Тема 3. **ДВОВИМІРНА (2D) ГРАФІКА. КОМПАС-ГРАФІК**

План

3.1. Графічні примітиви 2D графіки
3.2. Редактор КОМПАС-Графік
3.3. Інтерфейс КОМПАС-Графік
3.4. Настройка параметрів КОМПАС-Графік
3.5. Листи, шари та види креслеників в КОМПАС-Графік
3.6. Режими двовимірних редакторів
3.7. Редагування зображень

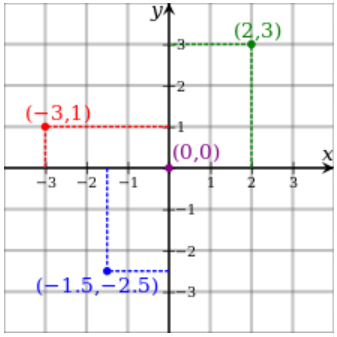
3.1. **Графічні примітиви 2D графіки**

Системи координат на площині

Система координат - спосіб задання точок простору за допомогою чисел. Основоположника координатного методу були французькі математики **Декарт** і Ферма (16 ст.).

Кількість чисел, необхідних для однозначного визначення будь-якої точки простору, визначає його **вимірність.**

Для двовимірного простору необхідно мати **два** числа **(координати)**, а для тривимірного - **три**.

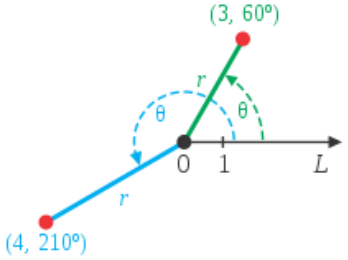


Елементами системи координат є:

- **початок координат** - точка, від якої ведеться відлік відстаней;
- **одиниця довжини** - величина, яка дозволяє відраховувати відстані.

На площині положення точки визначається відстанями від двох прямих (**координатних осей**), що перетинаються в одній точці (**початку координат**) під прямим кутом. Одна з координат називається **ординатою**, а інша - **абсцисою**. Така система називається **декартовою**.

На площині можна встановити криволінійні системи координат, зокрема, **полярну**. Положення точки задається: **відстанню** ρ між точкою та початком координат, і **кутом** φ між променем і обраною віссю.



Декартові та полярні координати точки зв'язані між собою формулами: $x=\rho\cos(\varphi)$, $y=\rho\sin(\varphi)$.

На площині розрізняють системи координат: **глобальну**; **локальну**.

Геометричні фігури як плоскі графічні примітиви

Точка на площині задається двома координатами *(x, y)*.

Точка в КГ є **допоміжним** засобом для маркування та подальшого знаходження певної позиції в системі координат.

Точку можна показати маркерами різних типів і розмірів.

Пряма (як відрізок) має тільки параметри положення, і не має параметрів форми (аналогічно точці).

Задання прямої може здійснюватися:

- двома точками відрізка $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$;
- точкою і променем (відрізком) **напряму**.

Коло $\begin{cases} x = R\,cos(u) + x_o \\ y = R\,sin(u) + y_o \end{cases}$, як геометричне місце точок площини, відстань від яких до заданої точки (**центра**), є постійною величиною і дорівнює **радіусу** кола.

Коло має:

- один параметр **форми** (радіус або ж діаметр);
- два параметри положення – координати центра кола в площині.

Багатокутник, як замкнена ламана, може бути:

- **правильним** – всі сторони однакової довжини;
- **неправильним** – сторони багатокутника різної довжини.

Для правильного багатокутника параметрами форми є **кількість** його сторін (можливо до 1024) та радіус **вписаного** або ж **описаного** кола.

Параметром **положення** правильного багатокутника є центр писаного або ж описаного кола.

Еліпс $\begin{cases} x = a\,cos(u) + x_o \\ y = b\,sin(u) + y_o \end{cases}$ має:

- два параметри форми, наприклад, дві півосі;
- параметр положення, наприклад, центр еліпса.

NURBS-крива - нерегулярний раціональний B-сплайн (*Non-Uniform Rational B-Spline*). При введенні цієї кривої послідовно вказуються опорні точки, через які проходить крива.

Крива Без'є є окремим випадком NURBS-кривої.

Ламана - лінія, яка складається з послідовності відрізків.

