

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Львівська політехніка»



## **ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ В СЕРЕДОВИЩІ ГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ AUTOCAD**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №3

з дисципліни

«Основи автоматизованого проектування обладнання хімічних виробництв», ч.1  
для студентів базового напрямку 6.051302 «Хімічна інженерія»

Затверджено  
на засіданні кафедри  
хімічної інженерії  
Протокол № 7 від 22 квітня 2015 р.

Львів – 2015

Методичні вказівки до лабораторної роботи №3 «Технічне креслення деталі в середовищі графічної системи AutoCad» з дисципліни «Основи автоматизованого проектування обладнання хімічних виробництв», ч.1 для студентів базового напрямку 6.051302 «Хімічна інженерія» / Укл.: О.С. Іващук, В.М. Атаманюк – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2015. – 31 с.

**Укладачі**

**Іващук О.С.**, канд. техн. наук, с.н.с., асист.  
**Атаманюк В.М.**, докт. техн. наук, проф.

**Відповідальний за випуск**

**Атаманюк В.М.**, докт. техн. наук, проф.

**Рецензент**

**Гумницький Я.М.**, докт. техн. наук, проф.

**Мета:** Робота з виконання технічного креслення (створення двовимірної моделі) в середовищі системи автоматизованого проектування AutoCad з розрахунком параметрів заданої деталі та повним оформленням креслення згідно з вимогами ЄСКД. Редагування креслення та компоновання креслення.

## **ЄДИНА СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ**

*Єдина система конструкторської документації (ЄСКД)* – комплекс державних стандартів, що встановлюють взаємопов'язані правила, вимоги і норми по розробці, оформленню і обігу конструкторської документації, що розробляється і застосовується на усіх стадіях життєвого циклу виробу (при проектуванні, розробці, виготовленні, контролі, прийманні, експлуатації, ремонті, утилізації).

Система ЄСКД забезпечує взаємообмін конструкторською документацією без її переоформлювання між галузями промисловості й окремими підприємствами. Вона дозволяє забезпечити розширення уніфікації під час розроблення конструкторських проектів промислових виробів, спрощення форми документів і скорочення їх номенклатури, автоматизоване створення документації і організацію виробництва будь-якого виробу на підприємстві у найкоротший термін.

Основне призначення стандартів ЄСКД полягає у встановленні єдиних оптимальних правил, вимог і норм виконання, оформлення і обігу конструкторської документації, вони поширюються на вироби машинобудування і приладобудування. Область поширення окремих стандартів розширена, що обумовлюється у передмові до них.

Комплексом ЄСКД встановлені єдині правила розробки проектно-конструкторської документації. Стандартами, які входять до ЄСКД, визначені:

- види виробів;
- види й комплектність конструкторських документів, стадії розробки конструкторської документації, форми, розміри, порядок заповнення основних написів і додаткових граф до них;
- загальні вимоги до виконання текстових документів і їхньому оформленню;
- правила виконання групових конструкторських документів;
- правила побудови, оформлення технічних умов;
- правила виконання карт технічного рівня і якості;
- порядок узгодження застосування покупних виробів.

## **ОСНОВНІ СТАНДАРТИ ОФОРМЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ**

### **1. Лінії (ГОСТ 2.303-68)**

Типи ліній, їх призначення і товщина встановлені стандартом ГОСТ 2.303-68 (ISO 128). Суцільна товста основна лінія прийнята за вихідну. Товщина її *S* повинна

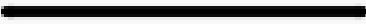








вибиратися в межах від 0,6 до 1,5 мм (табл. 1). Вона вибирається в залежності від величини і складності зображення, формату аркуша та призначення креслення. Виходячи з товщини суцільної товстої основної лінії вибирають товщину інших ліній за умови, що для кожного типу ліній в межах одного креслення на всіх зображеннях вона буде однаковою.

Таблиця 1. Види, товщини та призначення ліній згідно ГОСТ 2.303-68

Назва	Товщина відносно товщини основної лінії	Основне призначення
Суцільна товста	$S$	Лінії видимого контуру. Лінії переходу видимі. Лінії контуру перерізу (винесеного та вхідного до складу розрізу).
Суцільна тонка	Від $S/3$ до $S/2$	Лінії контуру накладеного перерізу. Лінії розмірні та виносні. лінії штрихування. Лінії-виноски. Полиці ліній-виносок і підкреслювання написів. Лінії обмеження виносних елементів на видах, розрізах і перерізах. Лінії переходу уявні. Сліди площин, лінії побудови характерних точок при спеціальних побудовах.
Суцільна хвиляста	Від $S/3$ до $S/2$	Лінії обриву. Лінії розмежування виду і розрізу.
Штрихова	Від $S/3$ до $S/2$	Лінії невидимого контуру. Лінії переходу невидимі.
Штрих-пунктирна тонка	Від $S/3$ до $S/2$	Лінії осьові та центрові. Лінії перерізів, що є осями симетрії для накладених або винесених перерізів.
Штрих-пунктирна потовщена	Від $S/3$ до $2/3S$	Лінії, що позначають поверхні, котрі підлягають термообробці або покриттю. Лінії для зображення елементів, розташованих перед січною площиною.
Розімкнена	Від $S$ до $1,5S$	Лінії перерізів.
Суцільна тонка із зламом	Від $S/3$ до $S/2$	Довгі лінії обриву.
Штрих-пунктирна з двома крапками тонка	Від $S/3$ до $S/2$	Лінії згину на розгортках. Лінії для зображення частин виробів у крайніх або проміжних положеннях. Лінії для зображення розгортки, суміщеної з виглядом.

Зразки ліній, що встановлені стандартом ГОСТ 2.303-68 наведені у таблиці 2:

Таблиця 2. Зразки ліній згідно ГОСТ 2.303-68

Назва	Зразок лінії
Суцільна товста	
Суцільна тонка	
Суцільна хвиляста	
Штрихова	
Штрих-пунктирна тонка	
Штрих-пунктирна потовщена	
Розімкнена	
Суцільна тонка із зломом	
Штрих-пунктирна з двома крапками тонка	

## 2. Шрифти креслярські (ГОСТ 2.304-81)

ГОСТ 2.304-81 регламентує написання літер кирилиці, латинського та грецького алфавітів та арабських та римських цифр. У цьому стандарті також наведені приклади написання деяких знаків. Шрифти розрізняють за розміром та типом. Розмір шрифту визначається розміром великої літери та береться з ряду:

*1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40*

З цього ряду не рекомендується використовувати шрифт 1,8.

ГОСТ 2.304-81 встановлює типи шрифтів *A* та *B*. Тип шрифту визначає товщину лінії накреслення шрифту. Цей параметр позначається літерою *d*:

Для типу *A*:  $d = 1/14h$ .

Для типу *B*:  $d = 1/10h$ .

Дроби, показники, індекси і граничні відхилення виконуються відповідно розміром шрифту на один ступінь меншим, ніж розмір шрифту основної величини, до якої вони приписуються або однакового розміру з розміром шрифту основної величини.

Для машинобудівних креслень застосовують шрифт типу *B* з нахилом приблизно 75° (рис. 1).



Рис. 1. Приклад написання букв української абетки креслярським шрифтом.

У програмі AutoCad як стандартизовані можна використовувати шрифти видів *GOST type A*, *GOST type B*, *ISOCPEUR*, *ISOCTEUR*, *GOST 2.304 A*, *GOST 2.30481 type A*, *GOST 2.30481 type B* тощо (рис. 2).

*ABCDEFGHIH abcdefgh*

Рис. 2. Вигляд стандартного шрифта *ISOCPEUR*.

### 3. Нанесення розмірів і граничних відхилень (ГОСТ 2.307-68)

Розміри на кресленнях наносять згідно з вимогами ГОСТ 2.307-68. Відповідно до ЄСКД розміри на кресленнях зазначають за допомогою розмірних ліній та розмірних чисел; *лінійні розміри* та їх граничні відхилення вказують на кресленнях у міліметрах без позначення одиниці, які зазначають обов'язково у тексті на полі креслення та в пояснювальній записці. Якщо розмір задано не у міліметрах, то одиницю вказують безпосередньо біля розміру або в технічних вимогах. *Кутові розміри* та граничні відхилення зазначають у градусах, мінутах і секундах з позначенням одиниці (наприклад,  $20^{\circ}10'3''$ ).

Кожний розмір зазначають лише один раз і на тому зображенні, де даний елемент деталі показано найбільш зрозуміло.

Процес нанесення розмірів включає дві операції:

- 1) проведення виносних і розмірних ліній
- 2) написання розмірного числа.

*Розмірну лінію*, що показує межі вимірювання, проводять паралельно вимірюваному елементу і закінчують стрілками. Форму стрілки, приблизне

співвідношення її елементів і товщину лінії видимого контуру слід зберігати на всьому кресленику (кут –  $20^\circ$ , довжина –  $2,5 \div 3$  мм).

*Виносні лінії* є допоміжними, їх проводять від меж вимірювання, між ними проводять розмірні лінії. Виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірної лінії на 1...5 мм. Виносні лінії проводять від ліній видимого контуру, осьових, центрових і, в разі необхідності, від ліній невидимого контуру.

Розмірні та виносні лінії виконують тонкими суцільними лініями товщиною  $S/3$  ...  $S/2$ .

Виносні лінії при нанесенні розміру прямолінійного відрізка проводять перпендикулярно до вимірюваного елемента (рис. 3, а); при нанесенні розміру кута – радіально (рис. 3, б); при нанесенні розміру дуги – паралельно бісектрисі кута (рис. 3, в). У випадку ухилів і конусностей розмірні й виносні лінії проводять так, щоб разом із вимірюваною ділянкою вони утворювали паралелограм (рис. 3, г).

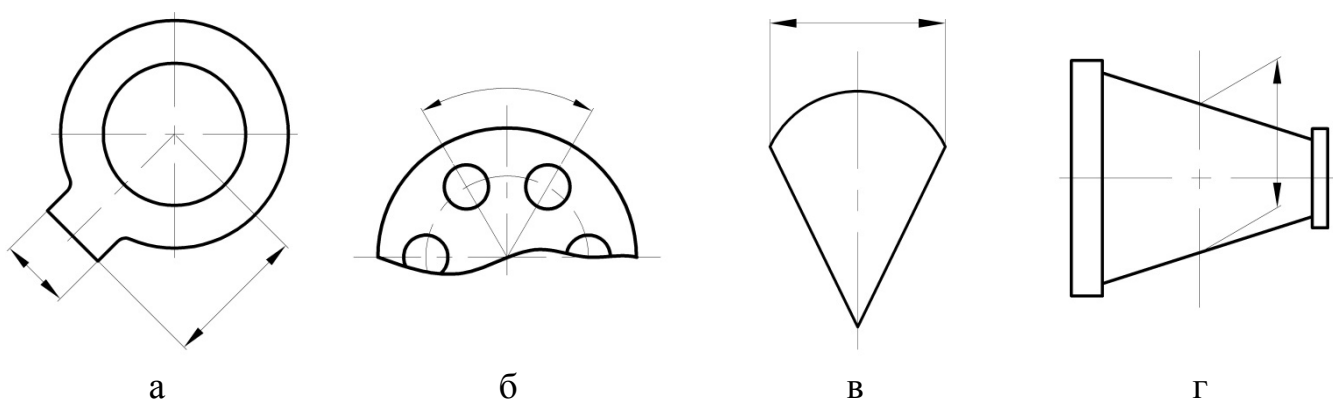


Рис. 3. Приклади нанесення різних типів виносних і розмірних ліній.

