

## **ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання графічних робіт та самостійної роботи з дисципліни  
для студентів спеціальності

152– Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Обговорено і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
технологій зварювання та  
будівництва  
*Протокол №6*  
*від 03 12, 2020р.*

Інженерна та комп'ютерна графіка. Методичні вказівки до виконання графічних робіт та самостійної роботи для студентів спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка /Укл.: Барбаш М.І. – Чернігів, НУ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА», 2021. –50с.

Укладач: **БАРБАШ МАРИНА ІГОРІВНА**, старший викладач  
кафедри технологій зварювання та будівництва

Відповідальний за випуск: **ПРИБИТЬКО ІРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА**,  
завідувач кафедри технологій зварювання та  
будівництва, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: **БОЛОТОВ ГЕНАДІЙ ПАВЛОВИЧ**, доктор технічних наук,  
професор кафедри технологій зварювання та будівництва НУ  
«ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ПОЧАТКОВІ ВІДОМОСТІ.....	5
ГРАФІЧНА РОБОТА №1. БАЗОВІ ОПЕРАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	7
ГРАФІЧНА РОБОТА №2. ЗАСОБИ ДОПОМІЖНИХ ПОБУДОВ .....	28
ГРАФІЧНА РОБОТА №3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕННЯ .....	40
ГРАФІЧНА РОБОТА №4. ОСНОВИ СТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНОГО КРЕСЛЕННЯ .....	58
ДОДАТОК А. КОРИСНІ ПОРАДИ.....	71
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	72

## ВСТУП

Методичні вказівки призначені для виконання графічних робіт та самостійної роботи з дисципліни «Інженерна і комп'ютерна графіка» студентами спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

Дана методична розробка призначена для формування системи знань з фундаментальної графічно-інформаційної підготовки студентів з орієнтуванням на фаховий профіль; навчання студентів основним прийомам роботи при підготовці паперових та електронних варіантів креслень; методів геометричного моделювання в графічному редакторі. Можливості графічного пакету КОМПАС розглядаються вибірково та структуровано, паралельно з теоретичними основами побудови зображення в інженерній графіці.

Основним завданням розділу «Комп'ютерна графіка» є вивчення процесу створення, редагування, передавання зображення засобами апаратно-програмного функціоналу комп'ютера; підготовка зображення до візуалізації; здійснення дій із зображенням в режимі реального часу.

Методичні вказівки спрямовані на допомогу в оволодінні системою знань і вмінь, спрямованих на створення й опрацювання тривимірних зображень, на роботу з сучасними графічними системами та використання їх задля реалізації конкретних виробничих цілей підприємства.

## ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ПОЧАТКОВІ ВІДОМОСТІ



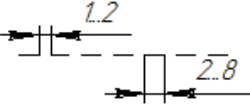
### Формати за ДСТУ ISO 5457:2006:

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

### Масштаби за ДСТУ ISO 5455:2005:

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

### Типи ліній за ДСТУ ISO 128-24:2005:

<i>Найменування</i>	<i>Зображення</i>	<i>Товщина</i>	<i>Призначення</i>
<i>Суцільна основна</i>		$S$	<i>Лінії видимого контуру, винесеного перерізу</i>
<i>Суцільна тонка</i>		$S/3 \dots S/2$	<i>Контур накладеного перерізу, виносні, розмірні, штрихування</i>
<i>Суцільна хвиляста</i>		$S/3 \dots S/2$	<i>Лінії обриву, розмежування вигляду і розрізу</i>
<i>Штрихова</i>		$S/3 \dots S/2$	<i>Лінії невидимого контуру</i>
<i>Штрихова пунктирна</i>		$S/3 \dots S/2$	<i>Осьові та центрові лінії</i>
<i>Розімкнена</i>		$S \dots 1,5S$	<i>Лінії позначення перерізів</i>

Шрифт за ДСТУ ISO 3098:6-2007 та № шрифту (висота прописної літери в мм) за ДСТУ ISO 3098-0:2006: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20:

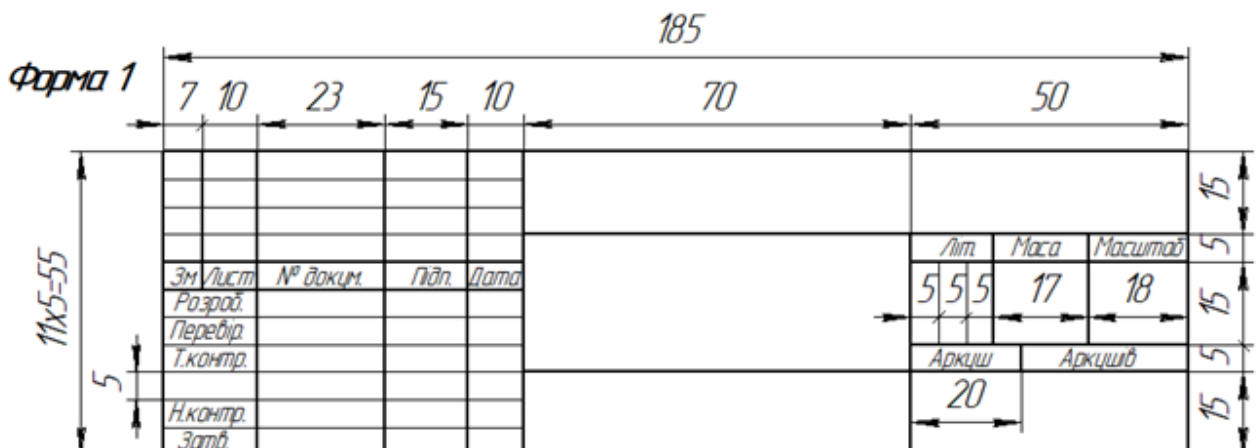
прямий:

АБВГДЕЕЖЗИІЙКЛМ  
 НОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ  
 абвгдеєжзиіїкльмн  
 опрстуфхцчшщьюя  
 1234567890

та з нахилом 75°:

*АБВГДЕЕЖЗИІЙКЛМ  
 НОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ  
 абвгдеєжзиіїкльмн  
 опрстуфхцчшщьюя  
 1234567890*

Основний напис за формою 1:



# ГРАФІЧНА РОБОТА №1.

## БАЗОВІ ОПЕРАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

### 1.1 Мета роботи

Ознайомлення з основними термінами та визначеннями графічного редактора КОМПАС, вивчення базових способів вводу та перетворення графічної інформації.

### 1.2 Теоретичні відомості

#### 1.2.1 Типи документів редактора КОМПАС

Редактор дозволяє створювати декілька типів документів, з яких в учбовому процесі будуть задіяні тільки два.

**Креслення** – (файл з розширенням “.cdw”) – двовимірний креслярський документ, який має елементи оформлення (формат та рамка аркуша), а також змінюваним масштабом побудов.

**Деталь** – (файл з розширенням “.m3d”) – документ, який містить тривимірні побудови.

#### 1.2.2 Термінологія редактора

Після запуску редактора та створення в ньому нового документу (Файл→Створити→Креслення), на екрані з'явиться головне вікно програми (рисунки 1.1), основні елементи якого позначені виносками.

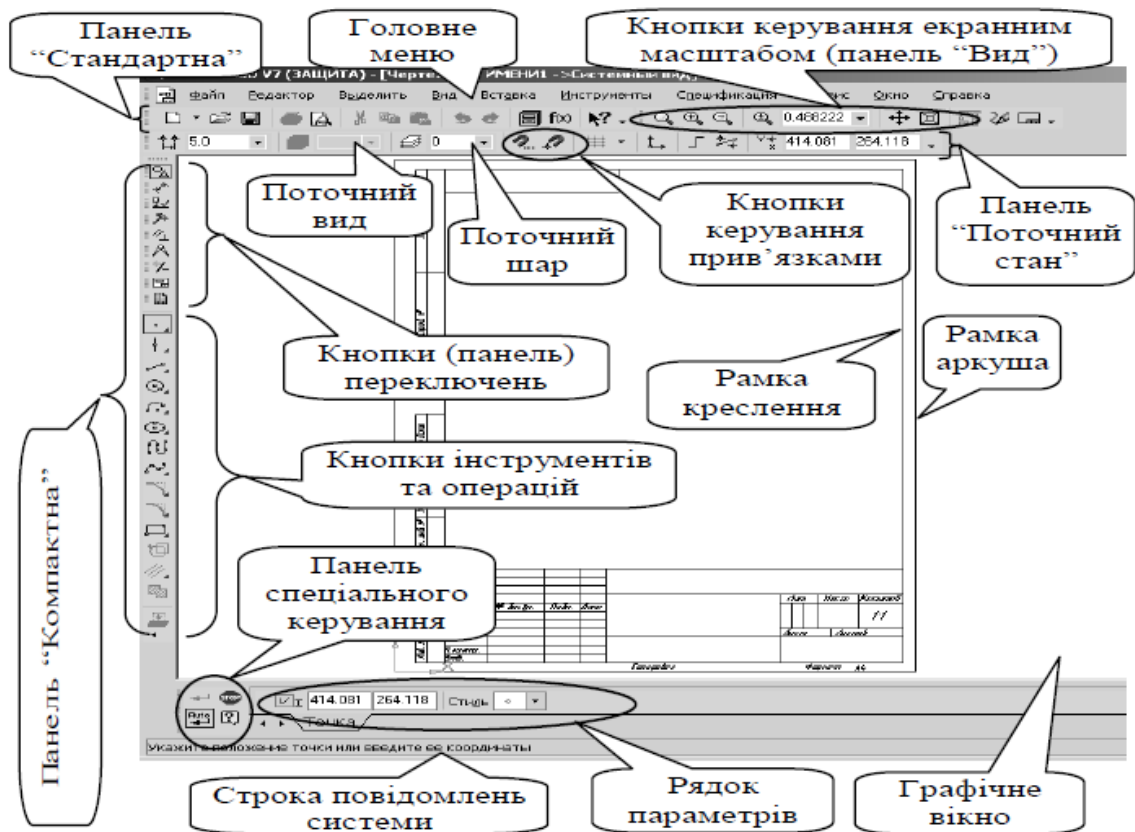


Рисунок 1.1 – Вікно програми Компас

Опис декількох з позначених вище елементів наступний.

**Графічне вікно** – зона екранних побудов, що не має меж.

**Рамка аркуша** – прямокутник, який окреслює межі вибраного формату аркуша.







**Рамка креслення** – елемент оформлення формату аркуша. **Екранний масштаб** – співвідношення розмірів екранного зображення та дійсної величини об'єкта.

**Вид** – елемент аркуша, який дозволяє задавати **масштаб креслення** об'єктів, в ньому накреслених (тобто задавати співвідношення зображення на папері і дійсної величини об'єкта). Даний термін є більш загальним поняттям, чим термін “креслярський вид” в інженерній графіці (зображення видимої частини предмета, оберненої до спостерігача).



**Шар** – елемент виду, який дозволяє керувати видимістю об’єктів, в ньому накреслених.

**Панель “Компактна”** – містить кнопки швидкого доступу до наборів інструментів та операцій (кнопки переключення) та кнопки швидкого доступу активного набору (кнопки інструментів та операцій).

**Панель переключення** – містить кнопки, які змінюють набір інструментів та операцій, що відображається на екрані (  – ” Геометрія “,  – ” Розміри “, – ” Позначення “,  – ” Редагування “,  – ” Виміри “,  – ” Асоційовані види “,  – ” Виділення “).

**Панель спеціального керування** – містить кнопки керування ходом поточної операції (наприклад, створити об’єкт або перервати дію).

**Рядок параметрів (панель властивостей)** – надає доступ до параметрів активної команди. Коли жодна з команд не активована, обидві вище названі панелі зостаються порожніми.

При роботі потрібно чітко розрізняти терміни “Масштаб креслення” та “Масштаб екранного зображення”. Вони незалежні один від одного, причому величина паперової копії задається тільки масштабом креслення. Існують три принципово різних способи його зміни. Перший – за допомогою операції “Масштабування” з набору “Редагування”. Другий – задаванням масштабу вида при його створенні або редагуванні. Третій – задаванням масштабу в меню друку.

Найбільш загальний спосіб – другий, оскільки він дозволяє ув’язати

компонування зображення та числових величин розмірних написів за одну операцію.

### 1.2.3 Основні настройки документу

Вибір формату аркуша та його оформлення здійснюється за допомогою меню Сервіс – Параметри – Поточне креслення – Параметри першого листа.

Тут на вкладках “Формат” та “Оформлення” вибирається величина аркуша для викреслювання та спосіб оформлення креслення (рисунок 1.2). Термін “перший аркуш” є особливістю версій редактора, починаючи з 8-ї. Тут реалізовано можливість багатоаркушного графічного файлу (аналогічно текстовому документу).

Перевага – весь об’єм робіт можна згрупувати в одному файлі. Недолік – якщо втратите, то все одразу (це особливо актуально на початковій стадії навчання).

Тому подальше виконання робіт буде розглядатись як одноаркушне (кожна робота в окремому файлі).

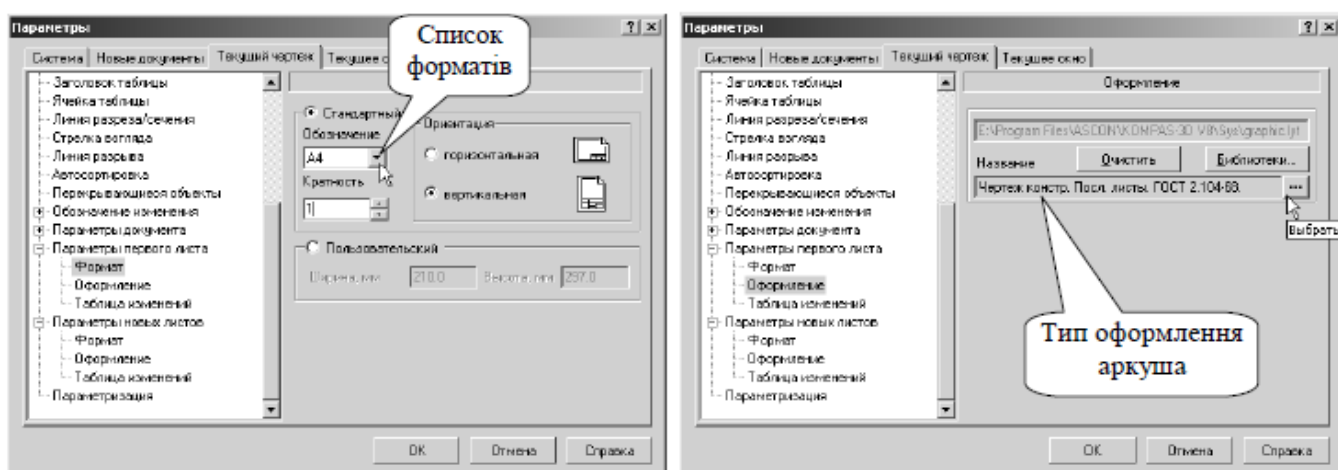




Рисунок 1.2 – Настройки параметров аркуша




## 1.2.4 Загальні операції роботи з об'єктами


Загальними, тобто тими, що виконуються для об'єктів різного типу, є наступні дії.


**Виділення** – проводиться натиском лівої кнопки миші на об'єкті або захватом його цілком в прямокутну рамку при переміщенні миші з натиснутою лівою кнопкою (у випадку успішності цієї дії, колір об'єкта змінюється). Декілька об'єктів виділяються аналогічним чином з утриманням натиснутої клавіші <Shift>. Однотипні об'єкти зручно виділяти командами меню Виділити→Потипу або Виділити→Постилю кривої.

**Зняття виділення** з усіх виділених об'єктів проводиться натиском лівої кнопки миші на вільному місці графічного вікна; для зняття виділення з окремих об'єктів потрібно натискати на них лівою кнопкою миші при натиснутій клавіші <Shift>. На закінчення треба відмітити, що цій темі присвячений пункт меню "Виділити" і кнопка "Виділення" на панелі переключення.


Редагування об'єкта здійснюється подвійним натиском лівої кнопки миші на об'єкті, або вибором пункту "Редагувати" з **контекстного меню** – віконця, що відкривається при натисканні правої клавіші миші на виділеному об'єкті. Вмикання цього режиму супроводжується появою на панелі спеціального керування кнопкою  – створити об'єкт та  – перервати операцію, а також появою характеристик об'єкта в рядку параметрів.

**Копіювання, вирізання, вставка** виділених об'єктів здійснюється, окрім вибору команди операції ,  або , задаванням/вказівкою базової точки, тобто точки, що використовується для точного розміщення об'єктів на аркуші (дивись рядки параметрів операції та повідомлень системи).

**Поновлення зображення** виконується командою Вид→Поновити зображення (Ctrl+F9), або кнопкою  панелі керування.

**Екранне масштабування**, окрім використання кнопок з зображеннями лінз, може бути виконане командою Вид →Показати все (кнопка ), яка вписує все наявне зображення в розмір екрану.

**Видалення** об'єкту проводиться натиском клавіші "Delete"; зверніть увагу, що відміна цієї операції після збереження файла неможлива.

**Відмінити** – команда, що дозволяє анулювати результат попередньої операції побудови/редагування. Доступна з меню Редактор → Відмінити або по кнопці .

### 1.2.5 Принцип точного креслення

Створення зображення в графічному вікні може бути проведено послідовним вводом елементів зображення (відрізків, дуг, кіл і т.д.) або із зазначенням кожного наступного елемента "на око" відносно наявних, або за допомогою **прив'язок** – використанням для побудов вузлових точок наявних об'єктів (рисунок 1.3, ліворуч). В першому випадку, як це видно при збільшенні зображення (рисунок 1.3, праворуч), утворюється незв'язана

множина ліній на екрані, в другому випадку – зв’язаний контур, придатний для подальшої роботи.





Рисунок 1.3 – Способи задавання графічної інформації

Прив’язка буває глобальною та локальною. Глобальна прив’язка діє на протязі всього сеансу роботи, встановлюється вона за допомогою меню

Сервіс→Параметри→Система→Графічний редактор→Прив’язки (рисунок 1.4, ліворуч). Локальна прив’язка доступна з контекстного меню правої клавіші миші (рисунок 1.4, праворуч) при виконанні якої-небудь операції і діє однократно для поточного кроку побудов. Рекомендується увімкнути прив’язки “Найближча точка”, “Перетин”, “Кутова прив’язка” і “Точка на кривій”, а також вказати динамічне відслідковування та відображення поточної прив’язки на екрані для візуального контролю над прив’язкою, що використовується. Установка всіх глобальних типів прив’язок небажана, оскільки навіть при невеликій кількості побудов система починає “захоплювати по списку” вузлові точки об’єктів, які не мають відношення до побудов (тому що

пріоритет прив'язки відповідає її порядку в таблиці), що не дозволяє автоматично використовувати нижні рядки.

