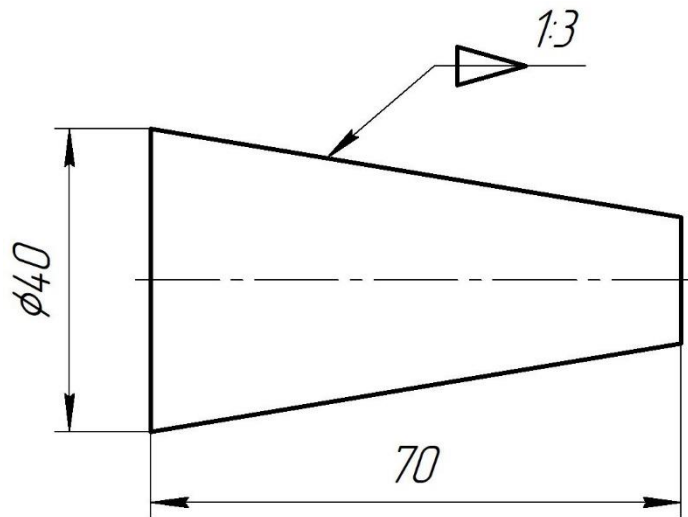


Рис. 2.8. Приклад оформлення та нанесення умовного позначення конусності

Багато деталей мають похилі поверхні. Нахил одних поверхонь відносно інших на кресленнях задають за допомогою величини ухилів. Наприклад, ухили мають поверхні профілів прокату: рейки, швелери, таврові балки.

Ухилом називають величину, що характеризує нахил прямої лінії відносно іншої горизонтальної або вертикальної прямої. На кресленику ухили позначаються у вигляді числових співвідношень ($1:3$; $1:5$; $1:8$; $1:10$; $1:12$, тощо) або у відсотках (10% ; 12% , тощо).

Перед числовим співвідношенням наносять знак ухилу , гострий кут якого спрямовують в бік ухилу (рис. 2.9).

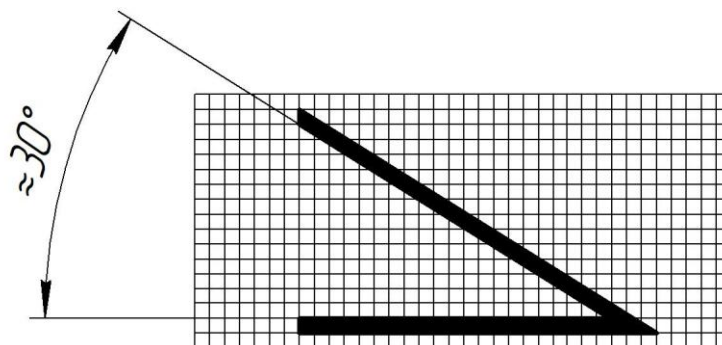


Рис. 2.9. Графічне позначення ухилу

Розглянемо приклад на рис. 2.10: якщо $AB = 100$, а $CB = 20$, то ухил розраховується співвідношенням CB до AB , а саме:

$$\frac{CB}{AB} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5} = 20\%$$

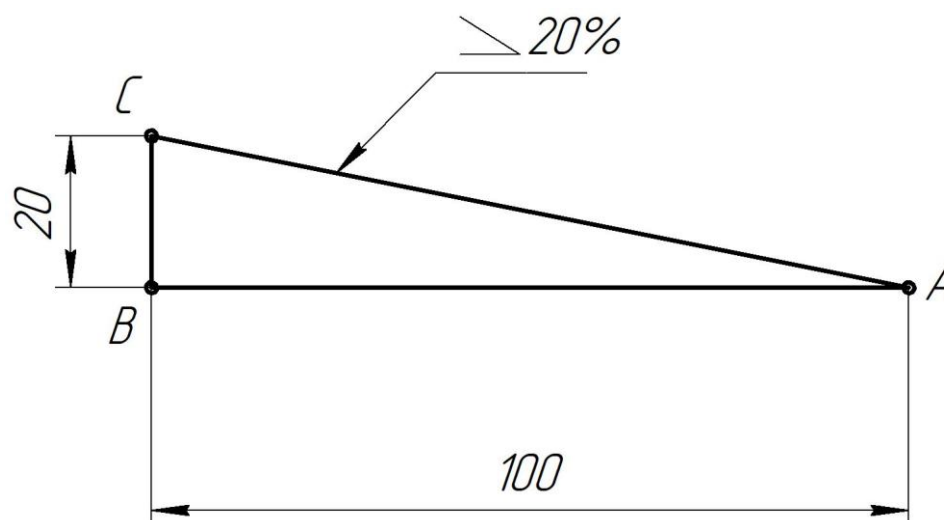


Рис. 2.10. Позначення ухилу на кресленику

3. Аналіз геометричної форми контура

Зовнішні обриси деталей, відображені на технічних креслениках, складаються з плоских геометричних фігур. Вони утворюються завдяки поєднанню прямих ліній та криволінійних елементів. Прямі лінії представляють грані різноманітних геометричних тіл і можуть розташовуватися паралельно, під прямим кутом або утворювати різні кути. Криволінійні елементи переважно являють собою фрагменти кіл.

Побудова фігури контура зображення на технічному кресленнику потребує виконання низки геометричних побудов, кожна з яких визначає просторове співвідношення між різними елементами контуру. Найпоширеніші включають побудову геометричних фігур, поділ відрізків прямих, кутів і кіл рівні частини, а також побудову відрізків прямих із заданими параметрами взаємного розташування.

Перед початком виконання побудови необхідно визначити, які саме геометричні операції будуть застосовані. Процес визначення необхідних геометричних побудов для створення кресленика отримав назву аналізу графічного складу зображення. Суть цього аналізу полягає в декомпозиції процесу створення контуру на окремі геометричні побудови.

Грамотно виконаний аналіз створює фундамент для визначення раціональної послідовності графічних дій, що напряду впливає на точність та якість виконаної роботи. Дотримання структурованого алгоритму побудов запобігає накопиченню графічних неточностей, особливо при створенні складних з'єднань та розподілі елементів на сегменти. Це формує професійний підхід до створення технічної документації, де кожна складова має точно відповідати нормативним вимогам та забезпечувати максимальну зрозумілість і чіткість інтерпретації зображення.

Розглянемо приклад. На рис. 3.1 показано покрокову побудову зображення контура плоского предмета. Щоб накреслити його, необхідно виконати наступні побудови. Спочатку провести дві взаємно перпендикулярні осьові лінії. На перетині осьових ліній накреслити два концентричні кола діаметрами 32 і 50 мм.

Потім слід провести дві вертикальні лінії на відстані 28 мм одна від одної та лінію, паралельну горизонтальній осьовій лінії, на відстані 45 мм від неї. Після цього необхідно поділити коло діаметром 32 мм на три рівні частини і з центрів отриманих точок провести три кола діаметром 10 мм. Завершальним етапом є простановка розмірів (рис. 3.2).

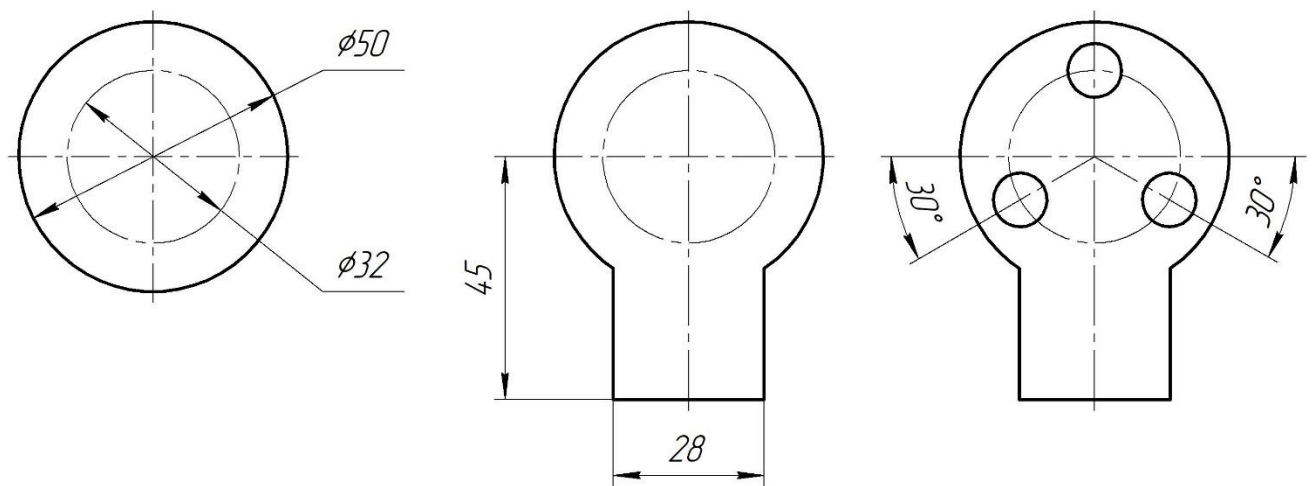


Рис. 3.1. Покрокова побудова контура плоского предмета

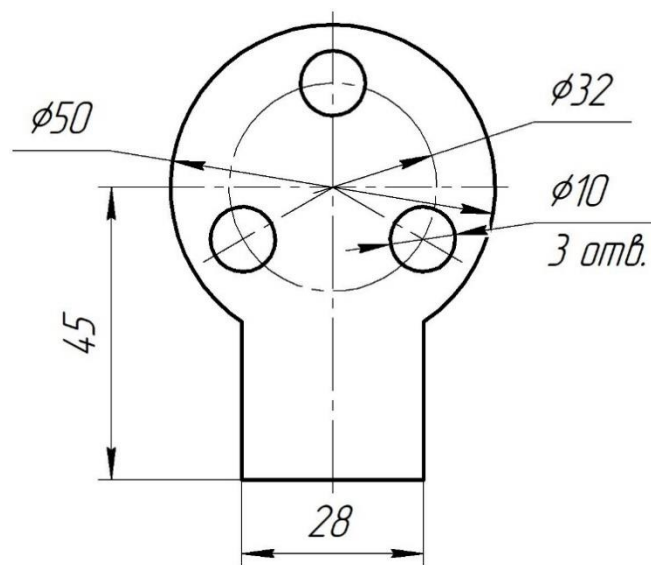


Рис. 3.2. Зображення контура плоского предмета

Узагальнюючи розглянутий приклад (рис. 3.3), слід підкреслити: попереднє планування черговості побудови суттєво спрощує процес виконання креслення.

До початку практичної роботи потрібно провести аналіз деталі, що охоплює: **геометричну декомпозицію**: поділ складної форми на базові елементи (прямі, кола, дуги) та **визначення ієрархії побудов**: завжди спочатку будуються базисні елементи та осьові лінії, потім – замикаючі елементи (спряження).

Такий аналітичний метод дозволяє уникнути накопичення графічних помилок. Продумана послідовність дій – від загальної конфігурації до дрібних радіусних елементів – є гарантією точності та високої професійної якості конструкторської документації.

4. Рекомендації до побудови контурів

У машинобудуванні та приладобудуванні широко застосовуються деталі, один з габаритних розмірів яких (товщина або висота) є суттєво меншим порівняно з двома іншими – довжиною та шириною. Такі вироби отримали назву **плоских деталей**. До цієї категорії належать різноманітні технологічні елементи: пластини кріплення, ущільнювальні прокладки, монтажні підкладки, силові кутники, фланці, тощо. Переважно їх виготовляють методами обробки листових матеріалів, наприклад, алюмінієвого прокату, картону технічного призначення, сталевих жерсті різної товщини, багатошарової фанери, тощо.

Кресленик плоскої деталі (рис. 4.1 а) характеризується особливою специфікою – він містить лише одну проєкцію, яка, як правило, являє собою вид спереду (фронтальну проєкцію). Така єдина проєкція надає вичерпну інформацію про геометричну конфігурацію виробу та всіх його конструктивних елементів.

Товщину плоскої деталі на кресленнику зазначають за допомогою спеціального умовного позначення. Відповідно до стандартів, для цього використовують латинську літеру *s*, яку розміщують безпосередньо перед числовим значенням товщини матеріалу в міліметрах. Таке умовне позначення наносять на горизонтальну поличку лінії-виноски (рис. 4.1 б), що забезпечує чітку ідентифікацію параметра без необхідності створення додаткових проєкцій або перерізів.

Застосування одного зображення для документування плоских виробів суттєво підвищує продуктивність конструкторської роботи. Такий підхід дозволяє оптимально використовувати робочу площу креслеників без будь-яких втрат щодо повноти технічної інформації про виріб.

Крім спрощеного вказування товщини через символ *s*, фронтальна проєкція забезпечує повне та точне визначення просторового розташування всіх функціональних елементів: технологічних отворів під кріпильні елементи, робочих пазів, вирізів для монтажу, контурних вигинів та інших характерних особливостей деталі. Така однозначність є важливою для сучасних технологічних операцій, зокрема координатно-пробивного штампування, високоточного лазерного або плазмового різання листових заготовок, а також для програмування верстатів з числовим програмним керуванням.

Однопроєкційне креслення плоских деталей забезпечує високий рівень технологічності конструкторської документації, повністю відповідає вимогам національних та міжнародних стандартів, а також адаптоване для інтеграції в системи автоматизованого проєктування.

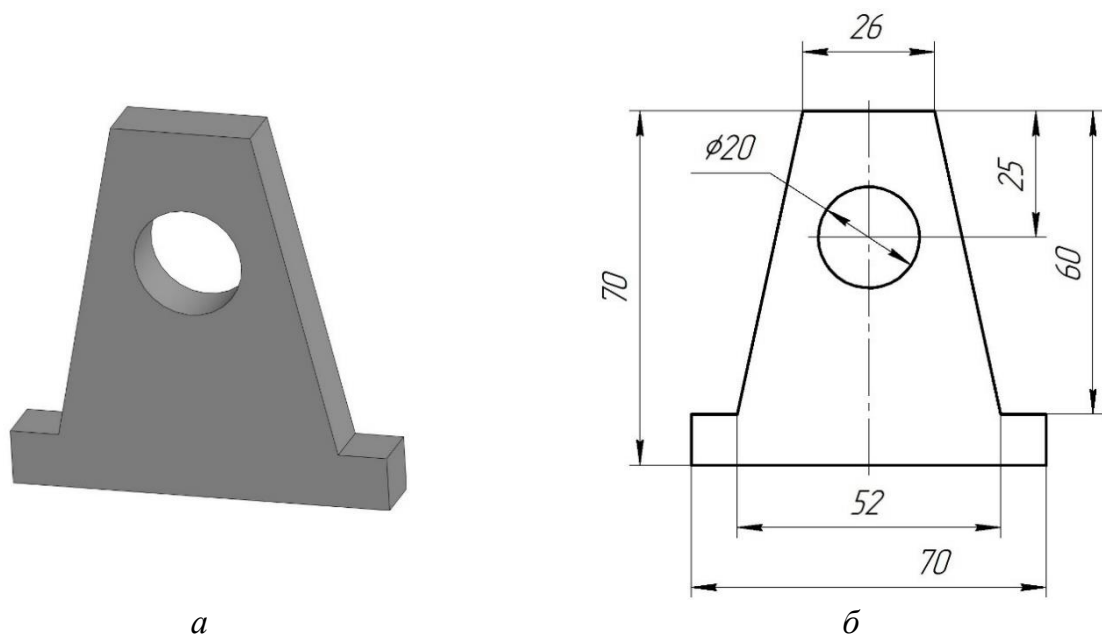


Рис. 4.1. Зображення плоского предмета: *a* – загальний вигляд; *б* – креслення

Принципи раціонального розміщення зображень. При виконанні креслення конструктор має забезпечити оптимальне використання робочого поля кресленика. Графічне представлення деталі слід розташовувати таким чином, щоб максимально ефективно заповнити доступну площу формату, уникаючи як надмірної концентрації елементів, так і порожніх зон.

Загальноприйнятою практикою є виконання креслеників із зображенням об'єктів у масштабі 1:1 (натуральна величина). Проте безпосереднє застосування цього підходу не завжди є доцільним з практичної точки зору.

Коли габаритні розміри деталі є невеликими, її відображення в натуральну величину призводить до утворення компактного зображення, навколо якого залишається значна невикористана площа кресленика. Така ситуація знижує читабельність кресленика та ускладнює сприйняття дрібних конструктивних елементів. Також дрібне зображення ускладнює постановку розмірів.

Протилежна проблема виникає при документуванні великогабаритних виробів. Зображення таких об'єктів у масштабі 1:1 може повністю заповнити робоче поле кресленика, не залишаючи достатнього простору для розміщення розмірних ліній, технічних вимог, позначень шорсткості поверхонь, допусків форми та розташування, а також інших обов'язкових елементів технічної документації.

Стандартизоване масштабування. Для вирішення цих завдань у технічному кресленні застосовують спеціальний інструмент – **масштаб**

зображення. Масштаб дозволяє пропорційно збільшити або зменшити всі лінійні розміри відображуваного об'єкта, зберігаючи при цьому геометричну подібність зображення до реального виробу. Кути при масштабуванні не змінюються.

Важливо усвідомлювати, що масштабування на технічних креслениках не є довільним процесом. Застосування випадкових коефіцієнтів збільшення або зменшення (наприклад, 1:3,5 або 1,7:1) є неприпустимим, оскільки це суперечить принципам стандартизації та може ускладнити виробничий процес.

Допустимі масштаби зображень чітко регламентовані стандартами. Ці стандартизовані значення підібрані таким чином, щоб забезпечити зручність візуального сприйняття, можливість точних вимірювань та сумісність з типовими форматами креслеників. Перелік рекомендованих масштабів для застосування на технічних креслениках наведено у розділі 8 посібника.

Правильний вибір масштабу є одним з ключових факторів, що визначають якість та функціональність конструкторської документації, забезпечуючи баланс між інформативністю зображення та ергономікою його використання.

Принципово важливою вимогою технічного креслення є правило: **незалежно від обраного масштабу зображення, всі розмірні числа на кресленику мають відповідати реальним (дійсним) габаритам виробу.** Це означає, що навіть якщо деталь зображена у масштабі 1:2 (зменшення вдвічі) або 2:1 (збільшення вдвічі), розмірні позначення вказують фактичні виміри деталі у міліметрах, а не розміри, виміряні безпосередньо на папері або екрані.

Така практика є фундаментальною для забезпечення виробничої точності. Вона запобігає помилкам при виготовленні виробів, оскільки робітник чи оператор верстата керується виключно числовими значеннями розмірів, не звертаючи уваги на візуальний розмір зображення на кресленику.

Інформацію про застосований масштаб зображення розміщують у спеціально призначеній графі основного напису (штампа) кресленика. Це забезпечує швидку ідентифікацію співвідношення між зображенням та реальним об'єктом, що особливо важливо при візуальній оцінці конструкції та плануванні технологічних операцій.

Геометричні форми плоских деталей. Значна частина плоских виробів має контур у формі правильних геометричних багатокутників. До найпоширеніших належать:

- Трикутники (рівносторонні або рівнобедрені) – часто використовуються як конструктивні ребра жорсткості;

- Чотирикутники (квадрати, прямокутники, ромби) – найпоширеніша категорія плоских деталей, що охоплює фланці, кришки;
- П'ятикутники – застосовуються у спеціалізованих конструкціях, часто як декоративні або функціональні елементи складної геометрії;
- Шестикутники – типові для гайок, фланців, опорних шайб та інших деталей, що потребують рівномірного розподілу навантаження або зручного захоплення інструментом.

Зображення правильних багатокутників з непарною кількістю вершин мають одну вісь симетрії (рис. 4.2), а з парною – дві (рис. 4.3). Правильні багатокутники характеризуються рівністю всіх сторін та кутів, що спрощує їх креслення та виготовлення.

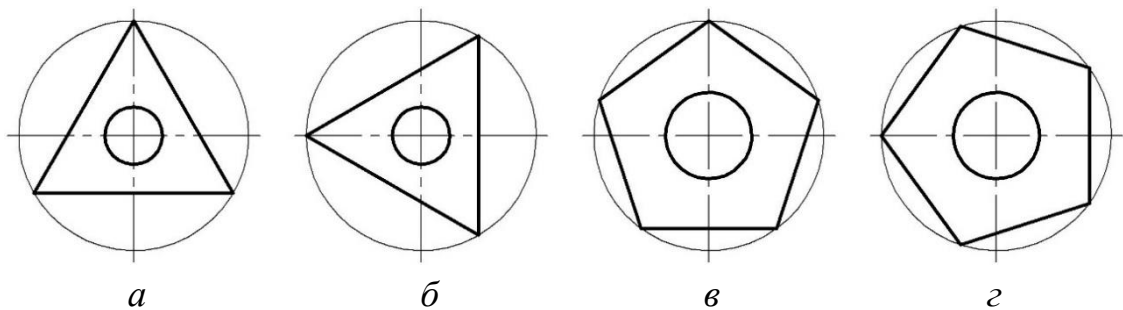


Рис. 4.2. Зображення плоских предметів, що мають форму правильних багатокутників з однією віссю симетрії: *а, б* – трикутники; *в, г* – п'ятикутники

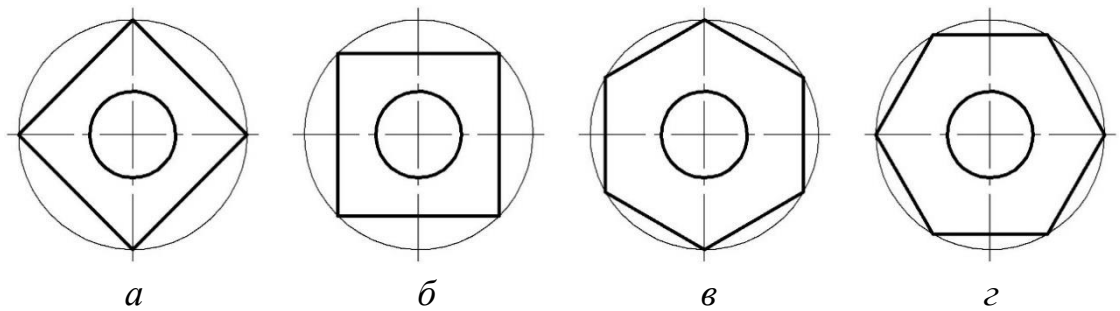


Рис. 4.3. Зображення плоских предметів, що мають форму правильних багатокутників з двома осями симетрії: *а, б* – чотирикутники; *в, г* – шестикутники

В основі побудови зображення правильного багатокутника лежить поділ кола на рівні частини. З'єднані між собою прямими лініями точки поділу кола утворюють відповідний багатокутник.

Багатокутник, побудований на основі поділу кола на рівні частини, називають вписаним. Зверніть увагу, що вибір початкової точки для поділу кола впливає на положення осі симетрії зображення багатокутника.

Симетрія плоских деталей. Плоскі вироби поділяються на дві основні категорії: симетричні та асиметричні (несиметричні). **Симетричні деталі** характеризуються наявністю однієї або декількох площин симетрії, що проходять через їх геометричний центр. На технічних креслениках такі площини відображають у вигляді осей симетрії, які креслять тонкою штрихпунктирною лінією згідно з вимогами стандартів (див. розділ 9).

Залежно від конфігурації виробу, його зображення може містити:

- Одну вісь симетрії – вона може бути розташована вертикально (рис. 4.4 *а*), що характерно для деталей з вертикальною симетрією форми, або горизонтально (рис. 4.4 *б*), що притаманне виробам з горизонтальною симетрією;
- Дві осі симетрії (рис. 4.4 *в*) – такі деталі мають центральну симетрію, тобто є симетричними відносно як вертикальної, так і горизонтальної осей, які перетинаються у геометричному центрі виробу.

Несиметричні вироби осей симетрії на зображеннях не мають (рис. 4.5 *а, б*). Вони характеризуються складнішою геометрією та потребують особливої уваги при виконанні.

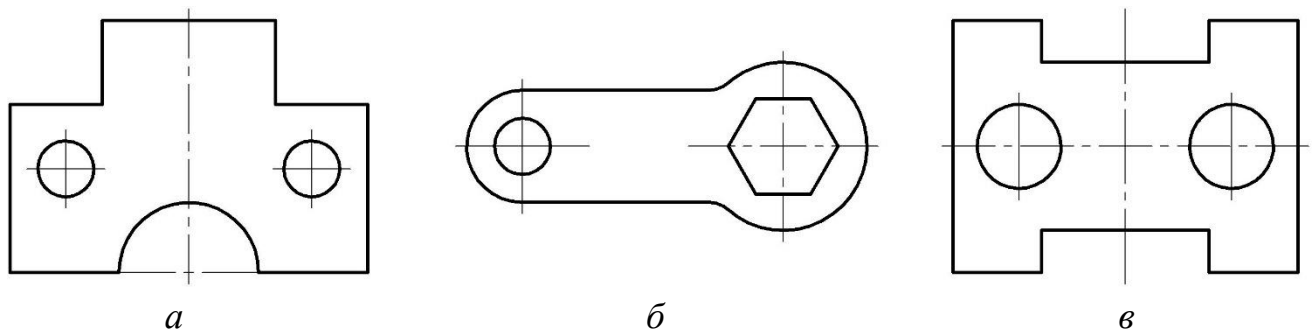


Рис. 4.4. Зображення симетричних предметів з однією (*а, б*) та двома (*в*) осями симетрії

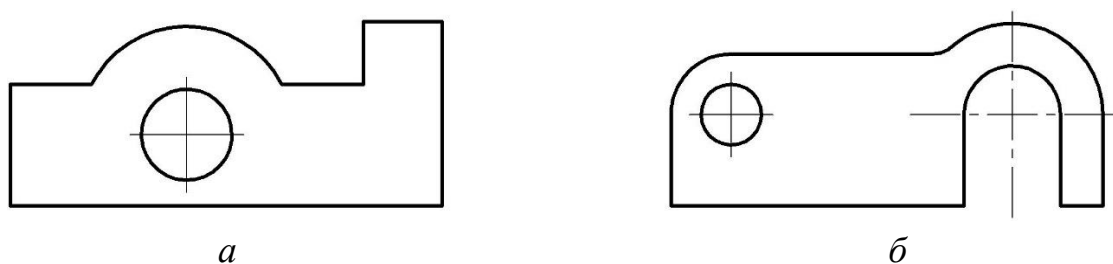


Рис. 4.5. Зображення несиметричних плоских предметів (*а, б*)

Методика побудови зображень симетричних деталей. Наявність симетрії у конструкції плоскої деталі безпосередньо впливає на послідовність

виконання її кресленика. Для виробів з **двома осями симетрії** (рис. 4.6 *а*) процес побудови зображення здійснюють за наступною методикою.

Крок 1. Визначення геометричного центру робочого поля. Спочатку необхідно знайти центральну точку робочої зони кресленика. Для цього проводять дві діагональні лінії, що з'єднують протилежні кути прямокутної області креслення (рис. 4.6 *б*). Точка перетину цих діагоналей і є шуканим центром поля.

Крок 2. Побудова осей симетрії. Через визначену центральну точку проводять дві взаємно перпендикулярні осі симетрії – вертикальну та горизонтальну (рис. 4.6 *в*). Ці осі виконують штрихпунктирною лінією і служать базовими елементами для подальшого креслення всіх інших конструктивних елементів деталі.

При визначенні центру поля та плануванні розташування зображення обов'язково враховуйте необхідність резервування місця для розміщення основного напису (штампа), який розташовують у правому нижньому куті формату. Також слід передбачити зону для технічних вимог, якщо такі є необхідними для даного виробу. Невраховування цих елементів може призвести до того, що зображення доведеться перекреслювати та виконувати заново з іншим розташуванням.

Використання осей симетрії як базових ліній забезпечує високу точність побудови та рівномірне розташування всіх елементів конструкції відносно геометричного центру деталі.

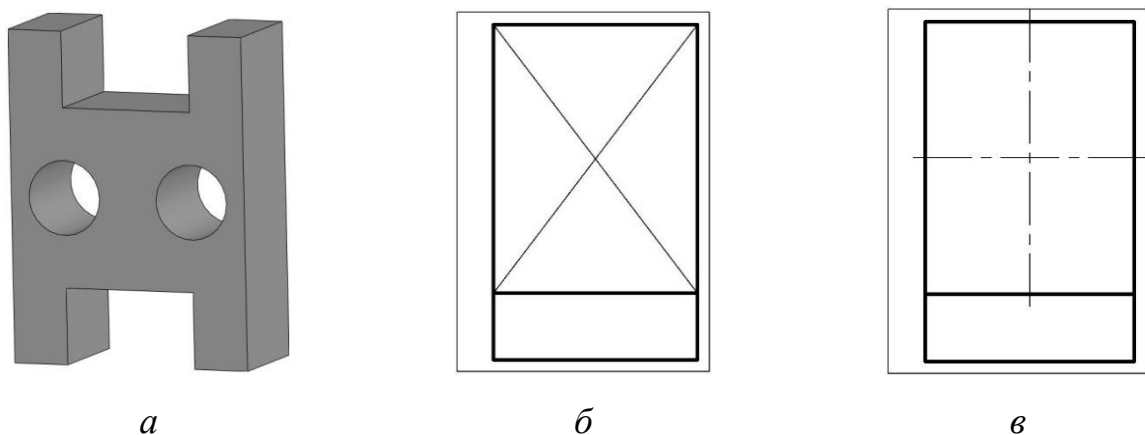


Рис. 4.6. Послідовність побудови зображення предмета з двома осями симетрії:
а – тривимірна модель деталі; *б* – внутрішня рамка та місце під основний напис;
в – визначення положення осей симетрії

Крок 3. Формування габаритного контуру. Відносно точки перетину осей симетрії формують габаритний прямокутник, який визначає зовнішні межі

зображення деталі за її максимальними лінійними розмірами – довжиною та висотою (рис. 4.7 *а*). Розміри цього прямокутника підбирають таким чином, щоб графічне представлення деталі максимально ефективно використовувало доступну робочу площу формату кресленика, залишаючи при цьому достатній простір для розмірних ліній та позначень.

Габаритний прямокутник виконує роль своєрідної «рамки», всередині якої розташовуються всі конструктивні елементи виробу. Правильне визначення його розмірів на початковому етапі запобігає необхідності переробки креслення через невідповідність масштабу або недостатність вільного місця.

Крок 4. Побудова криволінійних елементів. У межах сформованого габаритного прямокутника виконують розмітку центрів отворів. Від цих центрів будують кола заданих діаметрів (рис. 4.7 *б*). Починати саме з криволінійних елементів варто тому, що вони є найбільш складними для точного позиціонування та виконання. Їхнє коректне розташування створює «каркас» для подальшого креслення інших елементів.

Крок 5. Формування призматичних компонентів. На наступному етапі розмічають та обводять прямокутні елементи контуру: вирізи технологічного призначення, пази для кріпильних елементів, тощо (рис. 4.7 *в*).

Крок 6. Завершення контуру прямими лініями. Завершальним етапом формування контуру є розмітка та обведення прямолінійних ділянок, які з'єднують раніше побудовані криволінійні та призматичні елементи в єдиний замкнутий контур деталі (рис. 4.7 *г*). Ці лінії «замикають» зображення та надають йому остаточної форми.

