

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія**

О.С.Ковалевська

**Методичні вказівки до лабораторних та
самостійної робіт**

з курсу

“Система 3-D моделювання Power Shape”

**для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»**

Краматорск, 2019

Ковалевська О.С.

К73 Методичні вказівки до лабораторних та самостійної робіт з курсу “Система 3-D моделювання Power Shape” для студентів спеціальності 7.05050201 «Прикладна механіка» / О.С.Ковалевська. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – 73 с.

Наведені описи лабораторних робіт по курсу «Система 3-D моделювання Power Shape», порядок їх виконання, вимоги до звітів і контрольні питання. Розглянуті прийоми використання сучасних програмних систем для проектування деталей механообробки.

УДК 558.512:621.9
ББК 34.5

ISBN XXXXX

©
О.С. Ковалевська
2018.
© ДДМА, 2018.

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1 Каркасне моделювання	6
Лабораторна робота №2 Робота з дугами. Робота з кривими	10
Лабораторна робота №3 Поверхневе моделювання	15
Лабораторна робота №4 Вписані площині	22
Лабораторна робота 5 Сполучення поверхонь	33
Лабораторна робота № 6 Твердотільне моделювання	50
Самостійна робота Редагування поверхонь	56
Список літератури	74

Лабораторна робота №1 Каркасне моделювання

Мета: отримання практичних навичок з побудови каркасних моделей за допомогою ліній та поліліній

Загальні відомості

Побудова об'єктів в системі PowerShare можлива в двох режимах: **динамічному** (або інтерактивному) і **діалоговому**. У першому випадку побудову здійснюють за допомогою миші. Координати точок відстежують в графічному вікні за допомогою інтелектуального курсора (рис. 1.1).

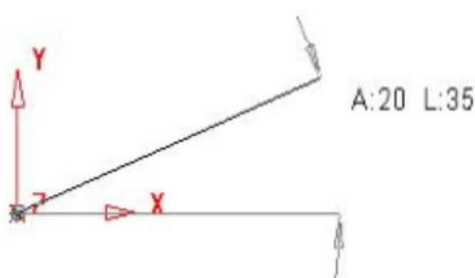


Рис. 1.1. Динамічний режим побудови лінії (інтелектуальний курсор показує полярний кут і довжину відрізка)

Курсор показує об'єктні прив'язки (кінцеві точки, проміжні, дотичні і т.п.), відстані, кути, радіуси, перетину об'єктів і ін. В діалоговому режимі всі координати необхідно вводити з клавіатури в поле введення координат.

Приклад 1. Робота з лініями.

Створіть локальну систему координат з довільним центром.

Побудуйте прямокутник в робочій площині XY розміром X100 Y75 мм, вершина якого знаходиться в точці (0 0 0) (рис. 1.2а).

Побудуйте одиночну лінію АВ довжиною 100 мм (рис. 1.2б).

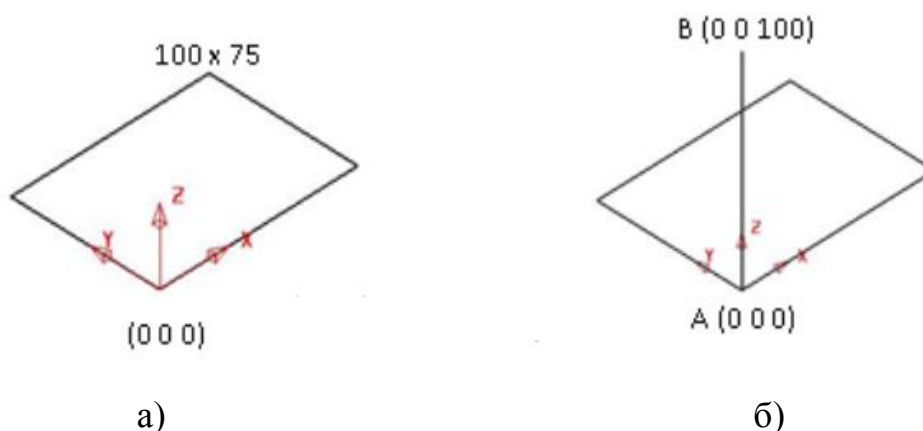


Рис. 1.2. Етапи моделювання: а) побудова прямокутника; б) створення лінії

Лінію **CD** отримаємо шляхом копіювання лінії **AB**. Для цього викличте загальну панель редагування, виділіть лінію, яку необхідно скопіювати і задайте функцію «Копіювати / перемістити об'єкт». Увімкніть іконку «Зберегти оригінал».

Скопіюйте лінію **AB** в динамічному режимі за допомогою миші (рис. 1.3) або в діалоговому режимі за допомогою завдання величини переміщення (100 0 0) в поле вводу координат.

За аналогією створіть лінії **EF** і **HG**, довжина яких дорівнює 125 мм.

Побудуйте полілінію **BDHF** в динамічному режимі за допомогою об'єктних прив'язок. Для завершення побудови полілінії натисніть **Esc** на клавіатурі.

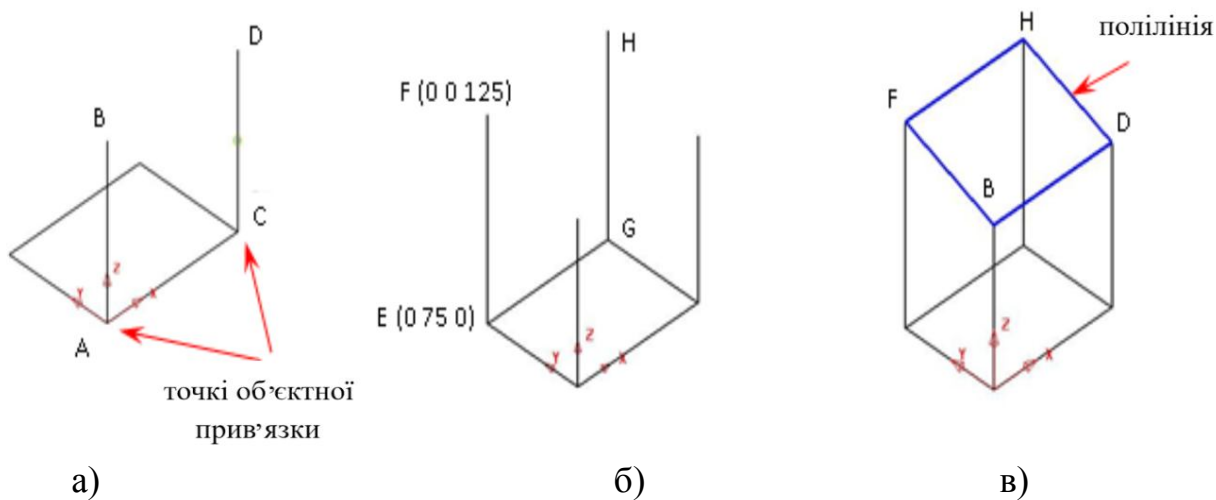


Рис. 1.3. Етапи моделювання: а) копіювання лінії **AB**; б) побудова ліній **EF** та **GH**; в) побудова полілінії **BDHF**

Створіть локальну систему координат в точці **E** і активізуйте робочу площину **YZ** (див. Рис. 1.4).

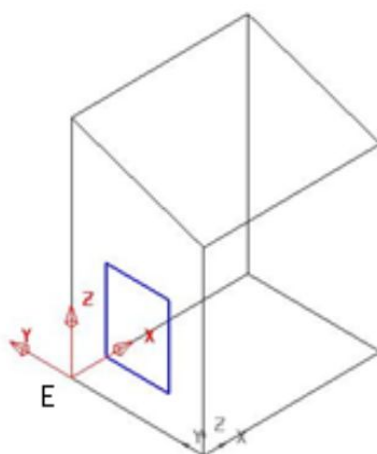



Рис. 1.4. Побудова прямокутника в площині **YZ**

Побудуйте прямокутник в площині **YZ**, вершина якого знаходиться в точці (0 -20 20), а протилежний кут в точці (0 -35 45).

Виберіть вид уздовж осі $-X$ і створіть на прямокутнику фаски $5 \times 45^\circ$ з обрізанням кутів  (рис. 1.5). Фаски будуються в динамічному режимі шляхом вказівки сполучаються ліній. Параметри фасок можна змінити в діалоговому режимі.

Активізуйте локальну систему координат в точці A , розгорніть її навколо осі X на 90° (рис. 1.6), встановіть робочу площину XU і вид уздовж осі Z .

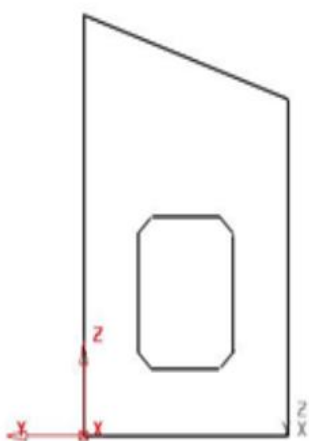


Рис. 1.5. Побудова фасок

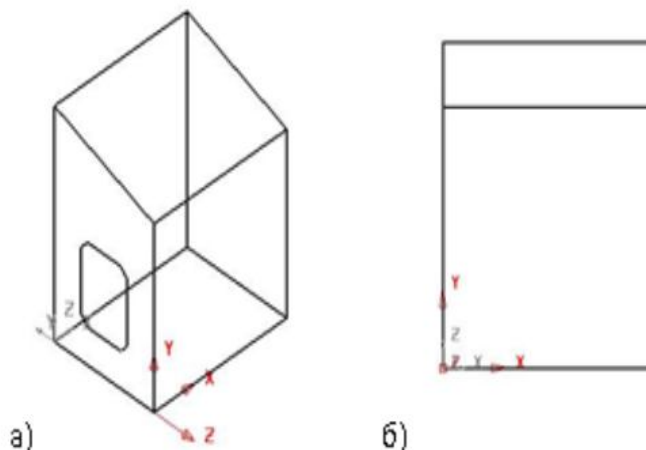


Рис. 1.6. Підготовка робочої площини XU :

а) розворот системи координат; б) вид уздовж вісі Z

У площині XU створіть восьмикутник зі стороною 20 мм, для побудови якого використовуйте полілінію з початковою точкою $(40 \ 20 \ 0)$.

Примітка: перша точка полілінії вводиться в абсолютних координатах, а друга і всі наступні - у відносних збільшеннях (рис. 1.7).

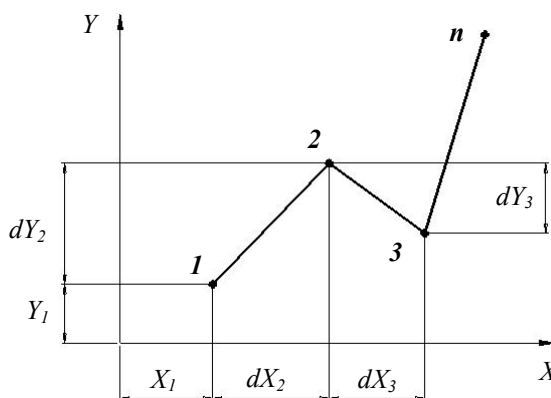



Рис. 1.7. Полілінія

Похилі ділянки можна задавати за допомогою полярних координат, як в інтерактивному, так і в діалоговому режимі. У другому випадку координата n -ої точки задається через іконку , розташовану в нижній частині вікна PowerShape.

Завершіть побудову восьмикутника.

Примітка: У разі, якщо координати точок введені невірні, можна увійти в режим редагування об'єкта і змінити необхідні параметри. Діалогове

вікно редагування викликають подвійним зазначенням миші по об'єкту або вибором відповідної опції в контекстному меню (контекстне меню будь-якого об'єкта викликають правою кнопкою миші).

- Створіть і збережіть композитну криву.
- Виділіть і скопіюйте цю композитну криву в буфер обміну даними.
- Створіть в точці В локальну систему координат і розгорніть її в динамічному режимі, як показано на рис. 1.8а.
- Щодо нової системи координат вставте з буфера обміну композитну криву у вигляді восьмикутника (рис. 1.8б).

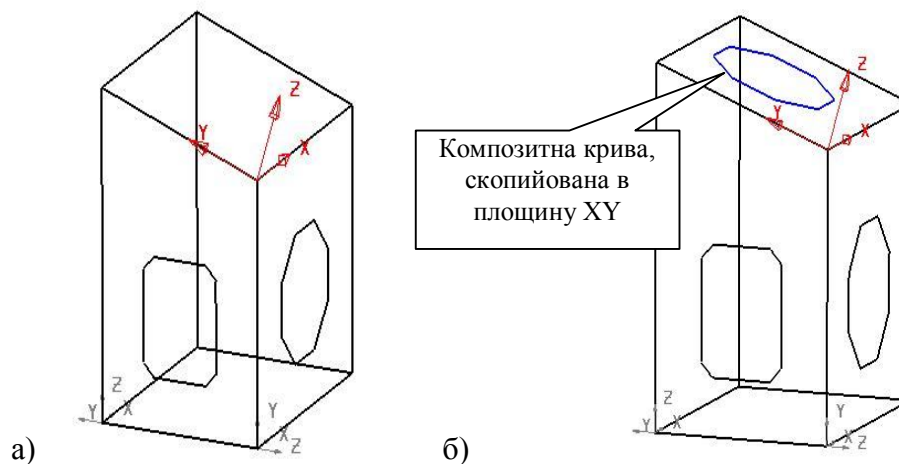


Рис. 1.8. Створення копії композитної кривої: а) підготовка наклонної СК; б) вставка кривої з буферу обміну в наклонну СК

Хід роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом лекції.
2. Запустити PowerShape через меню «Пуск».
3. За вказаним алгоритмом побудувати каркасну модель (рис. 1.8).
4. Зберегти проект

Зміст звіту

1. Назва та мета роботи
2. Образи екрану з ілюстрацією процесу побудови каркасної моделі
3. Висновки

Контрольні питання

1. Основні елементи інтерфейса системи PowerShape
2. Управління графічним вікном
3. Створення локальної системи координат та її редагування
4. Введення полярних та декартових координат.
5. Порядок побудови каркасних моделей
6. Засоби переміщення і копіювання елементів

Лабораторна робота №2 Робота з дугами. Робота з кривими.