Постійне використання тільки локальних прив'язок також не дуже зручно – постійне використання меню відволікає від основного процесу побудови. Окрім вказаного вище меню, глобальні прив'язки доступні по кнопці  рядка поточного стану; вимкнення всіх прив'язок можливо кнопкою , що треба, наприклад, для побудови плавної кривої – лінії обриву.

Більш потужним різновидом засобів точного креслення є **параметризація** – задавання постійно діючих умов взаємного розташування об'єктів (про використання прив'язок система “забуває” після завершення операції). На початковій стадії навчання її треба відключити в меню Сервіс→Параметри→Поточне креслення→Параметризація, вимкнувши галочки з усіх боксів.

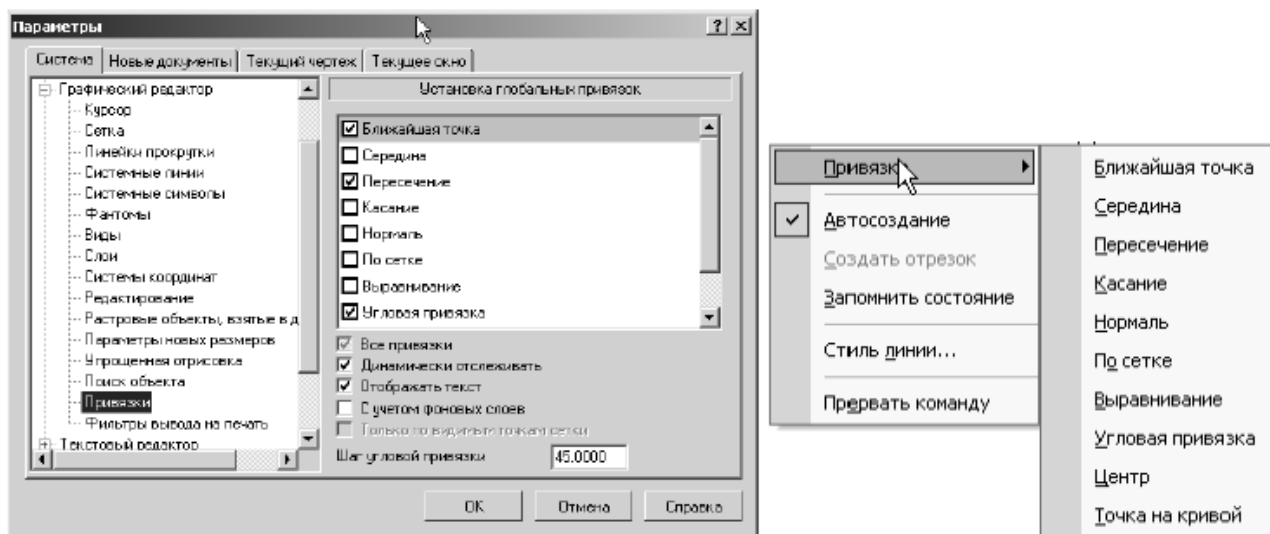


Рисунок 1.4 – Меню установки прив'язок

## 1.2.6 Інструменти основних побудов

Найбільш часто використовуються інструменти вводу відрізка, окружності, дуги, еліпса, фаски, заокруглення, а також їх різновиди, доступні з **розширеної панелі** відповідного інструменту (рисунок 1.5). Ця панель з'являється на екрані при утриманні натиснутою кнопки з яким-небудь типом інструменту, який має чорний трикутник в правому нижньому куті. Також, специфіка виконання першого завдання потребує вміння володіти інструментом "Точка на заданій відстані" ( ) розширеної панелі побудови точок.



Рисунок 1.5 – Розширені панелі інструментів "Відрізок", "Коло", "Дуга"

Зверніть увагу, що інструменти, котрі не можна застосувати в поточний момент, недоступні (наприклад, для використання інструмента "Паралельний відрізок" в графічному вікні повинен існувати хоча б один побудований відрізок). Робота всіх інструментів ідентична і не викликає труднощів, якщо уважно слідкувати за рядками повідомлень системи і параметрів операції. Наприклад, при активації інструмента вводу відрізка, система очікує вказівки координат першої точки ( ), відображуючи в параметрі "t1" доступні координати у відповідність з поточною прив'язкою

(рисунок 1.6). Якщо жодна з прив'язок не активувалася, відображаються поточні координати курсору (зверніть увагу на дробові значення). В цьому випадку рекомендується вибрати локальну прив'язку “по сітці” (вона працює, навіть коли сітка не ввімкнена), вручну ввести цілі значення координат. Підтвердження вводу – натиск лівої кнопки миші або клавіші <Enter>.

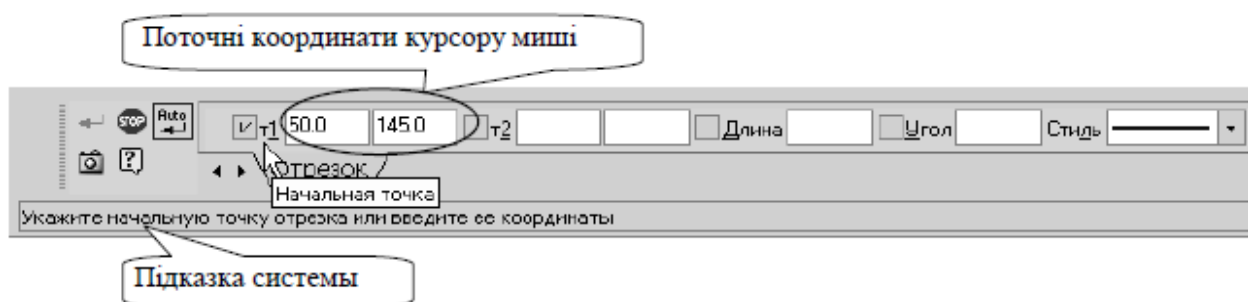







Рисунок 1.6 - Указування першої точки відрізка

Після цього перша точка фіксується (☒), а система очікує другу точку відрізка (рисунок 1.7), відображаючи фантомом можливий варіант побудови. Наведений рисунок ілюструє побудову відрізка по двом точкам з використанням прив'язки “Найближча точка” (під цим терміном мається на увазі найближча характерна точка наявного об'єкта, в даному випадку – кінцева точка вертикального відрізка). На цьому етапі можна змінити будь-яке значення рядка параметрів, натиснувши ліву кнопку миші в будь-якому віконці і ввівши значення параметра. Так, можна змінити стиль відрізка – якщо потрібна осьова лінія, або ввести кут нахилу та довжину. Можна також “розфіксувати” першу



точку, якщо вона виявилась невірно заданою, натиснувши кнопку , або вручну змінивши її координати. Остаточне створення об'єкта завершиться в момент вводу необхідних параметрів автоматично, якщо натиснута кнопка  на панелі спеціального керування, або після натиску кнопки , якщо автостворення вимкнено, або варіантів побудови декілька. В другому випадку перебір варіантів побудови проводиться кнопками  та , наприклад, у випадку побудови окружності, дотичної до двох ліній. Нарешті, змінити стиль побудованої лінії можна, виділивши її і натиснувши на ній праву кнопку миші, вибрати пункт “Змінити стиль”.

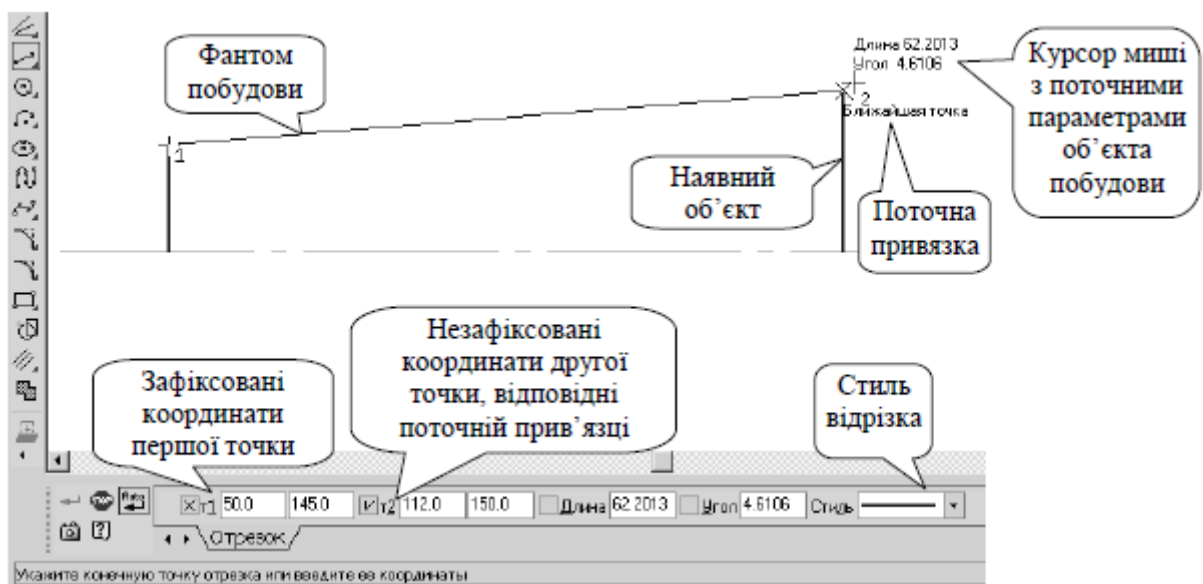





Рисунок 1.7 - Указування другої точки відрізка


### 1.2.7 Операції редагування зображення



В ході цієї роботи рекомендується засвоїти наступні операції з набору “Редагування” панелі переключень.

**Усікти криву** () – використовується для видалення виступаючих частин





об'єктів. Під узагальнюючим терміном “крива” тут і далі мається на увазі будь-яка лінія на екрані, в тому числі і відрізок. Після активації операції потрібно натиснути ліву клавішу миші на непотрібній ділянці лінії. Якщо лінія нічим не перетинається, то вона буде видалена повністю. Кнопки в рядку параметрів визначають, яку частину лінії треба видалити: вказану, чи ту, що залишилась. Також, видалити частину кривої можна командою *усікти криву двома точками* (  ).


**Вирівняти по границі** (  ) – використовується для вирівнювання лінії по вказаній границі, тобто можливе як подовження, так і усікання об'єктів. При активації операції система очікує вказування лінії – границі вирівнювання, яку можна перевизначити кнопкою “Вказати заново” (  ) на панелі спеціального керування. Після чого потрібно вказати об'єкти для вирівнювання. Розглянуті вище операції знаходяться на одній панелі розширених команд, тому на екрані одночасно видно тільки одну з цих кнопок.

**Зсув** (  ) – використовується для переміщення одного або декількох об'єктів з одного місця на інше і використовується, як правило, для виправлення композивання зображення. Операція доступна тільки після виділення об'єкта зсуву. Після активації операції система запитує точку прив'язки (як при копіюванні/вирізанні об'єктів), потім – точку, куди треба перемістити об'єкт, супроводжуючи запит фантомом

об'єкта, що переміщується. **Симетрія** () – використовується для отримання симетричних контурів. Операція доступна тільки після виділення об'єкта для відображення. Після активації операції потрібно вказати напрям осі симетрії за двома її точкам (це не обов'язково штрих-пунктирна лінія – можна задати дві будь-які точки аркуша, або вказати пряму, натиснувши кнопку ) (вибір базового об'єкта).

### 1.2.8 Нанесення розмірів

Проставлення розмірів доступне з розширених панелей кнопок “Лінійний розмір” () , “Кутовий розмір” () , “Радіальний розмір” () та кнопки “Діаметральний розмір” () . Робота з цими інструментами може бути проілюстрована прикладом нанесення лінійного розміру. Після активації інструмента і вказування точок розміру, що проставляється, система відображає фантом розміру (рисунок 1.8, ліворуч), очікуючи вказування розташування розмірної лінії (дивись рядок повідомлень). На цьому етапі можна переключити спосіб розташування розміру (горизонтальний/вертикальний/нахилений); змінювати параметри розмірного напису (рисунок 1.8, праворуч – демонструє приклад формування текстового напису для фаски) та параметри оформлення розміру (рисунок 1.9). Вибравши з меню “Розміщення розмірного напису” (дивись покажчик миші на рисунку) елементи “Ручне” або “На полиці”, можна довільним чином розмістити

розмірне число відносно розмірної лінії. При нестачі місця на кресленні можна змінити тип розмірної стрілки та її розташування. Можна також вручну задати значення розмірного числа, що належить робити тільки у випадку відсутності автоматичного значення (наприклад, при простановці лінійного розміру з обривом )

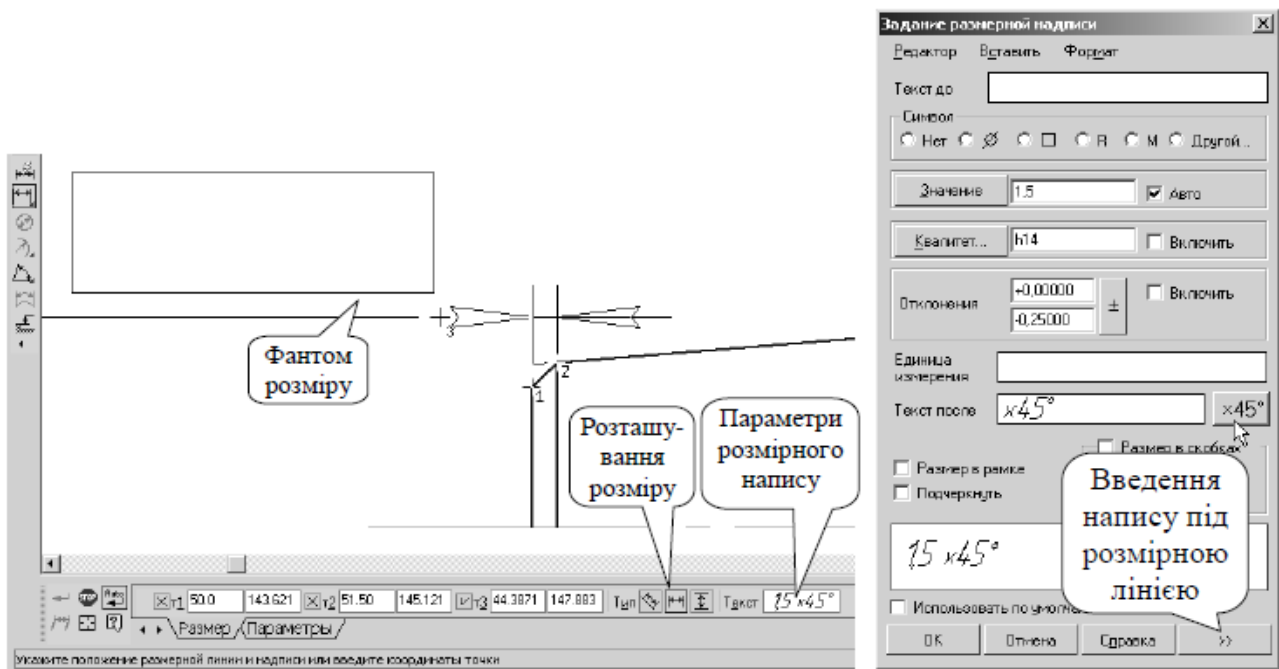


Рисунок 1.8 - Н а н е с е н н я л і н і й н о г о р о з м і р у

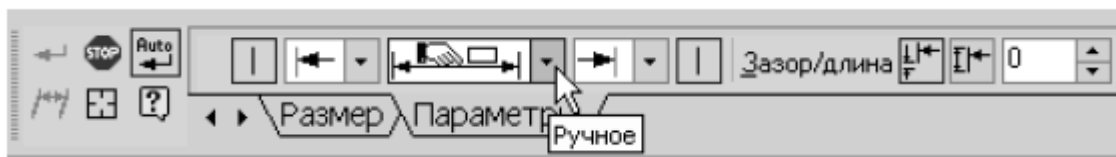





Рисунок 1.9 - П а р а м е т р и р о з м і р у

### 1.3 Завдання та методика виконання роботи

Згідно варіанта, виданого викладачем, виконайте побудову з нанесенням розмірів вала, пластини і спряженого контуру на аркуші формату А3 з основним написом форми 1 ГОСТ 2.104-68. Рекомендується компонування роботи згідно зразку на рисунку 1.10. Числові значення відсутніх лінійних

розмірів отримати вимірюванням лінійкою, помножити на число, яке забезпечить раціональне компоновання трьох зображень на аркуші (2,5 або 2) і округлити до цілого значення (завдання в масштабі зменшення). Назва і шифр роботи – як на зразку. Після завершення роботи пред'явіть її викладачу на екрані монітора і захистіть, після успішного захисту виконайте роздруківку (склейку з форматів А4). Результати роботи не забудьте записати на носій інформації. Перед початком роботи, створіть уявну послідовність побудов і підготуйте чернетку з прорисовкою олівцем контуру зображення з розмірними числами. Ознайомтесь з розташуванням основних елементів керування редактора. Вивчіть склад панелей інструментів і розміщення кнопок на них. Засвойте технічні засоби побудов, рекомендовані в п.1.2. Продумайте, які інструменти та операції зручно використати для виконання вашого завдання, у випадку труднощів проконсультуйтеся у викладача. Якщо склад інструментальних панелей та їх розміщення відрізняються від типового, ознайомтесь з додатком А. Порядок роботи такий же, як і при виконанні паперового креслення. Створіть лист креслення і настройте його оформлення (формат А3, горизонтальне розташування, тип оформлення – "Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104-68). Спершу виконайте побудову осьових ліній контурів. Далі побудуйте окружності та дуги окружностей з

центрами на осьових лініях. Після цього – вичерчуються прямолінійні ділянки контуру, причому на даному етапі бажано використовувати операцію “Симетрія”. Для побудови спряжень з можливістю подальшої простановки розмірів до елементів вихідного контуру, треба використати інструмент “Коло, дотична до двох кривих”, або в інструменті “Заокруглення” відмінити усікання об’єктів в рядку параметрів ( → ). Після цього операцією “Розбити криву” () розірвати лінії, що спрягаються в точках дотику. Виділити ділянки, які не відносяться до контуру і змінити їх стиль лінії з “Основна” на “Тонка” з контекстного меню правої клавіші миші “Змінити стиль”. Після вичерчування контуру проставляються розміри, причому ручне редагування автоматичних розмірних чисел не допускається. Редагування таблиці основного напису доступне після подвійного натиску на ній лівої кнопки миші.

На закінчення опису методики поданій роботі – ілюстрація деяких технічних прийомів для побудови зображення по рисунку 1.10. Початок побудов вала довжиною 140 мм: кнопкою “Відобразити все” відображаємо на екрані весь аркуш.