Перетворення в площині

2D графіка не можлива без ефективних інструментів **редагування** зображень – **перетворень** графічних примітивів в площині.

Розрізняють види перетворень (відображення площини на себе):

- **рух** (зберігає всі відстані між точками) - паралельний перенос; осьова симетрія; поворот навколо точки; центральна симетрія;
- **подібність** – перетворення, при якому відстані між точками змінюються в одне й те ж число разів (це число є додатним і називається **коефіцієнтом** подібності).
- **гомотетія** – перетворення подібності в якому подібні фігури мають **рівні** відповідні кути і пропорційні сторони.

Всі ці перетворення відносяться до афінних і описуються системою:

$$X = Ax + By + C$$

$$Y = Dx + Ey + F$$

,

або ж у матричному вигляді та в однорідних координатах:

$$\begin{bmatrix} X & Y & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} & R & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}.$$

В залежності від коефіцієнтів матриці *R* матимемо:

- $R = \begin{bmatrix} \cos\varphi & \sin\varphi & 0 \\ -\sin\varphi & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ - обертання (*rotation*), де φ- кут повороту;
- $R = \begin{bmatrix} k_x & 0 & 0 \\ 0 & k_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ - розтягу (*dilatation*), де *kx*, *ky* - коефіцієнти розтяг;
- $R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ - відображення (*reflection*);
- $R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ x_o & y_o & 1 \end{bmatrix}$ - переносу (*move*), де *x0*, *y0* - вектор переносу.

3.2. **Редактор КОМПАС-Графік**

Група компаній «АСКОН» (www.ascon.ru) - російський розробник в області систем автоматизованого проектування (САПР).

2001 р. - система тривимірного моделювання КОМПАС-3D.

Особливістю КОМПАС-3D є власне геометричне ядро.

Основні задачі, які вирішує КОМПАС-3D:

- створення **конструкторської** і технологічної документації;
- **моделювання** деталей для передачі в устаткування ЧПУ і таке інше.

До складу комплексу КОМПАС-3D входять модулі:

- КОМПАС-Графік - креслярсько-графічний редактор;
- КОМПАС-3D – тривимірне моделювання;
- редактор специфікацій і текстових документів.

Користувачу доступні типи файлів:

- деталь (розширення файла - **.m3d*) – документ, який включає тривимірну модель об’єкту.

- збірка (розширення файла - *.*a3d*) – документ, який включає 3D модель складальної одиниці. Кількість деталей в збірці може рахуватися на тисячі, наприклад, 3d збірка автомобіля.
- кресленик (розширення файла - *.*cdw*) – графічний документ, куди входять проекційні види, розрізи, перерізи, пояснення, основний напис. Креслення можна створювати як на основі 3D моделей, так і "з нуля". Конструктор вибирає формат кресленика (А0, А1, А2, А3, А4, А5), а такі елементи оформлення, як основна напис, рамка створюються автоматично.
- фрагмент (розширення файла - *.*frw*) – графічний документ (чистий аркуш, розміри якого не обмежені), який включає двовимірне зображення виробу без основних написів, визначення формату.
- специфікація (розширення файла - *.*spw*) - документ, який може бути асоціативно пов’язаний з 2d або 3d збіркою (зміни в кресленні або 3d збірці автоматично коригуються в специфікації).
- текстовий документ (розширення файла - *.*kdw*) – документ, який включає звичайний текст.

Система “Компас-Графік” забезпечує:

- простоту дій при введенні графічної інформації (графічних об’єктів: відрізка, кола, дуг, тексту) з клавіатури та мишкою;
- простоту дій користувача при введенні складних геометричних об’єктів і елементів оформлення кресленика: розмірів, штрихування, таблиць, знаків шорсткості, ліній розрізів та перерізів і т.п.;
- виконання допоміжних побудов (проведення дотичних, паралельних та перпендикулярних ліній, спряжень і т.п.) при виконанні креслень, аналогічних ручному промальовуванню в “тонких лініях”;
- напівавтоматичне внесення інформації у графи основного надпису;
- оперативне редагування креслення, використовуючи зсув, поворот, масштабування, а також побудову дзеркального відображення та копіювання цілого об’єкту та його частини;
- створення бібліотек параметризованих графічних елементів та різноманітних прикладних бібліотек користувача;
- виведення креслярсько-графічної документації на принтер, обмін даними з іншими системами САПР.