Мета: отримання практичних навичок з побудови каркасних моделей за допомогою ліній, поліліній, дуг

Загальні відомості

Система PowerShape дозволяє створювати кола, дуги і заокруглення. Основу всіх методів побудов дуг складають два: дуга по центру і двох точках, окремим випадком якої є повна окружність, і дуга по трьом точкам, різновидом якої є скруглення.

Побудуйте за допомогою дуг і ліній контур, розміри якого представлені на рис. 2.1.

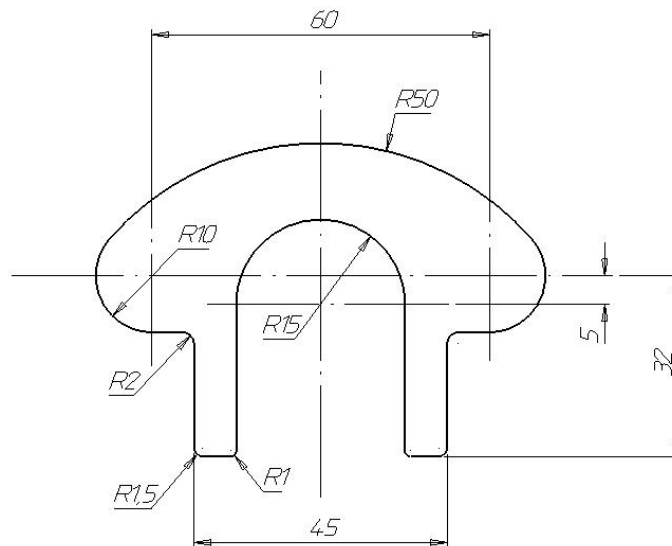



Рис. 2.1. Креслення контура з дугами

Примітки:

- 1) При сполученні двох кіл дугою або лінією використовуйте об'єктну дотичну прив'язку Tangent;
- 2) Для видалення ділянок контуру потрібно скористатися функцією «Інтерактивне обмеження кривих» , доступ до якої можливий з загальної панелі редагування;
- 3) Радіус кута при побудові заокруглень визначається системою автоматично. Тому щоб уникнути повторного редагування радіуса заокруглення кута, точне його значення можна задавати в поле введення координат до етапу виділення двох ліній (наприклад:).

Робота з кривими

Перетворіть контур в композитну криву.

Примітки:

- 1) Для зручності деякі функції в системі PowerShape виконуються за допомогою «гарячих» клавіш на клавіатурі. Для швидкого створення

композитної кривої можна використовувати клавішу «Alt» і одночасне вказівку будь-якої точки контуру лівою кнопкою миші.

2) Для розбивки композитної кривої на складові каркасні елементи використовується функція «Розбити» в контекстному меню об'єкта.

Композитна крива є складною кривою. Математично вона представлена в формі Безьє-кривої. Будь-яка крива Безьє складається з опорних точок, в яких є дотичні вектори. На кінцях дотичних векторів розташовані контрольні точки, що визначають довжину вектора і його положення в просторі (рис. 2.2).

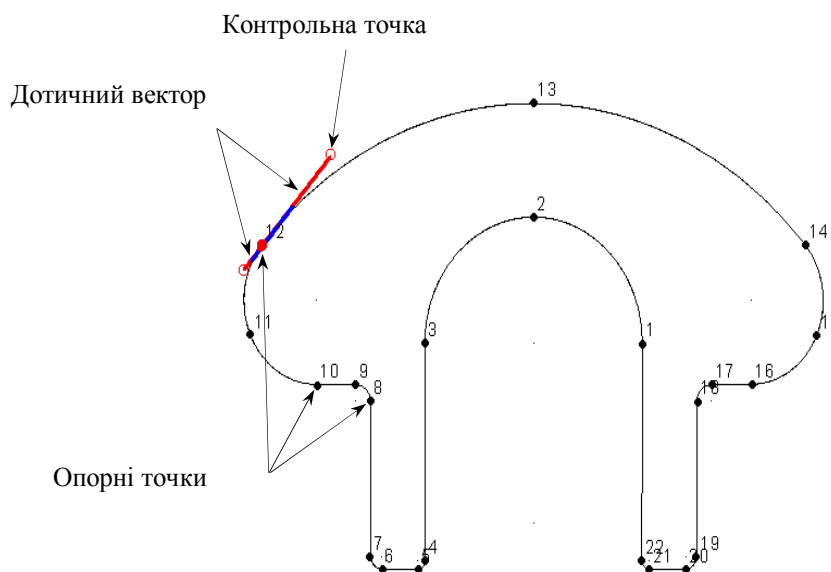


Рис. 2.2. Композитна крива

Побудова сплайнів кривих виробляють за допомогою підменю на головній панелі інструментів.

Завдання точок сплайна аналогічно побудові полілінії, де координати першої точки визначаються абсолютними значеннями, а другий і всіх наступних - відносними приростами (dx_i , dy_i) (рис. 2.3).

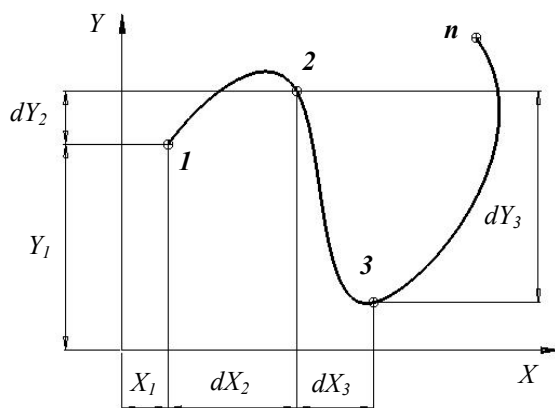


Рис. 2.3. Крива Безьє (кубічний сплайн)

Міняти форму кривої Безьє можна як в динамічному, так і діалоговому режимі наступними способами:

- 1) зміною координат опорних точок;
- 2) зміною координат контрольних точок;
- 3) зміною довжин (магнітуд) і напрямків (кутів нахилу) дотичних векторів.

При роботі з дотичними векторами PowerShape дозволяє редагувати як загальний дотичний вектор до опорної точки, так і окремі його складові: вектор перед точкою і вектор після точки.

На прикладі контуру (рис. 2.2) вивчіть функції, розглянуті вище і інструменти, представлені на панелі інструментів.

Приклад. Моделювання сплайна для келиха.

Створіть локальну систему координат.

Побудуйте в площині XY сплайн (рис. 2.4а), координати першої точки якого (0 2 0), а наступних - задані приростами (dx, dy) (табл. 2.1):

Табл. 2.1 Координати для побудови сплайну

Приріст	Точки сплайна																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
dx	6.25	7,5	2,6	1	-0,6	-3,5	-6,1	-3,6	-1,6	-0,5	1,2	3,1	3,9	3,5	5	-2	-2,9
dy	-0.25	-1,2	-0,5	0,4	1	0,9	1,8	2,9	8,2	9,7	5,4	2,2	1,4	1,7	11	12,3	11,7

Використовуючи інструменти на загальній панелі редагування виконайте: 1) еквідистантним зміщення кривої на 1 мм (рис. 2.4б); 2) поділ контуру по точці 13, видаливши нижню його частину (рис.2.4в); 3) продовження залишилася кривої до перетину з віссю Y (рис. 2.4г).

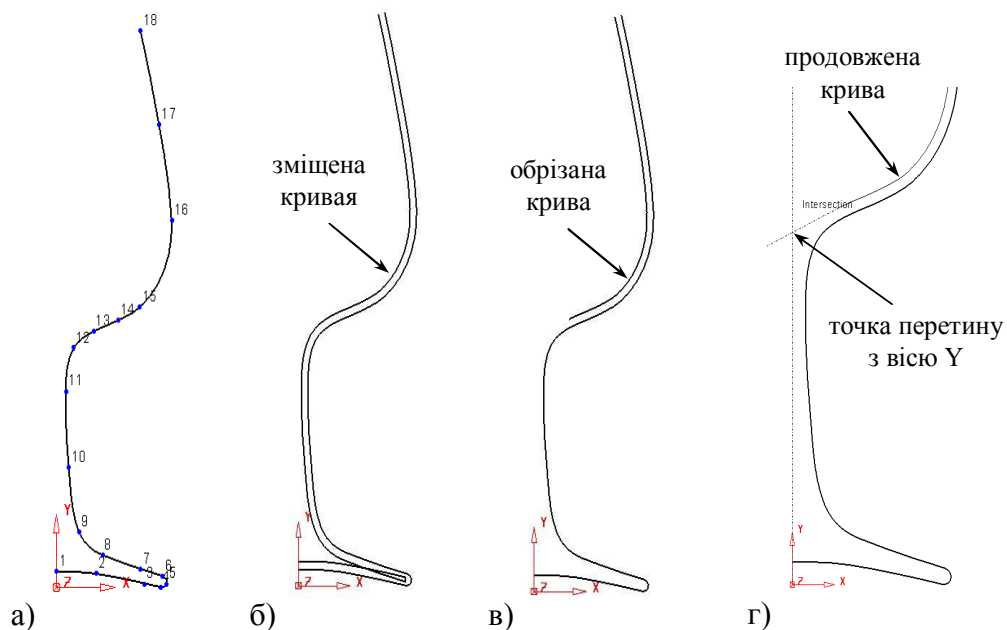



Рис. 2.4. Етапи моделювання: а) вихідна крива Безьє; б) еквідистантне зміщення кривої; в) поділ кривої; г) продовження

Інструментальна панель редагування кривих викликається подвійним клацанням лівої кнопки миші по виділеному об'єкту. Містить наступні команди: вибір опорних точок кривої, видалити/додати опорну точку, змінити дотичні вектори, вкл./викл. нумерацію опорних точок кривої, розгорнути криву, перенумерувати криву, розімкнути/замкнути криву, згладити точку кривої, приєднати криву.

Виберіть точку 1 продовженої кривої і перемістіть її уздовж осі **Y** на 0,85мм (рис. 2.5а). Для даної операції краще використовувати іконку , розташовану в нижній частині екрана.

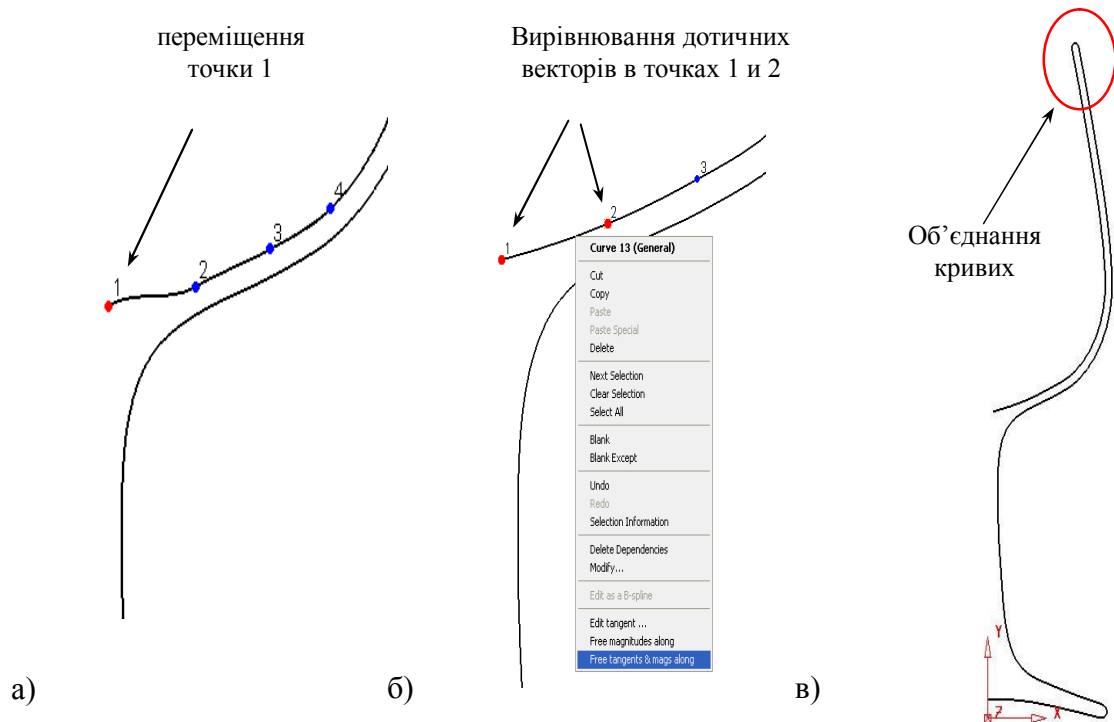



Рис. 2.5. Завершення моделювання: а) переміщення точки 1; б) вирівнювання дотичних векторів точок 1 та 2; в) об'єднання двох кривих

За допомогою кнопки **Shift** виберіть точки 1 і 2 поточної кривої і звільніть довжини та напрямки дотичних векторів за допомогою відповідної опції в контекстному меню (рис. 2.5б).

З'єднайте два сплайна в один контур (рис. 2.5в) за допомогою відповідної функції на панелі редагування кривих .

Збережіть каркасну модель з ім'ям Бокал.psmodel, так вона буде використовуватися в подальшому для побудови поверхні.

Приклад. Побудова каркасної моделі «Шахматний кінь».

За заданим кресленням (рис. 2.6а) побудуйте каркасну модель з двох композитних кривих, представлених на рис. 2.6б.

Збережіть каркасну модель з ім'ям Кінь.psmodel, так вона буде використовуватися в подальшому для побудови поверхонь.