Вибираємо інструмент “Відрізок”, встановлюємо стиль лінії “Осьова” і в довіральному місці лівої верхньої частини аркуша проводимо осьову лінію майбутнього вала на довжину приблизно 145 мм (осьова лінія повинна виступати за контур на 3...5 мм),

КОНТРОЛЮЮЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНІСТЬ ПО  
КУТОВІЙ ПРИВ'ЯЗЦІ.

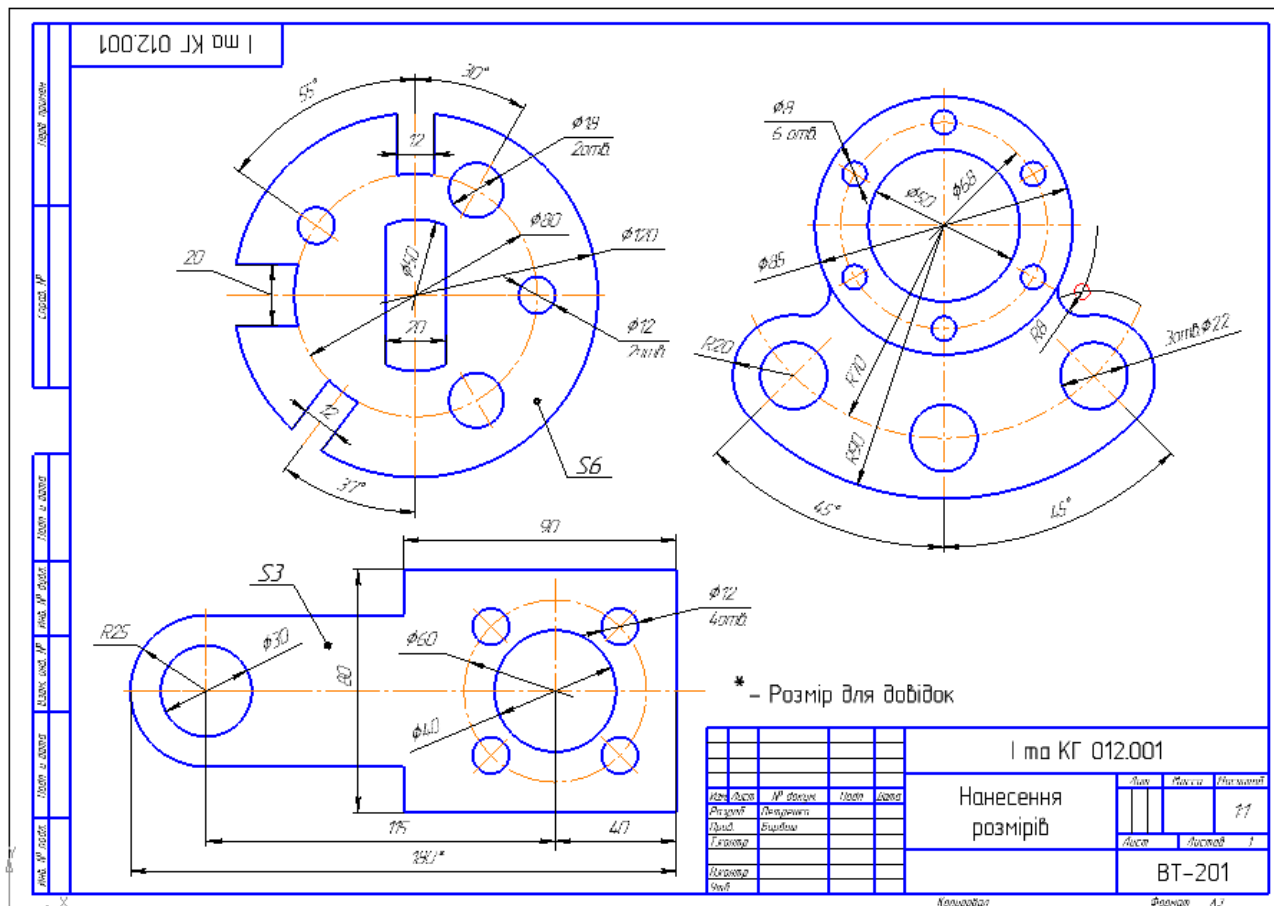


Рисунок 1.10 – Нанесення розмірів та побудова спряжень

Для початку побудов можна було вказати локальну прив'язку “По сітці” – це дало б цілі значення початкової точки відрізка (що і було зроблено при підготовці ілюстрації для цієї методики побудов).

Масштабною рамкою збільшуємо екранну зону навколо осьової і починаємо побудови з кінчної ділянки вала. Вибравши стиль лінії “Основна” (після масштабування інструмент “Відрізок” залишився активним), використовуючи локальну прив'язку “Точка на кривій” задаємо першу точку лівого торця н осьовій лінії.

Вручну вводимо в рядку параметрів довжину відрізка 10 мм та, використовуючи кутову прив'язку, завершуємо операцію (рисунок 1.11, ліворуч).

Можна було використати інструмент “Перпендикулярний відрізок”, але в даному випадку цілком достатньо кутової прив'язки.

Для побудови правої границі конуса вибираємо інструмент “Паралельний відрізок”, в якості бази для паралельності вказуємо тільки що побудовану лінію і в рядку параметрів задаємо значення відстані: 62 мм та довжини: 15 мм.

Після цього фіксуємо об'єкт (рисунок 1.11, праворуч), вказавши довільну точку на осьовій (вивчіть фантом відрізка).

Побудову твірної конуса виконуємо інструментом “Відрізок” з використанням прив'язки “Найближча точка”.

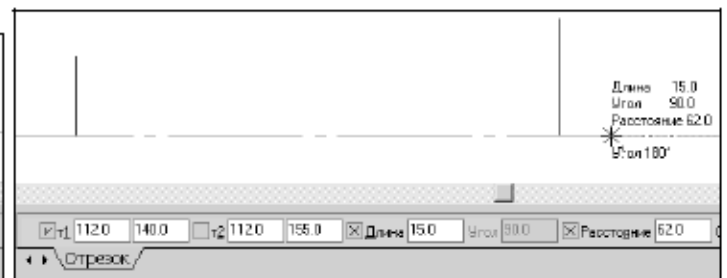
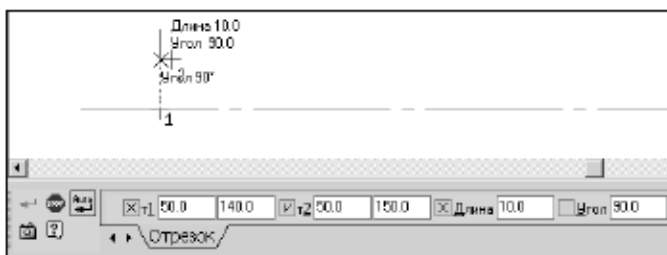


Рисунок 1.11 – Побудова конічної ділянки вала

Побудову фаски в даному випадку виконаємо “у відрізках” (інструмент “Фаска” на неперпендикулярних лініях робить некоректно). Командою “Паралельний відрізок” на відстані 1,5 мм будемо праву границю фаски (рисунок 1.12, ліворуч). Щоб в контурі не було розривів, побудови починаємо від



осьової лінії і закінчуємо на твірній з прив'язкою "Перетин". Твірну фаски будуємо від правої границі, задавши кут нахилу прямої 45 градусів та використовуючи прив'язку перетин для указування другої точки відрізка (рисунок 1.12, в центрі). Активуємо інструмент "Розбити криву" і розділяємо ліву границю і твірну конуса в кінцевих точках фаски (візуальних змін на екрані при цьому не відбувається). Для остаточного формування зображення, виділяємо короткі ділянки розбитих відрізків і встановлюємо їх стиль "Тонка" (з контекстного меню правої клавіші миші "Змінити стиль"), отримуючи окреслення для представлення розмірів (рисунок 1.12, праворуч). Аналогічно вищеописаним способам, формується частина зображення, що залишилась. Для побудови конуса в правій частині вала треба використати типовий "олівцевий" захід - нанесення позначки на осьовій лінії, яка після виконання побудови видаляється. Для цього можна використати інструмент "Точка на заданій відстані" або "Паралельний відрізок" невеликої довжини (відстань по наявній схемі нанесення розмірів 140 мм від правої границі).

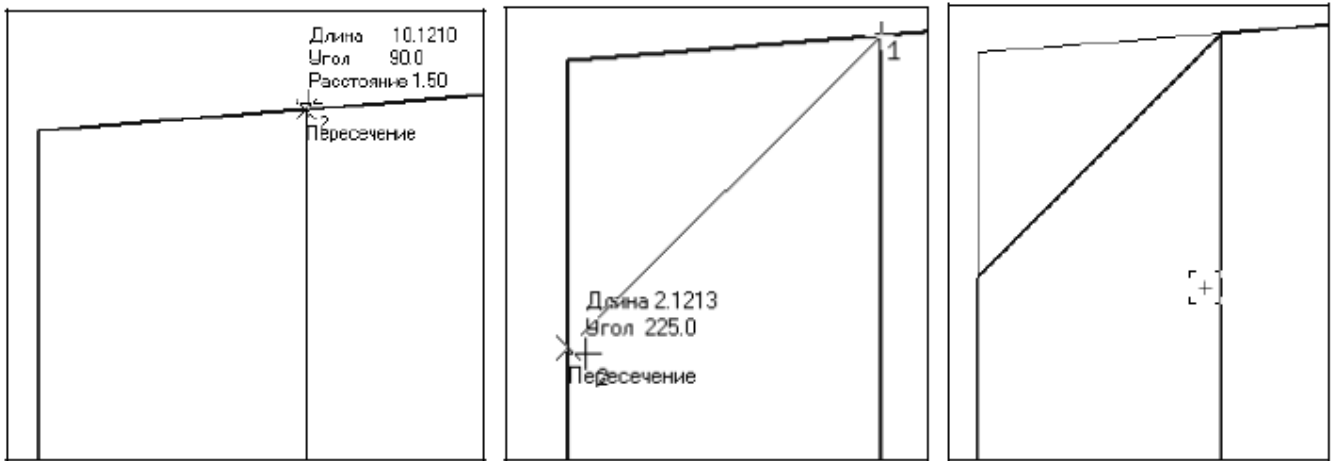


Рисунок 1.12 – Побудова фаски  
(фрагменти зображення)

#### 1.4 Контрольні питання

1. Які типи документів можна створити за допомогою пакета КОМПАС?
2. Назвіть основні елементи вікна редактора КОМПАС.
3. Які основні набори інструментів та операцій надає редактор?
4. Поясніть різницю між масштабом креслення та масштабом екранного зображення.
5. Як настроїти параметри аркуша креслення та його оформлення?
6. Назвіть та опишіть основні операції з графічними об'єктами.
7. Поясніть, що таке прив'язка і для чого вона потрібна.
8. В чому різниця між глобальною та локальною прив'язками?
9. Як встановлюються прив'язки?
10. Наведіть приклади інструментів створення і операцій редагування зображення.

11. Що таке “розширена панель” інструменту або операції?
12. Яка послідовність створення об’єкта (відрізка, окружності)?
13. Назвіть різновиди інструментів для нанесення розмірів.
14. Розкажіть послідовність проставлення лінійного розміру.
15. Письмово викладіть порядок побудови зображення по своєму завданню.
16. Виконайте побудови за вказівкою викладача.

## ГРАФІЧНА РОБОТА №2. ЗАСОБИ ДОПОМІЖНИХ ПОБУДОВ

### 2.1 Мета роботи

Закріплення навичок проєкційного креслення з використанням графічного редактора.

### 2.2 Теоретичні відомості

#### 2.2.1 Інструмент допоміжних побудов

Окрім інструментів, призначених для остаточного оформлення креслення, редактор надає засіб, олівцевому кресленню в тонких лініях – інструменти для допоміжних побудов, які доступні з розширеної панелі кнопки вводу допоміжних прямих (рисунок 2.1). Об'єкт “Пряма” відрізняється від об'єкта “Відрізок” тим, що вона не має кінцевих точок, тобто по визначенню нескінченна, як і графічне вікно. Вона не має властивості “Стиль”, тобто її тип і товщина незмінні. Вона не може бути роздрукована, тобто призначена виключно для екранних побудов. Даний інструмент може бути застосований для попереднього креслення контурів деталі з наступним “наведенням” відрізками та дугами, а також для отримання проєкційних ліній зв'язку при побудові декількох проєкцій предмета.

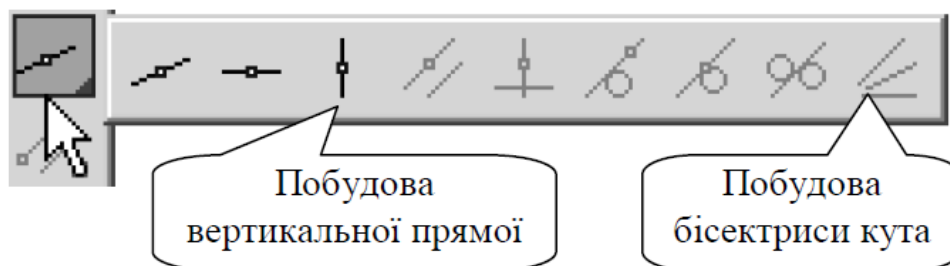




Рисунок 2.1 – Розширена панель інструментів допоміжних побудов

Для успішного використання даного набору треба уважно слідкувати за рядком повідомлень системи і не забувати вказувати потрібні об'єкти та числові значення для побудов. Розглянемо приклад побудови прямої, паралельної наявному відрізку (рисунок 2.2). Після указування курсором необхідної бази для паралельності та вводу величини зміщення в поле “Відстань”, система відображає два фантоми можливих побудов (рисунок 2.2, праворуч). Підтвердити створення першого з об'єктів (він відображений суцільною лінією) можна кнопкою “Створити об'єкт”, переключення між можливими варіантами побудов проводиться кнопками  та . Зрозуміло, що на цьому етапі можливо змінити дистанцію та вихідну лінію для відліку побудов.

### **2.2.2 Робота з шарами**

Наявність допоміжних побудов на екрані в рівній мірі полегшують роботу і утруднюють сприйняття зображення – особливо при наведенні контуру. Для швидкого погашення/відображення допоміжних прямих на екрані без їх видалення, зручно використовувати інструмент “Шар”, доступний з меню

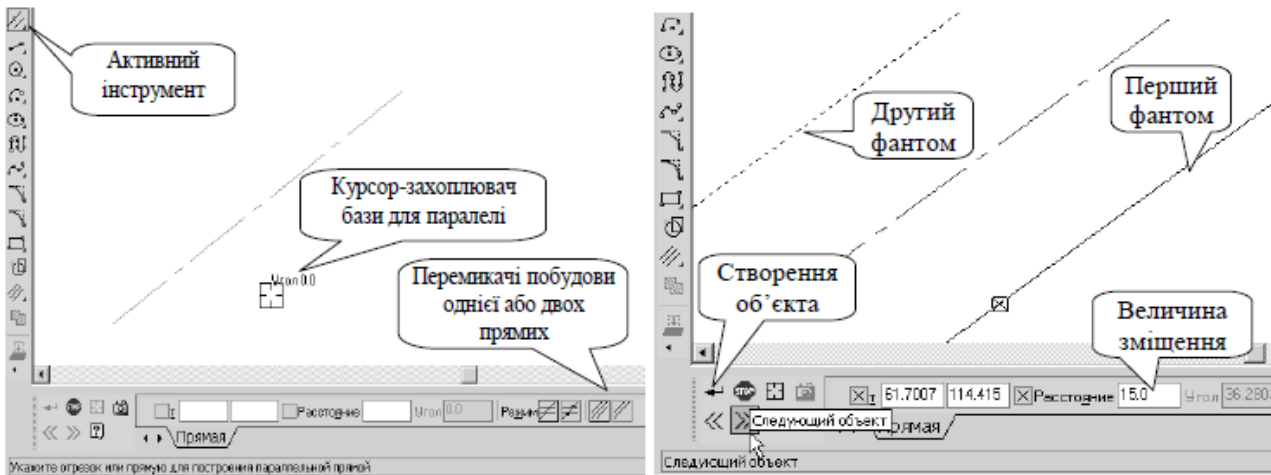



Рисунок 2.2 – Створення прямої, паралельної заданій

Вставка → Шар, або по кнопці  рядка поточного стану. Ці обидві дії активізують менеджер документа (рисунок 2.3), суть якого полягає в візуальному представленні документа (файла) у вигляді дерева, вітками якого є “Аркуші” та “Види”. “Види”, в свою чергу, містять “Шари”. Вікно менеджера складається з дерева документа (ліворуч) та елементів виділеної вітки (праворуч). У верхній частині вікна – ряд кнопок керування (доступність їх для натиску залежить від того, яка вітка та елемент виділені в поточний момент). Індикатори стану дублюють кнопки керування.

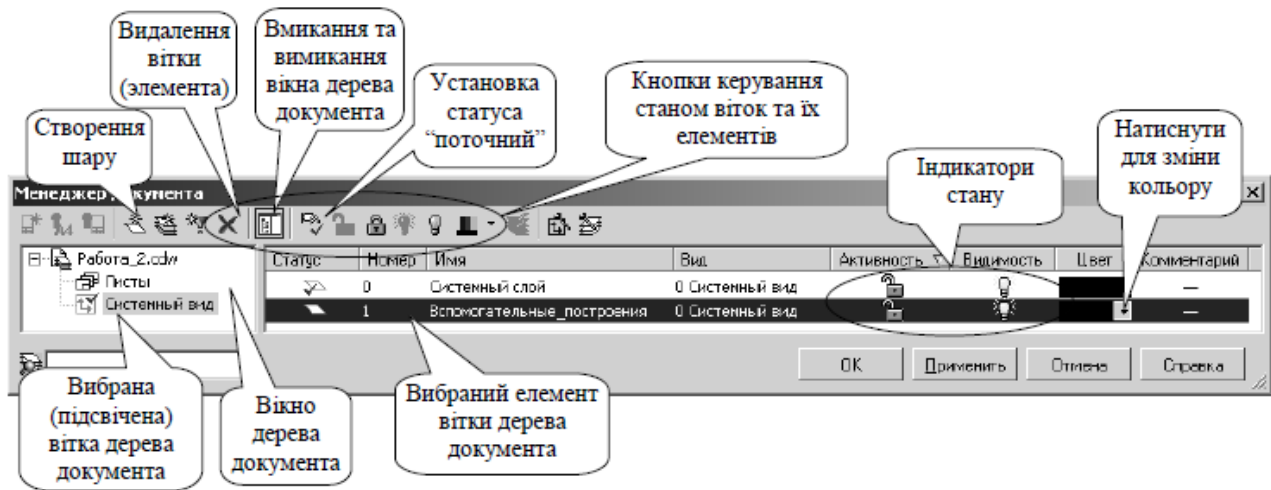






Рисунок 2.3 – Керування шарами системного виду

Таким чином, менеджер документа дозволяє за допомогою одних і тих самих кнопок керувати відображенням всієї структури документа. Вибравши вітку “Аркуші”, отримуємо доступ до параметрів аркушів документа (альтернативний шлях в додаток до попередньої теми).

