

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

3D моделювання технічних об'єктів засобами системи КОМПАС

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи з дисципліни
”Основи САПР”
для студентів напряму підготовки 6.050502 „Інженерна механіка”
всіх форм навчання

Обговорено і рекомендовано на
засіданні кафедри технологій
машинобудування та деревообробки
протокол № 9 від 13.02.2013 р.

Чернігів ЧДТУ 2013

3D моделювання технічних об'єктів засобами системи КОМПАС. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Основи САПР" для студентів напряму підготовки 6.050502 „Інженерна механіка” всіх форм навчання. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 156 с.

Укладачі: ФЕДОРИНЕНКО ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ, доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки;
ІГНАТЕНКО ПАВЛО ЛЕОНІДОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки

Відповідальний за випуск: СТУПА ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, завідувач кафедрою технологій машинобудування та деревообробки, доктор технічних наук, професор

Рецензент: БОНДАРЕНКО СТАНІСЛАВ ГРИГОРОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри технологій машинобудування та деревообробки Чернігівського державного технологічного університету

ВСТУП

Сучасний стрімкий розвиток інформаційних технологій в машинобудуванні обумовлює необхідність оволодіння студентами навичками автоматизованого проектування тривимірних технічних об'єктів за допомогою пакетів прикладних програм. Однією з найбільш застосовуваних САД систем в Україні для потреб виробництва, у навчальному процесі у вищих навчальних закладах є система КОМПАС-3D, що дозволяє здійснювати моделювання тривимірних об'єктів, складань та ін.

Дані методичні вказівки розроблені з метою самостійного опанування студентами за напрямом 6.050502 „Інженерна механіка” прийомів 3D моделювання технічних об'єктів засобами системи КОМПАС при виконанні першого циклу лабораторних робіт з дисципліни „Основи САПР”. Для ефективного засвоєння матеріалу зазначеної навчальної дисципліни студенти повинні вивчити приведені у методичних вказівках теоретичний матеріал, виконати вправи та відповіді на питання для самоконтролю, які приведені наприкінці кожного розділу.

Приведені методичні вказівки будуть корисні при виконанні студентами кваліфікаційних робіт бакалаврів, атестаційних робіт магістрантів та дипломному проектуванні.

1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ В КОМПАС-3D

1.1 Порядок роботи при створенні деталі

Загальноприйнятим порядком моделювання твердого тіла є послідовне виконання булевих операцій (об'єднання, вирахування, перетин) над об'ємними елементами (сферами, призмами, циліндрами, конусами, пірамідами і т.д.). Приклад виконання таких операцій показаний на рис. 1.1

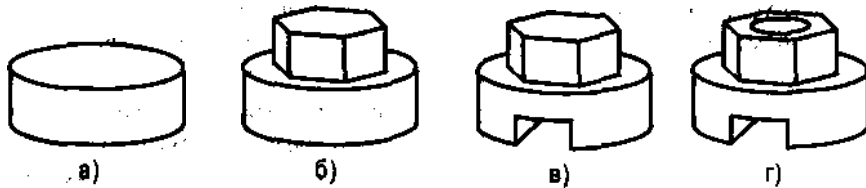


Рисунок 1.1 - Булеві операції над об'ємними елементами: а) циліндр, б) об'єднання циліндра й призми, в) вирахування призми, г) вирахування циліндра

В КОМПАС-3D для введення форми об'ємних елементів виконується таке переміщення плоскої фігури в просторі, слід, від якого визначає форму елемента (рис. 1.2), (наприклад, поворот кола навколо осі утворить сферу або тор, зміщення багатокутника - призму, і т.д.).

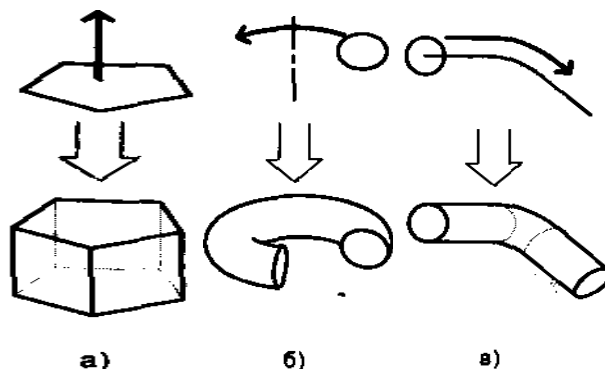


Рисунок 1.2- Утворення об'ємних елементів: а) призми, б) тора, в) кінематичного елемента: а) призма, б) тор, в) кінематичний елемент

Плоска фігура, на основі якої утвориться тіло, називається ескізом, а формотворне переміщення ескізу - операцією.

1.2 Ескізи

Ескіз може розташовуватися в одній з ортогональних площин координат, на плоскій грані існуючого тіла або в допоміжній площині, положення якої задано користувачем.

Ескіз зображується на площині стандартними засобами креслярсько-графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК При цьому доступні всі команди побудови й редагування зображення, команди параметризації і сервісні

можливості. Єдиним виключенням є неможливість вводу деяких технологічних позначень, об'єктів оформлення і таблиць.

В ескіз можна перенести зображення з раніше підготовленого в КОМПАС-ГРАФІК креслення або фрагмента. Це дозволяє при створенні тривимірної моделі спиратися на існуючу креслярсько-конструкторську документацію.

1.3 Операції

Проектування нової деталі починається з створення основи шляхом вставки у файл готової моделі деталі або виконання операції над ескізом (або декількома ескізами).

При цьому доступні наступні типи операцій:

- *обертання ескізу навколо осі, що лежить у площині ескізу (рис. 1.3)*



Рисунок 1.3 - Ескіз і елемент, утворений операцією обертання

- *видавлювання ескізу в напрямку, перпендикулярному площині ескізу (рисунок 1.4)*

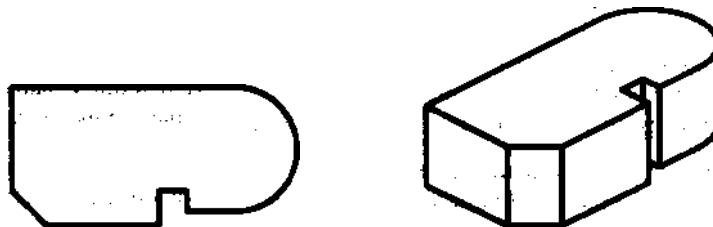


Рисунок 1.4 - Ескіз і елемент, утворений операцією видавлювання

- *кінематична операція - переміщення ескізу вздовж зазначеної направляючої (рис. 1.5)*



Рисунок 1.5 - Ескізи й елемент, утворений кінематичною операцією

Побудова тіла по декількох перетинах-ескізах (рис. 1.6).

Кожна операція має додаткові опції, що дозволяють варіювати правила побудови тіла. Ці опції будуть розглянуті далі, при описі виконання конкретних операцій.

Зауваження: Взагалі, операції видавлювання й обертання є окремими випадками кінематичної операції. Очевидно, що при видавлюванні траєкторія переміщення ескізу-перетину являє собою відрізок прямої лінії, а при обертанні - дугу кола (або повне коло).

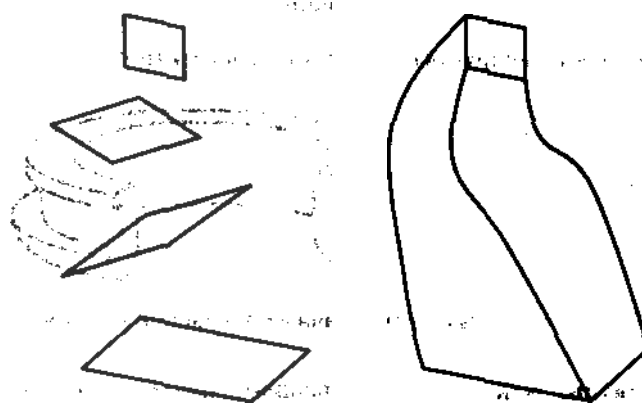


Рисунок 1.6 - Ескізи й елемент, утворений операцією по перетинах

Після створення основи деталі здійснюється «приклеювання» або «вирізання» додаткових об'ємів (рис. 1.7). Кожний з них являє собою елемент, утворений за допомогою перерахованих вище операцій над новими ескізами. При виборі типу операції потрібно відразу вказати, буде створюваний елемент відніматися з основного об'єму або додаватися до нього. Прикладами вирахування об'єму з деталі можуть бути різні отвори, проточки, канавки, а прикладами додавання об'єму - бобишки, виступи, ребра.

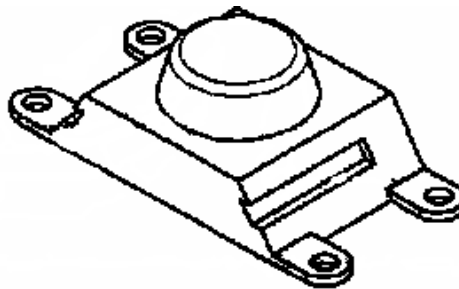


Рисунок 1.7 - Бобишка і лапки приклеєні до основи деталі, пази й отвори вирізані

1.4 Питання для самоконтролю

1. Які булеві операції використовуються для 3D моделювання?
2. На основі яких геометричних примітивів може бути побудований формоутворюючий ескіз?
3. Яким чином створюється ескіз?
4. Наведіть основні типи операцій, що використовуються в САПР КОМПАС 3D?

2 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ КОМПАС-3D

Грань - гладка (необов'язково плоска) частина поверхні деталі.

Гладка поверхня деталі може складатися з декількох сполучених граней у випадку, коли вона утворена операцією над декількома сполученими графічними об'єктами.

Ребро - крива, що розділяє дві грані.

Вершина - точка на кінці ребра.

Тіло деталі - область, обмежена гранями деталі: Вважається, що ця область заповнена однорідним матеріалом деталі.

Компонент - деталь, підзбірка або стандартний виріб, що входить до складу збірки.

Сполучення - параметричний зв'язок між компонентами збірки, формований шляхом завдання взаємного положення їхніх елементів (наприклад, паралельності граней або збігу вершин).

2.1 Керуючі елементи екрана

Працюючи в КОМПАС-3D з документом-моделлю, Ви бачите на екрані вікно моделі, *Рядок головного меню*, *Панелі кнопок* (*Панель керування*, *Інструментальну панель* і *Панель спеціального керування*), *Рядок параметрів об'єктів* і *Рядок поточного стану*, *лінійки прокручування*. Призначення й принцип роботи цих елементів – ті ж, що при роботі в інших документах КОМПАС-ГРАФІК. Дещо відрізняється тільки склад меню і кнопок на панелях.

Наприклад, на *Панелі керування* з'являються кнопки вибору типу відображення моделі (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Приклад Панелі керування при роботі з деталлю в КОМПАС-3D

У *Рядку поточного стану* (рис. 2.2) знаходяться поля **Масштаб** і **Текущая ориентация**, а також кнопка **Ориентация**.



Рисунок 2.2 - Рядок поточного стану КОМПАС-3D

В полі **Масштаб**, можна переглянути або ввести значення поточного масштабу зображення моделі на екрані.

В полі **Текущая ориентация** можна переглянути або вибрати назву орієнтації моделі (напрямок погляду спостерігача на модель).

Інструментальна панель в режимі роботи з деталлю, в КОМПАС-3D містить три сторінки - *Панель побудови деталі*, *Панель допоміжних побудов* і *Панель вимірювань* (рис. 2.3).

Інструментальна панель в режимі роботи зі складанням в КОМПАС-3D містить чотири сторінки: *Панель побудови складання; Панель допоміжних побудов; Панель сполучень і Панель вимірювань.*

Переключення між сторінками здійснюється за допомогою кнопок *Панелі переключення.*



Рисунок 2.3 - Інструментальна панель в режимі роботи зі складанням

Зауваження: *змінити положення Інструментальної панелі або зробити її переміщеною можна в діалозі настроювання системи.*

2.2 Дерево побудови

При роботі з будь-якою моделлю в КОМПАС-3D на екрані, крім вікна, в якому відображається деталь або збірка, показується вікно, що містить Дерево побудови моделі. Дерево побудови - це представлена в графічному вигляді послідовність об'єктів, що складають модель. Вони відображаються в Дереві в порядку створення.

У Дереві побудови деталі відображаються, позначення початку координат, площини, осі, ескізи й операції.

Ескіз, задіяний у будь-якій операції, розміщується на «гілці» Дерева побудови деталі, що відповідає цій операції. Ліворуч від назви операції у Дереві побудови відображається знак «+». Після натискання мишею на цьому знаку в Дереві побудови розвертається список ескізів, що беруть участь в операції. Ескізи, не задіяні в операціях, відображаються на верхньому рівні Дерева побудови деталі.

У Дереві побудови збірки відображаються позначення початку координат, площини, осі, компоненти збірки - деталі і підзбірки, а також відносини між компонентами – з'єднання, тому що компоненти збірки - деталі і підзбірки - є самостійними моделями, на відповідним їм «витках». Дерево розміщує, у свою чергу, їх складові.

Особливий елемент Дерева побудови – Показчик закінчення побудови моделі. Про нього буде докладно розказано нижче.

Кожен елемент автоматично виникає в Дереві побудови відразу після того, як він створений. Назва присвоюється елементам також автоматично в залежності від способу, яким вони отримані. Наприклад, Вісь через ребро, Операція обертання, Фаска, Співвісність, (Кришка - Прокладка), і т.д.

Зауваження: *Назви деталей і підзірок, вставлених у збірку, беруться з файлів цих компонентів.*

В моделі може існувати безліч однотипних елементів. Щоб розрізнити їх, до назви елемента автоматично додається порядковий номер елемента даного типу. Наприклад, *Скруглення: 1* і *Скруглення: 2*; *Перетин площиною: 1* і *Перетин площиною: 2*.

Ви можете перейменувати будь-який елемент у Дереві побудови. Для цього двічі повільно клацніть мишею по його назві і воно відкриється для редагування. Введіть нову назву елемента і клацніть мишею поза списком елементів дерева. Нова назва елемента буде збережена в Дереві побудови. Звичайно, елементи перейменовують відповідно до їхнього конструктивного змісту (призначення). Наприклад, елемент *Приклеїти операцією обертання* можна перейменувати в *Бобишку*, *Вирізати кінематично* в *Паз* і т.д. Приклад перейменування елементів у Дереві побудови показано на рис. 2.4.

Ліворуч від назви кожного елемента в Дереві побудови відображається піктограма, що відповідає способу, яким цей елемент отриманий. Піктограму, на відміну від назви елемента, змінити неможливо. Завдяки цьому при будь-якому перейменуванні елементів у Дереві побудови залишається наочна інформація про спосіб їхнього створення.

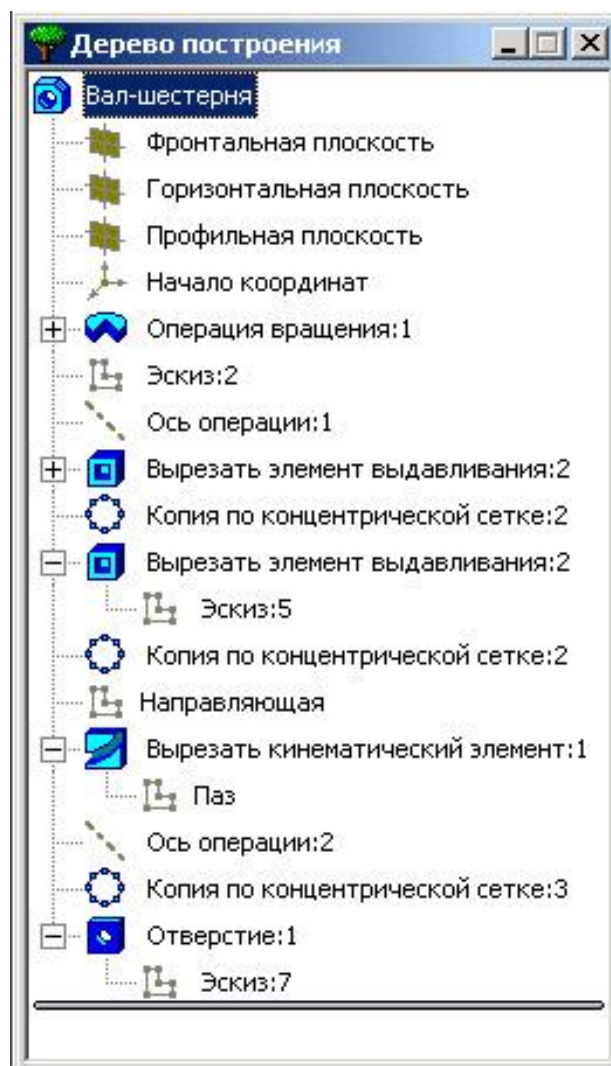


Рисунок 2.4- Дерево побудови моделі

Зазвичай, піктограми відображаються в Дереві побудови синім кольором. Якщо об'єкт виділений, то його піктограма в Дереві зелена. Якщо об'єкт зазначений для виконання операції, то його піктограма в Дереві побудови червона.

Дерево побудови служить не тільки для фіксації послідовності побудови, але й для полегшення вибору і вказівки елементів при виконанні команд.

Ви можете відключити показ Дерева побудови. Для цього викличте з меню **Сервіс** або з контекстного меню команду **Дерево побудови**. Щоб включити показ Дерева побудови, викличте команду знову. Коли показ Дерева побудови включений, поруч із назвою команди в меню відображається «галочка».

Дерево побудови відображається в окремому вікні, що завжди знаходиться в середині вікна документа-моделі. Ви можете змінити розмір вікна Дерева побудови, перетягуючи мишею його кути або границі.

Якщо відкрито кілька вікон одного документа-моделі, показ Дерева побудови може бути включений або виключений у кожному із них.

2.3 Базові прийоми роботи

2.3.1 Вибір об'єктів

Для виконання багатьох команд побудови тривимірних елементів потрібна вказівка або виділення об'єктів, на яких базується ця побудова - ескізів, вершин, ребер і граней, конструктивних осей і площин.

Виділення об'єктів відбувається, коли не активна жодна команда тривимірних побудов. Об'єкти виділяють для того, щоб їх переглянути, перед викликом якої-небудь команди. Наприклад, елемент можна виділити для того, щоб викликати команду редагування його параметрів.

Вказання елементів відбувається в процесі завдання параметрів поточної команди. Наприклад, після виклику команди створення елемента по перетинах потрібно послідовно вказувати ескіз-перетину.

Об'єкти можна вказувати й виділяти у вікні побудови моделі.

Для вказання вершин підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли курсор прийме вигляд «зірочки», клацніть лівою кнопкою миші.

Вигляд курсору при вказанні вершини.

Для вказання ребра підведіть до нього курсор у вікні моделі. Коли курсор прийме вигляд «палички», клацніть лівою кнопкою миші.



Вигляд курсору при вказанні ребра

Для вказання конструктивної осі підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли курсор прийме вигляд «осі», клацніть лівою кнопкою миші.



Вигляд курсору при вказанні осі

Для вказання грані підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли курсор прийме вигляд «поверхні», клацніть лівою кнопкою миші.



Вигляд курсору при вказанні грані

Для вказання конструктивної площини підведіть до неї курсор у вікні моделі. Коли курсор прийме вигляд «площини», клацніть лівою кнопкою миші.



Вигляд курсору при вказанні площини

2.3.2 Фільтри об'єктів

При виділенні й вказанні вершин, ребер, граней, осей, і площин у вікні редагування моделі відбувається динамічний пошук об'єктів: при проходженні курсору над об'єктом, що може бути обраний у даний момент, цей об'єкт підсвічується, а курсор змінює зовнішній вигляд.

Іноді в «пастку» курсору попадає відразу кілька об'єктів (наприклад, грань і її ребро), причому підсвічується не той об'єкт, що Ви хотіли виділити. Для полегшення вибору об'єктів потрібного типу використовуються фільтри об'єктів.

Щоб включити **Фільтр**, викличте з меню **Сервіс** команду **Фільтри об'єктів**. На екрані з'явиться Панель фільтрів (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Панель фільтрів

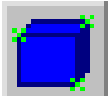
За замовчуванням на панелі натиснута кнопка **Фільтрувати всі**.



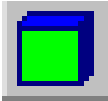
Кнопка **Фільтрувати всі**

Натискання цієї кнопки означає, що підсвічуються і можуть бути позначені (виділені) курсором вершини, ребра, грані, осі, і площини.

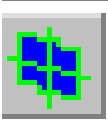
Коли для виконання задуманої Вами дії необхідно вказати (виділити) об'єкти визначеного типу, натисніть відповідну кнопку на Панелі фільтрів.



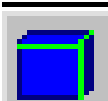
Кнопка **Фільтровать вершины**



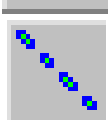
Кнопка **Фільтровать грани**



Кнопка **Фільтровать плоскости**



Кнопка **Фільтровать рёбра**



Кнопка **Фільтровать оси**

Якщо натиснута одна з цих кнопок, то кнопка **Фільтровать все** виключається.

Ви можете вибрати будь-яку комбінацію типів, доступних для вказівки (виділення) об'єктів, натиснувши відразу кілька кнопок на Панелі фільтрів. Якщо виключаються всі кнопки, що відповідають типам об'єктів, то кнопка **Фільтровать все** автоматично вмикається (тобто відключити вказівку всіх типів об'єктів неможливо). Переключати кнопки на Панелі фільтрів можна в будь-який момент роботи з моделлю.

2.3.3 Вибір схованих, співпадаючих або близько розташованих об'єктів

Іноді об'єкт, що потрібно вибрати, розташований близько до інших об'єктів, або накладений на них, або схований під ними. При цьому важко (а іноді й зовсім неможливо) вказати його курсором.

Для вибору кожного з близько розташованих (в тому числі накладених один на одного) об'єктів служить команда **Перебор объектов** контекстного меню. Команда досяжна, коли система очікує вказання об'єкта або відбувається виділення об'єкта, а в «пастку» курсора попадає більш одного об'єкта. Для швидкого виклику команди можна скористатися комбінацією клавіш <Ctrl>+<T>.

Після виклику команди об'єкти можна перебирати, натискаючи клавішу <Пробел>, викликаючи команду **Следующий объект** із контекстного меню.

Коли об'єкт, що потрібно виділити, буде підсвічений, для виходу з режиму перебору об'єктів викличте команду **Закончить перебор** об'єктів із контекстного меню або перейдіть до виконання іншої команди. Якщо відбувається вказання об'єкта в процесі виконання якої-небудь команди, то після підсвічування потрібного об'єкта викличте команду **Выбрать подсвеченный объект** із контекстного меню. Система повернеться в режим

команди для якої Ви вказували об'єкт. Для виходу з режиму перебору без вказівки об'єкта викличте команду **Отказ от перебора** з контекстного меню.

2.3.4 Вибір у Дереві побудови

Деякі об'єкти потрібно виділяти й вказувати не тільки у вікні редагування моделі, але й у Дереві побудови. Щоб вказати або виділити об'єкт у Дереві побудови, клацніть мишею на його назві або піктограмі. Таким способом Ви можете виділити або вказати ескіз, площину, вісь, формотворний елемент (наприклад, елемент, приклеєний операцією обертання, отвір, фаску), компонент збірки або з'єднання.

Зауваження: *Вказання і виділення об'єктів у Дереві побудови може виконуватися тільки в режимі тривимірних побудов, якщо система знаходиться в режимі ескізу вказання й виділення об'єктів у Дереві побудови неможливо (незважаючи на те, що Дерево побудови видне на екрані).*

При вказанні або виділенні будь-якого об'єкта Древа побудови відповідна йому частина моделі підсвічується у вікні моделі. Якщо в Дереві побудови зазначене сполучення, у вікні моделі підсвічуються об'єкти, що беруть участь у цьому сполученні. Після того як об'єкт виділений будь-яким способом (у тому числі у вікні моделі), що відповідає йому піктограма в Дереві побудови моделі із синьої перетворюється в зелену. Наприклад, при вказанні ребра колір змінює піктограма операції, що утворила це ребро, а при вказанні площини колір змінює піктограма цієї площини.

Після того, як об'єкт зазначений будь-яким способом, що відповідає йому піктограма в Дереві побудови моделі із синьої перетворюється в червону. Наприклад, при вказівці грані піктограма змінює колір операції, що утворила цю грань, а при вказівці ескізу колір змінює піктограма цього ескізу.

При побудові збірки усі компоненти відображаються в Дереві побудови у вигляді піктограми. Ліворуч від неї розташований знак «+», що означає, що список об'єктів, що складають компоненти, згорнутий. Таким чином, об'єкти, із яких складається компонент, можуть бути не видні навіть у тому випадку, якщо вони виділені у вікні моделі.

Щоб виділити в Дереві побудови об'єкт, виділений у вікні моделі, використовуйте команду **Показати в дереві** із меню **Сервіс** або з контекстного меню. Після виклику команди піктограма цього об'єкта виділяється зеленим кольором, а Дерево побудови розгортається так, щоб вона була видна.

Зауваження: *Якщо у вікні моделі виділений об'єкт, що належить формотворному елементу (наприклад, грань елемента видавлювання), то після виклику команди **Показати в дереві** в Дереві побудови виділяється піктограма відповідного формотворного елемента*

2.3.5 Керування зображенням

Ви можете керувати масштабом зображення моделі на екрані, зміщувати і повертати модель.

Зміна масштабу зображення

Для керування масштабом зображення моделі призначені ті ж команди, що і при роботі з графічними документами КОМПАС-ГРАФІК: **Увеличить масштаб рамкой**, **Увеличить масштаб**, **Уменьшить масштаб**, **Масштаб по выделенным объектам**, **Приблизить/отдалить**, **Показать все**. Ці команди, розташовані в меню **Сервис**, а кнопки для швидкого виклику на Панелі керування.



Кнопка **Увеличить масштаб рамкой**



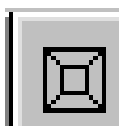
Кнопка **Увеличить масштаб**



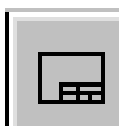
Кнопка **Уменьшить масштаб**



Кнопка **Масштаб по выделенным объектам**



Кнопка **Приблизить/отдалить**



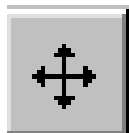
Кнопка **Показать все**

Ви можете керувати коефіцієнтом зміни масштабу, що використовується при виконанні команд **Увеличить масштаб** і **Уменьшить масштаб**. Щоб настроїти його величину, викличте з меню **Сервис** команду **Настройка системы**, у діалозі, що з'явився, виберіть пункт **Редактор моделей - Параметры управления изображением**. Введіть у поле Коефіцієнт зміни масштабу потрібне значення коефіцієнта або виберіть його зі списку. Вийдіть із діалогу, натиснувши кнопку **ОК**. Після цього масштабування зображення буде здійснюватися із зазначеним Вами коефіцієнтом.

Зміщення зображення

Так само, як при роботі з графічними документами КОМПАС-ГРАФІК, Ви можете пересувати зображення по екрану, не змінюючи його масштаб. Для цього призначена команда **Сдвинуть изображение** із меню **Сервис**.

Кнопка швидкого виклику команди розташована на Панелі керування.

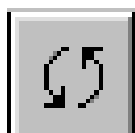


Кнопка **Сдвинуть изображение**

Для швидкого зрушення зображення (без виклику спеціальної команди) можна скористатися клавіатурними комбінаціями <Shift> + <стрілки>. Натискання на кожен з них викликає переміщення зображення у відповідну сторону. Розмір переміщення зображення при однократному натисканні керуючої клавіатурної комбінації називається кроком переміщення. Для того, щоб настроїти його величину, викличте з меню **Сервис** команду **Настройка системы**, у діалозі, що з'явився, виберіть пункт **Редактор моделей - Параметры управления изображением**. Введіть в поле **Шаг перемещения изображения модели** потрібне значення кроку або виберіть його зі списку. Вийдіть з діалогу, натиснувши кнопку **ОК**. Після цього зміщення моделі за допомогою клавіатурних комбінацій буде виконуватися із зазначеним Вами кроком.

Обертання моделі

При моделюванні деталі або збірки зазвичай, виникає необхідність бачити її з різних сторін. Для цього в КОМПАС-3D передбачена можливість обертання моделі. Команда **Повернуть изображение** знаходиться в меню **Сервис**, а кнопка для її швидкого виклику - на Панелі керування.



Кнопка **Повернуть**

Після виклику команди змінюється зовнішній вигляд курсору (він перетворюється у дві дугоподібні стрілки).



Зовнішній вигляд курсору при обертанні моделі

Натисніть ліву кнопку миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщайте курсор. Модель буде повертатися навколо центральної точки габаритного паралелограма.

Якщо потрібно обертати модель навколо точки (вершини деталі, центра сфери), підведіть курсор до потрібного елемента у вікні моделі. Коли елемент

підсвітиться, клацніть лівою кнопкою миші. Курсор прийме вигляд «зірочки» із двома дугоподібними стрілками.



Зовнішній вигляд курсору при обертанні моделі навколо точки

Натисніть ліву кнопку миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщуйте курсор. Модель буде повертатися навколо обраної точки.

Напрямок обертання навколо центральної точки габаритного паралелограма або навколо точки залежить від напрямку переміщення курсора.

- Якщо курсор переміщується вертикально, то модель обертається у вертикальній площині, перпендикулярній площині екрана.
- Якщо курсор переміщується горизонтально, то модель обертається в горизонтальній площині, перпендикулярній площині екрана.
- Якщо курсор переміщується по діагоналі, то обертання моделі складається з відповідних вертикальних і горизонтальних компонентів.
- Якщо потрібно обертати модель у площині екрана, потрібно переміщати курсор (з натиснутою лівою кнопкою миші) горизонтально, утримуючи при цьому натиснутою клавішу <Alt>.

Якщо потрібно обертати модель навколо осі (допоміжної осі, осі операції) або прямолінійного ребра, підведіть курсор до потрібного елемента у вікні моделі. Коли елемент підсвітиться, клацніть лівою кнопкою миші. Курсор прийме вигляд «осі» з двома дугоподібними стрілками.



Зовнішній вигляд курсору при обертанні моделі навколо осі

Натисніть ліву кнопку миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщуйте курсор. Модель буде повертатися навколо обраної осі.

Якщо потрібно обертати модель навколо осі, що проходить через зазначену точку площини (допоміжної, проєкційної площини або плоскої грані моделі), перпендикулярно цій площині, підведіть курсор до потрібної точки площини у вікні моделі. Коли площина підсвітиться, клацніть лівою кнопкою миші. Курсор прийме вигляд «площини» із двома дугоподібними стрілками.



Зовнішній вигляд курсору при обертанні моделі навколо осі,
перпендикулярної площині

Натисніть ліву кнопку миші у вікні моделі і, не відпускаючи її, переміщайте курсор. Модель буде повертатися навколо зазначеної осі.

Для швидкого переходу до обертання моделі навколо центру габаритного паралелепіпеда (виклику спеціальної команди) можна скористатися комбінаціями клавіш <Ctrl> + <Shift> + <стрілки>.

- При використанні комбінацій <Ctrl> + <Shift> + <↑> і <Ctrl> + <Shift> + <↓> модель обертається у вертикальній площині, перпендикулярній площині екрана.
- При використанні комбінацій <Ctrl> + <Shift> + <→> і <Ctrl> + <Shift> + <←> модель обертається в горизонтальній площині.
- Якщо потрібно обертати модель у площині екрана, використовуйте клавіатурні комбінації <Alt> + <→> і <Alt> + <←>

Кут повороту моделі при однократному натисканні зазначеної клавіатурної комбінації називається *кроком кута повороту моделі*. Для того, щоб настроїти його величину, викличте з меню **Сервіс** команду **Настройка системы**, у діалозі, що з'явився, виберіть пункт *Редактор моделей - Параметры управления изображением*. Введіть в полі *Шаг угла поворота модели* потрібне, значення кроку або виберіть його зі списку. Вийдіть із діалогу, натиснувши кнопку **ОК**. Після цього, поворот моделі за допомогою клавіатурних комбінацій буде виконуватися із зазначеним Вами кроком.

Іноді потрібно повернути модель рівно на 90°.

Для виконання такого повороту у вертикальній площині, перпендикулярній площині екрана, служать клавіатурні комбінації

- <Пробел> + <↑> і <Пробел> + <↓>, у горизонтальній площині-комбінації
- <Пробел> + <→> і <Пробел> + <←>, а в площині екрана - комбінації
- <Alt> + <↑> і <Alt> + <↓>.

2.4 Орієнтація моделі

Положення моделі щодо спостерігача називається орієнтацією моделі.

Для зміни орієнтації моделі в КОМПАС-3D можна скористатися командою обертання моделі.

Часто потрібна така орієнтація, при якій одна з площин проєкцій рівнобічна площині екрана (у цьому випадку зображення моделі відповідає її зображенню на кресленні в стандартній проєкції, наприклад, на виді зверху або ліворуч). Таку орієнтацію важко одержати, повертаючи модель мишею. У цьому випадку для зміни орієнтації можна користуватися передбаченим системою списком назв орієнтації.

Поле **Ориентация** розташоване у *Рядку поточного стану*. Воно являє собою список. За замовчуванням у цьому списку знаходяться стандартні назви орієнтації: **Сверху**, **Снизу**, **Слева**, **Справа**, **Спереди**, **Сзади** (кожне з них відповідає напрямкові погляду спостерігача на модель). Виберіть назву

орієнтації зі списку (рис. 2.6). Зображення буде перебудовано відповідно до зазначеного напрямку погляду.

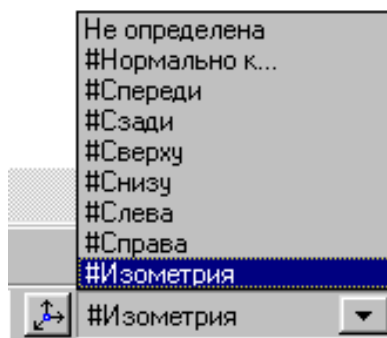
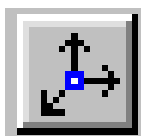


Рисунок 2.6 - Вибір назви орієнтації

Іноді потрібно, щоб паралельно площини-екрана виявилася не проєкційна площина, а допоміжна площина або плоска грань моделі. Щоб установити таку орієнтацію, виділіть потрібний плоский об'єкт і виберіть із списку назв орієнтації рядок **Нормально к ...**. Модель повернеться так, щоб напрямок погляду був перпендикулярно обраному об'єкту.

Іншим способом встановлення орієнтації **Нормально к...** є вибір відповідної команди з меню **Сервис**.

Ви можете не тільки використовувати стандартні назви орієнтації, але і запам'ятовувати поточну орієнтацію під яким-небудь ім'ям, а потім повертатися до неї у будь-який момент, вибравши це ім'я зі списку.



Кнопка **Ориентация**

Для цього натисніть кнопку **Ориентация** в *Рядку поточного стану*.

2.5 Питання для самоконтролю

1. Наведіть визначення понять грань, ребро, вершина, компонент, сполучення?
2. Які керуючі елементи екрана використовуються в КОМПАС 3D?
3. Дайте характеристику дерева побудови 3D моделі?
4. Як здійснюється вибір об'єктів моделювання?
5. Для чого використовуються фільтри об'єктів?
6. Яким чином здійснюється вибір співпадаючих або близько розташованих об'єктів?
7. Як здійснюється вибір в дереві побудови моделі?
8. Наведіть основні засоби керування зображенням.
9. Яким чином змінюється орієнтація моделі?

3 ПРИЙОМИ СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ В КОМПАС-3D

3.1 Побудова деталі

3.1.1 Створення нового файлу деталі

Для того, щоб створити новий файл тривимірної моделі деталі, викличте з меню Файл команду **Создать деталь** або натисніть кнопку **Новая деталь** на Панелі керування.



Кнопка **Новая деталь**

На екрані відкриється вікно нового КОМПАС - документа (деталі), зміниться набір кнопок на Панелі керування, Інструментальної панелі, склад Рядка поточного стану і Головного меню.

3.1.2 Система координат, площини проєкцій

В кожному файлі деталі (в тому числі в новому, тільки що створеному) існує система координат й обумовлені нею проєкційні площини. Назва цих об'єктів з'являється в Дереві побудови відразу після створення нового файлу деталі. Зображення системи координат з'являється по середині вікна деталі; для того щоб побачити зображення проєкційних площин, потрібно виділити їх в Дереві побудови.

Площини показуються на екрані умовно - у вигляді прямокутників, що лежать в цих площинах; таке відображення дозволяє користувачеві побачити розташування площини в просторі. Іноді для розуміння розташування площини потрібно, щоб прямокутник, що її символізує, був більший (менший) або був розташований в іншому місці площини. Ви можете змінити розмір і положення цього прямокутника, перетягуючи мишею його характерні точки (вони з'являються, коли площина виділена).

Площини проєкцій і систему координат неможливо видалити з файлу деталі. Їх можна перейменувати, а також відключити їх показ у вікні деталі.

3.1.3 Створення основи деталі

Побудова тривимірної моделі деталі починається зі створення основи - її першого формотворного елемента. Основа є в будь-якої деталі, вона завжди одна.

Як основу можна використовувати кожний з чотирьох типів формотворних елементів - *елемент видавлювання*, *елемент обертання*, *кінематичний елемент* і *елемент по перетинах*.

Найчастіше як основу використовують самий найбільший з цих елементів. Якщо в складі деталі є декілька порівняних по розмірах елементів, як основу

вибирають той з них, до якого буде потрібно безпосередньо додавати (вирізати) найбільшу кількість додаткових об'ємів.

Іноді як основу використовують простий елемент (наприклад, паралелепіпед, циліндр), описаний навколо проектованої деталі (або її частини). Приклад такої основи показаний на рис. 3.1

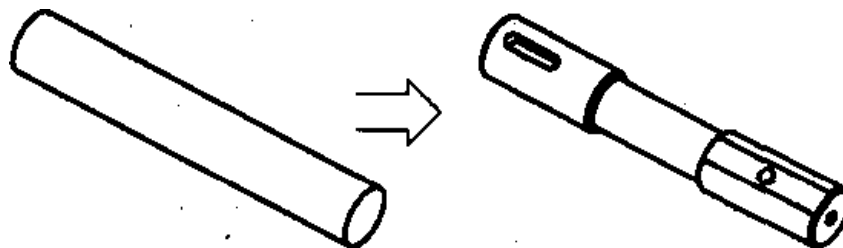


Рисунок 3.1 - Використання циліндра як основи деталі (осі)

У деяких випадках можна вибрати основу (а також намітити подальший порядок проектування деталі), уявивши технологічний процес її виготовлення. Наприклад, представлену на рис. 3.2 деталь можна одержати шляхом фрезерування й свердління круглої пластини, тому як основу деталі використано циліндр.

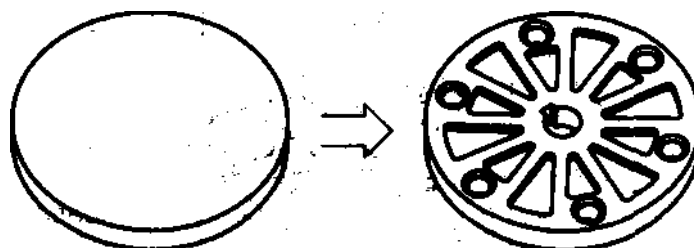


Рисунок 3.2 - Використання циліндра як основи деталі (пластини)

Побудова будь-якої основи починається зі створення ескізу. Ескіз розташовується на площині. Як правило, для побудови ескізу основи вибирають одну з існуючих у файлі деталі проекційних площин.

Зауваження: Вибір площини для побудови ескізу основи не впливає на подальший порядок побудови моделі і її властивостей. Однак від нього залежить положення деталі при виборі стандартної орієнтації (рис. 3.3). Наприклад, якщо ескіз-перетин елемента видавлювання побудований у фронтальній площині, то проекція елемента на виді спереду буде збігатися з формою ескізу.

Перед створенням ескізу виберіть у Дереві побудови деталі потрібну площину. Для цього клацніть мишею на її назві. Піктограма площини в Дереві побудови буде виділена зеленим кольором, а у вікні деталі буде підсвічена умовна позначка площини (квадрат із характерними точками).

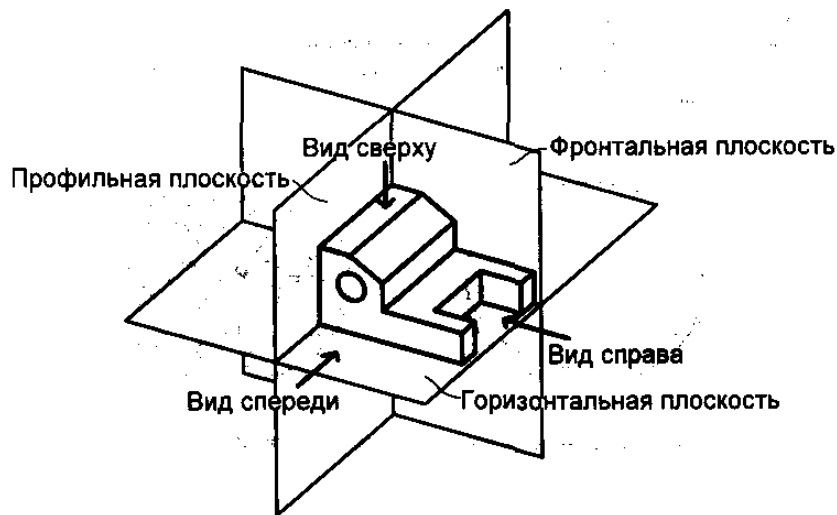
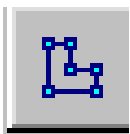


Рисунок 3.3 - Положення деталі щодо площин проєкцій

Ескіз зручно будувати, коли його площина збігається з площиною екрана (якщо площина ескізу перпендикулярна площині екрана - побудова досконало неможлива).

Порада: Для того, щоб розмістити виділену площину паралельно площині екрана, виберіть рядок **Нормально к...** в полі **Ориєнтація Рядка поточного стану**.

Для того щоб створити ескіз у виділеній площині, викличте з контекстного меню команду **Новый эскиз** або натисніть кнопку **Новый эскиз** на Панелі керування.



Кнопка **Новый эскиз**

Система перейде в режим редагування ескізу (зміниться набір кнопок на Панелі керування. Інструментальної панелі, склад Рядка поточного стану і Головного меню). Режим редагування ескізу мало відрізняється від режиму редагування фрагмента КОМПАС-ГРАФІК. В ньому доступні всі команди побудови і редагування графічних об'єктів, виділення, вимірів, простановки розмірів, накладення параметричних зв'язків і обмежень.

Виключення складають команди створення таблиць і технологічних позначень у фрагменті - у режимі редагування ескізу вони відсутні. Це зв'язано з тим, що на відміну від графічних примітивів ці об'єкти при переміщенні ескізу не беруть участь в утворенні форми тривимірного елемента і на відміну від розмірів вони не визначають конфігурацію ескізу. Тому таблиці і технологічні позначення в ескізах не використовуються.

Зауваження: Якщо в ескіз все-таки потрапили таблиця або технологічне позначення (наприклад, вони були скопійовані через буфер обміну з графічного документа), це не перешкоджає подальшій роботі. Такі об'єкти не враховуються при утворенні об'ємного елемента. В ескізі вони зберігаються; їх можна переглянути при редагуванні ескізу.

За замовчуванням у новому ескізі включений параметричний режим. Про особливості роботи в ньому докладно розглянуто в [1].

Для того щоб настроїти параметричний режим у поточному ескізі, виберіть з меню **Настройка** команду **Параметры текущего эскиза**. У діалозі, що з'явився, виберіть пункт **Параметризация**. Зробіть необхідні настройки.

Для налагодження параметричного режиму ескізів у всіх знову створюваних деталях користуйтеся командою **Настройка новых документов** з меню **Настройка**.

3.1.4 Загальні вимоги до ескізів

Як правило, ескіз являє собою перетин об'ємного елемента. Рідше ескіз є траєкторією переміщення іншого ескізу - перетину. Для створення об'ємного елемента підходить не будь-яке зображення в ескізі, воно повинно підкорятися деяким правилам.

Одним з основних понять при описі ескізу є **контур**. Значення цього терміна в КОМПАС-3D відрізняється від його значення в КОМПАС-ГРАФІК. Якщо при роботі в графічному документі (фрагменті або кресленні) контур - це єдиний графічний об'єкт, то при роботі в ескізі під **контуром** розуміється будь-який лінійний графічний об'єкт, в якому є сукупність послідовно з'єднаних лінійних графічних об'єктів (відрізків, дуг, сплайнів, ламаних і т.д.). Слід також зазначити, що контури в ескізі не перетинаються і не мають загальних точок, контур в ескізі зображується стилем лінії **Основная**.

Зауваження: Іноді для побудови контуру в ескізі (особливо параметричному) потрібні допоміжні об'єкти, що не входять у контур. Їх можна зображувати іншими стилями ліній; такі об'єкти не будуть враховуватися при виконанні операцій.

Ескіз, як і фрагмент КОМПАС-ГРАФИК, може містити кілька шарів. При виконанні операції враховуються об'єкти у всіх шарах, крім погашених. Існують додаткові (частки) вимоги, пропоновані до ескізів, призначені для виконання конкретних операцій. Ці вимоги перераховані далі, в описі кожної конкретної операції.

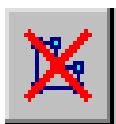
Створіть в ескізі зображення перетину основи деталі (або траєкторії переміщення перетину), при необхідності накладіть параметричні зв'язки й обмеження. Коли створення ескізу закінчене, необхідно перейти в режим тривимірних побудов. Вийдіть з останньої команди, що використовувалася в режимі ескізу. Для цього натисніть клавішу <Esc> або викличте з контекстного

меню команду **Прервать команду** або натисніть кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Кнопка **Прервать команду**

Потім викличте з контекстного меню команду **Закончить эскиз** або натисніть кнопку **Закончить эскиз** на Панелі керування.



Кнопка **Закончить эскиз**

Система повернеться в режим тривимірних побудов. Ескіз, побудова якого тільки що закінчено, буде підсвічений у вікні деталі і виділений у Дереві побудови.

Тепер необхідно вказати, яким способом потрібно переміщати ескіз у просторі для одержання основи потрібного типу, тобто вибрати вид формотворної операції. Можливі операції, їхні параметри, а також специфічні вимоги до ескізів перераховані нижче.

3.2 Елемент видавлювання

3.2.1 Створення основи деталі у вигляді елемента видавлювання

Для створення основи деталі у вигляді елемента видавлювання викличте з меню **Операции** команду **Операция выдавливания** або натисніть кнопку **Операция выдавливания** на Панелі керування.



Кнопка **Операция выдавливания**

*Зауваження: Команда **Операция выдавливания** доступна, якщо в моделі ще немає основи деталі, і виділений один ескіз.*

3.2.2 Вимоги до ескізу

- В ескізі основи деталі може бути один або кілька контурів.
- Якщо контур один, то він може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контурів декілька, усі вони повинні бути замкнуті.
- Якщо контурів декілька, один з них повинен бути зовнішнім, а інші – вкладеними в нього.
- Допускається один рівень вкладеності контурів.

3.2.3 Параметри операції видавлювання

Після виклику команди **Операція видавлювання** на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента видавлювання (рис. 3.4).

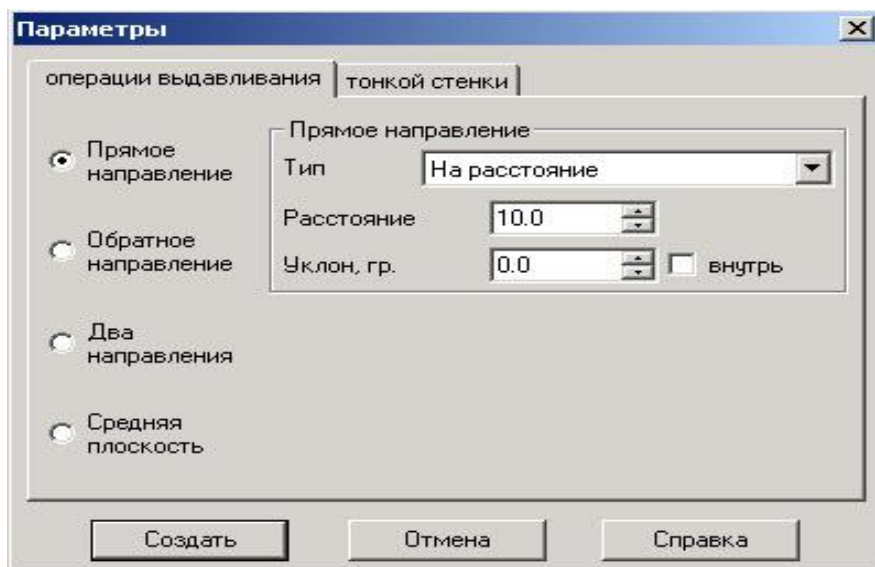


Рисунок 3.4 - Діалог введення параметрів видавлювання

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у вигляді фантома елемента видавлювання. Щоб діалог введення параметрів не закривав фантом, Ви можете перетягнути його мишею за заголовок в інше місце екрана.