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для нанесення стрілок, то їх дозволяється виконувати ззовні вимірюваного відрізка.

Розмірні лінії рекомендується наносити поза контуром зображення. Мінімальна відстань між розмірною лінією та лінією контура має складати 10 мм, між паралельними розмірними лініями – 7 мм.

Розмірні лінії по можливості не повинні перетинатися між собою.

Можна проводити розмірні лінії безпосередньо до ліній видимого контуру, осьових, центрових та інших ліній, проте не допускається їх використання як розмірних (рис. 4).

Якщо вигляд чи розріз симетричного предмета зображають лише до осі симетрії або з обривом, то розмірну лінію проводять також з обривом трохи далі осі або лінії обриву – проте в середовищі програми AutoCad подібні розміри звичайним шляхом створити не можна (рис. 5).

*Розмірні числа* проставляють, як правило, на відстані 1 мм над розмірною лінією якомога ближче до її середини. При нанесенні кількох паралельних або

концентричних розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними рекомендується розташовувати в шаховому порядку (рис. 4).

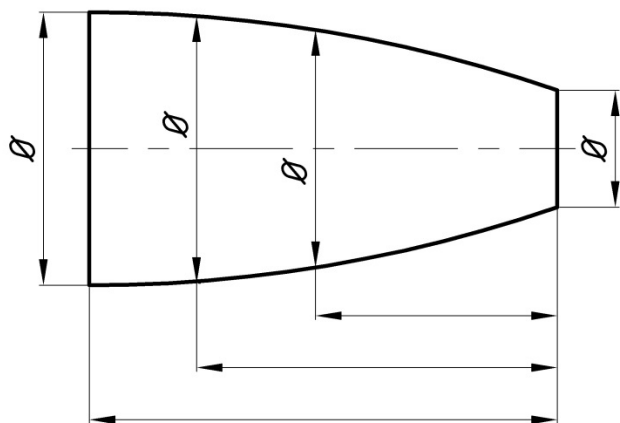


Рис. 4. Приклад нанесення розмірних ліній від лінії контура деталі.

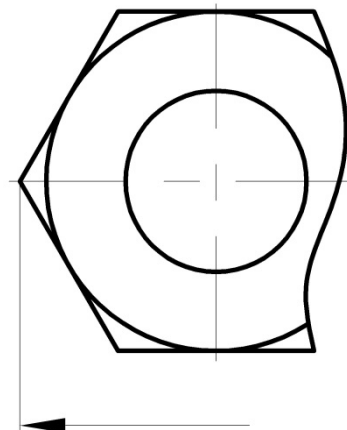


Рис. 5. Приклад нанесення розмірних ліній з обривом.

Якщо місця для розмірного числа недостатньо, його проставляють над продовженням розмірної лінії або на поличці лінії-виноска.

Орієнтують розмірні числа так, щоб вони вільно читалися при нормальному розміщенні креслення або при його повороті в межах  $90^\circ$  за годинниковою стрілкою. При нанесенні *розміру радіуса або діаметра* перед розмірним числом ставлять відповідно знаки  $R$ ,  $\varnothing$  (рис. 6).

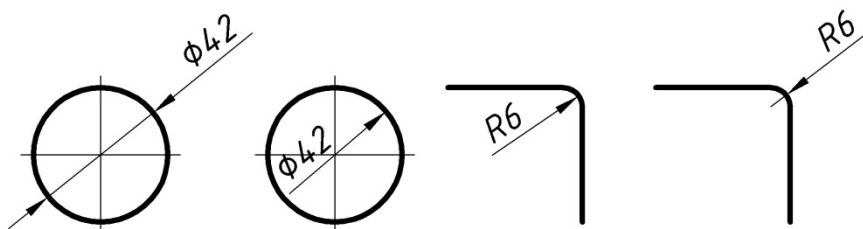


Рис. 6. Варіанти нанесення розмірів радіусів і діаметрів.

При нанесенні *кутових розмірів* слід у зоні, розташованій вище горизонтальної осьової лінії, розмірні числа поміщати над розмірними лініями з боку їх опуклості, а у зоні, що знаходиться нижче горизонтальної осьової лінії, – з боку вгнутості розмірних ліній. У заштрихованій зоні наносити розмірні лінії не рекомендується. Проте, для кутів малих розмірів при нестачі місця розмірні числа потрібно поміщати на поличках ліній-виноска у будь-якій зоні.

*Розміри фасок* під кутом  $45^\circ$  наносять у вигляді добутку, наприклад,  $2 \times 45^\circ$  (де перше число – висота зрізаного конуса, друге – кут нахилу твірної конуса до його осі в градусах) (рис. 6, а), розміри фасок під іншими кутами вказують за загальним правилом – двома розмірами: лінійним і кутовим або двома лінійними розмірами.



Фаски малих лінійних розмірів (на кресленнику 1 мм і менше), виконаних під кутом  $45^\circ$ , допускається не зображати.

Розміри, що стосуються одного і того ж конструктивного елемента (пазу, отвору тощо), рекомендується групувати і розміщувати в одному місці на тому зображенні, де форма даного елемента розкривається найповніше.

Розміри двох симетрично розміщених елементів виробу (крім отворів) наносять лише один раз без зазначення їхньої кількості, групуючи всі розміри в одному місці (рис. 7).

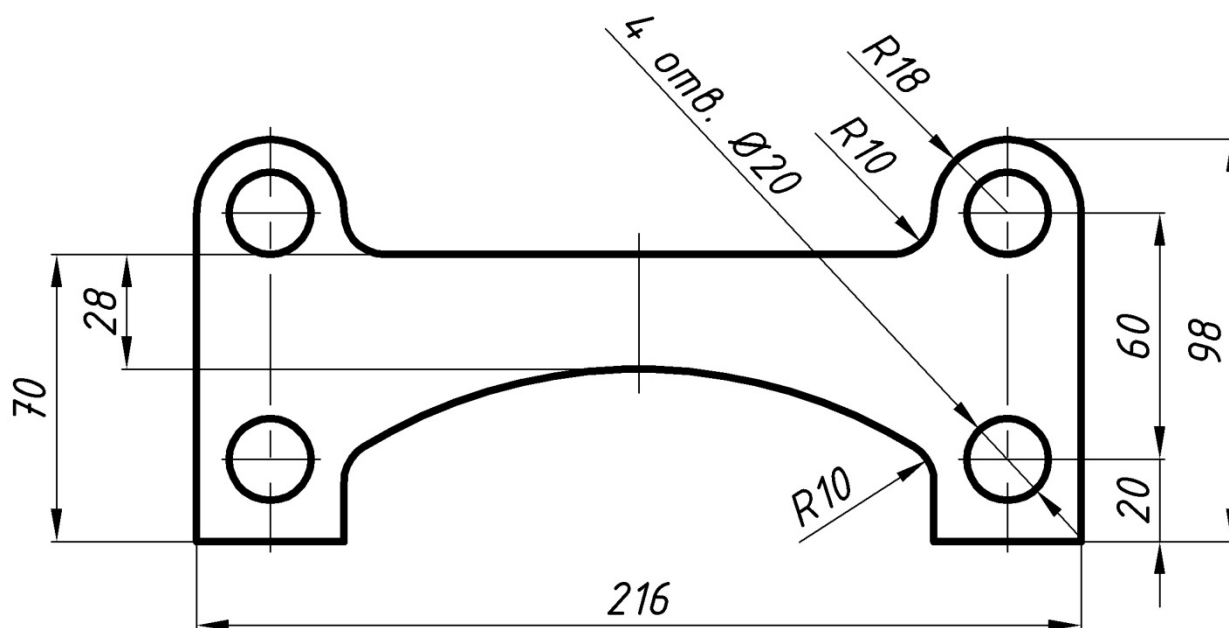


Рис. 7. Приклад нанесення розмірів на симетричну деталь.

Розмірні числа та граничні відхилення не допускається розділяти або перетинати будь-якими лініями креслення. Не допускається розривати лінію контуру для нанесення розмірного числа та наносити розмірні числа в місцях перетину розмірних, осьових і центрових ліній. У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії та лінії штрихування треба переривати.

Не допускається наносити розміри у вигляді замкненого розмірного ланцюга, тобто сукупності розмірів, що утворюють замкнений контур, окрім випадків, коли один із розмірів ланцюга вказано у вигляді довідкового без граничних відхилень. Не рекомендується проставляти на кресленні розміри невидного контуру, що зображений штриховими лініями.

#### 4. Позначення графічних матеріалів (ГОСТ 2.306-68)

Похилені паралельні прямі у штрихуванні проводять під кутом  $45^\circ$  до лінії контуру зображення (рис. 8, а) або до його осі (рис. 8, б), чи до лінії рамки кресленника (рис. 8, в). Якщо лінії штрихування збігаються з лініями контуру чи

осьовими лініями, рекомендується лінії штрихування проводити під кутом  $30^\circ$  або  $60^\circ$ .

Лінії штрихування можна проводити з нахилом ліворуч або праворуч, але для всіх розрізів і перерізів, що належать одній і тій самій деталі, штрихування треба зазвичай виконувати з нахилом в один бік.

Відстань між прямими лініями штрихування має бути однакою для всіх розрізів і перерізів деталі, що виконуються в одному масштабі.

Залежно від матеріалу, що зображується, площі штрихування та необхідності урізноманітнити штрихування суміжних площин, відстань між лініями штрихування вибирають у межах 1 – 10 мм.

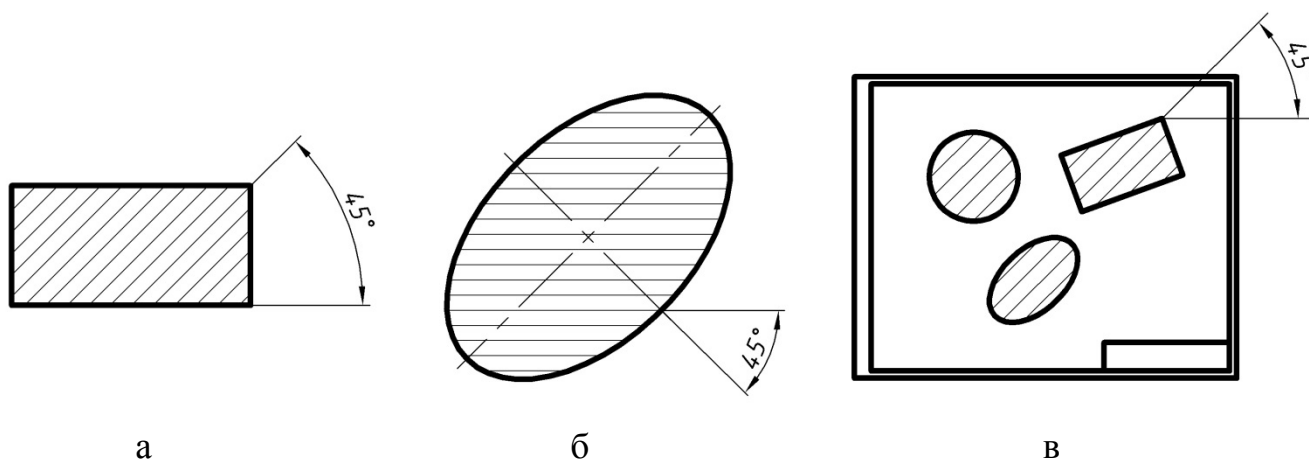


Рис. 8. Приклади нанесення штрихування.

