

# Тема 5. ТРИВИМІРНА (3D) ГРАФІКА. КОМПАС-3D

## План

[5.1. Тривимірне моделювання](#)

[5.2. Основні складові 3D моделювання](#)

[5.3. Булеві операції](#)

[5.4. Тривимірні операції](#)

[5.5. Інтерфейс КОМПАС-3D](#)

[5.6. Управління зображенням моделі деталі](#)

### 5.1. ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Тільки недавно **створення** виробу традиційно складався з етапів:

- проектування виробу на рівні креслень ->
- виготовлення експериментального зразка ->
- виробниче випробовування виробу ->
- редагування креслень, виходячи з аналізу випробувань ->
- запуск виробу у виробництво.

## Переваги 3D моделювання

Тривимірне моделювання деталей чи збірок є більш зрозуміли і **наочним**, оскільки оперує такими простими і природними поняттями як основа, отвір, ребро жорсткості, фаска, оболонка і т.п.

Процес тривимірного проектування відтворює **технологічний** процес виготовлення деталі.

Твердотільні моделі містять у собі повну **геометричну** інформацію, необхідну для систем інженерного **аналізу** (CAE) - розрахунку напружено стану та динамічних навантажень.

Після побудови 3D-моделі деталі чи зборки конструктор може майже **автоматично** отримати її креслення.

Для побудови проєкцій вказуються необхідні вигляди, проводяться лінії розрізів чи перерізів. Отриманий документ можна доопрацьовувати вбудованими в систему засобами 2D-креслення.

3D-системи дозволяють будувати **рознесені** вигляди виробу, які демонструють порядок **зборки**, розбирання чи технічного обслуговування виробу.

## 5.2. ОСНОВНІ СКЛАДОВІ 3D МОДЕЛЮВАННЯ

**Півпростір** – частина 3-мірного простору, яка лежить по одну сторону від поверхні (наприклад, площини).

Кожна поверхня є межею двох півпросторів, на які ділиться 3-мірний простір. Поверхня має лише **площу**.

**Тіло** – частина простору, яка обмежена замкнутою поверхнею (гранями). Тіло має **об'єм**.

Вважається, що тіло заповнене однорідними матеріалом.

**Тіло як примітив** – найпростіший (базовий, основний) об'єкт, за допомогою якого можна будувати більш складніші твердотільні об'єкти.

Прикладами примітивів є **Циліндр, Конус, Шар, Тор, Клин** та інші.

**Область як примітив** – замкнута 2-вимірна область, яка отримана із 2-вимірних примітивів (кругів, багатокутників, еліпсів тощо).

**Складена область** – область, яка одержана за допомогою логічних операцій - об'єднання, виділення та перерізу декількох інших областей.

Область може мати отвори. Область має **площу**.

**Грань** – обмежена частина поверхні.

Розрізняють 5 типів граней: планарні, циліндричні, конічні, сферичні та тороїдальні.

**Ребро** – лінія, яка обмежує грань (або ж розділяє дві грані).

Розрізняють 4 типів ребер: прямолінійні, еліптичні (кругові), параболічні та гіперболічні.

**Вершина** – точка на кінці ребра (перетину двох ребер).

**Об'єкт** – загальна назва для областей та твердих тіл.

Об'єктом називають декілька тіл, одержаних із інших тіл за допомогою логічних операцій.

**Компонент** – деталь чи підзборки, що входить у склад зборки.

**Спряження** – параметричний зв'язок між компонентами зборки, що формується шляхом вказування взаємного положення елементів.

Для твердих тіл можна визначити такі їх характеристики:

- **центр ваги;**
- **масу;**
- **момент інерції** тощо.

### 5.3. БУЛЕВІ ОПЕРАЦІЇ

Тіло чи область, які створені шляхом об'єднання із простих об'єктів називають **складеними**.

Складений об'єкт завжди має один із двох типів - складене **тіло** чи складену **область**.

Для створення **складених** об'єктів використовують **булеві** операції:

- **об'єднання** (*union*) - з'єднання об'єктів в один об'єкт.
- **перетин** (*intersect*) - визначення загального об'єму чи площі об'єктів.
- **віднімання** (*subtract*) - відняти (відрізати) один об'єкт від іншого.



## 5.4. ТРИВИМІРНІ ОПЕРАЦІЇ

Для створення об'ємних елементів виконується переміщення **плоскої** фігури в просторі, **траєкторія** (слід) від якої визначає форму елемента.

Проектування нової деталі починається зі створення її **базового тіла** шляхом виконання операції над ескізом.

Під **основою** розуміють геометричний об'єкт, створений першим, до якого в процесі подальшого проектування будуть додавати (чи віднімати) інші геометричні об'єкти, виконуючи булеві операції.