Зауваження: Якщо в ескізі кілька вкладених контурів, то зовнішній контур утворить форму елемента видавлювання, а внутрішні контури утворять отвори.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції видавлювання, а в другій (при необхідності) – параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.2.4 Вибір напрямку видавлювання

Якщо ескіз потрібно видавлювати в одному напрямку, вкажіть цей напрямок – **Прямое** або **Обратное**, включивши відповідну опцію діалогу. Для того, щоб розрізнити напрямки, на фантомі у вікні деталі показана стрілка, що відповідає прямому напрямку. Якщо обрано опцію **Прямое направление**, видавлювання буде виконуватись по стрілці, якщо опція **Обратное направление** – в протилежну стрілці сторону.

Ви можете вибрати також опцію **Два направления**. В цьому випадку видавлювання буде відбуватися в обидва боки.

Ще один варіант – **Средняя плоскость**. Його вибір означає, що видавлювання буде відбуватися в обидва боки симетрично щодо площини

ескізу; в результаті вийде елемент, в якому площина ескізу є площиною симетрії (середньою площиною).

3.2.5 Числові параметри елемента видавлювання

Після вибору напрямку потрібно задати відстань, на яку буде здійснюватись видавлювання. При створенні основи деталі у вигляді елемента видавлювання в полі **Тип** доступні кілька варіантів визначення глибини видавлювання.

Перший варіант – **На расстояние**. Його вибір означає, що видавлювання повинне здійснюватись на задану відстань. При виборі опції **На расстояние** потрібно ввести цю відстань у відповідне поле діалогу.

Другий варіант – **До вершины**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем вершини: площина торця елемента повинна проходити через вершину або на заданій відстані від вершини. При виборі опції **До вершины** потрібно вказати цю вершину у вікні (зазначена вершина підсвічується) і ввести відстань між зазначеною вершиною і торцем елемента. Якщо потрібно видавити елемент точно до вершини, введіть нульову відстань.

Зауваження: *Видавлювання основи до вершини застосовується при побудові деталі в контексті збірки. У цьому випадку як опорна вершина може бути зазначена будь-яка вершина компонентів, що оточують створювану деталь.*

Якщо відстань до вершини не нульова, вона може бути відкладена як у напрямку видавлювання (в цьому випадку елемент буде видавлений “за” вершину на зазначену відстань), так і проти напрямку видавлювання (в цьому випадку елемент не досягне вершини на зазначену відстань). Щоб змінити напрямок відліку відстані до вершини, користуйтеся кнопкою **Реверс**. Її однократне натискання змінює напрямок на протилежний; ця зміна негайно відображається у фантомі елемента, що приклеюється.

Порада: *Якщо вершина обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній вершині; виділення з раніше зазначеної вершини буде знято, обраною для виконання операції виявиться знову зазначена вершина.*

Третій варіант – **До поверхности**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем грані: елемент видавлюється точно до цієї грані або на задану відстань від неї. При виборі опції **До поверхности** потрібно вказати цю поверхню (грань) у вікні (зазначена грань підсвічується) і ввести відстань між зазначеною гранню й елементом видавлювання. Якщо потрібно видавити елемент точно до грані, введіть нульову відстань.

Зауваження: Видавлювання основи до поверхні застосовується при побудові деталі в контексті збірки. У цьому випадку як опорна поверхня може бути зазначена будь-яка грань компонентів, що оточують створювану деталь.

Якщо відстань до поверхні не нульова, вона може бути відкладена як у напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент буде видавлений “за” поверхню на зазначену відстань), так і проти напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент не досягне поверхні на зазначену відстань). Щоб змінити напрямок відліку відстані до поверхні, користуйтеся кнопкою **Реверс**. Її однократне натискання змінює напрямок на протилежний; ця зміна негайно відображається у фантомі елемента видавлювання.

Порада: Якщо поверхня обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній поверхні; виділення з раніше зазначеної поверхні буде знято, обраною для виконання операції виявиться знову зазначена поверхня.

При виборі будь-якого типу визначення глибини видавлювання доступні опції додання елементові ухилу (рис. 3.5).

Якщо потрібно, щоб грані побудованого елемента мали ухил у напрямку видавлювання, введіть у відповідне поле **угол уклону** і вкажіть його напрямок ввімкнувши або вимкнувши опцію **Внутрь**. При створенні ухилу всередину перетин елемента зменшується в напрямку видавлювання, при створенні ухилу назовні (тобто коли опція **Внутрь** вимкнена) перетин збільшується в напрямку видавлювання.

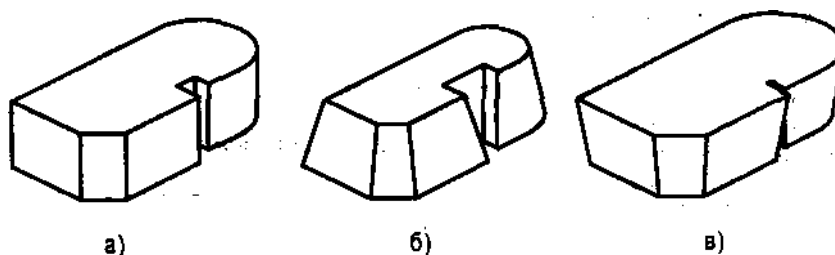


Рисунок 3.5 - Видавлювання в одному напрямку: а) без ухилу, б) ухил всередину, в) ухил назовні

Якщо було обрано видавлювання **в двох напрямленнях**, то зазначені параметри (відстань видавлювання, кут і напрямок ухилу) потрібно ввести двічі – для прямого і зворотного напрямку (рис. 3.6).

Якщо був обраний варіант **Середня плоскість**, то параметри задаються один раз. При цьому введена відстань розуміється як загальна глибина видавлювання (тобто в кожену сторону відкладається його половина), а параметри ухилу вважаються однаковими в обох напрямках (рис. 3.7).

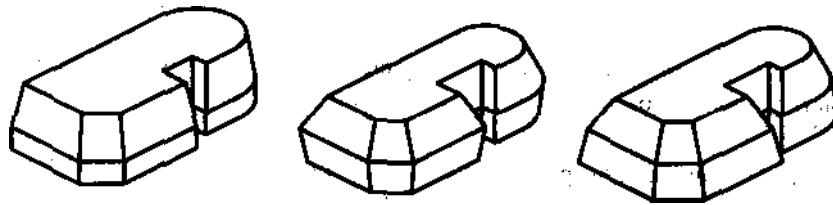


Рисунок 3.6 - Видавлювання в двох напрямках з різними параметрами ухилу

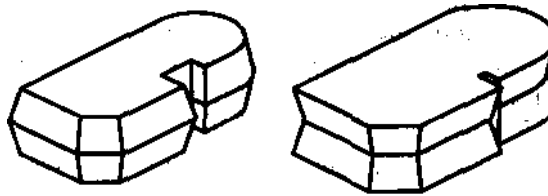


Рисунок 3.7 - Видавлювання відносно середньої площини з ухилом всередину і назовні

3.2.6 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру ескізу, активізуйте вкладку **Параметри тонкої стінки** (рис. 3.8).

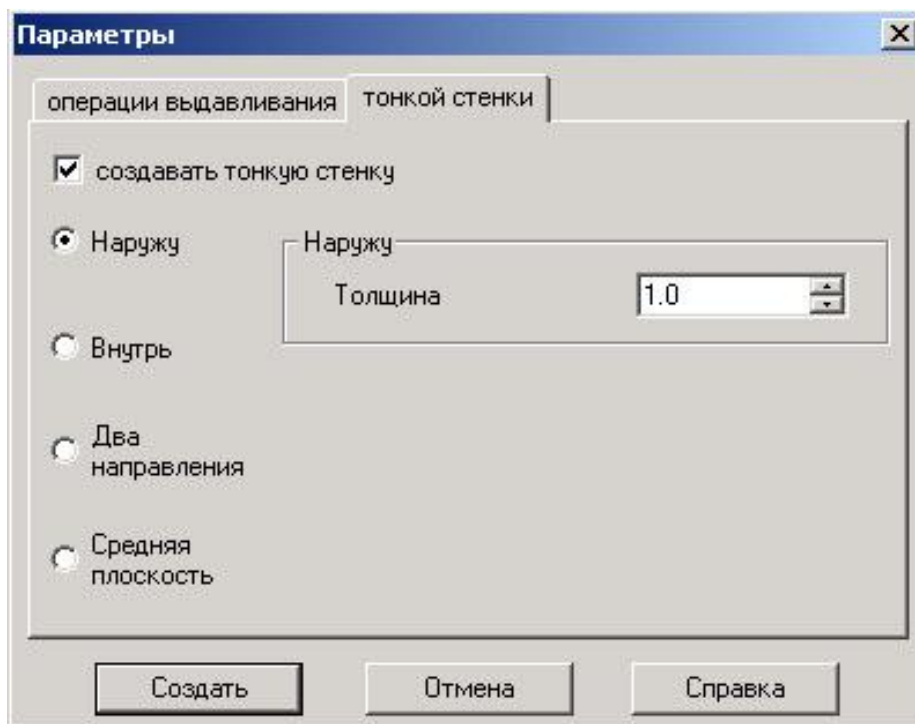


Рисунок 3.8 - Діалог введення параметрів тонкої стінки

Ввімкніть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнута, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Зауваження: Якщо в ескізі кілька вкладених контурів, побудова тонкостінного елемента неможлива.

При формуванні тонкої стінки матеріал додається до поверхні видавлюванням. Вкажіть напрямок додавання матеріалу (назовні або всередину). Введіть значення товщини стінки (рис. 3.9).

Якщо обрано створення тонкої стінки **в двох напрямленнях**, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку всередину і назовні). Якщо поверхня тіла обрана в якості **середньої площини** тонкої стінки, введене значення товщини вважається загальним (у кожену сторону відкладається його половина). Після завдання всіх параметрів елемента видавлювання натисніть кнопку **Создать** для побудови основи.

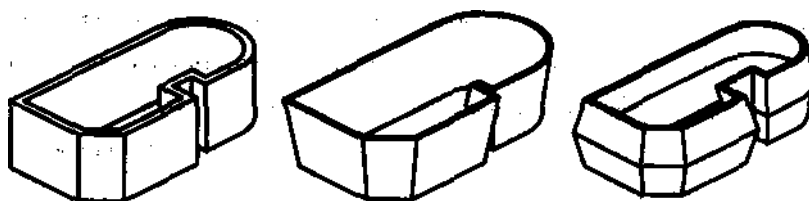


Рисунок 3.9 - Приклади тонкостінних елементів видавлювання

Створений елемент видавлювання з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма – у Дереві побудови.

 Піктограма елемента видавлювання

Перервати створення основи можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Кнопка **Прервать команду**

3.3 Елемент обертання

Для створення основи деталі у вигляді елемента обертання викличте з меню **Операции** команду **Операция вращения** або натисніть кнопку **Операция вращения** на Панелі керування.



Кнопка **Операция вращения**

Зауваження: Команда **Операция вращения** досяжна, якщо в моделі ще немає основи деталі, і виділений один ескіз.

3.3.1 Вимоги до ескізу

- Вісь обертання повинна бути зображена в ескізі відрізком зі стилем лінії *Осевая*.
- Вісь обертання повинна бути одна.
- В ескізі основи деталі може бути один або кілька контурів.
- Якщо контур один, то він може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контурів декілька, усі вони повинні бути замкнуті.
- Якщо контурів декілька, один з них повинен бути зовнішнім, а інші – вкладеними в нього.
- Допускається один рівень вкладеності контурів.
- Жоден з контурів не повинен перетинати вісь обертання (відрізок зі стилем лінії *Осевая* або його продовження).

3.3.2 Параметри операції обертання

Після виклику команди *Операция вращения* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента обертання.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у вигляді фантома елемента обертання. Щоб діалог введення параметрів не закривав фантом, Ви можете перетягнути його мишею за заголовок в інше місце екрана.

Зауваження: Якщо в ескізі кілька вкладених контурів, то зовнішній контур утворить форму елемента обертання, а внутрішні контури утворюють отвори.

Діалог параметрів містить дві вкладки: в першій потрібно встановити параметри операції обертання, а в другій (при необхідності) - параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу (рис. 3.10).

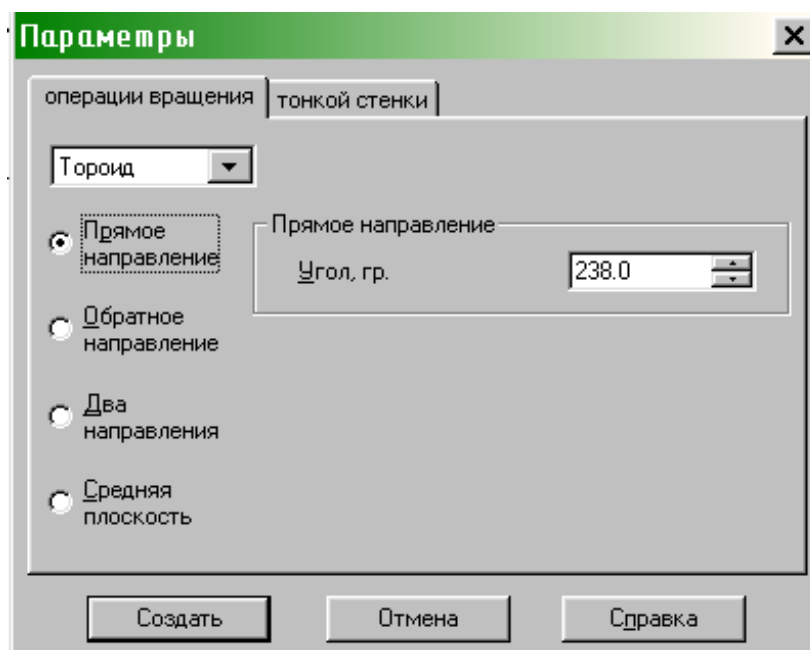
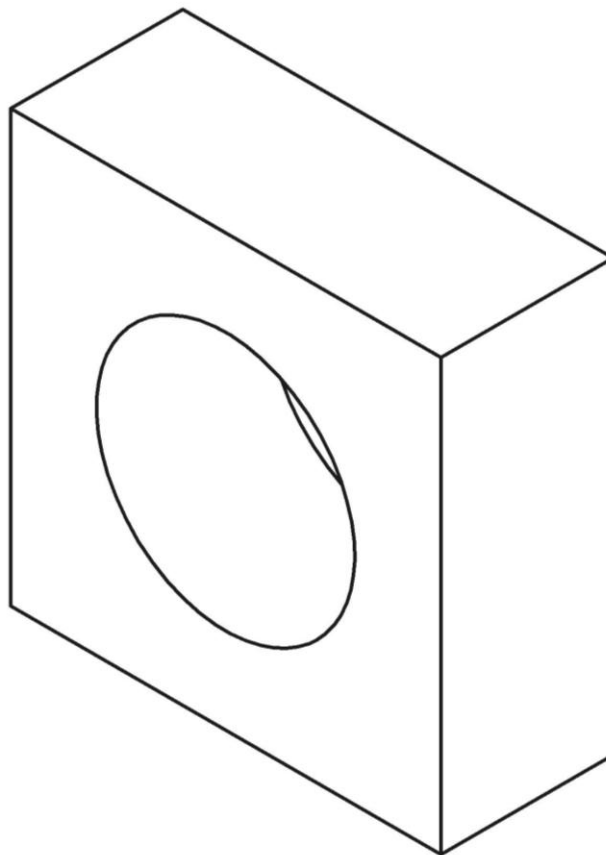
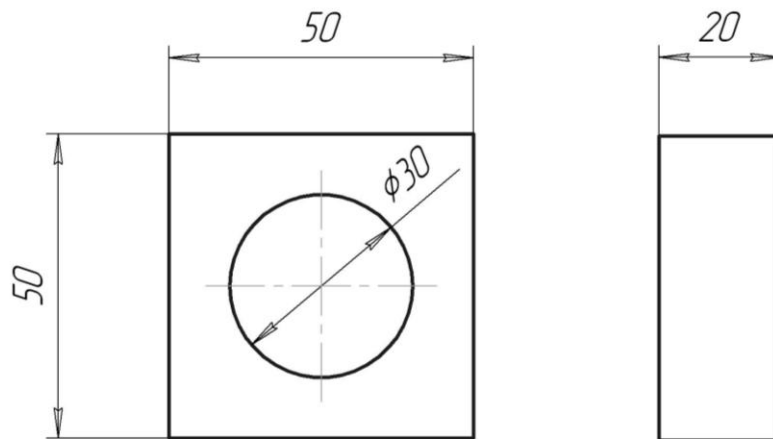


Рисунок 3.10 - Діалог введення параметрів операції обертання

Вправа № 3.1 – Побудуйте основу деталі за зразком, використовуючи елемент видавлювання.



3.3.3 Вибір типу елемента

Якщо контур в ескізі перетину не замкнути, можливі два варіанти побудови елемента обертання - *сфероид* і *тороид*. Виберіть потрібний тип зі списку.

При побудові *сфероїда* (рис. 3.11, б) кінці контуру проектуються на вісь обертання, побудова елемента здійснюється з урахуванням цих проекцій, в результаті виходить суцільний елемент.

При побудові *тороїда* (рис. 3.11, в) обертається тільки контур в ескізі, до поверхні, що вийшла, додається шар матеріалу, у результаті виходить тонкостінна оболонка – елемент з отвором вздовж осі обертання.

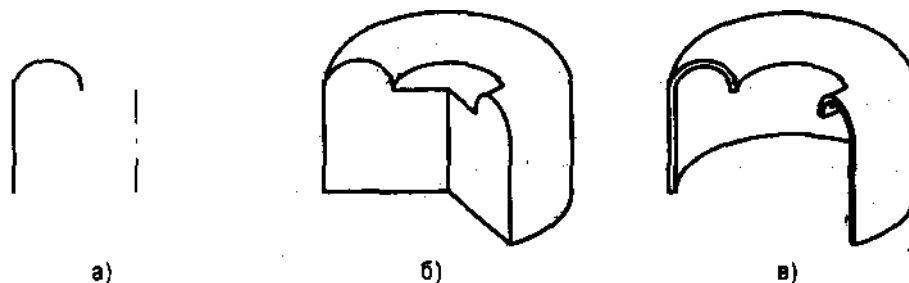


Рисунок 3.11 - Елемент обертання: а) ескіз, б) сфероїд, в) тороїд

Порада: Якщо потрібно побудувати елемент обертання з плоскими торцями (рис. 3.12), накресліть в ескізі незамкнений профіль цього елемента, а при виконанні операції ввімкніть опцію **Сфероїд**.

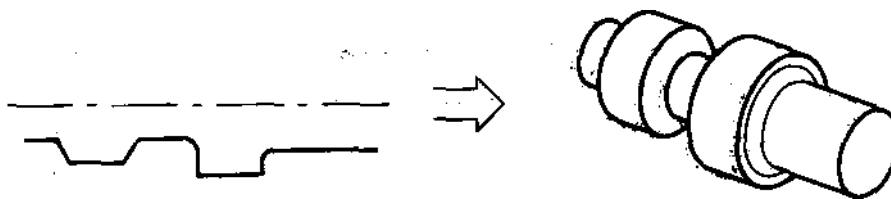


Рисунок 3.12 - Побудова елемента обертання з плоскими торцями

3.3.4 Вибір напрямку обертання

Якщо ескіз потрібно обертати в одному напрямку, вкажіть цей напрямок - **Прямое** або **Обратное**, - ввімкнувши відповідну опцію діалогу. Щоб розрізнити напрямки, на фантомі у вікні деталі показана стрілка, що відповідає прямому напрямку. Якщо обрано опцію **Прямое направление**, обертання буде здійснюватись по стрілці, якщо опція **Обратное направление** - у протилежну стрілці сторону.

Ви можете вибрати також опцію **Два направления**. У цьому випадку обертання буде здійснюватись в обидва боки.

Ще один варіант - **Средняя плоскость**. Його вибір означає, що обертання буде здійснюватись в обидва боки симетрично щодо площини ескізу; в результаті вийде елемент, в якому площина ескізу є площиною симетрії (середньою площиною).

3.3.5 Числові параметри елемента обертання

Після вибору напрямку потрібно задати кут, на який буде здійснюватись обертання (рис. 3.13, б).

Якщо було обрано **Вращение в двух направлениях**, то кут потрібно ввести двічі - для прямого і зворотного напрямку (рис. 3.13, в).

Якщо був обраний варіант **Средняя плоскость**, то кут задається один раз. При цьому він розуміється як загальний кут (тобто в кожну сторону відкладається його половина) (рис. 3.13, г).

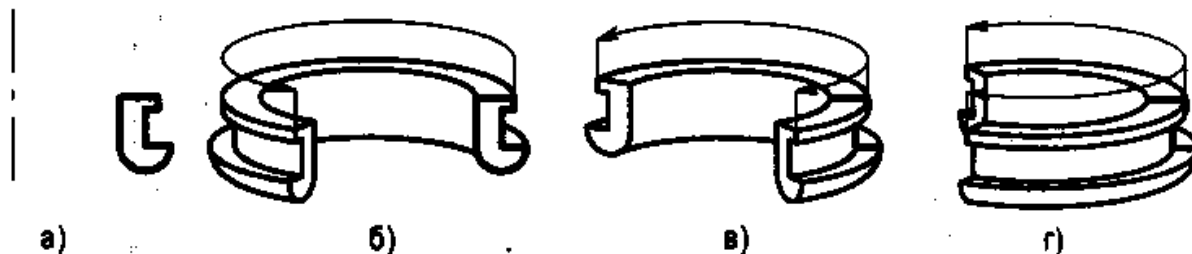


Рисунок 3.13 - Елемент обертання: а) ескіз, б) обертання в одну сторону, в) обертання з двох сторін, г) обертання від середньої площини

Параметри тонкостінної оболонки.

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру ескізу, активізуйте вкладку **Параметры тонкой стенки** (рис. 3.14).

Ввімкніть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зуваження 1: Якщо контур в ескізі перетину не замкнути і обрати побудову тороїда, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Зуваження 2: Якщо в ескізі кілька вкладених контурів, побудова тонкостінного елемента неможлива.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу, введіть значення товщини стінки.

Після завдання всіх параметрів елемента обертання натисніть кнопку **Создать** для побудови основи.

Перервати створення основи можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Кнопка **Прервать команду**

Створений елемент обертання з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма - у Дереві побудови (рис. 3.15).



Піктограма елемента обертання

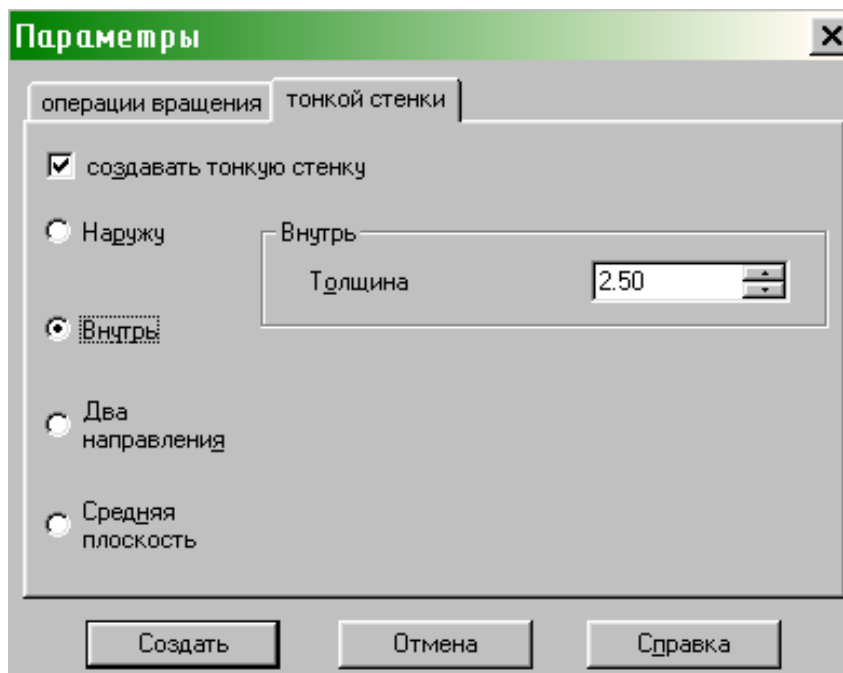


Рисунок 3.14 - Введення параметрів тонкостінної оболонки

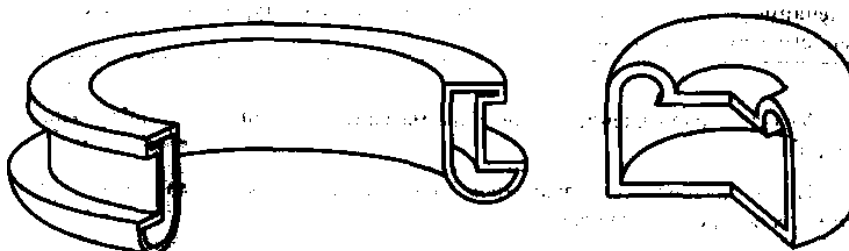
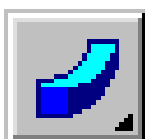


Рисунок 3.15 - Приклади тонкостінних елементів обертання

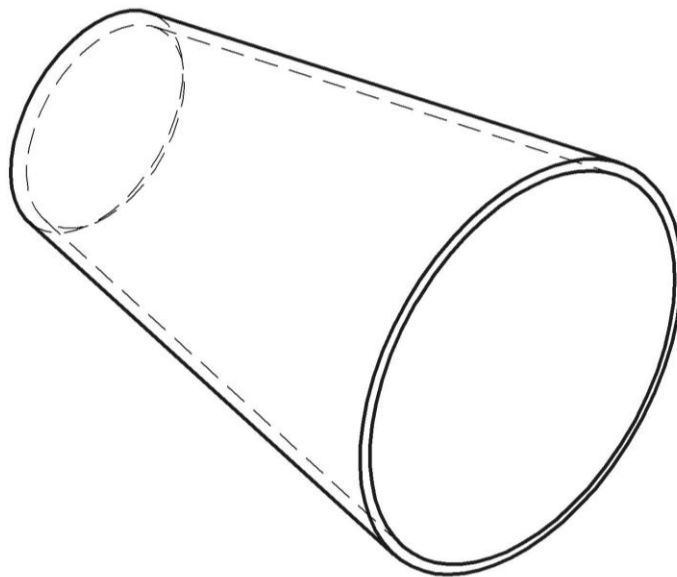
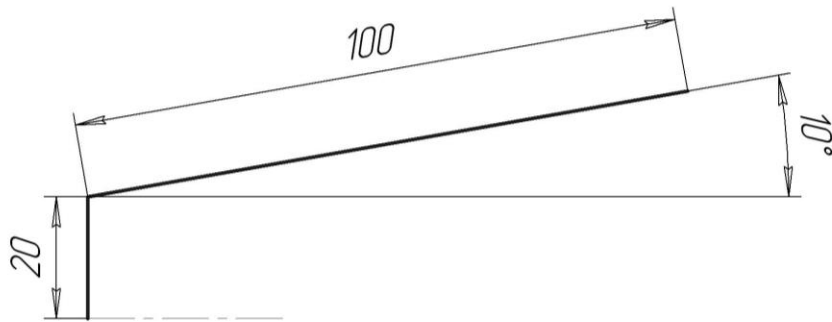
3.4 Кінематичний елемент

Для створення основи деталі у вигляді кінематичного елемента викличте з меню **Операции** команду **Операция - Кинематическая** або натисніть кнопку **Кинематическая операция** на Панелі керування.



Кнопка **Кинематическая операция**

Вправа № 3.2 – Побудуйте стакан за зразком, використовуючи елемент обертання.



Зауваження: Команда **Кинематическая операция** досяжна, якщо в моделі ще немає основи деталі, але є не менш двох ескізів. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове.

При виконанні кінематичної операції використовуються як мінімум два ескізи; в одному з них зображений перетин кінематичного елемента, в інших - траєкторія руху перетину.

3.4.1 Вимоги до ескізів

Ескіз-перетин

- В ескізі-перетині може бути тільки один контур.
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.

Ескіз-траєкторія

Якщо траєкторія складається з одного ескізу, повинні виконуватися наступні умови:

- в ескізі-траєкторії може бути тільки один контур;
- контур може бути розімкнутим або замкнутим;

- якщо контур розімкнутий, його початок повинен лежати в площині ескізу-перетину;
- якщо контур замкнутий, він повинен перетинати площину ескізу-перетину;
- ескіз-траєкторія повинен лежати в площині, не рівнобіжній площині ескізу - перетину, і не співпадаючою з нею.

Якщо траєкторія складається з кількох ескізів, повинні виконуватись наступні умови:

- в кожному ескізі-траєкторії може бути тільки один контур;
- контур повинен бути розімкнутим;
- контури в ескізах повинні з'єднуватися один з одним послідовно (початкова точка одного збігається з кінцевою точкою іншого);
- якщо ескізи утворюють замкнену траєкторію, то вона повинна перетинати площину ескізу-перетину;
- якщо ескізи утворюють незамкнену траєкторію, то її початок повинен лежати в площині ескізу-перетину;
- контур, що утворює початок траєкторії, не повинен лежати в площині, рівнобіжній площині перетину або співпадаючою з нею.

3.4.2 Параметри кінематичної операції

Після виклику команди *Кинематическая операция* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри кінематичного елемента.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у вигляді фантома кінематичного елемента. Щоб діалог введення параметрів не закривав фантом, Ви можете перетягнути його мишею за заголовок в інше місце екрана.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри кінематичної операції, а в другій (при необхідності) - параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу (рис. 3.16).

3.4.3 Вказання перетину елемента й траєкторії його руху

Щоб задати перетин елемента, ввімкніть опцію *Сечение* діалогу параметрів і виберіть потрібний ескіз. Ескіз можна вибрати, вказавши його в Дереві побудови або клацнувши мишею на будь-якому графічному об'єкті цього ескізу у вікні деталі.

Щоб задати траєкторію руху перетину, ввімкніть опцію *Траектория* діалогу параметрів і виберіть потрібний об'єкт (наприклад, ескіз). Якщо траєкторія складається з декількох послідовно з'єднаних контурів у різних ескізах, їх потрібно вказувати в порядку з'єднання.

Якщо ескіз зазначений помилково, Ви можете зробити повторну вказівку, не виходячи з команди. Для цього клацніть мишею у вільному місці вікна деталі. Виділення раніше зазначених об'єктів буде знято, і можна буде вказати потрібний ескіз. Якщо потрібно зняти виділення не з усіх зазначених ескізів, а з одного або декількох конкретних, клацніть мишею на цих ескізах у вікні деталі або в Дереві побудови.

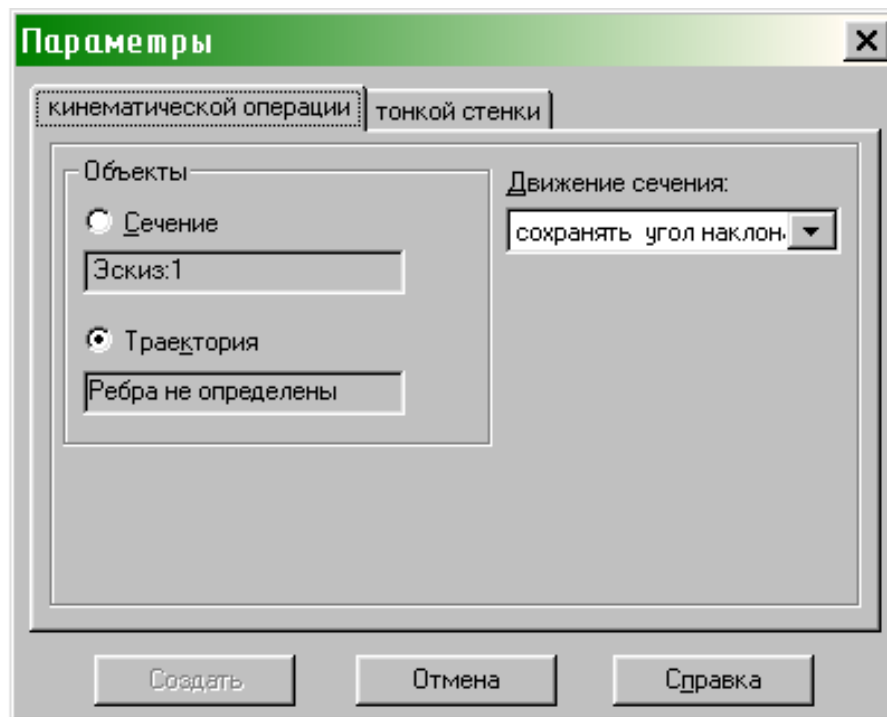


Рисунок 3.16 - Діалог введення параметрів кінематичної операції

При переміщенні ескізу вздовж траєкторії він може змінювати свою орієнтацію. В опції **Выбор типа движения сечения** є три варіанти: *ортогонально траектории, параллельно самому себе и с сохранением угла наклона.*

На рис. 3.17 показано схему утворення кінематичного елемента при різній орієнтації перетину щодо траєкторії (початкове положення ескізу і траєкторії у всіх випадках однакове, результат побудови - різний).

- При виборі руху перетину *параллельно самому себе* перетин переміщується так, що в будь-якій точці елемента його площина рівнобіжна площині ескізу, що містить перетин (рис. 3.17, а).

Зуваження: *Не можна робити рух перетину паралельно самому собі, якщо будь-яка ділянка траєкторії або дотична до траєкторії в будь-якій точці рівнобіжні площини перетину.*

- При виборі руху перетину *ортогонально траектории* перетин переміщується так, щоб у будь-якій точці елемента площина перетину була перпендикулярна траєкторії (рис. 3.17, б).
- При виборі руху перетину *с сохранением угла наклона* перетин переміщується так, щоб у будь-якій точці елемента кут між площиною перетину і траєкторією був постійним і рівним куту між площиною ескізу-перетину і траєкторією в початковій точці траєкторії (рис. 3.17, в).

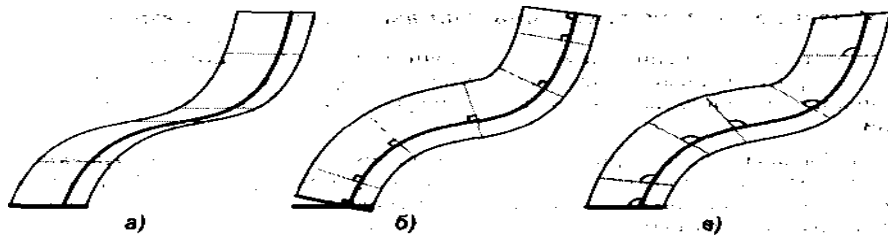


Рисунок 3.17 - Переміщення перетину: а) паралельно самому собі, б) ортогонально траєкторії, в) зі збереженням кута нахилу

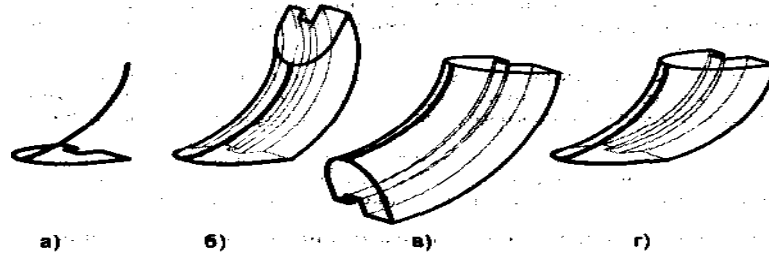


Рисунок 3.18 - Кінематичний елемент: а) ескізи перетину і траєкторії, б) переміщення перетину зі збереженням кута нахилу, в) переміщення перетину ортогонально траєкторії, г) переміщення перетину паралельно самому собі

Зауваження: Якщо площина ескізу-перетину перпендикулярна траєкторії в її початковій точці, то опції **Ортогонально траєктории і с сохранением угла наклона** дають однаковий результат побудови.

3.4.4 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру ескізу-перетину, активізуйте вкладку **Параметры тонкой стенки** (рис. 3.19).

Ввімкніть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу, введіть значення товщини стінки.

Після задання всіх параметрів кінематичного елемента натисніть кнопку **Создать** для побудови основи.

Перервати створення основи можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Кнопка **Прервать команду**

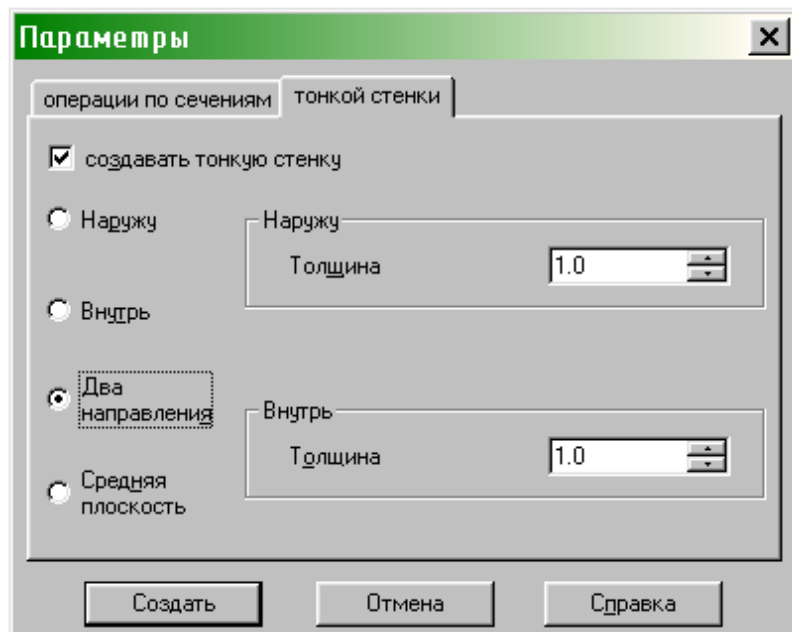


Рисунок 3.19 - Задання параметрів тонкостінної оболонки

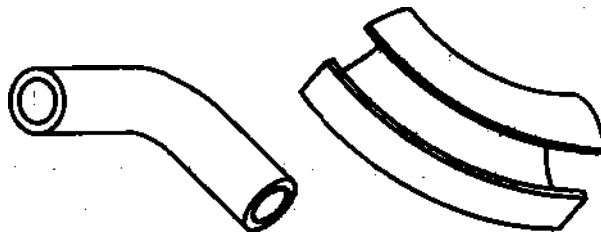


Рисунок 3.20 - Приклади тонкостінних кінематичних елементів

Створений кінематичний елемент з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма - у Дереві побудови.



Піктограма кінематичного елемента

3.5 Елемент по перетинах

3.5.1 Створення основи деталі у виді елемента по перетинах

Для створення основи деталі у виді елемента по перетинах викличте з меню **Операції** команду **Операція – по сечениям** або натисніть кнопку **Операція по сечениям** на Панелі керування.

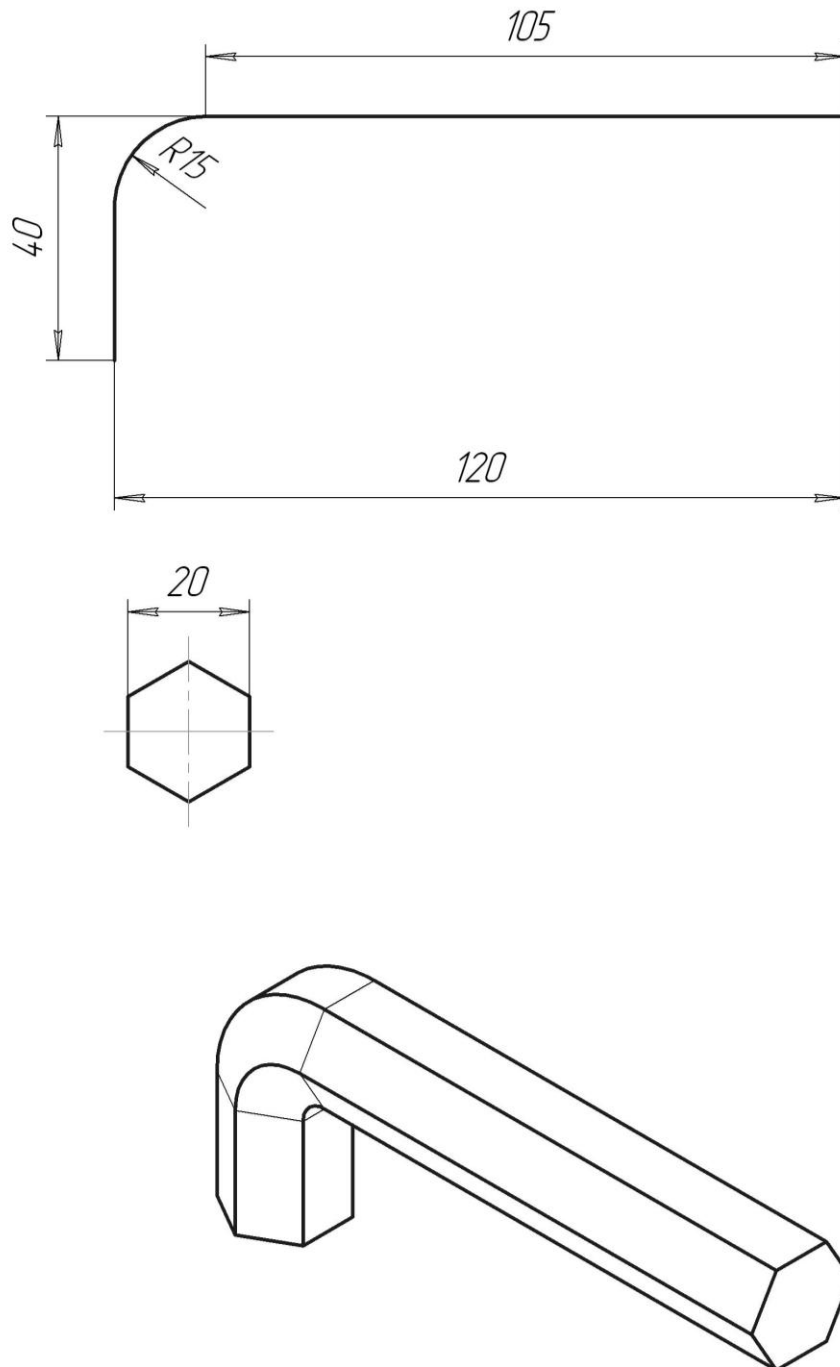


Кнопка **Операція по сечениям**

Зауваження: Команда **Операція по сечениям** досяжна, якщо в моделі ще немає основи деталі, але є не менш двох ескізів. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язково.

При виконанні операції по перетинах використовується кілька ескізів, у них зображені перетини елемента. В одному з ескізів, використовуваних при побудові елемента по перетинах, може бути зображена направляюча, що задає профіль елемента по перетинах. Використання направляючої при побудові елемента по перетинах необов'язково.

Вправа № 3.3 – Побудуйте ключ за зразком, використовуючи кінематичний елемент.



3.5.2 Вимоги до ескізів перетинів

- Ескізи можуть бути розташовані в довільно орієнтованих площинах.
- В кожному ескізі може бути тільки один контур.
- Контури в ескізах повинні бути або всі замкнуті, або всі розімкнуті.

3.5.3 Вимоги до ескізу направляючої

- В ескізі може бути тільки один контур.
- Контур в ескізі повинен являти собою сплайн (NURBS або криву Безье).
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контур розімкнути, його кінцеві точки повинні лежати в площинах першого й останнього ескізів перетинів.
- Якщо контури перетинів замкнуті, то ескіз направляючої повинен перетинати площини ескізів перетинів всередині контурів перетинів або в точках, що належать цим контурам.
- Якщо контури перетинів розімкнуті, то ескіз направляючої повинен перетинати контури ескізів перетинів.
- Ескіз повинний лежати в площині, не рівнобіжній площинам ескізів перетинів.

3.5.4 Параметри операції по перетинах

Після виклику команди *Операция по сечениям* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента по перетинах (рис. 3.21).

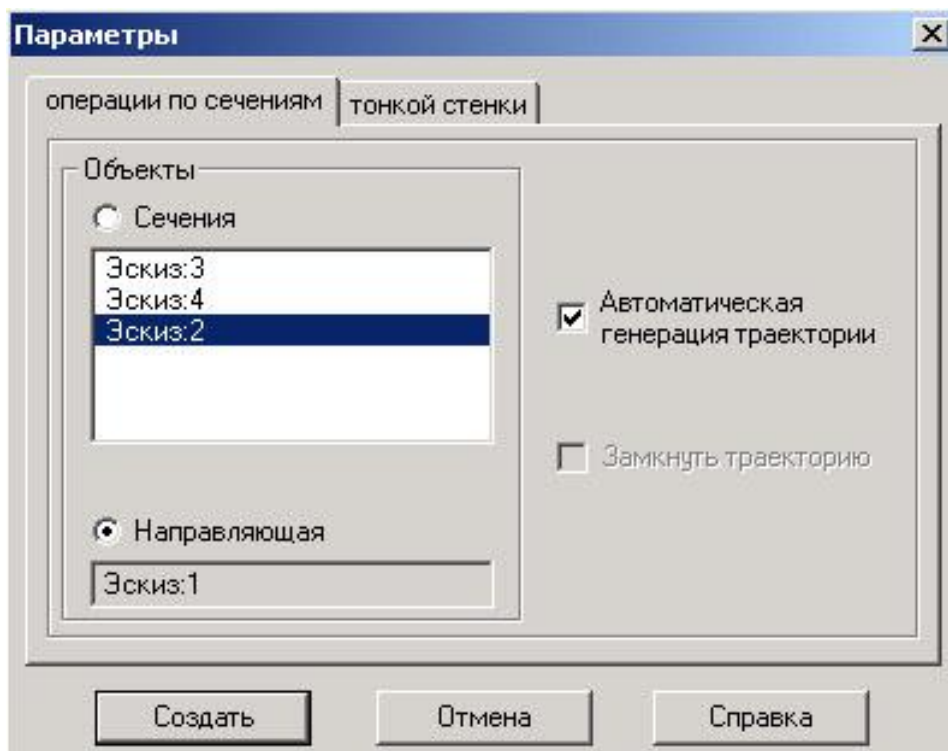


Рисунок 3.21 - Діалог введення параметрів операції по перетинах

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані в виді фантома елемента по перетинах. Щоб діалог введення параметрів не закривав фантом, Ви можете перетягнути його мишею за заголовок в інше місце екрана.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції по перетинах, а в другій (при необхідності) – параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.5.5 Вказання перетинів і направляючого елемента

Щоб задати перетини елемента, ввімкніть опцію *Сечення* діалогу параметрів і виберіть перетини в тому порядку, в якому вони впливають в елементі. Перетин можна вказувати, вибираючи в Дереві побудови відповідні ескізи або клацаючи мишею по графічних об'єктах у цих перетинах.

Щоб задати направляючу елемента, ввімкніть опцію *Направляющая* діалогу параметрів і виберіть ескіз направляючої (рис. 3.22).