Перерізи, ширина яких на малюнку становить менше ніж 2 мм, допускається зачорнювати, але залишати просвіт між суміжними перерізами не менше ніж 0,8 мм.

Для суміжних перерізів двох деталей слід виконувати зустрічне штрихування: на одній деталі праворуч, на іншій – ліворуч.

Для суміжних перерізів трьох і більше деталей треба, щоб лінії штрихування одного напрямку були зсунуті в одному перерізі відносно іншого (рис. 9, а), або слід змінити відстань між лініями штрихування (рис. 9, б).

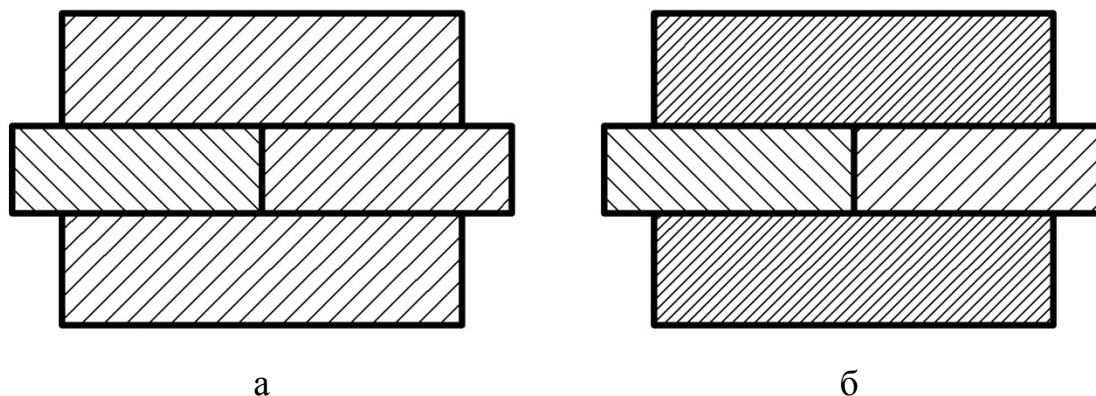


Рис. 9. Штрихування суміжних перерізів.

## 5. Масштаби (ДСТУ ISO 5455:2005, ГОСТ 2.302-68)

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленнику, до відповідних розмірів предмета.

Відповідно до вимог діючих стандартів, для виконання креслеників рекомендуються масштаби, наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Рекомендовані масштаби для виконання креслеників

<b>Масштаби зменшення</b>	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
<b>Натуральна величина</b>	1:1
<b>Масштаби збільшення</b>	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1


Для великих об'єктів допускається застосування масштабів 1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:20000, 1:50000. У необхідних випадках також допускається застосування масштабів збільшення  $(100 n):1$ , де  $n$  – ціле число.

У відповідну графу основного напису масштаб заноситься у вигляді 1:2; 2:1 і т.д. Масштаб зображення, що відрізняється від зазначеного в основному написі кресленника, вказують безпосередньо над написом, що відноситься до даного зображення: А/М 2:1; 1/М 10:1 тощо. Незалежно від масштабу на зображення завжди наносять правдиві розміри зображеного об'єкта.

## ОСНОВНІ КОМАНДИ РЕДАГУВАННЯ AUTOCAD

### 1. Обрізка (Trim)

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_trim* (ОБРЕЗАТЬ)<sup>1</sup>.
- Виклик з меню: *Modify > Trim* (Редактировать > Обрезать) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .


Команда обрізає вибраний об'єкт ріжучою кромкою, що перетинає його, і може бути дугою, лінією, полілінією і т. ін. Після введення команди спочатку вказується одна або послідовно вибирається декілька ріжучих кромок. Процес вибору завершується натисненням клавіші Enter. Далі система видає запит на вибір об'єктів, що обрізаються, після чого необхідно вказувати частину, яка обрізається. Для завершення вибору натиснути клавішу Enter.

<sup>1</sup> Команди наведені англійською та (або) російською мовами, так як програма AutoCad наразі не має українізованого інтерфейсу і найчастіше використовуються англо- або російськомовна версії для навчання студентів.

Вибір об'єктів здійснюється лише після введення команди. Якщо об'єкт і ріжуча кромка не перетинаються явно, то об'єкт можна обрізати у точках перетину об'єкта з уявним продовженням ріжучої кромки у нескінченність. Для цього використовується параметр *Edge* (КРОМКА) і додатковий параметр *Extend* (УДЛИНИТЬ).

## 2. Подовження (Extend)

Способи введення команди:


- Набрати з клавіатури команду: *\_extend* (УДЛИНИТЬ).
- Виклик з меню: *Modify > Extend* (Редактировать > Удлинить) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .

Командою подовжуються графічні примітиви (лінія, дуга, полілінія, промінь, сплайн) до точок перетину з іншими об'єктами, які будуть граничними кромками. За своєю дією вона протилежна команді *TRIM*. Після введення команди видаються запити на вибір граничних кромок. Припинити вибір можна натисненням клавіші Enter. Далі система видає запит на вибір об'єктів, які необхідно подовжити. Завершення вибору здійснюється натисненням клавіші Enter. Вказуючи об'єкти, потрібно показувати край, який ближче до граничної кромки, інакше команда не буде виконуватись.

Якщо при виконанні команди *ОБРЕЗАТЬ* вибирати об'єкти для обрізки із натиснутою клавішею Shift – буде виконуватись команда *УДЛИНИТЬ*.

## 3. Переміщення (Move)


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_move* (ПЕРЕНЕСТИ).
- Виклик з меню: *Modify > Move* (Редактировать > Переместить) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .

Для переміщення потрібно на вибраному об'єкті вказати базову точку і задати координати нового положення базової точки після переміщення об'єкта.

## 4. Копіювання (Copy)


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_copy* (КОПИРОВАТЬ).
- Виклик з меню: *Modify > Copy* (Редактировать > Копировать) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .

Копіювання об'єктів здійснюється аналогічно їх переміщенню. Різниця полягає у тому, що утворюється копія об'єкта у заданій позиції із збереженням оригіналу.

## 5. Поворот (Rotate)

Способи введення команди:


- Набрати з клавіатури команду: *\_rotate* (ПОВЕРНУТЬ).
- Виклик з меню: *Modify > Rotate* (Редактировать > Повернуть) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .

Команда здійснює поворот об'єкта на заданий кут відносно базової точки (центра повороту). Додатним вважається значення кута при повороті у напрямку проти годинникової стрілки. Базову точку можна вибрати при включеному режимі об'єктної прив'язки.

Параметр опорного кута *Reference* (Опорный угол) дозволяє задати вектор і кут повороту даного вектора. Положення вектора після повороту задає нове положення об'єкта.

## 6. Дзеркало (Mirror)


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_mirror* (ЗЕРКАЛО).
- Виклик з меню: *Modify > Mirror* (Редактировать > Зеркало) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .

Командою отримують дзеркальне відображення об'єкта із збереженням або видаленням вихідного об'єкта. Після вибору об'єктів потрібно задати вісь, відносно якої утворюється дзеркальне відображення.

## 7. Масштаб (Scale)

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду *\_scale* (МАСШТАБ).
- Виклик з меню: *Modify > Scale* (Редактировать > Масштаб) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .


Пропорційне збільшення або зменшення розмірів об'єкта або групи об'єктів відносно заданої базової точки. Для збільшення об'єктів задають коефіцієнт більший одиниці. Для зменшення об'єктів коефіцієнт має значення менше одиниці.

Задати масштабний коефіцієнт можна інтерактивним способом. Після вибору базової точки від неї до перехрестя тягнеться віртуальна «нитка». Збільшуючи або зменшуючи її розмір, можна задати значення коефіцієнта.

Опція опорного відрізка *Reference* (*Опорный отрезок*) дозволяє задати коефіцієнт масштабування, увівши попередню довжину відрізка і його нову довжину. Коефіцієнт обчислюється як відношення другого числа до першого. Довжина відрізка при цьому може бути визначена автоматично як відстань між двома вказаними за допомогою «мишки» точками.

## 8. Спряження (Fillet)

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_fillet* (*СОПРЯЖЕНИЕ*).
- Виклик з меню: *Modify > Fillet* (*Редактировать > Сопряжение*) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (*Главная – Редактирование*): .

Команда призначена для виконання спряження двох графічних примітивів, а саме: дуг, відрізків, поліліній, дугою заданого радіуса; дозволяє заокруглити кути, а також може бути використана замість команд *TRIM* і *EXTEND* при нульовому значенні радіуса. При спряженні двох паралельних відрізків радіус визначається автоматично як половина відстані між відрізками.

Опції команди:

*Polyline* (*полИлиния*) – вибір даної опції служить вказівкою виконати заокруглення по всіх вершинах полілінії дугою заданого радіуса. Значення радіуса потрібно задати заздалегідь. Система видає запит *Select 2D polyline* (*Выберите 2D полилинию*) у відповідь на який необхідно вибрати полілінію.


*Radius* (*раДиус*) – задається значення радіуса заокруглення у відповідь на запит системи *Specify fillet radius* (*Радиус сопряжения*).

*Trim* (*оБрезка*) – дозволяється (*Trim* за замовчанням) або забороняється (*No trim*) підрізати відрізки при заокругленні.

*mUltiple* (*Несколько*) – багатократне виконання спряження у ході роботи з однією командою *FILLET*.

## 9. Фаска (Chamfer)

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_chamfer* (*ФАСКА*).
- Виклик з меню: *Modify > Chamfer* (*Редактировать > Фаска*) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (*Главная – Редактирование*): .

*Фаска* – це зрізаний кут. Побудувати фаску можна двома методами:

1. Задати розмір фаски – значення дистанції від вершини кута по кожній із сторін.
2. Задати значення розміру фаски по першій стороні і значення кута в градусах відносно першого вибраного відрізка.

Опції команди:

*Polyline (полИлиния)* – використовується, щоб побудувати фаску відразу у всіх вершинах полілінії.

*Distance (Длина)* – задається розмір фаски по кожній із сторін.

*Angle (Угол)* – задається розмір фаски по першій стороні і значення кута відносно першого відрізка.


*Trim (оБрезка)* – в режимі *Trim* (задається за замовчуванням) лінії обрізаються. При нульовому значенні дистанції можна задати обрізку ліній, що перетинаються. *No Trim* – фаска створюється без обрізки. При нульовому значенні дистанції лінії, які не мають спільних точок, подовжуються до точки перетину.