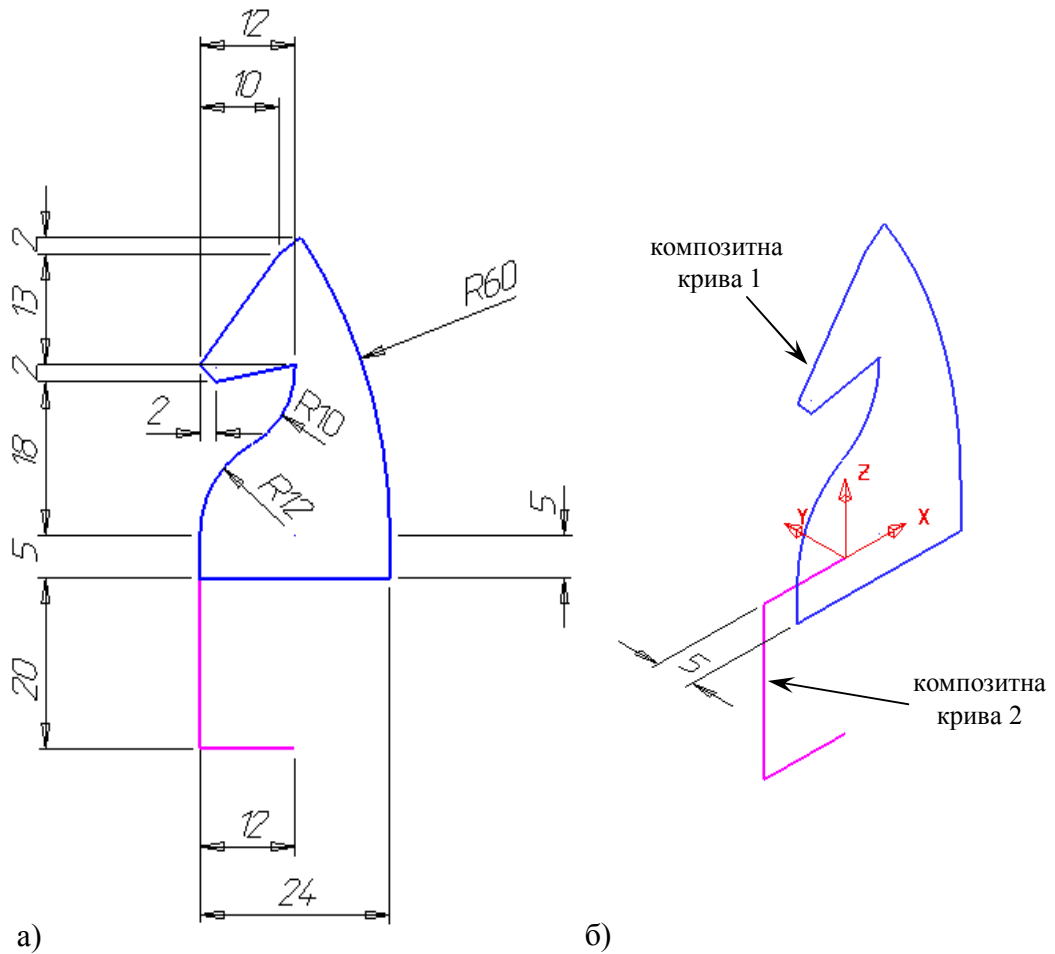


Рис. 2.6. Креслення каркасної моделі шахматного коня:
а) плоский вид; б) ізометричний вид

Хід роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом лекцій.
2. За вказаними кресленнями побудувати каркасні моделі (рис. 2.1, 2.4, 2.6).
3. Зберегти моделі

Зміст звіту

1. Назва та мета роботи
2. Образи екрану з ілюстрацією процесу побудови каркасних моделей
3. Висновки

Контрольні питання

1. Основні елементи панелі дуга
2. Поняття композитної кривої
3. Етапи моделювання кривої Безьє
4. Порядок створення контуру
5. Операції з базовими графічними моделями
6. Особливості та переваги застосування полілінії

Лабораторна робота №3 Поверхневе моделювання

Мета: отримання практичних навичок з побудови поверхневих моделей

Загальні відомості

До примітивним поверхонь відносять: площину, блок (паралелепіпед), сферу, циліндр, конус і тор. В системі PowerShape примітивні поверхні є параметризовані об'єктами, тому в будь - який момент можна змінювати параметри, що визначають їх геометрію і положення в просторі (центр власної системи координат і орієнтацію її осей щодо активної системи координат (рис. 3.1).

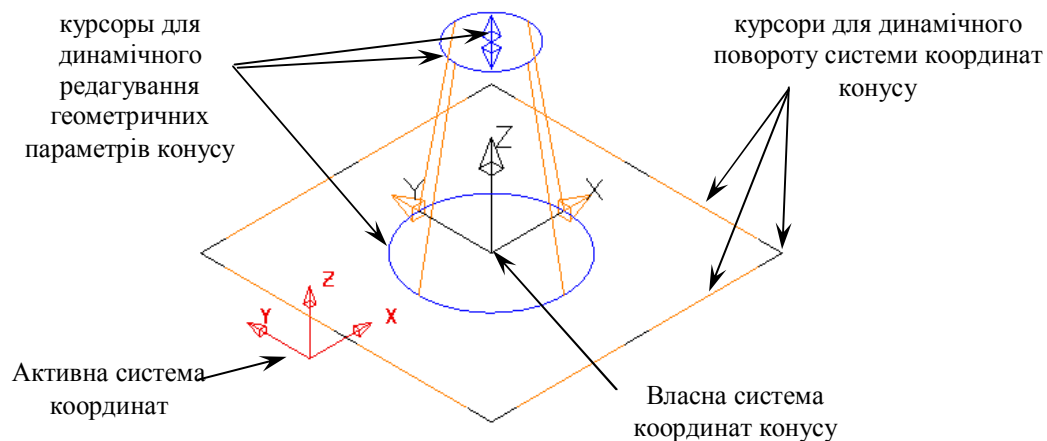


Рис. 3.1. Примітивний конус

Побудову і редагування примітивних поверхонь проводять за загальною схемою. Після вибору робочої площини і типу примітивної поверхні задають центр її власної системи координат в діалоговому (за допомогою поля введення координат) або динамічному (за допомогою інтелектуального курсора) режимі. При цьому вісь Z власної системи координат примітивної поверхні завжди спрямована уздовж головної осі системи координат. Після появи об'єкта на екрані визначають його геометричні параметри і, якщо необхідно, дають більш точну орієнтацію його вісей в просторі.

Поверхні-примітиви необхідні для конструювання комплексних моделей, що складаються з простих елементів. Крім того, їх використовують в качестве вихідних даних для отримання поверхонь більш високого ступеня складності. Для цього примітиви конвертують в Безьє-поверхні і приміняють методи редагування складних поверхонь.

Побудуйте самостійно всі типи примітивних поверхонь і апробуйте інструменти їх редагування.

Приклад. «LCD-монітор».

Використовуючи поверхні-примітиви, створіть спрощену модель LCD-монітора, представлену на рис. 3.2.

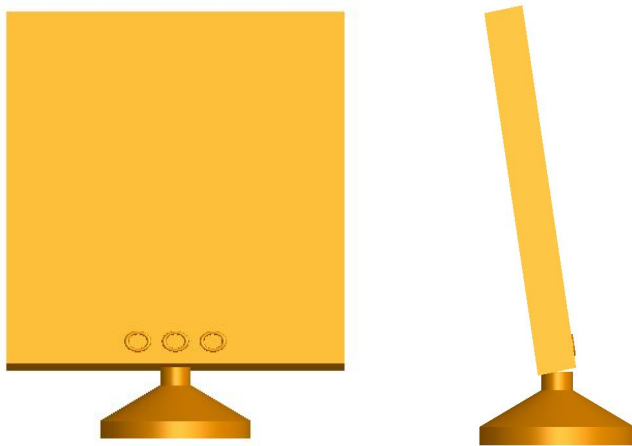


Рис. 3.2. Модель, що складається з поверхнь-примітивів

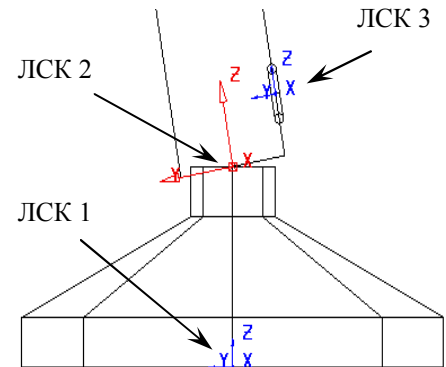


Рис. 3.3. Розташування поверхнь щодо локальних систем координат (Вид уздовж осі -X)

Створіть локальну систему координат (ЛСК1).

За допомогою поверхні й-примітивів побудуйте наступні об'єкти:

- циліндр $R = 100\text{мм}$, $L = 20\text{мм}$ з центром в точці $(0\ 0\ 0)$;
- конус $R_{\text{основа}} = 100\text{мм}$, $R_{\text{вершини}} = 20\text{мм}$, $L = 40\text{мм}$ з центром в т. $(0\ 0\ 20)$;
- циліндр $R = 20\text{мм}$, $L = 20\text{мм}$ з центром в точці $(0\ 0\ 60)$.

Створіть систему координат (ЛСК2) в точці $(0\ 0\ 80)$ і розгорніть її навколо власної осі X на кут -100 (рис. 3.3). Щодо ЛСК2 побудуйте:

- блок $X = 450\text{мм}$, $Y = 50\text{мм}$, $Z = 400\text{мм}$ в точці $(0\ 0\ 0)$;
- площину $X = 450\text{мм}$, $Y = 50\text{мм}$ в точці $(0\ 0\ 0)$;
- площину $X = 450\text{мм}$, $Y = 50\text{мм}$ в точці $(0\ 0\ 400)$.

Створіть локальну систему координат в точці $(0\ -25\ 25)$ і активізуйте робочу площину ZX (рис. 3.3). Щодо ЛСК3 побудуйте тор $R_{\text{малий}} = 2\text{мм}$, $R_{\text{великий}} = 10\text{мм}$ (рис. 3.4а).

За допомогою загальної панелі редагування виконайте:

- непропорційне масштабування тора з коефіцієнтами $X=1,5$; $Y = 1$ і $Z = 1$.
- копіювання тороїда на відстані $X = 50\text{мм}$ і $X = 50\text{мм}$ щодо центру ЛСК3 (рис. 3.4б).

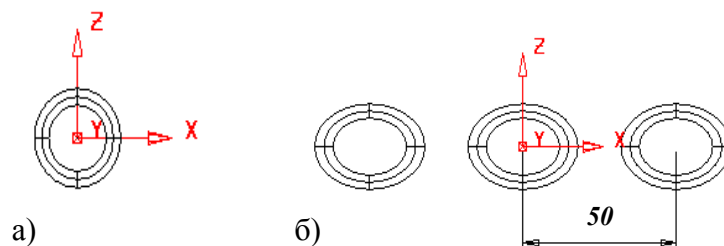


Рис. 3.4. Перетворення тора:
а) початковий тор; б) копіювання тороїдів

Поверхні обертання

Поверхня обертання виходить в результаті обертання плоскої кривої (рис. 3.5а) навколо осі симетрії на заданий кут (за замовчуванням кут обертання дорівнює 360°).

Вісь симетрії (вісь обертання) визначається активною віссю поточної системи координат.

Поверхня обертання, як і поверхні-примітиви, має власну систему координат і є параметризованою. Як параметри по-поверхні обертання використовують: кут обертання, координати центру системи координат і напрямки її осей щодо осей активної системи координат. Зміна параметрів поверхні обертання можливо через вікно редагування, що викликається подвійним клацанням миші (рис. 3.5б). Для пре-освіти поверхні обертання в складну поверхню (поверхню Безьє) використовують опцію «Конвертувати», розташовану в контекстному меню об'єкта.

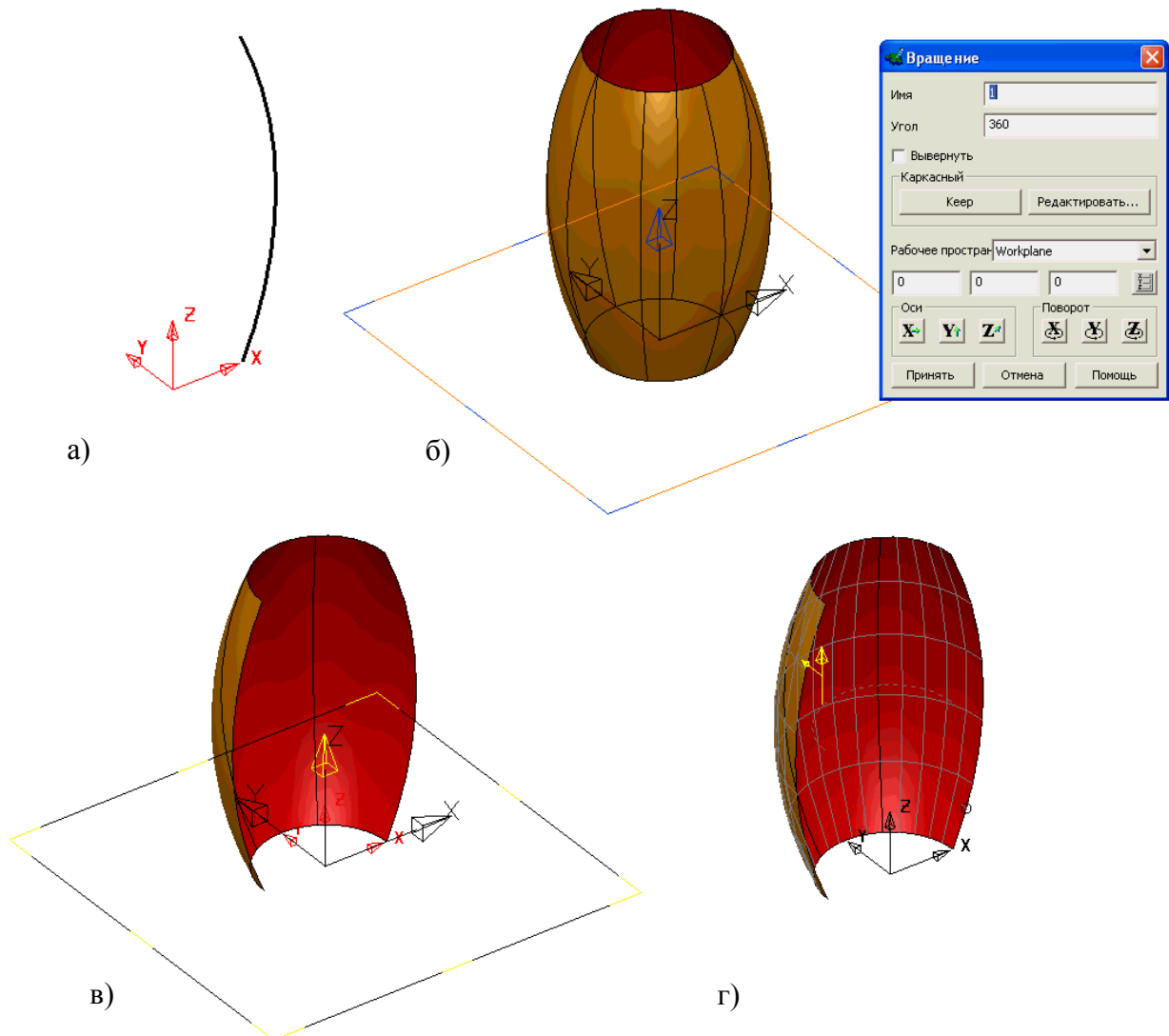


Рис. 3.5. Поверхня обертання: а) початковий контур; б) поверхня обертання; в) кут обертання 180° ; г) перетворення в поверхню Безьє

Примітка: У процесі утворення поверхні обертання вихідний контур зникає. Однак система PowerShape дозволяє відновити його і використовувати для подальшого редагування та моделювання. Для цього використовуються опції «Кеер (відновити)» і «Редагувати» у вікні зміни параметрів (рис. 3.5б).