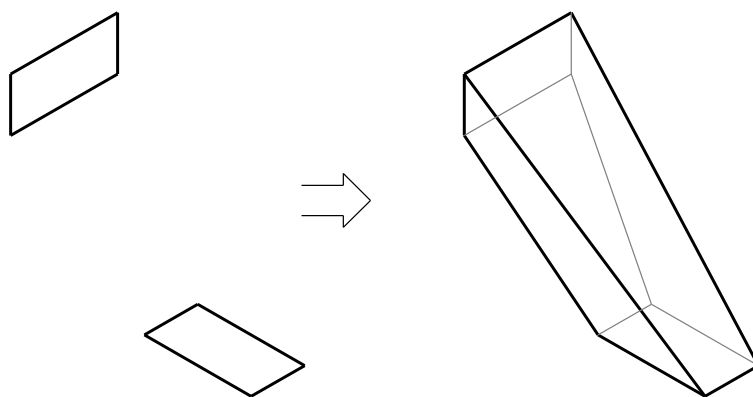


Рисунок 3.22 - Елемент по перетинах без направляючої

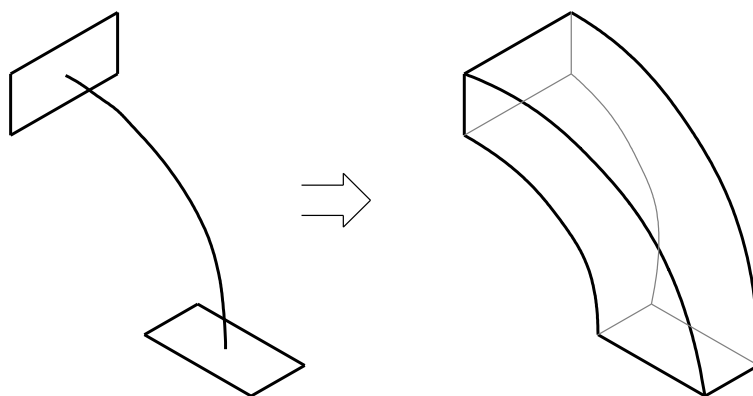


Рисунок 3.23 - Елемент по перетинах з направляючою

Якщо ескізи зазначені помилково (наприклад, у невірному порядку), Ви можете зробити повторне вказання, не виходячи з команди. Для цього клацніть мишею у вільному місці вікна деталі. Виділення раніше зазначених ескізів буде знято, і їх можна буде вказати знову.

За замовчуванням у діалозі ввімкнена опція *Автоматическая генерация пути*. При автоматичній генерації система автоматично визначає, які точки перетинів з'єднувати при побудові елемента (рис. 3.24).

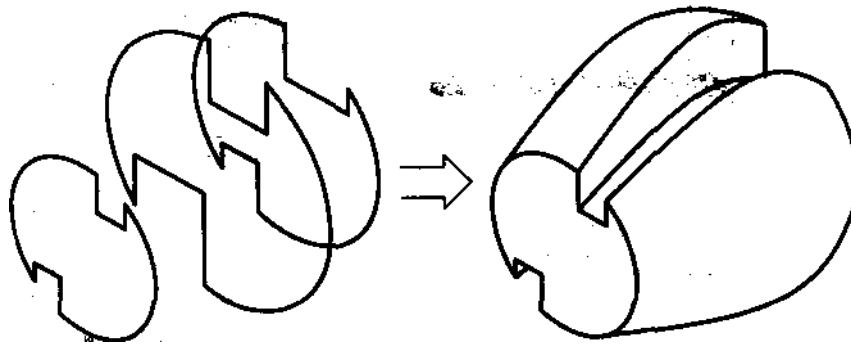


Рисунок 3.24 - Перетини й елемент, отриманий їхнім автоматичним з'єднанням

Якщо опція *Автоматическая генерация пути* вимкнена, відбувається послідовне з'єднання ескізів по точках, найближчим до точок їхньої вказівки. Якщо ескізи вказуються в Дереві побудови деталі, спрацьовує алгоритм автоматичної генерації шляху (рис. 3.25).

Рекомендується вказувати перетини у вікні деталі в точках (вершинах), що повинні послідовно з'єднуватися.

Порада: Якщо перетини не опуклі, вкажіть шлях вручну.

Зауваження: Якщо топологія перетинів сильно розрізняється (наприклад, в одному з них – трикутник, а в іншому – п'ятикутник), результат побудови може не відповідати очікуваному (може відбутися “скручування” елемента, поява додаткових ребер).

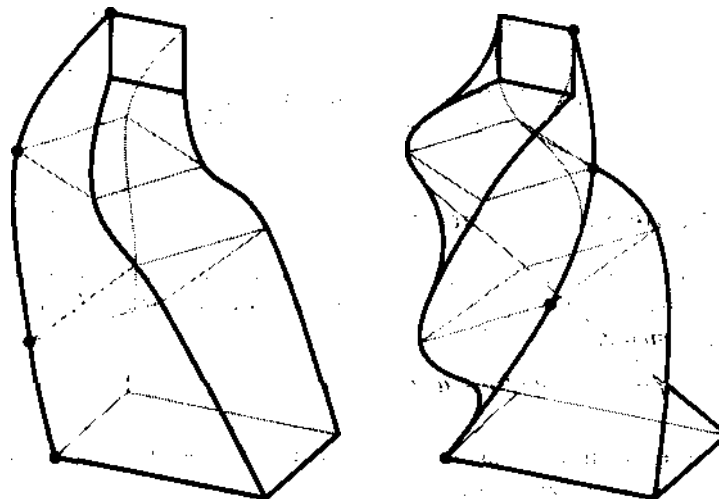


Рисунок 3.25 - Елементи, створені шляхом з'єднання різних точок однакових перетинів (з'єднані точки виділені)

Опція *Замкнуть* стає активною, коли відключена автоматична генерація шляху. Її включення означає, що потрібно з'єднати перетини, що були зазначені першим і останнім, тобто створити замкнутий елемент (рис. 3.26).

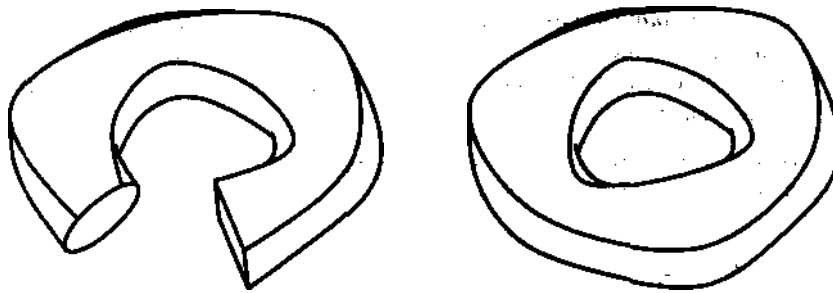


Рисунок 3.26 - Розімкнутий і замкнутий елементи, побудовані по тим самим перетинах

3.5.6 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою елемент по перетинах, активізуйте вкладку **Параметри тонкої стінки**.

Увімкніть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контури в ескізах перетинів не замкнуті, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу, введіть значення товщини стінки.

Після введення всіх параметрів елемента по перетинах натисніть кнопку **Создать** для побудови основи. Створений по перетинах елемент з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма – у Дереві побудови.



Піктограма елемента по перетинах

Перервати створення основи можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

3.6 Приклеювання і вирізання додаткових елементів

Після створення основи деталі можна приклеювати до нього або віднімати від нього наступні формотворні елементи: (вони, як і основа, можуть являти собою елементи чотирьох типів):

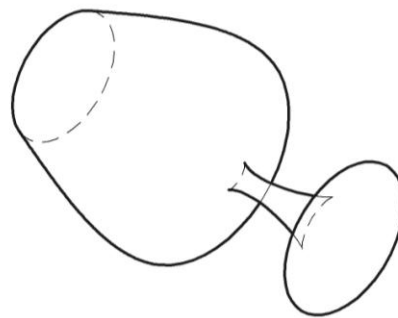
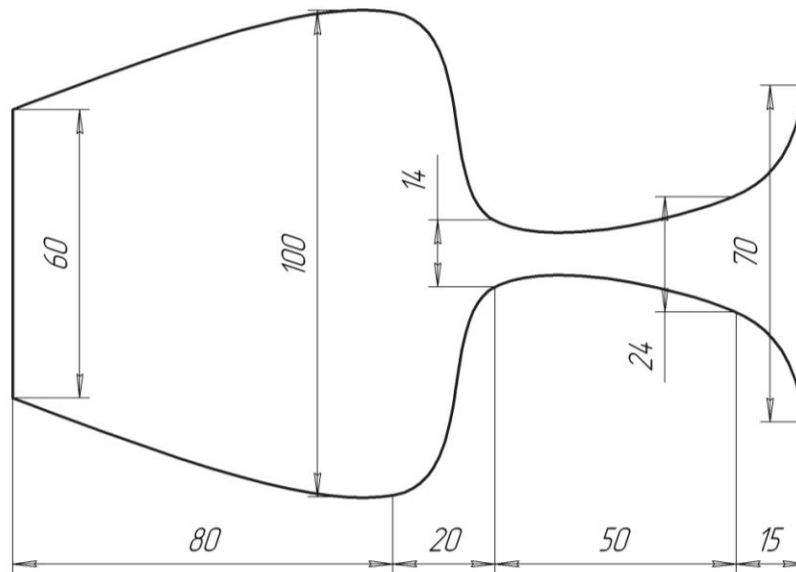
- елементи видавлювання;
- елементи обертання;
- кінематичні елементи;
- елементи по перетинах.

Основні правила побудови цих елементів аналогічні правилам побудови основ відповідної форми.

При введенні параметрів операції вирізання або приклеювання доступно трохи більше опцій, ніж при побудові основи. Додаткові опції дозволяють спростити введення параметрів елементів, а також зв'язати їх один з одним.

Наприклад, при створенні наскрізного отвору можна не розраховувати його довжину, а вказати, що він повинен бути побудований через всю деталь, а при створенні бобишки вказати, що вона повинна бути побудована до визначеної поверхні. Додаткові опції кожної конкретної операції будуть розглянуті далі, в описі операції.

Вправа № 3.4 – Побудуйте бокал за зразком, використовуючи елемент по перетинах.



3.6.1 Створення ескізу на плоскій грані деталі

Ескіз, що додається до деталі або віднімається від деталі формотворного елемента, може бути розташований не тільки в проекційній або допоміжній площині, а також на плоскій грані самої деталі.

Для створення ескізу на плоскій грані виділіть цю грань і викличте команду **Новий ескіз**.

Зауваження: Якщо виділена грань - не плоска або виділено кілька граней (площин), то команда створення нового ескізу недоступна.

Система перейде в режим редагування ескізу. При цьому в ескізі з'являться фантоми всіх ребер грані, на якій цей ескіз будується. У ході побудови ескізу Ви можете прив'язуватися до цих фантомів так само, як до звичайних графічних примітивів.

Фантоми ребер грані можуть враховуватися при накладенні параметричних зв'язків і обмежень.

Наприклад, відрізки в ескізі можна зробити перпендикулярними або рівнобіжними ребрам грані. Можна прив'язати характерні точки об'єктів до ребер грані і т.д. Якщо згодом ребра грані змінять своє положення, то зв'язані з ними об'єкти ескізу перешикуються відповідно до нового положення ребер (так, щоб не порушувалися накладені на них зв'язки й обмеження).

Іноді потрібно зобразити в ескізі контур, що представляє собою проекцію ребра або грані на площину ескізу. Така побудова важка, а іноді її неможливо виконати стандартними засобами графічного редактора.

Для створення в ескізі проекції якого-небудь об'єкта викличте з меню **Операції** команду **Спроецировать объект** чи натисніть, кнопку **Спроецировать объект** на Панелі керування.



Кнопка **Спроецировать объект**

Вкажіть об'єкт, проекцію якого потрібно одержати - грань, ребро або вісь. Система створить в ескізі його проекцію і буде очікувати вказівки наступного об'єкта для побудови проекції.

Проекції ребер і граней створюються у виді графічних об'єктів зі стилем лінії **Основная**.

Проекції допоміжних осей створюються в виді допоміжних прямих.

Якщо прямолінійне ребро (або вісь), обране для побудови проекції, перпендикулярно площини ескізу, проекція не створюється (тому що вона вироджується в точку).

3.7 Приклеювання елемента видавлювання

Для приклеювання до деталі елемента видавлювання викличте команду **Приклеить выдавливанием** або натисніть кнопку **Приклеить выдавливанием**.



Кнопка **Приклеить выдавливанием**

Зауваження: Команда **Приклеить выдавливанием** доступна, якщо в моделі є основа деталі, і виділений один ескіз.

3.7.1 Вимоги до ескізу

- В ескізі елемента, що приклеюється, може бути один або кілька контурів.
- Допускається будь-який рівень вкладеності контурів.

3.7.2 Параметри елемента видавлювання

Після виклику команди *Приклеить выдавливанием* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента видавлювання (рис. 3.27).

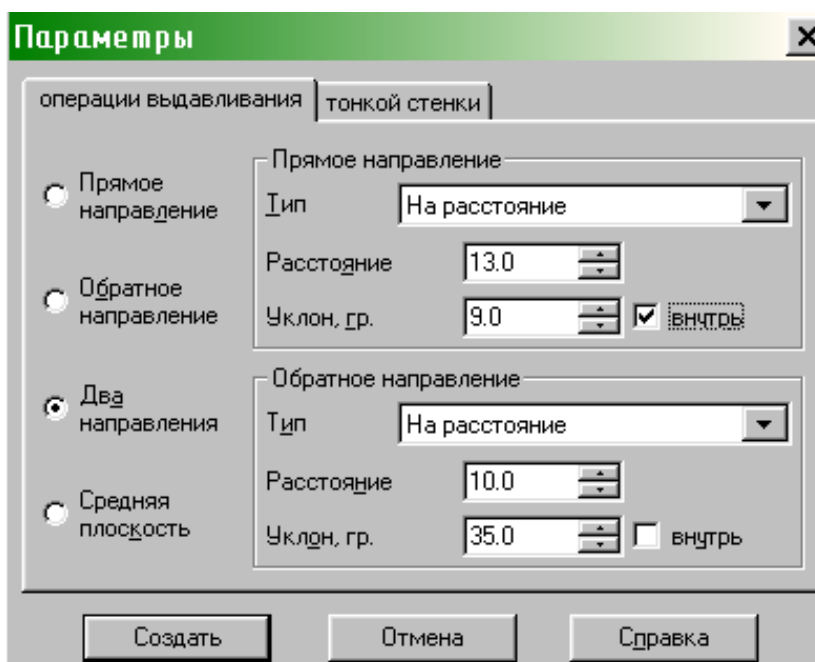


Рисунок 3.27 - Діалог введення параметрів елемента видавлювання, що приклеюється

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у виді фантома елемента, що додається до деталі, видавлюванням.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції видавлювання, а в другій (при необхідності) – параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.7.3 Вибір напрямку видавлювання

Якщо ескіз побудований на плоскій грані деталі, то його, як правило, потрібно видавлювати в одному напрямку – назовні щодо поверхні деталі. Цей напрямок автоматично орієнтується системою як *Прямое* і відображається на фантомі у вікні деталі у виді стрілки.

Виберіть напрямок видавлювання – *Прямое* или *Обратное*, – ввімкнувши відповідну опцію діалогу. При виборі прямого напрямку видавлювання буде здійснюватись по стрілці, при виборі зворотного напрямку – у протилежну стрілці сторону.

Ви можете вибрати також опцію *Два направления*. У цьому випадку видавлювання буде здійснюватись в обидва боки.

Ще один варіант – *Средняя плоскость*. Його вибір означає, що видавлювання буде здійснюватись в обидва боки симетрично щодо площини ескізу.

3.7.4 Числові параметри елемента видавлювання

При створенні елемента видавлювання, що приклеюється, у поле **Тип** доступно кілька варіантів визначення глибини видавлювання.

Перший варіант – **На расстояние**. Його вибір означає, що видавлювання повинно здійснюватись на задану відстань (рис. 3.28). При виборі опції **На расстояние** потрібно ввести цю відстань у відповідне поле діалогу.

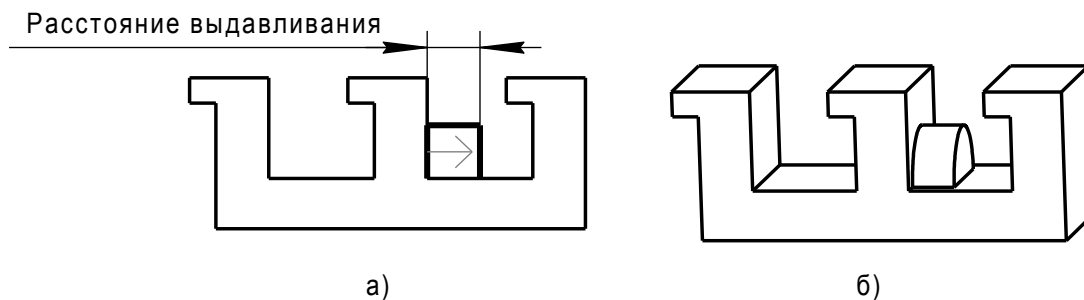


Рисунок 3.28 - Видавлювання елемента на задану відстань: а) схема, б) результат побудови

Другий варіант – **До вершини**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем вершини: площина торця елемента повинна проходити через вершину (рисунок 3.29) або на заданій відстані від вершини (рис. 3.30). При виборі опції **До вершини** потрібно вказати цю вершину у вікні (зазначена вершина підсвічується) і ввести відстань між зазначеною вершиною і торцем елемента. Якщо потрібно видавити елемент точно до вершини, введіть нульову відстань.

Зауваження: При побудові деталі в контексті збірки як опорна вершина може бути зазначена будь-яка вершина компонентів, що оточують цю деталь.

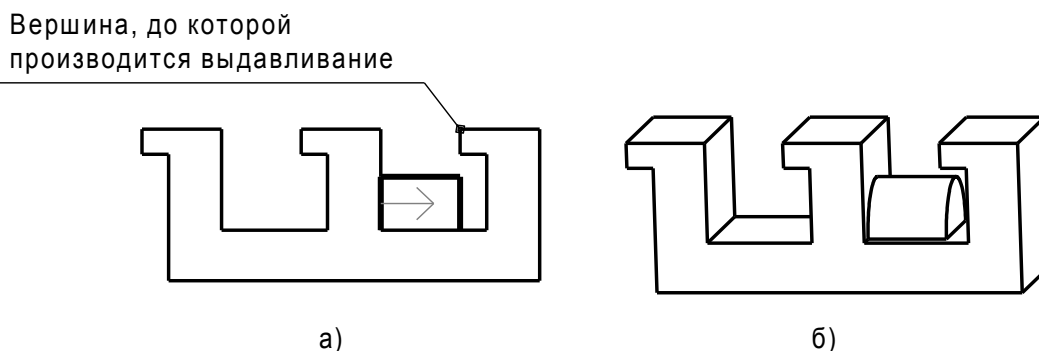


Рисунок 3.29 - Видавлювання елемента до вершини: а) схема, б) результат побудови

Якщо відстань до вершини не нульова, вона може бути відкладена як у напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент буде видавлений “за” вершину на зазначену відстань), так і проти напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент не досягне вершини на зазначену відстань). Щоб змінити

напрямок відліку відстані до вершини, користуйтеся кнопкою **Реверс**. Її однократне натискання змінює напрямок на протилежний; ця зміна негайно відбивається у фантомі елемента, що приклеюється.

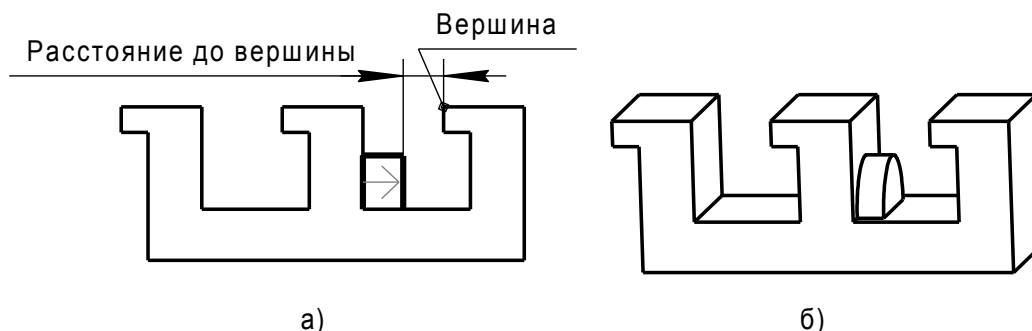


Рисунок 3.30 - Видавлювання елемента на відстань до вершини: а) схема, б) результат побудови

Порада: Якщо вершина обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній вершині; виділення з раніше зазначеної вершини буде знято, обрана для виконання операції вершина виявиться знову зазначена.

Третій варіант – **До поверхності**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем грані: елемент видавлюється точно до цієї грані (рис. 3.31) або на задану відстань від неї (рис. 3.32). При виборі опції **До поверхності** потрібно вказати цю поверхню (грань) у вікні (зазначена грань підсвічується) і ввести відстань між зазначеною гранню й елементом видавлювання. Якщо потрібно видавити елемент точно до грані, введіть нульову відстань.

Зауваження: При побудові деталі в контексті збірки, як опорна поверхня може бути зазначена будь-яка грань компонентів, що оточують цю деталь.

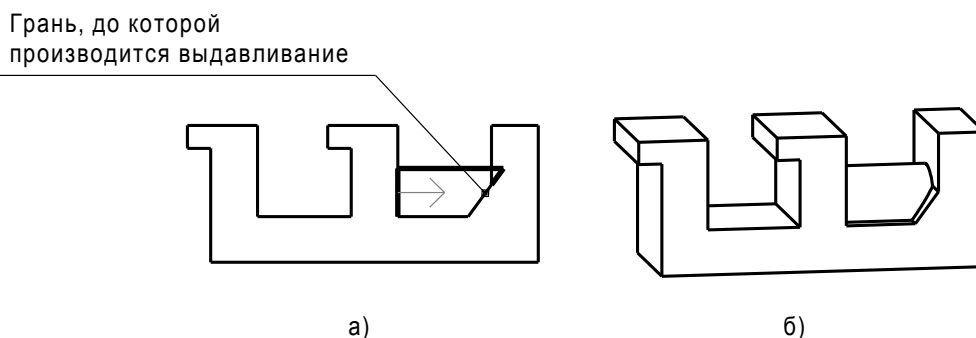


Рисунок 3.31 - Видавлювання елемента до поверхні: а) схема, б) результат побудови

Якщо відстань до поверхні не нульова, вона може бути відкладена як у напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент буде видавлений “за” поверхню на зазначену відстань), так і проти напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент не досягне поверхні на зазначену відстань). Щоб змінити напрямок відліку відстані до поверхні, користуйтеся кнопкою **Реверс**. Її однократне натискання змінює напрямок на протилежне; ця зміна негайно відбивається в фантомі елемента видавлювання.

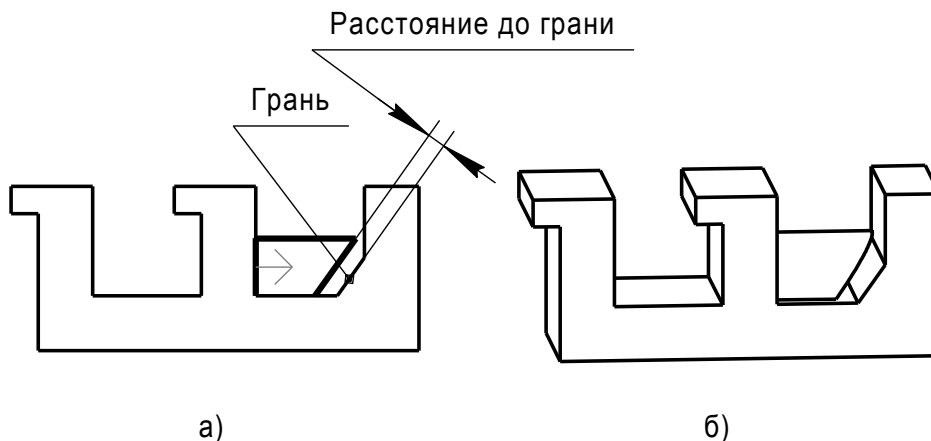


Рисунок 3.32 - Видавлювання елемента на відстань до поверхні: а) схема, б) результат побудови

Порада: Якщо поверхня обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній поверхні; виділення з раніше зазначеної поверхні буде знято, обраною для виконання операції виявиться знову зазначена поверхня.

Четвертий варіант – **До найближчої поверхності**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично: елемент видавлюється точно до найближчої в напрямку видавлювання грані (рис. 3.33).

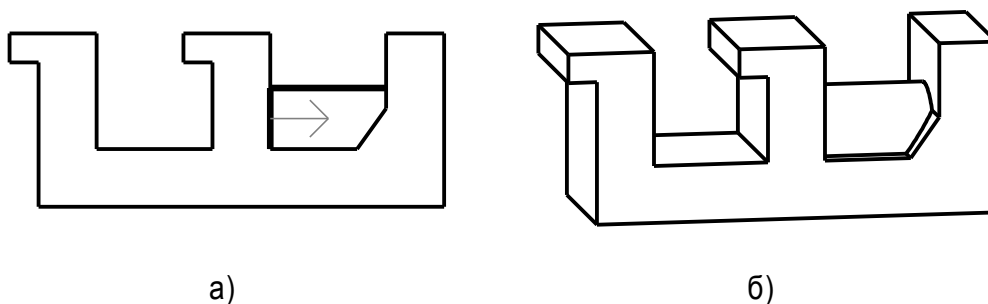


Рисунок 3.33 - Видавлювання елемента до найближчої поверхні: а) схема, б) результат побудови

Зауваження: При побудові деталі в контексті збірки враховуються грані компонентів, що оточують цю деталь.

П'ятий варіант – *Через всю деталь*. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично: елемент видавлюється до грані, найбільш вилученої від площини ескізу в напрямку видавлювання (рис. 3.34).

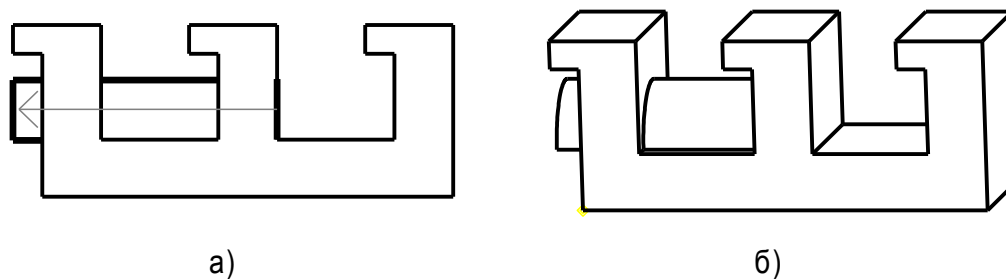


Рисунок 3.34 - Видавлювання елемента через усю деталь: а) схема, б) результат побудови

При виборі будь-якого типу визначення глибини видавлювання доступні опції додання елементу ухилу.

Якщо потрібно, щоб грані елемента, що приклеюється, мали ухил у напрямку видавлювання, введіть у відповідне поле кут ухилу і вкажіть його напрямок, включивши або виключивши опцію **Внутрь**. При створенні ухилу всередину, перетин елемента зменшується в напрямку видавлювання, при створенні ухилу назовні (тобто коли опція **Внутрь** виключена) перетин збільшується в напрямку видавлювання.

Якщо було обрано видавлювання *в двох напрямленнях*, тип визначення глибини видавлювання і числових параметрів (відстань видавлювання, кут і напрямок ухилу) потрібно ввести двічі – для прямого і зворотного напрямку.

Якщо був обраний варіант **Средняя плоскость**, то параметри задаються один раз. При цьому можливо видавлювання тільки на відстань, і задана відстань розуміється як загальна глибина видавлювання (тобто в кожную сторону відкладається його половина). Параметри ухилу вважаються однаковими в обох напрямках.

3.7.5 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру ескізу, активізуйте вкладку **Параметры тонкой стенки**.

Ввімкніть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

При формуванні тонкої стінки матеріал додається до поверхні видавлювання. Вкажіть напрямок додавання матеріалу (назовні або усередину). Введіть значення товщини стінки.

Якщо обрано створення тонкої стінки *в двох напрямленнях*, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку усередину і назовні).

Якщо поверхня елемента обрана в якості *середньої площини* тонкої стінки, введене значення товщини вважається загальним (у кожную сторону відкладається його половина) (рис. 3.35).

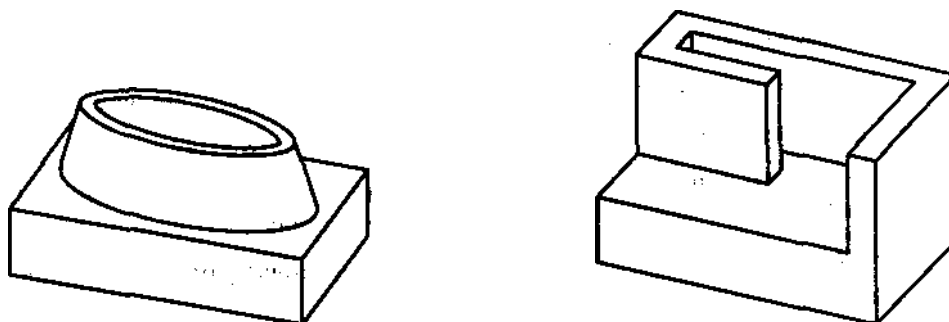


Рисунок 3.35 - Приклади приклеєних тонкостінних елементів видавлювання

Після введення всіх параметрів елемента видавлювання натисніть кнопку **Создать** для того, щоб додати (“приклеїти”) цей елемент до деталі.

Переврати приклеювання елемента видавлювання можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

Приклеєний елемент видавлювання з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма – у Дереві побудови.



Піктограма приклеєного елемента видавлювання

3.8 Елемент обертання

Для приклеювання до деталі елемента обертання викличте команду **Приклеить вращением** або натисніть кнопку **Приклеить вращением**.



Кнопка **Приклеить вращением**

Зауваження: Команда **Приклеить вращением** досяжна, якщо в моделі є основа деталі, і виділений один ескіз.

3.8.1 Вимоги до ескізу

- Вісь обертання повинна бути зображена в ескізі відрізком зі стилем лінії **Осевая**.
- Вісь обертання повинна бути одна.
- В ескізі елемента, що приклеюється, обертання може бути один або кілька контурів.
- Якщо контур один, то він може бути розімкнутим або замкнутим.

- Якщо контурів кілька, усі вони повинні бути замкнуті.
- Допускається будь-який рівень вкладеності контурів.
- Жоден з контурів не повинен перетинати вісь обертання (відрізок зі стилем лінії *Осевая* або його продовження).
- Усі контури повинні лежати з одного боку від осі обертання.

3.8.2 Параметри елемента обертання

Після виклику команди *Приклеить вращением* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента обертання.

Усі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у виді фантома елемента обертання.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції обертання, а в другий (при необхідності) - параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу (рис. 3.36).

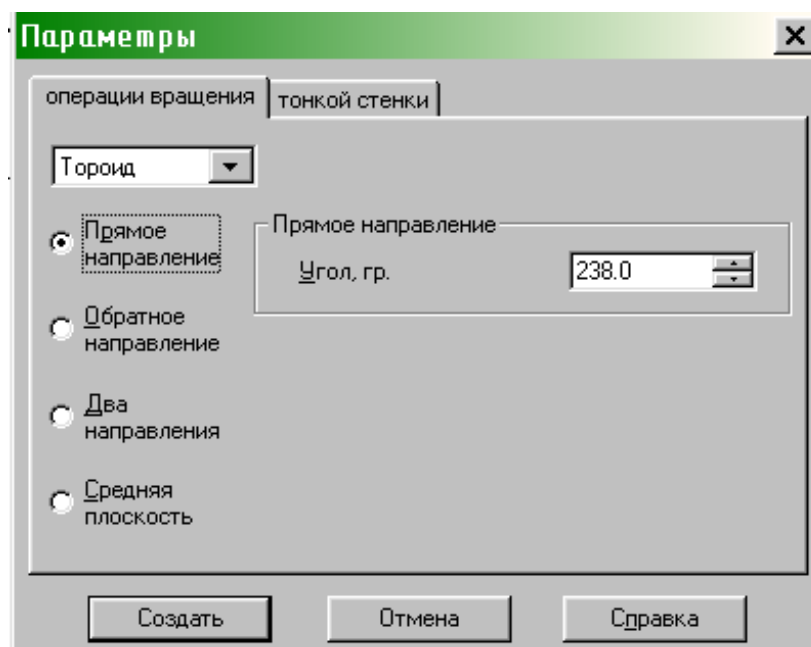


Рисунок 3.36 - Діалог введення параметрів елемента обертання, що приклеюється

3.8.3 Вибір типу елемента

Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий, можливі два варіанти побудови елемента обертання - *сфероид* и *тороид*, Виберіть потрібний тип зі списку.

При побудові *сфероида* кінці контуру проектуються на вісь обертання. Побудова елемента виконується з урахуванням цих проєкцій, в результаті виходить суцільний елемент.

При побудові *тороида* обертається тільки контур в ескізі, до поверхні, що вийшла, додається шар матеріалу, в результаті виходить тонкостінна оболонка - елемент з отвором уздовж осі обертання.

3.8.4 Вибір напрямку обертання

Якщо ескіз побудований на плоскій грані деталі, то його, як правило, потрібно обертати в одному напрямку - назовні щодо поверхні деталі. Це напрямок автоматично орієнтується системою як Пряме і відображається на фантомі у вікні деталі у виді стрілки.

Виберіть напрямок обертання - *Прямое* або *Обратное*, - включивши відповідну опцію діалогу. При виборі прямого напрямку обертання буде здійснюватись по стрілці, при виборі зворотного напрямку - у протилежну стрілці сторону.

Ви можете вибрати також опцію *Два направления*. У цьому випадку обертання буде здійснюватись в обидва боки.

Ще один варіант - *Средняя плоскость*. Його вибір означає, що обертання буде здійснюватись в обидва боки симетрично щодо площини ескізу.

3.8.5 Числові параметри елемента обертання

Після вибору напрямку потрібно задати кут, на який буде здійснюватись обертання.

Якщо було обрано *вращение в двух направлениях*, то кут потрібно ввести двічі - для прямого і зворотного напрямку.

Якщо був обраний варіант *Средняя плоскость*, то кут задається один раз. При цьому він розуміється як загальний кут (тобто в кожную сторону відкладається його половина).

3.8.6 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру в ескізі, активізуйте вкладку *Параметры тонкой стенки*. Включіть опцію *Создавать тонкую стенку*.

Зуваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий і обрано побудова тороїда може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу, введіть значення товщини стінки.

Після введення всіх параметрів елемента обертання натисніть кнопку **Создать** для того, щоб додати цей елемент до деталі (рис. 3.37).

Перервати приклеювання елемента обертання можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

Приклеєний елемент обертання з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма - у Дереві побудови.



Піктограма приклеєного елемента обертання

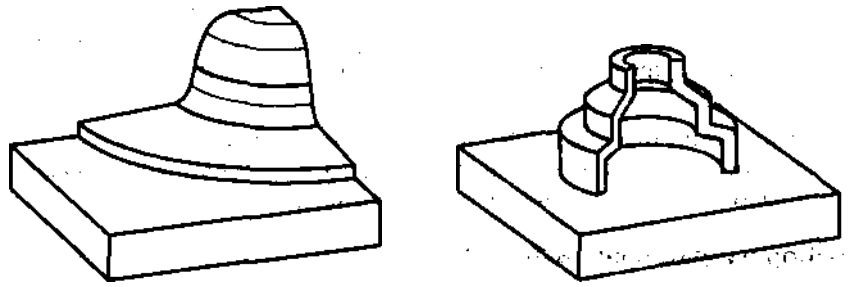
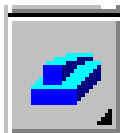


Рисунок 3.37 - Приклади приклеєних елементів обертання

3.9 Кінематичний елемент

Для приклеювання до деталі кінематичного елемента викличте команду **Приклеить кинематически** або натисніть кнопку **Приклеить кинематически**.



Кнопка **Приклеить кинематически**

Зауваження: Команда **Приклеить кинематически** досяжна, якщо в моделі є основа деталі і не менш одного ескізу, що не задіяний у виконанні інших операцій. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове.

Для створення кінематичного елемента потрібно задати його перетин і траєкторію переміщення перетину. Перетин повинен бути зображений в ескізі. Траєкторією може служити контур в ескізі (або кілька контурів що з'єднуються в різних ескізах) або ребро деталі (або кілька ребер що з'єднуються).

3.9.1 Вимоги до ескізів

Ескіз-перетин

- В ескізі-перетині може бути тільки один контур.
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.

Ескіз-траєкторія

Якщо траєкторія складається з одного ескізу, повинні виконуватися наступні умови.

- В ескізі-траєкторії може бути тільки один контур.
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контур розімкнутий, його початок повинен лежати в площині ескізу-перетину.
- Якщо контур замкнутий, він повинен перетинати площину ескізу-перетину.
- Ескіз-траєкторія повинна лежати в площині, не рівнобіжній площині ескізу-перетину, і не співпадаючій з нею.

Якщо траєкторія складається з декількох ескізів, повинні виконуватися наступні умови.

- В кожному ескізі-траєкторії може бути тільки один контур.
- Контур повинен бути розімкнутим.
- Контури в ескізах повинні з'єднуватися один з одним послідовно (початкова точка одного збігається з кінцевою точкою іншого).
- Якщо ескізи утворюють замкнуту траєкторію, то вона повинна перетинати площину ескізу-перетину.
- Якщо ескізи утворюють незамкнуту траєкторію, то її початок повинен лежати в площині ескізу-перетину.
- Контур, що утворить початок траєкторії, не повинен лежати в площині рівнобіжній площині перетину або співпадаючій з нею.

3.9.2 Параметри кінематичного елемента

Після виклику команди *Приклеить кинематически* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри кінематичного елемента.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані в виді фантома кінематичного елемента, що приклеюється.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри кінематичної операції, а в другій (при необхідності) - параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.9.3 Вказання перетину елемента і траєкторії його руху

Щоб задати перетин елемента, включіть опцію *Сечение* діалогу параметрів і виберіть потрібний ескіз. Ескіз можна вибрати, вказавши його в Дереві побудови або клацнувши мишею на будь-якому графічному об'єкті цього ескізу в вікні деталі.

Щоб задати траєкторію руху перетину, включіть опцію *Траектория* діалогу параметрів і виберіть потрібний об'єкт (наприклад, ескіз або ребро деталі). Траєкторія може складатися з декількох послідовно з'єднаних об'єктів. Їх потрібно вказувати в порядку з'єднання.

Якщо об'єкт зазначений помилково, Ви можете зробити повторну вказівку, не виходячи з команди. Для цього клацніть мишею у вільному місці вікна деталі. Виділення раніше зазначених об'єктів буде знято, і можна буде вказати потрібний ескіз. Якщо потрібно зняти виділення не з всіх зазначених об'єктів, а з одного або декількох конкретних, клацніть на них мишею у вікні деталі або в Дереві побудови.

При переміщенні ескізу-перетину вздовж траєкторії він може змінювати свою орієнтацію. В опції *выбор типа движения сечения* є три варіанти: *ортогонально траектории, параллельно самому себе и с сохранением угла наклона*.

- При виборі руху перетину *ортогонально траєкторії*, перетин переміщається так, щоб у будь-якій точці елемента площина перетину була перпендикулярна траєкторії.

- При виборі руху перетину *паралельно самому собі* перетин переміщається так, що в будь-якій точці елемента його площина рівнобіжна площині ескізу, що містить перетин.
- При виборі руху перетину *зі збереженням кута нахилу* перетин переміщається так, щоб у будь-якій точці елемента кут між площиною перетину і траєкторією був постійним і рівним куту між площиною ескізу-перетину і траєкторією в початковій точці траєкторії.

3.9.4 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру в ескізі-перетині, активізуйте вкладку **Параметри тонкої стінки**.

Включіть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу, введіть значення товщини стінки.

Після введення всіх параметрів кінематичного елемента натисніть кнопку **Создать** для того, щоб додати цей елемент до деталі (рис. 3.38).

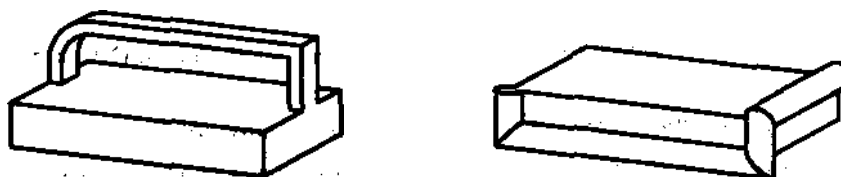
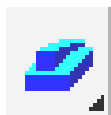


Рисунок 3.38 - Приклад приклеєних кінематичних елементів

Перервати приклеювання кінематичного елемента можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

Приклеєний кінематичний елемент з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма - у Дереві побудови.



Піктограма приклеєного кінематичного елемента

3.10 Приклеювання елемента по перетинах

Для приклеювання до деталі елемента по перетинах викличте команду **Приклеить по сечениям** або натисніть кнопку **Приклеить по сечениям**.



Кнопка **Приклеить по сечениям**

Зауваження: Команда **Приклеить по сечениям** досяжна, якщо в моделі є основа деталі і не менш двох ескізів, що не задіяні у виконанні інших операцій. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове.

При виконанні операції по перетинах використовується кілька ескізів, у них зображені перетини елемента. В одному з ескізів, використовуваних при побудові елемента по перетинах, може бути зображена направляюча, що задає профіль елемента по перетинах. Використання направляючої при побудові елемента по перетинах необов'язкове.

3.10.1 Вимоги до ескізів перетинів

- Ескізи можуть бути розташовані в довільно орієнтованих площинах.
- У кожному ескізі може бути тільки один контур.
- Контури в ескізах повинні бути або всі замкнуті, або всі розімкнуті.

3.10.2 Вимоги до ескізу направляючої

- В ескізі може бути тільки один контур.
- Контур в ескізі повинен являти собою сплайн (NURBS або криву Безьє).
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контур розімкнутий, його кінцеві точки повинні лежати в площинах першого й останнього ескізів перетинів.
- Якщо контури перетинів замкнуті, то ескіз направляючої повинен перетинати площини ескізів перетинів всередині контурів перетинів або в точках, що належать цим контурам.
- Якщо контури перетинів розімкнуті, то ескіз направляючої повинен перетинати контури ескізів перетинів.
- Ескіз повинен лежати в площині, не рівнобіжній площинам ескізів перетинів.

3.10.3 Параметри елемента по перетинах

Після виклику команди **Приклеить по сечениям** на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента по перетинах.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у виді фантома елемента по перетинах.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції по перетинах, а в другій (при необхідності) – параметри тонкої стінки. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.10.4 Вказання перетинів і направляючого елемента

Щоб задати перетини елемента, включіть опцію **Сечения** діалогу параметрів і виберіть перетини в тому порядку, в якому вони впливають в елементі. Перетини можна вказувати, вибираючи в Дереві побудови відповідні ескізи або клацаючи мишею по графічних об'єктах у цих перетинах.

Щоб задати направляючу елемента, включіть опцію **Направляющая** діалогу параметрів і виберіть ескіз направляючої.

Якщо ескізи зазначені помилково (наприклад, у невірному порядку), Ви можете зробити повторну вказівку, не виходячи з команди. Для цього клацніть мишею у вільному місці вікна деталі. Виділення раніше зазначених ескізів буде знято, і їх можна буде вказати знову.

За замовчуванням у діалозі включена опція **Автоматическая генерация пути**. При автоматичній генерації система автоматично визначає, які точки перетинів з'єднувати при побудові елемента.

Якщо опція **Автоматическая генерация пути** відключена, відбувається послідовне з'єднання ескізів по точках, найближчим до точок їхньої вказівки. Якщо ескізи вказуються в Дереві побудови деталі, спрацьовує алгоритм автоматичної генерації шляху

Опція **Замкнуть** стає активною, коли відключена автоматична генерація шляху. Її включення означає, що потрібно з'єднати перетини, що були зазначені першим і останнім, тобто приклеїти замкнутий елемент.

3.10.5 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно створити тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою елемент по перетинах, активізуйте вкладку **Параметры тонкой стенки**.

Включіть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контури в ескізах перетинів не замкнуті, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу, введіть значення товщини стінки.

Після введення всіх параметрів елемента по перетинах натисніть кнопку **Создать** для того, щоб додати цей елемент до деталі.

Приклеєний по перетинах елемент з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма – у Дереві побудови.



Піктограма приклеєного елемента по перетинах

Перервати приклеювання елемента по перетинах можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

3.11 Вирізання елемента видавлювання

Для вирізання з деталі елемента видавлювання викличте команду **Вырезать выдавливанием** або натисніть кнопку **Вырезать выдавливанием**.



Кнопка **Вырезать выдавливанием**

Зауваження: Команда **Вырезать выдавливанием** досяжна, якщо в моделі є основа деталі, і виділений один ескіз.

3.11.1 Вимоги до ескізу

- В ескізі елемента, що вирізається видавлюванням, може бути один або кілька контурів.
- Допускається будь-який рівень вкладеності контурів.

3.11.2 Параметри елемента видавлювання

Після виклику команди **Вырезать выдавливанием** на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента видавлювання (рис. 3.39).

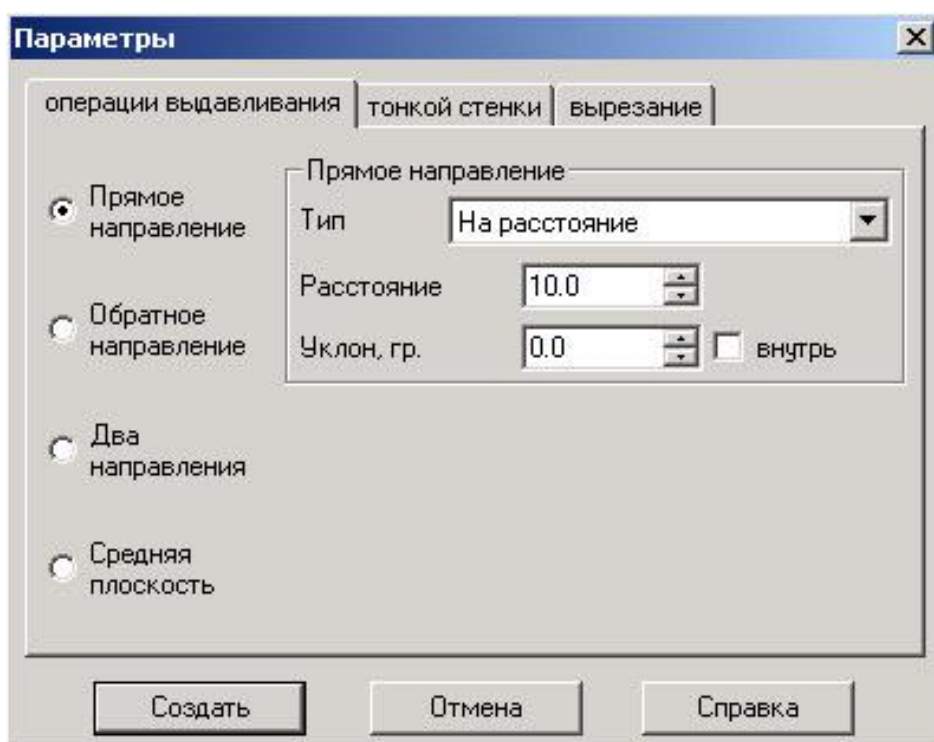


Рисунок 3.39 - Діалог введення параметрів елемента видавлювання

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у виді фантома елемента, що вирізується з деталі, видавлюванням.

Діалог параметрів містить три вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції видавлювання, у другій (при необхідності) – параметри тонкої стінки, а в третій – вказати спосіб вирізання, вибравши вираховання елемента з деталі або його перетинання з деталлю. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.11.3 Вибір напрямку видавлювання

Якщо ескіз побудований на плоскій грані деталі, то його, як правило, потрібно видавлювати в одному напрямку – всередину щодо поверхні деталі. Цей напрямок автоматично орієнтується системою як *Прямое* і відображається на фантомі у вікні деталі у виді стрілки.

Виберіть напрямок видавлювання – *Прямое* або *Обратное*, – включивши відповідну опцію діалогу. При виборі прямого напрямку видавлювання буде здійснюватись по стрілці, при виборі зворотного напрямку – у протилежну стрілці сторону.

Ви можете вибрати також опцію *Два направления*. В цьому випадку видавлювання буде здійснюватись в обидва боки.

Ще один варіант – *Средняя плоскость*. Його вибір означає, що видавлювання буде здійснюватись в обидва боки симетрично щодо площини ескізу.

3.11.4 Числові параметри елемента видавлювання

При створенні елемента видавлювання, що вирізається, у полі *Тип* доступно кілька варіантів визначення глибини видавлювання.