*Method (Метод)* – з'ясування, який метод активний *Distance* або *Angle*.

*mUltiple (Несколько)* – багатократне будовання фаски у ході роботи з однією командою *CHAMFER*.

## 10. Редагування поліліній (PEdit)

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_pedit (ПОЛИЛИНИЯ)*.
- Виклик з меню: *Modify > Object > Polyline (Редактировать > Объект > Полилиния)* – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify (Главная – Редактирование)*: .

Командою можна редагувати одну або відразу декілька поліліній. Після введення команди система запропонує вибрати полілінію *Select polyline or [Multiple] (Выберите полилинию или [Несколько])*. Якщо вибрати параметр *Multiple (Несколько)*, то можна редагувати декілька поліліній.

Опції команди:

*Close (Замкнуть)* – замикає відкритої полілінії. Додається сегмент, який сполучає початкову і кінцеву точки.

*Open (Разомкнуть)* – розмикає замкнену полілінію, вилучається сегмент, утворений опцією *Close*.

*Join (Добавить)* – приєднання до полілінії лінійних та дугових сегментів або інших поліліній. Кінцеві точки об'єктів повинні збігатися.

*Width (Ширина)* – зміна ширини всіх сегментів полілінії.

*Edit vertex (Вершина)* – доступ до списку параметрів, що використовуються для редагування вершин полілінії.

*Fit (СГладить)* – опція згладження. Перетворює всі лінійні сегменти полілінії в дуги.

*Spline (СПлайн)* – перетворює полілінію в сплайн.

*Decurve (Убрать сглаживание)* – відмінняє згладжування опцією *Fit*. Повертає полілінію до попереднього стану.

*Ltype gen (Типлин)* – керування способом генерації типу ліній у вершинах. Якщо стан опції вибрати *Off*, то штрихи розривних ліній будуть сходитись у вершинах, при значенні *On* у вершині може бути прогалина.

*Undo (Отменить)* – відмінює дію останньої операції команди *PEDIT*.

## НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ В AUTOCAD

Креслення деталі неприйнятне без нанесених на нього розмірів. Розміри повинні повністю визначати величину виробу. Їх повинна бути достатня кількість, але зайвих розмірів наносити також непотрібно.

Залежно від виробу і орієнтації виносних ліній розміри можуть бути горизонтальними, вертикальними, паралельними, повернутими, ординатними. Можна проставляти розміри від загальної бази і утворювати розмірні ланцюжки.

Нанесення розмірів можна виконати одним із двох методів. Перший полягає у тому, що після введення команди курсором мишки вказується об'єкт, розмір якого вимірюється і задається положення розмірної лінії. При використанні другого методу курсором мишки вказуються початкові точки виносних ліній і положення розмірної лінії. В останньому випадку рекомендується включити режим об'єктної прив'язки.

Варіанти нанесення розмірів або їх редагування містяться у команді меню *Dimensions (Размеры)* для класичного AutoCad, а також у вигляді кнопок на панелі *Annotate > Dimensions (Аннотации > Размеры)*:

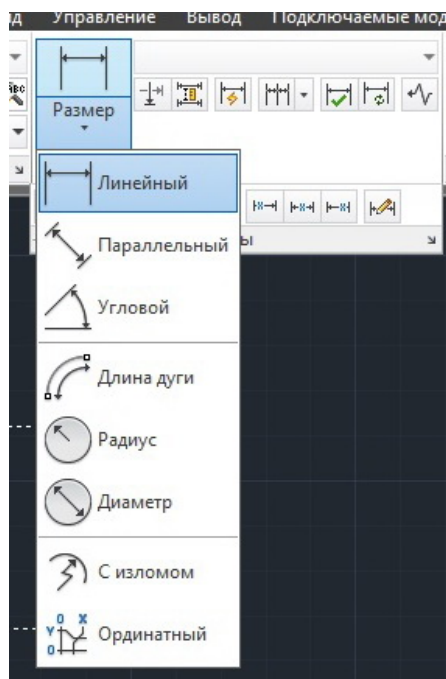


Рис. 10. Відділ роботи із розмірами у панельній стрічці-підменю *Annotate > Dimensions (Аннотации > Размеры)*.



AutoCad створює асоціативні розміри. Асоціативність полягає у тому, що при зміні об'єктів командами редагування елементи розмірів автоматично оновлюються.

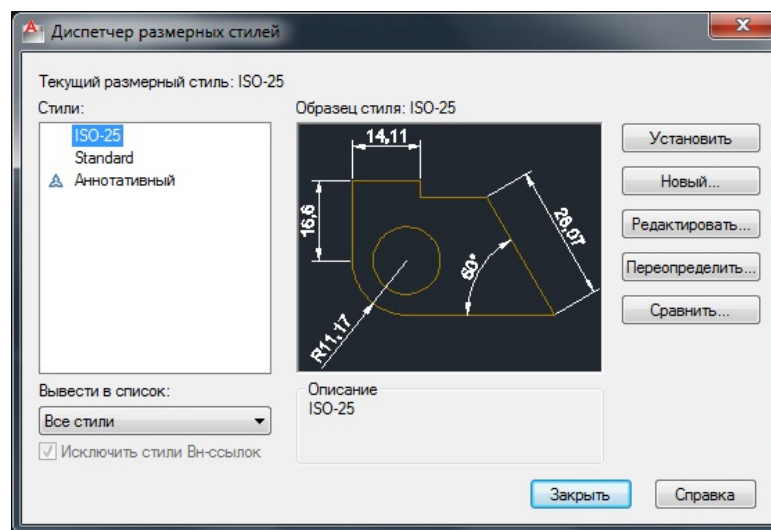


Рис. 11. Діалогове вікно розмірних стилів *Dimension Style Manager* (Диспетчер размерных стилей).

Вигляд розміру на кресленні залежить від вибраного стилю. За умовчанням пропонується стиль *ISO-25*, призначений для машинобудівельного креслення. AutoCad надає можливість вносити зміни в існуючі стилі, а також створювати власні стилі. Від вибраного розмірного стилю залежить відображення виносних ліній, розмір і положення тексту, довжина і тип стрілок, базовий інтервал між розмірними лініями і т.ін. Керують процесом нанесення розмірів розмірні змінні, значення яких можна змінити відповідними командами або у діалоговому вікні *Dimension Style Manager* (Диспетчер размерных стилей) (рис. 11), створивши новий стиль або редагуючи існуючий.

Внесення змін в існуючий стиль відбувається у діалоговому вікні *Modify Dimension Style* (Изменение размерного стиля) (рис. 12). На відповідних вкладках даного вікна можна змінити значення розмірних змінних. Існуючий стиль редагується за допомогою кнопки *Modify* (Редактирование), для створення нового стилю натиснути кнопку *New* (Новый); після чого можна задати характеристики розмірів.

На вкладці *Lines* (Линии) (рис. 12) задається колір, товщина та інші характеристики розмірних та виносних ліній.

На вкладці *Arrows* (Символы и стрелки) вибирається тип та розмір стрілок.

На вкладці *Text* (Текст) вибираються параметри розмірного тексту: колір, стиль, вирівнювання.

На вкладці *Размещение* (Fit) здійснюється управління взаємним розміщенням розмірних, виносних ліній та тексту, а також масштабом розмірів.

На вкладках *Primary Units* (Осн. Единицы) та *Alternate Units* (Альт. Единицы) визначається формат одиниць вимірювання, задається точність.

На вкладці *Tolerance (Допуски)* визначається формат та точність допусків.

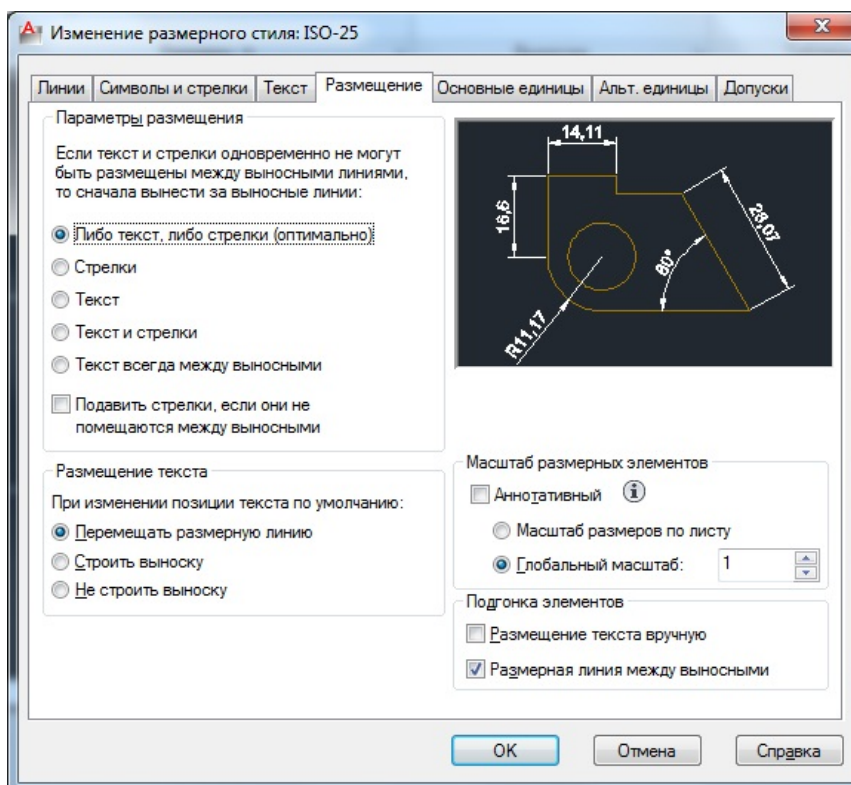



Рис. 12. Внесення змін у розмірний стиль у діалоговому вікні *Modify Dimension Style (Изменение размерного стиля)*.

## Команди нанесення розмірів

### 1. Лінійний розмір

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimlinear (PЗМЛИНЕЙНЫЙ)*.
- Виклик з меню: *Dimension > Linear (Размеры > Линейный)* – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions (Аннотации > Размеры)*: .

Лінійні розміри можуть бути горизонтальними, вертикальними, ординатними, утворювати розмірні ланцюги або можуть бути нанесені від загальної бази. Найпростіше проставити розмір за наступним методом:

- 1) включити режим об'єктної прив'язки;
- 2) графічним курсором показати першу початкову точку виносної лінії;
- 3) на запит *Specify second extension line origin (Начало второй выносной линии)* показати другу початкову точку виносної лінії;
- 4) задати положення розмірної лінії на запит *Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated] (Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый])* або ввести одну із запропонованих системою опцій.

Опції команди:

*Mtext* (*Мтекст*) – відкривається вікно багаторядкового текстового редактора Multiline Text Editor, в якому можна внести зміни в розмірний текст. Куткові дужки <...> позначають розмірне число, визначене системою за замовчуванням.

*Text* (*Текст*) – дозволяє внести зміни в розмірний текст, скориставшись редактором однострічкового тексту.

*Angle* (*Угол*) – дозволяє змінити кут нахилу розмірного числа або розмірного тексту.


*Horizontal* (*Горизонтальный*) – використовується для нанесення горизонтального розміру.

