

ЛЕКЦІЯ № 3. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ТВЕРДОТІЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ, ЕСКІЗІВ ТА КРЕСЛЕНЬ У САПР

План лекції. Обмеження двомірного проектування. Перехід на тривимірне моделювання. Керування орієнтацією деталі. Відображення моделі в декількох вікнах. Загальні принципи 3D-моделювання деталей. Ескізи й операції. Створення елементів по перетинах. Створення кінематичних елементів. Створення 3D-моделі по її плоскому кресленню.

Література: [4], [5], [6], [10], [11], [16] - [22], [81], [82].

Перш ніж приступити до побудови тривимірних моделей, давайте спробуємо відповісти на запитання: а навіщо нам це потрібно? Оскільки в наш час, в не найкращі для нашої економіки часи, ще майже половина користувачів САПР засновують свою роботу на двомірних, тобто плоских технологіях. Тому є кілька причин, і головна серед них не стільки людська інертність в освоєнні нових технологій, скільки вартість ліцензій сучасних систем САПР.

Отже це означає, що використовувані ними системи (наприклад той же AutoCAD), працюють у режимі "електронного кульмана". У цьому випадку електронне креслення складається з окремих геометричних примітивів (відрізків, окружностей, дуг тощо). При введенні геометричних об'єктів, що складають креслену деталь, конструктор може використовувати знання й навички, набуті при кресленні на кульмані, з використанням олівця та лінійок, тому що логіка креслення в обох випадках має багато спільного.

Незважаючи на те, що 2D-системи дозволяють цілком успішно вирішувати поставлені перед більшістю користувачів завдання, у міру розвитку нових технологій усе ясніше проявляються серйозні обмеження, властиві плоскому проектуванню.

Основний недолік 2D-систем полягає в тому, при створенні плоского креслення конструкторові доводиться мислити не в термінах проекрованої деталі – основа, отвір, ребро жорсткості, а в термінах традиційного набору геометричних примітивів – відрізок, дуга, окружність і т.д. Наприклад, для побудови тонкостінної трубки на зобра-

женні деталі Патрубок, показаної на рис. 3.1, конструктор повинен розкласти її на окремі відрізки й дуги й побудувати проєкції цих елементів на всіх необхідних видах деталі. Ця робота вже досить рутинна і не несе в собі творчого початку.

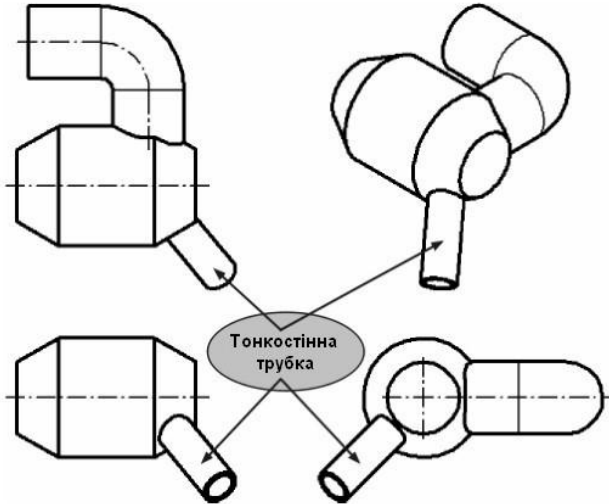


Рисунок 3.1 - Патрубок

Якщо виникає необхідність внести в деталь будь-які зміни, то їх необхідно заново відобразити на всіх видах деталі, що знову пов'язано з великими витратами часу. Частково цю проблему можна вирішити за рахунок створення параметричних плоских креслень. Однак не всі сучасні 2Dсистеми мають такі можливостями. До того ж створення складного параметричного креслення є далеко не простим завданням.

Обмеження 2Dсистем особливо наочно проявляються, коли поверхня деталі має складну форму (рис. 3.2), або коли необхідно побудувати аксонометричну проєкцію (рис. 3.3). Значна трудомісткість побудови складних поверхонь і аксонометричних проєкцій може змусити конструктора відмовитися від їхнього зображення або спростити форму деталі. У першому випадку це утрудняє розуміння проекту, у другому – знижує привабливість виробу з погляду споживача.

Список обмежень двомірного проектування можна продовжити й далі. У нього можна включити складність розуміння взаємного положення й взаємодії деталей у складальних одиницях, складність або

неможливість передачі даних у системи інженерного аналізу й підготовки керуючих програм для верстатів із числовим програмним управлінням (ЧПУ).

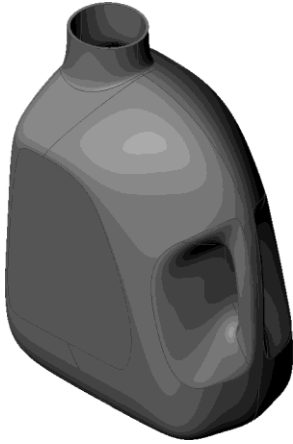


Рисунок 3.2 - Приклад складної форми

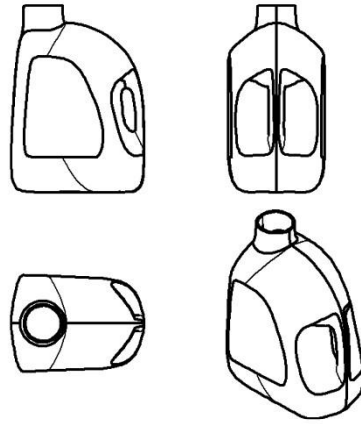


Рисунок 3.3 - Побудова видів та аксонометрії

Наведені вище приклади дозволяють зробити висновок, що використання тільки лише двомірних систем як засобу проектування й підготовки креслень породжує серйозні проблеми й сповільнює випуск нових виробів.

Перехід на тривимірне моделювання.

Сучасні 3D-системи мають досить ефективні засоби моделювання. Вони дозволяють створювати тривимірні моделі самих складних деталей і складань.

Використовуючи наочні методи створення об'ємних елементів, конструктор оперує простими й природними поняттями: основа, бобишка, ребро жорсткості, отвір, фаска, оболонка (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 - Основні елементи 3D-моделі деталі

При цьому процес проектування часто відтворює технологічний процес виготовлення деталі. У процесі побудови тривимірних моделей складальних одиниць конструктор має можливість тимчасово відключати відображення будь-яких елементів моделі.