Перший варіант – *На расстояние*. Його вибір означає, що видавлювання повинне здійснюватись на задану відстань (рис. 3.40). При виборі опції *На расстояние* потрібно ввести цю відстань у відповідне поле діалогу.

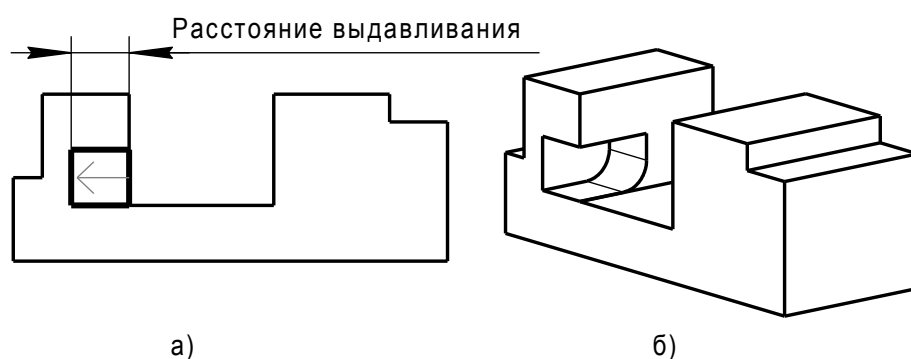


Рисунок 3.40 - Видавлювання елемента на задану відстань: а) схема, б) результат побудови

Другий варіант – *До вершины*. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем вершини: площина торця елемента повинна проходити через вершину або на заданій відстані від вершини (рис. 3.41). При виборі опції *До*

вершини потрібно вказати цю вершину у вікні (зазначена вершина підсвічується) і ввести відстань між зазначеною вершиною і торцем елемента. Якщо потрібно видавити елемент точно до вершини, введіть нульову відстань.

Зауваження: При побудові деталі в контексті збірки як опорна вершина може бути зазначена будь-яка вершина компонентів, що оточують цю деталь.

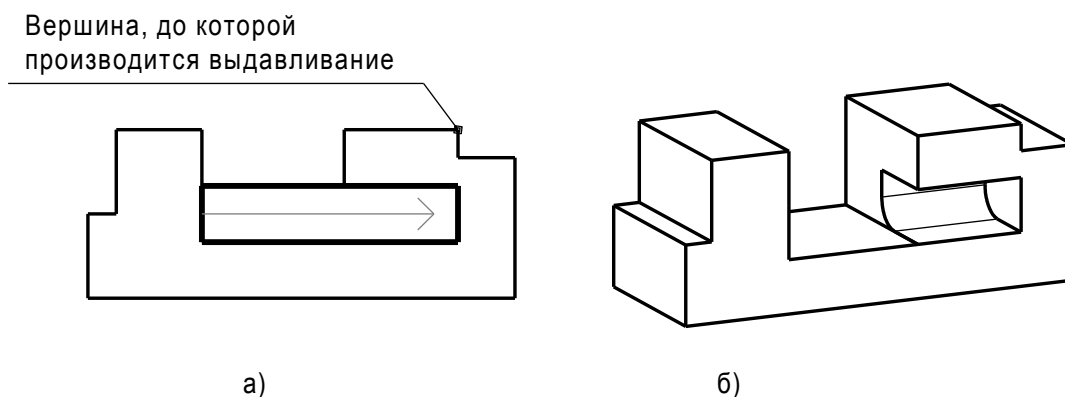


Рисунок 3.41 - Видавлювання елемента до вершини: а) схема, б) результат побудови

Якщо відстань до вершини не нульова (рис. 3.42), вона може бути відкладена як у напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент буде видавлений “за” вершину на зазначену відстань), так і проти напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент не досягне вершини на зазначену відстань). Щоб змінити напрямок відліку відстані до вершини, користуйтеся кнопкою **Реверс**. Її однократне натискання змінює напрямок на протилежний; ця зміна негайно відбивається у фантомі елемента, що приклеюється.

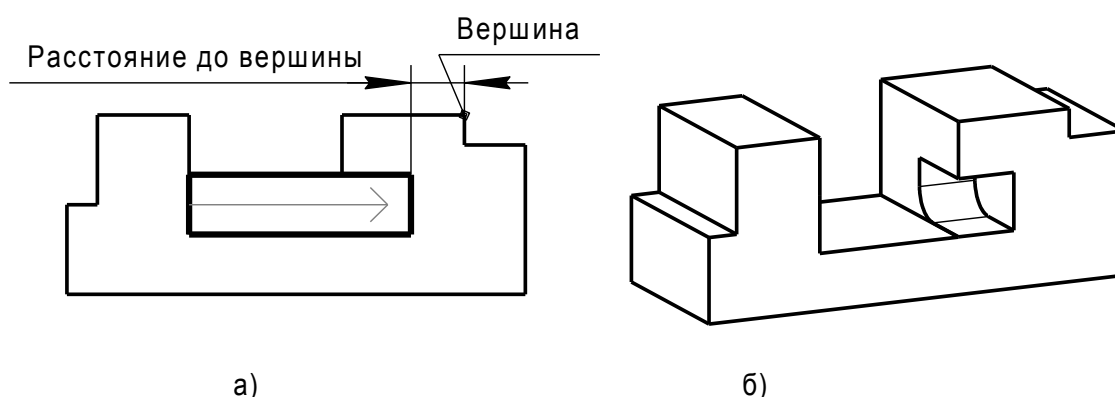


Рисунок 3.42 - Видавлювання елемента на відстань до вершини: а) схема, б) результат побудови

Порада: Якщо вершина обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній вершині; виділення з раніше зазначеної вершини буде знято, обраною для виконання операції виявиться знову зазначена вершина.

Третій варіант – **До поверхності**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично по положенню зазначеної користувачем грані: елемент видавлюється точно до цієї грані (рис. 3.43) або на задану відстань від неї (рис. 3.44). При виборі опції **До поверхності** потрібно вказати цю поверхню (грань) у вікні (зазначена грань підсвічується) і ввести відстань між зазначеною гранню й елементом видавлювання. Якщо потрібно видавити елемент точно до грані, введіть нульову відстань.

Зауваження: При побудові деталі в контексті збірки як опорна поверхня може бути зазначена будь-яка грань компонентів, що оточують цю деталь.

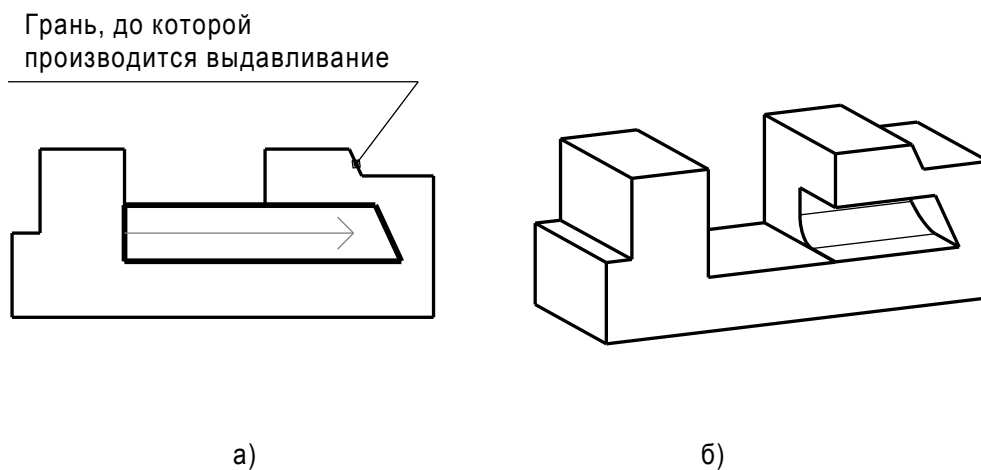


Рисунок 3.43 - Видавлювання елемента до поверхні: а) схема, б) результат побудови

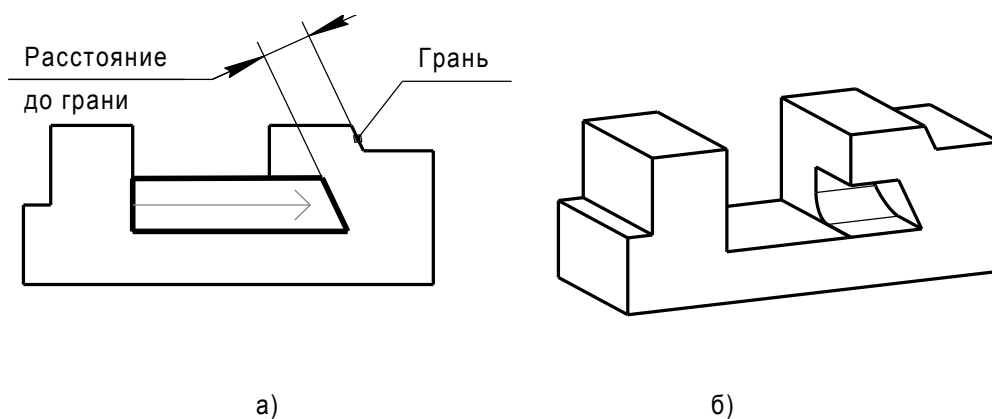


Рисунок 3.44 - Видавлювання елемента на відстань до поверхні: а) схема, б) результат побудови

Якщо відстань до поверхні не нульова, вона може бути відкладена як у напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент буде видавлений “за” поверхню на зазначену відстань), так і проти напрямку видавлювання (у цьому випадку елемент не досягне поверхні на зазначену відстань). Щоб змінити напрямок відліку відстані до поверхні, користуйтеся кнопкою **Реверс**. Її однократне натискання змінює напрямок на протилежний; ця зміна негайно відбивається у фантомі елемента видавлювання.

Порада: Якщо поверхня обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній поверхні; виділення з раніше зазначеної поверхні буде знято, обраною для виконання операції виявиться знову зазначена поверхня.

Четвертий варіант – **До ближайшої поверхності**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично: елемент видавлюється точно до найближчої поверхні в напрямку видавлювання грані (рис. 3.45).

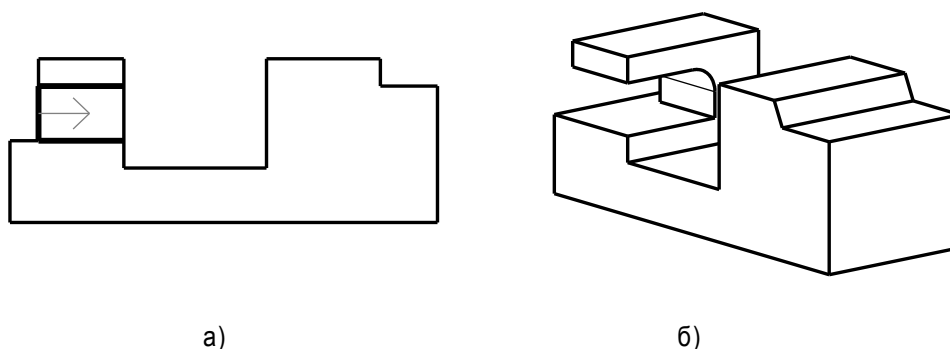


Рисунок 3.45 - видавлювання елемента до найближчої поверхні: а) схема, б) результат побудови

П'ятий варіант – **Через всю деталь**. Його вибір означає, що глибина видавлювання визначається автоматично: елемент видавлюється до грані, найбільш вилученої від площини ескізу в напрямку видавлювання (рис. 3.46).

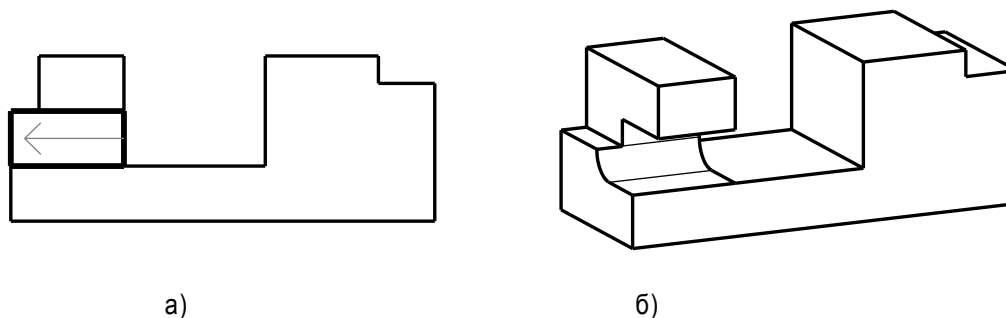


Рисунок 3.46 - видавлювання елемента через усю деталь: а) схема, б) результат побудови

При виборі будь-якого типу визначення глибини видавлювання доступні опції додання елементові ухилу.

Якщо потрібно, щоб грані елемента, що вирізається, мали ухил у напрямку видавлювання, введіть у відповідне поле кут ухилу і вкажіть його напрямок, включивши або виключивши опцію **Внутрь**. При створенні ухилу всередину перетин елемента зменшується в напрямку видавлювання, при створенні ухилу назовні (тобто коли опція **Внутрь** виключена) перетин збільшується в напрямку видавлювання.

Якщо було обране видавлювання **в двох напрямленнях**, тоді тип визначення глибини видавлювання і числових параметрів (відстань видавлювання, кут і напрямок ухилу) потрібно ввести двічі – для прямого і зворотного напрямків.

Якщо був обраний варіант **Средняя плоскость**, то параметри задаються один раз. При цьому можливо видавлювання тільки на відстань, і задана відстань розуміється як загальна глибина видавлювання (тобто в кожную сторону відкладається його половина). Параметри ухилу вважаються однаковими в обох напрямках.

3.11.5 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно вирізати з деталі тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру в ескізі, активізуйте вкладку **Параметры тонкой стенки**.

Включіть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

При вирізанні тонкостінного елемента потрібно вказати напрямок вирахування матеріалу (назовні або всередину щодо поверхні видавлювання) і ввести значення товщини стінки.

Якщо обрано вирахування тонкої стінки **в двох напрямленнях**, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку всередину і назовні).

Якщо поверхня елемента обрана в якості **середней плоскости** тонкої стінки, введене значення товщини вважається загальним (у кожную сторону відкладається його половина) (рис. 3.47).



Рисунок 3.47 - Приклади вирізаних тонкостінних елементів видавлювання

3.11.6 Вибір способу вирізання

Якщо елемент видавлювання з заданими параметрами перетинається з існуючою деталлю, то при вирізанні можна видалити матеріал деталі, що знаходиться всередині поверхні елемента видавлювання або зовні цієї поверхні, тобто відняти елемент із деталі або одержати перетинання елемента і деталі. (рис. 3.48).

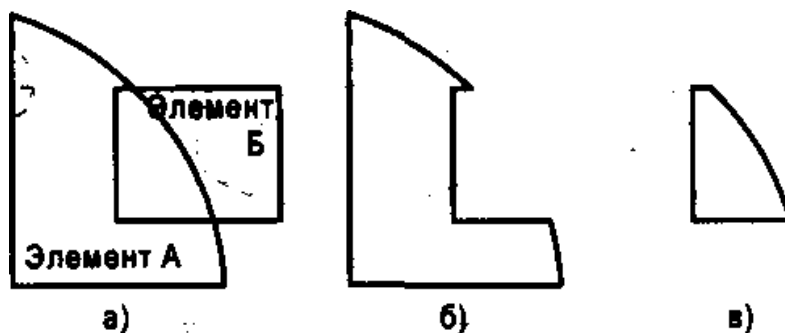


Рисунок 3.48 - Різні способи вирізання: а) вихідні елементи, б) результат вирахування елемента Б з елемента А, в) результат перетинання елементів А і Б

Для вибору варіанта вирізання активізуйте вкладку **Параметри вирізання** (рис. 3.49).

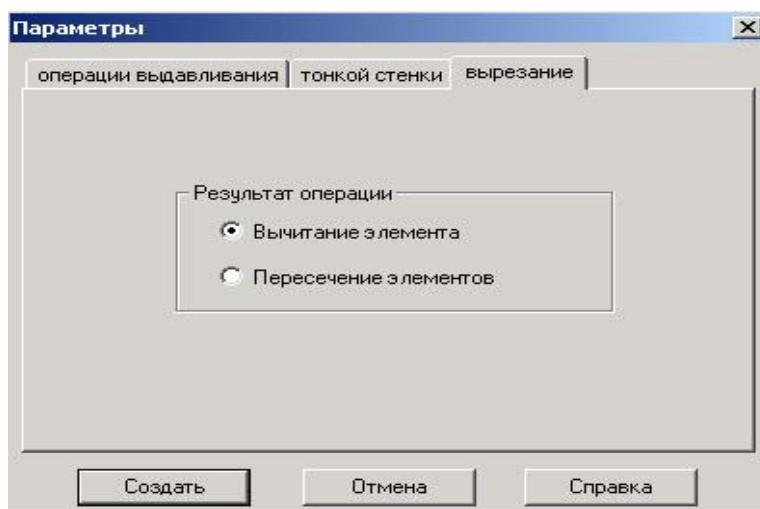


Рисунок 3.49 - Діалог введення параметрів вирізання

Включіть опцію, що відповідає потрібному результату побудови (**Вычитание** або **Пересечение**) (рис. 3.50).

Після введення всіх параметрів елемента видавлювання натисніть кнопку **Создать** для того, щоб вирізати цей елемент із деталі.

Деталь з вирізаним елементом видавлювання (або перетинання деталі й елемента видавлювання) відображається у вікні, а піктограма вирізаного елемента з'являється в Дереві побудови.



Піктограма вирізаного елемента видавлювання

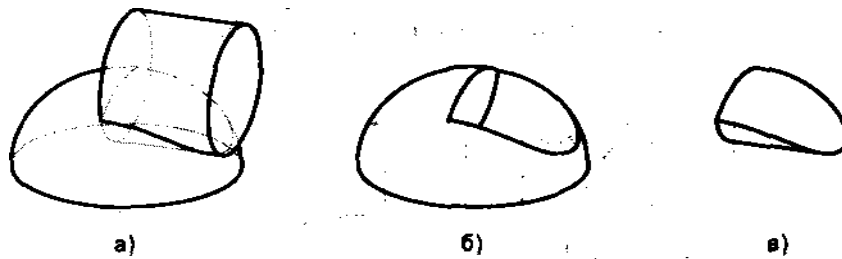
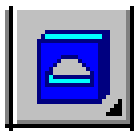


Рисунок 3.50 - Різні способи вирізання: а) вихідні елементи, б) вирахування циліндра з півсфери, в) перетинання циліндра і півсфери

Перервати вирізання елемента видавлюванням можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалога чи кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

3.12 Елемент обертання

Для вирізання з деталі елемента обертання викличте команду **Вырезать вращением** або натисніть кнопку **Вырезать вращением**.



Кнопка **Вырезать вращением**

Зауваження: Команда **Вырезать вращением** досяжна, якщо в моделі є основа деталі, і виділений один ескіз.

3.12.1 Вимоги до ескізу

- Вісь обертання повинна бути зображена в ескізі відрізком зі стилем лінії **Осевая**.
- Вісь обертання повинна бути одна.
- В ескізі елемента, що вирізається, віссю обертання може бути один або кілька контурів.
- Допускається будь-який рівень вкладеності контурів.
- Жоден з контурів не повинен перетинати вісь обертання (відрізок зі стилем лінії **Осьова** або його продовження).
- Всі контури повинні лежати по один бік від осі обертання.

3.12.2 Параметри елемента обертання

Після виклику команди **Вырезать вращением** на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента обертання. Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані в виді фантома елемента обертання.

Діалог параметрів містить три вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції обертання, у другій (при необхідності) - параметри тонкої стінки, а в третій - вказати спосіб вирізання, вибравши вирахування елемента з

деталі або його перетинання з деталлю. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу (вона така ж, як у діалозі введення параметрів елемента обертання, що приклеюється, див. рис. 3.49).

3.12.3 Вибір типу елемента

Якщо контур в ескізі перетину не замкнений, можливі два варіанти побудови елемента обертання - *сфероид* и *тороид*. Виберіть потрібний тип зі списку.

При побудові *сфероида* кінці контуру проектуються на вісь обертання. Побудова елемента відбувається з врахуванням цих проєкцій, в результаті виходить суцільний елемент.

При побудові *тороида* обертається тільки контур в ескізі, до поверхні, що вийшла, додається шар матеріалу, в результаті виходить тонкостінна оболонка - елемент з отвором вздовж вісі обертання (рис. 3.51).

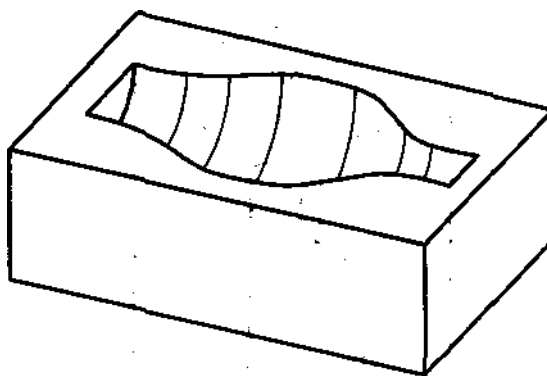


Рисунок 3.51 - Вирізаний елемент обертання

3.12.4 Вибір напрямку обертання

Якщо ескіз побудований на плоскій грані деталі, то його, як правило, потрібно обертати в одному напрямку - всередину щодо поверхні деталі. Цей напрямок автоматично орієнтується системою як *Прямое* і відображається на фантомі у вікні деталі у виді стрілки.

Виберіть напрямок обертання - *Прямое* або *Обратное* - включивши відповідну опцію діалогу. При виборі прямого напрямку, обертання буде здійснюватись по стрілці, при виборі зворотного напрямку - у протилежну стрілці сторону.

Ви можете вибрати також опцію *Два направления*. В цьому випадку обертання буде здійснюватись в обидва боки.

Ще один варіант - *Средняя плоскость*. Його вибір означає, що обертання буде здійснюватись в обидва боки симетрично щодо площини ескізу.

3.12.5 Числові параметри елемента обертання

Після вибору напрямку потрібно задати кут, на який буде здійснюватись обертання.

Якщо було обране обертання в двох напрямках, то кут потрібно ввести двічі - для прямого і зворотного напрямку.

Якщо був обраний варіант *Средняя плоскость*, то кут задається один раз. При цьому він розуміється як загальний кут (тобто в кожную сторону відкладається його половина).

3.12.6 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно вирізати з деталі тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру в ескізі, активізуйте вкладку *Параметры* тонкої стінки (рис. 3.52).

Включіть опцію *Создавать тонкую стенку*.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетину не замкнутий і обрана побудова тороїда, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

При вирізанні тонкостінного елемента потрібно вказати напрямок вирахування матеріалу (назовні або всередину щодо поверхні обертання) і ввести значення товщини стінки.

Якщо обрано вирахування тонкої стінки в двох напрямках, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку всередину і назовні).

Якщо поверхня елемента обрано як середню площину тонкої стінки, введене значення товщини вважається загальним (в кожний бік відкладається його половина).

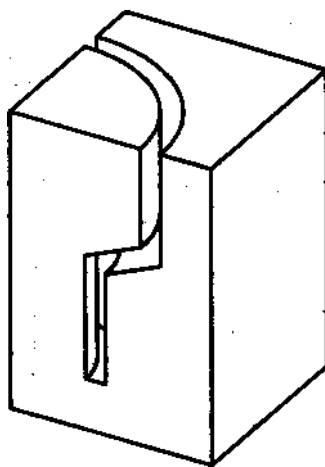


Рисунок 3.52 - Вирізаний тонкостінний елемент обертання

3.12.7 Вибір способу вирізання

Якщо елемент обертання з заданими параметрами перетинається з існуючою деталлю, то при вирізанні можна видалити матеріал деталі, що знаходиться всередині поверхні елемента видавлювання або зовні цієї поверхні, тобто відняти елемент із деталі або одержати перетинання елемента і деталі. Докладніше про вибір способу вирізання розказано вище, у розділі *Вирізання елементів - Елемент видавлювання*.

Для вибору варіанта вирізання активізуйте вкладку *Параметры вырезания*. Включіть опцію, що відповідає потрібному результату побудови.

Після введення всіх параметрів елемента обертання натисніть кнопку **Создать** для того, щоб вирізати цей елемент із деталі.

Перервати вирізання елемента обертання можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

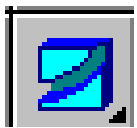
Деталь з вирізаним елементом обертання (або перетинання деталі й елемента обертання) відображається у вікні, а піктограма вирізаного елемента з'являється в Дереві побудови.



Піктограма вирізаного елемента обертання

3.13 Кінематичний елемент

Для вирізання з деталі кінематичного елемента викличте команду **Вырезать кинематически** або натисніть кнопку **Вырезать кинематически**.



Кнопка **Вырезать кинематически**

Зауваження: Команда **Вырезать кинематически** досяжна, якщо в моделі є основа деталі і не менше одного ескізу, що не задіяний у виконанні інших операцій. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове.

Для вирізання кінематичного елемента потрібно задати його перетин і траєкторію переміщення перетину. Перетин повинен бути зображений в ескізі. Траєкторією може служити контур в ескізі (або кілька контурів що з'єднуються в різних ескізах) або ребро деталі (або кілька ребер що з'єднуються).

3.13.1 Вимоги до ескізів

Ескіз-перетин

- В ескізі-перетині може бути тільки один контур.
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.

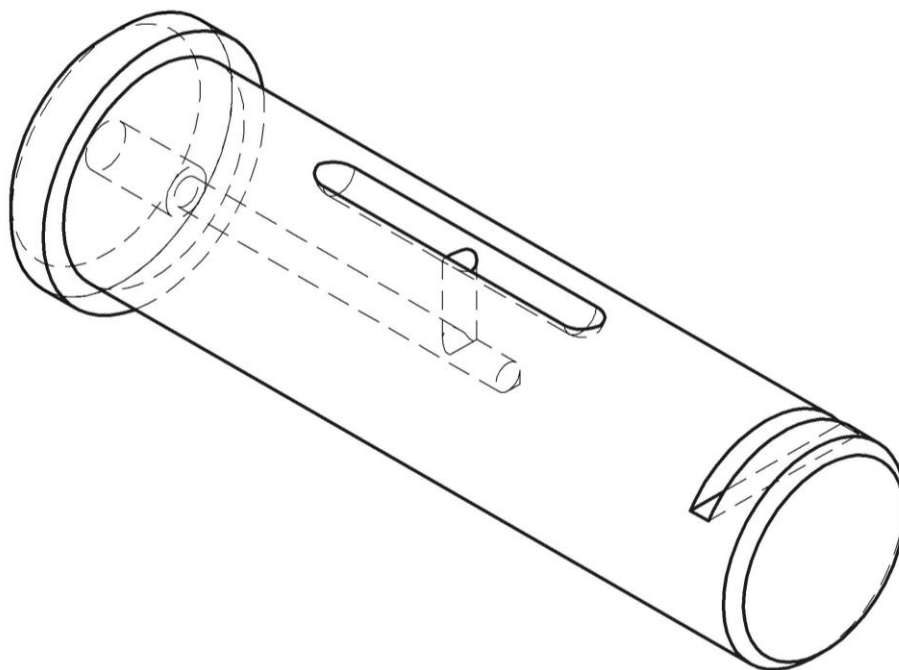
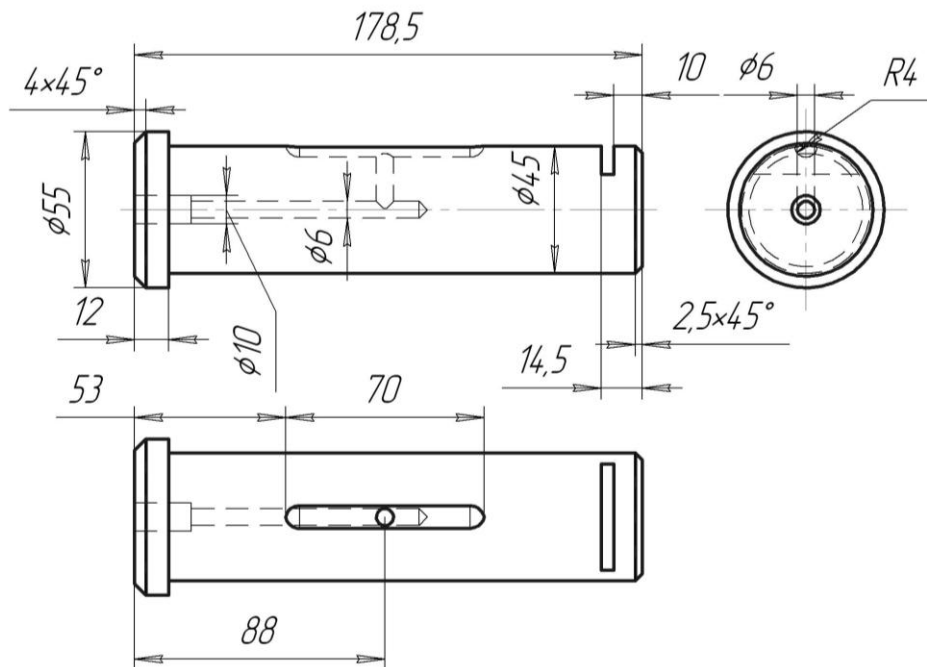
Ескіз-траєкторія

Якщо траєкторія складається з одного ескізу, повинні виконуватися наступні умови.

- В ескізі-траєкторії може бути тільки один контур.
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контур розімкнутий, його початок повинен лежати в площині ескізу-перетину.
- Якщо контур замкнутий, він повинен перетинати площину ескізу-перетину.

- Ескіз-траекторія повинен лежати в площині, не рівнобіжній площині ескізу-перетину, і не співпадаючій з нею.

Вправа № 3.5 – Побудуйте вісь за зразком.



Якщо траекторія складається з декількох ескізів, повинні виконуватися наступні умови.

- В кожному ескізі-траекторії може бути тільки один контур.
- Контур повинен бути розімкнутим.

- Контури в ескізах повинні з'єднуватися один з одним послідовно (початкова точка одного збігається з кінцевою точкою іншого).
- Якщо ескізи утворюють замкнуту траєкторію, то вона повинна перетинати площину ескізу-перетину.
- Якщо ескізи утворюють незамкнуту траєкторію, то її початок повинен лежати в площині ескізу-перетину.
- Контур, що утворює початок траєкторії, не повинен лежати в площині, рівнобіжній площині перетину або співпадаючій з нею.

3.13.2 Параметри кінематичного елемента

Після виклику команди **Вырезать кинематически** на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри кінематичного елемента.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані в виді фантома кінематичного елемента, що вирізається.

Діалог параметрів містить три вкладки: у першій потрібно встановити параметри кінематичної операції, у другій (при необхідності) - параметри тонкої стінки, а в третій - вказати спосіб вирізання, вибравши вираховання елемента з деталі або його перетинання з деталлю. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу (вона така ж, як у діалозі введення параметрів кінематичного елемента).

3.13.3 Вказання перетину елемента і траєкторії його руху

Щоб задати перетин елемента, включіть опцію **Сечение** діалогу параметрів і виберіть потрібний ескіз. Ескіз можна вибрати, вказавши його в Дереві побудови або клацнувши мишею на будь-якому графічному об'єкті цього ескізу у вікні деталі (рис. 3.53).

Щоб задати траєкторію руху перетину, включіть опцію **Траектория** діалогу параметрів і виберіть потрібний об'єкт (наприклад, ескіз або ребро деталі). Траєкторія може складатися з декількох послідовно з'єднаних об'єктів. Їх потрібно вказувати в порядку з'єднання.

Якщо об'єкт зазначений помилково, Ви можете зробити повторну вказівку, не виходячи з команди. Для цього клацніть мишею у вільному місці вікна деталі. Виділення раніше зазначених об'єктів буде знято, і можна буде вказати потрібний ескіз. Якщо потрібно зняти виділення не з всіх зазначених об'єктів, а з одного або декількох конкретних, клацніть на них мишею у вікні деталі або в Дереві побудови.

При переміщенні ескізу-перетину вздовж траєкторії він може змінювати свою орієнтацію. В опції **выбор типа движения сечения** є три варіанти: ортогонально траєкторії, паралельно самому собі і зі збереженням кута нахилу.

- При виборі руху перетину ортогонально траєкторії перетин переміщається так, щоб у будь-якій точці елемента площина перетину була перпендикулярна траєкторії.

- При виборі руху перетину паралельно самому собі перетин переміщається так, що в будь-якій точці елемента його площина рівнобіжна площині ескізу, що містить перетин.
- При виборі руху перетину зі збереженням кута нахилу перетин переміщається так, щоб у будь-якій точці елемента кут між площиною перетину і траєкторією був постійним і рівним куту між площиною ескізу-перетину і траєкторією в початковій точці траєкторії.

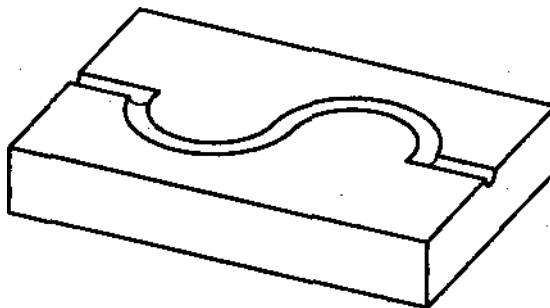


Рисунок 3.53 - Вирізаний кінематичний елемент

3.13.4 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно вирізати з деталі тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою слід руху контуру в ескізі-перетині, активізуйте вкладку **Параметри тонкої стінки**.

Включіть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контур в ескізі перетині не замкнутий, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

При вирізання тонкостінного елемента потрібно вказати напрямок вирахування матеріалу (назовні або всередину щодо кінематичної поверхні) і ввести значення товщини стінки.

Якщо обрано вирахування тонкої стінки в двох напрямках, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку всередину і назовні).

Якщо поверхня елемента обрана як середня площина тонкої стінки, введене значення товщини вважається загальним (у кожену сторону відкладається його половина) (рис. 3.54).

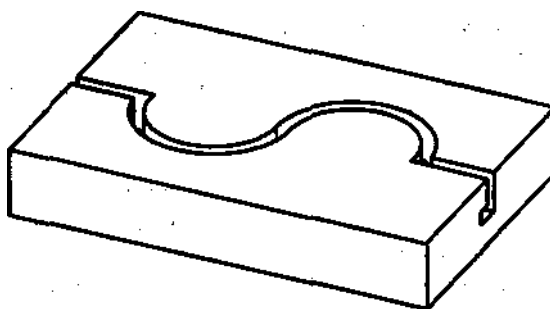


Рисунок 3.54 - Вирізаний тонкостінний кінематичний елемент

3.13.5 Вибір способу вирізання

Якщо кінематичний елемент із заданими параметрами перетинається з існуючою деталлю, то при вирізанні можна видалити матеріал деталі, що знаходиться всередині поверхні елемента видавлювання або зовні цієї поверхні. Тобто, відняти елемент із деталі або одержати перетинання елемента і деталі. Докладніше про вибір способу вирізання розказано вище, у розділі **Вирізання елементів - Елемент видавлювання**.

Для вибору варіанта вирізання активізуйте вкладку **Параметри вирізання**. Включіть опцію, що відповідає потрібному результату побудови.

Після завдання всіх параметрів кінематичного елемента натисніть кнопку **Создать**, щоб вирізати цей елемент із деталі.

Перервати вирізання кінематичного елемента можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервите команду** на Панелі спеціального керування.

Деталь з вирізаним кінематичним елементом (або перетинання деталі і кінематичного елемента) відображається у вікні, а піктограма вирізаного елемента з'являється в Дереві побудови.



Піктограма вирізаного кінематичного елемента

3.14 Вирізання елемента по перетинах

Для вирізання з деталі елемента по перетинах викличте команду **Вырезать по сечениям** або натисніть кнопку **Вырезать по сечениям**.



Кнопка **Вырезать по сечениям**

Зауваження: Команда **Вырезать по сечениям** досяжна, якщо в моделі є основа деталі і не менш двох ескізів, що не задіяні у виконанні інших операцій. Виділення ескізів перед викликом команди необов'язкове.

При виконанні операції по перетинах використовується кілька ескізів, в них зображені перетини елемента. В одному з ескізів, використаних при побудові елемента по перетинах, може бути зображена направляюча, що задає профіль елемента по перетинах. Використання направляючої при побудові елемента по перетинах необов'язкове.

3.14.1 Вимоги до ескізів перетинів

- Ескізи можуть бути розташовані в довільно орієнтованих площинах.
- В кожному ескізі може бути тільки один контур.
- Контури в ескізах повинні бути або всі замкнуті, або всі розімкнуті.

3.14.2 Вимоги до ескізу направляючої

- В ескізі може бути тільки один контур.

- Контур в ескізі повинен являти собою сплайн (NURBS або криву Безьє).
- Контур може бути розімкнутим або замкнутим.
- Якщо контур розімкнутий, його кінцеві точки повинні лежати в площинах першого й останнього ескізів перетинів.
- Якщо контури перетинів замкнуті, то ескіз направляючої повинен перетинати площини ескізів перетинів всередині контурів перетинів або в точках, що належать цим контурам.
- Якщо контури перетинів розімкнуті, то ескіз направляючої повинен перетинати контури ескізів перетинів.
- Ескіз повинен лежати в площині, не рівнобіжній площинам ескізів перетинів.

3.14.3 Параметри елемента по перетинах

Після виклику команди *Вырезать по сечениям* на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри елемента по перетинах.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані в виді фантома елемента по перетинах.

Діалог параметрів містить три вкладки: у першій потрібно встановити параметри операції по перетинах, у другій (при необхідності) – параметри тонкої стінки, а в третій – вказати спосіб вирізання, вибравши вирахування елемента з деталі або його перетинання з деталлю. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу.

3.14.4 Вказання перетинів і направляючого елемента

Щоб задати перетин елемента, включіть опцію *Сечения* діалогу параметрів і виберіть перетини в тому порядку, у якому вони впливають в елементі. Перетини можна вказувати, вибираючи в Дереві побудови відповідні ескізи або клацаючи мишею по графічних об'єктах у цих перетинах.

Щоб задати напрямну елемента, включіть опцію *Направляющая* діалогу параметрів і виберіть ескіз направляючої.

Якщо ескізи зазначені помилково (наприклад, у невірному порядку), Ви можете зробити повторну вказівку, не виходячи з команди. Для цього клацніть мишею у вільному місці вікна деталі. Виділення раніше зазначених ескізів буде знято, і їх можна буде вказати знову.

За замовчуванням у діалозі включена опція *Автоматическая генерация пути*. При автоматичній генерації система автоматично визначає, які точки перетинів з'єднувати при побудові елемента.

Якщо опція *Автоматическая генерация пути* відключена, відбувається послідовне з'єднання ескізів по точках, найближчих до точок їхньої вказівки.

Опція *Замкнуть* стає активною, коли відключена автоматична генерація шляху. Її включення означає, що потрібно з'єднати перетини, що були зазначені першим і останнім, тобто створити замкнутий елемент.

3.14.5 Параметри тонкостінної оболонки

Якщо необхідно вирізати з деталі тонкостінний елемент, поверхня якого являє собою елемент по перетинах, активізуйте вкладку **Параметри тонкої стінки**.

Включіть опцію **Создавать тонкую стенку**.

Зауваження: Якщо контури в ескізах перетинів не замкнуті, може бути побудований тільки тонкостінний елемент.

При вирізанні тонкостінного елемента потрібно вказати напрямок вирахування матеріалу (назовні або всередину щодо поверхні по перетинах) і ввести значення товщини стінки.

Якщо обрано вирахування тонкої стінки **в двох напрямленнях**, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку усередину і назовні).

Якщо поверхня елемента обрана в якості **середньої площини** тонкої стінки, введене значення товщини вважається загальним (у кожену сторону відкладається його половина).

3.14.6 Вибір способу вирізання

Якщо елемент по перетинах із заданими параметрами перетинається з існуючою деталлю, то при вирізанні можна видалити матеріал деталі, що знаходиться всередині поверхні елемента по перетинах або зовні цієї поверхні, тобто відняти елемент із деталі або одержати перетинання елемента і деталі.

Для вибору варіанта вирізання активізуйте вкладку **Параметри вирізання**. Включіть опцію, що відповідає потрібному результату побудови.

Після введення всіх параметрів елемента по перетинах натисніть кнопку **Создать** для того, щоб вирізати цей елемент з деталі.

Перервати вирізання елемента по перетинах можна, натиснувши клавішу <Esc>, кнопку **Отмена** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Піктограма вирізаного елемента по перетинах

Деталь з вирізаним елементом по перетинах (або перетинання деталі й елемента по перетинах) відображається у вікні, а піктограма вирізаного елемента з'являється в Дереві побудови.

3.15 Додаткові конструктивні елементи

При розробці функцій і інтерфейсу КОМПАС-3D враховувалися прийоми роботи, властиві машинобудівному проектуванню. Орієнтація системи на формування моделей конкретних деталей, що містять типові конструктивні елементи, спрощує виконання деяких характерних операцій. До них відносяться операції створення *фаски*, *скруглення*, *круглого отвору*, *ухилу і ребра жорсткості*.

Для спрощення введення параметрів цих елементів їхнє створення виділене в окремі команди. Так, для побудови фаски не потрібно малювати

ескіз, переміщати його вздовж ребра і віднімати обсяг, що вийшов, з основного тіла. Досить вказати ребра для побудови фаски і ввести її параметри - величину катетів або величину катета і кут. Аналогічно, при побудові отвору досить вибрати його тип (наприклад, глухий отвір з зенківкою і цеківкою) і ввести відповідні параметри.

Далі розглянуто порядок створення фасок, скруглення, круглих отворів, ребер жорсткості й ухилів.

3.15.1 Команда СКРУГЛЕННЯ

Ця команда дозволяє скруглити зазначені ребра деталі.

Зауваження: Команда не виконується для ребер, утворених гладко сполученими гранями.

Для створення скруглення викличте з меню **Операції** команду **Скругление** або натисніть кнопку **Скругление** на Інструментальній панелі



Кнопка Скругление

Після виклику команди на екрані з'являється діалог для введення параметрів скруглення (рис. 3.55), введіть радіус скруглення у відповідне поле діалогу.

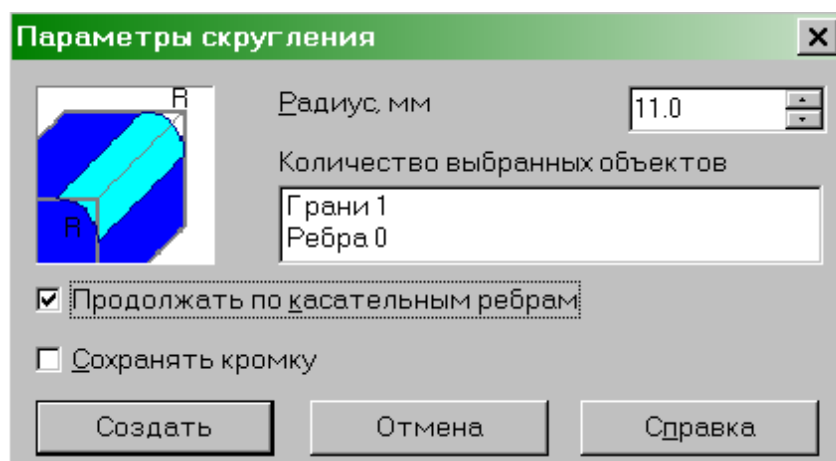


Рисунок 3.55 – Діалог введення параметрів скруглення

Не закриваючи діалог, вкажіть у вікні деталі ребра, що потрібно скруглити. Якщо потрібно скруглити всі ребра якої-небудь грані, вкажіть цю грань. Якщо який-небудь об'єкт (ребро або грань), обраний для скруглення, вказати у вікні деталі повторно, виділення з його буде знято, і при побудові скруглення він враховуватися не буде.

Порада: Не виконуйте скруглення для кожного ребра окремо; якщо це можливо, вкажіть при створенні скруглення як можна більшу кількість ребер, що потрібно скруглити з однаковим радіусом. У цьому випадку розрахунки при перебудуванні моделі будуть здійснюватись швидше.

Якщо кілька ребер, що потрібно скруглити, гладко з'єднуються (мають загальну дотичну в точці з'єднання), вкажіть одне з них і включіть опцію **Продолжать по касательной** діалогу параметрів скруглення. У цьому випадку система автоматично визначить інші ребра, на які потрібно поширити скруглення. Після введення всіх параметрів скруглення натисніть кнопку **Создать** діалогу для побудови округлення (рис. 3.56).

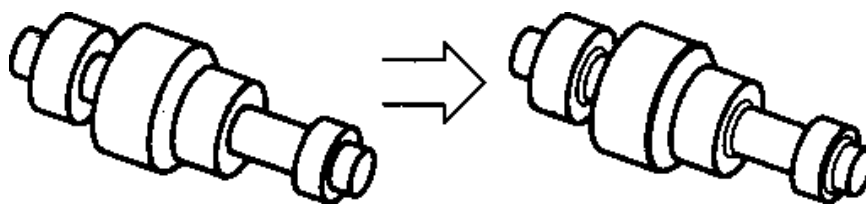


Рисунок 3.56 - Побудова скруглення

Деталь зі скругленими ребрами відображається у вікні, а піктограма скруглення з'являється в Дереві побудови.



Піктограма скруглення

3.15.2 Команда ФАСКА

Ця команда дозволяє створити фаску на зазначених ребрах деталі.

Зауваження: Команда не виконується для ребер, утворених гладко сполученими гранями.

Для створення фаски викличте з меню **Операції** команду **Фаска** або натисніть кнопку **Фаска** на Інструментальній панелі.



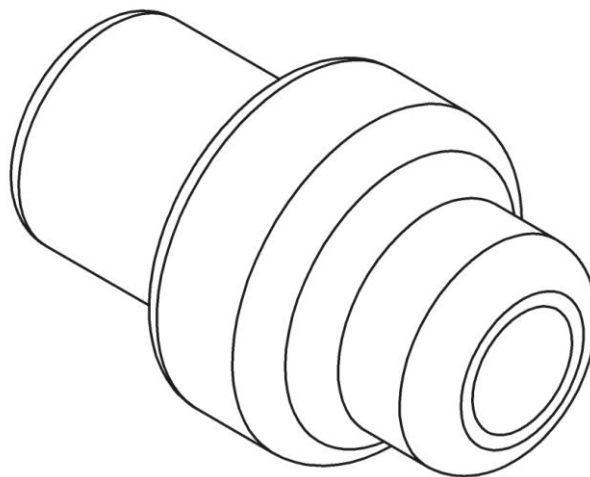
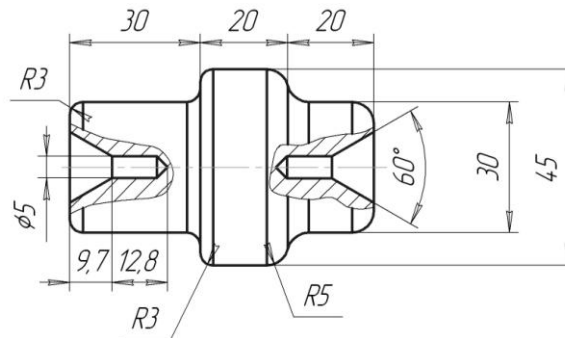
Кнопка **Фаска**

Після виклику команди на екрані з'являється діалог для введення параметрів фаски (рис. 3.57).

Виберіть спосіб побудови фаски - по стороні і куту або по двох сторонах, включивши відповідну опцію діалогу.

Якщо фаска будується по стороні і куту, введіть довжину сторони фаски і кут між цією стороною і поверхнею фаски. Якщо фаска будується по двох сторонах, введіть їхні довжини в поля L1 і L2.

Вправа № 3.6 – Побудуйте вал за зразком. Для створення центрових отворів скористайтеся командою *Отверстие* (див. п. 3.15.3)



Не закриваючи діалог, вкажіть у вікні деталі ребра, на яких потрібно побудувати фаску. Якщо потрібно побудувати фаски на всіх ребрах якої-небудь грані, вкажіть цю грань. Якщо який-небудь об'єкт (ребро або грань), обраний для побудови фаски, вказати у вікні деталі повторно, виділення з його буде знято, і при побудові фаски він враховуватися не буде.

Після вказівки першого ребра у вікні деталі виникає фантом - стрілка, спрямована уздовж однієї з граней.