Узагальнюючи, “Види” та “Шари” можна уявити як прозорі аркуші, накладені один на інший, які можна за своїм бажанням вмикати та вимикати без знищення змісту.

Інструмент “Вид” (більш універсальний завдяки можливості масштабування) є темою наступної роботи. Інструмент “Шар” та його властивості повинні бути засвоєні при виконанні даної роботи.


Стратегія керування цим інструментом така. Після вибору (натиску лівою кнопкою миші на назві) системного виду, з’являється доступ до його елементів (для тільки що створеного документа це єдиний системний шар). Створивши шар з визначеним ім’ям (яке завжди можна

змінити з контекстного меню правої клавіші миші), йому можна присвоїти якийсь-небудь статус: ”Поточний“ () – всі наступні побудови будуть належати цьому слову; ”Фоновий“ () – відключаються прив’язки об’єктів цього шару; ”Погасити“ () – шар зникне з екрана. Статус ”поточний” може бути тільки у одного з наявних слоїв, він завжди видимий та активний ()

Окрім цього, важливо одразу призначити ”Колір”, яким відображаються всі побудови ”Шару”, коли він не є поточним. Якщо цього не зробити, система по-умовчанню надасть всім ”Шарам” чорний колір і неможливо буде відрізнити, що де побудовано. Також, все зіллється в один нерозрізнимий контур.

Загальний порядок побудов з використанням шарів наступний. Встановлюємо поточний шар допоміжних побудов і виконуємо попереднє вичерчування. Призначаємо статус ”поточного” шару з основними побудовами і отримуємо потрібний контур, після чого гасимо допоміжний шар, оновлюємо екран і перевіряємо зображення.

### 2.2.3 Інструмент оформлення розрізів

Інструмент ”Штриховка“ () доступний з набору ”Геометрія”. Далі, потрібно лівою кнопкою миші натиснути усередині замкнутого контуру, який передбачається заштрихувати (на екрані з’явиться фантом штриховки), встановити, якщо потрібно, крок, нахил і тип ліній штриховки і створити об’єкт (рисунок 2.4).



Особливість інструменту така, що автоматично штриховка наноситься тільки усередині контуру, який не має розривів, тобто отриманого з використанням прив'язок для його побудови. Для отримання плавної кривої лінії – границі місцевого розрізу призначений інструмент “Крива Безьє” ( ). Для її побудови потрібно вказати від трьох до п'яти точок (рисунок 2.5), спряження яких відбувається автоматично.

Особливість використання інструмента полягає в зазначенні кінцевих точок на лінії контуру і виборі стилю кривої “Для лінії обриву” (стиль лінії “Тонка” штриховка не сприймає як автоматичну границю, так само, як і стиль “Осьова”).

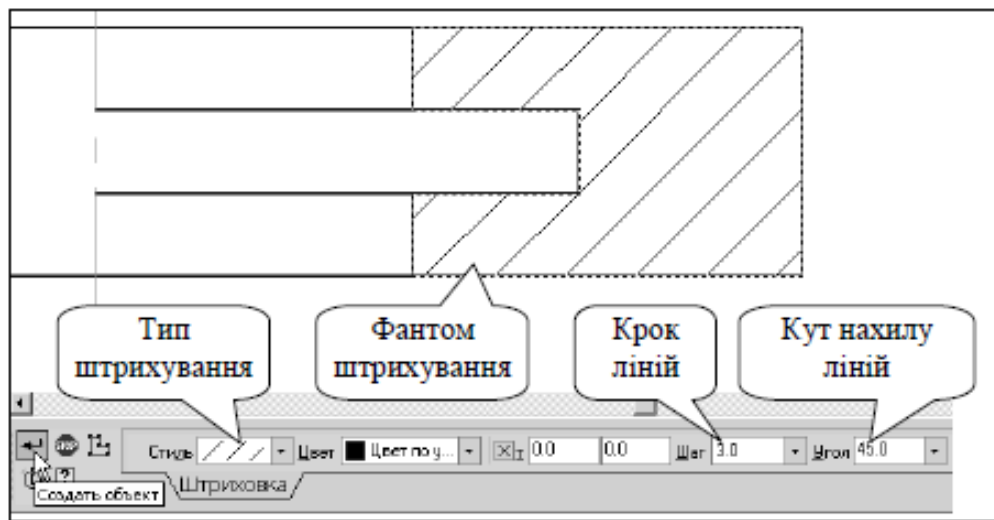


Рисунок 2.4 – Діалог створення штриховки

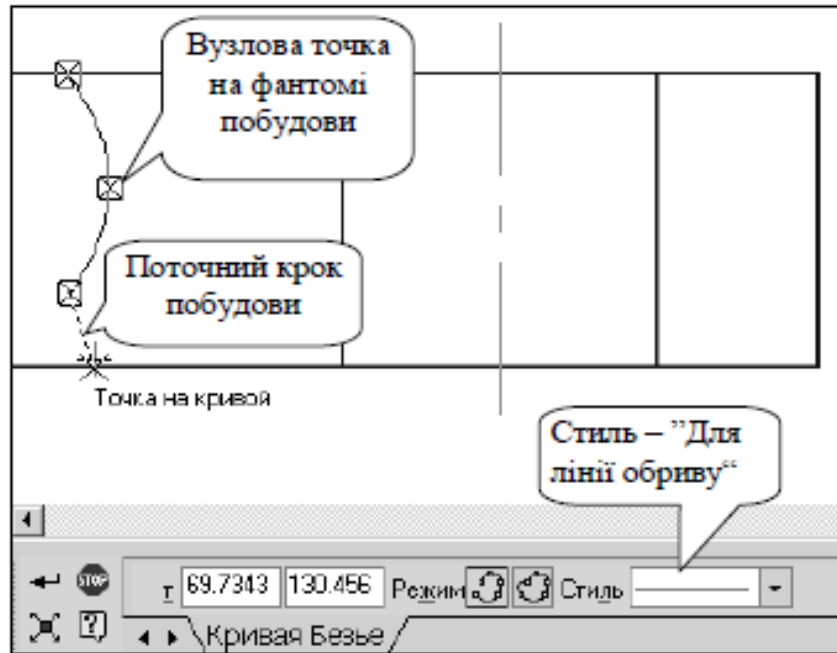


Рисунок 2.5 – Побудова плавної кривої

### 2.2.4 Місцева система координат

При геометричних побудовах іноді зручно використовувати точку перетину осей в якості початку системи відліку з метою координатних побудов. Цю можливість надає інструмент, доступний з меню Вставка→Локальна СК (система координат), робота якого показана на рисунку 2.6, ліворуч. Таким чином, для кожної з проекцій можна задати свої початки координат, керування якими (призначення поточної, відміна дії, видалення) відбувається з меню “Вибір ЛСК” (рисунок 2.6, праворуч).

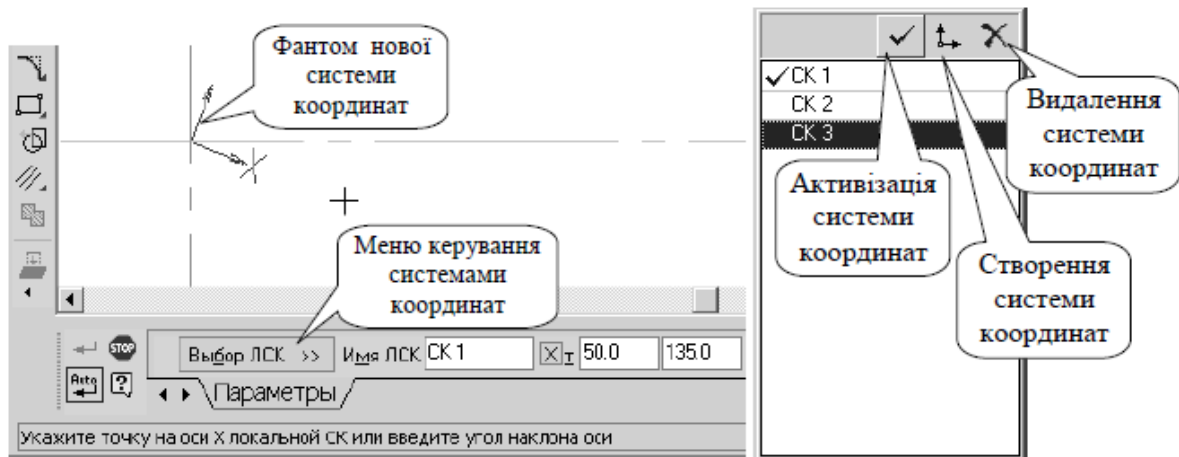


Рисунок 2.6 – Керування системами координат

### 2.3 Завдання та методика виконання роботи

Згідно варіанту завдання, виданого викладачем, виконайте побудову трьох проєкцій деталі, використавши, по необхідності, повні або місцеві розрізи для виявлення форми внутрішньої її будови. Проставте розміри, рівномірно розподіливши їх по проєкціях деталі. Розмірна сітка на завданні (приклад – рисунок 2.7) нанесена тільки з умови можливості виконання по ній геометричних побудов і не є шаблоном для нанесення розмірів робочого креслення. Формат листа – А3, масштаб вибрати самотійно, шорсткість поверхонь деталі показати загальним параметром шорсткості як механічно необроблювані (позначка в правому верхньому куті, яка наноситься з меню Вставка→Невказана шорсткість→Ввод). Матеріал і шифр – згідно прикладу (рисунок 2.8).



Початком роботи є укрупнений геометричний аналіз. Наприклад, деталь “Вилка” складається з сполучення наступних елементів: основи – прямокутної призми із заокругленими краями і чотирма наскрізними отворами, на якому розташовані дві призматичні прямокутні стійки з циліндричними виступами, через вісь яких проходять наскрізні циліндричні отвори. Визначається головний вид (зображення, яке найбільш повно характеризує креслення). В наведеному прикладі це – вид на окружності бокових проекцій стійок, по яким за допомогою проекційних ліній зв’язку зручно вичерчувати інші проекції. Далі, рекомендується визначити склад інструментів та операцій, які передбачаються для роботи, і, якщо потрібно, за допомогою тестових побудов повторити принцип їх роботи. Маршрут роботи при побудові креслення (рисунок 2.8) наступний. Створюємо аркуш і налаштуємо його оформлення – ”Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104-68 “. Далі, якщо планується використання координатних побудов, створюємо локальну систему координат в якості початку відліку проекції. Створюємо шар для допоміжних побудов (встановивши його колір сірим, щоб його геометрія не перекривала контуру деталі) і робимо його поточним. За допомогою допоміжних прямих будуємо каркас головного виду. Переключившись в системний шар, виконуємо наведення отриманого

каркаса основними лініями. Вимикаємо шар допоміжних побудов. Інструментом “Крива Без’є” креслимо лінію обриву та заповнюємо місцевий розріз за допомогою інструмента “Штриховка”. На рисунку 2.9 показаний етап побудови половини головного виду з увімкнутим (ліворуч) та вимкненим (праворуч) шаром допоміжних побудов. Потім, не вмикаючи допоміжний шар, за допомогою операції “Симетрія” отримуємо нижню частину зображення виду. Аналогічними шагами побудов отримуємо зображення двох інших проєкцій (рекомендується використання постійної креслення для зв’язку горизонтальної та профільної проєкцій). Проставляємо розміри. Заповнюємо таблицю основного напису.

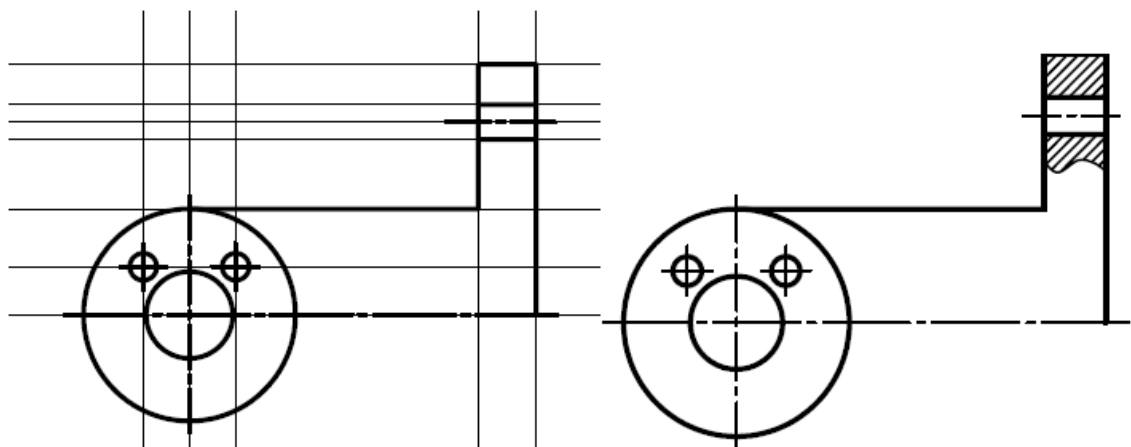


Рисунок 2.9 – Побудова головного виду

## 2.4 Контрольні питання

1. Які особливості та призначення інструментів допоміжних побудов?
2. опишіть можливості інструмента “Шар”.
3. Якими інструментами оформлюється розріз на кресленні?

4. Для чого може бути використана локальна система координат?

5. Виконайте побудову проєкційного виду (розрізу) за вказівкою викладача.

6. Поясніть терміни інженерної графіки: вид, проєкція, розріз.

7. Опишіть порядок побудов своєї роботи та інструмент, що був використаний.

## **ГРАФІЧНА РОБОТА №3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕННЯ**

### **3.1 Мета роботи**

Засвоєння засобів автоматизації побудов при виконанні робочого креслення вала.

### **3.2 Теоретичні відомості**

#### **3.2.1 Керування масштабом креслення**

По умовчанню система надає для вичерчування незмінний масштаб натуральної величини. Однак, для розміщення зображення на форматі аркуша іноді виявляється необхідним вичерчування в масштабі збільшення або зменшення. Найбільш зручно вирішувати цю задачу інструментом "Вид". Відмінною рисою масштабування за допомогою видів є те, що не потрібно вручну перераховувати значення розмірних чисел (тобто, побудови завжди ведуться за натуральними розмірами, і в розмірних написах автоматично відображається натуральна величина розмірних чисел). Завдання необхідного масштабу може бути указано при створенні виду в меню Вставка □ Вид (рисунок 3.1). Після активізації цієї операції система очікує указування точки початку системи координат виду, яку бажано розмістити в зручній частині аркуша – кожний вид має власну систему координат, відмінну від системи координат по умовчанню в лівому нижньому куті аркуша, що може бути зручним для вичерчування із використанням числових значень координат точок.



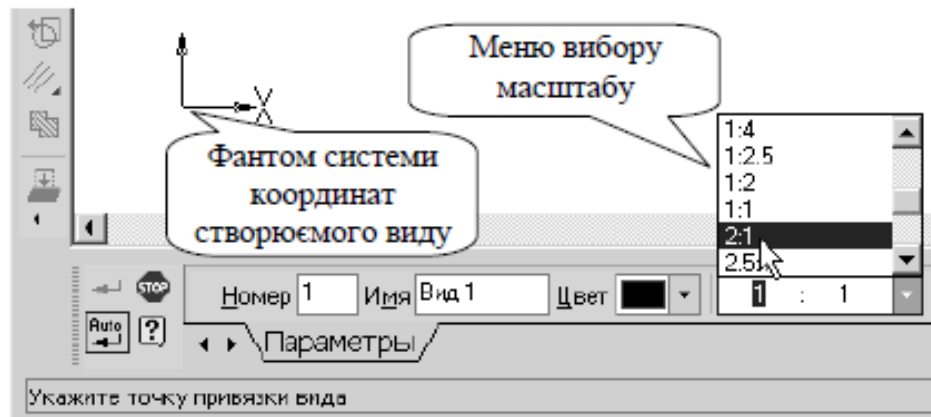


Рисунок 3.1 - Створення нового виду

Параметри активного виду можна відредагувати з меню Сервіс→Параметри поточного виду (при цьому інтерфейс рядка параметрів становиться таким же, як і при створенні виду). Переключення між видами (встановлення поточного виду) найбільш просто здійснити при розкритті меню “Стан видів” в рядку стану (рисунок 3.2, ліворуч). Розширені настройки доступні з меню Сервіс→Стан видів або з панелі поточного стану по кнопці . В результаті з’явиться раніше згадуваний менеджер документа (рисунок 3.2, праворуч), який в даній роботі розглядається в контексті керування видами. Аналогічно розглянутому раніше, всі побудови вважаються належними поточному виду. Тут же вид можна зробити фоновим (), щоб прив’язки з його елементів не заважали побудовам в інших видах. Побудови поточного виду пофарбовані кольором системних ліній; лінії інших видів виглядають відповідно заданим настройкам в графі “Колір”. Таким чином, інструмент “Вид” сполучає в собі властивості “Локальної системи координат”, “Шару” (“Шар” ε

підмножиною “Виду”, тобто у середині виду може міститись декілька шарів) і операції “Масштабування”.

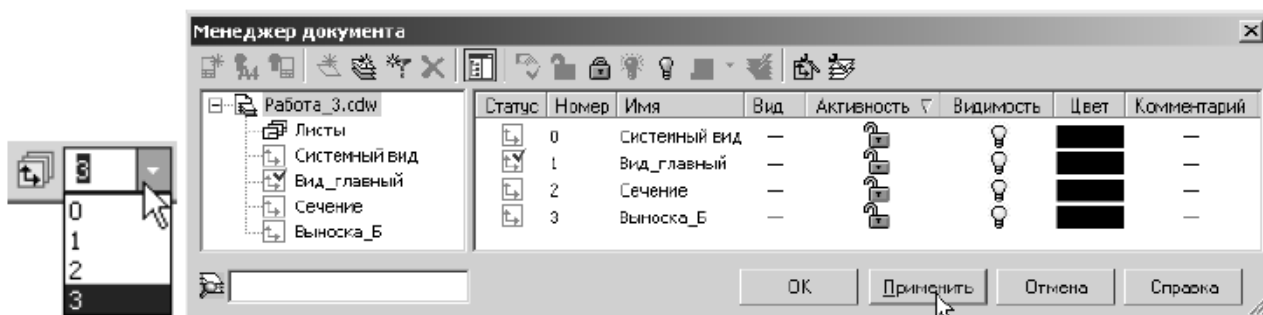


Рисунок 3.2 – Меню керування видами

Для переміщення виду по полю креслення використовуйте наступні дії. Спершу виділіть вид за допомогою меню Виділити→Вид→Вибором. Для переміщення використовуйте операцію “Зсув”. Цим способом ви переміщуєте всі об’єкти, що належать виду, без відриву від його системи координат. Перемістити об’єкт з одного виду в інший можна, вирізавши його в буфер обміну, а потім виконати операцію вставки, попередньо зробивши потрібний вид поточним. Для з’ясування роботи інструменту “Вид” рекомендується проста вправа. В системному виді (масштаб 1:1) створіть коло довільного радіуса та проставте її розмір. Створіть вид з масштабом, відмінним від натуральної величини, накресліть в ньому коло того ж радіуса і проставте розмір. Порівняйте окружності і розмірні написи.