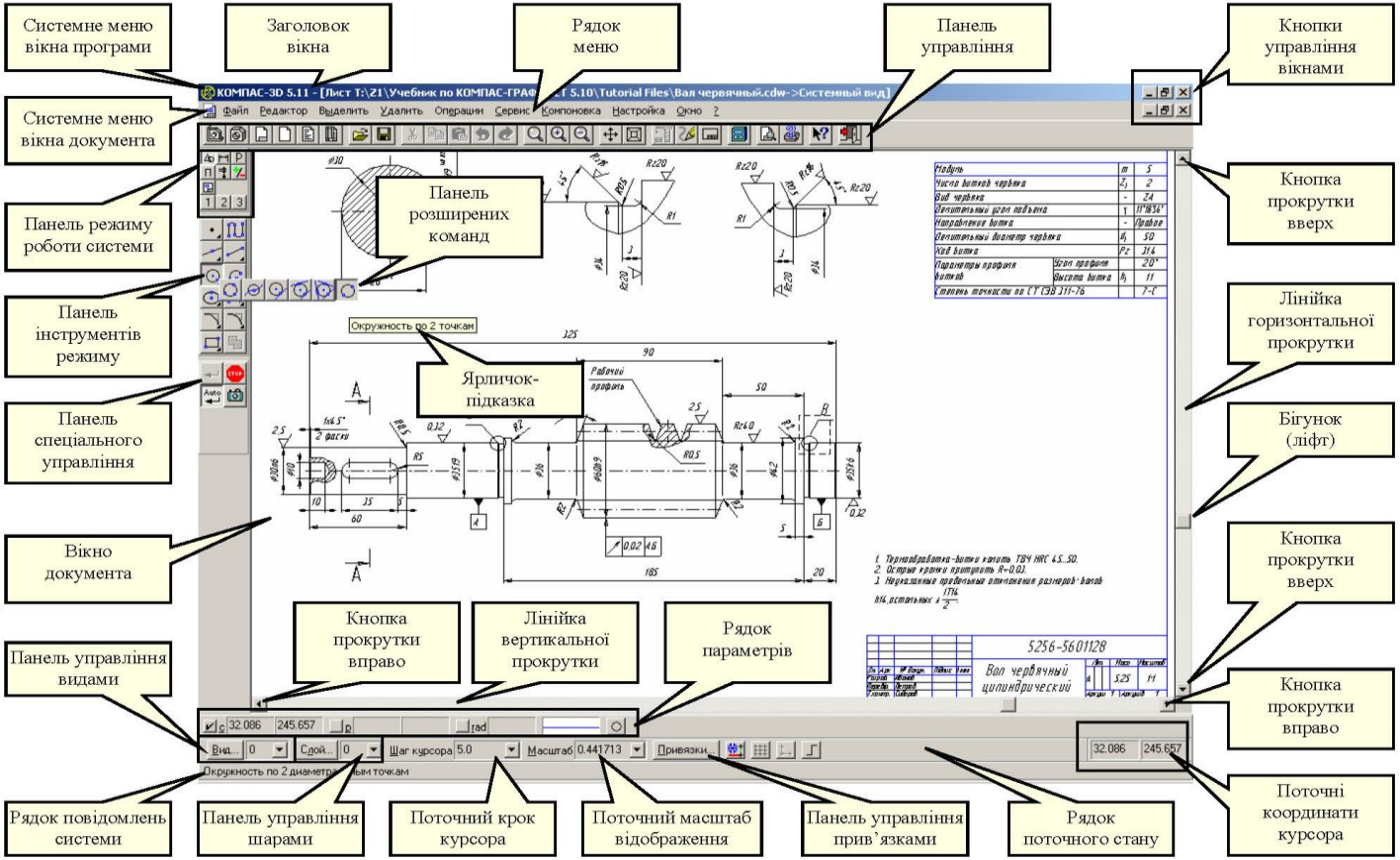
3.3. **Інтерфейс КОМПАС-Графік**

КОМПАС-Графік має віконний інтерфейс, що відповідає стандарту *Windows*. Управління системою здійснюється за допомогою верхнього текстового меню, панелей кнопок, панелі швидкого управління.

Оформлення кнопкових панелей і значення будь-яких параметрів системи можуть бути налаштовані під час сеансу роботи. Підказки та розвинута допомога, технологія підказок полегшують освоєння КОМПАС-Графік.