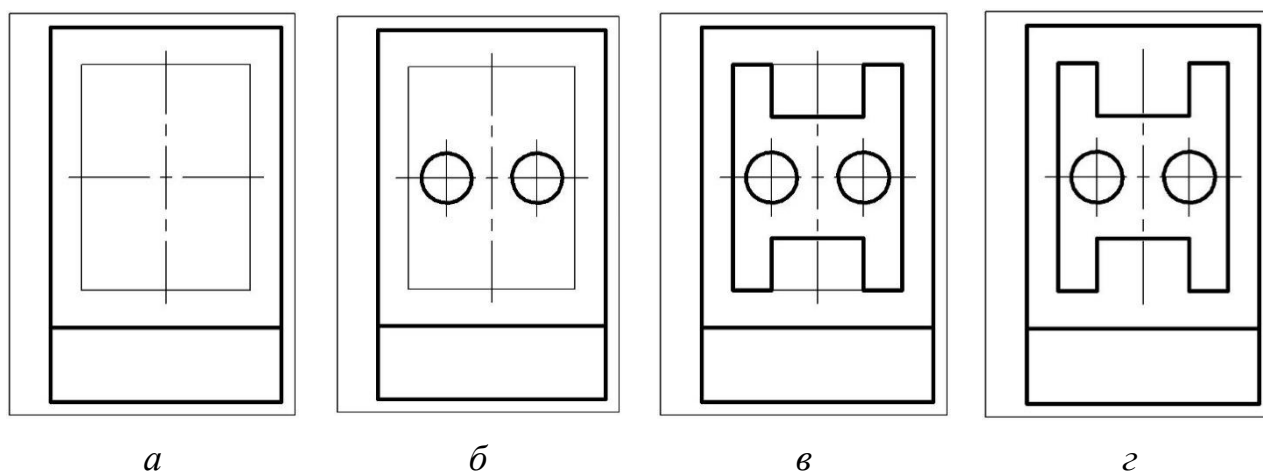


Рис. 4.7. Послідовність побудови зображення предмета з двома осями симетрії:
а – габарити деталі; *б* – розмітка осей під кола; *в* – побудова призматичних елементів; *г* – наведення деталі

Крок 7. Нанесення розмірів. Після завершення графічного зображення контуру приступають до простановки розмірних позначень. Однак критично важливо усвідомлювати: планування розміщення розмірів має відбуватися не на фінальному етапі, а значно раніше – на стадії компоновання зображення на полі кресленика.

При визначенні розмірів габаритного прямокутника необхідно свідомо залишати достатній запас вільного простору навколо зображення деталі. Цей резерв необхідний для розміщення: розмірних та виносних ліній, розмірних чисел, позначень шорсткості поверхонь, технічних умов, тощо.

Неуважне планування може призвести до того, що розмірні лінії доведеться розташовувати надто щільно, що погіршить читабельність кресленика та може спричинити виробничі помилки. Тому правильний підхід передбачає планування всіх необхідних елементів оформлення ще до початку креслення основного контуру.

Методика побудови зображень з однією віссю симетрії. Для деталей, що мають одну площину симетрії (рис. 4.8 а), технологія виконання креслення дещо відрізняється від випадку з двома осями. Процес розпочинають із проведення єдиної осі симетрії, орієнтація якої залежить від геометричної конфігурації виробу.

Вертикальна вісь розташовується точно посередині робочої ширини аркуша (рис. 4.8 б), що забезпечує рівномірний розподіл зображення відносно бокових меж формату;

- Горизонтальна вісь проводиться через центр висоти робочого поля (рис. 4.8 в), забезпечуючи симетричне розташування зображення у вертикальному напрямку.
- Вертикальну вісь розміщують посередині ширини поля аркуша (рис. 4.8 б), а горизонтальну – посередині його висоти (рис. 4.8 в).

Положення габаритного прямокутника на полі аркуша визначають однаковими проміжками зліва і справа (l_1), а також зверху і знизу (l_2) між самим прямокутником і рамкою креслення (рис. 4.8 в).

Розташування габаритного прямокутника на аркуші визначають через систему рівновіддалених проміжків. Відстані від габаритного прямокутника до рамки креслення мають бути однаковими: l_1 для лівого та правого боків, l_2 для верхньої та нижньої меж (рис. 4.8 в). Така методика забезпечує візуально збалансоване компоновання зображення.

Всередині габаритного прямокутника спочатку виконують розмітку центрових точок та будують кола отворів. При цьому дотримуються принципу: першочергово будують ті криволінійні елементи, центри яких розташовані безпосередньо на осі симетрії, і лише потім переходять до елементів, що знаходяться поза цією віссю (рис. 4.9 *а, б*).

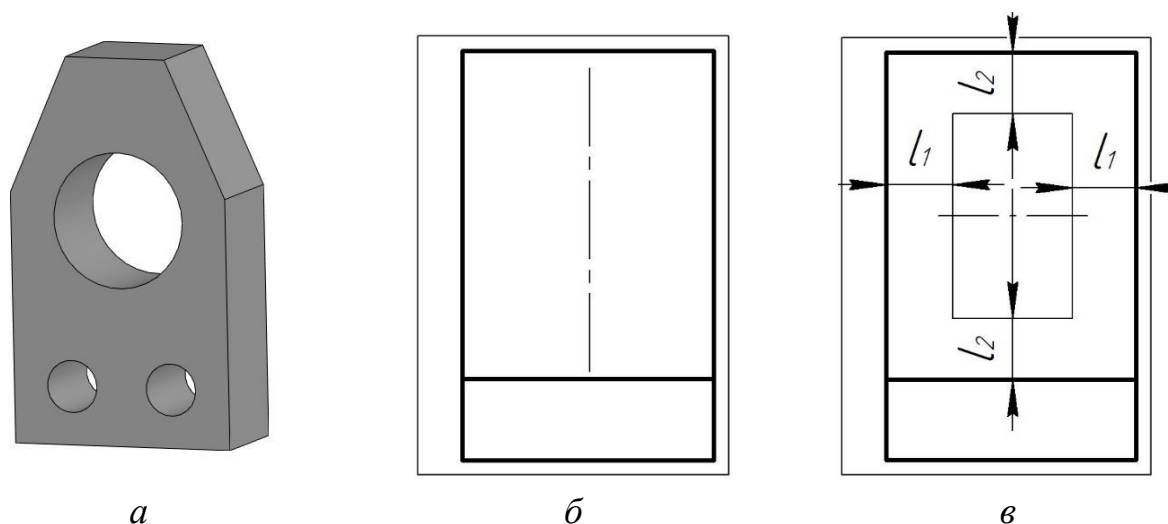


Рис. 4.8. Послідовність побудови зображення предмета з однією віссю симетрії:
а – тривимірний модель деталі; *б* – внутрішня рамка та центральна вісь симетрії;
в – визначення положення габаритного прямокутника

Така логіка обумовлена тим, що елементи на осі симетрії служать базовими орієнтирами для позиціонування решти конструктивних компонентів. Подальші операції – розмітка та обведення призматичних елементів, а також формування прямолінійних ділянок контуру (рис. 4.9 *в, г*) – виконуються аналогічно до методики, описаної для деталей з двома осями симетрії.

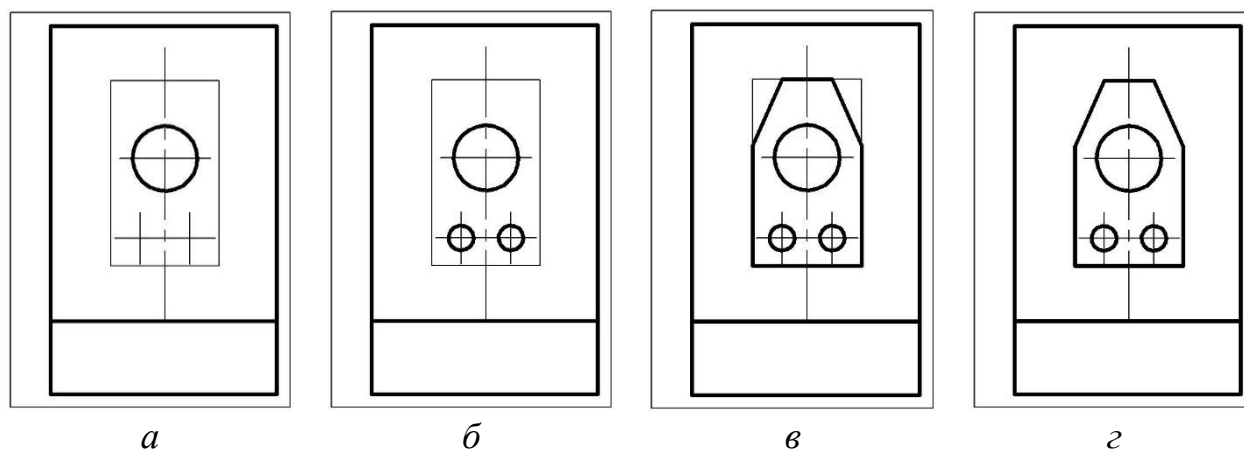


Рис. 4.9. Послідовність побудови зображення предмета з однією віссю симетрії:
а, б – побудова елементів деталі на осі симетрії; *в, г* – побудова елементів деталі поза віссю симетрії

Креслення **несиметричних деталей** (рис. 4.10 *а*) має свою специфіку, оскільки відсутність осей симетрії вимагає іншого підходу до початкових етапів побудови. На відміну від симетричних виробів, процес починається безпосередньо з формування габаритного прямокутника, без попереднього проведення будь-яких осьових ліній. Позиціонування цього прямокутника на робочому полі здійснюють через забезпечення рівних проміжків між ним та рамкою формату як по горизонталі, так і по вертикалі (рис. 4.10 *б*). Це забезпечує центроване розташування зображення, навіть за відсутності геометричної симетрії самої деталі.

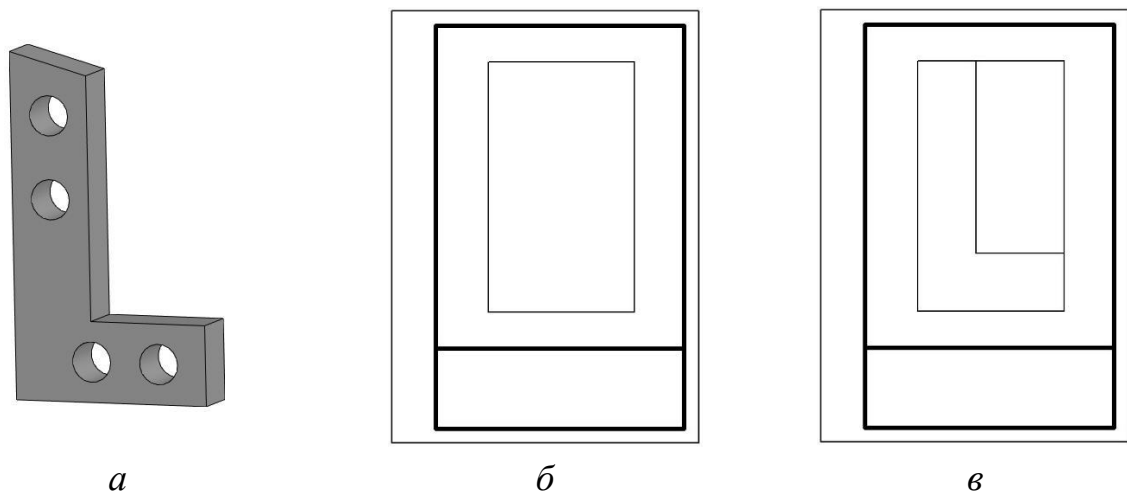


Рис. 4.10. Послідовність побудови зображення несиметричного предмета:
а – тривимірна модель деталі; *б* – габаритний прямокутник; *в* – загальна розмітка контуру без деталізації

Всередині габаритного прямокутника спочатку розмічають узагальнений зовнішній контур виробу без деталізації окремих конструктивних елементів (рис. 4.10 *в*). Цей етап дозволяє оцінити загальні пропорції та переконатися у правильності вибору масштабу й компоновання. Після визначення загального контуру переходять до точної розмітки центрів кругових елементів та побудови кіл відповідно до заданих розмірів (рис. 4.11 *а*, *б*). Завершальним етапом конструювання контуру є точна розмітка та обведення всіх прямолінійних елементів зображення (рис. 4.11 *в*, *г*).

На завершальній стадії виконання кресленика здійснюють насупні кроки. Наведення контурів – остаточне обведення всіх ліній видимого контуру суцільною товстою основною лінією відповідно до стандартів. Видалення допоміжних побудов – усунення всіх тонких ліній розмітки, які використовувались на проміжних етапах побудови. Нанесення розмірів –

простановка всіх необхідних розмірних позначень згідно з вимогами, детально викладеними у розділі 11 цього посібника.

Правильне дотримання описаної послідовності операцій для кожного типу геометрії деталі забезпечує високу якість графічного виконання креслеників та мінімізує ймовірність виникнення помилок на етапі виготовлення виробів.

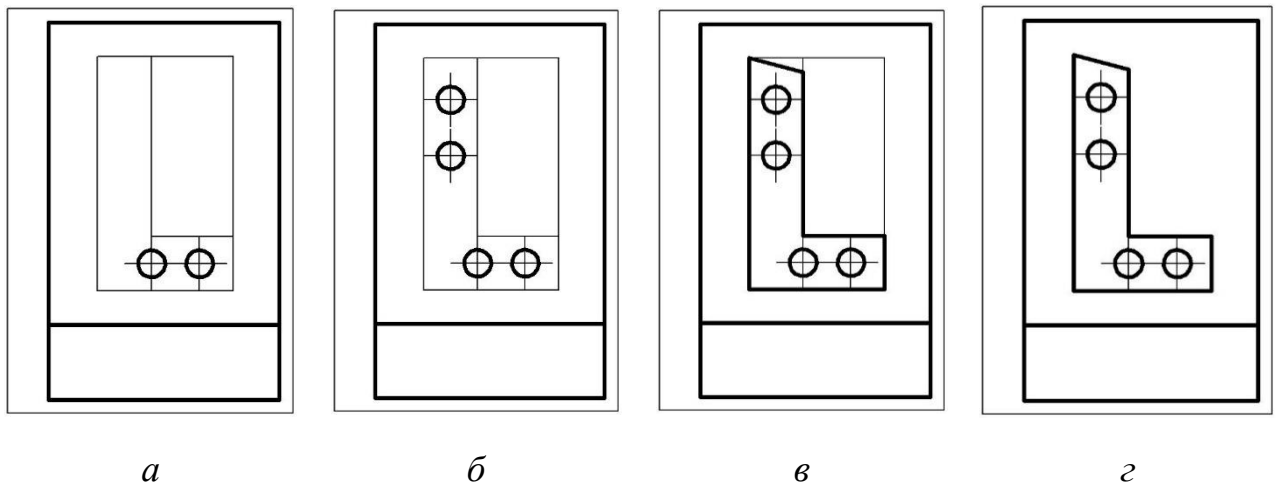


Рис. 4.11. Послідовність побудови зображення несиметричного предмета:
а, б – розмітка центрів під отвори; *в, г* – розмітка прямолінійних елементів контуру

5. Оформлення графічної документації

Креслення – це універсальна мова інженерів, засіб передачі технічної думки від конструктора до виконавця. Щоб ця мова була зрозумілою фахівцям у будь-якій країні світу, існує система правил, яка визначає візуальне та структурне представлення кожного елемента технічної документації.

Основою такої уніфікації стала Єдина система конструкторської документації (ЄСКД). Це комплекс державних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані правила та норми щодо розроблення, оформлення та обігу конструкторської документації. Вона регламентує кожен аспект роботи інженера: від геометричних розмірів аркуша до товщини найменшої лінії.

В Україні стандарти ЄСКД мають позначення ДСТУ (Державний стандарт України). На сучасному етапі розвитку інженерії відбувається масштабна реформа – гармонізація національної нормативної бази з міжнародними вимогами. Це передбачає перехід на стандарти серії ISO: впровадження міжнародних норм (наприклад, ДСТУ ISO 128, ДСТУ ISO 5457) дозволяє українським фахівцям працювати у єдиному світовому інженерному просторі.

Використання стандартів ISO відкриває можливість інтеграції в європейський ринок та безпосередньої співпраці з іноземними підприємствами без необхідності додаткової адаптації та переоформлення креслень. Сучасні стандарти враховують специфіку не лише паперових креслень, а й електронних моделей, що є критично важливим для автоматизованого виробництва (CAD/CAM/CAE системи).

Проте процес переходу відбувається не миттєво – на виробництві значна частина підприємств продовжує використовувати звичну систему ЄСКД на базі ГОСТ, оскільки весь архів креслень та технологічна документація базуються на ній. У нових проєктах, особливо міжнародних, переважно застосовують стандарти ISO. В освіті відбувається поступовий перехід: старі методики ґрунтуються на ГОСТ, нові – на ISO.

Студентам важливо володіти обома системами, оскільки під час працевлаштування на українське підприємство майбутній фахівець з високою ймовірністю зіткнеться з документацією за ДСТУ ГОСТ. При роботі в міжнародних проєктах від працівників очікуватимуть знання стандартів ISO. А вміння читати та створювати кресленики в обох стандартах є ознакою універсальної інженерної кваліфікації.

У табл. 5.1 наведені ключові відмінності між стандартами ДСТУ ГОСТ та ДСТУ ISO.

Відмінності між стандартами

Аспект	ДСТУ ГОСТ	ДСТУ ISO
Загальний підхід	Максимальна регламентація кожної деталі	Загальні рекомендації з варіативністю та гнучкістю
Поширення	Пострадянський простір	Глобальне
Формати	Береги: 20 мм зліва, 5 мм з інших сторін формату	Береги: 20 мм зліва, 10 мм з інших сторін формату
Основний напис	Форма 1 (185 мм) з детальною структурою	Гнучкіша структура (180 мм) з акцентом на ідентифікацію
Масштаби	Фіксований ряд	Базовий ряд + можливість розширення
Типи ліній	9 типів, товщини жорстко регламентовані	Загальні принципи, більша гнучкість товщин
Шрифти	Тип А ($d=h/14$) Тип Б ($d=h/10$)	Універсальні рекомендації, адаптація до CAD

У зв'язку з перехідним періодом у національній системі стандартизації, навчальний посібник містить порівняльний виклад елементів графічного оформлення як за системою ДСТУ ГОСТ (ЄСКД), так і за міжнародними стандартами ДСТУ ISO / DSTU EN ISO. Таке комплексне висвітлення дозволяє студентам розуміти обидва підходи, що є важливим для роботи з архівною документацією вітчизняних підприємств.

Для виконання поточних графічних робіт рекомендується використовувати чинні стандарти серії ISO, оскільки саме вони визначають сучасні вимоги до технічної документації та забезпечують її міжнародну сумісність.

Разом з тим, студентам важливо розуміти принципи обох систем та вміти послуговуватися ними.

Основні складові графічного оформлення

Дотримання стандартів забезпечує однозначність прочитання креслення, що виключає помилки при виготовленні деталей. До основних напрямків регламентації належать:

1. **Формати аркушів та їхня орієнтація:** встановлення чітких розмірів робочого поля (від базового A0 до найбільш вживаного в навчальному процесі A4) – детальніше див. розділ 6.
2. **Основний напис:** спеціальна таблиця (штамп), яка містить вичерпну інформацію про назву деталі, матеріал, масштаб, стадію розробки та авторів проєкту – детальніше див. розділ 7.
3. **Масштаби:** правила відображення об'єктів у натуральну величину, зі зменшенням або збільшенням, що дозволяє компактно розміщувати великі вузли або детально зображати дрібні конструктивні елементи – детальніше див. розділ 8.
4. **Типи ліній:** кожна лінія на кресленні має своє функціональне призначення – детальніше див. розділ 9.
5. **Креслярські шрифти:** Використання стандартизованого шрифту забезпечує легкість читання та копіювання документації – детальніше див. розділ 10.
6. **Нанесення розмірів:** визначає геометричні параметри виробу незалежно від масштабу зображення – детальніше див. розділ 11.

Важливо пам'ятати, що дотримання стандартів оформлення важливе для правильного виготовлення деталей. Помилки в кресленні призводять до браку на виробництві.

6. Формати

Формат аркуша креслення визначається розмірами його сторін. Кожний формат має позначення, наприклад, А4. Основні формати визначаються послідовним діленням навпіл довгих сторін формату А0 (841×1189 мм), площа якого дорівнює 1 м^2 . У кресленні не використовуються формати менші А4, тому найменший формат для виконання кресленика – це формат А4, при чому саме у вертикальному розташуванні.

Основні параметри креслярського аркуша: *обрізаний формат* – остаточні габарити готового документа та *робоче поле* – площа аркуша, обмежена рамкою, де безпосередньо розміщується графічна та текстова інформація.

Для раціонального використання матеріалів та зручності зберігання документації, оригінал кресленика слід виконувати на мінімально можливому форматі, який забезпечує необхідну чіткість, детальність та легкість читання зображення. Оригінал кресленика потрібно виконувати на найменшому за розміром аркуші, якого достатньо, щоб забезпечити чіткість та розуміння кресленика. В Україні чинним є стандарт ДСТУ EN ISO 5457:2022, а ДСТУ ГОСТ 2.301 має обмежену сферу використання.

Формати ДСТУ EN ISO 5457:2022

Міжнародний стандарт ISO встановлює уніфіковані вимоги до оформлення креслень для забезпечення їхньої сумісності в міжнародних проєктах. Розміри сторін основних форматів наведено у табл. 6.1.

Табл. 6.1

Розміри сторін форматів

Позначки формату	Сторони обрізаних за форматом аркушів		Сторони поля кресленика	
	a_1	b_1	a_2	b_2
A0	841	1189	821	1159
A1	594	841	574	811
A2	420	594	400	564
A3	297	420	277	390
A4	210	297	180	277

Іноді стандартного аркуша не вистачає для креслення довгої деталі. Тоді використовують подовжені формати. Їх утворюють поєднанням короткої сторони одного формату та довгої сторони іншого, більшого формату. Схему утворення подовжених форматів наведено на рис. 6.1.

Підхід: беремо ширину одного формату + довжину іншого, наприклад: A3 (297 мм ширина) + довжина A1 (841 мм) = формат A3×1 розміром 297×841 мм.

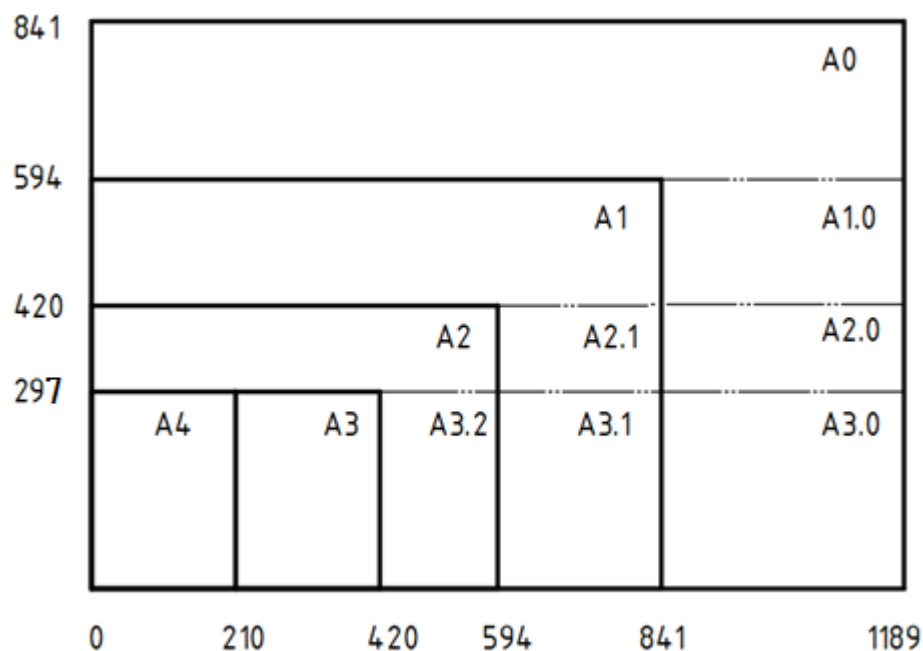


Рис. 6.1. Схема утворення системи форматів

Основний напис (штамп), що містить ідентифікаційні дані згідно з ISO 7200, має визначене розташування на полі кресленика:

- **Формати A0-A3:** основний напис розміщують у нижньому правому куті. Для цих форматів допускається лише **горизонтальна** орієнтація аркуша (рис. 6.2.2 а).
- **Формат A4:** штамп розташовують уздовж короткої (нижньої) сторони. Для цього формату передбачено виключно **вертикальну** орієнтацію (рис. 6.2.2 б).
- **Напрямок читання:** Орієнтація графічної інформації на кресленику має обов'язково збігатися з напрямком читання основного напису.

Робоча зона аркуша обмежується зовнішньою рамкою, яку виконують суцільною лінією товщиною 0,7 мм. Між краєм обрізаного аркуша та рамкою передбачають береги (поля): 20 мм від лівого краю (це поле використовується

як запас для підшивання документа) і 10 мм від краю з трьох інших сторін аркуша на всіх форматах (рис. 6.2).

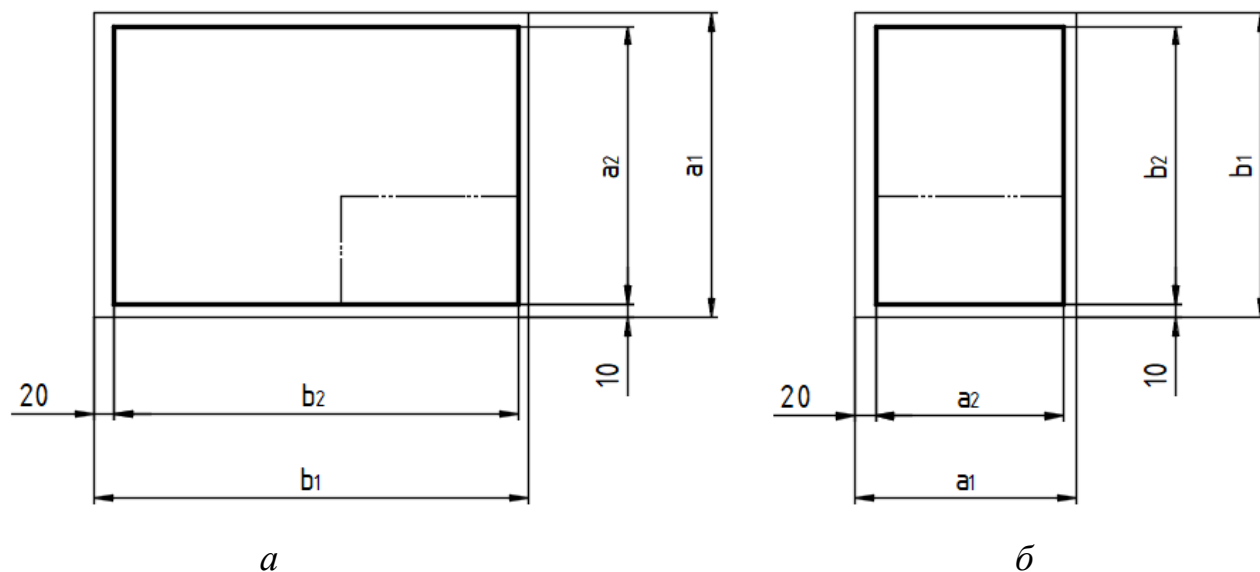


Рис. 6.2. Рамки форматів за стандартами ISO: *а* – формати від А3 до А0; *б* – формат А4;
 a_1, b_1 – сторони обрізаних за форматом аркуша;
 a_2, b_2 – сторони поля кресленика

На кожному аркуші креслення стандарт вимагає нанести чотири мітки центрування – по одній посередині кожної зі сторін аркуша (рис. 6.3). Коли креслення сканують, ці мітки допомагають точно встановити аркуш по центру пристрою. Без них зображення може зміститися й відтворитися криво.

Мітки розташовані на осях симетрії аркуша – уявних лініях, що ділять його рівно навпіл по горизонталі та вертикалі. Саме від цих міток починається побудова координатної сітки. За формою мітки можуть бути будь-якими, але стандарт рекомендує креслити їх суцільною лінією товщиною 0,7 мм: лінія починається від краю рамки сітки координат і виходить на 10 мм за рамку аркуша. Для аркушів формату А0 і менше достатньо чотирьох міток. Якщо формат більший за А0 – додають додаткові мітки в місцях, де аркуш ділиться на частини.

Для швидкого пошуку елементів зображення, внесення змін або посилань, поле кресленика розділяють на зони (поля). По вертикалі (зверху вниз): позначають великими латинськими літерами (літери *I* та *O* не використовують). По горизонталі (зліва направо): позначають арабськими цифрами. На форматі А4 позначення зон наносять лише на верхній та правій сторонах аркуша. Висота символів становить 3,5 мм, довжина кожної зони – 50

мм. Поділ починається від осей симетрії аркуша (рис. 6.2.3). Кількість зон залежить від розміру формату (див. табл. 6.1).

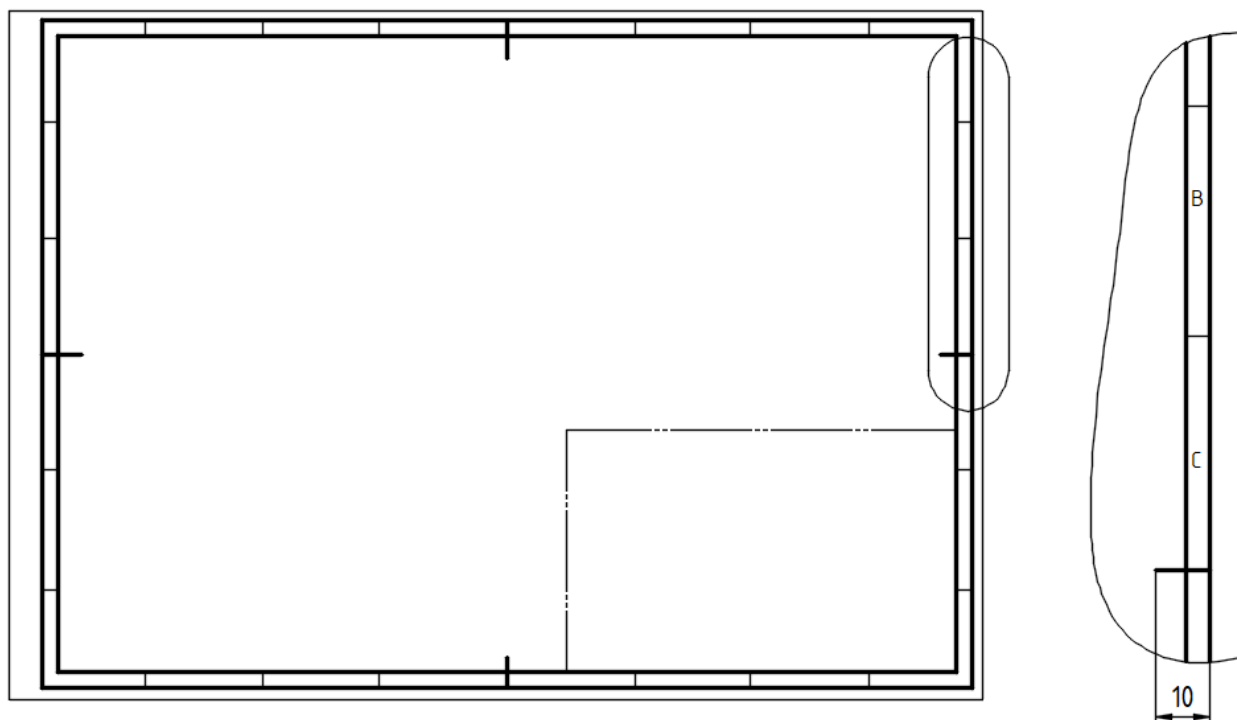


Рис. 6.3. Координатна сітка та мітки центрування

Лінії сітки виконують суцільною тонкою лінією товщиною $0,35$ мм. Щоб спростити процес ручного або автоматичного обрізання аркушів до стандартного формату, на чотирьох кутах берегів наносять спеціальні позначки. Вони мають вигляд двох прямокутників, що накладаються один на одного, розміром 10 мм $\times$ 5 мм (рис. 6.4). Це актуально для електронних форматів, які роздруковуються. Паперові формати мають визначені розміри і готові до роботи.