### 3.2.2 Нанесення позначення шорсткості

Графічний редактор, що вивчається, підтримує дві системи позначення шорсткості поверхонь, переключення між якими здійснюється з меню

Сервіс→Параметри→Поточне креслення→Шорсткість (рисунок 3.3).

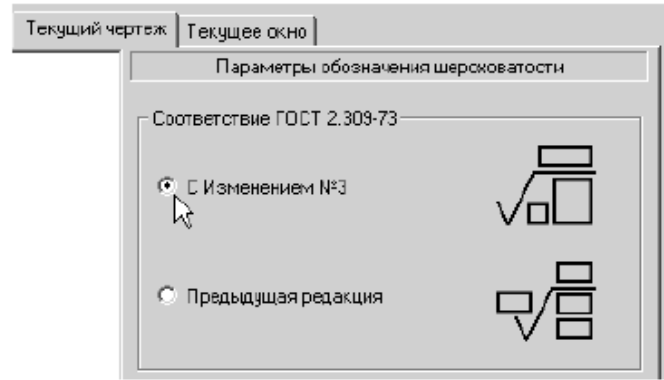


Рисунок 3.3 - Встановлення системи позначення шорсткості

Подальше викладення матеріалу буде проведено на прикладах нанесення позначень в редакції “Зі змінами №3”.

Активізація інструменту “Шорсткість” () доступна з кнопки переключення “Позначення” компактної панелі, в результаті чого з’являється наступний рядок стану (рисунок 3.4). Оскільки цей знак проставляється до поверхні, для можливості його використання на кресленні повинна існувати хоча б одна лінія.

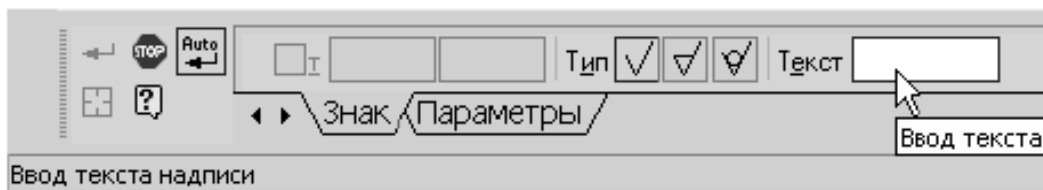


Рисунок 3.4 - Налаштування параметрів шорсткості

Для задавання числового значення числового значення шорсткості потрібно натиснути ліву кнопку миші на полі “Текст”, в результаті чого активується вікно вводу (рисунок 3.5).

Тут в першому віконці можна вручну зробити потрібний запис, а можна зробити подвійний натиск лівої клавіші миші і вибрати значення зі списку, який розкривається на екрані.

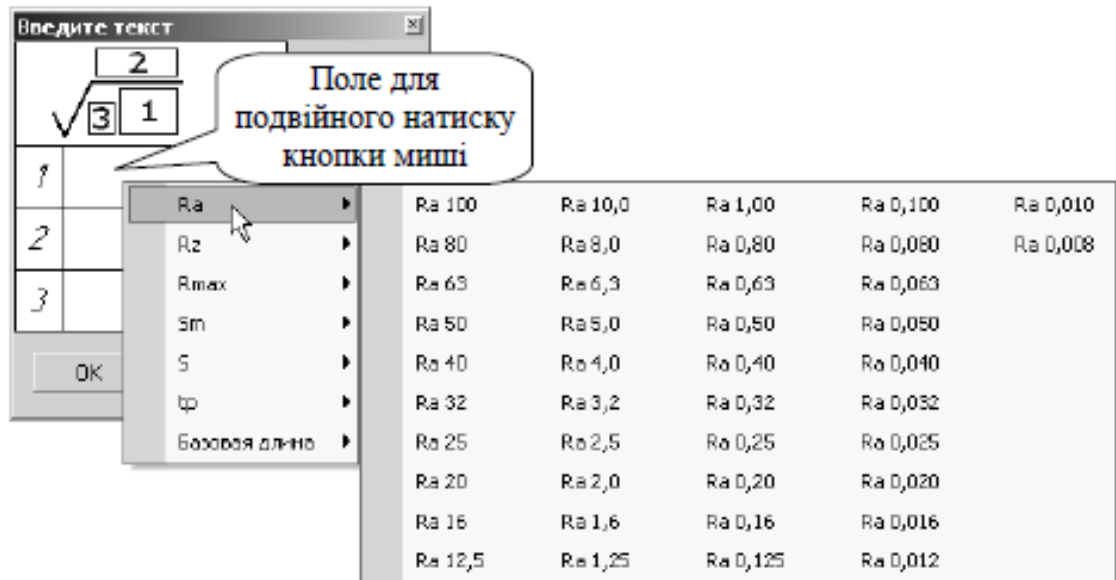


Рисунок 3.5 – Введення значення шорсткості

Далі вказуємо поверхню для проставлення знака. Зверніть увагу, що фантом позначення, який переміщується уздовж вказаної лінії, може перекрити частину зображення.

Перший, найбільш загальний шлях виходу з цієї ситуації – розташування позначки на полиці, доступне на вкладці “Параметри” (рисунок 3.6, ліворуч). Цим способом можна розташувати знак на вільному полі креслення, або об’єднати одним знаком два покажчика, що досягається нашаруванням позначень (процес побудови – на рисунку 3.6, праворуч).

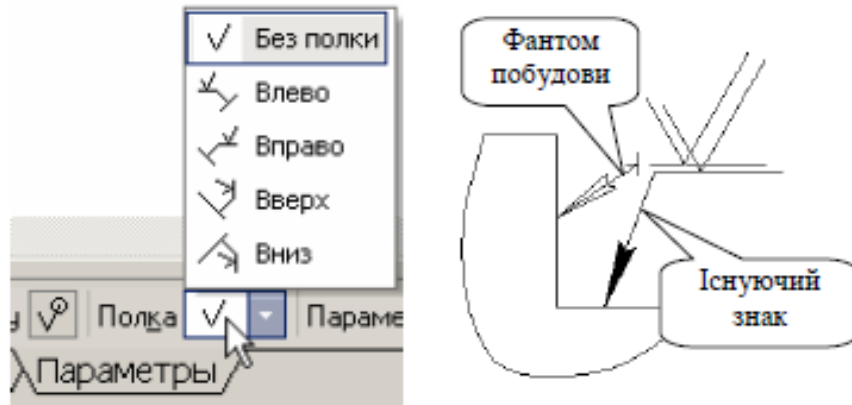


Рисунок 3.6 – Способи розташування знака

### 3.3 Автоматизація побудови тіла обертання

Основним засобом автоматизації, який розглядається поточною роботою, є бібліотека “Компас-Shaft 2D”. Вона дозволяє побудувати креслення деталі “Вал” практично без використання інструментів креслення і операцій, вказуючи лише числові значення елементів креслення.

Підключення бібліотеки здійснюється через меню Сервіс→Менеджер бібліотек (рисунок 3.7, ліворуч) відміткою “галочки” біля імені бібліотеки. Відразу ж після підключення бібліотека запускається (рисунок 3.7, в центрі), дозволяючи подвійним натиском лівої кнопки миші запустити потрібний процес побудов.

При роботі з бібліотекою (і не тільки цієї) належить розрізняти її стан: підключений/відключений (завантажений/вивантажений) – визначає, можна запустити бібліотеку чи ні; і запущений/зупинений (активний/неактивний) – визначає, працює в даний момент бібліотека чи ні (тобто, виконується операція з бібліотеки або ні).

Якщо бібліотека завантажена, але неактивна, запустити її можна з меню Бібліотеки→Компас Shaft (рисунок 3.7, праворуч), або в менеджері бібліотек подвійним натиском миші по імені бібліотеки.

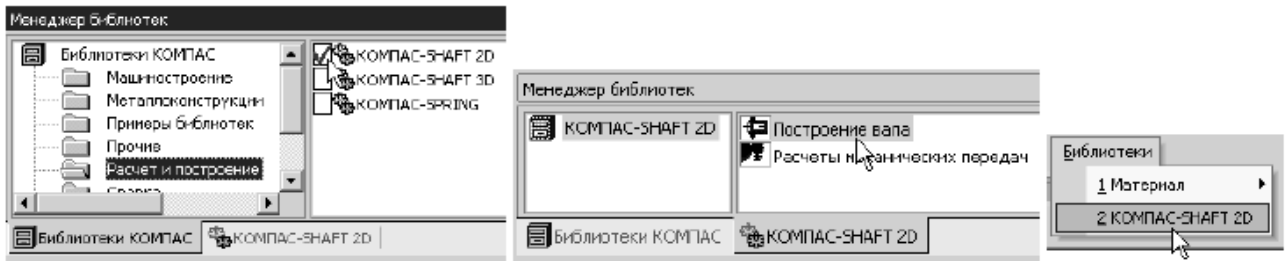


Рисунок 3.7 – Підключення та запуск бібліотеки

Робота з бібліотекою основана на представленні тіла обертання у вигляді структурних складових – простих ступіней (рисунок 3.8, ліворуч) які, в свою чергу, мають додаткові елементи оформлення (рисунок 3.8, праворуч).

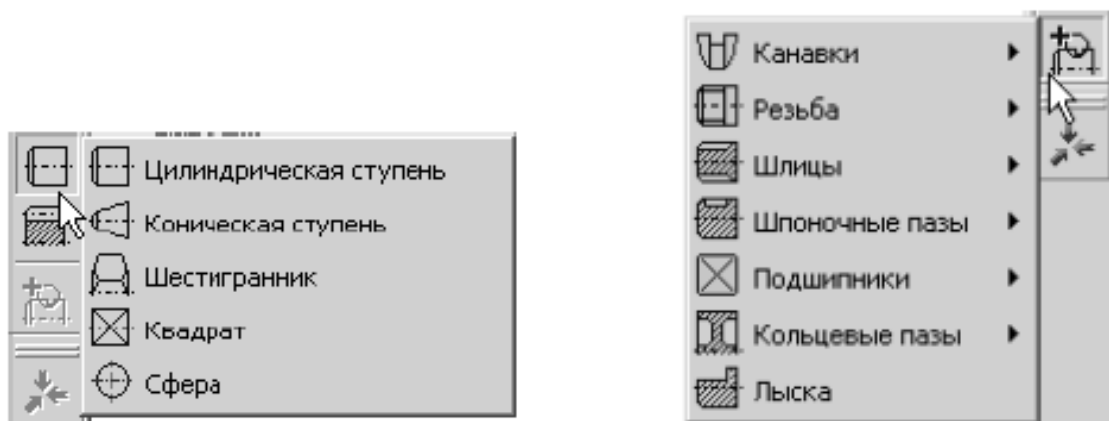


Рисунок 3.8 – Засоби задавання структури об’єкта

В результаті опису структури деталі “Вал” за допомогою таких складових у вікні бібліотеки

формується дерево побудови (рисунок 3.9, ліворуч), кожний елемент якого задається числовими параметрами (рисунок 3.9, праворуч) і доступний для редагування на будь-якому етапі побудов з контекстного меню правої кнопки миші (рисунок 3.9, ліворуч внизу).

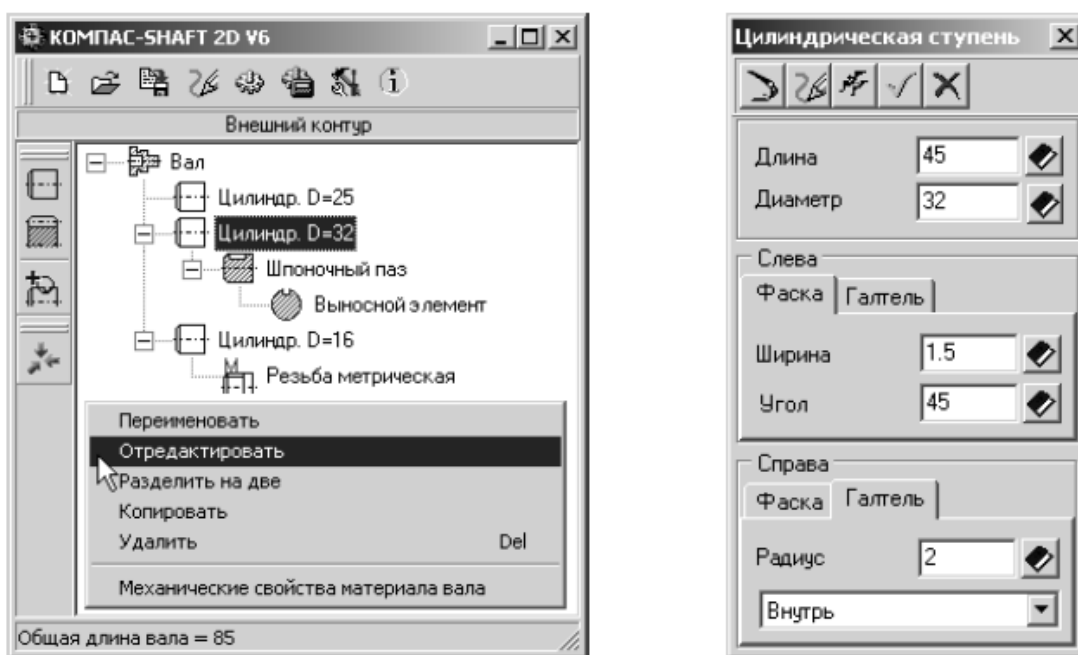
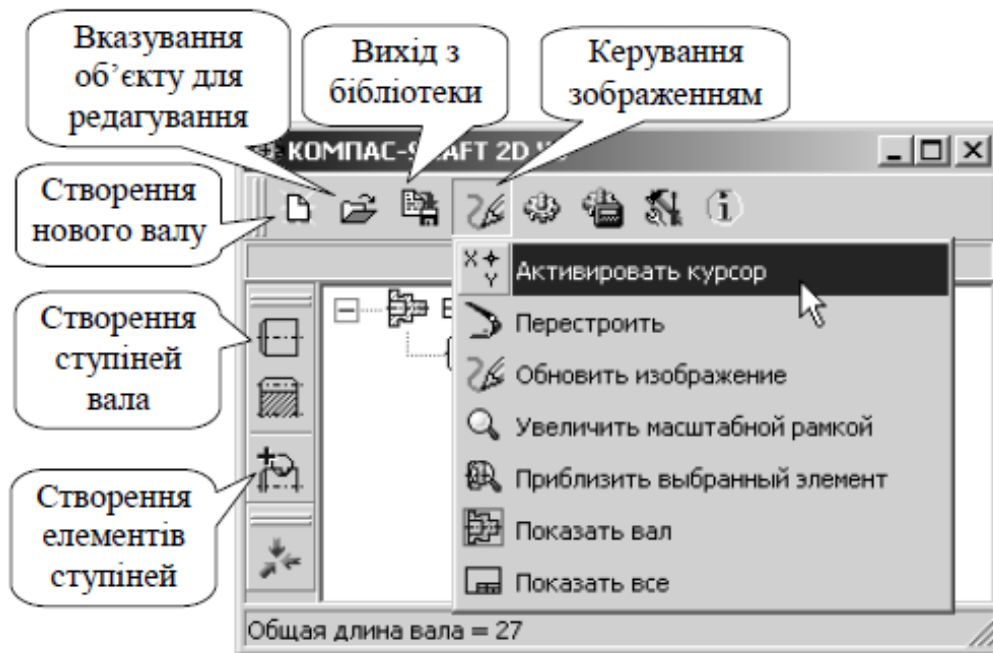


Рисунок 3.9 – Опис побудов та їх параметрів

Призначення кнопок керування побудовами в бібліотеці, необхідних для виконання поточної роботи, наведено на рисунку 3.10.

Особливо треба виділити пункт меню “Активувати курсор”. Його призначення – зробити доступним меню та набір команд головного вікна редактора, які блокуються при роботі бібліотеки.

Повернення у вікно бібліотеки “Shaft” відбувається при натиску кнопки “Stop” на панелі спеціального керування.



Р и с у н о к 3.10 – Основні елементи керування

### 3.4 Завдання та методика виконання роботи

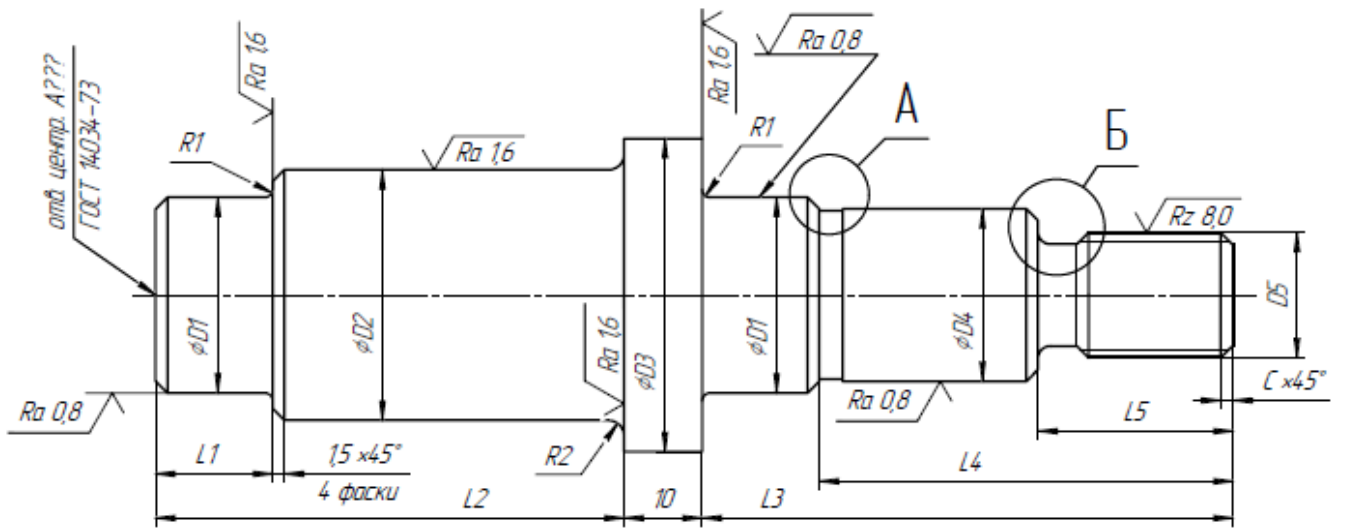
За своїм варіантом завдання (рисунок 3.11, таблиця 3.1 та пояснення до неї) виконайте komponування і побудову креслення деталі “Вал”, яке містить необхідні елементи оформлення (зразок – рисунок 3.12).