Якщо фаска будується по стороні і куту, то стрілка вказує напрямок, у якому буде відкладена зазначена довжина сторони фаски; щодо цього ж напрямку буде відкладатися зазначений кут. Якщо потрібно змінити напрямок, у якому відкладається сторона, натисніть кнопку ***Изменить направление первой стороны*** діалогу. При однократному натисканні на цю кнопку напрямок стрілки-фантома (а виходить, і напрямок сторони фаски) міняється.

Зауваження: Якщо кут фаски дорівнює 45° , то результат її побудови не буде залежати від напрямку сторони.

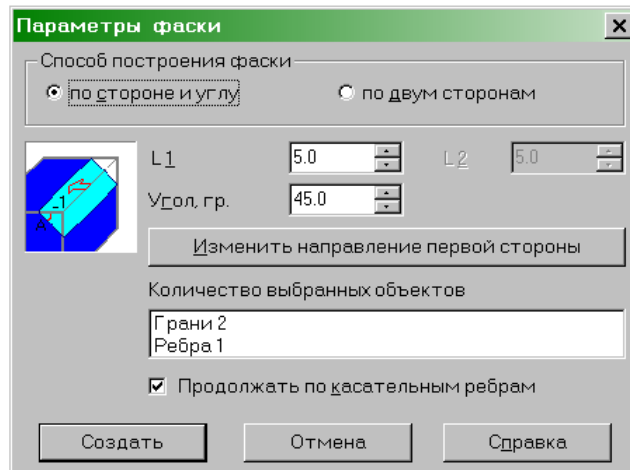


Рисунок 3.57 - Діалог введення параметрів фаски

Якщо фаска будується по двох сторонах, то стрілка вказує напрямок, у якому буде відкладатися сторона фаски з довжиною L1. Якщо ця сторона повинна бути відкладена в іншому напрямку (вздовж іншої грані), натисніть кнопку **Изменить направление первой стороны** діалогу. При однократному натисканні на цю кнопку напрямок стрілки-фантома (а виходить, і напрямок першої сторони фаски) міняється.

Зауваження: Якщо сторони фаски рівні, то результат її побудови не буде залежати від напрямку першої сторони.

Порада: Не будуйте фаску для кожного ребра окремо; якщо це можливо, вказуйте при створенні фаски як можна більшу кількість ребер, параметри фаски для яких однакові.

Зауваження: Виконання попередньої поради може бути важко, якщо фаска нерівностороння. Якщо ребра, обрані для побудови такої фаски, відносяться не до однієї грані, то вибір єдиного напрямку фаски для всіх ребер може привести до невірному результату побудови. В цьому випадку рекомендується вказувати для побудови фаски ребра, що відносяться до однієї грані, і створювати окрему фаску для кожної грані.

Якщо кілька ребер, на яких будується фаска, гладко з'єднуються (мають загальну дотичну в точці з'єднання), вкажіть одне з них і включіть опцію **Продолжать по касательной** діалогу параметрів фаски. В цьому випадку система автоматично визначить інші ребра, на які потрібно продовжити фаску.

Після введення всіх параметрів фаски натисніть кнопку **Создать** діалогу для її побудови.

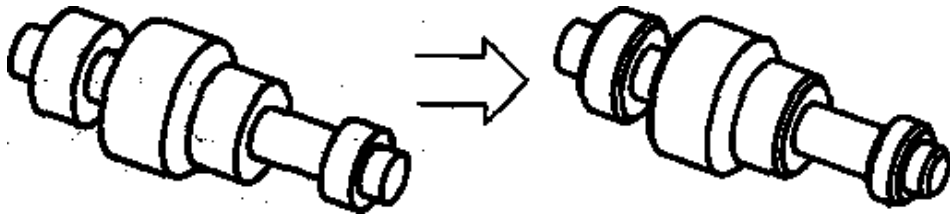


Рисунок 3.58 - Побудова фаски

Деталь з фасками на зазначених ребрах відображається у вікні, а піктограма фаски з'являється в Дереві побудови.



Піктограма фаски

Порада: Створюйте фаски і скруглення по можливості наприкінці процесу побудови деталі, а не відразу після виникнення форматворних елементів, на ребрах яких потрібно утворити фаски і скруглення. У цьому випадку розрахунки при виконанні форматворних операцій будуть здійснюватись швидше.

3.15.3 Створення круглого отвору

Для створення круглого отвору зі складним профілем призначена команда **Отверстие**.

Перед викликом цієї команди потрібно виділити плоску грань, на якій повинен розташовуватися отвір.

Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операції** або натисніть кнопку **Отверстие** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Отверстие**

Після виклику команди на екрані з'являється діалог для вибору профілю отвору і введення його геометричних розмірів (рис. 3.59).

Виберіть зі списку, розташованого посередині діалогу, тип (форму) отвору. Коментар до обраного типу отвору відображається в полі під списком; звичайно він містить якісний опис форми отвору. Ескіз профілю обраного типу отвору відображається у вікні перегляду ліворуч від списку типів. Цей ескіз – параметричний. Тому параметри отвору керуються значеннями відповідних їм розмірів в ескізі. Список перемінних параметрів отвору відображається в правій частині Діалогу.

Для того, щоб змінити який-небудь параметр отвору, виділіть його в списку, натисніть кнопку **Изменить** і введіть нове значення розміру.

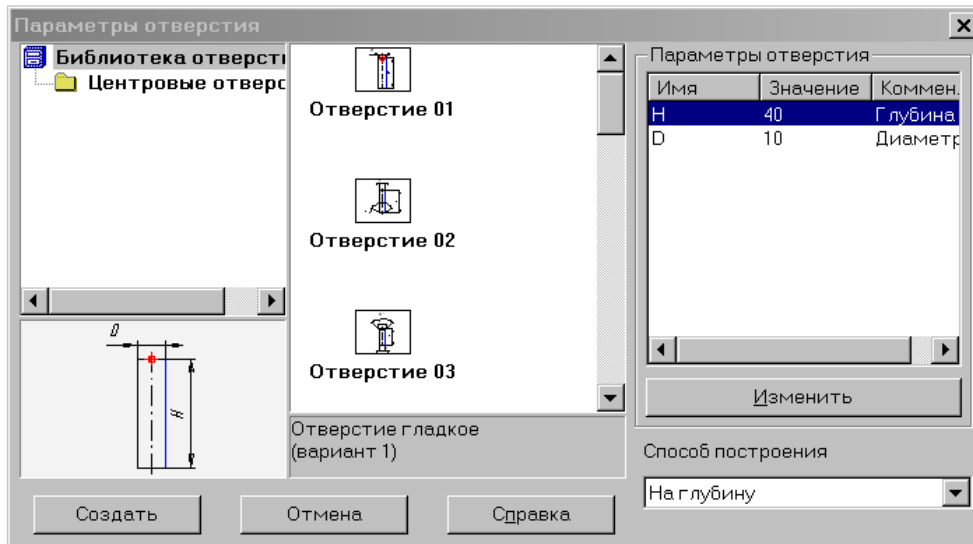
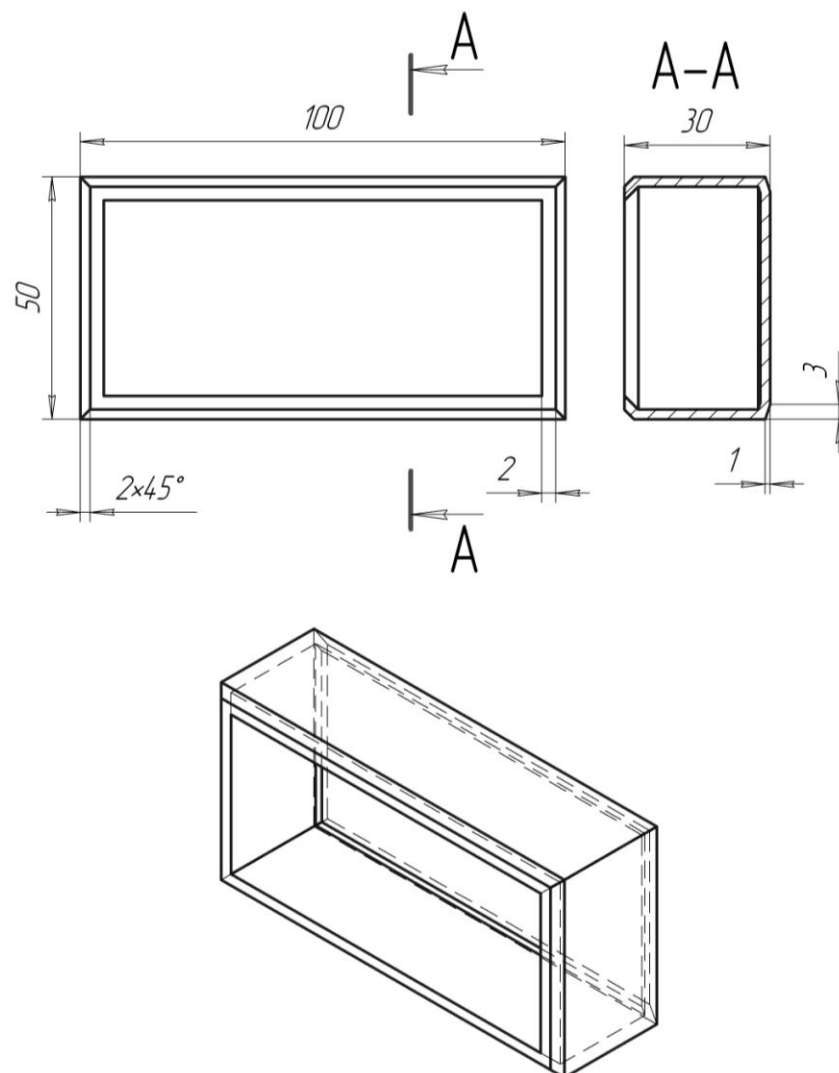


Рисунок 3.59 - Диалог введення параметрів отвору

Вправа № 3.7 – Побудуйте деталь за зразком.



Зауваження: Не всі значення розмірів можна змінювати в довільному порядку. Наприклад, не можна зробити діаметр різі більше номінального діаметра отвору. Якщо потрібно збільшити діаметр отвору, спочатку змініть номінальний діаметр, а потім - діаметр різі.

Введіть потрібні значення всіх параметрів отвору.

Якщо серед параметрів обраного отвору в ескізі є загальна глибина **H**, стає доступною опція **Способ построения**. Вона дозволяє вказати, яким способом визначається глибина отвору. Якщо зі списку **Способ построения** обрано рядок **На глубину**, то глибина отвору дорівнює заданому в списку параметрів значенню. Якщо обрано рядок **До вершины** або **Через все**, то параметр **H** зникає зі списку параметрів, а глибина отвору визначається автоматично. Принцип автоматичного визначення глибини - такий же, як при вирізанні елемента видавлювання. Якщо обрано варіант **До вершины**, потрібно вказати цю вершину.

Фантом отвору з заданими параметрами відображається у вікні деталі. Точка прив'язки отвору (вона позначена на ескізі червоним кольором) за замовчуванням розташовується на початку локальної системи координат грані, на якій створюється цей отвір (рис. 3.60).

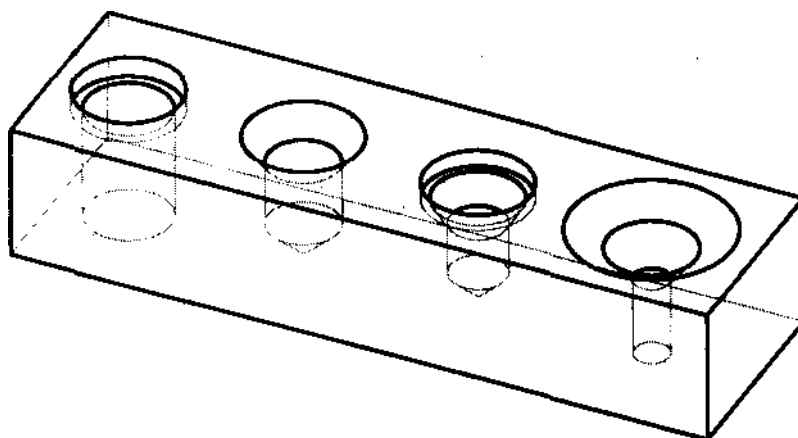


Рисунок 3.60 - Приклади круглих отворів

Щоб розмістити отвір у потрібному місці грані, розфіксуйте поле **p** у **Рядку параметрів** об'єктів (натисніть кнопку ліворуч від назви поля) і вкажіть положення отвору мишею або введіть координати центра отвору в полі **p**.

Після введення всіх параметрів отвору натисніть кнопку **Создать** діалогу для його побудови.

Деталь з отвором на зазначеній грані відображається у вікні а піктограма отвору з'являється в Дереві побудови.

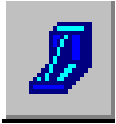


Піктограма отвору

3.15.4 Команда РЕБРО ЖЁСТКОСТИ

Дозволяє створювати ребра жорсткості деталі.

Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операції** або натисніть кнопку **Ребро жесткости** на Панелі керування.



Кнопка **Ребро жесткости**

Зауваження: Команда *Ребро жорсткості* досяжна, якщо виділено один ескіз.

Вимоги до ескізу ребра жорсткості:

- В ескізі повинен бути один контур.
- Контур в ескізі повинен бути розімкнутим.
- Дотичні до контуру в його кінцевих точках повинні перетинати тіло деталі.

Контур в ескізі ребра жорсткості може не доходити до тіла деталі. Система продовжить контур до перетинання з найближчою гранню. Криволінійні контури продовжуються по дотичним до них у крайніх точках.

3.16 Відсікання частини деталі

На будь-якому етапі роботи можна видалити частина тіла по границі, що представляє собою площину або циліндричну поверхню, утворену видавлюванням довільного ескізу.

Зауваження: Взагалі, такі дії можна зробити і за допомогою команди **Вырезать выдавливанием**, але при цьому буде потрібно введення більшої кількості параметрів і більш складного ескізу, ніж потрібно для відсікання частини деталі.

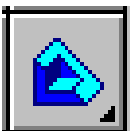
Для відсікання частини деталі, що перетинає цю деталь площиною або циліндричною поверхнею призначені спеціальні команди з меню **Операції**.

Кнопки для їх швидкого виклику знаходяться на **Инструментальной панели трехмерных построений**.

3.16.1 Команда СЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЬЮ

Ця команда дозволяє видалити частину деталі, що знаходиться по один бік площини, що перетинає цю деталь.

Для виклику команди натисніть кнопку **Сечение плоскостью**.



Кнопка **Сечение плоскостью**

Після виклику команди на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри перетину площиною (рис. 3.61).

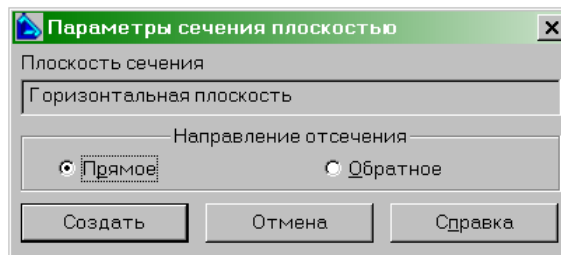


Рисунок 3.61 - Діалог введення параметрів перетину площиною

Якщо перед викликом команди була виділена площина, що перетинає деталь, назва цієї площини з'являється в полі **Плоскость сечения** діалогу. Якщо площина не була виділена перед викликом команди, вкажіть її, не виходячи з діалогу. Обрана площина буде вважатися площиною перетину.

Ви можете видалити частину деталі з будь-якого боку від площини перетину. Щоб вибрати напрямок, увімкніть відповідну опцію діалогу - **Прямое** або **Обратное**. Напрямок відсікання показується на фантомі у вікні деталі у виді стрілки.

Після того, як необхідні параметри відсікання встановлені, натисніть кнопку **Создать** діалогу (рис. 3.62).

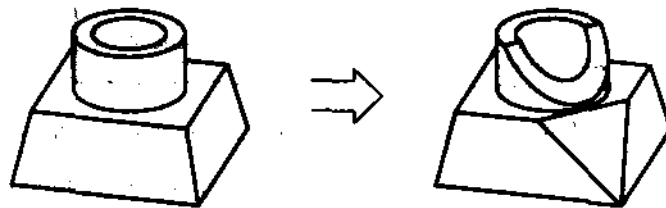


Рисунок 3.62 – Відсікання частини деталі площиною

У вікні деталі з'явиться зображення деталі без відсіченої частини, а в Дереві побудови - відповідна відсіканню піктограма.



Піктограма відсікання площиною

3.16.2 Команда СЕЧЕНИЕ ПО ЭСКИЗУ

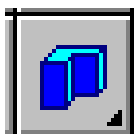
Ця команда дозволяє видалити частину деталі, що знаходиться по один бік циліндричної поверхні, що перетинає цю деталь, утворену переміщенням зазначеного ескізу в напрямку, перпендикулярному його площині.

Перед викликом команди виділіть ескіз, в якому зображений профіль циліндричної поверхні.

Вимоги до ескізу.

- В ескізі повинен бути один контур.
- Контур в ескізі повинен бути розімкнутим.

- Контур в ескізі повинен перетинати проекцію деталі на площину ескізу. Для виклику команди натисніть кнопку **Сечение по эскизу**.



Кнопка **Сечение по эскизу**

Після виклику команди на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри перетину по ескізу (рис. 3.63). Назва ескізу, по якому проводиться відсікання, з'являється в полі **Профиль сечения** діалогу.

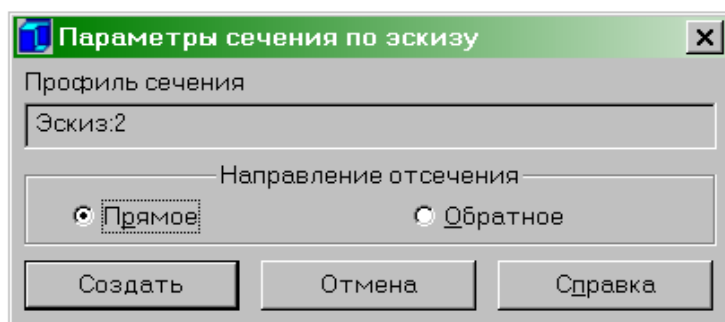


Рисунок 3.63 - Діалог введення параметрів перетину по ескізу

Ви можете видалити частину деталі з будь-якого боку від циліндричної поверхні. Щоб вибрати напрямок, включіть відповідну опцію діалогу - **Прямое** або **Обратное**. Напрямок відсікання показується на фантомі у вікні деталі у вигляді стрілки.

Після того, як необхідні параметри відсікання встановлені, натисніть кнопку **Создать** діалогу (рис. 3.64).

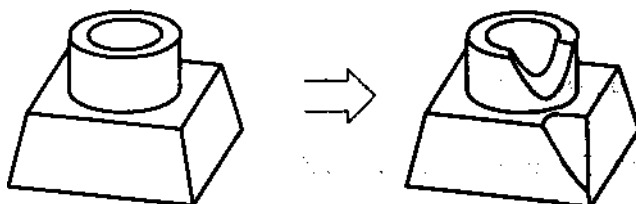


Рисунок 3.64 - Відсікання частини деталі по ескізу

У вікні деталі з'явиться зображення деталі без відсіченої частини, а в Дереві побудови - відповідна відсіканню піктограма.



Піктограма відсікання по ескізу

3.17 Копіювання елементів

Дуже часто при побудові тіла потрібно зробити кілька однакових операцій так, щоб елементи, що утворилися, були певним чином впорядковані

(наприклад, утворювали прямокутний масив чи були симетричні щодо площини). Для повторення операції можна скористатися командою **Копія**. У КОМПАС-3D доступні різноманітні способи копіювання: копіювання *по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование*.

Команди копіювання знаходяться в меню **Операции**. Кнопки для їхнього швидкого виклику знаходяться на Інструментальній панелі тривимірних побудов.

Копіювання елементів у КОМПАС-3D має наступні особливості:

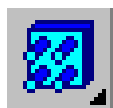
- **уклон і ребро жесткости** можна скопіювати тільки за допомогою команди **Зеркально отразить все**;
- елемент, отриманий операцією **Зеркально отразить все** неможливо скопіювати жодним зі способів.

3.17.1 Команда КОПИЯ ПО СЕТКЕ

Ця команда дозволяє створити копії зазначених елементів, розташованих у вузлах паралелограмної сітки.

Перед викликом команди потрібно виділити вихідні елементи для створення копії. Це можна зробити, вибравши відповідні піктограми в Дереві побудови чи грані елементів у вікні деталі.

Вказавши вихідні елементи, натисніть кнопку **Копія по сетке**.



Кнопка **Копія по сетке**

Після виклику команди на екрані з'явиться діалог для введення параметрів сітки (рис. 3.65). Паралелограмна сітка характеризується напрямком утворюючих її векторів і відстанню між ними (рис. 3.66). Початком координат сітки можна вважати будь-яку точку вихідних об'єктів.

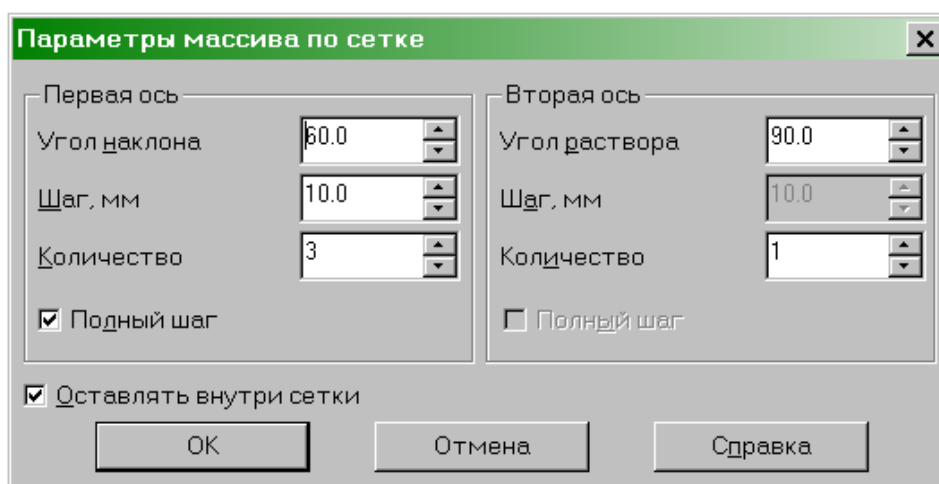


Рисунок 3.65 - Діалог введення параметрів паралелограмної сітки

Напрямок першої осі сітки задається кутом між цією віссю і віссю X локальної системи координат, у якій проводиться копіювання. Введіть потрібне значення в полі **Угол наклона** групи параметрів **Первая ось**.

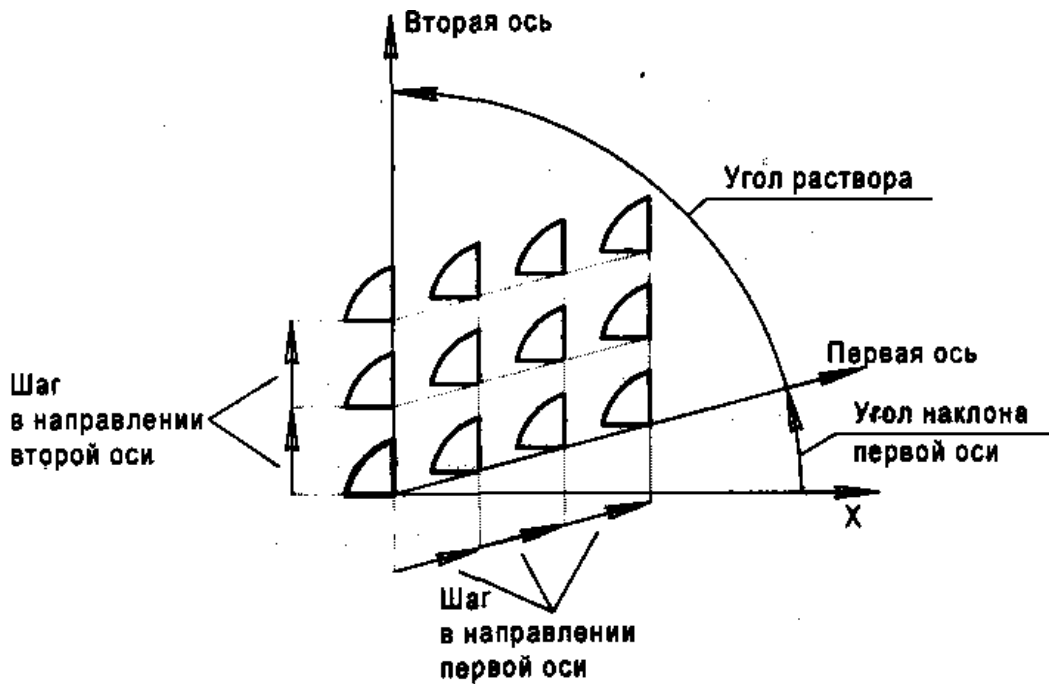


Рисунок 3.66 - Схема утворення паралелограмної сітки

У цій же групі параметрів введіть значення *шага* (відстані між копіями) і *количество копий* у напрямку першої осі.

У групі параметрів *Первая ось* є опція *Полный шаг*. Якщо вона включена, то введене значення кроку сприймається системою як відстань між відповідними точками першої й останньої копій у напрямку першої осі. Якщо опція *Полный шаг* виключена, то введене значення кроку сприймається системою як відстань між відповідними точками сусідніх копій у напрямку першої осі.

Включати опцію *Полный шаг* зручно, якщо потрібно розмістити на ділянці відомої довжини визначену кількість копій. Виключати опцію *Полный шаг* зручно, якщо потрібно розмістити визначену кількість копій на відомій відстані одна від одної.

Зауваження: Якщо кількість копій у напрямку осі дорівнює двом, то результат побудови однаковий при будь-якому стані опції *Полный шаг*.

Однакових результатів копіювання можна домогтися, включаючи і виключаючи опцію *Полный шаг*. Для цього потрібно враховувати наступне співвідношення:

$$\text{Повний крок} = (\text{Кількість копій} - 1) \times \text{Крок між сусідніми копіями} \quad (1)$$

Напрямок *второй оси сетки* задається кутом між першою і другою віссю. Введіть потрібне значення в полі *Угол раствора* групи параметрів *Вторая ось*.

У цій же групі параметрів введіть значення *шага* (відстані між копіями) і *количество копий* у напрямку другої осі. Дія опції *Полный шаг* у напрямку другої осі така ж, як і в напрямку першої осі (див. рис. 3.66).

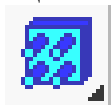
Ви можете використовувати будь-яку комбінацію значень опції *Полный шаг* у напрямку двох осей: опція може бути в обох випадках включена чи виключена чи в одному випадку включена, а в іншому виключена.

Остання опція діалогу параметрів копіювання - *Оставляют внутри сетки*. Якщо вона включена, то копії розташовуються у всіх вузлах сітки. Якщо опція *Оставляют внутри сетки* виключена, то створюються тільки копії по зовнішньому контуру сітки (рис. 3.67).

Усі введені в діалозі параметри відображаються на екрані у вигляді фантома масиву копій. Це дозволяє оцінити правильність введення параметрів і при необхідності внести в них зміни.

Після того, як потрібні параметри сітки введені, натисніть кнопку *Создать* діалогу для побудови масиву копій (рис. 3.68).

У вікні деталі з'явиться зображення копій, а в Дереві побудови - відповідна операції копіювання піктограма.



Піктограма операції копіювання по паралелограмній сітці

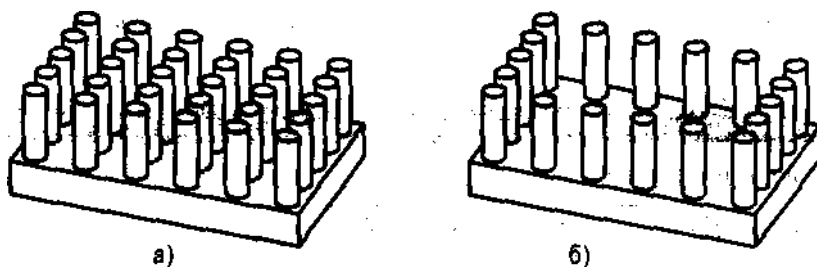


Рисунок 3.67 - Копіювання по сітці з однаковими параметрами: а) із залишенням копій усередині сітки, б) з видаленням копій усередині сітки

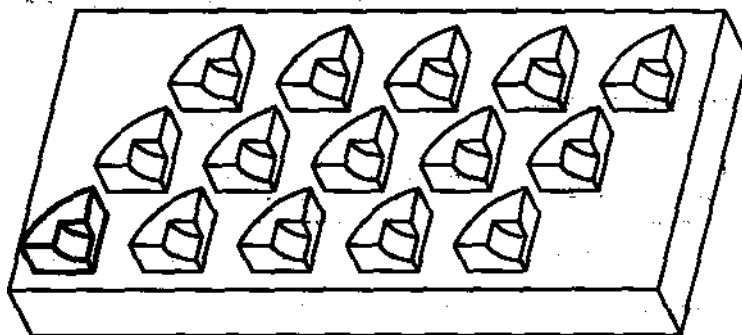


Рисунок 3.68 - Копія по сітці (вихідні елементи виділені)

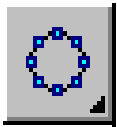
При копіюванні елементів по паралелограмній сітці не проводиться поворот копій щодо вихідного елемента. Вихідний елемент належить масиву копій, що утворився, і лежить в одному з кутів цього масиву.

Ви можете виключити з масиву будь-які конкретні копії (і не тільки всі копії, розташовані усередині сітки). Докладно про порядок виключення копій з масиву викладено [1].

3.17.2 Команда КОПИЯ ПО КОНЦЕНТРИЧЕСКОЙ СЕТКЕ

Ця команда дозволяє створити копії зазначених елементів, розташованих у вузлах концентричної сітки.

Перед викликом команди потрібно виділити вихідні елементи для створення копії. Це можна зробити, вибравши відповідні піктограми в Дереві побудови чи грані елементів у вікні деталі. Вказавши вихідні елементи, натисніть кнопку *Копія по концентрической сетке*.



Кнопка *Копія по концентрической сетке*

Після виклику команди на екрані з'явиться діалог для введення параметрів концентричної сітки (рис. 3.69).

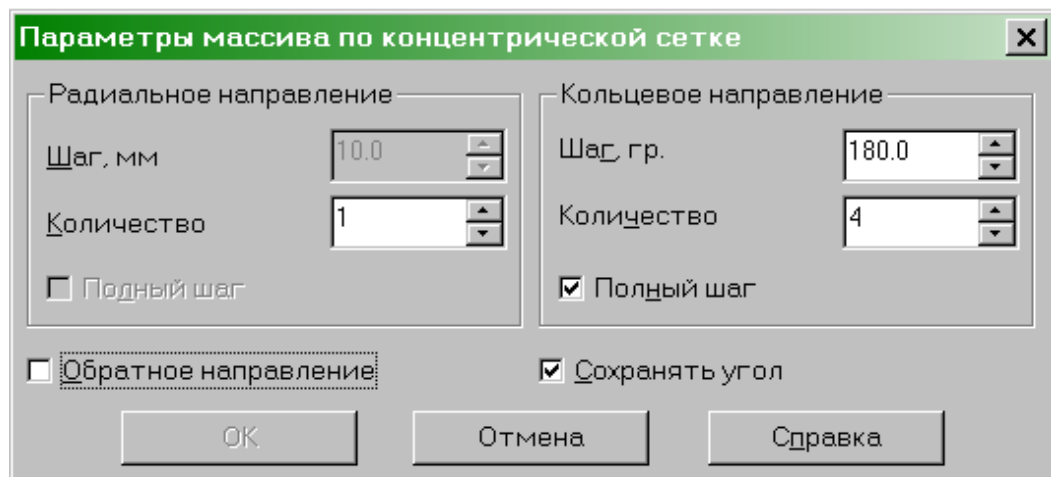


Рисунок 3.69 - Діалог введення параметрів концентричної сітки

Концентрична сітка характеризується положенням її площини і центра, радіусами кіл і кутом між їхніми радіальними променями, що перетинаються.

Положення площини сітки і її центра можна визначити, задавши вісь копіювання. Площина сітки буде перпендикулярна осі копіювання, а центр сітки буде лежати на цій осі. Як вісь копіювання можна використовувати допоміжну вісь чи прямолінійне ребро деталі. Виберіть вісь копіювання, вказавши її в Дереві побудови чи у вікні деталі.

У групі Радіальний напрямок діалогу параметрів копіювання по концентричній сітці встановлюються параметри кіл сітки. Радіус внутрішнього кола сітки визначається системою автоматично. Він дорівнює відстані від будь-якої точки вихідних об'єктів до центра сітки (так як вважається, що вихідні об'єкти лежать на внутрішньому колі сітки). Якщо сітка складається більш ніж з одного кола, їх кількість можна ввести в поле *Количество* групи параметрів *Радиальное направление*. Введене значення показує, скільки екземплярів копій повинно вийти на кожному радіальному промені сітки.

Якщо ця кількість більше одиниці, становляться доступними опції для введення *шага* сітки в радіальному напрямку. Введіть у полі **Шаг** відстань між відповідними точками копій у радіальному напрямку, (вона відповідає відстані між колами сітки). Якщо в групі **Радиальное направление** включено опцію **Полный шаг**, то введене значення сприймається як відстань між внутрішнім і зовнішнім колами сітки (між відповідними точками копій на цих колах). Якщо опція **Полный шаг** відключена то введене значення сприймається як відстань між сусідніми колами сітки (між відповідними точками копій на цих колах).

Включати опцію **Полный шаг** зручно, якщо потрібно розмістити на ділянці відомої довжини визначену кількість копій. Виключати опцію **Полный шаг** зручно, якщо потрібно розмістити визначену кількість копій на відомій відстані одна від одної.

Однакових результатів копіювання можна домогтися, включаючи і виключаючи опцію **Полный шаг**. Для цього потрібно враховувати співвідношення (1).

Зауваження: Якщо кількість копій у радіальному напрямку дорівнює двом, то результат побудови однаковий при будь-якому стані опції **Полный шаг**.

У групі **Кольцевое направление** діалогу параметрів копіювання по концентричній сітці встановлюються параметри променів сітки.

Перший промінь сітки проходить з центра сітки через будь-яку точку вихідних об'єктів (тобто вважається, що вихідні об'єкти лежать на першому промені сітки). Звичайно сітка складається більш ніж з одного радіального променя. Кількість променів можна ввести в полі **Количество** групи параметрів **Кольцевое направление**. Введене значення показує, скільки екземплярів копій повинно вийти на кожному колі сітки (рис. 3.70).

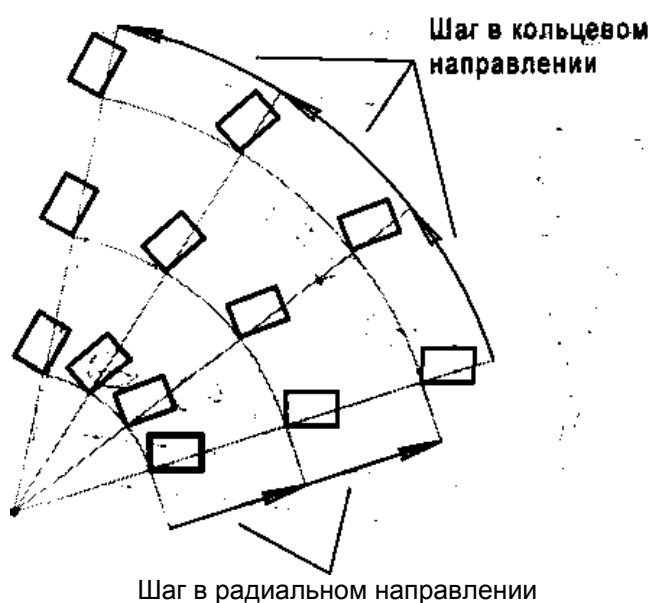


Рисунок 3.70 - Схема утворення концентричної сітки

Якщо ця кількість більше одиниці, стають доступними опції для введення *шага* сітки в кільцевому напрямку. Введіть у полі **Шаг** кут між відповідними точками копії в кільцевому напрямку, (він відповідає куту між променями сітки). Якщо в групі **Кольцевое направление** включено опцію **Полный шаг**, то введене значення сприймається як кут між першим і останнім променями сітки (між відповідними точками копій на цих променях). Якщо опція **Полный шаг** відключена, то введене значення сприймається як кут між сусідніми променями сітки (між відповідними точками копій на цих променях).

Зауваження: Якщо кількість копій у кільцевому напрямку дорівнює двом, то результат побудови однаковий при будь-якому стані опції **Полный шаг**.

Щоб змінити напрямок відліку кутів щодо першого променя сітки включіть опцію **Обратное направление**.

Всі введені в діалозі параметри відображаються на екрані у вигляді фантома масиву копій. Це дозволяє оцінити правильність введення параметрів і при необхідності внести в них зміни. Після того, як потрібні параметри сітки введені, натисніть кнопку **Создать** діалогу для побудови масиву копій (рис. 3.71). У вікні деталі з'явиться зображення копій, а в Дереві побудови - відповідна операції копіювання піктограма.



Піктограма операцій копіювання по концентричній сітці

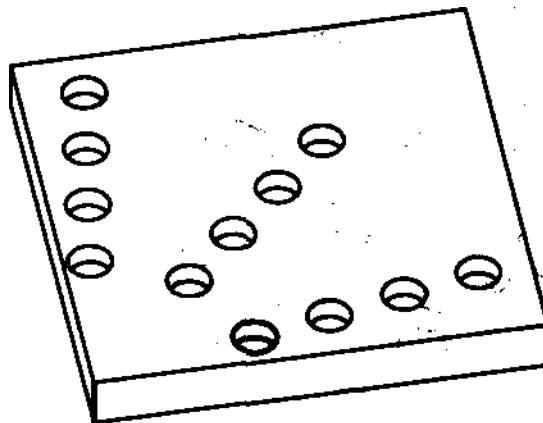


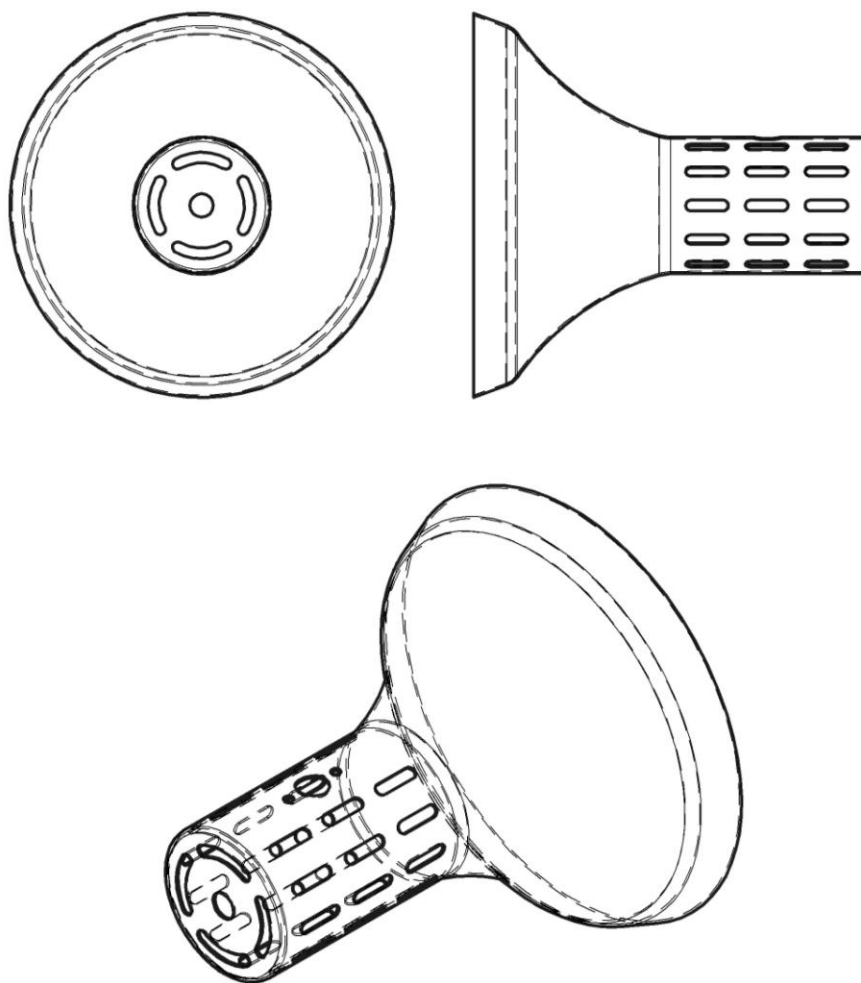
Рисунок 3.71 - Копії по концентричній сітці (вихідний елемент і вісь сітки виділені)

Копії, що лежать на всіх променях сітки, крім першого, виявляються поверненими щодо вихідних об'єктів на кути, кратні кутовому кроку між сусідніми копіями в кільцевому напрямку. Наприклад, крок дорівнює 30. Тоді копії повертаються щодо вихідних об'єктів на 30°, 60°, 90° і т.д.

Вихідний елемент належить масиву копій, що утворився, і лежить на внутрішньому колі цього масиву.

Ви можете виключити з масиву будь-які конкретні копії [1].

Вправа № 3.9 – Побудуйте плафон за зразком.

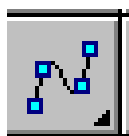


3.17.3 Команда КОПИЯ ВДОЛЬ КРИВОЙ

Ця команда дозволяє створити копії зазначених елементів, розташовані уздовж зазначеної кривої.

Перед викликом команди потрібно виділити вихідні елементи для створення копії. Це можна зробити, вибравши відповідні піктограми в Дереві побудови чи грані елементів у вікні деталі.

Вказавши вихідні елементи, натисніть кнопку *Копія вдоль кривой*.



Кнопка **Копія вдоль кривой**

Після виклику команди на екрані з'явиться діалог для введення параметрів копіювання (рис. 3.72).

Для створення копій потрібно вказати траєкторію копіювання. Траєкторією може служити безупинна послідовність ребер чи контур в ескізі.

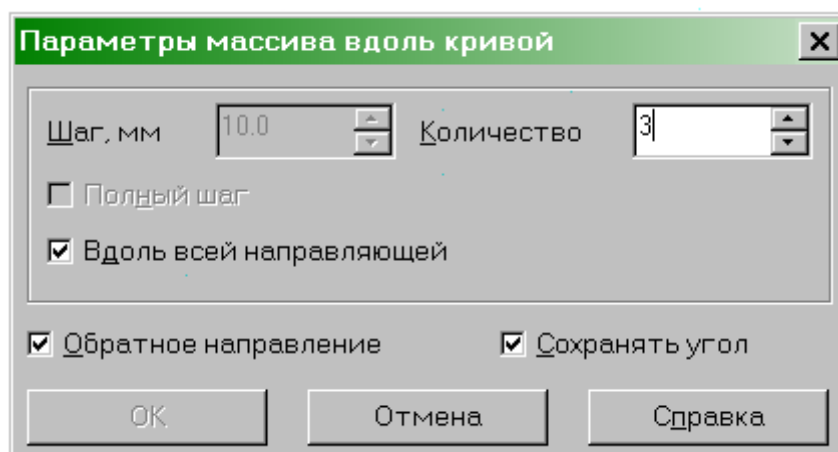


Рисунок 3.72 - Діалог введення параметрів копіювання вздовж кривої

Вкажіть траєкторію копіювання, вибравши потрібний ескіз у Дереві побудови чи ребра у вікні деталі в послідовності їхнього з'єднання.

Введіть у відповідні поля діалогу *шаг* копіювання (відстань між копіями, обмірювана вздовж траєкторії копіювання) і *кількість* копій. Якщо включити опцію *Полный шаг*, то введене значення кроку сприймається системою як відстань між відповідними точками першої й останньої копій, виміряна вздовж траєкторії. Якщо виключити опцію *Полный шаг*, то введене значення кроку сприймається системою як відстань між відповідними точками сусідніх копій, виміряна вздовж траєкторії.

Включати опцію *Полный шаг* зручно, якщо потрібно розмістити на ділянці відомої довжини визначену кількість копій. Виключати опцію *Полный шаг* зручно, якщо потрібно розмістити визначену кількість копій на відомій відстані одна від одної.

Якщо потрібно розмістити копії так, щоб перша й остання з них лежали в початковій і кінцевій точках направляючої кривої (траєкторії), включіть опцію *Вдоль всей направляющей*. Якщо ця опція включена, стають недоступними опції *Шаг* і *Полный шаг* - повний крок визначається автоматично як довжина траєкторії копіювання.

При створенні масиву копій вихідний елемент вважається першим елементом масиву, У будь-яку його точку переміщається один з кінців траєкторії (як правило, найближчий до вихідного елемента). Інші елементи масиву розміщуються вздовж цієї траєкторії.

Якщо потрібно вважати початком копіювання інший кінець траєкторії, включіть опцію *Обратное направление*. Дія цієї опції проілюстрована на рис. 3.73.

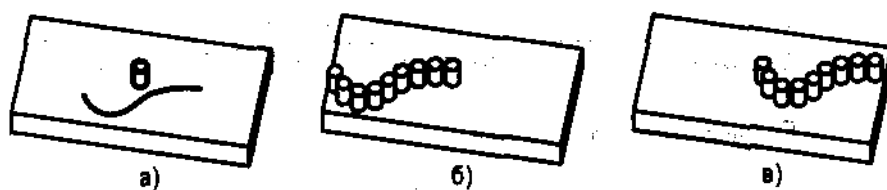


Рисунок 3.73 - Зміна напрямку масиву копій: а) вихідний елемент і траєкторія, б) копії в прямому напрямку, в) копії в зворотному напрямку

Якщо кут між копіями і траєкторією повинен бути рівним куту між вихідним елементом і траєкторією в початковій точці копіювання (рисунок 3.74, б), включіть опцію *Сохранять угол*. Якщо опція *Сохранять угол* виключена, то поворот копій щодо вихідних об'єктів не виконується (рисунок 3.74, а).

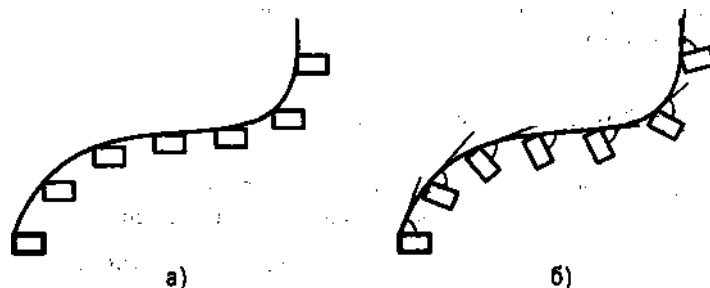


Рисунок 3.74 - Розташування копій щодо траєкторії: а) без збереження кута нахилу, б) зі збереженням кута нахилу

Усі введені в діалозі параметри відображаються на екрані у виді фантома масиву копій. Це дозволяє оцінити правильність введення параметрів і при необхідності внести в них зміни.

Після того, як потрібні параметри копіювання вздовж кривої введені, натисніть кнопку *Создать* діалогу для побудови масиву копій.

У вікні деталі з'явиться зображення копій, а в Дереві побудови - відповідна операція копіювання піктограма.



Піктограма операції копіювання вздовж кривої

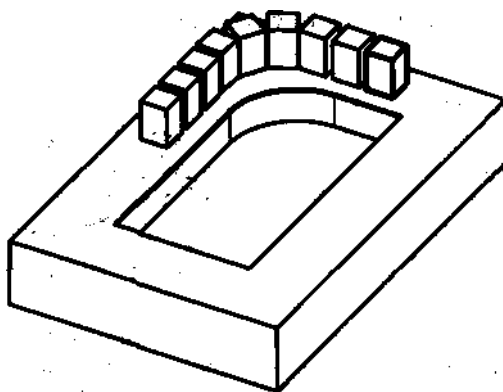


Рисунок 3.75 - Копії вздовж кривої

Також можна виключити з масиву будь-які конкретні копії.

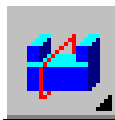
3.18 Дзеркальне копіювання

Ви можете створювати не тільки масиви копій, а й копії, симетричні обраним елементам.

3.18.1 Команда ЗЕРКАЛЬНАЯ КОПИЯ

Ця команда дозволяє одержати копію обраних елементів, симетричну їм щодо зазначеної площини чи плоскої грані (рис. 3.76).