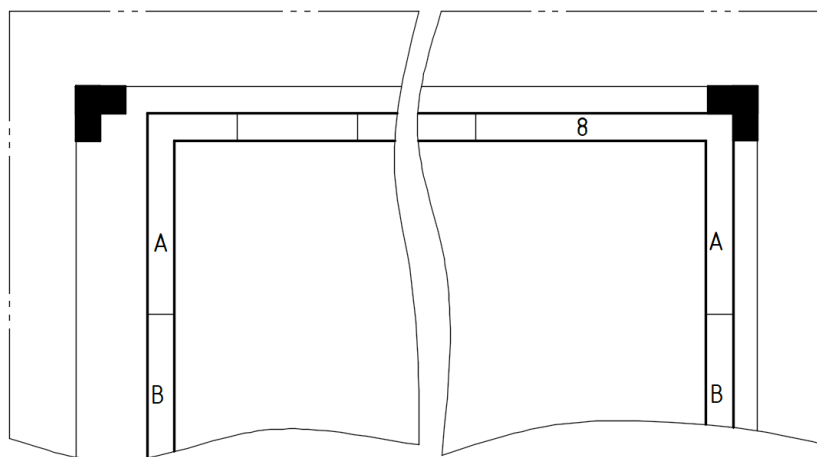


Рис. 6.4. Позначки для обрізного формату

Усі ці елементи разом утворюють структуру аркуша, яку наочно показано на рис. 6.5. Саме така організація аркуша – з чітко розмежованими полями, рамкою та мітками – є основою грамотного оформлення будь-якого технічного креслення.

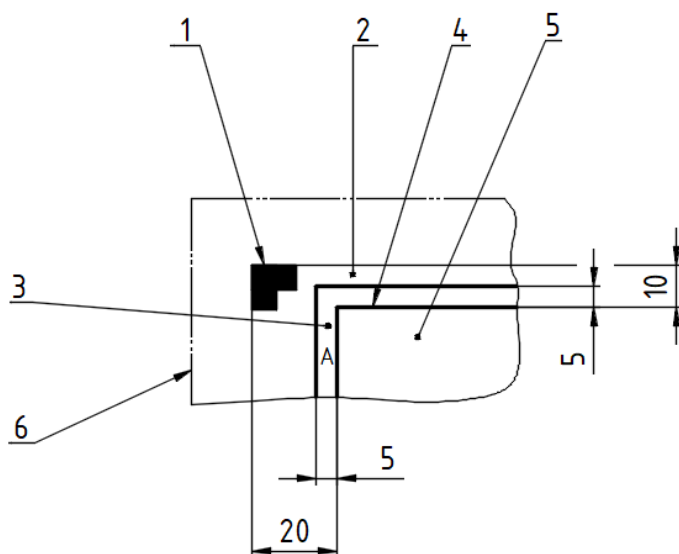


Рис. 6.5. Поля аркуша: 1 – мітка обрізки; 2 – обрізний формат; 3 – поле координатної сітки; 4 – рамка поля креслення; 5 – поле креслення; 6 – необрізний формат

Формати ДСТУ ГОСТ 2.301

Стандарт ДСТУ ГОСТ 2.301 наразі є чинним з обмеженням сфери застосування та широко використовується у різних галузях промисловості України. У період гармонізації національних стандартів з міжнародними нормами ISO цей стандарт залишається базовим для технічної документації на багатьох підприємствах та в навчальному процесі.

Основні формати утворюються послідовним діленням формату A0 (площею 1 м^2) на дві рівні частини паралельно меншій стороні відповідного формату. За основу взято формат A0 з розмірами сторін $841 \times 1189 \text{ мм}$, а інші формати отримують діленням навпіл більшої сторони попереднього формату. Розміри основних форматів наведені у табл. 6.2. При необхідності допускається застосування формату A5 з розмірами сторін $148 \times 210 \text{ мм}$.

Коли стандартного аркуша не вистачає для креслення довгої деталі, використовують додаткові формати. Їх утворюють збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам. Позначення

додаткових форматів складається з позначення основного формату і кратності довгої сторони додаткового формату короткій стороні основного формату (рис. 6.6). Позначення додаткового формату складається з позначення основного формату та його кратності.

Табл. 6.2

Розміри сторін форматів

Позначки формату	Сторони формату аркушів	
	a_1	b_1
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

Підхід наступний: беремо коротку сторону основного формату та збільшуємо довгу сторону у відповідну кількість разів. Наприклад, для A4×3: коротка сторона залишається 297 мм, а довга 210 мм множиться на 3 = 630 мм.

Наприклад, A0×2 означає формат розміром 1189×1682 мм (кратність 2);

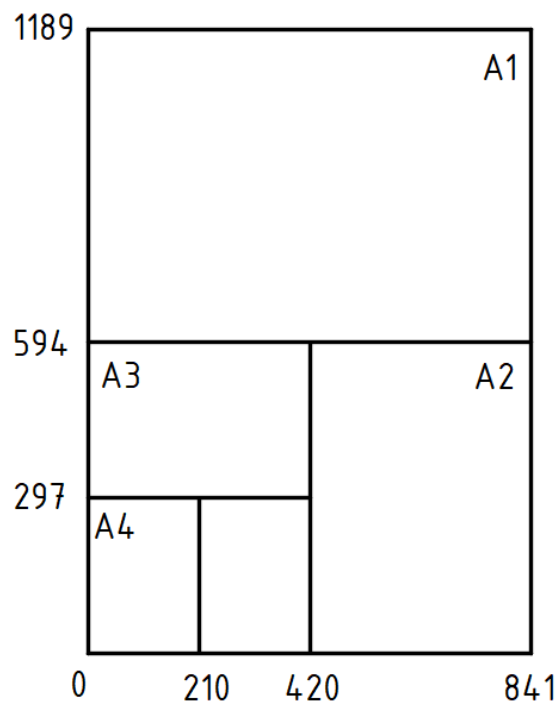


Рис. 6.6. Схема утворення системи форматів

Робоча зона аркуша обмежується внутрішньою рамкою, яку виконують суцільною лінією товщиною від 0,5 до 1,4 мм – основною лінією (див. розділ 9). На форматі виконується рамка з берегами (полями) на відстані 20 мм від лівого краю і на відстані 5 мм від краю з трьох інших сторін аркуша (рис. 6.3.2).

На відміну від міжнародних стандартів ISO, ГОСТ 2.301-68 регламентує виключно розміри самих форматів. Детальні вимоги до розташування основного напису, рамок та полів креслеників визначаються іншими стандартами системи, які для зручності наведені в розділі.

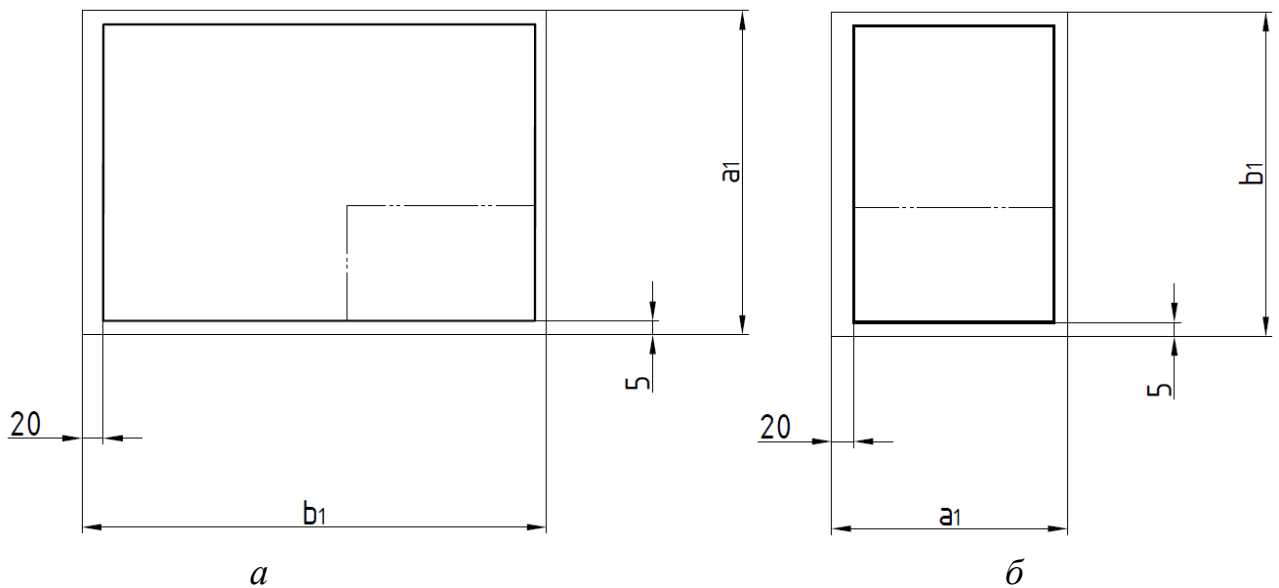


Рис. 6.3.2. Рамки форматів за стандартами ГОСТ:

a – горизонтальні формати А0-А3; $б$ – вертикальні формати А0-А3 та формат А4;

a_1, b_1 – сторони обрізаних за форматом аркуша;

a_2, b_2 – сторони поля кресленика

7. Основний напис

Основний напис (штамп) – це обов’язковий елемент технічного кресленика, що містить дані про документ і зображений на ньому виріб. Він виконує роль «паспорта» креслення, забезпечуючи його унікальність у системі документообігу підприємства.

У сучасному виробництві технічна документація проходить через десятки рук: від конструктора до технолога, від контролера якості до працівника складу. Кожен з них має швидко та безпомилково ідентифікувати документ. Саме цю функцію виконує основний напис.

В Україні паралельно застосовуються дві системи оформлення основних написів, що відображають різні традиції інженерної документації. Незважаючи на відмінності у деталях, обидві системи базуються на загальних принципах:

1. Розташування: основний напис завжди знаходиться у правому нижньому куті поля кресленика, де його найлегше знайти при перегляді документа.
2. Стандартна ширина: близько 180 або 185 мм, що відповідає робочій ширині формату А4 (з урахуванням полів для підшивання).
3. Обов’язковість: жоден технічний кресленик не може бути затвердженим без правильно оформленого основного напису.

Для навчальних цілей та підприємств, що працюють виключно на внутрішньому ринку, зазвичай використовують систему ДСТУ ГОСТ. Організації, які співпрацюють з міжнародними партнерами або постачають продукцію на експорт, дедалі частіше переходять на ДСТУ EN ISO 7200, оскільки це спрощує технічну комунікацію та відповідає світовим практикам.

У наступних розділах детально розглянемо особливості оформлення основних написів за обома стандартами, їхні переваги та практичні рекомендації щодо заповнення кожної граfi.

Основний напис ДСТУ EN ISO 7200:2005

Згідно з ДСТУ EN ISO 7200:2005, усі інформаційні поля основного напису поділяються на три функціональні групи, які в свою чергу можуть бути *обов’язковими* та *на вибір*. Такий розподіл забезпечує не лише чіткість заповнення, а й можливість автоматизованого оброблення даних у сучасних системах керування життєвим циклом виробу.

Граfi у штампах поділяються на три основні групи: ототожнювальні, описові, та адміністративні (табл. 7.1).

Ототожнювальні графи містять базові дані, що виконують роль «паспорта» документа. Їхнє головне призначення – забезпечити унікальність та швидкий пошук у базах.

Описові графи відповідають за змістовну частину та дають відповідь на запитання: «Що саме зображено на кресленні?».

Адміністративні графи відображають процес розроблення, перевірки та поточної актуальності документа.

Табл. 7.1

Графи основного напису

Назва графи	Опис	Рекомендована кількість знаків	Обов'язкова графа
Ототожнювальні графи			
Власник документа	Офіційна назва організації або торгова марка підприємства	Не встановлена	Так
Номер документа	Унікальний цифровий або буквено-цифровий код, що є ключем для ідентифікації документа в межах організації	16	Так
Дата видання	Фіксує момент набуття документом офіційного статусу – дата першого офіційного видання документа	10	Так
Номер розділу/аркуша	За цим номером ідентифікують розділ або аркуш	4	Так
Індекс змін	Фіксує історію редагувань, дозволяючи відстежувати розвиток конструкції виробу	2	-
Кількість розділів (аркушів)	Загальна кількість розділів або аркушів, з яких складається документ	4	-

Табл. 7.1 – продовження

Назва графи	Опис	Рекомендована кількість знаків	Обов'язкова графа
Показчик мови	Визначає мову документа згідно з кодами ISO 639. Рекомендовано складати документ однією мовою, та у багатомовних проєктах цей індекс забезпечує чітке розмежування та перевірку різних мовних версій тексту	4 на кожную мову	-
Описові графи			
Назва та додаткова назва	Визначають суть об'єкта (наприклад, «Вал», «Кришка», «Монтажна плата») без прив'язки до його конкретного застосування. Скорочень у назвах треба уникати	25	Так
Додаткова назва	Містить уточнювальну інформацію про об'єкт (наприклад, «Збірка із затискачем»), де не допускається використання скорочень	2×25	-
Адміністративні графи			
Відповідальна організація	Назва організації, яка несе відповідальність за технічний зміст та коригування документа до моменту його публікації	10	-

Табл. 7.1 – продовження

Назва графи	Опис	Рекомендована кількість знаків	Обов'язкова графа
Розробник документа	Прізвище особи, яка розробила або переробила документ.	20	Так
Особа, яка затверджує документ	Прізвища особи, яка затверджує документ, що юридично закріплює відповідальність за технічний зміст	20	Так
Вид документа	Характеристика документа за формою та змістом, що є одним із ключових параметрів для його швидкого пошуку в системі документообігу	30	Так
Технічне узгодження	Прізвище координатора від організації-власника, який відповідає за зміст документа та має право вносити до нього правки	20	-
Класифікаційні дані / ключові слова	Текст або кодова позначка, за допомогою яких можна повторно знайти потрібний документ	Не встановлена	-
Статус документа	Показує стадію готовності («у стадії розроблення», «опубліковано», «анульовано»), що запобігає використанню застарілої інформації у виробництві	20	-

Табл. 7.1 – продовження

Назва графи	Опис	Рекомендована кількість знаків	Обов'язкова графа
Нумерація сторінок	Сторінки зазвичай нумерують за допомогою системи відображення інформації	4	-
Кількість сторінок	Кількість сторінок залежить, наприклад, від формату зображення, шрифту, розміру паперу та знаків	4	-
Формат паперу	Розмір або формат оригіналу документа, наприклад, А4	4	-

Графічне представлення розглянутої структури основного напису та приклади практичного компонування його граф наведено на рис. 7.1 та 7.2.

Ці варіанти демонструють як компактну форму штампа для раціонального використання площі аркуша, так і виконання з додатковими рядками для ідентифікації всіх відповідальних осіб.

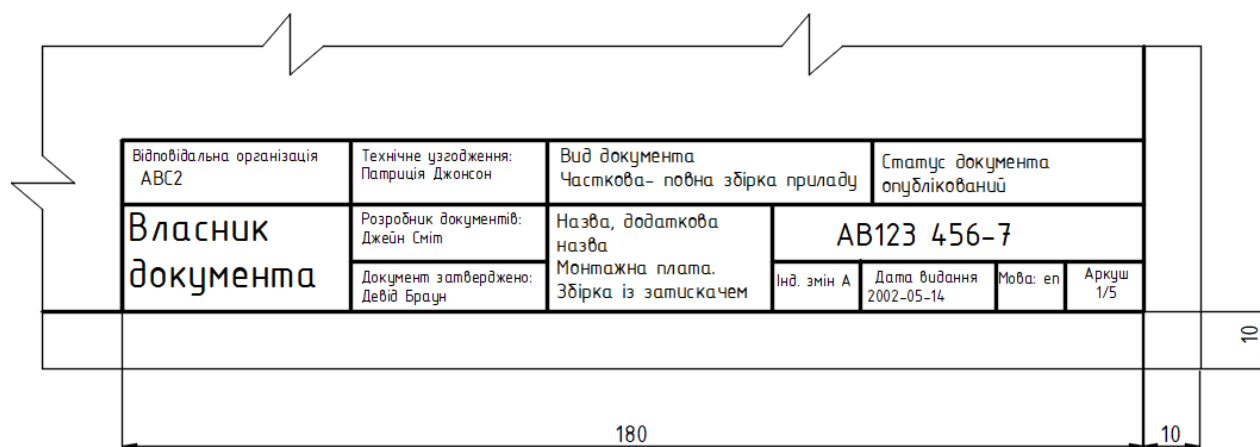


Рис. 7.1. Компактна форма штампа з максимальною площею для відображення змісту документа

Складна на перший погляд структура граф потрібна для того, щоб перетворити кресленик із простого графічного зображення на структурований об'єкт даних. Це гарантує, що технічна документація буде однаково зрозумілою як для фахівців на виробництві, так і для автоматизованих систем керування підприємством у будь-якій країні світу.

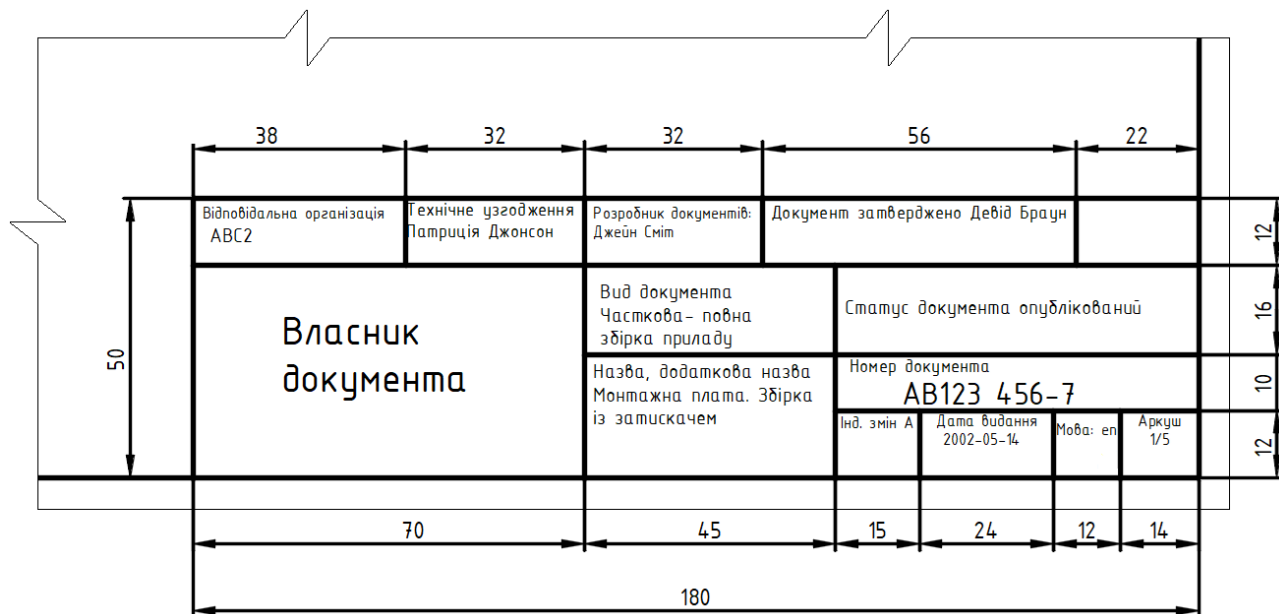


Рис. 7.2. Штмп, у якому графи з іменами й прізвищами осіб розташовані в додатковому рядку

Сучасні вимоги до цифрової документації передбачають мінімізацію кількості обов'язкових граф у штампі, що дозволяє виносити змінні параметри (масштаб, допуски, дані про поверхні) за його межі для більш гнучкого керування даними. Така структура забезпечує високу точність передачі та автоматичного узгодження інформації між різними технічними документами завдяки суворій визначеності змісту кожного поля.

Згідно з ДСТУ EN ISO 7200:2005, оформлення основного напису (штампа) має відповідати єдиним правилам для забезпечення точності обміну технічною документацією та ідентифікації виробів.

Загальна ширина штампа повинна становити **180 мм**. Така ширина дозволяє розміщувати його на аркушах формату A4 з урахуванням берегів **20 мм** ліворуч та **10 мм** праворуч та на всіх більших форматах. Штмп розміщують у правому нижньому куті поля кресленика.

Текст у графах має бути чітким, без нагромадження інформації. Для автоматизованих систем керування документацією рекомендується використовувати більші графи, ніж у паперових варіантах, для полегшення

передачі даних. Позначення масштабу, символів проєкції та допусків зазвичай вказують поза штампом або у спеціально виділених додаткових графах.

Для навчальних креслеників рекомендуємо використовувати форму основного напису, наведену на рис. 7.3.

XXXX YY VV ZZZ		3	Статус документа: учбовий		6	
НГІКГ	2	Вид документа Кресленик	4	Розробник документів: Платон Петренко		
				Документ затверджено: Микола Остапенко		
НТУУ «КПІ ім. Ізоря Сікорського».	1	Назва, додаткова назва Креслення геометричне	5	Матеріал		
				9		
				Масштаб	Дата видання 2002-05-14	Аркуш 1/5
				10	11	12
60		60		20	25	15
180						
5x10=50						
10						

Рис. 7.3. Штмп для навчальних креслеників:

1 – власник документа; 2 – відповідальна організація; 3 – шифр кресленика; 4 – вид документа; 5 – назва, додаткова назва; 6 – статус документа; 7 – розробник; 8 – особа, що затверджує документ; 9 – матеріал; 10 – масштаб; 11 – дата видання; 12 – аркуш

Основний напис ДСТУ ГОСТ 2.104:2006

Основний напис є обов'язковим елементом оформлення кресленика, який завжди розташовують у правому нижньому куті аркуша. Його форма, зміст та порядок заповнення регламентуються стандартом, що забезпечує уніфікацію конструкторської документації. Він є ключовим ідентифікатором виробу, що акумулює відомості про технічні характеристики об'єкта, відповідальних осіб та історію внесення змін. Для розроблення графічної документації (креслеників та схем) обов'язковим є використання штампа за формою 1 (рис. 7.4). Ця форма дозволяє найбільш повно відобразити складні ідентифікаційні параметри виробу та забезпечити належний рівень технічного контролю.

Робоча зона аркуша теж обмежується рамкою, яка відокремлює графічну інформацію від технологічних країв формату. Загальна ширина штампа повинна становити **185 мм**. Положення рамки відносно країв аркуша визначається вимогами до подальшого зберігання документа. Відстань зліва від краю аркуша до лінії рамки становить **20 мм**. Це поле є обов'язковим для всіх

форматів, оскільки воно призначене для підшивання креслеників у папки або брошурування в альбоми технічної документації. Верхній, правий та нижній береги: Відступ від краю формату до рамки становить 5 мм. Ці вузькі поля захищають робочу зону від випадкових пошкоджень та забруднень при частому використанні аркуша.

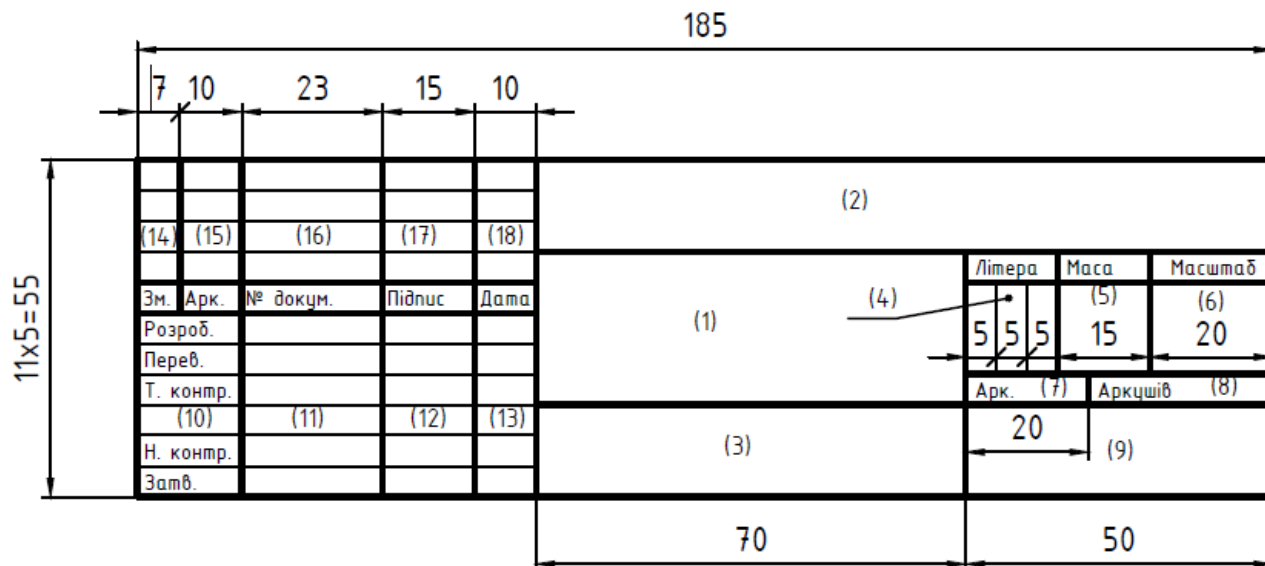


Рис. 7.4. Основний напис для креслеників і схем – форма 1

Рамку поля кресленника виконують суцільною товстою основною лінією. Основний напис (штамп) розташовують так, щоб його праві та нижні межі збігалися з лініями самої рамки. У відповідних графах основного напису (згідно з їхньою нумерацією) зазначають таку інформацію:

1. Назва виробу;
2. Позначення виробу (шифр);
3. Позначення матеріалу деталі;
4. Літера типу документа;
5. Маса виробу;
6. Масштаб;
7. Порядковий номер аркуша (не позначається, якщо аркуш один);
8. Загальне число аркушів (заповнюється лише на першому аркуші);
9. Назва установи, що розробила документ;
10. Вид роботи, що виконується особами, які підписують документ;
11. Прізвища осіб, які підписали документ;
12. Підписи осіб, зазначених у графі 11;
13. Дата підписання документа;
14. -18. Зміни, які вносять відповідно до вимог стандарту.

8. Масштаб

Вибір масштабу для виконання кресленика безпосередньо залежить від складності геометричної форми предмета та мети самого зображення. Головною умовою є забезпечення достатньої наочності для чіткого та однозначного сприйняття всіх елементів конструкції. Обраний масштаб і розміри зображення повинні бути пропорційними формату аркуша, на якому виконується побудова деталі.

Конструктивні елементи, які через малий розмір неможливо деталізувати на основному зображенні, слід виносити як додаткові зображення (види, розрізи чи перерізи) у збільшеному масштабі. Для креслеників малогабаритних виробів рекомендується застосовувати значне збільшення; у такому разі поряд із основним робочим зображенням допускається подавати спрощений вигляд предмета в натуральну величину, обмежуючись лише його зовнішніми контурами.

Незалежно від масштабу зображення, усі розміри на кресленнику завжди вказують дійсні – тобто реальні розміри виробу, а не виміряні лінійкою з паперу. Масштаб впливає лише на візуальне сприйняття, але не на числові значення у розмірних написах.

Для коректного читання кресленика важливо чітко вказувати масштаби всіх зображень згідно з певними правилами. В основному написі: масштаб, який стосується всього кресленика загалом, зазначають у спеціально відведений графі основного напису. Біля окремих зображень: якщо масштаб окремого виду, розрізу чи виносного елемента відрізняється від загального, його вказують безпосередньо в заголовку цього зображення.

Чинним в Україні є стандарт ДСТУ EN ISO 5457:2022, а ДСТУ ГОСТ 2.302-68 втратив чинність.

Масштаби ДСТУ EN ISO 5457:2022

Масштаб – відношення лінійного розміру елемента предмета, зображуваного на оригіналі кресленика, до реального лінійного розміру цього самого елемента того самого предмета. Основні масштаби наведені у таблиці 8.1. Для зображення об'єктів значних розмірів допускається застосування масштабів $1:2000$, $1:5000$, $1:10000$ та $1:50000$.

У разі потреби використання значень, не передбачених основним переліком, рекомендований ряд можна розширити: будь-який новий масштаб має бути утворений шляхом множення стандартного значення на число 10 у відповідному цілому степені.

Повне позначення масштабу має складатися зі слова «МАСШТАБ» з наступним наведенням конкретного відношення. Слово «МАСШТАБ» можна опускати, якщо відсутня ймовірність неправильного сприйняття зображення.

Таблиця 8.1

Рекомендовані ряди масштабів

Масштаби зменшення	Натуральна величина	Масштаби збільшення
1:2; 1:20; 1:200; 1:2000	1:1	2:1; 20:1; 200:1; 2000:1
1:5; 1:50; 1:500; 1:5000		5:1; 50:1; 500:1; 5000:1
1:10; 1:100; 1:1000; 1:10000		10:1; 100:1; 1000:1; 10000:1

Масштаби ДСТУ ГОСТ 2.302-68

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення предмету на кресленнику, до його дійсних розмірів. Масштаби зображень вибираються із рядів, наведених у табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Рекомендовані ряди масштабів

Масштаби зменшення	Натуральна величина	Масштаби збільшення
1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5 1:15; 1:20; 1:25; тощо	1:1	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1 15:1; 20:1; 25:1; тощо

У графі основного напису вказують основний масштаб кресленника – той, у якому виконано більшість зображень. Масштаб записують у вигляді відношення без додаткових пояснень, наприклад: *1:1*, *1:2*, *2:1*, *1:5* тощо.

Цей запис у штампі означає, що всі види, розрізи та перерізи на аркуші, для яких не зазначено інше, виконано саме в цьому масштабі. Таке позначення дозволяє уникнути надмірного дублювання інформації на кресленнику.

На практиці часто виникає ситуація, коли окремі фрагменти виробу потребують детальнішого зображення або, навпаки, можуть бути зменшені для економії місця. Наприклад, основний вид деталі виконано у масштабі *1:1*, але

певний конструктивний елемент доцільно показати збільшеним у масштабі $5:1$ для кращої читабельності та зручності простановки розмірів.

У таких випадках над кожним зображенням, яке виконане у масштабі, відмінному від основного, роблять напис із назвою зображення та масштабом у круглих дужках. Наприклад: А (4:1) – позначення виду або виносного елемента; Б – Б (1:5) – розріз або переріз.