Це особливо зручно, якщо модель містить у собі корпусні деталі, у яких розміщені інші компоненти виробу. На рис. 3.5 ліворуч показана модель складальної одиниці "Вентиль", виконана в системі КОМПАС. Праворуч показана частина тієї самої моделі, але з "погашеною" деталлю "Корпус".

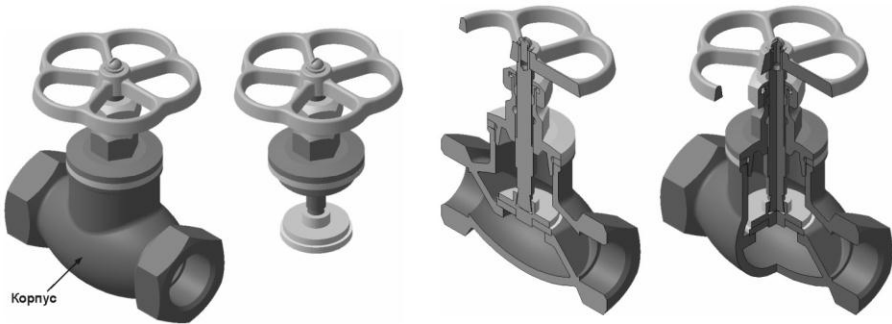


Рисунок 3.5 - "Вентиль" в зборі розроблений в системі Компас

Рисунок 3.6 - Перетин вентилля фронтальною та ламаною площинами

У будь-який момент, безпосередньо на екрані монітора, конструктор може виконати розріз моделі стандартними або додатковими площинами проекцій, або побудувати свій, самий неймовірний розріз. На рис. 3.6 ліворуч "Вентиль" розсічений фронтальною площиною проекцій. Праворуч те ж складання розрізане ескізом, що представляють собою ламану лінію із двох перпендикулярних відрізків.

Після побудови 3D-моделі деталі або складання, або безпосередньо в ході побудови, конструктор може одержати її креслення, унікши в такий спосіб рутинного створення видів засобами плоского креслення. Для цього потрібно лише вказати необхідні види, провести лінії розрізів або перетинів.

Плате креслення буде створено автоматично та з абсолютною точністю, незалежно від складності моделі. Отриманий у такий спосіб документ можна допрацьовувати вбудованими в систему засобами 2D-креслення: проставити додаткові розміри, позначення позицій, за-

повнити основний напис або підготувати специфікацію (рис. 3.7).

У всіх сучасних 3D-системах об'ємні моделі й плоскі креслення асоційовані між собою. Це означає, що будь-яка зміна, внесене в модель, буде негайно й точно відбите на всіх видах креслення.

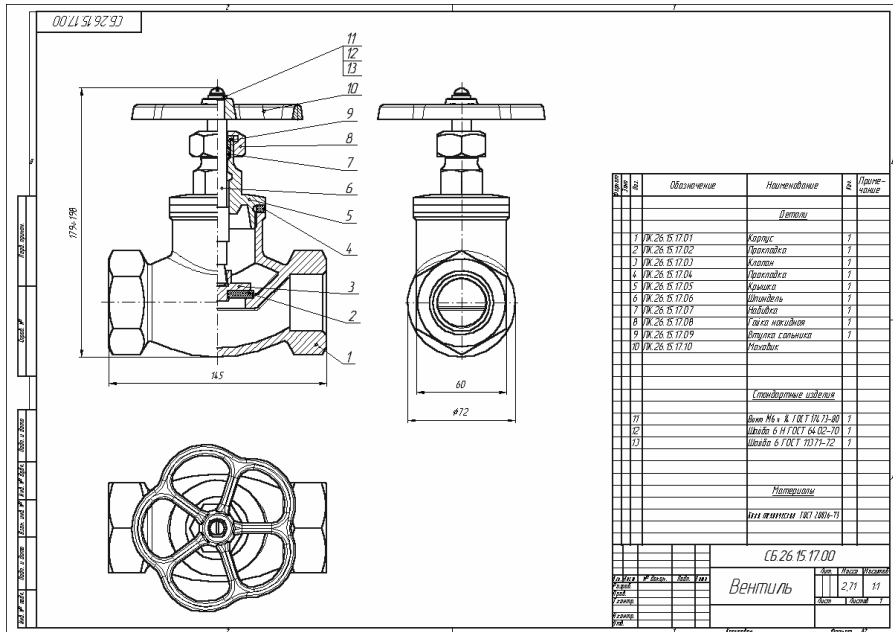


Рисунок 3.7 - Автоматично створене креслення зі специфікацією

Кожна сучасна 3D-система має у своєму розпорядженні потужні засоби редагування моделі. Можливості таких систем дозволяють задавати параметричні зв'язки та асоціації як між окремими елементами деталей, так і між деталями в складальних одиницях. Це дозволяє швидко вносити зміни в проект, створювати різні варіанти як окремих деталей, так і всього виробу в цілому.

На рис. 3.8 показано два варіанти деталі "Кронштейн", що відрізняються розмірами своєї основи. Для побудови другого варіанта досить змінити значення розміру, що визначає довжину основи. Після цього система перебудує модель зі збереженням загальної топології деталі: хомут для кріплення підшипника пов'язаний з лівою гранню деталі, а три кріпильні отвори – із правою.

Три деталі, показані на рис. 3.9 – це насправді три різні конфігурації однієї й тієї ж моделі "Хрестовина", що відрізняються своїми параметрами. Таким чином, для одержання всіх типорозмірів родинних деталей, що випускаються або використовуваних на підприємстві, часто досить побудови однієї єдиної моделі.