Виділіть елементи, які потрібно дзеркально відбити, вказавши їх у Дереві побудови чи їхні частини (наприклад, грані) у вікні деталі. Викличте з меню **Операції** команду **Зеркальна копія** чи натисніть кнопку **Зеркальна копія** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Зеркальна копія**

Вкажіть площину симетрії, виділивши в Дереві побудови допоміжну чи проєкційну площину чи у вікні деталі плоску грань.

На екрані з'явиться фантом дзеркальної копії. Якщо він сформований вірно, підтвердіть створення копії, натиснувши кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування. Якщо побудований фантом Вас не влаштовує, виправте параметри копіювання, вказавши іншу площину симетрії чи вихідні об'єкти.

Для вказівки іншої площини симетрії зніміть виділення з зазначеної площини і вкажіть нову.

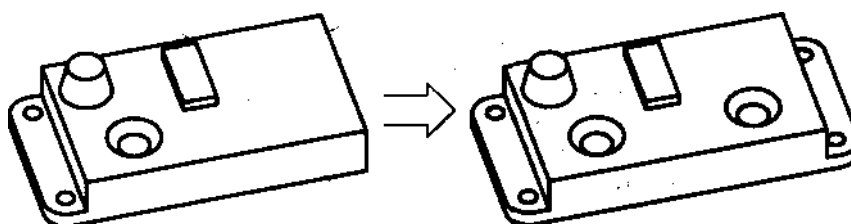


Рисунок 3.76 - Дзеркальне копіювання окремих елементів (щодо середньої площини основи)

Після виправлення параметрів копіювання підтвердіть створення копії. У вікні деталі з'явиться її зображення, а в Дереві побудови - відповідна операції копіювання піктограма.



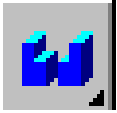
Піктограма операції дзеркального копіювання елементів

Якщо копіювався приклеєний елемент, копія також приклеюється до деталі, якщо вирізаний елемент-копія вирізається.

3.18.2 Команда ЗЕРКАЛЬНО ОТРАЗИТЬ ВСЕ

Ця команда дозволяє приклеїти до деталі її дзеркальну копію, тобто одержати деталь, яка має площину симетрії (рис. 3.77).

Для виклику команди виберіть її назву в меню **Операції** чи натисніть кнопку **Зеркально отразить все** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Зеркально отразить все**

Вкажіть у вікні деталі плоску грань, яка повинна стати площиною симетрії при копіюванні деталі. Ви можете вказувати лише грань, площину якої не перетинає деталь. На екрані з'явиться фантом дзеркальної копії деталі. Якщо він сформований вірно, підтвердіть створення копії, натиснувши кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування. Якщо побудований фантом Вас не влаштовує, вкажіть іншу грань як площину симетрії.

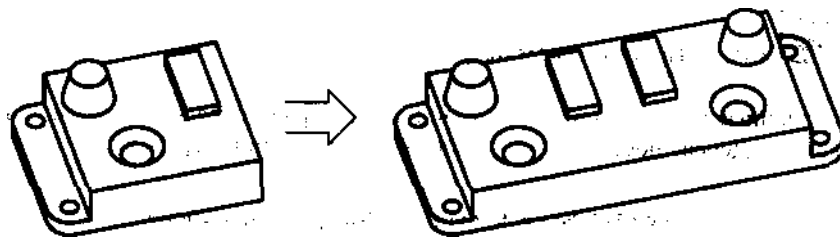
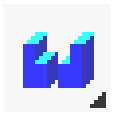


Рисунок 3.77 - Дзеркальне копіювання всієї деталі

Після вказівки іншої площини симетрії підтвердіть створення копії, у вікні деталі з'явиться її зображення, а в Дереві побудови - відповідна операції копіювання піктограма.



Піктограма операції дзеркального копіювання всієї деталі

Дзеркальна копія приклеюється до вихідної деталі, утворюючи деталь, що має площину симетрії.

Порядок роботи із симетричною деталлю, що вийшла, буде таким самим - додавання і вирахування тіл, формування фасок, скруглень і отворів. Нові елементи не обов'язково повинні бути симетричні.

3.19 Команда **Рябро жесткости**

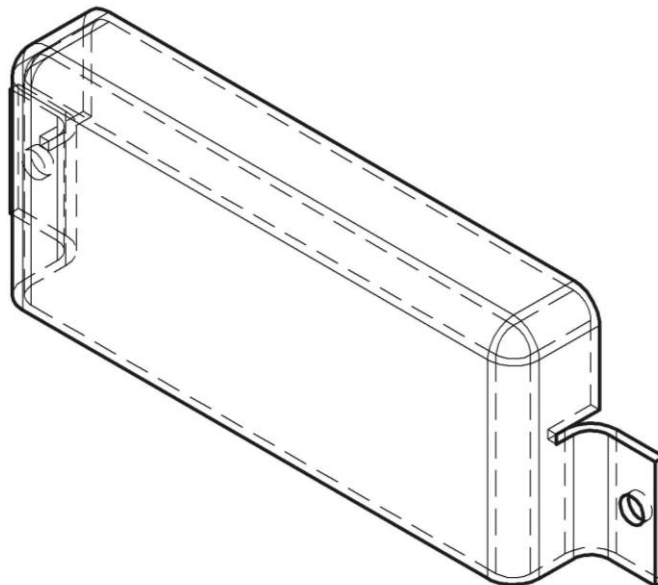
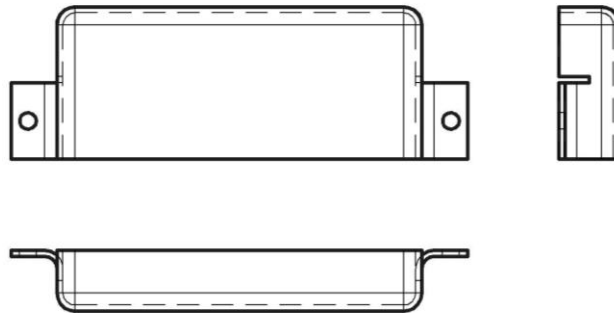
Дозволяє створювати ребра жорсткості деталі. Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операции** або натисніть кнопку **Рябро жесткости** на Панелі керування.



Кнопка **Рябро жест кости**

Зауваження: Команда **Рябро жесткости** досяжна, якщо виділений один ескіз.

Вправа № 3.10 – Побудуйте кожух за зразком, використовуючи команди дзеркального копіювання.



3.19.1 Вимоги до ескізу ребра жорсткості

- В ескізі повинен бути один контур.
- Контур в ескізі повинен бути розімкнутим.
- Дотичні до контуру в його кінцевих точках повинні перетинати тіло деталі.

Контур в ескізі ребра жорсткості може не доходити до тіла деталі. Система продовжить побудову до перетинання з найближчою гранню. Криволінійні контури продовжаться по дотичним до них у крайніх точках.

3.19.2 Параметри ребра жорсткості

Після виклику команди **Ребро жесткости** на екрані з'являється діалог, у якому потрібно встановити параметри ребра жорсткості.

Всі значення параметрів при їхньому введенні і редагуванні негайно відображаються на екрані у вигляді фантома ребра жорсткості. Щоб діалог

введення параметрів не закривав фантом, Ви можете перетягнути його мишею за заголовок в інше місце екрану.

Діалог параметрів містить дві вкладки: у першій потрібно встановити параметри видавлювання ескізу ребра, а в другій товщину ребра. За замовчуванням активна перша вкладка діалогу (рис. 3.78).

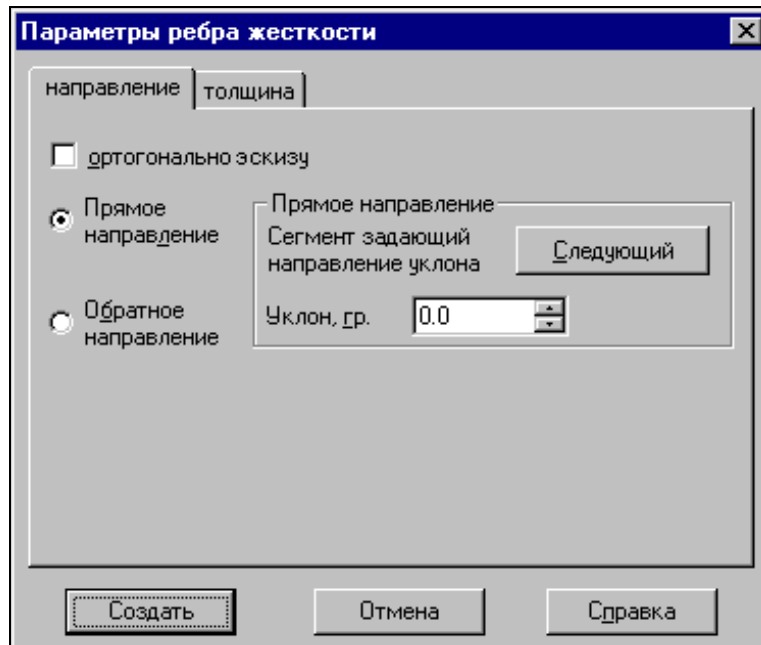


Рисунок 3.78 - Діалог введення параметрів ребра жорсткості

3.19.3 Вибір напрямку видавлювання

Якщо необхідно, щоб ребро жорсткості було перпендикулярно площині ескізу ребра (рис. 3.79), включіть опцію **Ортогонально эскизу**. Виключена опція означає, що ребро жорсткості буде розташовано в площині ескізу (рис. 3.80).

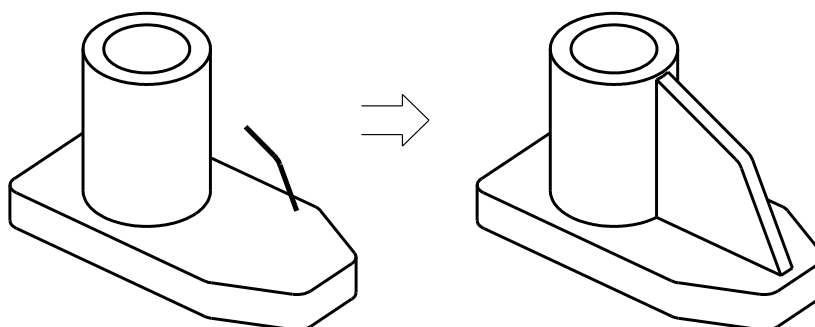


Рисунок 3.79 - Ребро жорсткості, паралельне площині ескізу

Якщо тіло деталі розташоване по один бік від ескізу, система автоматично розпізнає напрямок видавлювання ребра (в бік деталі) і позначає його як **Прямое**. При необхідності виберіть напрямок побудови ребра жорсткості: **Прямое** або **Обратное**, включивши відповідну опцію діалогу. Напрямок побудови елемента показується на фантомі у вікні моделі у вигляді стрілки.

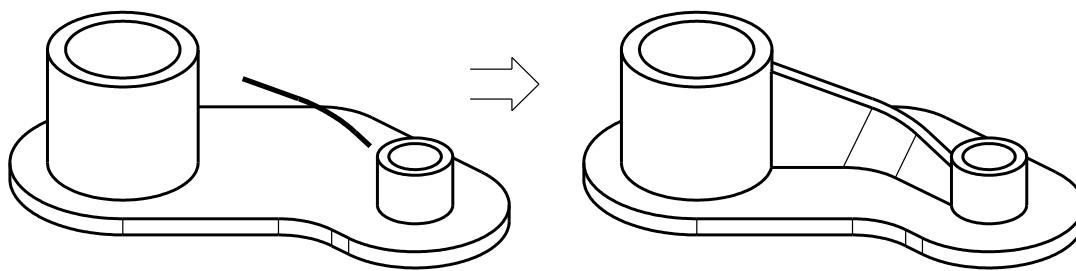


Рисунок 3.80 - Ребро жорсткості, перпендикулярне площині ескизу

Якщо потрібно, щоб грані елемента мали ухил, введіть у відповідне поле **угол уклона**. Бічні грані ребра жорсткості будуть відхилені назовні під заданим кутом.

Якщо ескіз ребра жорсткості складається з декількох сегментів (наприклад, відрізків), то можна вказати сегмент, що задає напрямок ухилу. Для вибору сегмента, що задає напрямок ухилу, використовуйте кнопку **Следующий**. При натисканні на цю кнопку підсвічується один із сегментів ескизу. Натискайте кнопку, поки не буде підсвічений потрібний сегмент. Торцева грань ребра жорсткості, що відповідає цьому сегменту, буде прийнята за основу ухилу, бічні грані ребра будуть нахилені стосовно неї на заданий кут.

Зауваження: Вибір сегмента, що задає напрямок ухилу, має сенс тільки при побудові ребра в площині ескизу (коли виключена опція **Ортогонально эскизу**).

3.19.4 Параметри тонкої стінки

Для вказівки товщини ребра активізуйте вкладку **Параметры тонкой стенки** (рис. 3.81).

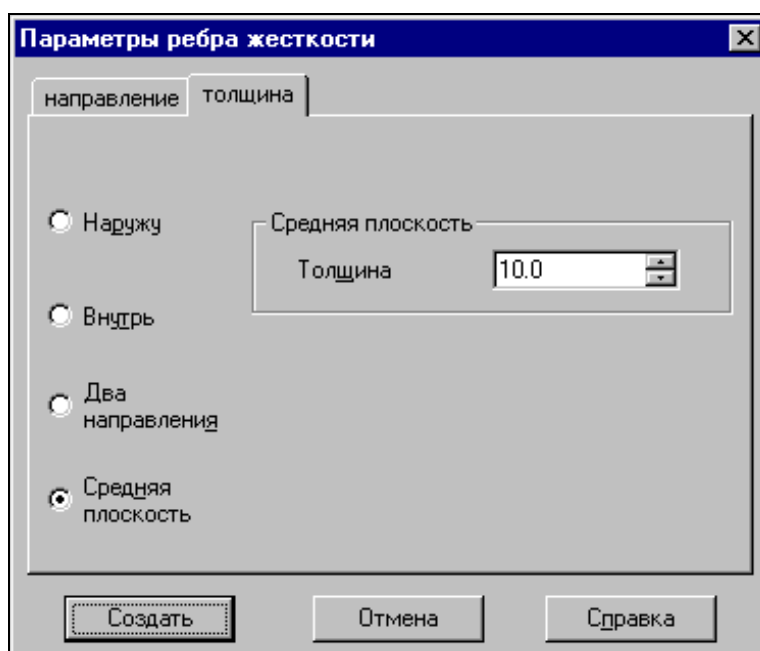


Рисунок 3.81 - Введення товщини ребра жорсткості

При формуванні ребра жорсткості матеріал додається до площини його ескізу чи до поверхні, утвореної видавлюванням ескізу ортогонально його площини.

Вкажіть напрямок додавання матеріалу – *Наружу* або *Внутрь*, – ввімкнувши відповідну опцію діалогу. Ви можете вибрати опцію *Два напрямлення*. У цьому випадку додавання матеріалу буде відбуватися в обидва боки. Ще один варіант – *Средняя плоскость*. Цей вибір означає, що додавання матеріалу буде відбуватися в обидва боки симетрично щодо площини ескізу чи поверхні видавлювання ескізу.

Введіть товщину ребра у відповідне поле діалогу. Якщо обрано створення ребра жорсткості в *двох напрямленнях*, товщину потрібно ввести двічі (для напрямку всередину і назовні).

Якщо був обраний варіант *Средняя плоскость*, введене значення товщини вважається загальним (у кожному напрямку відкладається його половина).

Після введення всіх параметрів ребра жорсткості натисніть кнопку *Создать* для додавання елемента до деталі.

Ребро жорсткості з'являється у вікні деталі, а відповідна йому піктограма – у Дереві побудови.



Піктограма ребра жорсткості

Перервати побудову ребра жорсткості можна, натиснувши клавішу <Esc> чи кнопку *Отмена* діалогу.

3.20 Команда Уклон

Ця команда дозволяє додати ухил плоским граням, перпендикулярним основі, чи циліндричним граням, твірні яких перпендикулярні основі. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Операции* або натисніть кнопку *Уклон* на Інструментальній панелі тривимірних побудов.



Кнопка **Уклон**

Після виклику команди на екрані з'являється діалог для параметрів ухилу. Вкажіть у вікні деталі основу і грані, що відхиляються.

Основа ухилу – плоска грань деталі, форма, розміри і кут нахилу якої не зміняться після виконання команди *Уклон*.

Грані, що відводяться - грані, кут нахилу яких стосовно основи зміниться в результаті виконання команди *Уклон*.

Щоб вибрати основу, включіть опцію *Основание* діалогу і вкажіть потрібну грань у вікні деталі. Щоб вибрати грані, що відводяться, включіть опцію *Грани* діалогу і вкажіть потрібні грані у вікні деталі.

Основа завжди одна; граней, що відводяться, може бути кілька. Грані, що відводяться, повинні бути суміжні з основою; між собою вони можуть бути не суміжні.

Якщо обрану грань вказати у вікні деталі повторно, виділення з неї буде знято, і при виконанні операції вона враховуватися не буде.

Порада : Якщо основа обрана невірно, її можна вказати повторно, не виходячи з команди. Просто клацніть мишею на потрібній грані; виділення з раніше зазначеної грані буде знято, обраною для виконання операції виявиться знову зазначена грань.

Виберіть напрямок ухилу граней – **Внутрь** або **Наружу**, – ввімкнувши відповідну опцію діалогу. При відхиленні граней всередину перетин елемента зменшується, при відхиленні назовні – збільшується.

Зауваження: Іноді як основу можна вказати різні грані, причому результат виконання команди буде залежати від взаємного положення основи і грані, що відводиться.

Введіть у відповідне поле значення кута ухилу.

Зауваження: Якщо застосувати команду **Уклон** до грані, вже нахиленої до основи під яким-небудь кутом, то цей кут враховуватися не буде (тобто результат буде таким, якби команда була застосована до грані, перпендикулярної основи).

Після введення всіх параметрів ухилу натисніть кнопку **Создать** діалогу для додання ухилу зазначеним граням.

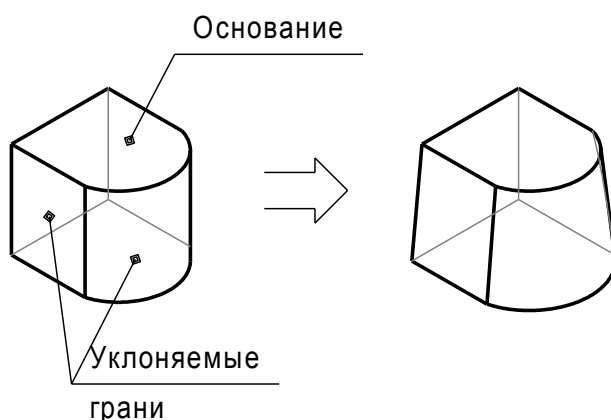


Рисунок 3.82 - Побудова ухилу

Зазначені грані одержать ухил (рис. 3.82), а відповідна йому піктограма з'явиться в Дереві побудови.



Піктограма ухилу

Порада: Не нахиляйте кожну грань окремо; якщо це можливо, вкажіть при виконанні команди **Уклон** як можна більшу кількість граней, що потрібно нахилити під однаковим кутом до основи. У цьому випадку розрахунки при перебудуванні моделі будуть виконуватися швидше.

Зауваження: Команда не виконується, якщо система вважатиме, що грані, перебудовані відповідно до заданих параметрів ухилу, не утворюють тіло.

Перервати виконання команди можна, натиснувши клавішу <Esc> чи кнопку **Отмена** діалогу.

Зауваження: Якщо потрібно скруглити одне чи кілька ребер, що обмежують грань, що відводиться, зробіть це після додавання грані ухилу.

Застосування команди **Уклон** найбільш ефективно на завершальних етапах проектування литих деталей, коли окремим граням потрібно додати невеликий ухил для полегшення виймання виливків з форм.

Взагалі кажучи, ухил бічним граням елемента видавлювання можна додати шляхом редагування параметрів цього елемента. Однак цей спосіб принципово відрізняється від виконання операції ухилу:

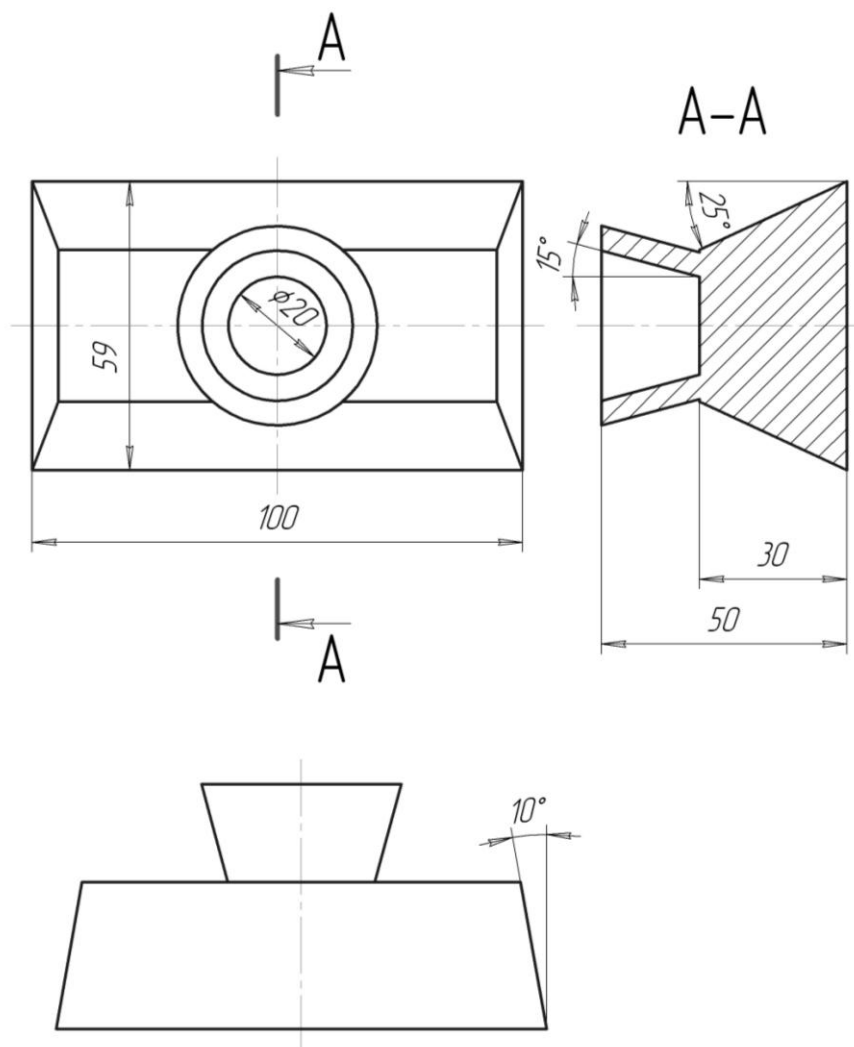
- команда **Уклон** дозволяє нахилити окремі грані, а при видавлюванні з ухилом нахиляються всі бічні грані елемента;
- при виконанні команди **Уклон** не міняється положення елементів, підлеглих граням, що відводяться, а при редагуванні елемента видавлюванням з додаванням ухилу його граням, об'єкти, підлеглі цим граням, “нахиляються” разом з ними.

3.21 Питання для самоконтролю

1. Назвіть прийоми створення основи деталі.
2. Наведіть загальні вимоги до ескізів.
3. Дайте характеристику елемента видавлювання.
4. Які вимоги до ескізів операції видавлювання?
5. Наведіть параметри та числові характеристики елемента видавлювання.
6. Що таке тонкостінний елемент? Як він утворюється?
7. Наведіть характеристику елемента обертання.
8. Які вимоги ставляться до формоутворюючого ескізу операції видавлювання?
9. Наведіть відмінності опцій сфероїд і тороїд побудови елемента обертання.
10. Наведіть характеристику, вимоги до ескізів кінематичного елемента.
11. Для чого призначені ескіз елемента та ескіз траєкторії кінематичної операції?

12. Дайте характеристику, вимоги до ескізів елемента по перетинах.
13. Для чого призначений направляючий елемент операції по перетинах?
14. Наведіть основні прийоми приклеювання та вирізання елементів.
15. Які основні параметри команди скруглення?
16. Дайте характеристику команді фаска.
17. В чому полягає відмінність команд вирізати елемент видавлювання і отвір?
18. Дайте характеристику команді ребро жорсткості.
19. Які основні параметри команди перетину по ескізу?
20. Наведіть основні прийоми копіювання елементів.
21. В чому полягає відмінність команд дзеркальна копія і дзеркально відобразити все?
22. Дайте характеристику команди ухил.

Вправа № 3.11 – Побудуйте деталь за зразком, використовуючи команду ухил.



4 ПОБУДОВА ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Якщо існуючих у моделі граней, ребер і ортогональних площин недостатньо для побудов, Ви можете створити допоміжні площини й осі.

Якщо компонент збірки створюється чи редагується в оточенні інших компонентів (у контексті збірки), то для допоміжних побудов можуть використовуватися елементи «оточення» - грані, вершини, ескізи й інші елементи безпосередньо не належні компоненту, що редагується.

При створенні збірок і деталей використовуються однакові прийоми побудови допоміжних елементів. Усі вони описані в дійсному розділі.

4.1 Допоміжні вісі

Команди побудови допоміжних конструктивних осей розташовані у меню **Операції**.

Кнопки швидкого виклику цих команд знаходяться в одній групі на Інструментальній панелі допоміжних побудов.

Для виходу з команд побудови допоміжних осей викличте з контекстного меню команду **Прервать команду** чи натисніть клавішу <Esc> чи кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Кнопка **Прервать команду**

Створені за допомогою цих команд осі відображаються у вікні моделі у вигляді відрізків, а в Дереві побудови - у вигляді спеціальної піктограми.



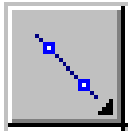
Піктограма допоміжної осі в Дереві побудови

Відрізок, що зображує вісь, трохи виступає за межі об'єктів, на яких базувалася побудова цієї осі. Іноді для розуміння розташування осі потрібно, щоб її відрізок, що символізує вісь, був більше (менше) чи був розташований в іншому місці осі (прямої лінії). Ви можете змінити розмір і положення цього відрізка, перетягуючи мишею його характерні точки (вони з'являються, коли вісь виділена).

4.1.1 Команда **ОСЬ ЧЕРЕЗ ДВЕ ВЕРШИНИ**

Ця команда дозволяє створити одну чи кілька конструктивних осей, кожна з яких проходить через зазначені опорні точки. Опорними точками можуть служити вершини, характерні точки графічних об'єктів в ескізах (наприклад, кінець відрізка, центр кола і т.п.) чи початку координат.

Для виклику команди натисніть кнопку **Ось через две вершины**.

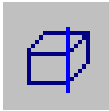


Кнопка **Ось через две вершины**

4.1.2 Команда **ОСЬ ЧЕРЕЗ РЕБРО**

Ця команда дозволяє створити одну чи кілька конструктивних осей, кожна з яких проходить через зазначене прямолінійне ребро моделі.

Для виклику команди натисніть кнопку **Ось через ребро**.



Кнопка **Ось через ребро**

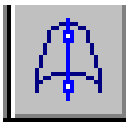
Послідовно вказуйте курсором прямолінійні ребра моделі, через які повинні проходити створювані осі.

Зауваження: Якщо перед викликом команди було виділено яке-небудь ребро, то воно буде прийнято в якості опорного для побудови осі.

4.1.3 Команда **ОСЬ КОНИЧЕСКОЙ ГРАНИ**

Ця команда дозволяє створити одну чи кілька конструктивних осей, кожна з яких є віссю конічної (а в окремому випадку - циліндричної) грані.

Для виклику команди натисніть кнопку **Ось конической грани**.



Кнопка **Ось конической грани**

Послідовно вказуйте курсором конічні грані, осі яких потрібно побудувати.

Зауваження: Якщо перед викликом команди була виділена яка-небудь конічна грань, то буде побудована її вісь.

4.2 Допоміжні площини

Команди побудови допоміжних конструктивних площин розташовані в меню **Операції**. Кнопки швидкого виклику цих команд знаходяться на Інструментальній панелі допоміжних побудов.

Для виходу з команд побудови допоміжних площин викличте з контекстного меню команду **Прервать команду** чи натисніть клавішу **<Esc>** чи кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.



Кнопка **Прервать команду**

Створені за допомогою цих команд площини відображаються у вікні моделі у вигляді прямокутників, а в Дереві побудови - у вигляді спеціальної піктограми.



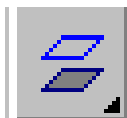
Піктограма допоміжної площини в Дереві побудови

Прямокутник, що зображує площину, трохи виступає за межі об'єктів, на яких базувалася побудова цієї площини. Іноді для розуміння розташування площини потрібно, щоб її прямокутник, що символізує площину, був більше (менше) чи був розташований в іншому місці площини. Ви можете змінити розмір і положення цього прямокутника, перетягуючи мишею його характерні точки (вони з'являються, коли площина виділена).

4.2.1 Команда **СМЕЩЕННАЯ ПЛОСКОСТЬ**

Ця команда дозволяє створити одну чи кілька допоміжних площин, розташованих на заданій відстані від зазначеної площини чи плоскої грані деталі.

Для виклику команди натисніть кнопку *Смещенная плоскость*.



Кнопка **Смещенная плоскость**

Введіть у відповідне поле *Строки параметров объектов* значення відстані від, існуючої площини (плоскої грані) до нової конструктивної площини і вкажіть опорний об'єкт (площину чи грань, щодо якої задається зміщення нової площини).

Щоб вказати, по який бік від існуючої повинна бути побудована нова площина, викличте з контекстного меню команду *Изменить направление* чи скористайтеся кнопкою-перемикачем *Изменить направление* в *Строке параметров объектов*. При натисканні на кнопку її зовнішній вигляд змінюється.



Кнопка **Положительное направление**



Кнопка **Отрицательное направление**

Площина з заданими параметрами відображається на екрані у вигляді фантома. Щоб підтвердити її створення, натисніть кнопку *Создать объект* на Панелі спеціального керування.

Зауваження: Якщо перед викликом команди була виділена площина чи грань то вона буде сприйнята як опорний об'єкт для нової площини.

4.3 Питання для самоконтролю

1. Для чого використовуються допоміжні побудови?
2. Що таке допоміжна вісь?
3. Наведіть способи побудови допоміжних осей.
4. Для чого використовуються допоміжні площини?
5. Які існують прийоми створення допоміжних площин?

5 МОДЕЛЮВАННЯ ЗБІРОК

Збірка є окремим типом документа КОМПАС. Стандартне розширення файлу збірки – a3d.

5.1 Загальні принципи моделювання збірок

Збірка в КОМПАС-3D складається з компонентів. Компонентами називаються вхідні в збірку деталі, підзбірки і стандартні вироби. Компоненти записані в окремих файлах на диску. У збірці зберігаються посилання на ці компоненти.

Користувач може вказати взаємне положення компонентів збірки, задавши параметричні зв'язки між їх гранями, ребрами і вершинами (наприклад, збіг граней двох деталей чи співвісність втулки й отвору). Ці параметричні зв'язки називаються **сполученнями**.

В збірці можна виконати формотворні операції, що імітують обробку виробу в збірці (наприклад, створити отвір, що проходить через усі компоненти збірки і відітнути частину збірки площиною).

5.1.1 Проектування “знизу вгору”

Якщо на диску існують всі компоненти, з яких повинна складатися збірка, їх можна вставити в збірку, а потім встановити необхідні сполучення. Такий спосіб проектування нагадує дії слюсаря-збирача, що послідовно додає в збірку деталі і вузли й встановлює їхнє взаємне положення.

5.1.2 Проектування “зверху вниз”

Якщо компоненти ще не існують, їх можна моделювати прямо в збірці. При цьому перший компонент (наприклад, деталь) моделюється в звичайному порядку, а при моделюванні наступних компонентів використовуються існуючі. Наприклад, ескіз основи нової деталі створюється на грані існуючої деталі і повторює її контур, а траєкторією цього ескізу при виконанні кінематичної операції є ребро іншої деталі. У цьому випадку параметричні зв'язки між деталями виникають прямо в процесі побудови, а згодом при редагуванні одних компонентів інші перебудовуються автоматично.

5.1.3 Змішаний спосіб проектування

На практиці найчастіше використовується змішаний спосіб проектування, що сполучає в собі прийоми проектування “зверху вниз” і “знизу вгору”.

У збірку вставляються готові моделі компонентів, що визначають її параметри, а також моделі стандартних виробів. Наприклад, при проектуванні редуктора спочатку створюються моделі окремих деталей зубчастих коліс, потім ці деталі вставляються в збірку і проводиться їхнє компоновання. Інші компоненти (наприклад, корпус, кришки та інші деталі, що оточують колеса і залежать від їхнього розміру і положення) створюються “на місці” (у збірці).

5.2 Створення нового файлу збірки

Щоб створити новий файл, що містить тривимірну модель збірки, викличте з меню **Файл** команду **Создать сборку** чи натисніть кнопку **Новая сборка** на Панелі керування.



Кнопка **Новая сборка**

На екрані відкриється вікно нового Компас-документа (збірки), зміниться набір кнопок на Панелі керування, Інструментальній панелі, склад Рядка поточного стану і Головного меню. У вікні нової збірки знаходиться Дерево побудови збірки. Після створення файлу документа-збірки можна приступати до додавання компонентів чи побудови допоміжних елементів (осей і площин).

Всі операції з файлом збірки (збереження, збереження під іншим ім'ям, закриття і відкриття, створення резервних копій) виконуються так само, як аналогічні операції з файлами інших типів документів КОМПАС (кресленнями, фрагментами і т.д.). Докладніше про ці дії Ви можете дізнатися в [1, 2].

5.3 Система координат, площини проєкцій

В кожному файлі збірки (у тому числі в новому, тільки що створеному) існує система координат і обумовлені нею проєкційні площини. Назва цих об'єктів з'являється в Дереві побудови відразу після створення нового файлу збірки. Зображення системи координат з'являється посередині вікна збірки; для того, щоб побачити зображення проєкційних площин, потрібно виділити їх у Дереві побудови.

Як і при роботі з моделлю деталі, площини показуються на екрані умовно – у вигляді прямокутників, що лежать у цих площинах. Площини проєкцій і систему координат неможливо видалити з файлу збірки. Їх можна перейменувати, а також відключити їхній показ у вікні збірки.

5.4 Додавання компонентів у збірку

5.4.1 Створення деталі на місці

Щоб створити в поточній збірці нову деталь, виділіть допоміжну площину чи плоску грань існуючого в збірці компонента і викличте з меню **Операции** команду **Создать компонент-деталь** чи натисніть кнопку **Новая деталь** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Новая деталь**

Після виклику команди на екрані з'являється стандартний діалог збереження файлів. Виберіть у ньому потрібний каталог і введіть ім'я файлу, в який буде записана нова деталь.

Побудова будь-якої деталі починається зі створення основи, тому після збереження файлу нової деталі система перейде в режим створення ескизу її основи. Ескіз основи нової деталі буде розташований у зазначеній площині (чи на плоскій грані) і буде зв'язаний з нею (при побудові деталі в поточній збірці автоматично додасться сполучення *На місці*).

Зробіть в ескізі необхідні побудови, потім натисніть кнопку *Закончить ескіз*.



Кнопка **Закончить эскиз**

Система перейде в режим побудови деталі. Усі команди побудови в цьому режимі поширюються тільки на нову деталь (вона виділена кольором). Інші компоненти збірки є у вікні, але недоступні для редагування (служать “обстановкою”), їх можна використовувати при побудові (вказувати грані, ребра, вершини).

В Дереві побудови збірки з'являється піктограма, що позначає нову деталь.



Піктограма деталі в Дереві побудови збірки

Прийоми створення деталі “на місці”, у контексті утримуючої її збірки практично не відрізняються від прийомів створення документа-деталі в окремому вікні. Ви можете виконувати формотворні операції, будувати допоміжні елементи і т.д. Додатковою можливістю є використання при побудові елементів “обстановки”. Наприклад, можна видавити формотворний елемент до грані іншої деталі, що є у збірці, чи створити дзеркальну копію елемента щодо площини, побудованої в збірці.

Після побудови деталі натисніть кнопку *Закончить редактирование* на Панелі керування для повернення в режим роботи зі збіркою.



Кнопка **Закончить редактирование**

5.4.2 Створення збірки на місці

Щоб створити в поточній збірці нову підзбірку, викличте з меню *Операції* команду *Создать компонент-сборку* чи натисніть кнопку *Создать сборку* на Інструментальній панелі.



Кнопка Создать сборку

Після виклику команди на екрані з'являється стандартний діалог збереження файлів. Виберіть у ньому потрібний каталог і введіть ім'я файлу, в який буде записана нова збірка.

Після збереження файлу нової підзбірки система перейде в режим її побудови. Інші компоненти збірки є у вікні, але недоступні для редагування (служать “обстановкою”), їх можна використовувати при побудові (вказувати грані, ребра, вершини).

У Дереві побудови збірки з'являється піктограма, що позначає нову підзбірку.



Піктограма підзбірки в Дереві побудови збірки

Прийоми створення підзбірки “на місці”, в контексті утримуючої її збірки практично не відрізняються від прийомів створення документа-збірки в окремому вікні. Ви можете додавати в підзбірку компоненти з файлів, створювати “на місці” вхідні в неї компоненти, виконувати формотворні операції і т.д. Додатковою можливістю є використання при побудові об'єктів “обстановки”. Наприклад, можна створити ескіз на грані сусідньої деталі чи провести вісь через вершини іншого компонента.

Після створення підзбірки натисніть кнопку *Закончить редактирование* на Панелі керування для повернення в режим роботи зі зборкою.

5.4.3 Додавання компонента з файлу

У збірку можна вставити і вже побудований компонент, модель якого зберігається у файлі на диску. Щоб вставити в поточну збірку деталь чи підзбірку, викличте з меню *Операции* команду *Добавить компонент из файла* чи натисніть кнопку *Добавить компонент из файла* на Інструментальній панелі.



Кнопка Добавить компонент из файла

Після виклику команди на екрані з'являється стандартний діалог вибору файлів. Виберіть в ньому потрібний каталог і вкажіть ім'я файлу, що містить потрібну модель деталі чи збірки. Зображення зазначеного компонента з'явиться у вікні перегляду діалогу. Якщо файл компонента обраний вірно, натисніть кнопку *Открыть*.

Вкажіть точку вставлення компонента. Точку вставлення можна вказати у вікні збірки довільно чи використовуючи прив'язку (наприклад, до початку координат чи до вершини).

Компонент буде вставлений у поточну збірку; його початок координат сполучиться з зазначеною точкою вставлення, напрямком осей його системи координат збіжиться з напрямком осей системи координат поточної збірки. У Дереві побудови з'явиться піктограма, що відповідає типу компонента (деталь чи збірка).

5.4.4 Додавання стандартного виробу

Якщо в збірці використовуються стандартні вироби (болти, гайки, гвинти і т.д.), Вам не потрібно моделювати їх як унікальні деталі. В збірку можуть бути вставлені моделі стандартних виробів з *Бібліотеки кріпежа*.

Для підключення *Бібліотеки кріпежа* викличте з меню *Сервіс* команду *Підключить бібліотеку*. У діалозі відкриття файлів перейдіть у ...*Libs* і виберіть файл *Constr3d.rtw*. Вкажіть режим роботи прикладної бібліотеки, що підключається (*меню, діалог, окно* або *панель*) і натисніть кнопку *Открыть*.

Щоб вставити в збірку стандартний виріб, розкрийте відповідний розділ бібліотеки (наприклад, *Винты*) і виберіть потрібний тип виробу. У діалозі, що з'явився на екрані, вкажіть параметри виробу, що вставляється; натисніть кнопку *ОК*.

У вікні збірки вкажіть точку прив'язки виробу (приблизно чи з використанням прив'язки).

Натисніть кнопку *Создать объект* на Панелі спеціального керування. Стандартний виріб буде вставлено в зазначене місце поточної збірки. У Дереві побудови з'явиться відповідна йому піктограма.

Основні прийоми роботи зі стандартним виробом (переміщення, створення з'єднань) – такі ж, як при роботі з унікальним компонентом (деталлю, підзбіркою).

5.5 Введення взаємного положення компонентів

5.5.1 Переміщення компонентів

Після вставлення компонента в збірку Ви можете задати його приблизне положення й орієнтацію в ній. Команда *Сдвинуть компонент* дозволяє перемістити компонент у системі координат збірки. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Компоновка* або натисніть кнопку *Переместить компонент* на Інструментальній панелі.



Кнопка *Переместить компонент*

При виклику команди курсор змінює свою форму на чотирибічну стрілку.

Встановіть курсор на переміщуваному компоненті, натисніть ліву кнопку миші і, не відпускаючи її, переміщайте курсор. Компонент буде переміщатися в площині екрана в напрямку руху курсору. Коли потрібне положення компонента буде досягнуто, відпустіть кнопку миші.

Для виходу з команди переміщення компонента натисніть клавішу <Esc> або кнопку *Прервати команду* на Панелі спеціального керування.

5.5.2 Поворот компонента

Команда *Повернути компонент* *вокруг центральної точки* дозволяє повернути компонент. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Компоновка – Повернути компонент* або натисніть кнопку *Повернути компонент* на Інструментальній панелі.



Кнопка **Повернути компонент**

Після виклику команди змінюється зовнішній вигляд курсору (він перетворюється на дві дугоподібні стрілки). Встановіть курсор на компоненті, який необхідно повернути, натисніть ліву кнопку миші у вікні деталі і, не відпускаючи її, переміщайте курсор. Компонент буде повертатися навколо центральної точки свого габаритного паралелепіпеда; напрямок обертання залежить від напрямку переміщення курсору.

Якщо курсор переміщується вертикально, то компонент обертається у вертикальній площині, перпендикулярній площині екрана. Якщо курсор переміщується горизонтально, то компонент обертається в горизонтальній площині, перпендикулярній площині екрана. Якщо курсор переміщується по діагоналі, то обертання компонента складається з відповідних вертикальної і горизонтальної складових.

Для виходу з команди повороту компонента натисніть клавішу <Esc> або кнопку *Прервати команду* на Панелі спеціального керування.

Команда *Повернути компонент* *вокруг осі* дозволяє повернути компонент збірки навколо допоміжної осі або прямолінійного ребра.

Якщо жоден прямолінійний елемент не виділений, команда недосяжна. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Компоновка – Повернути компонент* або натисніть кнопку *Повернути компонент* *вокруг осі* на Інструментальній панелі.



Кнопка **Повернути компонент** **вокруг осі**

Після виклику команди змінюється зовнішній вигляд курсору (він перетворюється на дві дугоподібні стрілки). Встановіть курсор на компоненті, який необхідно повернути, натисніть ліву кнопку миші у вікні деталі і, не відпускаючи її, переміщуйте курсор. Компонент буде повертатися навколо виділеного елемента.

Для виходу з команди повороту компонента натисніть клавішу <Esc> або кнопку *Прервати команду* на Панелі спеціального керування.

Команда **Повернуть компонент вокруг точки** дозволяє повернути компонент збірки навколо точки або вершини.

Якщо жодна точка або вершина не виділена, команда буде недосяжна. Для виклику команди виберіть її назву з меню **Компоновка – Повернуть компонент** або натисніть кнопку **Повернуть компонент вокруг точки** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Повернуть компонент вокруг точки**

Після виклику команди змінюється зовнішній вигляд курсору (він перетворюється на дві дугоподібні стрілки). Встановіть курсор на компоненті, який необхідно повернути, натисніть ліву кнопку миші у вікні деталі і, не відпускаючи її, переміщайте курсор. Компонент буде повертатися навколо зазначеної точки; напрямок обертання залежить від напрямку переміщення курсору.

Для виходу з команди повороту компонента натисніть клавішу <Esc> або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

5.5.3 Фіксація компонента

При роботі зі збіркою можна зафіксувати компонент, щоб він не міг переміщатися в системі координат збірки. Рекомендується фіксувати хоча б один компонент збірки для того, щоб при накладенні сполучень переміщення компонентів було передбачуваним.

Перший, що вставляється в нову збірку компонент з файлу фіксується автоматично. Для фіксації інших компонентів у поточному положенні виконайте наступні дії:

- виділіть компонент у Дереві побудови;
- викличте з контекстного меню команду **Свойства компонента**;
- у діалозі, що з'явився на екрані, включіть опцію **Зафиксировать**;
- натисніть кнопку **ОК** діалогу.

Праворуч від піктограми зафіксованого компонента в Дереві побудови відображається буква **Ф** у круглих дужках. Щоб зняти фіксацію з будь-якого компонента, виключіть опцію **Зафиксировать** у діалозі його властивостей.

5.6 Сполучення

Після того, як у збірці будуть створені компоненти, можна приступати до створення параметричних зв'язків між ними.

Сполучення – це параметричний зв'язок між гранями, ребрами або вершинами різних компонентів збірки.

У КОМПАС-3D можна задати сполучення наступних типів:

- збіг елементів;
- торкання елементів;
- співвісність елементів;

- паралельність елементів;
- перпендикулярність елементів;
- розташування елементів на заданій відстані;
- розташування елементів під заданим кутом.

Для створення сполучення виконайте наступні дії.

Виберіть потрібний вид сполучення. Для цього натисніть відповідну кнопку на Інструментальній панелі або виберіть назву потрібної команди з меню **Сервис**. Вкажіть у вікні моделі елементи, що сполучаються, (вони, звичайно, повинні належати різним компонентам збірки). Якщо це сполучення не суперечить уже наявним, то збірка перебудується так, щоб виконувалася умова сполучення. Якщо Вас влаштовує нове розташування компонентів, натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування. Компоненти збірки будуть сполучені зазначеним чином, у Дереві побудови з'явиться відповідна піктограма.



Кнопка **Создать объект**

Якщо нове розташування компонентів не відповідає очікуваному, натисніть кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування. Взаємне розташування компонентів, обраних для сполучення, відновиться.

5.6.1 Збіг

Команда **Совпадение** дозволяє встановити збіг обраних елементів. Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операции – Сопряжения компонентов** або натисніть кнопку **Совпадение** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Совпадение**

Вкажіть перший і другий об'єкти (грані, ребра, вершини і т.д. у будь-якій комбінації), збіг яких Ви хочете встановити. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтеся кнопкою **Указать заново** на Панелі спеціального керування



Кнопка **Указать заново**

Якщо форма зазначених елементів і вже наявні сполучення не перешкоджають збігу, відбудеться перебудування збірки, після якого зазначені елементи (або їхні продовження) будуть збігатися. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу <Esc> або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

5.6.2 Співвісність

Команда *Соосность* дозволяє встановити співвісність обраних елементів. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Операции – Сопряжения компонентов* або натисніть кнопку *Соосность* на Інструментальній панелі.



Кнопка *Соосность*

Вкажіть перший і другий елементи (осі, кінчні грані), співвісність яких Ви хочете встановити. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтеся кнопкою *Указать заново*. Якщо вже наявні сполучення не перешкоджають співвісності зазначених об'єктів, відбудеться перебудування збірки, після якого зазначені елементи (або їх продовження) будуть співвісні. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку *Создать объект* на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу *<Esc>* або кнопку *Прервать команду* на Панелі спеціального керування.

5.6.3 Паралельність

Команда *Параллельность* дозволяє встановити паралельність обраних елементів. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Операции – Сопряжения компонентов* або натисніть кнопку *Параллельность* на Інструментальній панелі.



Кнопка *Параллельность*

Вкажіть перший і другий елементи (грані, ребра і т.д.), паралельність яких Ви хочете встановити. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтеся кнопкою *Указать заново*. Якщо вже наявні сполучення не перешкоджають паралельності зазначених об'єктів, відбудеться перебудування збірки, після якого зазначені елементи (або їхні продовження) будуть паралельні. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку *Создать объект* на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу *<Esc>* або кнопку *Прервать команду* на Панелі спеціального керування.

5.6.4 Перпендикулярність

Команда *Перпендикулярность* дозволяє встановити обрані елементи перпендикулярно один одному. Для виклику команди виберіть її назву з меню *Операции – Сопряжения компонентов* або натисніть кнопку *Перпендикулярность* на Інструментальній панелі.