Масштаб у дужках відразу показує, що розміри на цьому зображенні треба сприймати з урахуванням збільшення чи зменшення, а не вимірювати безпосередньо з аркуша.

9. Типи ліній

Лінія – це основний графічний елемент технічного креслення, за допомогою якого передається геометрична форма виробу, його конструктивні особливості та технологічна інформація. На відміну від художнього малюнка, де лінія може бути довільною, у інженерній графіці кожен тип лінії має чітко визначене призначення та стандартизовані розміри.

Будь-яка лінія на технічному кресленні характеризується двома ключовими параметрами: **тип лінії** (суцільна, штрихова, штрихпунктирна тощо) визначає призначення лінії; **товщина лінії** визначає «ієрархію» інформації – товсті лінії привертають увагу до головного (контури деталі), тонкі є допоміжними (розміри, осі).

Обидва стандарти – і ГОСТ, і ISO – базуються на співвідношенні товщин, а не на абсолютних значеннях. Це означає, що конкретна товщина основної лінії обирається залежно від формату аркуша (A4 потребує тонших ліній, ніж A0) та складності кресленника (багато дрібних деталей – тонші лінії). Після вибору основної товщини всі інші лінії визначаються через неї співвідношенням товщин. Така система гарантує читабельність креслення незалежно від масштабу його виконання чи копіювання.

В Україні чинним є стандарт: ISO 128-20 «Основні положення про лінії», а ДСТУ ГОСТ 2.303 вже не є чинним. Проте основні графічні принципи та типи ліній у ГОСТ 2.303 та ISO 128-20 є практично ідентичними. Обидва стандарти визначають: суцільні товсті лінії для видимих контурів; штрихові лінії для прихованих елементів; штрихпунктирні лінії для осей та центрових позначень; аналогічні співвідношення товщин ліній. Основні відмінності стосуються лише термінології, специфіки викладу вимог та деяких деталей оформлення.

Типи ліній за ДСТУ ISO 128-20:2003

Стандарт ISO 128-24 класифікує лінії за функціональним призначенням та встановлює гнучку систему товщин, що дозволяє адаптувати креслення до різних форматів та способів відтворення. Типи ліній, що найчастіше використовуються, наведені у табл. 9.1.

Стандарт передбачає можливість варіацій базових типів ліній, включно з: рівномірною хвилястою суцільною лінією, рівномірною спіральною суцільною лінією, рівномірною зигзагоподібною суцільною лінією, побудовану від руки (хвилясту) суцільну лінію. Базові типи ліній №02-06 мають перетинатися на штриху, щоб уникнути неоднозначності.

Табл. 9.1

Основні типи ліній

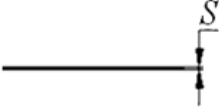
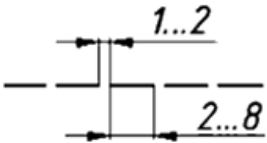
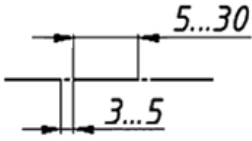
№	Зображення	Товщина лінії, мм	Назва лінії	Призначення
1		$S=0,5...1,4$	Суцільна товста лінія	.1 Видимі контури .2 Видимі грані.
2		Від $S/3$ до $S/2$	Суцільна тонка лінія	.1 Уявні лінії переходу .2 Розмірні лінії .3 Виносні лінії .4 Лінії виноски та полиці ліній виносок .5 Штриховка .6 Діагоналі для позначення плоских поверхонь .7 проєкційні лінії .8 Пояснювальні лінії ознак конусності
3			Суцільна хвиляста лінія	Виконана вручну позначка границі частинних або переривчастих видів (видів з розривами), розрізів і перерізів.
4			Суцільна тонка лінія із зигзагами	Інструментально виконана позначка границі частинних або переривчастих видів розрізів і перерізів
5			Штрихова тонка лінія	.1 невидимі грані .2 невидимі контури

Табл. 9.1 – продовження

№	Зображення	Товщина лінії, мм	Назва лінії	Призначення
6		Від $S/3$ до $S/2$	Довгоштрихово-пунктирна тонка лінія	.1 осьові лінії .2 лінії симетрії .3 центрові кола

На машинобудівних креслениках, як правило, використовують дві товщини одного типу ліній (товсті та тонкі). За стандартами ISO визначається основна товщина лінії (d), від якої залежать усі інші. Стандарт пропонує ряд рекомендованих значень (табл. 9.2). Співвідношення між товщинами тонких та товстих ліній повинно бути $1:2$. Це означає, що якщо тонка лінія має товщину 0,35 мм, то товста повинна мати товщину 0,7 мм.

Вибір товщини і групи ліній на технічному кресленіку визначається характером зображення, габаритними розмірами формату, застосованим масштабом, а також технічними вимогами до використання різних способів копіювання документації.

Табл. 9.2

Товщина ліній

Група лінії	Товщина ліній за № з табл. 9.1, мм	
	01.2 – 02.2 – 04.2	01.1 – 02.1 – 04.1 – 05.1
0,25	0,25	0,13
0,35	0,35	0,18
0,5*	0,5*	0,25
0,7*	0,7*	0,35
1	1	0,5
1,4	1,4	0,7
2	2	1
* групи ліній, яким варто надавати перевагу		

Практичні приклади застосування різних типів ліній на креслениках наведені на рис. 9.1–9.3, відповідно до їхнього призначення. Цифрове позначення кожного типу лінії, наведене на цих ілюстраціях, узгоджене з класифікацією, представленою в табл. 9.1 та 9.2.

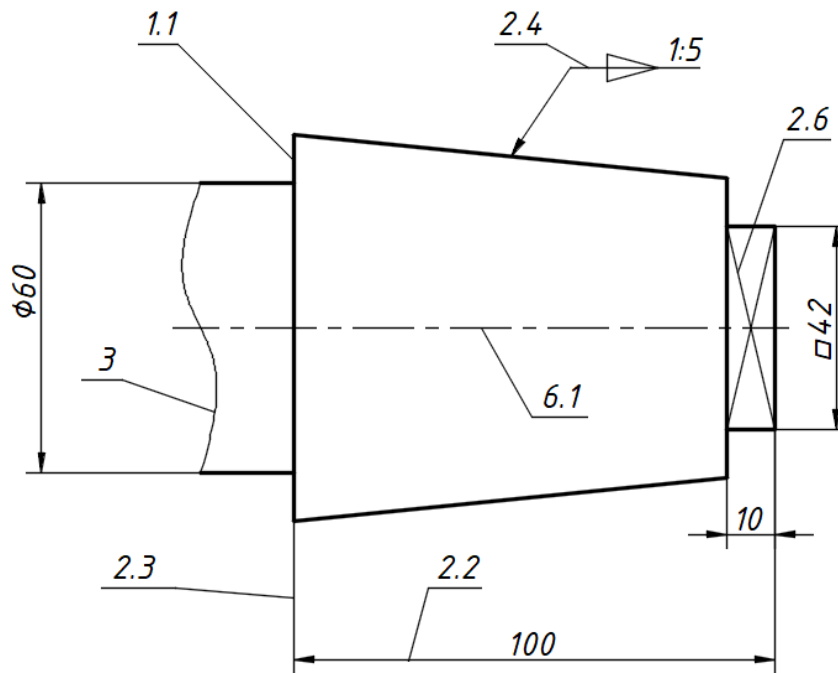


Рис. 9.1. Приклад використання різних типів ліній: 1.1 – видимий контур; 2.2 – розмірні лінії; 2.4 – лінії виноски та полиці ліній виносок; 2.6 – діагоналі для позначення плоских поверхонь; 3 – границя виду; 6.1 – осьова лінія

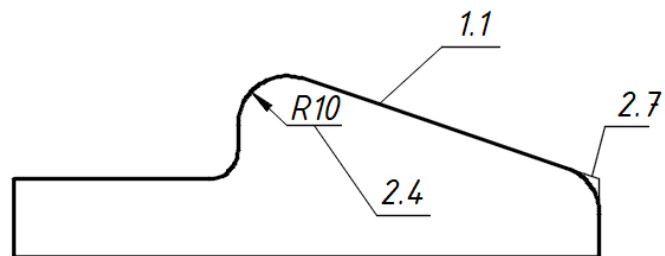


Рис. 9.2. Приклад використання різних типів ліній: 1.1 – видимий контур; 2.4 – полиці ліній виносок; 2.7 – проєкційні лінії

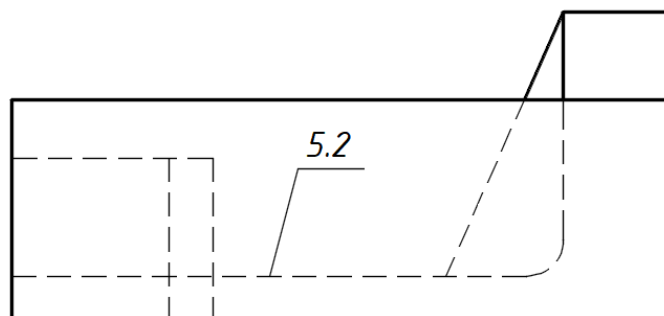


Рис. 9.3. Приклад використання різних типів ліній: 5.2 – невидимі контури

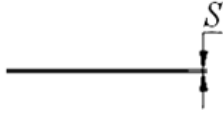
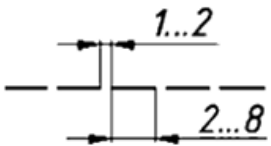
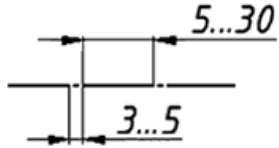
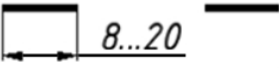
Типи ліній за ДСТУ ГОСТ 2.303

Стандарт встановлює жорсткі вимоги щодо сталості графічного виконання ліній в межах одного документа. Товщина ліній для кожного типу лінії має бути постійною на всіх зображеннях у межах одного кресленика. Вибір конкретного значення товщини визначається масштабом зображення та рівнем деталізації конструкції.

Класифікація основних типів ліній з їхнім графічним зображенням та функціональним призначенням наведена у табл. 9.3. S – товщина суцільної товстої основної лінії, обрана для кресленика.

Табл. 9.3

Основні типи ліній

Зображення	Товщина лінії, мм	Назва лінії	Призначення
	$S=0,5...1,4$	Суцільна товста основна	Лінії видимого контуру зображення предмета
	Від $S/3$ до $S/2$	Суцільна тонка	Розмірні та виносні лінії, лінії штрихування
		Суцільна хвиляста	Лінії обриву і розмежування вигляду та розрізу
		Штрихова	Лінії невидимого контуру
		Штрихпунктирна тонка	Осьові та центрові лінії
	Від S до $1,5S$	Розімкнута	Лінії перерізу

Параметри штрихових елементів – довжина штрихів у штрихових та штрихпунктирних лініях повинна залишатися незмінною для всіх графічних елементів кресленика.

Штрихпунктирні лінії (осьові та центрові) підлягають певним правилам побудови. У місцях перетину дві штрихпунктирні лінії обов'язково повинні перетинатися саме на штрихах, а не на точках чи проміжках. Це забезпечує чітку ідентифікацію центральних точок. На завершенні штрихпунктирна лінія має закінчуватися довгим штриховим елементом, а не пунктиром.

Недотримання цих вимог призводить до створення неохайного кресленика, який ускладнює сприйняття технічної інформації та може спричинити виробничі помилки. Практичні приклади коректного використання різноманітних типів ліній на конкретному технічному кресленні демонструє рис. 9.4.

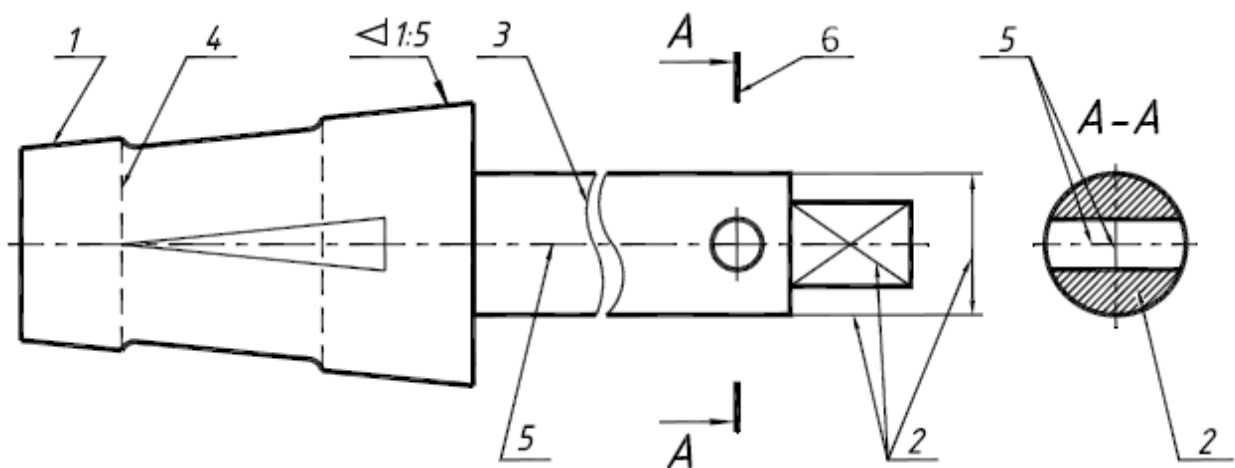


Рис. 9.4. Приклад застосування різних типів ліній: 1 – суцільна товста основна; 2 – суцільна тонка; 3 – суцільна хвиляста; 4 – штрихова; 5 – штрихпунктирна; 6 – розімкнута

Центри кіл на кресленику позначають перетином штрихпунктирних ліній (осьові лінії) (рис. 9.5 а). Якщо діаметр кола менше 12 мм, штрихпунктирні лінії замінюють на суцільні тонкі (рис 9.5 б). Центрові і осьові лінії мають виходити за контур зображення на 2-3 мм.

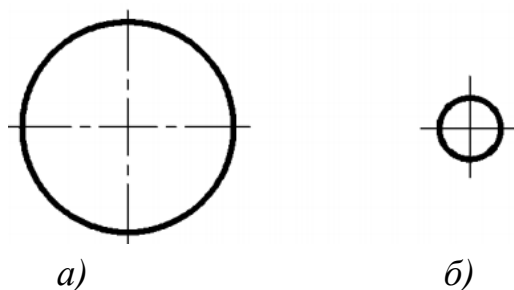


Рис. 9.5. Побудова осьових ліній: а) діаметр кола більше 12 мм; б) діаметр кола менше 12 мм

10. Шрифти креслярські

Шрифт креслярський – це графічна форма зображення букв, цифр і знаків, що використовуються для нанесення написів на креслениках та інших технічних документах.

Правильне застосування стандартних шрифтів забезпечує чіткість креслення, можливість його копіювання, мікрофільмування та автоматизованого оброблення.

В Україні чинним є національний стандарт ДСТУ ISO 3098-0:2006, ідентичний міжнародному стандарту ISO 3098-0:1997. За своєю суттю ГОСТ 2.304-81 і ДСТУ ISO 3098-0:2006 описують ідентичні підходи до шрифтів. Відмінності полягають лише у термінології та способі позначення. Тому розглянемо детально тільки чинний стандарт ДСТУ ISO 3098-0:2006.

Основні параметри шрифту ДСТУ ISO 3098-0:2006

Номінальний розмір шрифту h – висота великих (прописних) літер у міліметрах. **Товщина лінії шрифту d** – товщина лінії, якою виконуються елементи букв. Це ключовий параметр, що визначає тип шрифту. **Осьова лінія** (базова лінія) – уявна горизонтальна лінія, на якій «стоять» літери. У табл. 10.1 наведені основні параметри шрифту. Рекомендовано використовувати шрифт типу В для навчальних креслеників.

Табл. 10.1

Основні параметри шрифту

Тип шрифту	Співвідношення	Характеристика
Тип А (Type A)	$d = h/14$	Тонкий шрифт. Товщина лінії становить 1/14 висоти букви. <i>Приклад: $h = 10 \text{ мм} \rightarrow d = 0,7 \text{ мм}$</i> Застосування: для дрібних написів, коли потрібна економія місця.
Тип В (Type B)	$d = h/10$	Товстий шрифт. Товщина лінії становить 1/10 висоти букви. <i>Приклад: $h = 10 \text{ мм} \rightarrow d = 1,0 \text{ мм}$</i> Застосування: найпоширеніший, рекомендується для навчальних креслень. Більш чіткий і виразний.

Кожен тип шрифту (А або В) може виконуватися у двох варіантах (табл. 10.2). Для навчальних креслень рекомендується похилий варіант (S), оскільки його легше виконувати від руки, проте стандартом рекомендовано переважно застосовувати шрифт В вертикальний.

Табл. 10.2

Варіанти виконання шрифтів

Варіант	Позначення	Опис
Вертикальний	V	Літери розташовані перпендикулярно до базової лінії (під кутом 90°)
Похилий	S	Літери нахилені під кутом 75° до базової лінії (відхилення на 15° від вертикалі вправо). Найпоширеніший варіант, легший у виконанні від руки.

Стандартом встановлено наступний ряд номінальних розмірів шрифту (висота прописних літер h в міліметрах): 1,8 мм; 2,5 мм; 3,5 мм; 5 мм; 7 мм; 10 мм; 14 мм; 20 мм.

Цей ряд утворено за прогресією $\sqrt{2}$, що узгоджується зі стандартними форматами паперу. У табл. 10.3 наведені рекомендовані розміри шрифтів для використання в учбових креслениках. Найчастіше використовуються шрифти розмірів 3,5; 5 та 7 мм.

Табл. 10.3

Рекомендовані розміри для різних елементів креслення

Елемент креслення	Розмір шрифту h , мм
Основний напис (штамп)	7 або 5
Заголовки креслення	10 або 7
Розмірні числа	5 або 3,5
Технічні вимоги, примітки	3,5 або 2,5
Позначення перерізів, видів	7 або 5
Індекси, показники степеня	2,5

Всі розміри елементів шрифту визначаються через номінальний розмір h або товщину лінії d . Загальна інформація з розмірами та основними параметрами шрифтів наведена в табл. 10.4 та на рис. 10.1.

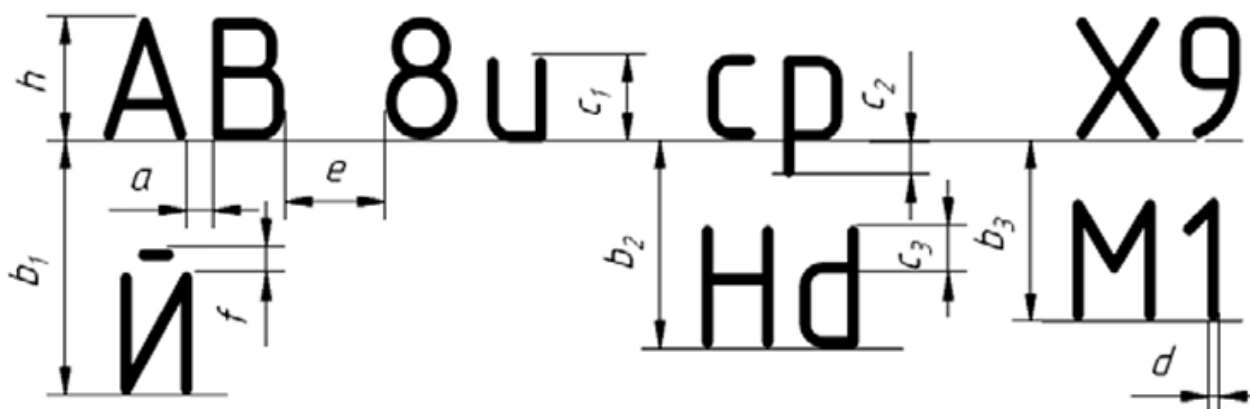


Рис. 10.1. Основні параметри розмірів шрифту (позначення згідно табл. 10.4)

Табл. 10.4

Основні параметри та розміри шрифтів

Параметри			Відносний розмір	
			Тип А	Тип В
Висота шрифту (висота великих літер і цифр)		h	$(14/14)h$	$(10/10)h$
Висота малих літер		c_1	$(10/14)h$	$(7/10)h$
Висота відростка для малих літер	нижнього	c_2	$(4/14)h$	$(3/10)h$
	верхнього	c_3	$(4/14)h$	$(3/10)h$
Висота виступу для діакритичних знаків (у випадку великих літер)		f	$(5/14)h$	$4/10)h$
Проміжок між знаками		a	$(2/14)h$	$(2/10)h$
Найменша відстань між базовими лініями	великі та малі літери з діакритичними знаками	b_1	$(25/14)h$	$(19/10)h$
	великі та малі літери без діакритичних знаків	b_2	$(21/14)h$	$(15/10)h$
	тільки для великих літер	b_3	$(17/14)h$	$(13/10)h$
Проміжок між словами		e	$(6/14)h$	$(6/10)h$
Товщина лінії		d	$(1/14)h$	$(1/10)h$

В табл. 10.5 наведено основні параметри для найпоширенішого шрифту типу В.

Табл. 10.5

Розміри шрифту типу В ($d = h/10$)

Параметр	Позначення	Співвідношення	Розміри, мм				
			2.5	3.5	5	7	10
Висота шрифту (прописні літери та цифри)	h	$(10/10)h$	2.5	3.5	5	7	10
Висота малих літер	c_1	$(7/10)h$	1.75	2.5	3.5	5	7
Проміжок між літерами	a	$(2/10)h$	0.5	0.7	1	1.4	2
Мінімальна відстань між рядками	b	$(17/10)h$	4.25	6	8.5	12	17
Проміжок між словами	e	$(6/10)h$	1.5	2.1	3	4.2	6
Товщина лінії шрифту	d	$(1/10)h$	0.25	0.35	0.5	0.7	1

При підкреслюванні тексту зверху або знизу лінію підкреслювання слід переривати в місцях, де розташовані відростки малих літер (наприклад, «хвостики» у літер p , y , ϕ); та діакритичні знаки (наголоси, тощо). Якщо таке переривання неможливе або ускладнює читання, необхідно збільшити міжрядковий інтервал (відстань між базовими лініями).

Для точного відтворення форми шрифтів, конструкцій літер і цифр та співвідношення окремих елементів на креслениках рекомендується використовувати такі частини стандарту на шрифти (див. додаток Б):

- ISO 3098-2, латинський алфавіт;
- ISO 3098-3, грецький алфавіт;
- ISO 3098-4, діакритичні і окремі знаки латинського алфавіту;
- ISO 3098-6, кириличний алфавіт.

Форми літер латинського алфавіту шрифту типу В (V) наведено на рис. 10.2. Деякі знаки та цифри шрифту типу В (V) наведено на рис. 10.3 та рис. 10.4. Римські цифри L , C , D , M виконуються за правилами написання літер латинського алфавіту.

Слід звернути увагу на важливу особливість визначення висоти шрифту. Стандарт на креслярські шрифти ISO 3098-0 встановлює висоту, що дорівнює висоті зовнішнього контуру прописних літер, тоді як стандарт на нанесення

розмірів ISO 129 визначає висоту як розмір цифр. На практиці це означає, що при простановці розмірних чисел орієнтуються на висоту цифр, а при написанні текстових пояснень – на висоту великих літер.



Рис. 10.2. Написання літер латинського алфавіту

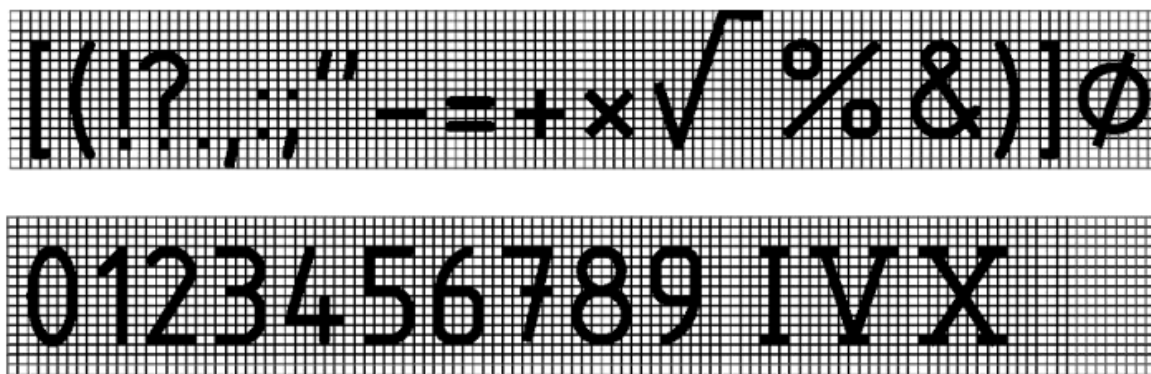


Рис. 10.3. Написання цифр та деяких знаків шрифтом

Крім того, стандарти містять ряд обов'язкових рекомендацій щодо застосування шрифтів, дотримання яких забезпечує уніфікованість та професійний вигляд технічної документації. Найважливішою з цих рекомендацій є вимога використовувати на кожному окремому кресленні лише один обраний варіант шрифту. Це правило категорично забороняє одночасне

застосування на одному аркуші вертикальних та похилих літер, а також поєднання шрифтів різних типів. Наприклад, якщо був обраний для роботи похилий шрифт типу В, весь текст на кресленні, включаючи заголовки, розмірні числа, примітки та технічні вимоги, має бути виконаний саме цим варіантом.

Наступна важлива рекомендація стосується просторової орієнтації написів: **усі текстові примітки, пояснення та технічні вимоги завжди розташовують горизонтально**, навіть якщо саме зображення на кресленні повернуте під кутом або виконане у вертикальній проєкції.

Стандарти також чітко регламентують мінімальні допустимі розміри шрифтів залежно від формату креслення, що є критично важливим для забезпечення читабельності документації, особливо при її подальшому копіюванні, мікрофільмуванні або цифровому скануванні.

Для креслень великих форматів, а саме А0, А1, А2 та А3, **мінімальна висота основного тексту встановлена на рівні 7 міліметрів**. Цей розмір забезпечує впевнену читабельність навіть з відстані та після можливого зменшення при копіюванні.

Для найменшого стандартного **формату А4**, який найчастіше застосовується у навчальних закладах та для оформлення супровідної документації, **мінімальна висота основного шрифту становить 5 міліметрів**.

Розмірні числа, які є критично важливими елементами креслення, мають виконуватися ще більш ретельно: на кресленнях найбільшого формату А0 їх висота не може бути меншою за три з половиною міліметри, тоді як для всіх інших стандартних форматів від А1 до А4 включно встановлено єдину мінімальну висоту у два з половиною міліметри. Дотримання цих розмірних вимог гарантує, що технічна інформація на кресленні залишиться чіткою та зрозумілою протягом усього життєвого циклу документа.

ГОСТ 2.304-81. У технічній літературі та старих кресленнях написи виконувалися за ГОСТ 2.304-81 «Шрифти креслярські». Цей стандарт встановлює такі ж типи шрифтів:

- тип А: $d = h/14$ (відповідає type А за ISO);
- тип Б: $d = h/10$ (відповідає type В за ISO).

На рис. 10.4 наведений приклад виконання шрифту у вигляді текстового напису та простановки розмірних чисел на кресленику кирилицею. Стандарт ISO не містить цієї інформацію, та як вже було зазначено на початку розділу 10,

загальну підходи майже ідентичні, тому пропонується використовувати українські літер шрифту згідно ГОСТ 2.304-81 (рис. 10.4).

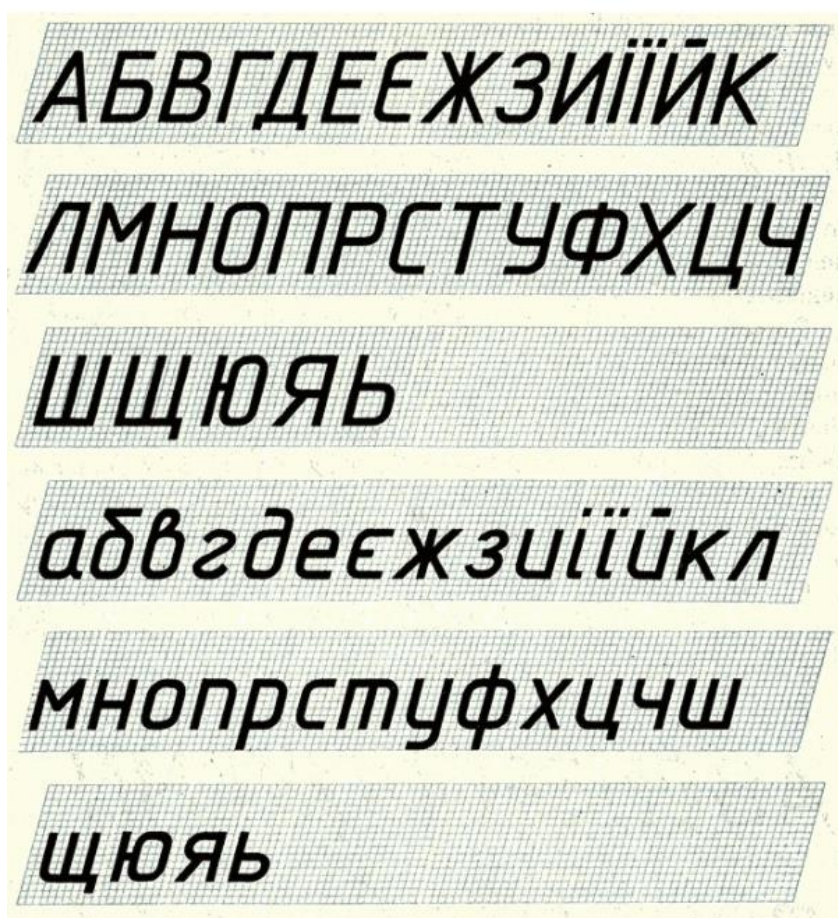


Рис. 10.4. Написання літер українського алфавіту

11. Нанесення розмірів

Загальні відомості про розміри

Основні правила нанесення розмірів визначає ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 «Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів» (ГОСТ 2.307-2011, IDT).

Розмір – це числове значення лінійної або кутової величини в обраних одиницях виміру. На машинобудівних креслениках **всі лінійні розміри вказують у міліметрах** без позначення одиниці виміру. Кутові розміри записують у градусах, хвилинах і секундах з обов’язковим позначенням одиниці, наприклад 15° або $25^\circ 30'$.

Кількість розмірів на кресленику має бути мінімальною, але достатньою для виготовлення і контролю деталі. Кожен розмір вказують на кресленику один раз – повторювати той самий розмір на різних видах не допускається. Розміри, що відносяться до одного конструктивного елемента деталі, групують на тому зображенні, де геометрична форма цього елемента показана найбільш повно (рис. 11.1).