*Vertical* (*Вертикальный*) – використовується для нанесення вертикального розміру.

*Rotated* (*Повернутый*) – використовується, якщо необхідно задати кут нахилу розмірної лінії.

## 2. Паралельний розмір


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimaligned* (*РЗМПАРАЛ*).
- Виклик з меню: *Dimension > Aligned* (*Размеры > Параллельный*) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions* (*Аннотации > Размеры*): .

Даною командою будується розмірна лінія, кут нахилу якої збігається з кутом нахилу вибраного об'єкта. Розмір наноситься аналогічно лінійному.

## 3. Базовий розмір


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimbaseline* (*РЗМБАЗОВЫЙ*).
- Виклик з меню: *Dimension > Baseline* (*Размеры > Базовый*) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions* (*Аннотации > Размеры*): .

Низка розмірів (лінійних, куткових, ординатних) наноситься від загальної базової лінії. За базову приймається перша виносна лінія розміру, проставленою попередньою командою, або також можна вибрати іншу базову лінію. Запит, щодо положення розмірної лінії не видається, оскільки базовий інтервал визначається розмірним стилем. Виконується команда в тому випадку, коли на креслення нанесений хоча б один розмір, будь-якою з команд *DIMLINEAR*, *DIMORDINATE* або *DIMANGULAR*.

## 4. Розмірний «ланцюг»


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimcontinue* (РЗМЦЕПЬ).
- Виклик з меню: *Dimension > Continue* (Размеры > Цепь) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions* (Аннотации > Размеры): 

Команда створює розмірний ланцюжок, в якому друга виносна лінія попереднього розміру є початковою для розміру, що проставляється. Розмірні лінії належать одній прямій і запити щодо їх положення не видаються. Робота команди аналогічна роботі попередньої команди *DIMBASELINE*.

## 5. Ординатний розмір


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimordinate* (РЗМОРДИНАТА).
- Виклик з меню: *Dimension > Ordinate* (Размеры > Ординатный) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions* (Аннотации > Размеры): 

Ординатні розміри вказують координати *X* або *Y* точок відносно базової точки. Базовою точкою, як правило, є лівий нижній кут деталі. Центр системи координат перед простановкою ординатних розмірів можна перемістити у базову точку командою налаштування початку системи координат *UCS* (ПСК) з опцією *New* (Начало). Ординатний розмір задає відстань точки до базової точки відповідно вздовж осі *X* або вздовж осі *Y* і складається з виносної лінії і значення відстані. Вздовж якої осі проставити значення відстані, система визначає автоматично.

## 6. Діаметр

Способи введення команди:


- Набрати з клавіатури команду: *\_dimdiameter* (РЗМДИАМЕТР).
- Виклик з меню: *Dimension > Diameter* (Размеры > Диаметр) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions* (Аннотации > Размеры): 

Розмір дуги або кола визначається значенням радіуса або діаметра. Для цих об'єктів існує також можливість нанесення маркерів центра і центрових ліній.

Після введення команди на запит *Select arc or circle* (Выберите дугу или круг) показати перехрестям будь-яку точку об'єкта. AutoCad дозволяє створити розмірну лінію довільної довжини і розмістити її під будь-яким кутом. Користуючись опціями команди, можна редагувати розмірний текст, а також змінити кут його нахилу. Перед значенням діаметра AutoCad автоматично вставляє символ  $\emptyset$ . Для позначення діаметру розмірна лінія не повинна бути вертикальною або горизонтальною.

## 7. Радіус


Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimradius (PЗМРАДИУС)*.
- Виклик з меню: *Dimension > Radius (Размеры > Радиус)* – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions (Аннотации > Размеры)*: .

Нанесення радіуса здійснюється аналогічно нанесенню діаметра. Перед значенням радіуса AutoCad автоматично вставляє символ *R*.

## 8. Кутовий розмір

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_dimangular (PЗМУГЛОВОЙ)*.
- Виклик з меню: *Dimension > Angular (Размеры > Угловой)* – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Annotate > Dimensions (Аннотации > Размеры)*: .

Кутові розміри можна визначити для дуги, двох відрізків, трьох точок, що не належать прямій. Виводяться кутові розміри з позначенням одиниці вимірювання – °(градус). Розмірною лінією кутового розміру є дуга, з центром у вершині кута, виносні лінії формуються автоматично. Кутові розміри можна наносити від загальної бази, а також створювати розмірний ланцюг.

## ШТРИХУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В AUTOCAD

Для умовного графічного зображення матеріалів у розрізах і перерізах застосовують різноманітні штриховки. В архітектурних кресленнях штриховку застосовують для позначення матеріалу покриття. У технічних кресленнях штриховку застосовують для позначення типу конструкційного матеріалу.


*Штриховка* – множина ліній, які утворюють певний малюнок. Штриховка вставляється як єдиний об'єкт, і для того щоб її видалити, достатньо виділити одну лінію.

Штрихування виконується для замкнутих областей. У програмі AutoCad передбачено декілька типів штриховки, яка створюється на основі зразків із ліній, які повторюються, на основі вбудованої бібліотеки стандартних зразків штрихування.

Штрихування в програмі AutoCad характеризуються двома важливими властивостями:

- 1) штриховки є блоками – всі лінії, які знаходяться всередині позначеної області, є частиною єдиного об'єкта;
- 2) штриховки є асоціативними – при зміні розміру об'єкта використане в ньому штрихування автоматично оновиться і прийме нову форму.

Способи введення команди:

- Набрати з клавіатури команду: *\_bhatch* (КШТРИХ).
- Виклик з меню: *Draw > Hatch* (Рисование > Штриховка) – класичний AutoCad.
- Кнопка на панелі *Home > Modify* (Главная – Редактирование): .

Команда *\_bhatch* (КШТРИХ) відкриває на панелі меню вкладку *Hatch Creation* (Создание штриховки) з вкладками *Boundaries* (Контуры), *Pattern* (Образец), *Properties* (Свойства), *Origin* (Начало), *Options* (Параметры), *Close* (Закреть) (рис. 13).

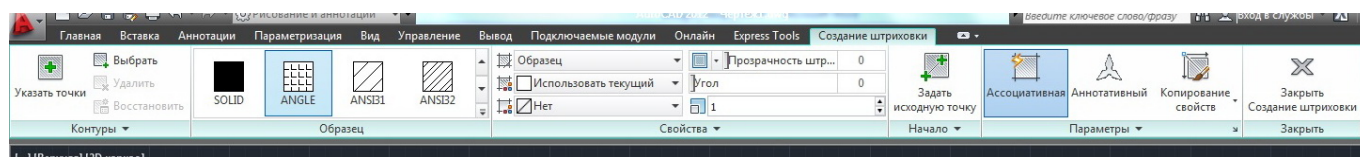


Рис. 13. Вкладка *Hatch Creation* (Создание штриховки) на панельному підменю.

На вкладці *Pattern* (Образец) вибирається штриховка за іменем із списку або за малюнком – зразки малюнків представлені у вікні. У *Properties* (Свойства) можна задати кут нахилу і масштаб штрихування. Після вибору зразка штриховки і параметрів штрихування необхідно показати об'єкти, які будуть заштриховані. Для вибору об'єктів пропонується декілька способів. Можна вибирати безпосередньо об'єкт або вказувати точку всередині замкнутого контуру, надаючи можливість системі автоматично визначити область, яка підлягає штрихуванню – вкладка *Boundaries* (Контуры). Для виконання вибору натискається відповідна кнопка, яка повертає користувача у вікно креслення, потім вибирається кожен об'єкт або вказуються точки всередині замкнутих контурів. Після здійснення вибору повернутися в діалогове вікно штрихування можна, натиснувши клавішу *Enter*.

На вкладці *Options* (Параметры) є можливість вибору *асоціативної* або *аннотативної* штриховки. Асоціативність означає, що штриховка прив'язується до контурів об'єкта, і при зміні їх форми автоматично змінюється і область, заповнена штриховкою. Аннотативність передбачає автоматичне масштабування штриховки разом із об'єктом при масштабуванні.

Відмітимо, що команда *\_hatch* (ШТРИХ) створює *неасоціативне* штрихування. Функцію асоціативності можна увімкнути/вимкнути на вкладці *Options* (Параметры).

## ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 1. Запустити програму AutoCad.

Для запуску системи AutoCad на платформі Windows необхідно виконати таку послідовність дій:

- активізувати кнопку *Пуск* на *Панелі задач*;
- вибрати пункт *Програми*;
- вибрати пункт *AutoCad*.

Якщо в ході встановлення системи на *Робочому столі* Windows було створено піктограму для програми AutoCad, то запуск спрощується — достатньо двічі натиснути ліву кнопку «мишки» на цій піктограмі.

Після запуску на екрані монітора з'явиться головне вікно AutoCad (рис. 10):

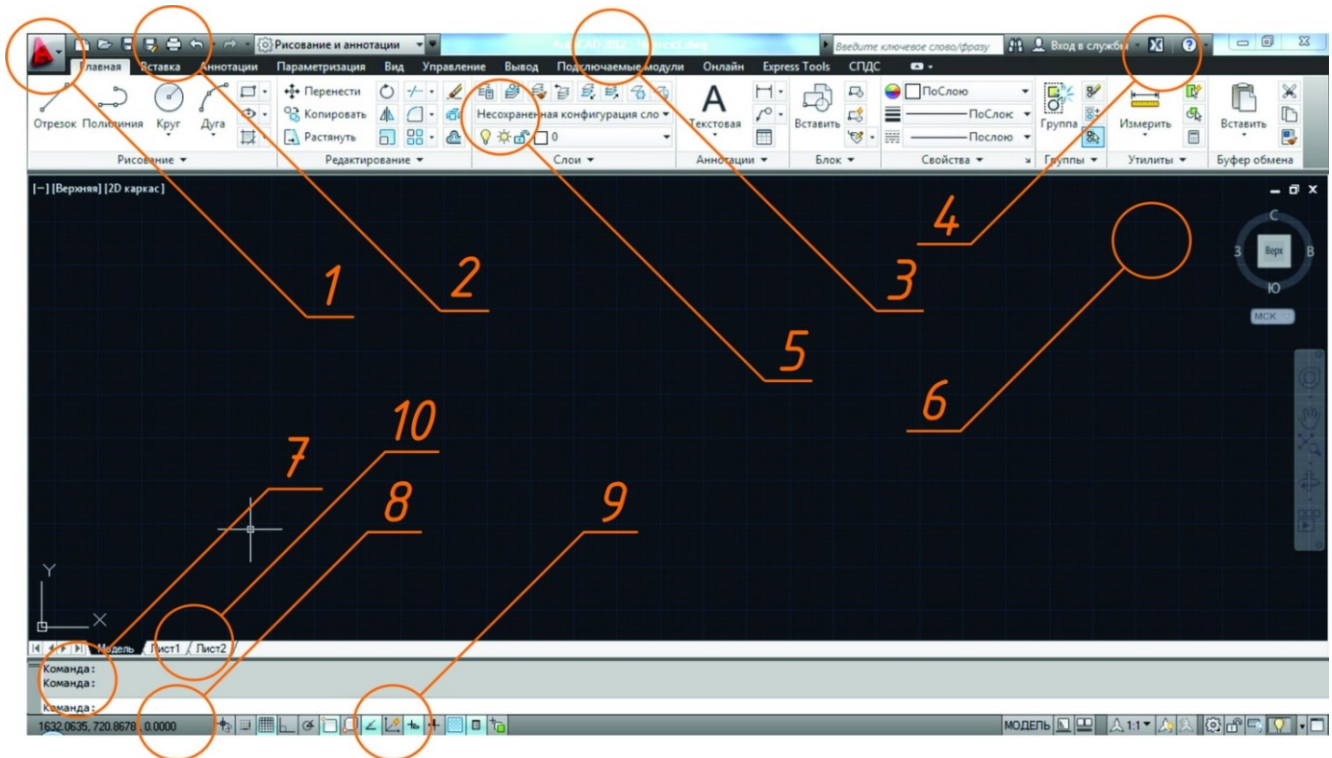


Рис. 10. Загальний вигляд програми AutoCad 2012 та розташування основних елементів: 1 – програмне меню AutoCad; 2 – панель швидкого доступу найбільш вживаних інструментів; 3 – інформація про поточне креслення; 4 – меню для пошукового запиту, інформаційної довідки; 5 – підменю-стрічка у вигляді панелей, що об'єднані по функціях (*панельне меню*); 6 – графічне поле (графічне вікно, зона рисунка); 7 – вікно команд, яке іноді називають *командним рядком* (зона команд, підказок та відповідей на підказки); 8 – індикатор координат; 9 – панель режимних кнопок (ПРК); 10 – рядок закладок *Model* та листів.