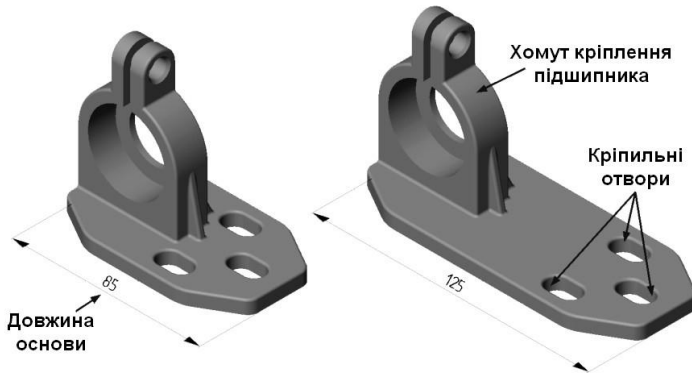


Рисунок 3.8 - Варіанти деталі "Кронштейн"

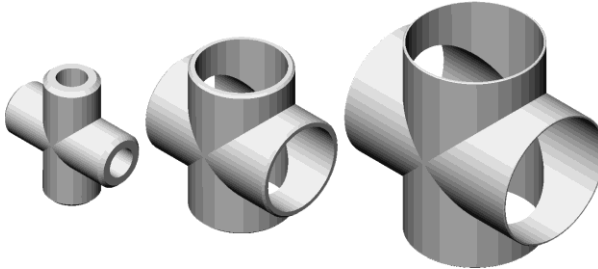


Рисунок 3.9 - Конфігурації деталі "Хрестовина"

По тривимірній моделі деталі система легко визначає її фізичні характеристики: площа поверхні, об'єм, координати центру ваги і т.д.. Якщо користувач визначає властивості матеріалу, то автоматично обчислюється маса. Це стосується як деталей, так і складань будь-якої складності. На рис. 3.10 показана модель складальної одиниці "Блок напрямний", виконаної в системі КОМПАС.

А вже на рис. 3.11 ви бачите інформаційне вікно з результатами розрахунків масових та інерційних характеристик складання з урахуванням ваги кожної із вхідних у неї деталей. Деякі сучасні 3D-системи забезпечуються вбудованими модулями, що розширюють їхні можли-

вості: створення ливарних форм, робота з деталями з листового металу, проектування трубопроводів і т.д. На рис. 3.12 показана деталь "Коробка", спроектована в системі SolidWorks. Деталь виготовлена методом гнуття зі сталевго листа.

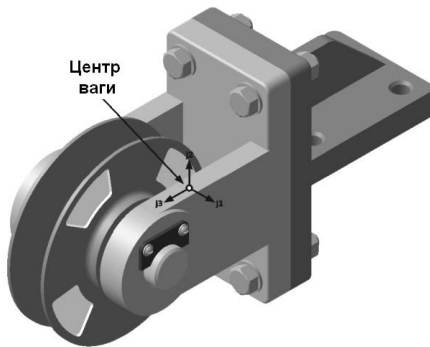


Рисунок 3.10 - Центр ваги складання "Блок нап'ямний"

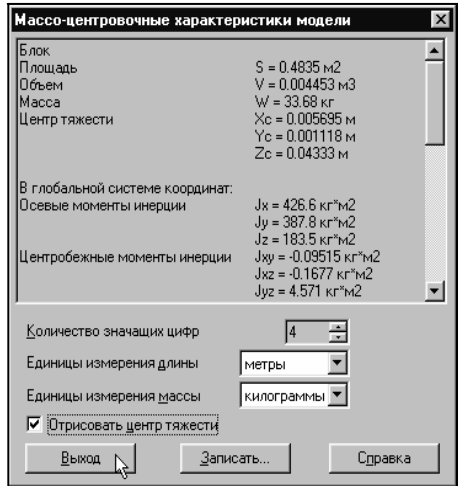


Рисунок 3.11 - Результаты розрахунків масових та інерційних характеристик складання

Праворуч показано плоске розгорнення цієї деталі, автоматично побудоване системою з урахуванням допусків згину. На зображенні розгорнення добре видні лінії згину й границі областей гнуття.

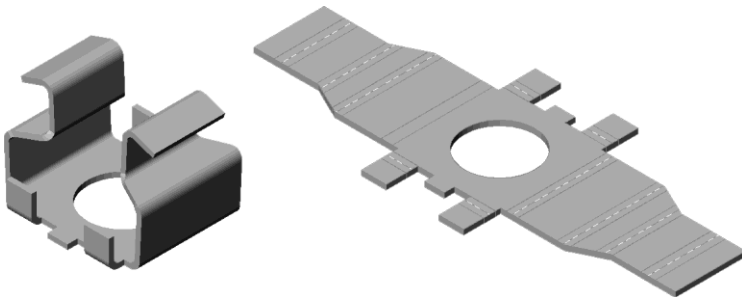


Рисунок 3.12 - Деталь "Коробка" спроектована в системі SolidWorks

На рис. 3.13 показана деталь "Кришка", спроектована в системі

КОМПАС. Деталь виготовляється методом лиття із пластмаси. Для виготовлення такої деталі необхідне спеціальне технологічне оснащення – прес-форма, яка складається з матриці (формотворного елемента, що визначає зовнішню форму деталі) і пуансона (формотворного елемента, що визначає внутрішню форму деталі).



Рисунок 3.13 - Деталь "Кришка" спроектована в системі КОМПАС

На рис. 3.14 показані ці елементи, спроектовані в системі КОМПАС на основі геометрії деталі "Кришка". Твердотільні моделі пуансона й матриці можуть бути передані безпосередньо в технологічну систему для підготовки керуючих програм для верстата з ЧПУ й наступного виготовлення в металі. На рис. 3.15 деталь "Кришка" показана в оточенні матриці й пуансона для більш наочної уяви їх форми та взаємного положення.

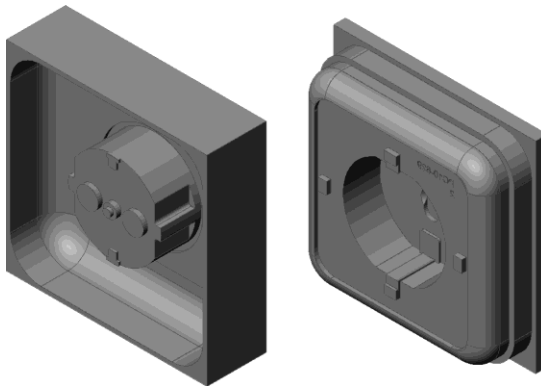


Рисунок 3.14 - Прес-форма "Кришки"

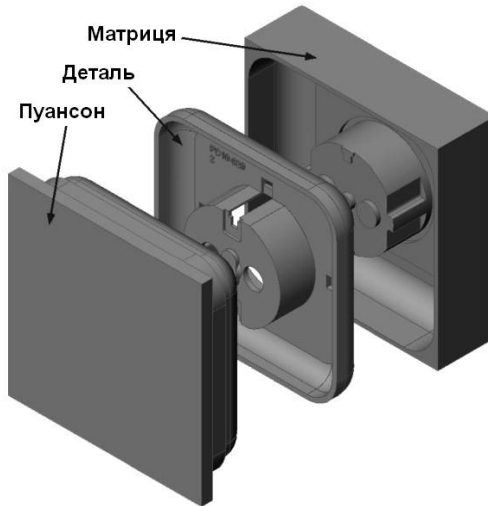


Рисунок 3.15 - Оснащення для виготовлення деталі з пластмаси

Тривимірні твердотільні моделі містять у собі всю геометричну інформацію, необхідну для роботи систем інженерного аналізу. У цьому полягає одна з головних переваг 3D-моделювання. Така модель може бути передана в будь-яку систему інженерних розрахунків для виконання її аналізу: розрахунків напруг і деформацій, частотного аналізу для визначення власних частот і форм коливань, теплових розрахунків і пов'язаних з ними температурних деформацій і напруг.