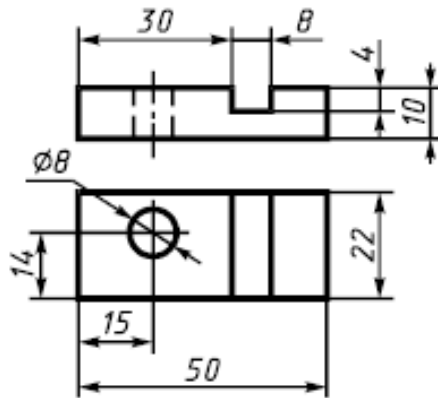


Рис. 11.1. Групування розмірів на кресленику\

Елементи нанесення розмірів

Розміри на креслениках вказують, див. рис. 11.2, розмірними лініями, паралельними вимірюваному відрізку. Ці лінії зі стрілками на кінцях впираються у виносні лінії, що є продовженням контурних або осевих ліній вимірюваного відрізка. Над розмірною лінією, яку бажано проводити поза контуром зображення, на відстані $1 \dots 2$ мм ближче до її середини вказують розмірне число. Виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірної лінії на $2 \dots 5$ мм. Останню наносять на відстані мінімум 10 мм від контурної лінії.

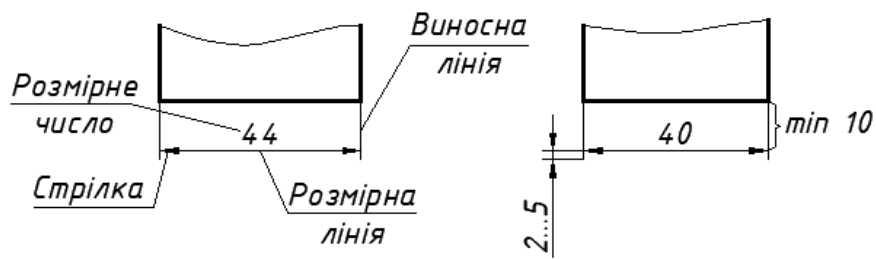


Рис. 11.2. Нанесення розмірів прямолінійного

Виконання кутових розмірів показано на рис. 11.3 на прикладі розмірної стрілки.

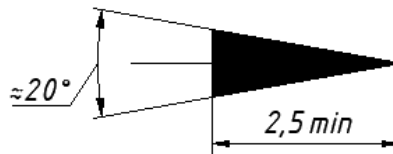


Рис. 11.3. Розмірна стрілка

Розмірні та виносні лінії виконують суцільними тонкими лініями. Стрілки на кінцях розмірних ліній мають довжину мінімум 2,5 мм і кут при вершині близько 20° . Усі стрілки на одному кресленнику повинні бути однакового розміру. При нестачі місця для стрілок їх виносять назовні, а часом заміняють на засічки під кутом 45° до розмірної лінії або чіткими точками.

Розмірні числа не повинні перетинатися або розділятися ніякими лініями креслення. У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії і лінії штрихування обов'язково переривають. Не допускається використовувати лінії контуру, осьові, центрові або виносні лінії як розмірні.

Нанесення лінійних розмірів

Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями дорівнює 7...8 мм (рис. 11.4). Розмірні числа на них розташовують зміщеним (шаховим) чином, щоб вони не зливалися в одну лінію. Перетину розмірних ліній необхідно уникати. Якщо це неможливо, то одну з розмірних ліній переривають.

При зображенні виробу з розривом розмірну лінію не переривають. Для симетричних виробів, зображених до осі симетрії або з обривом, розмірні лінії проводять з обривом, причому обрив розмірної лінії роблять далі від осі симетрії або лінії обриву зображення.

Розміри прямолінійних відрізків проставляють паралельно до них, незалежно від кута нахилу. Розмірні числа лінійних розмірів при різних нахилах ліній розташовують так, як показано на рис. 11.4. У заштрихованих зонах розмірні числа наносять на горизонтальній поличці лінії-виноски, щоб їх було зручно читати.

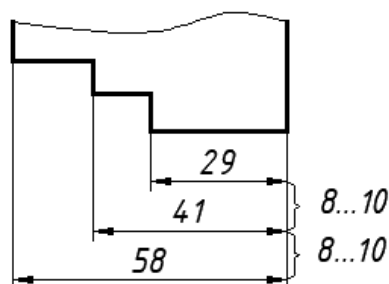


Рис. 11.4. Побудова паралельних розмірних ліній

Нанесення кутових розмірів

Виконання кутових розмірів показано на рис. 11.3 на прикладі розмірної стрілки. При визначенні кута розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у його вершині, а виносні лінії – радіально. Розмірне число вказують над дугою, паралельно до неї.

Для кутів від 0° до 180° розмірне число розміщують над дугою розмірної лінії з боку опуклості. Для кутів більше 180° розмірне число наносять з боку увігнутості дуги або на горизонтальній поличці лінії-виноски.

Нанесення діаметрів і радіусів

Для вказування діаметра кола перед розмірним числом наносять символ $\varnothing$, висота якого дорівнює висоті цифр розмірного числа (рис. 11.5). Розмірну лінію діаметра проводять через центр кола і закінчують стрілками з обох боків. При нестачі місця всередині кола розмірну лінію можна провести тільки до центру з однією стрілкою, а розмірне число винести на поличку лінії-виноски.

Для позначення радіуса дуги кола використовують знак R , якщо вона не перевищує 180° , інакше – символ $\varnothing$. Розмірну лінію радіуса проводять від центру дуги до її контуру, закінчуючи стрілкою з боку дуги. Різні за величиною радіуси, проведені з одного центру, не повинні бути продовженням один одного – їх розташовують під кутом один до одного.

Якщо необхідно вказати положення центру дуги, його зображують перетином центрових або виносних ліній. При великому радіусі допускається

наближати центр до дуги, показуючи розмірну лінію радіуса зі зломом під кутом 90° .

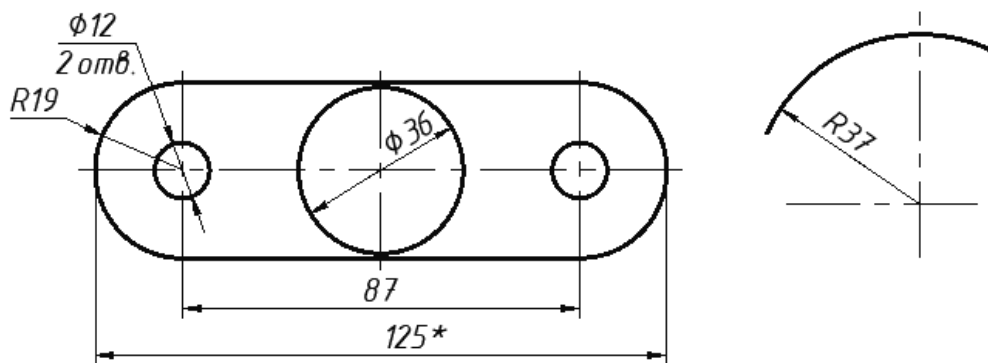


Рис. 11.5. Нанесення діаметрів та радіусів

Спеціальні позначення

Для квадратних елементів перед розмірним числом наносять символ $\square$, наприклад $\square 20$. Це означає квадрат зі стороною 20 мм. Такий запис дозволяє уникнути нанесення двох однакових розмірів.

Розміри фасок під кутом 45° записують спрощено у вигляді $C \times 45^\circ$, де C – лінійний розмір фаски, наприклад $2 \times 45^\circ$. Для фасок під іншими кутами вказують лінійний і кутовий розміри окремо або два лінійні розміри.

Для позначення конусності перед розмірним числом наносять знак $\triangleright$, гострий кут якого направлений у бік вершини конуса. Для позначення ухилу використовують знак $>$, гострий кут якого направлений у бік ухилу (див. розділ 2).

Нанесення розмірів однакових елементів

Розміри, що визначають симетрично розташовані поверхні симетричних виробів, наносять один раз, не вказуючи їх кількості. Наприклад, для однакових радіусів $R10$ на рис. 11.6.

Розміри кількох однакових елементів виробу проставляють один раз, зазначаючи на поличці лінії-виноски кількість даних елементів. Число отворів пишуть перед розміром діаметра отвору, наприклад $4 \text{ отв. } \phi 10$, або під розмірною лінією, див. рис. 11.7.

При нанесенні розмірів елементів, рівномірно розташованих по колу (наприклад, отворів), замість кутових розмірів, що визначають взаємне розташування елементів, вказують тільки їх кількість. Для цього наносять діаметр кола розташування елементів, розмір самого елемента і його кількість.

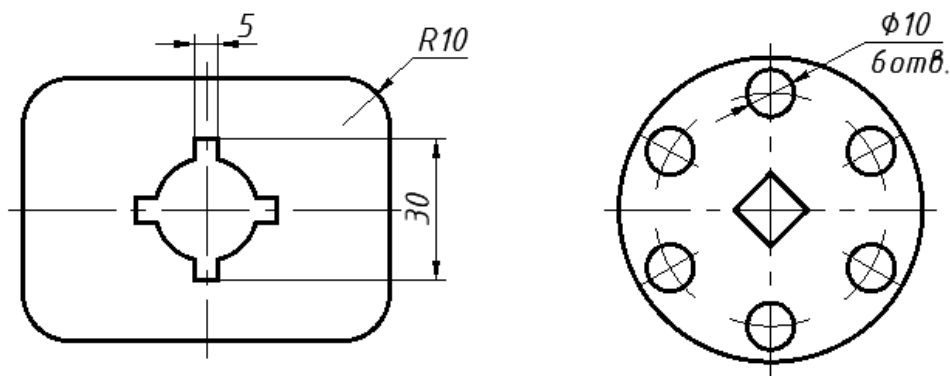


Рис. 11.6. Проставляння розмірів однакових елементів

Розмірні числа проставляють за наступним порядком (рис. 11.7), де в заштрихованих зонах їх наносять на горизонтальній поличці лінії-виноски.

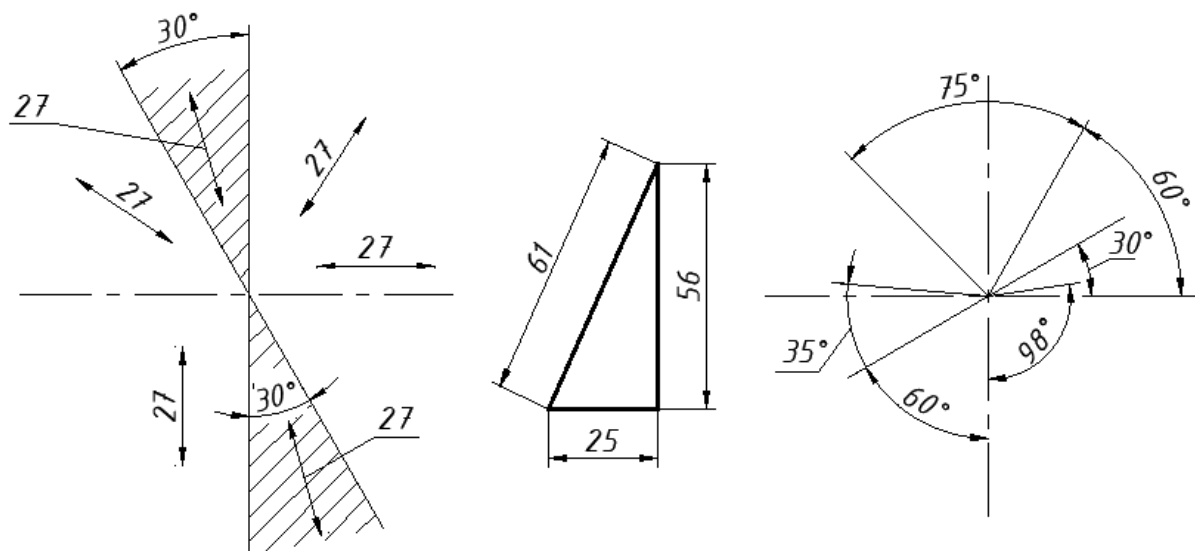


Рис. 11.7. Схема нанесення розмірів

Методи простановки розмірів

Існують три основні методи нанесення розмірів: ланцюговий, координатний і комбінований.

При **ланцюговому методі** розміри наносять послідовно, один за одним у вигляді ланцюга. Кожен наступний розмір відраховується від кінця попереднього. Важливо пам'ятати: **не допускається замикати ланцюг розмірів** (рис. 11.8). Якщо є три послідовні розміри і загальний габаритний розмір, то один з чотирьох має бути вказаний як довідковий зі знаком * (зірочка), а внизу креслення робиться запис «*Розміри для довідок» **Довідкові**

розміри – розміри, що не підлягають виконанню за даним графічним документом і вказуються для зручності користування цим документом.

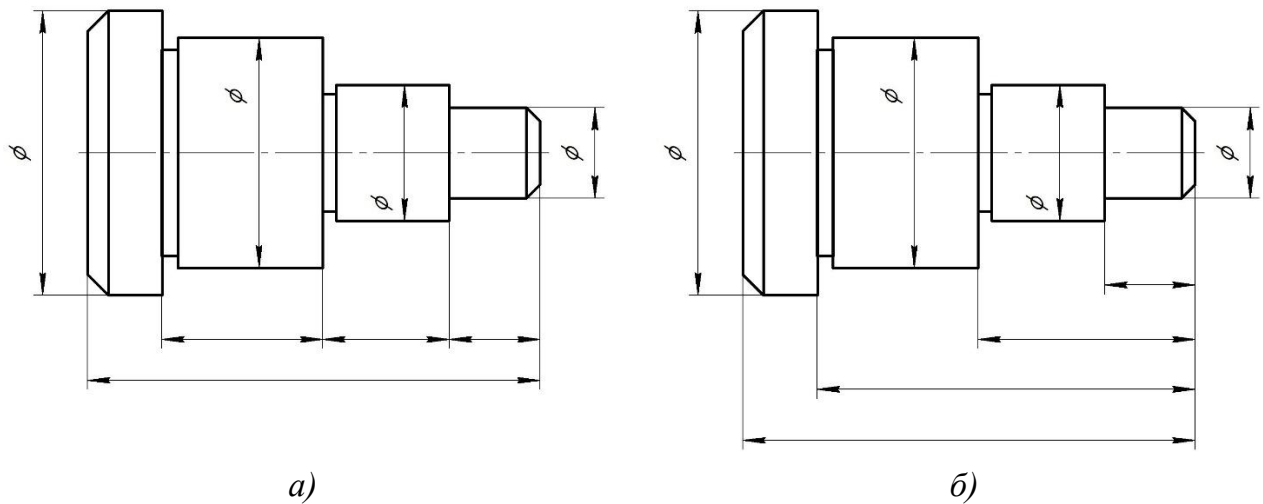


Рис. 11.8. Методи простановки розмірів: *а* – ланцюговий; *б* – координатний

При **координатному методі** всі розміри відраховують від обраних базових поверхонь або осей (рис. 11.9). Цей метод виключає накопичення похибок і забезпечує більшу точність взаємного розташування елементів деталі.

Комбінований метод поєднує обидва попередні способи і застосовується найчастіше (рис. 11.9). Він дозволяє раціонально проставити розміри з урахуванням конструктивних і технологічних особливостей деталі.

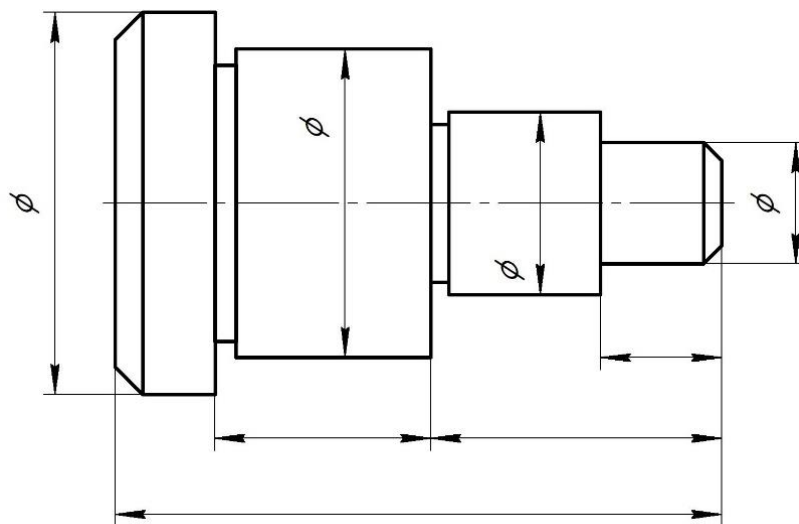


Рис. 11.9. Комбінований метод

Послідовність нанесення розмірів

При нанесенні розмірів на креслення дотримуйтесь такої послідовності:

Крок 1. Визначте геометричні форми (циліндри, призми, конуси тощо), з яких складається деталь.

Крок 2. Нанесіть розміри форми кожного елемента – довжину, ширину, висоту, діаметри. Це розміри, що визначають геометричну форму окремих частин деталі.

Крок 3. Нанесіть розміри положення – відстані між елементами, координати отворів, виступів тощо. Вони показують взаємне розташування елементів деталі.

Крок 4. Нанесіть габаритні розміри – загальну довжину, ширину і висоту деталі. Їх розташовують далі за всі інші розмірні лінії від контуру деталі.

12. Виконання кресленика деталі

Аналіз геометричної форми деталі та побудова наведені в розділах 1-4. Загальні правила оформлення кресленика описані в розділах 5-11. Формат та основний напис потрібно обирати за рекомендацією викладача.

1. Підготовчий етап. Аналіз геометричної форми контура деталі. Визначення геометричних побудов (спряжень, дотичних, поділу кола тощо) та послідовності їх виконання.

2. Вибір формату і масштабу. Вибір формату аркуша (А4, А3 тощо) залежно від розмірів деталі та обраного масштабу. Визначення масштабу зображення (1:1, 1:2, 2:1 тощо).

3. Компонування зображення. Розміщення зображення на форматі з урахуванням рамки, основного напису та місця для нанесення розмірів. Зображення має бути рівномірно розташоване в робочому полі креслення.

4. Побудова зображення в тонких лініях. Виконання геометричних побудов та креслення контура деталі тонкими лініями. Побудова осей симетрії, центрових ліній та допоміжних геометричних побудов.

5. Перевірка побудови. Контроль правильності виконаних геометричних побудов, симетричності, точності спряжень та розмірів деталі.

6. Нанесення розмірів. Проставлення розмірних і виносних ліній, стрілок та розмірних чисел. Дотримання правил групування розмірів та мінімальних відстаней між розмірними лініями.

7. Обведення (наводка) креслення. Обведення контура деталі суцільною товстою основною лінією. Обведення осьових та центрових ліній штрих-пунктирною тонкою лінією. Оформлення розмірних та виносних ліній суцільною тонкою лінією.

8. Заповнення основного напису. Оформлення основного напису (штампа). Внесення всієї необхідної інформації: найменування деталі, масштаб, тощо.

9. Перевірка та контроль якості. Остаточна перевірка креслення на відповідність стандартам, повноту нанесення розмірів, якість графічного оформлення.

Зверніть увагу, що у завданні конусність та ухили оформлені не за стандартом, їх потрібно самостійно правильно позначити.

Зразки виконаної роботи на форматах А3 наведено на рис. 12.1 та 12.2.

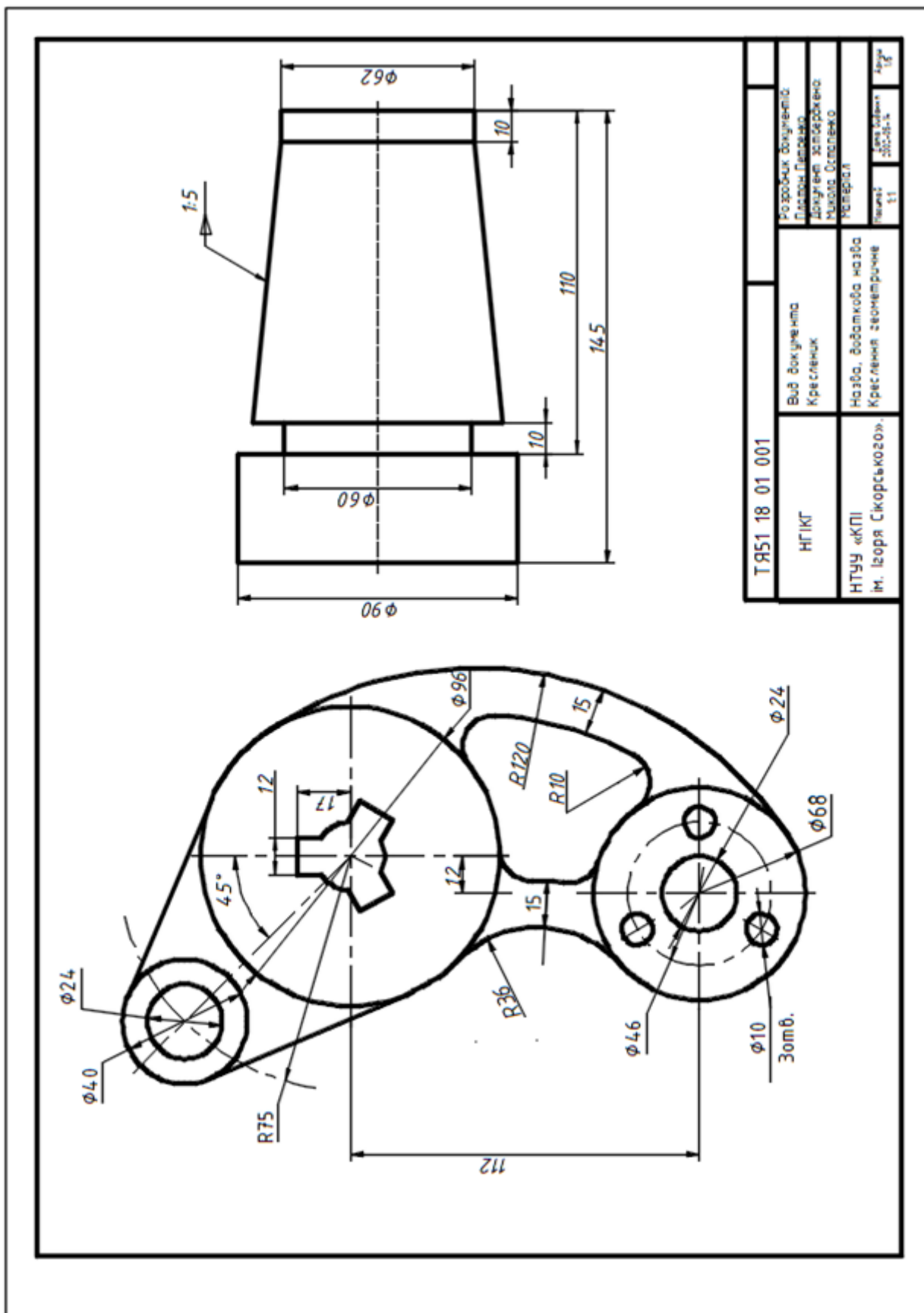


Рис. 12.1. Зразок виконання роботи на форматі за стандартами ISO

Контрольні запитання

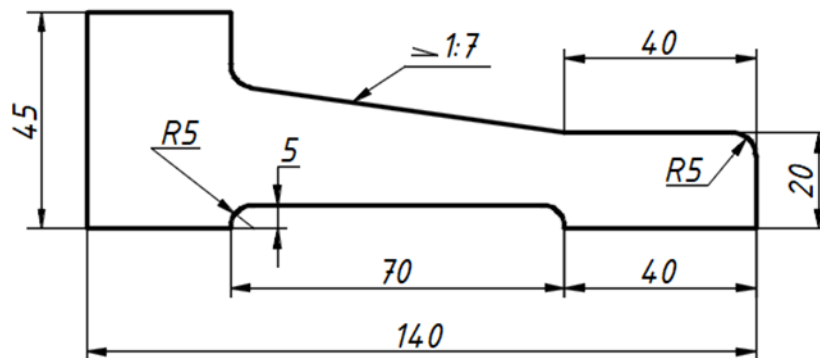
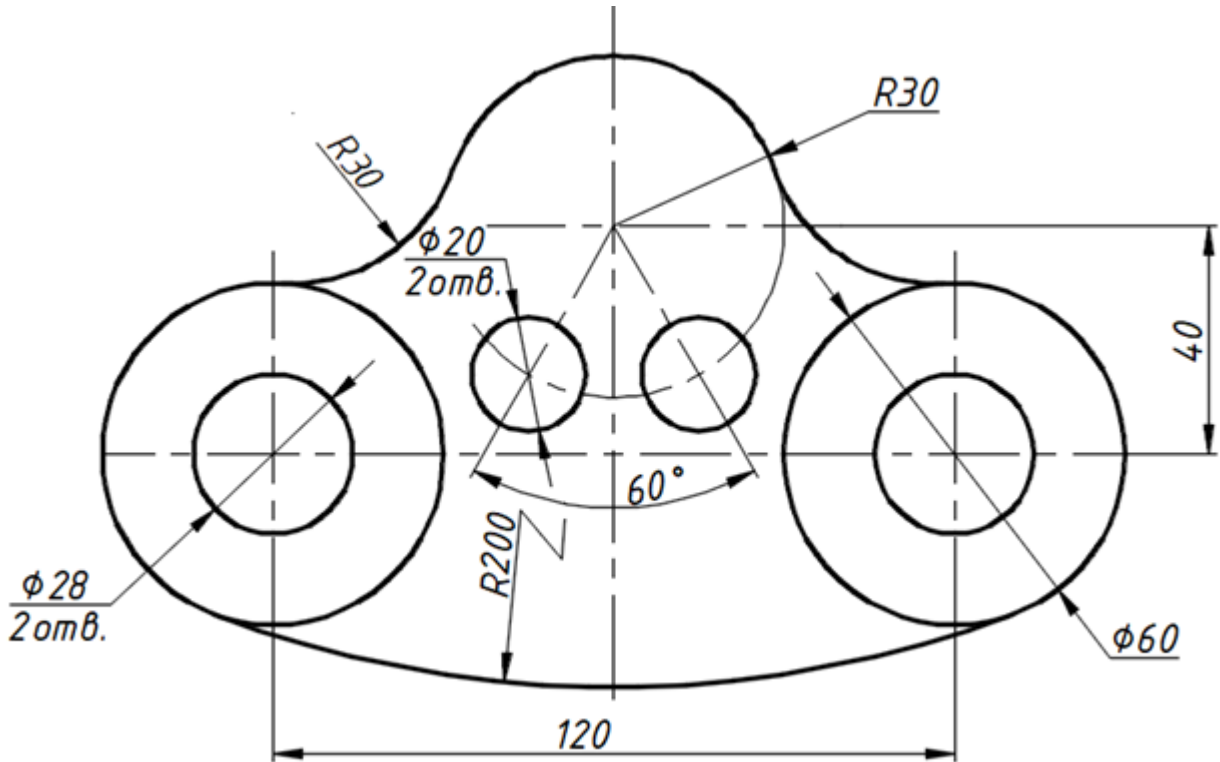
1. Що таке спряження?
2. Яке інженерне значення плавних переходів?
3. Які точки називають точками спряження?
4. Що таке конусність?
5. Як визначається конусність для повного конусу
6. Де використовується конус Морзе
7. Що таке ухили?
8. Що таке формат?
9. Як утворюються додаткові формати?
10. Позначення та призначення зон на форматі.
11. Що таке масштаб?
12. Які бувають масштаби?
13. Які типи ліній найчастіше використовуються на креслениках?
14. Чим обумовлюється вибір товщини лінії на кресленику?
15. Які існують типи шрифтів?
16. Які є правила нанесення розмірів?

Список використаних джерел

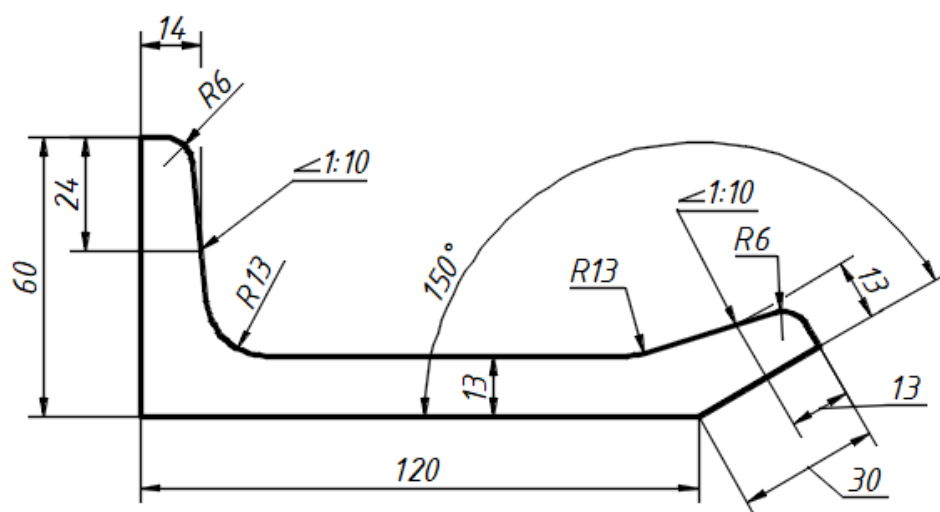
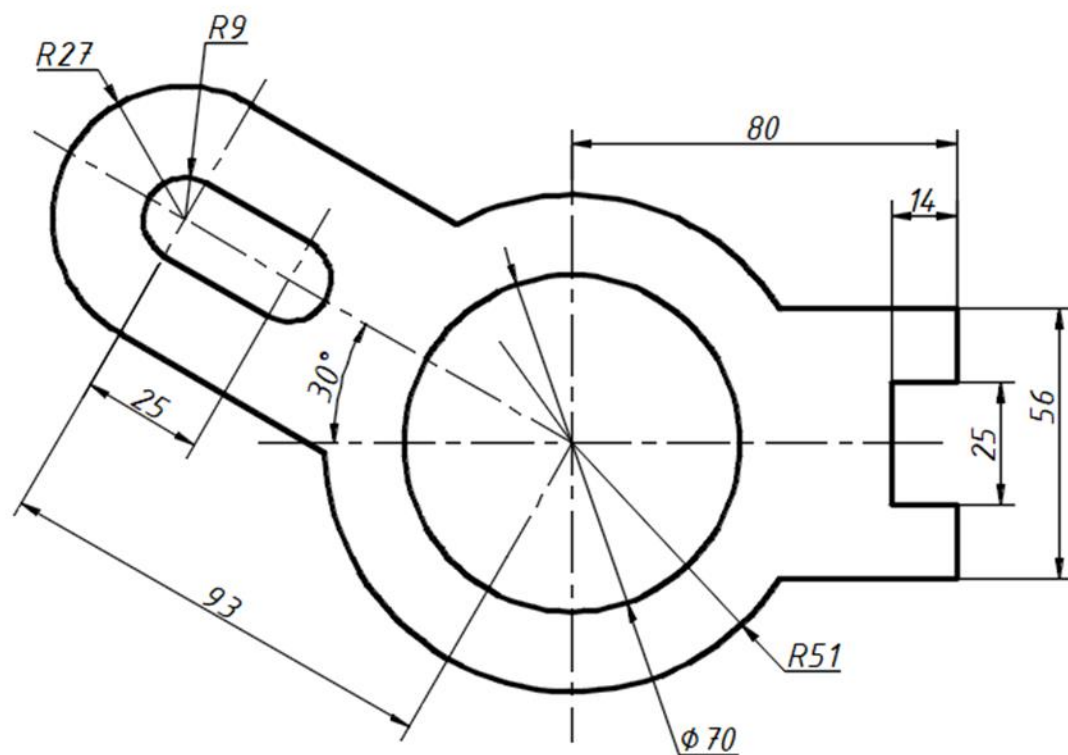
1. ДСТУ ISO 128-1:2015. Технічні креслення. Загальні принципи подання. Частина 1. Вступ та показчик (ISO 128-1:2003, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016.
2. ДСТУ EN ISO 3040:2018. Технічні вимоги до геометричних характеристик продукції (GPS). Конуси. Розміри та допуски (EN ISO 3040:2016, IDT; ISO 3040:2016, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2018.
3. ДСТУ ISO 129-1:2020. Технічна документація на продукцію. Нанесення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи (ISO 129-1:2018, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2020.
4. ДСТУ EN ISO 5457:2022. Документація технічна на вироби. Формати та оформлення аркушів креслень (EN ISO 5457:2021, IDT; ISO 5457:1999, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2022.
5. ДСТУ EN ISO 7200:2005. Документація технічна на вироби. Поля даних у титульних блоках і заголовках документів (EN ISO 7200:2004, IDT; ISO 7200:2004, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2005.
6. ДСТУ ISO 128-20:2003. Креслення технічні. Основні правила. Частина 20. Основні правила ліній (ISO 128-20:1996, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2003.
7. ДСТУ ISO 3098-0:2006. Документація технічна на продукцію. Написання. Частина 0. Загальні вимоги (ISO 3098-0:1997, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2006.
8. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2015.
9. ДСТУ ГОСТ 2.301:2006. Єдина система конструкторської документації. Формати (ГОСТ 2.301-68, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2007.
10. ДСТУ ГОСТ 2.302:2006. Єдина система конструкторської документації. Масштаби (ГОСТ 2.302-68, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2007.
11. ДСТУ ГОСТ 2.303:2006. Єдина система конструкторської документації. Лінії (ГОСТ 2.303-68, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2007.
12. ДСТУ ГОСТ 2.304:2015. Єдина система конструкторської документації. Шрифти креслярські (ГОСТ 2.304-81, MOD). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016.
13. ДСТУ ГОСТ 2.305:2013. Єдина система конструкторської документації. Зображення – види, розрізи, перерізи (ГОСТ 2.305-2008, IDT). – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2014.