Меню КОМПАС-Графік на прикладі документа **Креслення** відображає:

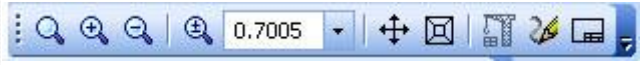
- Головне меню
- Панелі інструментів (Стандартна, Вид, Поточний стан)
- Компактна панель
- Рядок повідомлень
- Панель властивостей
- Вікно документа
- Шаблон кресленика формату А4 у вікні документа


Системне меню вікна програми
Заголовок вікна
Рядок меню
Панель управління
Кнопки управління вікнами
Системне меню вікна документа
Панель режиму роботи системи
Панель розширених команд
Кнопка прокрутки вверх
Панель інструментів режиму
Лінійка горизонтальної прокрутки
Панель спеціального управління
Ярличок-підказка
Бігунок (ліфт)
Вікно документа
Кнопка прокрутки вверх
Кнопка прокрутки вправо
Лінійка вертикальної прокрутки
Рядок параметрів
Панель управління видами
Кнопка прокрутки вправо
Поточні координати курсора
Рядок повідомлень системи
Панель управління шарами
Поточний крок курсора
Поточний масштаб відображення
Панель управління прив'язками
Рядок поточного стану
КОМПАС-3D 5.11 - [Лист T:\21\Учебник по КОМПАС-ГРАФ
Файл Редактор Выделить Удалить Операции Сервис Компоновка Настройка Окно ?
Окружность по 2 точкам
Вал червячный цилиндрический
5256-5601128
Вид... Слой... Шаг курсора 5.0 Масштаб 0.441713 Привязки...
32.086 245.657
Окружность по 2 диаметрально противоположным точкам

Головне меню містить у собі основні меню програми. За його допомогою можна створити файл, відправити його на друк, налаштувати інтерфейс, підключити бібліотеки та багато іншого.

Панель **Стандартна** - розташована у верхній частині екрана. Тут продубльовано найбільш часто використовувані команди: Створити документ, Відкрити, Зберегти, Відправити на друк.

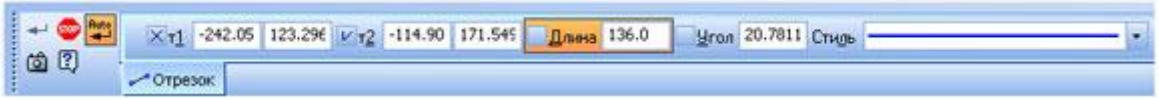
Панель **Вид** - містить команди для керування зображенням. Можна змінювати масштаб, наближати, видаляти креслення.



Панель **Поточний стан** – містить кнопки для управління курсором, його координати. Також тут можна встановити / заборонити прив’язки курсору, включити / виключити сітку, режим ортогонального креслення.

Панель **Компактна** (2d, 3d) – містить все, що потрібно для створення і редагування кресленика: геометричні фігури, розміри, позначення.

Панель **Властивостей** – з'являється при створенні якого-небудь елементу креслення і призначається для управління процесом створення цього елемента. Наприклад, при створенні відрізка, можна задати координати двох його точок, кут, довжину, стиль лінії.

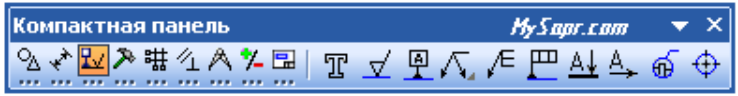


Компактна панель

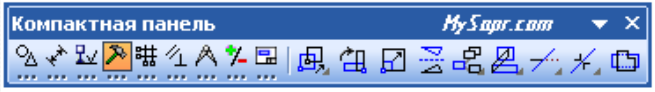
Панель **Компактна** складається з наступних панелей інструментів: Геометрія; Розміри; Позначення; Редагування; Позначення для ПСП; Параметризація; Вимірювання (2D); Виділення; Асоціативні види.

На панелі **Геометрія** знаходяться команди для побудови геометричних об'єктів: точка, відрізок, коло, еліпс, дуга, крива Без'є, прямокутник, допоміжна пряма, фаска, заокруглення, штрихування.

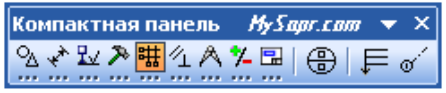
Панель **Розміри** забезпечує задання лінійних розмірів, діаметрів, дуг, кутів, висот.