Виконати асоціативне креслення валу, яке буде змінюватись у відповідності до змін, внесених у модель.

Загальну довжину валу (габаритний розмір) нанести у відповідності до ДСТУ. Ділянка валу діаметром D3 – загальна для всіх варіантів і дорівнює 10мм.

Нанести маркування центрального отвору згідно варіанту. Остаточне оформлення креслення виконати згідно рисунку 3.12.





Р и с у н о к 3.11 - К о н т у р в а л а

Т а б л и ц я 3.1- Ч и с л о в і з н а ч е н н я  
р о з м і р і в в а л а

№	D1	D2 (зі шпонковим пазом)		D3	D4 (зі шпонковим пазом)		D5 (с різьбою)		L1	L2	L3	L4	L5
		Діаметр	Тип паза*1		Діаметр	Тип паза*1	Діаметр	Шаг					
1.	23	30	Призм.	36	19	Сегм.	12	1,25	35	80	75	60	15
2.	25	32	Сегм.	38	21	Призм.	14	1,5	30	75	80	65	20
3.	27	34	Призм.	40	23	Сегм.	16	2	25	70	85	70	25
4.	29	36	Сегм.	42	25	Призм.	18	1,5	20	65	90	75	30
5.	31	38	Призм.	44	27	Сегм.	20	2	15	60	95	80	35
6.	24	31	Призм.	37	20	Сегм.	12	1,5	10	55	100	85	40
7.	26	33	Сегм.	39	22	Призм.	14	2	15	60	95	80	35
8.	28	35	Призм.	41	24	Сегм.	16	1,5	20	65	90	75	30
9.	30	37	Сегм.	43	26	Призм.	18	1	25	70	85	70	25
10.	32	39	Призм.	45	28	Сегм.	20	1,5	30	75	80	65	20
11.	25	32	Призм.	38	21	Сегм.	12	1,75	8	50	95	80	35
12.	27	34	Сегм.	40	23	Призм.	14	1,5	10	55	90	75	30
13.	29	36	Призм.	42	25	Сегм.	16	1	15	60	85	70	25
14.	31	38	Сегм.	44	27	Призм.	18	2,5	20	65	80	65	20
15.	33	40	Призм.	46	29	Сегм.	20	2	25	70	75	60	17
16.	25	32	Призм.	38	20	Сегм.	12	1,75	30	75	60	50	10
17.	27	34	Сегм.	40	22	Призм.	14	2	35	80	65	55	12
18.	29	36	Призм.	42	24	Сегм.	16	1	40	85	70	60	15
19.	31	38	Сегм.	44	26	Призм.	18	1	45	90	75	65	20
20.	33	40	Призм.	46	28	Сегм.	20	2	35	80	80	70	25
21.	24	31	Призм.	37	19	Сегм.	12	1,25	12	55	75	65	20
22.	26	33	Сегм.	39	21	Призм.	14	1,5	15	60	80	70	25
23.	28	35	Призм.	41	23	Сегм.	16	2	20	65	85	75	30
24.	30	37	Сегм.	43	25	Призм.	18	2	25	70	90	80	35
25.	32	39	Призм.	45	27	Сегм.	20	2,5	30	75	80	70	25
26.	23	30	Призм.	36	19	Сегм.	12	1,25	35	80	75	60	15
27.	32	39	Призм.	45	28	Сегм.	20	1,5	30	75	80	65	20
28.	33	40	Призм.	46	28	Сегм.	20	2	35	80	80	70	25
29.	26	33	Сегм.	39	22	Призм.	14	2	15	60	95	80	35
30.	27	34	Призм.	40	23	Сегм.	16	2	25	70	85	70	25

\*1: паз під призматичну шпонку по ГОСТ 23360-78 (нормальної висоти); під сегментну шпонку по ГОСТ 24071-97 (передача крутного моменту).

Сегментний паз розташувати посередині ступені вала. Відстань від стінок призматичного паза до торців ступені 5 мм.

Розміри виносних елементів, шпонкових пазів та центрального отвору

призначити виходячи з величини діаметрів ступіней вала. Величину фаски "С" різьби прийняти з діапазону  $(0,75 \cdot \dots \cdot 1,0) P$ , де  $P$  - крок різьби. Значення загальної величини шорсткості поверхні Rz20. Шорсткість бокових поверхонь паза під призматичну шпонку Ra1,6; під сегментну шпонку Ra2,5. Матеріал вала - сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Винесений елемент "А" - канавка для виходу шліфувального круга при шліфування по зовнішньому циліндру (ГОСТ 8820-69), для парних варіантів - "Виконання 1", для непарних варіантів - "Виконання 2". Винесений елемент "Б" - проточка для виходу різьбообробляючого інструмента (ГОСТ 10549-80 або ГОСТ 10549-63), для парних варіантів - "Виконання 1, нормальної величини", для непарних варіантів - "Виконання 2".

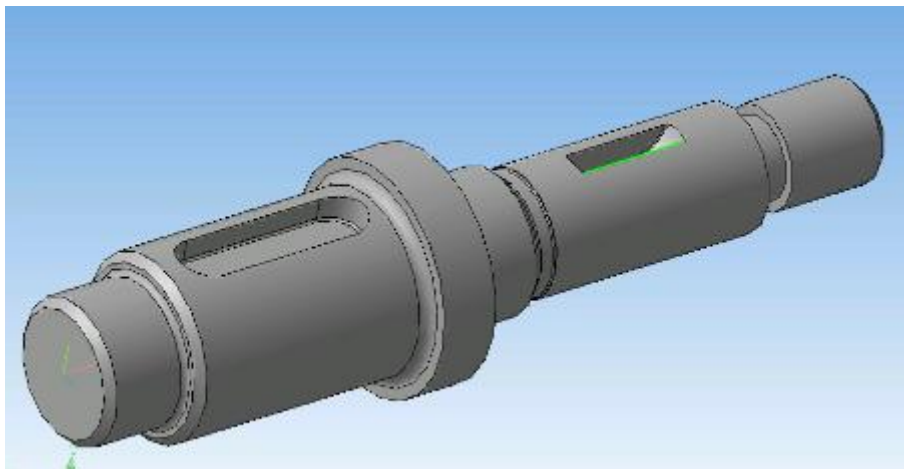
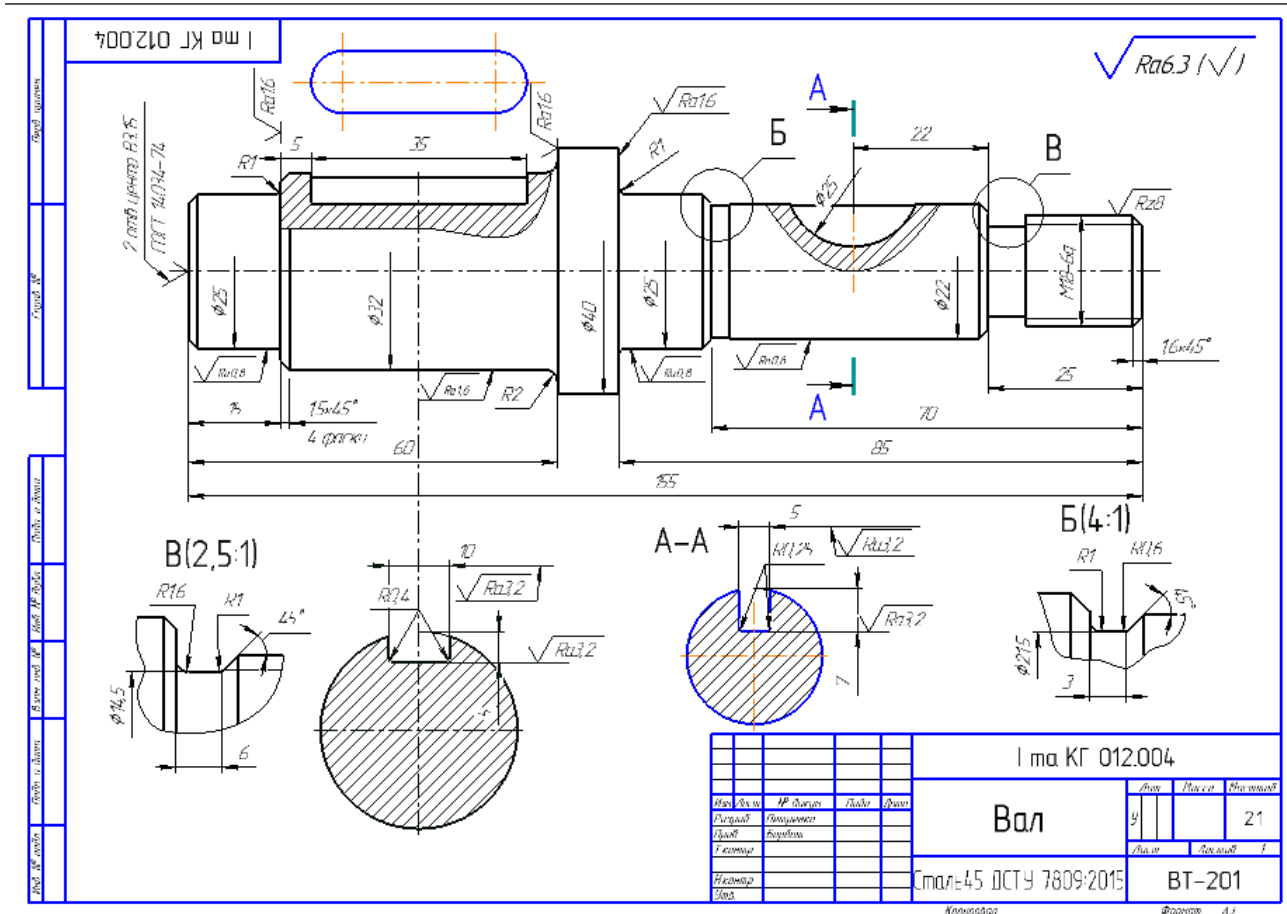


Рисунок 3.12 – Робоче креслення вала та 3Д-модель

Порядок побудов для вищевказаного прикладу може виглядати наступним чином. Проводимо планування конструювання креслення: для раціонального розміщення на форматі А3 цей вал повинен бути виконаний в масштабі 2:1.

Створюємо креслярський “Вид” для головного зображення з необхідним масштабом, розташовуючи його у верхній третині аркуша. Завантажуємо “Компас-Shaft” і починаємо побудови.

Вибираємо операцію “Створити вал”, тип відрисовки – “Вал без розрізу”. Початкову точку вала суміщаємо з початком системи координат виду. Створюємо просту ступінь вала – циліндр діаметром 25 мм і довжиною 15 мм, одночасно задаючи для неї фаску ліворуч, галтель праворуч (1 мм, “всередину”).

Зверніть увагу на зміну дерева побудови після завершення операції. Аналогічно, будуємо циліндр діаметром 32 мм і довжиною 45 мм. Для формування на ньому місцевого розрізу зі шпонковим пазом, вибираємо операцію

Додаткові елементи ступіней → Шпонкові пази → Під призматичну шпонку, де вказуємо довжину паза та його розташування (рисунок 3.13, ліворуч; довжина шпонки в поточних побудовах участі не бере – її можна задати довільною).

Після завершення створення елемента “Шпонковий паз” на циліндрі 32 мм, вибираємо операцію Додаткові елементи ступіней → Профіль шпонкового паза (увага – для можливості цього вибору елемент “Шпонковий паз” повинен бути “вибраний”, тобто попередньо натиснути лівою кнопкою миші).

Після вказування потрібних параметрів (рисунок 3.13, праворуч), отримуємо зображення перерізу, виконане в **окремому** “Виді” (який

створюється автоматично) з вказаним масштабом.

Дана операція має дві особливості.

По-перше, при створенні перерізу вид з його зображенням розташовується в довільному місці креслення. Для зміни його розташування на аркуші можна тимчасово перервати побудову (операція “Зберегти вал та вийти”); операцією “Показати все” відобразити переріз у видимій частині вікна; стилем лінії “Осьова” відобразити слід січної площини і перемістити вид на її продовження (Виділити→Вид→Вказівкою, потім операція “Зсув” з використанням прив’язки “Вирівнювання”; якщо перетягнути мишею зображення, воно повернеться на попереднє місце після перебудови).

По-друге, при створенні профілю “з розмірами” створюється зображення, не завжди коректне з точки зору правил креслення, до того ж недоступне для зміни. Його можна перетворити в “редагуєме” за допомогою операції Редактор→Зруйнувати (попередньо виділивши), але це може створити проблеми при перебудові вала. Тому розміри профілю рекомендується проставити вручну.

Побудова ступіней 40 мм та 25 мм проводиться аналогічним способом. Далі, виконується побудова ступені діаметром 22 мм з канавкою для виходу шліфувального круга біля лівої границі ступені, яка супроводжується винесеним елементом “Б”.

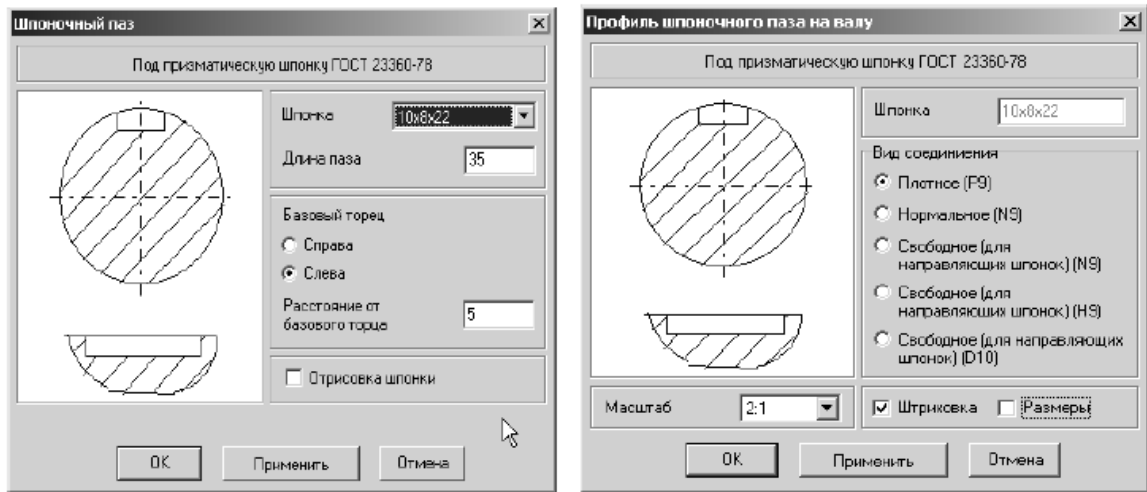





Рисунок 3.13 – Вказування параметрів шпоночного паза

Отримання цієї канавки засобами “Компас Shaft” виглядає недостатньо наочно, тому в складі контуру вала вона спрощено показується у вигляді циліндричної ступені діаметром 21,5 мм і діаметром 3 мм; зображення винесеного елемента виконується в окремому “Виді” (попередньо створеному) з масштабом, зручним для нанесення розмірів (в даному випадку це 5:1).

Розміри для креслення можна взяти з [2-6], або скористатись спеціалізованою бібліотекою по маршруту Менеджер бібліотек → Машинобудування → Конструкторська бібліотека → Конструктивні елементи → Канавки для виходу шліфувального круга (рисунок 3.14, ліворуч). Тут же в розділі “→Проточки” можна знайти елемент для вичерчування канавки для виходу різьбонарізного інструмента.


Нанесення напису з позначенням виду для винесеного елемента проводиться командою “Введення тексту” –  (набір команд “Позначення”). Тут же знаходяться

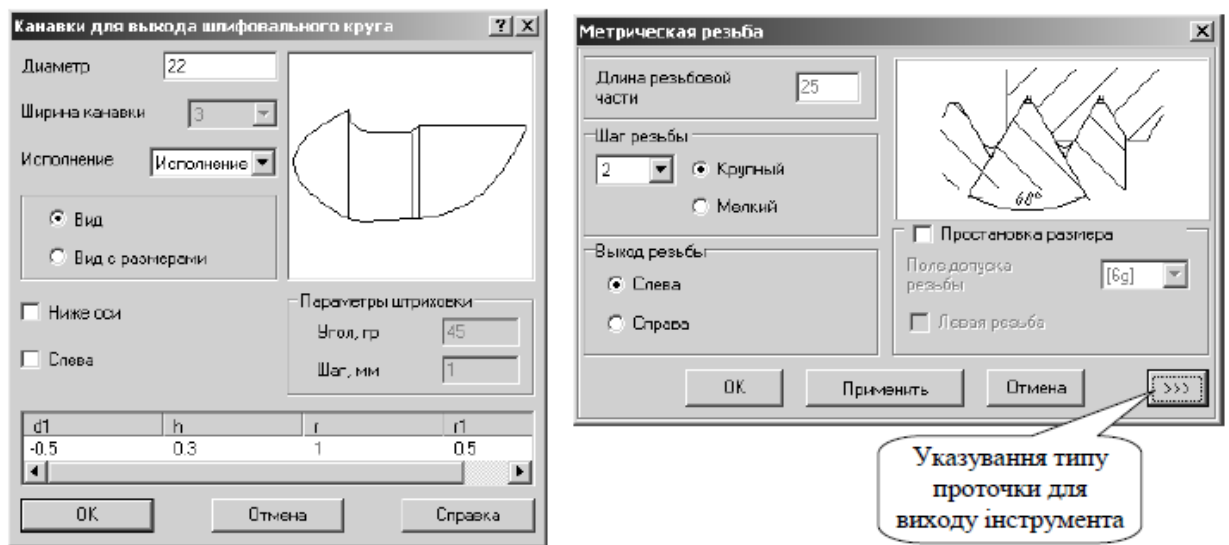
команди для позначення на кресленні винесеного елемента () і лінії розрізу/перетину ()

Побудова паза для сегментної шпонки і зображення перерізу її профілю повністю ідентичні побудовам паза для призматичної шпонки.

Для побудови заключної ступені – М16х25 мм (проточка входить в загальну довжину різьбової ділянки) потрібно спершу відобразити просту ступінь діаметром 16 мм, а потім задати її додатковий елемент – різьбу метричну, призначення параметрів якої зрозуміло з позначень вікна вводу (рисунк 3.14, праворуч).

Зображення винесеного елемента проточки будується за допомогою або довідника, або бібліотеки, згаданої при формуванні канавки на діаметрі 22 мм.

Позначення центрального отвору виконується інструментом “Лінія-виноска” () з набору команд “Позначення” (літерно-цифрове позначення взяти згідно [5]).