Додаток А

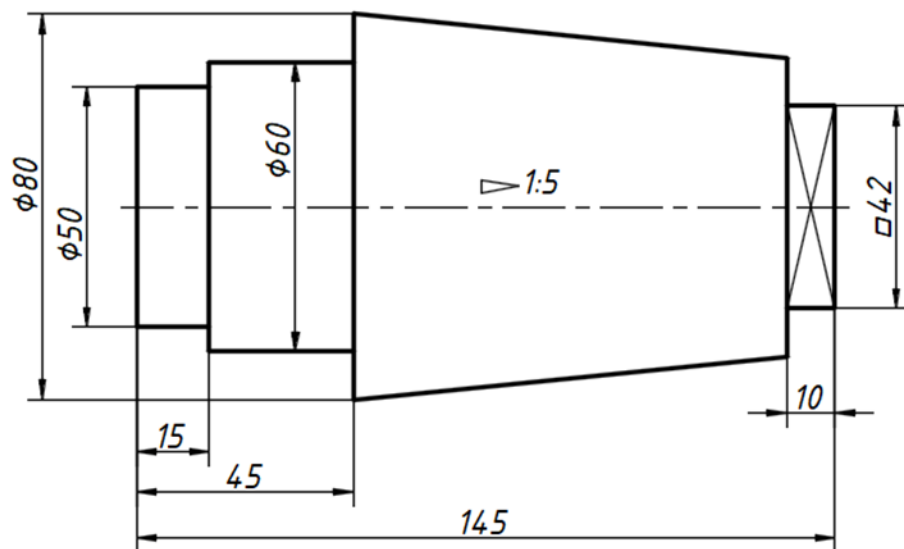
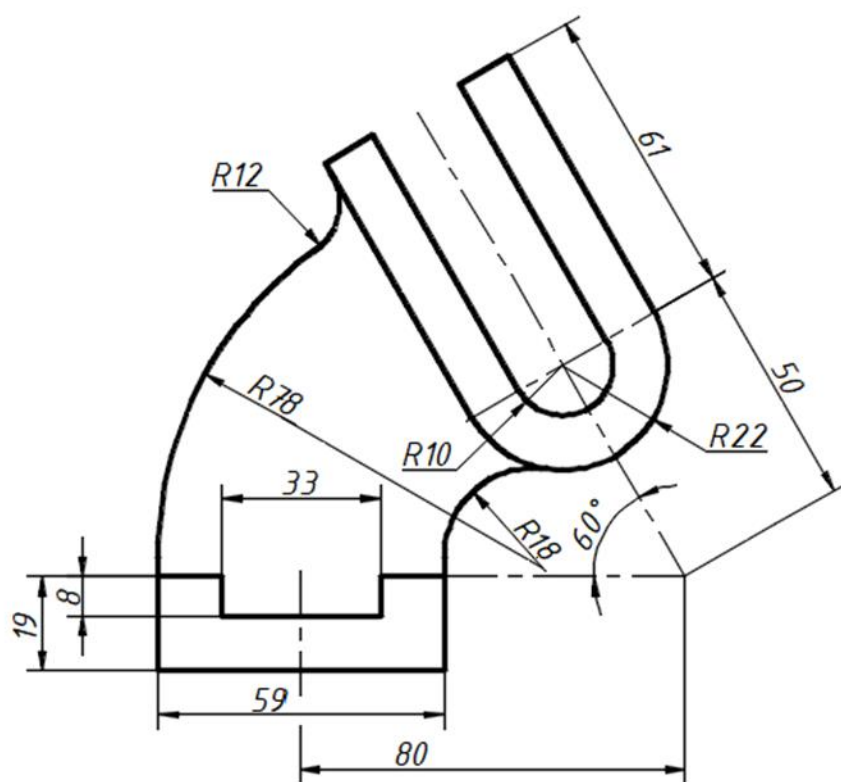
Завдання на побудову плоского контура за варіантами 1-24.



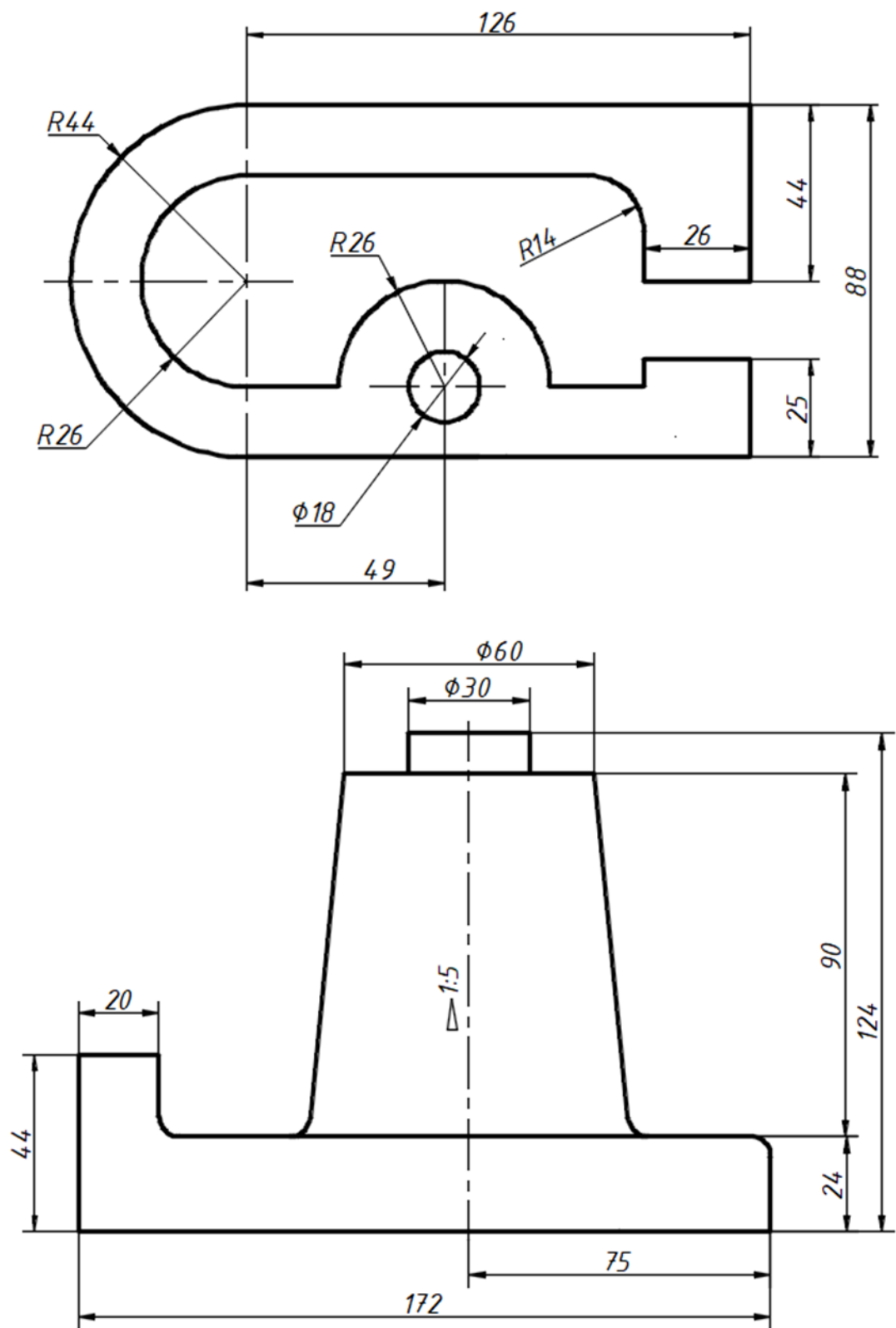
Варіант 1



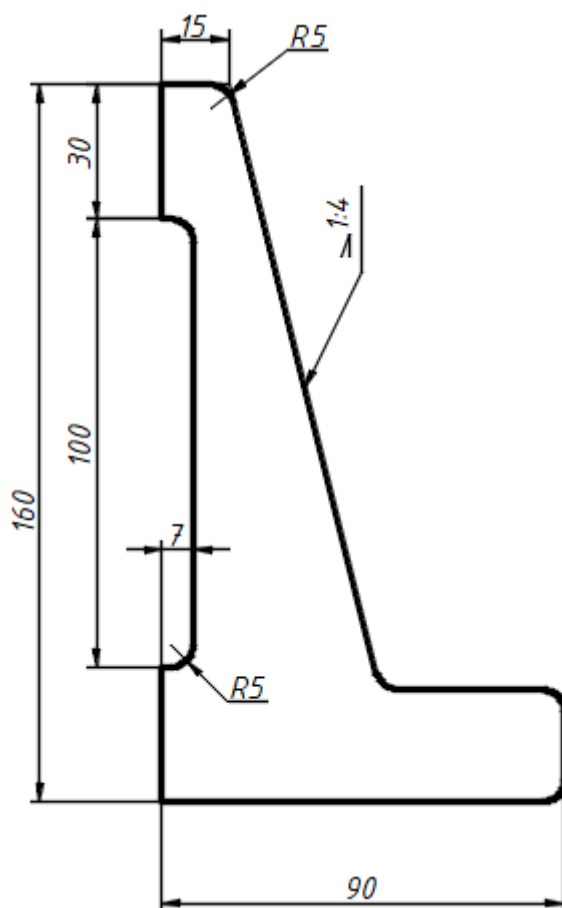
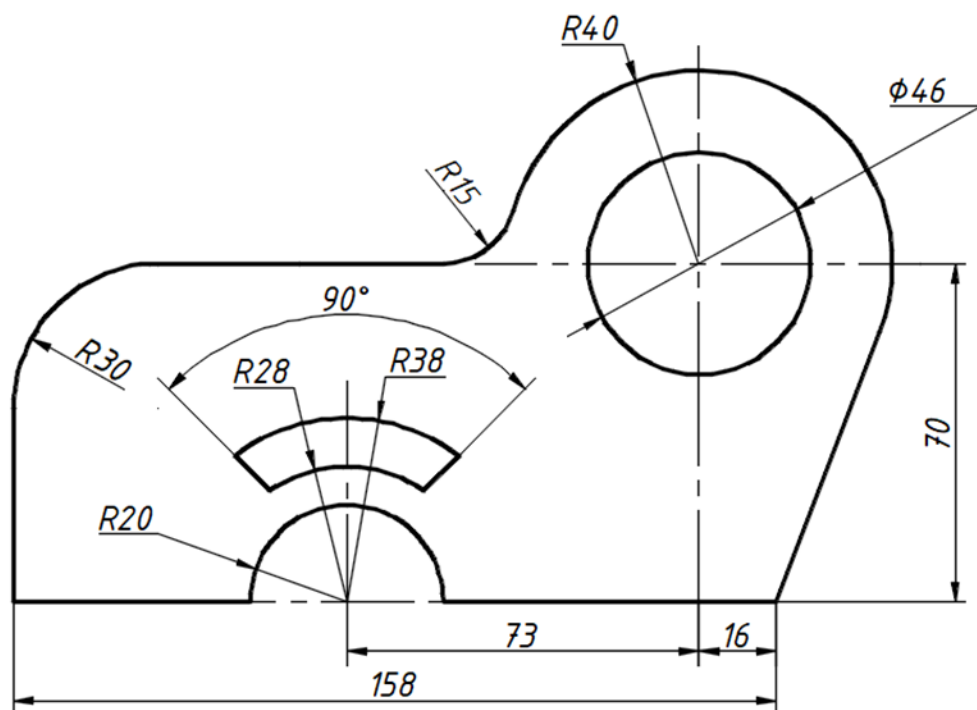
Варіант 2



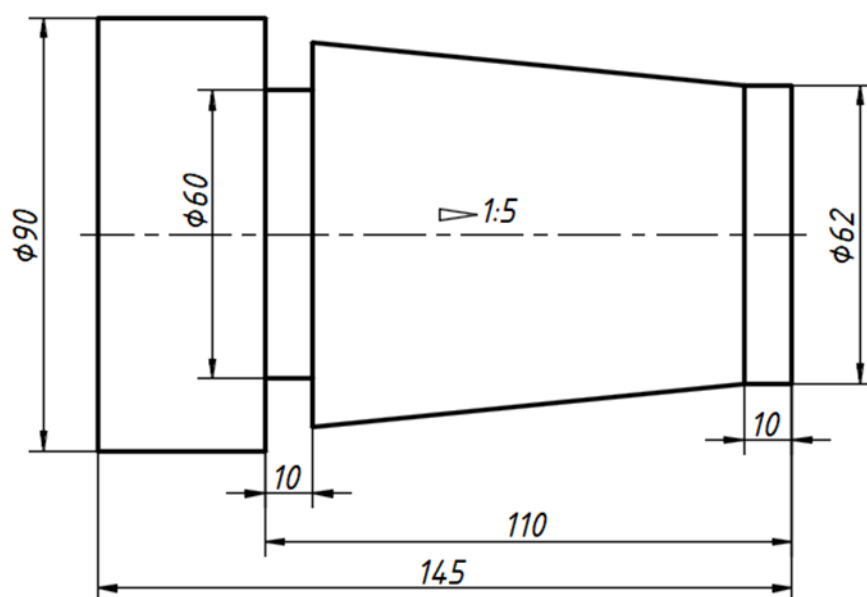
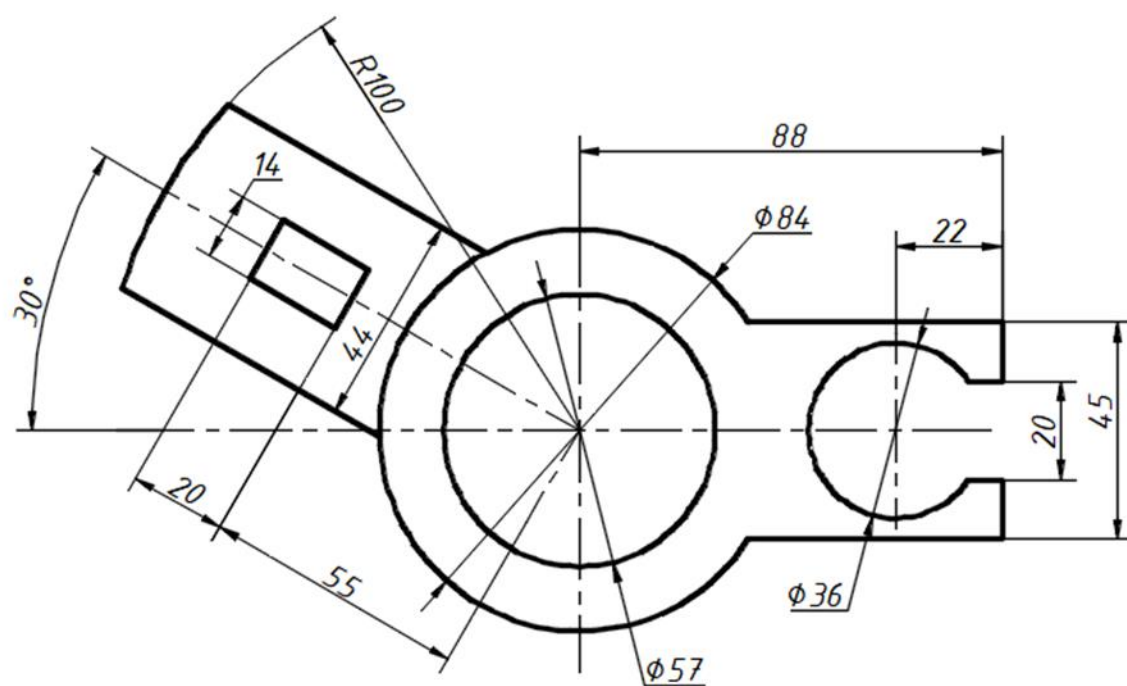
Варіант 3



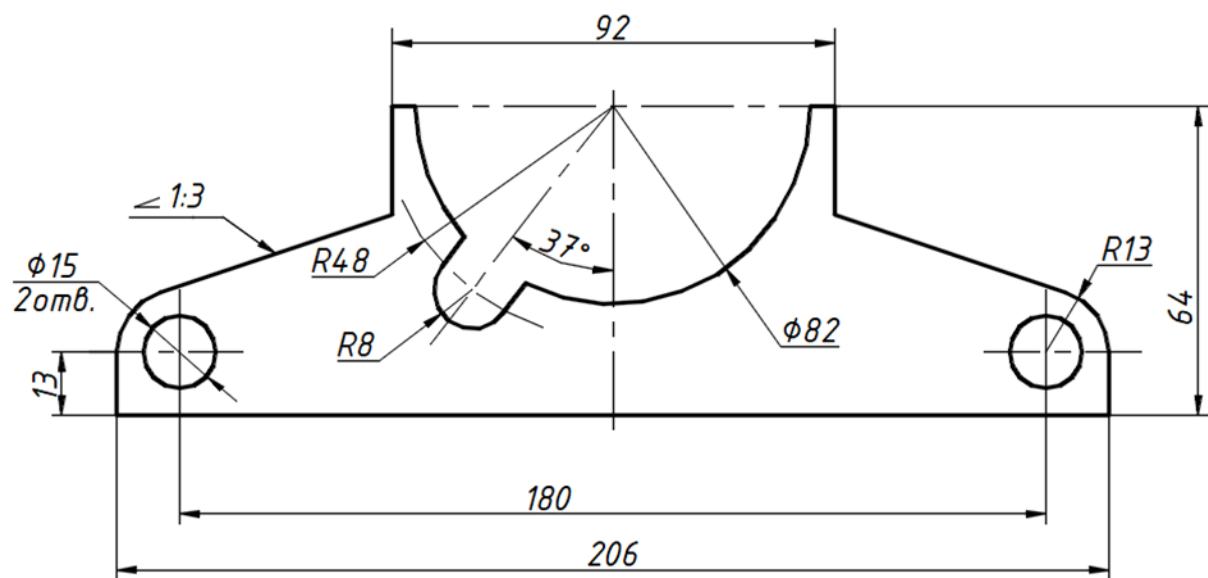
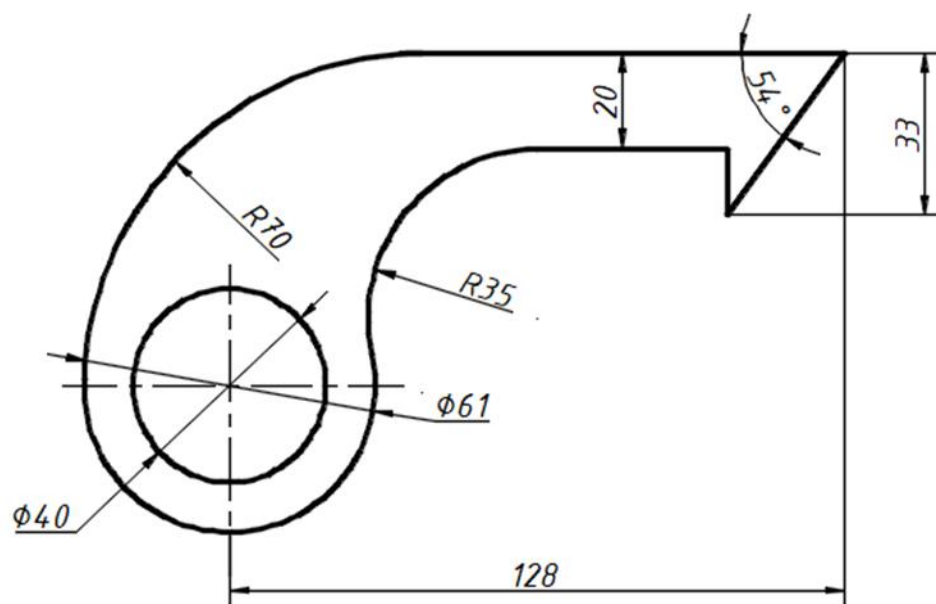
Варіант 4



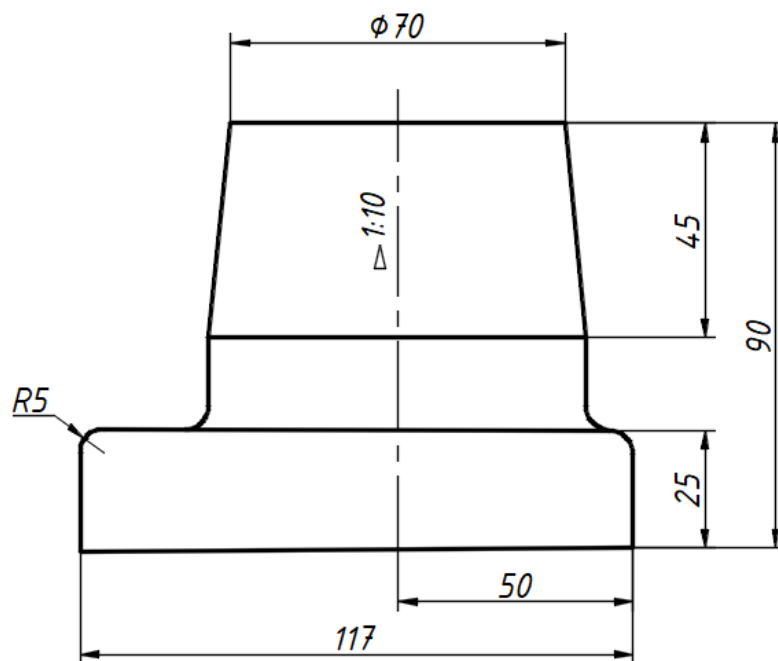
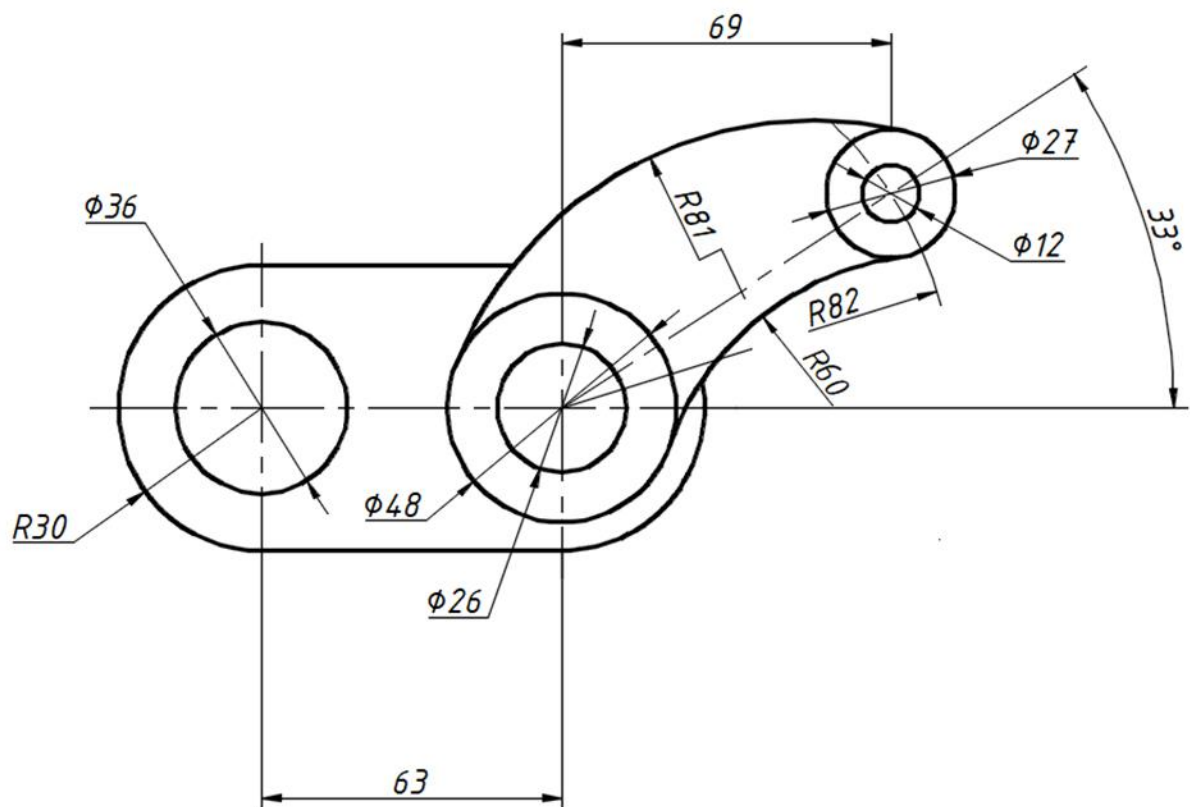
Вариант 5



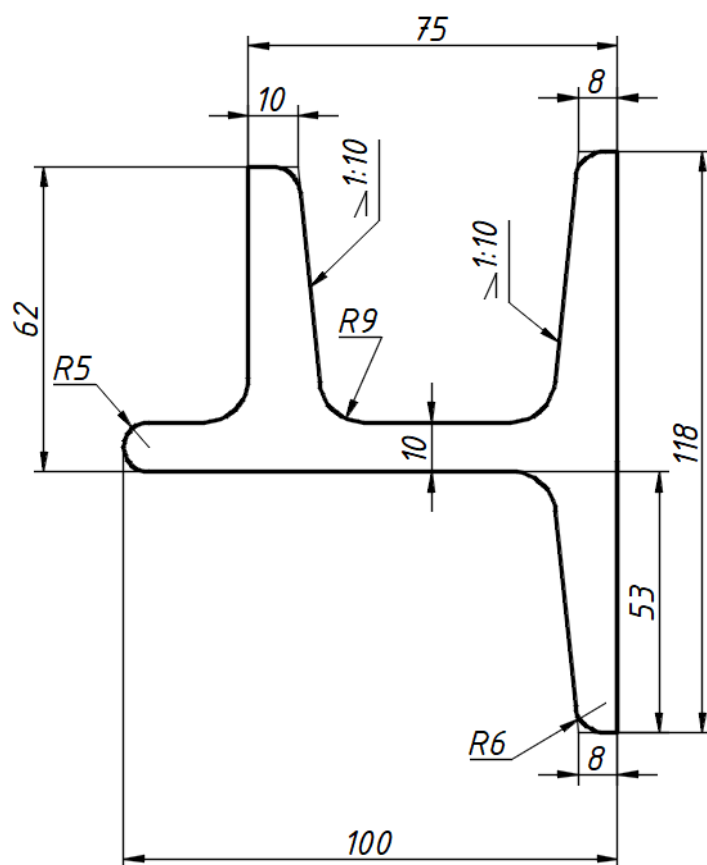
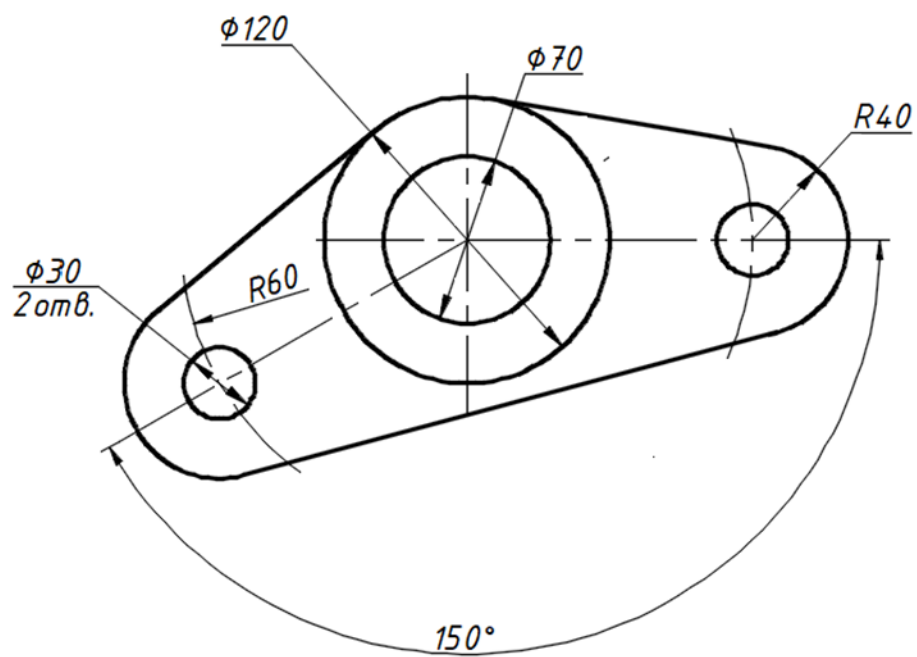
Варіант 6