Робота подібних систем заснована на використанні методу кінцевих елементів, при якому тривимірна модель розбивається на елементарні об'ємні елементи різної форми, одержувані при нанесенні на тверде тіло сітки кінцевих елементів. Розбивка моделі на сітку кінцевих елементів дозволяє з високим ступенем точності відтворити реальну твердотільну геометрію деталі або вузла й забезпечує високу точність рішень.

Багато із сучасних систем інженерних розрахунків не вимагають від конструктора докладного знання теорії, на якій базуються розрахунки методом кінцевих елементів. Маючи у своєму розпорядженні тривимірну модель деталі, користувач повинен вибрати необхідний йому вид розрахунків, визначити характер закріплення й зовнішні навантаження, що діють на деталь, а також вибрати з бібліотеки матері-

ал, з якого вона буде виготовлятися.

На рис. 3.16 показана деталь "Важіль", спроектована в системі SolidWorks. Матеріал деталі – алюмінієвий сплав.

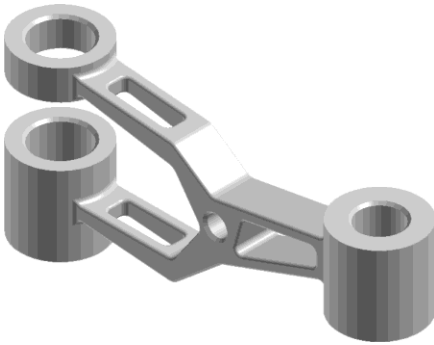


Рисунок 3.16 - Деталь "Важіль" спроектована в системі SolidWorks

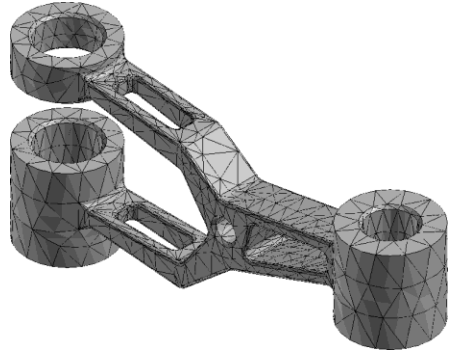


Рисунок 3.17 - Результат розбивки моделі на сітку кінцевих елементів

Далі дана модель була передана в систему інженерних розрахунків Designspace для виконання її аналізу методом кінцевих елементів. На рис. 3.17 показаний результат розбивки моделі на сітку кінцевих елементів. На рис. 3.19 показані напрямки і величини прикладених зусиль, а також навантажені й опорні поверхні деталі.

З малюнка ясно, що на модель діють дві сили, вектори яких рівномірно розподілені по навантаженій циліндричній грані в правій частині деталі. Дві циліндричні грані в лівій частині деталі є опорними (фіксованими). Далі показані результати розрахунків для даної геометрії деталі, її матеріалу, опорних елементів і прикладених навантажень. На рис. 3.19 показаний розподіл еквівалентних напруг у моделі. На рис. 3.20 показаний результат оцінки коефіцієнта безпеки по еквівалентних напругах. На рис. 3.21 показаний результат розрахунків деформації моделі. Спеціальним значком (синього кольору), у правій частині деталі позначена ділянка, що зазнає максимальної деформації.

Якщо модель являє собою складальну модель якого-небудь механізму, то для неї може бути виконаний кінематичний аналіз із визначенням координат, швидкостей, прискорень і сил взаємодії окремих її ланок. На основі заданих параметрів деякі системи дозволяють згенерувати avi-файл, який можна переглянути за допомогою стандартних засобів Windows.



Рисунок 3.18 - Напрямок і величина прикладених зусиль

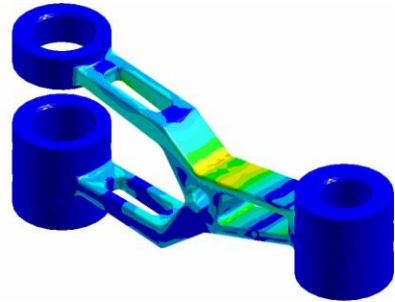


Рисунок 3.19 - Розподіл еквівалентних напруг у моделі

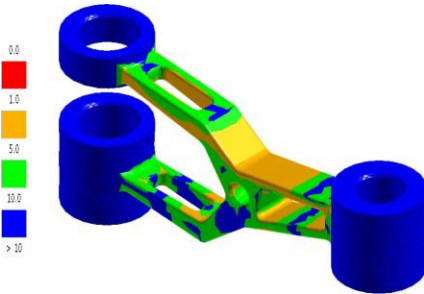


Рисунок 3.20 - Результат оцінки коефіцієнта безпеки

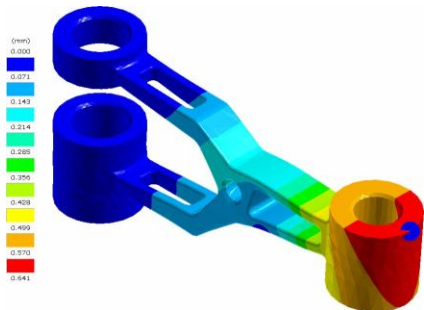


Рисунок 3.21 - Результат розрахунків деформації моделі

Тривимірна модель є набагато більш наочним представленням виробу, ніж її плоске креслення. Крім створення будь-якої аксонометричної проєкції, 3D-системи дозволяють легко будувати рознесені види виробу, за допомогою яких можна демонструвати порядок складання, розбирання або технічного обслуговування виробу. Така можливість може бути дуже корисною при підготовці технічної документації й рекламних матеріалів. На рис. 3.22 ліворуч показана складальна одиниця "Кран кульовий", виконана в системі КОМПАС.