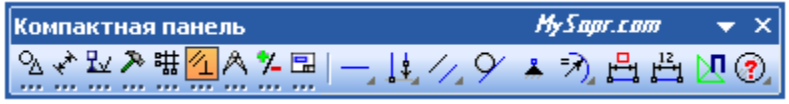
Панель **Позначення** дозволяє вставити текст в довільному місці, вказати шорсткість, базу на кресленні, стрілку погляду, позначити позиції, центр, ліній-виносок, допусків, ліній розрізу, винесених елементів.



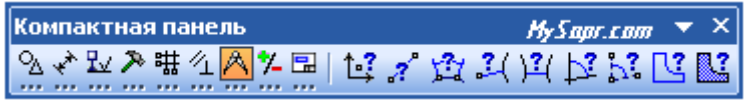
Панель **Редагування** містить команди для редагування об’єктів: зрушення, поворот, масштабування, симетрія, копіювання, деформація, усікти криву, розбити криву, очистити область.



Панель **Позначення** містить команди номер вузла, виносний напис, координаційну вісь.



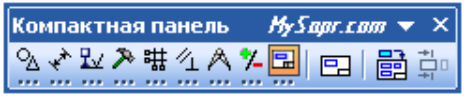
Панель **Параметризація** містить команди для створення зв’язків між елементами креслення: горизонтальність, паралельність, торкання та інші команди. Її зручніше використовувати при створенні ескізів для 3d моделей.



Панель **Вимірювання** містить команди визначення координат

точок, відстані між двома точками, відстані між двома точками, відстані від точки до кривої, відстані між двома кривими, кута між двома прямими / відрізками, довжини кривої, площі.

Панель **Виділити** включає наступні команди виділити: за властивостями; все; об’єкт за значенням; шар зазначенням; рамкою; поза рамкою; січною рамкою; колишній список; по типу тощо.



Панель **Асоціативні види** використовується при створенні креслень по 3d моделями - стандартні види, розріз / переріз тощо.

Рядок **Повідомлень** (якщо її показ не відключений при настройці системи) містить підказки по поточному дії або опис вибраної команди.

Довідка за поточною дією або активному елементу інтерфейсу викликається натисканням клавіші <F1>.

Команди для виконання багатьох дій можна викликати з **контекстного** меню, які з’являються на екрані при натисканні правої кнопки миші. Склад меню є різним для різних ситуацій.

3.4. **Настройка параметрів КОМПАС-Графік**

КОМПАС-Графік забезпечує користувача інструментарієм налагодження будь-яких параметрів кресленика.

Листи, шари та види креслеників в КОМПАС-Графік

Документ можна розмістити на листах різних форматів, використовуючи оформлення рамкою та основним написом.

Кресленик як документ, який складається з декількох **листів**.

Кожний лист може складатись з окремих **видів** (проекцій, розрізів, перерізів). Види можна перейменовувати, рухати, повертати, масштабувати, копіювати, видаляти.

Вигляд можна розбивати на **шари** (не більше 255) - якщо уявити кілька креслень, кожен з яких виконаний на окремій прозорій кальці.

У КОМПАС-Графік є повна підтримка **ЄСКД**:

- всі типи лінійних, кутових, радіальних і діаметральних розмірів;
- автоматичне проставлення допусків, шорсткості, ліній виносок, позначень бази та допусків, лінії розрізу та перерізу тощо.

3.5. **РЕЖИМИ ДВОВИМІРНИХ РЕДАКТОРІВ**

Режими креслення полегшують і прискорюють створення зображень, забезпечуючи при цьому і високу точність побудов.

Режим Сітка ефективний для отримання зображень з регулярною структурою. Квадратна або прямокутна сітка з'являється на екрані після введення відповідної команди і значень кроків сітки.

Режим Орто забезпечує побудову горизонтальних і вертикальних відрізків.

Режим об'єктної прив'язки забезпечує дозволяє «прив'язуватися» до характерних точок існуючих на кресленні об'єктів.

Режим допоміжних побудов імітує побудови в «тонких лініях» паралельних і перпендикулярних прямих, кіл і дуг. На принтері допоміжні елементи не друкуються.

Зумування дозволяє побачити зображення креслення все або певну його частину, при цьому відстані між точками в умовних одиницях виміру не змінюються.