## 2. Створити новий файл креслення.

Креслення в системі AutoCad – це файл, який містить опис графічної та іншої інформації у спеціальному форматі (.DWG). У процесі роботи над кресленням він тимчасово зберігається в оперативній пам'яті комп'ютера. Довготривале збереження креслення здійснюється на жорсткому або гнучкому дисках.

Створення нового креслення можна розпочати з вибору шаблону зі списку, що відкривається командою меню *File > New (Файл > Создать)*. Зразок вибраного шаблону з'являється праворуч від списку у вікні вибору.

Шаблон – графічний файл з розширенням .DWT. Цей файл містить інформацію про розміри креслення, прийняті одиниці виміру, параметри шарів і налаштувань режиму креслення. *acadiso.dwt* – оптимальний шаблон-стандарт для України.

### **3. Створення кресленника.**

За допомогою поєднання основних графічних примітивів *Відрізок, Полілінія, Коло, Прямокутник* (використовуючи кнопки на панельному меню або введення відповідних команд), а також команд редагування побудувати геометричні фігури, згідно заданого викладачем індивідуального завдання (додаток 1).

Нанести розміри на деталі згідно вимог ЄСКД. Заштрихувати тверде тіло деталі згідно вказаного на відповідному завданні візерунку.

### **4. Збереження файлу креслення.**

Виконується командою *File > Save As (Файл > Сохранить как)* або командою *File > Save (Файл > Сохранить)*. Після виклику команди з'являється діалогове вікно *Сохранить как*, в якому вибирається папка і надається ім'я файлу. Зміни, внесені у раніше створений файл, зберігаються командою *File > Save (Файл > Сохранить)*.

Результат виконання побудови графічних примітивів здати викладачеві у вигляді файлу .DWG із назвою по зразку: «*Прізвище\_Група\_№завдання*».

## **ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Б. Барчард, Д. Питцер. Внутренний мир AutoCad. – К: «Диа Софт», 2000.
2. Інженерна комп'ютерна графіка: навч. посіб. / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. – Львів: Український бестселер, 2012. – 600 с.
3. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / За ред. В.Є. Михайленка. - К.: Каравела, 2010. – 360 с.
4. Вовкова З.А. Комп'ютерна графіка: Конспект лекцій для студентів II курсу спеціальності КІКС / Вовкова З.А. – К.: КУЕТТ, 2007. – 140 с.
5. Методичні вказівки і контрольні завдання до виконання вправ з AutoCAD для студентів усіх форм навчання / Укл.: О.В. Бабков. – К.:НТУ, 2004. – 33 с.
6. ГОСТ 2.001-93. Единая система конструкторской документации. Общие положения.
7. Антонович Є.А., Василишин Я.В., Шпільчак В.А. Креслення. Навч. посібник / За ред. Є.А. Антоновича. – Львів: Світ, 2006. – 512 с.
8. Ванін В.В. Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD: Навч. посіб. – К.: Каравела, 2006. – 336 с.
9. «Інженерна графіка з елементами будівельного креслення» Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» / Т.С. Савельєва, О.С.Жовтяк, О.В. Федоскіна, Г.С.Тен – Д.: НГУ, 2014. – 103 с.

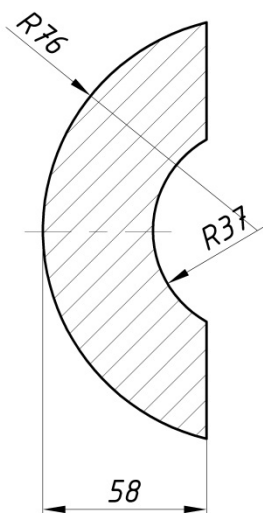


10. Головачук І.П., Величко В.Л. Інженерна та комп'ютерна графіка. Конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051003 “Приладобудування” денної та заочної форм навчання. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2009. – 77 с.

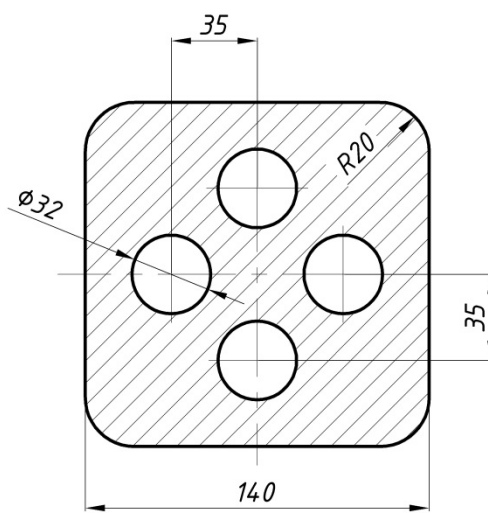
11. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посіб. – К.: Каравела, 2003. – 160 с.