Праворуч показаний рознесений вид тієї ж моделі. Рознесені види й анімаційні ролики можуть бути використані як наочні приладдя при підготовці виробництва, при навчанні й перепідготовці персоналу, що займається технічним обслуговуванням продукції, що випускається, а також у відділі маркетингу для демонстрації замовникові можливостей і характеристик пропонованої продукції ще до випуску перших

дослідних зразків.

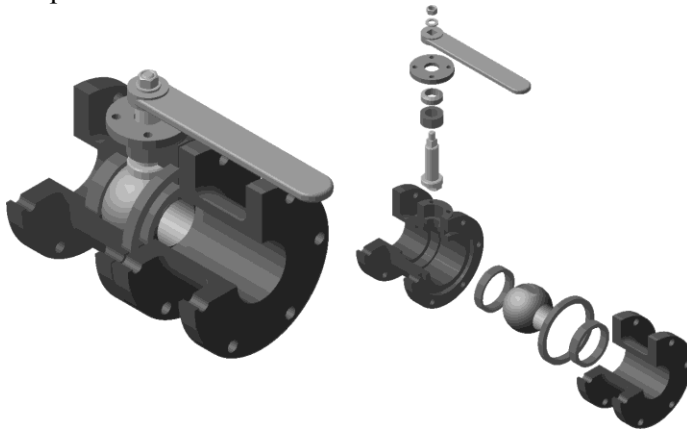


Рисунок 3.22 - Складальна одиниця "Кран кульовий", виконана в системі КОМПАС

Спеціальні підсистеми створення фотореалістичних зображень на основі твердотільних моделей, дозволяють нанести на поверхню змодельованих деталей і вузлів різні текстури. На рис. 3.23 ліворуч показана твердотільна модель шатуна, спроектована в системі SolidWorks. Праворуч показана та ж модель із нанесеною на неї текстурою грубого чавунного виливка.

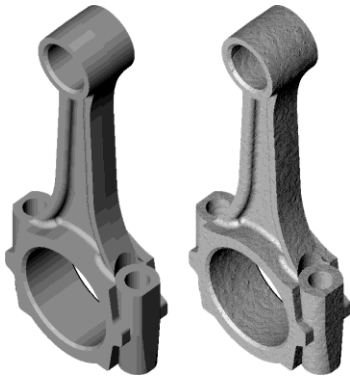


Рисунок 3.23 - Твердотільна модель шатуна (SolidWorks)

Крім того подібні системи дозволяють вибрати фонове зображення, на якому розміщена модель. Види текстур й фонові зображення вибираються з готових стандартних бібліотек, у яких можуть бути присутні різні сорти каменю, конструкційні матеріали, дерево й багато чого іншого. При необхідності бібліотеки можуть бути доповнені користувачем самостійно. На основі інформації про розставлені джерела світла генеруються тіні й півтіні, що надають надзвичайну правдоподібність комп'ютерному зображенню ще не існуючої реально конструкції.

Про переваги тривимірного моделювання можна говорити й далі, але й наведених фактів досить, щоб переконалися в його перевагах. Чому ж багато фахівців використовують лише добре зарекомендували себе, але, вже поступово втрачаючи актуальність 2D-системи? Ми вже говорили про дві основні причини, які звичайно згадують користувачі: висока вартість 3D-систем і складність їхнього освоєння.

Керування орієнтацією деталі.

При роботі над 3D-моделлю постійно виникає необхідність переглядати її з різних сторін. Для цього в будь-якій системі моделювання передбачені різні способи керування орієнтацією деталі - за допомогою миші або клавіатури використовуючи комбінації системних клавіш "Ctrl-", "Alt-", "Shift-" та стрілок, або використовуючи відповідні налаштування меню програми.

Наприклад, в системі Компас, якщо Вам необхідно повернути 3D-модель у площині екрана, то потрібно переміщати курсор з натиснутою лівою кнопкою миші, одночасно втримуючи натиснутою кнопку <Alt> на клавіатурі. Будь-яку модель можна розташувати в просторі таким чином, що одна із трьох стандартних площин проекцій буде паралельна площині екрана (рис. 3.24). При цьому можна одержати будь-яку стандартну проекцію деталі, що відповідає її видам на аркуші креслення (рис. 3.25).

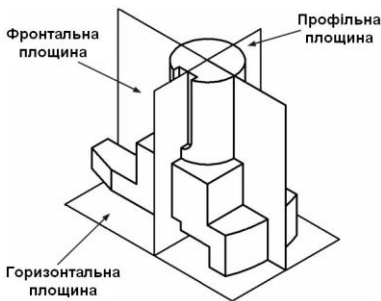


Рисунок 3.24 - Стандартні площини проекцій

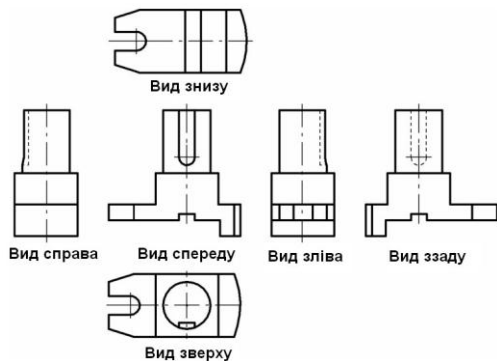


Рисунок 3.25 - Стандартні проекції деталі

Для одержання потрібної стандартної проекції деталі з використанням стандартних орієнтацій, треба розкрити в програмі список ви-

дів натисканням миші на кнопці **"Список видів"** у рядку поточного стану. Далі виберіть назву стандартної проекції зі списку видів (рис. 3.26). Після цього обрана проекція буде відображена в полі **"Текущая ориентация изображения"**, а зображення на екрані буде перебудовано відповідно до зазначеного напрямку погляду.



Рисунок 3.26 - Список видів проекції 3D-деталі



Рисунок 3.27 - Вибір орієнтації 3D-моделі користувачем

Іноді під час моделювання потрібно, щоб паралельно площині екрана виявилася не одна зі стандартних площин проекцій, а певна плоска грань деталі, або побудована користувачем допоміжна площина. Для одержання такої орієнтації необхідно вказати клацанням миші потрібний плоский об'єкт у моделі (рис. 3.27), а потім вибрати зі списку видів рядок **"Нормально к ..."**.

Ви можете розширити список стандартних видів, запам'ятавши поточну орієнтацію моделі під будь-яким власним іменем, а потім вертатися до неї в будь-який момент, вибравши її ім'я зі списку. Це можна зробити за допомогою системного діалогового вікна **"Ориентация вида"** (рис. 3.28).