Панорамування будь-якої частини креслення без зміни масштабу, коли вікно пересувається по полю креслення.

3.6. **РЕДАГУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ**

Команди редагування можна розділити на три групи:

- перетворення об’єктів;
- видалення обраних об’єктів;
- корекції параметрів і властивостей об’єктів.

При використанні команд редагування система запитує вибір одного або декількох об’єктів для обробки, який називається **набором** вибору.

Вибір об’єктів здійснюється наступними способами:

- почергове вказування курсором на графічні примітиви;
- обрамлення об’єктів рамкою її діагональних вершин;
- обрамлення об’єктів січною рамкою.

Команди **Перетворення** об’єктів включають в свій склад групи: афінних перетворень, деформацій і зміни форми фрагментів.

Команди **Видалення** об’єктів об’єднані в одному меню.

Командою **Змінити стиль** можна змінити стиль кривих і штриховок.

Під **стилем** графічних примітивів розуміють набір властивостей об’єкта, що впливають на його відображення, таких як тип лінії і колір.

Оформлення кресленика в КОМПАС-Графік

Кресленик складається з зображення виробу, виконане в ортогональних проекціях та доповнене допоміжною графічною і текстовою інформацією відповідно вимогам діючих стандартів.

Нанесення розмірів

Система автоматично формує виносні і розмірні лінії і розраховує розмірне число. Вид розмірів і способів їх введення в базу даних визначається набором розмірних змінних, які можна змінити в будь-який момент.

Розміри лінійні. При введенні звичайного (одиночного) горизонтального або вертикального розміру необхідно вказати точки 1 і 2 виходи виносних ліній і точку 3 перетину розмірної лінії з другої виносної лінією.

Система автоматично розташовує виносні лінії паралельно один одному, а розмірну лінію - перпендикулярно їм. Якщо довжина розмірної лінії менше сумарної довжини двох стрілок, стрілки автоматично будуть сформовані зовні виносних ліній.

Якщо відсутня необхідність автоматичного формування розмірного напису, то текст напису вводить користувач. За умовчанням пропонується напис, що містить точне значення розміру, виміряний за координатами виносних ліній. Якщо напис поміщається між виносними лініями, запитується підтвердження на її розміщення.

В іншому разі користувачеві пропонуються наступні варіанти:

- вказати положення напису (за замовчуванням);
- розмістити напис на полиці;
- ручне розміщення напису.

Розміри кутові. При введенні кутового розміру вказують два непаралельних відрізка, між якими потрібно нанести розмір, потім точку на розмірної дузі, положення якої визначають радіус і сектор розмірної лінії. «Гумові» кола та радіус вказують поточне положення розміру на кресленні. При автоматичному введенні розмірного напису в ній будуть проставлені знаки градусах і хвилинах.

Розміри діаметральні можна проставляти тільки на колі або дузі. Для введення діаметрального розміру необхідно вказати точку на елементі. Розмірна лінія пройде через центр дуги або кола і вказану

точку. Знак діаметра підставляється в текст розмірного напису автоматично.

Розміри радіальні супроводжуються літерою R. При цьому стрілка на розмірній лінії упирається в дугу кола.

Штрихування замкнутих областей

Штрихування замкнутих областей на кресленнях виконується **автоматично** після завдання меж і параметрів штрихування.

Межі штрихування можна задавати вручну і (або) автоматично.

Автоматичний спосіб завдання застосовується, коли на кресленні є **замкнутий контур** з уже введених елементів, що обмежує штриховану область. У цьому випадку достатньо лише вказати точку всередині штрихованої контуру.

Якщо такого контуру немає, то можна вручну вказати вже наявні елементи, а відсутні для її замикання частини домалювати додатково.

Штрихування виконується від меж штрихованої області всередину.

Можна вказати **параметри** штрихування - тип, кут нахилу, крок, колір. Реалізовано 7 основних типів штриховок (ГОСТ 2.308-68), які можуть бути виконані разом з іншими.

Формування текстової інформації

Тексти можуть бути виконані різними типами шрифтів, які можуть розтягуватися, стискуватися, нахилятися, дзеркально відображатися, викреслюватися у вертикальній колонці і т.д.

У технічних кресленнях всі написи можна умовно поділити на п’ять **груп**: окремі текстові рядки; написи розмірів і технологічних позначень; написи в таблицях; технічні вимоги; основний напис кресленика.