Основа є **обов'язково** в кожній деталі.

### Ескізи

**Ескіз** – фігура з якої починається створення твердотільної деталі.

Ескіз може бути **розміщеним** в одній з ортогональних площин проекції, на плоскій грані існуючого вже тіла чи в допоміжній площині.

Виконання ескізу на площині виконується засобами 2D-графіки, при цьому доступні всі команди побудови і редагування зображення.

Єдиним виключенням - це неможливість введення технологічних позначень, об'єктів оформлення та таблиць. Ескіз може містити і текст.

## Вимоги до ескізу:

- області не повинні мати **самоперетин** або ж бути відкритим.
- вісь обертання **не повинна** перетинати область.

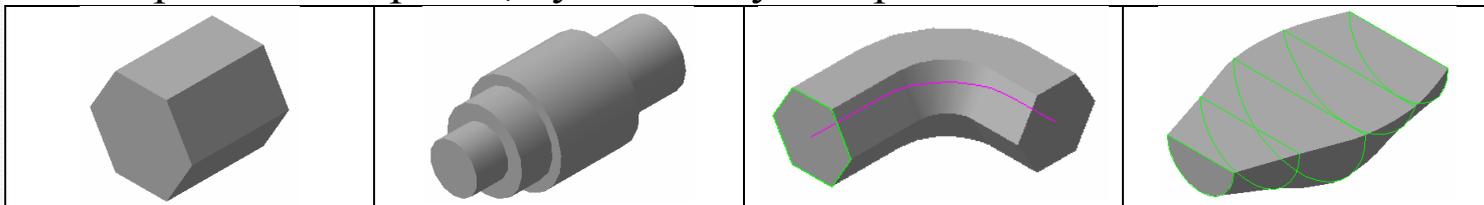
## Операції

Системою передбачені наступні базові операції:

- **видавлювання** – створення об'ємного елемента (деталі) шляхом переміщення ескізу в напрямку, перпендикулярному площині ескізу;
- **обертання** – створення об'ємного елемента (деталі) шляхом обертання ескізу навколо осі, що лежить у площині ескізу;
- **кінематична** – створення об'ємного елемента (деталі) шляхом переміщення ескізу вздовж зазначеної напрямної;
- **по перерізах** – створення об'ємного елемента за декількома перерізами-ескізами, які розглядаються як перерізи цього елемента в декількох паралельних площинах.

Кожна операція має **додаткові опції**, що дозволяють вибирати різні варіанти побудови тіла:

- при видавлюванні ескізу можна задати відстань і напрямок видавлювання до площини ескізу і при необхідності ввести кут ухилу.
- при обертанні ескізу можна задати кут і напрямок повороту, вибрати тип тіла - тороїд чи сфероїд (якщо контур ескізу не замкнутий).
- при виконанні кінематичної операції можна задати орієнтацію твірної - збереження нормалі, кута нахилу чи ортогональності.



В усіх типах операцій можна включати опцію створення **тонкостінної** оболонки і задати товщину і напрямок побудови стінки – усередину, назовні чи в обидва боки.

Після створення базового тіла виконується “приклеювання” чи “вирізання” додаткових об’ємів. Кожний з них представляє собою тіло. При виборі типу операції потрібно вказати, буде створюване тіло відніматися з основного об’єму чи додаватися до нього. Прикладами

**віднімання** об'єму з деталі є отвори, проточки, канавки, а прикладами додавання об'єму – виступи, ребра.

### **Додаткові операції 3D моделювання**

Додаткові операції дозволяють спростити задання параметрів найбільш розповсюджених конструктивних елементів – фаски, закруглення, циліндричного отвору і т. п.

Так, для побудови фаски не потрібно малювати ескіз, переміщати його уздовж ребра і віднімати об'єм, що вийшов, з основного тіла. Достатньо вказати ребро для побудови фаски і ввести її параметри – величину катетів чи величину катета і кут.

Аналогічно при побудові отвору вибирають його тип (наприклад, отвір глухий) і вводять значення параметрів, що його визначають (діаметр та глибину).

## 5.5. ІНТЕРФЕЙС КОМПАС-3D

КОМПАС-3D володіє широким інструментарієм створення та редагування 3D об'єктів.

### Панель інструментів Компактна

Панель Компактна для 3D документів включає:

- Редагування деталі
- Просторові криві
- Поверхні
- Допоміжна геометрія
- Вимірювання (3D)
- Фільтри
- Елементи оформлення

### Редагування деталі



На основній панелі інструментів для 3D документа **Редагування деталі** знаходяться команди для побудови елементів деталі шляхом

додавання матеріалу (операції видавлювання, обертання, кінематична операція і операція по перетинах) і шляхом видалення матеріалу (вирізати видавлюванням, обертанням, кінематично, по перерізах).