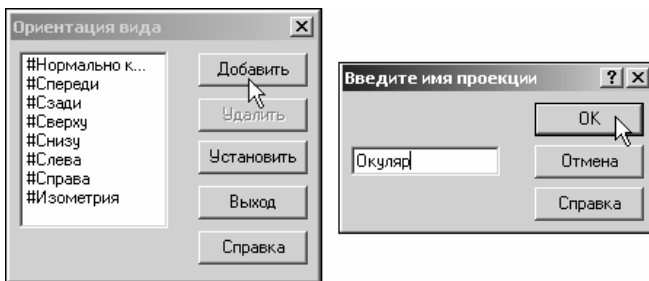


Рисунок 3.28 - Створення власного виду 3D-моделі на екрані

Ви можете не тільки створювати новий вид, але й вибирати будь-який з вже існуючих. Для цього клацанням миші потрібно вибрати потрібний вид у списку й нажати кнопку **"Установить"**. Крім того користувацький вид, що став непотрібним, можна вилучити зі списку за допомогою кнопки **"Удалить"**.

Загальні принципи моделювання деталей.

Процедури моделювання, які надають у розпорядження користувача сучасні тривимірні системи, настільки прості й наочні, що просто прирікають будь-кого на успіх. Єдиний спосіб розв'язати всі сумніви – це спробувати самостійно побудувати кілька 3D-моделей, починаючи з найпростіших і поступово переходячи до більш складних.

Починаючи з найперших елементарних кроків, Ви самі зможете переконатися, що для успішної роботи в абсолютно будь-якій системі, від Компаса до САПІА - не треба робити інтелектуальних подвигів на щоденній основі! Головне що від Вас вимагається - це всього лише зробити перший крок, тобто взяти і почати процес моделювання.

А для цього необхідно усвідомити і запам'ятати одну просту річ - ***у всіх сучасних системах тривимірного моделювання побудова твердотільної моделі виконується по загальному принципу***, який полягає в послідовному виконанні операцій об'єднання, віднімання й перетинання над об'ємними елементами (призмами, циліндрами, пірамідами, конусами і т.д.).

Розглянемо найпростіший приклад побудови 3D-моделі деталі, зі вказаною вище послідовністю операцій. На початку створюється прямокутна призма (рис. 3.29), що лежить в основі деталі (1). Потім до моделі додається циліндрична бобишка шляхом об'єднання призми із циліндром (2). До створеного в результаті тіла, додається усічена піраміда (3). Нарешті, у моделі виконується побудова отвору шляхом віднімання з неї циліндра (4).

Як створюються об'ємні елементи. Для створення об'ємних елементів використовується переміщення плоских фігур у просторі. У процесі переміщення ці фігури обмежують частину простору, яка й визначає форму елемента. Нижче показано кілька типових переміщень плоских фігур і отримані в результаті об'ємні елементи різної форми. Переміщення прямокутника в напрямку, перпендикулярному його площині, приведе до формування призми, яку можна розглядати як прямокутну пластину певної товщини.

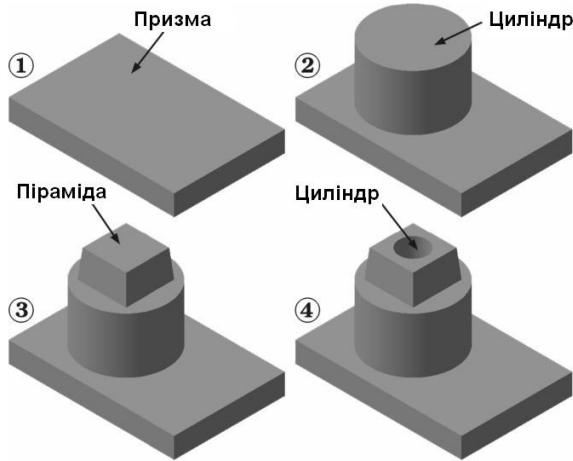


Рисунок 3.29 - Побудова простої 3D-моделі деталі

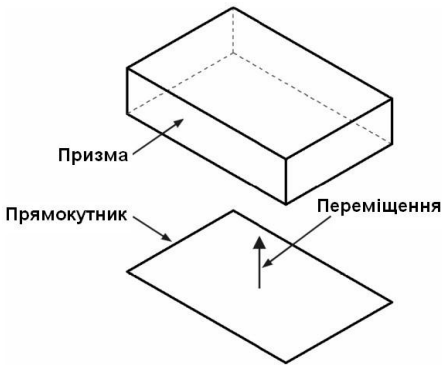


Рисунок 3.30 - Створення прямокутної пластини



Рисунок 3.31 - Створення валу

У результаті повороту ламаної лінії на 360° навколо осі, що лежить у площині ламаної, буде сформований об'ємний елемент. Цей елемент буде являти собою вал, що складається із циліндричних і конічних ділянок. Якщо окружність перемістити уздовж напрямної кривої, то отримаємо об'ємний елемент, що являє собою круглий стрижень певного діаметру й форми (рис. 3.32).

Ескізи й операції.

Плоска фігура, у результаті переміщення якої утворюється об'ємне тіло, називається ескізом, а саме переміщення – операцією.

Ескіз може розташовуватися в одній зі стандартних площин проєкцій, на плоскій грані існуючого тіла або на допоміжній площині, положення якої визначено користувачем. Ескізи зображуються засобами плоского креслення й складаються з

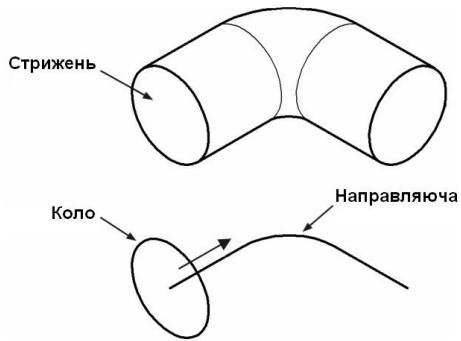


Рисунок 3.32 - Створення зігнутого стрижня

окремих графічних примітивів: відрізків, дуг, окружностей, ламаних ліній і т.д. При цьому доступні всі команди побудови й редагування зображення, засоби створення параметричних залежностей і різні сервісні можливості. В ескіз можна скопіювати зображення зі створеного раніше креслення або фрагмента. Це дозволяє при створенні тривимірної моделі використовувати існуючі плоскі креслення.