Відкрийте модель Бокал.psmodel і побудуйте поверхню келиха методом обертання контуру навколо відповідної осі (рис. 3.6).

Конвертуйте поверхню обертання в поверхню Безьє і задайте зовнішнє напрям її нормалі, якщо це буде потрібно (опція «Вивернути» в контекстному меню).

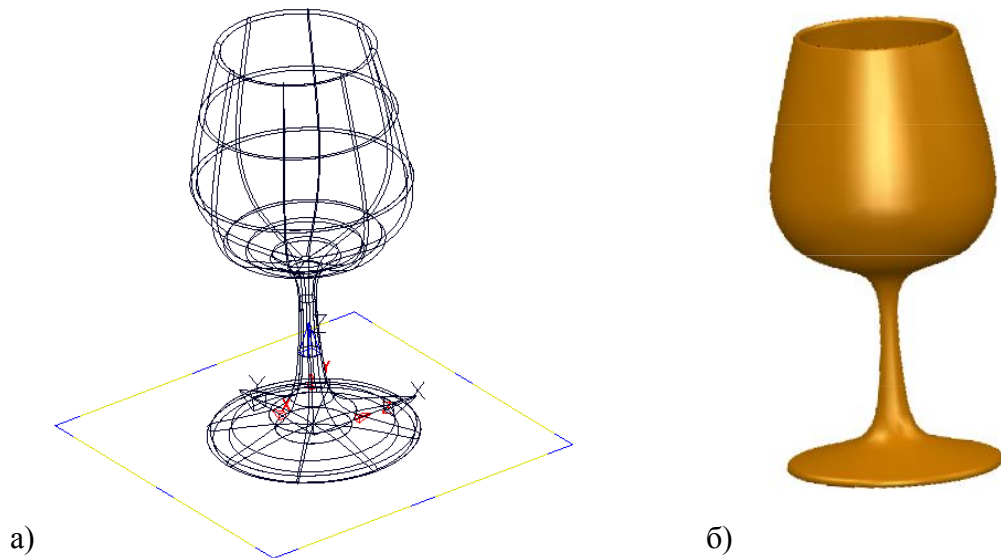


Рис. 3.6. Побудова поверхні бокала методом обертання контуру:
а) поверхня обертання; б) закінчена модель

Поверхні витягування

Поверхня витягування утворюється в результаті динамічного витягування плоскою або просторовою кривою вздовж обраного напрямку. Напрямок витягування задають активної віссю поточної системи координат. Для перетворення поверхні витягування в поверхню Безьє використовують опцію «Конвертувати» в контекстному меню.

Створіть контури підстави штепсельної вилки, креслення яких представлено на рис. 3.7.

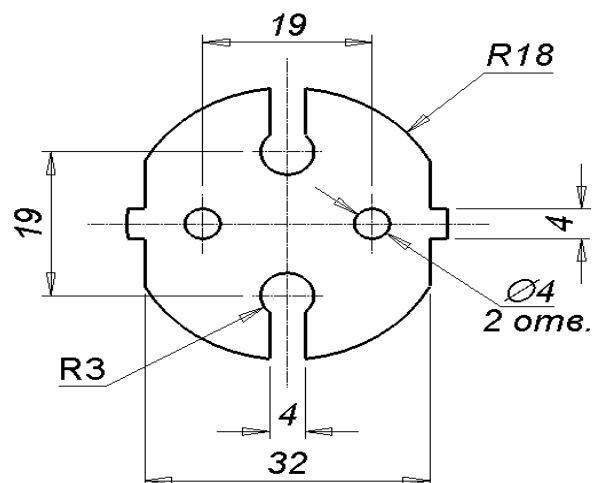



Рис. 3.7. Креслення контурів штепсельної вилки

Конструювання контурів рекомендується почати з побудови простих об'єктів, показаних на рис. 3.8. Для видалення непотрібних елементів використовуйте опцію «Інтерактивне обмеження кривих», розташовану на загальній панелі редагування .

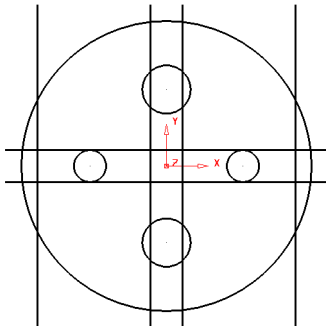


Рис. 3.8. Початкові елементи

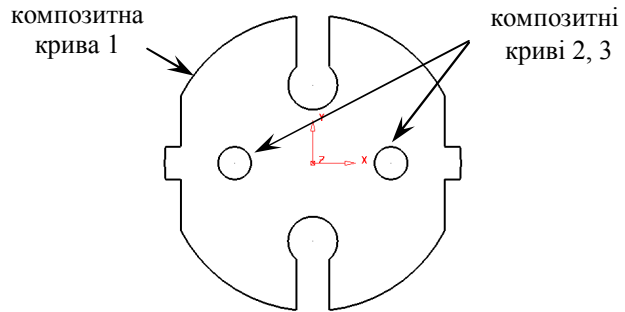


Рис. 3.9. Контури, для побудови поверхонь витягування

Виберіть компонентну криву 1 (рис. 3.9) і побудуйте поверхню методом витягування (рис. 3.10). Подвійним клацанням миші викличте вікно редагування параметрів поверхні та встановіть довжину витягування 6 мм.

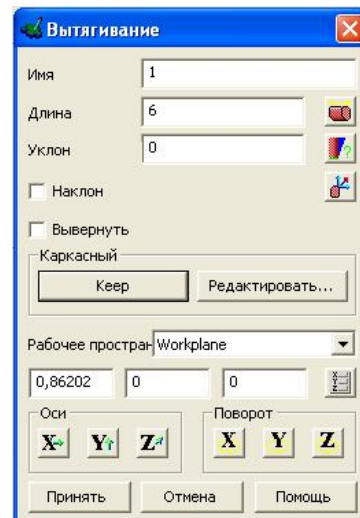
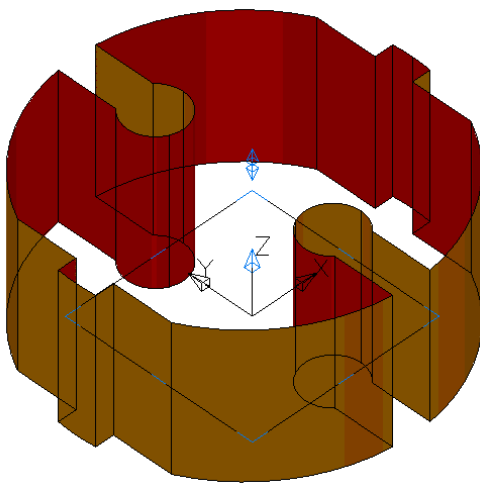


Рис. 3.10. Поверхня витягування та вікно редагування її параметрів

Примітка: Система PowerShape дозволяє змоделювати методом витягування одночасно кілька поверхонь. Для цього потрібно вибрати всі необхідні контури і побудувати поверхні, задавши у вікні діалогу довжину витяжки та ухил.

Виберіть компонентні криві 2 і 3 (рис. 3.9) і побудуйте поверхні витягування довжиною 6 мм.

Примітка: Побудова поверхонь витягування призводить до зникнення вихідних формотворчих контурів. Однак при необхідності контури можна

відновити і використовувати для конструювання інших елементів. Для цього у вікні редагування параметрів поверхні витягування є опція «Кеер» (рис. 3.10).

Відновіть початкові контури поверхонь витягування, так як вони будуть потрібні для моделювання іншої поверхні.

Конвертуйте отримані об'єкти в складні поверхні, після чого змініть напрямок нормалей на зовнішнє, якщо це буде потрібно (опція «Вивернути» в контекстному меню).

Збережіть модель з ім'ям Вілка.psmodel (рис. 3.11).

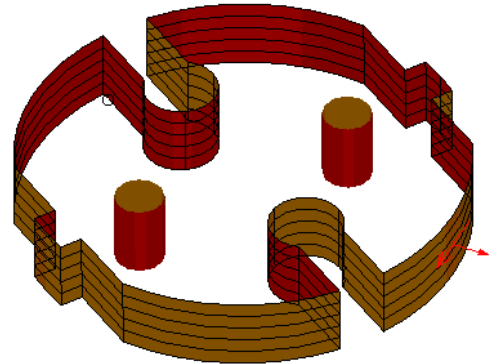


Рис. 3.11. Завершення побудови

Виділіть композитні криві, які були відновлені після побудови поверхонь витягування і створіть плоску обмежену поверхню (рис. 3.12а).

Скопіюйте отриману поверхню на 6 мм в напрямку осі Z і виконайте односпрямоване вирівнювання поверхневих нормалей (рис. 3.12б). Збережіть модель.

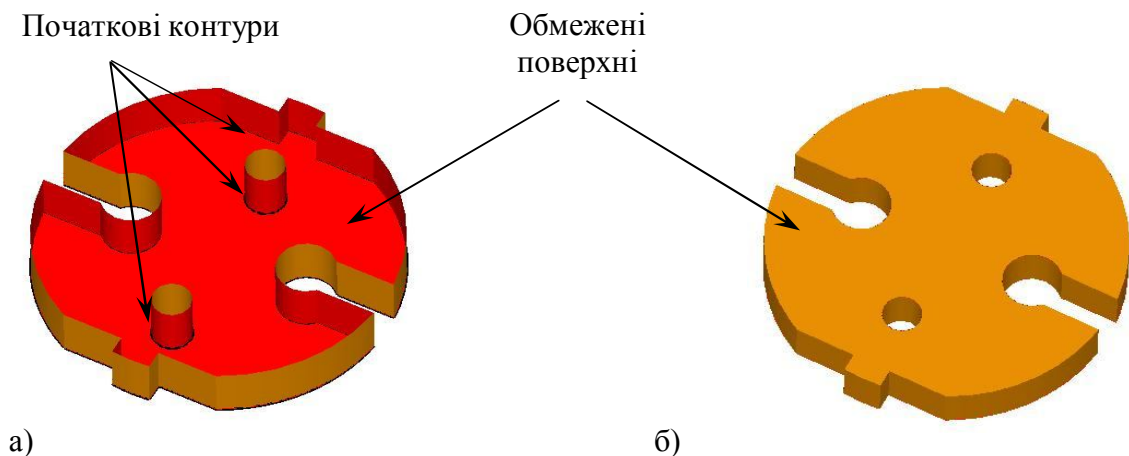


Рис. 3.12. Побудова обмежених поверхонь на прикладі штепсельної вилки

Продовження прикладу «Шаховий кінь».

Відкрийте каркасну модель «Конь.psmodel», за допомогою якої ми сконструюємо поверхневу модель шахового коня.

Шляхом обертання композитної кривої 2 навколо осі Z створіть підставу шахової фігури, а витягуванням контуру 1 на 10мм уздовж осі Y побудуйте її основний профіль.

Відновіть контур витяжки за допомогою опції «Кеер» і створіть по ньому обмежену поверхню (рис. 3.13).

Для завершення моделі шахового коня виконайте копіювання щойно створеної обмеженою поверхні на 10мм по осі Y або її дзеркальне відображення відносно площини симетрії ZX.

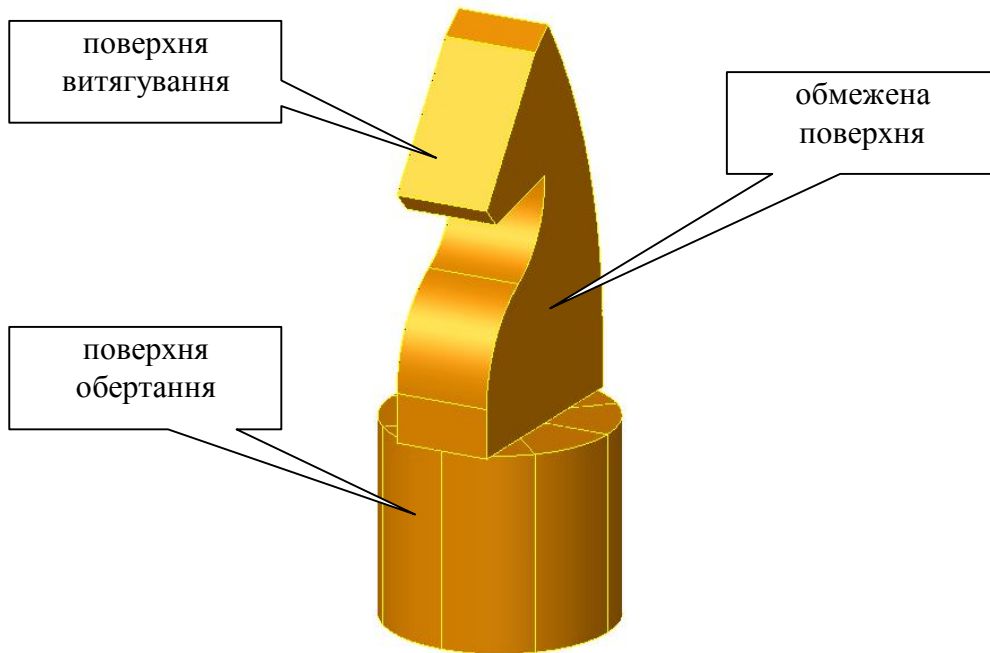


Рис. 3.13. Поверхнева модель шахматного коня

Хід роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом лекцій.
2. За вказаними кресленнями побудувати поверхневі моделі (рис. 3.2, 3.6, 3.12, 3.13).
3. Зберегти моделі

Зміст звіту

1. Назва та мета роботи
2. Образи екрану з ілюстрацією процесу побудови каркасних моделей
3. Висновки


Контрольні питання

1. Загальне поняття поверхні
2. Види поверхонь примітивів
3. Поняття параметризованої поверхні
4. Меню команд поверхні
5. Порядок створення поверхні обертання
6. Основні команди при створенні поверхні витягування
7. В яких випадках використовують маркери?
8. Види автоповерхонь

Лабораторна робота №4 Вписані площині

Мета: отримання практичних навичок з побудови вписаних поверхонь та з роздільних кривих

Загальні відомості

При поверхневому моделюванні часто доводиться створювати площині, вписані в каркасні геометричні об'єкти (лінії, дуги, криві або точки). Для автоматизації вирішення даного завдання в системі PowerShape є опція «Створити вписану площину»  (рис. 4.1).