Кнопка *Перпендикулярность*

Вкажіть перший і другий елементи (грані, ребра і т.д.), перпендикулярність яких Ви хочете встановити. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтеся кнопкою **Указать заново**. Якщо вже наявні сполучення не перешкоджають перпендикулярності зазначених елементів, відбудеться перебудування зображення, після якого зазначені елементи (або їхні продовження) будуть перпендикулярні. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу <Esc> або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

5.6.5 Розташування елементів на заданій відстані

Команда **На расстоянии** дозволяє розташувати обрані елементи на заданій відстані. Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операции – Сопряжения компонентов** або натисніть кнопку **На расстоянии** на Інструментальній панелі.



Кнопка **На расстоянии**

Вкажіть перший і другий елементи (грані, ребра, вершини і т.д.), які необхідно розташувати на зазначеній відстані. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтеся кнопкою **Указать заново**. Якщо вже наявні сполучення не перешкоджають розташуванню зазначених елементів на заданій відстані, відбудеться перебудування збірки, після якого ця умова буде виконуватися. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу <Esc> або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

5.6.6 Розташування елементів під кутом один до одного

Команда **Под углом** дозволяє розташувати обрані елементи під заданим кутом. Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операции – Сопряжения компонентов** або натисніть кнопку **Под углом** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Под углом**

Вкажіть перший і другий елементи (грані, ребра і т.д.), які необхідно розташувати під заданим кутом. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтеся кнопкою **Указать заново**. Якщо вже наявні сполучення не перешкоджають розташуванню обраних елементів під заданим кутом, відбудеться перебудування збірки, після якого ця умова буде виконуватися. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу <Esc> або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

5.6.7 Дотик

Команда **Касание** дозволяє встановити дотик обраних елементів. Для виклику команди виберіть її назву з меню **Операции – Сопряжения компонентов** або натисніть кнопку **Касание** на Інструментальній панелі.



Кнопка **Касание**

Вкажіть перший і другий елементи (грані, вершини і т.д.), дотик яких Ви хочете встановити. Якщо Ви випадково вказали невірний елемент для сполучення, скористайтесь кнопкою **Указать заново**. Якщо форма елементів і вже наявні сполучення не перешкоджають дотику, відбудеться перебудування зображення, після якого зазначені елементи (або їхні продовження) будуть торкатися. Якщо Вас задовольняє нове розташування елементів, натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування.

Завершити команду можна, натиснувши клавішу <Esc> або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

5.7 Формотворні операції в збірці

У збірці можна виконати наступні формотворні операції, що приводять до видалення матеріалу компонентів:

- вирізати елемент видавлювання;
- вирізати елемент обертання;
- вирізати кінематичний елемент;
- вирізати елемент по перетинах;
- створити круглий отвір;
- відітнути частину моделі площиною;
- відітнути частину моделі по ескізу.

Порядок виконання цих операцій – такий же, як при моделюванні деталі. Кнопки для виклику відповідних команд розташовані на Інструментальній панелі побудови збірки. Ескізи для виконання операцій можуть бути створені як у самій збірці, так і усередині її компонентів.

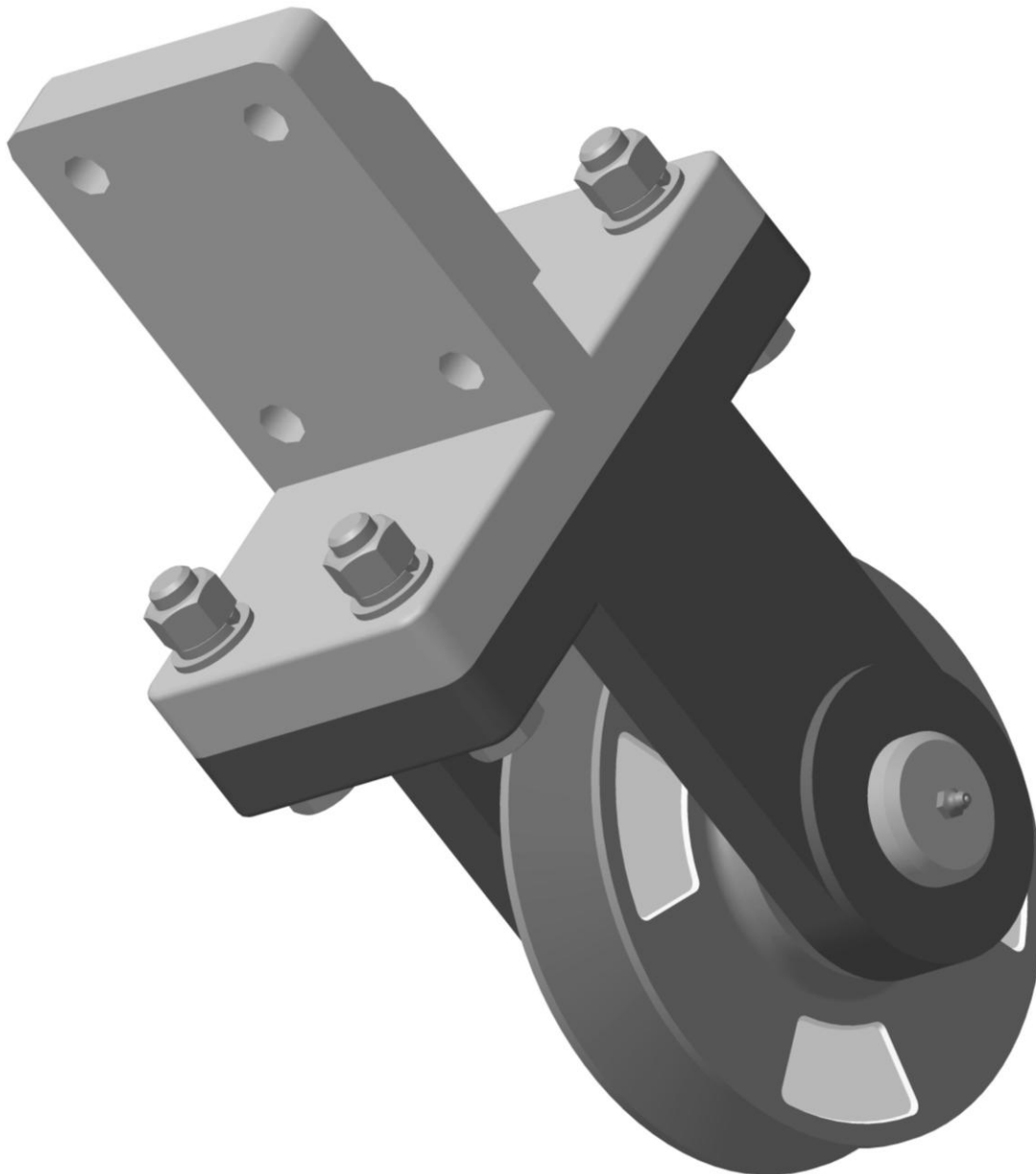
Результат виконання кожної з цих операцій у збірці зберігається у файлі збірки і не передається в моделі компонентів, форма яких змінена операцією.

5.8 Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику принципам побудови збірок. В чому полягає їх відмінність?
2. Як додати компонент у збірку?
3. Як утворити елемент в контексті збірки?

4. Які існують засоби зміни взаємного положення компонентів збірки?
5. Що таке сполучення?
6. Які типи сполучень існують в КОМПАС – 3D?
7. Дайте характеристику сполучення співвісність, паралельність, перпендикулярність.
8. Наведіть особливості сполучення під кутом та на відстані.
9. Які формоутворюючі операції застосовуються в збірці?

Вправа № 5.1 – Побудуйте збірку ролика за зразком. Файли 3D моделей деталей збірки знаходяться в папці C:\Program Files\ASCONE\KOMPAS-3D\Tutorials\Блок направляющий\ . Для створення стандартних елементів у складанні використовуйте відповідну 3D бібліотеку.



6 РЕДАГУВАННЯ ЗБІРКИ

В КОМПАС-3D у будь-який момент можлива зміна параметрів будь-якого об'єкта збірки (деталі, підзбірки, допоміжній осі або площині і т.д.), а також зміна сполучень. Після введення нових значень параметрів або зміни сполучень модель перебудовується відповідно до них. При цьому зберігаються всі існуючі в ній зв'язки.

6.1 Основні способи редагування

Редагування збірки в КОМПАС-3D відбувається шляхом редагування компонентів збірки, формотворних і допоміжних елементів, побудованих в збірці, і зв'язків між об'єктами.

6.1.1 Редагування компонента на місці

Ви можете відредагувати будь-який компонент збірки в поточному вікні збірки в оточенні інших компонентів. Для цього виділіть потрібний компонент у Дереві побудови і виберіть з контекстного меню команду **Редактировать на месте** або натисніть кнопку **Редактировать на месте** на Панелі керування.



Кнопка **Редактировать на месте**

Система перейде в режим редагування компонента (деталі або збірки). Усі команди побудови і редагування в цьому режимі поширюються тільки на зазначений компонент (він виділений кольором). Інші компоненти збірки видні у вікні, але недоступні для редагування (служать “обстановкою”), їх можна використовувати при виконанні команд (вказувати грані, ребра, вершини).

Щоб завершити редагування компонента, натисніть кнопку **Закончить редактирование** на Панелі керування.



Кнопка **Закончить редактирование**

Піктограма відредагованого компонента буде позначена червоною “галочкою”, що означає, що збірку необхідно перебудувати. Якщо Ви хочете негайно побачити, як буде виглядати збірка з урахуванням параметрів компонента що змінилися (ці зміни можуть привести, наприклад, до зміни положення допоміжних або формотворних елементів, що базуються на компоненті), натисніть кнопку **Перестроить** на Панелі керування або виберіть команду **Перестроить** з меню **Операции**.



Кнопка **Перестроить**

Перебудування збірки, що складається з великого числа компонентів, може забрати значний час. Тому, якщо необхідно відредагувати кілька компонентів складної збірки, доцільно перебудувувати її один раз – після внесення всіх змін (а не щоразу після редагування окремого компонента).

6.1.2 Редагування компонента у вікні

Ви можете відредагувати будь-який компонент збірки в окремому вікні, що містить тільки цей компонент (без інших компонентів). Для цього виділіть потрібний компонент у Дереві побудови і виберіть з контекстного меню команду **Редактировать в окне**.

Після виклику команди в окремому вікні відкриється файл-джерело цього компонента. Внесіть у модель необхідні зміни і збережіть їх. Потім закрийте вікно компонента або перейдіть у вікно збірки. Піктограма відредагованого компонента буде позначена червоною “галочкою”, що означає, що збірку необхідно перебудувати. Якщо Ви хочете негайно побачити, як буде виглядати збірка з урахуванням параметрів компонента, що змінилися (ці зміни можуть привести, наприклад, до зміни положення допоміжних або формотворних елементів, що базуються на компоненті), натисніть кнопку **Перестроить** на Панелі керування або виберіть команду **Перестроить** з меню **Операции**.



Кнопка **Перестроить**

Перебудування збірки, що складається з великого числа компонентів, може забрати значний час. Тому, якщо необхідно відредагувати кілька компонентів складної збірки, доцільно перебудувувати її один раз - після внесення всіх змін (а не щоразу після редагування окремого компонента).

Зауваження: *Взагалі, перейти до редагування компонента у вікні можна, відкривши утримуючий його файл звичайним способом: натиснути кнопку **Открыть документ** або викликати команду **Файл - Открыть** і вибрати потрібний файл. Однак при використанні команди **Редактировать компонент в окне** не потрібно шукати потрібний файл у каталогах на диску – система знаходить його автоматично.*

6.1.3 Редагування положення компонента

Для переміщення компонента в збірці використовуються команди зрушення і повороту. Варто враховувати, що зрушення і поворот виконується з урахуванням сполучень, накладених на об'єкти. Зафіксовані компоненти не переміщуються і не повертаються. Компоненти, положення яких цілком визначено накладеними на них сполученнями.

6.1.4 Видалення компонента

Для видалення компонента виділіть його в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **Удалить**.

6.1.5 Редагування сполучень

Ви можете відредагувати будь-яке сполучення, змінивши його параметри або вказавши інші об'єкти, що сполучаються. Для цього виділіть сполучення в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **Редактировать**. Система перейде в режим формування сполучення. Введіть необхідні параметри сполучення (наприклад, змініть відстань, на якій повинні розташовуватися об'єкти) або вкажіть інші об'єкти для сполучення. Підтвердіть зміни, натиснувши кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування.

Щоб видалити сполучення, виділіть його в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **Удалить** або натисніть клавішу <Delete>. Сполучення буде вилучено зі збірки; компоненти, що брали участь у сполученні, залишаться на колишньому місці.

6.1.6 Попередження про необхідність перебудування моделі

Після редагування збірки (переміщення компонентів, зміни значень перемінних і т.п.) зв'язки між компонентами моделі можуть порушитися. Наприклад, допоміжні елементи після переміщення їх опорних об'єктів залишаються на колишніх місцях; після повороту або переміщення одного з компонентів, що беруть участь у сполученні, другий компонент залишається на колишньому місці, і сполучення порушується. Компоненти, редагування яких викликало конфлікти такого роду, позначаються червоною “галочкою” у Дереві побудови.

Щоб усунути виниклі протиріччя, необхідно перешикувати або перемістити об'єкти так, щоб їхня форма, параметри і положення відповідали положенню опорних об'єктів і не суперечили накладеним на них сполученням. Для цього використовується команда **Перестроить модель**. Для виклику команди виберіть її назву в меню **Операции** або натисніть кнопку **Перестроить**.



Кнопка **Перестроить**

Іноді після перебудування збірки на місці “галочок” з'являються знаки оклику, що свідчать про помилку побудови компонента, сполучення або елемента збірки. Наприклад, на грані деталі був побудований ескіз вирізаного елемента видавлювання. При редагуванні цю деталь перемістили так, що ескіз, як і раніше залишаючись у площині грані, при видавлюванні не перетинає тіла деталі. Вирізати елемент видавлювання стає неможливо, і після перебудування моделі ця операція позначається в Дереві побудови як помилкова. Або, наприклад, при редагуванні деталі був вилучений елемент, що бере участь у

сполученні. Тому що існування цього сполучення стало неможливим, його піктограма позначається.

6.2 Питання для самоконтролю

1. Які існують основні способи редагування збірок?
2. В чому полягає відмінність редагування компонента на місці з редагуванням компонента у вікні?
3. Для чого використовується перебудова моделі?
4. Які прийоми редагування сполучень використовуються в КОМПАС – 3D?

7 ПАРАМЕТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛІ

Існує два типи параметризації тривимірної моделі в КОМПАС-3D - **варіаційні й ієрархічні**, сполучення яких дозволяє широко варіювати параметри створюваної моделі, не змінюючи її топологію.

Варіаційна параметризація має два прояви: параметризація графічних об'єктів в ескізі і сполучення між собою компонентів збірки. Ієрархічні параметричні зв'язки виникають автоматично в міру виконання команд створення елементів моделі.

Крім того, у тривимірній моделі можуть існувати перемінні, від значень яких залежать її розміри і топологія. Розміри моделі визначаються розмірами ескізів її елементів і їхніх параметрів (наприклад, глибиною видавлювання, кутом ухилу та ін.). Топологію моделі можуть визначати, наприклад, такі параметри, як кількість і крок копій елемента й інші. Усім цим величинам можуть бути поставлені у відповідність перемінні.

7.1 Варіаційна параметризація ескізу

В ескізах реалізована варіаційна ідеологія параметризації, добре знайома користувачам по роботі з кресленнями і фрагментами КОМПАС-ГРАФІК. Кожен ескіз, що бере участь в створенні тривимірної моделі, може бути параметричним. На його графічні об'єкти можуть бути накладені наступні типи параметричних зв'язків і обмежень:

- вертикальність прямих і відрізків;
- горизонтальність прямих і відрізків;
- колінеарність відрізків (у тому числі колінеарність відрізків, що безпосередньо належать ескізу, і проєкцій ребер деталі на площину цього ескізу);
- паралельність прямих і відрізків (у тому числі паралельність прямих і відрізків, що безпосередньо належать ескізу, проєкціям ребер деталі на площину цього ескізу);
- перпендикулярність прямих і відрізків (у тому числі перпендикулярність прямих і відрізків, що безпосередньо належать ескізу, проєкціям ребер деталі на площину цього ескізу);
- вирівнювання характерних точок об'єктів по вертикалі (у тому числі вирівнювання характерних точок об'єктів, що безпосередньо належать ескізу, по проєкціях вершин деталі на площину цього ескізу);
- вирівнювання характерних точок об'єктів по горизонталі (у тому числі вирівнювання характерних точок об'єктів, що безпосередньо належать ескізу, по проєкціях вершин деталі на площину цього ескізу);
- дзеркальна симетрія графічних об'єктів (у тому числі щодо проєкції ребра деталі на площину ескізу);
- рівність радіусів дуг і кіл;

- рівність довжин відрізків (у тому числі рівність довжин відрізків, що безпосередньо належать ескізу, довжинам проєкцій ребер деталі на площину ескізу);
- дотик кривих (у тому числі дотик кривих, що безпосередньо належать ескізу, і проєкцій ребер деталі на площину ескізу);
- об'єднання характерних точок об'єктів (у тому числі об'єднання характерних точок об'єктів, що безпосередньо належать ескізу, і проєкцій вершин деталі на площину цього ескізу);
- приналежність точки кривій (у тому числі приналежність характерної точки об'єкта, що безпосередньо належить ескізу, проєкції ребра деталі на площину цього ескізу);
- фіксація характерних точок об'єктів;
- фіксація і редагування розмірів;
- присвоєння розміру імені перемінної;
- введення аналітичних залежностей (рівнянь і нерівностей) між перемінними.

За замовчуванням при створенні ескізів включений параметричний режим. Тому багато зв'язків і обмежень накладаються автоматично при виконанні команд побудови і здійсненні прив'язок.

При редагуванні будь-якого графічного об'єкта в ескізі не повинні порушуватися існуючі в ньому параметричні зв'язки й обмеження. Тому при редагуванні одного об'єкта інші об'єкти автоматично перебудовуються так, щоб дотримувалися зв'язки й обмеження. При цьому зовсім неважливо, у якому порядку створювалися об'єкти, яким способом (автоматично або окремою командою) накладалися зв'язки й обмеження - будь-який об'єкт може «потягнути за собою» будь-які інші об'єкти, що створювалися як до, так і після нього.

Слід зазначити, що будь-який ескіз можна зробити непараметричним, зруйнувавши всі зв'язки й обмеження (або не формуючи їх).

7.2 Ієрархічна параметризація моделі

Ієрархічна параметризація - параметризація, при якій (на відміну від варіаційної параметризації) визначальне значення має порядок створення елементів, точніше, порядок їхнього підпорядкування один одному - **ієрархія**.

Розглянемо докладніше, що розуміється під ієрархією елементів.

Для створення будь-якого елемента моделі використовуються вже існуючі елементи (наприклад, для створення ескізу потрібна площина або грань, для створення фаски - ребро і т.п.). Елемент, для створення якого використовувалися будь-які частини або характеристики іншого елемента, вважається підлеглим цьому елементу.

Наприклад, ескіз побудований на грані основи - ескіз підкоряється основі. В ескізі є проєкції ребер приклеєного формотворного елемента - ескіз підкоряється цьому елементу. Вирізаний формотворний елемент побудований шляхом операції над ескізом - елемент підкоряється ескізу. При приклеюванні

формотворного елемента глибина його видавлювання задавалася до вершини елемента обертання – елемент видавлювання підкоряється елементу обертання. Фаска побудована на ребрі кінематичного елемента - фаска підкоряється кінематичному елементу. Допоміжна вісь проведена через вершини формотворних елементів - вісь підкоряється цим елементам. Допоміжна площина проведена через вісь перпендикулярно грані формотворного елемента - площина підкоряється осі і формотворному елементу. І так далі.

В ієрархії КОМПАС-3D існує два типи відносин між елементами. Якщо елемент підлеглий іншому елементу, він називається **похідним** стосовно підпорядковуючого елемента. Якщо елементу підлеглий інший елемент, то підпорядковуючий елемент називається **вихідним** стосовно підлеглого.

Площини проєкцій, що існують у моделі відразу після її створення, завжди є вихідними елементами (тільки спираючись на них, можна побудувати перший ескіз і інші елементи моделі) і ніколи не є похідними елементами (їхні параметри не залежать від інших елементів).

Останній елемент у Дереві побудови ніколи не є вихідним (тому що після нього не будувалися елементи, що могли б на ньому ґрунтуватися). Всі інші елементи можуть бути як вихідними, так і похідними. Той самий елемент може бути похідним і вихідним для різних елементів. Наприклад, отвір є похідним елементом власного ескізу і вихідним елементом для фаски, побудованої на ребрі цього отвору.

Елемент завжди є похідним від одного або декількох елементів, що знаходяться вище його в Дереві побудови, і може бути вихідним для одного або декількох елементів, що знаходяться нижче його в Дереві побудови. Однак це правило не визначає однозначно відносини конкретних елементів, і по положенню елементів у Дереві неможливо судити про те, які з них є вихідними або похідними стосовно даного елемента.

Щоб переглянути відносини, у яких бере участь який-небудь елемент, виділіть його піктограму в Дереві побудови або будь-яку його частину (наприклад, грань формотворного елемента) у вікні моделі. Потім викличте з контекстного меню команду **Отношения**.

На екрані з'явиться діалог, що містить інформацію про ієрархії відносин зазначеного об'єкта (рис. 7.1). У верхньому рядку діалогу показана назва елемента, відносини якого розглядаються.

У двох вікнах діалогу у вигляді структурованих списків відображаються елементи, вхідні в ієрархію розглянутого елемента. Розділи в цих списках можна розкривати і закривати, клацаючи мишею на значках «+» і «-» поруч з їхніми назвами. Для перегляду довгих списків можна користуватися лінійками прокручування.

У верхнім вікні показаний список вихідних об'єктів, у нижньому - похідних. Кожен список починається з обраного об'єкта. Назви об'єктів у діалозі збігаються з їх назвами в Дереві побудови (якщо Ви вводили нові імена елементів замість сформованих за замовчуванням, ці імена будуть показані в діалозі перегляду ієрархії).

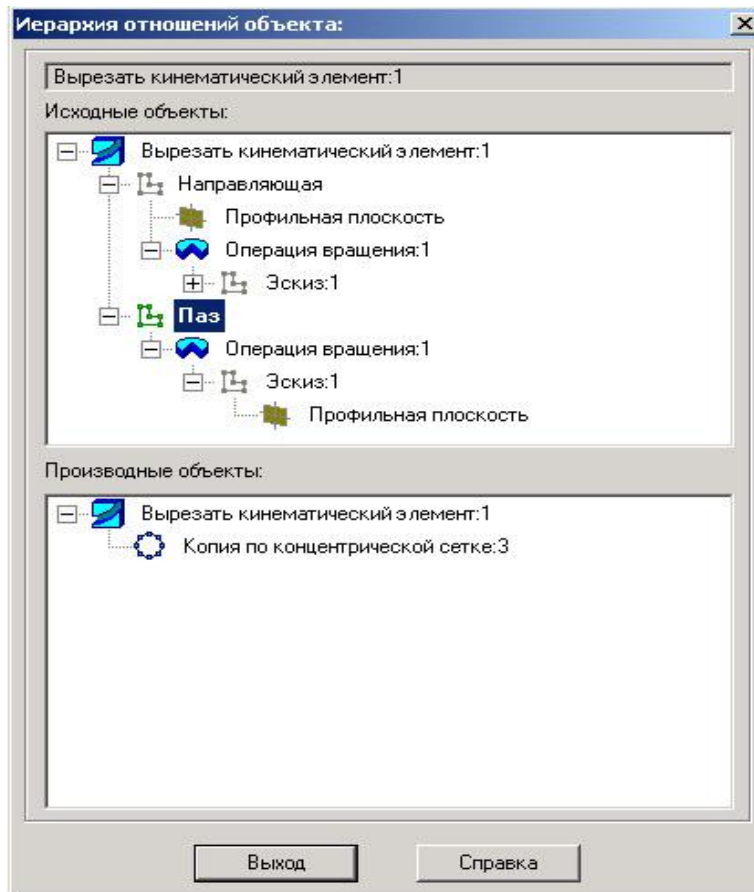


Рисунок 7.1 - Диалог перегляду ієрархії

У списку вихідних об'єктів на рівні, що впливає за обраним об'єктом, знаходяться елементи, що безпосередньо підкоряють даний. Якщо ці елементи у свою чергу підкоряються іншим елементам, то на наступному рівні списку знаходяться вищестоящі вихідні елементи.

У списку похідних об'єктів на рівні, що впливає за обраним об'єктом, знаходяться елементи, безпосередньо підлеглі даному. Якщо ці елементи у свою чергу підкоряють інші елементи, то на наступному рівні списку знаходяться нижчестоящі похідні елементи.

Таким чином, діалог ієрархії відносин дозволяє простежити не тільки прямі (безпосередні), але і непрямі (опосередковані) відносини підпорядкування.

Зауваження: Ескіз завжди має один вихідний елемент - площину або форматворний елемент, на грані якого побудований цей ескіз. Інші об'єкти можуть мати кілька вихідних елементів.

Ієрархію елемента потрібно знати, як правило, для того, щоб встановити, зміна (редагування або видалення) яких елементів може прямо або побічно вплинути на даний елемент, і на які елементи може вплинути зміна даного елемента.

Розглянемо приклад визначення ієрархічних відносин елемента.

На рис. 7.1 показаний діалог перегляду ієрархії елемента *Приплив* (пропорції діалогу на рисунку трохи змінені для зручності перегляду)

Приплив, судячи з його піктограми це приклеєний елемент видавлювання.

Які ж елементи, є вихідними для *Припливу*? Щоб відповісти на це питання, проаналізуємо структурований список елементів у верхнім вікні діалогу.

На рівні списку, що впливає безпосередньо за *Припливом*, знаходяться Ескіз припливу і Основа корпусу. Ці елементи прямо зв'язані з *Припливом*: ескіз використаний - для формування елемента видавлювання, а основа корпусу - для автоматичного визначення глибини видавлювання (при виконанні операції видавлювання була обрана опція *До вершини* і зазначена вершина елемента-основи).

Основа корпусу, судячи з його піктограми, являє собою елемент видавлювання. Вихідним для нього елементом є Ескіз основи (він розташований на наступному рівні ієрархічного списку).

Ескіз основи, у свою чергу, був зображений на Фронтальній площині (вона розташована в списку на рівні, що впливає за Ескізом основи). Ескіз припливу був зображений на грані Основи корпусу, тому вихідним елементом для цього ескізу є Основа корпусу, розташована в списку на рівні, що впливає за Ескізом припливу.

Вихідні для Основи корпусу елементи були розглянуті вище, їхній список повторюється слідом за Основою корпусу. Якщо елемент є вихідним для декількох інших елементів, він (разом зі своїми вихідними елементами) повторюється в списку (можливо, на різних рівнях) відповідну кількість разів.

Щоб розглянути похідні елементи *Припливу*, проаналізуємо структурований список елементів у нижнім вікні діалогу.

На наступному за *Припливом* рівні знаходиться піктограма ескізу, що називається Профіль отвору. Цей ескіз побудований на грані *Припливу*. Профіль отвору використаний (судячи з піктограми) для формування вирізаного елемента обертання - Отвору (він знаходиться на наступному за ескізом рівні списку).

Інших елементів в ієрархії *Припливу* немає.

Аналогічним образом можна простежити ієрархічні відносини будь-якого елемента тривимірної моделі.

Ієрархічні параметричні зв'язки між елементами моделі є невід'ємною частиною цієї моделі. Ви не можете відмовитися від формування цих зв'язків або видалити їх (на відміну від параметричних зв'язків графічних об'єктів в ескізі і сполученні компонентів збірки).

При ієрархічній параметризації (як і при варіаційній) постійно зберігаються існуючі в моделі зв'язки між її елементами.

До зв'язків між елементами тривимірної моделі в КОМПАС-3D відносяться:

- приналежність ескізу площини або плоскої грані;
- тип формотворного елемента, побудованого на основі ескізу;
- існування в ескізі проекції ребра (вершини) формотворного елемента;
- зв'язок допоміжної осі або площини з опорними (базовими) елементами, що використовувалися для її побудови;

- автоматичне визначення глибини видавлювання формотворного елемента (через усю модель, до зазначеної вершини або поверхні, або до найближчої поверхні);
- відповідність усіх параметрів копій (по сітці, уздовж кривої і дзеркальних) параметрам вихідних елементів;
- приналежність круглого отвору грані;
- участь визначених ребер в утворенні фаски або скруглення;
- відсікання частини моделі площиною або профільною поверхнею;
- участь визначених граней в утворенні тонкостінної оболонки;
- орієнтація ребра жорсткості щодо площини ескізу цього ребра (ортогонально або паралельно);
- участь визначених граней в утворенні ухилу.

Усі ці зв'язки (вірніше, ті з них які існують у моделі) зберігаються при будь-якому перебудуванні моделі.

Будь-який елемент бере участь у параметричних зв'язках зі своїми вихідними і похідними елементами. Причому перераховані вище зв'язки мають наступну властивість: *при зміні вихідного елемента міняється похідний*. Похідний елемент можна змінити шляхом редагування вихідного елемента і власних, незалежних параметрів цього похідного елемента.

Редагування елемента викликає перебудування тільки похідних елементів.

Зв'язки автоматично виникають в міру виконання команд створення елементів моделі й існують, поки ці елементи не будуть вилучені або відредаговані. Наприклад, при створенні ескізу на грані формотворного елемента виникає відповідний ієрархічний зв'язок. У результаті цей ескіз при будь-яких змінах моделі буде залишатися на «своїй» грані (доти, поки його не видалять або не перенесуть на іншу грань).

7.3 Питання для самоконтролю

1. Які типи параметризації застосовуються в КОМПАС – 3D? Наведіть їх загальну характеристику.
2. Наведіть основні особливості варіаційної параметризації ескізу?
3. Дайте характеристику ієрархічній параметризації моделі.
4. В чому полягає відмінність похідних і вихідних елементів моделі?
5. Як здійснюється перегляд ієрархічних відносин елементів моделі?
6. Які параметричні зв'язки існують між елементами моделі?

8 СПОЛУЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЗБІРКИ

Сполучення - це параметричний зв'язок між компонентами збірки, формований шляхом завдання взаємного положення їхніх елементів (наприклад, після встановлення двох граней різних компонентів паралельно одна одній самі ці компоненти виявляються сполученими; після розташування на одній осі двох отворів, різних компонентів ці компоненти виявляються сполученими і т.д.). У сполученнях можуть брати участь грані, ребра, вершини, графічні об'єкти в ескізах, а також допоміжні елементи різних компонентів.

Сполучення компонентів збірки є одним із проявів варіаційної параметризації моделі. Користувач сам вирішує, на які компоненти й у якому порядку накладати сполучення. Будь-яке сполучення можна видалити або відредагувати.

В КОМПАС-3D можна задати сполучення наступних типів:

- збіг елементів;
- паралельність елементів;
- перпендикулярність елементів;
- розташування елементів під заданим кутом;
- розташування елементів на заданій відстані;
- дотик елементів;
- співвісність елементів.

При накладенні сполучень на компоненти збірки варто мати на увазі наступні обставини.

1. Компоненти, елементи яких сполучаються, автоматично переміщуються так, щоб виконувалася умова сполучення. Тому в сполученні не можуть брати участь елементи, що належать тому самому компоненту або збірці в цілому. Наприклад, не можна встановити збіг двох осей, що є елементами збірки, навіть якщо вони проходять через ребра або вершини різних деталей.
2. По цій же причині не можна створити зв'язок між двома зафіксованими компонентами збірки. Нагадаємо, що компонент можна зафіксувати за допомогою відповідної опції в діалозі настроювання його властивостей.
3. Відносне переміщення сполучених компонентів обмежується. Наприклад, якщо на два компоненти накладене сполучення **Под углом**, то при повороті одного з них другий повернеться так, щоб кут між зазначеними елементами цих компонентів не змінився.
4. На компонент, що вже бере участь в одному або декількох сполученнях, можна накласти тільки таке сполучення, яке не буде суперечити накладеним раніше.
5. Якщо з двох сполучених компонентів один зафіксований, то рухливість другого компонента (а отже, і можливість його сполучення) обмежується більше, ніж якби він був сполучений з «вільним» компонентом.

Сполучення, як правило, існують у будь-якій збірці, тому що іншими способами (наприклад, переміщенням компонентів мишею, використанням прив'язок при вставці й ін.) важко розташувати компоненти збірки необхідним чином, а при редагуванні незв'язаних компонентів їх взаємне положення легко порушується. Наприклад, два компоненти збірки були яким-небудь чином встановлені так, що дві їхні грані збігалися. Після зміни глибини видавлювання елемента, що належить одному з компонентів, грань, з яким збігалася грань іншого компонента, була переміщена. В тому випадку, якщо збіг граней був встановлений «вручну», їх взаємне положення буде порушено. Компонент, що не редагувався, залишиться на своєму місці, і його знову прийдесться встановлювати в потрібне положення. Якщо ж збіг граней був досягнутий шляхом накладення на компоненти сполучення **Совпадение**, то після редагування одного зі сполучених компонентів і перебудування збірки відбудеться таке переміщення другого компонента, щоб умова сполучення не порушувалась, тобто так, щоб грані, що беруть участь у сполученні **Совпадение**, як і раніше розташовувалися в одній площині.

У збірці, «зібраної» з використанням сполучень, рекомендується фіксувати хоча б один компонент. Він буде відігравати роль «нерухомої ланки» у ланцюжку сполучених компонентів. З ним будуть прямо або безпосередньо сполучатися інші компоненти.

Нагадуємо, що за замовчуванням фіксується перший компонент, вставлений у збірку з файлу.

Якщо жоден зі сполучених компонентів не зафіксований, то переміщення кожного з них або накладення на нього чергового сполучення може привести до небажаного переміщення інших компонентів, хоча умови сполучення як і раніше будуть виконуватися.

8.1 Сполучення На месте

Якщо деталь створюється в контексті збірки, то автоматично виникає відповідний параметричний зв'язок - сполучення **На месте**.

Це сполучення твердо зв'язує фронтальну площину створюваної деталі і базовий плоский об'єкт (допоміжну, проєкційну площину або плоску грань деталі). Таким чином, деталь, побудована в контексті збірки, може переміщатись в її системі координат тільки разом зі своїм базовим плоским об'єктом.

Сполучення **На месте** не може бути накладене вручну і не може бути відредаговано. Сполучення **На месте** можна видалити так само, як і сполучення, накладені вручну.

Зауваження: У випадку, коли для створення деталі в контексті збірки використовується одна з площин проєкцій цієї збірки, виникнення сполучення **На месте** аналогічно фіксації, тому що деталь виявляється жорстко зв'язана з площиною, що не може бути переміщена в системі координат збірки.

8.2 Питання для самоконтролю

1. Які типи сполучень можна задавати в збірці КОМПАС 3D?
2. Яким чином можна зафіксувати компонент збірки?
3. Для чого потрібно фіксувати в збірці хоча б один елемент?
4. Дайте характеристику сполучення на місці.

9 ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕМІННИХ

Як уже було сказано, в КОМПАС-3D існує можливість створення в моделі перемінних, керуючих її розмірами і топологією.

Часто в збірці приходиться вставляти типові моделі, що відрізняються лише значеннями своїх параметрів. Звичайно це нескладні деталі типу втулок, коліс і т.п. Ви можете не створювати безліч файлів таких моделей, що мають різні комбінації значень параметрів, а побудувати одну параметричну модель і при вставці в різні збірки змінювати її параметри. Такі моделі повинні зберігатися в бібліотеках моделей. Редагування параметрів моделі при вставці здійснюється шляхом зміни значень перемінних моделі. Перемінні формуються в моделі при її створенні. Щоб перемінні моделі були доступні для редагування при вставці її з бібліотеки, вони повинні бути зовнішніми.

Крім того, існування в моделі перемінних дозволяє змінити її розміри і топологію, не вдаючись до прямого редагування елементів або зміни їх властивостей.

9.1 Використання в моделі перемінних з ескізів

Щоб зробити перемінну з ескізу якого-небудь елемента доступною в моделі, виконайте наступні дії.

1. Увійдіть в режим редагування ескізу, перемінну з якого Ви хотіли б зробити доступною в моделі. Для цього виділіть ескіз або сформований на його основі елемент у Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду *Редактировать эскиз*.
2. Якщо необхідна перемінна вже існує в ескізі, викличте діалог перегляду перемінних і зробіть цю перемінну зовнішньою.
3. Якщо необхідної перемінної ще не існує, створіть її і зробіть зовнішньою в діалозі перегляду перемінних.
4. Вийдіть з режиму редагування ескізу.

Зауваження: Ви можете зробити перемінну зовнішньою і при створенні ескізу.

Перемінна, зроблена в ескізі зовнішньою, з'явиться в діалозі перегляду перемінних моделі. У діалозі відображаються її ім'я, значення і коментар. Крім того, для цієї перемінної автоматично включається опція *Внешняя переменная*, тобто перемінна стає зовнішньою і для моделі. Якщо необхідно, Ви можете відключити цю опцію.

9.2 Створення в моделі перемінних, відповідних параметрам елементів

Щоб встановити відповідність між параметром елемента і перемінною виконайте наступні дії.

1. Виділіть елемент у Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **Переменные**.

Можна також виділити у вікні моделі ребро, грань або вершину, цього елемента і викликати з контекстного меню команду **Переменные** вихідного елемента.

На екрані з'явиться діалог параметрів об'єкта (рис. 9.1).

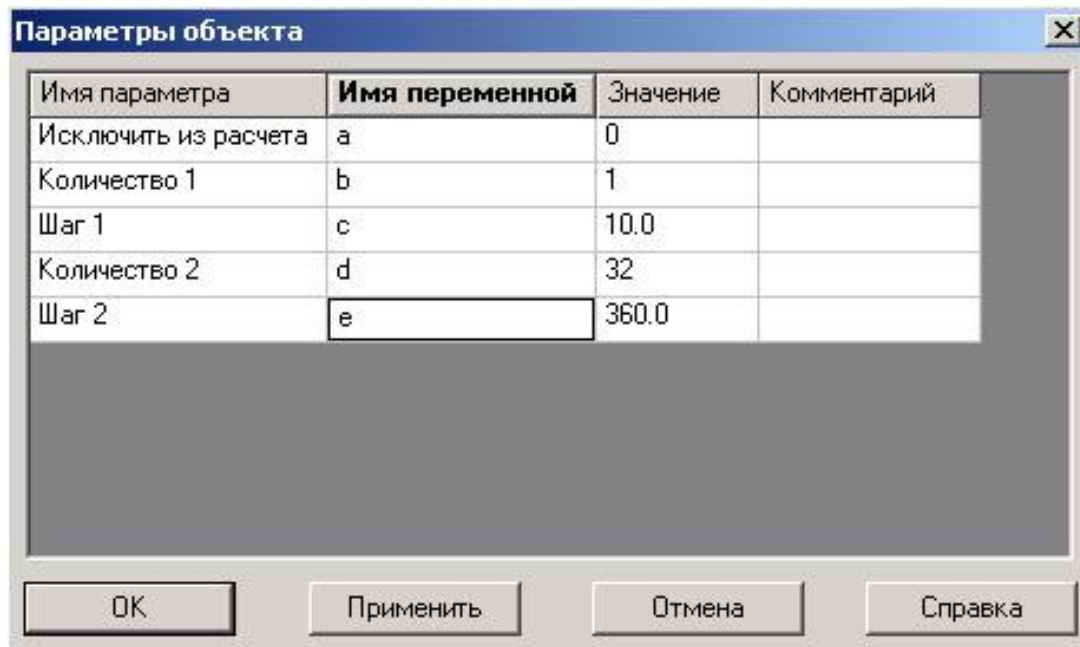


Рисунок 9.1 - Діалог параметрів об'єкта

2. Виділіть поле **Имя переменной**, клацнувши мишею; наступним натиском зробіть це поле доступним для введення.
3. Введіть ім'я перемінної.
4. Введіть коментар до створеної перемінної.

Введення коментарю не є обов'язковим, але при значній кількості перемінних в моделі коментарі допомагають орієнтуватися в списку перемінних.

5. Закрийте діалог кнопкою ОК.

Перемінна з зазначеним ім'ям з'явиться в діалозі перегляду перемінних моделі (рис. 9.2). У діалозі відображаються також значення перемінної і коментар до неї.

Перемінні поточні документи-моделі показані в діалозі у виді таблиці. В стовпцях перераховані ім'я перемінної, її значення і коментар користувача.

У всіх елементів моделі мається параметр **Исключить из расчета**, що дозволяє включати елемент у розрахунок і виключати з розрахунку. Цьому параметру теж можна поставити у відповідність перемінну, при цьому варто мати на увазі, що присвоєння такій перемінній значення 0 відповідає включенню елемента в розрахунок, а значення 1 – виключенню з розрахунку.

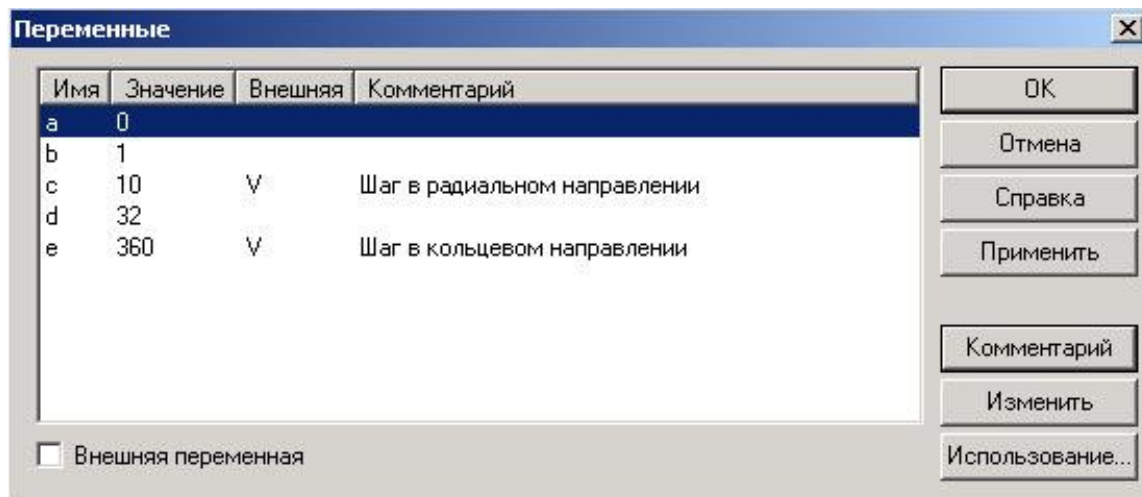


Рисунок 9.2 - Диалог перегляду перемінних моделі

9.3 Перегляд і редагування перемінної моделі

Усі перемінні, існуючі в моделі, відображаються в діалозі перегляду перемінних (див. рис. 9.2), що викликається з меню **Сервис** командою **Переменные**.

Опція **Внешняя переменная** дозволяє зробити виділену перемінну зовнішньою перемінною моделі.

Щоб переглянути список об'єктів, у яких використовується виділена у вікні перегляду перемінна, натисніть кнопку **Использование**.

Кнопка **Комментарий** дозволяє почати введення або редагування коментарю до виділеної перемінної. У діалозі, що з'явився, введіть новий або відредагуйте існуючий коментар. Після виходу з цього діалогу клацнувши по кнопці **ОК** новий текст коментарю з'являється у вікні діалогу перегляду перемінних.

Щоб відредагувати значення перемінної, виділіть її в списку і натисніть кнопку **Изменить**. У діалозі, що з'явився, введіть нове значення перемінної. Після виходу з цього діалогу клацнувши по кнопці **ОК** нове значення з'являється в списку перемінних. Щоб оцінити вигляд моделі з новими значеннями перемінних, натисніть кнопку **Применить**. Модель у вікні перебудується відповідно до внесених змін.

Якщо результат перебудування Вас влаштовує, натисніть кнопку **ОК** для підтвердження змін. Якщо результат відрізняється від очікуваного, знову відредагуйте значення перемінних і натисніть кнопку **Применить**.

Після натискання кнопки **Отмена** діалог закривається, а перемінним привласнюються значення, що вони мали перед останнім натисканням кнопки **Применить**.

Ви можете поставити у відповідність якому-небудь параметру елемента перемінну з ескізу. Це може знадобитися в тих випадках, параметри одного елемента повинні визначатися розмірами іншого елемента.

Щоб поставити у відповідність параметру елемента перемінну з ескізу спочатку зробить цю перемінну доступною в моделі. Потім введіть ім'я цієї перемінної у відповідне поле діалогу параметрів об'єкта.

Закінчуючи розмову про перемінні моделі, нагадаємо, що якщо Ви створюєте модель у бібліотеці або для наступного включення в бібліотеку, варто продумати, які з перемінних доцільно зробити зовнішніми (тобто доступними для редагування під час і після вставки моделі з бібліотеки). Включіть для цих перемінних опцію **Внешняя переменная** у діалозі перегляду перемінних моделі (див. рис. 9.2).

9.4 Особливості роботи з параметричною тривимірною моделлю

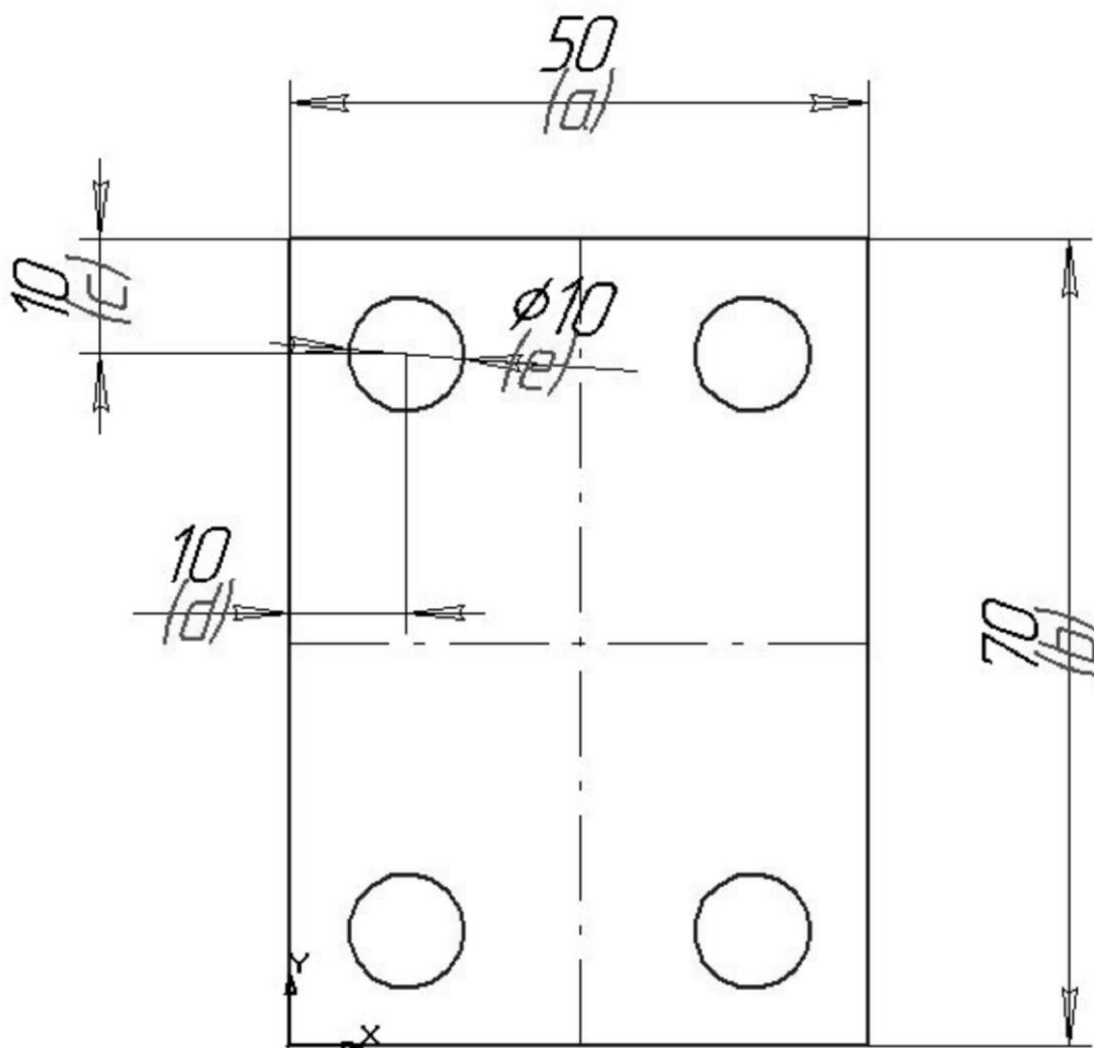
При створенні параметричних моделей і під час роботи з ними рекомендується враховувати наступні обставини.