Рисунк 3.14 – Елементи оформлення вала



Місцевий вид профілю призматичного шпонкового пазу виконується вручну по лініях проекційного зв'язку. Нанесення розмірів виконується інструментами відповідного набору (числові значення параметрів в розмірні написи не перетворюються). І останнє: назвам видів (в менеджері документа) бажано присвоїти імена, які пов'язані з назвами розміщених у них зображень.

### **3.5 Контрольні питання**

1. Назвіть способи зміни величини зображення креслення і їх особливості.
2. Опишіть операції керування станом (відображенням) “Видів”.
3. Як переключаються системи позначення шорсткості?
4. Виконайте нанесення позначення шорсткості за вказівкою викладача.
5. Опишіть принцип створення зображення за допомогою бібліотеки Ком-пас-Shaft.
6. Виконайте побудову ступені вала та елементів її оформлення за вказівкою викладача.

## **ГРАФІЧНА РОБОТА №4.**

### **ОСНОВИ СТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНОГО КРЕСЛЕННЯ**

#### **4.1 Мета роботи**

Засвоєння базових прийомів тривимірної графіки і отримання креслення на основі отриманої моделі.

#### **4.2 Теоретичні відомості**

##### **4.2.1 Принцип тривимірної побудови**

Отримання тривимірного (просторового, 3-D, об'ємного) об'єкта ґрунтується на операціях з плоскими контурами – *ескізами*. Як відомо з курсу “Нарисної геометрії”, всі просторові об'єкти розділені на криві (мають властивість довжини), поверхні (мають довжину і площу) і тіла (мають довжину, площу і об'єм). Найпростіший приклад: траєкторія окружності, переміщеної на деяку відстань перпендикулярно площині свого розташування, визначає циліндричну поверхню; коло (ділянка поверхні, обмежена окружністю) при аналогічному переміщенні визначає циліндр (тіло).

##### **4.2.2 Терміни і визначення 3-D побудов**

Загальний вигляд вікна редактора КОМПАС для тривимірних побудов виглядає наступним чином (рисунок 4.1). Його особливістю в порівнянні з розглянутим раніше вікном 2-D редактора є наявність інструментів і операцій для керування 3-D об'єктами.

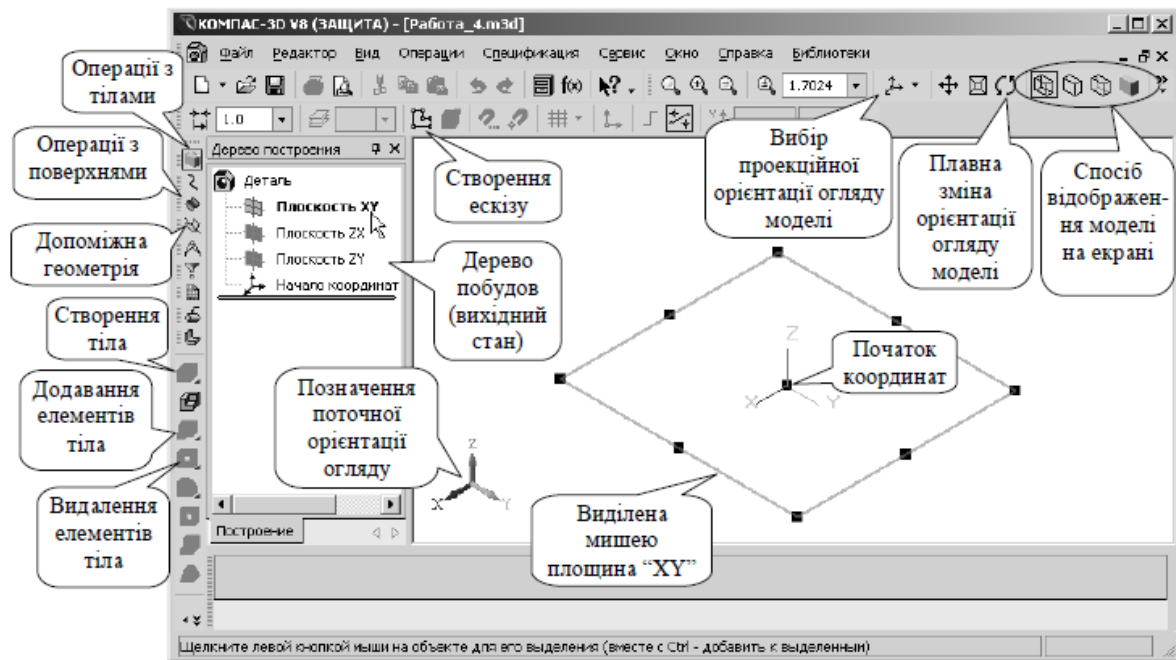





Рисунок 4.1 - Інструменти та позначення тривимірних побудов

Центральним елементом файлу з тривимірним об'єктом є **дерево побудов**. У вихідному стані воно уявляє собою прямокутну систему координат (три взаємно перпендикулярні площини і початок системи координат). В подальшому воно доповнюється операціями, які виконуються з моделлю. Як і у випадку дерева побудов Компас-Shaft, це дає можливість змінити будь-який етап побудови моделі.


Ввімкнути або вимкнути відображення дерева побудов на екрані можна в меню Вид→Дерево побудов. Панель переключень надає наступні основні набори інструментів для роботи (всі вони продубльовані в меню "Операції").

Набір "Редагування деталі" включає розширені панелі команд по створенню тіла (наприклад, операція "Видавлювання" – ); додавання елементів тіла (наприклад, операція


“Приклеїти видавлюванням -  і видалення елементів тіла (наприклад, “Вирізати видавлюванням” - ).

Набір “Поверхні” включає операції для створення поверхонь. Набір “Допоміжна геометрія” включає команди побудови площин та осей.

Операція “Ескіз” призначена для створення плоского контуру, який є головним об’єктом всіх тривимірних операцій.

Для можливості використання цієї операції (натиску кнопки ) повинна бути вибрана існуюча площина або плоска грань.


Після активізації ескізу стає доступним набір двомірних (плоских) побудов. Для завершення “Ескізу” потрібно “віджати” ту ж кнопку. За допомогою одного і того ж ескізу можна побудувати як тіло, так і поверхню - операції з тілами по умовчанням сприймають ескіз як ділянку всередині контуру, а операції з поверхнями - як лінію.

Для побудови тіла контур ескізу повинен бути замкнутим і побудований стилем лінії “Основна”. Команди проекційної орієнтації моделі дозволяють задавати напрям погляду: або в термінах інженерної графіки (спереду, зверху і т.д.), або довільним чином (). Поточну орієнтацію повідомляє значок-підказка в лівому нижньому куті графічного вікна.

#### **4.2.3 Базові операції тривимірних побудов**

Операція *видавлювання* - формує тіло переміщенням заданого профілю на потрібну відстань (в найпростішому

випадку; взагалі, ця і інша операції можуть використовувати різні вхідні параметри). Для можливості використання операції в дереві побудов повинен бути вибраний ескіз (рисунок 4.2), інакше операція буде недоступна. Далі, вказуємо параметри операції, контролюючи їх дію за допомогою фантома побудов; кнопка “Створити об’єкт” завершує операцію.

Операція **зміщена площина** () – використовується для побудови допоміжної площини, паралельної заданій. Операція входить до складу розширеної панелі побудови площин набору “Допоміжна геометрія”. В якості параметрів треба вказати базову площину (рисунок 4.3), напрямок і відстань зміщення (контролюючи правильність по фантому побудов).

Операція **по перерізам** – створює тіло за допомогою двох (або більше) контурів, які знаходяться в різних площинах (рисунок 4.4). Мінімальна кількість параметрів – два ескізи в розкритому “Списку перерізів”, вказані мишею в дереві побудов або в графічному вікні. Використання інших параметрів цієї операції темою даної роботи не передбачено.

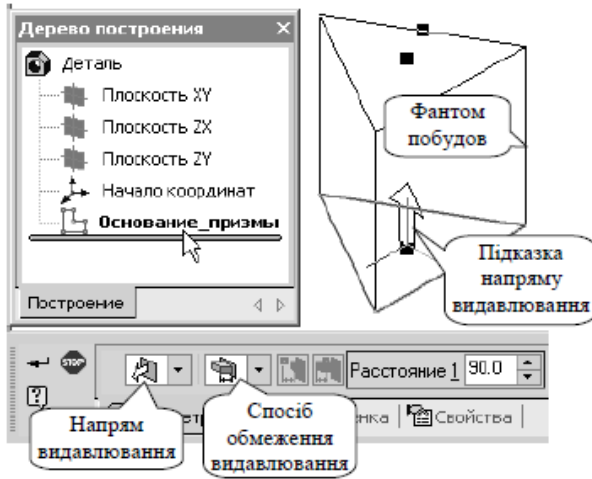


Рисунок 4.2 – Побудова призми

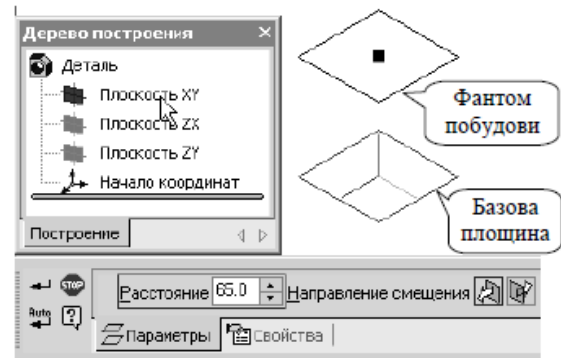


Рисунок 4.3 - Побудова площини

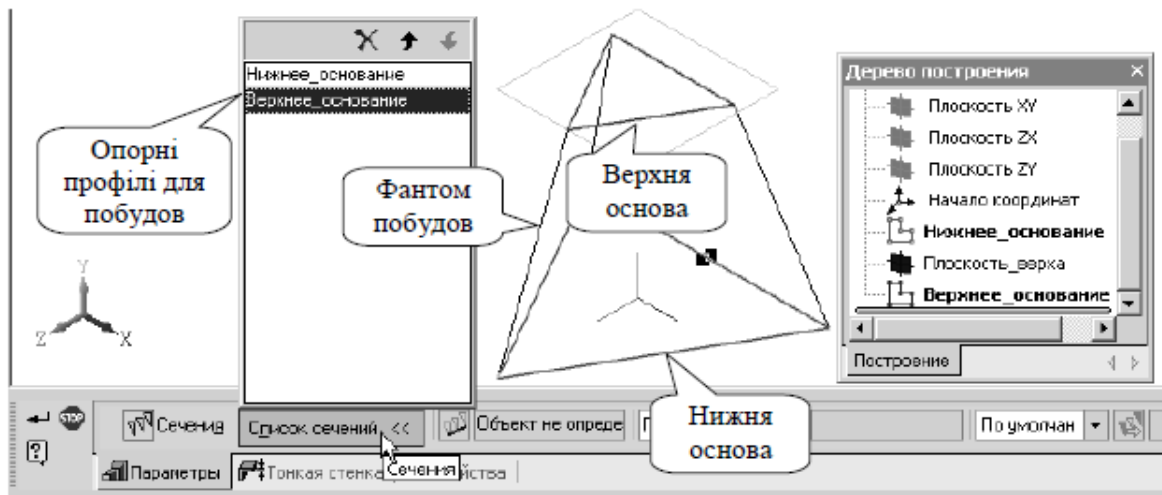


Рисунок 4.4 - Побудова піраміди

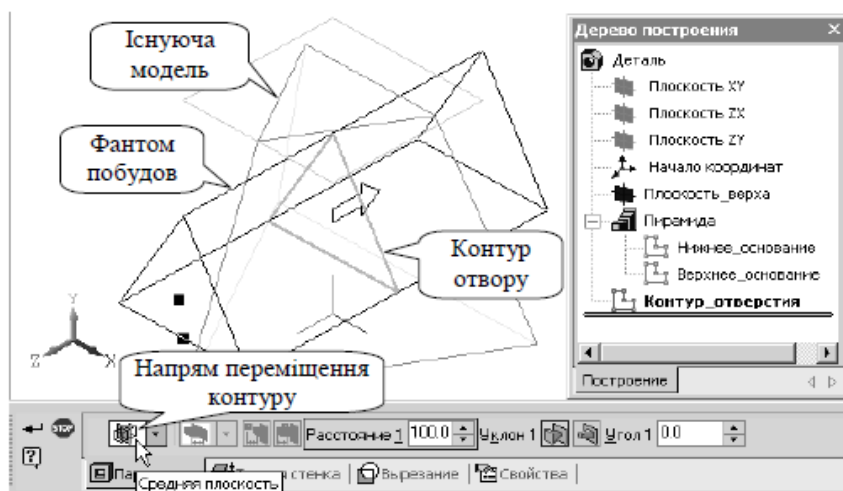


Рисунок 4.5 - Побудова отвору

Операція **вирізати видавлюванням** – формує отвір заданого ескізом контуру в існуючому тривимірному тілі (рисунок 4.5). Фантом побудови в даному випадку показує траєкторію переміщення контуру, а не кінцевий результат побудов. В якості параметрів можна використати напрям переміщення “Середня площина” (тобто формування отвору буде проходити в обидві сторони від площини ескізу на задану відстань; для отримання наскрізного отвору воно повинно гарантовано перевищувати товщину деталі).

Інший спосіб – використання двонаправленого вирізання (в цьому випадку для обох напрямів указується обмеження переміщення “Через все”, якщо потрібно отримати наскрізний отвір).

Операція **приклеїти видавлюванням** використовує ті ж параметри, формуючи виступи на моделі.

#### 4.2.4 Асоціативне зображення об’єкта

Під терміном “асоціативний” (вид, креслення) розуміється проєкційне зображення моделі, пов’язане з тривимірним джерелом, таке, що автоматично враховує всі зміни в ньому.

Асоціативне зображення зберігається в файлі креслення, а створюється за допомогою меню Вставка→Вид з моделі→Стандартні (для автоматичного отримання трьох проєкцій), або Вставка→Вид з моделі→Довільний (для створення, наприклад, ізометричної проєкції –

рисунок 4.6, ліворуч). Ці ж команди доступні з набору інструментів “Види” (☒) панелі переключень.

Рядок параметрів асоціативно зв’язаного виду (в порівнянні з неасоційованим видом) містить вказівку на модель, проекційну орієнтацію і спосіб відображення невидимих ліній на кресленні (вкладка “Лінії”). При додаванні “Стандартних 3-х проекцій” параметр “Орієнтація” застосовується до головного виду.

При інтенсивній роботі з видами, окрім розглянутого раніше менеджера документа, можна використовувати “Дерево побудов креслення” (рисунок 4.6, праворуч), відображення якого керується з меню Вид→Дерево побудов. З нього зручно швидко відслідковувати встановлені масштаби і поточний вид, позначений буквою “(т)”.

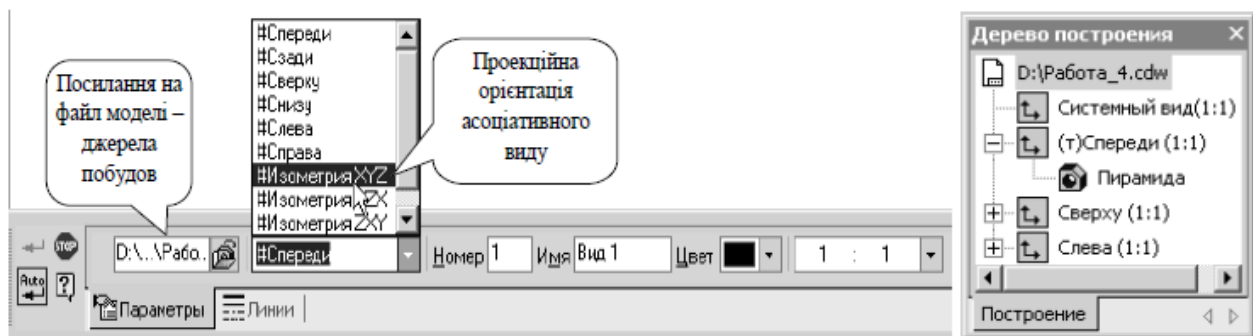


Рисунок 4.6 – Формування асоціативного виду та дерева побудов

### 4.3 Завдання та методика виконання роботи

У відповідності зі своїм варіантом завдання (видається викладачем) виконати побудову моделі і отримати по ній асоціативне креслення, оформлене по прикладу рисунка 4.7 (три проекції з розмірами та ізометрія;



масштаб вибрати самостійно; позначення шорсткості не обов'язкове).

Перед початком побудов треба засвоїти відповідність проєкційних видів і позначення координатних площин: вид зверху – “ZX”, вид спереду – “YX”, вид ліворуч – “ZY”, ізометрія – “XYZ” (змінюючи проєкційну орієнтацію у вікні редактора моделі, спостерігайте зміну розташування маркера системи координат в лівому нижньому куті графічного вікна).

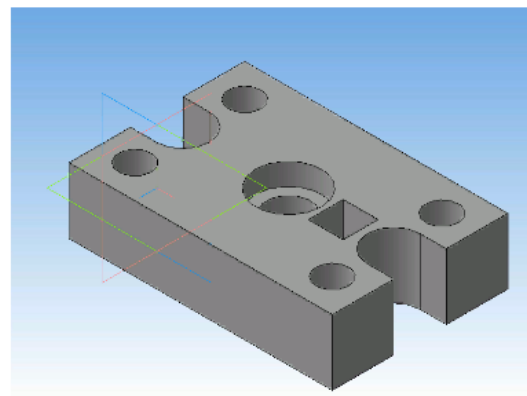
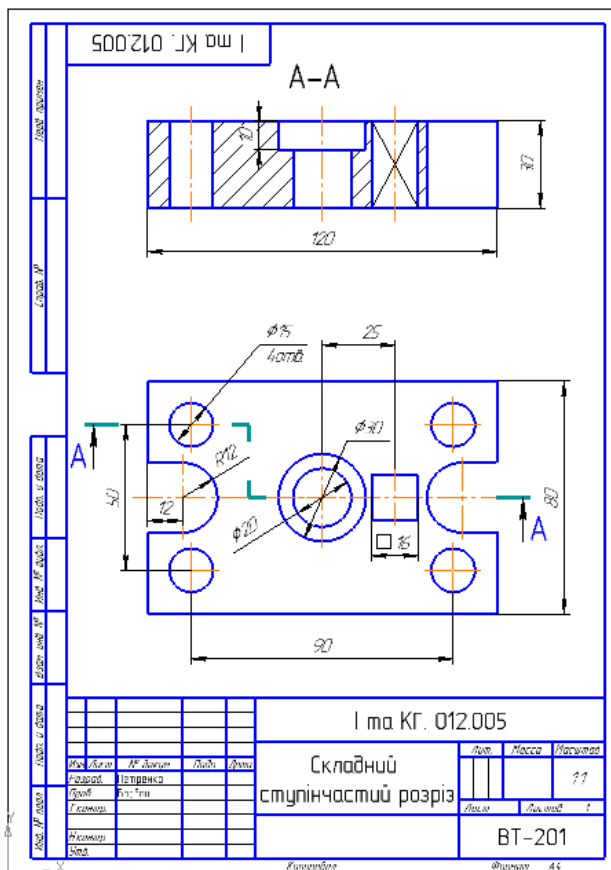



Рисунок 4.7 – Асоціативне креслення деталі

Порядок побудови показаної на зразку роботи наступний. Відкриваємо вікно тривимірного редактора (Файл→Створити→Деталь).