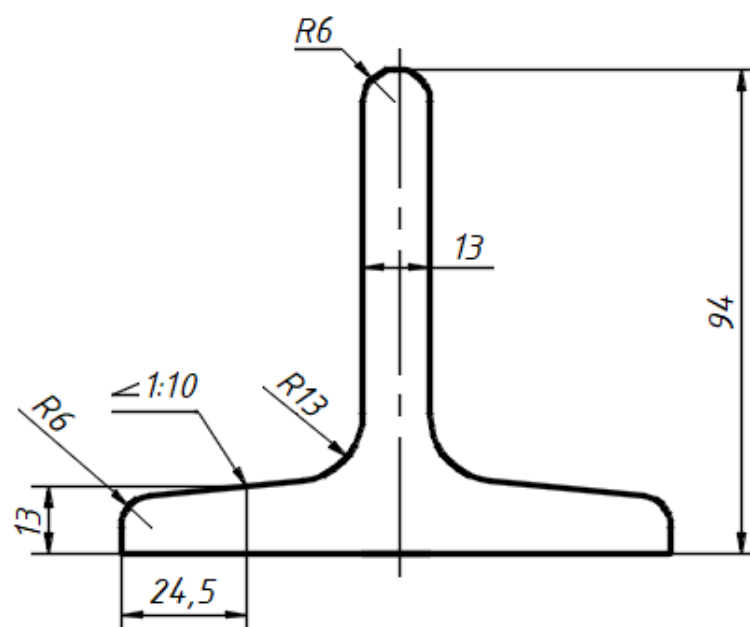
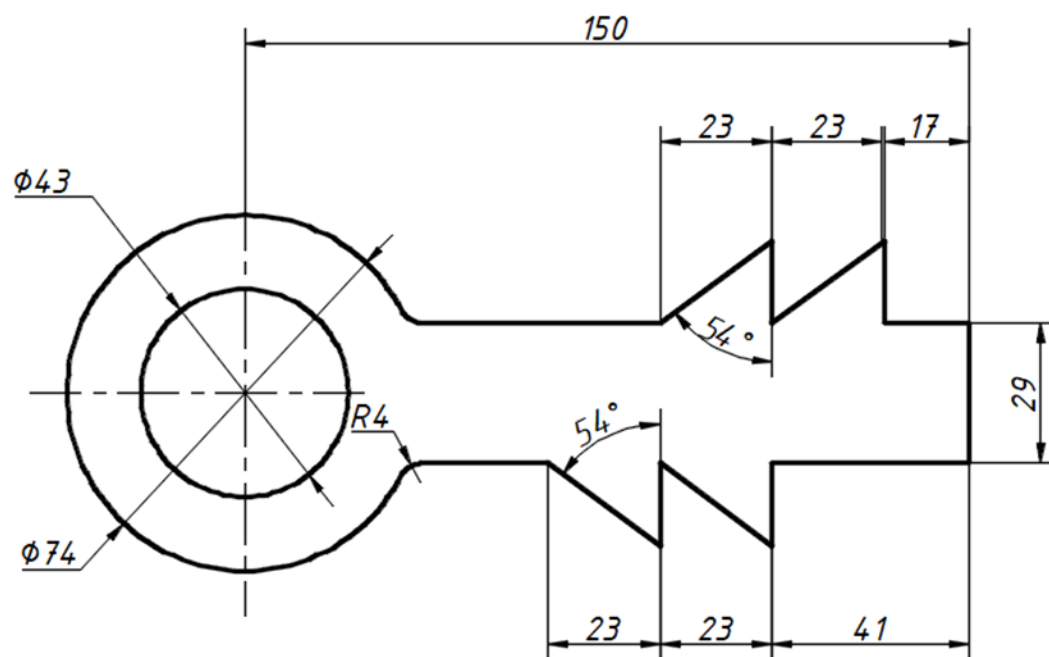
Варіант 7



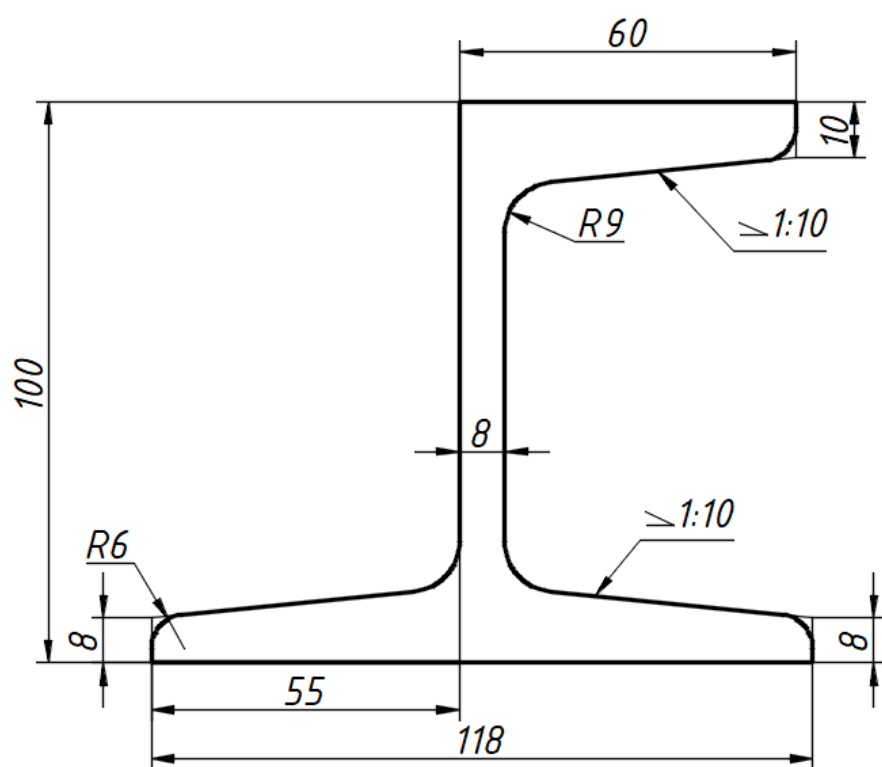
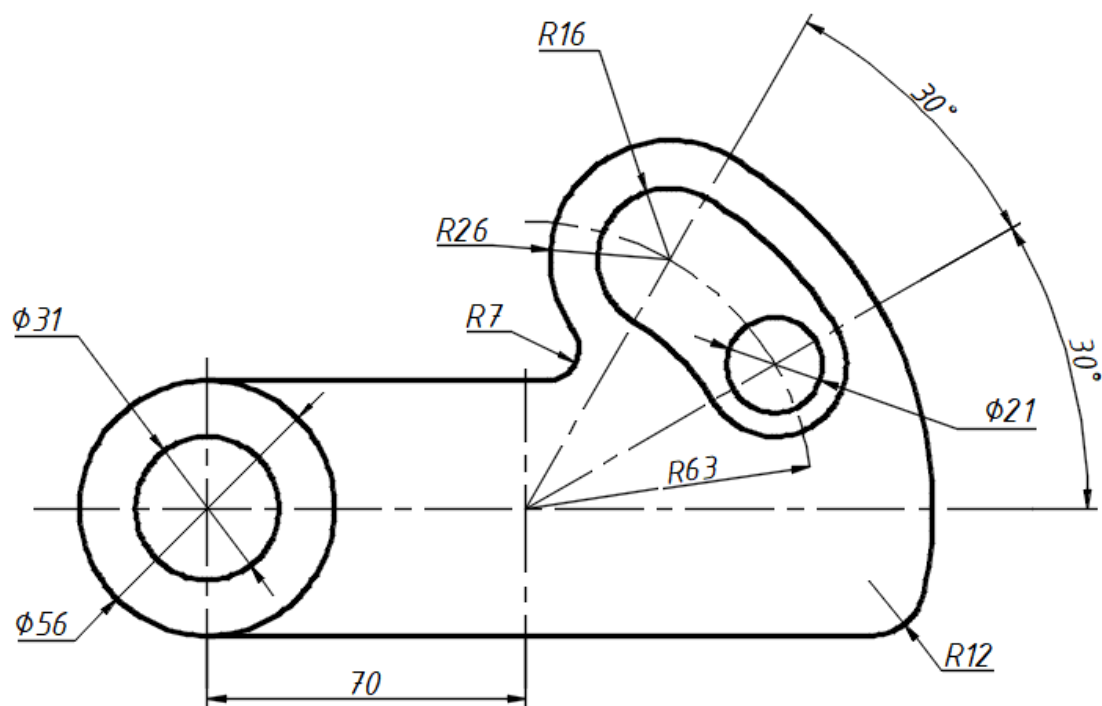
Варіант 8



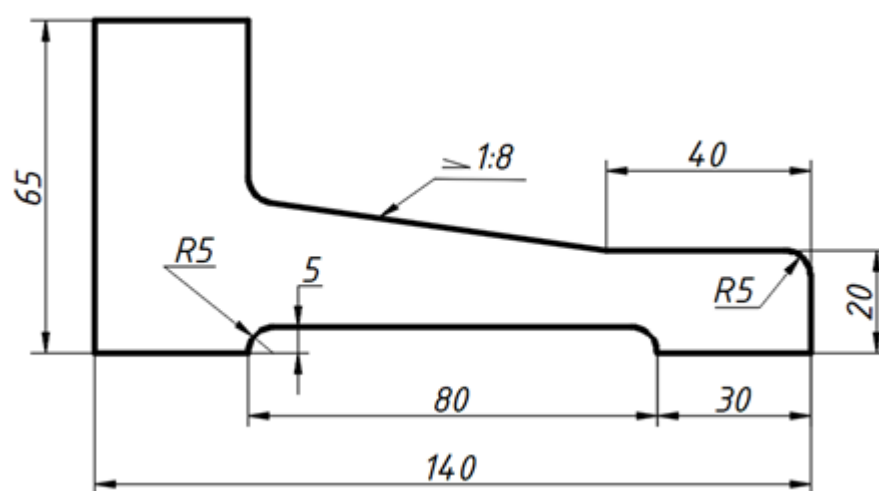
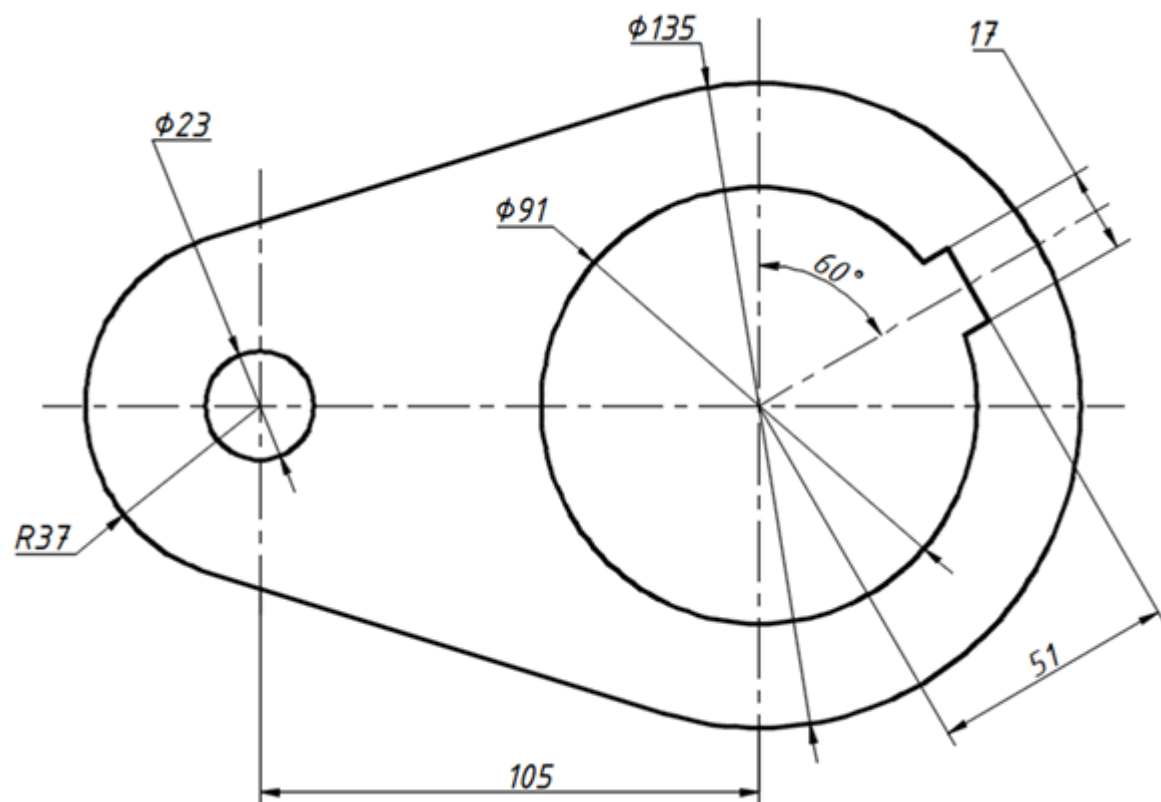
Вариант 9



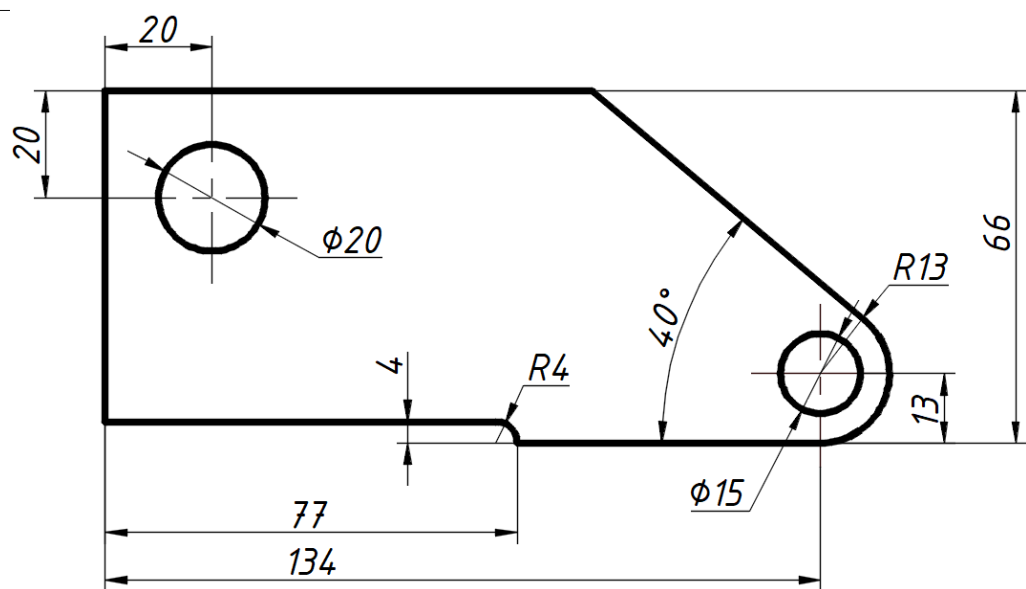
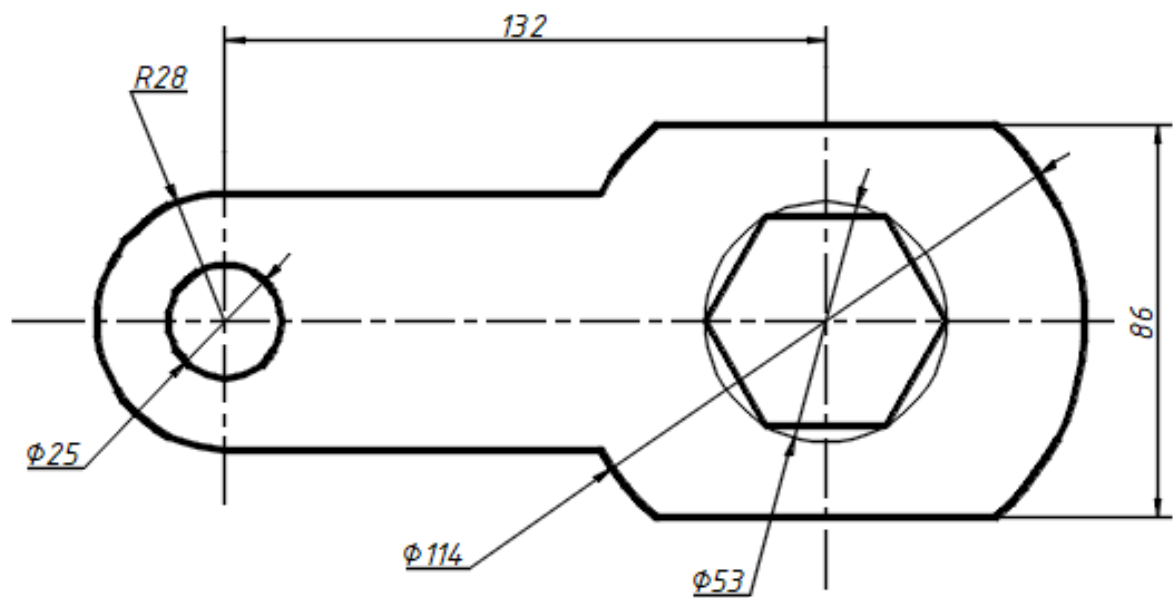
Варіант 10



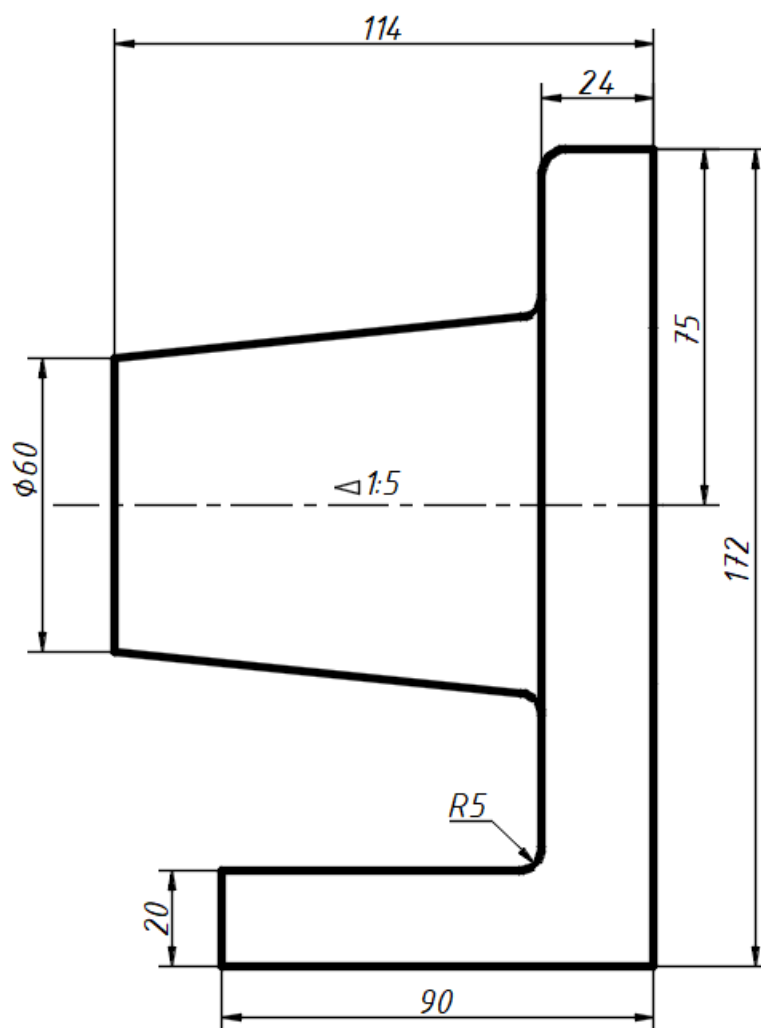
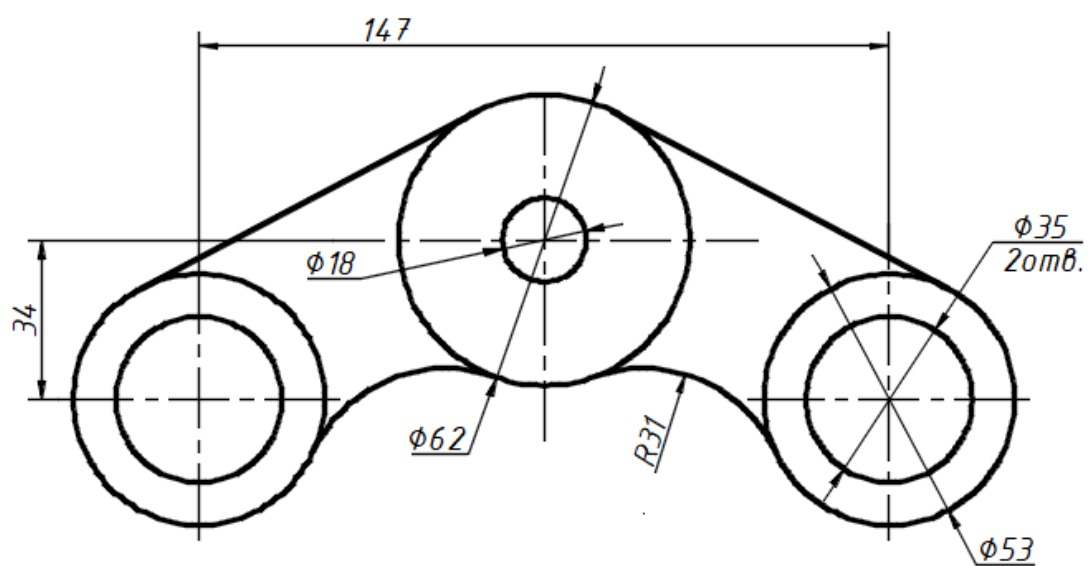
Варіант 11



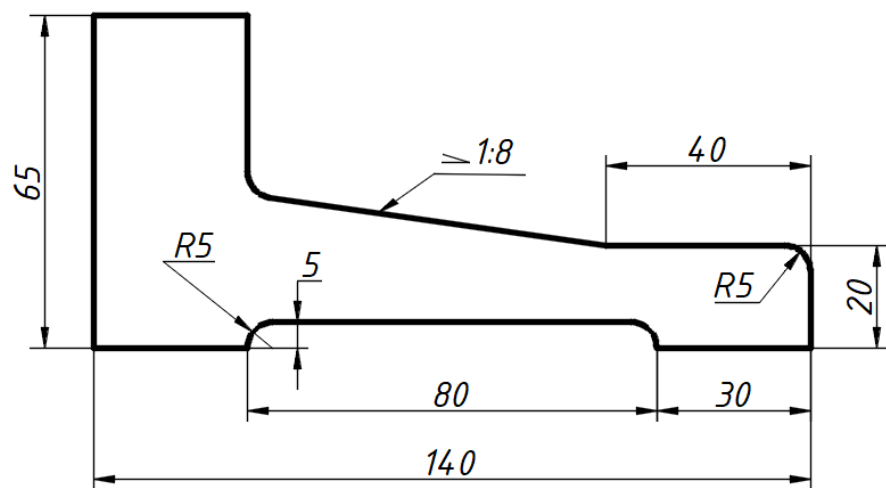
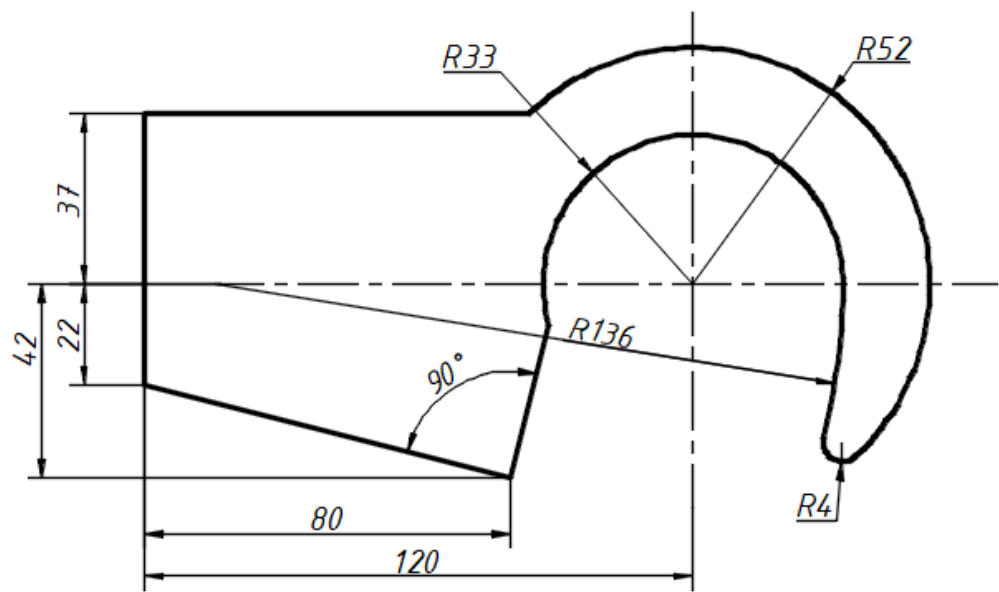
Варіант 12



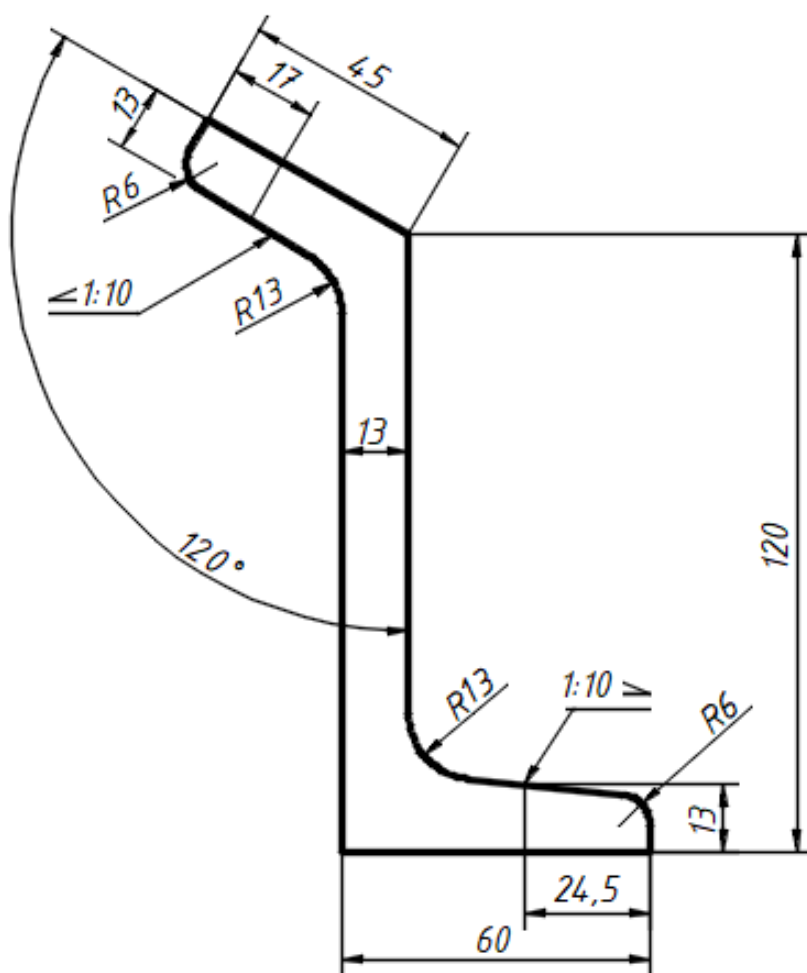
Варіант 13



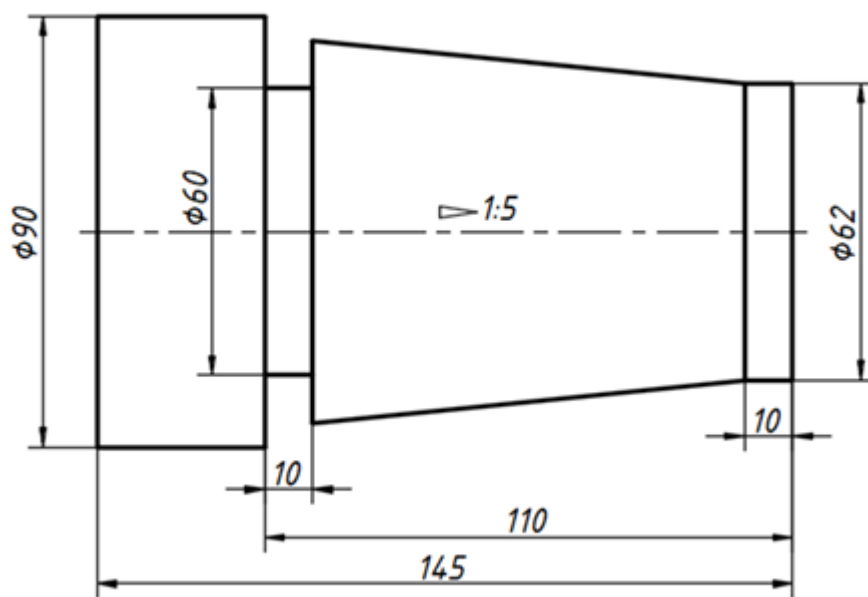
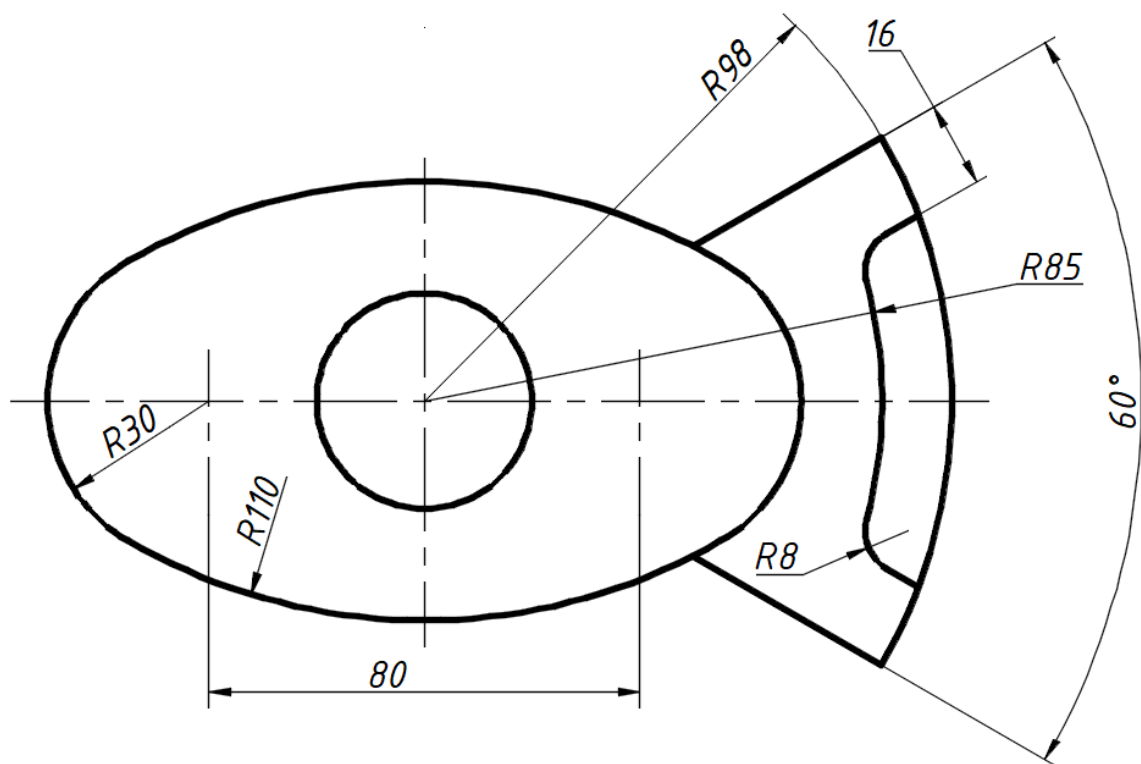
Варіант 14