Побудуйте каркасний об'єкт довільної форми і створіть вписану в нього площину.

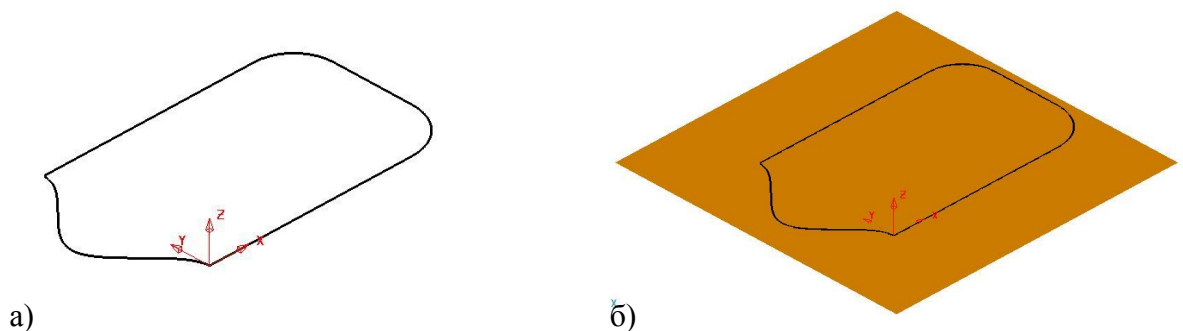



Рис. 4.1. Площина, що вписана в задані криві:
а) початкові криві; б) вписана площина

Поверхні з направляючою кривою

Для моделювання складних поверхонь використовують схему побудови поверхонь за допомогою напрямної кривої (спина) і однієї або декількох утворюючих кривих (секцій) . Поверхня виходить в результаті динамічного витягування утворюючих кривих уздовж напрямного контуру, а форма поверхні залежить від взаємного розташування обраних кривих в просторі (рис. 4.2, 4.3).

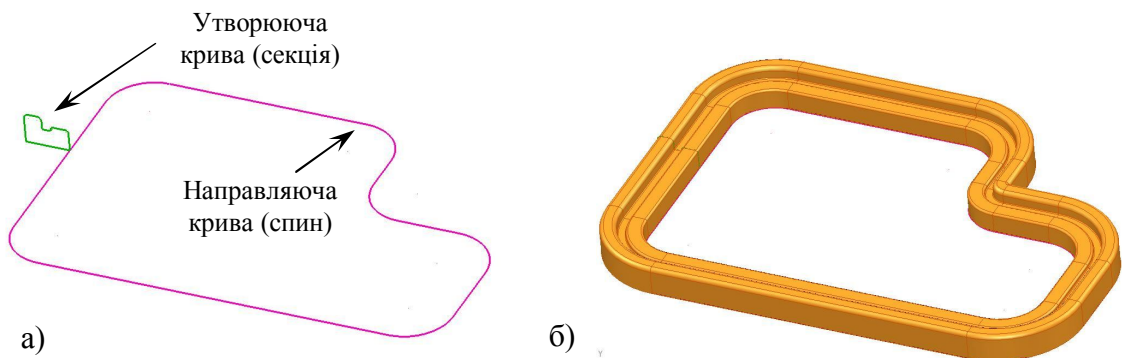


Рис. 4.2. Поверхня з направляючою кривою:
а) початкові криві; б) результуюча поверхня

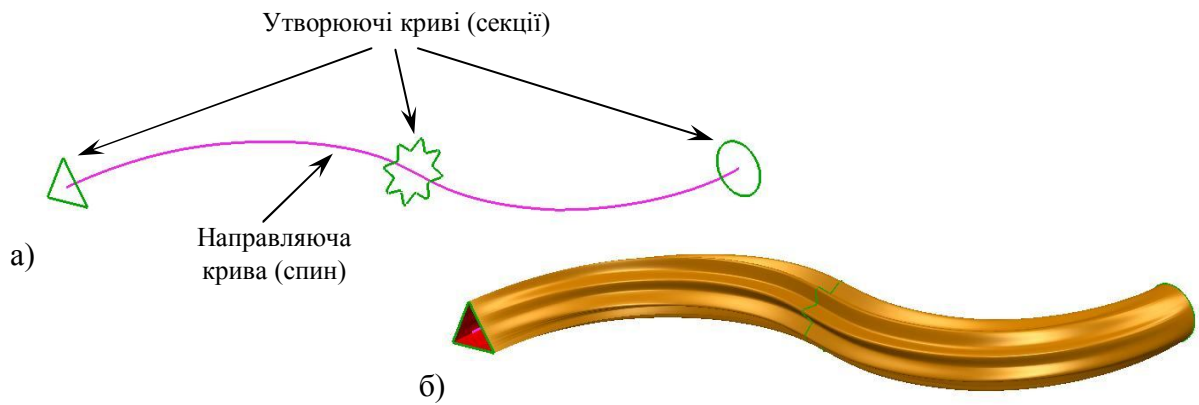


Рис. 4.3. Використання декількох секцій для побудови поверхні з направляючою кривою: а) початкові криві; б) результуюча поверхня

Для побудови даного типу поверхонь необхідно дотримуватися принципу однотипності утворюючих кривих, які повинні бути або замкнутими, або розімкнутими.

Приклад. Ручка меблева

Створіть каркасний об'єкт, представлений на рис. 4.4.

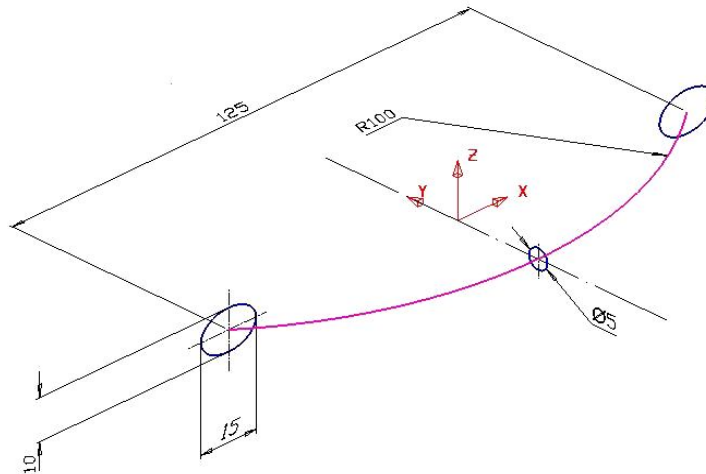


Рис. 4.4. Контури для побудови мебельної ручки

Перетворіть все каркасні об'єкти в композитні криві.



Побудуйте поверхню з напрямною кривою , здійснивши вибір спочатку всіх утворюючих кривих (за допомогою кнопки Shift на клавіатурі), а потім напрямною кривою (рис. 4.5). Результуюча модель представлена на рис. 4.6.



Рис. 4.6. Модель мебельної ручки

Рис. 4.5. Режими вибору кривих для побудови поверхні

Поверхні по двох напрямних кривих

Система PowerShape дозволяє отримувати складні поверхні подвійної кривизни шляхом динамічного переміщення утворюючої кривої одночасно уздовж двох напрямних контурів . При цьому відбувається автоматичне пропорційне масштабування утворюючої кривої в залежності від відстані між напрямними, а положення поздовжніх і поперечних кривих на результуючій поверхні відповідає позиціям опорних точок на початкових контурах (рис. 4.7). Для побудови поверхні по двох напрямних кривих необхідно дотримуватися таких умов:

- 1) напрямні криві повинні бути однотипними (роз'єднаними або замкнутими) і мати однакову кількість опорних точок;
- 2) утворююча крива повинна бути розімкненим контуром.

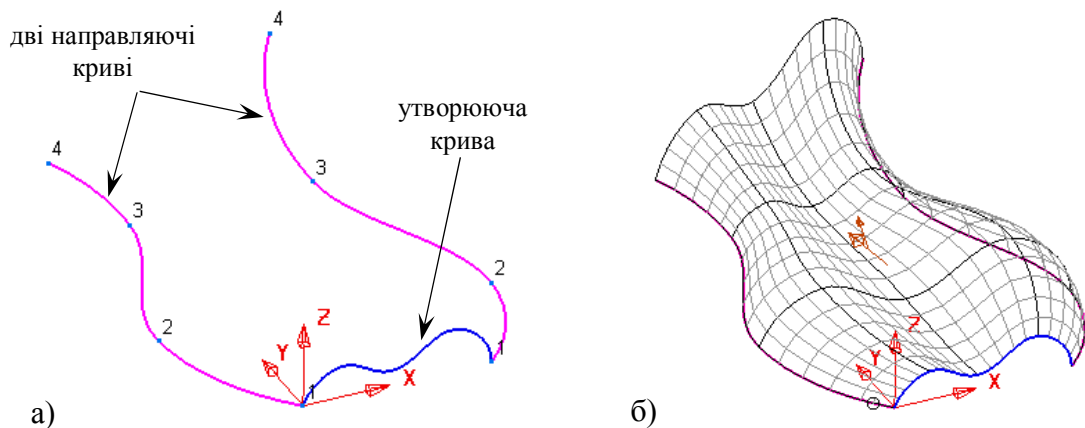


Рис. 4.7. Поверхня по двох направляючих кривих:
а) початкові криві; б) результуюча поверхня

Приклад «Рамка».

Створіть в робочій площині XY композитну криву, креслення якої представлений на рис. 4.8а.

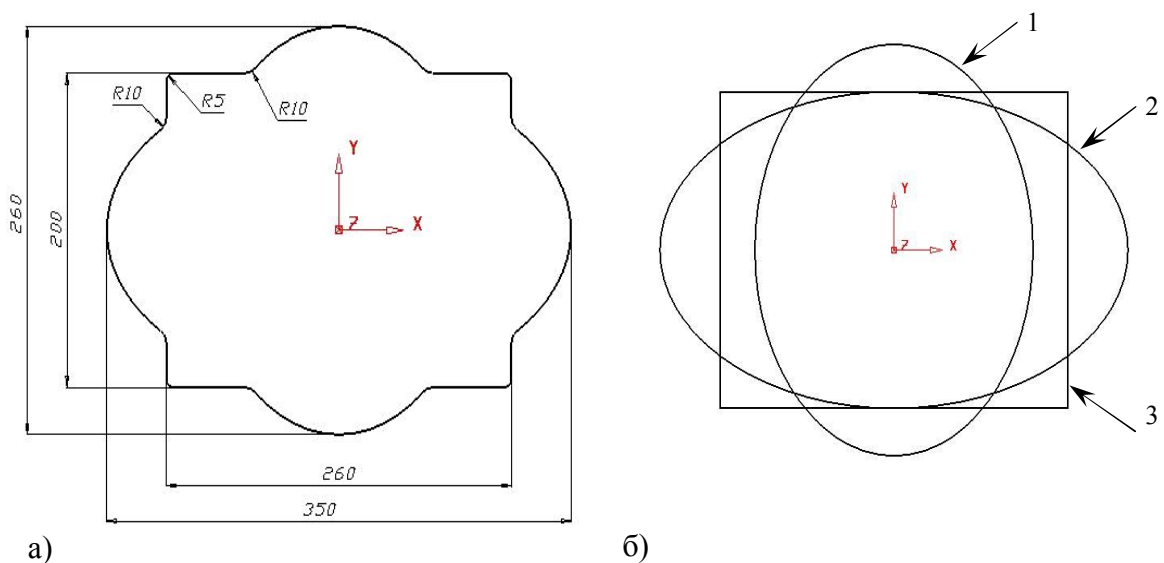





Рис. 4.8. Побудова першої направляючої кривої:
а) спрощене креслення кривої; б) початкові контури

Примітки:

1) Моделювання контуру треба почати з побудови простих каркасних об'єктів: кола $R = 130\text{мм}$ з центром в т. $(0; 0; 0)$, в результаті непропорційного масштабування якої  (коефіцієнт по $X = 0.8$) виходить еліпс 1 (рис. 4.8б); кола $R = 100\text{мм}$ з центром в т. $(0; 0; 0)$, в результаті непропорційного масштабування якої (коефіцієнт по $X = 1,75$) виходить еліпс 2 (рис. 4.8б); прямокутника 3, розміри якого вказані на рис 4.8а.

2) Для видалення непотрібних елементів використовуйте функцію «Інтерактивне обмеження кривих», розташовану на загальній панелі редагування .

3) Для заокруглення кута між лінією і дугою використовуйте побудову дуги по трьох точках. Перші дві точки дуги задаються за допомогою об'єктної прив'язки «Дотична», а координата третьої точки визначається радіусом заокруглення кута (рис. 4.8а).

Виконайте еквідистантне зміщення отриманої композитної кривої до центра на відстань 20мм за допомогою відповідної функції  на загальній панелі редагування.