Встановлюємо зображення в проекційну орієнтацію “Ізометрія XYZ” (забезпечується максимальна наочність побудов, а також при роботі з ескізами система сама “розвернеться” до нас потрібною площиною).

Вибираємо площину побудов “ZX” (одиночний натиск лівої кнопки миші по її назві в дереві побудов) і активізуємо операцію “Ескіз” (для цього можна також використати меню Операції→Ескіз).

Креслимо профіль трикутника, використавши інструмент “Багатокутник” () , який знаходиться в наборі “Геометрія” на одній розширеній панелі з “Прямокутниками” (цей спосіб зручний для побудов правильних багатокутників, позбавляючи від побудови по точкам) і завершуємо роботу з “Ескізом” (це можна зробити також з меню правої кнопки миші).

Для побудови контуру верхньої основи піраміди потрібно спершу побудувати допоміжну площину, зміщену відносно площини нижньої основи на величину висоти. Знову вибираємо площину “ZX” і з допомогою операції “Зміщена площина” виконуємо побудову. Потім в створеній площині викреслюємо профіль трикутника верхньої основи.

Щоб не заплутатись у вітках дерева побудов, рекомендується присвоювати його елементам назви, пов’язані з їх змістом та призначенням.

Якщо ескіз помилково створений не в потрібній площині, змінити його розташування можна з контекстного

меню правої кнопки миші “Змінити площину” (спершу ескіз потрібно виділити мишею). З цього ж меню, використовуючи пункт “Редагувати ескіз”, можна переключитись в режим корекції контуру.

За допомогою операції “Поперерізах” виконується побудова тіла піраміди. Далі, в площині “УХ” викреслюємо профіль отвору (трикутник) і після завершення ескізу з допомогою операції “Вирізати видавлюванням” формуємо наскрізний отвір в тілі піраміди.

Відкриваємо вікно двомірного редактора (Файл→Створити→Креслення), налаштуємо його оформлення і додаємо зв’язані з моделлю проекції. На відміну від неасоційованих видів, ці зображення окреслені пунктирною лінією – границею виду, захопивши яку (натиснувши з утриманням лівої кнопки миші), можна перетаскувати вид по екрану. Крім того, довільним чином можна перетаскувати тільки головний вид, інші два – тільки в напрямку автоматично створюваного проекційного зв’язку (який можна розірвати у випадку необхідності).

Додаємо довільний вид, налаштуюючи його на зображення ізометричної проекції. Послідовно перемикаючи види, наносимо розмірну сітку з використанням набору “Розміри” (навіть якщо розміри були проставлені при побудові моделі в ескізах, продублювати їх в креслення немає можливості). Заключна операція – заповнення таблиці основного напису. У випадку асоціативних побудов вона

автоматично оновлюється у відповідності з властивостями деталі (рисунк 4.8), доступними з меню правої кнопки миші у вікні тривимірних побудов.

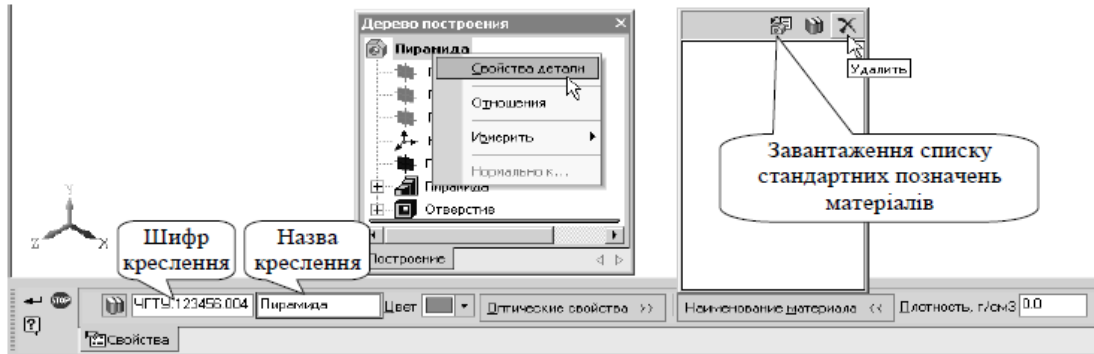


Рисунок 4.8 - Налаштування позначень

На рисунку 4.9 показана тривимірна модель валу разом з відповідним деревом побудов, на рисунку 4.10 представлено асоціативне креслення цього ж валу, яке пов'язане з моделлю і буде змінюватись у відповідності до змін моделі.

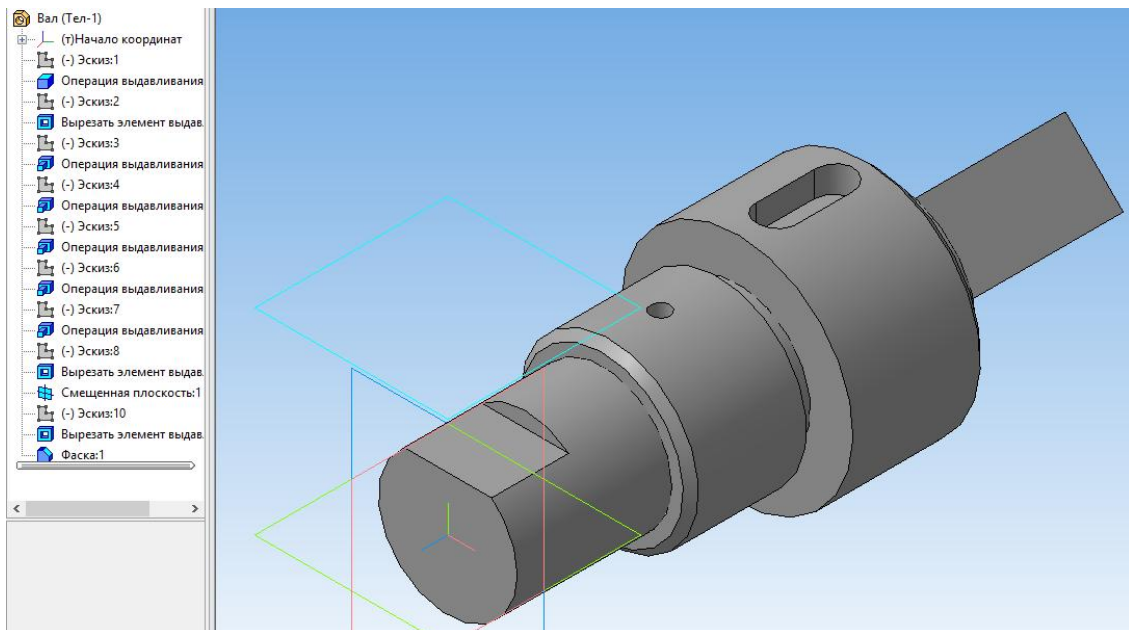


Рисунок 4.9 - Побудова тривимірної моделі валу

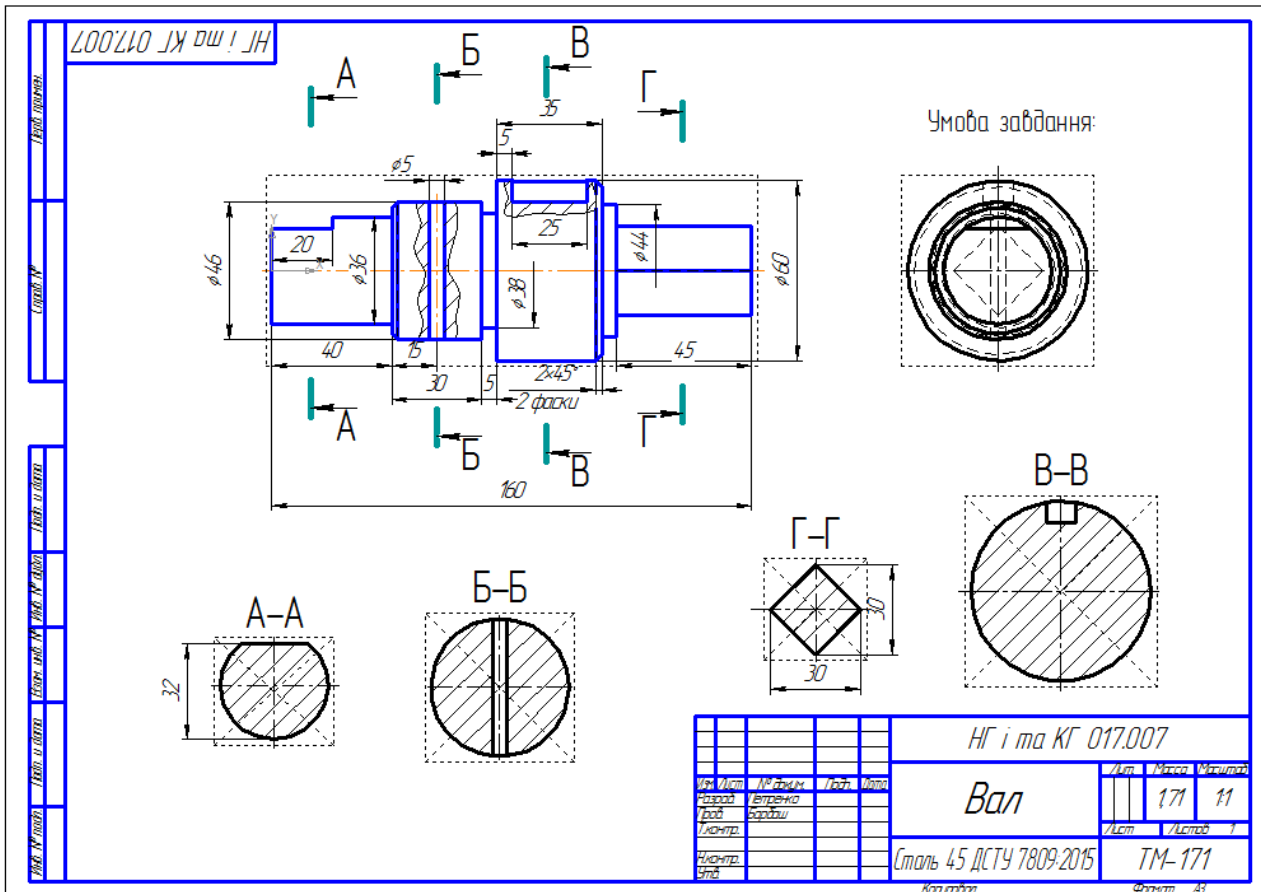


Рисунок 4.10 – Асоціативне креслення валу

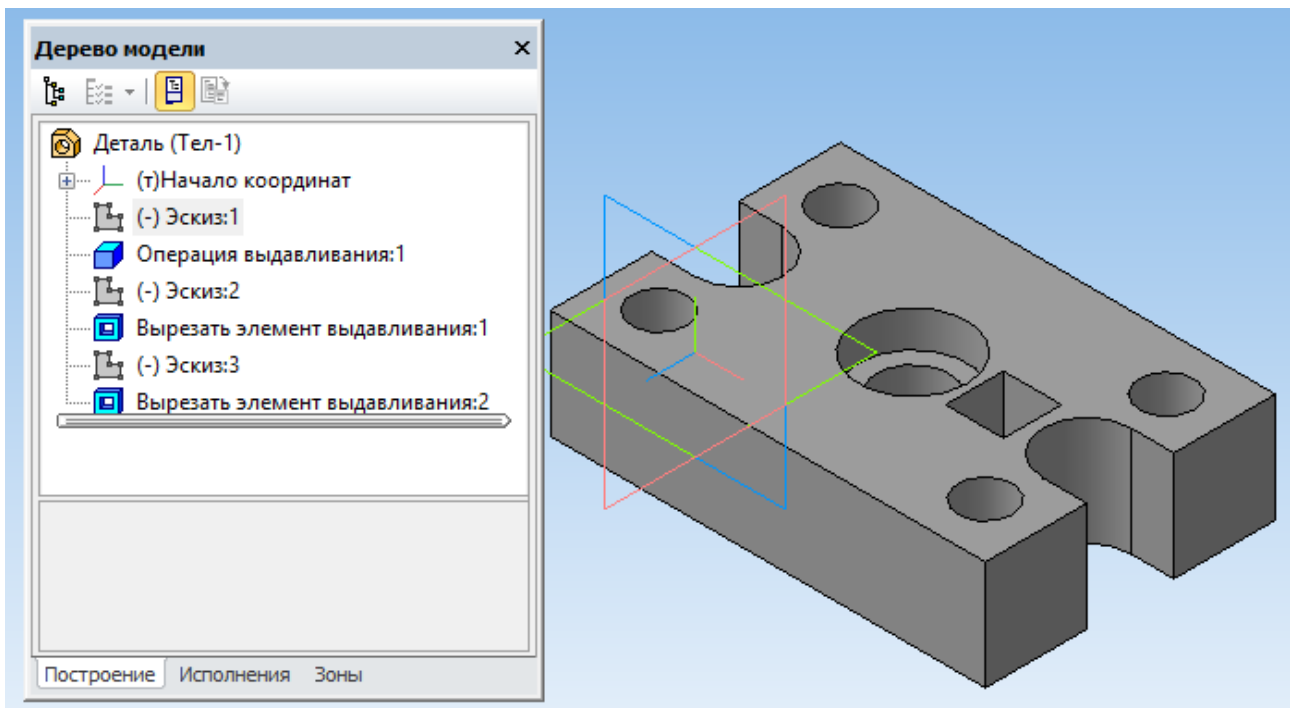


Рисунок 4.11 – Побудова тривимірної моделі

#### 4.4 Контрольні питання

1. Назвіть основні різновиди тривимірних об'єктів.
2. Який принцип побудови моделі?
3. Назвіть базові операції тривимірних побудов.
4. Поясніть термін "Ескіз" в контексті тривимірного редагування.
6. Що таке "асоціативний вид" і які його особливості?
7. Опишіть порядок побудови моделі по своєму варіанту.
8. Отримайте асоціативне зображення за вказівкою викладача.

## ДОДАТОК А. КОРИСНІ ПОРАДИ

### А.1 Порядок організації роботи за комп'ютером

Після закінчення роботи рекомендовано виконати наступні команди головного меню: Сервіс→Вивантажити всі бібліотеки та Вікно →Закрити все. Ці ж команди можна використовувати на початку роботи для зачинення непотрібних вікон.

### А.2 Деякі настройки редактора

За ДСТУ, у випадку накладення числа або розмірної лінії на лінії креслення або штриховки, останні належить розривати. Ввімкнути дану опцію в редакторі можна з меню Сервіс → Параметри → Поточне креслення → Об'єкти, що перетинаються (рисунок А.1, ліворуч).

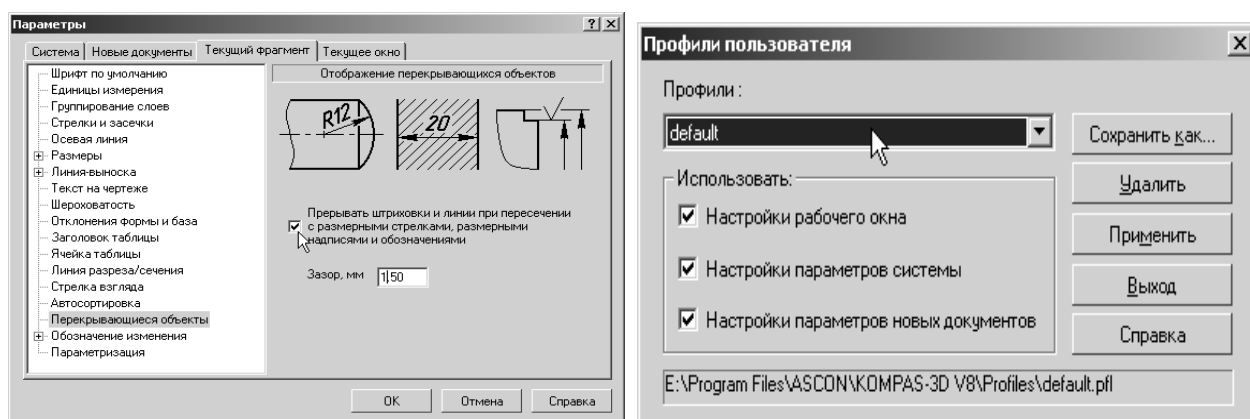


Рисунок **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1**–  
Керування об'єктами, що перетинаються

При роботі може виникнути ситуація, коли в результаті переміщення з компактної панелі один з комплектів інструментів переходить в плаваючий режим, тобто може бути довільним чином бути переміщений по екрану або взагалі вимкнений. Взагалі кажучи, це не є проблемою - необхідну панель інструментів завжди можна ввімкнути з меню правої кнопки миші, натиснутої на будь-якій інструментальній панелі, або отримати доступ до потрібного інструменту з меню. Але це створює певні незручності - плаваюча панель займає частину екрану. Повернути панель інструментів на попереднє місце в компактній панелі можливо, перемістивши її з утриманням натиснутої клавіші ALT. Існує і універсальний засіб, який дозволяє швидко відновити настройки системи і оформлення вікна - вибравши з меню Сервіс → Профілі (рисунок А.1, праворуч) → пункт "Default" → "Застосувати", ви повернете настройки редактора у вихідний стан.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонович Є.А., Василюк Я.В., Шпільчак В.А. Креслення: Навч. посібник/ За ред. проф. Є.А. Антоновича. – Львів: Світ, 2006. – 512с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
3. Ванін В. В., Перевертун В. В., Надкернична Т. М., Власюк Г. Г. Інженерна графіка: Підручник Частина 1. Основи нарисної геометрії. - К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 400с.
4. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації. - К.: Каравела, 2003. – 151 с.
5. Верховла А. П. Інженерна графіка: Довідник. - К.: Каравела, 2001. – 304 с.
6. Компас 3-D V17: Руководство пользователя. Т.1. – М.: АО АСКОН, 2017. – 261 с.
7. Михайленко В.С., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка. - Львів: «Новий світ – 2000», 2002.- 284 с.
8. Хмеленко О.С. Нарисна геометрія Підручник. - К.: Кондор, 2008. - 440 с.