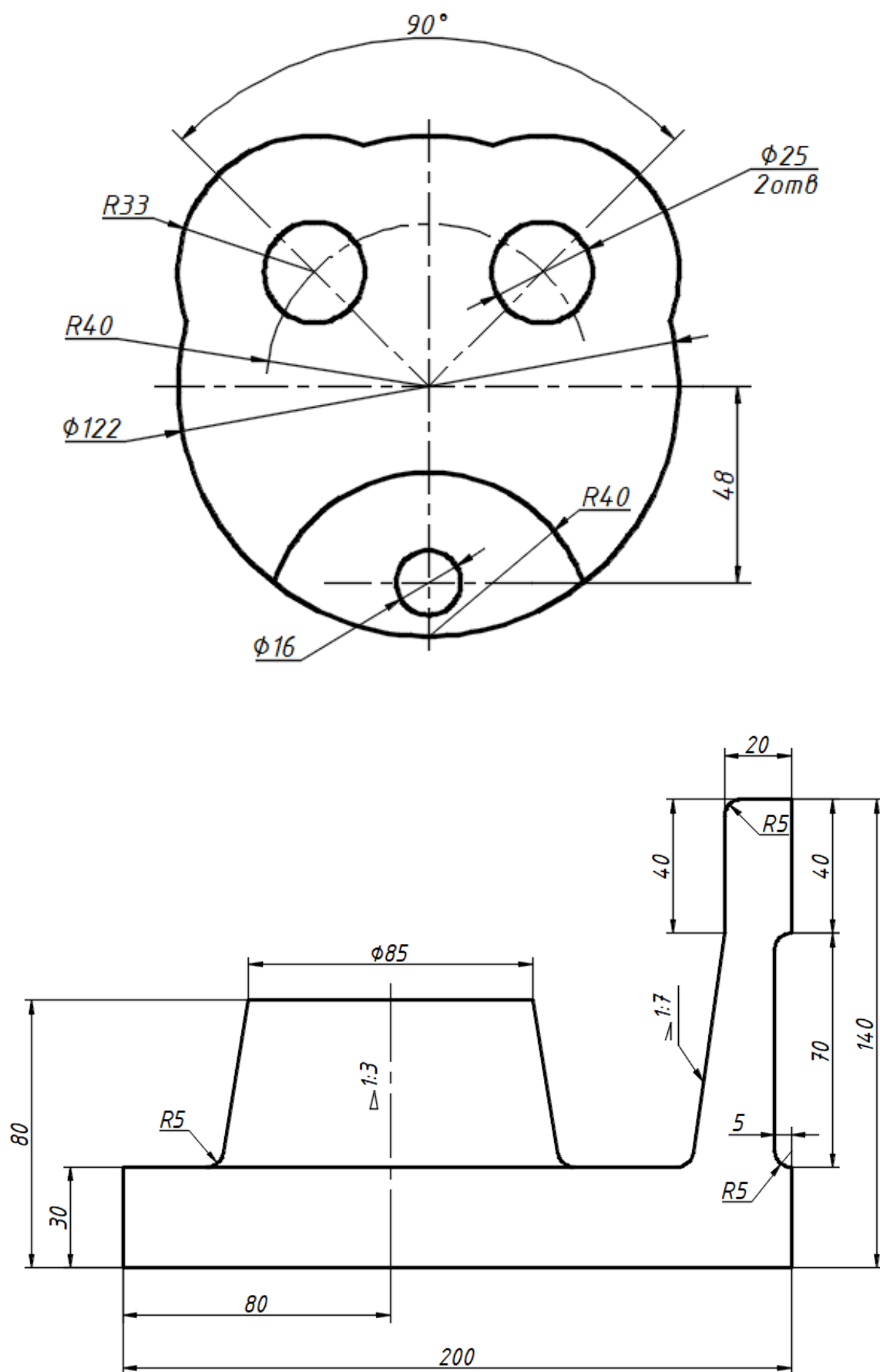
Варіант 15



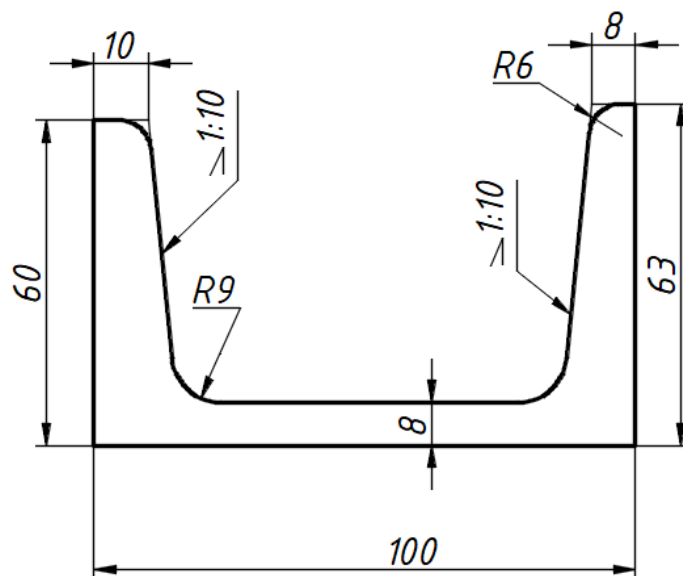
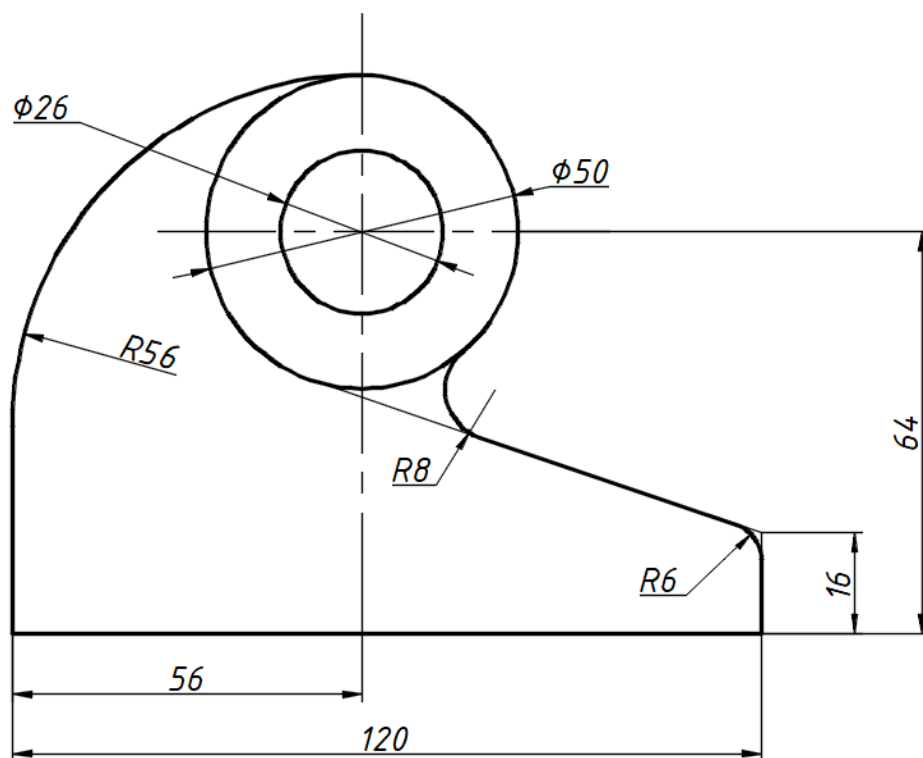
94



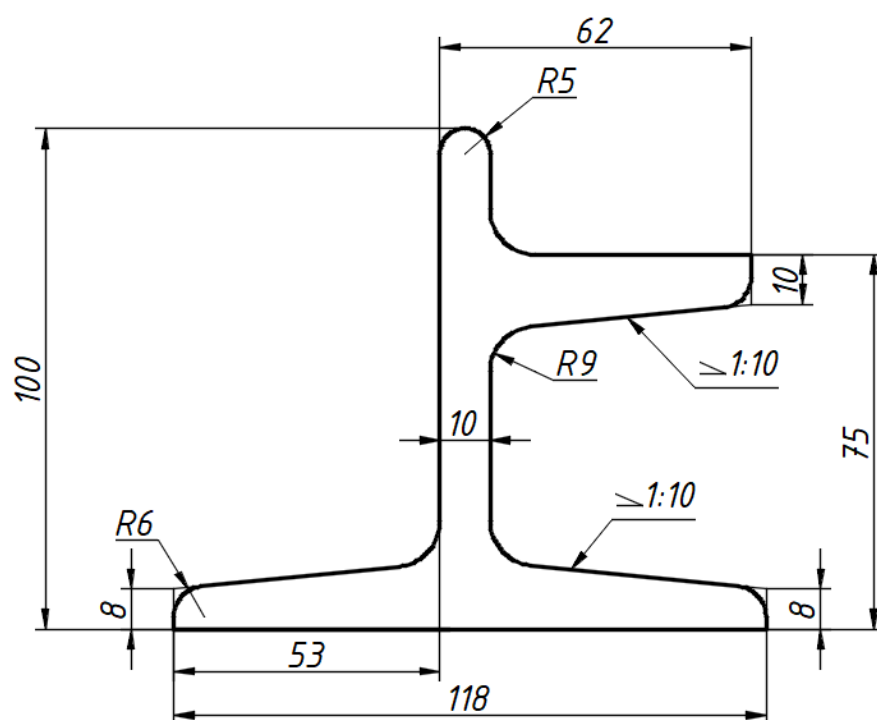
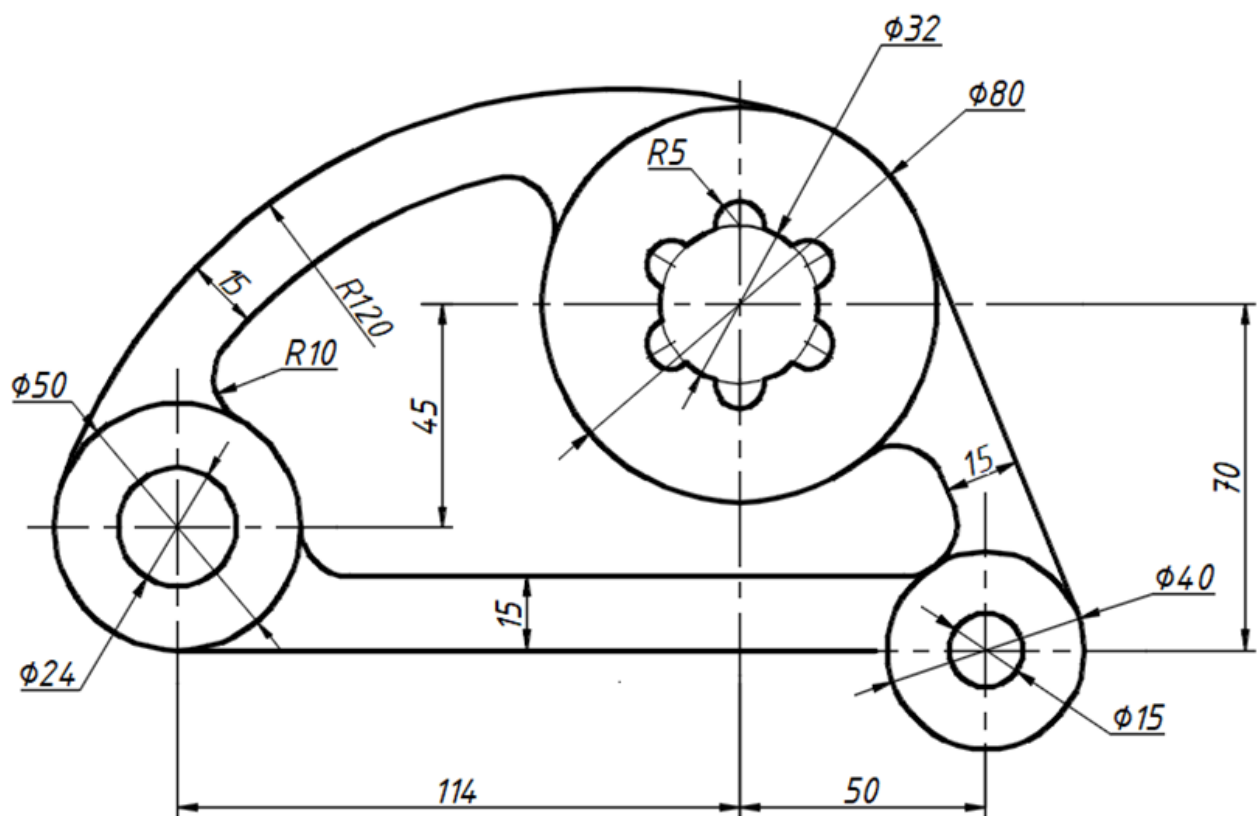
Варіант 17



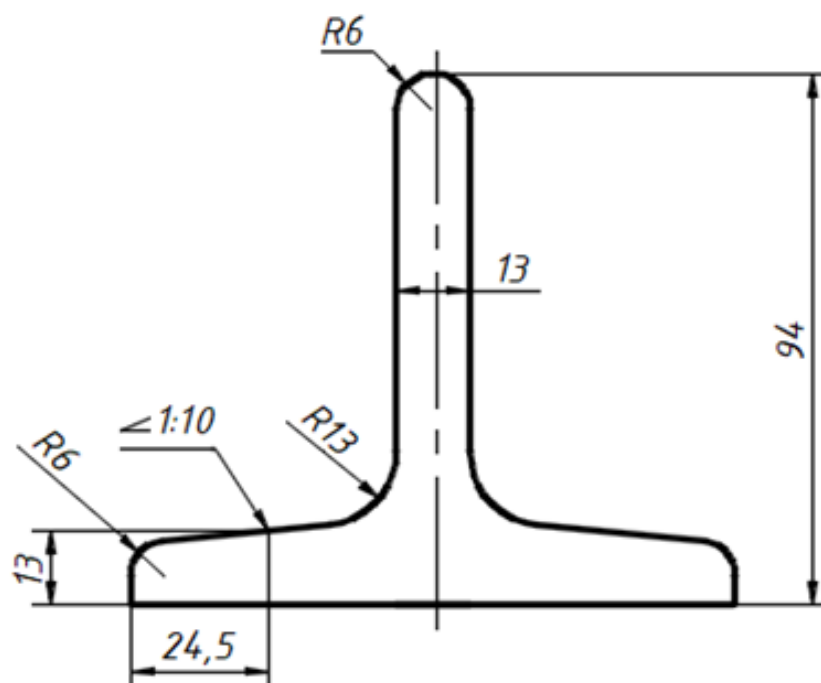
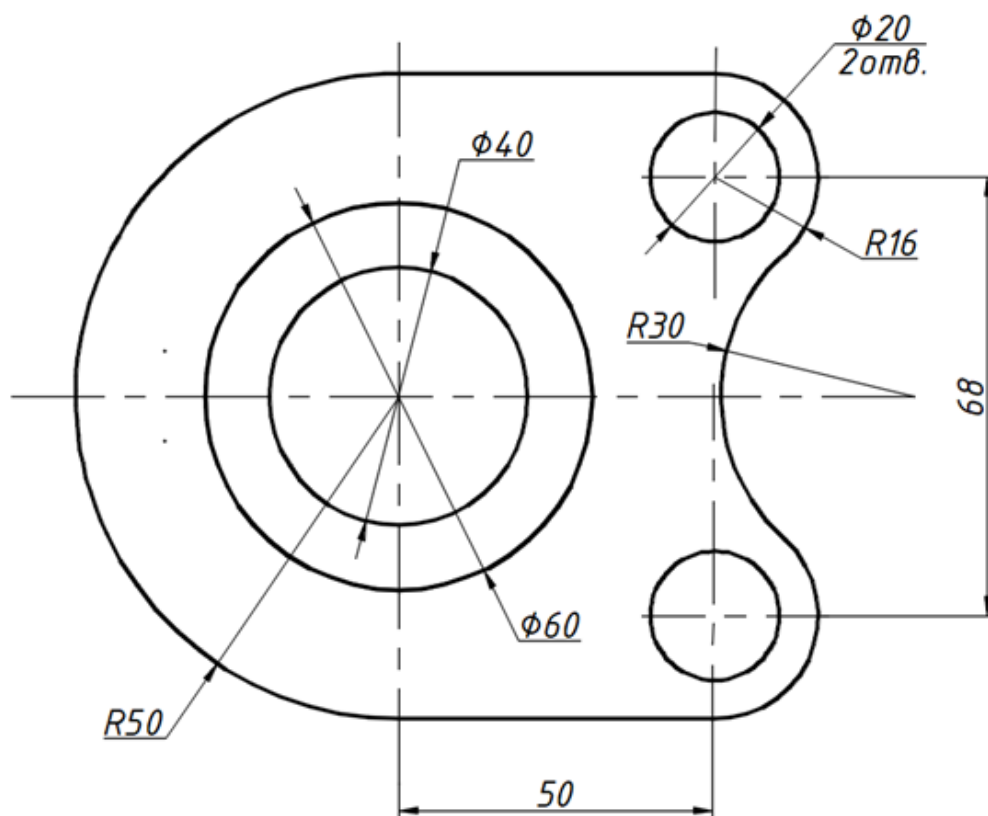
Варіант 18



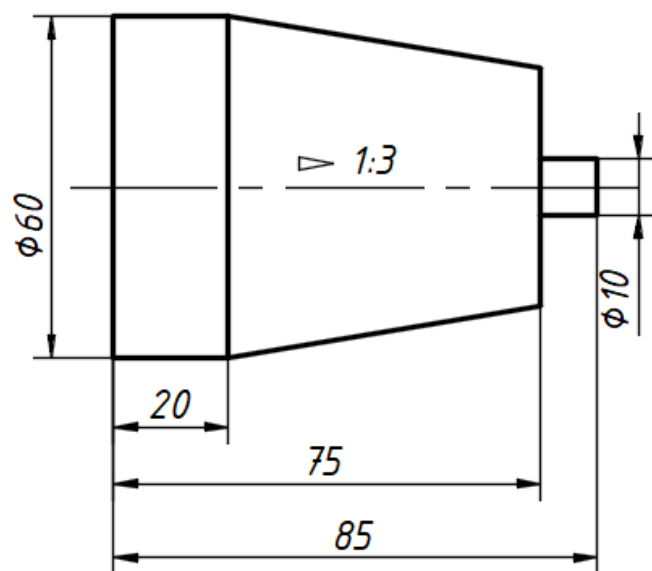
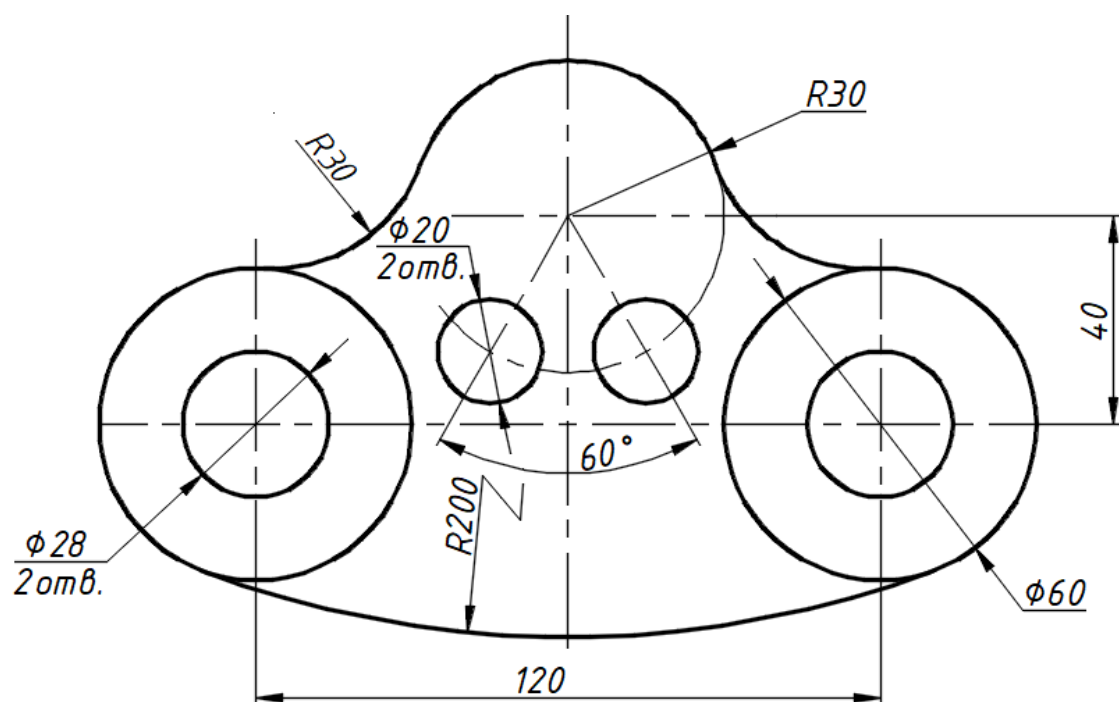
Варіант 19



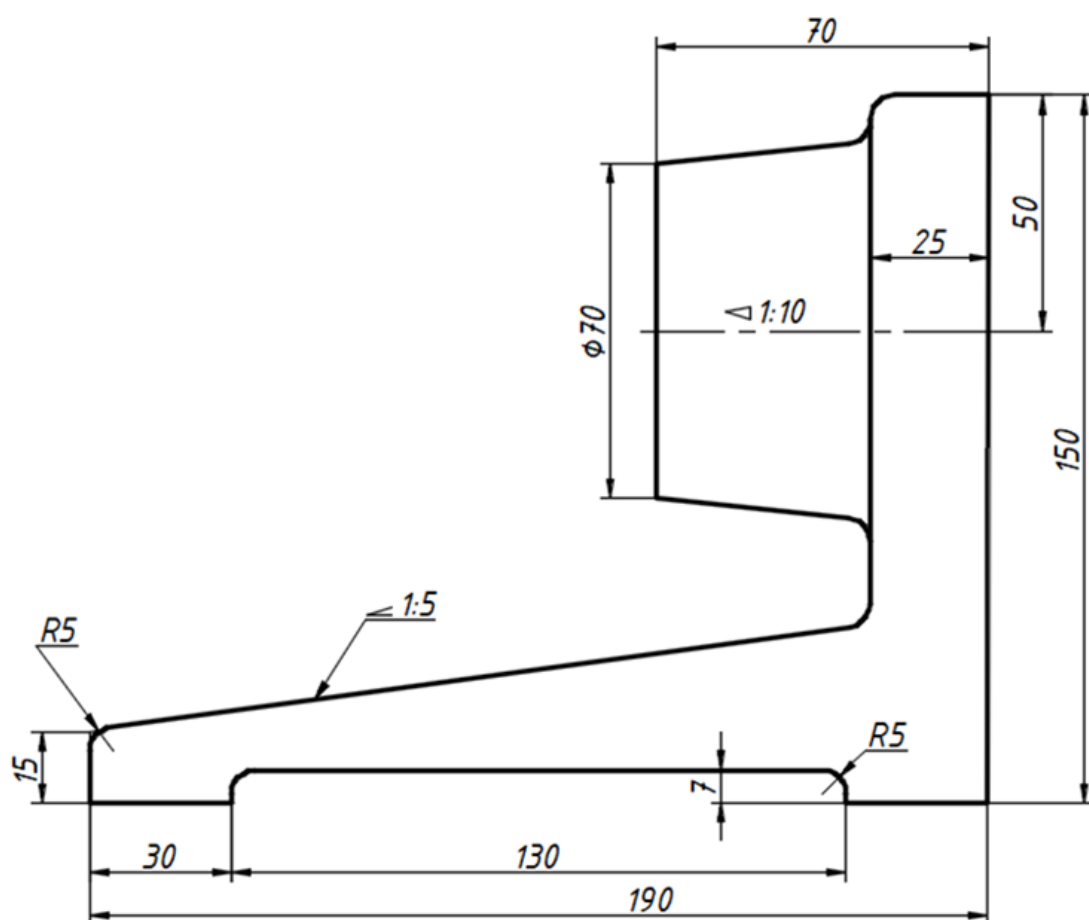
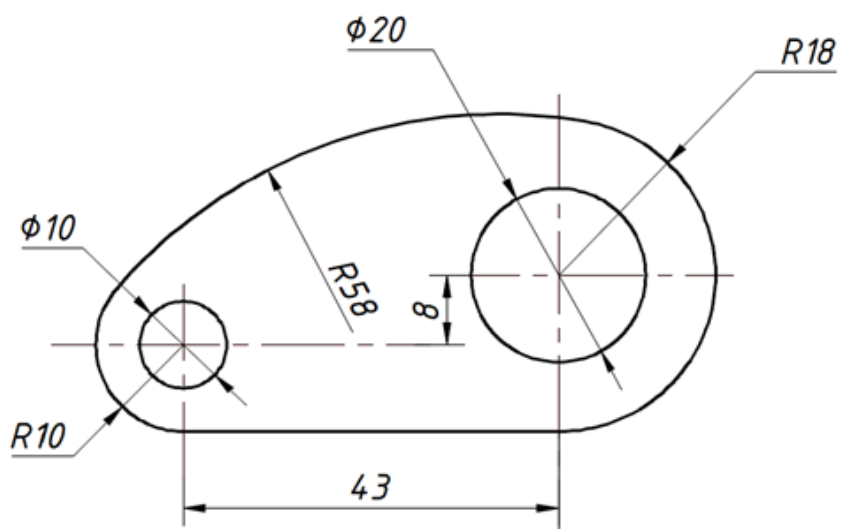
Варіант 20



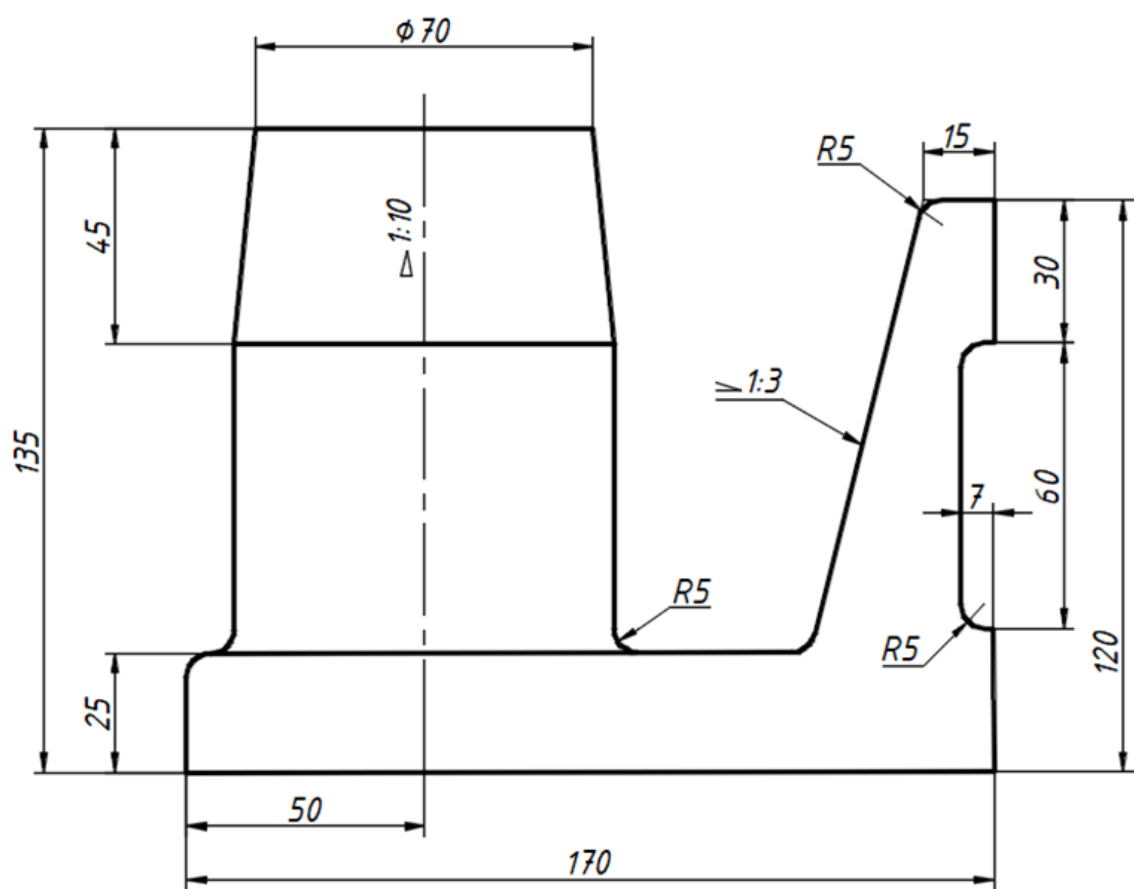
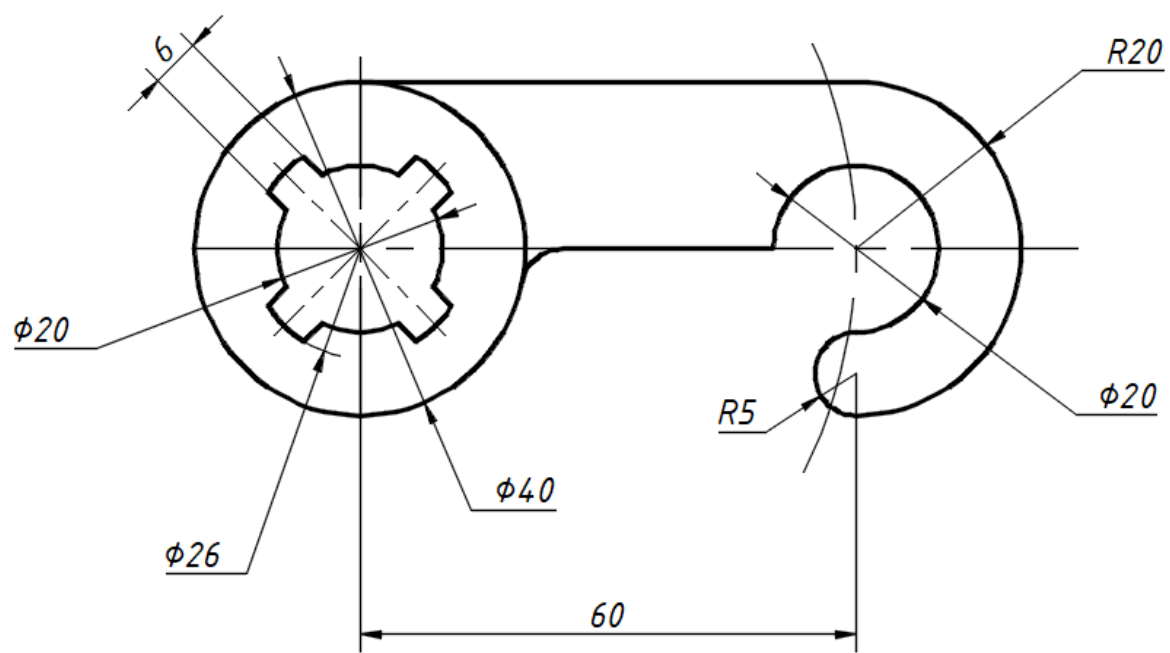
Варіант 21



Варіант 22



Варіант 23



Варіант 24

Електронне мережне навчальне видання

Шепель Ганна Сергіївна
Надкернична Тетяна Миколаївна

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА
ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ
СТАНДАРТІВ ДСТУ ТА ISO

Лабораторний практикум

В авторській редакції

Відповідальний редактор к.т.н., доц. Голова Ольга Олександрівна