Розділіть контур по точках 1 і 7 за допомогою відповідної функції на загальній панелі редагування (рис. 4.9).

За допомогою опції на панелі редагування кривих, змініть кількість точок зміщеною кривою з 7 на 8, вставивши проміжну крапку між точками 2 і 3 (рис. 4.10).

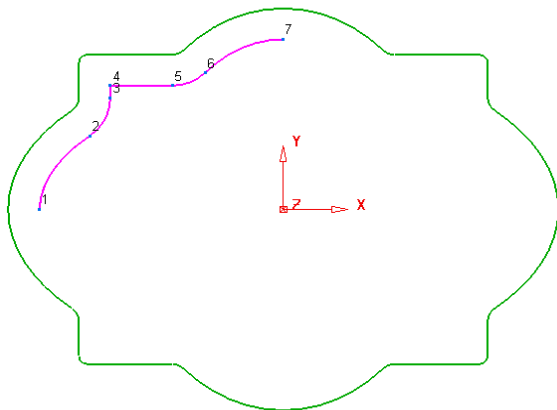


Рис. 4.9. Поділ зміщеної кривої

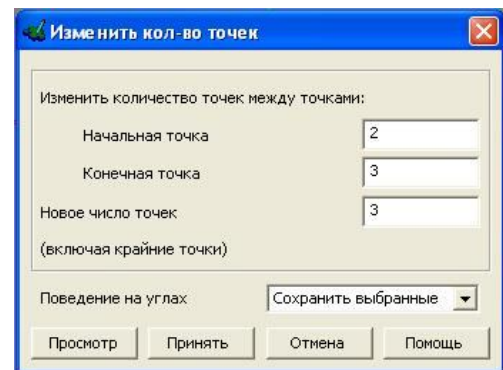



Рис. 4.60. Зміна кількості точок на зміщеною кривою

Виконайте дзеркальне відображення зміщеної кривої  відносно площини YZ .

Приєднайте симетричний об'єкт до оригінальної кривої за допомогою відповідної опції на панелі редагування кривих (рис. 4.11).

Для завершення побудови двох напрямних кривих розділіть зовнішній контур по точках 1 і 15 (рис. 4.11).

По кресленням (рис. 4.12) побудуйте утворюючу криву в робочій площині ZX .

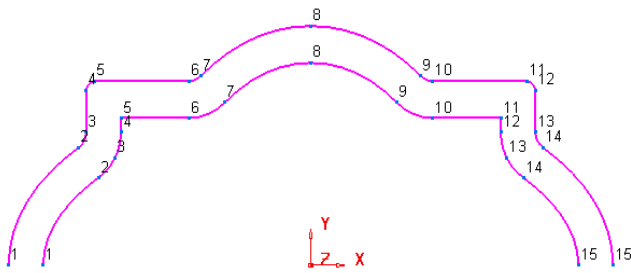


Рис. 4.11. Две направляющие кривые

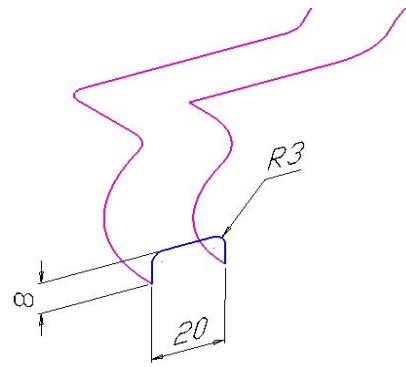



Рис. 4.12. Креслення утворюючої кривої, що лежить в площині ZX

Створіть поверхню по двох напрямних кривих  (рис. 4.13), вибравши відповідно до запропонованої форми спочатку утворюючий контур, а потім дві напрямні криві.

Для завершення моделі побудуйте симетричне відображення отриманої поверхні (рис. 4.14).

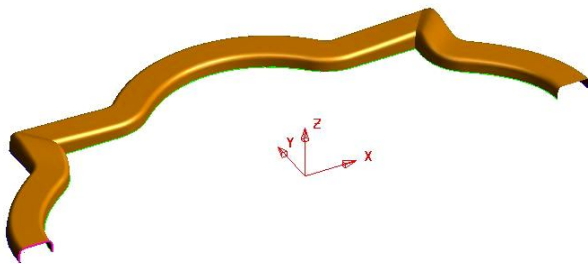


Рис. 4.13. Створення поверхні по двох напрямних кривих

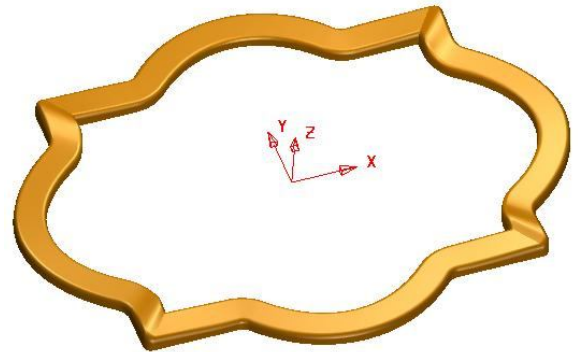


Рис. 4.14. Модель рамки

Поверхні з роздільних кривих

Система PowerShape передбачає також моделювання складних поверхонь за допомогою поперечних кривих, в яких не визначена напрямна крива. У побудові можуть брати участь від двох і більше роздільних поперечних кривих. Дані криві можуть бути простими або просторово складними, роз'єднаними або замкнутими. Поверхня виходить натягуванням на каркас, що формується в результаті з'єднання однойменних точок кожної поперечної кривої гладкими поздовжніми кривими (рис. 4.15, 4.16).

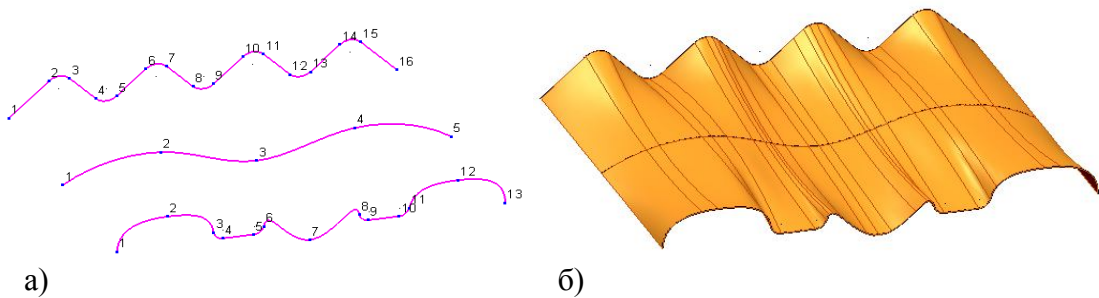


Рис. 4.15. Поверхня з роздільних кривих:
а) роздільні криві; б) результуюча поверхня

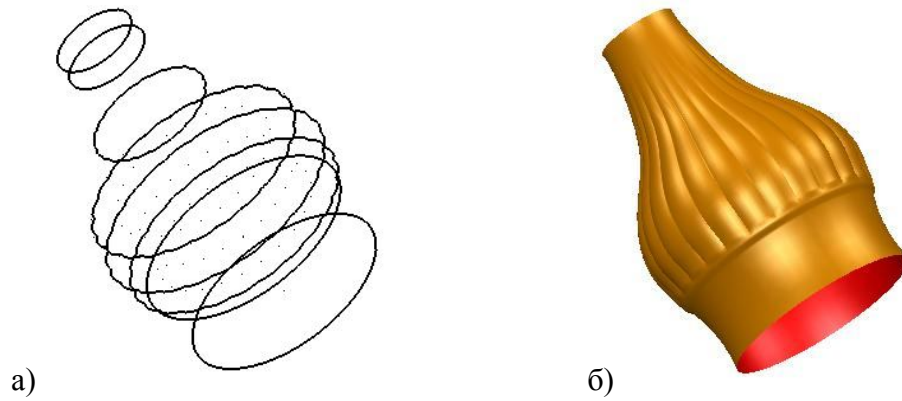


Рис. 4.16. Практичне застосування методу побудови поверхні з роздільних кривих: а) роздільні криві; б) фрагмент пляшки

Завершення моделі «Штекер».

Під час використання збережений раніше файл Вілка.psmodel.

Побудуйте в робочій площині XY контури 1 і 2, представлені на малюнку 4.17а, і перетворіть їх в композитні криві.

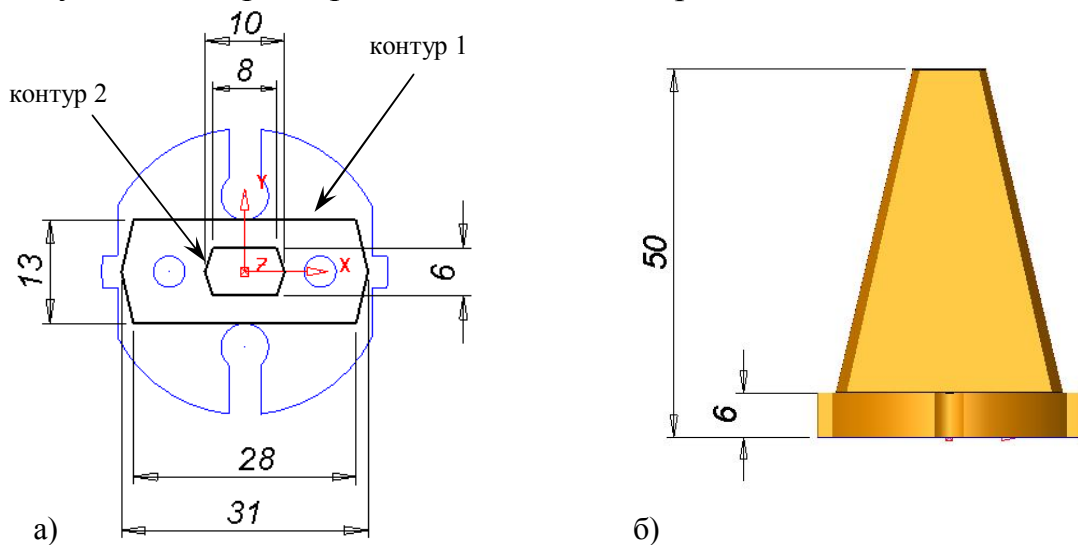


Рис. 4.17. Завершення моделі «Штепсельна вилка»: а) креслення контурів; б) кінцева модель

Перемістіть контур 1 на відстань 6 мм в напрямку осі Z, а контур 2 на 50 мм (рис. 4.17б).

Виділіть обидва контури і створіть поверхню з роздільних кривих (рис. 4.18).

За допомогою композитної кривої 2 побудуйте обмежену поверхню.

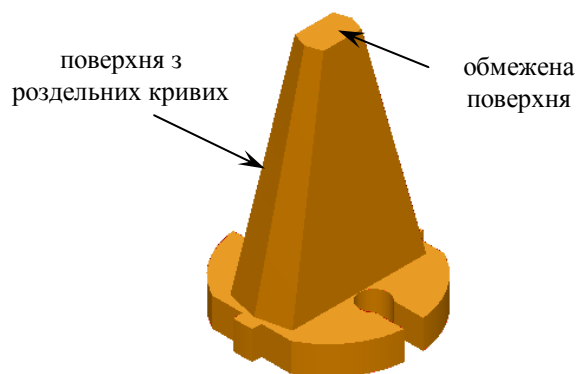


Рис. 4.18. Закінчена модель штепсельної вилки

Поверхности из сети пересекающихся кривых

Найбільш часто на практиці застосовують метод конструювання поверхонь з мережі пересічних кривих. При цьому поверхня «натягується» на каркас, який формує регулярну мережу кривих (рис. 4.19). У результаті побудови утворюється плавний перехід однієї форми перерізу до іншого. Поздовжні і поперечні утворюють поверхні розпізнаються автоматично. У разі якщо кількість опорних точок на вихідних кривих різне, PowerShape додає додаткові криві між вибраними.

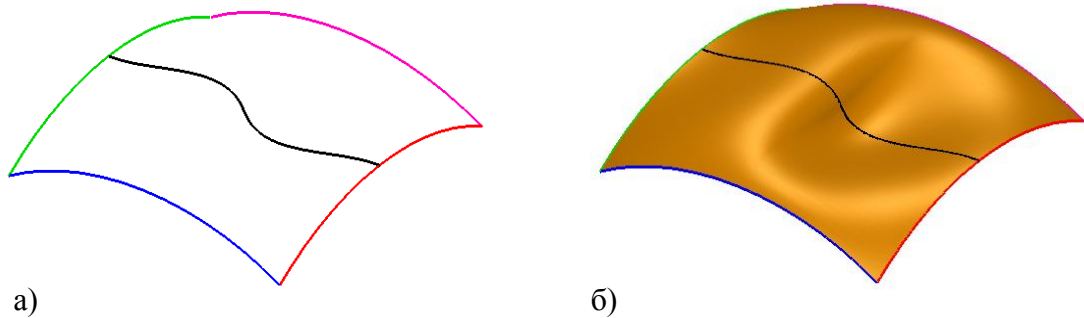


Рис. 4.19. Поверхні з мережі кривих, що перетинаються:
а) мережа кривих, що перетинаються; б) результуюча поверхня

Якщо каркасна модель містить елементи, що повторюються, петлі або повторні перетини кривих (рис. 4.20), то система PowerShape не зможе розрахувати регулярну поверхню в формі Безьє і видасть повідомлення про помилку.

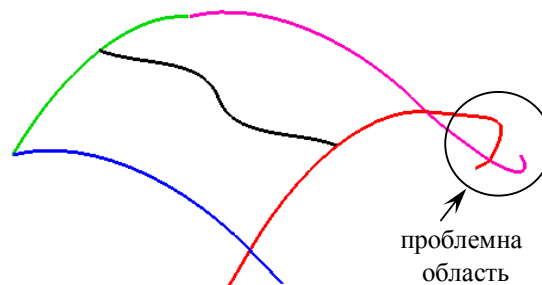


Рис. 4.20. Нерегулярна мережа кривих, що перетинаються

Приклад «Корпус комп'ютерної миши»

Створіть дві лінії в робочій площині XY згідно малюнку 4.21.