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

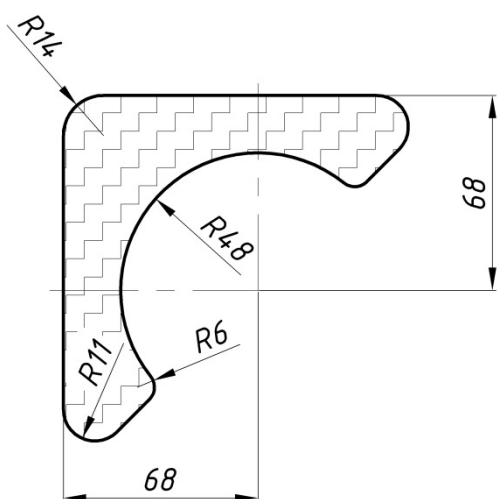
Варіант 1



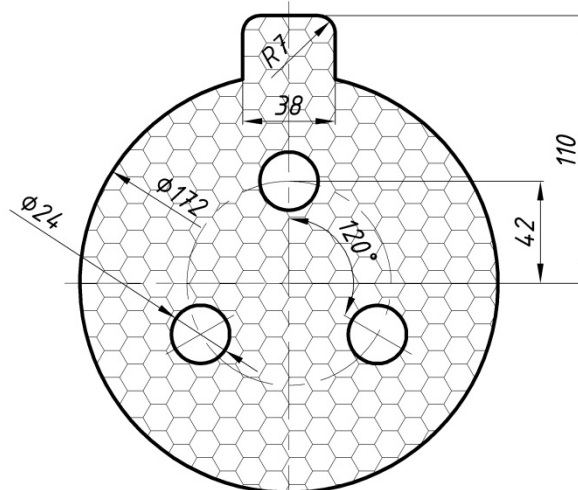
Варіант 2



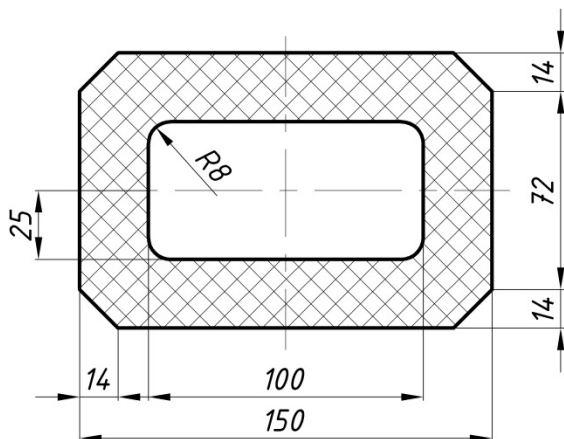
Варіант 3



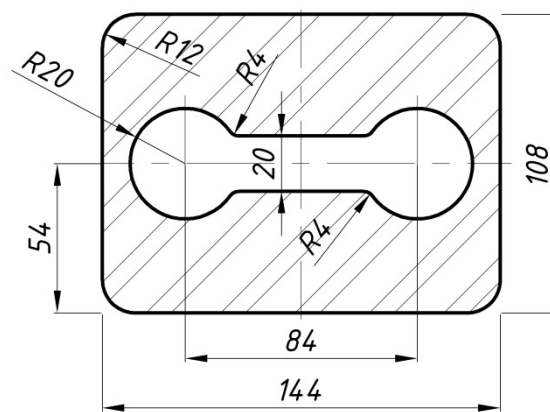
Варіант 4



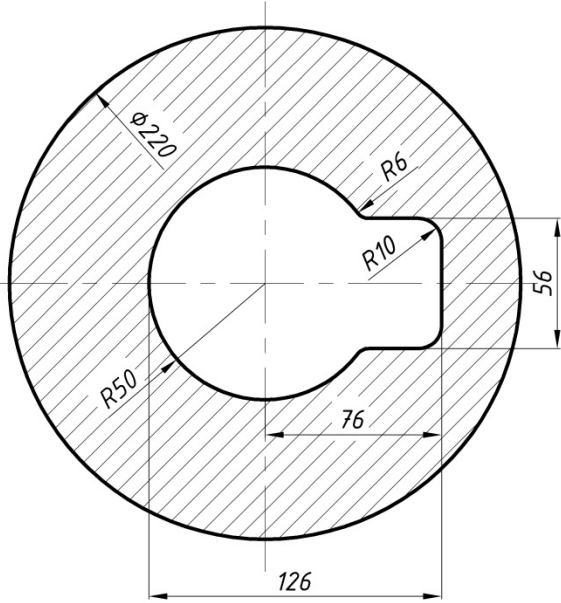
Варіант 5



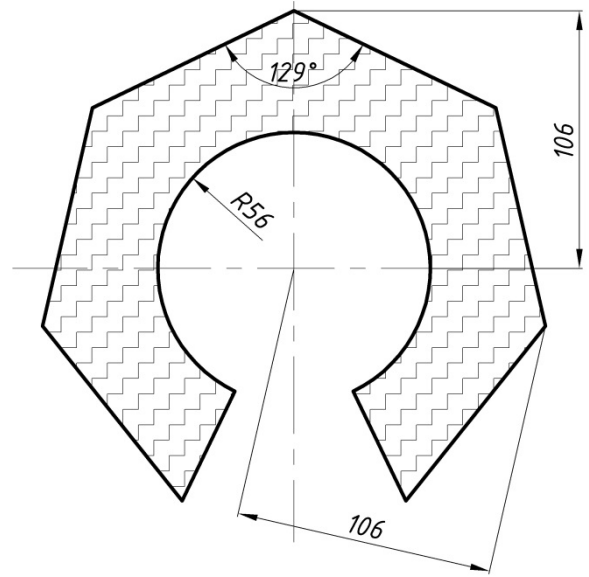
Варіант 6



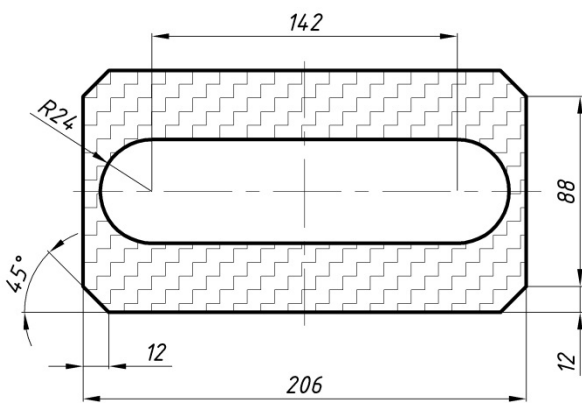
Вариант 7



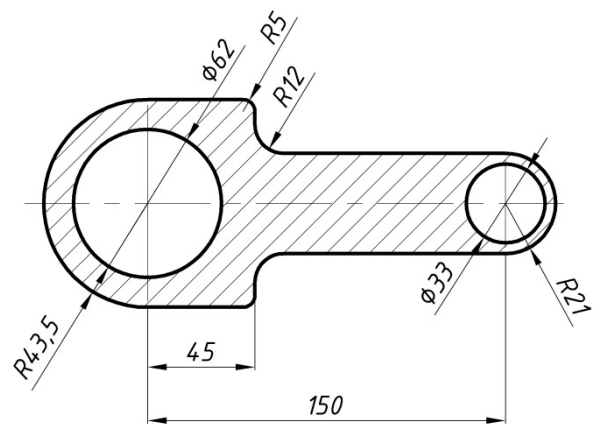
Вариант 8



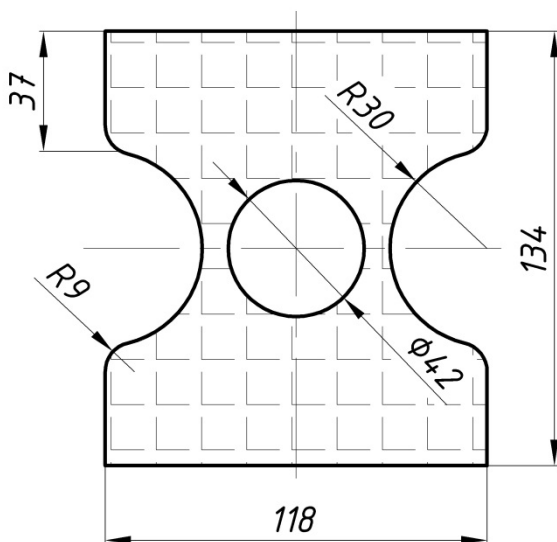
Вариант 9



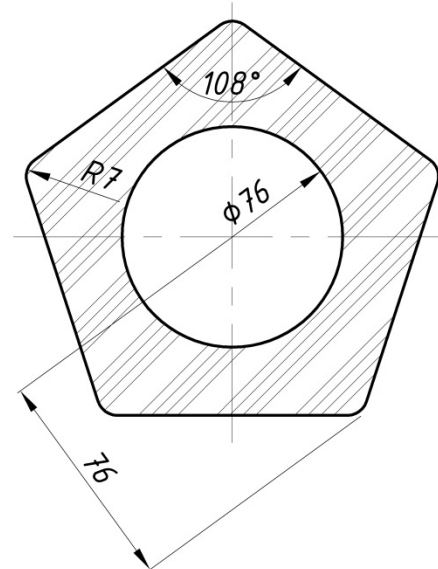
Вариант 10



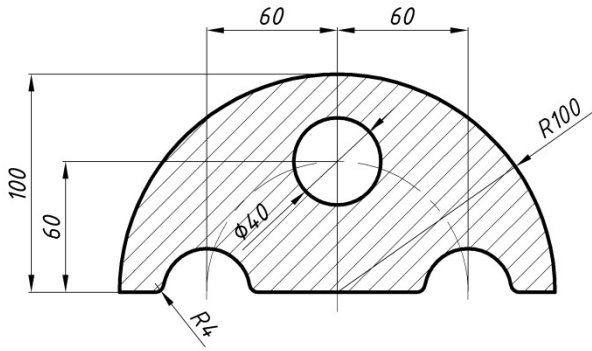
Вариант 11



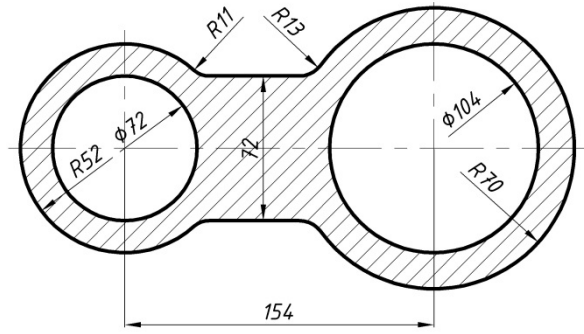
Вариант 12



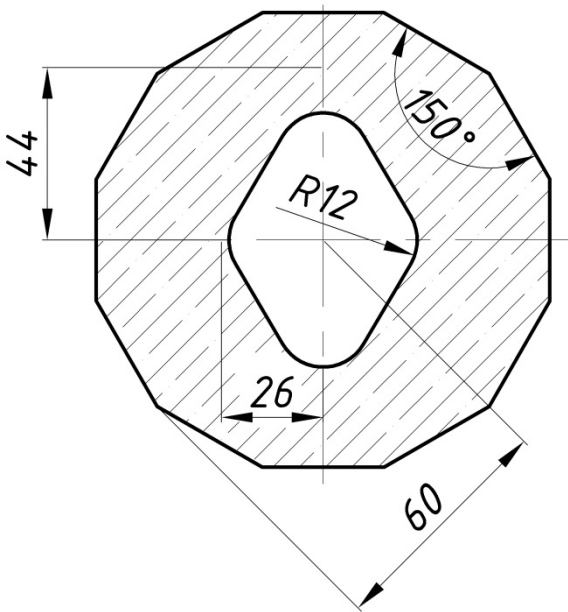
Вариант 13



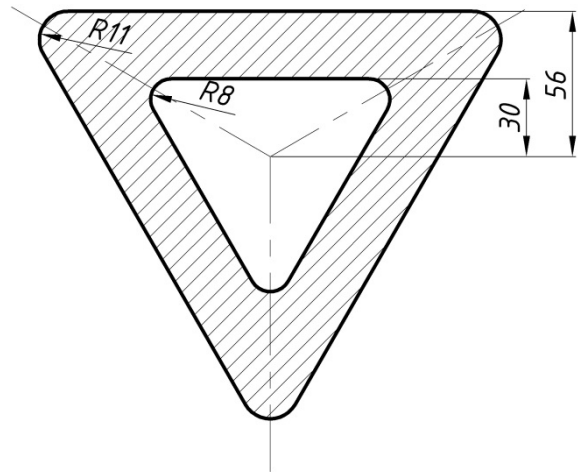
Вариант 14



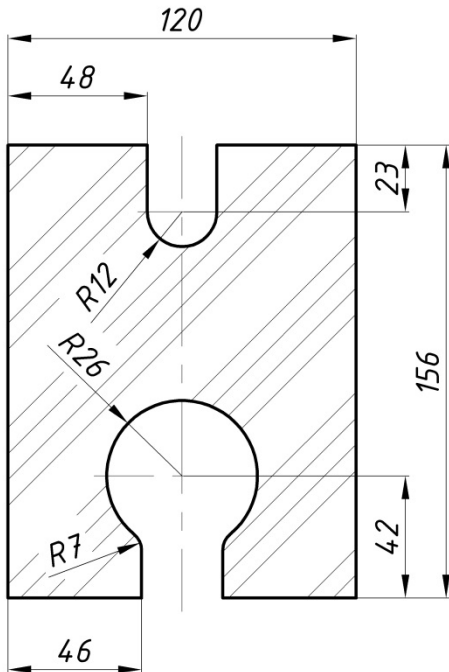
Вариант 15



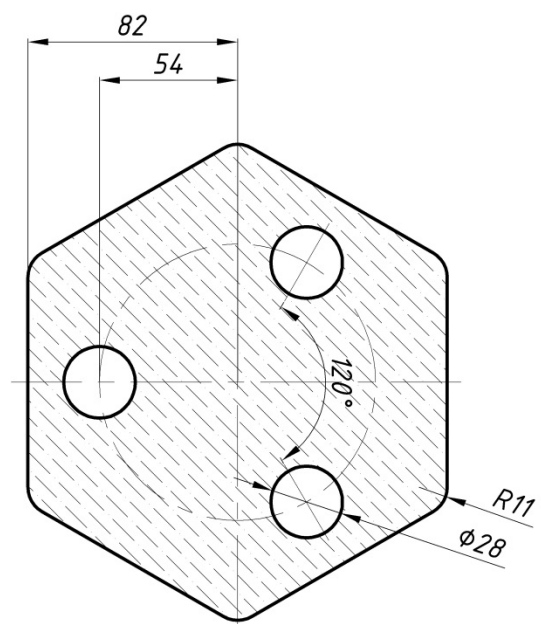
Вариант 16



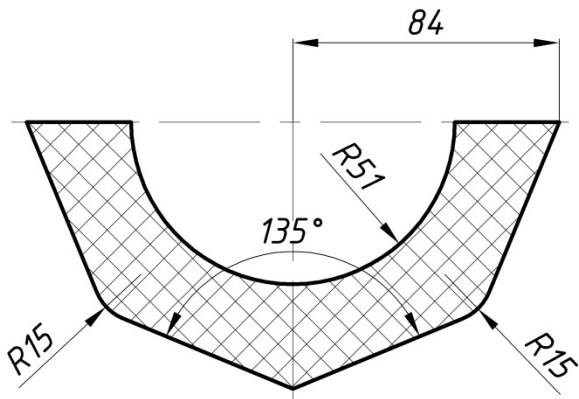
Вариант 17



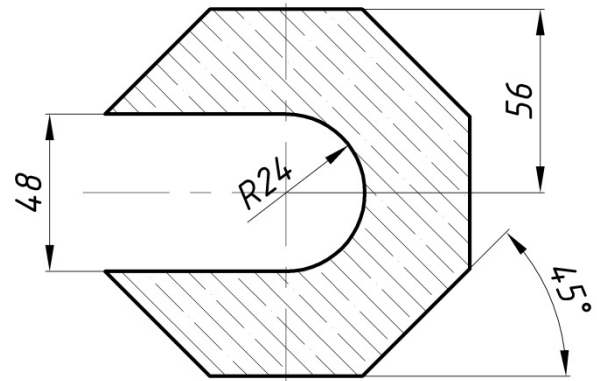