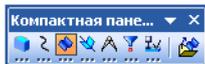
Інші команди: деталь-заготовка, фаска, отвір, ребро жорсткості, ухил, оболонка, перетин поверхнею, масив по концентричній сітці, дзеркальний масив, булева операція.

*Просторові криві*



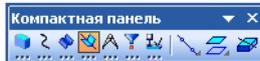
Сюди відносяться: точка, спіраль циліндрична, спіраль кінчна, ламана, сплайн.

*Поверхні*



Команда: імпорт поверхні з файлу формату ACIS (розширення .sat)

*Допоміжна геометрія*



Команди: вісь через дві вершини, зміщена площина, лінія роз'єму.

*Виміру (3D)*



Ця панель містить команди для різних обчислень: відстань і кут, довжина ребра, площа, МЦХ моделі, інформація про об'єкт.

## Фільтри



Команди панелі **Фільтри** використовуються для випадку, коли важко виділити якийсь об'єкт в моделі.

## Елементи оформлення



Команди цієї панелі інструментів дозволяють проставити на 3D моделі деталі лінійний розмір, кутовий, радіальний, діаметральний, шорсткість, базу, лінію-виноску, допуск форми.

## Дерево моделі

**Дерево** моделі - графічне представлення набору об'єктів, що становлять деталь.

У Дереві відображаються: позначення початку координат, площини, осі, ескізи, операції і **Показчик** закінчення побудови моделі.

Деталі розташовуються в Дереві в порядку створення або групуватися за типами.

Кожен елемент автоматично виникає в Дереві моделі відразу після того, як він створений. Назва присвоюється елементам автоматично

залежно від способу, яким вони отримані. Наприклад, «Вісь через ребро», «Площина через три вершини», «Операція обертання», «Фаска».

Можна перейменувати будь-який елемент в Дереві моделі. Для цього необхідно двічі клацнути мишею по його назві; воно відкриється для редагування.

Зліва від назви кожного об'єкта в Дереві відображається піктограма, відповідна способу, яким цей елемент отриманий. Піктограму, на відміну від назви об'єкта, змінити неможливо. Завдяки цьому при будь-якому перейменуванні елементів у Дереві побудови залишається наочна інформація про спосіб і порядок їх створення.

Дерево моделі служить і для полегшення вибору і вказівки об'єктів при виконанні команд.

Можна відключити показ Дерева моделі. Для цього з меню Вид викликається команда Дерево моделі.

## 5.6. УПРАВЛІННЯ ЗОБРАЖЕННЯМ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ

Для управління масштабом зображення моделі призначені команди Збільшити масштаб рамкою, Збільшити масштаб, Зменшити масштаб, Масштаб по виділених об'єктах, Наблизити / віддалити, Показати все.

Для швидкого зсуву зображення (без виклику спеціальної команди) можна скористатися клавіатурними комбінаціями <Shift> + <стрілки>. Натискання на будь-яку з них викликає переміщення зображення у відповідну сторону.

При створенні моделі може виникнути необхідність бачити її з різних сторін. Для цього в КОМПАС-3D передбачена можливість обертання моделі - команда Вид | Повернути або натискається кнопка Повернути на панелі Вид. Натискання на стрілку поруч із цією кнопкою викликає меню з переліком стандартних назв орієнтацій: зверху, знизу, зліва, справа, спереду, ззаду, Ізометрія XYZ, Ізометрія YZX, Ізометрія ZXY, (кожне з них відповідає напрямку погляду спостерігача на модель).

В КОМПАС-3D доступні різноманітні способи копіювання елементів: копіювання по заданій сітці, по колу, вздовж кривої, дзеркальне копіювання, а також створення "дзеркальних" деталей.

## Візуалізація 3D моделі

В КОМПАС-3D доступно кілька типів відображення моделі: **каркас**, відображення без невидимих ліній або з тонкими невидимими лініями і **напівтонове** відображення.

Каркас являє собою сукупність всіх ребер і лінії нарису моделі. Щоб відобразити модель у вигляді каркаса, потрібно викликати команду Вид | Відображення | Каркас або натиснути кнопку Каркас на панелі Вид:

Відображення моделі з видаленням невидимих ліній являє собою сукупність видимих (при поточній орієнтації моделі) ребер, видимих частин ребер і лінії нарису моделі.

Напівтонове відображення дозволяє побачити поверхню моделі і отримати уявлення про її форми.

При напівтоновому відображенні моделі враховуються оптичні властивості її поверхні (колір, блиск, дифузія).