- Різні параметри елементів мають різні діапазони значень. Наприклад, значення змінної, поставленої у відповідність параметру **Угол** (цей параметр мають елементи обертання, видавлювання й інші) не може бути менше нуля і більше трьохсот шістдесяти. Іноді трапляється так, що параметрам, діапазони значень яких різні, ставиться у відповідність та сама перемінна. Згодом цій перемінній може бути привласнене значення, що виходить за межі діапазону, встановленого для одного з параметрів. У цьому випадку в моделі виникає помилка, усунути яку можна, або змінивши значення перемінної, або привласнивши параметрам перемінні з різними іменами.
- Якщо в ескізі існує кілька перемінних, то бажано, щоб зовнішніми (отже, доступними в моделі) були лише незалежні перемінні. Якщо ж дозволити одночасну зміну значень залежної і незалежної перемінних, то рівняння або нерівність, у якому беруть участь обидві ці перемінні, не буде мати однозначного рішення. У цьому випадку «поведінка» моделі практично непередбачена.

9.5 Питання для самоконтролю

1. Для чого використовуються перемінні в КОМПАС 3D?
2. Наведіть послідовність дій для використання перемінних з ескізів.
3. Яким чином створюються перемінні, що відповідають елементам 3D моделі?
4. Як можна виключити з розрахунку перемінну 3D моделі?
5. Що така зовнішня перемінна?
6. Як поставити у відповідність якому-небудь параметру елемента перемінну з ескізу?
7. Наведіть особливості роботи з параметричними тривимірними моделями?

Вправа № 9.1 – Побудуйте параметризовану 3D модель основи з використанням перемінних ескізу, як показано на зразку. Зробіть 2 зовнішні перемінні: a і b.



10 РЕДАГУВАННЯ МОДЕЛІ

Наявність параметричних зв'язків і обмежень у моделі, звісно, накладає відбиток на принципи її редагування.

При редагуванні деталі в будь-який момент можлива зміна параметрів будь-якого її елемента (ескізу, операції, допоміжній осі або площині) Після введення нових значень параметрів деталь перебудовується відповідно до них. При цьому зберігаються всі існуючі в ній зв'язки. Наприклад, користувач змінює глибину операції видавлювання і редагує її ескіз; в результаті інший ескіз, побудований на торці утвореного цією операцією тіла, все одно залишається на цьому торці (а не «повисає» у просторі на своєму колишньому місці).

При редагуванні збірки можлива зміна будь-якого її компонента (редагування параметрів елементів деталей, зміна складу підзбірок), переміщення компонентів (зрушення або поворот), а також редагування сполучень - відносин між компонентами збірки.

Редагування збірки може стати причиною порушення існуючих у ній параметричних зв'язків і обмежень. Для їхнього відновлення збірку варто перебудувати. При перебудуванні компоненти збірки переміщуються або перебудовуються так, щоб їхня форма, параметри і положення відповідали положенню опорних об'єктів і не суперечили накладеним на них сполученням. Наприклад, приклеєний до деталі формотворний елемент був видавлений до грані іншої деталі, що входить у збірку. Потім першу деталь перемістили так, що відстань від площини ескізу приклеєного елемента до обмежуючого його об'єкта змінилася. Відразу після переміщення форма деталі не міняється. Крім того, допоміжні об'єкти, що базувалися на цій деталі, залишаються на своїх колишніх місцях. Усе це порушує наявні в моделі зв'язки. Перебудування моделі додає переміщеній деталі потрібну форму (приклеєний елемент «дотягується до своєї грані») і переміщає допоміжні об'єкти так, щоб їхнє положення відповідало новому положенню базових об'єктів.

При редагуванні сполучень система автоматично перевіряє, чи можливо накладення зазначеного зв'язку. Нове сполучення створюється лише в тому випадку, якщо воно не суперечить уже наявним.

Варто особливо підкреслити, що після редагування об'єкта, що займає будь-яке місце в ієрархії побудов, не потрібно заново задавати послідовність побудови підлеглих елементів і їхні параметри. Уся ця інформація зберігається в моделі і не руйнується при редагуванні окремих її частин.

10.1 Загальні прийоми редагування

10.1.1 Редагування ескізу

Ви можете відредагувати зображення в будь-якому ескізі моделі. Після зміни ескізу елемент, сформований на його основі, буде перебудований відповідно до нового креслення контуру в ескізі.

Перед викликом команди редагування ескізу потрібно вказати ескіз. Це можна зробити одним з наступних способів.

- Виділіть ескіз у Дереві побудови.
- Виділіть сформований на основі ескізу елемент у Дереві побудови.
- Виділіть будь-яку грань елемента, сформованого на основі ескізу.

Потім викличте з контекстного меню команду **Редактировать эскиз**. Система перейде в режим редагування ескізу.

При цьому у вікні моделі залишаться тільки ті елементи, що знаходяться в Дереві побудови перед ескізом, що редагується. Інакше кажучи, модель тимчасово повернеться в той стан, у якому вона була в момент створення ескізу, що редагується.

Ви можете проектувати в ескіз існуючі елементи (ребра, грані і т.д.), прив'язуватися до фантомів ребер (якщо вони є в ескізі), накладати і видаляти параметричні зв'язки й обмеження, виконувати будь-які побудови, редагувати графічні об'єкти.

Якщо ескіз параметричний, і положення об'єктів у ньому визначається асоціативними розмірами, то Ви можете ввести нові значення цих розмірів.

Пам'ятайте, що ескіз для виконання операції повинен відповідати визначеним вимогам; вони повинні дотримуватися не тільки при створенні ескізу, але і при його редагуванні. Про конкретні вимоги до ескізів було розказано в описі команд побудови форматворних елементів у Розділі 3.

Після внесення в ескіз потрібних змін викличте команду **Закончить эскиз**. Формоутворюючий елемент і створені на його основі елементи перешикуються відповідно до нових параметрів ескізу.

Зауваження: *Не рекомендується робити таке редагування ескізу, після якого свідомо не зможуть бути перебудовані похідні елементи.*

10.1.2 Розміщення ескізу на площині

Іноді для редагування формоутворюючого елемента не потрібно змінювати топологію і розміри контуру в ескізі, а потрібно тільки змінити положення цього контуру на площині (або на плоскій грані).

Для того, щоб зрушити або повернути ескіз на площині, виділіть його в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **Разместить эскиз**.

Ця команда дозволяє перемістити систему координат ескізу на його площині.

Після виклику команди в *Рядку параметрів* об'єктів з'являються поля, в яких потрібно задати нове положення системи координат виділеного ескізу і кут повороту нового положення системи координат щодо поточного положення. Значення в полях *Рядка параметрів* зафіксовані (на кнопках поруч з полями відображаються «хрестики»). Для завдання нового значення звільніть («розфіксуйте») його, натиснувши кнопку поруч з полем параметра. Після цього на кнопці з'явиться «галочка», що свідчить, що система очікує введення значення (координат нового положення СК або кута повороту СК). Ви можете ввести потрібне значення в поле і зафіксувати його натисканням клавіші

<Enter> або вказати нове положення системи координат курсором у вікні редагування моделі (після звільнення параметра фантом системи координат з'являється у вікні моделі).

Положення графічних об'єктів ескізу в його системі координат не змінюється. Тому при переміщенні системи координат переміщується і зображення ескізу. Це переміщення відображається на екрані у вигляді фантома. Коли потрібне положення системи координат (і об'єктів ескізу) досягнуто, потрібно підтвердити переміщення.

Для підтвердження переміщення системи координат ескізу натисніть кнопку **Создать объект** на Панелі спеціального керування. Для відмовлення від переміщення системи координат і виходу з команди натисніть кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування. Таким чином, при використанні команди **Разместить эскиз** Ви можете змінити положення ескізу на площині, не входячи в режим його редагування.

Формотворний елемент і створені на його основі елементи перебудуються відповідно до нового положення ескізу.

Зауваження: Команда **Разместить эскиз** недосяжна, якщо графічні об'єкти у виділеному ескізі параметрично зв'язані з раніше створеними об'єктами (наприклад, характерні точки відрізків в ескізі збігаються з вершинами грані, на якій цей ескіз побудований або ескіз містить проекції існуючих ребер) або параметричні зв'язки інших типів роблять неможливим переміщення графічних об'єктів у площині ескізу.

10.1.3 Зміна площини ескізу

Іноді потрібно змінити положення ескізу не тільки на площині, але й у просторі (перенести ескіз в іншу площину). Для того, щоб розмістити ескіз в іншій площині, виділіть його в Дереві побудови і викличте з контекстного меню команду **Изменить плоскость**. Ця команда дозволяє перемістити ескіз в іншу площину або на іншу плоску грань.

Після виклику команди площина або плоска грань, на якій був створений зазначений ескіз, виділена кольором. Система очікує вказівки іншої площини або плоскої грані. Після вказівки площини або плоскої грані ескіз переноситься на неї; при цьому система координат ескізу сполучається із системою координат обраної площини або грані.

Формотворний елемент і створені на його основі елементи перебудовуються відповідно до нового положення ескізу.

Ескіз, перенесений в іншу площину, втрачає інформацію про те, у якій площині він створювався спочатку, і по своїх властивостях не відрізняється від ескізу, створеного в обраній площині. Команду **Изменить плоскость** зручно використовувати для переносу виступів і отворів на іншу грань деталі.

10.1.4 Редагування параметрів елемента

Форму і розміри елемента визначають не тільки форма і розміри контуру у відповідному ескізі, але й параметри формотворної операції (наприклад, глибина видавлювання або кут повороту контуру в ескізі). Деякі елементи (наприклад, допоміжні площини й осі) взагалі не мають ескізів і цілком визначаються параметрами, заданими в команді їхньої побудови.

Щоб змінити ці параметри, виділіть елемент у Дереві побудови або у вікні моделі. Викличте з контекстного меню команду **Редактировать элемент**.

Якщо повинен редагуватися формотворний елемент, можна виділити будь-яку його грань, ребро або вершину у вікні моделі і викликати команду **Редактировать исходный элемент**. Система перейде в режим виконання команди, що використовувалася для побудови виділеного елемента.

При цьому у вікні моделі залишаться тільки ті елементи, що знаходяться в Дереві побудови перед елементом, що редагується. Інакше кажучи, модель тимчасово повернеться в той стан, у якому вона була в момент створення елемента, що редагується.

На екрані з'явиться той же діалог введення параметрів операції, що і при побудові елемента. Якщо параметри при побудові вводилися в поля *Рядка параметрів*, то в ній з'являться ті ж поля.

Відредагуйте потрібні параметри операції і натисніть кнопку **Создать** діалогу або кнопку **Создать объект** на *Панелі спеціального керування*. Після цього модель буде перебудована відповідно до нових параметрів відредагованого формотворного елемента.

Ви можете відредагувати деякі параметри елемента без переходу в режим виконання команди його побудови. Для цього використовуйте діалог параметрів об'єкта. Для виклику діалогу параметрів виділіть його в Дереві побудови і виберіть з контекстного меню команду **Переменные**. На екрані з'явиться діалог параметрів об'єкта (рис. 10.1).

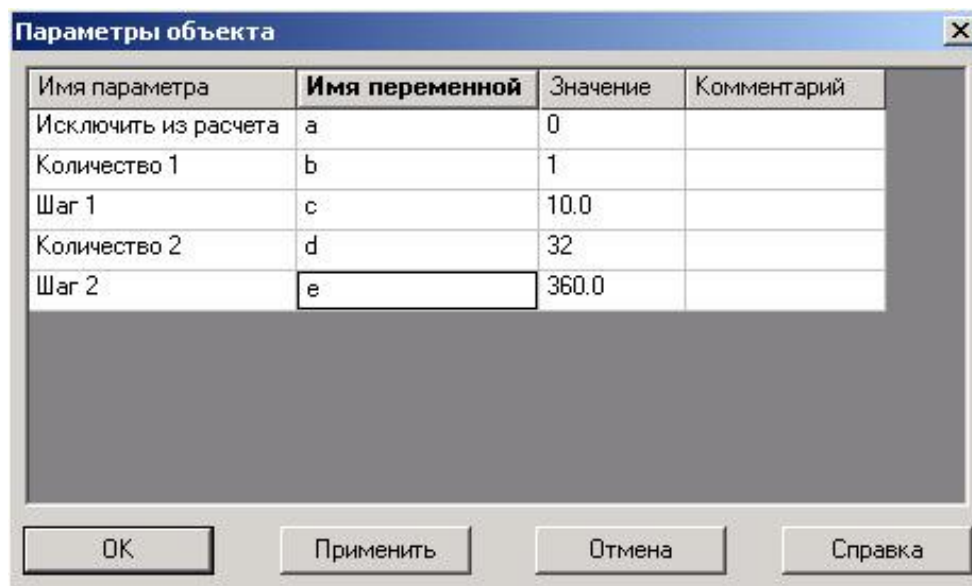
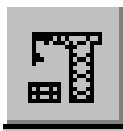


Рисунок 10.1 - Діалог параметрів об'єкта

Щоб змінити значення перемінної, виділіть відповідне поле, клацнувши мишею : наступним натиском зробіть це поле доступним для введення. Введіть нове значення перемінної.

Після завдання значень перемінних натисніть кнопку **Применить**. Модель перебудується відповідно до нових значень. Якщо результат перебудування Вас влаштовує, натисніть кнопку **ОК** для підтвердження змін. Якщо результат відрізняється від очікуваного, знову відредагуйте значення перемінних і натисніть кнопку **Применить**.

По натисканню кнопки **Отмена** діалог закривається, а перемінним привласнюються значення, що вони мали перед останнім натисканням кнопки **Применить**. Якщо після введення нових значень перемінних відразу була натиснута кнопка **ОК** діалог закривається без перебудування моделі, а піктограма елемента в Дереві побудови позначається червоною «галочкою». Це означає, що перемінні елемента змінені, але зміни не передані в модель. Щоб перебудувати модель, натисніть кнопку **Перестроить** на **Панелі керування** або виберіть назву команди з меню **Операції**.



Кнопка **Перестроить**

Модель буде перебудована відповідно до нових значень перемінних. «Галочки» у Дереві побудови зникнуть.

10.1.5 Редагування моделі за допомогою *Указателя окончания построения*

За допомогою **Указателя окончания построения** моделі Ви можете виключати елементи моделі з розрахунку, видаляти їх, а також використовувати його для зміни порядку побудови моделі.

Перемістіть **Указатель** так, щоб він розбивав Дерево побудови на дві частини. Ви побачите, що елементи, які опинилися нижче покажчика, відображаються блідо-голубим кольором і позначаються піктограмою «замок». Це - виключені з розрахунку елементи. Такі елементи, а також похідні від них не відображаються у вікні моделі, однак інформація про них зберігається в документі. Іншими словами, виключення елементів з розрахунку рівносильне «тимчасовому видаленню» їх з моделі. Таким чином, переміщаючи покажчик Ви можете на час видалити з моделі кілька останніх елементів.

Для швидкого переміщення **Указателя** в кінець Дерева побудови Ви можете скористатися командою **Указатель в конец** Дерева з контекстного меню на **Указателе** (рис. 10.2). Після виклику команди всі елементи моделі включаються в розрахунок (якщо тільки вони не виключені спеціально). Модель перебудується з урахуванням включених елементів.

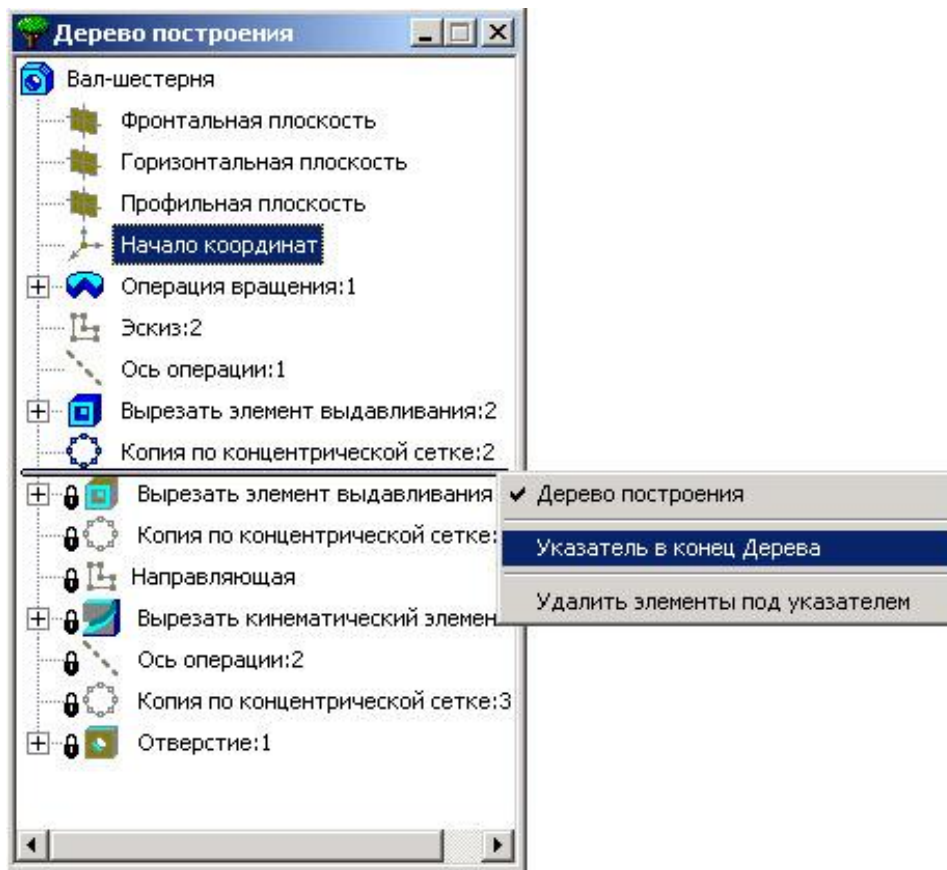


Рисунок 10.2 – Видяг контекстного меню на *Указателе окончания построения* моделі

Під час роботи над моделлю Ви можете необмежене число разів переміщати покажчик закінчення побудов. Піктограми знову створених елементів будуть розташовуватися в Дереві побудови перед покажчиком.

Ця властивість покажчика закінчення побудов, а також те, що виключені з розрахунку елементи не відображаються на екрані і не можуть використовуватися при побудовах, зручно використовувати для зміни послідовності побудови моделі. Наприклад, для редагування деталі, отриманої за допомогою операції дзеркального копіювання, треба вносити зміни в ту її половину, що була оригіналом, розташовуючи її до операції копіювання. Однак, по-перше, обидві половини деталі виглядають зовсім однаково, по-друге, при редагуванні Ви можете випадково використовувати елементи тієї половини деталі, що отримана копіюванням, що неминуче приведе до помилки. У таких випадках доцільно перемістити покажчик закінчення побудови так, щоб операція дзеркального копіювання і всі наступні були виключені з розрахунку. На екрані залишається тільки оригінальна половина деталі, що Ви можете відредагувати за своїм розсудом. Після включення в розрахунок операції копіювання друга половина деталі також буде містити внесені зміни.

Якщо елементи моделі, розташовані під *Указателем окончания построения*, не потрібні для подальших побудов і не повинні бути присутніми у моделі, Ви можете одночасно видалити всі ці елементи. Скористайтеся для цього командою *Удалить элементы под Указателем* з контекстного меню на *Указателе* (див. рис. 10.2).

Після виклику команди на екран видається діалог-попередження. В ньому перераховані елементи моделі, що видаляються. Ви можете відмовитися від видалення або підтвердити його.

10.1.6 Видалення об'єкта

Будь-який об'єкт (формотворний елемент, ескіз, допоміжну вісь або площину, компонент збірки, сполучення і т.д.) можна видалити з моделі. Для цього досить виділити його в Дереві побудови і викликати з контекстного меню команду **Удалити** або натиснути клавішу <Delete>.

Якщо на об'єкті, що видаляється, базуються інші об'єкти (наприклад, на площині, що видаляється, зображений ескіз, на основі якого створений формотворний елемент або на грані деталі, що видаляється, зображений ескіз вирізаного зі збірки елемента) або об'єкт, що видаляється, бере участь у сполученнях, то на екран видається діалог-попередження. У ньому перераховані елементи і сполучення, до яких відноситься операція видалення.

Ви можете відмовитися від видалення або підтвердити його. У випадку підтвердження видалення видаляється не тільки зазначений об'єкт, але і його похідні.

Зауваження: *Зверніть особливу увагу на те, що скасувати видалення об'єкта в документі-моделі неможливо. Тому командою видалення потрібно користуватися дуже обережно.*

10.2 Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику прийомів редагування ескізів 3D моделей.
2. Як здійснюється зміна розміщення ескізу на площині?
3. Як здійснюється зміна площини розміщення ескізу?
4. Наведіть прийоми редагування параметрів елемента.
5. Для чого використовується кнопка перебудови?
6. Наведіть прийоми редагування моделі на основі вказівника закінчення побудови.
7. Як здійснюється видалення 3D елемента?

11 СЕРВІСНІ МОЖЛИВОСТІ КОМПАС-3D

Крім команд, що безпосередньо відносяться до побудови тривимірної моделі, у розпорядженні користувача знаходяться численні сервісні можливості. Їхнє використання дозволяє робити різноманітні виміри, формувати і друкувати плоскі зображення моделі, обмінюватися інформацією з іншими системами автоматизованого проектування.

11.1 Виміри і розрахунок МЦХ

При роботі з моделлю може виникнути необхідність визначити відстань або кут між вершинами, ребрами, осями, гранями і площинами.

У КОМПАС-3D можливий вимір різних геометричних характеристик, а також розрахунок масо-інерційних характеристик моделі (об'єму, маси, координат центра ваги, осьових і відцентрових моментів інерції, напрямку головних осей інерції).

Кнопки виклику команд вимірів знаходяться на *Інструментальній панелі вимірів* у режимі роботи з моделлю. Для переключення на цю панель натисніть кнопку *Панель измерений*.



Кнопка *Панель измерений*

Відразу після виклику команди на екрані з'являється діалог, що дозволяє одержувати і записувати інформацію про зроблені виміри. Послідовно вказуйте об'єкти для вимірів, результати яких будуть відображатися в діалозі.

Ви можете зробити кілька вимірів, не виходячи з команди. Система запам'ятає і покаже в діалозі всі значення цих вимірів. Ви можете зберегти результати вимірів у текстовому файлі, натиснувши кнопку *Записать*.

Для виходу з команди виміру можна скористатися кнопкою *Прервать команду* на *Панелі спеціального керування* або натиснути кнопку *Выход из диалога измерений*.

11.2 Перевірка перетинів компонентів

Іноді однієї з цілей моделювання збірки є виявлення місць небажаних перетинів і дотиків компонентів («натиків» у конструкції). Для виявлення таких місць служить команда *Проверка пересечений*.

Для виклику команди натисніть кнопку *Проверка пересечений* на Інструментальній панелі вимірів в режимі роботи зі збіркою.



Кнопка **Проверка пересечений**

Після виклику команди на екрані з'являється діалог, у якому будуть показані результати перевірки. Послідовно вказуйте курсором компоненти, які потрібно перевірити на перетин. Обрані компоненти включаються в габаритний паралелепіпед і підсвічуються в Дереві побудови. Їхні назви з'являються в діалозі.

Якщо потрібно знайти дотик компонентів, включіть опцію **Считать касания пересечениями**. Після вказівки компонентів натисніть кнопку **Проверить** діалогу. У списку **Обнаруженные пересечения** з'являються порядковий номер перетину і назви пересічних (дотичних) компонентів, а у вікні моделі підсвічується область їхнього перетину (або дотику).

Ви можете виконати перевірку перетинів інших компонентів, не виходячи з діалогу. Для цього вкажіть нові компоненти і натисніть кнопку **Проверить**.

Для виходу з команди перевірки перетинань натисніть клавішу <Esc> або кнопку **Выход** діалогу або кнопку **Прервать команду** на Панелі спеціального керування.

11.3 Створення заготовки креслення

Багато тривимірних моделей створюються з метою одержання конструкторської документації (наприклад, робочих креслень деталей) або інших плоских зображень (наприклад, каталогу деталей).

Ви можете одержати плоске зображення (своєрідну «заготовку креслення») поточної тривимірної моделі. Це зображення буде автоматично розміщено в новому файлі креслення КОМПАС-ГРАФІК; згодом Ви зможете редагувати його, проставляти розміри й оформляти креслення, користуючись стандартними засобами графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК.

Для створення заготовки креслення поточної моделі викличте з меню **Файл** команду **Создать заготовку для чертежа**.

Після виклику команди на екрані з'явиться діалог вибору параметрів креслення деталі (рис. 11.1) або збірки (рис. 11.2).

У списку **Виды** цього діалогу перераховані сім назв стандартних орієнтацій (**Спереди, Сзади, Сверху, Снизу, Слева, Справа і Изометрия**) і всі існуючі в моделі орієнтації користувача. Включіть опції, що відповідають назвам проєкцій моделі, які повинні бути отримані в заготовці креслення (наприклад, включіть опції **Спереди** і **Сверху**, якщо на кресленні потрібно одержати види спереду і зверху).

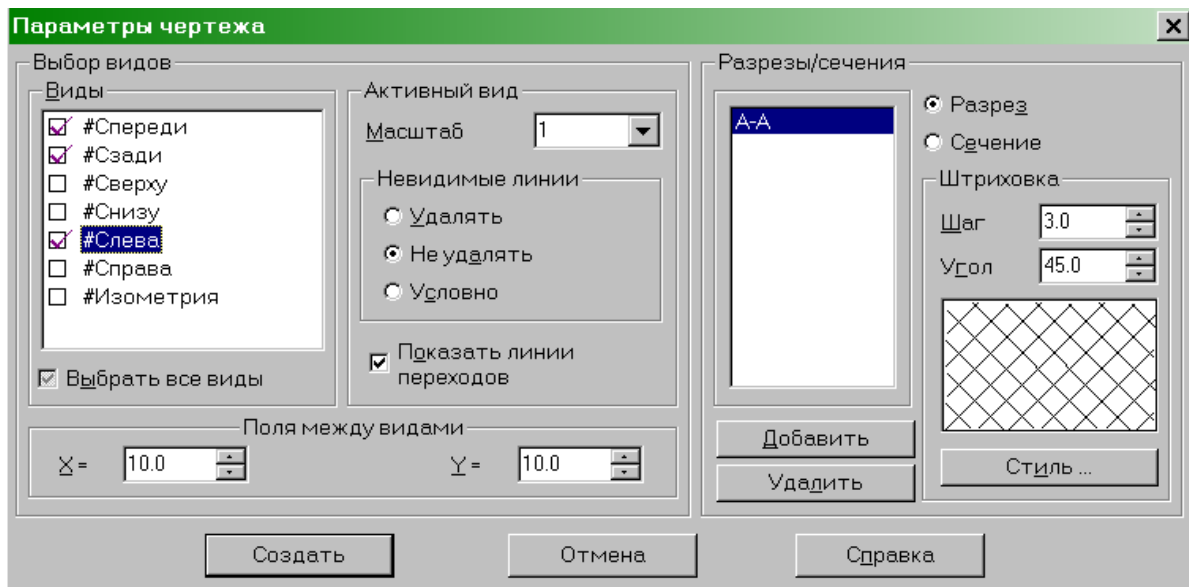


Рисунок 11.1 - Діалог вибору параметрів креслення деталі

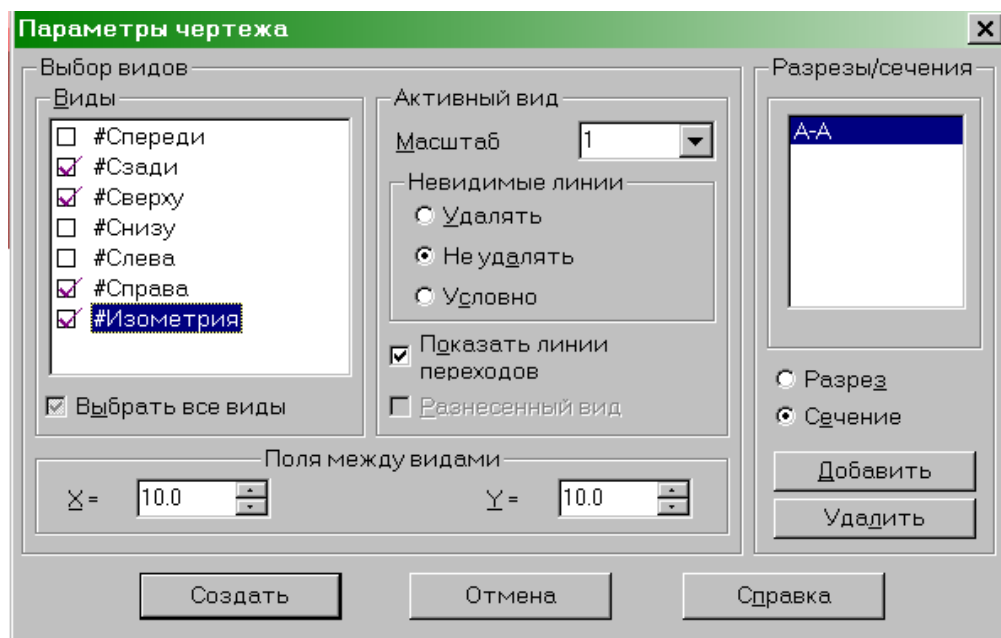


Рисунок 11.2 - Діалог вибору параметрів креслення збірки

Ви можете настроїти параметри відображення кожного обраного виду окремо. Для цього виділіть назву виду в списку, встановивши на ньому курсор. В групі опцій **Активний вид** введіть або виберіть зі списку масштаб зображення даного виду, виберіть спосіб відображення невидимих ліній (видаляти, не видаляти або умовно) і включіть (або виключіть) відображення ліній переходів (опція **Показати лінії переходов**). Потім виділіть в списку назву іншого виду і настройте параметри його відображення. Таким чином, можна настроїти параметри відображення всіх обраних видів.

Якщо компоненти збірки рознесені (включений режим рознесення), доступна опція **Разнесенный вид**. Включіть її для виду або видів, на яких потрібно показати рознесення компонентів збірки. Для рознесених видів не можна створити розрізи або перетини.

Якщо в кресленні передається зображення декількох видів, стають доступними опції групи **Поля между видами**. Введіть у поле *X* відстань (у міліметрах) по горизонталі між габаритними прямокутниками сусідніх видів, а в поле *Y* відстань (у міліметрах) по вертикалі між габаритними прямокутниками сусідніх видів. Зазначені відстані вимірюються «по паперу», без обліку масштабу видів.

Ви можете передати на креслення не тільки повні види моделі у визначених орієнтаціях, але і будь-які прості розрізи або перетини моделі.

Для створення розрізів і перетинів служить група опцій **Разрезы/сечения**.

Для того, щоб задати положення січної площини, повинно бути включене створення виду, на якому ця площина може бути зображена у вигляді лінії перетину (або розрізу). Наприклад, для завдання положення фронтальної січної площини повинно бути включене створення виду зверху (знизу) або виду ліворуч (праворуч).

Виділіть в списку створюваних видів той, на якому можна показати потрібну лінію перетину (або розрізу). У групі опцій **Разрезы/сечения** натисніть кнопку **Добавлять**. Система перейде в режим побудови лінії розрізу/перетину. Для виконання цієї побудови використовується команда **Линия разреза /сечения** графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК. Вкажіть початкову і кінцеву точки лінії розрізу/перетину, при необхідності виконуючи прив'язки до ребер деталей. Після введення лінії розрізу/перетину на екран повернеться діалог введення параметрів креслення, а в списку розрізів і перетинів з'явиться позначення тільки що створеної лінії розрізу/перетину. Натискаючи на кнопку **Добавить**, можна створити й інші лінії розрізу/перетину в поточному виді. Для того, щоб вказати, який тип зображення повинна формувати січна площина, виділіть в списку позначень ліній розрізу/перетину потрібну лінію і включіть потрібну опцію (**Разрез** або **Сечение**); виберіть параметри штрихування. Для будь-якої січної площини можна вибрати будь-який тип зображення і параметри штрихування. Наприклад, із трьох січних площин дві можуть утворювати розрізи, а одна - перетин.

Список розрізів і перетинів можна сформувати для кожного створюваного в кресленні виду. Будь-який розріз або перетин можна видалити зі списку, виділивши його назву і натиснувши кнопку **Удалить**.

Після вибору і введення параметрів усіх видів, розрізів і перетинів натисніть кнопку **Создать** діалогу. Система автоматично сформує зазначені Вами зображення і розмістить їх у новому файлі креслення КОМПАС-ГРАФІК. Кожен вид, розріз або перетин будуть розміщені в окремому виді креслення, що має відповідну назву. Формат аркуша буде підібраний таким чином, щоб усі види помістилися на ньому цілком. Якщо види мають однаковий масштаб, вони будуть розташовуватися на кресленні з урахуванням проєкційних зв'язків.

Збережіть креслення, що вийшло, проставте на ньому необхідні розміри і технологічні позначення, оформіть документ.

11.4 Рознесення компонентів

Іноді збірку потрібно побачити в «розібраному» вигляді (так, щоб були видні всі її компоненти). Перед рознесенням компонентів потрібно встановити *Параметри рознесення*: вибрати компоненти, а також напрямок і величину їхнього переміщення. Для вказівки параметрів рознесення викличте з меню **Компоновка** команду **Разнести компоненты - Параметры**. Після виклику команди на екрані з'являється діалог введення параметрів рознесення компонентів.

В полі **Список шагов** відображається список кроків рознесення компонентів. Якщо настроювання параметрів рознесення поточної збірки ще не проводилося, то список порожній. Щоб додати крок рознесення, натисніть кнопку **Добавить**. Потім вкажіть компоненти, що беруть участь у кроці рознесення, і його параметри.

Для вказівки компонентів включіть опцію **Компоненты** і виберіть потрібні об'єкти в активному вікні або Дереві побудови (рис. 11.3).

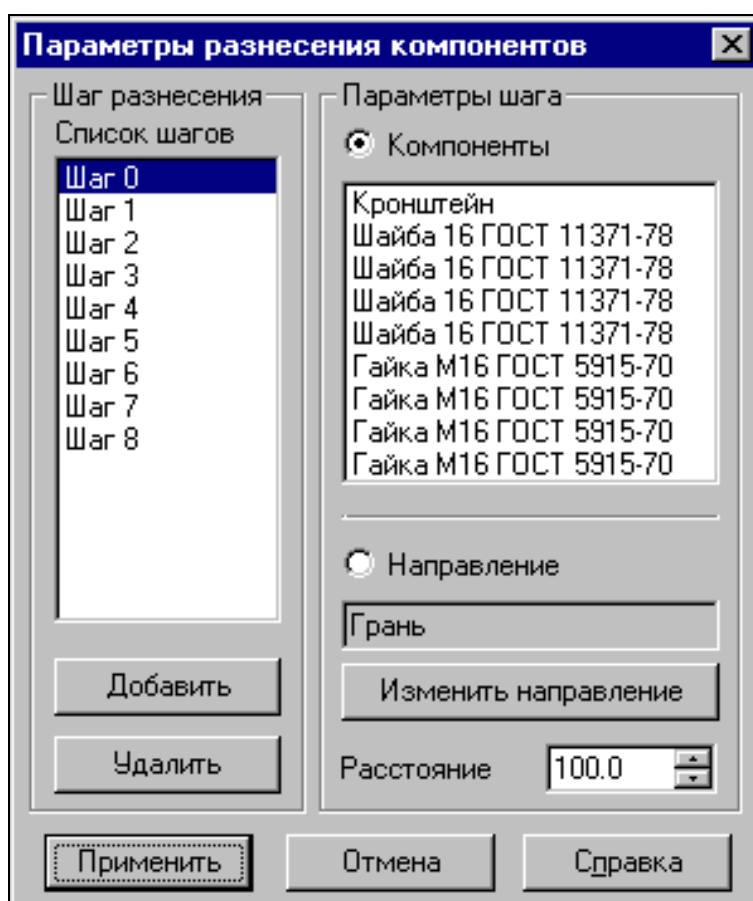


Рисунок 11.3 - Діалогове вікно рознесення компонентів

Зауваження 1: Той самий компонент може брати участь у декількох кроках рознесення.

Зауваження 2: В одному кроці рознесення можуть брати участь кілька компонентів.

Зауваження 3: Компонент, що входить у підбірку (на будь-якому рівні вкладеності), може брати участь у кроці рознесення незалежно від інших компонентів цієї підбірки.

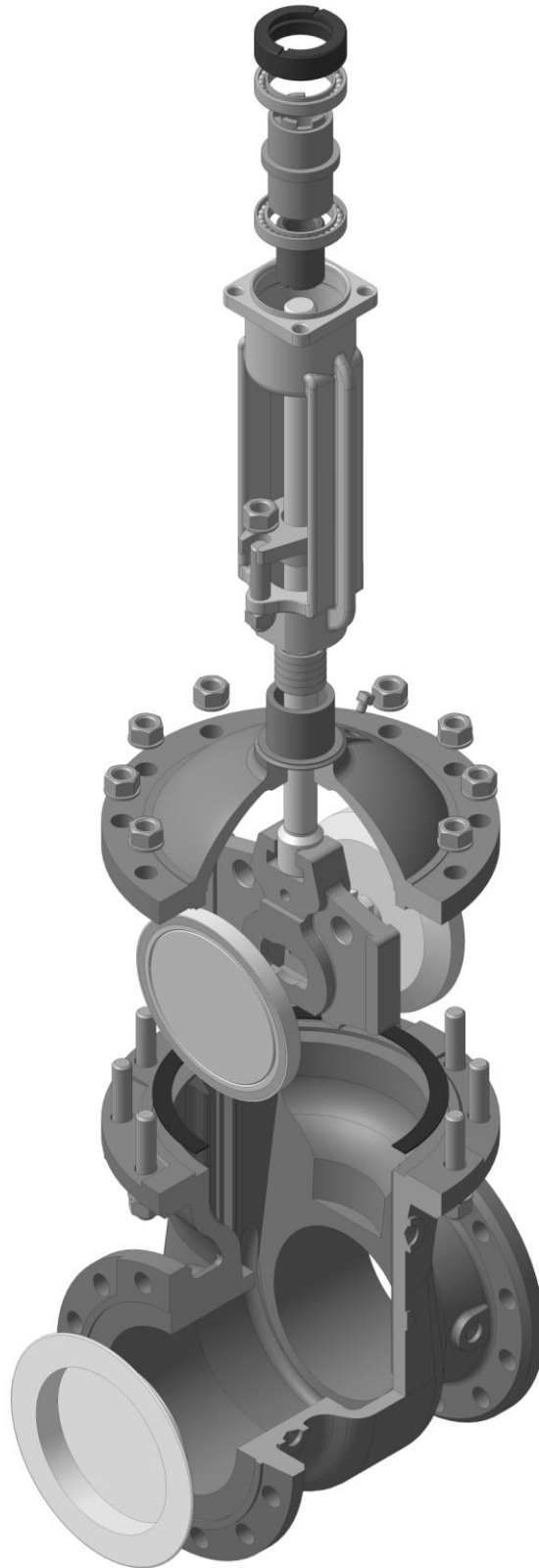
Включіть опцію **Направление**, щоб вказати напрямок рознесення компонентів. Компоненти можуть розноситися в напрямку, що збігається з ребром моделі (для цього вкажіть у вікні збірки потрібне ребро) або в напрямку, перпендикулярному грані (для цього вкажіть потрібну грань). Введіть у відповідне поле **Расстояние**, на яке повинен переміститися компонент відносно колишнього положення. Після введення параметрів кроку рознесення компонентів натисніть кнопку **Применить**. Обрані компоненти будуть рознесені відповідно до встановлених параметрів.

Якщо отримане рознесення компонентів відрізняється від очікуваного, відредагуйте параметри рознесення; для зміни напрямку переміщення компонента натисніть кнопку **Изменить направление**. Натисніть кнопку **Применить**.

Аналогічно задайте необхідну кількість кроків рознесення і настройте їхні параметри. Натисніть кнопку **Применить** діалогу, якщо розташування компонентів Вас влаштовує, закрийте діалог.

Після закриття діалогу настройки параметрів рознесення збірка у вікні відображається в рознесеному вигляді. Щоб включити режим звичайного відображення збірки, викличте з меню **Компоновка** команду **Разнос компонентов - Разнести**. Ця команда служить перемикачем режиму рознесення і звичайного відображення збірки. Коли компоненти рознесені, поруч з назвою команди з'являється «галочка».

Вправа № 11.1 – Побудуйте 3D збірку клапана з використанням рознесеного вигляду компонентів. Файли 3D моделей компонентів збірки знаходяться в папці C:\Program Files\ASCON\KOMPAS-3D\Samples\Pipe valve\. Корпус клапана утворить з розрізом $\frac{1}{4}$ частини, як показано на зразку.



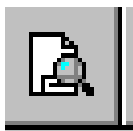
11.5 Друк зображення моделі

Ви можете не тільки створювати тривимірну модель і її плоскі зображення на кресленні, але й друкувати зображення моделі прямо з файлу моделі.

Зображення моделі виводиться на друк в її поточній орієнтації і поточному відображенні (напівтоновому, каркасному, зі схованими або пунктирними невидимими лініями і з обліком включеної або виключеної перспективи). Простіше говорячи, зображення моделі друкується так, як Ви бачите його на екрані в момент виклику команди друку.

Друк зображення моделі (як і друк інших документів КОМПАС-ГРАФІК) починається з режиму попереднього перегляду.

Для того, щоб перейти в цей режим, викличте з меню **Файл** команду **Перегляд** для друку або натисніть кнопку **Перегляд** для друку на Панелі керування.



Кнопка **Перегляд** для друку

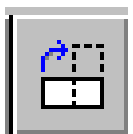
Всі дії, зв'язані з друком зображення моделі, цілком збігаються з діями при друці графічних і текстових документів КОМПАС-ГРАФІК. Докладно про них можна дізнатися в [1, 2].

Якщо в момент виклику команди **Перегляд** для друку в системі відкрито кілька документів (в тому числі тривимірних моделей), Ви можете вибрати для друку кожний з них (або кілька документів одночасно). Для цього вкажіть імена потрібних файлів у діалозі вибору документів для друку.

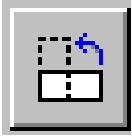
Щоб надрукувати частину зображення, що була видна у вікні моделі, в момент виклику команди **Перегляд для друку**, скористайтеся кнопкою **Вид** у **Рядку поточного стану** (рис. 11.4).

Для розміщення зображення на полі висновку переміщуйте його за допомогою курсору, прив'язуючи (при необхідності) до кутів інших документів або до кутів сторінок. Можна також, задавати координати лівого нижнього кута зображення в системі координат сторінки або переміщати зображення по полю висновку за допомогою клавіш зі стрілками.

Для повороту зображення на 90° користуйтеся командами **Повернути по годинниковій стрелці** та **Повернути проти годинниковій стрелки** або відповідними кнопками на Панелі керування.



Кнопка **Повернути по годинниковій стрелці**



Кнопка Повернуть против часовой стрелки

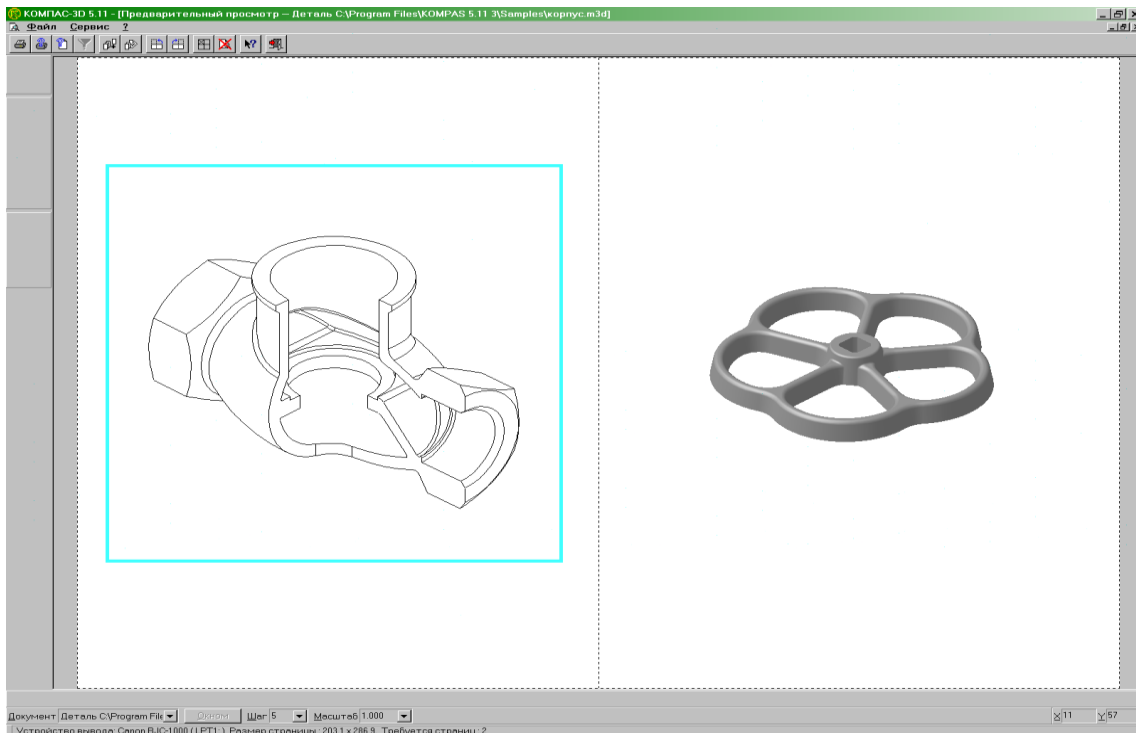
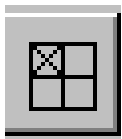


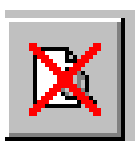
Рисунок 11.4 – Вікно попереднього перегляду

Для зміни масштабу висновку зображення введіть масштаб у відповідне поле **Строки текущего состояния**. Для підбору масштабу зображення під задану кількість сторінок користуйтеся командою **Подогнать масштаб** з меню **Сервис**. Для скасування друку конкретних сторінок користуйтеся командою **Листы** з меню **Сервис** або кнопкою **Листы** на Панелі керування.



Кнопка Листы

Після того, як потрібне положення зображення на полі висновку досягнуто, викличте команду **Печать** з меню **Файл** або натисніть кнопку **Печать** на Панелі керування. Для виходу з режиму попереднього перегляду без друку зображення викличте з меню **Файл** команду **Закончить просмотр** або натисніть кнопку **Закончить просмотр** на Панелі керування.



Кнопка Закончить просмотр

11.6 Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється виміри та розрахунок масо-центрувальних характеристик?
2. Яким чином виконується перевірка перетинання компонентів?
3. Наведіть основні прийоми створення заготовки кресленика.
4. Наведіть послідовність створення рознесеного виду.
5. Наведіть основні прийоми виводу 3D моделі на друк.
6. Як здійснюється попередній перегляд моделі перед друкуванням?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. КОМПАС-3D. Руководство.пользователя. – АО “АСКОН”. –2001. – 260 с.
2. КОМПАС-ГРАФИК 5.X. Практическое руководство. – АО “АСКОН”. – 1999. –Часть 1. –601 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ В КОМПАС-3D.....	4
2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ КОМПАС-3D.....	7
3. ПРИЙОМИ СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ В КОМПАС-3D	19
4. ПОБУДОВА ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	105
5. МОДЕЛЮВАННЯ ЗБІРОК.....	109
6. РЕДАГУВАННЯ ЗБІРКИ.....	121
7. ПАРАМЕТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛІ	125
8. СПОЛУЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЗБІРКИ	131
9. ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕМІННИХ	134
10. РЕДАГУВАННЯ МОДЕЛІ	139
11. СЕРВІСНІ МОЖЛИВОСТІ КОМПАС-3D	145
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	156