Різні системи мають у своєму розпорядженні різний набір інструментів для побудови об'ємних елементів. Однак деякі базові типи операцій присутні практично у всіх системах. До цих основних операцій можна віднести наступні:

- **операція видавлювання** – видавлювання ескізу в напрямку, перпендикулярному площині ескізу;
- **операція обертання** – обертання ескізу навколо осі, що лежить у площині ескізу;
- **кінематична операція** – переміщення ескізу уздовж напрямної;
- **операція по перетинах** – побудова об'ємного елемента по декільком ескізам, які розглядаються як перетин елемента в декількох паралельних площинах.

Кожна операція має додаткові можливості (опції), які дозволяють змінювати або уточнювати правила побудови об'ємного елемента. Наприклад, якщо в операції видавлювання прямокутника додатково задати величину й напрямок ухилу, то замість призми буде побудова-

на усічену піраміду.

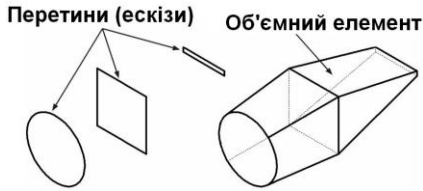


Рисунок 3.33 - Операція по перетинах

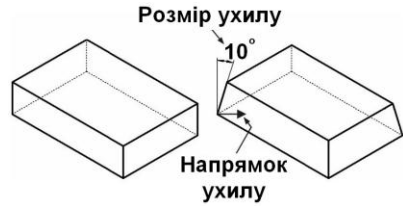


Рисунок 3.34 - Побудова усіченої піраміди

Таким чином, процес створення тривимірної моделі полягає в багаторазовому додаванні або видаленні додаткових об'ємів. Кожний з них являє собою елемент, утворений за допомогою операцій над плоскими ескізами. Але із цього правила є виключення. Наприклад, такі елементи, як фаски або скруглення не мають потреби в створенні ескізів. При виборі операції потрібно в першу чергу визначити, чи буде створюваний елемент відніматися з наявного на даний момент тіла, або додаватися до нього. Прикладами видалення об'єму з деталі можуть бути різні отвори, проточки, канавки, пази, а прикладами додавання об'єму – бобишки, виступи, ребра.

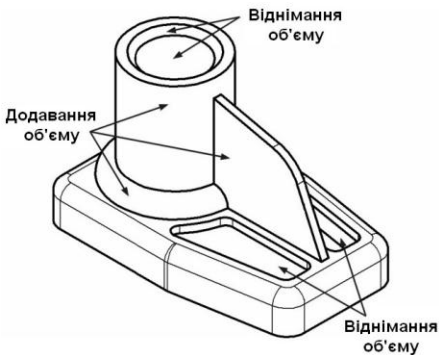


Рисунок 3.35 - Створення тривимірної моделі

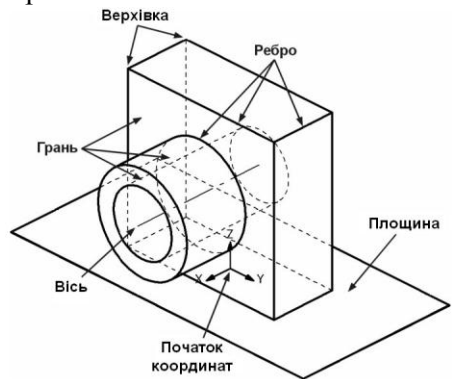


Рисунок 3.36 - Основні елементи 3D-моделі

Основні терміни тривимірної моделі. Об'ємні елементи, з яких складається тривимірна модель, утворюють у ній грані, ребра й вершини. Коротка характеристика цих елементів наведена в табл.3.1.

Таблиця 3.1 - Основні терміни тривимірної моделі

Грань	Гладка (необов'язково плоска) частина поверхні деталі. Гладка поверхня деталі може складатися з декількох граней
Ребро	Пряма або крива, що розділяє дві суміжні грані
Вершина	Точка на кінці ребра
Тіло деталі	Замкнена й безперервна область простору, обмежена гранями деталі. Вважається, що ця область заповнена однорідним матеріалом, з якого виготовлена деталь

Крім того в моделі можуть бути присутні додаткові елементи: символ початку координат, площини та осі.

Основа моделі.

Побудова деталі починається зі створення її основи – першого формотворного елемента. Основа є в будь-якій деталі й вона завжди одна. Зрозуміло, що створення основи завжди пов'язане з додаванням матеріалу, адже до його появи віднімати матеріал просто нема із чого.

У якості основи можна використовувати кожний із чотирьох основних типів формотворних елементів: елемент видавлювання, елемент обертання, кінематичний елемент і елемент по перетинах.

На початку створення моделі завжди постає питання про те, який з її елементів використовувати як основу. Для цього бажано хоча б приблизно представляти конструкцію майбутньої деталі.

Найчастіше в якості основи слід використовувати той елемент деталі, до якого зручніше додавати всі інші елементи. Часто такий підхід повністю або частково повторює технологічний процес виготовлення деталі.

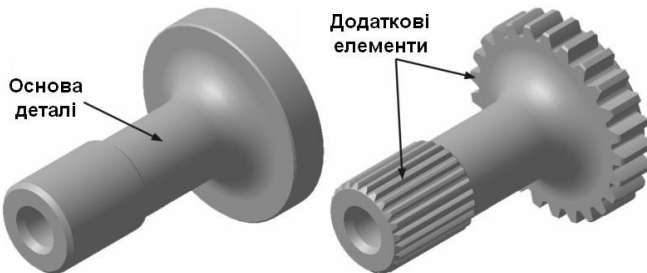


Рисунок 3.37 - Додавання до основи додаткових елементів

У якості основи можна розглядати елемент деталі, щодо якого задані положення, розміри або форма більшості інших елементів.

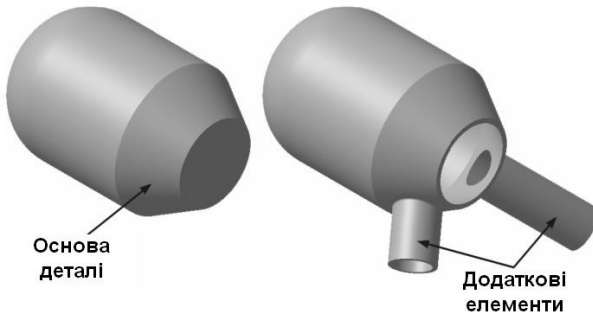


Рисунок 3.38 - Основа із заданим положенням інших елементів

У деяких випадках у якості основи слід розглядати найбільш складний елемент деталі, який можна побудувати однією командою або до якого згодом потрібно додати мінімальну кількість інших елементів. Зокрема, цілком можлива така ситуація, коли деталь повністю або в значній мірі складається з одної основи.