Перетворіть лінії в композитні криві. Для автоматизації даної операції виділіть обидва об'єкти і задайте відповідну функцію в випадаючому меню: Змінити → Конвертувати → Криві в контур.

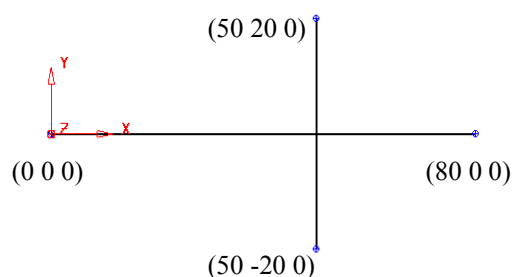

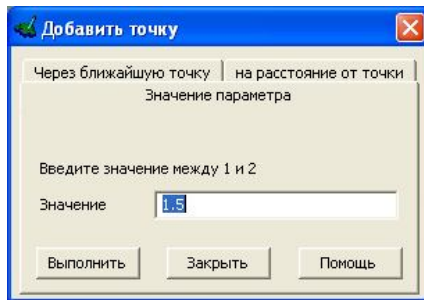
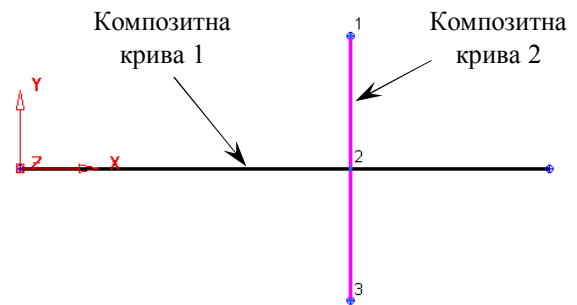


Рис. 4.21. Початкові дані

Подвійним клацанням лівою кнопкою миші по одному з контурів, визовіть панель редагування кривих. За допомогою відповідної функції , додайте на композитній кривій 2 нову точку з параметром 1,5 (рис. 4.22).




а)



б)

Рис. 4.22. Додавання точки на композитній кривій 2

Виділіть на екрані композитну криву 1 і додайте на ній точку методом «Через найближчу точку» (рис. 4.22а), вказавши курсором миші область перетину кривих.

Згідно з рис. 4.23 і табл. 1 перемістіть зазначені точки на кривих в відносних збільшеннях dZ за допомогою кнопки .

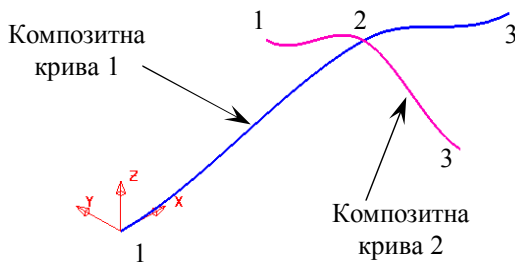



Рис. 4.23. Переміщення точок на кривих

Табл. 1

Значення відносних переміщень точок на кривих в напрямку осі Z

№ кривої	№ точки	dZ
1	2	10
	3	-2
2	1	2
	2	10
	3	2

За допомогою функції  на панелі інструментів редагування кривих змініть напрямки дотичних кривої 1 щодо осей ZX (рис. 4.23, 4.24, 4.25) в наступному порядку: для точки 1 $\angle ZX = 65^\circ$, для точки 3 $\angle ZX = 165^\circ$.

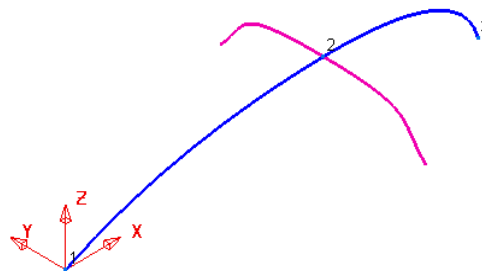


Рис. 4.24. Зміна дотичних векторів

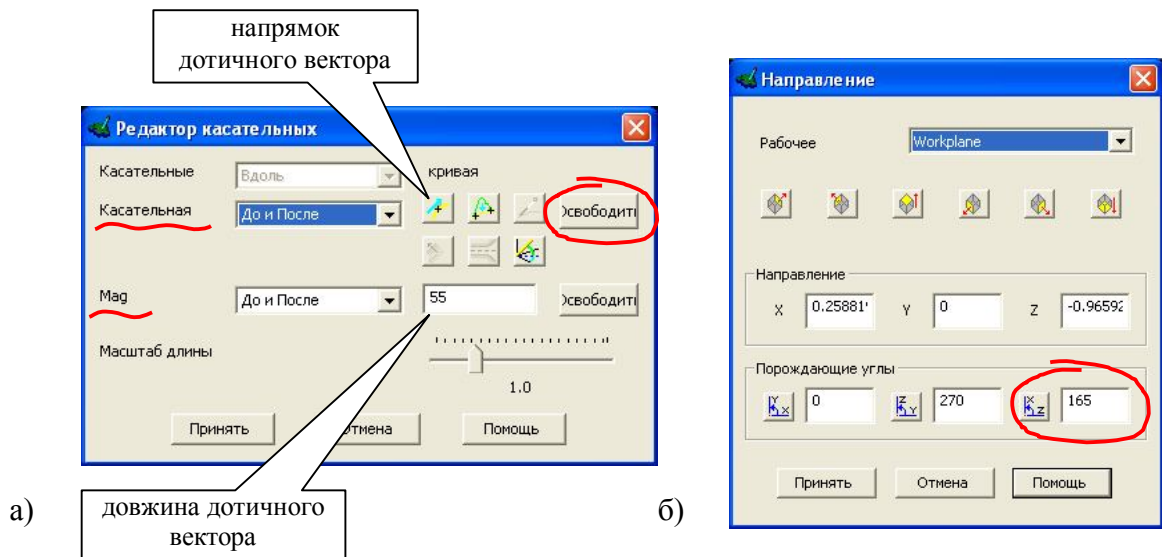



Рис. 4.25. Форми для діалогової зміни дотичних векторів

Використовуючи форму, представлену на рис. 4.25а, звільніть напрямок дотичних векторів в точках 1 і 3 кривої 2, а довжину дотичного вектора точки 2 кривої 2 встановіть рівної 55 мм.

Смоделюйте сплайн, задавши його опорні точки шляхом прив'язки до крайніх точок існуючих кривих (рис. 4.26а). Встановіть довжину дотичного вектора точки 3 рівній 95 мм.

Створіть поверхню з мережі пересічних кривих , виділивши всі контури (рис. 4.26).

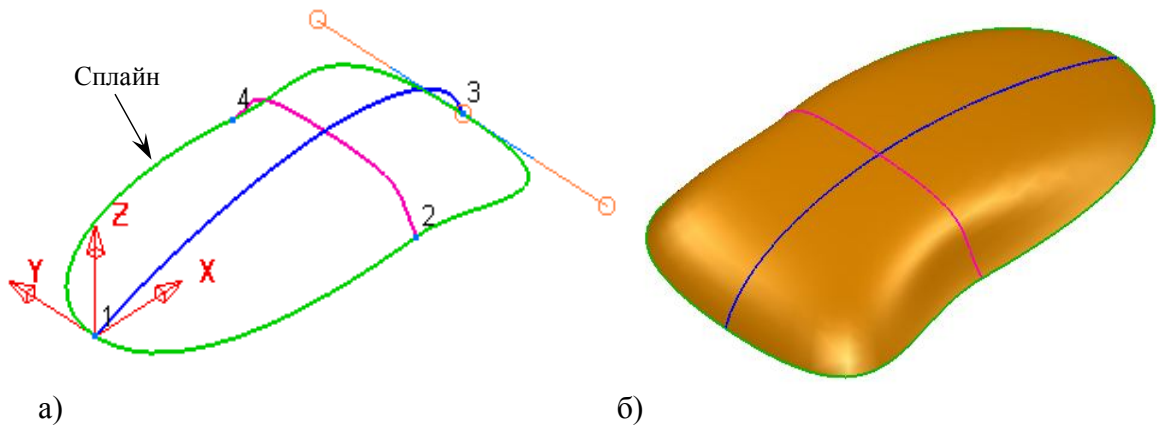


Рис. 4.26. Поверхня з мережі кривих, що перетинаються:
а) мережа кривих, що перетинаються; б) результуюча

Продовження поверхонь

PowerShare дозволяє продовжити поверхню (або групу поверхонь) формуючи нову поверхню, яка є дотичною до вихідної поверхні (поверхонь) щодо їх загальної кромки. Для побудови продовження необхідно обов'язково розрахувати і вибрати композитну криву, що проходить по загальній кромці поверхонь.

Створіть прямокутник 50×25 мм в робочій площині XY і перетворіть його в композитну криву (рис. 4.27а).

Додайте на композитній кривій нову точку з параметром 2,5 і перемістіть її на 12 мм уздовж осі Y (рис. 4.27б).

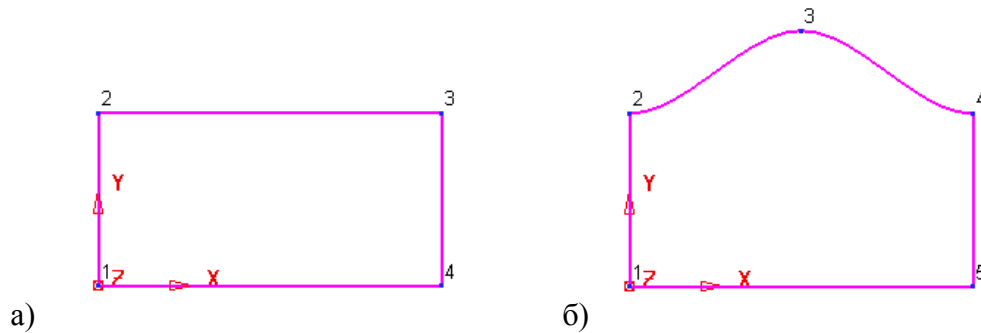


Рис. 4.27. Побудова контура для початкової поверхні:
а) прямокутник; б) додавання та переміщення нової точки на контурі

Створіть обмежену поверхню (рис. 4.28а), після чого видаліть вихідну композитну криву, так як вона не придатна для створення продовженої поверхні.

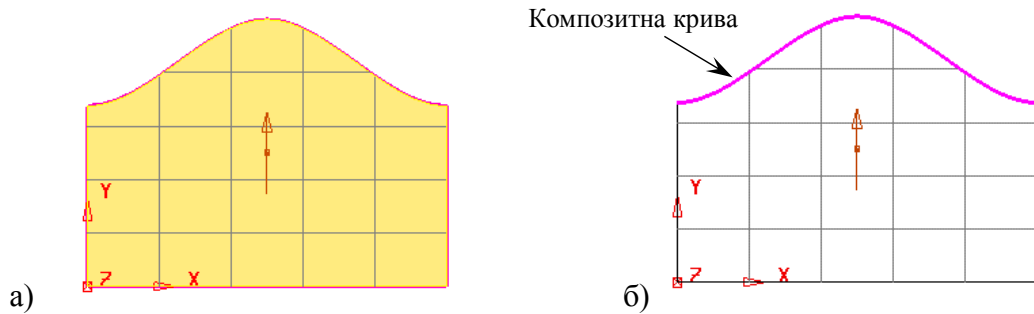


Рис. 4.28. Підготовка початкової поверхні та «загальної кривої»:
а) обмежена поверхня; б) разомкнута композитна крива

Розрахуйте нову композитну криву по верхній кромці обмеженої поверхні (рис. 4.28б).

Активізуйте вісь X локальної системи координат.

Виділивши на екрані композитну криву, задайте функцію побудови продовженої поверхні .

У діалоговому вікні встановіть відстань продовження рівне 10 мм (рис. 4.29).

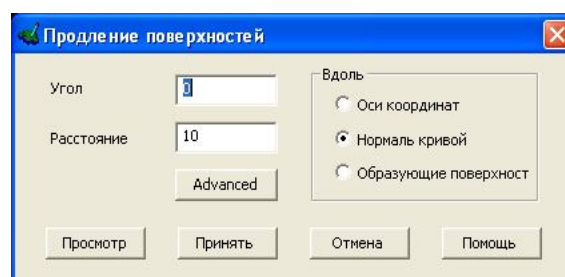


Рис. 4.29. Діалогове вікно подовження поверхонь

Примітка:

Продовження поверхні (або групи поверхонь) можливо:

- 1) під різними кутами в межах від 0° до 90° по відношенню до дотичному напрямку поздовжньої нормалі поверхні;
- 2) щодо різних напрямків:
 - уздовж активної осі системи координат (рис. 4.30а);
 - уздовж нормалі кривої (рис. 4.30б);
 - вздовж утворюючих кривих поверхні (латераль або лонгітуд) (рис. 4.30в);

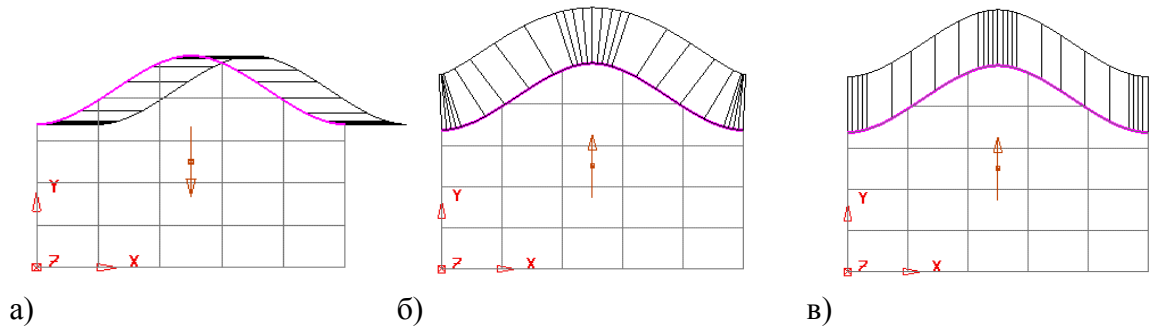


Рис. 4.30. Подовження поверхні: а) вздовж активної вісі X системи координат; б) вздовж нормалі кривої; в) вздовж кривих поверхні

Апробуйте розглянути вище способи продовження поверхонь.