Текстові рядки на кресленнях вводять в режимі вирівнювання по лівому краю початкової точки. Система запитує і видає встановлені за умовчанням параметри тексту - висоту, нахил, звуження символів, кут рядки в градусах щодо осі *Ox*. Можна заздалегідь готувати текст напису, а потім прочитати його з файлу.

Нанесення позначень шорсткості поверхні

Для нанесення шорсткості поверхонь призначена команда **Шорсткість**. Вона дозволяє ввести один або декілька символів шорсткості поверхонь. Після виклику команди в **Рядку параметрів** об’єктів відображаються декілька додаткових кнопок, які дозволяють вибрати потрібний тип знаку шорсткості. Щоб ввести потрібний напис,

наприклад числове значення шорсткості, треба активізувати поле **Текст** в **Рядку параметрів** об'єктів. На екрані з'явиться діалогове вікно, що дозволяє ввести текст чи потрібне числове значення вручну або, використати вмонтовану базу даних стандартних значень параметрів шорсткості. Після вибору потрібних значень система пропонує вказати поверхню, на яку необхідно проставити знак шорсткості та точку прив'язки знаку, після чого будує відповідний знак та текст.

Основний напис

Система КОМПАС автоматично розміщує основний напис кресленика. Тип основного напису визначається користувачем.

Основний напис кресленика заповнюється напівавтоматично - користувач не повинен піклуватися про правильне зображенні рамки, основного напису і розташуванні тексту. Для його заповнення потрібно помістити курсор в потрібну графу і двічі клацнути лівою клавішею миші - з'являться межі основного напису. При заповненні клітинки система автоматично розташовує текст по центру або вирівнює його по лівій межі, підбираючи необхідну висоту і ширину символів для рівномірного заповнення.

Параметричні можливості КОМПАС-Графік

В параметричній моделі передбачені взаємозв'язки між примітивами зображення. Створення параметричних моделей можна шляхом інтерактивного формування моделі безпосередньо при кресленні:

- накладати обмеження (зв'язки) на об'єкти раніше накресленого зображення вузла чи деталі в будь-якому порядку;
- накладати різноманітні розмірні (лінійні, кутові, радіальні та діаметральні) та геометричні (паралельність, перпендикулярність, дотик, належність точки до кривої тощо) обмеження на об'єкти.

Прив'язки

Поняття прив'язки нерозривно пов'язано з поняттям **характерних** точок об'єктів - точки, що визначають **геометрію** об'єкта чи його положення на площині.

У процесі роботи над кресленням у користувача постійно виникає необхідність точно встановити курсор у різні точки вже побудованих елементів - виконати "прив'язки" до точок чи об'єктів.

Помилка новачків в тому, що вони виконують цю операцію «на око».

КОМПАС-Графік надає різноманітні команди прив’язок до характерних точок (граничні точки, центр) і до об’єктів (перетин, по нормалі, по напрямках осей координат і т. п.). Ці команди об’єднані в 3 незалежні групи прив’язок: **глобальні, локальні** та **клавіатурні.**

Характерні точки об’єктів у виді вузлів керування стають видимими тільки при виконанні процедур виділення чи редагування об’єктів.

Глобальні прив’язки допомагають користувачу уникнути грубих помилок у кресленнях на етапі освоєння системи.

Глобальні прив’язки завжди діють за замовчуванням при виконанні операцій введення та редагування. Можна вмикати кілька різних глобальних прив’язок і усі вони будуть працювати одночасно.

Пошук точки прив’язки виконується миттєво – на екрані відображається фантом, що відповідає цій точці і текст з ім’ям діючої в даний момент прив’язки.

Пошук елементів прив’язки здійснюється в порядку, в якому вони відображені в діалоговому вікні.

Команда “**Прив’язки**…” розташована в Рядку поточного стану.

Локальні прив'язки дозволяють виконувати ті ж самі процедури прив'язки курсору до характерних точок існуючих геометричних об'єктів на кресленні, що і глобальні.

Однак вони ще мають дві важливі особливості:

- локальна прив'язка є більш пріоритетною, ніж глобальна, тобто при виклику якої-небудь її команди вона припиняє дію встановлених глобальних прив'язок на час своєї ді;
- кожна з них виконується тільки для одного (поточного) запиту точки.

Дерево документа

Дерево документа - графічне представлення набору об'єктів, що становлять документ.