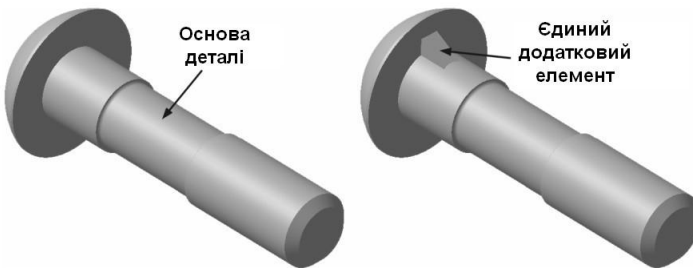


Рисунок 3.39 - Додавання мінімальної кількості елементів

Створення 3D-моделі по її плоскому кресленню.

Зазвичай при використанні систем тривимірного моделювання спочатку створюється модель деталі, а потім її плоске зображення – робоче креслення.

Однак може знадобитися вирішити зворотне завдання: побудувати тривимірну модель деталі по її раніше розробленому кресленню. Таке завдання виникає тоді, коли в знову проєктованих засобах 3D-моделювання виробам потрібно скористатися 2D-кресленнями раніше

розроблених деталей.

В такому разі беруть вже існуюче 2D-креслення (рис. 3.40), в електронному форматі, або сканують креслення на паперовому носії та виконують його векторизацію, і вже потім відкривають в 3D-програмі для побудови 3D-моделі.

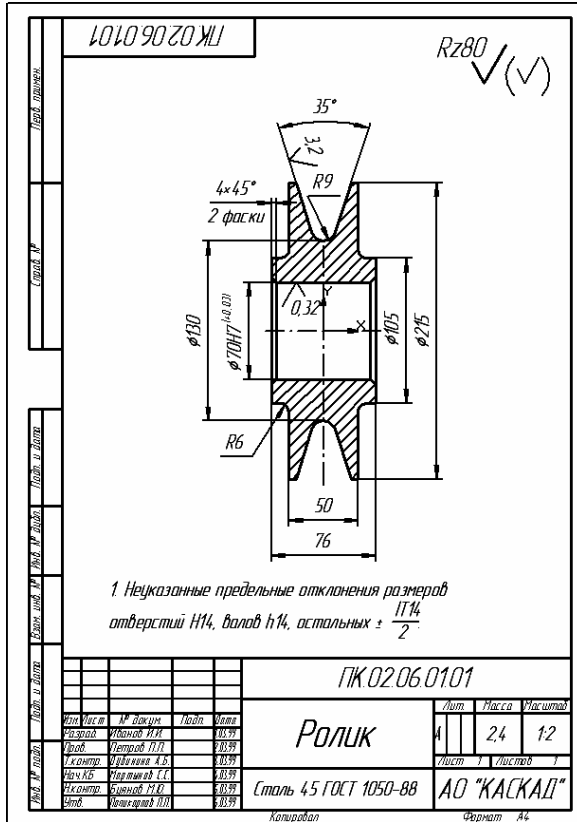


Рисунок 3.40 - Приклад вихідного креслення для побудови 3D-деталі

Коли вже є якісне електронне 2D-креслення, яке містить усю геометрію, необхідну для побудови тривимірної моделі цієї деталі, то на створення 3D-моделі вже буде потрібно не більше хвилини!

Отже необхідно на електронному 2D-кресленні, січною рамкою виділити необхідну для побудови геометрію (рис. 3.41) та скопіювати її в поле ескізу майбутньої 3D-моделі.

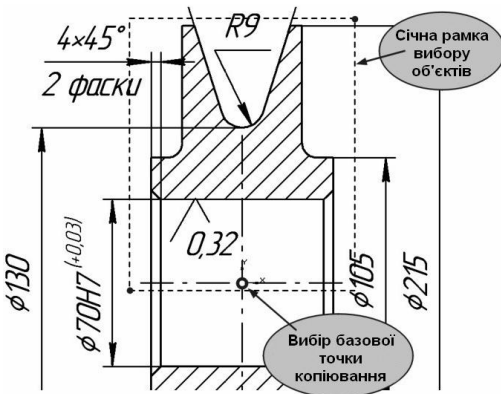


Рисунок 3.41 - Виділення необхідної геометрії січною рамкою

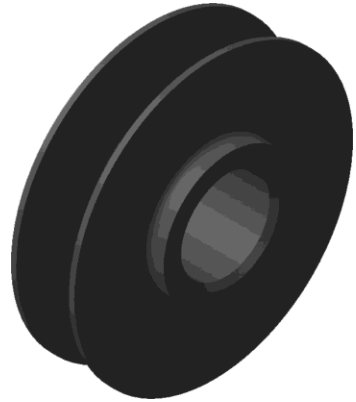


Рисунок 3.42 - Готова 3D-модель

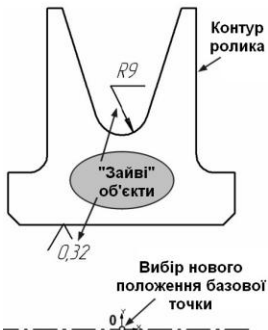


Рисунок 3.43 - Видалення зайвої геометрії

Після копіювання геометрії січною рамкою, разом з геометричними об'єктами в ескізі виявляться й деякі допоміжні об'єкти (розміри, позначення шорсткості поверхонь і т.д.). Всі ці об'єкти треба вилучити (рис. 3.43) - вони не будуть враховуватися при побудові об'ємних елементів, а будуть тільки захащувати ескіз. І нарешті використовуючи тип операції "Обертання" - будуюмо 3D-модель ролика, рис. 3.42. Готовій моделі призначаємо тип матеріалу "Сталь 45."

Питання для самоперевірки

1. Які основні обмеження двомірного проектування?
2. Розкажіть загальні принципи створення 3D-деталей.
3. Що таке каркасна модель деталі?
4. В чому полягає особливість поверхневого моделювання?
5. Що таке параметризація?
6. Назвіть основні операції побудови 3D-деталей.
7. Назвіть основні терміни тривимірної моделі.
8. Розкажіть загальний алгоритм створення 3D-моделі деталі по її плоскому кресленню.