Значно розширює варіанти геометричного продовження поверхонь функція «Advanced» (рис. 4.29). Користувачеві системи надається можливість розбити стикаються криві на сегменти за допомогою контрольних точок і задати для кожної ділянки власний закон продовження поверхні (рис. 4.31).

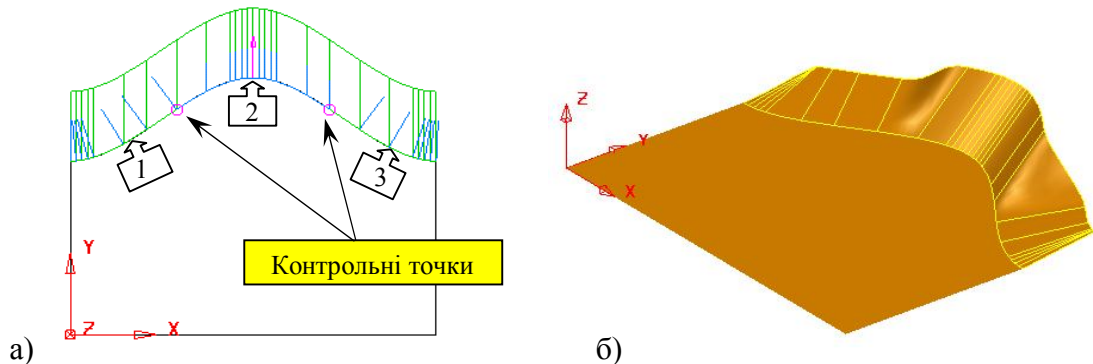


Рис. 4.31. Нерівномірне подовження поверхні:

а) формування закону подовження; б) результуюча поверхня

У режимі «Advanced» задайте за допомогою миші дві контрольні точки (рис. 4.31а).

Для отриманих сегментів введіть параметри, представлені в таблиці 2. Результуюча поверхня представлена на рис. 4.31б.

Табл. 2

Формування закону подовження поверхні

№ сегменту	Кут нахилу поверхні	Закон подовження
1,3	10°	Вздовж нормалі поверхні
2	45°	Вздовж образуючих кривих поверхонь

Хід роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом лекцій.
2. За вказаними кресленнями побудувати поверхневі моделі (рис. 4.6, 4.14, 4.18, 4.26).
3. Зберегти моделі

Зміст звіту

1. Назва та мета роботи
2. Образи екрану з ілюстрацією процесу побудови каркасних моделей
3. Висновки

Контрольні питання

1. Принципи побудови поверхонь з напрямною кривою
2. Побудова поверхні по двох напрямних
3. Еквідистантне зміщення кривої
4. Створення поверхні з роздільних кривих
5. Поверхні з мережі кривих, що перетинаються
6. Подовження поверхонь

Лабораторна робота 5 Сполучення поверхонь

Мета: отримання практичних навичок з побудови сполучених поверхонь

Загальні відомості

Існують різні методи обмеження поверхонь. Вони представлені в рис. 5.1-5.4. Після обрізки на поверхні утворюється замкнута крива, яка визначає її край.

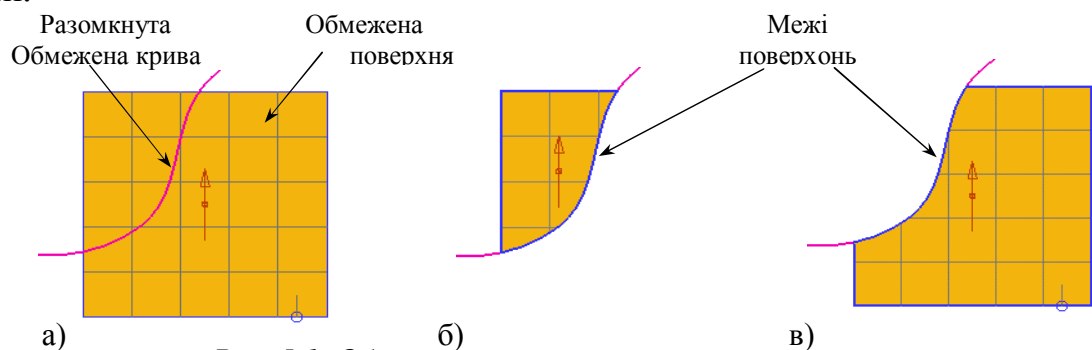


Рис. 5.1. Обмеження поверхні разомкнutoї кривої:
а) початкові об'єкти; б, в) можливі рішення

У термінології PowerShape крива, яка визначає край поверхні називається кордоном.

Для регулярних поверхонь межа повинна бути замкнутою кривою, яка не має самоперетинів (рис. 5.1б, в).

Замкнута крива, що обмежує

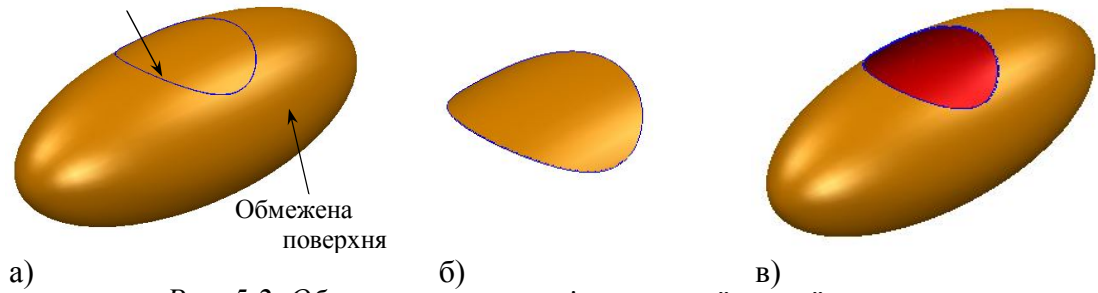


Рис. 5.2. Обмеження поверхні замкнутої кривою:
а) початкові об'єкти; б, в) можливі рішення

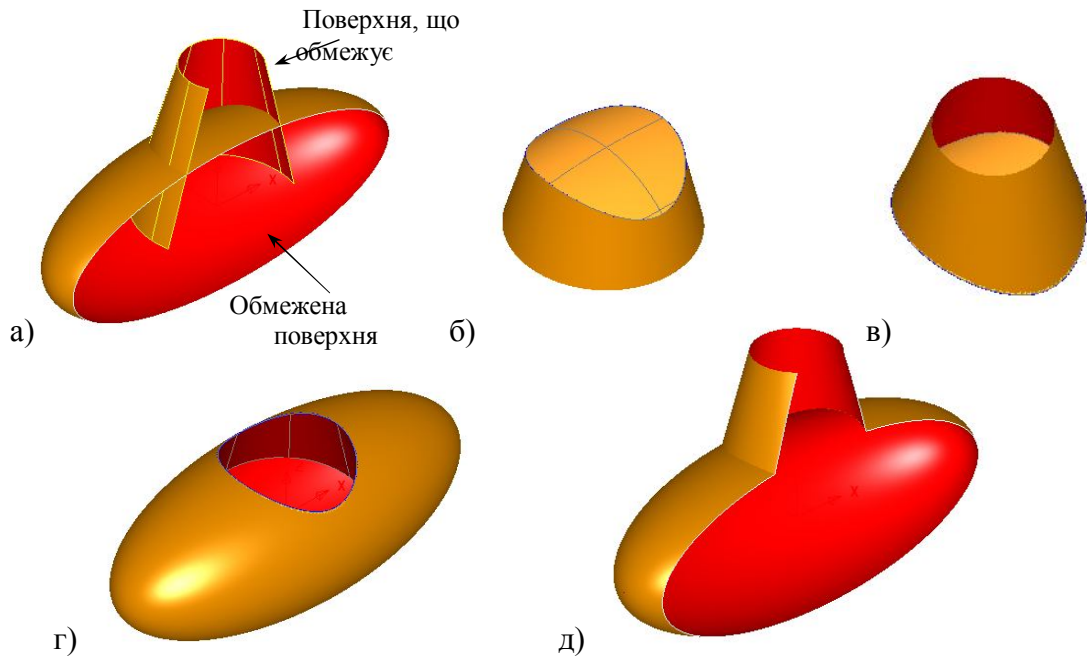


Рис. 5.3. Обмеження одної поверхні іншою поверхнею:
а) початкові об'єкти (перетин); б, в, г, д) можливі рішення

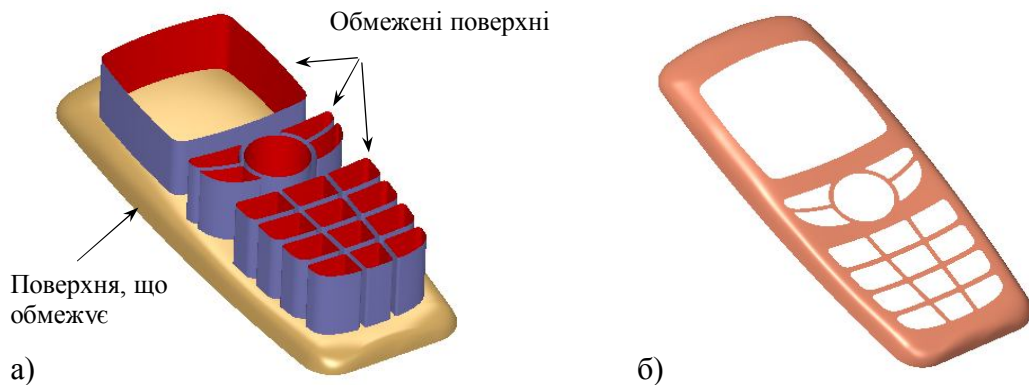


Рис. 5.4. Обмеження одною поверхнею декількох інших поверхонь:
а) початкові поверхні; б) необхідне рішення

Приклад «Кнопка для клавіатури»

На рис. 5.5 представлено креслення кнопки для клавіатури, в процесі конструювання якої ми будемо використовувати функцію обмеження поверхонь.

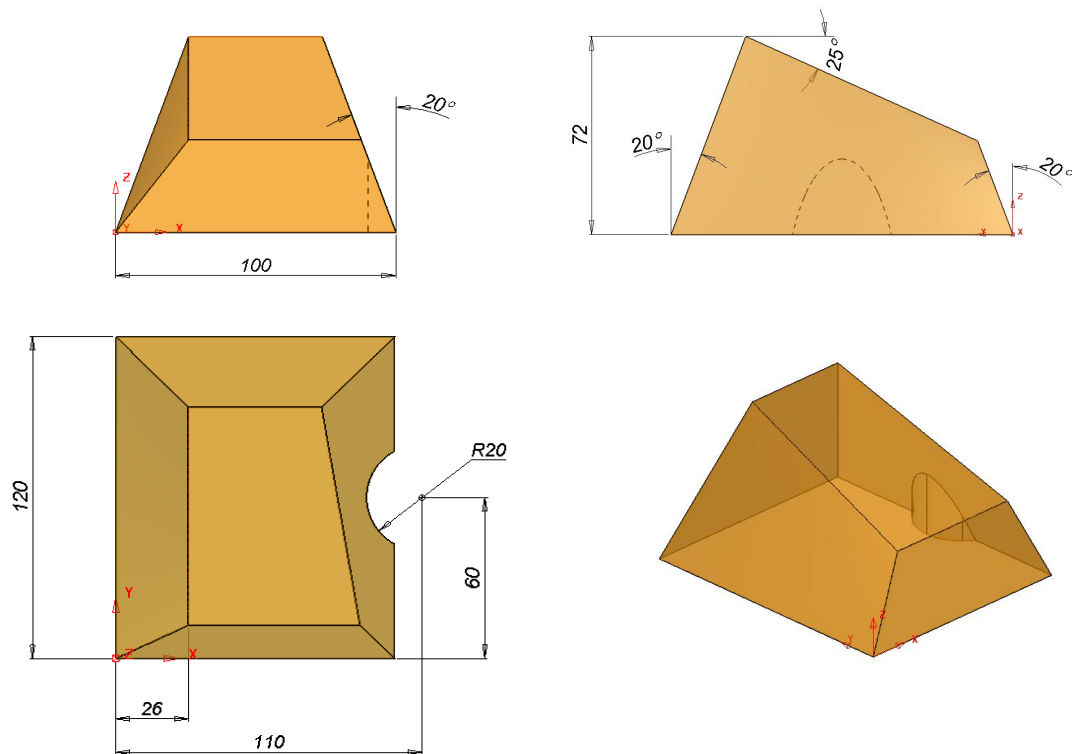

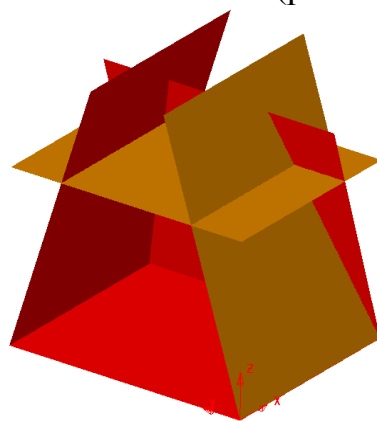


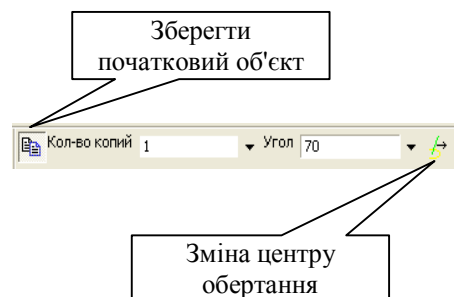
Рис. 5.5. Креслення кнопки для клавіатури

Побудуйте опору моделі за допомогою поверхневого примітиву «Площина», встановивши розміри $X = 100\text{мм}$, $Y = 120\text{мм}$.

Використовуючи функцію повороту  на загальній панелі інструментів, скопіюйте дане площину навколо зміщених центрів для отримання передній, задній і правої бічних стінок (рис. 5.6а). Нагадаємо, що вісь обертання відповідає активній осі поточної системи координат, а зміна центру обертання здійснюється в динамічному режимі після натискання відповідної кнопки на панелі (рис. 5.6б).



а)



б)

Рис. 5.6. Орієнтація в просторі початкових площин:
а) площини; б) допоміжна панель для повороту об'єкта