Вариант 18



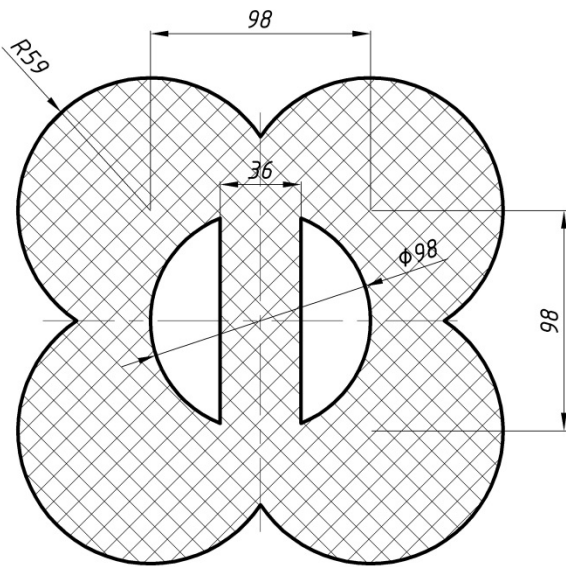
Вариант 19



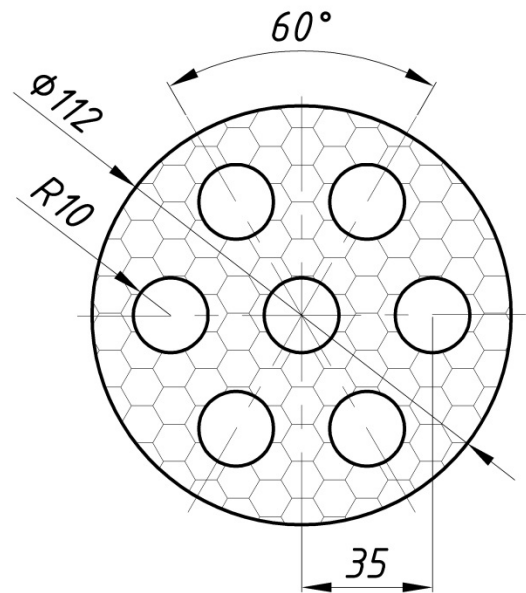
Вариант 20



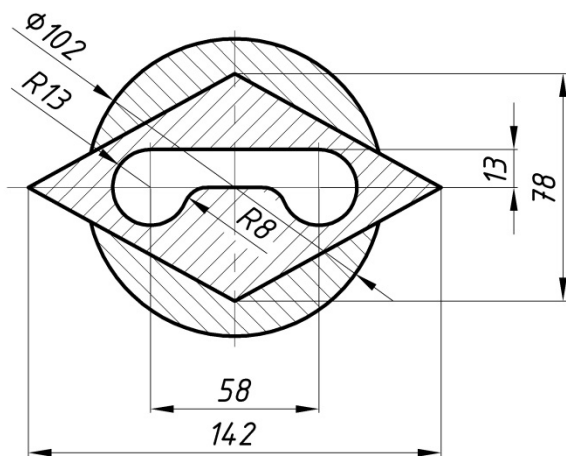
Вариант 21



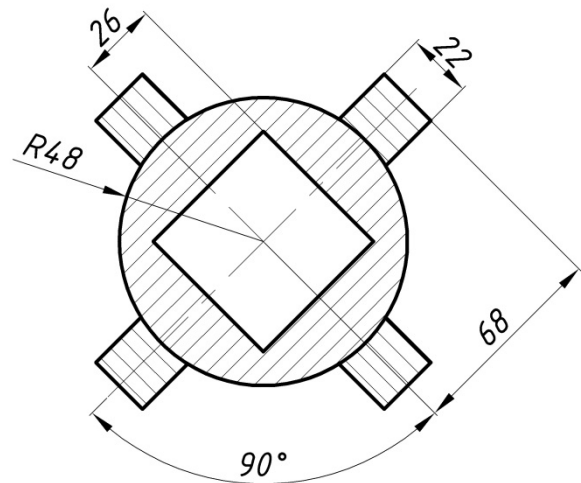
Вариант 22



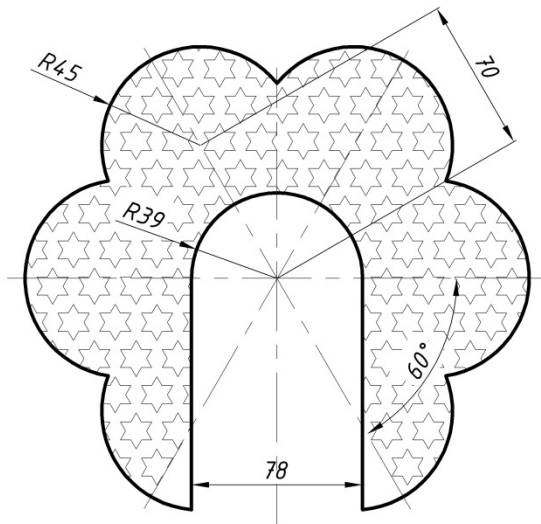
Вариант 23



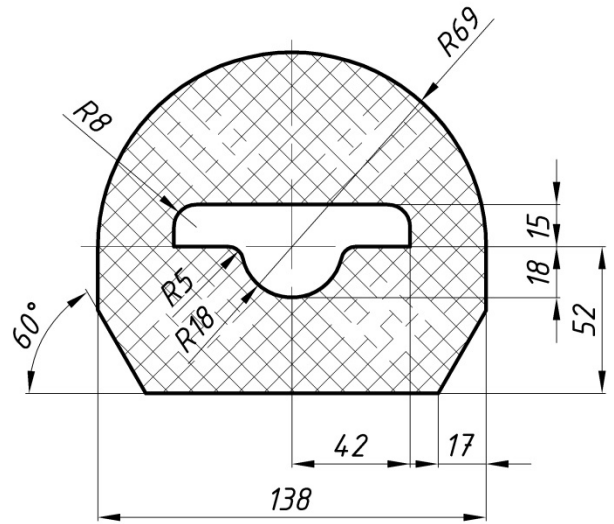
Вариант 24



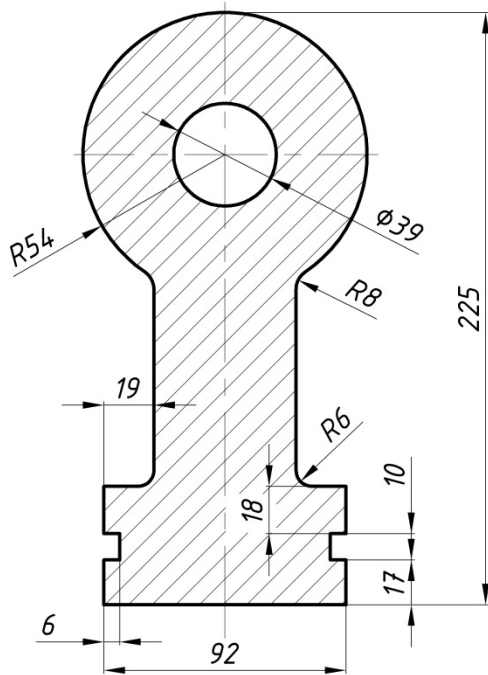
Вариант 25



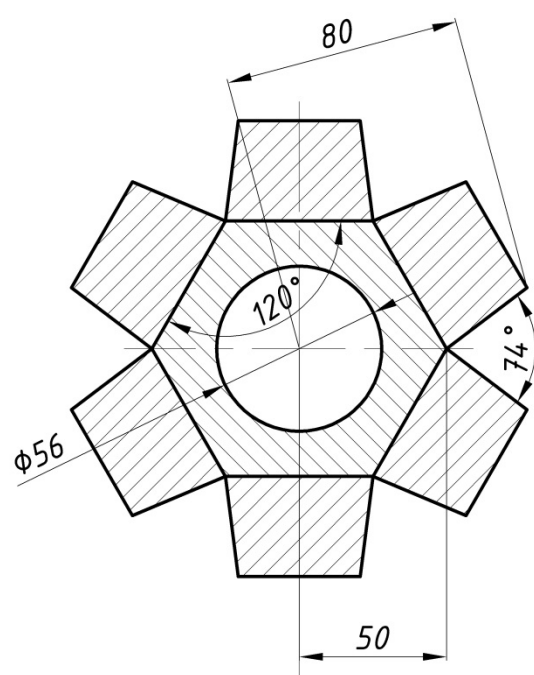
Вариант 26



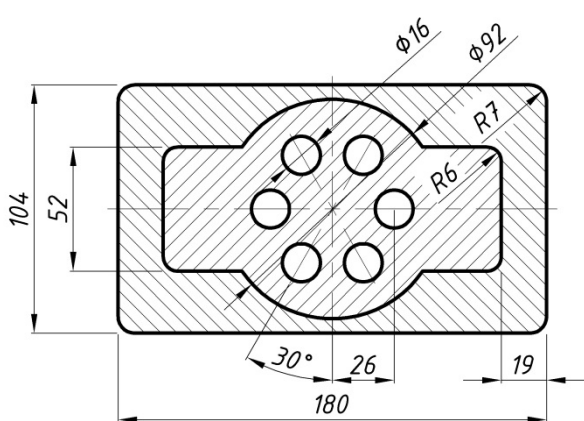
Вариант 27



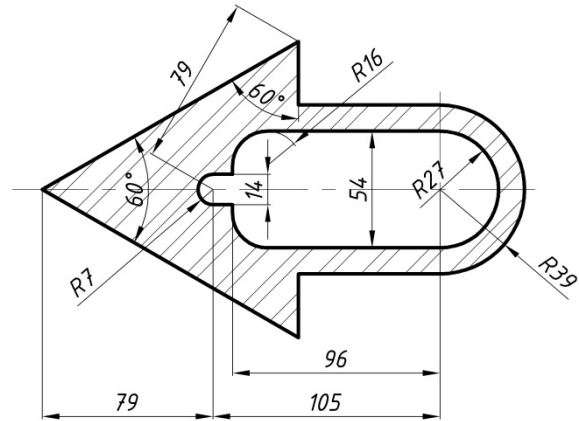
Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ В СЕРЕДОВИЩІ ГРАФІЧНОЇ  
СИСТЕМИ AUTOCAD**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №3

з дисципліни

«Основи автоматизованого проектування обладнання хімічних виробництв», ч.1  
для студентів базового напрямку 6.051302 «Хімічна інженерія»

**Укладачі**

Іващук Олександр Сергійович  
Атаманюк Володимир Михайлович

**Редактор**

Атаманюк Володимир Михайлович

**Комп'ютерне  
верстання**

Іващук Олександр Сергійович